

Zurück

# Die Bastelecke

Quelle: [www.B-Kainka.de](http://www.B-Kainka.de)

Mal wieder richtig basteln! Einen wirklichen Sinn brauchen die Projekte nicht zu haben. Aber es soll Spaß machen. Hier werden kleine Feierabend-Projekte vorgestellt. Manches ist aus einer Laune heraus entstanden, anderes weil irgendwelcher Elektronik-Schrott gerade herumlag. Oft ging es auch darum, mit den Kindern zu basteln.



1. [Laser-Versuche](#)
2. [Die Schrittmotor-Generator-Lampe](#)
3. [Ein Kurzwellen-Audion](#)
4. [Brauchbare Teile aus einem Videorecorder](#)
5. [Eigenbau-Drehkondensator](#)
6. [Die Leuchtstofflampe aus dem Scanner](#)
7. [Uropas Funkensender](#)
8. [Batterietester](#)
9. [Mini-Batterielampen](#)
10. [Schrittmotoren ausprobieren](#)
11. [Die Papier-Platine](#)
12. [POWER-FET-Versuche](#)
13. [Ein Tresorschloss aus Relais](#)
14. [Das Kurzwellen-PC-Radio](#)
15. [Die 100-Sekunden-Uhr](#)
16. [Mit Röhren basteln](#)
17. [Röhrenverstärker mit der ECC86](#)
18. [Das Röhrenradio mit der ECC86](#)
19. [Der Kristall-Detektor](#)
20. [Das Videokassettenhüllenradio](#)
21. [Kopfhörer-Verstärker aus einem CD-Laufwerk](#)
22. [Das Pendel-Galvanometer](#)
23. [Detektor-Radios](#)

24. [Lampenforschung](#)
25. [Die dicke Röhre](#)
26. [Widerstands-Logik](#)
27. [Die Telefonautomatik](#)
28. [Der quarzstabile Prüfsender](#)
29. [Der LED/LDR-Blinker](#)
30. [Mini-Experimentierbaukasten in der CD-Hülle](#)
31. [Der Berührungssensor](#)
32. [Ein Infrarotempfänger](#)
33. [Die Halogen-Lichtorgel](#)
34. [Das Geheimnis des Fußkontakts](#)
35. [Der Simpel-Elektromotor](#)
36. [Ein LED-Spannungswandler](#)
37. [Hochspannung aus der LCD-Beleuchtung](#)
38. [Übertemperaturanzeige für einen Transistor](#)
39. [Batterien zerlegen](#)
40. [Handy-Vibrationsalarm](#)
41. [Das CD-Spektrometer](#)
42. [Der FET im Elektret-Mikrofon](#)
43. [Ein LED-Spannungsprüfer](#)
44. [Hochspannung aus dem Feuerzeug](#)
45. [Ein UKW-Oszillator am PC](#)
46. [Die blaue EL-Folie](#)
47. [Der EL-Spannungswandler](#)
48. [Die Goldcap-Dynamolampe](#)
49. [Versuche mit Flüssigkristall-Displays](#)
50. [Der Taschenrechner-Digitalzähler](#)
51. [5 einfache Versuche mit LED und Transistor](#)
52. [Das Stroboskop-Blitzgerät](#)
53. [Das Transistor-Dipmeter](#)
54. [Spielen mit gebrauchten EPROMs](#)
55. [Der drahtlose Fahrradcomputer](#)
56. [Bauteile aus dem Laserdrucker](#)
57. [LED-Lampenkunde](#)
58. [Das Lowpower-Radio](#)
59. [Der ewige Blinker](#)
60. [Pendelaudion im Thermometer](#)
61. [Das Pendelaudion für Kurzwelle](#)
62. [Der Röhren-Detektorempfänger](#)
63. [Versuche mit Batterieröhren](#)
64. [Der Wellenschalter im Röhrenradio](#)

65. [Spannungswandler für Batterieröhren](#)
66. [Hochspannung und Ionenwind](#)
67. [Ein Laserstrahl-Oszillograph](#)
68. [Die Wasserstoff-Spektrallampe](#)
69. [Lampenforschung II](#)
70. [Die Quarzwecker-Alarmanlage](#)
71. [Der Kassettenverstärker](#)
72. [Das Vakuumdisplay als Verstärker](#)
73. [Der Mittelwellen-Modulator](#)
74. [Das Pentoden-Audion](#)
75. [Lichtgesteuertes Batteriefahrzeug](#)
76. [Ein Eigenbau-Zählrohr](#)
77. [Das Monotrikton](#)
78. [Edison-Effekt mit einer Glühlampe](#)
79. [Bauteile aus der Kamera](#)
80. [Das magische Auge](#)
81. [Ein Kopfhörerverstärker mit Röhren](#)
82. [Stereo-Power mit MOSFETs](#)
83. [Magnetschalter aus dem Lüfter](#)
84. [Das Innenleben einer EM34](#)
85. [Dreikanal-LED-Lichtorgel](#)
86. [Ein Kurzwellen-Konverter](#)
87. [Der Null-Volt-Röhrenoszillator](#)
88. [Stereo-Verstärker mit vier PL504](#)
89. [Die Beam-Power-Röhre EL504](#)
90. [Ein Elektronikbaukasten vor 30 Jahren](#)
91. [Digitaler Rundfunk auf Kurzwelle](#)
92. [PC-Radio mit PLL-Steuerung](#)
93. [Versuche mit der Oszillographenröhre](#)
94. [Der geknöpfte Mittelwellensender](#)
95. [Kleine HF-Spulenkunde](#)
96. [Quarzstabiler DRM-Direktmischer](#)
97. [DRM-Empfänger mit Batterieröhren](#)
98. [Die HF-Pentode EF80 als Fotozelle](#)
99. [Kapazitätsdioden testen](#)
100. [DRM-Audion mit EL95](#)

Quellenhinweis: Die Zitate von Ing. D. Drahtlos stammen aus [www.dietrich-drahtlos.de/](http://www.dietrich-drahtlos.de/)

# Versuche mit einer Laserdiode



Jeder echte Bastler muss einmal im Leben einen Laserpointer demontieren. Die Laserdiode ist in einen Messinghalter mit einstellbarer Linse eingelassen. Hinten befindet sich eine kleine Platine mit der Regelschaltung für den Diodenstrom. Als Stromquelle eignet sich sehr gut eine 4,5-V-Flachbatterie. Die Helligkeit ist oft so groß, dass man die Maximalleistung von 1 mW nicht glauben möchte. Mit der Linse kann der Strahl auf den kleinsten Durchmesser fokussiert werden.



Nimmt man die Linse heraus, gibt die Diode ein breites Lichtbündel ab. Interessant ist aber, dass man hier eine der kleinsten, fast punktförmigen Lichtquellen hat. Kleine Gegenstände lassen sich durch Schattenwurf vergrößert abbilden. Das Bild zeigt den vergrößerten Schatten zweier Nadellöcher.





**Neue Gedanken  
öffnen die Schranken**

(Aus den Notizen von Dipl. Ing. Dietrich Drahtlos)

---

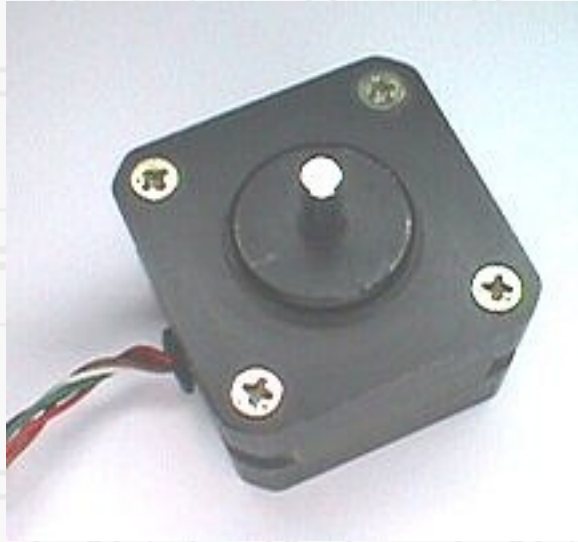
Zur Regelschaltung für eine Laserdiode siehe auch: <http://people.freenet.de/a-freak/laserdiodenregler.html>



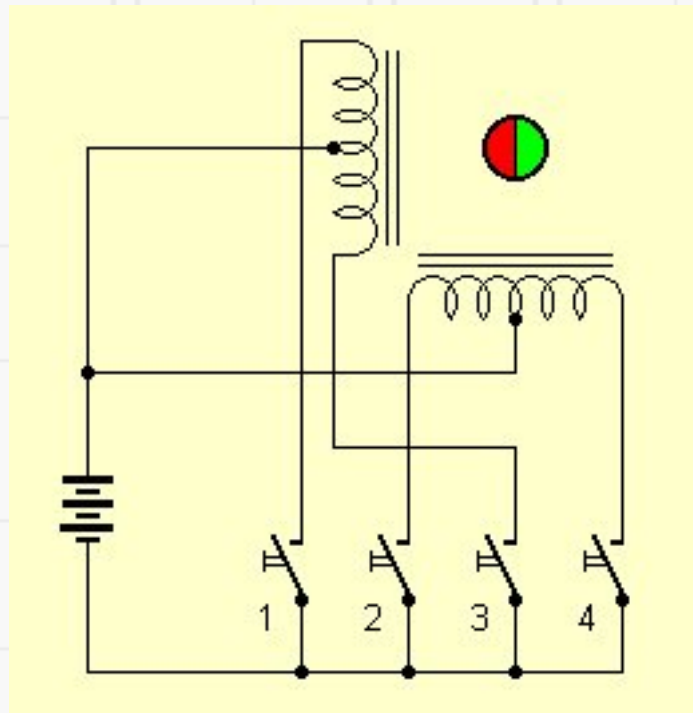
Zurück

# Schrittmotoren anwerfen

Hilfe, mein Schrittmotor dreht sich nicht! Er hat vier oder sechs Drähte, aber ich kann die Batterie anschließen wo ich will, es ruckelt immer nur ein wenig. Gerade beim Ausschlichten von Geräten wie Druckern, Diskettenlaufwerken oder Scannern fallen einem die schönsten Schrittmotoren in die Hände. Da will man doch mal etwas drehen sehen!

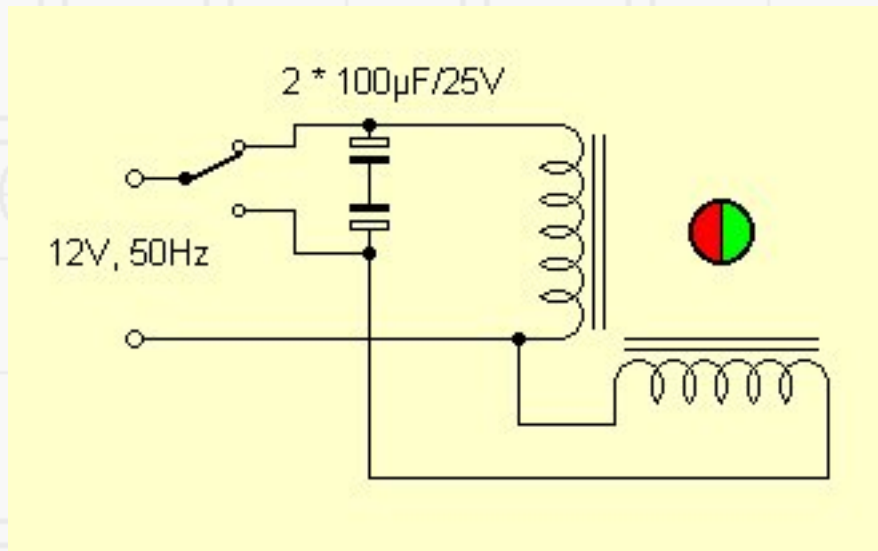


Der Schrittmotor enthält zwei Spulen und einen drehbar gelagerten Magneten. Oft hat jede Spule noch eine Mittenanzapfung. Dann kann man den Schrittmotor mit vier Tastschaltern betreiben. Drückt man die in der richtigen Reihenfolge, dann dreht sich der Anker in kleinen Schritten weiter.



Aber es geht auch anders. Der Aufbau erinnert etwas an den eines Synchronmotors mit vier statt drei

Phasen. Also muss er auch mit Wechselstrom zum Drehen zu bewegen sein. Man braucht nur noch einen Kondensator zur Phasenverschiebung. Die Wahl des Kondensators richtet sich etwas nach dem Widerstand der Spulen. Der kapazitive Widerstand bei 50 Hz soll etwa gleich dem Spulenwiderstand sein. Bei 75 Ohm macht das ca. 42 Mikروفarad. Es kommt aber nicht so genau darauf an. Wenn man Elkos einsetzen möchte, sollten zwei doppelt so große gegeneinander geschaltet werden, und man sollte solche mit einer hohen Spannungsfestigkeit wählen.



Am besten geht es mit einem Umschalter mit Mittelstellung. Damit kann man den Motor in zwei Drehrichtungen anschalten. Ein üblicher Schrittmotor mit 200 Schritten pro Umdrehung hat bei 50 Hz übrigens genau eine Umdrehung pro Sekunde.

Manche Schrittmotoren haben fünf Anschlüsse. Dann sind beide Mittelanzapfungen der Spulen an einem Kabel angeschlossen. Welche Kabel soll man verwenden? Das ist bei jedem Typ anders und kann nur ausprobiert werden. Manche Motoren laufen gut, wenn man nur drei Anschlüsse verwendet. Auch mit größeren und kleineren Kondensatoren kann man experimentieren, bis der Motor schön rund läuft.

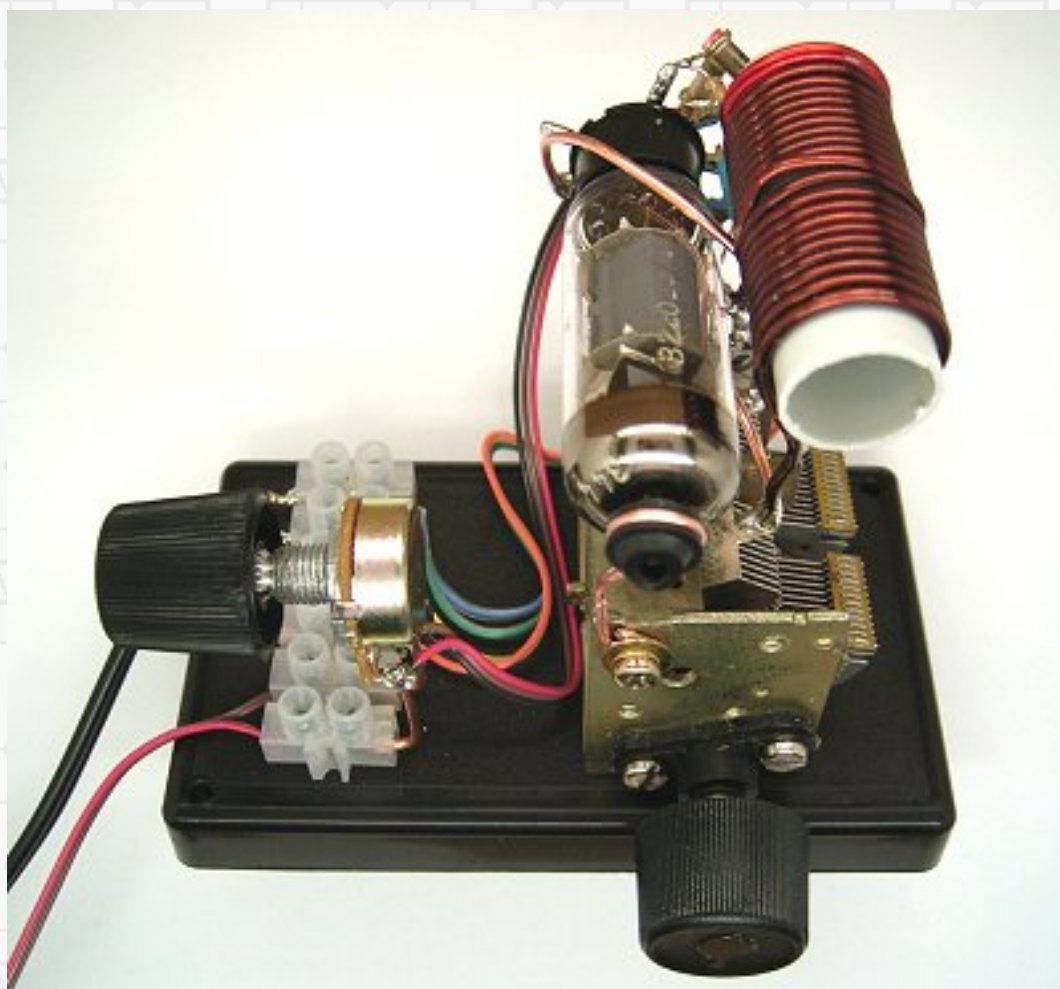
**Wie's funktioniert,  
ist schnell probiert**  
(Dietrich Drahtlos)



Zurück

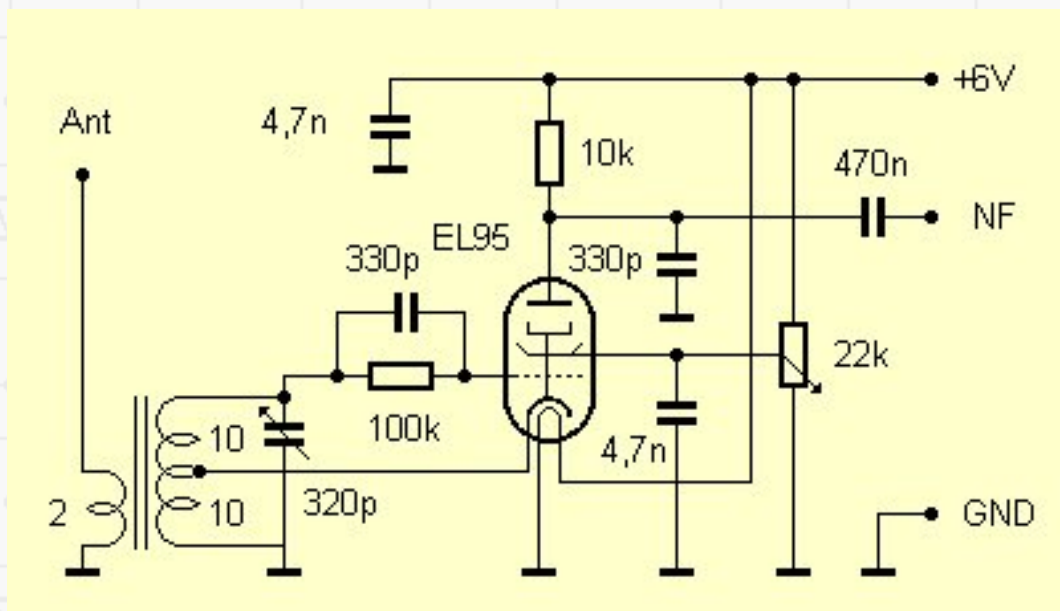
# Kurzwellenaudion für AM und DRM

Ich hab's wollen wissen: Bekommt man ein Röhren-Kurzwellenaudion so stabil, dass es sogar für DRM taugt? Und das ganze sollte mit 6 V auskommen, damit nur eine Spannung für Heizung an Anode nötig ist. Da bietet sich die EL95 an, zwar eigentlich keine HF-Röhre sondern eine Endpentode, aber mit ordentlicher Steilheit auch bei kleiner Anodenspannung. Außerdem braucht sie nur sparsame 200 mA für die Heizung. Alles kann mit einem kleinen Akku betrieben werden, so dass es keine Probleme mit 50-Hz-Brummen gibt.



Die Stabilität steht und fällt mit dem Schwingkreis. Also wurde eine kräftige Spule mit 20 Windungen aus 1,5 mm dickem Draht auf ein PVC-Rohr mit 18 mm Durchmesser gewickelt. Mit kurzen Verbindungen zum Luftdrehko erhält man eine hohe Leerlaufgüte weit über 300. Auch alle anderen Verbindungen sind sehr stabil ausgelegt. Nichts darf wackeln oder mechanisch schwingen. Sogar die Röhre wurde an ihrem Glasstutzen schwingungsdämpfend abgestützt.





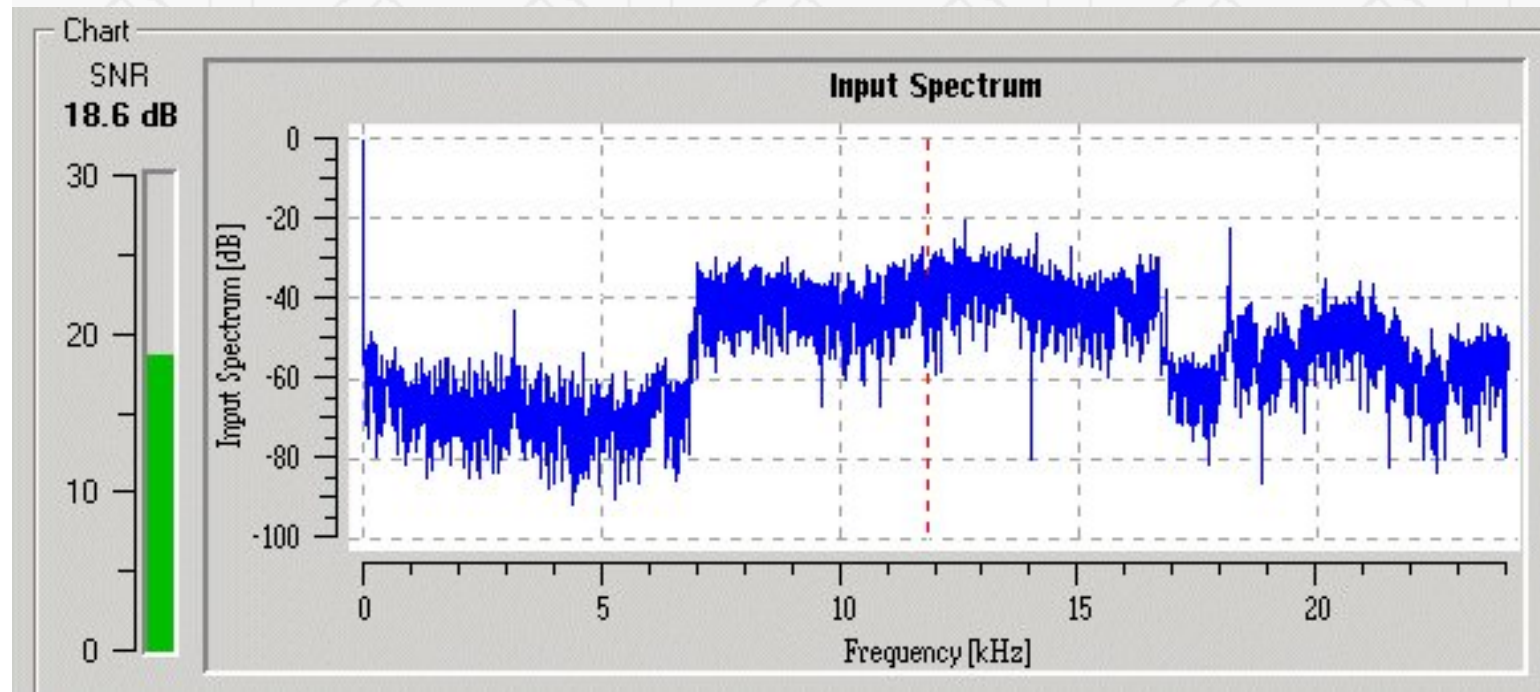
Die Schaltung zeigt ein ECO-Audion mit Rückkopplung über die Kathode. Über die Schirmgitterspannung stellt man die Rückkopplung ein. Am Ausgang liegt ein Anodenwiderstand, an dem die NF-Signalspannung kapazitiv ausgekoppelt wird. Mehr Verstärkung ist nicht nötig. Die Spannung reicht für den direkten Anschluss an den Line-Anschluss der PC-Soundkarte. Zur Verbindung wird ein abgeschirmtes Kabel verwendet.



Am kalten Ende des Schwingkreises liegt eine Antennenspule mit zwei Windungen. Die Antenne ist damit sehr lose angekoppelt, was für eine gute Stabilität wichtig ist. Und so sind auch die Ergebnisse. Trotz der offenen Bauweise driftet die Frequenz weniger als 1 Hz pro Minute. So muss es sein, wenn

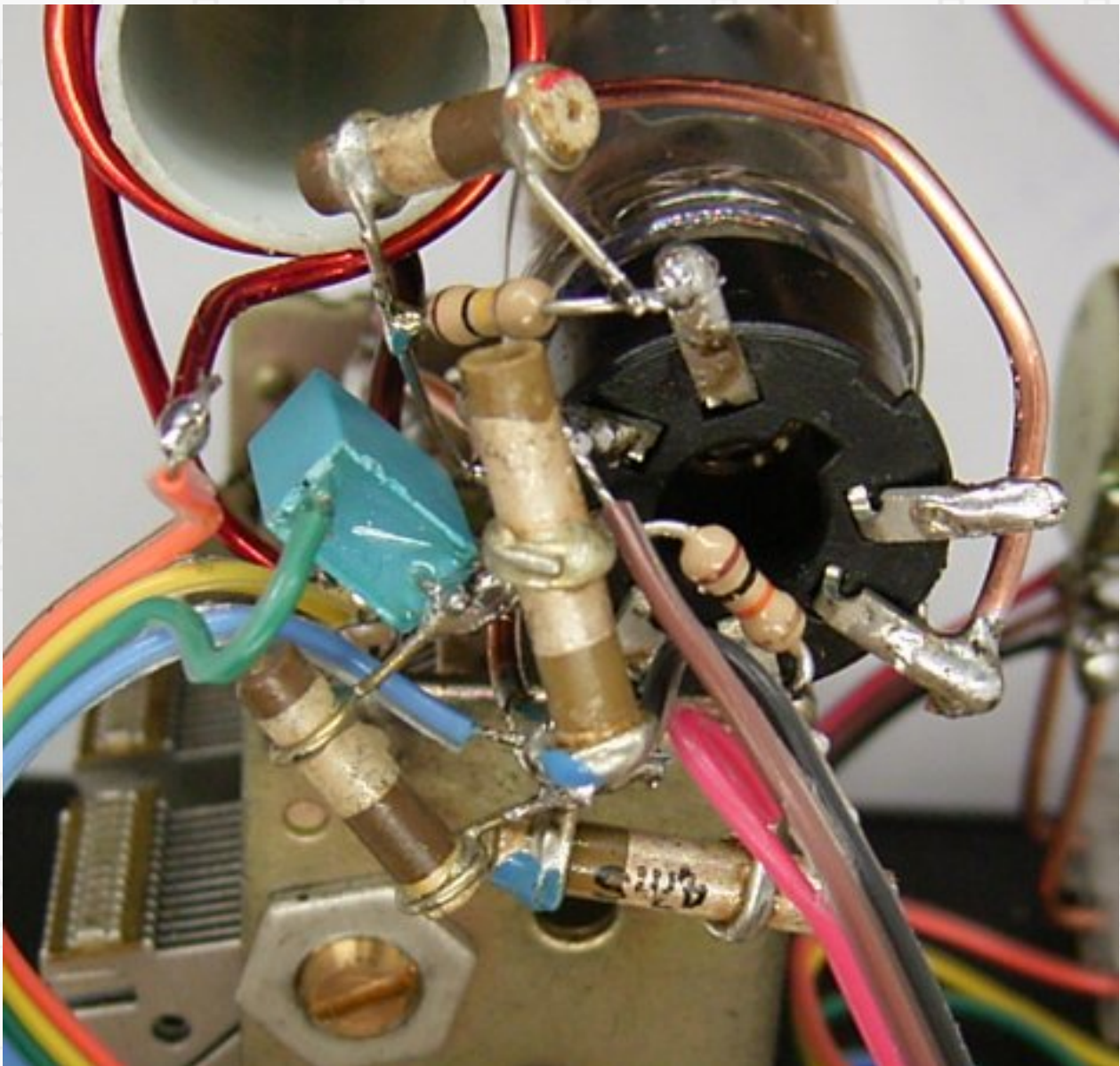


man DRM empfangen will. Die Rückkopplung sollte stark angezogen werden, das Audion arbeitet dann wie ein Direktmischer oder wie eine selbstschwingende Mischstufe. Übrigens lässt sich die Frequenz mit dem unteretzten Drehklotz leicht einstellen. Mit DREAM sieht man jedes starke DRM-Signal und kann es auf 12 kHz bringen. In einzelnen Fällen hat es sich als günstig erwiesen, etwas höher oder tiefer abzustimmen, um Spiegelstörungen aus dem Weg zu gehen. In diesem Punkt ist der Empfänger sogar einem quarzstabilen DRM-Empfänger überlegen.



Das Bild zeigt DREAM beim Empfang von RTL DRM 2 auf 5990 kHz mit. Insgesamt konnten sechs verschiedene DRM-Frequenzen im 49- und 41-m-Band empfangen werden. Aber wenn mal keine guten DRM-Stationen vorhanden sind, kann der Empfänger auch AM-Sender aufnehmen. Die Rückkopplung muss nur weiter zurück gedreht werden. Der PC darf aus bleiben, denn nun reicht eine direkte Verbindung zur PC-Aktivbox. Am Abend macht AM-Rundfunk viel Spaß, besonders mit diesem Empfänger, dessen Bau weniger als zwei Stunden gebraucht hat.

**Des Ingenieurs Devise:  
Schnell und präzise  
(Dietrich Drahtlos)**

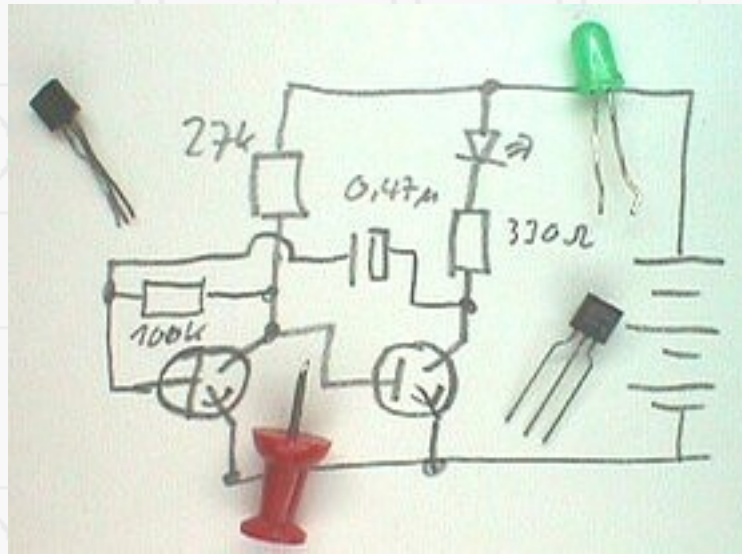


Der DRM-Empfang ist trotz aller Stabilität schwieriger als mit einem quarzstabilen oder DDS-abgestimmten Empfänger. Starke Nachbarsender können das Audion mitziehen oder die Frequenz beeinflussen. Oft muss man diese oder jene Einstellung probieren. Aber man kann auch aus der Not eine Tugend machen und sich den hochstabilen Oszillator eines AM-Rundfunksenders leihen. Dazu stimmt man genau auf den Träger einer beachtlichen AM-Station ab. Die Audionfrequenz rastet auf diesen ein und ist phasenstarr mit ihm gekoppelt. Das DRM-Nutzsignal erscheint dann z.B. genau auf 10 kHz oder 15 kHz. Und tatsächlich, dann klappts auch mit DRM.



# Die Papierplatine

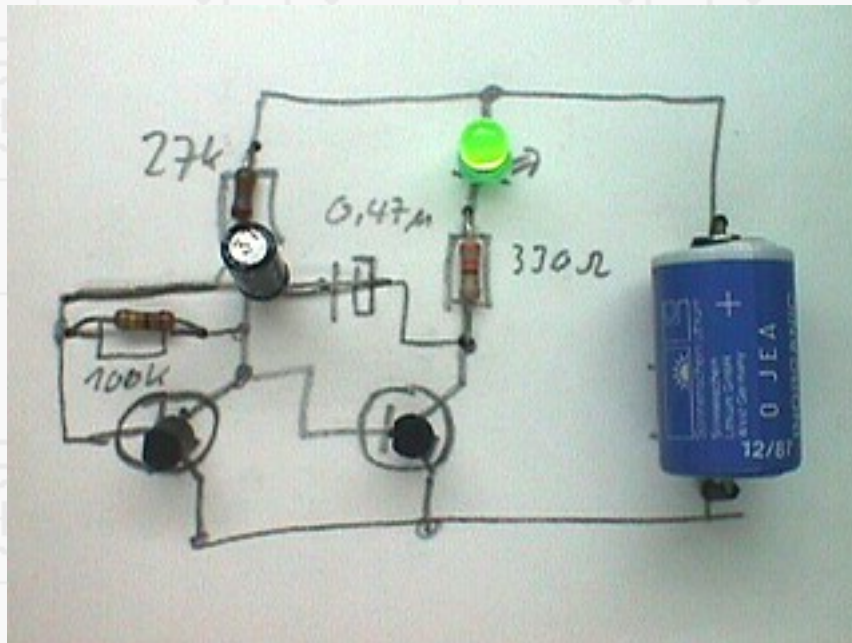
Wem ist es nicht auch schon mal passiert: Man möchte ganz dringend eine bestimmte Schaltung ausprobieren, aber alles fehlt: Experimentierplatine, Lötösenleiste, Plainenmaterial, Ätzmittel, nichts ist da. Nur ein Stück Pappe oder dickes Papier, das ist immer da, und wenn es der Cornflakes-Karton vom Frühstück ist. Also los: Erst mal die Schaltung draufmalen und ein paar Löcher durchpieksen.



Dann werden die Bauteile durchgesteckt, hinten umgebogen und verlötet. Manchmal reichen die Drähte der Bauteile, manchmal kommt noch etwas Draht hinzu.



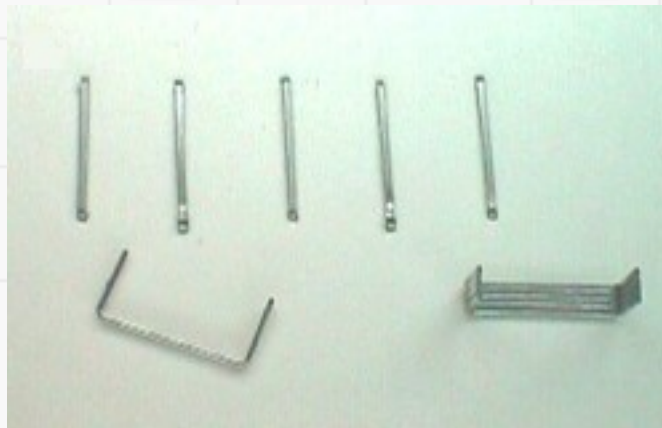




Fertig ist die Schaltung, es hat keine 10 Minuten gedauert. Wenn es was geworden ist, kann man es ja immer noch mal ordentlich bauen.

## SMD-Technik

SMD ist modern und bedeutet Surface Mounted Devices, also nur auf einer Seite aufgelötete Bauteile. Auch diese Technik ist mit der Papierplatine machbar. Man braucht nur einen Tacker. Damit tackert man sich ein paar Lötstützpunkte.



Und dann wird gelötet, immer schön auf einer Seite. Die Technik erinnert etwas an den Aufbau mit Lötösen. Der Aufbau kann nachträglich leicht verändert werden und eignet sich gut für schnelle Versuche.



Die besten Schaltungen entdeckt man eher zufällig. Hier ist mir das erste und bisher einzige Perpetuum Mobile gelungen. Die LED blinkt und blinkt immer weiter ohne eine Energiequelle. Oder sieht etwa jemand die Batterie?

**Manch ein Genie  
schaffte es nie.**

(Ing. D. Drahtlos zum Thema Perpetuum Mobile)

(Auf mehrfache Nachfrage muss ich zugeben, ich habe es auch nicht geschafft. Die Batterie war unter der Pappe.)

---

**Nachtrag:** FunnyRalf schrieb mir, dass er statt Pappe Glasfaser-Epoxydplatten für solche einfachen Schaltungen verwendet. Das wird dann besonders haltbar. Ähnlich geht es auch mit dünnen Pertinax-Platten. Es gibt auch Pertinax-Lochrasterplatten ohne Kupferauflage, die sehr preiswert sind.

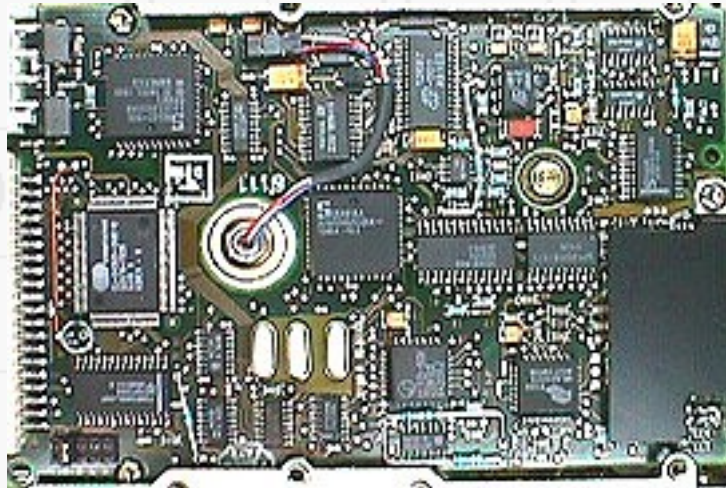
**Nachtrag:** Die Tortilla-Platine findet man hier: [www.seattlerobotics.org/encoder/apr98/breadbrd.html](http://www.seattlerobotics.org/encoder/apr98/breadbrd.html)





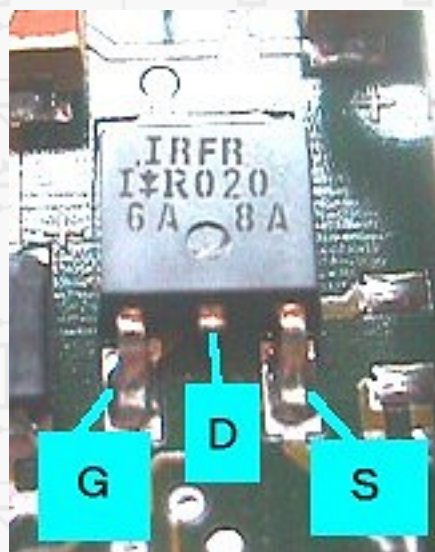
# Experimente mit Power-FETs

In vielen Kellern stapeln sich alte Festplatten, die man eigentlich nicht mehr braucht, die aber irgendwie zu schade für die Mülltonne sind. Immerhin enthalten sie die besten Bauteile, z.B. Leistungs-Feldeffekttransistoren (Power-FET) der allerfeinsten Sorte.



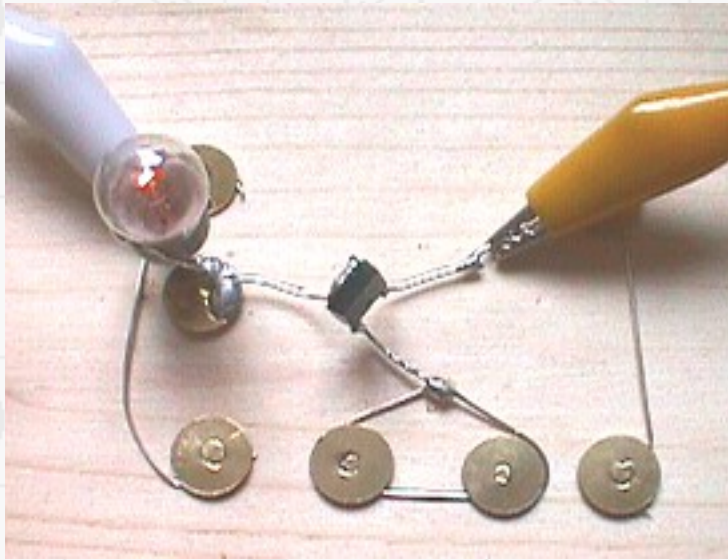
**Ist der Geldbeutel leer,  
muss Edelschrott her.**  
(Dietrich Drahtlos)

Ein FET hat wie ein normaler Transistor drei Anschlüsse, statt des Emitters gibt es den Source-Anschluss (S), statt des Kollektors den Drain-Anschluss (D) und statt der Basis das Gate (G).

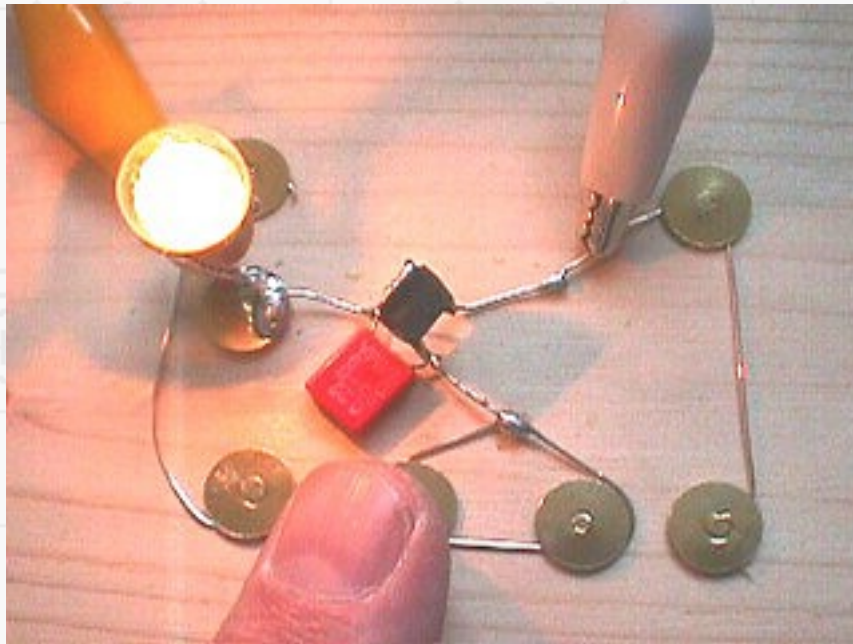


Der FET kann wie ein Transistor eine Lampe einschalten. Das besondere ist, dass das Gate wie ein Kondensator isoliert. Einmal aufgeladen auf ca. 5 V leitet der FET. In der Schaltung unten braucht man nur die beiden linken Kontakte berühren, dann ist die Lampe an. Mit den rechten geht sie wieder

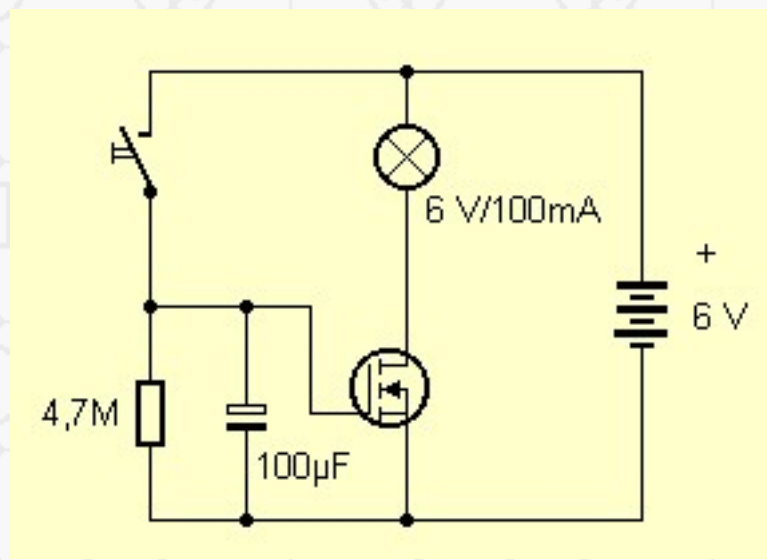
aus.



Auch sehr einfach: Ein Sensordimmer mit nur einem zusätzlichen Kondensator von z.B.  $0,22 \mu\text{F}$  zwischen Gate und Drain. Wenn man links berührt, wird es langsam heller, rechts wird es langsam dunkler. Die eingestellte Helligkeit bleibt über Stunden gleich. Die Lampe sollte übrigens nicht stärker sein als etwa  $6\text{V}/0,1\text{A}$ , sonst wird der FET zu heiß. Mit etwas Kühlung dürfte es allerdings mehr sein. Nur die Spannung sollte nie über  $12 \text{V}$  betragen!



Noch ne Schaltung gefällig? Das Minutenlicht: Ein Kondensator am Gate wird über einen Taster aufgeladen und entlädt sich langsam wieder über einen hochohmigen Widerstand. Das Licht bleibt einige Zeit hell, wird dann allmählich dunkler und geht schließlich ganz aus. Der Stromverbrauch ist dann Null, also bleibt die Batterie voll.



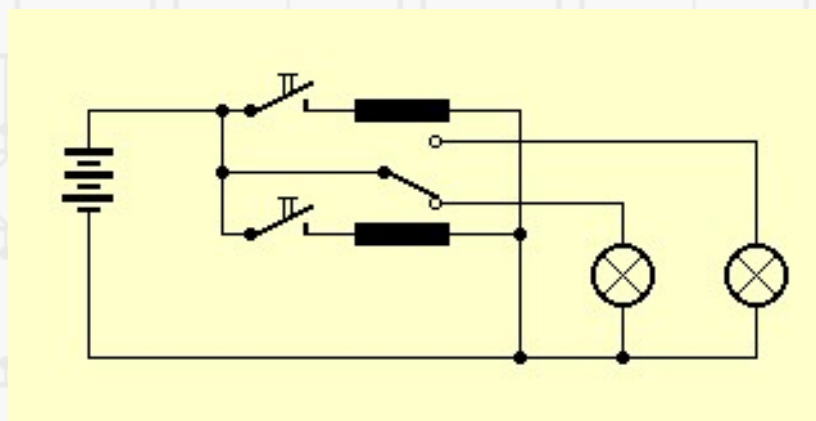


# Das Relais-Tresorschloss

Ein Relais ist ein Schalter, der durch einen Elektromagneten betätigt wird. Es gibt auch noch ganz besondere Typen, die bistabilen Relais. Sie haben zwei Spulen. Es reicht jeweils ein kurzer Stromstoß, um das Relais in eine Stellung zu kippen. Dort bleibt es dann, bis die andere Spule eingeschaltet wird. Als ich kürzlich eine ganze Kiste bistabiler Relais geschenkt bekam, da erwachte der Zuse in mir (Konrad Zuse baute den ersten richtigen Computer ganz aus Relais).

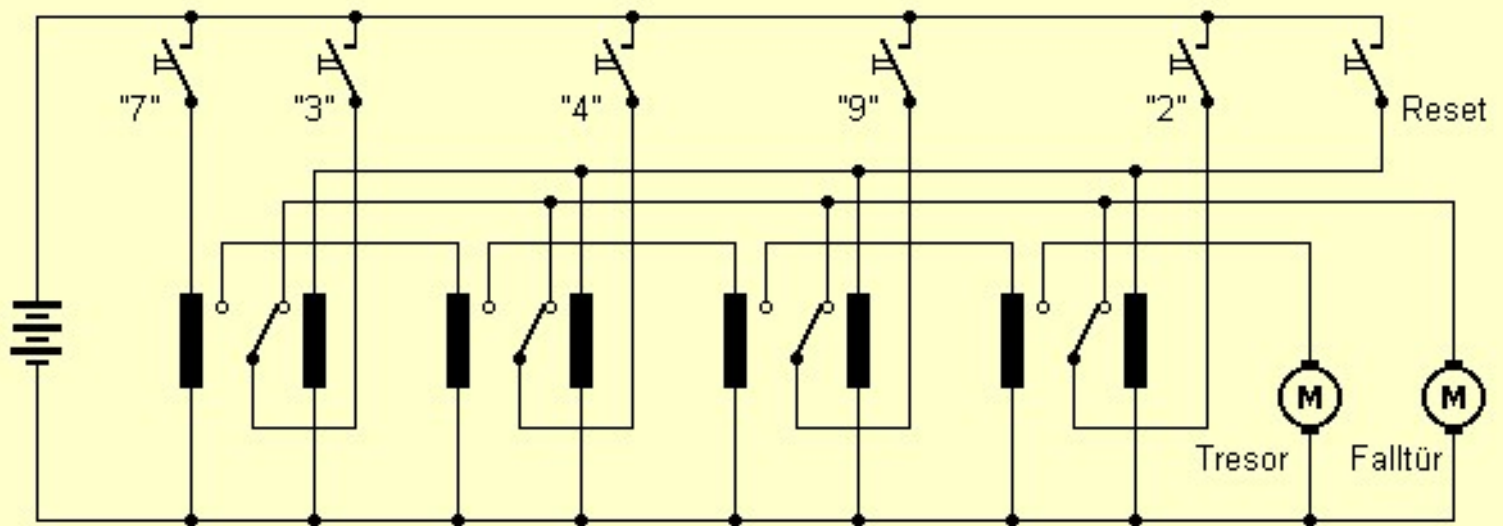


Hier ist eine kleine Testschaltung. Zwei Tastschalter schalten die Relais-Spulen ein. Es leuchtet immer eine von beiden Lampen



Ein richtiges Tresorschloss kann nicht nur mit modernsten Mikroprozessoren sondern auch mit Relais gebaut werden. Der Besitzer (und nur er!) drückt eine bestimmte Zahlenfolge. Die Relais von links nach rechts schalten dann um. Am Ende wird ein Motor im Tresorschloss eingeschaltet, der den Mechanismus zur Entriegelung bedient. Wenn der Besitzer seine Juwelen entnommen hat, drückt er die Reset-Taste und verriegelt damit die Schaltung wieder.





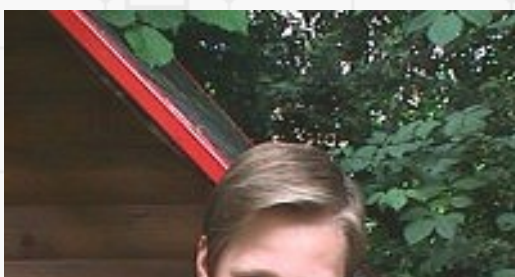
Der nicht befugte Eindringling würde vielleicht einfach mal probieren. Sobald er aber z.B. die 4 drückt, ohne zuvor in der richtigen Reihenfolge die 7 und die 3 gedrückt zu haben, betätigt er damit ungewollt einen zweiten Motor, der die Verriegelung der Falltür löst. Der Dieb fällt dann automatisch in die Schlangengrube unter dem Tresorraum.

Die Schaltung verzeiht keinen Fehler und ist auch für den Besitzer extrem gefährlich. Es wird daher dringend empfohlen, die Kombination in gut sichtbaren Ziffern auf den Tresor zu schreiben!



Die Zentraleinheit der Anlage

## Fabian hats gebaut



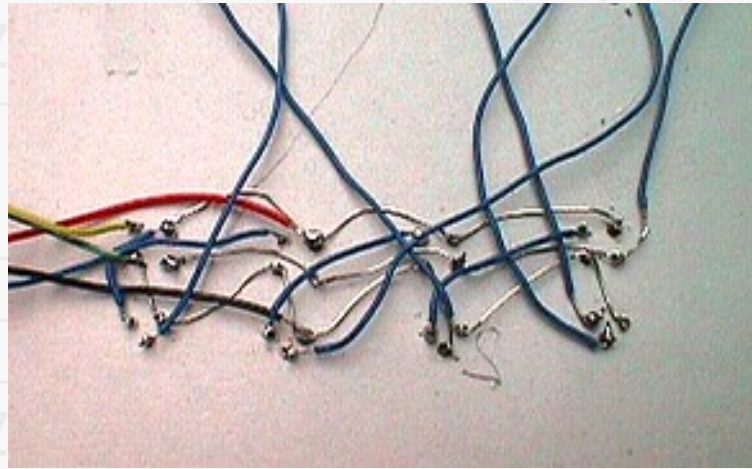
Taster und Relais wurden auf Pappe montiert und auf der Rückseite verlötet. Vorläufig gibt es noch keine Falltür, sondern nur einen Alarm-







Summer. Wenn man die richtigen Tasten drückt, geht ein Lämpchen an. Eine falsche Taste genügt, dann geht der Alarm los. Wer rein will, muss den Geheimcode kennen.



Nachtrag: Die Anlage hat sich in der Praxis doch nicht bewährt, weil eine automatische Verriegelung, g der Tür fehlte. Mit anderen Worten: Es kam immer noch jeder rein, wann er wollte!

Für eine Verbesserung müssen andere Mittel eingesetzt werden. Der neue Versuch verwendet den C-Control-Steuercomputer mit einem eigenen Programm: **Codeschloss mit CC-Basic**

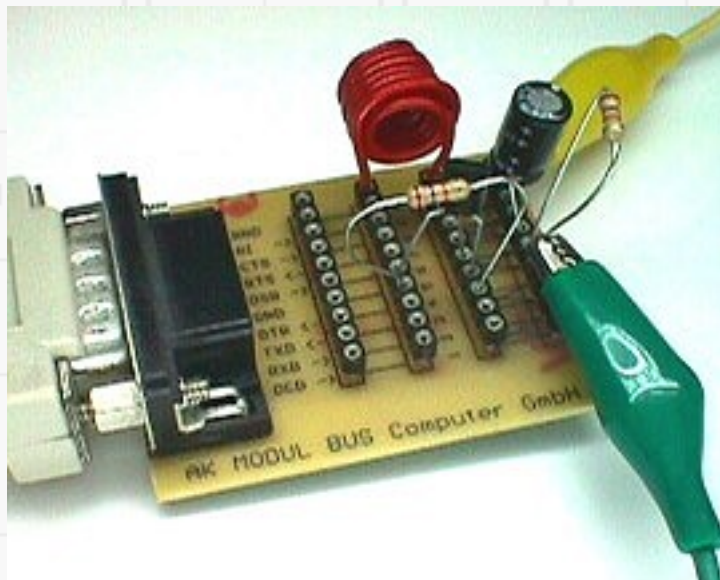
**Der erste Versuch  
ist meist nicht genuch.**  
(Dietrich Drahtlos)



Zurück

# Das Breitband-PC-Radio

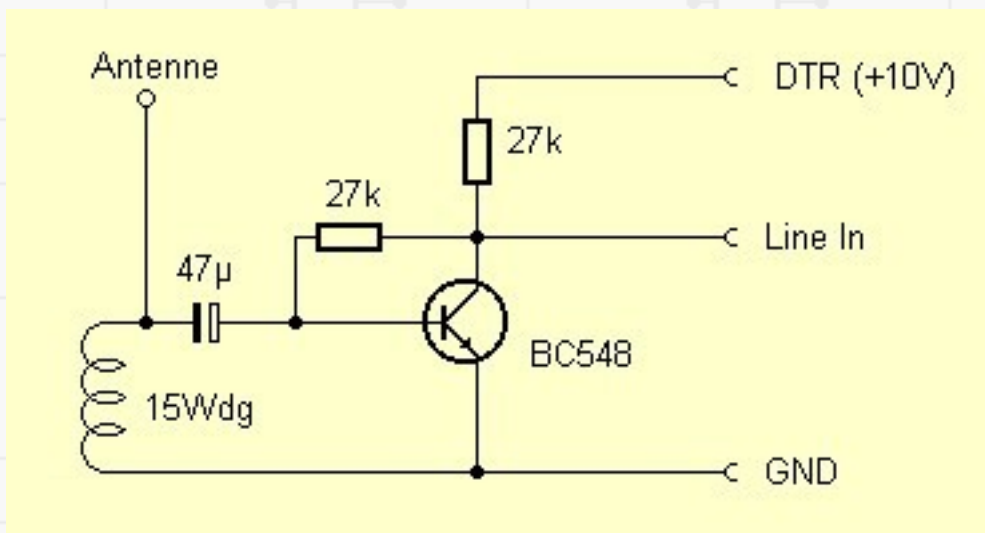
PC-Radios sind ja nichts ungewöhnliches. Aber mit Kurzwelle und dann noch breitbandig, das kann man nicht kaufen, das muss man selber bauen. Batterie oder Netzteil braucht man nicht. Die Stromversorgung kommt direkt vom PC, und zwar aus der seriellen Schnittstelle.



Das Radio wurde mit dem Experimentiersystem "Elektronik-Start mit dem PC" (auch bekannt unter "ELEXS") aufgebaut. Es wurden nur Bauteile aus der beiliegenden Tüte verwendet. Deshalb ist die Dimensionierung etwas ungewöhnlich. Meist wählt man den Basiswiderstand wesentlich größer. So geht es aber auch sehr gut. Antennenanschluss und der NF-Ausgang wurden mit Krokodilklemmen verbunden. Das NF-Signal wird in die Soundkarte des PCs eingespeist.

**Das Ziel muss sein:  
Billig, einfach und klein.**  
(Ing. Dietrich Drahtlos)

Als Antenne diente die Regenrinne. Sie ist bei manchen Häusern am unteren Ende beim Übergang in den Abwasserkanal durch eine Dichtung oder durch Zement isoliert. Damit hat man eine wunderbare Kurzwellenantenne. Wer dieses Glück nicht hat, muss einen Draht spannen. Ab fünf Metern Länge erhält man gute Ergebnisse.



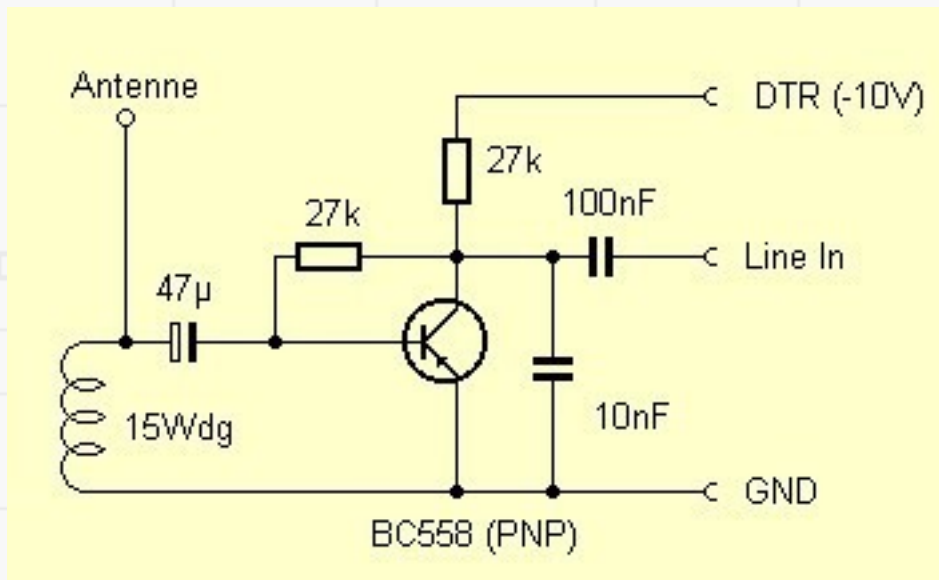
Die Schaltung zeigt diesen einfachen Audion-Empfänger. Der Transistor in Emitterschaltung demoduliert AM-Signale an seiner exponentiellen Eingangskennlinie. Da die Basis-Emitterdiode vorgespannt ist, reichen HF-Spannungen von einigen Millivolt für eine Demodulation. Die Audionschaltung ist daher wesentlich empfindlicher als eine einfache Dioden-Gleichrichtung.

Mancher wird sich fragen: wo ist denn da der Drehkondensator? Einen Drehko gibts hier nicht. Der Empfänger ist extrem breitbandig und empfängt (gleichzeitig!) alle starken Sender vom 49-Meter-Band bis zum 19-Meter-Band. Die Spule wurde zweilagig mit 15 Windungen auf einen Bleistift gewickelt. Es ergibt sich eine Induktivität von etwa 2 µH. Der Transistor hat eine Basiskapazität von ca. 100 pF. Damit liegt die Resonanzfrequenz bei 11 MHz. Der geringe Eingangswiderstand des Transistors dämpft den Schwingkreis so, dass sich ein Gütefaktor um Eins ergibt, das heißt die Bandbreite liegt ebenfalls bei etwa 11 MHz. Also zwischen 6 MHz und 17 MHz kommt alles durch. Dieser völlige Verzicht auf die übliche Selektion bringt überraschende Ergebnisse.

Weniger ist mehr, spricht der Philosoph. Für den Nachrichtentechniker heißt das: Weniger Trennschärfe = mehr Bandbreite = mehr Information. In der Tat taucht man hier ein in ein Meer von Wellen und Tönen. Völker und Nationen verschaffen sich Gehör. Die besonderen Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle bringen es mit sich, dass mal der eine und mal der andere Sender stärker hervortritt. Man hört Nachrichten in mehreren Sprachen gleichzeitig, Musik von Klassik bis Pop oder Volkslieder aus fernen Welten. Ohne die übliche Kurbelei schweift man völlig entspannt durch den ganzen Kurzwellenbereich.

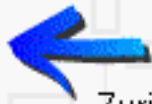
Glaubst du nicht? [Eine Hörprobe im MP3-Format \(207 KB\)](#)

Die Stromversorgung des Radios muss durch ein Programm (Hyperterminal reicht) erst eingeschaltet werden, indem man die Leitung DTR an der seriellen Schnittstelle von -10V auf +10V schaltet. Wenn das vermieden werden soll, kann man einen PNP-Transistor einsetzen. Die alternative Schaltung zeigt noch weitere Änderungen. Ingeniermäßig korrekter ist es, wenn man einen Koppelkondensator einsetzt und nicht mit einem Gleichspannungsanteil auf den Eingang der Soundkarte geht. Außerdem gehört es sich eigentlich, dass man Reste der Hochfrequenz durch einen parallelen Kondensator kurzschließt. Mit diesen Änderungen passt das Radio auch ganz gut direkt an eine Stereoanlage, einen Endverstärker oder an Aktivboxen. Dann kann man auch den ganzen PC weglassen und statt dessen eine Batterie verwenden. Es geht fast alles zwischen 1,5 V und 12 V.



Siehe auch: [Kurzwellenempfang mit dem AM/FM-Radio](#)

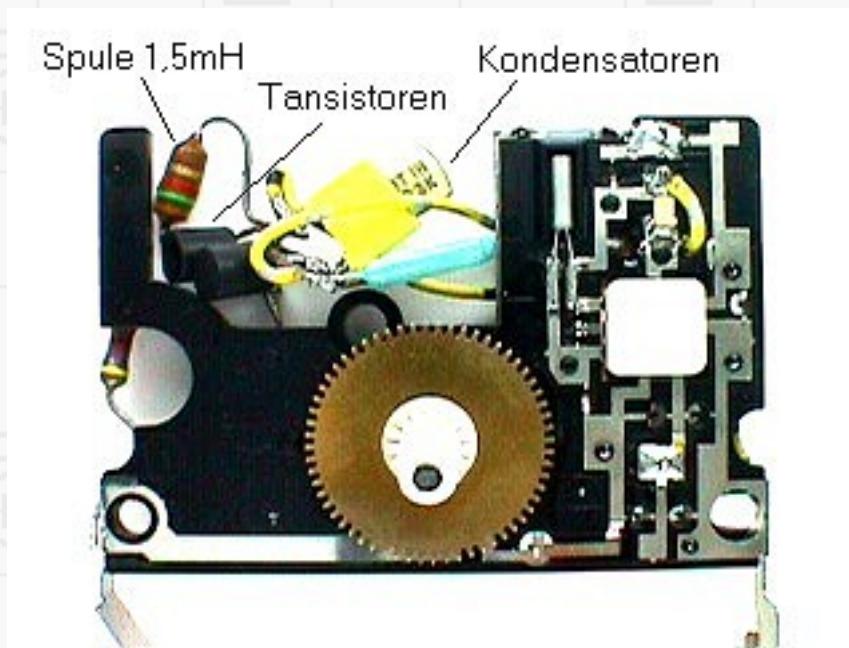




Zurück

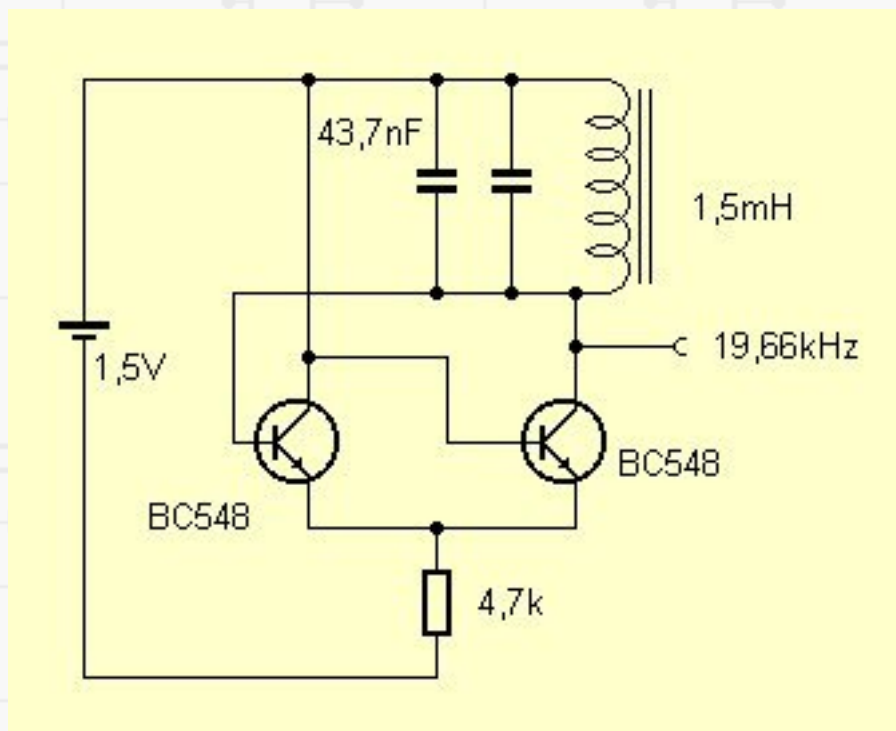
# Die 100-Sekunden-Uhr

Alles ist metrisch, 100 cm ist 1 Meter, 1000 mA ist 1 Ampere, 1 kg ist 1000 Gramm. Nur die Zeit schießt quer: Eine Minute gleich 60 Sekunden, welch Anachronismus! Für kleine Tonaufnahmen von 100 Sekunden Länge brauchte ich mal eine besondere Uhr, denn einmal rum und dann noch 40 Sekunden, das ist viel zu schwierig, wenn man sich auf andere Dinge konzentrieren soll. Die Uhr sollte zwar einen Sekundenzeiger haben, aber in 100 Sekunden eine Runde drehen.



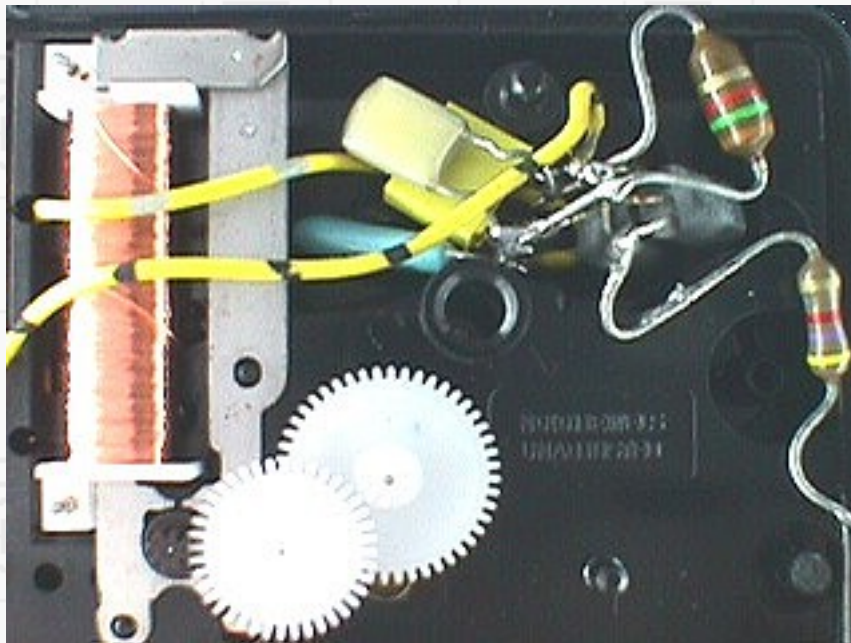
Die Basis der 100-Sekunden-Uhr bildet ein Quarzwecker. Der Quarz mit 32,768 kHz bleibt drin. Aber es kommt ein neuer Oszillator hinzu, der ab jetzt die Frequenz angibt. Die neue Frequenz ist im Verhältnis 60/100 kleiner und beträgt 19,660 kHz. Ein Quarz mit dieser neuen Frequenz wäre eine Sonderanfertigung und ich jetzt bettelarm. Die nächst bessere Wahl ist ein LC-Oszillator. Aber klein muss er sein und mit 1,5 V auskommen. Eine kleine Spule mit 1,5 mH lag noch in der Bastelkiste. Dazu kam eine Schaltung mit zwei Transistoren in Differenzverstärkerschaltung.





Der Schwingkreis wird mit mehreren Kondensatoren gebaut. Der Feinabgleich der Frequenz erfolgt mit dem Lötcolben: Es werden so lange kleine Kondensatoren zusammen gesetzt, bis die Frequenz ausreichend genau ist. Da bewährt sich wieder, was ich immer sage: Wer genügend Elektronikschrott im Haus hat, findet auch den richtigen Kondensator. Der Ausgang des Oszillators wird dann einfach an eine Seite des Quarzes in der Uhr angelötet. Dagegen kommt kein Quarz an.

Dachte vielleicht jemand, das passt nicht rein? Doch, es passt! Nur eine Platine ist nicht mehr drin. Wäre auch nur unnötiger Luxus, denn so kleine Schaltungen gehen auch mit fliegender Verdrahtung.



**Des Ingenieurs Devise:  
Schnell und präzise.  
(Dipl. Ing. D. Drahtlos)**

## Nachtrag: Abgleich der Kondensatoren

Harald Schetter schrieb: Zur 100Sekunden-Uhr eine Abgleichmöglichkeit: Mit dem LötKolben Löcher in die "gesägten", selbsteilenden Kunststoffolienkondensatoren schmelzen und damit einen Minusabgleich durchführen. Auch wenn Kondensatoren gepaart werden müssen, ist ein Feinabgleich dieser Typen (auch vergossene) mit Bohrer, Feile, LötKolben ohne jegliche Kurzschlussgefahr möglich!

# Mit Röhren basteln: Die ECC86



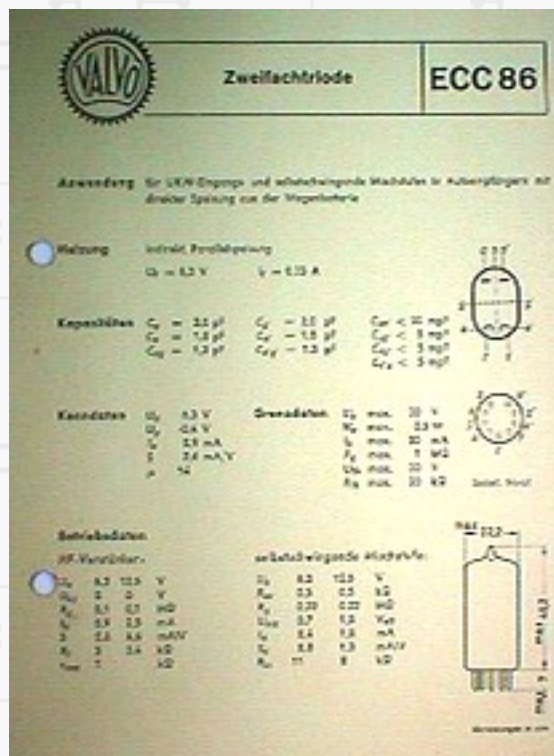
Zurück

Eigentlich ist die Zeit der Röhren vorbei. Aber sie gehen einfach nicht kaputt! So manches Röhrenradio funktioniert noch, und so manche Röhre wartet in der Bastelkiste auf ihren neuen Einsatz. Wenn nur die hohen Spannungen nicht wären! 250 V Anodenspannung können ganz schön weh tun! Man möchte auch nicht gern eine Mördermaschine bauen, mit der dann die Kinder spielen. Aber es gibt sie, die Röhre, die mit 6 V auskommt! Es lebe die ECC86!



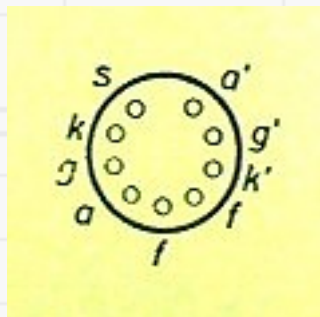
**Alte Röhren  
soll niemand zerstören.**  
(Dietrich Drahtlos)

Anfang der 60er Jahre stand die Elektronik-Industrie vor einem Problem. Gerade war der Transistor geboren, man konnte endlich Autoradios ohne Zerhacker und große Trafos bauen. Aber leider war die Grenzfrequenz noch so gering, dass man mit Transistoren keine brauchbare UKW-Mischstufe hinbekam. Es musste eine Röhre verwendet werden. Es wurden also Autoradios mit einer Röhre und sonst nur Transistoren gebaut. Diese Röhre war die ECC86 "für UKW-Eingangs- und selbstschwingende Mischstufen in Autoempfängern mit direkter Speisung aus der Wagenbatterie". Laut Datenblatt kann eine Anodenspannung von 6,3 V oder 12,6 V verwendet werden. Die Heizspannung beträgt immer 6,3 V. Diesem einmaligen Engpass in der Geschichte der Elektronik verdanken wir die Niederspannungs-Röhre ECC86.



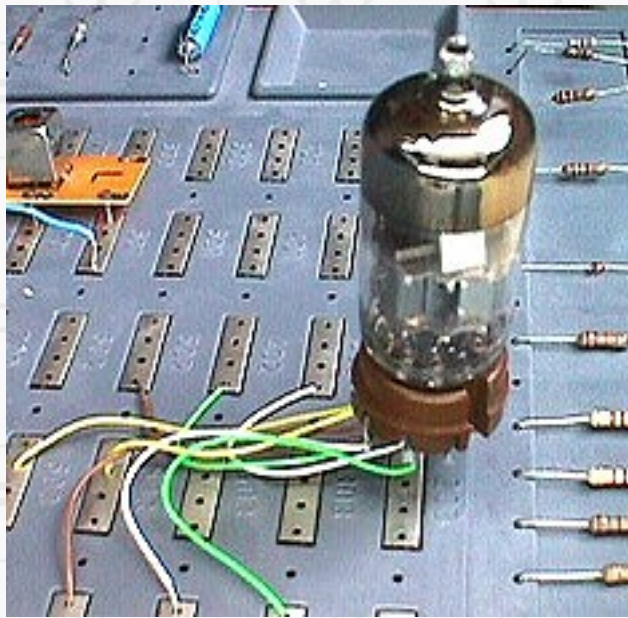
Dieses Datenblatt: [ECC86.pdf](#) (428 K)

Jetzt könnte man nach alter Väter Sitte ein Blechchassis biegen, eine Röhrenfassung einschrauben und alles mit Lötösen aufbauen. Das ist mir persönlich aber zu aufwendig für ein paar kleine Versuche. Deshalb die Alternative: Ein Sockel, ein paar Drähte dran, fertig.

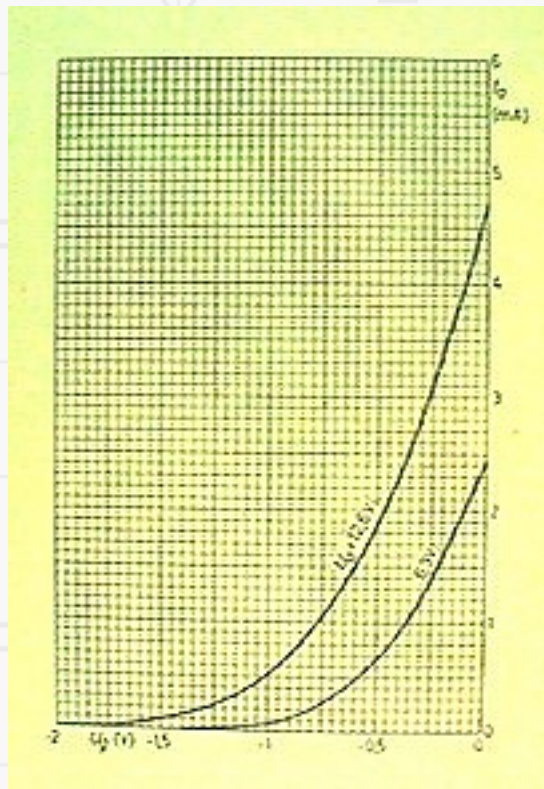


Und dann der erste Versuch: 6 Volt Heizspannung anlegen, etwas warten: es glüht! Also ist der Heizfaden noch intakt. Und nun der zweite Versuch: Man legt ein Voltmeter zwischen Kathode k und Steuergitter g. Tatsächlich, am Gitter kann eine negative Spannung von ca. 1 V gemessen werden. Das ist der Beweis, dass die Röhre noch funktioniert. Das geht übrigens mit jeder Röhre. Elektronen werden von der heißen Kathode in den Raum geschleudert und gelangen zum Gitter. Wenn es sich auf eine gewisse negative Spannung aufgeladen hat, werden die abstoßenden Kräfte auf die nächsten Elektronen so stark, dass sie das Gitter nicht mehr erreichen können. Die ECC86 enthält zwei Trioden (Röhren mit drei Elektroden, Kathode, Gitter und Anode) Röhren, also wird der Test zweimal durchgeführt.





Alles klar? Dann kann das Basteln ja beginnen. Die Röhre passt prima auf einen Kosmos-Baukasten. Zur Heizung kann ein stabilisiertes Netzteil mit 6 V oder ein Akku eingesetzt werden. Bitte nie mehr als 6 V, denn der Glühfaden ist schnell durchgebrannt. Und eine EC86 ist nicht mehr an jeder Ecke zu kaufen.



Das Datenblatt zeigt die Übertragungskennlinie der Röhre. Bei 6,3 V ist sie nicht ganz so steil wie bei 12,6 V, aber immer noch gut brauchbar. Man könnte mit 12 V arbeiten und die Heizspannung mit einem Vorwiderstand reduzieren. Sicherer ist es aber doch, nur mit 6 V zu arbeiten, denn beim Basteln macht man je bekanntlich auch mal Fehler.

Nachtrag: Was unterscheidet eigentlich die ECC86 von allen anderen Röhren? Wenn man genauer darüber nachdenkt, müsste eigentlich fast jede Röhre auch bei kleinen Spannungen funktionieren. Warum soll eine EL84 nicht mit 6 V Anodenspannung arbeiten! Man müsste wohl die Pentode als Triode schalten. Falls das mal jemand ausprobiert, würd ich mich über eine Mitteilung freuen.

### [Weitere Hinweise zu Niedervoltröhren](#)

---

Nachrag: Bezugsquellen für die ECC86

Christian schrieb: "Jan Wuesten (<http://www.die-wuestens.de/>) hat sie nicht auf seiner (umfangreichen) Röhrenliste, lt. E-Mail-Nachfrage kann er aber welche beschaffen (gut geprüft, ca. 25 DM). Meine ECC86 habe ich von Beier TV HiFi Video Sat (<http://www.beier-team.de/Service/Rohren/rohren.html>), ungebraucht (und zumindest bei mir in Originalverpackung) für 10,20 DM."

---



# Röhren-Verstärker mit der ECC86



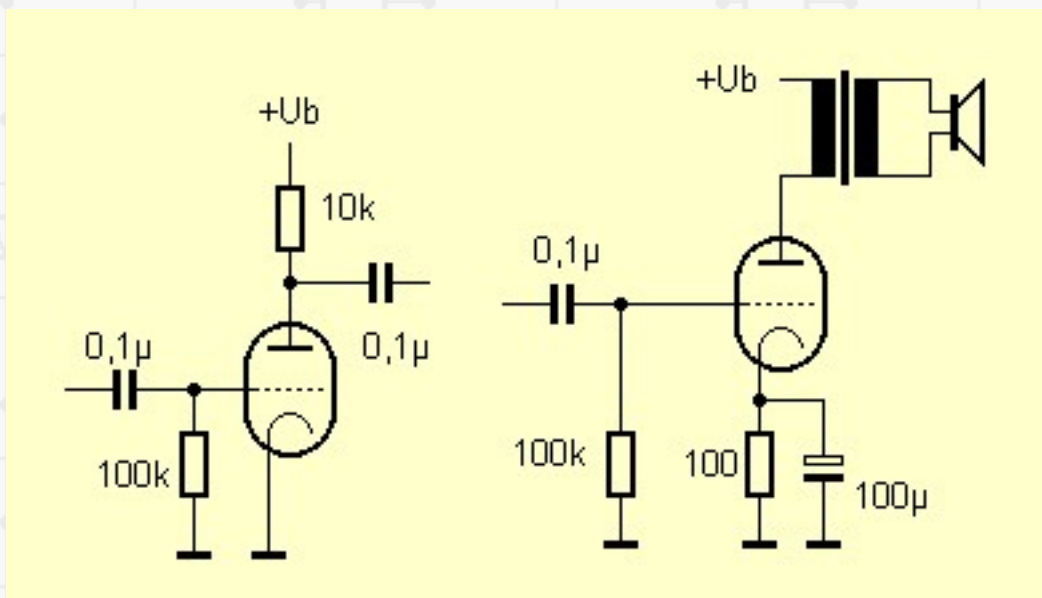
Zurück

Wie baut man mit Röhren Verstärker? Fast genau so wie mit Transistoren. Die Kathode entspricht dem Emitter, die Anode dem Kollektor. So wie über die Basis des Transistors der Kollektorstrom gesteuert wird, steuert die Gitterspannung den Anodenstrom der Röhre. Die Niedervolt-Röhre ECC86 enthält zwei Trioden mit getrennten Kathoden, Gittern und Anoden.

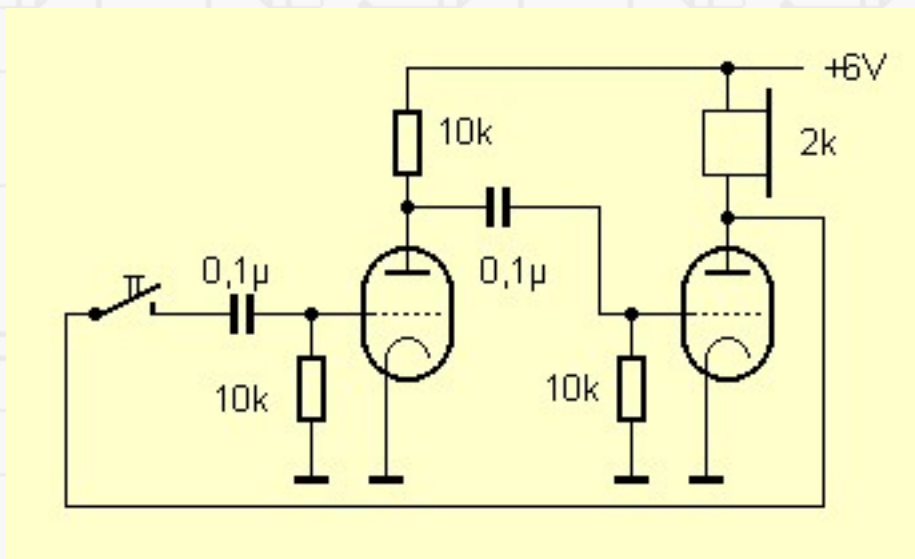


**Wenn die Kathode glüht,  
freut sich das Gemüt.**  
(Dietrich Drahtlos)

Die Gitterspannung ist immer negativ gegenüber der Kathode. Man kann die negative Vorspannung auf zwei Arten erzeugen. In Endverstärkern verwendet man meist einen Kathodenwiderstand, um die Spannung der Kathode gegenüber Masse etwas anzuheben. Das Gitter legt man über einen Gitterwiderstand an Masse. In Vorverstärkern verwendet man oft nur einen Gitterwiderstand. Das Gitter lädt sich selbst etwas negativ auf. Bei der ECC86 ist dieser Effekt sehr stark. Man darf deshalb nicht allzu große Gitterwiderstände verwenden, sonst wird der Anodenstrom zu klein.



Zweistufige Verstärker sind auch ganz einfach. Man hat ja in der ECC86 gleich zwei Trioden. Die Stufen koppelt man über Kondensatoren. Jede Stufe kehrt die Phase um, wie es auch bei der Emitterschaltung ist. Deshalb kann ein zweistufiger Verstärker durch eine Rückkopplung einen Oszillator bilden. Eine Morsetaste wird angeschlossen, fertig ist das Morse-Übungsgerät. Der Ton erschallt aus einem Kopfhörer mit einem Innenwiderstand von 2 Kiloohm.



### Nachtrag: Kopfhörerverstärker

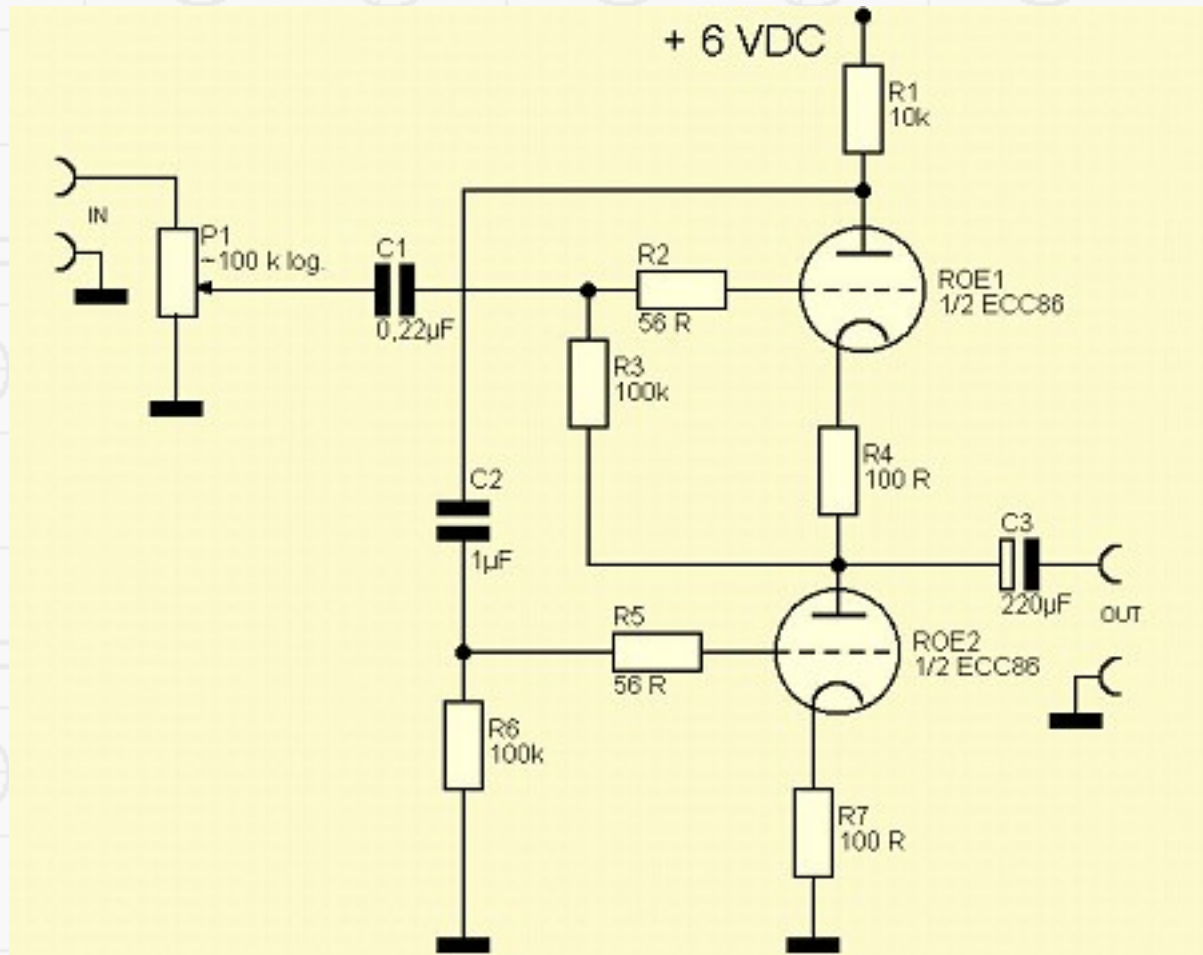
Frank-Andreas Schmidt ([frank-andreas.schmidt@t-online.de](mailto:frank-andreas.schmidt@t-online.de), [frank-andreas.schmidt@sig.siemens.de](mailto:frank-andreas.schmidt@sig.siemens.de)) schrieb:

Ich habe mal wieder in Ihrem Archiv gestöbert und, nachdem ich jetzt endlich im Besitz einer ECC86 bin, den Tipp Nr. 17 ausprobiert. Als NF-Quelle habe ich den line-out von einem CD-Walkman benutzt. Als Arbeitswiderstand der 2. Röhrenstufe habe ich einen ausgebauten Netztrafo verwendet. An dessen Sekundärseite dann mein dynamischer Kopfhörer. Der Klang kann als sehr zufriedenstellend bezeichnet werden, auch ohne extra gewickelten Ausgangsübertrager.



Natürlich hat mich der Übertrager gestört, viel zu schwer und unhandlich. Nach Recherchen in Jogi's Röhrenbude fand ich dann den Beitrag von dem Volker Jeschkeit und dessen "eisenlosen" Kopfhörerverstärker. Ich habe, da ich nur eine ECC86 hatte, nur die "Hälfte" der Schaltung aufgebaut.

Die Bauteilwerte habe ich teils übernommen und teils "aus den Fingern gezogen" in Anlehnung an Ihren Tipp 17. Hier ein Bild der Schaltung. Sie arbeitet -bei mir- besser ("audiophiler"), wenn auch etwas leiser, als der Tipp 17-Verstärker.



Einen Nachteil gibt es: Die Schaltung hat einen signifikanten Ausgangswiderstand. Ich musste zu meinem 600 Ohm Kopfhörer noch einen ohmschen Widerstand von 470 Ohm in Reihe legen sonst gab's hörbare Verzerrungen wenn ich das Poti ganz aufdrehte. Mit Widerstand gibt es nur eitel Freude! Aber das mag bei unterschiedlichen Hörertypen auch anders sein.

Jedenfalls ist das ungefilterter Triodensound ! Hören Sie damit mal was Klassisches oder meinetwegen auch Credence Clearwater...

Ich schließe mit Dietrich Drahtlos:

**Des Ingenieurs Bedenken schwinden,  
wenn sich Theorie und Praxis finden.**



# Das Dampfradio mit der ECC86



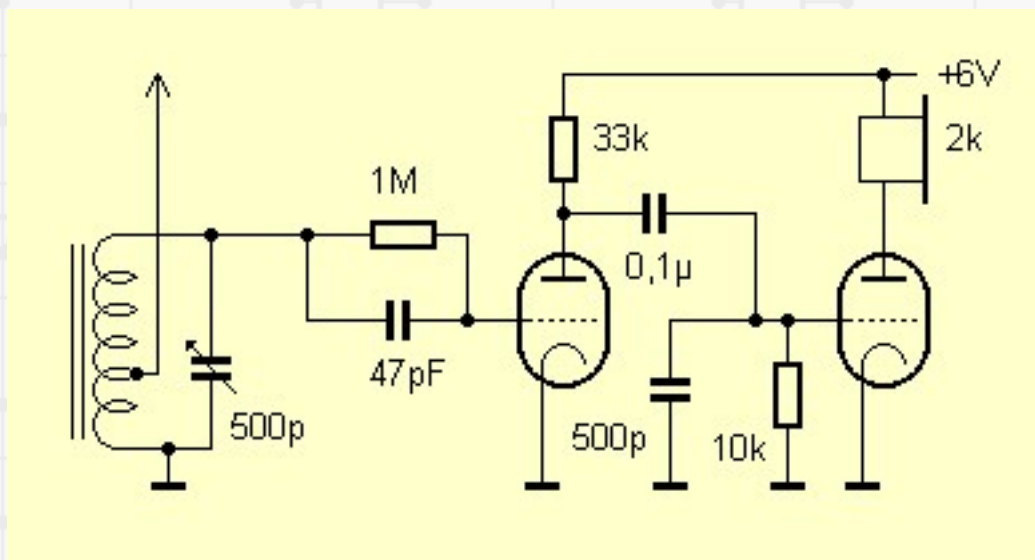
Zurück

Wenn man mit der ECC86 einen Verstärker und einen Tongenerator bauen kann, ist es auch nicht mehr weit bis zum Radio. Auf der Basis eines Kosmos-Baukastens wurde ein fast klassisches Röhren-Audion für den Mittelwellen-Bereich gebaut. Zur Stromversorgung dient ein Blei-Gel-Akku mit 6 V.



**Das Audion  
gabs lange schon.  
(Dietrich Drahtlos)**

Die Schaltung entspricht fast einem zweistufigen Verstärker. Die erste Stufe dient der Demodulation und der Vorverstärkung. Die zweite Stufe ist der NF-Ausgangsverstärker und steuert direkt einen Ohrhörer mit einer Impedanz von 2 Kiloohm. Zwischen den Stufen sorgt ein Kondensator mit 500 pF dafür, dass keine HF-Signale weiter verstärkt werden. Sonst besinnt sich die Röhre leicht auf ihren ursprünglichen Zweck und erzeugt Eigenschwingungen im UKW-Bereich.



Das Radio hat einen guten Klang und empfängt den Lokalsender und am Abend mit einer ausreichend langen Antenne zahlreiche europäische Stationen. Irgendwie fühlt man sich in alte Zeiten zurück versetzt. Auch die Musik klingt irgendwie älter.

### Nachtrag: Einbau einer Rückkopplung

Die folgende Verbesserungsvorschlag kam von C.B.Wirth:

"Wenn der 500pF-Kondensator durch einen veränderlichen der gleichen Größe ersetzt wird, kann damit definiert rückgekoppelt werden und eine größere Empfindlichkeit des Radios erreicht werden. Wenn kein regelbarer 500pF-Kondensator vorhanden ist, kann ein kleinerer mit parallel-liegender Festkapazität benutzt werden. Es wird also aus der Not eine Tugend gemacht! Die Schaltung wurde auf einem Holzbrettchen ganz unprofessionell aufgebaut. Der Rückkopplungseinsatz war relativ weich. An einer 5 m langen Zimmerantenne in 1,4 m Höhe über dem Erdgeschoss hörte ich gut auf 531 kHz Beromünster und auf 666 kHz SWR 4. Mein Empfangsort liegt etwa 25 km östlich von Basel. Es war nicht nötig, Ferritperlen zu verwenden, um UKW-Schwingungen zu vermeiden. Die Rückkopplung ließ sich auch durch Variation der Anodenspannung gut regeln, das habe ich aber ganz primitiv über die Gesamtspannung für beide Trioden gemacht. Das ist sicher nicht optimal, weil damit auch die NF-Verstärkung verändert wird."

Dazu diese Frage eines Lesers:

Mir ist unklar, wie der 500pF-Kondensator in dieser Audionschaltung eine Rückkopplung zur Entdämpfung des Schwingkreises bewirken soll, wo doch weder eine Rückkopplungswicklung, noch sonst eine weitere Ankopplung am Schwingkreis zu sehen ist.

Antwort:

Es liegt an der Kapazität zwischen Anode und Gitter von einigen pF. Bei einem einfachen Verstärker wäre die Phase falsch, weil der Verstärker invertiert. Aber hier bringt der kleine Kondensator 90 Grad



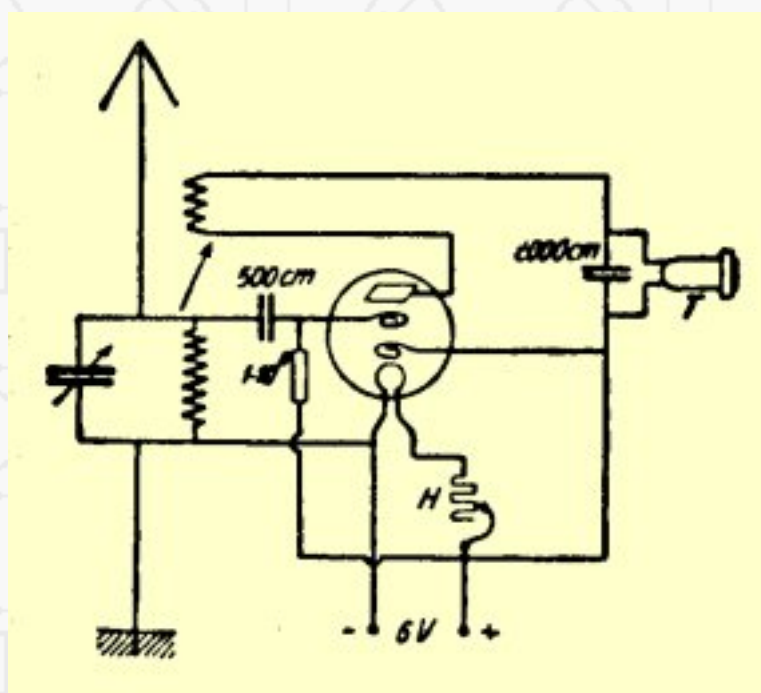
und der Schwingkreis scharf neben seiner Resonanz nochmal einige Grad. Deshalb kommt es zu Eigenschwingungen. Mit dem Drehko am Ausgang wird einerseits die Phase zurückgedreht und andererseits die HF-Verstärkung verkleinert, deshalb kann man die Rückkopplung einstellen.

### Hinweis: Röhrenradio von Elektor

Bob Stuurman hat ein Röhrenradio mit einer ECC82 entwickelt, das in Elektor 1/2002 vorgestellt wird (Ausgaben in Holland und England schon 12/2001). Es gibt ein Platinenlayout und ein schönes Holzgehäuse. Kurzdaten: Zwei Kreise und Rückkopplung, Anodenspannung 60 V, Kopfhöreranschluss über Ausgangsübertrager. [www.elektor.de](http://www.elektor.de)

### Nachtrag: Historische Schaltung

Frank schicke mir die folgende Schaltung aus dem Jahre 1924. Interessant ist, dass auch nur mit 6 Volt Anodenspannung gearbeitet wurde. Man beachte, dass damals die Kapazität der Kondensatoren in der Einheit "cm" angegeben wurde. Ein cm entspricht 1,1 pF. Das Bild kommt aus "Elektronisches Jahrbuch 1965" vom Deutschen Militärverlag (DDR) und war da als Platzfüller zwischen zwei Beiträgen abgedruckt. Die Schaltung stammt ursprünglich von Manfred von Ardenne und W.Slawyk und wurde im Radio-Amateur, Heft 7, 1924 vorgestellt. Verwendet wurde eine niederländische Doppelgitterröhre mit Oxydkathode. Die Stromversorgung erfolgte über 4 Trockenelemente.



# Dioden basteln? Der Kristall-Detektor

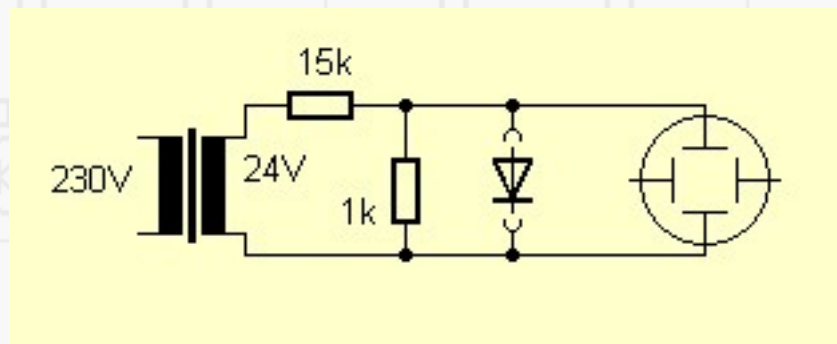


Zurück

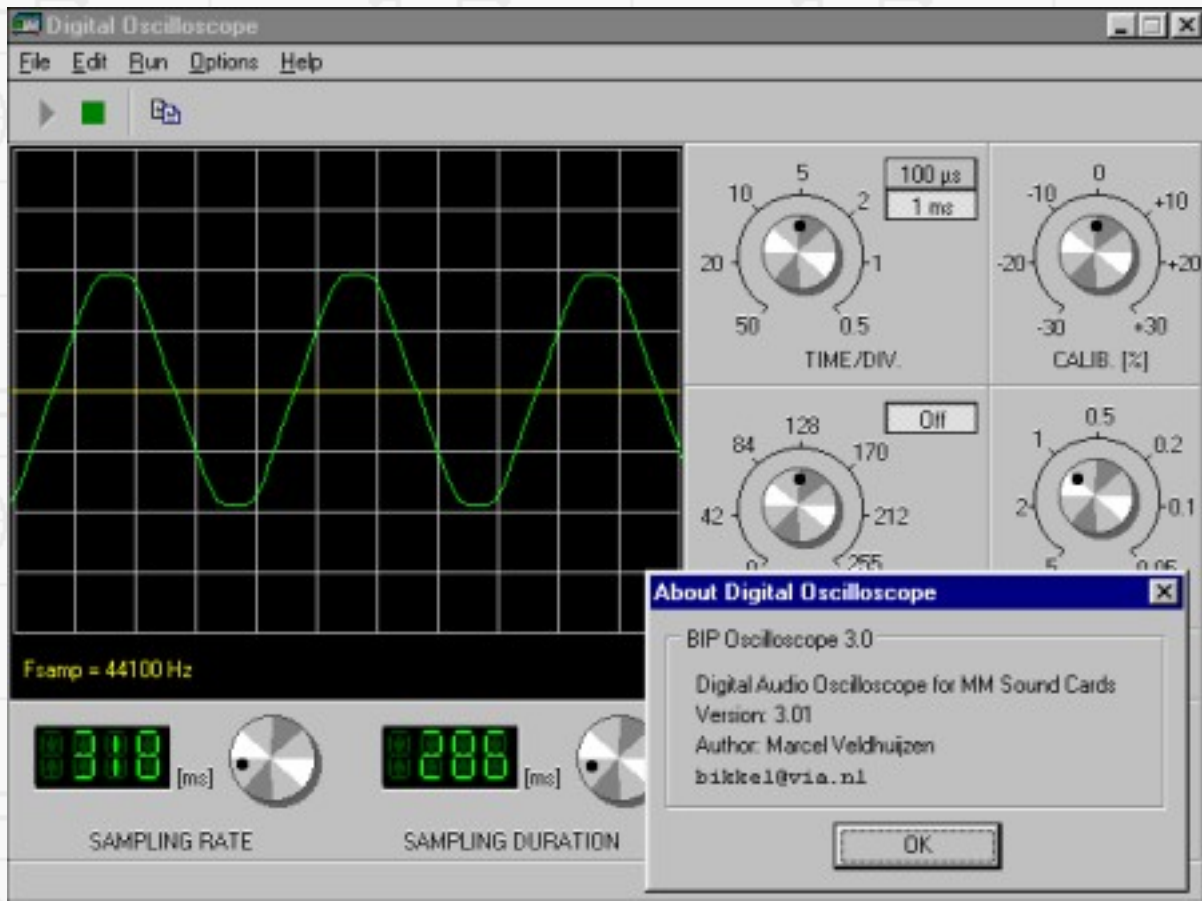
Die ersten Detektor-Radios verwendeten Kristall-Detektoren. Es wurden Bleiglanz- oder Pyrit-Kristalle benutzt. Beides sind Schwefel-Verbindungen und kommen als Erze (Bleierz, Eisenerz) in der Natur vor. Ich wollte es wissen: Kriegt man das auch selbst noch hin? Deshalb habe ich mir mal so etwas aus der Mineralien-Sammlung meiner Schwester geliehen. Pyrit bildet regelmäßige, goldfarbene Würfel-Kristalle im Gestein. Bleiglanz ist schwarz und hat kleine glänzende Flächen.



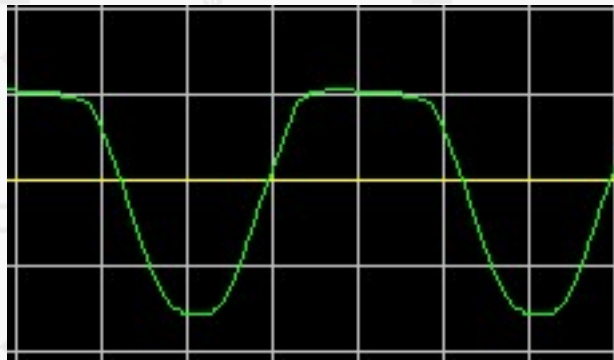
Damit die Sache nicht zu schwierig wird, wurde eine Testschaltung gebaut, um die Gleichrichterwirkung gut erkennen zu können. Die Wechselspannung eines Trafos mit 24 V wurde mit einem Spannungsteiler verringert. Die Diode im Test verändert die Kurvenform.



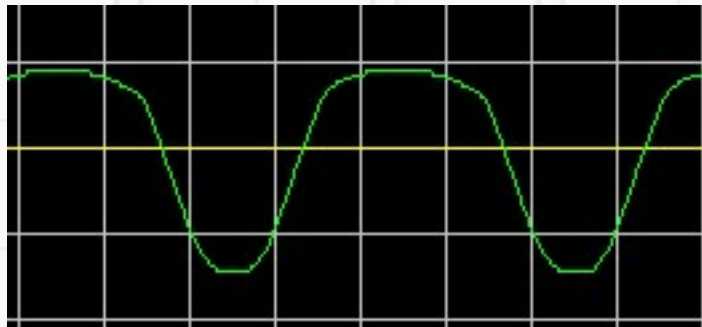
Als Messgerät diente ein PC-Oszilloskop mit der Soundkarte. Das Programm stammt von Marcel Veldhuijzen (zu finden u.a. [hier](#)).



Zunächst wurden mal normale Dioden untersucht:



Messergebnis für eine Silizium-Diode

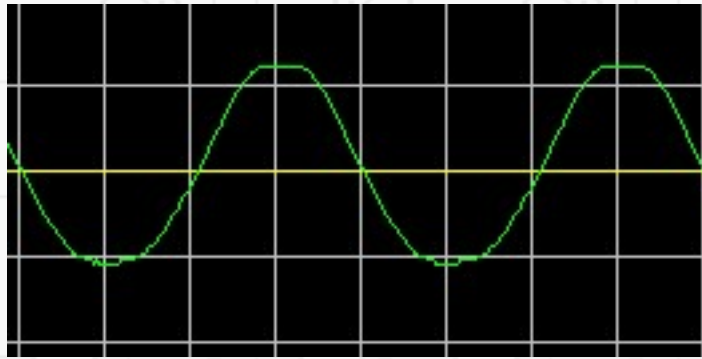


Germanium-Diode

Mit den Kristallen war es nicht so einfach. Man muss einige Zeit rumstochern, bis man ein Ergebnis

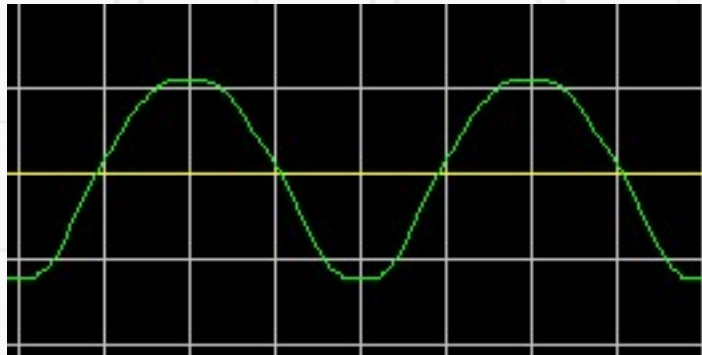
hat. Mit einer Nadel sucht man dabei verschiedene Regionen des Kristalls ab. Zuerst gelang es mit dem Pyrit-Kristall. Allerdings ist das Ergebnis nicht so überzeugend wie bei einer Germanium-Diode.

**Oft kommt man nicht weit,  
ohne Mühe und Zeit.  
(Dietrich Drahtlos)**



Der Pyrit-Kristall

Allgemein ist Bleiglanz niederohmiger als Pyrit. Es passt wohl besser zu der relativ niederohmigen Messschaltung. Allerdings musste ich da noch länger nach einer geeigneten Stelle suchen.



Bleiglanz

Es gibt Geschichten, dass in Kriegsgefangenenlagern nach dem zweiten Weltkrieg Detektoren aus rostigen Nägeln und Rasierklingen gebaut wurden. Auch hört man von zufälligen Halbleiter-Übergängen zwischen Metallen. Und es gab ja auch noch die Kuper-Oxidul-Gleichrichter. All das lässt vermuten, dass man noch viel mehr Materialien finden kann, die Halbleiter-Eigenschaften aufweisen.

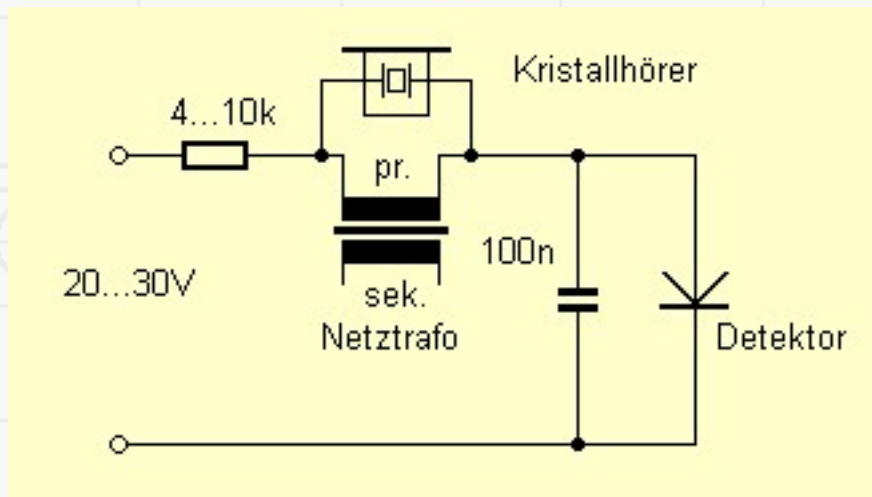
Aber irgendwie bin ich auch froh, dass es fertige Germanium- und Siliziumdioden gibt.

---

**Nachtrag: Schwingungen erzeugen mit Zinkoxyd**



Roland Jäggi (jaeggi2@bluewin.ch) schrieb: Gelegentlich experimentiere ich mit Zinkoxyd (nur Pulver) als "Kristall" und diversen Gegenelektroden. Bei einer geeigneten Vorspannung lassen sich so Schwingungen erzeugen - wie mit einer Tunneldiode. Zum Ausprobieren habe ich ZnO-Pulver auf Federbronze, Nagel- und Stecknadelköpfe gepresst und mit Gegenkontakten aus (gefederten) Nägeln, Federbronze, Drähtchen abgetastet. Bei einem gewissen Druck gerät die Anordnung ins Schwingen: Im Hörer ist ein intensiver Ton zu vernehmen. Anstelle des Kristallhörers kann beim Trafo sekundär auch ein Lautsprecher angeschlossen werden; eventuell muss dann die primäre Wicklung mit einem Kondensator überbrückt sein.



### Nachtrag: Ein historischer Kristalldetektor

Diesen Kristallhalter mit einem Bleiglanzkristall habe ich gerade geschenkt bekommen. Er lag viel Jahrzehnte im Keller und hatte nichts mehr zu tun. Aber das Bild beweist es: Alles funktioniert noch wie am ersten Tag. Der Komponententester am Oszilloskop zeigt eine Diodenkennlinie.



Der Komponententester am Oszilloskop: [www.elexs.de/oszi3.htm](http://www.elexs.de/oszi3.htm)



Zurück

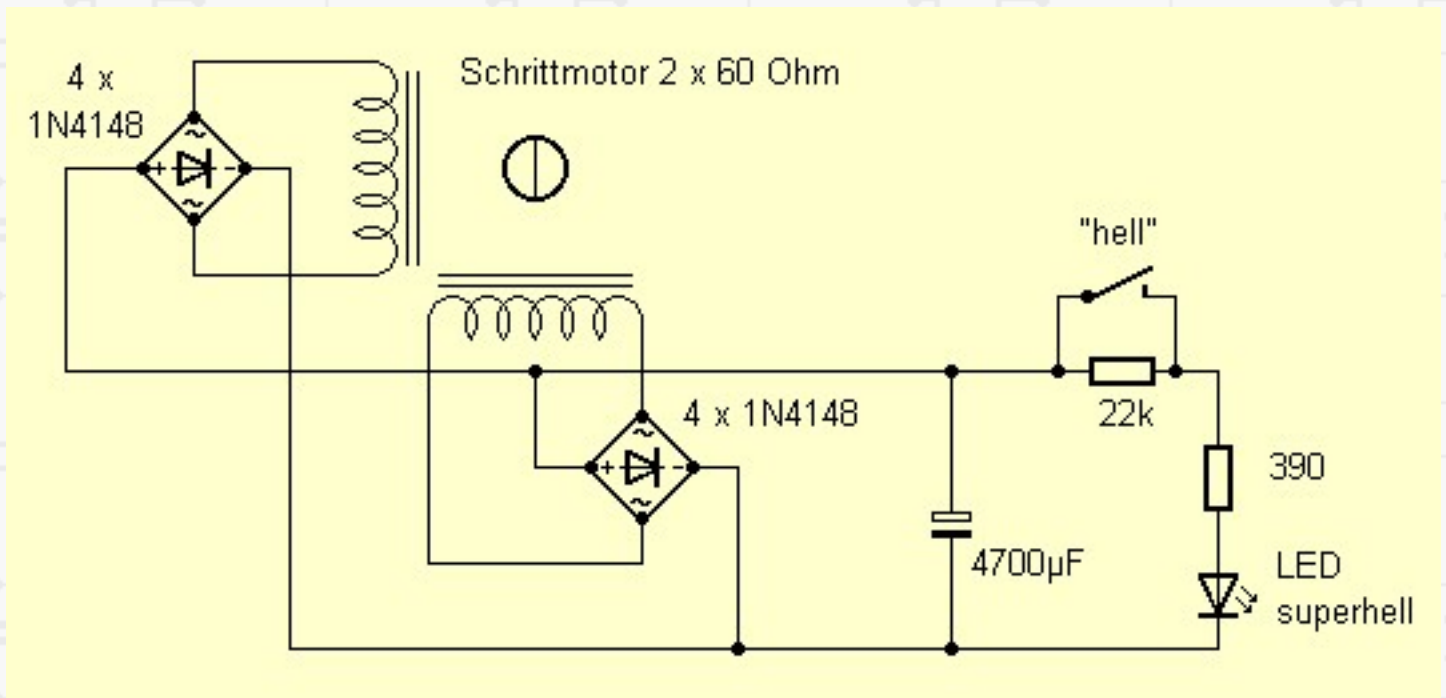
# Licht aus dem Schrittmotor

Jeder Schrittmotor ist ein brauchbarer Dynamo. Im Vergleich zu anderen Generatoren erzeugt der Schrittmotor schon bei kleinen Drehzahlen große Induktionsspannungen. Der hier verwendete Typ mit einem Gleichstromwiderstand von  $2 * 60 \text{ Ohm}$  pro Spule bringt es ohne Getriebe bei einfacher Drehung mit der Hand auf mehr als 20 V. Was liegt da näher als der Bau einer kleinen Taschenlampe.

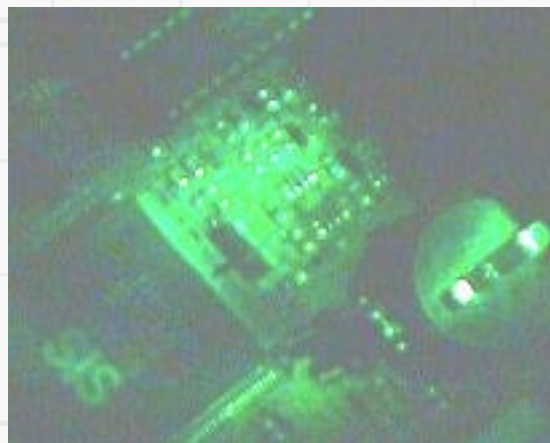


**Die erste Inspiration  
ist oft die Lösung schon.**  
(Ing. Dietrich Drahtlos)

Eine Zusatzschaltung sorgt für eine Energiespeicherung. Zwei Vierweggleichrichter mit je 4 Dioden 1N4148 laden einen Elko mit ca.  $4700 \mu\text{F}$  auf (Im Beispiel wurde  $2 * 2200 \mu\text{F}$  parallel verwendet). Die super-helle LED wird umschaltbar über einen Vorwiderstand von 390 Ohm (sehr hell) oder 22 K (lange Speicherzeit) betrieben. Der Anwender muss sich beim Drehen etwas beherrschen: In Schalterstellung "hell" kann der zulässige Maximalstrom von 20 mA überschritten werden, in Stellung "lang" überschreitet man leicht die zulässige Spannung der Elkos von z.B. 16 V.



Das Licht der Lampe reicht aus um im Dunkeln klar zu sehen. Auch zum Fotografieren ist es hell genug. Das Gerät eignet sich daher für Spione, Ganoven und Kinder, die im Bett heimlich lesen wollen. Aber auch im Bastelkeller sollte der Schrittmotor-Lichtgenerator für den nächsten Kurzschluss bereit liegen.



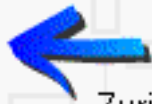


## Spionage-Foto: Brisante Details eines sensiblen Projekts

### Nachtrag: Mehr Leistung

Robert Obermayer hat einen Schrittmotor aus einem Kopierer verwendet. Der Gleichstromwiderstand beträgt 10 Ohm, die Leerlaufspannung ca. 4...5 V. Mehrere parallele Elkos mit insgesamt ca. 12000  $\mu\text{F}$  versorgen zwei sehr helle LEDs über einen Vorwiderstand von 33 Ohm. Die Lampe leuchtet ca. 20 Sekunden lang nach.





Zurück

# Annikas Kassettenradio

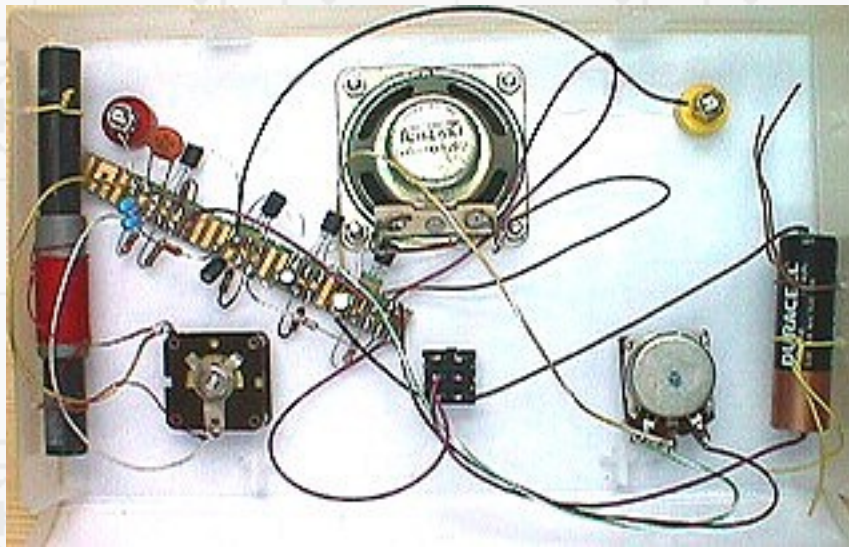
Wenn man in alten Bastelbüchern blättert, findet man das Seifendosenradio und das Zigarrenkistenradio. Aber die Seifendosen haben inzwischen zu runde Formen, und Opa raucht nicht mehr. Also muss ein neues, leicht beschaffbares, gut zu bearbeitendes und haltbares Gehäuse her. Deshalb baute Annika das Videokassettenhüllenradio. Dieses Gehäuse ermöglicht sogar noch ein elegantes Frontplattendesign, denn man kann eine bedruckte Vorlage einschieben.



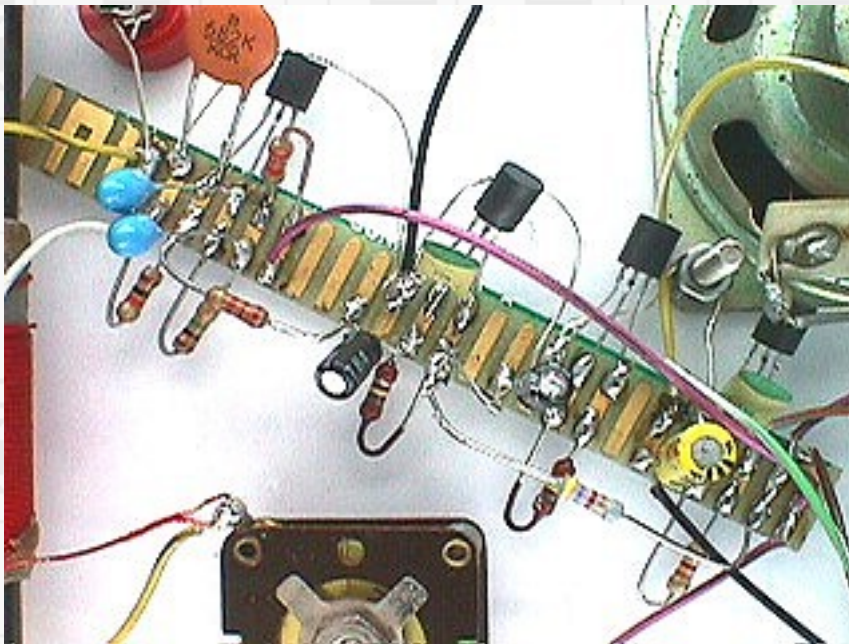
Die technischen Daten in aller Kürze:

- Mittelwelle mit Ferritantenne, Zusatzantenne anschließbar
- Stromversorgung 1,5V/10mA
- 4 Transistoren, Lautsprecherbetrieb

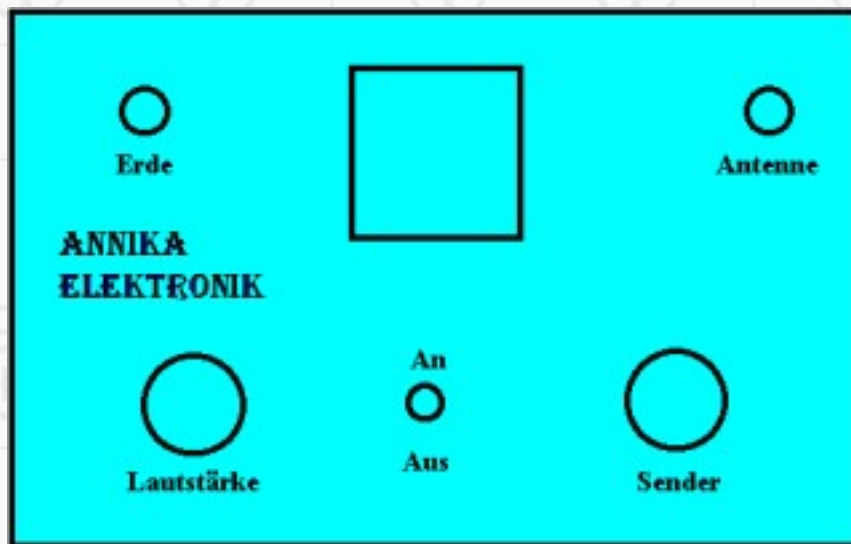
Die Kassettenhülle ist leicht zu bearbeiten und bietet genügend Platz für alle Bauteile. Das Gehäuse ist auch sehr Service-freundlich, weil aufklappbar.



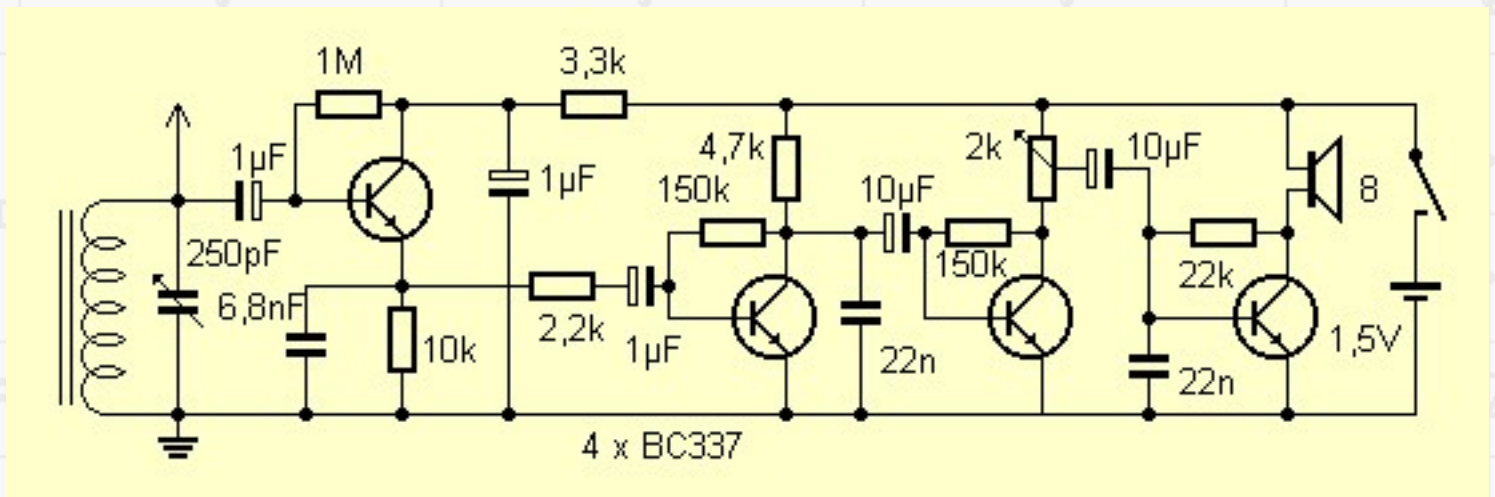
Die Schaltung wurde auf einem Platinenstreifen einer Steckplatine aufgebaut. Der Streifen stammt von einer Schrottplatine (woher sonst). Auf den vergoldeten Kontakten kann man sehr gut löten. Es wurden nur übliche und leicht beschaffbare Bauteile verwendet. Die Schaltung wurde beim Bauen entwickelt. Der erste Versuch hatte nur drei Transistoren, aber es war zu leise. Da musste noch eine Stufe dazu.



Die Frontplatte mit den Maßen 19 cm mal 12 cm wurde mit dem Computer gezeichnet. Erst danach wurden die Löcher gebohrt.

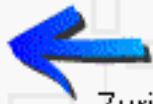


Die Schaltung zeigt eine Audionstufe in Kollektorschaltung. Sie dämpft den Schwingkreis nicht, sondern entdämpft ihn sogar noch. Damit ergibt sich eine gute Empfindlichkeit und Trennschärfe. Wegen der geringen Betriebsspannung benötigt der NF-Verstärker drei Transistoren. Bei nur 10 mA beträgt die Betriebsdauer für eine Mignon-Alkalizelle etwa 200 Stunden. Das Radio funktioniert gut mit der internen Ferritantenne. Mit einem Draht von etwa 2 Metern als Zusatzantenne empfängt man jedoch noch mehr Sender.



**Feilen, Löten und Schrauben  
nutzt mehr als manche glauben.**  
(Dietrich Drahtlos)

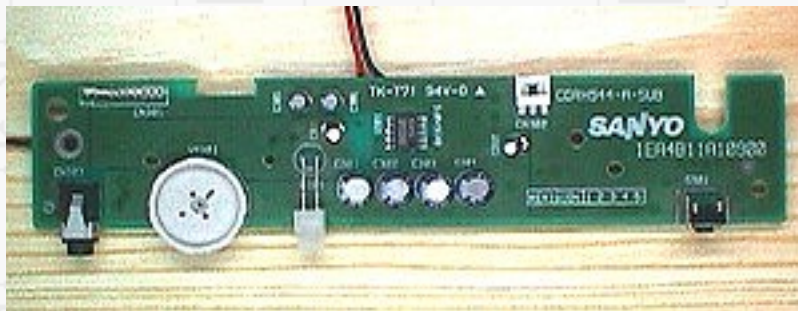




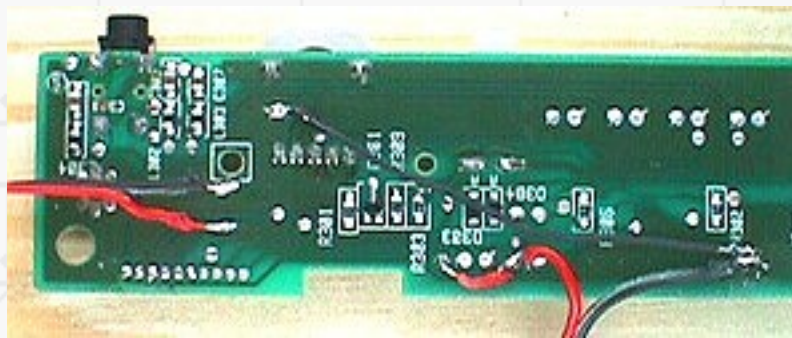
Zurück

# CD-Player Recycling

CD-ROM-Laufwerke enthalten viele nützliche Bauteile. Außer der Laser-Diode sind da noch brauchbare Motörchen und viele andere schöne Sachen. Kürzlich habe ich ein defektes CD-Laufwerk vor der Mülltonne gerettet. Es hatte eine separate Anschluss- und Bedienplatine. Und darauf war offensichtlich ein kleiner NF-Verstärker für den Kopfhörer mit Lautstärkereger und Klinkenbuchse. Das müsste sich doch prima für eigene Projekte verwenden lassen.



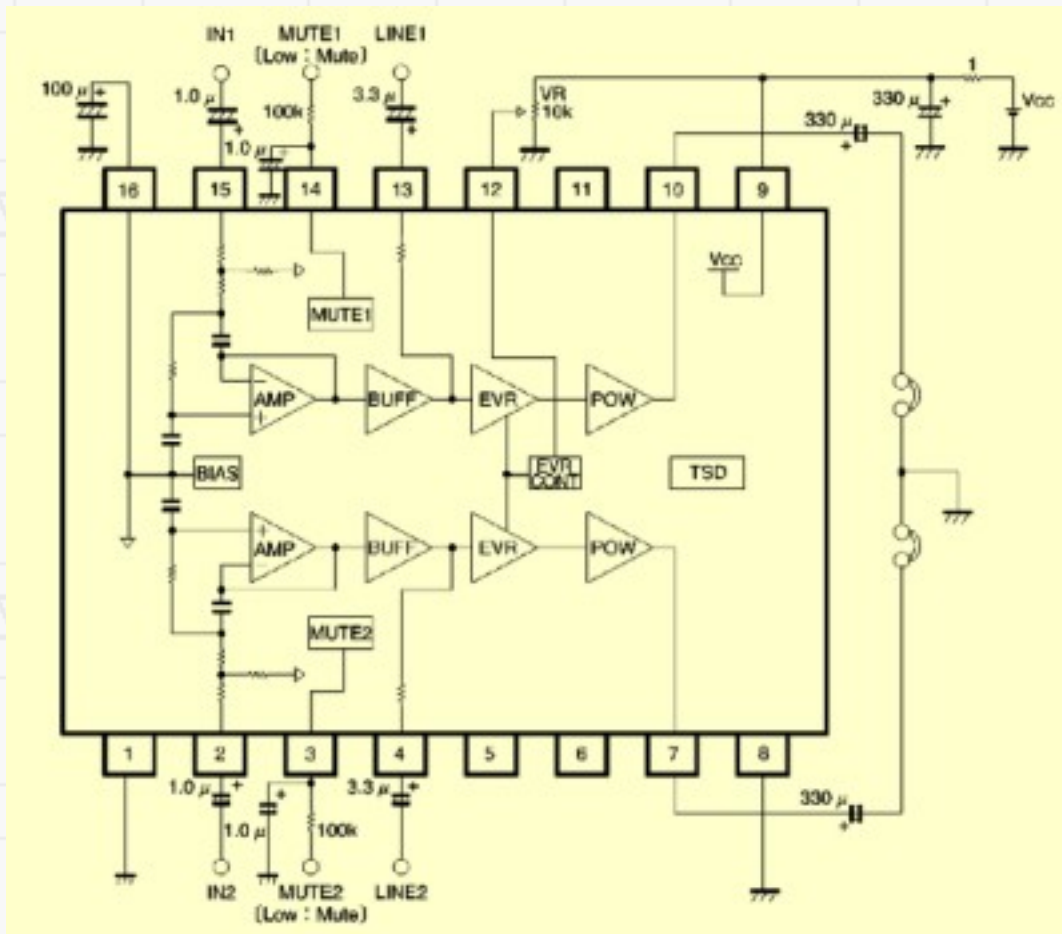
Die Platine war über ein Flachbandkabel mit der Hauptplatine verbunden. Man konnte bereits gut sehen, wo Masse und Betriebsspannung (+5V) verbunden sind. Auch der Rest war nicht sehr schwierig. Also Eingänge anschließen (Re und Li zusammen für Mono-Ansteuerung), Kabel für die Betriebsspannung ... fertig.



Das Gerät ist nun ein universeller Verstärker oder Signalverfolger für die Bastelstube. Allerdings ist die Verstärkung nicht sehr groß. Dafür aber hat der Lautstärkereger einen großen Regelbereich. Es fiel auf, dass das Poti eine Gleichspannung regelt, im IC muss also ein elektronisch einstellbarer Verstärker sein. Da wird man natürlich neugierig. Was ist denn ein BH3540?



Nach längerer Suche im Internet wurde das Datenblatt der japanischen Firma Rohm gefunden. Der BH3540AFS ist ein Kopfhörerverstärker für CD-Laufwerke mit internem Tiefpassfilter und Verstärkungs-Einstellung über eine Gleichspannung. Außerdem gibt es Mute-Eingänge, mit denen man das Einschaltknacken verhindern kann. Die Verstärkung beträgt nur ca. -3dB. Der Regelumfang ist aber 80 dB. Die Ruhestrom beträgt etwa 10 mA. Das Datenblatt enthält auch eine typische Anwenderschaltung:



Wegen der geringen Verstärkung könnte man ähnliches mit einem einzelnen Transistor in Kollektorschaltung erreichen. Allerdings ist der Stromverbrauch bei gleicher Lautstärke mit dem IC günstiger. Der eigentliche Vorteil der Schaltung ist der relativ hochohmige Eingang. Am Ausgang können Lasten bis herunter zu 8 Ohm angeschlossen werden. Das Poti kann niemals kratzen und knistern. Zum Test wurde mal der Breitband-Kurzwellen-Empfänger angeschlossen. Es funktioniert gut. Man könnte die Platine also für allgemeine Empfänger-Experimente verwenden.

**Der Fortschritt geht weiter,  
den Ingenieur stimmt das heiter.**

(Dipl. Ing. D. Drahtlos)



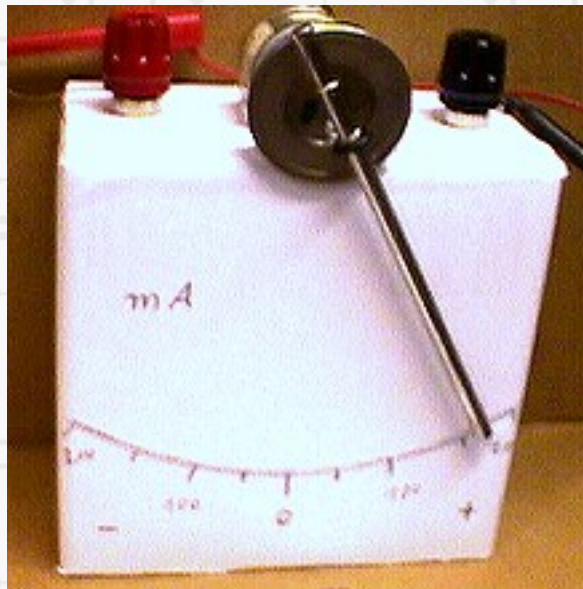
# Das Pendel-Galvanometer

Stell dir vor, es fließt Strom, und keiner weiß wie viel. Da muss man doch gleich ein Messgerät besorgen. Seit langem gibt es Drehspulinstrumente. Wenn sie in einem physikalischen Labor stehen, nennt man sie ehrfurchtsvoll "Galvanometer". Schon vor hundert Jahren gab es Drehspulgalvanometer, mit denen man Bruchteile eines Mikroampere messen konnte. Mir würden ein paar hundert Milliampere reichen, denn damit kann man Solarzellen überprüfen, Batterien testen und vieles mehr.



Das Pendel-Galvanometer besteht aus einem Gleichstrommotor mit einem relativ schweren Pendel an der Achse. Hier stammen Motor und die Edelstahlstange des Pendels aus einem alten CD-Laufwerk. Es kommt nur darauf an, dass es ein sehr leichtgängiger Motor ist. Einer aus einem Kassettenrecorder ist auch sehr gut. Die Funktion ist klar: Das Drehmoment hängt vom Strom ab. Die Rückstellkraft kommt vom Pendel. Mancher mag sich aus seinem Physikunterricht noch erinnern, dass die Rückstellkraft eines Pendels für kleine Winkelauslenkungen proportional zur Auslenkung ist (quälende Erinnerung:  $\sin x \sim x$  für  $x \ll 1$ ). Also sollte es eine ungefähr lineare Skala geben.



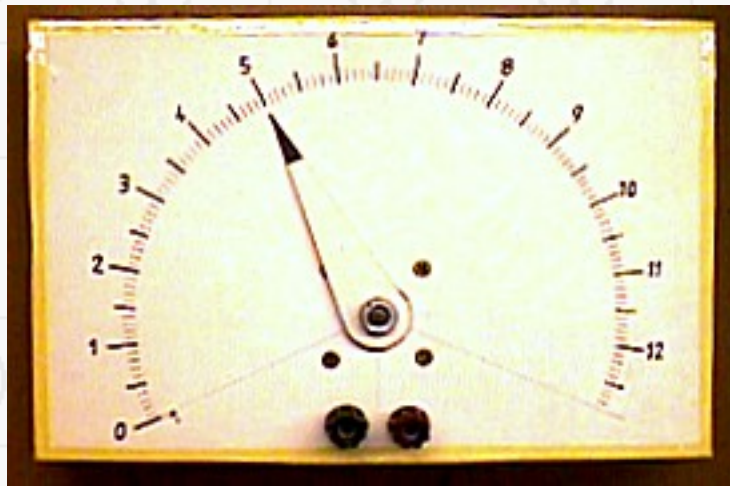


Das Pendelgalvanometer wurde mit einem vorhandenen Amperemeter geeicht. Sehr genau ist es nicht. Das liegt einerseits an der Reibung im Motor und andererseits an den etwas holperigen Stellen, wo der Kommutator zur nächsten Spule wechselt. Der ganze Motor kann aber vorsichtig gedreht werden, bis diese Stellen außerhalb der Skala liegen. Jedenfalls funktioniert es, und wenn in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig mal der Apparat zur Definition des Ampere kaputt geht, dann können sie sich 100 mA bei mir abholen.

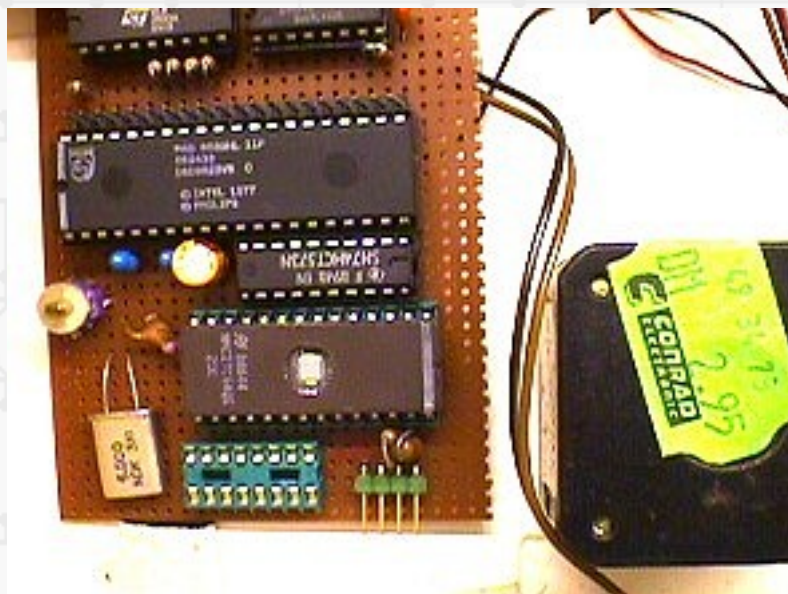
**Vorsicht** bei Überschreitung des Messbereichs von -200 mA bis +200 mA! Ab ca. 300 mA beginnt der Zeiger zu rotieren, und das Messgerät hebt ab. Bei 500 mA fliegt der schwere Zeiger weg und hinterlässt Schäden wie blaue Flecken und zerbrochene Fensterscheiben!

**Manch schwieriger Fall  
endet mit Blitz und Knall.**  
(Dietrich Drahtlos)

Hat da jemand "Schrott" gesagt? Na gut, für Fanatiker der Messgenauigkeit habe ich noch einen anderen Vorschlag: Das Schrittmotor-Voltmeter. Das Gerät mit einem Mikrocontroller wurde schon vor einiger Zeit gebaut. Es hat einen Messbereich bis 12,75 V und eine Auflösung von 255 Schritten oder 0,05 V.

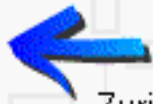


Der verwendete Prozessor ist ein 80C48, der AD-Wandler ein uPD7001. Das Steuerprogramm bildet das normale Dämpfungsverhalten eines Drehspulinstrument nach. Die Ablesung ist sehr angenehm, weil die Geschwindigkeit des Zeigers schon vorab verrät, wo er stehenbleiben wird. Ein Vorteil gegenüber einem echten Zeigerinstrument ist die Größe und die absolut zuverlässige Linearität. Man braucht auch nicht dauernd klopfen oder mit der Lupe ablesen, denn der Zeiger kann nur genau auf einem Strich oder genau zwischen zwei Strichen stehen.



Das Gerät hängt seit Jahren an der Wand in meinem Bastelkeller und wird auch noch oft benutzt. Einen Nachteil kann ich aber nicht verschweigen: Wenn das Messgerät angeschaltet ist, kann ich kein Radio mehr hören. Der Mikroprozessor stört zu viel, zumal das Radio am gleichen Netzgerät hängt. Wenn ich jetzt noch mal Lust hätte das Gerät neu zu entwickeln, würde ich einen AT89C2051 mit internem Flash-ROM nehmen. Damit werden die Störungen geringer.

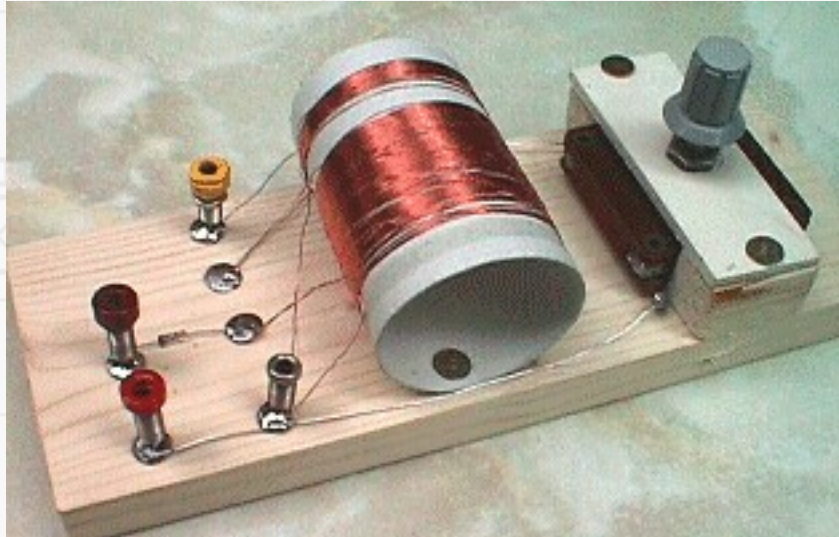
Oder ich nehme jetzt immer das Pendelgalvanometer, das stört jedenfalls kein Radio.



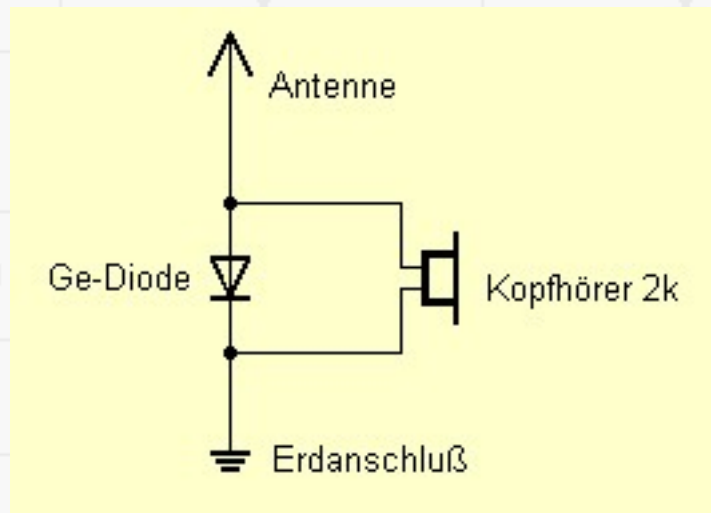
Zurück

# Das Detektorradio

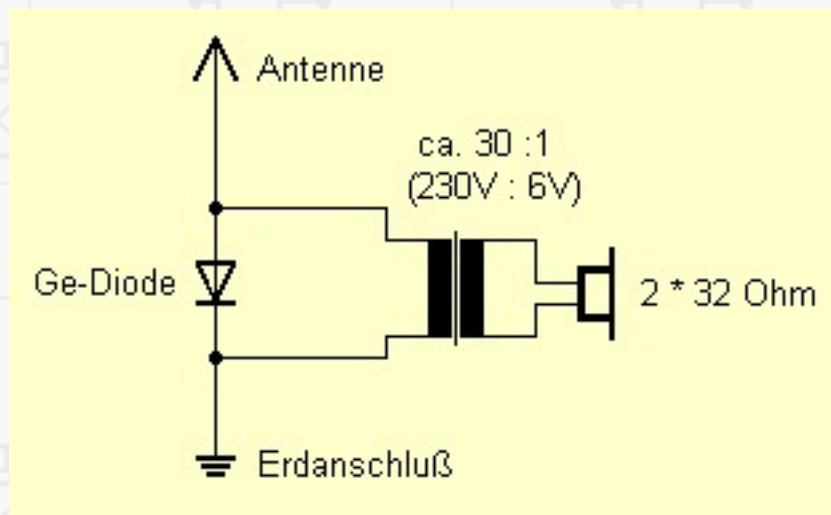
In der Bastelecke gibt es schon einige Radios. Aber das einfache Detektorradio fehlte noch. Markus hat danach gefragt, deshalb hier einige mögliche Schaltungen.



Der einfachste Empfänger besteht nur aus einer langen Antenne, einem Erdanschluß, einer Germanium-Diode und einem Kopfhörer. Die Stromversorgung erfolgt durch die Antenne selbst. Sie muß daher relativ lang sein. Meist reicht ein ausgespannter Draht von ca. 10 Metern.



Als ich mein erstes Radio bauen wollte und mit einer langen Liste und einem Schaltplan in ein Elektronik-Geschäft gegangen bin, um alles nötige zu kaufen, hat mir der nette Verkäufer diese Schaltung verraten. Spule, Drehko, wird alles nicht gebraucht. Allerdings muss der Kopfhörer relativ hochohmig sein.

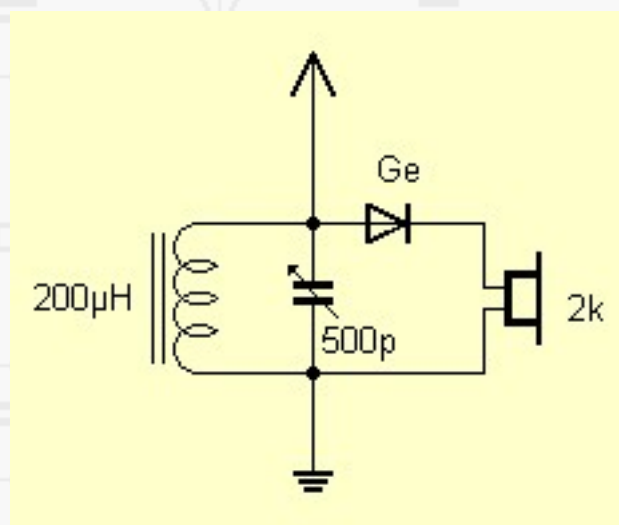


Ein Walkman-Kopfhörer mit 2 mal 32 Ohm geht auch, muss aber mit einem Trafo angepasst werden. Ein richtiger NF-Übertrager ist nicht leicht aufzutreiben. Zur Not tut es ein Netztrafo für 6 V oder ein Klinketrafo mit 3/5/8V. Da kann man dann ausprobieren, welcher Anschluss am besten passt. Man kann auch einen Trafo aus einem defekten Netzteil versuchen.

**Ohne Schrott im Haus  
kommt der Erfinder nicht aus.**  
(Dietrich Drahtlos)

Das einfache Radio ist nicht selektiv, d.h. es empfängt alle starken Sender gleichzeitig. Wenn nicht ein starker Sender in der Nähe alle anderen übertönt, hört man vor allem abends sehr viele Sender, die in ihrer Lautstärke schwanken.

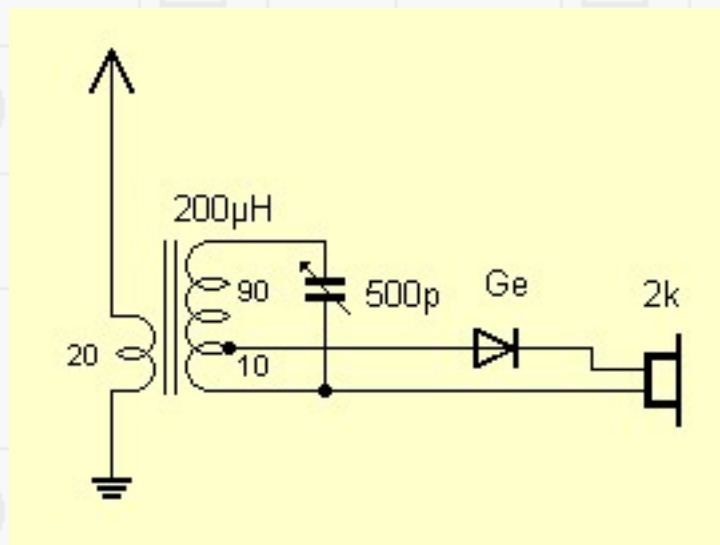
Die gewünschte Selektion erreicht man durch einen Schwingkreis aus Spule und Drehkondensator. Mit einem Drehkondensator von 500 pF und einer Spule mit 200  $\mu$ H überstreicht man den ganzen Mittelwellenbereich. Die Spule kann als Luftspule mit 100 Windungen auf eine Papprolle mit einem Durchmesser von 4 cm aufgewickelt werden. In dieser Schaltung funktioniert übrigens auch ein Kristall-Ohrhörer sehr gut. Bei den Schaltungen ohne Spule geht er nicht.



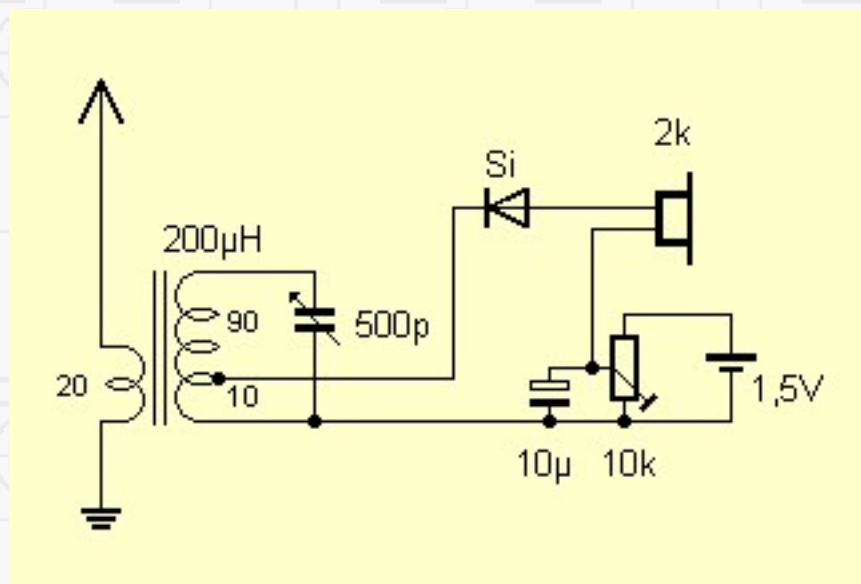
Die Schaltung ermöglicht noch keine sehr scharfe Trennung von Sendern, weil der Schwingkreis



durch den direkten Anschluß der Diode zu stark bedämpft wird. Abhilfe schafft eine Anzapfung der Spule bei 10 bis 30 Windungen. Auch die Antenne sollte nun an eine eigene kleine Wicklung mit z. B. 20 Windungen angeschlossen werden. Im Schwingkreis schwingt nun eine wesentlich größere (Blind-) Leistung, als von der Antenne zugeführt und über die Diode entnommen wird. Damit ergibt sich eine geringe Dämpfung, eine kleine Bandbreite und damit eine gute Trennschärfe.



Die Lautstärke des Diodenempfängers kann durch einen nachgeschalteten Verstärker erhöht werden. Trotzdem kommt man nicht mit sehr kurzen Antennen aus, weil die Diode erst mit einer HF-Spannung über etwa 0,2 V gleichrichten kann. Mit einer Siliziumdiode müßte die Spannung noch höher liegen. Man kann die Wirkung der Diode jedoch verbessern, indem man sie mit einer kleinen Gleichspannung vorspannt. Nun kann auch eine Si-Diode eingesetzt werden.



### Nachtrag: NF-Übertrager

Thomas Böer schrieb zur Beschaffung eines geeigneten Übertragers für den Anschluss niederohmiger Kopfhörer:

"Ich habe mir bei Conrad einen 100V-Übertrager, Artikel-Nr.:51 61 04, für 8,95DM gekauft. Nicht ganz billig und recht groß, dafür aber leicht aufzutreiben und sowohl primär- als auch sekundärseitig mehrere Impedanzen zur Auswahl."

---

### **Nachtrag: Spulen**

Oft kommt die Frage nach der geeigneten Spule. Dazu einige Tipps: Eine kleinere Spule mit Ferritkern ist wirksamer als eine große Luftspule. Man braucht ungefähr gleich viele Windungen, aber weniger Draht. Deshalb sind die Verlustwiderstände kleiner. Die Koppelspule kann man einfach drauf wickeln. Wenn es mit einer langen Antenne laut genug ist, kann man versuchen, die Antennenspule verschiebbar zu machen. Weiter weg wird es dann leiser und trennschärfer. Die Drahtstärke ist nicht so sehr kritisch, 0,2..0,4 mm Dicke ist ok. Das Beste wäre HF-Litze. Wenn man ein Radio schlachtet, ist meist ein Ferritstab mit Spule aus Litze drin. Die passt dann genau. Eventuell muss man die Koppelspule noch selbst wickeln. Hier geht jeder Draht.

---

### **Nachtrag: Kopfhörer und Anpassung**

Lukas Graber schrieb: " Ich wollte kürzlich ein einfaches Detektorradio basteln, mit dem Ziel, es später mit einer größeren Gruppe zu versuchen. Ich denke, das ist ein didaktisch sehr sinnvoller Einstieg in die Elektronik. Leider kommt aus meinem Versuchsaufbau kein Tönchen raus, kein Rauschen, kein Klacken, rein gar nichts. Die Antenne ist aber recht lang (ca. 10m quer durch den Garten, einige Meter über dem Boden), die Erdung recht sauber am Heizungs radiator, die Spule penibel genau gewickelt, Ge-Diode mehrmals ausgemessen. Ich vermute, dass es am Kopfhörer liegt. Ich habe ganz verschiedene Fabrikate von möglichst hochohmigen dynamischen Kopfhörern und auch verschiedene Kristallohrhörer probiert. Auch mit einem kleinen Netztrafo zur Impedanzanpassung habe ich rumgespielt. Es kommt aber nichts raus. Ich wollte Sie deshalb fragen, ob Sie eine Quelle für hochohmige Ohr-/Kopfhörer kennen? Was für ein Fabrikat kam bei Ihnen zum Einsatz?

Antwort: Die Kopfhörer sind in der Tat unterschiedlich gut im Wirkungsgrad. Ich verwende alte mit 2 + 2 kOhm und Kristallhörer, die noch bei Conrad im Programm sind. Mit Ihrer langen Antenne muss wenigstens am Abend etwas zu hören sein. Versuchen Sie es mal ganz ohne Schwingkreis wie im ersten Bild. Wenn da nichts kommt, könnte noch die Diode defekt sein. Übrigens soll eine Schottkydiode BAT43 o.ä. noch besser sein als Germanium. Als zweites können Sie es mal ohne die Anzapfungen und die Koppelspule versuchen. Dann ist die Bandbreite größer, und der Schwingkreis muss nicht so genau passen. Am besten wäre eine Spule mit vielen Anzapfungen. Dann kann man die beste Anpassung suchen. Vor Kurzem habe ich es mal wieder mit Kurzwelle versucht. Das klappt auch, am Abend sogar mit guter Lautstärke.

Herr Graber ein paar Wochen später: Ohne Koppelspule lief es dann wie geschmiert. Ich habe mit einigen Studenten aus Murmansk in einem Lager in Apatity solche Radios gebaut. Das ist dort recht

gut angekommen. Hier ein Foto: <http://www.lugra.ch/apatity03/dia.php?dia=31&total=117>



Zurück

# Tines Lampenforschung

Was befindet sich außer dem Glühdraht noch in einer Glühlampe? Ist sie luftleer, oder mit Gas gefüllt? Das fragte sich Tine. Eine kaputte Lampe war auch gerade da. Und ein Brenner...



Wenn sie die Lampe ordentlich einheizt,





macht es plötzlich "Plopp!",



und eine kleine Beule mit einem Loch entsteht. Also war ein Gas in der Lampe, das sich ausgedehnt hat und das weiche Glas herausdrückte.

Und noch ein Trick: Tine machte an der anderen Seite ein Fenster im Milchglas. Einfach die Flamme draufhalten, dann wird alles schön glatt und durchsichtig.

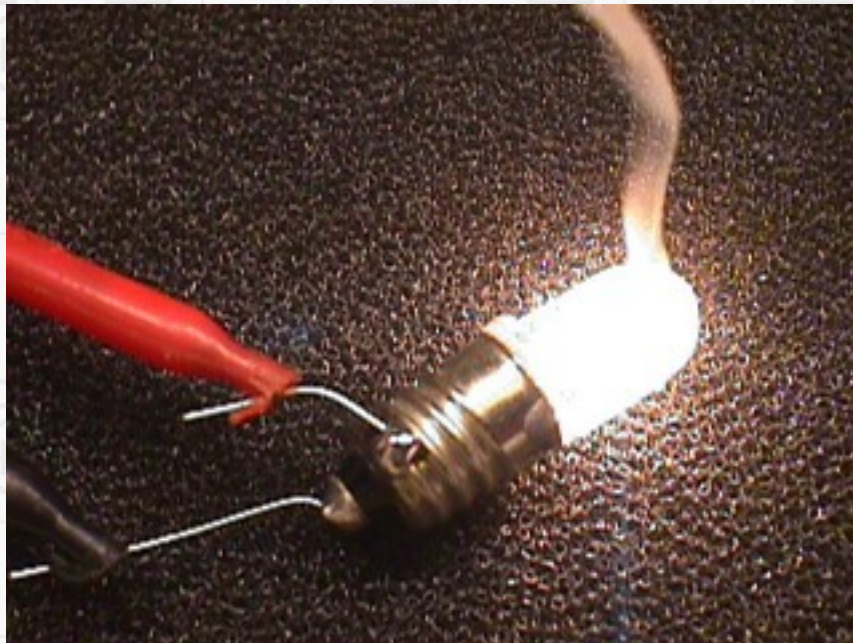


Wozu braucht man überhaupt Gas in der Lampe? Dies klärt der folgende Versuch. Zufällig war eine zerbrochene kleine Lampe da, deren Wolfram-Glühfaden noch ganz war. Schließlich wirft man so eine Kostbarkeit ja nicht gleich weg!

**Schrott im Keller  
macht das Erfinden schneller.**  
(Dietrich Drahtlos)



Die Lampe konnte sogar noch einmal leuchten. Aber nur ganz kurz! Nach einer Sekunde war der Glühdraht verbrannt. Man sah eine kleine weiße Wolke aufsteigen. Das war aber nicht die Seele der Lampe, sondern verbranntes Wolfram. Der Luftsauerstoff tut der Lampe eben gar nicht gut. Deshalb braucht man ein Schutzgas, zum Beispiel Argon.



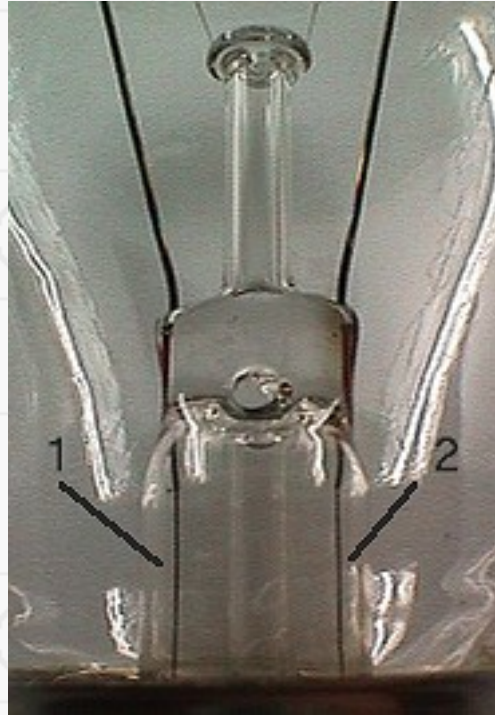
Nachtrag:

### **Warum fliegt oft die Sicherung raus, wenn eine Glühlampe durchbrennt?**

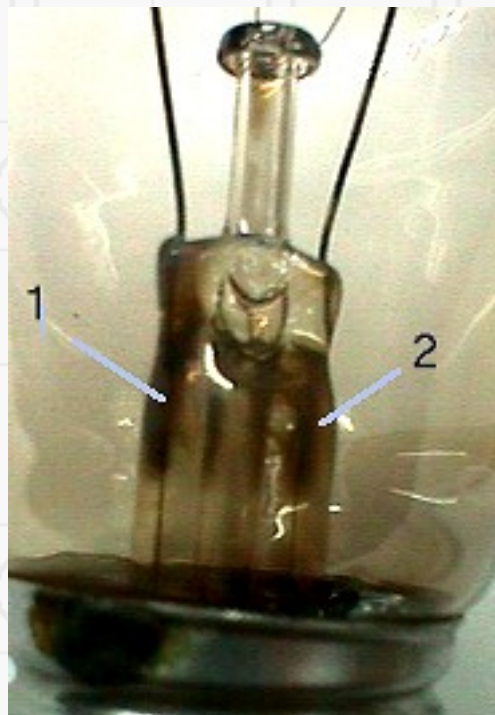
Dieses ungelöste Problem der neueren Physik hat mich schon immer beschäftigt. Es ist doch eigentlich unlogisch: Der Stromkreis wird unterbrochen, also geht die Stromstärke auf Null zurück. Warum also fliegt die Sicherung raus?

Noch eine Beobachtung. Manchmal entsteht im Moment des Durchbrennens ein heller Lichtblitz. Ein paar mal hätte ich schwören können, dass ein Funke durch das Glas nach außen geflogen ist. Aber das muss wohl eine optische Täuschung gewesen sein, denn ein Loch im Glas war nie zu finden.

Eine mögliche Erklärung: Wenn der Glühfaden bricht, entsteht an der Bruchstelle ein Lichtbogen oder eine Gasentladung. Die Entladung breiten sich bis zur anderen Seite aus und verursacht einen Kurzschluss. Die Lampenindustrie weiß anscheinend auch davon, denn in den 230-V-Glühlampen findet man eine Art Sicherung aus dünnem Draht. In älteren Lampen gab es ein dünnes Röhrchen mit einem eingeschmolzenen Draht. Das ganze konnte man ausbauen und als Sicherung verwenden. In neueren Lampen haben die Verbindungsdrähte zum Sockel einfach eine dünne Stelle. Wenn man genau hinsieht, erkennt man oft, dass sie bei einer defekten Lampe völlig durchgebrannt sind. Am Glas sieht man dunkle Flecken (1 und 2 im Bild).



Vorher ...



und nachher.

Falls jemand diese Seite sieht und mehr darüber weiß, was im Moment des Durchbrennens passiert, dann würde ich mich über eine Nachricht freuen.

---

Als Antwort auf diese Frage schickte mir Hans-Jürgen Regl folgende Informationen:

Tatsächlich kann beim Durchbrennen ein Lichtbogen entstehen und tut's auch recht oft! Ursache hierfür ist der gewendelte Glühdraht, der als Induktivität wirkt: Der Strom reißt beim Durchbrennen plötzlich ab und die brave Spule versucht das zu verhindern -> ein hoher Spannungsstoß tritt auf, der mit Leichtigkeit die entstandene Lücke überbrückt. Dieser Lichtbogen wandert in kürzester Zeit zu den dickeren Stromzuführungs- und Haltedrähten und bringt im Allgemeinen die Haussicherung zum Ansprechen.

---

Und noch eine Information von Elmar Schmitz:

... Der Kurzschluß beim Durchbrennen der Glühbirne hatte mir keine Ruhe gelassen. Dabei habe ich festgestellt, daß der Kurzschluß besonders gerne auftritt, wenn die Glühbirne nach unten zeigt. Besonders häufig tritt er auf, wenn die Birne im 45°-Winkel nach unten zeigt.

Die Sache mit dem Lichtbogen kann ich bestätigen, da wir im Fotolabor mal umfangreiche Experimente gemacht haben. Mit einer Hochgeschwindigkeitskamera haben wir das Durchbrennen einer Glühbirne aufgezeichnet. Dazu haben wir eine Glühbirne beschädigt und mit normaler Luft gefüllt. Auf dem Film kann man sehen, wie der Faden aufglüht, in Flammen aufgeht und durchbrennt. Der durchgebrannt Faden war einige ms mit einem Lichtbogen verbunden...

---

Und noch ein Nachtrag:

### **Glühlampen mit Vakuum**

Erstens musste ich mir von einem Chemielehrer sagen lassen: Solche Experimente macht man nicht ohne Schutzbrille!!!





Und zweites habe ich im Internet auf der Seite eines Lampenherstellers gelesen, dass kleine 15-Watt-Lampen nicht mit Schutzgas gefüllt werden, sondern luftleer gepumpt werden. Da gerade solch eine Lampe durchgebrannt war, wurde der erste Versuch wiederholt. Und tatsächlich: Diesmal platzte die Lampe mit einem lauten Knall und einem schönen Trichter nach innen. Das Vakuum in der Lampe hat einen Vorteil: Es kann keinen Lichtbogen geben, also auch keinen Kurzschluss beim Durchbrennen. Aber es gibt auch einen Nachteil: Das Wolfram des Glühfadens kann leichter verdampfen und schlägt sich als dunkler Film im Glaskolben nieder. Bei Niedervolt-Glühlampen kann es sogar zu einer inneren Verspiegelung kommen. Die meisten enthalten wohl auch ein Vakuum. Übrigens, so einen Versuch kann man auch mit [Radioröhren](#) machen. Aber Dietrich Drahtlos ist dagegen, denn alte Röhren soll ja bekanntlich niemand zerstören.

---

### Nachtrag: Unterdruck

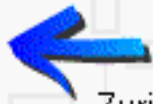
Rolf Suessbrich schrieb: Wie das Leben so spielt, geht gestern hier eine normale Glühlampe kaputt, und ich musste natürlich auch mal Lampenforschung betreiben, und meinen kleinen Lötbrenner draufhalten: Und, siehe da, Versuch macht kluch (klug), die Welt sieht hier etwas anders aus. Der Versuch lief mit einer Philips-Classic-tone 230V/40W:

- 1) Die Lampe hat ein in der Masse getrübbtes Glas, also echtes Milchglas. Dieses wird NICHT durchsichtig durch Erwärmen. Das, was Sie beobachtet haben, geht wohl nur bei der von innen gefrosteten Lampen, die aus Klarglas bestehen, und die innen aufgeraut sind (chemisch oder vielleicht mit Sandstrahlen oder sowas).
- 2) Natürlich bin ich bei dem Versuch, die Trübung 'wegzuschmelzen', vorsichtig rangegangen, und stellte dann fest, dass das Glas weich wurde und die Beule nach innen ging! Also kein Gas in der Lampe, zumindest nicht unter Überdruck. Auch an einer zweiten Stelle dasselbe Verhalten.



3) Beim 3. Versuch hatte ich plötzlich auch die Beule nach außen! Was war geschehen? Ich hatte noch etwas kräftiger auf eine Stelle gehalten! Und dann war sicher erstmalig das Glas so warm geworden, dass es ein winziges Loch gab. Der in der Lampe befindliche Unterdruck wurde sofort durch einströmende Luft und Brennerabgase ausgeglichen, und dann hat die Flamme und das angewärmte Glas die Luft erwärmt und Überdruck erzeugt, der das weiche Glas nach außen drückte. Das sieht nun aus wie der Vulkan vom kleinen Prinzen. Mit diesem Versuch belegt man also, wie schnell sich Gas durch Erwärmung ausdehnen kann.





Zurück

## Meine dickste Röhre

Beim letzten Amateurfunk-Flohmarkt in Dortmund hab ich sie mir gekauft, die dicke Röhre. Einfach so. Weil ich es nicht lassen konnte. Hat übrigens nur zehn Mark gekostet, völlig neu und ungebraucht. Der Sockel wäre zehn mal so teuer gewesen. Also hab ich die gute GU81 ohne Sockel mitgenommen.



Solche Röhren wurden in Schiffsendern verwendet. Ich vermute, sie gingen einfach nie kaputt. Wenn dann das Schiff Schrott war, waren die Ersatzröhren noch alle da. Das drückt den Preis. Nur die Sockel sind halt selten.

Die GU81 ist wirklich eine dicke Röhre! Ein freundlicher Mann aus Polen hatte sogar ein Datenblatt für mich. Anodenspannung 2000 V, sehr bedenklich. Gittervorspannung -160 V, woher nehmen! Und das alles für eine Steilheit von nur ca. 5 mA/V, die EL84 hatte mehr. Heizstrom 10,5 A, welche Verschwendung! Aber 130 W Heizleistung kratzen den Schiffsdiesel ja wenig. Die Röhre ist übrigens direkt-geheizt, also der Heizfaden ist zugleich die Kathode. Das ist wohl bei großen Senderöhren üblich. Leuchtet auch sehr schön.

PENTODA			GU 81	
Wzmocniacz i generator w. cz.			Lamina	
Wartości charakterystyczne			Pojemności	
$U_d$	$12,6 \pm 7\%$	V	$C_{in}$	$25 \div 32$ pF
$I_a$	$\leq 10,5$	A	$C_{out}$	$21 \div 26$ pF
$U_g$	2000	V	$C_{in}$	$\leq 0,1$ pF
$I_g$	200	mA	<b>Dane mechaniczne</b> Wykonanie: szklane, katoda wolframowa, torowa, ne, nawęglona, Chłodzenie: naturalne lub wymuszone $T_{kmax} = 350^\circ\text{C}$ Ustawienie: pionowe, cokol na dole. Ciężar: netto 1 kg	
$U_{in}$	-140	V		
$U_{in}$	600	V		
$U_{in}$	0	V		
$S_a$	$4,5 \div 6,5$	mA/V		
D	$27 \div 36$	%		

Die Röhre hat übrigens zwei Anschlüsse oben für Anode und Schirmgitter. Unten am Sockel sind alle andern Anschlüsse zu finden. Allerdings kannte ich so einen Sockel vorher noch nicht.



Wie soll man sowas nur anschließen! Aber man hat ja immer irgendwelchen Schrott und eine Feile. Aus sehr großen Lüsterklemmen konnten die nötigen Kontakte hergestellt werden.

**Der passende Kniff  
umgeht jedes Riff.**  
(Dietrich Drahtlos)





Das sind übrigens die Anschlüsse für die Heizung. Ich musste lange suchen, um irgendwo den passenden Heiztrafo aufzutreiben. Es ist ein Halogentrafo mit 12 V, 150 W.

Und was macht man jetzt damit?

Eine wunderschöne Lampe!

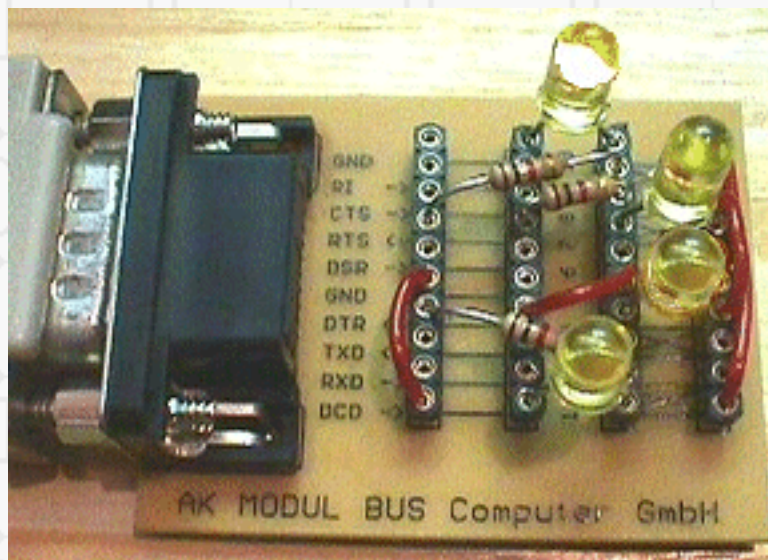


Das Datenblatt der GU81: <http://www.tubes.ru/techinfo/AmateurRadio/gu-81m.html>

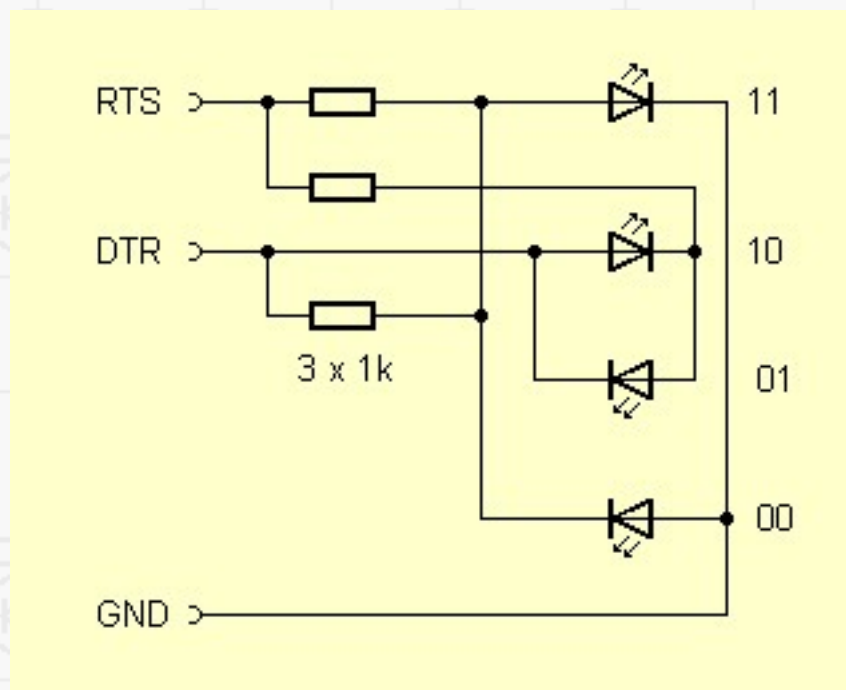


# Widerstandslogik

Mancher kennt schon Dioden-Logik, Transistor-Logik, TTL und CMOS-Logik. Aber Widerstands-Logik, wie soll das wohl gehen. Hier kommt ein Beispiel: Ein vollständiger 4-aus-2-Dekoder mit nur drei Widerständen. Hat da jemand gesagt, das geht nicht? Geht doch!



Der Dekoder hängt an der seriellen Schnittstelle und dekodiert die Signale der beiden Leitungen DTR und RTS. Den vier möglichen Zuständen sind vier LEDs zugeordnet. Es leuchtet immer nur eine. Hier ist die Schaltung:



Zum Ausprobieren braucht man etwas [Software](#), z.B. das Programm IOtest. Wie die Schaltung genau funktioniert, möchte ich nicht verraten. Jeder soll es selbst herausfinden.

**Die steilste Wand  
erklimmt der Verstand.**  
(Dietrich Drahtlos)

Nur zwei Tipps möchte ich geben: Die Ausgangssignale der Leitungen DTR und RTS sind bipolar mit ca. -10 V und +10 V. Und außerdem handelt es sich genaugenommen um eine Art Widerstands-Dioden-Logik, denn es klappt nur, weil die LEDs Dioden sind.





Zurück

## Die Telefon-Licht-Automatik

Manchmal hat man ja mehr als ein Telefon im Haus. Bei mir steht eins im Bastelkeller. Na und, einfach parallelschalten, sagte mir jemand. Hab ich auch gemacht. Aber es gibt da ein Problem.



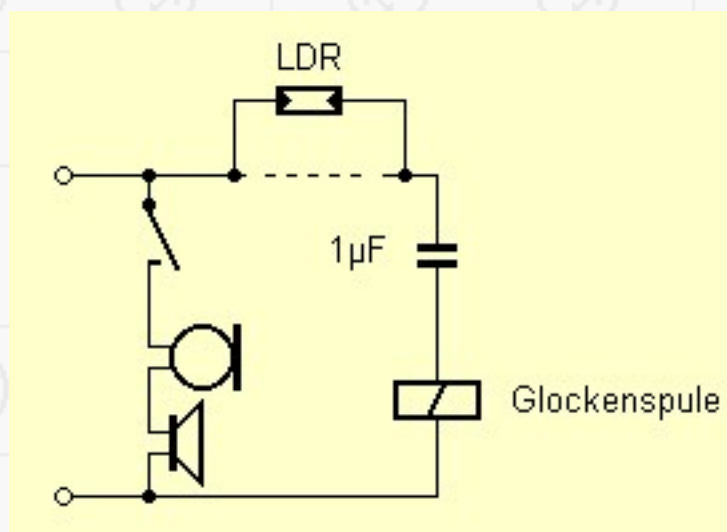
**Das zentrale Problem  
wird leicht übersehn.**  
(Dietrich Drahtlos)

Stell dir vor, der Nachbar holt sich eine Flasche Wein aus seinem Keller. Plötzlich klingelt in meinem dunklen Bastelkeller das Telefon. Er erschrickt, lässt die Flasche fallen, der Wein läuft unter der Tür durch und versaut mir meine besten Edelschrottplatten.

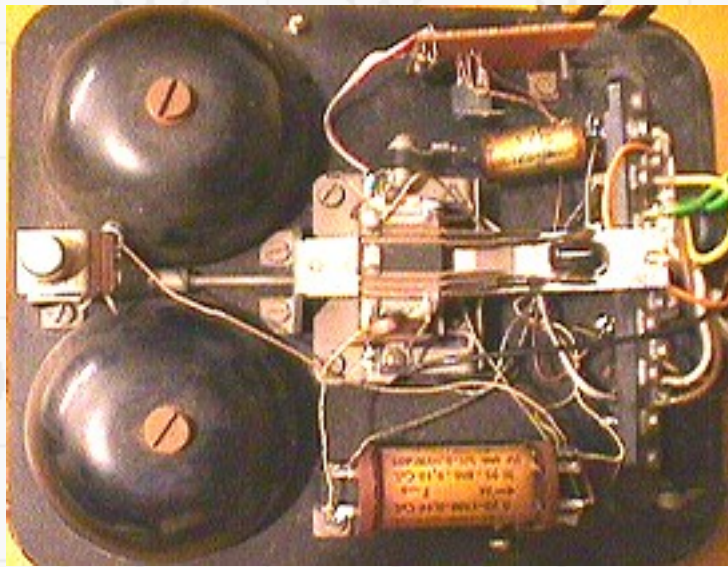
Ein Schalter muss her! Wenn man nicht da ist, wird das Telefon abgeschaltet. Das klappt aber auch nicht, weil man es vergisst. Also muss sich das Telefon automatisch einschalten, wenn jemand da ist. Aber woher soll es das wissen? Die einfachste Bedingung ist: Immer wenn das Licht an ist, soll auch das Telefon angeschaltet sein. Oder noch besser: Das Telefon darf zwar im Dunkeln funktionieren, aber nicht die Klingel. Das hört sich sehr kompliziert an, ist aber ganz einfach zu lösen: Mit einem Fotowiderstand.



Der Fotowiderstand ist in Reihe mit der Klingelspule angeschlossen und lässt den Strom nur bei Helligkeit hindurch. Üblich ist übrigens eine relativ hohe Wechselspannung von ca. 100 V bei einer Frequenz von 25 Hz. Das stammt noch aus den Zeiten des Kurbelinduktors, gilt aber noch heute für jedes analoge Telefon. Der Fotowiderstand schaut einfach an einem kurzen Kabel hinten raus. Es klappt auch ohne direkte Bestrahlung, indirektes Licht reicht. Der Unterschied von 100 Ohm (hell) und 1 Megohm (dunkel) ist bei einem LDR so groß, dass es praktisch so gut funktioniert wie mit einem Schalter.

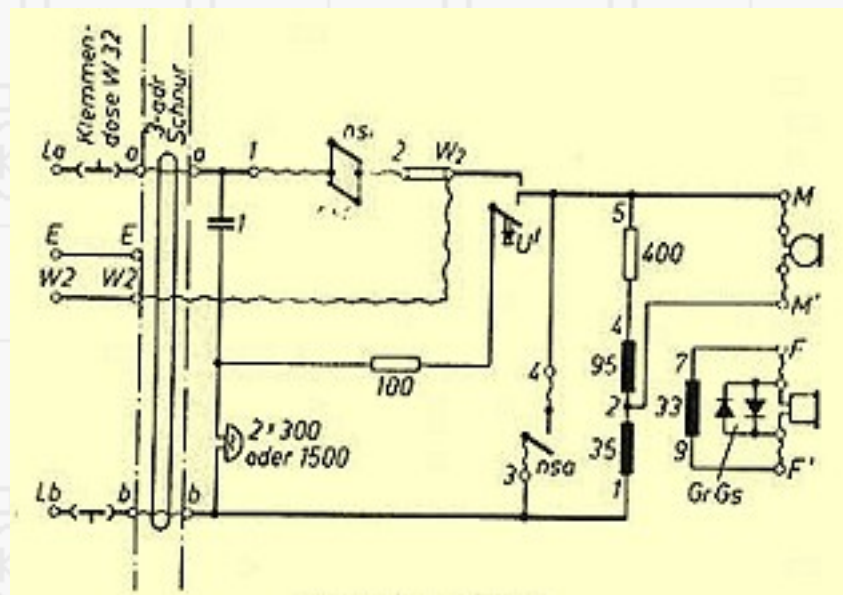


Die Zeichnung zeigt den vereinfachten Schaltplan des Telefons. Es gibt praktisch zwei Stromkreise, einen für Gleichstrom, der erst geschlossen wird, wenn man den Hörer abnimmt, und einen für den Wechselstrom der Klingel. Ein Kondensator leitet den Klingelstrom. Diese Leitung wird durchtrennt und der LDR eingefügt.



Tut mir leid, das Telefon vom Typ W48 war schon vor dem Umbau innen nicht mehr ganz original. Es diente schon mal als Haustelefon mit Abhörverstärker. Außerdem hat es eine kleine Platine mit einem Computer-Interface zum automatischen Wählen. Und jetzt arbeitet es wieder wie vor 50 Jahren als ganz normales Telefon. Aber nur wenn ich im Bastelkeller bin.

Nachtrag: Der Schaltplan des W48

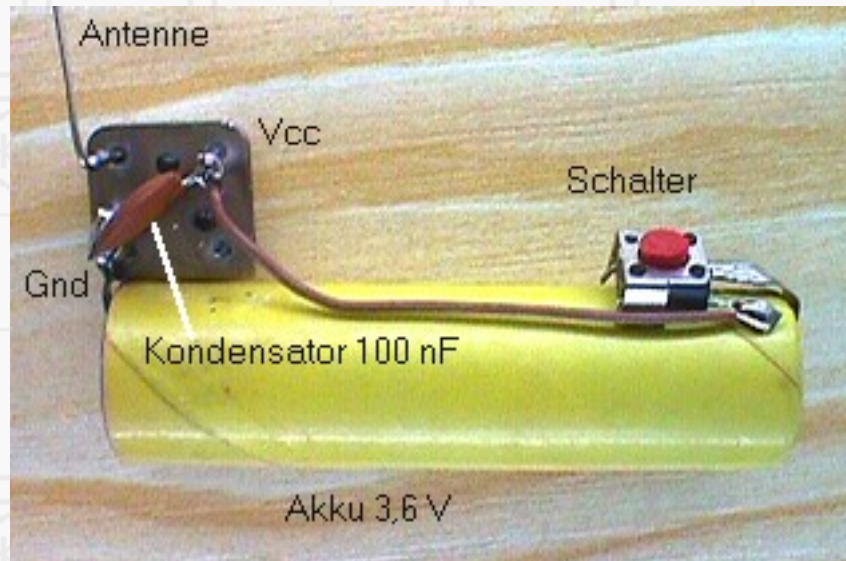




Zurück

# Der Mini-Prüfsender

Wenn schon Prüfsender, dann bitte quazgenau! Beim Schlachten eines defekten CD-Laufwerks fiel mir ein gekapselter CMOS-Quarzoszillator für 48 MHz in die Hände. Das Bauteil ist für 5 V Betriebsspannung ausgelegt, läuft aber auch noch bei 3,6 V. Ein Akku, Kondensator, Schalter, Antenne, fertig.



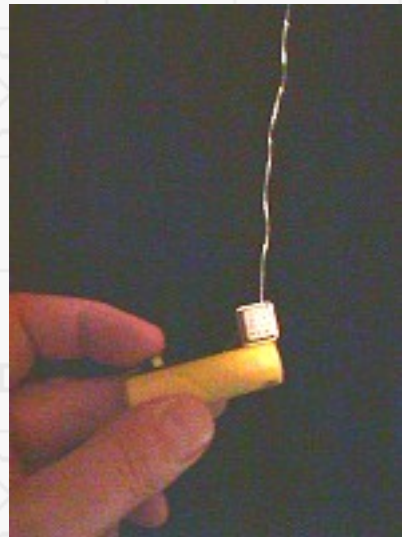
**Manch Prototyp steht,  
der nicht in Serie geht.**  
(Dietrich Drahtlos)

48 MHz ist eine schöne Frequenz. Zwar hat man dafür meist keinen Empfänger. Aber das Rechtecksignal am Ausgang hat viele Oberwellen. Bei 96 MHz liegt man im UKW-Bereich und kann überprüfen ob die Frequenzskala des Radios stimmt. Die dritte Oberwelle fällt genau auf 144 MHz, das ist der Anfang des 2-Meter-Amateurfunkbands. Also wenn man mal einen Empfänger basteln will, findet man auch die Frequenz. Und die neunte Oberwelle bei 432 MHz liegt im 70-cm-Band.

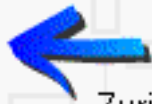




Ein kleiner Test ergab, dass ein UKW-Radio das Signal bei 96 MHz etwa 10 Meter weit empfangen kann. Aber man muss immer bedenken, dass die Oberwellen auch andere Bereiche stören können, wie eben z.B. den Amateurfunk. Also ein schneller Test mit einer ganz kurzen Antenne ist ok.



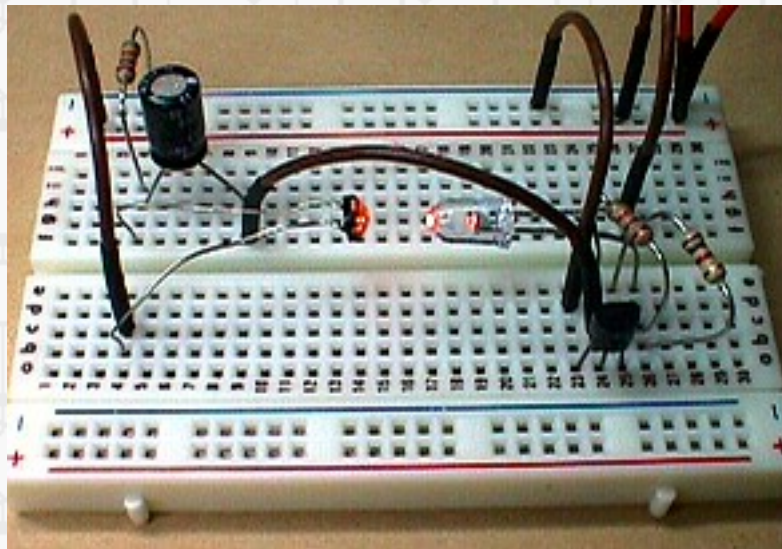
Aber dass mir keiner auf die Idee kommt, damit illegal herumzumorsen!  
Solche dunklen Machenschaften werden meist schnell entdeckt und gnadenlos bestraft.



Zurück

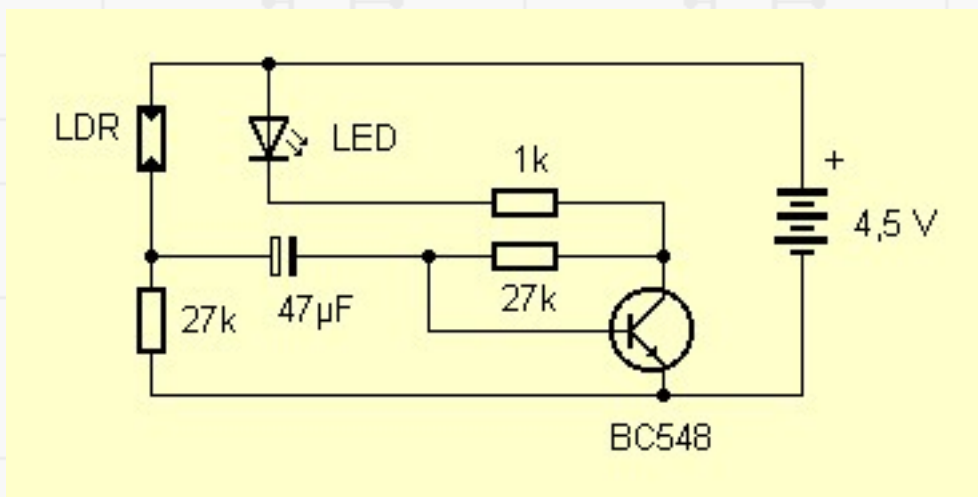
# Der LED/LDR-Blinker

Kann man einen Blinker mit nur einem Transistor bauen? Man kann! Normalerweise braucht man zwei Transistoren, damit eine positive Rückkopplung möglich wird. Aber es geht auch mit einem Fotowiderstand (LDR), der von der LED beschienen wird. Die Rückkopplung erfolgt hier über Lichtstrahlen. Die Schaltung reagiert natürlich auch auf äußere Lichteinflüsse. Man sollte sorgfältig austesten, bei welchen Lichtverhältnissen es klappt. Bei vollem Sonnenlicht geht jedenfalls nichts mehr.

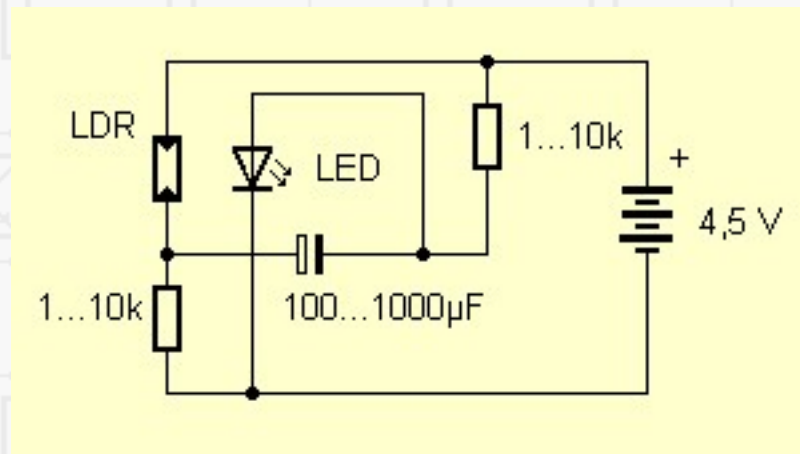


**Der Test im Labor  
kommt dem Einsatz zuvor.**  
(Dietrich Drahtlos)

Die Schaltung ist nicht schwer zu verstehen. Immer wenn Licht auf den LDR fällt, steigt der Strom. Der Kondensator lädt sich auf und vergrößert den Basisstrom. Damit schaltet der Transistor die LED ganz ein. Der stabile AN-Zustand kippt in den AUS-Zustand, sobald der Kondensator völlig geladen ist. Die LED ist dann aus, die Basisspannung wird negativ, und der Transistor sperrt. Erst wenn der Kondensator durch den Basiswiderstand vollständig umgeladen ist, kann die Schaltung erneut in den AN-Zustand kippen.



Mit einer superhellen LED und einem sehr niederohmigen LDR könnte es möglich sein, einen Blinker ganz ohne Transistor zu bauen. LED und LDR zusammen bringen dann die Verstärkung auf, die zum Erzeugen von Schwingungen erforderlich ist.



Ob die Schaltung funktioniert, hängt stark von den verwendeten Bauteilen ab. Wenn jemand es ohne Transistor schafft, würde ich mich über eine Nachricht freuen.

### Es funktioniert!

Bernhard Schriefer schrieb: Das funktioniert tatsächlich auch ohne Transistor, ich habe die Schaltung aufgebaut und die LED blinkt. Betriebsspannung ist 5V. Allerdings muss die Schreibtischlampe ausgeschaltet sein, alles also eher dunkel, sonst geht's nicht. Der Widerstand, der die LED speist, hat bei mir 4,7kOhm. Bei etwa 4,7kOhm ist die Verstärkung maximal. Der andere am LDR hat 2,2kOhm. Der C muss bei mir mindestens 47uF haben, drunter geht's nicht. Bei 1000uF ist das Blinken besonders hell. Die Verstärkung meiner LED/LDR Kombination nimmt schon bei einigen 10 Hz sehr stark ab. Verwendet habe ich eine klare helle grüne LED und einen LDR der hier noch rumlag. Ich hätte nicht gedacht dass man damit einen Oszillator aufbauen kann! Vielleicht kann man mit schnelleren Bauteilen noch viel höhere Frequenzen erreichen.

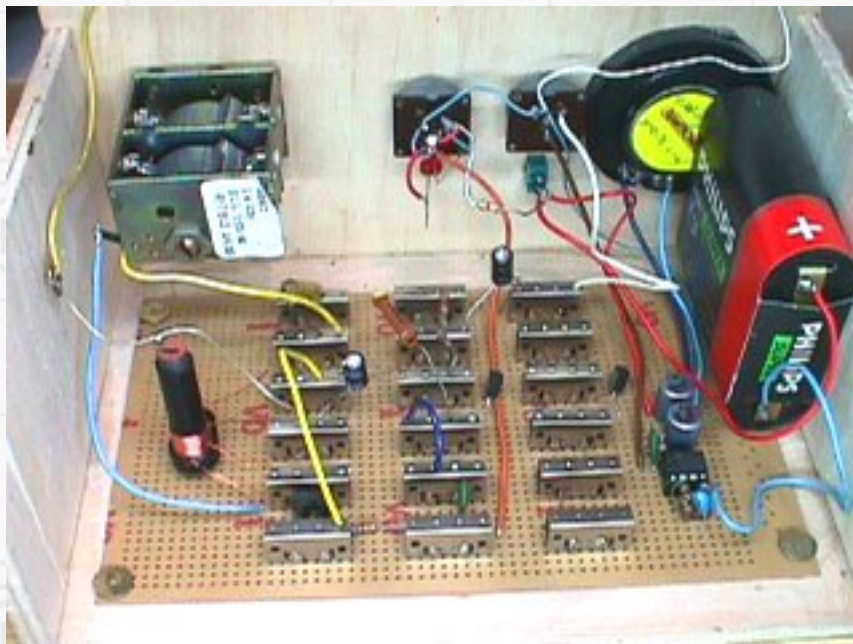


# Kurzwellen-Audion

Radios basteln ist für viele der Anfang auf den Weg in die Elektronik. Klar, am Anfang steht die Mittelwelle. Aber erst auf Kurzwelle geht richtig die Post ab! Ein kleiner Empfänger, wenige Meter Draht, und schon hört man Sender aus aller Welt.



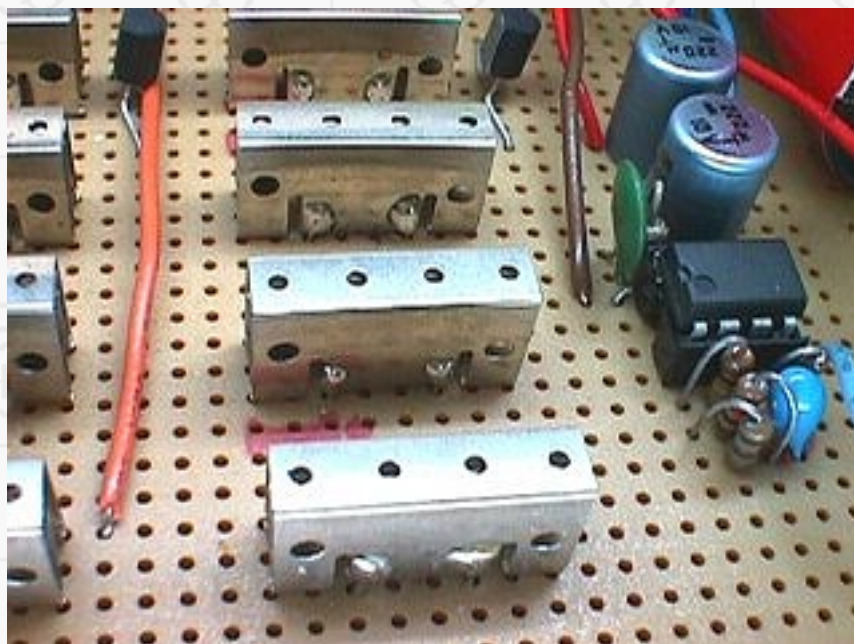
Die Anfänge des Fernempfangs sind eng mit dem Audion verbunden. Es wurde meist mit einer oder zwei Röhren aufgebaut. Außer dem Drehko zur Einstellung der Empfangsfrequenz hatte man den Rückkopplungsregler zur Entdämpfung des Schwingkreises. Wer damit geschickt umgehen konnte, holte auch noch das leiseste Signal aus dem Äther. In den Zeiten der Superhet-Empfänger wurde leicht vergessen, wie gut ein Audion sein konnte.



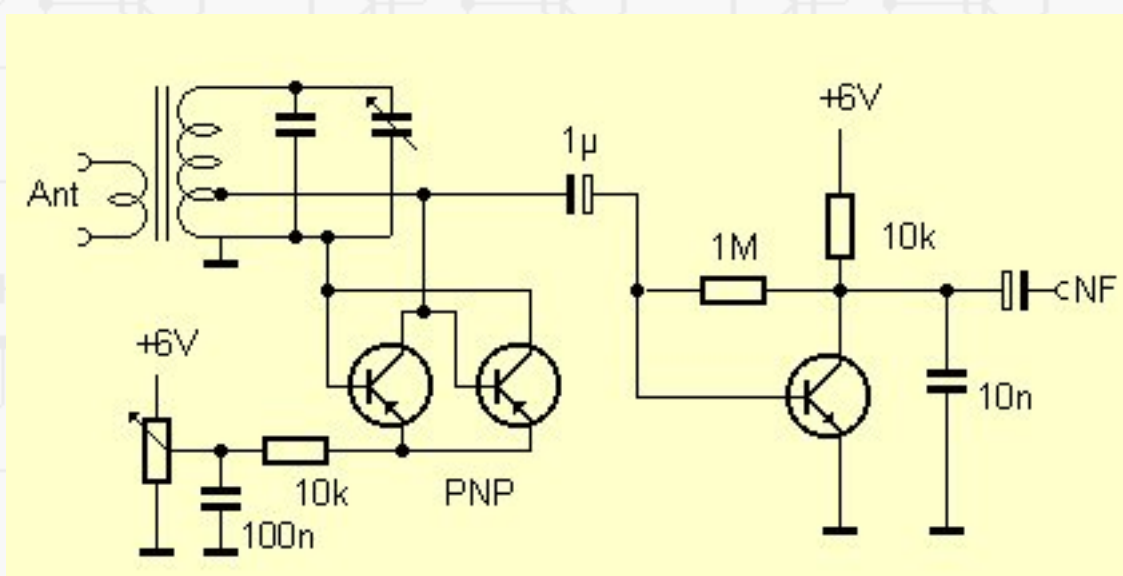
Mit den heutigen Bauteilen geht es aber noch viel besser! Mit einem Schwingkreis und wenigen Transistoren lässt sich ein guter Kurzwellenempfänger aufbauen. Das hier vorgestellte Audion wurde in einem einfachen Holzchassis untergebracht. Die Platine enthält die wichtigsten Bauteile und



Kontaktfedern, die aus einem KOSMOS-Elektronik-Baukasten genommen wurden. Die eigentliche Schaltung wird wie in einem Baukasten zusammen gesteckt.



Fest verdrahtet ist ein kleiner NF-Verstärker mit einem Doppel-OPV LM358. Man kommt damit auf einen Batteriestrom von nur 1 mA, so dass man mit gutem Gewissen einen Batterie fest einlöten kann. Die eigentliche Audionschaltung kann leicht verändert werden, um verschiedene Varianten auszuprobieren. Der fotografierte Aufbau verwendet einen NPN-Transistor in Audionschaltung und zwei PNP-Transistoren in einer separaten Entdämpfungsschaltung. Die Spannung am Rückkopplungspoti wird durch die Bereitschafts-LED stabilisiert. Die Spule hat mehrere Anzapfungen, so dass man die Kopplung der Antenne, des Audion-Eingangs und der Entdämpferschaltung verändern kann. Im Normalfall überstreicht das Gerät etwa 5 MHz bis 12 MHz. Ein einziger zusätzlicher Kondensator schaltet die Frequenz auf das 80-m-Amateurfunkband um, wo man sehr gut SSB- und CW-Sender empfangen kann.



Die Schaltung zeigt den Kern des Empfängers. Der NPN-Transistor sorgt für die Gleichrichtung und Verstärkung des Signals. Die beiden PNP-Transistoren in Differenzverstärkerschaltung arbeiten praktisch als Oszillator. Man kann daher den fehlenden Träger für SSB- und CW-Empfang zusetzen.

Für AM-Empfang stellt man den Strom jedoch so ein, dass gerade alle Verluste ausgeglichen werden und noch keine Schwingungen einsetzen. Bei optimaler Entdämpfung ergibt sich eine sehr gute Verstärkung und Trennschärfe. Auch die Großsignal- und Intermodulations-Probleme vieler anderer Empfänger kennt die Schaltung nicht, weil durch die Entdämpfung nur das Nutzsignal verstärkt wird. In der Praxis kann diese einfache Schaltung in Bezug auf Klang und Empfindlichkeit manchen Super-PLL-Weltempfänger der unteren Preisklasse in den Schatten stellen.

**Entwickle im Nu,  
gebrauche mit Ruh.**  
(Dipl. Ing. D. Drahtlos)

---

### **Nachtrag: Spulendaten**

Einige Elektronikbastler haben nach den genauen Daten der Spule gefragt. Ich habe einen Stiefelkörper mit 1 cm Durchmesser und Ferrit-Schraubkern verwendet. Aber der Kern ist fast ganz herausgedreht, also geht es auch ganz ohne. Der Wickelkörper darf auch aus Pappe, Holz oder Kunststoff sein. Aus dünnem, lackiertem Kupferdraht (ca. 0,3...0,7 mm) werden dann 20 Windungen aufgebracht. Alle 5 Windungen kommt eine Anzapfung. Dazu macht man eine verdrehte Drahtschleife, die dann abgeschnitten und verzinnt wird. Am Ende hat die Spule zwei Enden und drei Anzapfungen. Man kann dann ausprobieren, mit welcher Anzapfung es am besten geht. Die Antennenspule hat z.B. 5 Windungen und liegt neben der Schwingkreisspule, am besten am unteren Ende. Man kann sie aber auch weglassen und statt dessen eine der Anzapfungen verwenden. Die Spule passt in dieser Form mit einem üblichen Drehko (20 bis 300...500pF) für eine untere Frequenz von ca. 5 MHz, also zur Verwendung vom 49-m-Band bis ca. zum 31-m-Band und höher. Wenn man einen Spulenkörper mit Ferritkern hat, z.B. aus einem alten Radio, kann man durch Eindrehen des Schraubkerns die Frequenz verkleinern. Es ist sogar möglich, statt des Drehkos einen Festkondensator (ca. 100pF ...300 pF) zu nehmen und nur mit dem Schraubkern abzustimmen.

---

### **Nachtrag: Feinabstimmung**

Ralf Kuthe schicke folgende Verbesserungsvorschläge: "Ich habe die Schaltung ein wenig verändert, so habe ich für die Rückkopplung ein 10K 10-Gang Wendepoti mit einem 39k Festwiderstand in Reihe geschaltet, jetzt kann ich die Rückkopplung noch besser einstellen. Zum Drehko wurde ein ca 100pF Parallelkondensator zur Feinabstimmung geschaltet. Die Spule wurde auf einen rechteckigen Ferritkern gewickelt, Die Antenne an die 1. Anzapfung gelegt und die Rückkopplung an die 2. Als Transistoren habe ich einen BC 172C und 2 BC 560C verwendet. Abends bekomme ich das 31m, 41m und 49m Band, dazwischen kann ich auch noch mit einer Drahtantenne Amateurfunk auf 80m und 40m empfangen, ist allerdings nicht ganz einfach einzustellen. Ich bin jedenfalls über die Empfangsergebnisse sehr überrascht, weil so manches meiner Transistorradios nicht so empfindlich ist. Mir macht das Radio grossen Spass, vielen Dank." Hier ein Foto des verbesserten Empfängers:



# Poor Man's Experimentierbaukasten



Zurück

Viel Platz braucht man nicht für einen Experimentierbaukasten. Es reicht eine leere CD-Hülle, da passt alles wichtige rein. Die Grundplatte ist ein Stück Pappe mit passenden Schlitzten. Als Kontakte dienen Büroklammern.



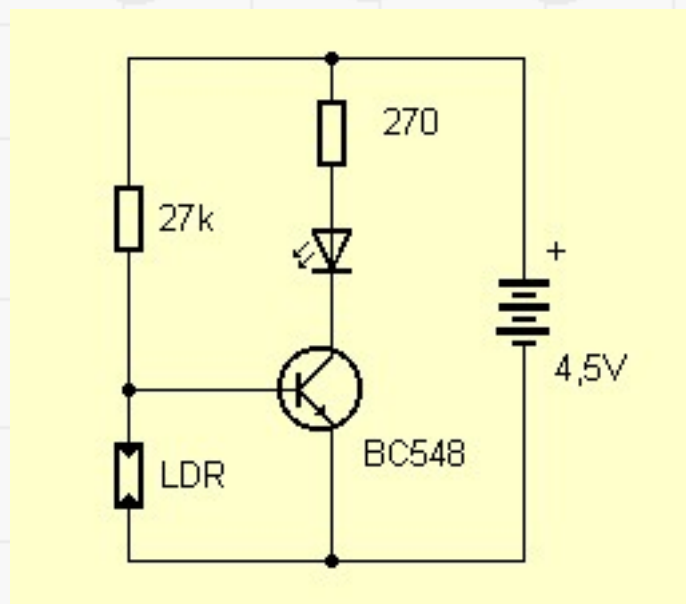
**Ein Griff ins Regal  
ist der Anfang schon mal.**  
(Dietrich Drahtlos)

Mit insgesamt 20 Verbindungspunkten hat man reichlich Platz für den Schaltungsaufbau. Im Bild sieht man eine einfache Lichtschranke, die mit acht Kontakten auskommt. Ich möchte allerdings nicht verschweigen, dass der Aufbau relativ knifflig ist. Man trainiert damit nicht nur seine elektronischen Fähigkeiten, sondern auch gleich Geschicklichkeit und Ausdauer. Wenn dann alles klappt: Schnell die Klappe zu, damit es auch so bleibt.





Die obere Kontaktreihe ist nun von außen zugänglich. Hier kann man die Betriebsspannung anlegen. Die flache Bauweise begünstigt das Aufhängen an der Wand. Aber auch die Aufbewahrung im CD-Ständer bietet sich an. So löst sich ein ernstes Problem des Elektronik-Hobbys: Normalerweise ist immer alles chaotisch und verstaubt. Nun aber ist jede Schaltung stapelbar und wischfest, eine Freude für alle Mütter und Ehefrauen.



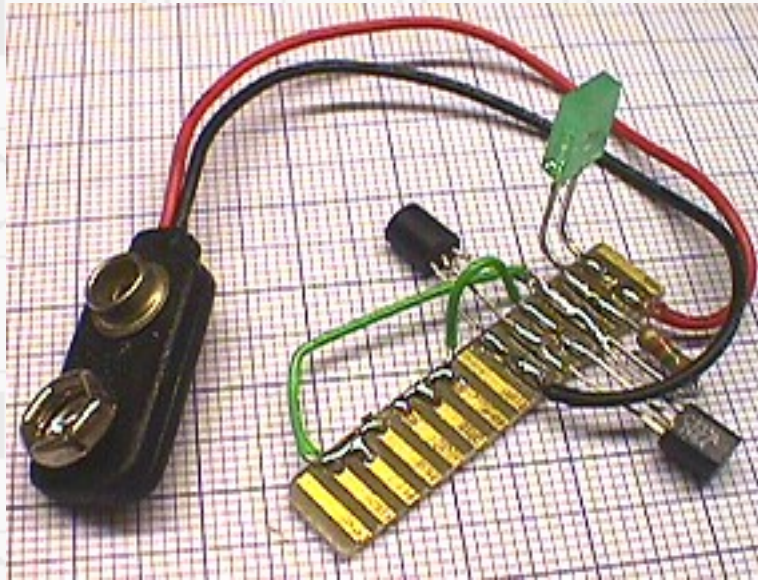
Dies ist das Schaltbild der Lichtschranke. Wenn es dunkel ist, ist der LDR hochohmig. Es fließt genügend Basisstrom, um den Transistor einzuschalten. Aber wenn es heller wird und der Widerstand des LDR unter etwa 4 Kiloohm absinkt, wird die Basis-Emitterspannung kleiner als 0,6 V. Dann wird der Basisstrom sehr klein, so dass auch der Kollektorstrom abnimmt, und die LED dunkel wird. Bei ausreichender Helligkeit fließt praktisch überhaupt kein Kollektorstrom mehr. Im Hellen braucht die Schaltung daher auch nur wenig Strom, nämlich nur noch den Steuerstrom von ca. 160 Mikroampere.

# Luci lernt löten - Der Berührungssensor



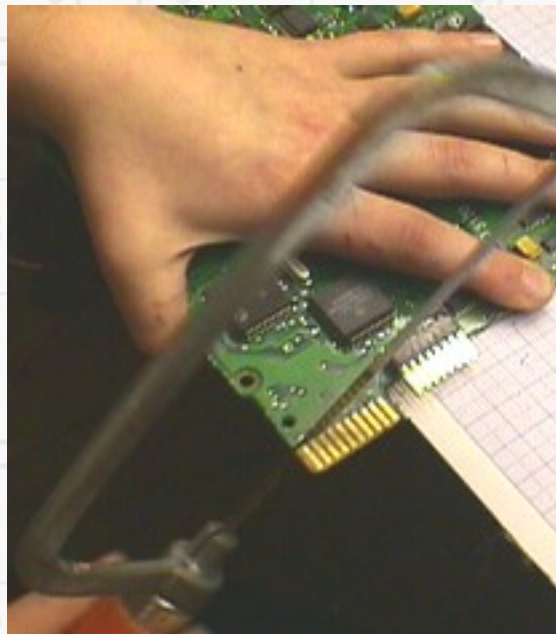
Zurück

Löten will gelernt sein. Wer mit acht Jahren schon anfängt, hat es später nicht schwer. Zum Üben braucht man ein kleines Projekt, z.B. einen Berührungssensor: Wenn man die Kontakte mit dem Finger berührt, geht eine Lampe an.

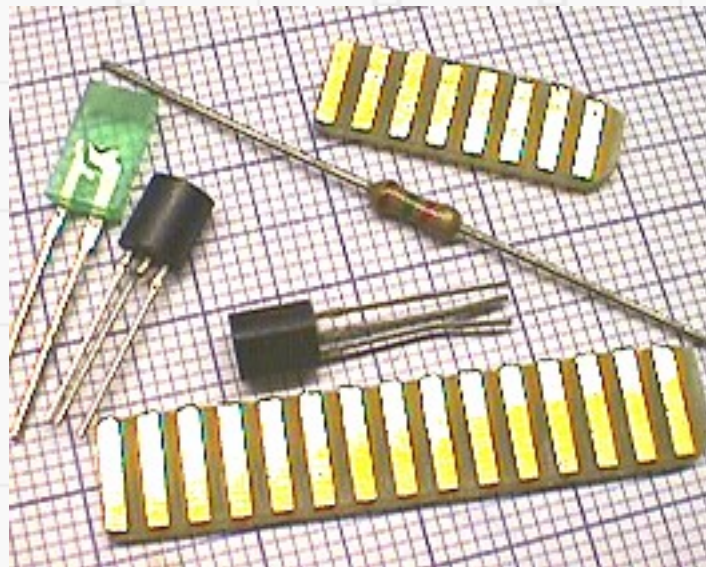


**Manch großes Ziel  
erfordert nicht viel.**  
(Dietrich Drahtlos)

Eine Schaltung auf einer fertigen Platine aufbauen kann jeder. Etwas schwieriger ist es, mit Schrott auszukommen. Hier muss ein altes Diskettenlaufwerk dran glauben. Zuerst sägt Luci sich einen Kontaktstreifen von der Platine ab. Die vergoldeten Flächen lassen sich gut löten.

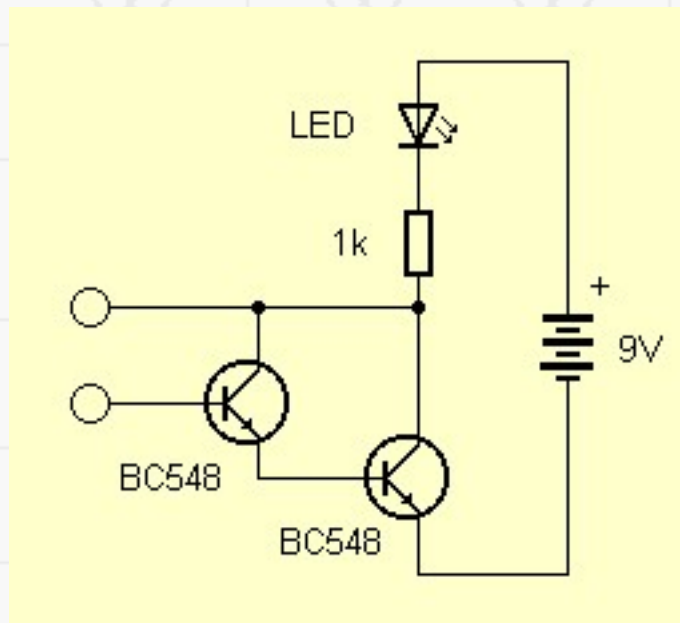


Ein paar andere Bauteile wie Transistoren und LEDs sind immer da.

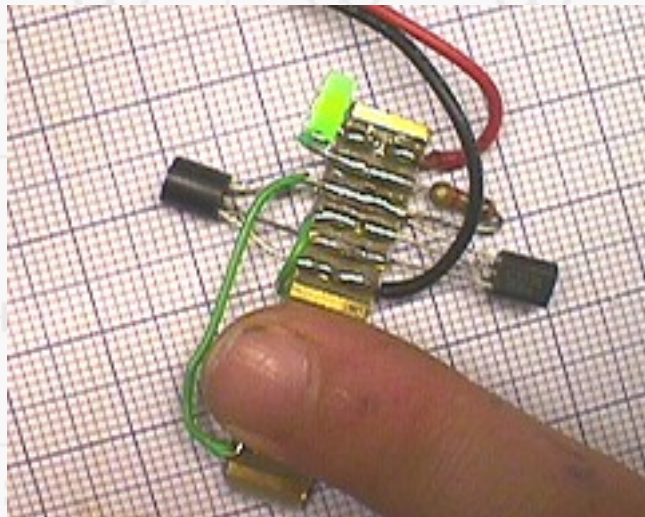


Und dann wird alles sorgfältig zusammen gelötet. Hier ist der Schaltplan: Zwei Transistoren werden in Darlington-Schaltung betrieben. Jeder Transistor hat eine Stromverstärkung von etwa 500-fach. Zusammen bringen sie es auf  $500 \times 500 = 250000$ . Wenn die LED etwa 5 mA braucht, um hell zu leuchten, muss über den Sensorkontakt, also durch den Finger, nur ein Strom von  $0,02 \mu\text{A}$  fließen. Es funktioniert deshalb auch bei ganz trockenen Fingern.





Und zum Schluß wird es ausprobiert. Na klar, es funktioniert! Wenn man mit dem Finger die Kontaktflächen berührt, geht die LED an.

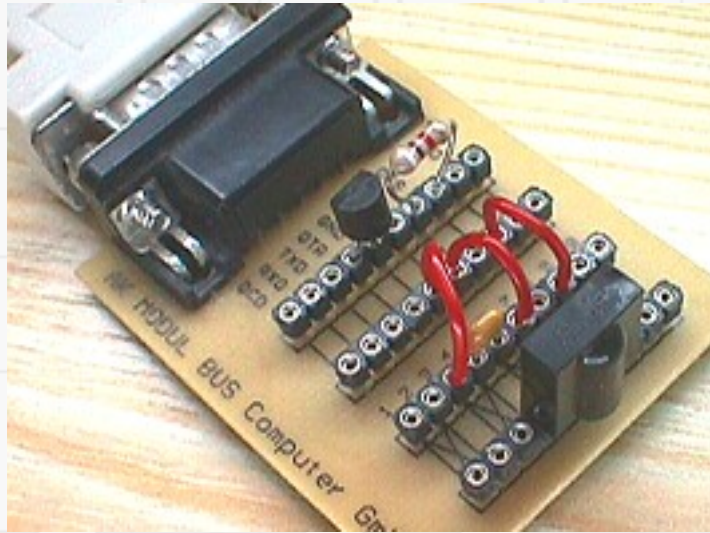




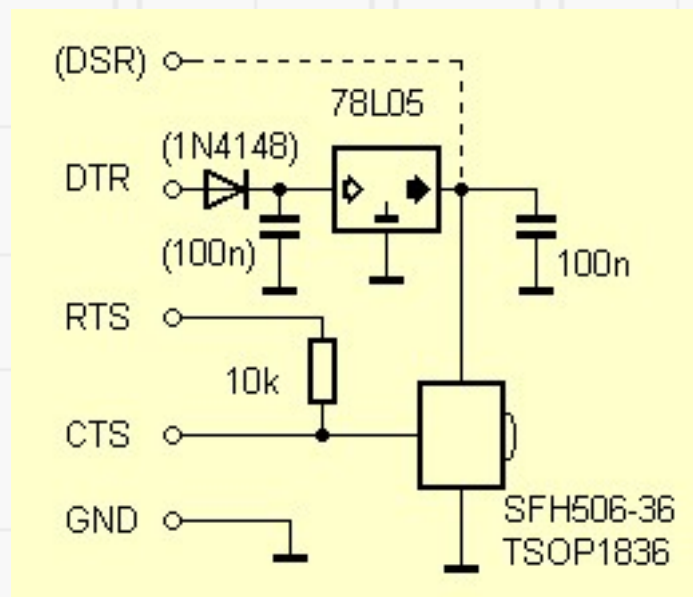
# Infrarot-Fernbedienungsempfänger



In einem alten, kaputten Satelliten-Receiver fand ich ein Empfänger-IC für die Infrarot-Signale der Fernbedienung. Klar, so etwas kann man auch kaufen, aber mit Schrott basteln ist schöner. Mancher denkt vielleicht, das ist sehr schwierig. Ist es aber nicht!



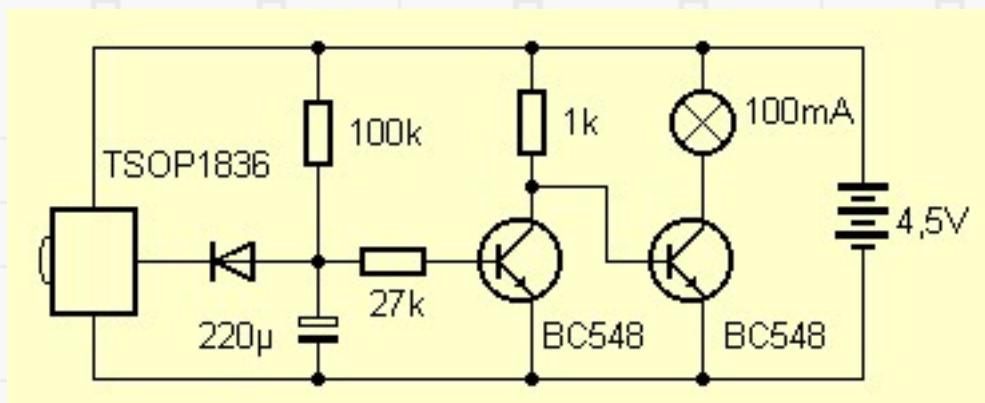
Diese Schaltung liefert die Signale einer Fernbedienung direkt an den PC. Mit einem kleinen [Programm](#) kann man erkennen, welche Taste gerade gedrückt wird. Die Stromversorgung kommt auch vom PC. Alles ist an der seriellen Schnittstelle angeschlossen. Die Teile in Klammern sind nicht so ganz wichtig und wurden im Versuch weggelassen.



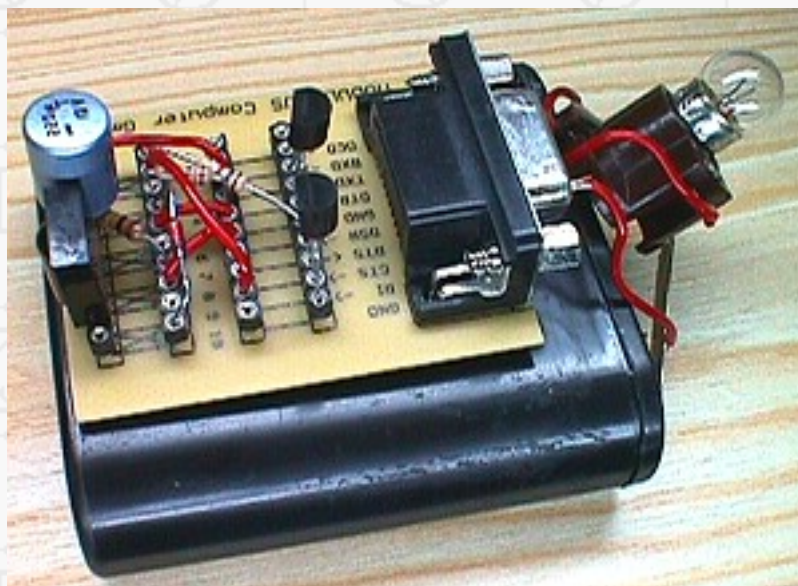
Egal ob ausgebaut oder gekauft, die Anschlussbelegung sollte man wissen:



Mancher wird sich nun fragen: Geht das nicht auch ohne einen Computer? Klar geht das! Allerdings reagiert eine einfache Schaltung nicht auf eine bestimmte Taste, sondern auch jede. Der Infrarotempfänger entlädt den Kondensator. Dann sperrt der erste Transistor, und der zweite leitet. Die Lampe bleibt noch einige Zeit an und geht dann von allein wieder aus.



Ob das wohl auf die selbe Platine passt? Es war nicht ganz einfach, aber es passt. Die Experimentierplatine ist nun ein komplettes Schaltmodul, das über die Steckbuchse mit der Batterie und der Lampe verbunden wird.



Es soll ja Leute geben, die ohnehin immer mit der Fernbedienung in der Hand einschlafen. Da kann es ganz praktisch sein, damit auch das Licht einzuschalten. Wenn alles gut funktioniert, kann man

überlegen, die Schaltung für eine größere Lampe zu entwickeln.

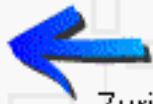
**Macht der Vorversuch Mut,  
wird die Entwicklung gut.**  
(Dietrich Drahtlos)

### **Nachtrag: IR-Fernbedienungs-Tester ohne Batterie**

Von Richard Kotte kam der folgende Vorschlag, den ich gleich ausprobiert habe: "Man schaltet einfach eine Infrarot-LED mit einem hochohmigen Kristallohrhörer zusammen. Hält man jetzt eine funktionierende Fernbedienung vor die LED, wirkt diese LED als Solarzelle(!) und aus dem Ohrhörer brummt es rhythmisch." Eine Infrarot-Sendediode lag gerade herum, die hatte ich kürzlich aus einer kaputten Fernbedienung ausgebaut. Und in der Tat, man kann damit sogar verschiedene Typen von Fernbedienungen am Klang unterscheiden. Die Reichweite beträgt ca. 10 cm. Ein ideales Testgerät.



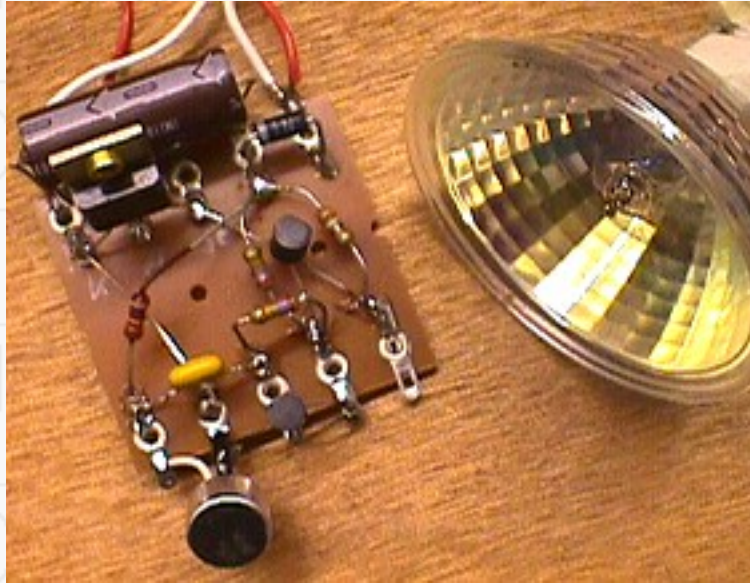




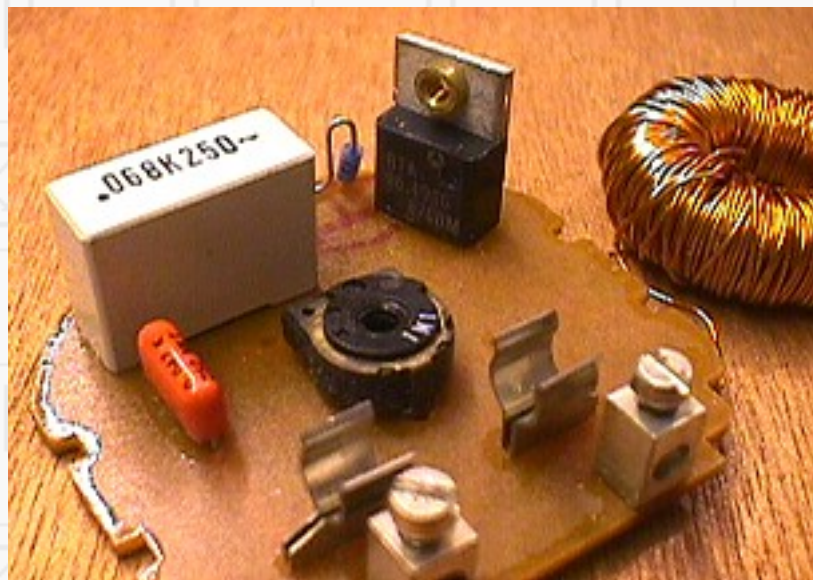
Zurück

# Die Halogen-Lichtorgel

Malte wollte gern eine Lichtorgel bauen und fragte nach einer Schaltung. Aber normalerweise arbeiten die mit 230 Volt, sind also gefährlich. Deshalb wurde hier eine Lichtorgelschaltung für eine Halogenlampe mit 12 V entwickelt. Fabian hat beim Löten und Probieren geholfen. Was man dazu braucht: Einen TRIAC, ein Kondensatormikrofon und ein paar andere Bauteile.



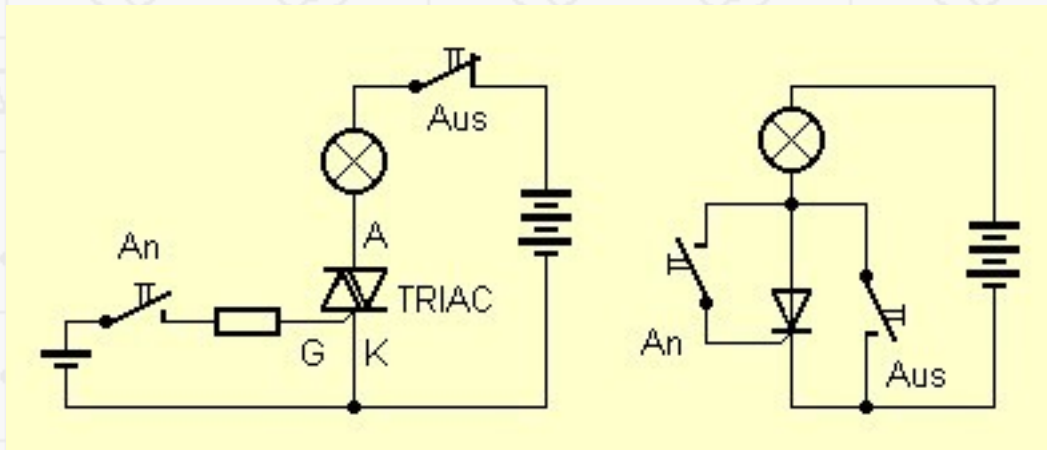
Woher nimmt man einen TRIAC, wenn man ihn nicht kaufen will? Am besten kann man ihn aus einem alten Dimmer ausbauen. Zum Glück lag noch einer rum.



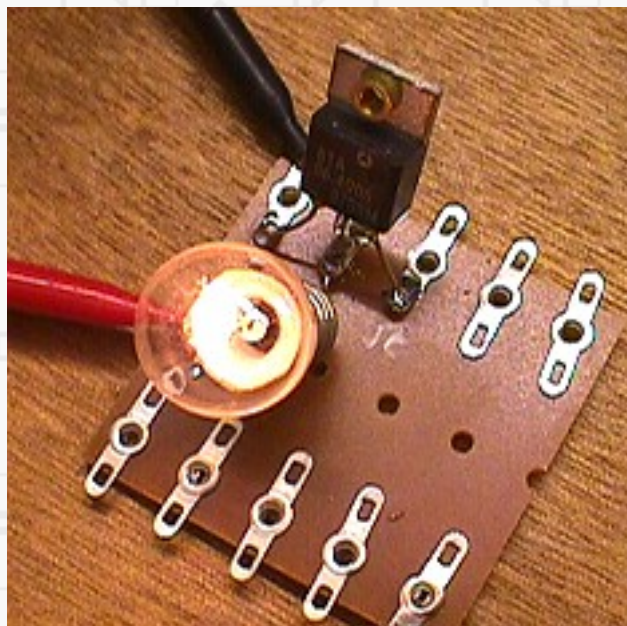
Das ausgebaute Teil sollte man erst einmal auf seine Funktion prüfen. Ein TRIAC arbeitet wie ein Thyristor, nur für beide Stromrichtungen, also auch für Wechselstrom. Zwischen Kathode K und Anode A fließt zuerst kein Strom. Aber mit einem kleinen Strom durch das Gate G kann man den Thyristor "zünden", so dass er einschaltet. Nun ist die Lampe an und bleibt auch ohne Gate-Strom an,



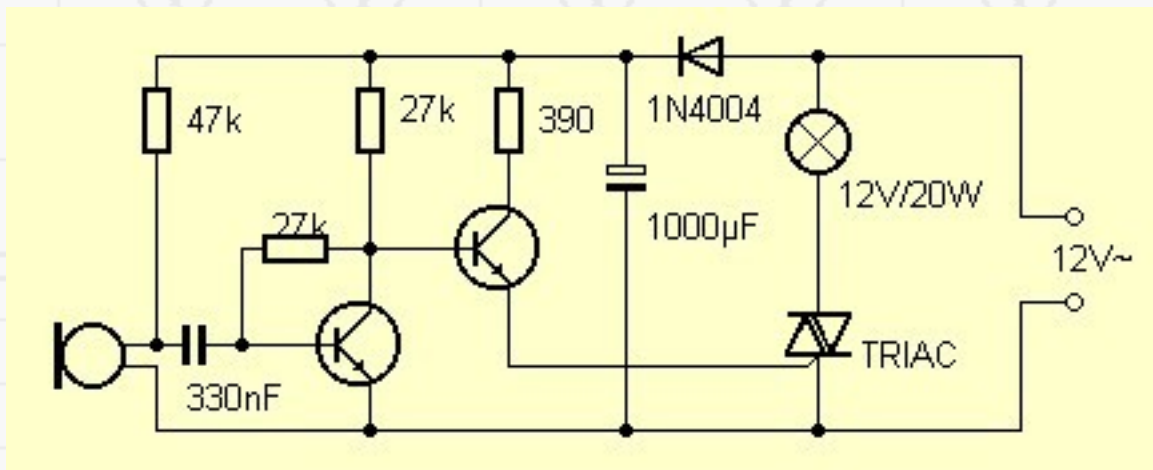
bis der Anodenstrom einmal kurz unterbrochen wird. Der Thyristor und der TRIAC sind also Schalter, die sich ihren Zustand merken können.



Der Versuch wurde mit einer Lampe 6V/0,4 A gemacht. Mit einem Kabel kann der TRIAC gezündet und gelöscht werden. Also alles OK, das Bauteil ist noch in Ordnung. Bei Wechselstrom ist es ganz anders: Der TRIAC löscht 100 mal in der Sekunde von ganz allein. In einem Dimmer oder in einer Lichtorgel schaltet der TRIAC ganz schnell ein und aus, so schnell, dass es manchmal wie "halb an" aussieht.



Nun wurde noch ein passendes Mikrofon gesucht. Ein brauchbares Elektret-Kondensatormikrofon fand sich in einem alten Kassettenrecorder. So ein Mikrofon braucht eine Betriebsspannung, weil es auch schon einen Verstärker enthält. Und dann wurde noch ein Transistorverstärker gebaut, der die Mikrofonsignale verstärkt und auf das Gate des TRIACs leiten sollte. Mit etwas Probieren wurde die richtige Schaltung gefunden. Sie hat ein kleines Netzteil aus einem Gleichrichter und einem Sieb-Elko. Damit stellt man aus der Wechselfspannung von 12 V eine Gleichspannung für den Verstärker her. Hier ist die komplette Schaltung:



**Wenn das Muster gleich funktioniert,  
wird die Serie meist kompliziert.**  
(Dietrich Drahtlos)

Mit den Widerständen musste zuerst etwas herumprobiert werden. Es kann sein, dass der Basiswiderstand des ersten Transistors beim Nachbau verändert werden muss. Die Schaltung funktioniert aber jetzt wie sie soll. Man muss das Mikrofon nahe an den Lautsprecher der Musikanlage bringen. Und dann geht die Fete los...



### Nachtrag: **TRIAC-TYP**

Christoph wollte die Schaltung mit gekauften Bauteilen nachbauen und fragte: Was für einen TRIAC muss man da nehmen? Wichtig ist, dass es ein TRIAC ohne eingebauten DIAC ist. Außerdem ist es günstig, wenn der Gatestrom möglichst klein ist. Die Typen TIC206, TIC216 oder TIC225 sind gut geeignet, weil sie bei 10 mA zünden. Der TIC225 schafft am meisten Strom.

Für TRIACs gilt meist folgende Anschlussfolge: Wenn man von vorn auf die beschriftete Seite sieht, ist links der Masseanschluss (K oder auch A1), in der Mitte die Anode (A oder auch A2) für die Verbindung zur Lampe und rechts das Gate zur Verbindung mit der Steuerschaltung.

Tim schrieb mir, dass der TRIAC unbedingt ein Kühlblech braucht, da er sonst viel zu heiß wird. Das stimmt, besonders wenn man Lampen mit mehr als 20 W anschließt. Bei Tim funktioniert es mit einem kleinen Alublech auch Stunden lang.



Zurück

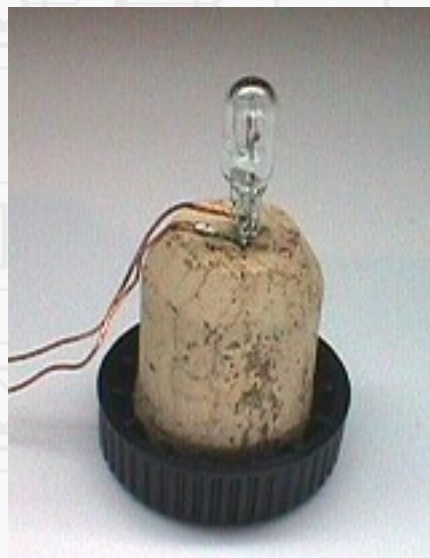
# Geheimnisvoller Fußkontakt

Immer schon habe ich mich gefragt, warum der Isolator am Fußkontakt einer Glühlampe so gut hält und niemals wackelt. Aber erst heute habe ich nachgesehen und bei einer E14-Lampe das Blech des Schraubkontakts mit einer Zange abgemacht. Das Ergebnis hat mich erstaunt. Zum Vorschein kommt eine Glasglocke mit Gewinde.



Eine durchgebrannte Glühlampe lässt sich meist leicht aus dem Sockel entfernen, weil der Kitt durch die lange Wärmeeinwirkung morsch geworden ist. Schwieriger ist es, den Isolator aus dem Gewinde zu befreien. Es funktioniert wie beim Dosenöffnen. Man kann einen Streifen Blech rundherum abreißen. Leider ging es nicht ohne Blutvergießen. Das Blech ist sehr scharf, und der Isolator hat auch scharfe Kanten. Arbeitshandschuhe wären nicht schlecht gewesen.

Das Glas des Isolators schimmert dunkel-violett. Da könnte man doch ...





... eine Lampe bauen.



**Wenn ein Gerät sich bewährt,  
war der Plan nicht verkehrt.**  
(Dietrich Drahtlos)

Oder so:



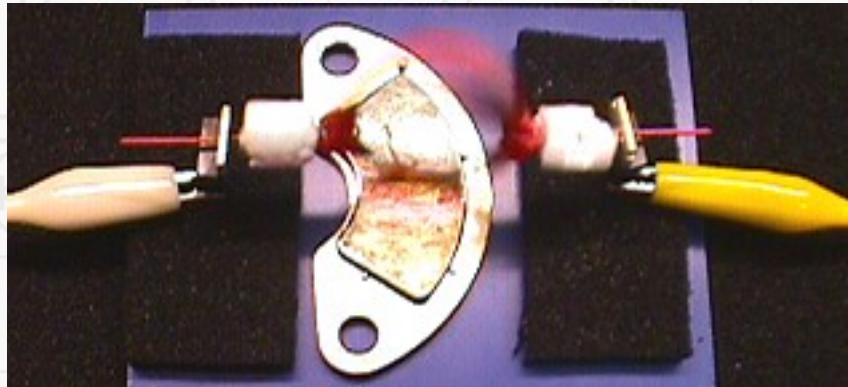
# Die Stromsparlampe

# Onkel Ullis wundersamer E-Motor



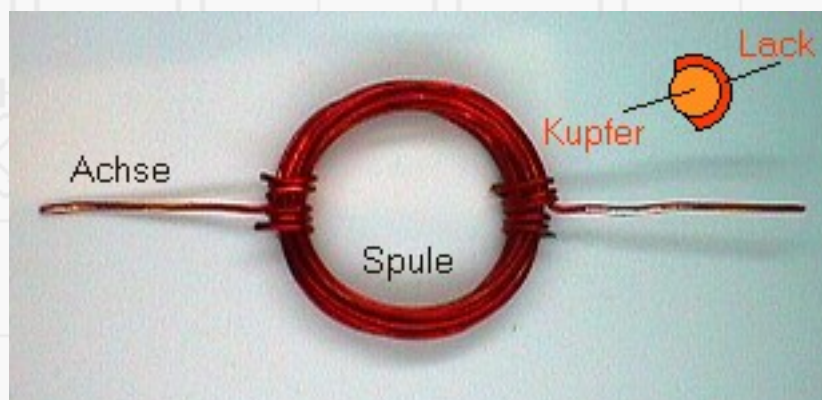
Zurück

Onkel Ulli ist Kraftwerks-Ingenieur und kennt sich mit Generatoren und Motoren aus. Er hat uns den einfachsten Motor gezeigt, den man mal eben in zehn Minuten bauen kann. Er beruht auf einer Entwicklung der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ).

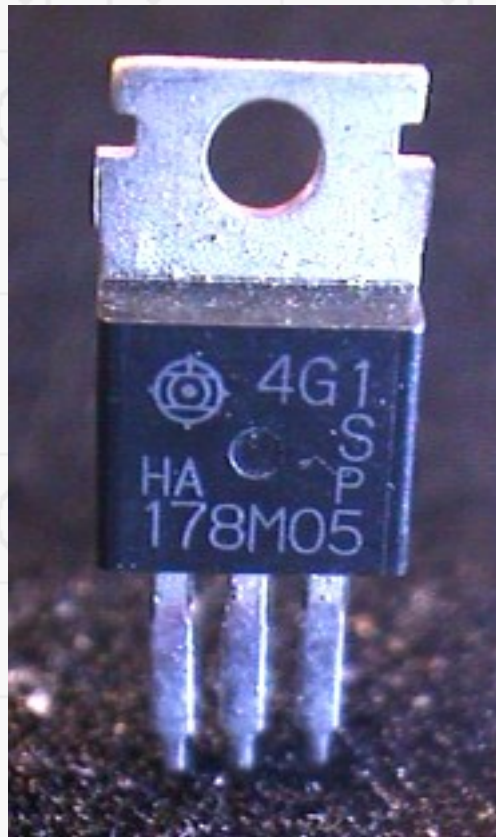


**Neue Ideen kommen und gehn,  
doch will man gern ein Ergebnis sehn.**  
(Ing. Dietrich Drahtlos)

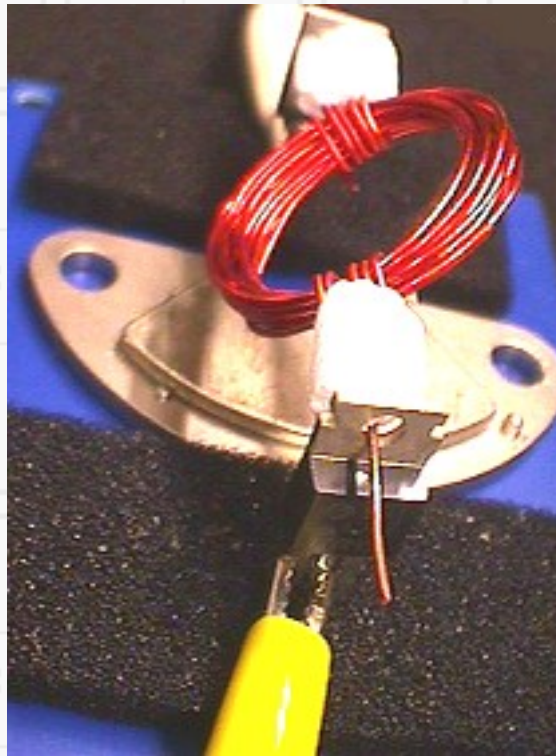
Der Anker ist eine Spule aus dickem Kupfer-Lack-Draht mit ungefähr zehn Windungen. Die Drahtenden sind zugleich die Achse. Mit kurzen Drahtstücken ist alles fest zusammengebunden. Und das Wichtigste: An beiden Enden ist der Lack nur auf einer Seite abgekratzt. Die blanke Stelle soll etwas schräg zur Spule liegen.



Als Lager dienen Leistungstransistoren, Spannungsregler oder Ähnliches. Der mittlere Anschluss ist meist mit dem Gehäuse verbunden und kann mit Krokodilklemmen an die Stromquelle gelegt werden. Im Versuch standen die Lager auf Moosgummi, Styropor geht auch. Wichtig ist, dass die Lager aus Metall sind, um den Strom zur Achse zu leiten. Und sie sollen größer sein als die Achse, damit sich alles schön locker drehen kann.



Man braucht einen sehr starken Magneten. Der hier verwendete Super-Kraftmagnet stammt aus einer geschlachten Festplatte. Er liegt einfach unter dem Anker. Der Motor läuft mit 1,5 V und braucht relativ viel Strom. Weil der Draht an einer Seite blank ist, fließt immer nur bei einem bestimmten Winkel des Ankers Strom. In dem Moment wirken magnetische Kräfte, die der Spule bei jeder Umdrehung einen kleinen Schubs geben.



Kleine Stückchen Styropor halten den Anker in der Mitte. Man muss den Motor von Hand anwerfen. Wenn es nicht gleich klappt, versucht man mal die andere Richtung.

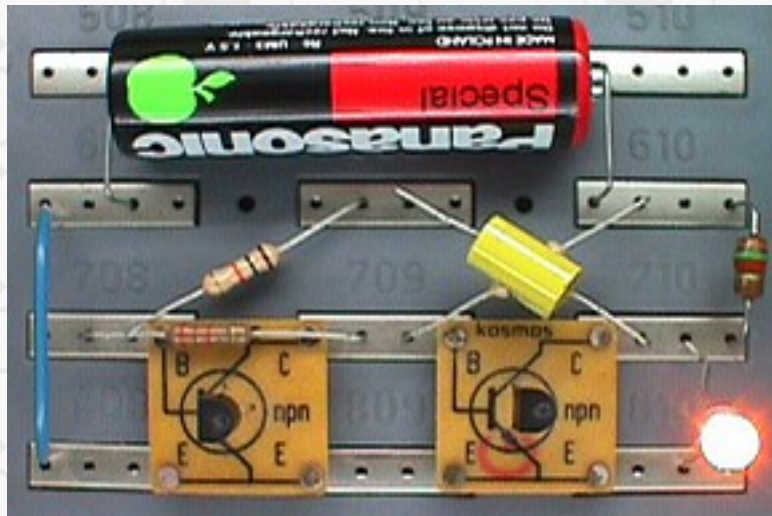


Übrigens: Unter <http://sites.inka.de/heliscan/plunger/> findet man noch einen interessanten Motor.

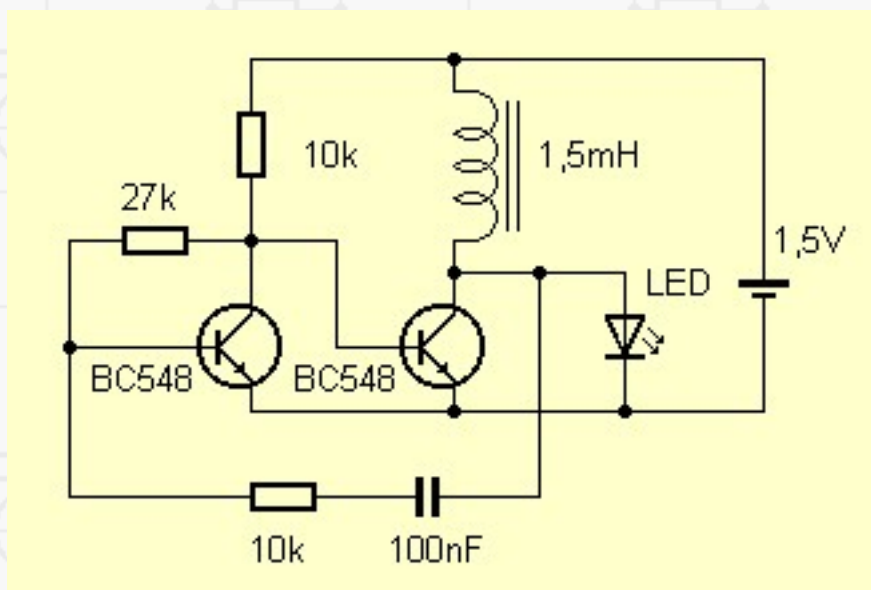


# Der LED-Spannungswandler

Eine rote LED braucht 1,5 bis 2 V, eine blaue oder weiße sogar 3 bis 4 V. Meist nimmt man drei Batteriezellen mit zusammen 4,5 V. Die überschüssige Spannung wird in einem Vorwiderstand vernichtet. Wie schön wäre es doch, mit 1,5 V auszukommen. Da könnte man manch eine Mini-Taschenlampe bauen. Also muss ein Spannungswandler her.



Das entscheidende Teil ist eine kleine Spule (Festinduktivität) mit 1,5 Millihenry. Das Bauteil sieht aus wie ein Widerstand. Die Farbringe stehen für  $1500 \mu\text{H}$ . Unter dem Schutzlack befindet sich ein kleiner Ferritkern und eine Drahtspule. Im Prinzip kann man sich eine passende Spule auch selbst herstellen. Etwas 200 Windungen auf einem Ferritstab reichen aus.



Die Schaltung zeigt einen einfachen Rechteckgenerator (Multivibrator). Der Strom durch die Spule wird schnell ein- und ausgeschaltet. Die Spule arbeitet dabei als magnetischer Energiespeicher. Bei

jedem Ausschalten entsteht eine Induktionsspannung, die sich zur Batteriespannung addiert. Die Höhe der Spannung richtet sich nach dem angeschlossenen Verbraucher. Sie passt sich selbst an, so dass z.B. eine weiße LED mehr Spannung erhält als eine rote. Meist haben Spannungswandler noch einen Gleichrichter und einen Siebelko. Hier kann man darauf verzichten, denn die LED ist ihr eigener Gleichrichter. Durch sie fließt also pulsierender Gleichstrom. Er ist im Mittel etwas kleiner als der Batteriestrom, weil die Spannung höher ist. Insgesamt hat die Schaltung einen viel besseren Wirkungsgrad als die normale Lösung ohne Spannungswandler, aber mit Vorwiderstand. Trotzdem kann man den Spannungswandler sehr klein bauen, z.B. direkt auf ein Batteriekästchen.



Die Batteriespannung darf bis unter 0,7 V abfallen, die LED leuchtet trotzdem lustig weiter. Bei 1,5 V wird nur etwa 24 mA aus der Batterie aufgenommen. Je leerer die Batterie wird, desto geringer wird der Strom. Gleichzeitig steigt die Frequenz an. Zwar ist dann die LED nicht mehr so hell. Aber diese Schaltung hilft, auch noch den letzten Rest Saft aus der ältesten Batterie zu saugen.

Batteriespannung	Batteriestrom	Wandlerfrequenz
1,5 V	24 mA	3,5 kHz
1,2 V	15 mA	4,7 kHz
1,0 V	8 mA	7,8 kHz
0,8 V	2 mA	12,7 kHz
0,7 V	0.5 mA	19,8 kHz

**Vorsicht** beim Einbau der Leuchtdiode: Wenn man sie falsch herum polt, treten Sperrspannungen bis etwa 60 V auf und zerstören die Diode. Eine weiße LED fiel der hohen Spannung bereits zum Opfer.

**Es scheint oft perfekt,  
was seinen Fehler versteckt.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

## Nachtrag: Größere Helligkeit

Jürgen Heisig schickte mit folgende Verbesserungsvorschläge:

"Ziel war es, mit nur einer NiCd-Zelle (AAA, 250mAh) eine der neuen ultrahellen LEDs mit 5600mCd zu betreiben. Diese LEDs benötigen 3,6V/20mA. Ich habe Ihre Schaltung zunächst unverändert übernommen, als Induktivität hatte ich allerdings nur eine mit 1,4mH zur Hand. Die Schaltung lief auf Anhieb! Allerdings ließ die Leuchtstärke doch noch zu wünschen übrig. Mehr zufällig stellte ich fest, dass die LED extrem heller wurde, wenn ich ein Spannungsmessgerät parallel zur LED schaltete!??? Tatsächlich waren es nur die Messschnüre, bzw. deren Kapazität, die den Effekt bewirkten. Mit einem Oszilloskop konnte ich dann feststellen, dass in dem Moment die Frequenz stark anstieg. Hm, also habe ich den 100nF-Kondensator gegen einen 4,7nF Typ ausgetauscht und schon war die Helligkeit wie gewünscht. Anschließend habe ich dann nur noch durch Ausprobieren die beste Spule aus meiner Sammlung gesucht... Das beste Ergebnis hatte ich mit einem alten Sperrkreis für den 19KHz Pilotton (UKW), aus dem ich die Kreiskapazität entfernt habe. Und hier ist sie nun, die Mini-Taschenlampe:



Das Feuerzeug dient nur zum Größenvergleich, das Gehäuse der Taschenlampe ist ein alter Transportbehälter für EPROMs ;-)

Und so sieht sie von innen aus :





Und leuchten kann sie natürlich auch und zwar nicht zu knapp (der direkte Blick in die LED ist nicht zu empfehlen!)"

## Nachtrag: Berechnungen

Benedikt Gerlich fragte: Gibt es eine Formel, mit der ich herausfinden kann was ich für eine Spule/ Kondensator brauche wenn meine LED soundso viel Spannung und soundso viel Stromstärke braucht?

Also gut, dazu zuerst etwas Theorie:

Die Schaltung beruht darauf, dass die Spule in ihrem magnetischen Feld Energie speichert und wieder abgibt. Man bezeichnet sie auch als Speicherdrossel. Damit man etwas berechnen kann, muss man zuerst etwas vereinfachen. Die Schaltung wird hier als idealer Schalter betrachtet, der mit einer konstanten Frequenz und mit einer Einschaltdauer von 50% ein und aus schaltet. Die Spule liegt im An-Zustand direkt an der Betriebsspannung von 1,5 V. Dabei steigt der Strom durch die Spule linear an:

$$I = t U_b / L.$$

Energie wird im magnetischen Feld der Spule gespeichert. Die gleiche Energie wird beim Ausschalten an die LED abgegeben. Der Spule ist es egal, ob sie ihre Energie bei großer Spannung schnell oder bei kleinerer Spannung langsamer los wird. Das hängt ganz von der angeschlossenen Last ab. Die LED begrenzt die Ausgangsspannung auf  $U_o = 3,6 \text{ V}$ . Die Induktionsspannung an der Spule beträgt also  $3,6 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 2,1 \text{ V}$ . Im Mittel soll die Leistung  $2,1 \text{ V} \times 20 \text{ mA} = 42 \text{ mW}$  abgegeben werden. Die selbe Leistung muss also in den Ladephasen aufgenommen werden. Der mittlere Strom beträgt dabei  $42 \text{ mW} / 1,5 \text{ V} = 28 \text{ mA}$ . Tatsächlich aber ist der Spitzenstrom  $I_s$  vier mal so groß, denn nur in der halben Zeit wird die Spule "aufgeladen", und in dieser Zeit ist der Spitzenstrom doppelt so groß wie der mittlere Strom. Also ist  $I_s = 112 \text{ mA}$ . Um diesen Strom erreichen zu können muss die Einschaltzeit  $t = I_s L / U_b$  betragen. Daraus ergibt sich die Frequenz  $f = 1/t = U_b / (I_s L)$ .

Jetzt könnte man alles zusammenfassen und eine Formel daraus machen:

$$f = U_b^2 / (4 (U_o - U_b) I_o L)$$

Daraus folgt, dass es im Prinzip mit jeder Spule geht, wenn nur die Frequenz passt. Für  $L = 1,5 \text{ mH}$  ist bei den gegebenen Bedingungen  $f = 9 \text{ kHz}$ . Die Frequenz der Oszillatorschaltung hängt vom Kondensator ab und ist hier ganz ungefähr  $f = 1 / (R C)$  mit  $R = 10 \text{ k}$ . Also gilt  $C = 1 / (R f) = 1 / (10 \text{ k} \times 9 \text{ kHz}) = 10 \text{ nF}$ . Also war der Kondensator in der ursprünglichen Schaltung tatsächlich zu groß.

Soweit die Theorie. Aber die Praxis hält noch einige Tücken bereit. Die Spule hat noch mehr Daten als nur ihre Induktivität. Sie hat auch einen Gleichstromwiderstand, der für Verluste sorgt. Wenn der Widerstand so groß wird, dass er den Spitzenstrom beeinflusst, ist die ganze Rechnung falsch. Und dann hat die Spule auch noch eine magnetische Sättigung, also einen maximal erlaubten Strom. Eine sehr kleine Spule kann also gar nicht genügend Energie speichern. Man müsste eine möglichst große Spule mit dickem Draht verwenden. Aber besser ist es natürlich die kleinste Spule zu nehmen, die gerade noch gut funktioniert.

Ein andere Grenze ergibt sich aus den Fähigkeiten des Transistors, die Spule bis zum Erreichen des Spitzenstroms voll an die Betriebsspannung zu legen. Die Kollektor-Emitter-Restspannung sollte dabei möglichst klein sein. Bei  $112 \text{ mA}$  kommen allerdings Zweifel auf, ob der Transistor das schaffen kann. Der Basiswiderstand von  $10 \text{ k}$  ist erheblich zu groß. Das führt praktisch dazu, dass die Ladephase eher abgebrochen wird. Die Frequenz wird also in der ursprünglichen Schaltung nicht allein vom Kondensator bestimmt. Wenn man die Schaltung für eine größere Leistung optimieren will, sollte man alle Widerstände im gleichen Verhältnis verkleinern.

Es gibt übrigens einen großen Unterschied zwischen der Arbeit eines Ingenieurs und der eines Bastlers. Wenn der Ingenieur ein Gerät plant, rechnet er alles aus und sucht dann die passenden Bauteile. Vielleicht gibt es die passende Spule nicht aus der Serienproduktion. Dann ruft er bei Siemens an und erteilt einen Auftrag.  $1,5 \text{ mH}$ ,  $0,1 \text{ Ohm}$ ,  $I_{\text{max}} = 300 \text{ mA}$ , Länge kleiner  $5 \text{ mm}$ , kein Problem, wie viele 1000 Stück brauchen Sie? Der Bastler dagegen muss immer von den Bauteilen ausgehen die er gerade hat oder billig besorgen bzw. ausbauen kann. Und daraus muss er dann das Beste machen. Das erfordert Kompromisse. Meist wird gar nicht gerechnet sondern gleich probiert. Mit der Zeit bekommt man ein Gefühl für die richtige Dimensionierung. Und man sollte ungefähr wissen, in welche Richtung man welche Werte verändern kann um welche Wirkung zu erzielen. Oft geht man von einer vorgegebenen Schaltung aus und versucht sie durch vorsichtiges Ändern von Bauteilen für die eigenen Zwecke anzupassen. Der Weg ist ein anderer, aber das Ergebnis muss nicht schlechter sein als das des Ingenieurs.

---

### **Nachtrag zum Nachtrag: Hersteller für passive Bauelemente**

Frank-Andreas Schmidt (SIEMENS AG, ZN Siegen) schrieb:

Die Firma SIEMENS AG liefert leider keine aktiven und passiven Bauelemente mehr. Man möge sich bezgl. der kundenspezifischen Induktivitäten an unsere Tochterfirma EPCOS wenden. Aktive

(Halbleiter-) Bauteile liefert INFINEON. Aber das mit den Stückzahlen könnte schon eine Rolle spielen....;)

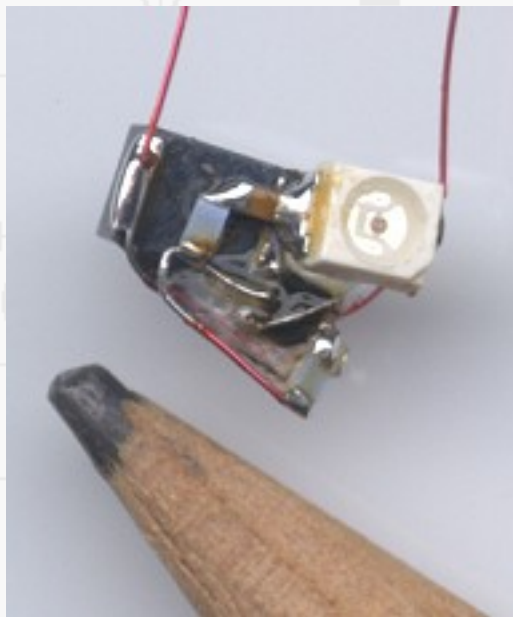
Noch ein Wort zu meinem Nachbauversuch: Meine Spule ist 200 Windungen CuLackdraht auf einem kleinen Kunststoffspulenkörper mit Ferritkern. Gemessen etwa 0,5 mH. Kondensator 47 nF. Habe noch nicht nachgerechnet ob die Werte sinnvoll sind. Man nimmt halt was man kriegen kann.... Funktioniert trotzdem prima !

---

## Nachtrag: SMD-Aufbau und ein Versuch mit Germanium-Transistoren

Dirk Beilker schrieb:

... mit Ihrer Bastelanleitung hatte ich gestern Abend viel Spaß! Ich habe mit SMD-Bauteilen die bei mir so herumlagen (1mH-Drossel, blaue TOPLED, BC847-Transistor-2fach-Array) den LED-Spannungswandler nachgebaut und er lief direkt einwandfrei. Die ganze Schaltung passt in einen Fingerhut.



Besonders Ihr Satz "...diese Schaltung hilft, auch noch den letzten Rest Saft aus der ältesten Batterie zu saugen..." hatte es mir angetan. Jedoch wollte ich nicht glauben, dass bei 0,7V Batteriespannung schon das Ende der Fahnenstange erreicht ist. Ein weiterer Aufbau mit Germanium-Transistoren (AC127) bestätigte meine Vermutung: Mit diesen Transistoren leuchtet die LED auch noch bei 0,3V. Das brachte mich wiederum auf die Idee die Schaltung an einer Zitronen-Batterie (Kupfer- und Alu-Stab in Zitrone stecken) zu betreiben, doch es klappte nicht auf Anhieb. Dann wurde ich leider müde und ging zu Bett....In der Nacht träumte ich von einer Zitronen-Taschenlampe.

---

## Nachtrag: LED-Powerlampe von Elektor

Das zweite Elektor-Miniprojekt basiert auf dem Spannungswandler aus der Bastecke. Für das Projekt gibt es eine eigene Platine, deren Layout im Internet geladen werden kann. Das Projekt kann im HTML-Format angesehen und für den Ausdruck im PDF-Format geladen werden, wobei man den Artikel aus Elektro 6/2002 in Druckqualität bekommt. [www.elektor.de](http://www.elektor.de)

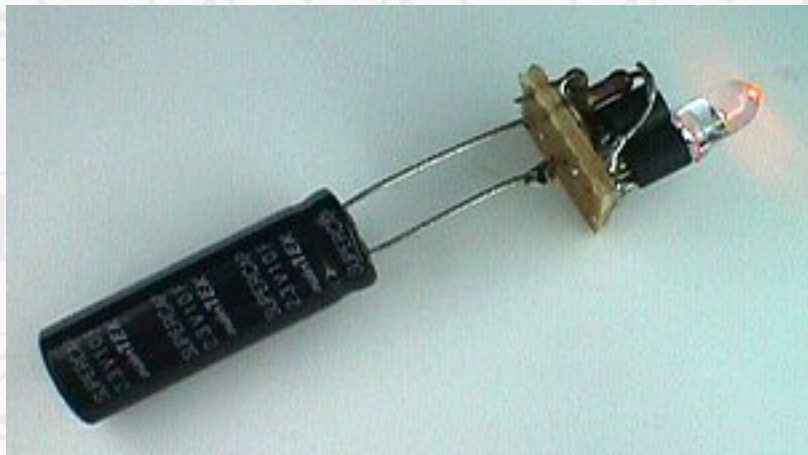
---

Ein Schaltung mit nur einem Transistor: [www.emanator.demon.co.uk/bigclive/joule.htm](http://www.emanator.demon.co.uk/bigclive/joule.htm)

---

### Nachtrag: Betrieb mit SUPERCAP 10 Farad

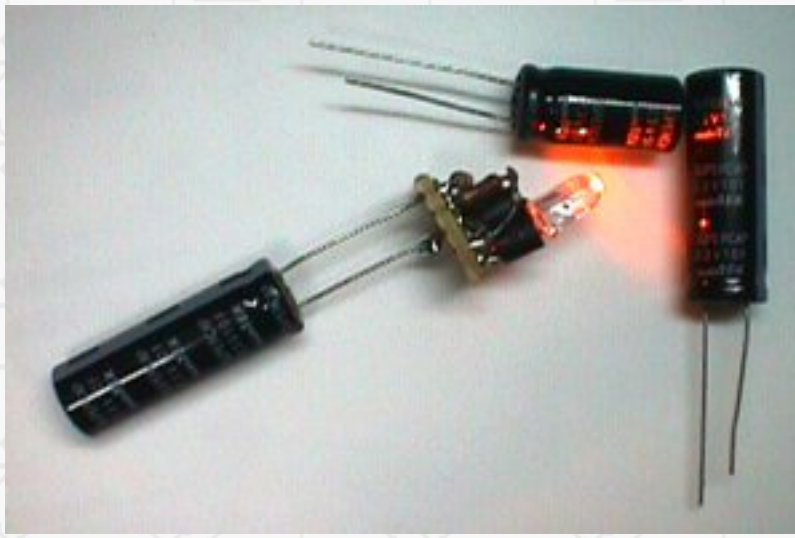
Die Firma [nuinTEK](http://www.nuinTEK.com) aus Korea hat mir freundlicherweise einige Muster ihrer Supercap-Kondensatoren mit 3F, 5 F und 10 F für Experimente zur Verfügung gestellt. 10 F sind 10.000.000  $\mu\text{F}$ . Ein solcher Kondensator speichert bei der maximalen Spannung von 2,3 V bereits eine Energie von rund 50 Ws und kann damit einen kleinen Akku ersetzen. Der Vorteil ist die geringe Ladezeit von z.B. 10 Sekunden. Zum Test wurde ein 10-F-Kondensator mit dem LED-Spannungswandler betrieben. Und das Ergebnis kann sich sehen lassen. Die LED wird zwar langsam schwächer, aber auch nach einer vollen Stunde gibt sie noch gut sichtbares Licht ab. Ein weiterer Vorteil ist das äußerst geringe Gewicht von nur 3,5 g.



10 Farad in der Lampe

Beim Aufladen des Kondensators muss sorgfältig jede Überspannung vermieden werden. Mehr als 2,3 V bis 2,7 V bei anderen Typen sind nicht erlaubt. Welche schrecklichen Dinge bei Überspannung passieren können, habe ich allerdings nicht ausprobiert.





5 Farad und 10 Farad, je 2,3 V

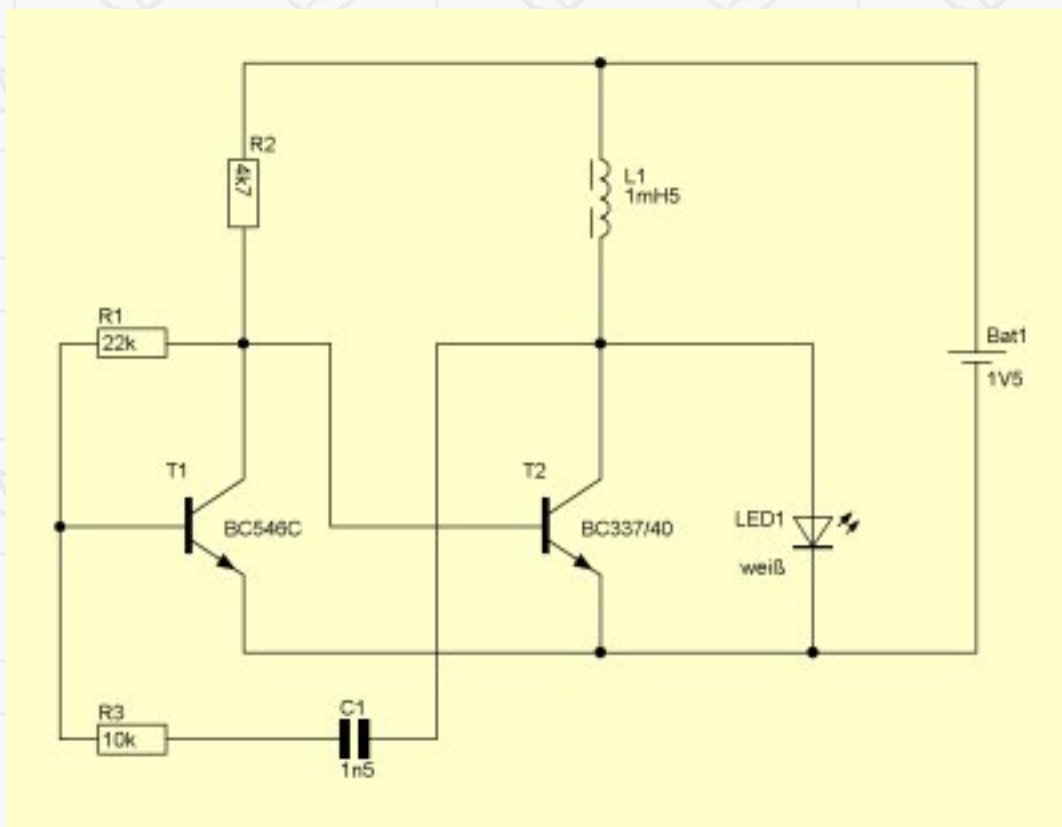
Übrigens reicht die Energie sogar für ein kleines Flugmodell aus, wie [Harald Sattler](#) gezeigt hat.

---

### Nachtrag: Noch heller!

Viele haben die Schaltung nachgebaut. Manchmal war die Helligkeit zu gering. Dazu folgender Tipp: Den größten Einfluss hat die Spule. Wenn sie zu klein ist und zu viel Widerstand hat, wird der Diodenstrom zu klein. In dem Fall sollte man es mit einer anderen Drossel mit dickerem Draht versuchen.

Herr Krüger hatte Erfolg mit einer etwas anderen Dimensionierung. Er verwendet einen kräftigeren BC337 in der zweiten Stufe und einen größeren Steuerstrom. Das Ergebnis: die Lichtausbeute mit einer 3000mcd LED kann sich durchaus mit gekauften Taschenlampen messen. Die Spitzenstromaufnahme der Schaltung liegt bei ca. 45mA, im Mittel sind es ca. 30mA. Nutzt man Spulen zwischen 0,82mH und 1,5mH, braucht die Dimensionierung nicht angepasst werden. Die Schaltung arbeitet mit etwas über 7kHz.



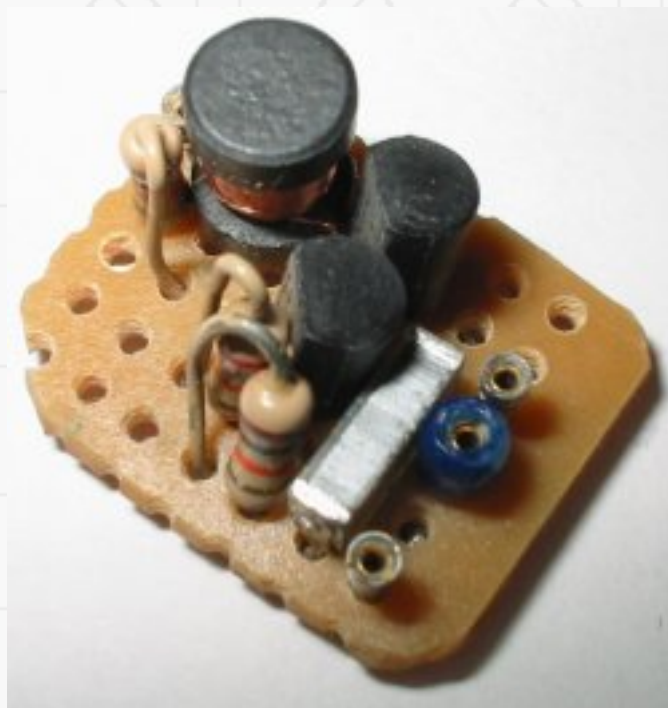
## Nachtrag: Optimale Spule

Tomas Schröter schreibt: Nach etlichem Experimentieren habe ich einiges über eine optimale Induktivität herausgefunden. Sie haben natürlich recht, dass prinzipiell jede Spule geht, solange die Frequenz stimmt. Allerdings stellen sich bei mir eigentlich immer die besten (hellsten) Ergebnisse mit Spulen um 10uH ein. Entscheidend für die Leistung an der LED ist der Strom der durch die Spule fließt, also sollte die Induktivität einen möglichst großen Strom haben? Ein bisschen Nachlesen im Internet fördert auch etliche Spulen zu tage die mit bis zu 1A arbeiten können. (vgl. EPCOS & NEOSID = gibts bei Conrad, WÜRTH, Murata, Coilcraft, etc.). Damit der Strom fließen kann, sollte der Treiber-Transistor auch entsprechend dimensioniert sein. Am besten ein Low-Gain, Low Saturation, Hi Ic und Hi hfe. Ein 1207 geht prima. Dann sollte allerdings R2 deutlich kleiner werden. (Werte um 300 Ohm haben sich bei mir bewährt!) Damit können dann auch 2 LEDs in Serie betreiben werden. Hier ein Bild des Geräts:



**Nachtrag:** Der Aufbau von Fabian Lührs ([www.hobby-basteln.online.de](http://www.hobby-basteln.online.de))

Man beachte die größere Bauform der Drossel, die einen geringen Gleichstromwiderstand und eine gute Effizienz erwarten lässt.



**Nachtrag: Spritzen-Gehäuse**

Markus Huber hat diese Lampen in 10ml-Spritzen eingebaut: "Abschneiden, aufbohren, fertig. Hinter der Mignon ist ein kleiner Taster, darüber der Dichtgummi der Spritze. Leider muss der dünne

Kupferlackdraht zum Taster (+) an der Batterie mit Tesafilm fixiert werden, damit der Anschluss beim Reinschieben nicht wieder abgerissen wird."



### Nachtrag: LED-Spannungswandler im Autoschlüssel

Steffen Nickl schrieb: "Ich habe ihn mir in meinen Autoschlüssel eingebaut, da die normalen Glühbirnen immer kaputt oder die Batterie leer war. Die Schaltung wurde in SMD-Technik aufgebaut und anschließend mit StabilitExpress fixiert, damit im täglichen Einsatz der „fliegende“ Aufbau und die kleinen Lötstellen nicht beschädigt werden. Sie hat auf Anhieb einwandfrei funktioniert, und tut dies wohl noch lange."





## Nachtrag: Sicherheit und geeignete Spulen

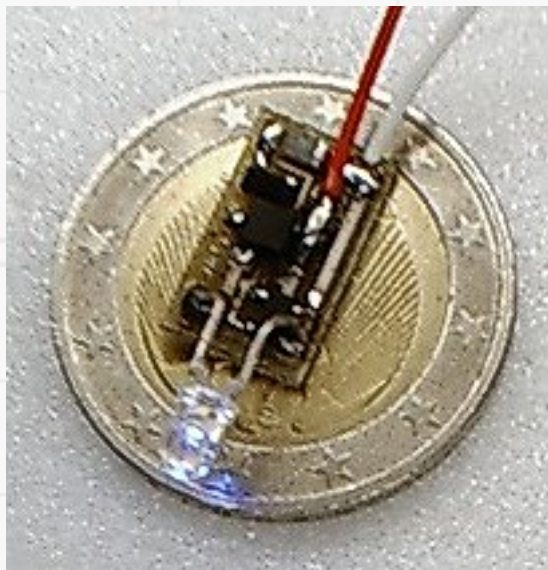
Zwei Anmerkungen von Wolfram Herzog:

1. Sie sollten einen Hinweis geben, daß man in die hellen LED's nicht hineinschauen sollte wegen der Gefahr von Netzhautverbrennung (Ich weiß das ist eigentlich Allgemeinut, aber es gibt doch viele "unwissende" auf diesem Planeten) Wenn man die Schaltung optimiert ist man aber immer wieder versucht, in die LED zu gucken...
2. Zu den Spulen für die LED Lampe: Ich habe da eine ganze Menge ausprobiert - vom ausgeschlachteten UKW-Filter über kleine Induktivitäten aus dem Videorecorder bis zum Reed-Relais. Es geht da eine ganze Menge - insbesondere die Reed-Relaisspulen geben eine sehr helle LED. Man kann hier also nur empfehlen, mal fleißig mit den verschiedensten Induktivitäten zu experimentieren.

---

**LED-Beleuchtung mit Schaltregler für den Gameboy: [www.harald-sattler.de/html/beleuchtung\\_fur\\_den\\_gba.htm](http://www.harald-sattler.de/html/beleuchtung_fur_den_gba.htm)**

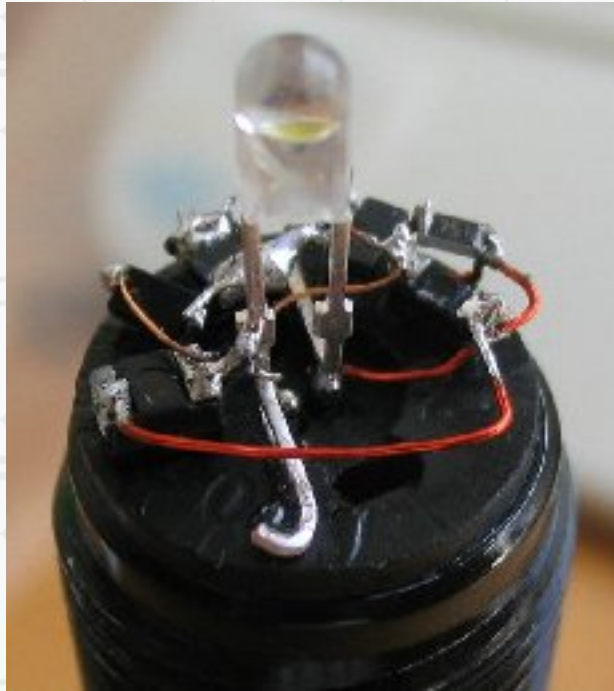
Die kleine Schaltung mit SMD-Bauteilen konnte ich jetzt aufbauen, da Harald mir netterweise die Bauteile und eine kleine Platine geschickt hat. Der Schaltregler ist ein ZXSC300 von ZETEX. Zusätzlich befindet sich noch ein Transistor, eine Spule und ein Widerstand auf der Platine. Über den Widerstand kann der LED-Strom eingestellt werden. Da ich nur einen SMD-Widerstand mit 1 Ohm finden konnte (im Elektronikschrott, wo sonst ...), wird der Regler derzeit stromsparend mit ca. 5 mA betreiben. Zur Versorgung reicht eine Zelle mit 0,8 ... 1,5 V.



---

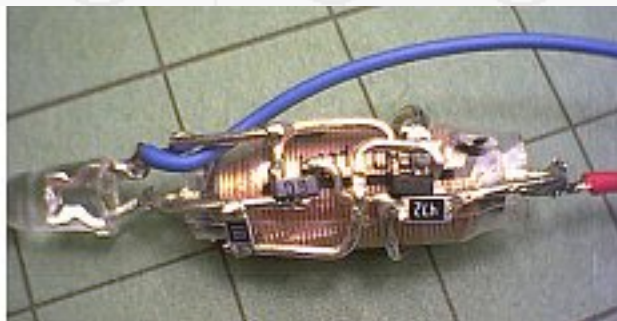
**Nachtrag von Rene Simon: Minischaltung mit dem LT1932**

... habe ich nach Jahren auch mal wieder zum LötKolben gegriffen. Herausgekommen ist dabei ein Umbau einer MacLite auf LED. Dazu habe ich einen LT1932 verwendet. Einziges Problem elektrischer Art ist wohl, dass die Batterien gnadenlos leergesaugt werden, was den Einsatz von Akkus nicht ratsam macht Die Schaltung ist aus dem Datenblatt entnommen. (Seite 10, ohne 24,9K Widerstand,  $R_{set} = 750 \text{ Ohm}$  für 30mA).



### Nachtrag von Oliver Nix: Verwendung von SMD-Transistoren BC818-40

Der LED Spannungswandler hat es mir wirklich angetan, deshalb habe ich ihn bis jetzt 3 Mal in verschiedenen Ausführungen nachgebaut. Besonders viel Spaß hatte ich beim Bau des Typs, bei dem die SMD-Bauteile direkt auf der Oberfläche der 680 $\mu$ H Spule (Fastron) angebracht sind. Die verwendeten Transistoren sind 2xBC818-40, der Kondensator ist ein 1,0nF Typ. Dieser Wandler schwingt auf ca. 17,73 kHz bei 1,50 V und zieht dabei 34,3 mA Strom. Die erzielte Helligkeit ist gut.





# Achtung Hochspannung!

Auf dem Flohmarkt habe ich einige Hintergrundleuchten für LCD-Displays bekommen. Sie haben mich fasziniert, weil sie so irre hell leuchten. Eine war kaputt. Da musste ich natürlich gleich mal nachsehen. Zum Vorschein kam eine extrem dünne Leuchtstoffröhre (leider zerbrochen) und ein Spannungswandler. Das Ganze hat Ähnlichkeit mit der Beleuchtung aus einem Scanner. Nur sorgt hier eine Streuscheibe für die gleichmäßige Verteilung des Lichts.

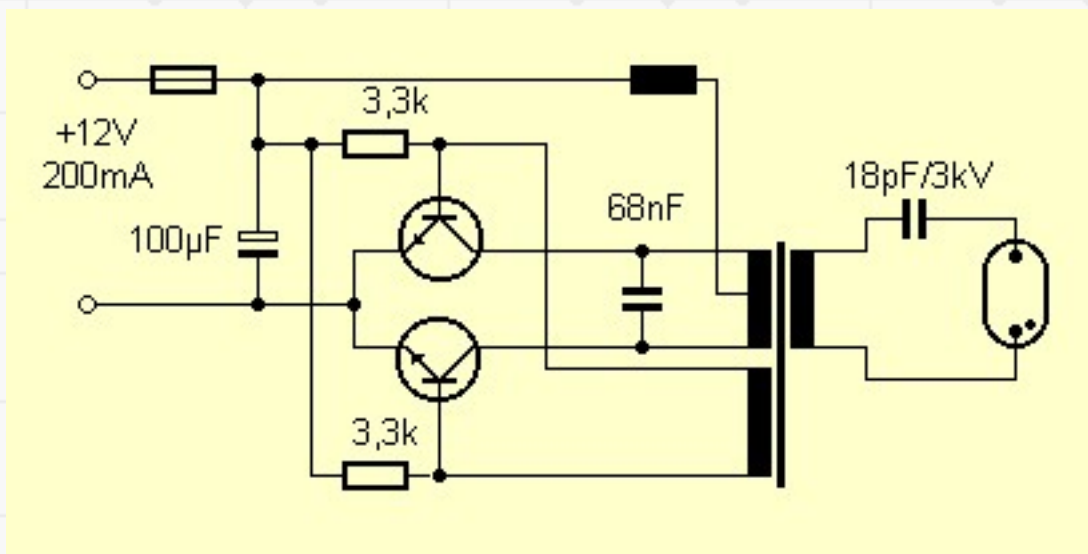


Zufällig war im Keller noch eine alte, kaputte Energiesparlampe. Ob da vielleicht mit dem Wandler noch was zu machen ist? Es hat geklappt! Von den vier Anschlüssen der Röhre braucht man hier nur zwei. Die eingebauten Heizfäden brauchen wegen der hohen Spannung nicht zu glühen. Das Ergebnis ist eine Niedervolt-Energiesparlampe mit 12 V und ca. 200 mA. Ideal für Camping und Garten oder als Reparaturleuchte fürs Motorrad.

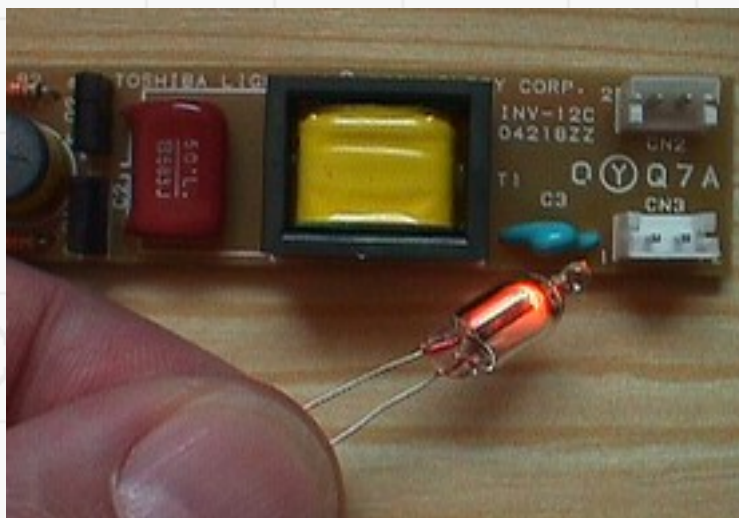




Die Neugier war groß, deshalb habe ich erst mal der Schaltplan abgezeichnet. Es handelt sich um einen Gegentaktwandler mit zwei NPN-Transistoren. Der kleine Kondensator an der Sekundärwicklung des Trafos verrät es: sehr hohe Spannung, sehr hohe Frequenz. Der Transformator bildet mit den Kondensatoren primär und sekundär Resonanzkreise. Das Prinzip ist ähnlich wie beim Tesla-Transformator. Die Frequenz beträgt etwa 50 kHz, wie mit dem Oszilloskop festgestellt wurde. Es entsteht ein sauberes Sinus-Signal, so dass die Funkstörungen gering bleiben. An der Lampe wurde ein Strom von ca. 4 mA gemessen. Geht man von einer Leistung von 2400 mW aus, muss die Brennspannung etwa bei 600 V liegen, also viel höher als bei normalen Leuchtstoffröhren. Im Leerlauf dürfte die Sekundärspannung bei ca. 1 kV liegen. Das hört sich gefährlich an. Wenn man aber anfasst, wird der Schwingkreis verstimmt und gedämpft, so dass die Spannung sofort zusammenbricht.



Bei der hohen Spannung treten natürlich auch große elektrische Wechselfelder auf. Mit einer Glühlampe lässt es sich zeigen. Sie leuchtet bereits ohne Verbindung, wenn man sie nur in die Nähe hält.



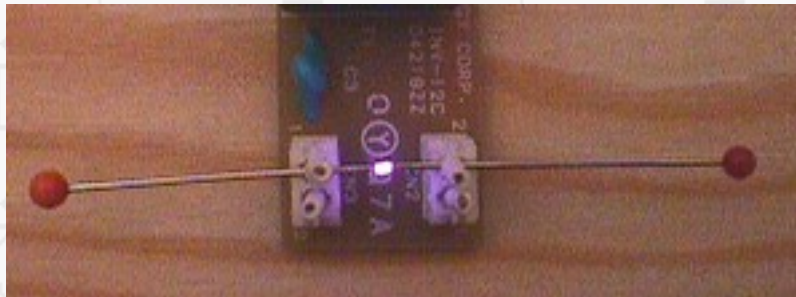
Der Spannungswandler läuft problemlos im Leerlauf, was keineswegs selbstverständlich ist. Beim Testen wurde eine Glühlampe 6V/400mA in Reihe zur Stromversorgung geschaltet, so dass zu sehen war, wann der aufgenommene Strom groß oder klein wurde. Bei diesem Test zeigte sich, dass der



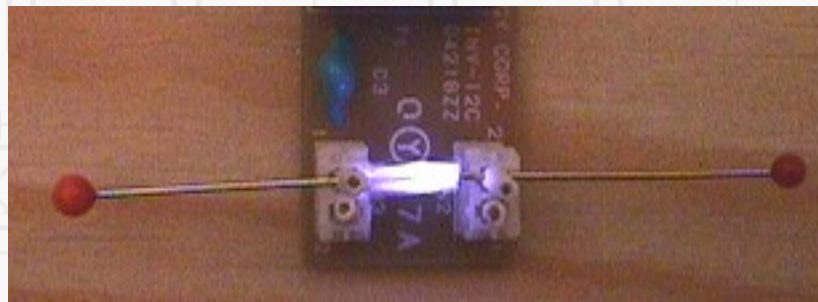
Wandler im Leerlauf nur wenig Strom aufnimmt. Andere Wandlerschaltungen sterben in solchen Fällen an zu hohen Leerlaufspannungen.

**Weil sein Grenzwert nicht erkannt,  
ist manches Teil schon durchgebrannt.**  
(Dietrich Drahtlos)

Hier hat man nun eine kleine und ungefährliche Hochspannungsquelle. Endlich kann man mal die Versuche selbst durchführen, vor denen uns unser Physiklehrer immer gewarnt hat. Es sollte übrigens auch mit dem Spannungswandler aus einem [Scanner](#) funktionieren.



Ein kleiner, stabil brennender Lichtbogen ist nun kein Problem. Es riecht nach Ozon, also Nase zuhalten. Und auch die Augen sollte man schützen, da ein Lichtbogen UV-Licht erzeugt.



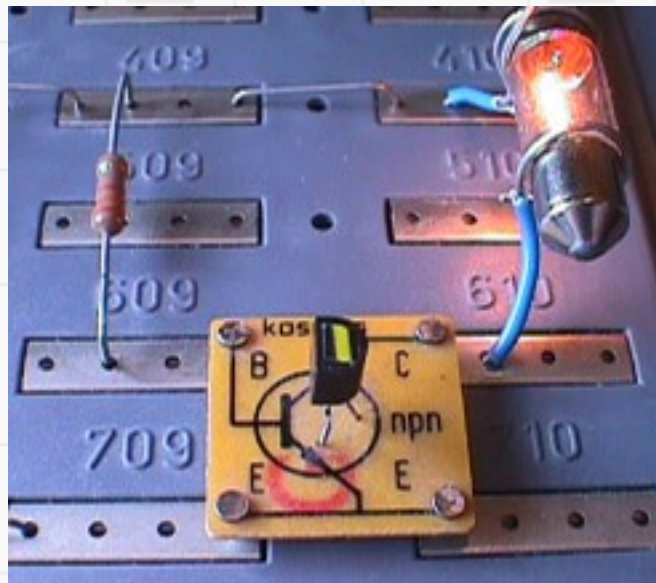
Ein kurzes, abgebrochenes Stück der Leuchtstoffröhre demonstriert, wie der Leuchtstoff funktioniert. Das UV-Licht aus dem Lichtbogen regt die Schicht zum hellen Leuchten an.

# Die Halbleiter-Überlastwarnung



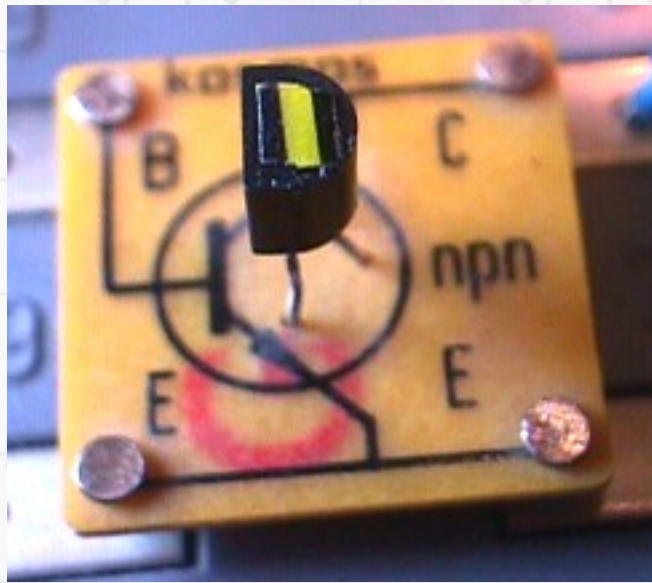
Zurück

Letzte Woche habe ich mir beim Basteln an einem Transistor den Finger verbrannt. Ich dachte schon, der ist hin (der Transistor, nicht der Finger). Aber zum Glück hat er es gerade noch ausgehalten. Kleine Fehler können immer wieder dazu führen, dass ein Bauteil zu heiß wird. Aber besser wäre es, wenn man es gleich merkt. Deshalb habe ich jetzt einige Transistoren mit Übertemperatur-Warnstreifen ausgerüstet.

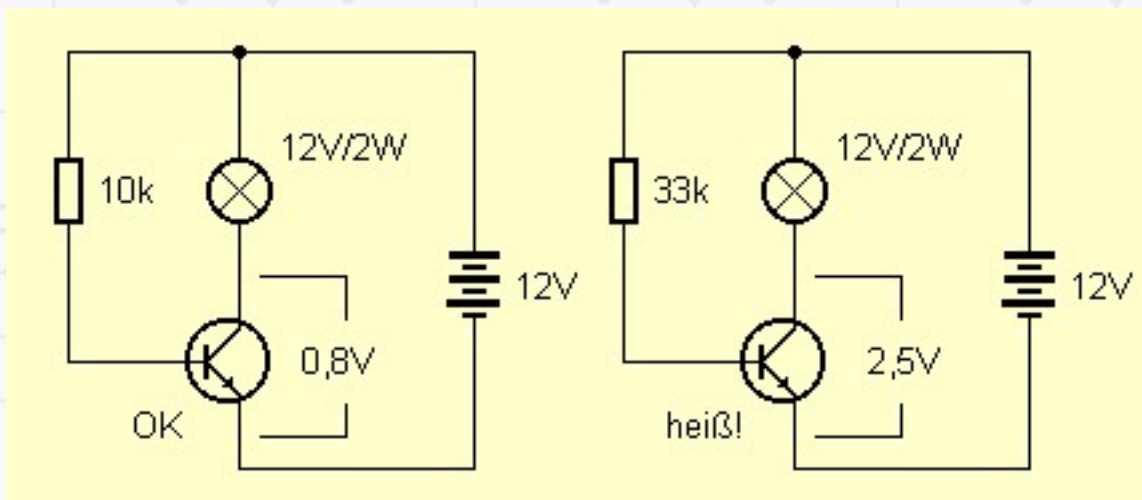


**Der erste Test  
ist oftmals kein Fest.**  
(Diertrich Drahtlos)

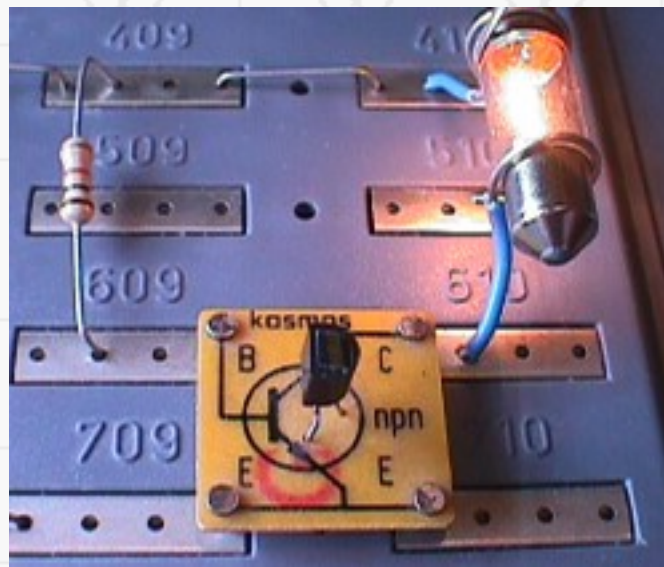
Der wärmeempfindliche Farbstreifen stammt aus einer Batterie mit eingebautem Ladungstester (siehe auch [Batterietester](#)). Mit der Schere konnten viele kleine Stückchen ausgeschnitten und auf verschiedene Transistoren und ICs geklebt werden.



Die Schaltung zeigt übrigens die richtige und die falsche Aussteuerung eines Schalttransistors für eine Glühlampe. Der Basisstrom muss ausreichen, um den Transistor voll auszusteuern. Wenn der Basiswiderstand zu groß ist, wird der Basisstrom zu klein, und es bleibt eine zu große Restspannung zwischen Kollektor und Emittor. Die Verlustleistung wird dann zu groß, und der Transistor wird heiß. Über etwa 150 Grad geht er kaputt. Der richtige Widerstand hängt auch von der Stromverstärkung ab. Bei einem BC548C und einer Lampe mit 12V/2W war 10 Kiloohm gerade richtig, 33 Kiloohm aber zu viel.

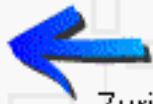


Will es jemand mal genauer ausrechnen? Zwischen Basis und Emittor liegt bei Si-Transistoren etwa 0,6 V. Es bleiben also 11,4 V am 10k-Widertsand. Damit fließt ein Basisstrom von 1,14 mA. Für die Lampe wird ein Strom von  $2W/12V=167mA$  erwartet. Die Stromverstärkung muss also hier  $167mA/1,14mA=146$ -fach sein. Das ist für diesen Transistor in Ordnung. Bei 33k brauchte man aber eine 482-fache Stromverstärkung. So viel bringt der Transistor bei diesem großen Kollektorstrom aber nicht. Es wurde eine Kollektorspannung von 2,5 V gemessen. Die Verlustleistung war ca.  $150 mA * 2,5V = 375mW$ .



Also mit 10k bleibt der Transistor schön kalt, und die Lampe wird schön hell. Aber nicht vergessen, eine andere Lampe erfordert vielleicht einen anderen Basiswiderstand.





Zurück

# Batterien zerlegen

Manchmal siegt die Neugier. Dann will man wissen, was drin ist, in einer Batterie. Eine alte und nicht mehr brauchbare 9V-Alkalibatterie habe ich mit einer Zange geöffnet. Was hier aussieht wie kleine Sylvesterknaller, sind sechs 1,5V-Alkalizellen.



Eine Messung zeigte, dass zwei der Zellen völlig hinüber waren, vier aber noch gut, mit Leerlaufspannungen über 1,45 V. Die angepunkteten Metallbänder lassen sich gut löten. Die Zellen sind ideal für die direkte [Platinenmontage](#) geeignet. Achtung, der Metallbecher ist hier der Pluspol.



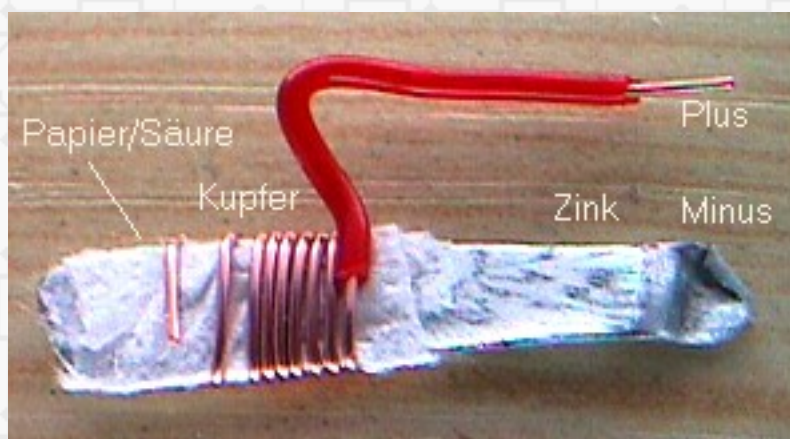
Die Kontaktseite kann man noch als Batterieclip verwenden. Es ist sogar Platz für kleine Schaltungen. Im Bild sieht man einen eingebauten Spannungsregler 78L05 für eine stabile Ausgangsspannung von 5 V. Auch das Blech der Batterie ist nicht schlecht. Daraus kann man absolut HF-dichte, EMV-sichere und gegen statische Entladungen geschützte Miniaturgehäuse für besondere

## Schaltungen bauen.

Eine Tages wollte meine Tochter wissen, was in einer 4,5V-Flachbatterie ist. Da haben wir eine zerlegt. Vorsicht, es macht viel Dreck. Man braucht fließendes Wasser, um die Bauteile gründlich abzuspülen. Aus der Batterie stammen die folgenden Teile: Drei Kohlestäbe, mehrere noch nicht zerfressene Stücke Zinkblech und etwas Teer als Isoliermaterial.



Wenn man das Prinzip verstanden hat, kann man natürlich auch selbst eine Batterie bauen. Ein einfacher Versuch gelingt z.B. mit einem Streifen Zinkblech aus der Batterie. Man umwickelt es mit etwas Papier. Darüber kommen einige Windungen blanker Kupferdraht. Dann wird das Papier mit einem Tropfen Zitronensaft getränkt. Technische Daten der Batterie: Leerlaufspannung 1,0 V, Kurzschlussstrom 0,4 mA. Natürlich kann man mehrere in Reihe schalten, um die Spannung zu erhöhen. Wer mehr Strom braucht, muss das ganze nur etwas größer bauen.



**Was in der Theorie gut funktioniert,  
wird trotzdem erst mal ausprobiert.  
(Dietrich Drahtlos)**

---

**Nachtrag von Georg Schön:**

Sie sollten einen Hinweis auf die Risiken von Alkalizellen beim Öffnen einfügen und überhaupt davon abraten. Ich habe mal eine geöffnet, dabei spritzte mir der Elektrolyt entgegen, die Zelle stand unter Überdruck. Da darin Natron- oder Kalilauge verwendet wird, ist das ziemlich gefährlich, speziell für die Augen. Ich bin zum Glück Brillenträger.

### Dazu noch ein Hinweis:

Man sollte niemals an Lithium-Batterien löten, denn sie können dabei explodieren. Mir ist mal eine ins Gesicht geflogen, das war gar nicht lustig für die Augen. Es findet eine explosive Reaktion zwischen Lithium und Schwefel statt.

---

Nachtrag von Arne (Arnes Elektronikseite: [www.Elektronik.de.vu/](http://www.Elektronik.de.vu/)):

Die "normalen" 9-V-Blöcke (Zink-Kohle, nicht Alkali) sehen innen anders aus und eignen sich nicht zum Aufteilen in Einzelzellen. Die einzelnen Zellen sind übereinander angeordnet. Weil alle Zellen eine gemeinsame Hülle haben, kann man sie nicht gut trennen.



In Frankreich hat Arne eine kleine Schwester der 4,5-V-Flachbatterie entdeckt. Schade, dass es die hier nicht gibt.

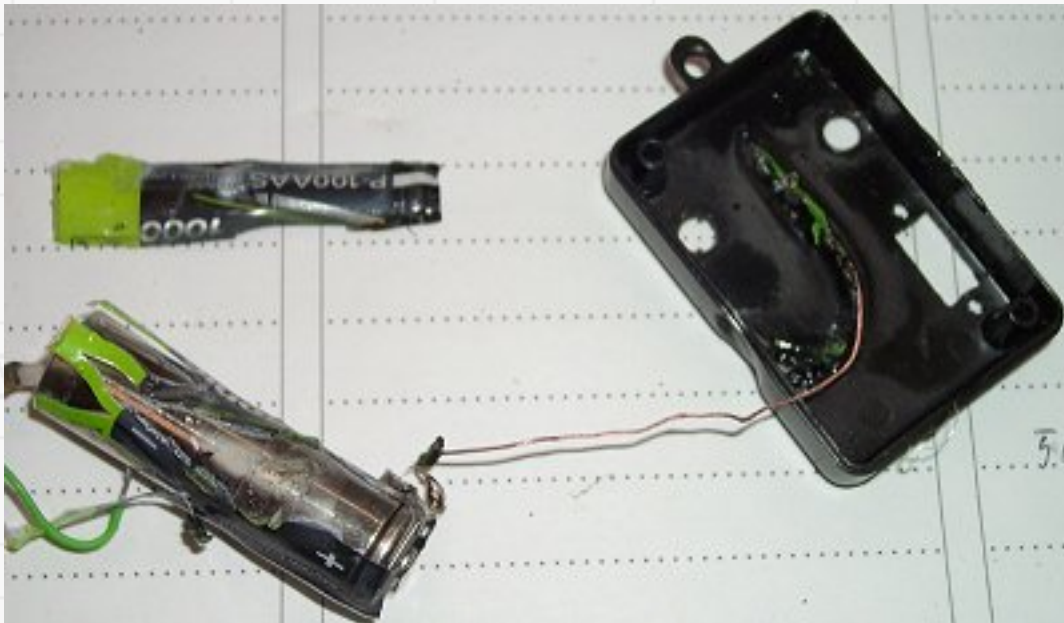


---

Nachtrag: Heißer Akku



Christoph Arndt berichtet: Ich habe schon vor einiger Zeit eine kleine Taschenlampe mit einer Glühbirne und einer 1000 mAH starken NICD Mignon Batterie gebaut. Nur heute in der Schule ist mir ein "kleiner" Unfall passiert. Nämlich ist mir die Lampe heute runtergefallen, und hat, wie sich später herausgestellt hat, einen Kurzschluss verursacht. Dies blieb aber unbemerkt, da die Batterie und die Kabel in dem Gehäuse verklebt und verschraubt waren. Nach einer Zeit bemerkte ich, dass das Gehäuse etwas heiß wurde (ich hatte die Lampe in der Hosentasche). Und als ich sie rausholen wollte, verbrannte ich mir den Finger, weil die Fassung so heiß war. Irgendwie habe ich es dann doch geschafft, und wie durch ein Wunder hatte ein Lehrer einen Schraubenzieher, der schon beim 1. mal gepasst hatte. Man sah schon im verschlossenen Zustand, dass das Gehäuse schon am schmelzen war. Und als ich dann das Gehäuse unter starkem Zittern meiner Hände aufbekam, sah ich erst mal Rauch und dann das ganze Ausmaß des Unglücks. Und erst jetzt ist mir bewusst geworden, welchen Schaden eine normale Mignonbatterie mit 1,2V anrichten kann. Sogar von einem Kabel (wo wahrscheinlich für den Kurzschluss schuld war) ist die komplette Isolierung verschmort. Zum Glück ist die Batterie nicht explodiert. Aber das Gehäuse hat großen Schaden genommen, ebenso wie die Batterie. Beides ist dem Kurzschluss zum Verhängnis geworden. Man sieht an den Bauteilen richtig, dass starke Rauchentwicklung stattgefunden hat.





# Wir schlachten einen Videorecorder

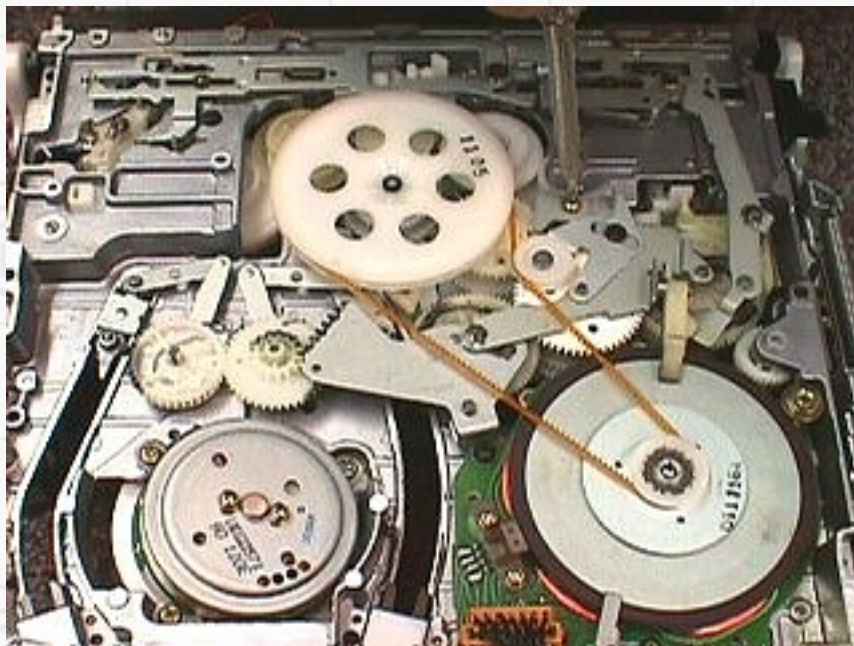


Zurück

Wer basteln will, braucht Material. Eine der besten Quellen für Bauteile aller Art ist der Videorecorder. Schon manches Schlachtfest hat es gegeben, das letzte wurde auf Fotos gebannt.



Die Nachwuchselektroniker: Tine und Fabi



Mechanik vom Feinsten: Zahnräder, Zahnriemen, Kugellager, gelagerte Röllchen, Wellen, Zapfen, mehrere Getriebe-Mupfe (1) und eine echte Klabuster-Welle (2).



Feinste Elektronik: Alles was gut und teuer ist. Der Tipp vom Fachmann: Ein paar solche Platinen müssen immer in Reichweite sein. Benötigte Bauteile aber erst ausbauen, wenn man die gerade braucht! So spart man sich manchen Weg nach Conrad. Außerdem lernt man hier Bauteile kennen, deren Namen man nicht einmal auszusprechen wagte. Oder wer hat schon mal ein Oberflächenwellenfilter gekauft, nur um zu sehen, wie so was aussieht?



Zwei Motoren: Die Mehrpolmagnete werden über mehrere Spulen angetrieben. Damit es sich dreht, braucht man noch eine Menge Elektronik. Der größere Flachmotor ist ähnlich aufgebaut wie der in einem Diskettenlaufwerk: Achtung: Es wurden mindestens sechs astreine Hallelement-Sensoren gefunden. Damit kann man Magnetfeld-Messgeräte bauen!





Sensoren satt: Mehrere Lichtschranken, Reflexlichtschranken, ein elektromechanischer Positionssensor, Schiebepoti als Positionssensor und ein Hubmagnet, der sich als induktiver Sensor für magnetische Wechselfelder eignet.

Und was hat das Schlachtfest sonst noch erbracht?

- Genug Transistoren, Dioden, Widerstände, Kondensatoren, Spulen für die nächsten zwei Jahre
- Jede Menge Kabel und Drähte, z.T. mit brauchbaren Steckern
- Eine kleine 3-V-Lithium-Batterie
- Einen I2C-Uhrenbaustein PCF8583 mit Uhrenquarz und Trimmer
- Mehrere andere I2C-Bausteine, deren genaue Funktion noch zu ergründen ist
- Einen Tuner mit PLL am I2C-Bus, daraus könnte man noch so etwas wie einen Funk-Scanner bauen
- Ein Schaltnetzteil, schwer in Gang zu setzen, aber mit vielen brauchbaren Teilen



Das Ende aller Technik: Ein kleiner Haufen Schrott.

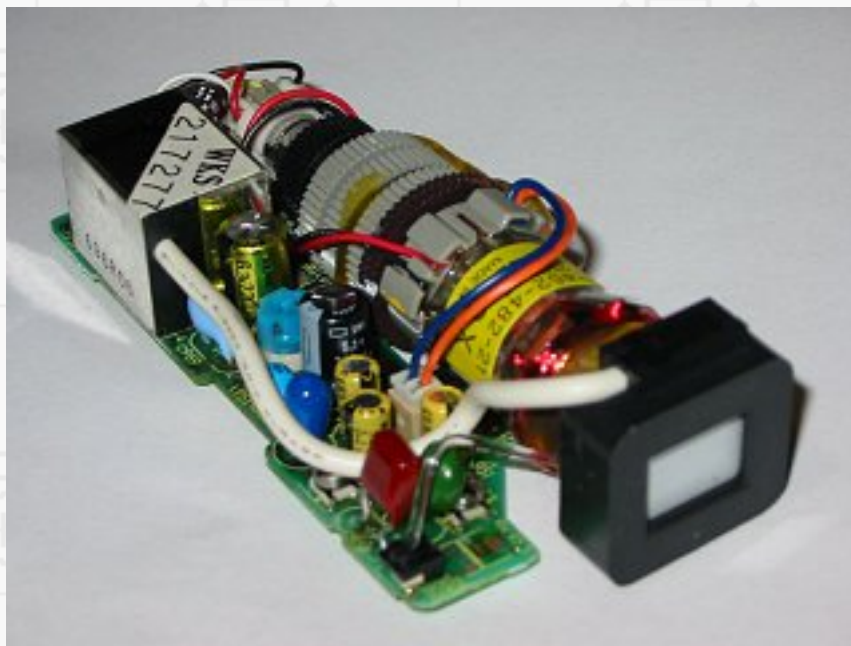
**Wo das Chaos weht,  
werden Ideen gesät.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

- 1) Mupf: Der allgemeine Fachausdruck für alle Dinge, die kein Schwein kennt.
  - 2) Klasterwelle: Die vereinfachte Grundform eines verkantungssymmetrischen Limitationsrekalibrators.
- 

**Nachtrag: Edelschrott aus der Videokamera**

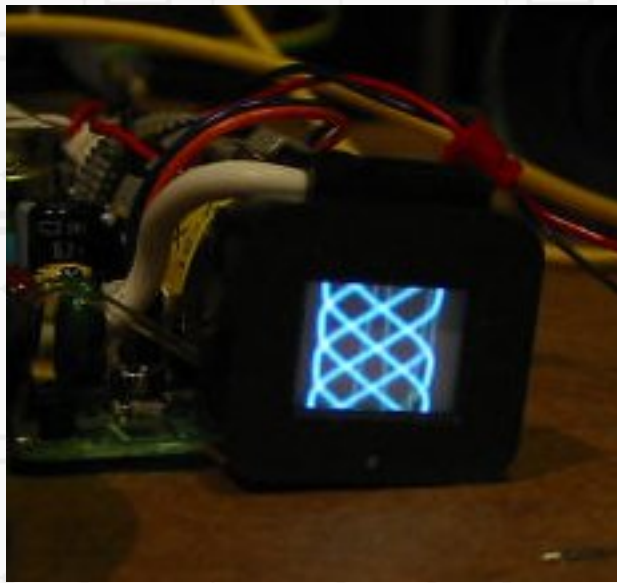
Ivo Richter schrieb: Aus einer alten Sony-Hi8-Videokamera stammt der Sucher mit einer Mini-Bildröhre und der dazu gehörenden Elektronik. Ich dachte mir, dass sich das Ding doch irgendwie in Betrieb setzen lassen müsste, z.B. als Fernseher für die Puppenstube o.ä. Und es funktioniert wirklich!!! Die Schaltung hat 5 "Eingänge": 1) +Ub, 2) Masse, 3) + 4) Video Composite (invertiert, negatives Bild), 5) Sucher LED an (bei Aufnahme).



**Umbau zu einem Oszilloskop:**

Grundsätzlich ist es ganz einfach, da die Ablenkspulen mit Steckern mit der Platine verbunden sind. Es passiert exakt das Erwartete: Zieht man den einen, erscheint ein horizontaler Strich, zieht man den anderen, erscheint ein vertikaler Strich. Zieht man beide Stecker, erscheint der Brennfleck in der Mitte des Schirms. Ich habe nun die Horizontalablenkung abgeklemmt und nach außen geführt. Da die Vertikalablenkung um die 50 Hz liegt, lassen sich nicht nur Gleichstrom, sondern auch Frequenzen um die Netzfrequenz ganz gut darstellen (siehe Bild). Ein Tip: die Signalqualität steigt deutlich, wenn man den Videoeingang kurzschließt, um Störungen auszuschalten. Der nächste Schritt wäre nun, die Ablenkfrequenz variabel zu machen, notfalls mit einem externen Sägezahn-generator.





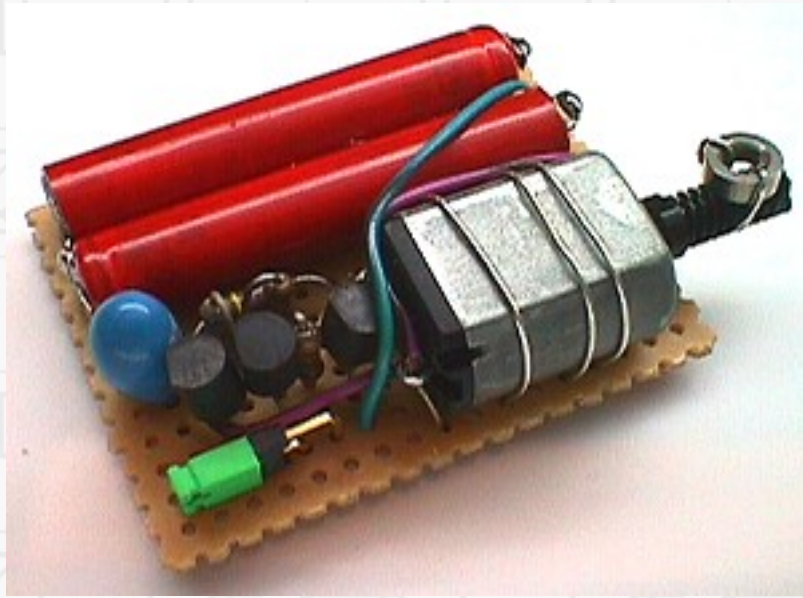
Weitere Bastelprojekte von Ivo Richter: [www.radspass.com/Private\\_Homepage/Basteln/basteln.html](http://www.radspass.com/Private_Homepage/Basteln/basteln.html)



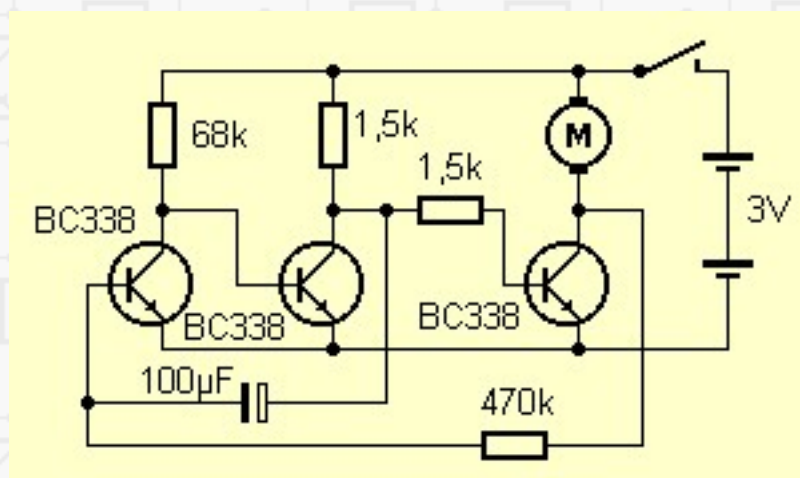
Zurück

# Der handyfreie Vibrationsalarm

Das beste am Handy soll der Vibrationsalarm sein, sagen manche. Der Rest ist manchmal eher störend. Deshalb braucht man den garantiert 100% handyfreien Vibrationsalarm. Das Gerät baut man in irgendeine Schachtel ein und legt es in dem Handyfreund in die Tasche.

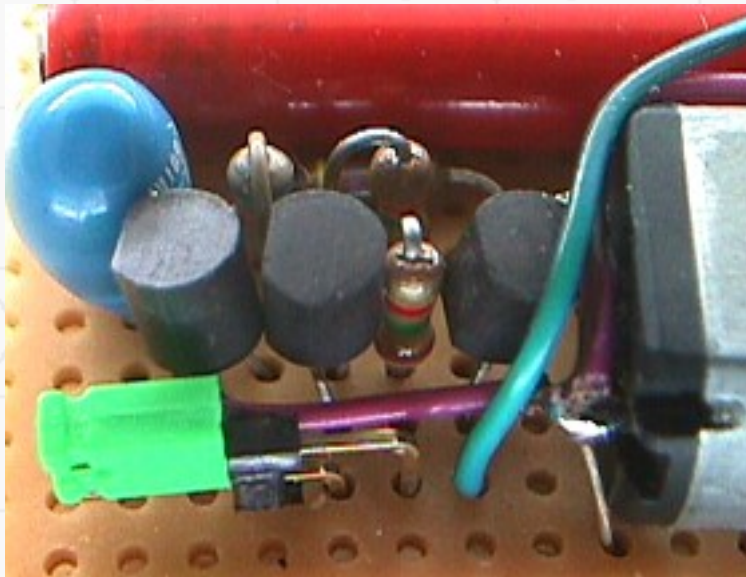


Der kleine Motor stammt aus einem CD-Laufwerk. Er wurde mit einem Exzentergewicht an der Achse ausgerüstet. Bei drei Volt ergibt das ein starkes Vibrieren. Eine Schaltung mit drei Transistoren dient als Zeitschalter. Der Motor wird alle 30 Sekunden für etwa zwei Sekunden eingeschaltet. Auf der Platine sind auch die Batterien aufgelötet. Sie stammen aus einem [9V-Alkaliblock](#). Als Schalter dient ein Pfostenstecker mit Jumperbrücke.



Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, das Gerät einzusetzen. Man schiebt es z.B. einem Handybesitzer unter, der dann automatisch zweimal in der Minute angerufen wird. Leider kommt die Verbindung nie zustande. Oder man gibt es einem Handysüchtigen als Ersatzdroge. Da regelmäßige

Anrufe sicher sind, entfallen zahlreiche unnötige und teure Gespräche. Die dritte Möglichkeit besteht darin, das Gerät einfach selbst in die Hand zu nehmen, sich bei schöner Musik zu entspannen und die Vibrationen zu genießen.



**Maschinen und Automaten  
können zur Freude geraten.**  
(Dietrich Drahtlos)



Zurück

# Das CD-Spektrometer

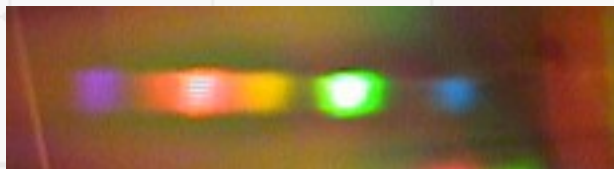
Welche Farben enthält das Licht? Diese Frage beantwortet jede beliebige CD. Wenn man eine Lichtquelle im richtigen Winkel über eine CD betrachtet, findet eine Farbzerlegung statt. Schon hat man ein Spektrometer, ein Gerät, für das man auch sehr viel mehr Geld ausgeben könnte.



Das Spektrum eines Weihnachtsbaums zeigt für jede der kleinen Glühlampen ein durchgehendes Band von Rot bis Blau. Das Blau einer Glühlampe ist sehr schwach, violett ist fast gar nicht mehr zu erkennen.



Ganz anders sieht das Licht einer Bräunungslampe aus. Hier hat man ein Linienspektrum. Was hier nicht ganz farbecht wiedergegeben wird, sind die Linien des Quecksilbers, denn die UV-Lampe ist eine Quecksilberdampf Lampe. Die stärkste Linie liegt im ultravioletten Bereich. Man kann sie mit dem Auge nicht sehen, aber die Kamera scheint etwas zu erkennen. Dieses UV-Licht bräunt die Haut, schädigt die Augen und erhöht das Krebsrisiko.

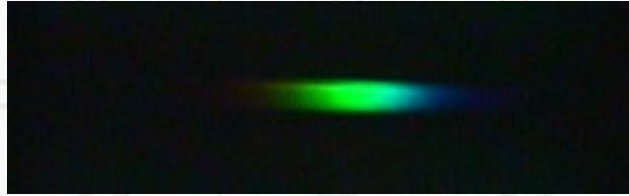


Hier sieht man das Licht einer Energiesparlampe. Ob die Ähnlichkeit zur UV-Lampe wohl ein Zufall ist? Nein, denn jede Leuchtstoffröhre enthält Quecksilberdampf. Die CD hat geholfen, die Energiesparlampe mit einer Spektralanalyse zu überführen. Wegen des giftigen Quecksilbers sind solche Lampen auch Sondermüll. Also bitte nicht einfach in der Bastelbude zerklopfen!





Was wirklich nur eine einzige Farbe enthält, ist der Laser. Nur Rot und sonst nichts, basta. Mit einem einfachen Laserpointer kann man es untersuchen.



Aber schon die Leuchtdioden sind da etwas vielseitiger. Das Bild zeigt das Spektrum einer superhellen, grünen LED. Manche orange LED enthält ganz deutlich Rot und Grün.



**Forscht man mit genügend Zeit,  
dann kommt man auch sehr weit.**  
(Dietrich Drahtlos)

Die meisten von uns werden mit CD-ROMs überschüttet, die sie gar nicht brauchen. Man könnte die Gartenlaube damit pflastern oder Türme bauen. Oder Spektrometer basteln. In einer geschwärzten Schachtel, vielleicht mit einer Linse als Okular und einem schmalen Spalt für das einfallende Licht, kann man auch feinere Linien auflösen. Jedenfalls gibt es noch viel zu untersuchen: Auch eine Glimmlampe hat ein Linienspektrum. Eine Gasflamme kann das Spektrum eines Metalls zeigen,

wenn man einen Draht hineinhält. Letztlich wurde sogar die Expansion des Weltalls mit einem Spektrometer entdeckt. Aber die Forschung ist nie zu Ende.

---

### **Nachtrag: Durchsichtige CDs**

Von Christian Kopp kam der folgende Verbesserungsvorschlag:

"Bei CD-Rohlingen auf Spindeln (meist 50 Stück) ist immer oben und unten eine Art Trennscheibe in CD-Größe. Diese Trennscheiben weisen die gleichen Eigenschaften auf wie normale CDs, sind aber durchsichtig (weil weder ein Spiegel noch ein Aufdruck darauf ist) und eignen sich eigentlich viel besser als Spektrometer als normale CD's !"

---

### **Nachtrag: Interferenzen bei der DVD**

Was mit der CD klappt, geht natürlich auch mit der DVD. Aber hier sieht man noch etwas anderes: DVDs haben mehr als eine übereinander liegende Datenschicht. Deshalb kommt es zu zusätzlichen Interferenzen. Das zerlegte Licht zeigt enge Streifenmuster. Man muss die Scheibe sehr still halten und ganz genau hinsehen, denn die Streifen wandern schon bei leichter Bewegung.



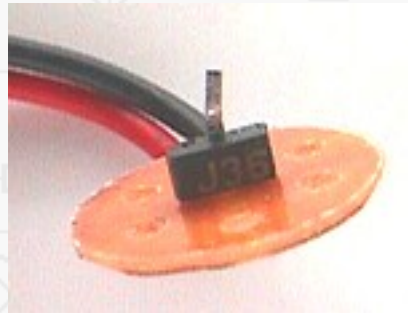
# Der FET im Elektret-Mikrofon



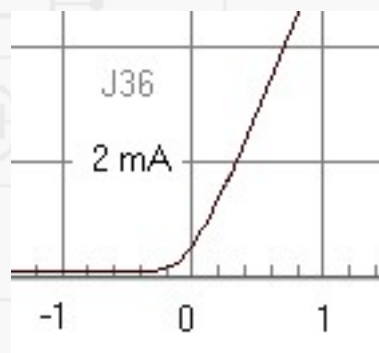
Wie sieht es eigentlich in einem Elektret-Mikrofon aus? Ein Mikro musste geopfert werden, um diese Frage zu klären. Außer der dünnen, metallisierten Elektret-Folie findet man eine Metallplatte, die zweite Platte des Kondensatormikrofons. Und einen ganz besonderen Feldeffekttransistor.



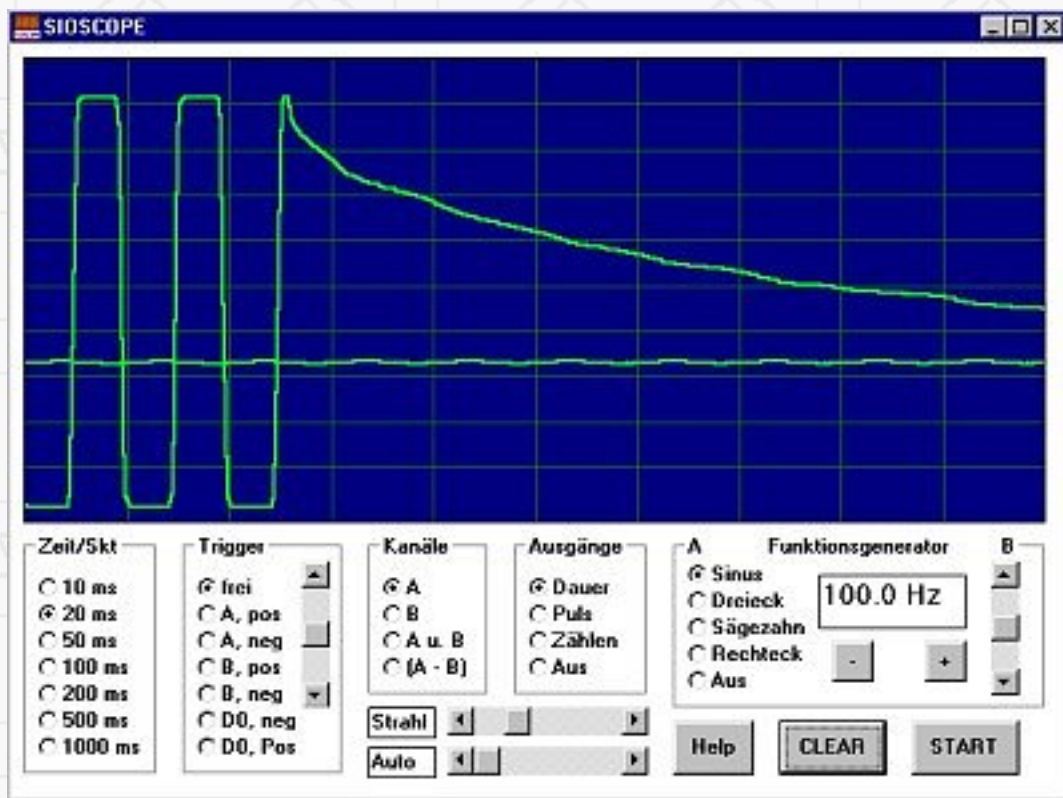
Der FET hat ein SMD-Gehäuse. Die aufgedruckte Typenbezeichnung ist J36. Source und Drain liegen an den äußeren Anschlüssen. Das Gate steht frei und hat im zusammengebauten Zustand Kontakt zur isolierten Kondensatorplatte.



Um den FET genauer zu untersuchen, wurde seine Kennlinie gemessen. Bei einer Gatespannung von 0 Volt ergibt sich ein Drainstrom von 0,4 mA. Ab ca. -0,3V sperrt der FET. Bei Gatespannungen über 0 V findet man eine Steilheit von ca. 6 mA/V. Es handelt sich offenbar um einen FET mit isoliertem Gate, den man ansonsten als Einzelhalbleiter kaum noch bekommt. Nur Sperrschicht-FETs wie der BF245 sind sehr verbreitet.

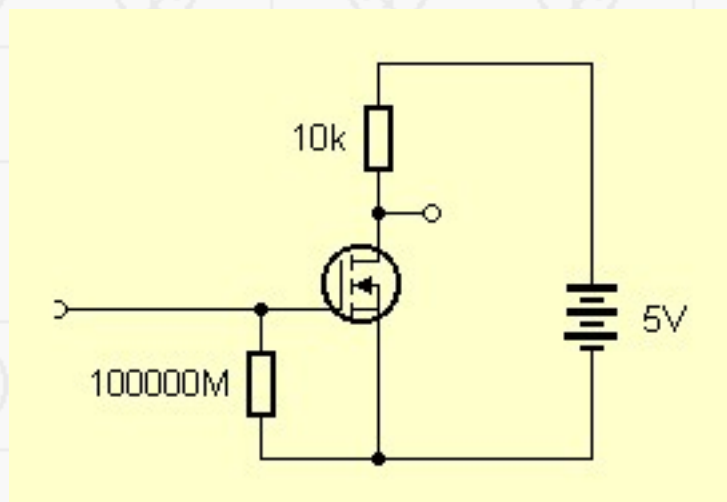


Normalerweise ist es ein Problem, einen FET bei völlig offenem Gate zu betreiben, denn es könnte sich auf eine zufällige Spannung aufladen. Wie wird hier der Arbeitspunkt festgelegt? Auskunft gibt der "Fingertest" in einer einfachen Verstärkerschaltung. Wenn man das Gate berührt, wird eine 50-Hz-Brummspannung angelegt. Wenn man dann den Finger zurückzieht, bleibt eine zufällige Spannung stehen. Dann kann man am Oszilloskop (hier mit dem SIOS-Interface am PC) beobachten, wie der Transistor in seinen Ruhezustand zurückkehrt. Beobachtet wurde eine Zeitkonstante von ca. 100 ms. Daraus folgt bei einer geschätzten Eingangskapazität von 1 pF ein Eingangswiderstand von 100.000 MOhm ( $10^{11}$  Ohm). Dieser Widerstand ist also im FET eingebaut. Allein schon dieser Widerstand ist etwas Besonderes. Wer also mal einen riesigen Widerstand braucht, kann ein Elektret-Mikrofon schlachten.



Mit diesem Transistor kann man Verstärker für unterschiedliche Zwecke bauen: Hochohmige Messverstärker, Antennenverstärker, NF-Verstärker usw. Auch Spezialanwendungen für Betriebsspannungen unter 1 V sind denkbar.





**Was man noch nicht kennt,  
erklärt oft ein Experiment.**  
(Dietrich Drahtlos)

### **Nachtrag: Es ist ein JFET!**

Ralf Retter schrieb: "Ich habe auch ein K-Mikrofon zerlegt. Die Typenbezeichnung auf dem Transistor war K596. Es handelt sich hierbei um einen N-Kanal-Sperrschicht-FET. Bei Ihrem Mikro war es der Typ K1109 und bei ganz kleinen Mikrofonen wirds wohl der Typ TF202 sein. Sie können die Datenblätter der Transistoren bei dem Hersteller herunterladen. Der Hersteller ist die Firma Unisonic in Taiwan ([www.unisonic.com.tw](http://www.unisonic.com.tw))."

Stimmt, es ist doch kein MOSFET, sondern ein Sperrschicht-FET. Noch mal nachgemessen: Man findet mit einem Ohmmeter die Gate-Source-Diode. Laut Datenblatt gibt es zusätzlich eine inverse Schutzdiode. Sie besteht anscheinend aus zwei Dioden in Reihe. Aber wenigstens eins stimmte: Einen eingebauten Widerstand erwähnt auch das Datenblatt. Der K1109 wird übrigens in drei Stromgruppen geliefert: J35 (90-180  $\mu\text{A}$ ), J36 (150-300  $\mu\text{A}$ ), J37 (200-450  $\mu\text{A}$ ), das sind jeweils die Drainströme bei der Gatespannung Null.



# Der LED-Spannungsprüfer

Neulich gab es im Baumarkt einen besonderen Spannungsprüfer mit LED und eingebauten Batterien. Laut Anleitung kann man damit auch Durchgang testen, Glühlampen überprüfen, Leitungen finden und die Polarität prüfen. Nach meinen Versuchen kann der Prüfer auch statische Ladungen anzeigen und die Wirkung eines Luft-Ionisators nachweisen. Was ist da nur drin? Viel ist es jedenfalls nicht. Da freut sich das Bastlerherz, denn hier hat man noch eine Chance, die Schaltung zu verstehen.

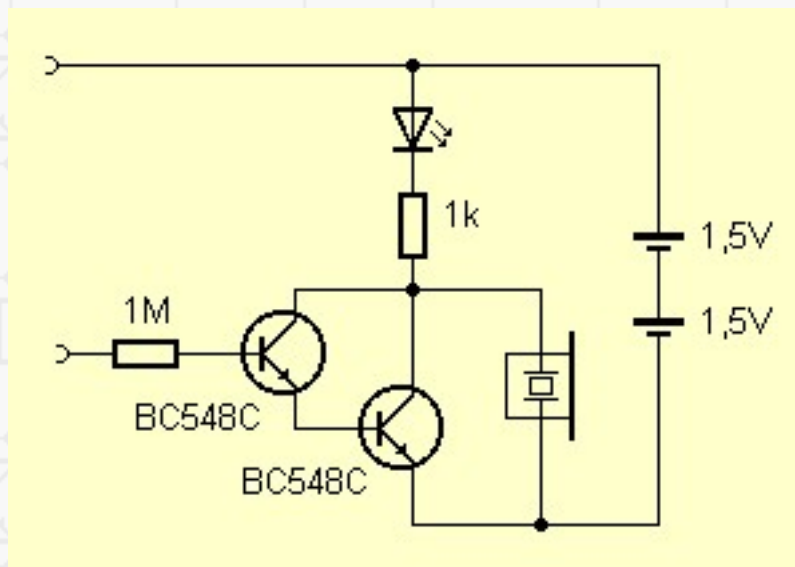


Man sieht nur einen Transistor, eine LED, einen Widerstand und zwei kleine Batterien. Was für ein Transistor könnte das ein? Der Aufdruck hilft nicht weiter. Betrachtet man das Ganze als Black Box, dann sollten äußere Versuche klären helfen, was drin ist. Folgende Ergebnisse kamen dabei heraus:

- Leitende Verbindung vom Griff zur Spitze oder Verbindung durch Finger: Die LED leuchtet.
- Prüfen einer Batterie mit dem Pluspol an der Spitze: Die LED leuchtet heller.
- Prüfen einer Spannung mit dem Minuspol an der Spitze: LED ist dunkler oder aus.
- Bei ca.  $-2V$  ist die LED gerade aus.
- Ein extrem kleiner Eingangsstrom reicht aus, um die LED sichtbar leuchten zu lassen.
- Bei Wechselspannung wird der LED-Strom moduliert, die LED flackert.

Die Ergebnisse passen zu einem Darlington-Transistor mit sehr großer Verstärkung. Ab etwas  $1V$  zwischen Basis und Emitter beginnt der Transistor zu leiten. Beim Einkoppeln einer Wechselspannung über die Körperkapazität sorgen die parasitären Zenerdioden zwischen Basis und Emitter dafür, dass die Basis sich nicht zu sehr negativ auflädt. Zugleich ergibt sich damit ein guter Schutz gegen hohe Spannungen.

Wenn die Schaltung klar ist, kann man ein vergleichbares Testgerät auch selbst bauen. Statt eines Darlington-Transistors verwendet man am besten zwei einzelne NPN-Transistoren. Damit es noch etwas besser wird, soll das Gerät zusätzlich einen Piezo-Lautsprecher bekommen. Es eignet sich dann auch als Signalverfolger in der NF-Technik.



Das Ganze wurde in das Gehäuse eines Schlüsselfinders eingebaut. Die wichtigsten Teile sind schon vorhanden: Batteriehalter, LED, Piezo-Schallwandler. Als Schlüsselfinder war das Gerät sowieso zu nervig, da es dauernd ohne Grund lospiepste.



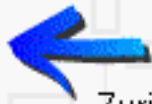
Das vergessene IC der Schaltung wurde einfach abgeschliffen. So entstand Platz für Neues. Die beiden Transistoren und zwei Widerstände ließen sich gerade noch einbauen.



Mit dieser Schaltung lässt sich ein interessanter Versuch durchführen: Eine Person berührt die Messspitze, die andere den Gegenanschluss. Beim Gehen leuchtet die LED nun bei jedem Schritt. Dies ist eine Folge der Ladungstrennung zwischen Boden und Schuhen. Das funktioniert übrigens genauso mit der Schaltung des [Berührungssensors](#).

**Wenn der Ingenieur die kleinen Dinge nicht ehrt,  
dann ist er auch bei großen Projekten verkehrt.**  
(Dietrich Drahtlos)





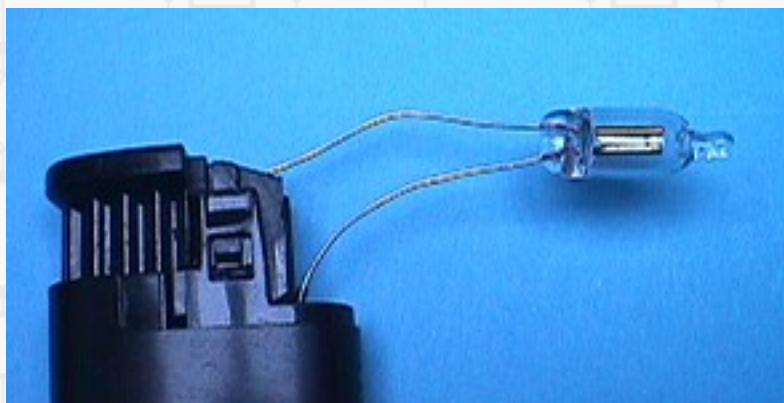
Zurück

# Hochspannung für Arme

Man sollte ja besser nicht rauchen, aber man sollte wenigstens einen Raucher gut kennen, denn der oder die hat vielleicht ein leeres Feuerzeug mit piezoelektrischer Zündung (danke, Heike!). Das bringt ohne großen Aufwand eine Spannung von fast zehn Kilovolt und ist dabei ganz ungefährlich, weil es nur sehr kurze Impulse abgibt.



Natürlich kann man ganz normale Funkenstrecken bauen und ausprobieren, wie weit der Blitz überschlägt. Pro Millimeter wird etwa ein Kilovolt gebraucht. Aber interessanter sind Versuche mit Glimmlampen, Leuchtstoffröhren und sogar durchgebrannten Glühlampen.



Eine Glimmlampe zündet mühelos und gibt ein rotes Licht ab. Das leere Feuerzeug wird zu einer Art Signallampe. Man sollte aber vermeiden, die offenen Drähte zu berühren, denn das tut weh.

**Tückisch wie im Bad die Seife  
ist manches Gerät vor der Serienreife.**

(Dietrich Drahtlos)



Ein Versuch mit einer durchgebrannten Taschenlampen-Halogenbirne: An der Unterbrechung des Glühfadens entsteht ein greller weißblauer Lichtbogen. Man kann es auch mit einer durchgebrannten 230-V-Lampe versuchen. Der hängende Glühfaden wird durch vorsichtiges Drehen der Lampe so justiert, dass sich eine enge Lücke zum anderen Ende ergibt. Man sieht dann einen blauen Miniblitz.



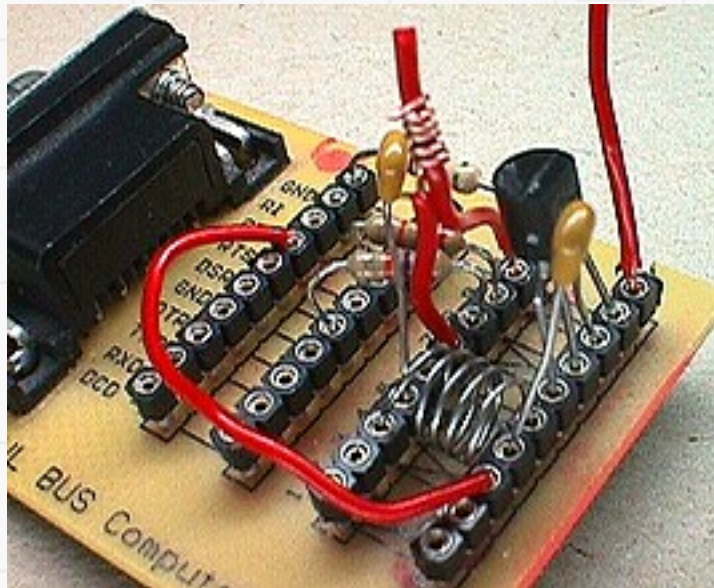
Viel Licht bei wenig Energie gibt bekanntlich die Energiesparlampe. Auch am Elektrofeuerzeug liefert die Leuchtstoffröhre einer Energiesparlampe das meiste Licht. Es reicht locker aus, um in einem absolut dunklen Raum den Lichtschalter zu finden. Es handelt sich also hier um eine Art Notfall-Taschenlampe, die nie unter leeren Batterien leidet.

# PC-gesteuerter UKW-Oszillator



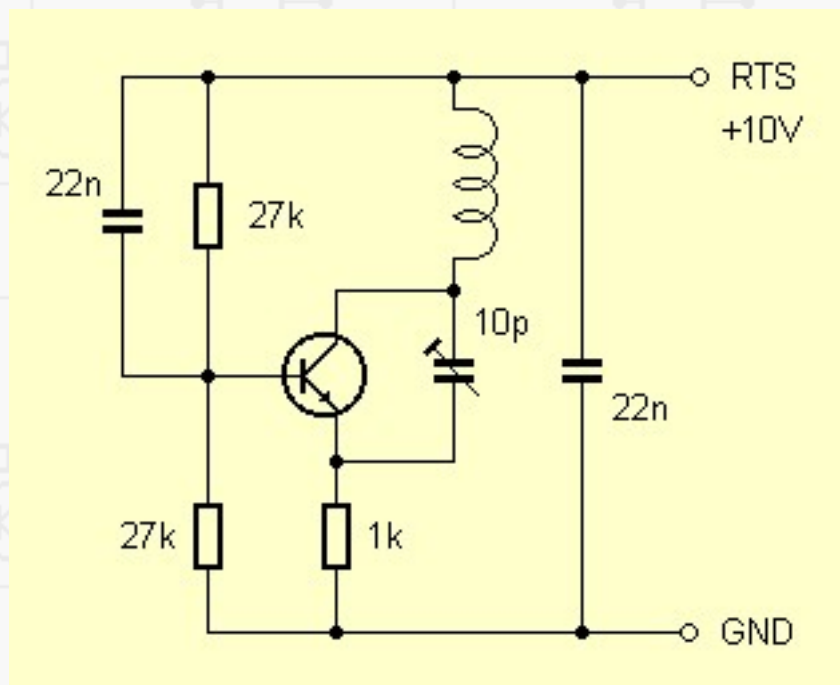
Zurück

Spätestens ab 30 MHz braucht man einen Hochfrequenz-gerechten Aufbau, damit überhaupt noch etwas funktioniert. Also kurze Leitungsführung, kapazitätsarme Anordnung, gute Masseführung und HF-Abblockung. Steckverbindungen sind da eigentlich nicht angesagt. Mich hat interessiert, ob es trotzdem zu schaffen ist, auf der ELEXS-Platine einen UKW-Oszillator aufzubauen, möglichst auch noch mit den vorhandenen Bauteilen.

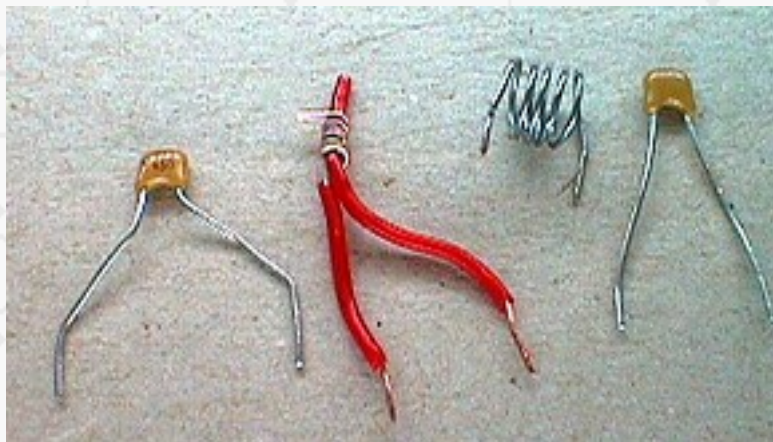


**Der sensible Apparat  
fürchtet jeden Kabelsalat.**  
(Dietrich Drahtlos)

Hurra! Es hat tatsächlich geklappt, allerdings waren noch zwei keramische Kondensatoren zusätzlich nötig. Der vorhandene Elko ist beim besten Willen nicht HF-tauglich, da seine Induktivität viel zu groß ist. Das Schaltbild zeigt einen 88-MHz-Oszillator, der vom PC aus mit Spannung versorgt wird und per Programm geschaltet werden kann. Die Frequenz wird im Wesentlichen von der kleinen Spule bestimmt. Durch leichtes Auseinanderziehen und Zusammendrücken kann die Frequenz verschoben werden.

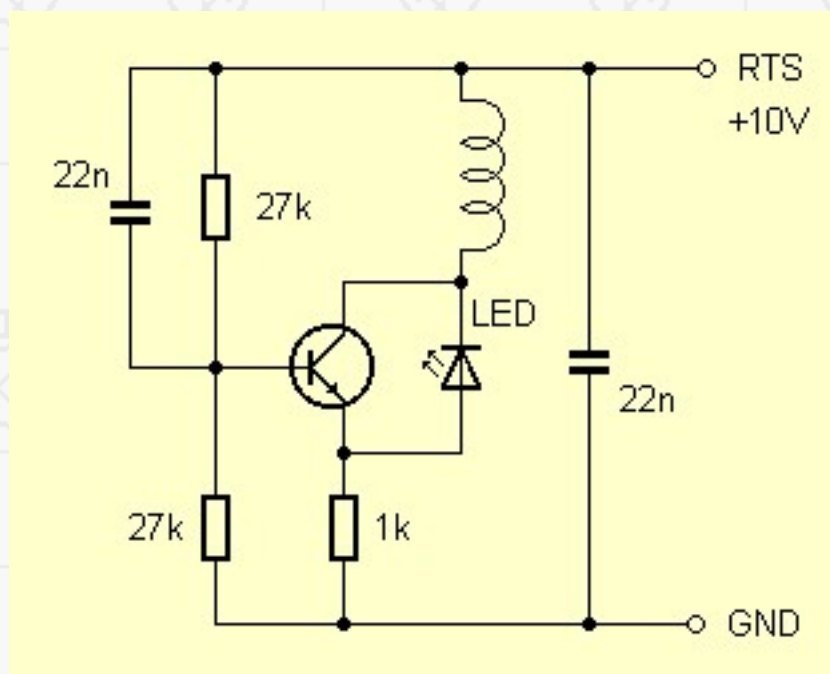


Der verwendete NF-Transistor BC548 hat eine ausreichend hohe Transitfrequenz, um bis etwa 100 MHz zu arbeiten. Die vorhandenen Widerstände passen gut für einen optimalen Arbeitspunkt bei ca. 5 mA. Die Spule hat vier Windungen, gewickelt auf eine LED als 5-mm-Dorn. Das einzige besondere Bauteil ist der kleine Kondensator oder Trimmer im Bereich von einigen Picofarad. Den kann man sich leicht aus isoliertem Schalt draht machen, der von einem blanken Draht umwickelt wird. Die Frequenz kann durch vorsichtiges Abwickeln justiert werden.



Im ersten Versuch wurde übrigens statt des Eigenbaukondensators eine LED in Sperrrichtung eingesetzt. Und in der Tat, es hat geklappt, denn sie hat eine Sperrschichtkapazität von ca. 10 pF, was normalerweise keinen interessiert, hier aber einen wunderbaren HF-Kondensator abgibt. Der Nachteil war nur, dass man die Frequenz nicht mehr so gut einstellen konnte. Ach übrigens: eine LED ist auch eine ganz brauchbare Kapazitätsdiode. Da müsste auch noch weiter geforscht werden...





Noch ein **wichtiger Hinweis**: Diese Schaltung ist ein potentieller Schwarzsender. Wenn man sie mit einer Antenne betreibt, kann sie erhebliche Störungen verursachen, vor allem auch auf Oberwellen, die man selbst nicht abhört. Es dauert dann vielleicht nicht lange, bis der gelbe Funkmesswagen vor der Tür steht. Also bitte ohne Antenne nur kurz probieren, ob im Radio auf UKW etwas zu hören ist. Und dann ganz schnell wieder auseinanderbauen!



Zurück

# Die blaue Armbanduhrbeleuchtung

Nur eine kaputte Armbanduhr ist eine interessante Armbanduhr. Als Fabian eine neue Uhr bekam, war ich ganz begeistert von der blauen Beleuchtung. Er wurde vereinbart, wenn sie mal kaputt ist, dann darf ich sie zerlegen. Inzwischen ist die Uhr einem Sportunfall zum Opfer gefallen, und jetzt endlich kann ich nachsehen, was da so schön leuchtet.



Die Uhr war irgendwie doppelt gebaut: mit Zeigern und mit einer digitalen Anzeige, die man durch vier Löcher im Ziffernblatt sehen konnte. Ich habe mich immer gefragt, wie das gehen kann. Dass man eine LC-Anzeige mit Loch bauen kann, hätte ich nie für möglich gehalten. Aber so wie es aussieht, war dies auch der Schwachpunkt, an dem das Glas gebrochen ist. Wenn einmal Luft eindringt, wird jedes LCD schwarz.

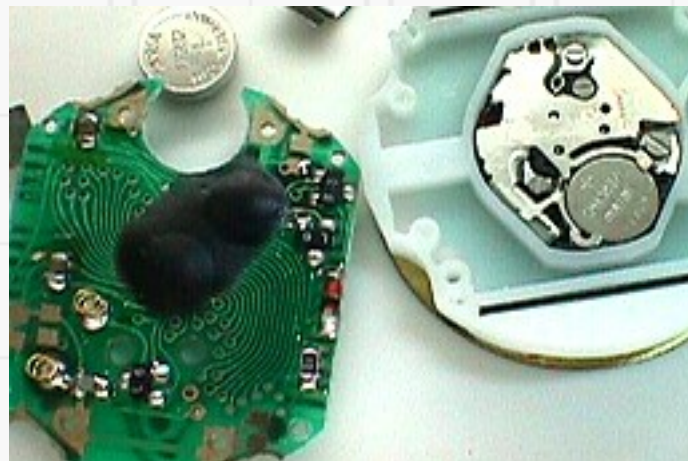
**Was dem Gerät ein Ende setzt,  
hat der Entwickler oft unterschätzt.**  
(Dietrich Drahtlos)



Also los, Deckel auf! Und da ist schon der Piezo-Schallwandler, der über zwei Federn seine Spannung erhält. Als die Uhr noch wasserdicht war, hat Fabi sie mal im Schwimmbad ausprobiert: Unter Wasser konnte man das Piepsen durch das ganze Schwimmbecken hören.



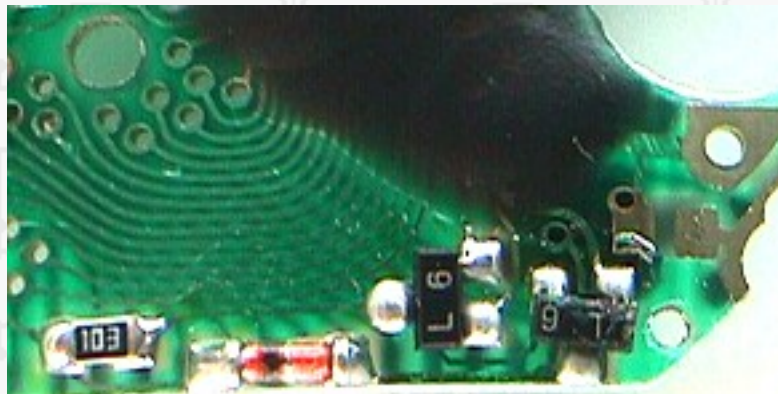
Und hier sieht man es: zwei Uhren, sogar mit zwei Batterien. Das ganze ist so gebaut, dass man an die untere Batterie für die Zeigeruhr eigentlich gar nicht herankommen kann. Also eine typische Wegwerfuhr für etwa ein Jahr.



Und wo soll jetzt die blaue Beleuchtung sein? Also noch weiter auseinanderbauen, und endlich, da unter dem kaputten LC-Display: Eine dünne, weiße Folie mit zwei Kontakten. Super, eine EL-Folie! EL steht für Elektro-Luminiszenz, also für ein Leuchten im elektrischen Wechselfeld. Die Folie ist eine Art Kondensator mit einem besonderen Leuchtstoff zwischen den Platten. Man braucht dafür eine relativ hohe Wechselspannung von z.B. 100 V bei 500 Hz, dafür aber nur sehr wenig Strom.



Auf der Vorderseite ist die Folie weiß, außer wenn man eine Wechselspannung ausreichender Höhe anlegt, dann leuchtet die ganze Fläche blau. Woher aber soll denn die Wechselspannung kommen?



Auf der Platine sind auffällig viele Transistoren. Und auf der Rückseite findet man sogar zwei kleine Spulen, eine für den EL-Spannungswandler und die andere für den Piezopiepser. Also jetzt müsse man es nur noch schaffen, das ganze auch mal einzuschalten.





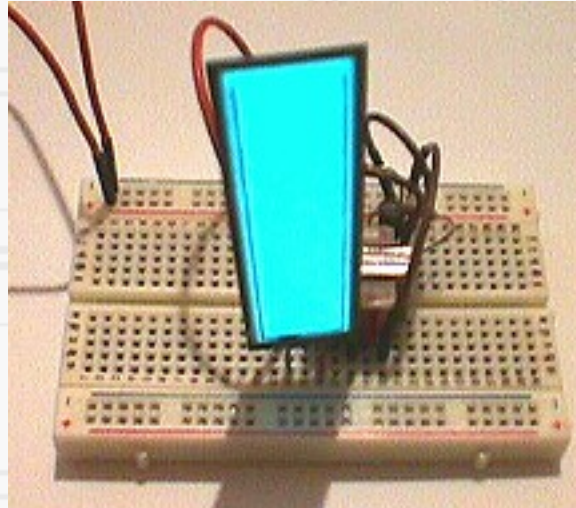
Ach übrigens, die Uhr geht wieder, wenn auch nur der Teil mit den Zeigern. Ich finde, sie sieht jetzt besser aus als vorher. Oder etwa nicht?

# Ein Spannungswandler für die EL-Folie

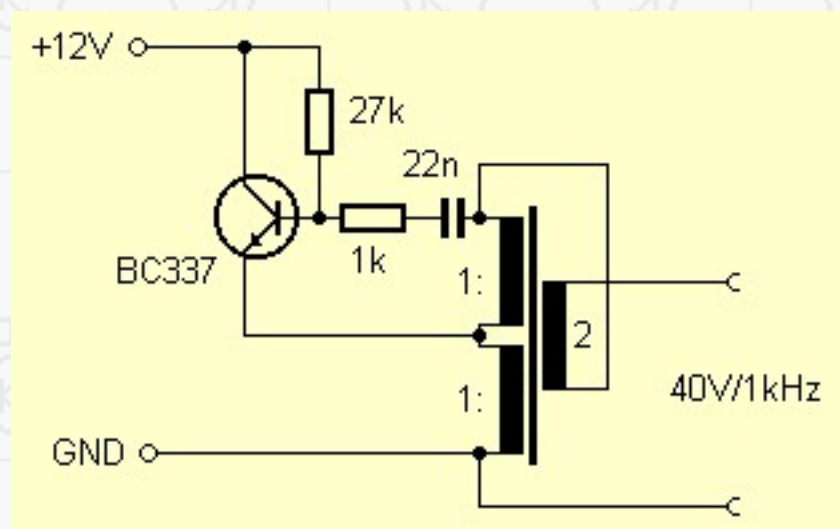


Zurück

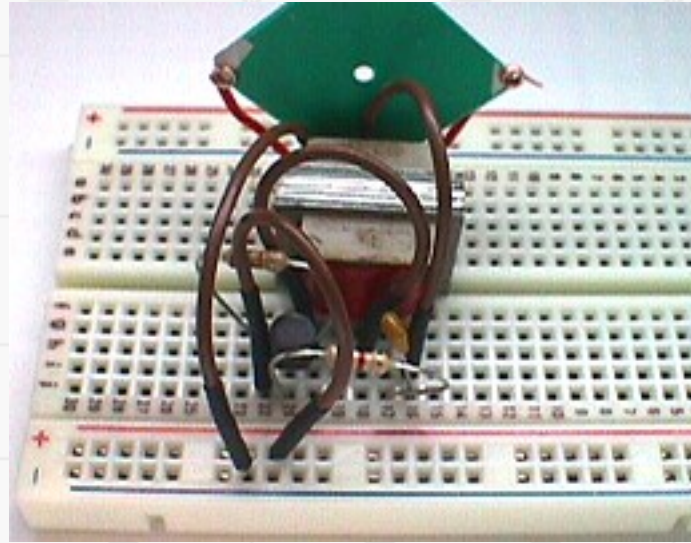
Wenn man schon mühsam eine EL-Folie ausgebaut hat, muss sie natürlich auch mal leuchten! Für einen kleinen Spannungswandler braucht man aber einen Übertrager. Den könnte man selbst wickeln oder irgendwo ausbauen. Hier wurde ein kleiner Trafo unbekannter Herkunft aus der Bastelkiste benutzt. Im Bild sieht man eine grün leuchtende EL-Folie von einem alten LC-Display.



Der Trafo hat drei getrennte Wicklungen. Mit dem Multimeter wurde zuerst ihr Widerstand gemessen. Sie hatten 60 Ohm, 60 Ohm und 180 Ohm. Damit war klar, welche wenig Windungen und welche viele hatte. Nun kommt es aber auch auf die Wickelrichtung bzw. auf die Anschlussfolge an. In einem zweiten Test wurde eine Wechselspannung von 50Hz/3V an die hochohmige Wicklung gelegt. Die anderen beiden wurden in Reihe geschaltet und so lange umgepolt, bis die größte Spannung gemessen werden konnte. Alle Spulen zusammen hatten nun etwa 6 V, eine der kleineren allein etwa 1,5 V. Damit war klar, der Trafo hat ein Windungsverhältnis von 1:1:2. Also damit lässt sich ein Spannungswandler bauen. Mit etwas Probieren kam die folgende Schaltung heraus.



Mit dem Multimeter wurde eine Ausgangsspannung von 40 V gemessen. Der Trafo erzeugte ein Summen, das auf eine Frequenz von ca. 1 kHz schließen ließ. Für die grüne Leuchtfolie war das ganz in Ordnung. Eigentlich sollte aber die blaue EL-Folie aus der [Armbanduhr](#) mit dem Spannungswandler betrieben werden. Es hat auch funktioniert.



Aber leider nur kurz, dann ist sie kaputtgegangen. Ich weiß nicht einmal, ob ich sie elektrisch überlastet habe, oder ob sie durch die selbstgebauten Kontakte zu stark gebogen wurde. Vielleicht wollte diese Folie weniger Spannung und eine höhere Frequenz sehen. Jetzt jedenfalls leuchtet sie nur noch an einem ganz schmalen Streifen. Es sieht aus wie ein Riss zwischen dem Anschluss und der dünnen Flächenelektrode. Schade, schade, schade.



**Oft wird ein Projekt mit Pech übersät,  
weil man ein kleines Detail übergeht.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

## Nachtrag: Erfahrungen mit der blauen EL-Folie

Arne Rossius schrieb mir:

"Ich hatte bei der EL Folie das gleiche Problem. Es ging zuerst perfekt (ich habe die Platine aus der Uhr genommen, den Einschalttaster überbrückt und statt der Knopfzelle (die Uhr hatte zwei

parallelgeschaltete) eine Mignon-Batterie verwendet. Das ging gut, nur das Anlöten oder besser Anschmelzen zweier Drähte an die Folie war etwas schwierig. Als ich aber auf die Idee kam, ein dickes Blatt Papier zu durchleuchten, um den Text auf der Rückseite zu sehen (Kontrollleuchte), war die Folie zu dunkel. Bei einer Erhöhung der Spannung auf 3V (2 Batterien) hat es kurz heller, dann nur noch als Riss so wie bei dir geleuchtet! Ich glaube, es war Überlastung der spannungstechnischen Art! Ich werde in Zukunft (wenn ich jemals wieder eine Folie auftreiben kann) immer die Platine aus der Uhr nehmen, mit 1,5V!!"

---

### **Nachtrag: Überspannung bei EL-Folien**

Eine Mail von Olaf:

... habe mir die Artikel zu den EL Folien angeschaut, dazu ein kleiner Hinweis: Sieht man einen "Blitz", dann war es wirklich einer und die Spannung war selbst fuer den mechanischen Aufbau zu hoch. Ist die Folie in der Hinsicht genuegend belastbar und man erhoelt langsam die Spannung, dann steigt zwar auch die Leuchtkraft, aber irgendwann entstehen dunkle Punkte (diese Stellen sind dann hinueber.), die sich rasch vergroessern und sich rasend schnell vermehren, wenn man die Spannung weiter erhoelt. Will man also mehr Spannung, sollte man langsam und stetig erhoehen und bei Erkennen dieser Punkte ganz schnell ein wenig "Gas wegnehmen". Ein Freund betreibt in dem Haus, in dem ich (allerdings in Taiwan, bin "abgehauen"... ) wohne, einen kleinen Elektronikbetrieb, der auch Inverter fuer EL herstellt, da konnte ich mir schon etliche "verbrannte" Folien anschauen... Ausserdem sollte man sich beim Loeten kurz fassen, denn die Folien moegen das nicht so sehr...

---

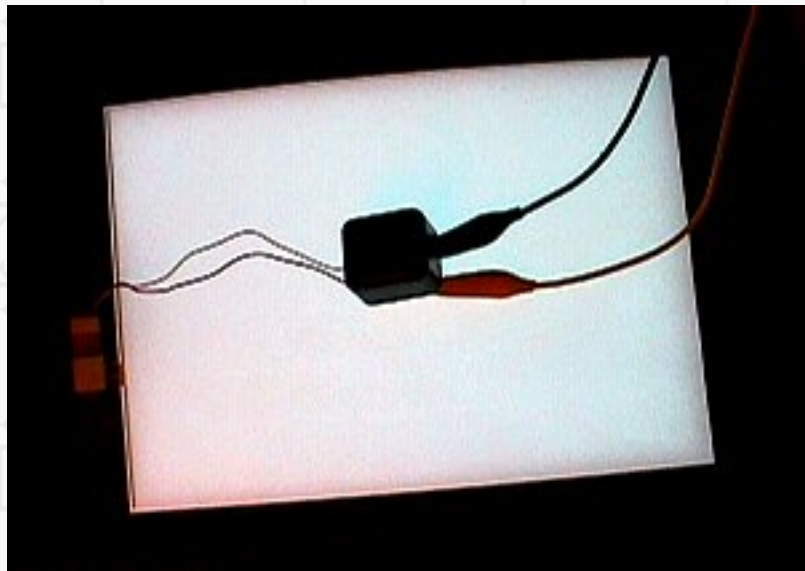
Infos über EL-Folien: [www.wasistleuchtfolie.de](http://www.wasistleuchtfolie.de)

---

### **Nachtrag: Die EL-Folie aus dem Laptop**

Kürzlich habe ich einen älteren Laptop zerlegt. Hinter dem Display fand sich eine EL-Folie. Ein Kabel führte zu einem schwarzen Block, den ich zuerst für einen vergossenen Trafo gehalten habe. Aber einige Versuche haben gezeigt, dass es tatsächlich ein kompletter Spannungswandler ist. Bei 12V und ca. 400 mA am Eingang findet man sekundär eine Sinusspannung mit 140 V und ca. 1 kHz. Schöne Lampe, nur summt sie leider etwas.

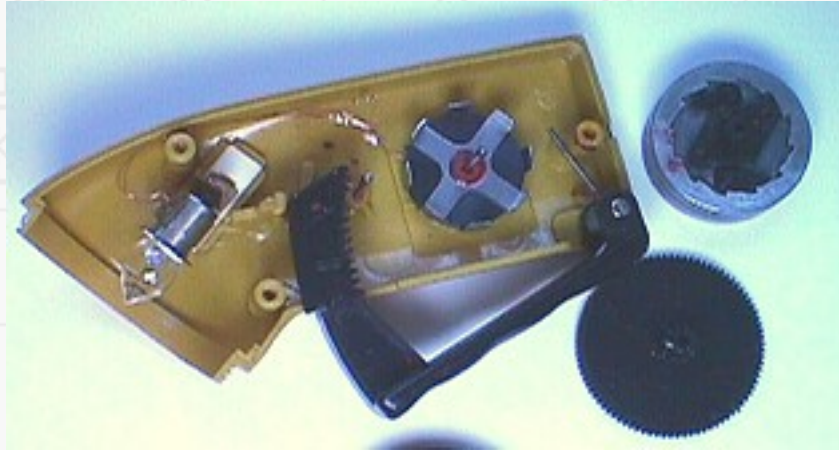




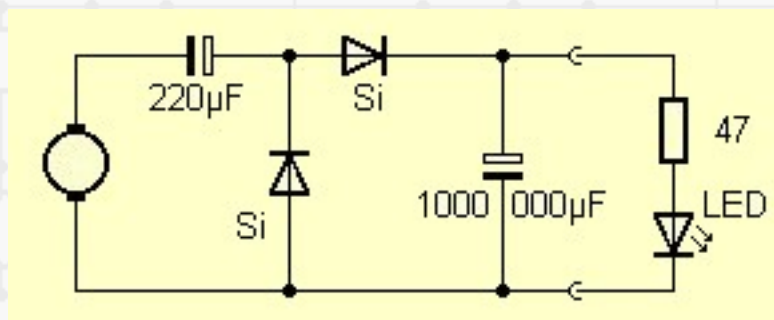


# Die Goldcap-Dynamolampe

Jeder kennt die praktischen Dynamo-Taschenlampen, die nie eine Batterie brauchen, allzeit bereit in dunkler Nacht. Allerdings, sobald man aufhört den Hebel zu bewegen, ist es sofort wieder dunkel. Eine solche Lampe bekam ich in die Hand, bei der war die Glühbirne durchgebrannt. Da muss man natürlich gleich mal reinschauen, wie der Generator gebaut ist.



Die passende Glühlampe war natürlich nicht da. Aber ich konnte die Leerlaufspannung des Generators messen: etwa 2 bis 3 V Wechselspannung. Wenn man statt der Glühlampe eine weiße LED nehmen würde ... Allerdings braucht die eine Gleichspannung von über 3 V. Wie wäre es mit einer Verdopplerschaltung, die aus 2 V Wechselspannung etwa 4 V Gleichspannung macht?



Wenn der Ladeelko eine Goldcap-Kondensator mit einem Farad (= 1000000µF) ist, wird genügend Energie gespeichert, um die LED für längere Zeit nachleuchten zu lassen. Bei einem Strom von 20 mA würde es dann 50 Sekunden dauern, bis die Spannung um ein Volt abgefallen ist. Da die LED auch mit wesentlich weniger Strom noch ordentlich leuchtet, kann man sich auf einige Minuten Licht freuen.



Die weiße LED wurde mit ihrem Vorwiderstand in die Fassung der kaputten Glühlampe eingebaut. In der Form funktioniert sie nun auch in einer normalen Taschenlampe mit vier Zellen. Die Kondensatoren und die beiden Dioden passen auch noch gut rein. In der Dynamolampe muss man den Speicherelko zuerst etwas laden, bevor die LED anfängt zu leuchten. Wenn man genügend Power hat, leuchtet sie recht lange. Mal sehen, ob sie auch noch für zarte Frauenhänge taugt...



**Kein Gerät, das in Serie geht,  
bevor es nicht jeden Test besteht.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

Mit einem Kondensator kann man sogar einen Elektroflieger betreiben: [www.harald-sattler.de/html/supercap-tuning.htm](http://www.harald-sattler.de/html/supercap-tuning.htm)

Ein Spannungswandler mit Goldcap für eine Solarzellen-Stromversorgung: [www.tinkerbox.de/Mistro/Mini\\_Stromversorgung.html](http://www.tinkerbox.de/Mistro/Mini_Stromversorgung.html)

---

**Nachtrag: Das LED-Standlicht**

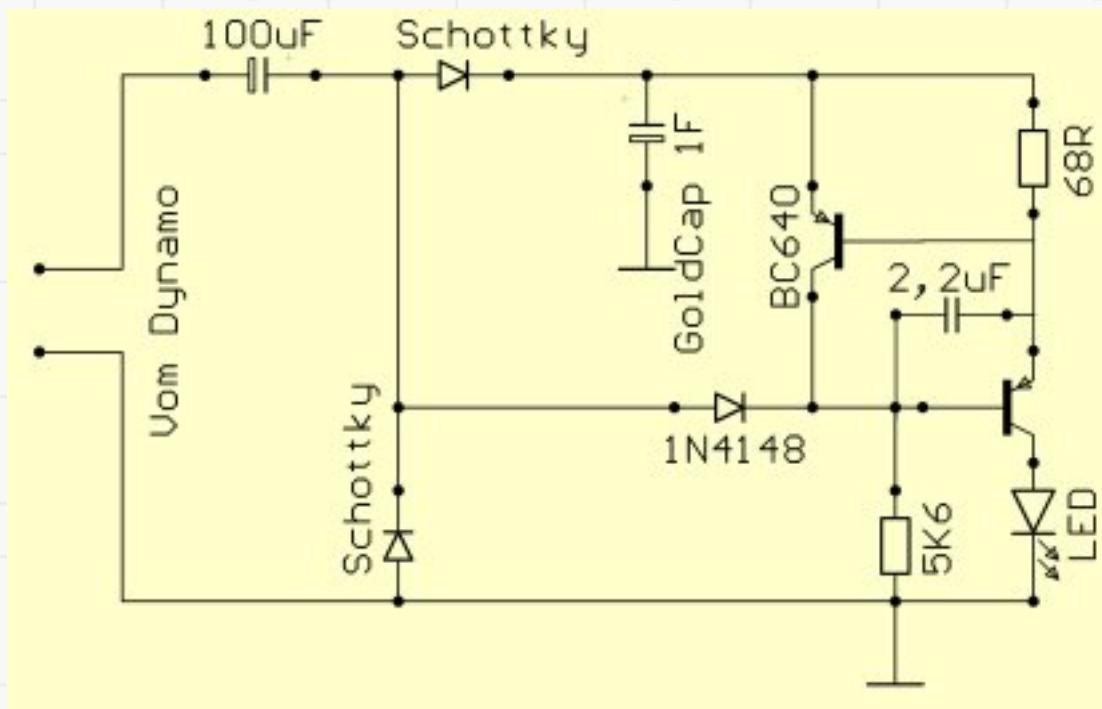
Andreas Wenk hat die Dynamo-Taschenlampe etwas umfunktioniert, und zwar zu einem LED-Standlicht für's Fahrrad. Solange der Dynamo Strom liefert, bleibt die LED aus und der GoldCap wird geladen, bleibt man stehen geht die LED an. Es gibt zwei Versionen für bipolare Transistoren und für einen FET:

**ACHTUNG:** Keine StVo-Zulassung, Nachbau und Einsatz auf eigenes Risiko

Schaltungsbeschreibung:

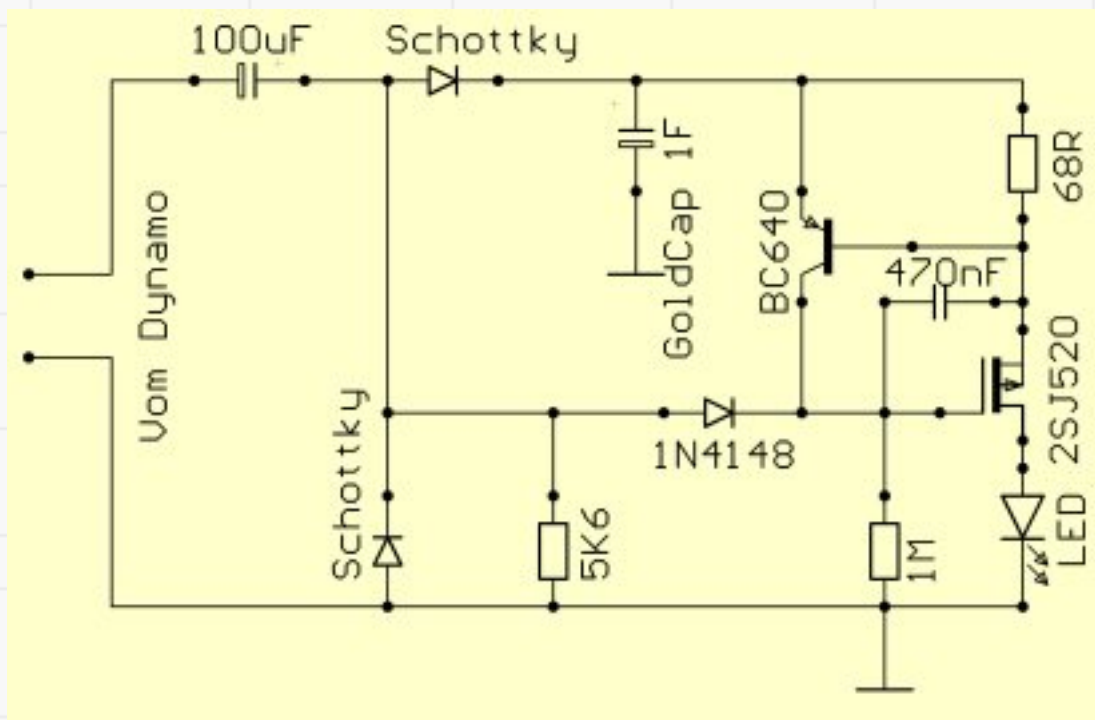
Die Schottkydioden, der 100uF und der Goldcap bilden die Spannungsverdopplerschaltung. Schottkydioden sind nicht unbedingt notwendig, man muss halt dann etwas schneller treten....

Die beiden Transistoren bilden eine Konstantstromquelle, da die Goldcap-Spannung bis zu 10V betragen kann, und daher die Leuchtstärke der LED sehr variiert. Auch wenn der Goldcap nur 5,5V vertragen soll, sind Leerlaufspannungen von 10 Volt kein Problem für den Goldcap. Die Dinger sind sehr robust.... Strombestimmend ist der 68Ohm Widerstand. Ich habe den Wert so gewählt, da ich eine Low-Current-LED benutze (hyperrot 6mA,). Den Transistor, der die LED versorgt, habe ich absichtlich nicht festgelegt, da hier die Schaltung entscheidend an Performance gewinnt, wenn man diverse Transistoren ausprobiert. Gute Ergebnisse habe ich mit einen 2SB772 erzielt (Sehr geringe Sättigungsspannung!)



Die besten Ergebnisse gab es allerdings mit einem P-FET (2SJ520). Da ich diesen aus einem defektem Minidisk ausgeschlachtet habe (Akkuladeschaltung), kann ich allerdings nicht sagen wo's das Teil sonst gibt.



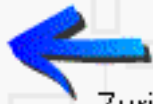


Die 1N4148 und der 2,2µF bilden eine Hilfsspannung, die dafür sorgt, dass während der Fahrt (=Spannung vom Dynamo) die LED aus bleibt und der Goldcap geladen wird.

Die ganze Schaltung passt in ein Standarücklicht. das Birnchen bleibt selbstverständlich erhalten, es soll ja auch während der Fahrt leuchten.

Viel Spaß beim Radeln.

**Wichtiger Hinweis:** Goldcaps sind nicht so robust, wie Andreas Wenk meint. Die Überspannung kann sie zerstören. Man sollte unbedingt die Ladespannung auf 5,5 V begrenzen. Das gleiche gilt für [Supercaps](#). B.K.



Zurück

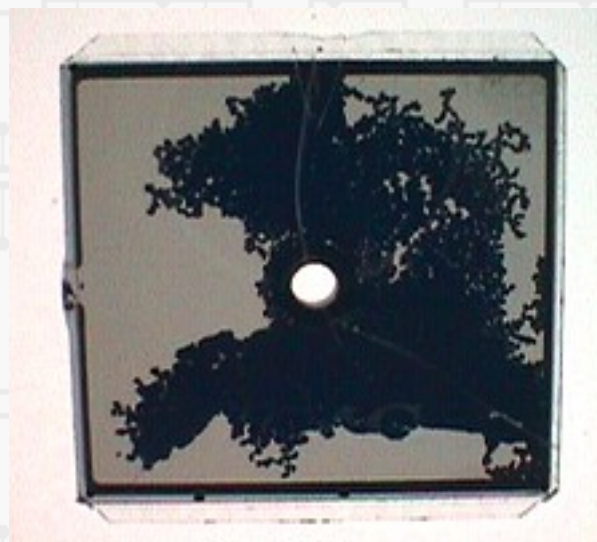
# LCD-Experimente

LC-Displays (Liquid Crystal = Flüssigkristall) sind in jedem zweiten Geräte eingebaut. Deshalb hat auch jeder Bastler ein paar davon rumliegen. Die richtige Ansteuerung durch eine eigene Schaltung ist nicht einfach. Aber ein paar kleine Experimente sind kein Problem.



Dieses Display stammt aus einem Autoradio-Bedienteil. Es litt unter dem Ausfall einzelner Segmente, was wohl an der fehlerhaften Kontaktierung lag. Es ist im Ruhezustand dunkel. Will man mal sehen, was ursprünglich angezeigt werden konnte, ist das kein Problem. Zwei Leute fassen die Kontakte an verschiedenen Stellen an. Dann bewegt einer (mit Schuhen) seine Füße. Die dabei auftretende Ladungstrennung legt eine Spannung an das Display, und schon kann man was sehen.

Martin Schwerdtfeger schrieb mir, dass er das selbe mit einem Piezo-Zünder aus dem Feuerzeug macht, indem er einfach die beiden Kontakte über und unter das Display hält. Und er untersucht damit auch die elektrischen Felder eines Fernsehers. Mit einigen Kontakten an einem Stück Alufolie, die an die Bildröhre gehalten wird, und anderen Kontakten, die man anfasst.

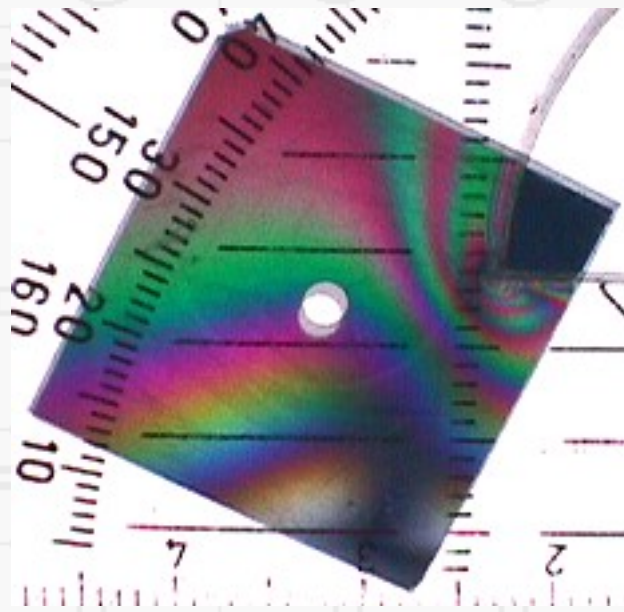


Manche Displays sind schwarz auf hell und andere hell auf schwarz. Bei dem kaputten Display aus der [Uhr](#) kann man schön ausprobieren, warum das so ist. Auf beiden Seiten gibt es eine aufgeklebte

Folie. Eine wird abgezogen und anders herum drangehalten. Dabei kehren sich hell und dunkel um. Das kann man mit jedem Display machen, das zwei Folien hat. Es gibt aber auch noch solche mit nur einer Folie und einem Reflektor an der Rückseite.



Diese besonderen Folien sind Polarisationsfilter. Sie lassen nur Licht mit einer Schwingungsebene hindurch, also von normalem Licht nur die Hälfte. Legt man die andere Folie in anderer Richtung darüber, kommt fast nichts mehr durch. Durch Drehen eines der beiden Filter kann das Licht stufenlos geregelt werden, ein optischer Dimmer.



Wenn ein durchsichtiger Stoff die Polarisationssebene des Lichtes verdreht, kommt doch wieder Licht durch. Das passiert z.B. bei der optischen Doppelbrechung. Der Versuch ist ganz einfach. Man legt ein Geodreieck oder etwas anderes aus Plexiglas zwischen die beiden gekreuzten Polarisationsfolien. Dann sieht man schöne bunte Farben, die Auskunft über innere Spannungen des Materials geben, weil die Schwingungsebene des Lichts gedreht wird. Das selbe machen die Flüssigkristalle im LCD. Normalerweise wird das Licht gedreht, wenn man aber eine Wechselspannung anlegt, dann nicht mehr. So wird es hell oder dunkel, je nachdem wie die Filter angeordnet waren.

**Gestern noch nicht gekannt,  
heute ein neuer Horizont.**

(Dietrich Drahtlos)



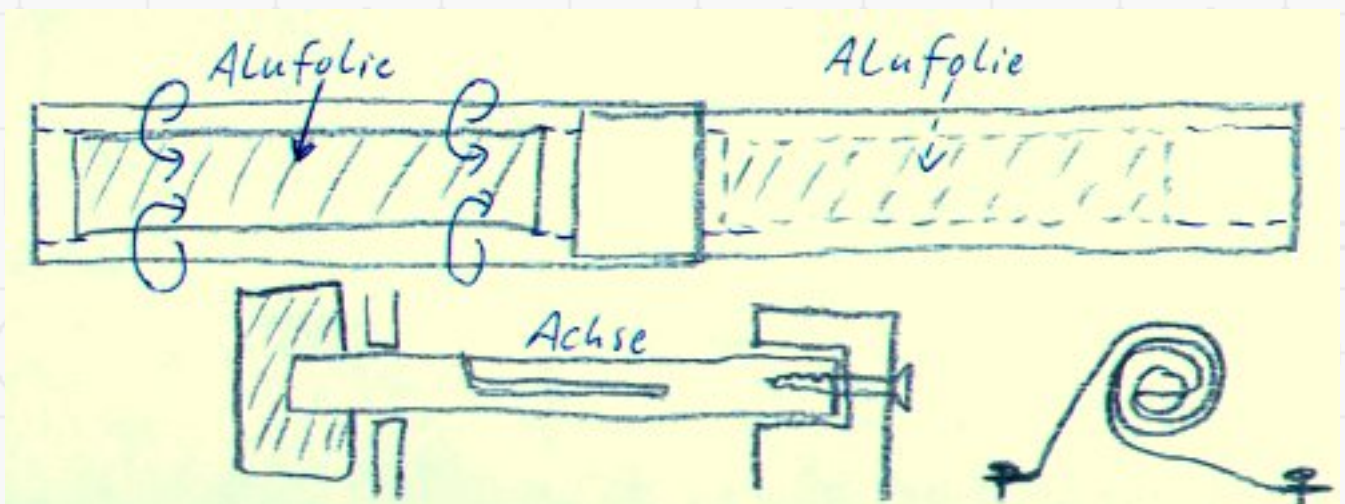
# Der Eigenbau-Drehkondensator



Radios basteln macht Spaß! Aber manchmal fehlt es an wichtigen Bauteilen. Spulen, Transistoren, Widerstände, alles kein Problem. Aber beim Drehko wird es schwierig. Am besten ist es, einen aus einem alten Radio auszuschlachten. Aber wenn man dann gleich ein paar Radios bauen will? Da hilft nur eins: Selber machen! Und hier kommt das Rezept:



Man nehme zwei Streifen breites Paketklebeband und klebe zwei etwas schmalere Streifen Alufolie darauf. Der Rand des Klebebandes wird so umgeknickt, dass keine klebende Stelle mehr offen bleibt. Beide Streifen klebt man so aneinander, dass die Alufolie links oben und rechts unten ist. Die Mitte ohne Alufolie schiebt man in eine Holzstange, die mit der Laubsäge eingeschlitzt wurde. Dann wird alles in einem Holzgestell eingebaut, wie es die Fotos zeigen. Eine Schraube von hinten verhindert, dass die Achse herausrutschen kann. Vorn wird ein angebohrter Sektkorken aufgeleimt.



Die Folie wird an beiden Enden umgeknickt und mit jeweils drei Reißzwecken am Holz befestigt. Beim Einbau muss man die Folie eng aufwickeln, damit man an beiden Seiten etwa die richtige Länge erreicht. Wer weniger als drei Versuche braucht, ist gut. Alle drei Reißzwecken werden mit einem Draht verlötet und geben einen guten Kontakt zur Folie.

**Was heut nicht gelingt  
klappt morgen unbedingt.**  
(Dietrich Drahtlos)



Im Betrieb erreicht man durch Drehen an der Achse ein mehr oder weniger enges Aufwickeln der Kondensatorfolien. Der Eigenbau-Drehko hat einen Abstimmbereich von ca. 20 pF bis 500 pF. Mit dem Prototyp wurde ein kleines Kurzwellenradio gebaut. Alle Bauteile sind auf Reißzwecken gelötet. Als Antenne wurde in ca. 2 m langes Stück Spulendraht direkt angelötet. Die Stromversorgung erfolgt über eine Batterie mit 4,5 V.



Die Qualität des Drehkos kommt nicht an die eines gekauften heran. Besonders die

Reproduzierbarkeit ist nicht so gut. Die Folie legt sich beim Drehen nicht immer genau gleich. Aber man kann mehrere Kurzwellenbänder abstimmen und vor allem abends viele Sender aus den verschiedensten Ländern hören.

---

### **Nachtrag von Georg Schön:**

Aus einem Funkbastelbuch aus den frühen 20ern kenne ich etwas ähnliches, dort wird ein Glimmerband mit Stanniol auf eine Metallwalze gewickelt, etwa wie ein Rollo. Wenn man statt der Alu-Folie halbhartes Messing ca. 0,1 mm nimmt, könnte Ihr Drehko sogar reproduzierbar werden.

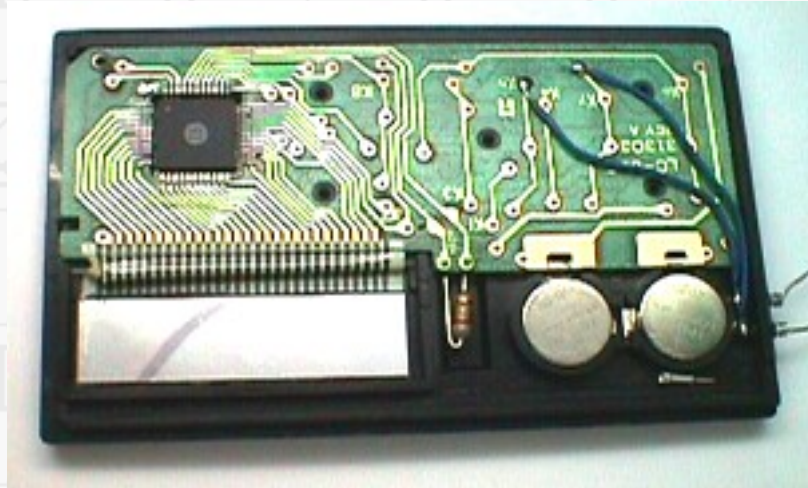


# Steve's Taschenrechner-Digitalzähler

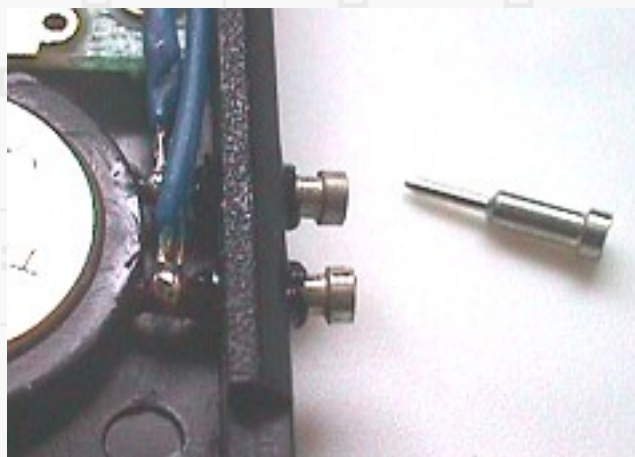


Zurück

Digitalzähler sind fürchterlich teuer, Taschenrechner sind spottbillig. Dabei ist fast das selbe drin. Steve Markgraf (11 Jahre) hat mir seinen Zähler beschrieben: Er tippt folgendes ein: "1", "+", "=", "=", "=", "=" usw. Die meisten Taschenrechner arbeiten so als Zähler. Jetzt muss man nur noch die Gleich-Taste anzapfen, und fertig ist der Digitalzähler.



Einmal scharf hingeschaut, dann ist klar, an welchen beiden Anschlüssen die Gleich-taste liegt. Nun fehlen nur noch zwei externe Anschlüsse. Bewährt haben sich für solche Fälle gedrehte Kontakte für IC-Fassungen. Die kann man einfach mit dem LötKolben heiß durch das Plastikgehäuse braten. Aber nicht mit der verzinnten Lötspitze, sondern mit dem Heizelement, damit man die Buchse nicht gleich zulötet. Die Anschlüsse sind dann sehr fest und stabil eingebaut.

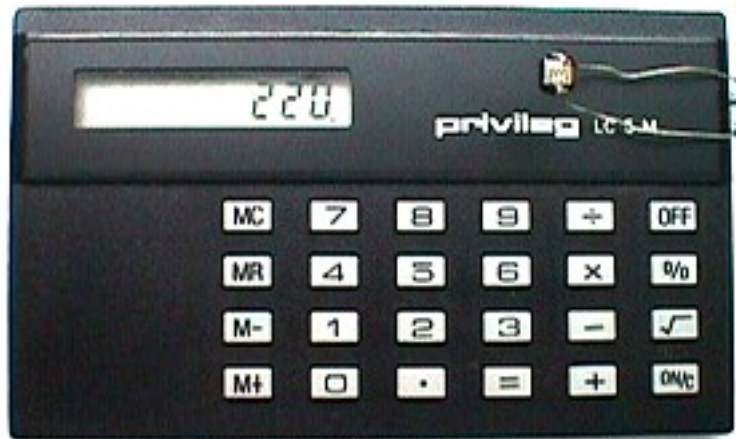


Fertig ist der Zähler. Er ist vielseitig einsetzbar, wenn auch nicht sehr schnell. Mehr als etwa 5 Impulse pro Sekunde schaffen die meisten Taschenrechner nicht. Und was kann man damit anfangen? Hier ein paar Ideen:

- Schrittzähler beim Sport mit Trittkontakt im Turnschuh.



- Personenzähler mit einem Mikroschalter an der Tür.
- Zähler für eine Spulen-Wickelmaschine mit Kontakt an der Spindel.
- Lichtschrankenzähler mit einem LDR an den Anschlüssen



Mit dem LDR kehrt sich die Eingabefunktion um. Wenn Licht einfällt, ist die "="-Taste gedrückt. Eine Abschattung entspricht einem Loslassen und wird gezählt. Das hat zugleich einen weiteren Vorteil: Die Abschaltautomatik des Taschenrechners wird blockiert. Es macht also nichts, wenn die gezählten Ereignisse sehr selten sind. Das selbe kann man auch mit Mikroschaltern erreichen, wenn man sie als Öffnerkontakt anschließt. Übrigens: Falls der Zähler nicht durch einen Kontakt, sondern durch eine Eingangsspannung angesteuert werden soll, nimmt man am besten einen Optokoppler. Der Fototransistor liegt dann parallel zur Taste. Die Polung muss man ausprobieren.

**Wenn ein Gerät nicht auf Anhieb klappt,  
wurde noch nicht jeder Fehler ertappt.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

### Nachtrag von Steve:

"Ich habe noch etwas herausgefunden: Wenn man eingibt "1", "+", "=", "=", dann ist man ja bei 2. Nun kann man eine beliebige Zahl eingeben, und jetzt wieder auf "=" drücken und der Taschenrechner zählt von der eingegebenen Zahl weiter! Beispiel: Man gibt nun 999 ein jetzt drückt man auf "=" und man hat 1000. So kann man einen beliebigen Startwert festlegen. Also kann man mit der Taste "0" jederzeit resettet."

---

### Nachtrag: Streckenmessung

Max Weidling schrieb: "Besonders gefreut habe ich mich über den Taschenrechner-Impulszähler. Mich hat mit 13 Jahren geärgert, dass Fahrradcomputer 1. teuer und 2. ungenau waren, ich wolte auf den Meter genau die Länge meines Schulwegs wissen und nicht nur auf 100m genau. Mittels

Reedkontakt und Magnet in den Speichen wurden die Impulse auf die "="-Taste gelegt. Als Wert gab ich nicht 1 sondern den Umfang des Laufrades in Metern an (2,12m). Ich habe bis heute kein genaueren Fahrradstreckenmesser gefunden."



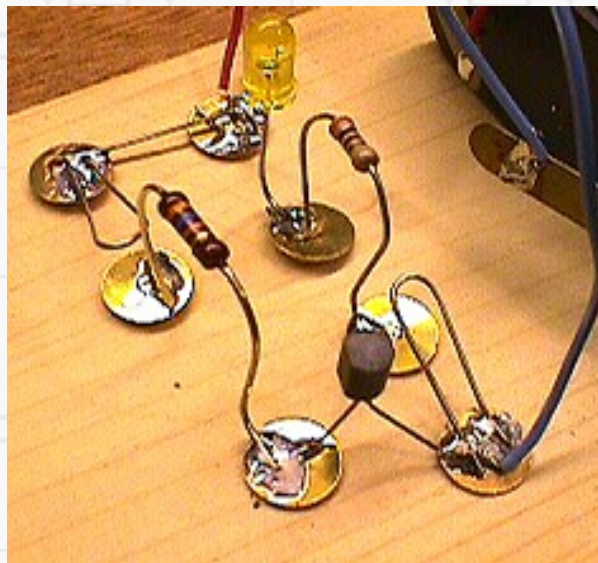
Zurück

# Elektronik in 5 Lektionen

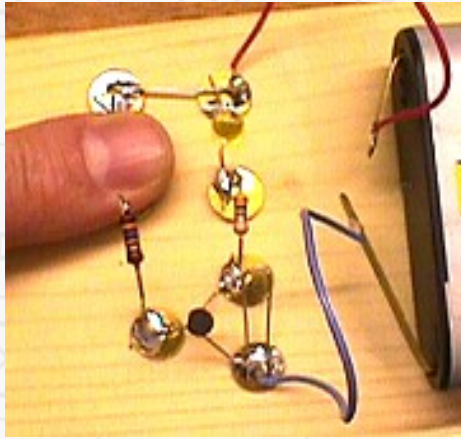
Wer in einer Jugendgruppe mit der Elektronik anfangen will, der muss sich einfache Versuche ausdenken, die mit wenig Aufwand sofort zu kleinen Erfolgen führen. Hier ein Vorschlag mit einer Brotbrettschaltung, die von ganz klein immer etwas weiter wächst. Es fängt an mit einer Leuchtdiode, einem Widerstand (100 bis 1000 Ohm), einer Batterie und einem selbst gebauten Schalter.



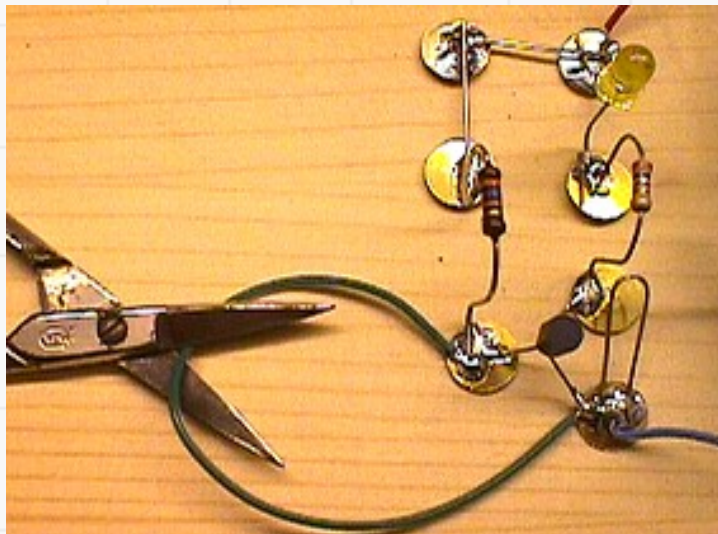
Im zweiten Schritt soll der Schalter durch einen Transistor (BC548 oder BC337) ersetzt werden, oder man baut ihn zusätzlich ein. Der Stromkreis kann dann entweder durch den Schalter oder durch den Transistor geschlossen werden. Die drei Anschlüsse dürfen nicht vertauscht werden. Der Emitter kommt an den Minuspol, der Kollektor an den Widerstand zur LED und die Basis bekommt einen eigenen Widerstand (10 bis 100 Kiloohm). Nun kann man den Basisstrom einschalten. Dann fließt auch Strom durch den Kollektor und die LED.



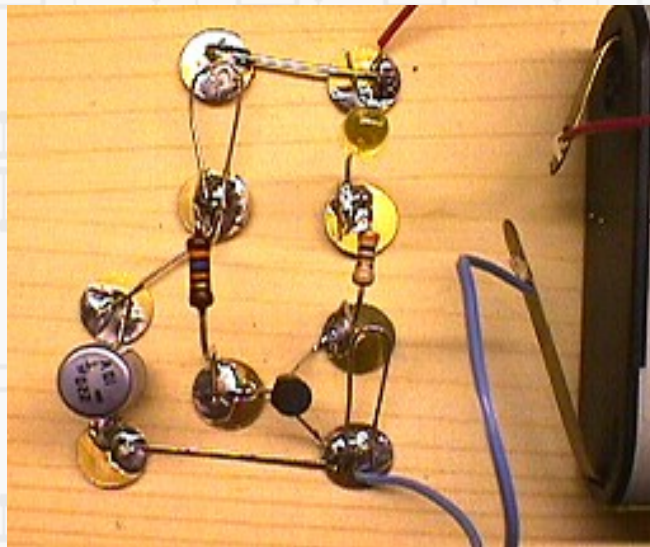
Die Schaltung zeigt, wie ein Transistor einen Strom verstärkt, denn der kleine Basisstrom bewirkt einen größeren Kollektorstrom. Die selbe Schaltung kann schon als Berührungssensor verwendet werden, wenn die Finger nicht zu trocken sind. Durch den Finger fließt nur ein winzig kleiner Strom. Aber er reicht durch die Verstärkung des Transistors aus, um die LED leuchten zu lassen.



Noch eine kleine Änderung, dann wird aus der Schaltung eine Alarmanlage. Eine Drahtschleife sichert z.B. eine Tür. Wenn jemand die Tür öffnet, wird der Draht zertrennt, und die LED leuchtet. Der Alarm geht auch los, wenn einer ganz schlau sein möchte und den Draht zerschneidet.



Mit noch einem weiteren Bauteil wird aus der Schaltung ein Zeitschalter. Es ist ein Kondensator, genauer ein Elektrolytkondensator mit 100 bis 1000 Mikروفarad. Auch hier müssen der Minuspol und der Pluspol beachtet werden. Der Kondensator wird durch den Schalter aufgeladen und liefert dann einige Zeit lang genug Strom, um die LED leuchten zu lassen.

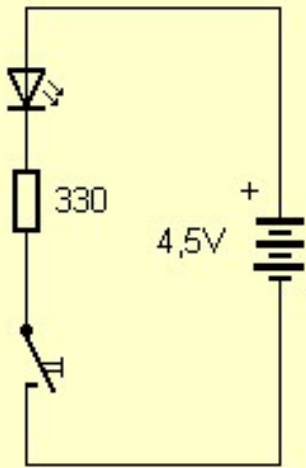




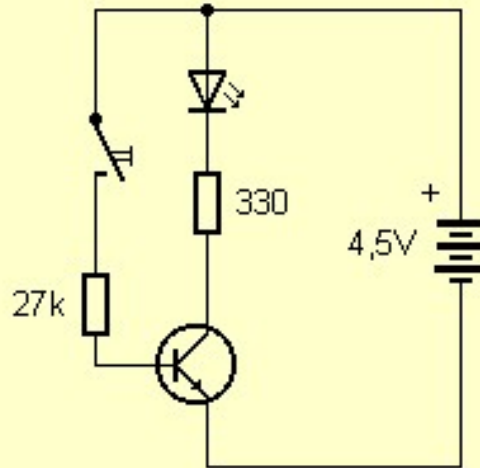
## Beim ersten Probeeinschalten immer die Ohren zuhasten.

(Dietrich Drahtlos)

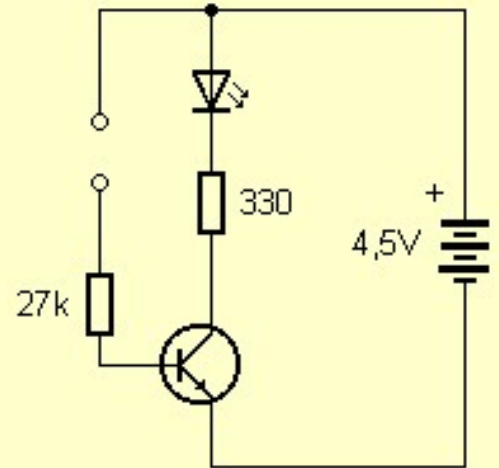
Der ganze Minikurs kann ganz ohne Theorie auskommen. Am besten baut man erst ein Muster und lässt die Kinder oder Jugendlichen dann alles Schritt für Schritt nachbauen. Wenn es aber jemand interessiert, hier sind die Schaltungen aller fünf Versuche. Die Widerstandswerte sind nur Vorschläge. Man nimmt einfach ähnliche, die gerade da sind.



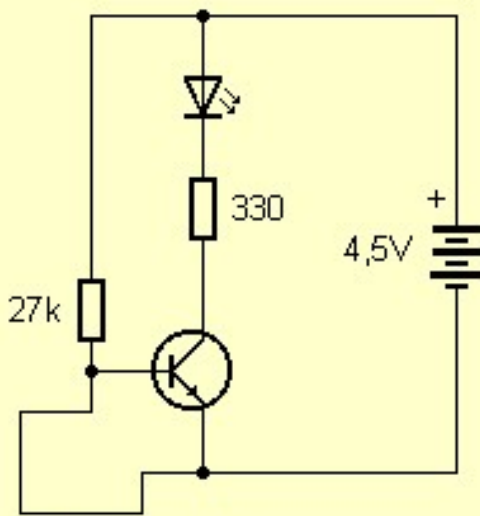
1. Lampe



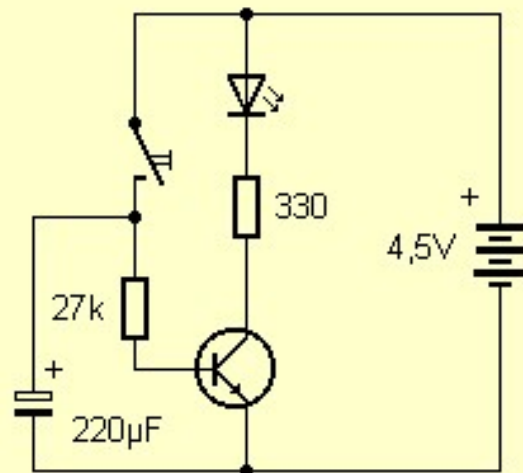
2. Transistor-Test



3. Berührungssensor



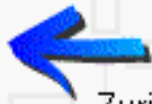
4. Alarmschleife



5. Zeitschalter



Jan und seine Bastelgruppe bei der Arbeit



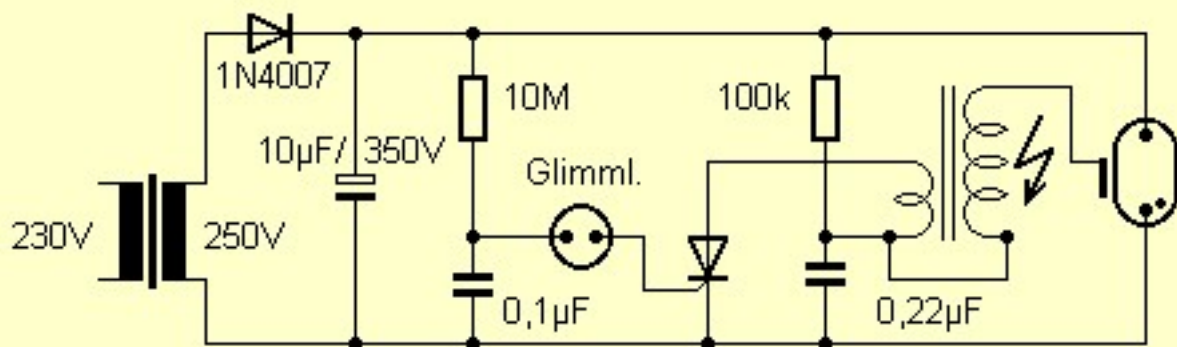
Zurück

# Stroboskop-Blitz

Da bekommt man ein uraltes Blitzgerät geschenkt, schraubt es auf und erschauert: Akku ausgelaufen, Blitzelko undicht, Platine verätzt, alles Sondermüll! Wirklich Alles? Nein, die Blitzröhre, der Zündtrafo, ein Thyristor und ein astreines Netzgerät mit 6V/300mA und 250V/20mA sind noch gut. Und Fabi braucht unbedingt ein Stroboskop-Blitzgerät.



Also wird gebastelt. Ein Elko mit 10  $\mu\text{F}/350\text{ V}$  findet sich noch in einer alten Energiesparlampe. Eine Glimmlampe, ein paar Widerstände und Kondensatoren und eine Diode 1N4007 (1A, 1000 V) sind immer in der Bastelkiste.



Die Schaltung ist ganz klar. Die Diode lädt den Elko. Eine Spannung von über 300 V liegt dann an der Blitzröhre. Relativ langsam lädt sich der kleine Kondensator mit 0,1  $\mu\text{F}$  auf, bis die Glimmlampe bei ca. 100 V zündet. Damit wird auch der Thyristor gezündet. Er entlädt den zu dieser Zeit bereits fast vollen Kondensator mit 0,22  $\mu\text{F}$  über den Zündtrafo. An der Sekundärseite des Trafos entsteht eine Spannung von 5 bis 10 kV. Dieser Spannungsimpuls zündet dann auch die Blitzröhre. Nun sind alle Kondensatoren leer. Aber schon nach einer halben Sekunde geht es wieder los und der nächste

Blitz entsteht.



Wenn jetzt einer denkt, 230 V reicht doch auch, den Trafo lass ich einfach weg, dann begeht dieser einen schweren Fehler! Der Trafo sorgt nämlich für eine wirksame Begrenzung des Ladestroms. Und für eine Potentialtrennung und die elektrische Sicherheit. Ohne ihn gäbe es ernste Probleme. Und irgendein Trafo aus einem Röhrenradio liefert viel zu viel Strom.

**Sieht am Morgen noch alles sehr sicher aus,  
brennt am Abend vielleicht schon das ganze Haus.**

(Dietrich Drahtlos)

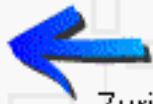
**Wichtige Warnung:** Diese Schaltung ist nichts für Kinder und unerfahrene Bastler. Die hohe Spannung ist sehr gefährlich. Also bitte mit äußerster Vorsicht arbeiten! Und der Elko muss nach jedem Probelauf mit einem Kurzschluss entladen werden, denn man sieht ihm nicht an, wieviel Spannung er noch hat. Wenn alles fertig ist, muss auf gute Isolierung und Berührungssicherheit geachtet werden.



Ursprünglich war das Blitzgerät ein großer Kasten. Dazu kam die schwenkbare Blitzröhre mit Reflektor und das Ladegerät. Nun gibt es nur noch das Netzgerät und den Reflektor. Darin ist alles, was das Stroboskop braucht. Und dann geht die Post wieder ab:

**Licht aus, Musik an, Stroboskop los!**

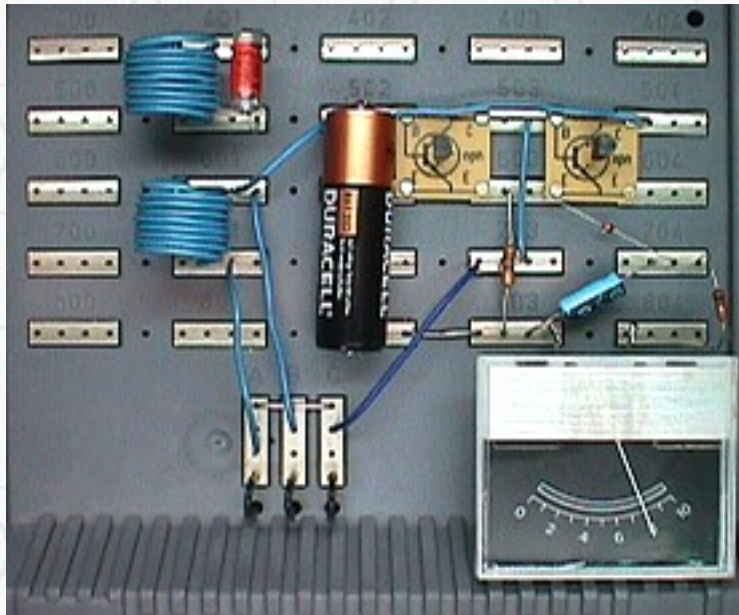




Zurück

# Das Dipmeter

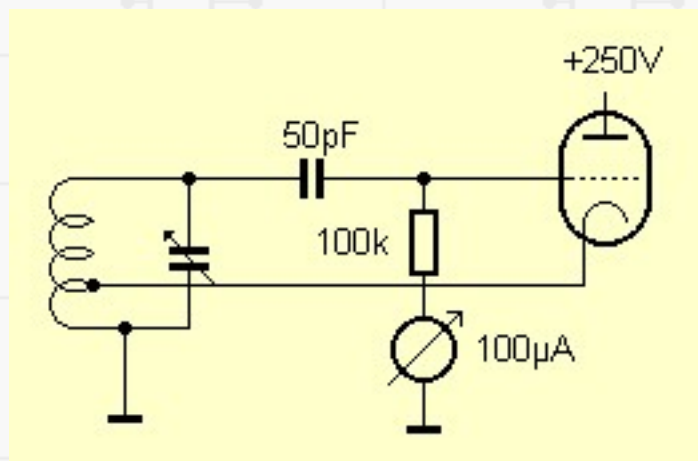
Das Dipmeter war mal das wichtigste Messgerät für jeden, der mit Hochfrequenz zu tun hatte. Es besteht aus einem abstimmbaren HF-Oszillator, dessen Schwingkreis in die Nähe eines untersuchten Schwingkreises gehalten wird. Wenn die Frequenz übereinstimmt, entzieht das Messobjekt dem Oszillatorkreis Energie. Das kann man messen.



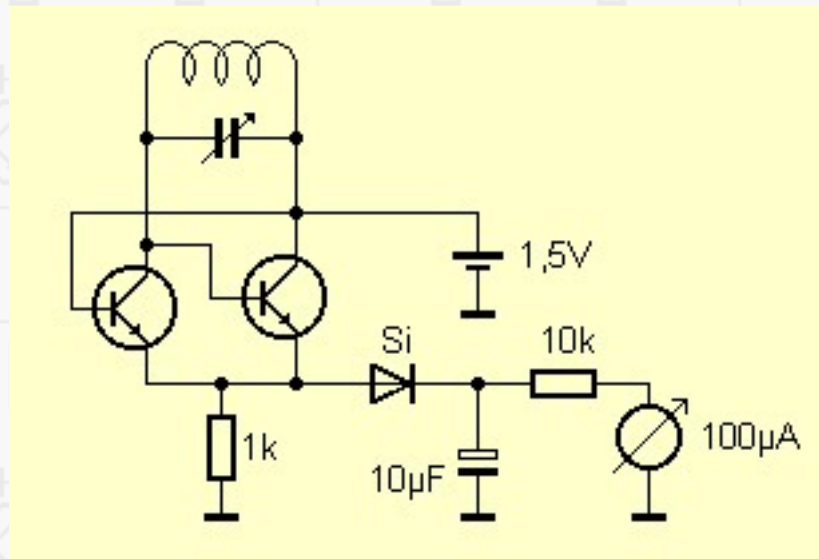
**Praxis und Theorie  
widersprechen sich fast nie.**  
(Dietrich Drahtlos)

Der Versuch wurde mit einem Kosmos-Baukasten ausprobiert. Man beachte: Der obere Schwingkreis mit einem Festkondensator hat keine leitende Verbindung mit der übrigen Schaltung. Er ist aber magnetisch mit dem unteren, Drehko-abstimmbaren Schwingkreis gekoppelt, so dass er bei gleicher Frequenz zu Schwingungen angeregt wird. Das sieht man an einem Ausschlag des Messgeräts.

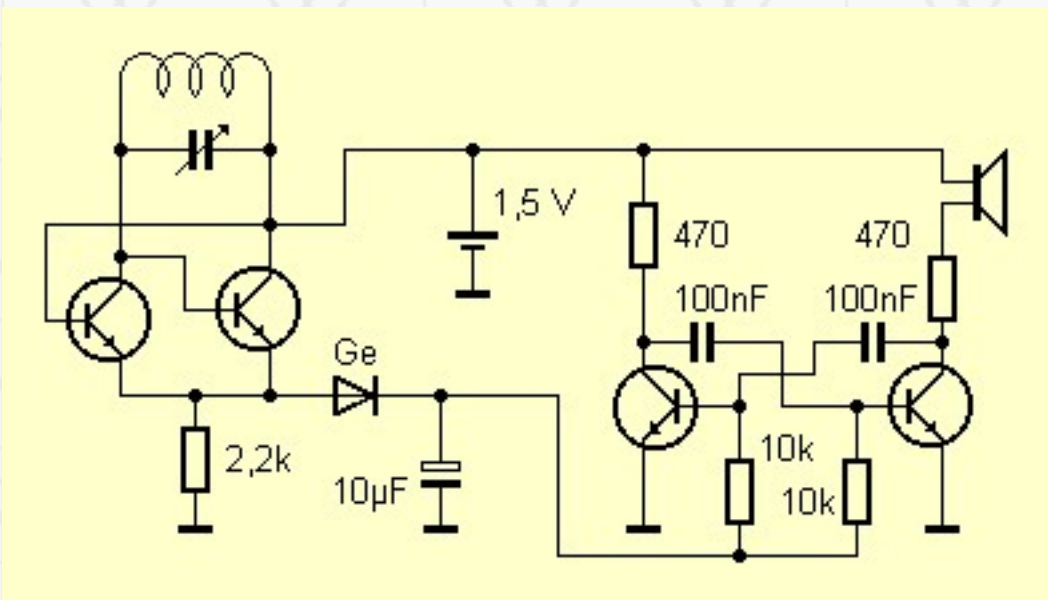
Das Dipmeter nennt man auch Grid-Dip-Meter (Gitter-Ausschlag-Messgerät), weil die Geräte ursprünglich mit Röhren gebaut wurden. Über den Gitter-Ableitstrom konnte man die Schwingkreis-Amplitude messen. Meist hatte man viele Spulen zum Auswechseln und mehrere Frequenzskalen.



Natürlich wurden Dipmeter auch mit Transistoren gebaut. Heute sind sie etwas aus der Mode gekommen. Nur die Funkamateure wissen noch damit umzugehen. Dabei ist der Bau sehr einfach. Damit man mit einer kleinen Spannung von nur 1,5 V auskommt, kann eine Schaltung mit zwei Transistoren genommen werden. Sie hat auch den Vorteil, dass die Spule keine Anzapfung braucht. Man kann also leicht viele unterschiedliche Spulen für alle möglichen Frequenzbereiche anschließen.



Manchmal hat man kein ausreichend empfindliches Drehspul-Messwerk zur Hand. Statt der Zeigeranzeige kann eine akustische Ausgabe verwendet werden, also ein Tongenerator, dessen Frequenz mit der Eingangsspannung ansteigt. Ein Resonanz-Dip verrät sich dann durch eine Absenkung des Tons. Die Schaltung braucht weniger Strom vom Messgleichrichter als das Messgerät. Deshalb kann man den Oszillator mit weniger Emitterstrom etwas schwächer schwingen lassen. Die Empfindlichkeit steigt, das Dipmeter kann einen Schwingkreis also auf größere Entfernung messen.

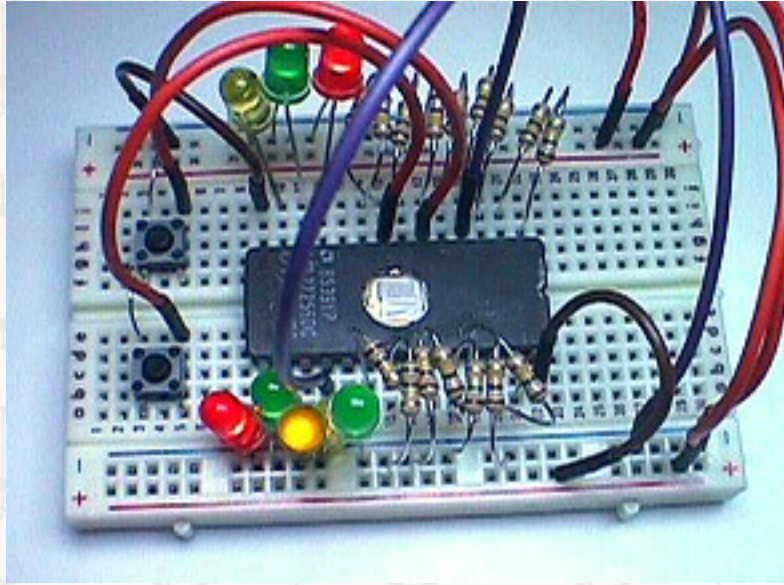




Zurück

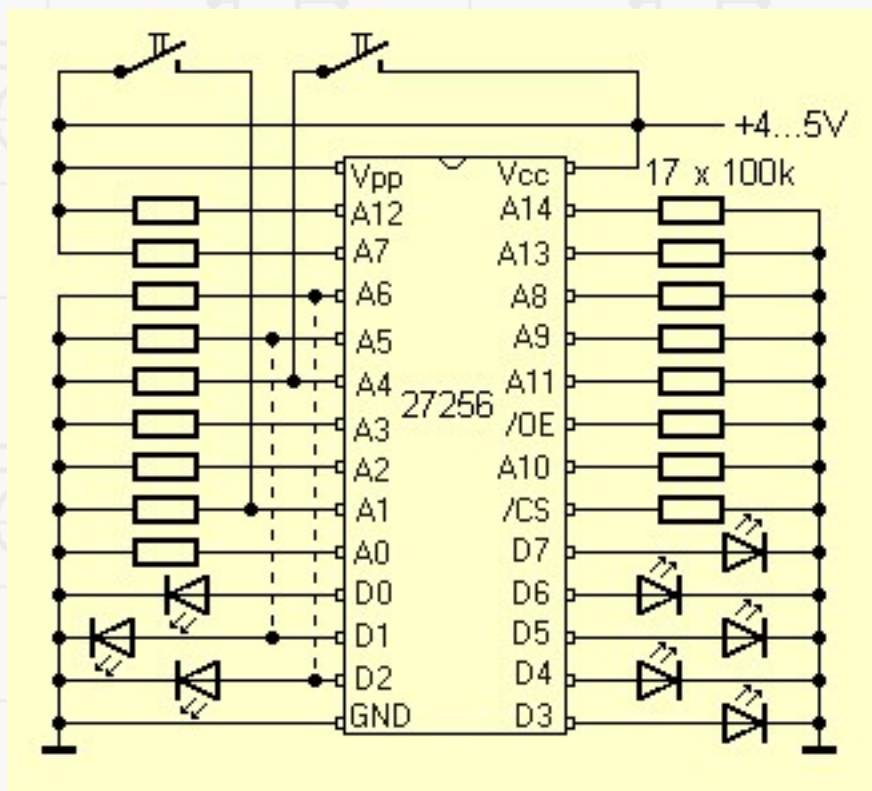
# EPROM-Spiele

Letzte Woche hat Leonie irgendwelche alten Geräte zerlegt und mir einen ganzen Beutel ICs geschenkt. Darunter waren auch mehrere EPROMs. Die kann man löschen, neu programmieren und wieder verwenden. Aber kann man auch mit den programmierten EPROMs etwas anfangen, obwohl man nicht mal weiß, welche Daten sie enthalten? Man kann! Z.B. Spielen.



**Spiel Nr. 1:** Jedes EPROM ist ein riesiges Memory-Spiel. Man verbindet die acht Datenleitungen eines 27256 mit LEDs und alle Adressleitungen, /OE und /CS über Widerstände mit Masse, dazu noch  $V_{pp}$  und  $V_{cc}$  an eine Spannungsquelle von z.B. 4,5 V oder 5 V. Die LEDs zeigen nun acht Datenbits an der Adresse 0000. Verbindet man jetzt A1 mit  $V_{cc}$ , dann sieht man die Daten an 0001 usw. Insgesamt gibt es 32768 Adressen. Einige davon kann man nun auslesen und vielleicht auswendig lernen. Wer schafft es als erster 100 EPROM-Datenbytes zu lernen?





**Spiel Nr. 2:** Man schließt zwei oder mehr Schalter an Vcc und irgendwelche Adresseingänge. Dann legt man wahlweise irgendwelche anderen Adresseingänge an Vcc und probiert jeweils, welche Bitmuster man mit den Schaltern wählen kann. Da das EPROM unbekannte, praktisch zufällige Daten enthält, kann man ganz zufällig auf interessante Muster stoßen.

**Spiel Nr. 3:** Man verbindet einige oder alle Datenausgänge zusätzlich mit Adresseingängen. Was nun passiert, kann niemand mehr voraussagen. Das EPROM allein ist jetzt schon fast so etwas wie ein Computer, und zwar ein ganz durchgeknallter. Man kann sich vorstellen, ein bestimmtes Bitmuster liegt an den Datenausgängen und legt die aktuelle Adresse fest. Unter ihr erscheinen aber neue Daten, die wieder eine neue Adresse einstellen usw. Das Ganze kann dazu führen, dass ein endloses Programm abläuft, und zwar mit rasender Geschwindigkeit. Dann sieht man, dass LEDs schwächer leuchten. Wenn beim Basteln zufällig auch das Kurzwellen-Audion an ist, kann man ein lautes Rauschen hören, manchmal auch ein Pfeifen. Es kann aber auch passieren, dass das EPROM auf eine Adresse stößt, die das gleiche Muster hat, wie ihre Daten. Dann bleibt das Programm an dieser Stelle stehen. Es reicht aber, einige Verbindungen zu vertauschen, und schon ist wieder alles anders.

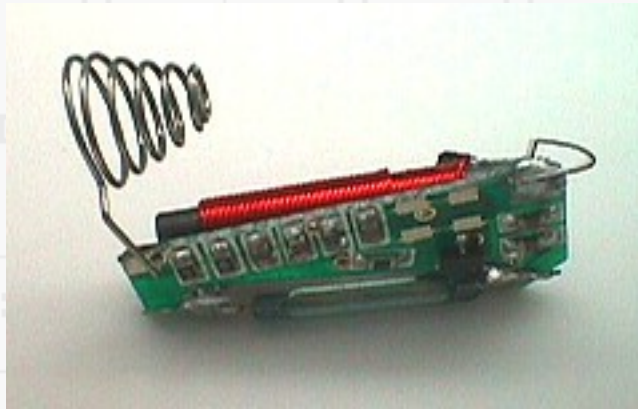
**Spiel Nr. 4:** Man bedient z.B. eine Adressleitung über einen Taster und zwei oder mehr verbindet man mit Datenausgängen. Nach etwas Probieren kann folgendes Verhalten erreicht werden: Nach einem Tastendruck läuft ein kurzes Programm ab, das nach kurzer Zeit in einem stabilen Zustand endet. Man sieht dann z.B. ein kurzes Blinken, das dann aufhört.

**Der Ingenieur zeigt es täglich:  
Fast nichts ist unmöglich.  
(Dietrich Drahtlos)**

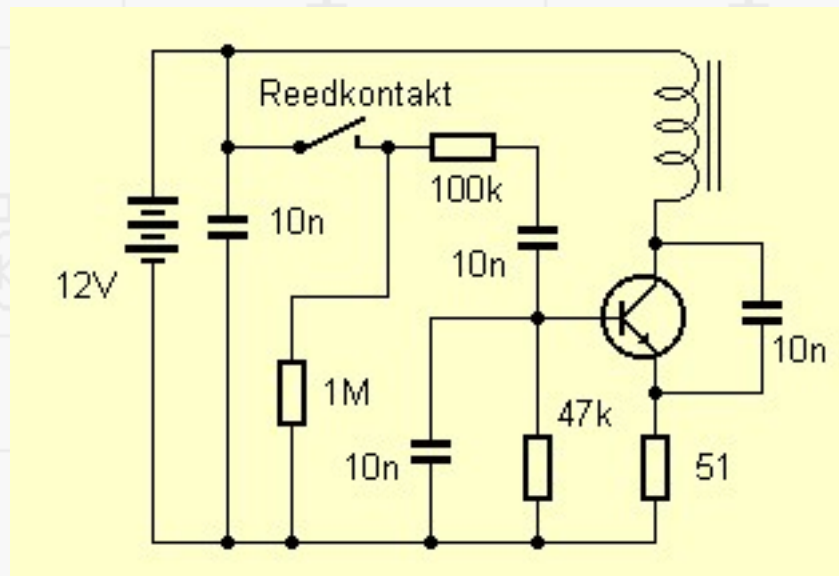


# Der drahtlose Fahrradacho

Bisher hatte mein Fahrrad noch keinen Tacho. Als ich aber ein Fahrradcomputer mit drahtloser Übertragung des Sensorsignals bekam, erwachte mein gesteigertes Interesse. Wie das wohl preiswert zu schaffen ist, mit 430 MHz vielleicht?



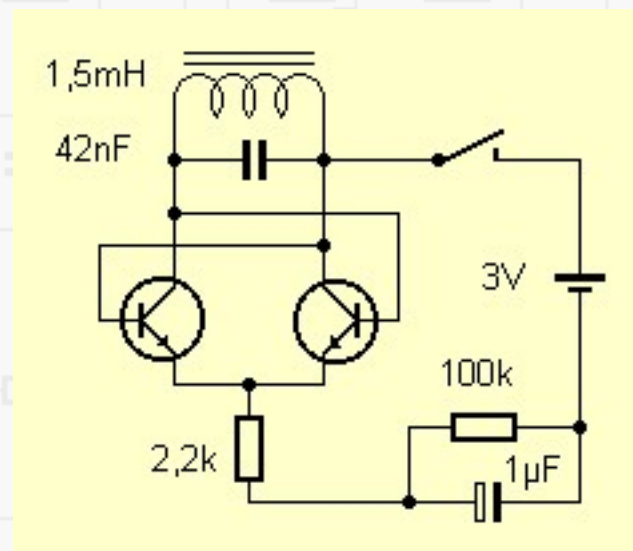
Noch bevor das Gerät seine Tauglichkeit am Fahrrad beweisen konnte, wurde es natürlich erst mal aufgeschraubt. Was da zum Vorschein kam, sah nicht nach sehr hohen Frequenzen aus: Ein kleiner Ferritstab, eine Schaltung mit einem Transistor, ein Reedkontakt für den Magneten an der Speiche und eine Fotobatterie mit 12 V. Hier die abgezeichnete Schaltung, die Kondensatoren sind nur geschätzt.



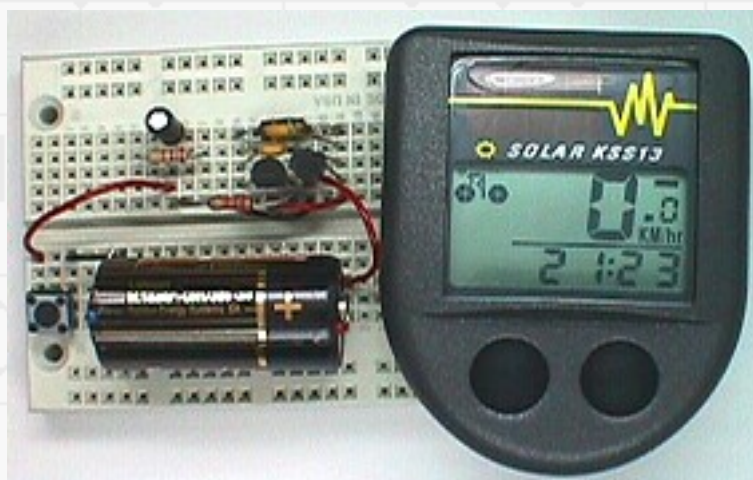
Nicht schlecht, ein kleiner Oszillator, der bei jedem Impuls nur einmal kurz arbeitet. Sogar wenn die Magnetspeiche zufällig gerade beim Sensor stehenbleibt, wird die Batterie nicht leer. Und der Sender ist relativ kräftig, das verrät schon der kleine Emitterwiderstand. Die Frequenz wäre natürlich besonders interessant. Da hilft ein Oszilloskop. Es reicht eine kleine Drahtschleife in der Nähe des drahtlosen Sensors, um ihm seine letzten Geheimnisse zu entreißen. Das Sendesignal hat eine Frequenz von nur 20 kHz und eine Dauer von 2 ms.

**Was im Labor niemals fehlen darf,  
ist der Kathodenstrahloszillograph.**  
(Dietrich Drahtlos)

Der Bastler kommt nach dieser Erkenntnis natürlich noch nicht zur Ruhe. Könnte man einen ähnlichen Sender auch mit weniger Bauteilen hinbekommen? Wird es wohl funktionieren, den Tacho damit anzusteuern? Er muss ja gar nicht so weit gehen wie das Original, aber wie wäre es mit einer kleineren Betriebsspannung als 12 V? Hier das Ergebnis:



Statt einer Ferritantenne wurde eine kleine Festinduktivität mit 1,5 mH benutzt. Die Schaltung ist so ähnlich wie die in der [100-Sekunden-Uhr](#). Der Schwingkreiskondensator besteht in der Realität aus zwei keramischen Kondensatoren mit je 22 nF. 1,5 mH und 42 nF ergeben eine Resonanzfrequenz von 20 kHz. Auf einen genauen Abgleich wurde verzichtet. Ein Elko von 1 µF sorgt für eine Sendedauer von ca. 2 ms, denn 0,000001 Farad mal 2000 Ohm ergibt eine Zeitkonstante von 0,002 Sekunden. Und statt des Reedkontakts gibt es einen kleinen Taster.



Es funktioniert tatsächlich, wenn man den Tacho ganz nah an die Spule hält. Mit dem Finger am Taster schaffe ich übrigens ganz locker 40 km/h. Es geht viel leichter als mit dem Fahrrad.

Eigentlich ist der drahtlose Tacho viel zu gut fürs Fahrrad. Man könnte damit z.B. Daten übertragen. Eine Induktionsschleife wird durch die Wohnung gelegt und mit einem kleinen Impulssender über einen Taktgenerator angesteuert. Der eingestellte Frequenz bzw. die angezeigte Geschwindigkeit könnte für den Eingeweihten eine besondere Bedeutung haben (Kinder, macht das Radio leiser, Papa ist schon auf 60).

Oder man verwendet das Gerät als Frequenzmesser, wobei der Sender-Taktgenerator einen zusätzlichen Vorteiler erhält. Der Tacho kann auf das genaue Teilverhältnis eingestellt werden wie auf eine neue Reifengröße. Der Anzeigebereich wäre z.B. 0,1 kHz bis 99,9 kHz.

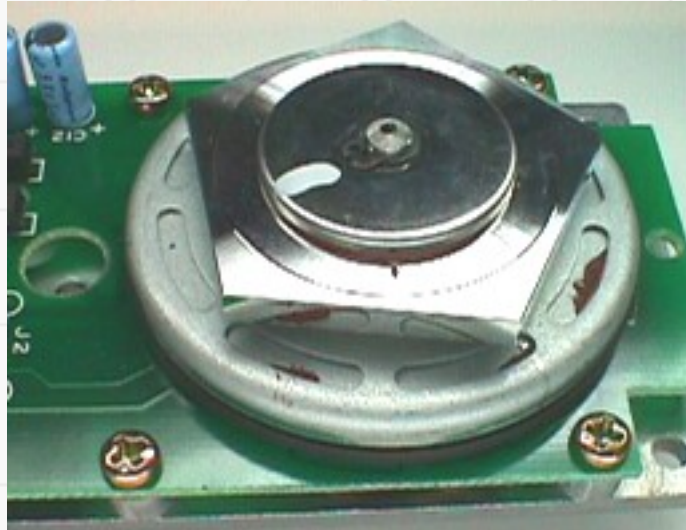
Man könnte aber auch umgekehrt für den kleinen Sender einen passenden Empfänger bauen, der Geräte ein- und ausschaltet. Es gibt immer genug zu basteln und zu erfinden. Man müsste nur mehr Zeit haben ...



# Schätze aus dem Laserdrucker



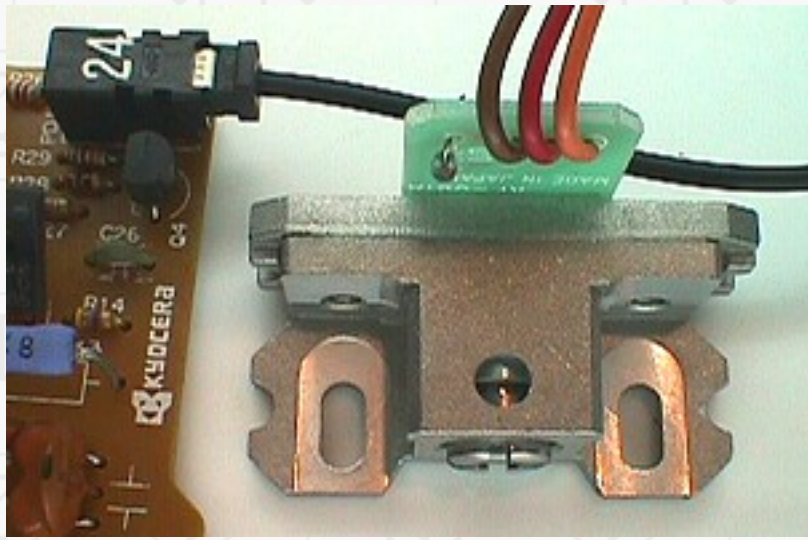
Gestern hab ich mal in einer Computerwerkstatt nachgefragt: Habt ihr nicht einen kaputten Laserdrucker zum Ausschlichten? Sie hatten. Also los, ich wollte immer schon mal sehen, wie das alles funktioniert. Aha, ein Drehspiegel mit einer separaten Motoreinheit. Oberflächenverspiegelt und absolut präzise.



Die Drehspiegeleinheit lässt sich relativ einfach in Gang setzen. Man kann mit dem roten [Laserpointer](#) eine Lasershow inszenieren. Die Spannungsversorgung erfolgt mit 24 V. Ein Blick auf die Platine verrät die korrekte Polung. Die muss natürlich stimmen, sonst geht alles sofort in Rauch auf.

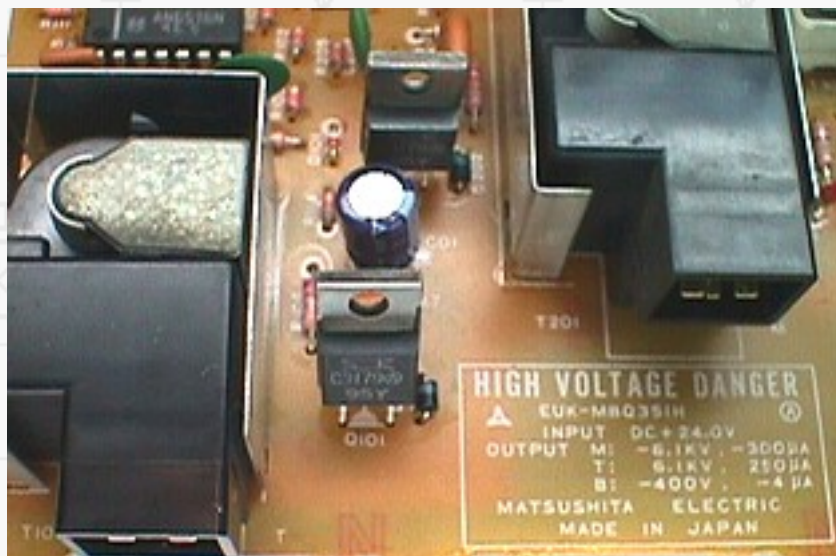
**Besser dreimal scharf hingeschaut,  
als beim Probelauf alles versaut.**  
(Dietrich Drahtlos)

Der Laser ist eine separate Einheit mit Linse und massiver Kühlung. Aber Achtung, dieser Laser ist wirklich gefährlich, weil sehr kräftig und dazu noch unsichtbar. Zur eigenen Sicherheit werde ich ihn NICHT einschalten.



Von der optischen Einheit führte ein Lichtwellenleiter zu einem speziellen Lichtempfänger auf der Steuerplatine. Damit wusste die Elektronik, wann eine bestimmte Position des Laserstahls erreicht war. So konnte ganz präzise Zeile für Zeile auf die Trommel geschrieben werden. Der Lichtempfänger verwendet eine empfindliche Fotodiode.

Auch für Hochspannungsfreunde hat der Drucker etwas zu bieten: Ein doppeltes Hochspannungsnetzteil mit +6,1 kV und -6,1 kV. Die Hochspannungsgeneratoren verwenden kleine Ferrittrafos mit eingegossenen Hochspannungsgleichrichtern. Es sieht so ähnlich aus wie im Farbfernseher, nur sehr viel kleiner. (Zur Anwendung siehe [hier](#))



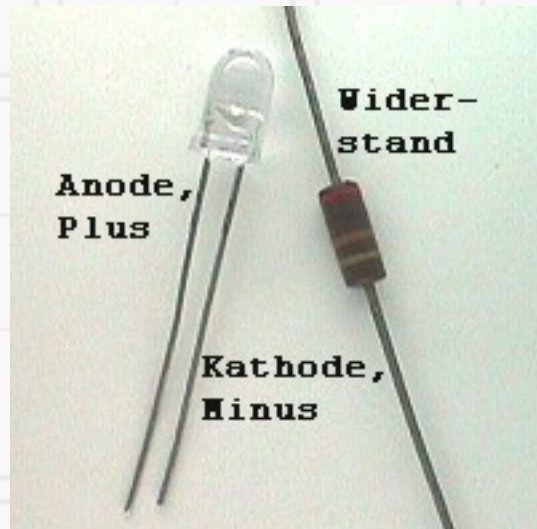
Das war natürlich noch nicht alles. Es wimmelt von präzisen Speziallinsen, besonderen Motoren, mechanischen Bauteilen und spezieller Elektronik. Vieles ist sauber in separate Einheiten aufgeteilt. Die Baugruppen werden über ein Schaltnetzteil mit 24 V versorgt. Alles in allem: mehr als man verbasteln kann.

# Kleine LED-Kunde für Höhlenforscher



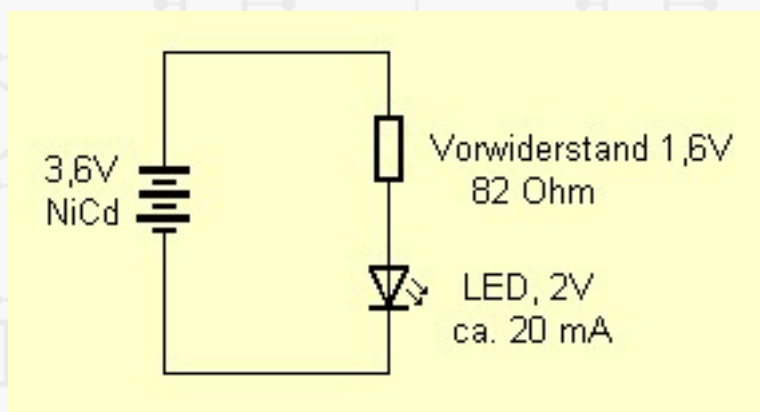
Zurück

LED-Lampen sind unter Höhlenforschern sehr verbreitet. Oft kommen deshalb Fragen nach dem richtigen Einsatz von LEDs. Wie ist das mit dem Vorwiderstand, welche Spannung soll verwendet werden, usw. Klar, dass man dafür nicht gleich Elektronik studieren will. Deshalb hier das Wichtigste ganz kurz.

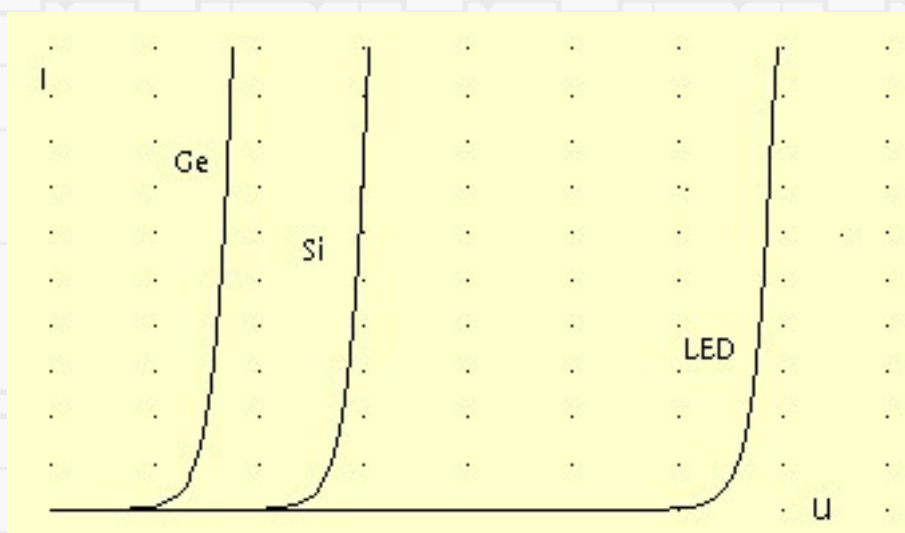


Die Leuchtdiode lässt einen Strom nur in einer Richtung fließen. Es gibt einen Minusanschluss (Kathode, kurzer Draht) und einen Plusanschluss (Anode, langer Draht). Die Kathode ist in den meisten Fällen der Anschluss mit dem größeren Metallhalter in der LED, auf dem der LED-Kristall sitzt.

Eine LED soll immer mit einem Vorwiderstand angeschlossen werden. Er verhindert eine Überlastung und garantiert eine relativ gleichbleibende Helligkeit bei abnehmender Batteriespannung. Aus den Daten der LED ist die Diodenspannung bekannt, z.B.  $U_f = 2 \text{ V}$  für eine superhelle, rote LED. Die Batteriespannung sollte etwas höher liegen. Am Vorwiderstand gibt es dann einen Spannungsabfall von  $3,6 \text{ V} - 2 \text{ V} = 1,6 \text{ V}$ . Die LED soll z.B. mit einem Strom von  $20 \text{ mA}$  betrieben werden. Dann berechnet man den Widerstand nach dem Ohmschen Gesetz mit  $1,6 \text{ V} / 0,02 \text{ A} = 80 \text{ Ohm}$ . Da man genau  $80 \text{ Ohm}$  nicht bekommt, nimmt man  $82 \text{ Ohm}$  (Farben: grau, rot, schwarz). Es darf ein ganz kleiner Widerstand sein, weil die Belastung mit  $1,6 \text{ V} * 20 \text{ mA} = 32 \text{ mW}$  sehr gering ist. Typisch sind z.B. Widerstände mit  $1/8 \text{ W}$ .

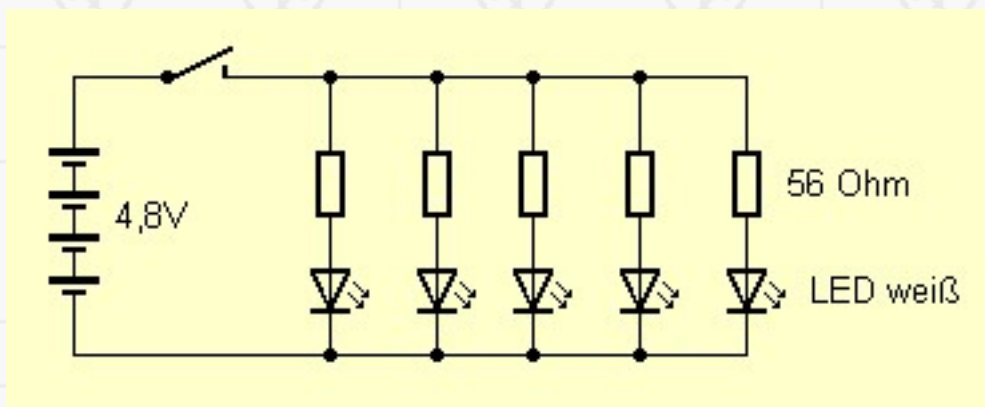


Das Besondere an einer LED ist ihre Kennlinie, d.h. die Kurve der gemessenen Stromstärke bei unterschiedlichen Spannungen. Bei jeder Diode, also auch bei Germaniumdioden und Siliziumdioden ist es ähnlich. Ab einer bestimmten Spannung steigt der Strom steil an. Das ist auch der Grund, warum man unbedingt einen Vorwiderstand braucht. Wenn z.B. der Akku gerade frisch geladen ist, darf keine wesentlich höhere Spannung an die LED gelangen. Eine kleine Erhöhung der Spannung führt nämlich zu einer sehr großen Erhöhung des Stroms. Das könnte dann das Ende der LED sein. Die genaue Durchlassspannung hängt auch noch von der Temperatur ab. Damit man also einen einigermaßen gleichbleibenden Diodenstrom hat, braucht man unbedingt einen Vorwiderstand.



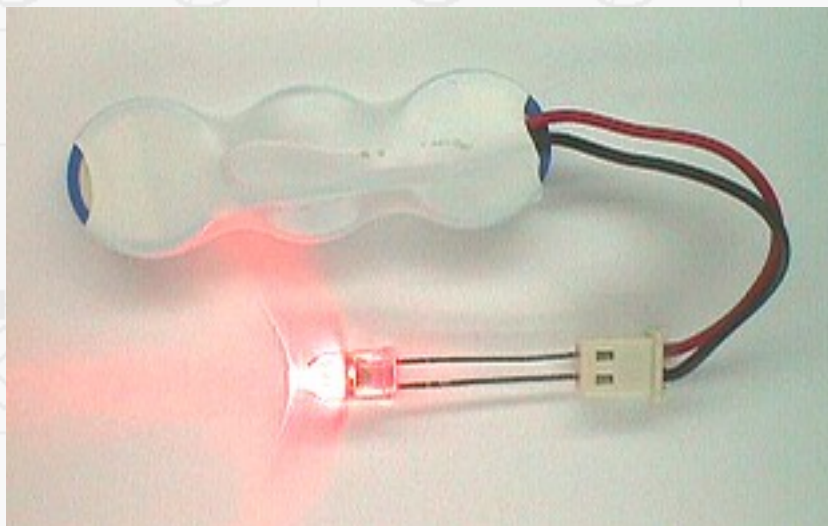
Hier kommt ein ganz praktisches Beispiel: Es sollen fünf weiße LEDs in eine Höhlenlampe eingebaut werden. Der Conrad-Katalog bietet LEDs mit  $U_f = 3,6 \text{ V}$  und  $I_f = 20 \text{ mA}$  an. Es bringt übrigens nicht viel, die LEDs bei größerem Strom zu betreiben. Doppelter Strom führt nicht mehr zu doppelter Helligkeit. Also soll im Normalfall 20 mA durch jede Diode fließen. Die Akkuspannung muss etwas größer sein, also nimmt man vier NiCd-Zellen mit 4,8 V. Es ist nicht günstig, einen gemeinsamen Vorwiderstand für alle LEDs zu nehmen, weil geringfügige Unterschiede zwischen den einzelnen LEDs zu einer ungleichen Stromverteilung führen würden. Also soll jede LED ihren eigenen Vorwiderstand bekommen. Der Spannungsabfall beträgt jeweils  $4,8 \text{ V} - 3,6 \text{ V} = 1,2 \text{ V}$ . Der Widerstand soll sein:  $1,2 \text{ V} / 0,02 \text{ A} = 60 \text{ Ohm}$ . Man wählt den Normwiderstand 56 Ohm (Farben: grün, blau, schwarz).





Der Nennstrom der Lampe beträgt ca.  $5 \cdot 20 \text{ mA} = 100 \text{ mA}$ , sie ist also wesentlich sparsamer als eine Glühlampe. Bei einem Akku mit einer Kapazität von 1800 mAh beträgt die Brenndauer rund 18 Stunden. Man kann zur Probe einmal nachrechnen, wie sich die Lampe verhält, wenn die Akkuspannung nachlässt. Bei nur noch 1,1 V pro Akkuzelle ist der Akku bereits zu etwa 90 % entladen. Die Gesamtspannung beträgt 4,4 V, die LED-Spannung ist aber trotz des geringeren Strom immer noch fast unverändert 3,6 V. Der Spannungsabfall ist also nun 0,8 V. Daraus kann man einen Strom von ca. 14 mA berechnen. Die Helligkeit hat nur um ca. 1/3 abgenommen. Noch ein Vorteil für den praktischen Einsatz: Wenn der Höhlenforscher wider Erwarten mal den Ausgang nicht mehr findet, ist die Lampe auch nach der normalen Betriebsdauer nicht plötzlich aus, sondern sie wird allmählich schwächer. Auch bei nur noch 10 % der Nennstromstärke kann man noch etwas sehen.

Hartnäckig halten sich Gerüchte, auf den Vorwiderstand könne man auch verzichten. Wer es mal probiert, wird tatsächlich zu dem Schluss kommen, es geht. Tatsächlich geht die LED meist nicht blitzartig kaputt. Der Grund liegt in einer speziellen Eigenschaft vieler LEDs, die einen relativ kleinen Vorwiderstand bereits eingebaut haben. Der folgende Versuch mit einer superhellen roten LED war erfolgreich. Der kleine Akku mit 3,6 V stammt aus einem alten Computer.



**Der Fehlschlag im Labor,  
beugt der Katastrophe vor.**  
(Dietrich Drahtlos)

Zur Probe wurde einmal die Stromstärke gemessen: brutale 50 mA! Damit wird die LED nicht lange leben. Aber eine LED stirbt nicht plötzlich wie eine Glühlampe, sondern sie wird immer schlapper.

Bei gleichem Strom wird also die Helligkeit geringer, der Wirkungsgrad sinkt. Außerdem wäre der Akku sehr schnell leer. Und eine kleine Abnahme der Akkuspannung würde die Helligkeit überproportional verringern. Also, richtig macht man es mit einem **Vorwiderstand**.

---

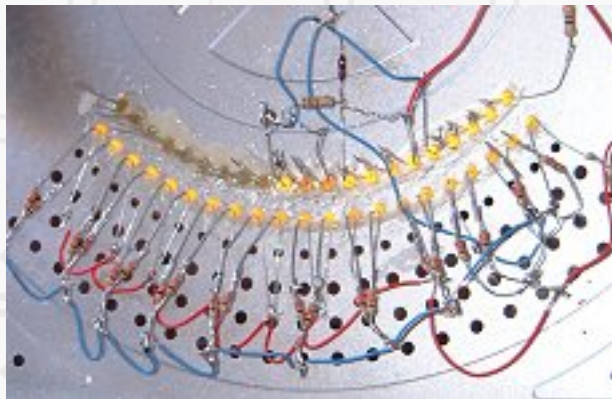
Von Höhlen und Lampen: [www.speleos.de](http://www.speleos.de)

---

### Nachtrag: Case-Modding mit LEDs



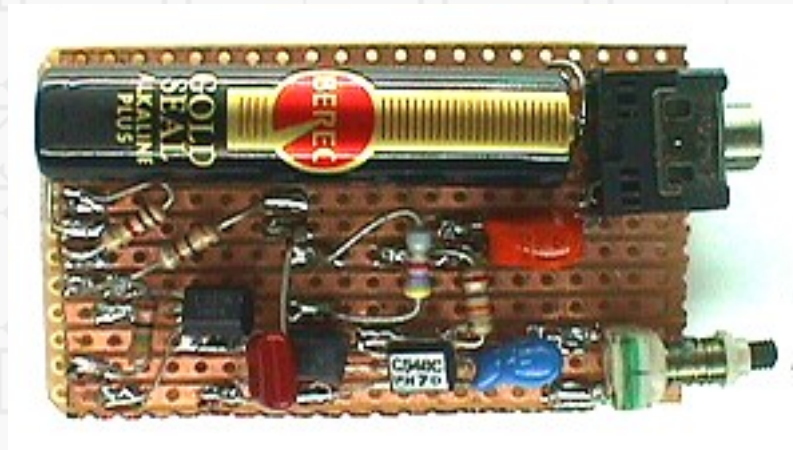
Malte möchte seinen PC verschönern, denn Case-Modding ist in. Die LEDs im Seitenblech des Rechners werden vom PC-Netzteil mit versorgt. Jeweils zwei LEDs verwenden einen gemeinsamen Vorwiderstand. Was man auf den Fotos nicht sehen kann: Die Anschlussdrähte sind mit Tesafilm isoliert, um Kurzschlüsse zu verhindern.



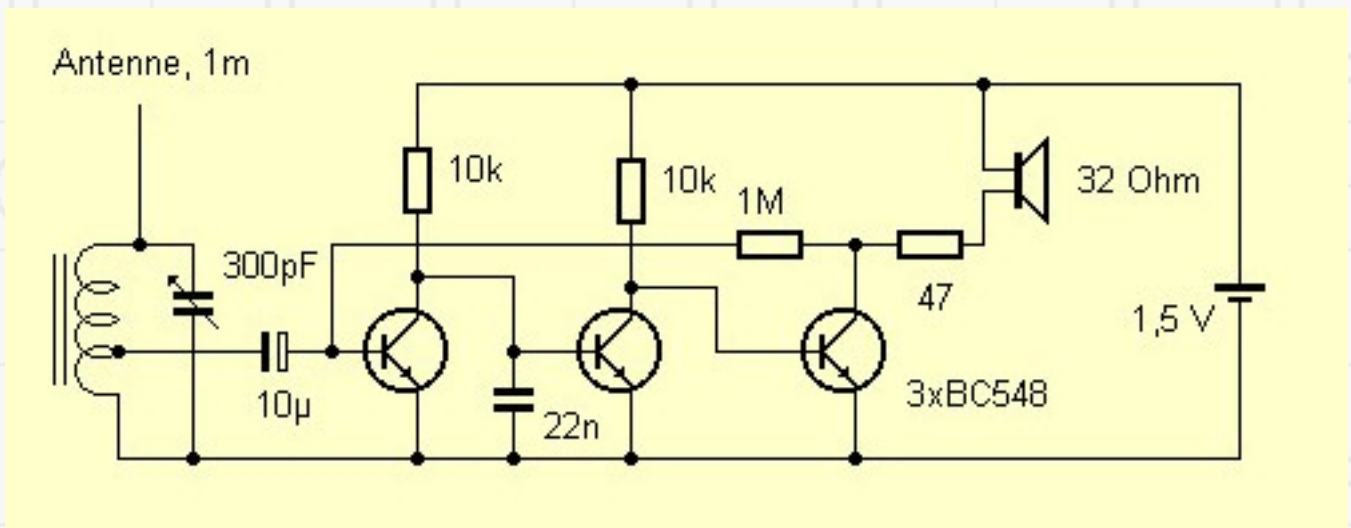


# Das Lowpower-Radiomodul

Kann man einfache Transistorradios noch besser bauen? Ich wurde nach einer Schaltung gefragt, die möglichst einfach und effektiv ist. Deshalb wollte ich ein kleines Radio für Kopfhörerbetrieb und mit einer Betriebsspannung von nur 1,5 V bauen. Die Schaltung sollte allein durch Anschluss eines anderen Schwingkreises universell für alle Frequenzbereiche bis ca. 30 MHz einsetzbar sein.



Das Schaltbild zeigt ein Audion mit nachfolgendem NF-Verstärker. Es wird direkte Gleichspannungs-Kopplung der Verstärkerstufen verwendet. Eine Gegenkopplung über alle drei Stufen stabilisiert den Arbeitspunkt. Das Radio verzichtet völlig auf eine Rückkopplung. Dadurch ist zwar die Empfindlichkeit und die Trennschärfe schlechter, dafür aber die Bedienung sehr einfach. Die fehlende Verstärkung wird durch die NF-Stufen wieder ausgeglichen.



Man könnte die Schaltung auf eine kleine Platine bauen und die beiden Anschlüsse zum Schwingkreis frei lassen. Dann kann man sich mit Versuchen zu unterschiedlichen Schwingkreisen, Ankopplungen und Antennenbauformen austoben. Von Langwelle bis Kurzwelle, von einer Festfrequenz für den Lieblingssender über ein Allbandradio mit Wellenschalter bis zu einem CB-Funk-Kontrollempfänger ist fast alles möglich.

Hier wurde ein kleiner Schwingkreis für Kurzwelle gleich auf die Platine gelötet. Die Abstimmung erfolgt nicht mit einem Drehko, sondern mit dem Ferritkern der Spule, was viel Platz spart. Die ganze Schaltung wurde auf die Lötseite einer Streifenraster-Platine gebaut. Als Gehäuse dient jetzt eine Tic-Tac-Dose. Als Antenne reicht ein kurzes Stück Draht. Besonders am Abend lassen sich viele ferne Stationen hören.



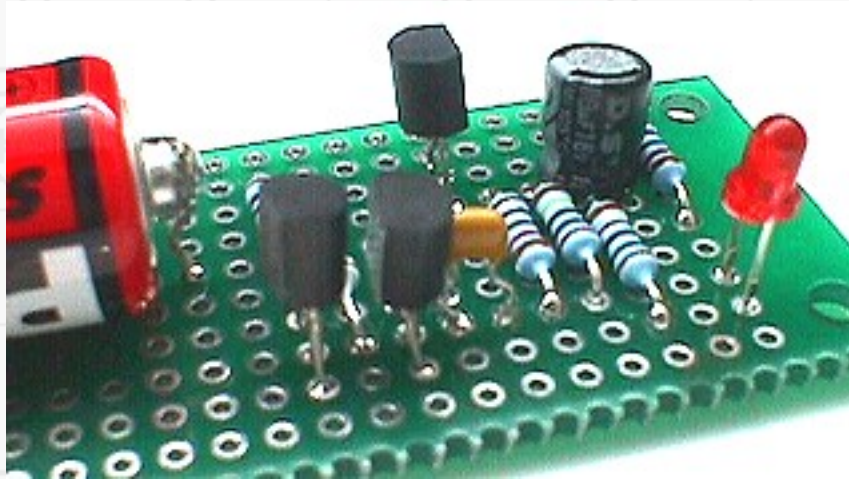
**Kommt dem Ingenieur die Aufgabe lösbar vor,  
hebt das die Stimmung im Labor.  
(Dietrich Drahtlos)**





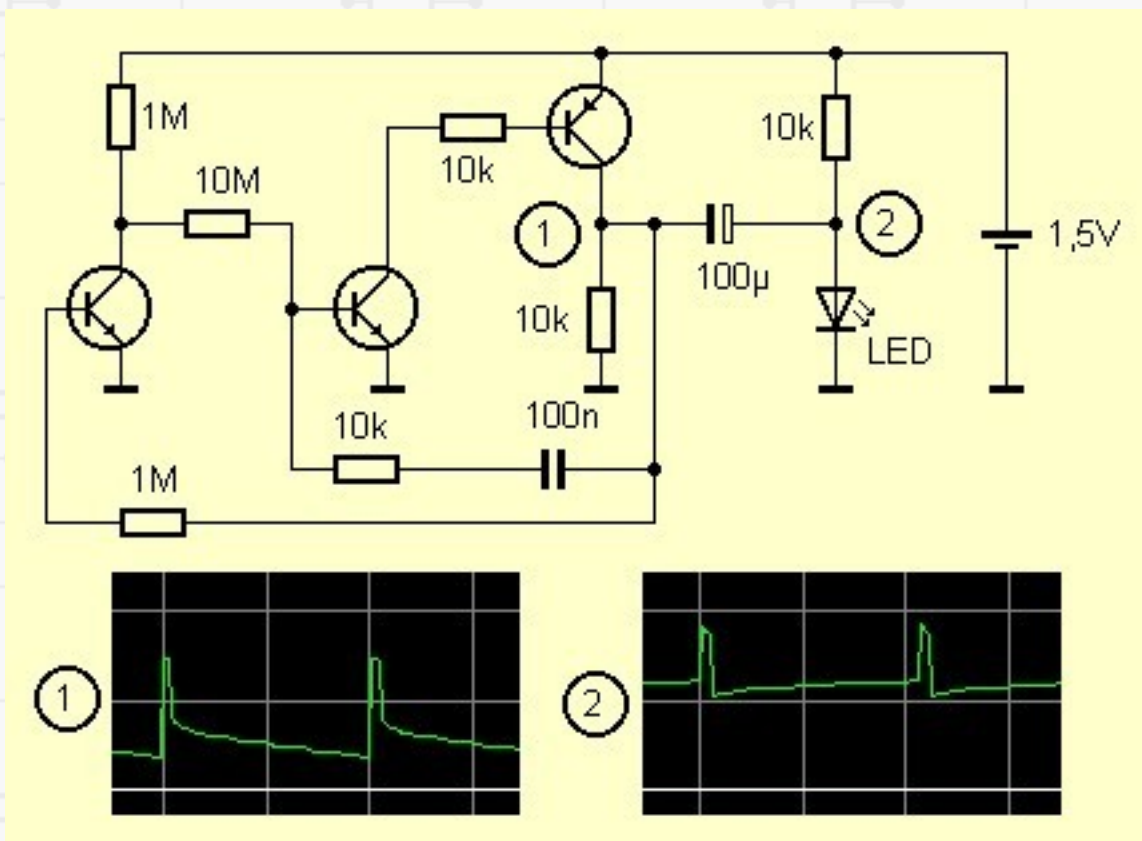
# Der ewige Blinker

Auch Ewigkeit ist relativ. Eine Schaltung, die mit einer einzelnen Batterie viele Monate lang funktioniert, arbeitet praktisch ewig. In Geschäften sieht man manchmal Werbeschilder mit einer blinkenden LED, die anscheinend ewig arbeitet, und das auch noch mit einer einzelnen Batteriezelle. So etwas müsste man auch mal selbst bauen ...



Hier ist die Schaltung. Sie besteht aus einem astabilen Multivibrator mit besonderen Eigenschaften. Ein Elko von  $100\ \mu\text{F}$  lädt sich relativ langsam und mit kleinem Strom auf und wird in einem kurzen Impuls über die LED entladen. Dabei kommt es auch zur nötigen Spannungsüberhöhung, denn  $1,5\ \text{V}$  ist ja für eine LED zu wenig.

**Dreimal scharf nachgedacht  
hat oft den Erfolg gebracht.**  
(Dietrich Drahtlos)



Die beiden Oszillogramme verdeutlichen wie es funktioniert. Sie wurden mit dem SIOS-Interface und dem Programm MikroScope von H.-J. Berndt aufgenommen und zeigen vertikal 1V/Skt und horizontal 1s/Skt. Die Spannung am Kollektor des PNP-Transistors schaltet bis auf ca. 1,5 V hoch, nachdem der Elko an dieser Stelle über einen Widerstand von 10 k bis nahe 0,3 V entladen wurde. Auf der anderen Seite wurde er bis ca. 1,2 V geladen. Die Differenz von 0,9 V liegt also am Elko, wenn der Blinkimpuls erscheint. Sie addiert sich in diesem Moment zur Batteriespannung von 1,5 V, so dass die Impulshöhe an der LED bis 2,4 V betragen könnte. Tatsächlich aber zeigt Oszillogramm 2, dass die Spannung durch die LED auf ca. 1,8 V begrenzt wird. Die LED-Spannung passt sich selbst der verwendeten LED an und kann theoretisch bis fast 3 V betragen.

Die Schaltung wurde für den Lowpower-Betrieb optimiert. Deshalb hat der eigentliche Flip-Flop einen NPN- und einen PNP-Transistor bekommen. Man kann auf diese Weise die Verschwendung von Steuerstrom vermeiden. Beide Transistoren leiten nur für den kurzen Moment des LED-Blinkens. Damit stabile Bedingungen herrschen und die Schaltung sicher schwingt, gibt es eine zusätzliche Stufe mit einer Gleichspannungs-Gegenkopplung. Auch hier wurde durch besonders hochohmige Widerstände auf geringsten Verbrauch geachtet.

Für die Abschätzung des Verbrauchs kann man vom Ladestrom des Elkos ausgehen. Am beiden Ladewiderständen mit je 10 k liegt im Schnitt eine Spannung von insgesamt 1 V. Damit beträgt der durchschnittliche Ladestrom  $50 \mu\text{A}$ . Für die Dauer des LED-Impulses wird noch einmal genau die gleiche Ladung aus der Batterie entnommen. Der mittlere Strom beträgt also rund  $100 \mu\text{A}$ . Geht man von einer Batteriekapazität von 2000 mAh aus, sollte die Batterie etwa 20.000 Stunden halten, das sind über zwei Jahre, also praktisch ewig. Da der Strom gegen Ende etwas abnimmt und die LED nicht mehr so hell leuchtet, dürfte die tatsächliche Betriebsdauer noch höher liegen. Also mehr als ewig.

# Die Scanner-Leuchtstofflampe



Zurück

Ein Farbscanner ist heute schon für 100 DM zu bekommen. Da freut man sich. Aber die einfachen Geräte gehen auch relativ schnell kaputt. Da ärgert man sich. Manchmal kommt man auf diese Weise auch zu Elektronik-Edelschrott. Da freut man sich wieder. Ich hatte das Glück, gleich zwei zu bekommen. Also da musste was gebaut werden! Abgesehen von den Schrittmotoren und der feinen Optik sind die extrem dünnen Leuchtstoffröhren etwas besonderes. Aber wie setzt man die in Betrieb?



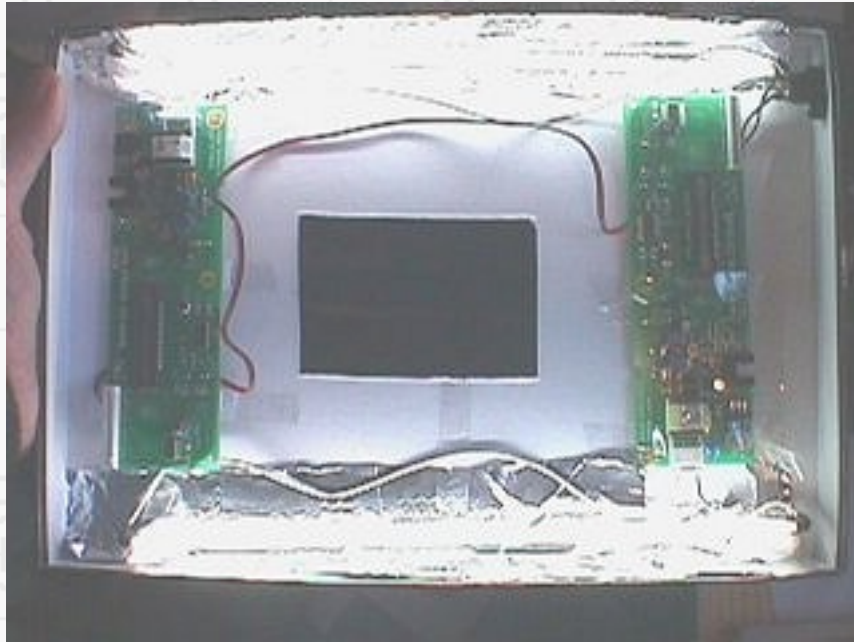
Auf der kleinen Platine mit dem CCD-Sensor befindet sich offensichtlich ein Spannungswandler, erkennbar an dem Trafo, der über den Stecker (5) mit der Röhre verbunden ist. Die Röhre hat nur zwei Anschlüsse, also keine Heizwendeln. Daher braucht sie eine hohe Spannung. Wie also setzt man den Spannungswandler in Gang? Mit kriminalistischem Spürsinn entdeckt man einen Spannungsregler 7812, dessen Anschlüsse man kennt: 1=Ausgang +12V, 2=Masse, 3=Eingang >12V. Also wird erst einmal ein Netzteil mit ca. 12 V (Leerlauf ca. 18 V) an 2 (Minus) und 3 (Plus) angeschlossen. Nichts passiert! Also, da muss mindestens noch eine Leitung sein, über die die restliche Elektronik die Lampe einschalten kann. Scharf hingeschaut, von oben, von unten, es gibt außer der Spannungsversorgung nur eine Leitung (4), die den Spannungswandler mit dem Rest der Welt verbindet. Also probieren: Vorsichtig, mit einem Widerstand von 10 k an Masse (nein, an +12V, s.u.) gelegt. Die Lampe brennt!

**Erforsche mit Respekt,  
was in dir die Neugier weckt.  
(Dietrich Drahtlos)**

Die Platine hat einen Stecker für ein Flachbandkabel. Da kann man zwei Drähte und eine



Netzteilbuchse anschließen. Die Leitung 4 kommt direkt an Masse, denn auf der Platine gibt es ja noch R3. Als Netzteil reicht ein ganz normales Steckernetzteil 12V/500mA/unstabilisiert. Die Lampe braucht nur 100 mA. Die Leistung beträgt also nur ca. 1 Watt, aber trotzdem liefert die Röhre ein wunderbar weißes Licht. Und wenn man dann auch noch zwei davon hat, taucht wieder die Frage auf: Und was macht man nun damit? Na klar, man baut sich eine Beleuchtungseinrichtung für die Digitalkamera! Ein Pappdeckel, ein Loch zum durchknipsen, zwei Reflektoren aus Alufolie, eine gemeinsame Netzteilbuchse, alles mit Tesafilm festgemacht, fertig.



Der Blick ins Helle ...

Interessant sind natürlich auch die CCD-Zeilen. Wenn ich nur wüsste, wie man die ansteuern kann! Da könnte man ja sonstwas bauen. Zum Beispiel ein unbemanntes Sternen-Teleskop, das mit Hilfe der Erdrotation vollautomatisch den Himmel abscannt.





### Nachtrag zur CCD-Zeile:

Georg Schön schrieb: Aus der CCD-Zeile was zu machen, ist auch ein Traum von mir. Ich habe durchaus Datenblätter im Internet gefunden, leider keins von der alten Zeile, die ich habe. Übrigens sind die Dinger relativ einfach anzuschließen, man braucht außer der Spannungsversorgung nur ein Taktsignal. Verstärker, A/D-Wandler sind in den IC's mit drin. Die Zeilen sind meistens umschaltbar, man kann den Zeileninhalt entweder digital auslesen oder in Form eines Analogsignals, das sieht dann aus wie eine Zeile im Video-Signal im Fernseher.

### Berichtigung zum Anschluss der Lampe:

Hannes Nordmann hat an einer gleichen Platine experimentiert und gefunden, dass am Punkt 4 ein Widerstand nicht nach Masse, sondern nach +UB gelegt werden muss. Daraufhin habe ich an meiner doppelten Fotolampe noch mal nachgesehen, es stimmt. Also nicht nach Masse, sondern nach +5V oder +12 V muss der Widerstand.

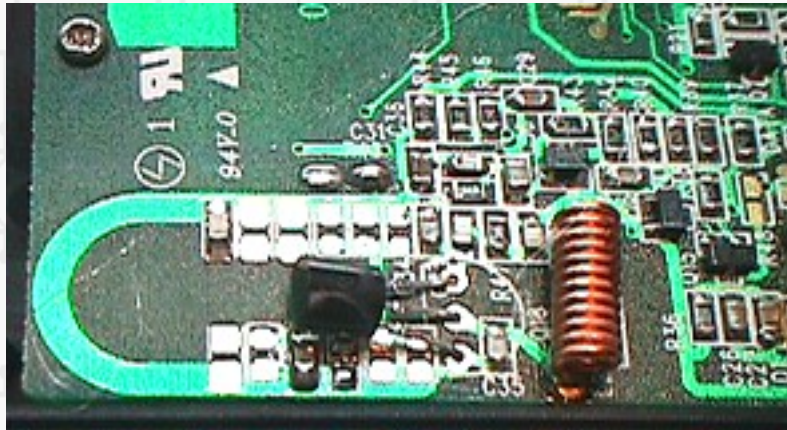
**Selbstbau einer Astro-CCD Kamera**, von Stefan Haas: <http://home.t-online.de/home/s-haas/CCDCam.htm>

# UHF-Technik mit dem Pendelaudion

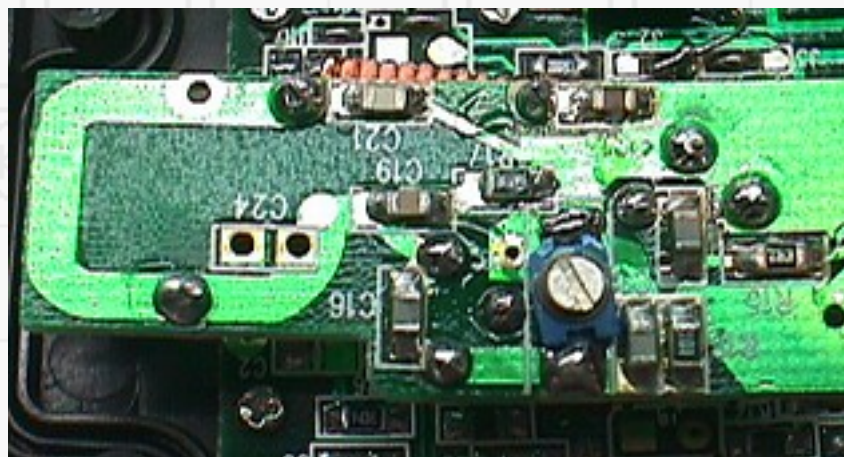


Zurück

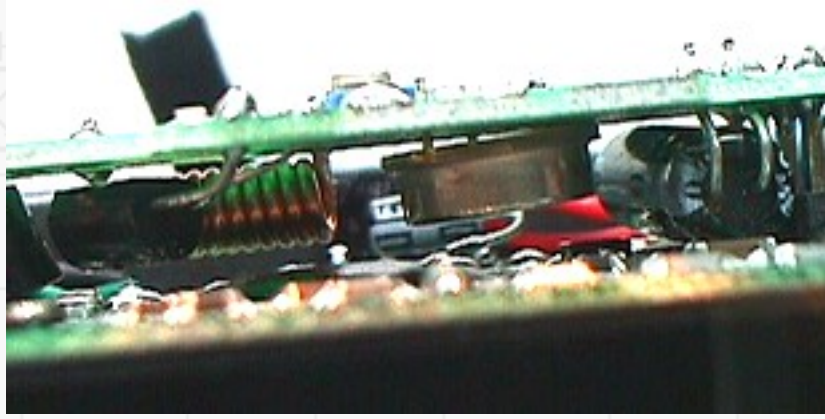
Seit einiger Zeit bin ich stolzer Besitzer eines drahtlosen Außenthermometers in 430-MHz-Technik. Seitdem plagt mich die Neugier, was denn da wohl drin ist. Und heute habe ich zum Schraubendreher gegriffen und reingeschaut.



Der Thermometer-Empfänger besteht anscheinend im Kern aus nur einer einzigen Transistorstufe. Es handelt sich also um ein einfaches Pendel-Audion. Die U-förmige Leitung auf der Platine ist der Schwingkreis und zugleich die Antenne des Systems. Ein Pendelaudion ist ein einfacher Oszillator, dessen Schwingungen periodisch unterbrochen werden. Bei jedem neuen Einsatz der Schwingungen kommt es zu einer enormen Verstärkung schwacher Signale. Mit einem kleinen Verstärker wurden die Signale abgetastet. Am Ausgang des Pendlers hört man ein starkes Rauschen, das geringer wird, wenn ein Signal auftaucht. Immer wenn das Außenthermometer sendet, sind trällernde Töne zu hören.



Der Sender sieht ganz ähnlich aus. Wieder ist eine Leiterschleife der eigentliche Schwingkreis. Man sieht einen Trimmer für den genauen Abgleich der Frequenz. Unter der Platine befindet sich ein Transistor und ein Oberflächenwellenfilter im Metallgehäuse, das wie ein Quarz für eine gute Stabilität der Frequenz sorgt.

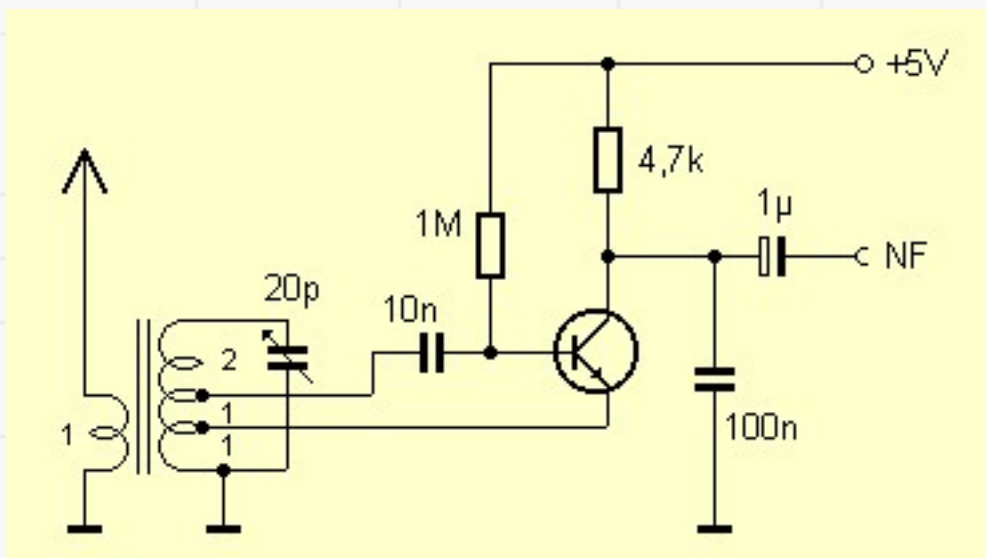


Auch der Modulation wurde auf den Zahn gefühlt. Offenbar wird der Sender ca. einmal in der Minute für etwa eine Sekunde eingeschaltet und sendet dann mit einem Zweiton-NF-Signal seine Daten. Die Datensequenz ist relativ lang, so dass wohl kaum eine Chance besteht, das Signal ohne genauere Informationen zu dekodieren. Vermutlich ist der 430-MHz-Sender frequenzmoduliert, denn das ist bei einer so einfachen Schaltung immer das Nebenprodukt, auch wenn man eigentlich Amplitudenmodulation im Sinn hatte. Übrigens, warum reicht eigentlich ein frei schwingender Empfänger, wenn man beim Sender so großen Aufwand mit der Konstanz treibt? Klar, weil ein Pendelaudion fürchterlich breitbandig ist. Der Sender aber ist per Gesetz zur Konstanz verurteilt. Übrigens dürfte es nicht schwierig sein, diesen Sender und den Empfänger für Sprechfunk einzusetzen. Allerdings wäre das nicht legal, denn diese Sender auf gemeinsam benutzten Frequenzen dürfen immer nur in kurzen Intervallen eingeschaltet werden.

Die Technik des Pendel-Audions wurde schon am Anfang des UKW-Rundfunks viel eingesetzt. Dann geriet sie schnell aus der Mode, weil ein ordentlicher Superhet eben doch mehr bringt. Es ist erstaunlich, dass die Schaltung in diesen modernen Zeiten wieder auftaucht.

**Was andre schon aufgegeben  
erwacht oft zu neuem Leben.**

(Dietrich Drahtlos)



Wenn jemand mal selbst mit einem Pendler experimentieren möchte, hier ist eine einfache Schaltung für den UKW-Bereich. Die Luftspule mit insgesamt vier Windungen soll auf einen Dorn von 3...4 mm gewickelt werden. Der Oszillator schwingt so stark, dass sich die Basis negativ auflädt, bis die Schwingungen abreißen. Es dauert dann etwas, bis der Basiswiderstand den Basiskondensator genügend aufgeladen hat, so dass eine neue Schwingung entstehen kann. Entscheidend für die Funktion ist, dass die Amplitude beim neuen Anschwingen exponentiell ansteigt. Wie lange es dauert, bis sie wieder abreißt, hängt von der am Anfang vorhandenen HF-Amplitude von der Antenne ab. Wenn kein Signal da ist, verstärkt sich dabei nur das immer vorhandene Rauschen. Mit einem Empfangssignal geht es etwas schneller, was den durchschnittlichen Kollektorstrom verringert. Auch jede Modulation des Empfangssignals erscheint deshalb verstärkt im Kollektorstrom. Die Pendelschwingungen sollen eine Frequenz von über 20 kHz haben, damit man sie nicht hört. Ich weiß aber noch genau, wie ich mal eine Katze mit so einem Empfänger in Panik versetzt habe.

Übrigens hat das Pendelaudion einen gravierenden Nachteil. Weil die Schaltung sehr der eines Senders ähnelt, sendet der Empfänger ein starkes Störsignal aus. Also wenn jeder so etwas baut, ist bald überall nur noch Rauschen zu hören.

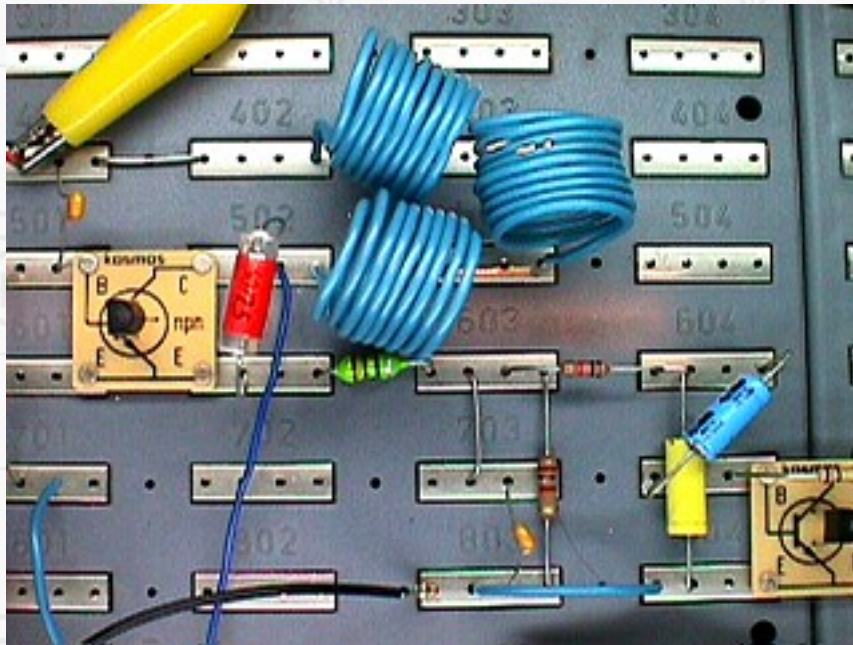




Zurück

# Der Kurzwellen-Pendler

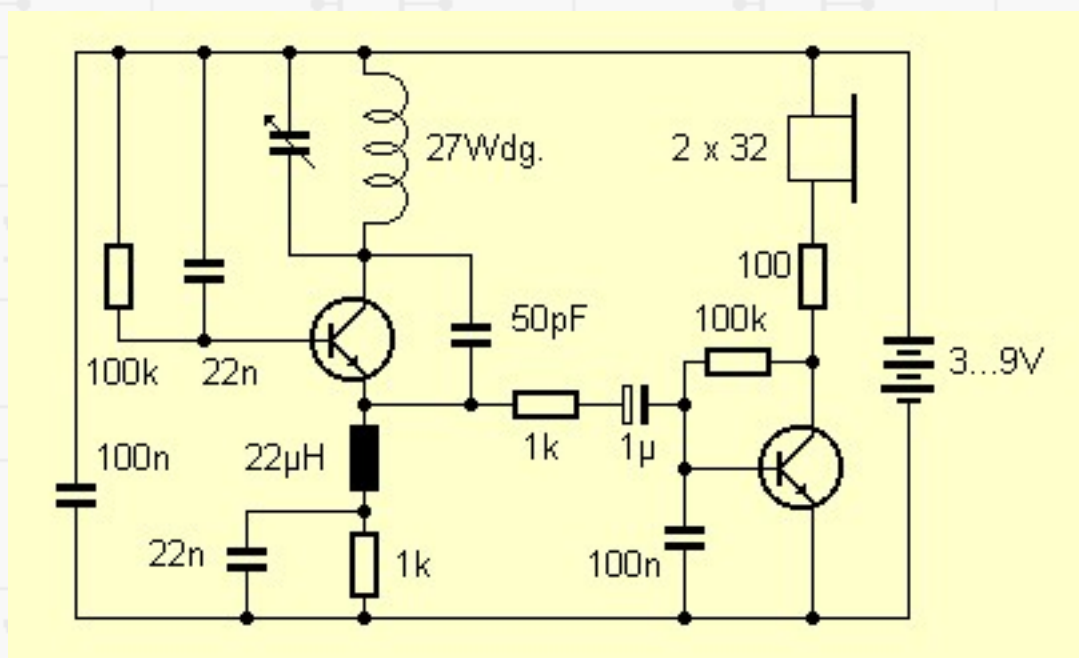
Das Pendelaudio zeichnet sich durch große Empfindlichkeit aus. Ob es wohl auch für Kurzwellenrundfunk geeignet ist? Ein Versuch sollte das klären.



Ein Pendler ist nicht aufwendig. Man baut zuerst einen HF-Oszillator auf der gewünschten Frequenz. Dabei sind unterschiedliche Schaltungen möglich. Ob der Oszillator schwingt, kann man mit einem Radio feststellen. Auch ein Voltmeter kann verwendet werden. Man misst die Spannung am Emitterwiderstand und berührt dann den Schwingkreis mit dem Finger. Dadurch dämpft man die Schwingung und ändert den Kollektorstrom, was zu einer Änderung des Messwerts führt. Falls der Oszillator nicht schwingt, ändert sich durch die Berührung nichts.

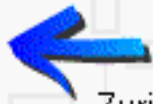
**Wenn die Entwicklung schwierig wird,  
werden kleinere Schritte probiert.**  
(Dietrich Drahtlos)

Der Pendler unterscheidet sich nur in der Basisbeschaltung von einem normalen Oszillator. Man nimmt hier keinen Spannungsteiler, sondern einen einzelnen, relativ hochohmigen Basiswiderstand von ca. 100k bis 1M. Er legt zusammen mit dem Basiskondensator im Wesentlichen die Pendelfrequenz fest. Pendelschwingungen entstehen dann, wenn der Oszillator ausreichend kräftig schwingt, so dass die Basis sich immer wieder stark negativ auflädt. Wenn die Frequenz der Pendelschwingung noch hörbar ist, ändert man Widerstände und Kondensatoren so lange, bis sie irgendwo über 20 kHz liegt. Die Einstellung ist optimal, wenn man ein starkes Rauschen hört. Der nachfolgende NF-Verstärker soll eine niedrige obere Grenzfrequenz haben, sodass die Pendelschwingungen am Ausgang nur schwach erscheinen, der NF-Bereich aber noch durchkommt.



Für den Versuch wurden nur zwei Transistoren benötigt. Es konnte ein Walkman-Kopfhörer mit 2 mal 32 Ohm verwendet werden. Die Schaltung zeigt eine Dimensionierung, die sich im Bereich zwischen 10 MHz und 20 MHz bewährt hat. Die Spule bestand aus drei Abschnitten mit je 9 Windungen, gewickelt auf einer Mignon-Zelle. Mit nur einem Abschnitt funktioniert es auch, dann für die höheren Frequenzen. Die Schaltung zeigt ein starkes Rauschen, das zurückgeht, wenn ein Sender empfangen wird. Das Radio ist so empfindlich, dass überhaupt keine Antenne angeschlossen werden muss. Allein der Schwingkreis fängt zahlreiche europäische Sender ein. Es wurden unterschiedliche Betriebsspannungen probiert. Ab 3 V funktioniert es schon brauchbar, aber bei 9 V ist die Lautstärke größer.

Das Pendelaudion hat einen großen Vorteil: Schwache und starke Sender werden mit gleicher Lautstärke gehört, nur der Rauschabstand ändert sich. Deshalb kommt man ganz ohne Lautstärkeregler aus. Gerade auf Kurzwelle gibt es aber auch einen Nachteil. Es kommt nämlich oft zu Interferenzen, wenn Nachbarsender etwa im Abstand der Pendelfrequenz liegen. Der Klang ist oft schlechter als bei einem einfachen Audion. Dafür entfällt aber die schwierige Einstellung der Rückkopplung. Alles in allem: Es musste mal probiert werden.



Zurück

# Der Röhren-Detektor

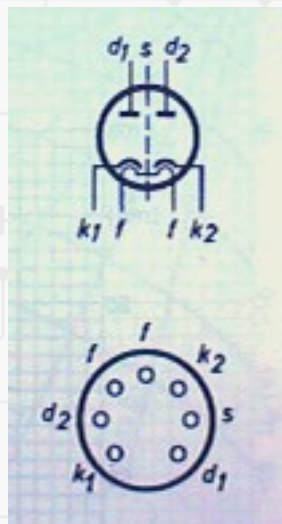
Gestern kam ich an einem Sperrmüllhaufen vorbei, da lag das offene Chassis eines alten Röhrenradios. Es war ein Luxusmodell aus einem großen Phonomöbel. Aber die Röhren waren entfernt worden, der Drehko verbogen, der Ferritstab zerbrochen, die ZF-Filter abgeknickt. Welch schrecklicher Anblick, dieses völlig zerstörte Grabmal vergangener Hochtechnologie! Nur die kleinste Röhre hatten die Grabräuber übersehen: Eine EAA91! Die hab ich natürlich mitgenommen.



Die EAA91 ist eine Zweifachdiode mit einer Heizung von 6V/0,3A. Sie brachte mich auf eine Idee: Der Röhren-Detektorempfänger. Das ist die logische Weiterentwicklung des Kristalldetektors. Man soll sich dem Fortschritt ja nicht verschließen.

**Alte Dinge, gut aufgehoben,  
bringen den Erfinder oft nach oben.**

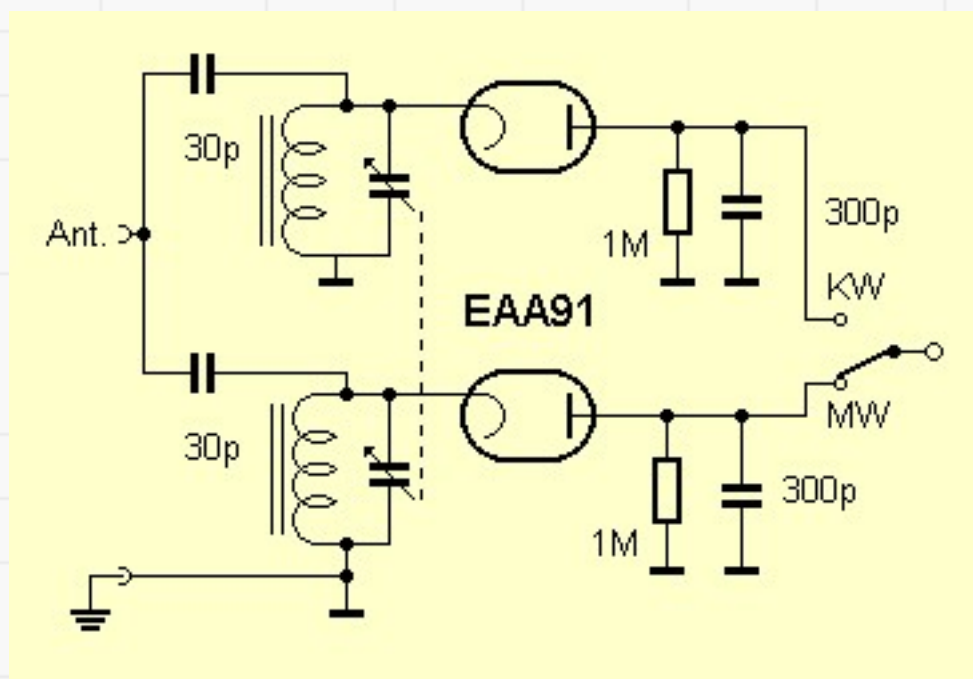
(Dietrich Drahtlos)



Anders als eine Germanium- oder Siliziumdiode oder auch der Kristalldetektor aus Bleiglanz benötigt die Röhrendiode keine Mindestspannung, um an den Knick ihrer Kennlinie zu gelangen. Im Gegenteil: Auch ohne positive Anodenspannung erreichen immer einige Elektronen die Anode. Man kann einen Kurzschlussstrom von ca. 30  $\mu\text{A}$  messen. An einem Lastwiderstand von 1 M $\Omega$  erzeugt die Röhre bereits eine Spannung von 0,5 V. Sie erzeugt sich damit von ganz allein die geeignete Vorspannung.



Zwei Dioden, ein Doppeldrehko, was liegt da näher als ein Zweiband-Radio mit Mittelwelle und Kurzwelle. Es werden praktisch zwei völlig unabhängige Radios aufgebaut, die Umschaltung erfolgt erst nach der Gleichrichtung. Das macht weniger Probleme als eine Umschaltung an den HF-Kreisen. Das Ausgangssignal wird dann z.B. PC-Aktivboxen zugeführt. Die Trennschärfe ist in beiden Wellenbereichen gut, weil die Gleichrichterschaltung sehr hochohmig ausgelegt ist. Und das Beste: Ein echter Röhrenklang!



Das neue Radio bekam übrigens auch eine neue Antenne. Dazu wurde das Kupferrohr der Heizung angezapft. Es ist zwar an einer Stelle geerdet, bildet jedoch zusammen mit dem Erdleiter der



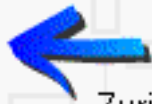
Steckdose eine große Leiterschleife, die als magnetische Antenne funktioniert. Gegen den Schutzleiter der Steckdose wurde ein Gleichstromwiderstand von weniger als 1 Ohm gemessen. Es wurden verschiedene Arten von Ankopplungen probiert. Am effektivsten war eine kapazitive Kopplung mit einem kleinen Kondensator mit ca. 30 pF. Mit dieser Antenne können zahlreiche Sender empfangen werden. Ferne europäische Sender können auf Kurzwelle immer, auf Mittelwelle vor allem am Abend gehört werden.

---

### **Nachtrag: Einsatz einer Batterieröhre**

Jogi schlägt den Einsatz einer DA90 vor. Die Heizspannung beträgt dann nur 1,4 V. Er weist außerdem darauf hin, dass man die Kennlinie jeder Röhre durch Ändern der Heizspannung verschieben kann.

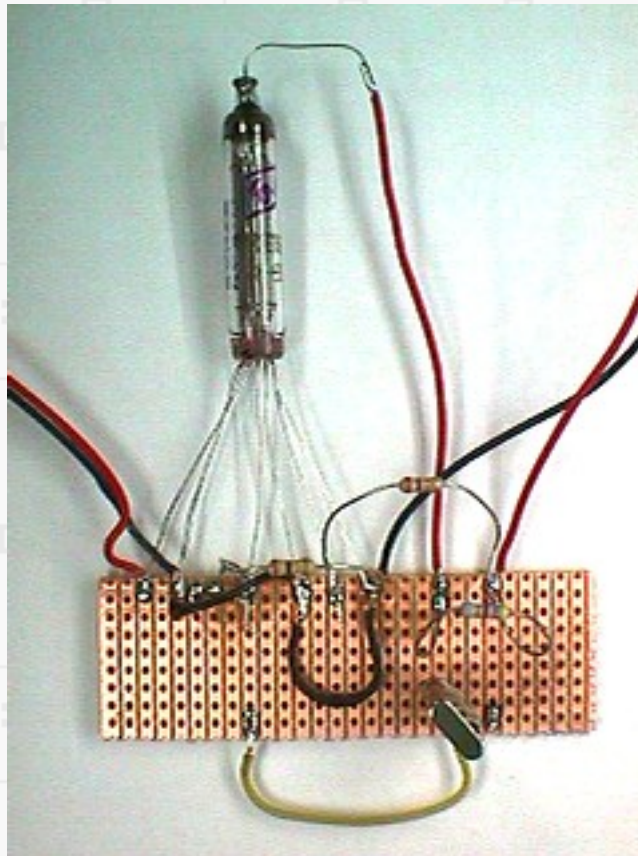
[www.jogis-roehrebude.de](http://www.jogis-roehrebude.de)



Zurück

# Röhrengrüße aus Moskau

Röhren sind out? Warum wurden sie dann noch mindestens bis in die 80er Jahre gebaut? Weil sie im Falle eines Falles nicht so schnell sterben wie Transistoren. Gerade habe ich mir ein paar russische Röhren gekauft. Es sind die sparsamen Batterieröhren 1SH24B und 1SH29B. Da muss doch gleich mal was ausprobiert werden!



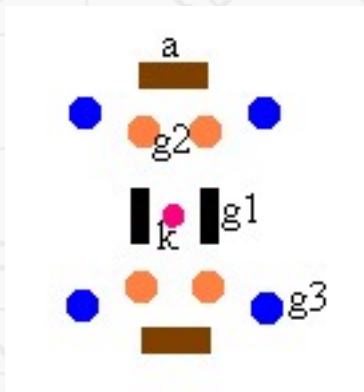
Ein Blick ins Innere der Röhren zeigt ein ganzes Bündel längs verlaufender Drähte. Und das soll funktionieren? Alles was man mal über den Aufbau von Röhren wusste, scheint hier nicht zu stimmen. Kein Spanngitter aus extrem feinen Drähten und geringstem Abstand zur Kathode, kein konzentrischer Aufbau, kein Anodenblech. Der Anodenanschluss ist übrigens oben, gab es das nicht schon mal?



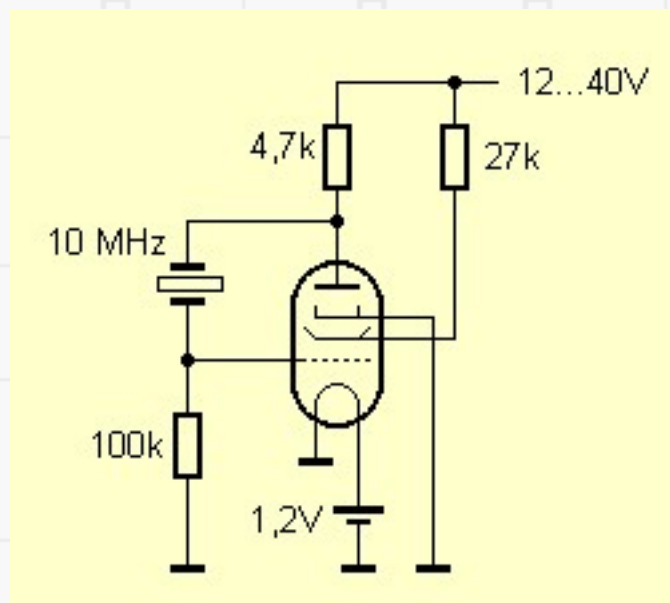
Im Internet konnten die Daten der Heizung gefunden werden: Bei der 1SH24 (HF-Pentode)

1,2V/13mA, bei der 1SH29 (Universalpentode mit  $P_a=1,2W$ ) 1,2V/64mA oder 2,4V/32 mA. Ein erster Versuch mit der 1SH29 zeigte sehr brauchbare Daten: Bei  $U_a=U_{g2}=40V$  war der Anodenstrom 3 mA. Gitter 1 wurde dabei auf die Spannung des negativen Heizanschlusses gelegt. Die Steilheit war etwa 1mA/V. Die Röhre kommt auch mit weniger Anodenspannung aus, aber dann nehmen Anodenstrom und Steilheit stark ab.

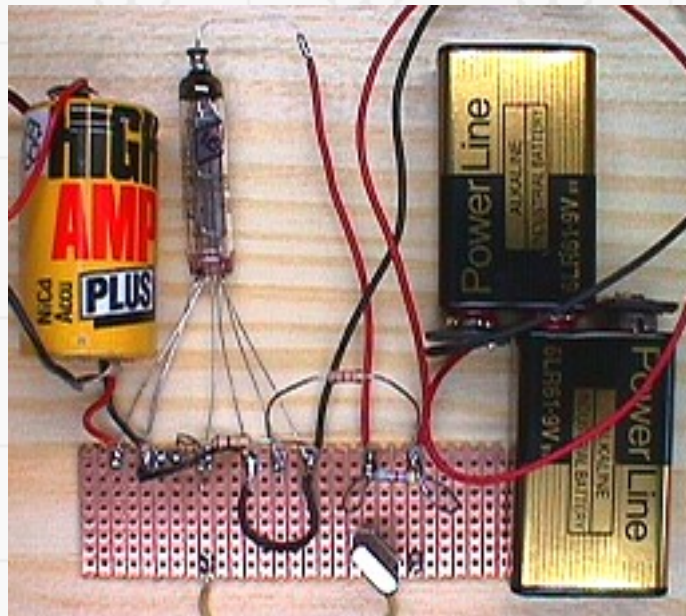
Mit der Lupe wurde versucht, den Aufbau zu verstehen. In der Mitte ist ein dünner Heizfaden gespannt (bei der 1SH29 zwei), das ist die direkt beheizte Kathode. Alle anderen Elektroden bestehen aus Draht von ca. 1mm Durchmesser, wobei Gitter 1 und Anode etwas platt gewalzt sind. Wenn ich es richtig verstehe, wird hier ein gebündelter Elektronenstrahl auf die Anode gerichtet. Deshalb funktioniert es trotz des einfachen Aufbaus sehr gut.



Klar, irgend etwas muss jetzt gebaut werden. Damit es nicht so aufwendig wird, am besten ein Quarzoszillator. Da kann die Röhre zeigen, was sie schafft.



Tatsächlich, es funktioniert! Ab einer Betriebsspannung von 12 V schwingt der Oszillator. Bei höheren Spannungen steigt die Amplitude. Fertig ist der Röhrensender! Und die Betriebsspannung? Am besten ein NiCd-Akku für die Heizung und zwei oder mehr 9-V-Blockbatterien für die Anodenspannung.



**Erfinder und Ingenieure  
verließen sich auf die Röhre.**  
(Dietrich Drahtos)

Übrigens: Die Röhren stammen von Pollin-Electronic und sind extrem billig. Ich habe ein Sortiment mit 20 gemischten Röhren für unter 10 DM bekommen. Die meisten waren Batterieröhren. Jedenfalls habe ich jetzt genug Röhren auch für größere Projekte wie Kurwellen-Doppelsuper mit 15 Kreisen und BFO. Nur für den röhrenbestückten Motorrad-Bordcomputer braucht man noch ein paar Hundert mehr.

Große Röhrenübersicht (siehe z.B. 1J29B): [www.ginko.de/user/franz.hamberger/roehren/pentoden.html](http://www.ginko.de/user/franz.hamberger/roehren/pentoden.html)

Ein komplettes russisches Datenblatt findet man bei Jogi: [www.jogis-roehrenbude.de](http://www.jogis-roehrenbude.de)

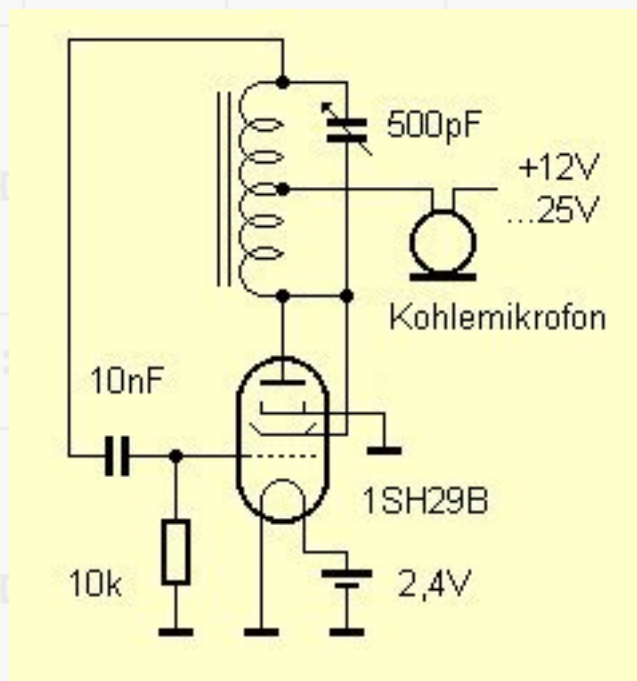
---

### Nachtrag: Ein AM-Sender

Andreas D. schreibt: Eine weitere Anwendung der 1SH29B: im Moment läuft sie als MW-Oszillator mit 25 V Anodenspannung. Als Schaltung verwende ich die aus Physikbüchern (ich bin Schüler, 12. Jhg, Physik LK...) bekannte Dreipunktschaltung. Kondensator und Spule sind auf MW abgestimmt, der Rest ist typisch. Als nächstes werde ich mich mit der Modulation beschäftigen müssen - bis jetzt habe ich nur ein Rauschen (mehr oder weniger), wenn ich mein Radio auf die Frequenz abstimme.

-Hurra! Moment, ... geschafft! als Modulator schleife ich in die Anodenleitung die Mikrofonkapsel eines alten Telefons (KOHLEmikro!) ein. Durch die Stromschwankungen moduliere ich die Sendeleistung. Das ist so zwar alles nicht ganz ok, aber es klappt.

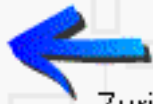




Eine kurze Schaltungsbeschreibung: Röhre 1SH29B als Triode geschaltet. Heizung mit ca. 2V, Gitterwiderstand 10k, Gitterkondensator 100n, Schwingkreiskondensator: Mittelwellendrehko 500p, Schwingkreisspule: Gewickelt auf Ferritkern 8mm Durchmesser, 5cm Länge 120 Wdg., Anzapfung in der Mitte, Kohlemikrofon als veränderlicher Widerstand in der Anodenzuleitung

Eine kurze Funktionsbeschreibung: Die Schwingung im Schwingkreis wird durch die Röhre unterstützt, indem sie immer dann Strom in den Schwingkreis fließen lässt, wenn das Gitter "etwas weniger negativ" (eine gewisse Negativität wird durch den Gitterwiderstand garantiert) wird, bedingt durch die HF-Schwingung, für die der Koppel-C kein Hindernis ist. Ohne das Kohlemikro kann man den Sender zwar mit 'nem Radio finden, allerdings hört man "nichts" - wirklich nichts, auch kein Hintergrundrauschen mehr. Ansonsten ist er nicht erkennbar (freilich nicht für die Messwagen der Post - ein Wort, 3 Silben: Kreuzpeilung !). Die Reichweite macht mir Sorgen... 100m durch mehrere Wände hindurch...mit einer 10cm-Antenne! An Freiluftversuche möchte ich da gar nicht erst denken...

Da ich dann doch zumindest ein bisschen Modulation haben wollte fiel mir das alte Kohlemikro aus einem Telefon ein - perfekt. Die Kohlekörnchen ändern mit den Schwingungen ihren Durchgangswiderstand - und modulieren auf diese Weise die HF-Schwingung. Jetzt kann man entweder über akustische Kopplung oder direktes Reden "senden" - bzw. feststellen, wie weit gesendet werden kann. - Beängstigend weit.



Zurück

# Röhren-Super H64

Vor einiger Zeit bekam ich ein altes Röhrenradio geschenkt: Ein Siemens-Super H64. Das Gerät ist noch völlig unverbastelt und funktioniert relativ prima, wenn man genügend Geschick im Umgang mit dem Wellenschalter aufbringt. Sogar die Bedienungsanleitung ist noch da.



Zitat aus der Anleitung von Siemens: "Rundfunkgeräte sind mit ihrer Vielzahl von Einzelteilen verhältnismäßig komplizierte Elektrogeräte. Wenn Sie einmal Gelegenheit haben, das Innere Ihres Empfängers von der Gehäusebodenseite aus genauer zu betrachten, werden Sie erkennen, wie sorgfältig Konstruktion und Aufbau ausgeführt sind; ein Ergebnis der über 30jährigen Erfahrung unseres Hauses im Bau von Rundfunkgeräten."

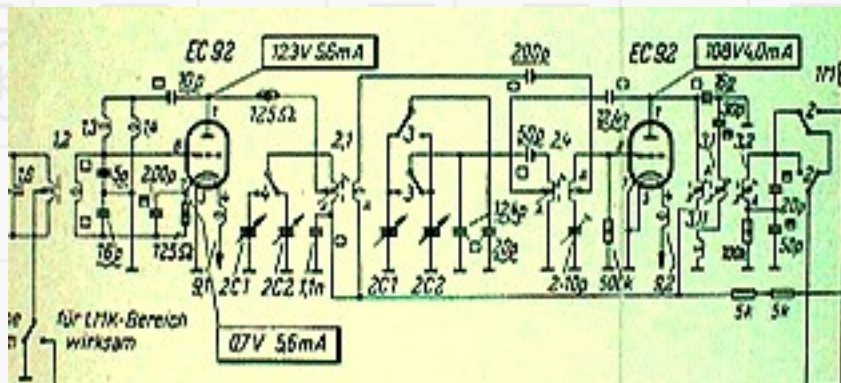


Stimmt.



Jetzt sind noch einmal mehr als 30 Jahre vergangen, und das Gerät funktioniert immer noch. Aber wie bei den meisten alten Röhrenradios gibt es Probleme mit dem Wellenschalter. Die Ingenieure von Siemens waren besonders kreativ und haben etwas Luxus eingebaut: An der Rückseite ist ein weiterer Abstimmknopf für den Lieblings-Ortssender. Nur leider hat es sich nicht bewährt, die Umschalter direkt in die UKW-Kreise einzubauen. Bereits die geringste Verschmutzung des Schalters führt dazu, dass UKW nicht nur schlechter, sondern überhaupt nicht mehr funktioniert. Man kann vermuten, dass es sich hier um einen Verbesserungsvorschlag von Dietrich Drahtlos gehandelt hat, von dem man ja hört, dass er auf diese Weise so manches Serienprodukt in Schwierigkeiten gebracht hat.

**Altbekanntes, geschickt verbunden,  
schon ist etwas Neues erfunden.**  
(Dietrich Drahtlos)

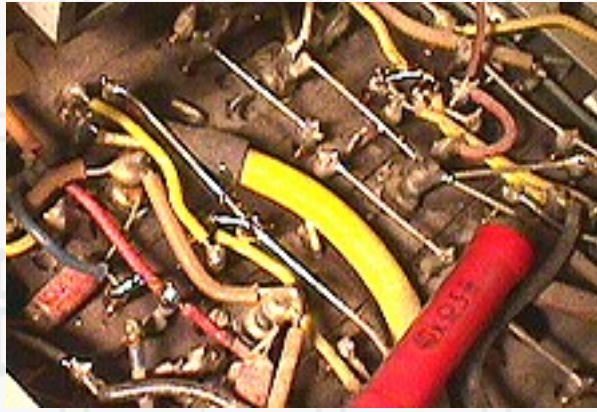


Am besten funktioniert das Radio auf Mittelwelle. Aber auch hier muss man den Wellenschalter sehr geschickt nur so weit drücken, dass er so eben gerade einrastet. Außerdem war oft ein leichtes Klopfen auf die Nachbartasten nötig, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Also gut, das ist jetzt kein Vorwurf an den Hersteller, denn alle alten Wellenschalter haben das selbe Problem: Die Silberauflage der Kontakte ist abgenutzt, dazu kommt noch eine Oxydschicht und eventuell etwas Staub. Oft hat man mit Kontaktspray oder mit einer Serie schneller Schaltspiele eine Besserung erreicht, aber noch nie sehr lange.

Deshalb habe ich mich zu einer radikalen Methode entschlossen: Da ich ohnehin mit dem Gerät nur

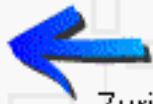


Mittelwelle empfangen möchte, wird der Wellenschalter in dieser Stellung mit drei fest eingelöteten Drahtbrücken unterstützt. Freunde historischer Radios mögen mir diesen Frevel verzeihen. Ich habe auch ganz dünne Drähtchen verwendet, die man zur Not leicht wieder durchtrennen kann.



Jetzt klappt es wieder so gut wie am ersten Tag, damals als der stolze Erstbesitzer gerade um einen halben Monatslohn ärmer geworden war. Am liebsten höre ich Radio Tien-FM aus Holland auf 675 kHz. Am Abend suche ich mir oft irgend welche fernen europäischen Sender aus. Das erweitert den Horizont und ist sehr entspannend, weil man nicht alles versteht. Das schwache grüne Leuchten des magischen Auges und die Skalenbeleuchtung verbreiten zusätzlich die richtige Stimmung. Es ist viel schöner als Fernsehen, man kann dabei lesen oder seinen Gedanken freien Lauf lassen. Radio ist eben was Feines. Besonders auf Mittelwelle und ganz besonders mit Röhren.

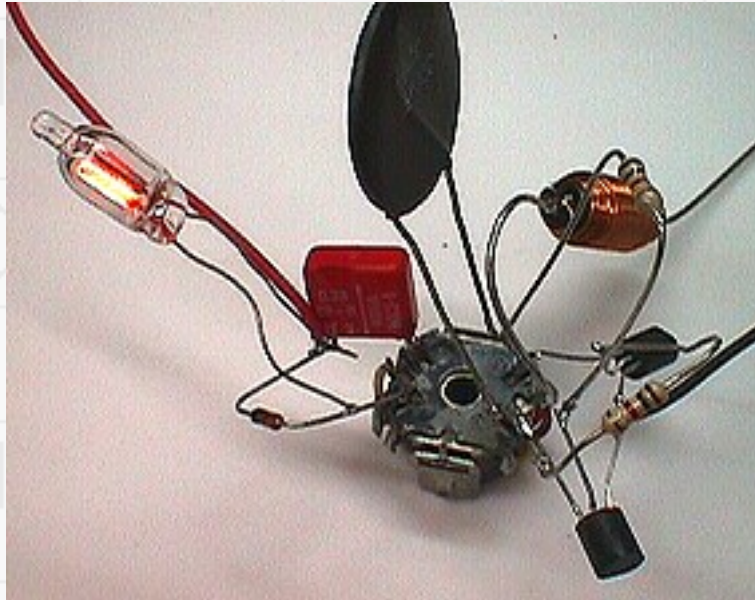




Zurück

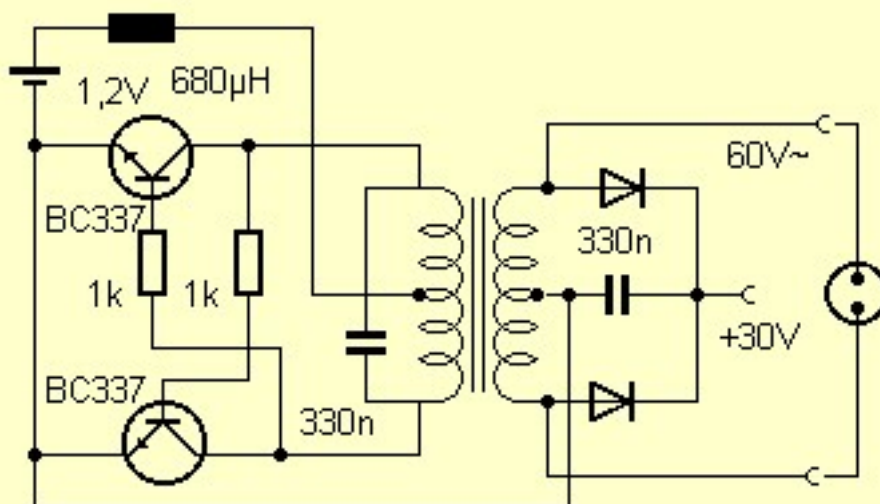
# Spannungswandler 1,2 V : 60 V

Für Versuche mit Batterieröhren brauchte ich einen kleinen Spannungswandler. Damit alles schön sauber ohne Funkstörungen läuft, sollte es ein Gegentakt-Sinusoszillator sein. Damit lässt sich dann auch ein kleines Röhrenradio bauen.



**Bevor der Erfinder seinem Gerät vertraut,  
hat er es mehrfach nachgebaut.**  
(Dietrich Drahtlos)

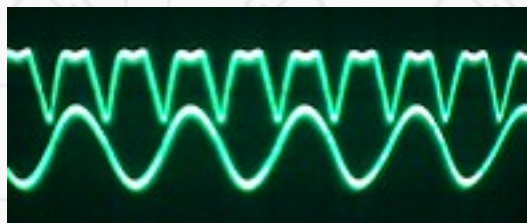
Ein unbekannter Übertrager mit einem Ferrit-Schalenkern aus der Bastelkiste passte zufällig gerade. Die Schaltung ist sehr einfach, weil nur eine Eingangsspannung von 1,2 V anliegt. Deshalb kann die Primärwicklung des Übertragers zugleich auch als Rückkopplungswicklung dienen. Man kommt mit zwei Widerständen aus.



Im Interesse der Nachbausicherheit gehört es sich, dass ich jetzt die Wickeldaten angebe. Soll ich also nun den ganzen Tafo abwickeln und die Windungen zählen? Damit ich danach alles wieder neu wickeln muss, es nicht mehr so genau hinbekomme, der Spulenkörper zu voll wird und nicht mehr in den Schalenkern passt? Nein, das muss auch anders gehen.



Zum Glück hat ein gewisser Herr Thomson die Schwingkreisformel gefunden. Mit dem Oszilloskop kann die Schwingfrequenz mit 5 kHz bestimmt werden. Der Kondensator hat 330 nF. Damit ergibt sich Induktivität von 3 mH. Und auf dem Schalenkern steht der Typ mit dem Ferritwerkstoff N30 und dem Al-Wert von 4200 nH/n<sup>2</sup>. Demnach muss die Primärwicklung insgesamt 26 Windungen haben, d. h. jede Seite hat 13 Windungen. Mit dem Oszilloskop kann jeweils zwischen Mittelanzapfung und Außenanschluss im Leerlauf primär eine Scheitelspannung von 1,5 V gemessen werden und sekundär 30 V. Daraus ergibt sich das Übertragungsverhältnis 1 : 20. Die Sekundärwicklung hat also 2 mal 260 Windungen. Wie dick der Draht ist, weiß ich leider nicht genau, denn er ist an den Anschlüssen mit Isolierschläuchen überzogen. Jedenfalls ziemlich dünn.



Der Generator liefert ein sauberes Sinus-Signal, obwohl die Transistoren praktisch als Schalter arbeiten und damit Rechtecksignale liefern. Die Differenz zwischen Sinus und Rechteck kann an der kleinen Hilfsdrossel mit 680  $\mu$ H gemessen werden (oberes Oszillogramm). Sie erlaubt dem Schwingkreis eine saubere Schwingung.

Der Generator liefert in der gezeigten Schaltung mit einem Zweiweggleichrichter eine Gleichspannung von 30 V. Zwischen den äußeren Enden der Sekundärspule herrscht eine Wechselspannung von 60 V. Das reicht für eine Glimmlampe. Auch als Spannungswandler für EL-Folien ist die Schaltung geeignet. Mit einem Einweg- oder Vierweggleichrichter kann man auch 60 V Gleichspannung erzeugen. Allerdings kann die höhere Spannung weniger belastet werden.

Verbesserte Schaltungen des Wandlers mit mehr Leistung zeigt: [www.serious-technology.de](http://www.serious-technology.de)



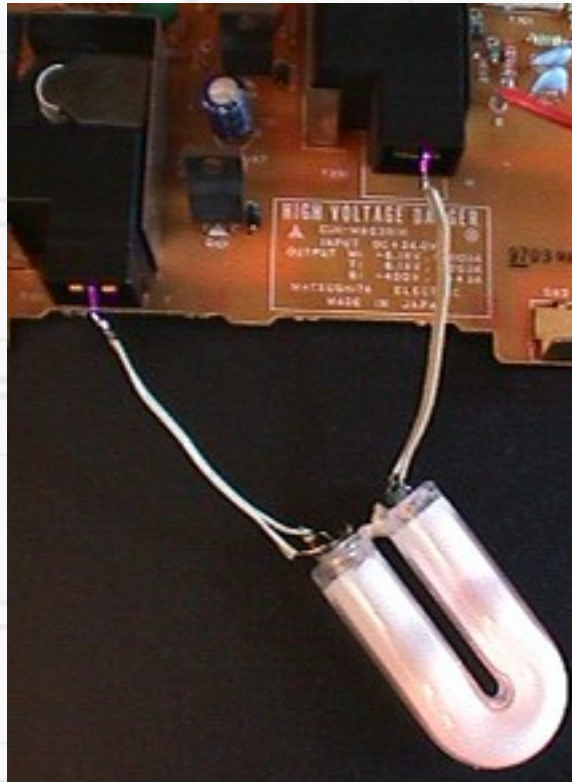
Zurück

# Der Ionenwind

Ab und zu muss ein Bastler zur Hochspannung greifen. Wenn es knistert und zischt, wenn es nach Ozon riecht und blaue Blitze durch die Luft zucken, dann spürt er die Energie, und ein frischer Wind durchzieht das Labor: Der Ionenwind.



Der Ionenwind ist leicht zu erzeugen. Man legt eine hohe Spannung an eine spitze Nadel. Die Luft wird dann ionisiert und zugleich heftig abgestoßen. Der Luftstrom kann stark genug werden, um eine Kerze auszublasen. Wenn man einen nassen Finger in die Nähe der Nadelspitze hält (aber bloß nicht zu nahe!), spürt man die Kälte. Die Versuche wurden übrigens mit dem Hochspannungsgenerator durchgeführt, den ich aus einem [Laserdrucker](#) ausgebaut habe.



An den Hochspannungsanschlüssen mit  $-6\text{ kV}$  und  $+6\text{ kV}$  schlagen bis zu  $10\text{ mm}$  lange Blitze über.



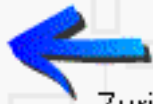
Der Strom reicht aus, um eine Leuchtstoffröhre zum Leuchten zu bringen.

Der Ionenwindgenerator hat mich auf eine Idee gebracht. Ionentriebwerke sind ja in der Raumfahrt schon im Einsatz. Könnte man nicht mit etwas mehr Spannung eins bauen, das auf einem Fahrrad als Hilfsmotor angebracht wird?

**Manch großes Ziel galt als verloren,  
bevor die richtige Idee geboren.  
(Dietrich Drahtlos)**

---

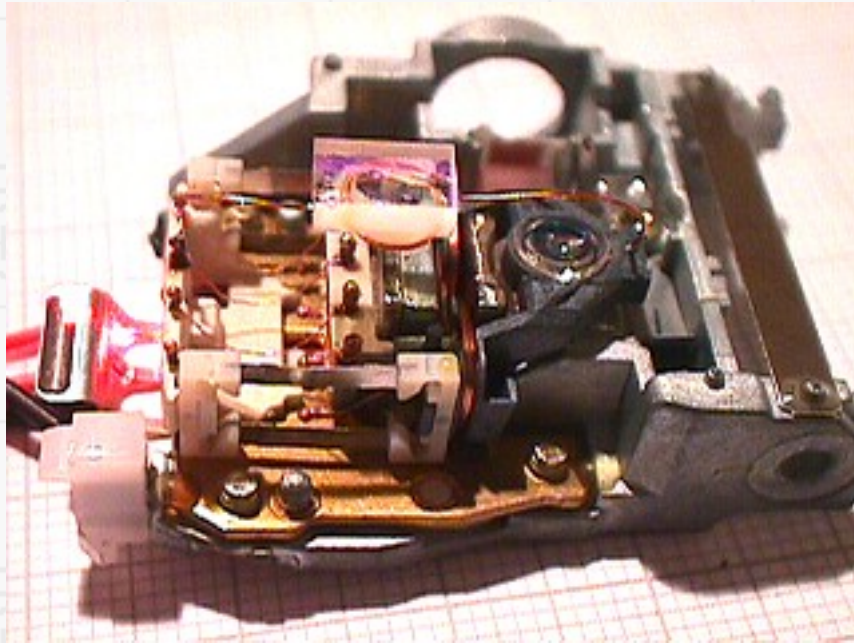
Fluggeräte mit Ionenantrieb: [www.americanantigravity.com](http://www.americanantigravity.com)



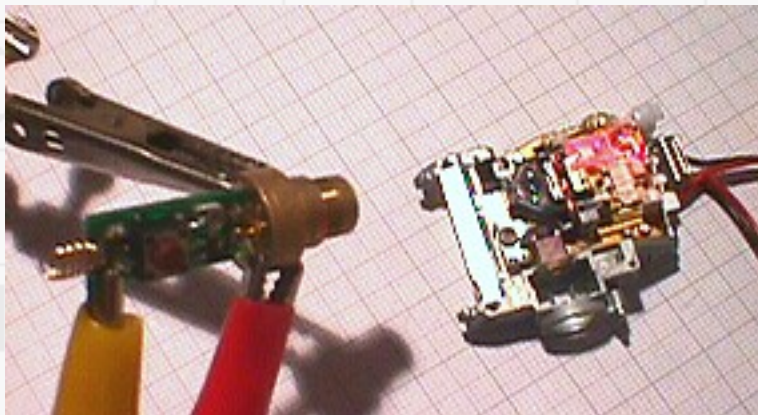
Zurück

# Der Schleifenzillograph

Schon lange bevor Herr Braun die nach ihm benannte Kathodenstrahlröhre erfand, gab es Schleifenzillographen mit abgelenktem Lichtstrahl. Das Thema ist wieder hochaktuell, weil man jetzt Laserpointer und genügend kaputte CD-Laufwerke hat.



In jedem CD-Laufwerk findet man eine kleine Ablenkeinheit mit einem starken Magneten und zwei Tauchspulen für die Feinregelung für Fokus und Spurlage des CD-Lasers. Ein kleiner Präzisionsspiegel ist auch vorhanden, den man mit etwas Geschick auf einen elastischen Draht zwischen dem festen und dem beweglichen Teil der Einheit montieren kann. Die beiden unabhängigen Ablenkspulen kippen den Spiegel dann in zwei Richtungen.



Der Laserpointer wird auf den Ablenkspiegel gerichtet. Die beiden Spulen schließt man an geeignete Signalquellen an. Im ersten Versuch wurde eine Spule über einen Vorwiderstand an einen Netztrafo gelegt, der Ablenkstrom betrug etwa 50 mA. Die andere Spule war an einen Sinus-Signalgenerator angeschlossen.



Interessant sind gewisse Eigenresonanzen und Nichtlinearitäten des Systems. Dadurch erhält man oft andere als die Lissajous-Figuren, die man in Physikbüchern findet oder die mit einem normalen Oszilloskop erzeugen kann. Der Schleifenoszillograph ist daher für Messzwecke weniger geeignet, umso besser aber für spektakuläre Lightshows,



**Schwere Gedanken in der Nacht  
haben am Tag oft die Lösung erbracht.**  
(Dietrich Drahtlos)

# Die Wasserstoff-Spektrallampe



Zurück

Vor kurzem bekam ich in einem Röhren-Sortiment eine seltsame Röhre in die Hand: Eine 1G5-9 aus Russland. Nur zwei Anschlüsse und eine Art Glühfaden. Ganz voreilig legte ich Spannung an. Zuerst gab es ein schwaches Glühen, dann erhöhte ich die Spannung, es leuchtete etwas mehr. Und dann noch etwas mehr Spannung, zack, da brannte der Faden durch. Die Röhre war kaputt, bevor ich überhaupt wusste, wozu sie eigentlich diente.



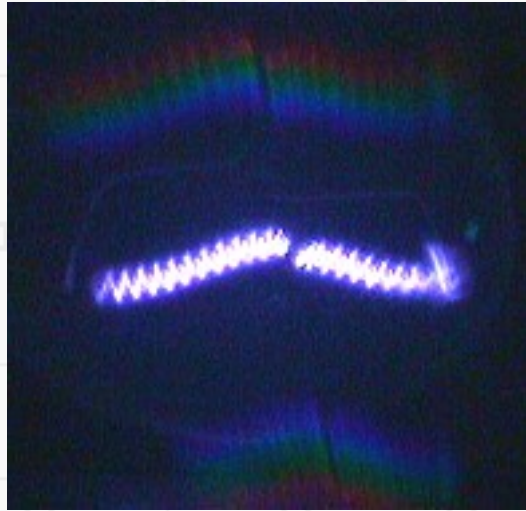
Aus Jogis Röhrenbude habe ich dann den Zweck erfahren: Eine Stromstabi-Röhre. Wenn man die Spannung erhöht, wird der Faden heißer, der Widerstand nimmt zu, der Strom bleibt ungefähr konstant. Das Besondere: Der Glühfaden ist aus Eisen, die Gasfüllung ist Wasserstoff.

Also mit Stromstabi war nichts mehr. Dafür aber kam mir ein Ersatzzweck in den Sinn: als Wasserstoff-Entladungslampe! Sie funktioniert ähnlich wie eine Neon-Glimmlampe, aber eben nicht mit Neon, sondern mit Wasserstoff. Die Brennspannung liegt bei etwa 400 V. Die Röhre wurde mit einem Spannungswandler für LCD-Beleuchtungen betrieben.





Im Dunkeln sieht man außer dem Glimmleuchten ein grünliches Fluoreszieren des Glaskolbens. Das deutet darauf hin, dass auch kräftige UV-Strahlung entsteht. Genauso soll es auch sein, bei einer Wasserstoff-Spektrallampe.



In der Reflexion über eine CD betrachtet erkennt man das Spektrum: Es gibt eine rote, orange, grüne und violette Linie. Genau wie es im Physikbuch steht. Und was hat die Welt davon? Sehr viel. Auf diese Weise wurde das Bohrsche Atommodell bestätigt. Außerdem kann man die Quantentheorie überprüfen und das Plancksche Wirkungsquantum nachmessen. Ohne die Quantentheorie hätte es nicht einmal den Transistor gegeben, der jetzt im Spannungswandler für diese Röhre seinen Dienst verrichtet.

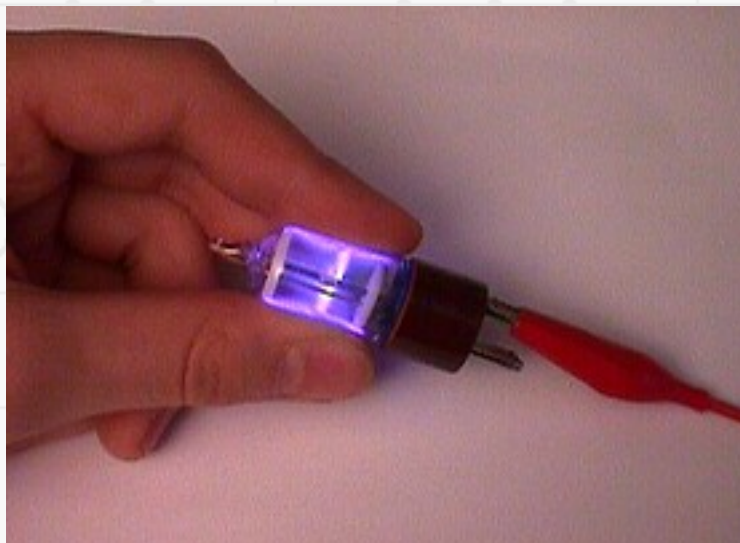
Max Planck sei Dank!

---

Und kurze Zeit später kam wieder eine seltsame Röhre aus Russland zu mir, diesmal von Michael, der sich auch ein Röhrensortiment bei Pollin gekauft hat. Sie sah irgendwie nach Glimmröhre aus, aber mit drei Anschlüssen. Dabei war sogar ein Datenblatt. Eine Ingenieurin aus Russland hat mir geholfen, einige der Daten zu verstehen. Es handelt sich offenbar um eine Überspannungs-Ableitungsröhre für zwei Leitungen, die gegen Erde abgesichert werden. Zündspannung nicht unter 340 V gegen Masse und nicht unter 500 V zwischen beiden Leitungen. Die erlaubte Impulsenergie beträgt 10 J. Ich vermute, damit kann man Antennenanlagen oder lange Versorgungsleitungen absichern.



Da kein Bedarf für den ursprünglichen Einsatzzweck bestand, wurde natürlich versucht, die Röhre irgendwie als Lampe einzusetzen. Die Betrieb als Glimmröhre bringt nicht viel, es entstehen nur scharf begrenzte blaue Blitze. Die Farbe der Entladung deutet wieder auf Wasserstoff hin. Zufällig stellte sich später heraus, dass die Röhre auch wie eine Plasmaröhre arbeitet. Der Spannungswandler aus der LCD-Beleuchtung macht es möglich. Man braucht nur eine Leitung anzuschließen. Nimmt man die Röhre dann in die Hand, gibt es eine Entladung innerhalb des Glaskolbens.



Übrigens sieht das nicht nur schön aus, sondern fühlt sich auch gut an. Eine unbekannte Wärme durchflutet die Hand. Die Wärmeübertragung findet auf drei verschiedene Arten statt, erstens durch Wärmeleitung vom erwärmten Glaskolben, zweitens durch Strahlung aus dem Plasma, wobei offensichtlich auch wieder UV-Licht entsteht, und drittens durch dielektrische Erwärmung im Inneren der Hand. Es sollte mich nicht wundern, wenn sich damit Gicht und Rheuma aus den ältesten Knochen vertreiben ließen. Auch ist nicht vollständig auszuschließen, dass die Energie den Körper und den Geist insgesamt beeinflusst. Jedenfalls spüre ich seit Kurzem einen deutlichen Anstieg geistiger Kräfte.

**Die Geisteskraft  
hat viel geschafft.**

(Dietrich Drahtlos)

Mehr Infos zu ähnlichen Röhren: [www.hts-homepage.de/TechnischesMuseum/TM17.html](http://www.hts-homepage.de/TechnischesMuseum/TM17.html)



Zurück

# Fabians Lampenforschung

Lampen sind immer ein wichtiges Objekt der Forschung. Fabian hat einige besondere Lampen untersucht. Das erste ist eine Kohlefadenlampe mit 60 Watt. Die hat Onkel Hellmut angeschleppt. Er hat sie vor langer Zeit in einem alten Gebäude gefunden. Sie könnte viele Jahrzehnte alt sein. Offenbar war sie auch lange im Einsatz, denn das Glas ist stark verdunkelt. Aber solche Lampen werden immer noch so gebaut, wohl hauptsächlich aus Gründen der Nostalgie..



Die andere Lampe ist eine alte 60-Watt-Glühlampe. Sie war Jahrzehnte lang in einer Treppenhausbeleuchtung im Einsatz. Man beachte die Zickzack-Führung des Glühfadens.





Die Lampe mit Wolfram-Glühfaden ist etwas kleiner und wesentlich heller als die Kohlefadenlampe. Wenn man den Fadenwiderstand im kalten Zustand misst, stellt man folgendes fest: Kohlefaden: 1280 Ohm, Wolframfaden: 92 Ohm. Beide Lampen waren ausgelegt für 220 Volt und 60 Watt. Der Nennstrom war also für beide 0,27 Ampere, der Arbeitswiderstand 810 Ohm. Also der Kohlefaden wird im heißen Zustand niederohmiger, der Metallfaden hochohmiger. Faustregel: Der Kaltwiderstand beträgt bei Wolframlampen 1/10 des Heißwiderstands.



Die alte Wolframlampe hat noch eine richtige Sicherung mit einem kleinen Glasröhrchen. Neuere Lampen haben an dieser Stelle nur noch einen dünnen Draht.

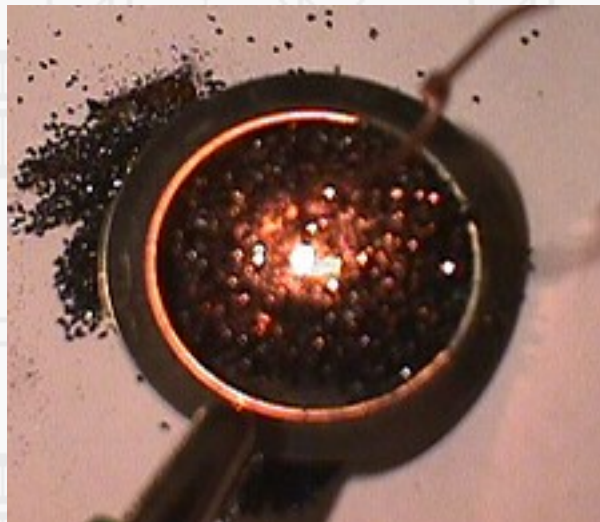


Glühlampen können beim Durchbrennen einen Lichtbogen entwickeln und einen Kurzschluss auslösen. Aber bisher hätten wir nicht geglaubt, dass sie dabei auch explodieren können. Genau dieses ist bei einer kleinen Glühlampe aus einer Weihnachtsbeleuchtung passiert. Das Glas ist völlig zersplittert, und stark mit Kupfer bedampft. In den Schraubsockel ist ein Loch gebrannt. Die Lampe hatte übrigens eine Sockelgröße zwischen E10 und E14. Sie stammt wohl aus einem fernen Land, wo es keinen VDE gibt. Oder Dietrich Drahtlos hat bei der Entwicklung mitgewirkt.

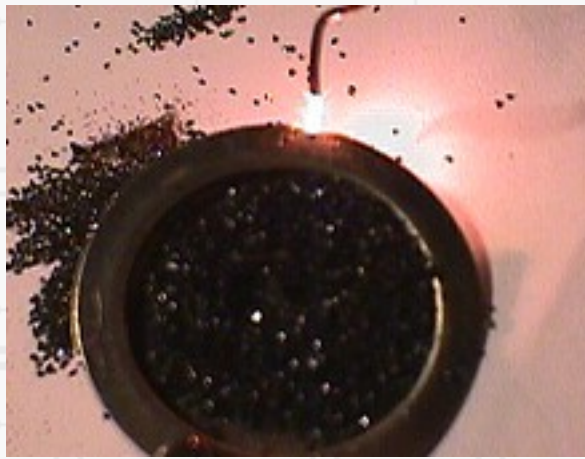


**Manch kleines Malheur  
erlebt der beste Ingenieur.**  
(Dietrich Drahtlos)

Könnte man nicht mal eine Lampe selbst bauen? Ein Hinweis kam von Martin, der LED-ähnliche Effekte an Silizium-Karbid-Kristallen beobachtet hat. Siliziumkarbid ( $\text{SiC}$ ) ist ein sehr hartes Material, das man als Schleifmittel und als Belag für Schleifpapier verwendet. Aber Siliziumkarbid ist auch ein Halbleiter. Es leitet um so besser, je wärmer es wird. Das Material wurde Anfang des 20. Jahrhunderts schon einmal für Lampen verwendet. Die musste man allerdings erst mit einer Flamme anheizen, bevor sie Licht gaben.



Die ersten Versuche mit groben Körnchen wurden mit einer Spannung 40 V ausgeführt. Man kann ab und zu ein Körnchen treffen, das genügend leitet, um heiß zu werden. Dann zerspringt es meist und fliegt glühend durch die Gegend. Aber mit Hochspannung geht es besser. Mit einem Kupferdraht stellt man die Verbindung her. Oft findet man mehrere leuchtende Körnchen gleichzeitig. Wird ein Korn voll von einem Lichtbogen getroffen, kann es extrem hell leuchten.



SiC-Kristalle heften sich manchmal an den Kupferdraht an oder sintern sogar zu langen Fäden zusammen. Dabei erzielt man eine echte Lampe: Einige kleine Kristalle und ein Lichtbogen, das gibt ordentliches Licht. Es wird Zeit, dass Osram mal wieder mit dem Material spielt! (Tipp kostenlos und unverbindlich.)

---

### **Nachtrag von Georg Schön:**

Die Lichtbogen-Sicherung im Sockel ist auch heute noch zu finden. Die Grenze liegt um 150 Watt. 100er haben sie selten, 150er oft, noch größere immer. Möglicherweise lag die Grenze früher tiefer.

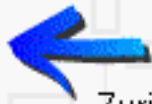
---

### **Nachtrag: Lampe in der Mikrowelle**

Eigentlich nicht empfehlenswert, aber ich konnte es nicht lassen. Eine durchgebrannte Glühlampe entwickelt im Mikrowellenherd ein intensives Plasmaleuchten. Allerdings ist die Leistung zu groß. Es wird immer heller, und schon nach wenigen Sekunden beginnt das Glas zu glühen. Dann habe ich ganz schnell ausgeschaltet, bevor die Lampe platzen konnte und das Gerät beschädigt hätte.







Zurück

# Uropas Funkensender

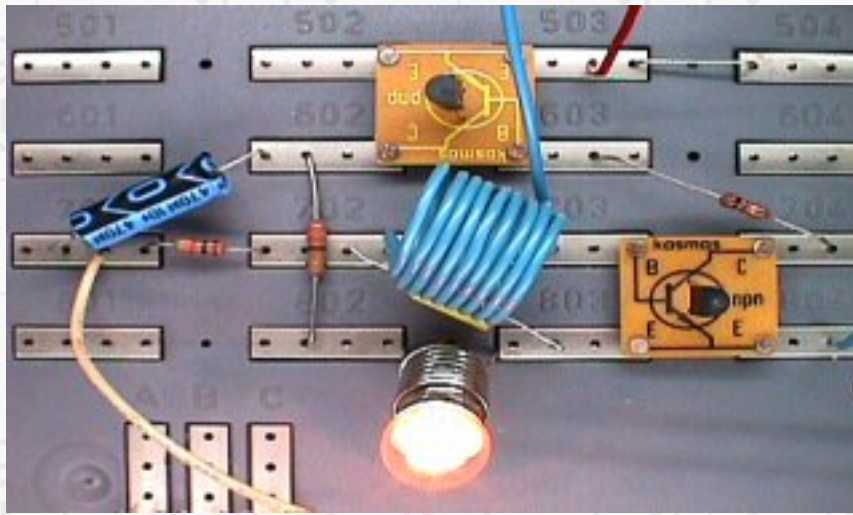
Dass ein elektrischer Funke Hochfrequenz erzeugt, weiß jeder aus der Erfahrung von Funkstörungen. Die ersten Sender vor über 100 Jahren (Marconi 1895) verwendeten eine Funkenstrecke mit einer Dipolantenne. Die Frequenz lag im UKW-Bereich und wurde durch die Länge der Antenne eingestellt. Als Empfänger diente ein zweiter Dipol und ein Fritter. Der Fritter war so etwas wie ein definierter Wackelkontakt aus Metallspänen. Der empfangene Hochfrequenzimpuls konnte den Kontakt schließen.



Vielleicht haben auch andere schon folgendes beobachtet: Alte Radios kranken oft am Wellenschalter, weil die Kontakte oxidieren. Irgendwann hört man nichts mehr. Oft reicht ein gezielter Schlag mit der Handkante, dann geht es wieder. Aber manchmal führt auch ein elektrischer Funke zum Erfolg. Man hört einen Knack (der Nachbar schaltet das Licht aus), und schon geht das Radio wieder. Also funktioniert der Wackelkontakt im Radio wie ein Fritter.

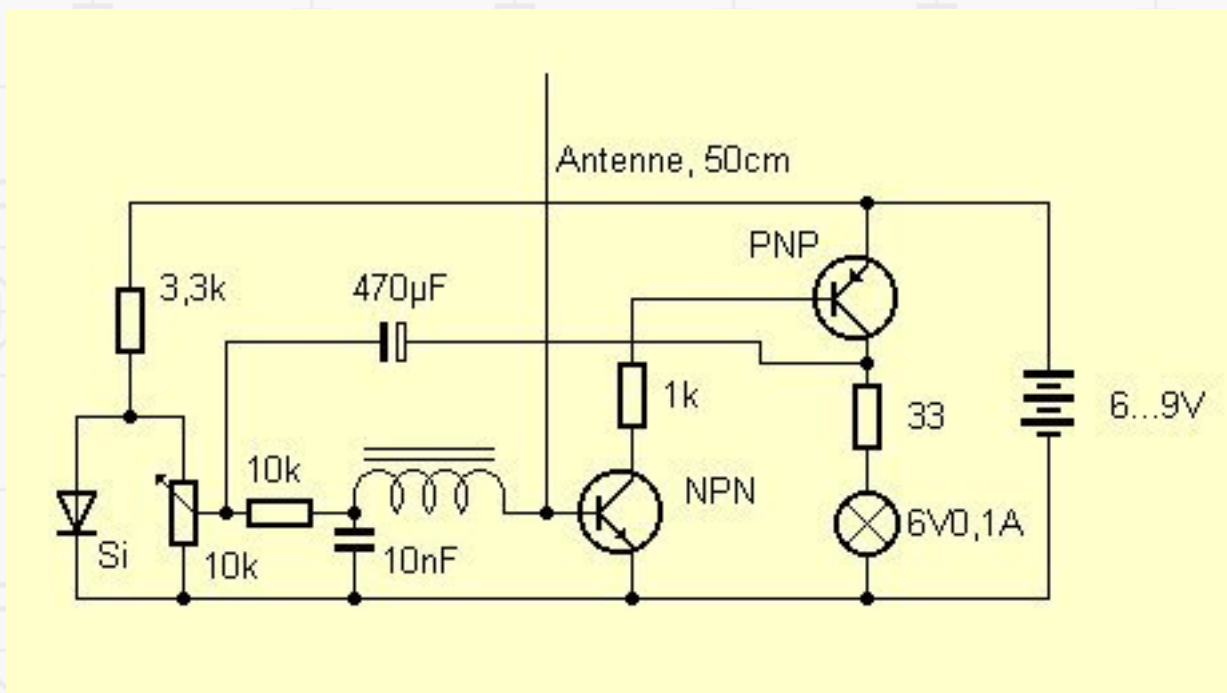
Kürzlich beobachtete ich ganz zufällig, wie im gleichen Moment ein Flip-Flop in einer digitalen Schaltung umkippte, an der gerade ein Oszilloskop hing. Da war die Idee geboren: Was Uropas Wackelkontakt (genannt Fritter) schaffte, das muss doch ein Transistor-Flipflop auch schaffen. Also ran ans Werk! Als Basis diente ein Elektronik-Baukasten von Kosmos. Und hier ist das Ergebnis:



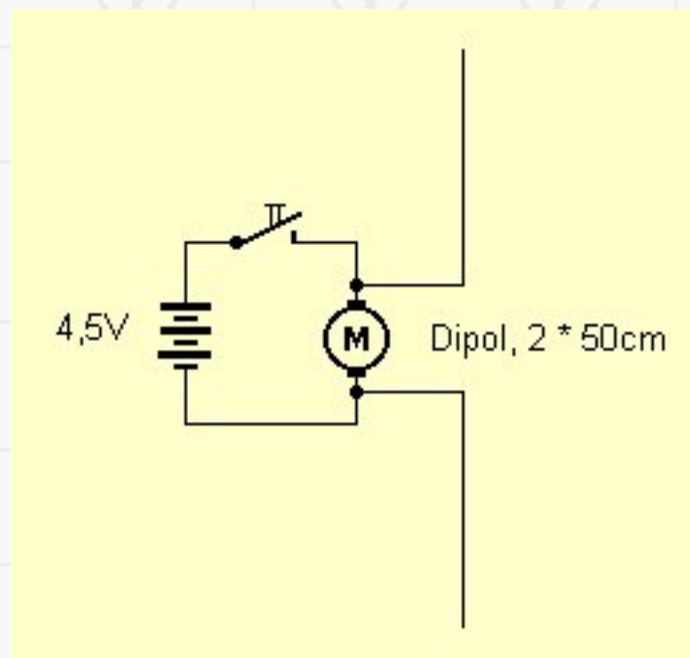


**Es wird kein Patent,  
was jeder schon kennt.**  
(Dietrich Drahtlos)

Der Schaltplan zeigt eine monostabile Kippschaltung. Über das Poti kann die Vorspannung so eingestellt werden, dass sie gerade noch nicht kippt. Die Antenne an der Basis des ersten Transistors empfängt einen HF-Impuls, der das Flipflop triggert. Nun leuchtet die Lampe für eine Sekunde und geht dann wieder aus. Danach braucht die Schaltung ein paar Sekunden, um wieder empfangsbereit zu werden.



Ausprobieren! Tatsächlich, mit dem Lichtschalter lässt sich der Empfänger triggern. Die Empfindlichkeit kann sehr feinfühlig erhöht werden. Aber irgendwann geht die Schaltung allein los. Dann weiß man nicht: War es der Nachbar?



Und nun soll auch noch der zugehörige Sender gebaut werden. Am einfachsten geht es mit einem kleinen Gleichstrommotor. Der stört sowieso immer. Man braucht nur eine Antenne anzuschließen. Es muss kein Dipol sein, ein einzelner Draht geht auch. Die Antennen am Sender und am Empfänger sollen gleich lang sein. Beide waren beim Prototyp 50 cm lang. Die Wellenlänge war also 2 m (Die Funkamateure im 2-Meter-Band mögen mir verzeihen), die Frequenz etwa 150 MHz.

Und nun wollt ihr sicher alle wissen, wie groß die Reichweite war. **Stolze vier Meter!** Na gut, Marconis Funkensender ging weiter. Aber der hatte bestimmt auch dickere Funken.

In den besten Zeiten der Funkensender überbrückte man tausende von Kilometern auf Langwelle. Die Sender hatten riesige Impulsleistungen von vielen Megawatt. Die kurzen Impulse konzentrierten die Leistung und führten gleichzeitig zu fürchterlich großen Bandbreiten. Praktisch konnte immer nur ein Sender zu einer Zeit arbeiten. Deshalb kam das Verfahren wieder aus der Mode.

Aber mein Transistor-Funkenempfänger darf weiterarbeiten!  
Schließlich funkt der Lichtschalter ja sowieso.

Historische Funkensender: <http://home.t-online.de/home/hbusch/kfs.htm>

### Nachtrag von Markus Bindhammer: Funkenfernsteuerung

Mit großem Interesse habe ich vor einiger Zeit die Beiträge "Uropas Funkensender" und "Hochspannung für Arme" in Ihrer Bastelecke gelesen und kam auf die Idee, beides zu kombinieren. Ein (leeres) Piezo-Feuerzeug ist ein hervorragender Funkeninduktor. Man braucht nur ein Stück Draht als Antenne an die Gasdüse löten - und schon hat man einen batterielosen kleinen Funkensender. Leider war Ihr Empfänger zu unempfindlich. Daher habe ich einen eigenen entwickelt. Er besteht aus einem Schwingkreis, einer Darlington-Stufe und dem Dual Data Flip-Flop

CD 4013. Zusätzlich habe ich noch einen CD 4017 hinten dran gehängt. Jetzt kann ich 10 Ausgänge nacheinander ansteuern. Und das brachte mich gleich auf noch eine Idee: Das erste piezofunkengesteuerte Fahrzeug der Welt. Aus zwei modifizierten Servos und einem um 360° schwenkbaren Heckrad sowie etwas Plexiglas war das Ding schnell zusammengebaut. Funktioniert einwandfrei mit nur 3 Ausgängen: STOPP, VORWÄRTS, DREHEN IM STAND. So kann man jeden Punkt in der Ebene ansteuern. Kürzlich hab ich mich damit beim Wissenspreis auf PRO 7 beworben.

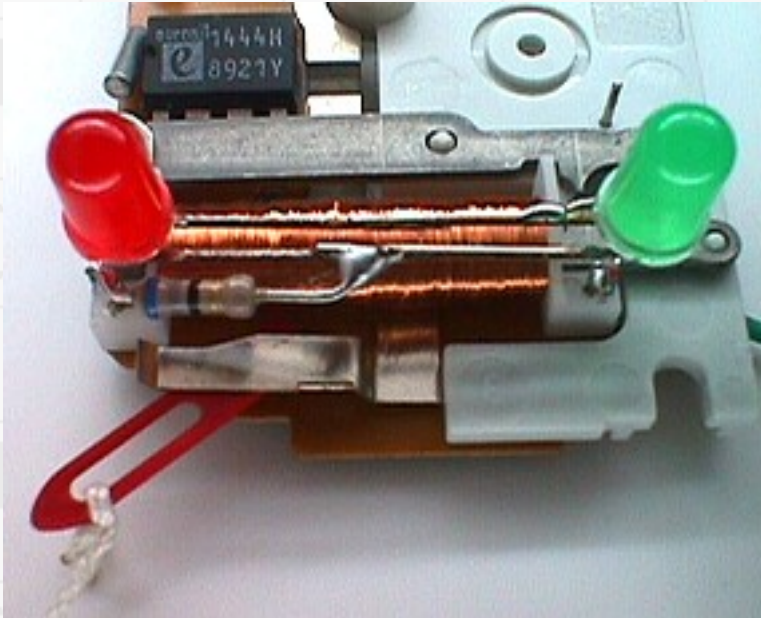
[Alle Baupläne des Projekts in einem Word-Dokument](#) (bastel7blitz.zip, 304 kB)

# Die Quarzwecker-Alarmanlage

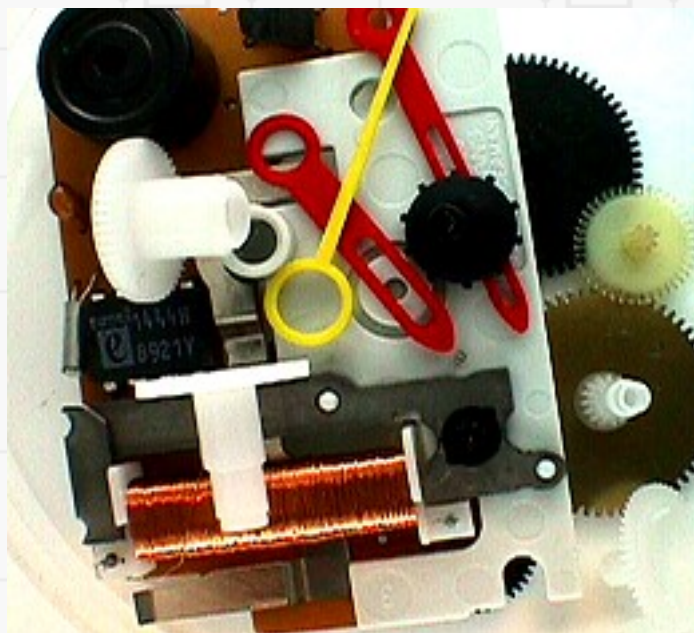


Zurück

Annika ist ihr Quarzwecker auf den Boden gefallen und in alle Einzelteile zersprungen. Die Reparatur erwies sich als unmöglich. Sie hat dann die einzig richtige Entscheidung getroffen, alles in eine Tüte gepackt und ihrem Onkel mitgebracht. Zum Basteln.



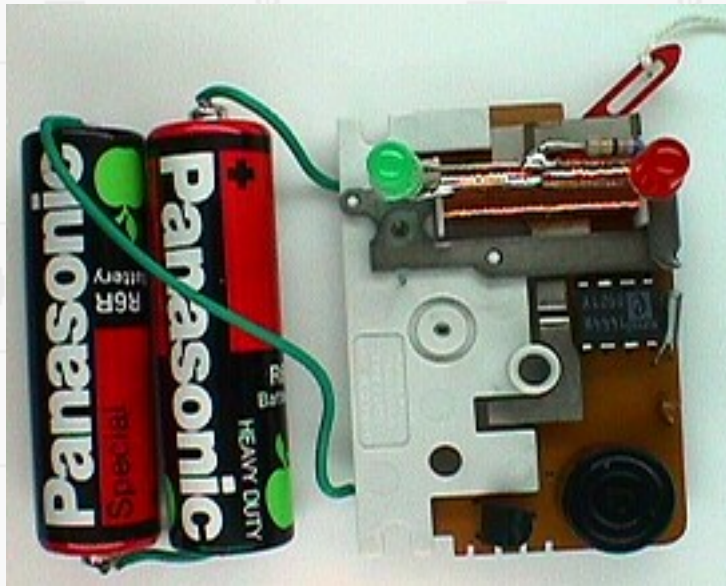
So ein Quarzwecker ist eine feine Sache. Auf der Platine ist ein Quarzoszillator mit Teiler in stromsparender CMOS-Technik, ein dynamischer Minilautsprecher und auch alles andere, was man für eine Hi-Tech-Alarmanlage braucht. Interessant ist die Ansteuerung des Antriebsmotors. Er erhält in einer Sekunde einen negativen und in der nächsten einen positiven Impuls. Da könnte man doch zwei LEDs anschließen! Ob die Schaltung wohl ein oder zwei Völtchen mehr verträgt? Sie verträgt.



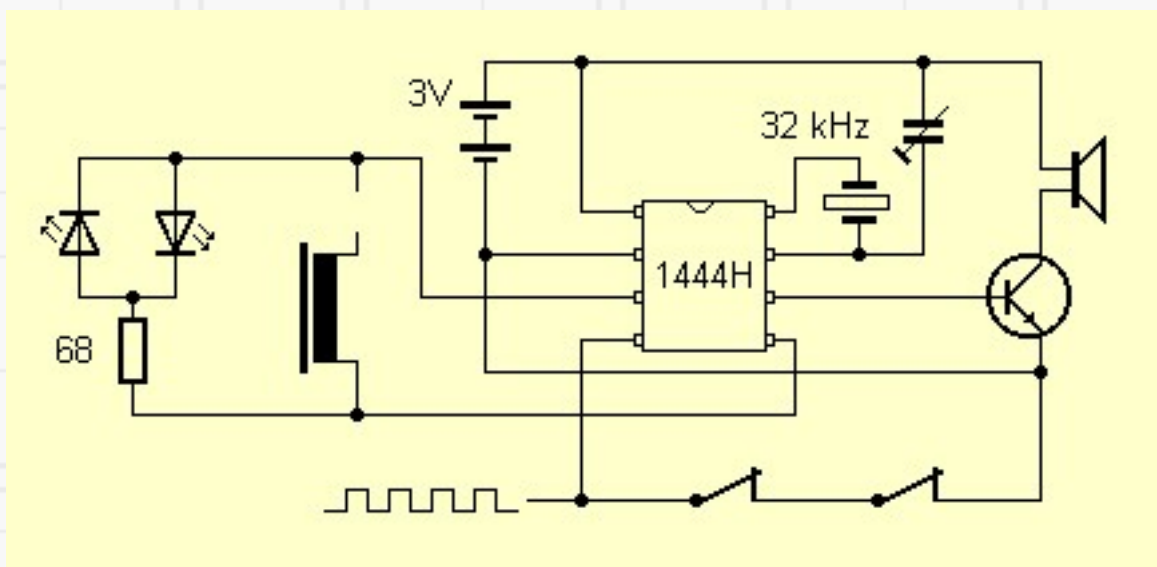
Für den Umbau wurde ein Draht der Motorspule durchtrennt. Dann wurden zwei LEDs antiparallel



zusammengeschaltet und mit einem gemeinsamen Vorwiderstand von 68 Ohm an die Spulenanschlüsse gelötet. Das ganze wurde an zwei Batterien mit zusammen 3 Volt angeschlossen und blitzt jetzt immer abwechselnd rot und grün. Das ist schon mal ziemlich abschreckend für Diebe, Einbrecher und sonstige Ganoven.



Ein kleiner Federkontakt ist normalerweise geschlossen und löst den Weckton aus. Durch Einschieben eines isolierenden Gegenstands (Stundenzeiger, abgekniffen) stellt man ihn ruhig. Am Ende ist ein Faden angeknötet, der irgendwo unauffällig verlegt wird. Zieht jemand versehentlich am Faden, geht der Alarm los. Und zwar lauter als der Wecker mal war, weil jetzt mehr Spannung anliegt.



Ach übrigens, wenn man zufällig keine Alarmanlage braucht: Am Pin 4 des ICs steht laufend ein Rechtecksignal mit knapp 1 kHz an. Man kann die Schaltung im Labor also als Signalgenerator einsetzen, dann reicht auch eine Batterie mit 1,5 V. Außerdem lässt sich das IC natürlich auch als Zeitbasis für einen Frequenzmesser verwenden. Allerdings muss dann ein Pegelwandler zwischen 1,5 V und 5 V gebaut werden, sonst lassen sich z.B. 40xx-ICs nicht ansteuern. Eine weitere Erhöhung der Betriebsspannung des Uhrenbausteins ist nicht ratsam, weil dann wahrscheinlich der Quarz zerspringt.

**Auch ein kleiner Irrtum  
wirft ein großes Projekt um.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

**Nachtrag: Die genaue Frequenz**

Bernhard Schriefer weist darauf hin, dass der Quarz üblicherweise genau 32768 Hz ( $2 \text{ hoch } 15$ ) hat und sich mit einfachen Teilern dann auf 1Hz (Sekundenzeiger) herunterteilen lässt. Also wird am Pin 4 wahrscheinlich genau 1024 Hz anliegen.

- Das kann so sein, ich hatte nur mit dem Oszilloskop gemessen. Leider kann ich nicht nachmessen, weil Annika den umgebauten Wecker zurückbekommen hat. Möglich ist aber auch, dass das IC tatsächlich eine etwas komplexere Elektronik als nur binäre Teiler enthält.



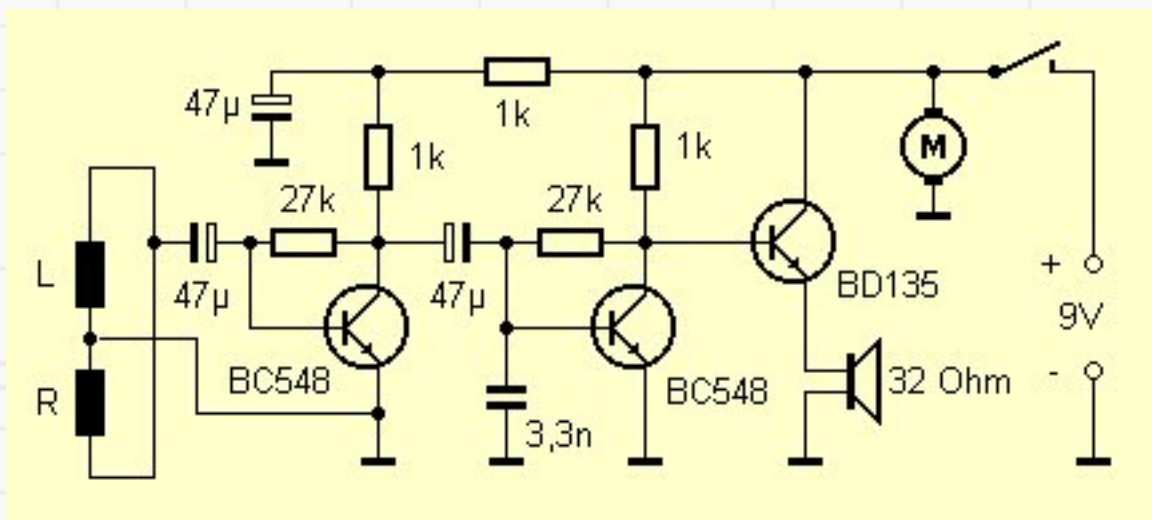
Zurück

# Barbie's Musicbox

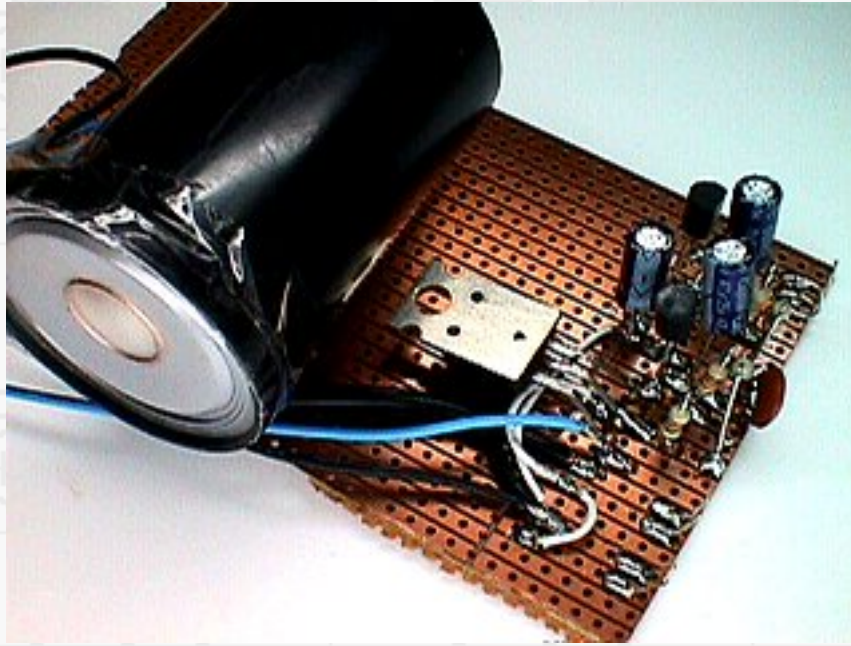
Auch Barbie möchte Musik hören. Deshalb hat Luci sich ein Kassettendeck mit Verstärker und Lautsprecher gebaut. Das Kassettenlaufwerk stammt aus einer defekten Kompaktanlage, die nach der bewährten ER-20-Z-Methode behandelt wurde: (E)rfolglose (R)eparaturversuche genau (20) Minuten lang, danach sofortiges und unumkehrbares (Z)erlegen. Das Schöne an dem Laufwerk ist, dass es sehr übersichtliche Anschlüsse hat: Motor, Schalter, Tonkopf. Da fehlte nur noch ein Verstärker.



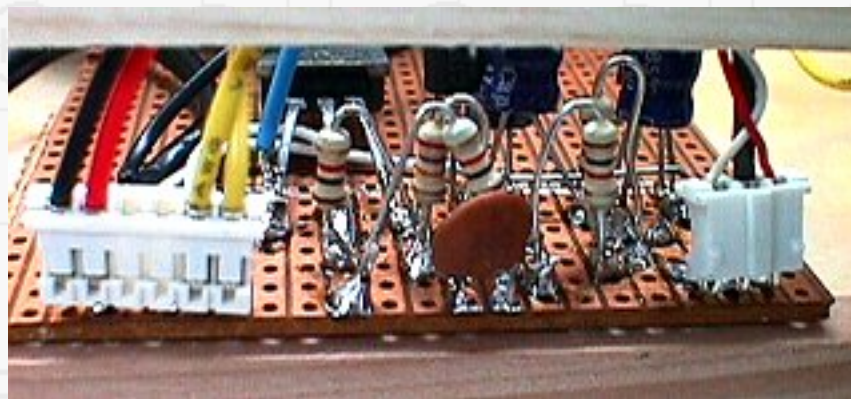
Der Verstärker kommt mit 3 Transistoren aus. Es handelt sich um einen Hi-End, Superpower, Klasse-A-Typ mit geringsten Verzerrungen. Die Lautstärke ist gerade richtig, deshalb kann man auf einen Regler verzichten.



Der 32-Ohm-Bassbooster befindet sich in einer Filmdose. Der gewaltige Klang erinnert an wesentlich größere Bassreflexboxen. Allerdings wird dies mit einer erheblichen Erwärmung des Klasse-A-Endstufentransistors erkauft.



Auf der Streifenplatine wurde abgewinkelter Schaltdraht zu Stiftleisten verarbeitet, auf die ganz genau die originalen Anschlusskabel passen.



Vorsicht war beim Anschluss des Motors mit integriertem Drehzahlregler nötig. Denn abweichend von der üblichen Norm war hier das rote Kable der Minus- und das schwarze der Plusanschluss.

**Nehmen Probleme ihren Lauf,  
gibt der Erfinder trotzdem nicht auf.**  
(Dietrich Drahtlos)



# Das Vakuum-Fluoreszenzdisplay



Zurück

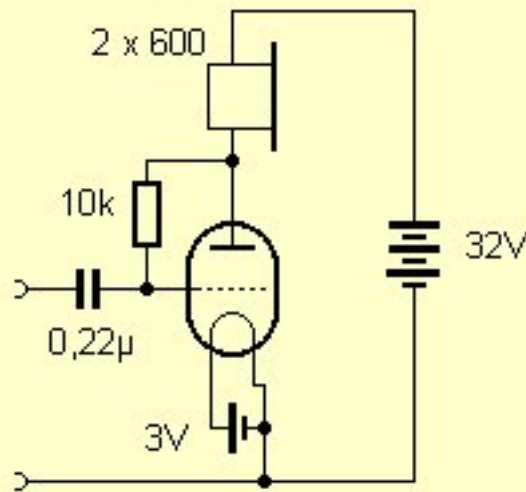
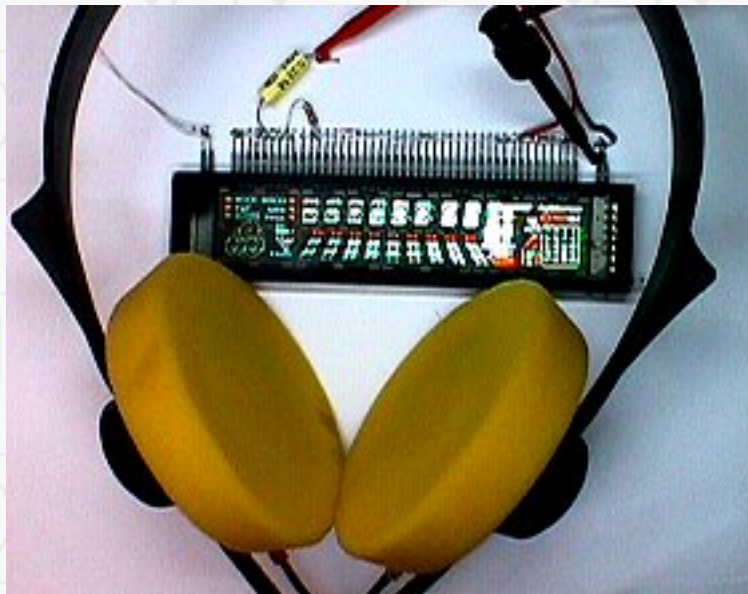
In einer kaputten Luxus-Stereoanlage fand ich dieses Display. Klar, sowas lässt einen nicht so schnell los. Erstens will man rausbekommen, wie es angeschlossen wird, und zweitens möchte man ja mal sehen, welche Funktionen das Teil in seinen besseren Tagen hatte. Also vorsichtig an die äußeren Anschlüsse eine Heizspannung angelegt, dann etwas Anodenspannung, einige Anschlüsse ausprobiert, und siehe da, es leuchtet in mehreren Farben!



Für den Betrieb an ca. 18 V hat es sich bewährt, die Heizung über eine kleine Glühlampe an der selben Versorgungsspannung zu betreiben. Das vorliegende Modell brachte mit einem Heizstrom von 150 mA einen guten Erfolg. Alle neun Gitter und alle Segmentanoden wurden einfach zusammengeschaltet und an die Anodenspannung gelegt..



Display hin, Fluoreszenz her, es handelt sich insgesamt um eine Vakuumröhre mit direkt beheizter Kathode, Gitter und Anode, also um eine echte Triode! Also sollte es doch möglich sein, einen Röhrenverstärker daraus zu bauen. Gesagt, getan. Heizspannung 3 V, Anodenspannung 32 V, ein Sennheiser-Kopfhörer mit zwei mal 600 Ohm im Anodenkreis, ein Gittervorwiderstand von 10 k zur Anode, Koppelkondensator ans Gitter, fertig!



Es stellt sich eine Gitterspannung von ca. +7 V ein, der Gitterstrom ist ca. 2 mA. Der Anodenstrom beträgt trotz der geringen Anodenspannung satte 5 mA. Die Spannungsverstärkung ist zwar nicht viel größer als zweifach, aber man erhält ein absolut sauberes und wohlklingendes Signal. Die Lautstärke ist mehr als ausreichend, jedenfalls wenn man sich nicht die Trommelfelle rausblasen will.



Die Röhre ist dank der flachen Bauweise mit den Anoden direkt an der hinteren Glasplatte sehr robust. Nur eines kann sie nicht vertragen: Wenn man die Anodenspannung an die Heizung legt!

**Manch einer verlorenen Stunde  
lag ein sehr kleiner Fehler zugrunde.**

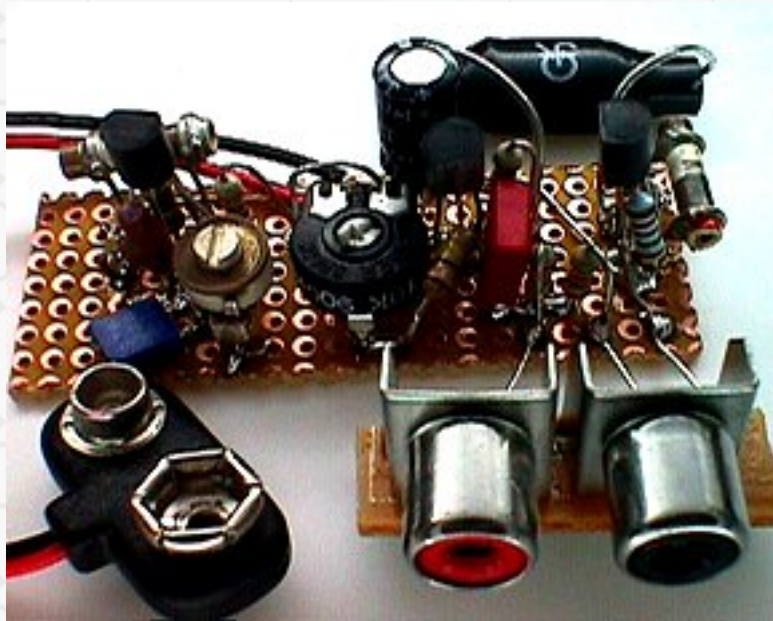
(Dietrich Drahtlos)



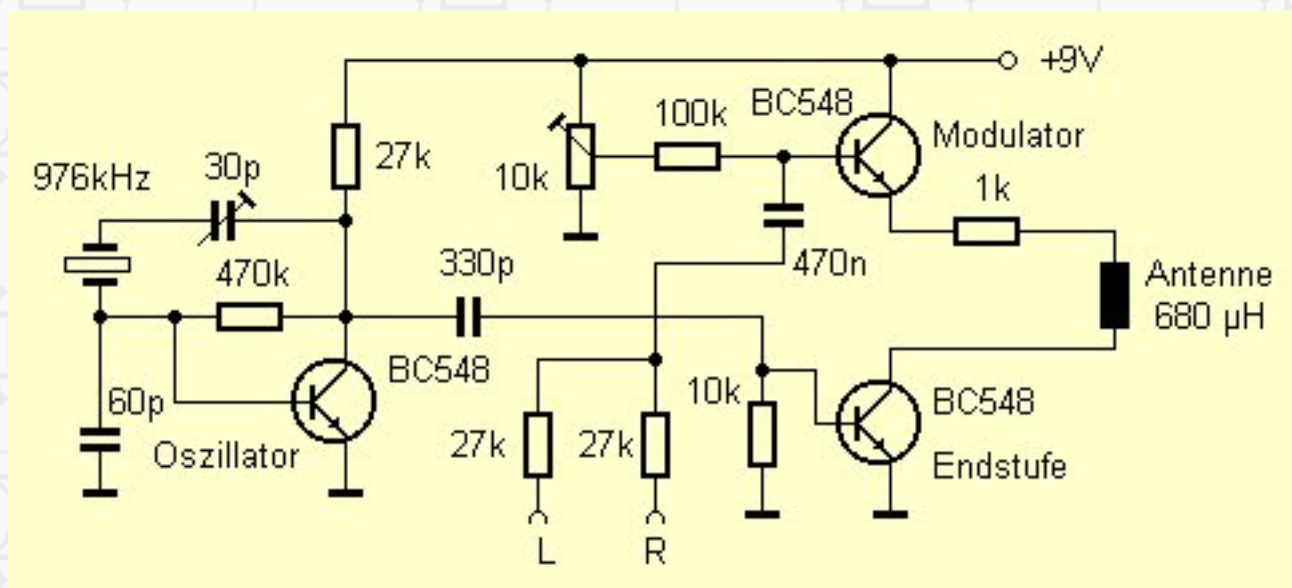
Zurück

# Der Mittelwellen-Modulator

Wer auf Röhrenradios und dann noch auf Mittelwelle steht, hat ein Problem: Die bestehenden Sender haben nur eine begrenzte Anzahl Platten. Da hilft nur eins: Der eigene Mittelwellensender. Von nun an können auch die eigenen CDs aus dem Radio erklingen.



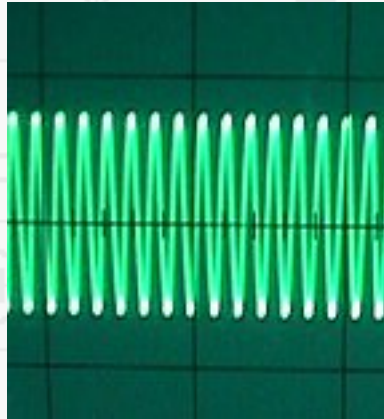
Der Sender wurde mit einem Keramikresonator von 976 kHz stabilisiert, der aus einer Fernseh-Fernbedienung stammt. Mit dem Trimmer ist eine Feinjustierung möglich. Eine wahrscheinlich schwache Station im Hintergrund wird einfach auf Schwebungsnull abgestimmt, z.B. auf 981 kHz. Soviel ist man als Mittelwellen-Senderbetreiber dem Wellenplan schon schuldig. Und das obwohl die Reichweite bescheiden ist. Die kleine Sende-Ferritspule koppelt direkt auf den Ferritstab im Radio.



Der Modulator ist als Emitterfolger ausgelegt und moduliert die Betriebsspannung des Endverstärkers. Da man auf Mittelwelle ja noch mit Mono arbeitet, werden beide Eingangskanäle



zusammengefasst. Mit dem Poti wird auf geringste Verzerrungen und besten Klang justiert. Die HF-Verstärkerstufe wurde bewusst bescheiden dimensioniert, denn es ging ja nicht darum, die ganze Nachbarschaft zu unterhalten. Das Ausgangssignal kann auch mit einem Oszilloskop auf seine Qualität untersucht werden. Man sieht deutlich die saubere Amplitudenmodulation



unmoduliert



amplitudenmoduliert

Der Mittelwellenmodulator wird einfach auf das Radio gelegt. Über ein Kabel wird z.B. das Signal eines CD-Players eingespielt. Nun hat man auf Mittelwelle einen starken Sender mehr, der sich nicht nur durch eine besonders gute Modulationsreinheit auszeichnet, sondern auch noch durch ein immer garantiertes Wunschprogramm.



Ich höre schon den Einwand: Da hätte er doch auch einfach den Phonoeingang nehmen können. Nein, geht nicht, denn der echte Klang kommt erst nach dem Durchlaufen mehrerer sanft gekrümmter Kennlinien der HF- und ZF-Röhren sowie des Röhren-Demodulators zustande. Außerdem sorgen die ZF-Filter für eine Begrenzung der Bandbreite und beseitigen alle schrillen Klänge.

**Der Superhet  
ist auch ganz nett.  
(Dietrich Drahtlos)**

---

### **Nachtrag: Mehr Reichweite durch Induktionsschleife**

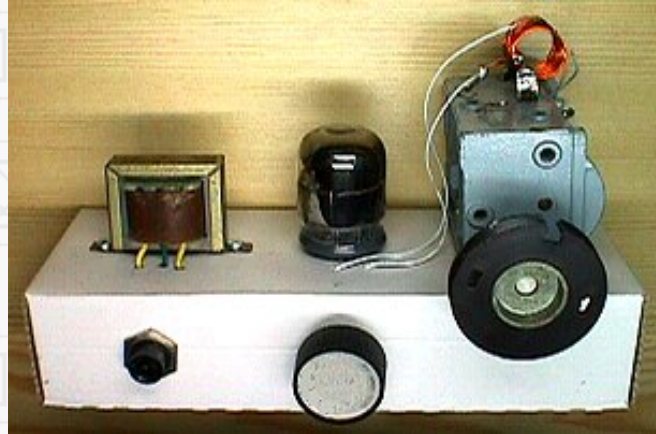
S.H. hat diesen "Sender" für einen Freund nachgebaut, der ein "Nostalgiezimmer" mit mehreren alten Röhrenradios hat. Mit einem anderen Resonator arbeitet er jetzt auf 1206 kHz. Als Antenne wurde eine Drahtschleife aus einfachem Klingeldraht durch die Fußbodenleiste verlegt, um das nostalgische Ambiente nicht zu stören. Beim ersten Probeaufbau gab es Probleme, da die Ausgangsleistung zu gering war. In der Nähe des Senders bis ca. 2 Meter war der Empfang super, danach immer schlechter und nach ca. 4 Metern kam nichts mehr an. Durch eine Veränderung der Endstufe wurde die Reichweite besser. Ein Test mit einem tragbaren Radio zeigte zunächst, dass der Sender auch in anderen Stockwerken noch schwach zu empfangen war. Um kein Risiko mit der Post einzugehen, wurde die Leistung noch einmal etwas reduziert. Der Sender ist nun nur noch im Nostalgieraum und schwach im Nebenraum zu empfangen. Das Gerät ist in einem HF-dichten Metallgehäuse untergebracht und liegt im Nebenraum. Mit Sound versorgt wird es durch einen Computer, so erklingen aus den alten Radios wieder die typischen Rythmen dieser Zeit.



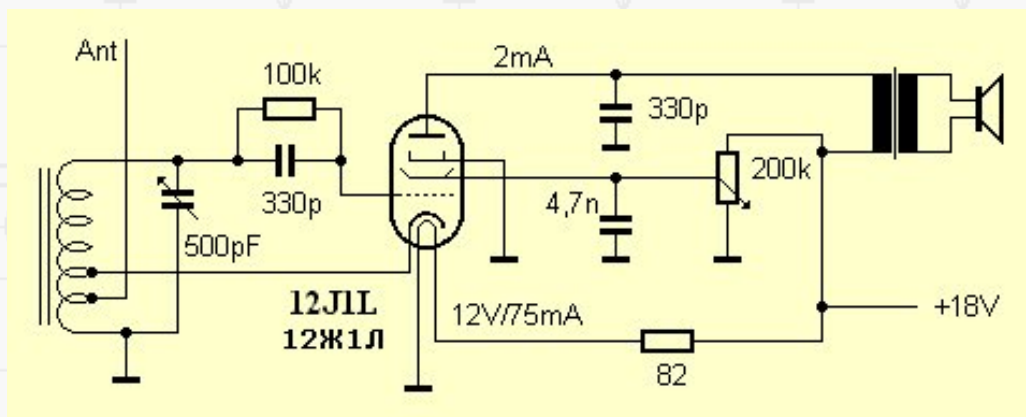
Zurück

# Das Pentoden-Audion

Die russische Röhre 12J1L hat es mir angetan. Heizung nur 12V/75mA, dazu tauglich für kleine Anodenspannung. Es ist eine indirekt beheizte Pentode, geradezu ideal für ein Audion mit einstellbarer Rückkopplung. Die Röhre befindet sich normalerweise in einer Metallabschirmung, die allerdings aus Gründen der Optik entfernt wurde. Röhren müssen aus Glas sein!



Die 12J1L hat einen Octal-Sockel, eine Fassung dafür liegt nicht gerade überall herum. Aber man kann die 1,3-mm-Stifte einfach mit Kontakten aus PC-Steckern verbinden. Das Chassis ist einfach eine Pappschachtel. Die Röhre sticht sich selbst die passenden Löcher für eine brauchbare Fassung. Von unten werden dann die Kontakte einzeln aufgeschoben.



Das Audion wurde für Kurzwellen ausgelegt. Über eine Anzapfung der Spule wird die Rückkopplung realisiert. Die Schirmgitterspannung wird über den Rückkopplungsregler eingestellt. So verändert man die Steilheit der Röhre und damit den Rückkopplungs-Einsatz. Im Anodenkreis liegt ein Übertrager zum Anschluss eines Kopfhörers. Ich war selbst völlig überrascht, dass eine einzelne Pentode ausreicht. Das Ergebnis kann sich jedenfalls hören lassen. Mit ausreichender Lautstärke und gutem Klang konnten gleich am ersten Abend zahlreiche Sender von Dänemark bis zum fernen Taiwan, vom nahen Osten bis Kanada empfangen werden. Die Antenne war das Kupferrohr der Heizung. Die Spule zeigt bei schwacher Kopplung eine große Güte, weil das Gitter extrem hochohmig ist. Bei insgesamt 20 Windungen liegt die Antenne an einer Anzapfung bei der 2. Windung, die Rückkopplungs-Anzapfung bei der 3. Windung. Die ganze Spule wurde mit CuL 1 mm auf eine Mignon-Batterie als Dorn gewickelt und dann als freitragende Luftspule auf den Drehko gesetzt.





Trotz der geringen Heizleistung zeigt die Röhre eine enorme Verstärkung. Eine Anodenspannung von 12 V reicht aus. Weil ein passender Laptop-Akku mit 18 V übrig war, wurde alles für diese Spannung ausgelegt. Ein Vorwiderstand reduziert die Spannung am Heizfaden. Das ganze ist wirklich Batterie-tauglich. Die Röhre wird nicht mal merklich warm. Man sieht auch kein Glühen der Kathode. Jedenfalls brauchen die EF80, EF89 und ähnliche Röhren wesentlich mehr Leistung. Ich verneige mich vor den russischen Ingenieuren, die diese Röhre gebaut haben!



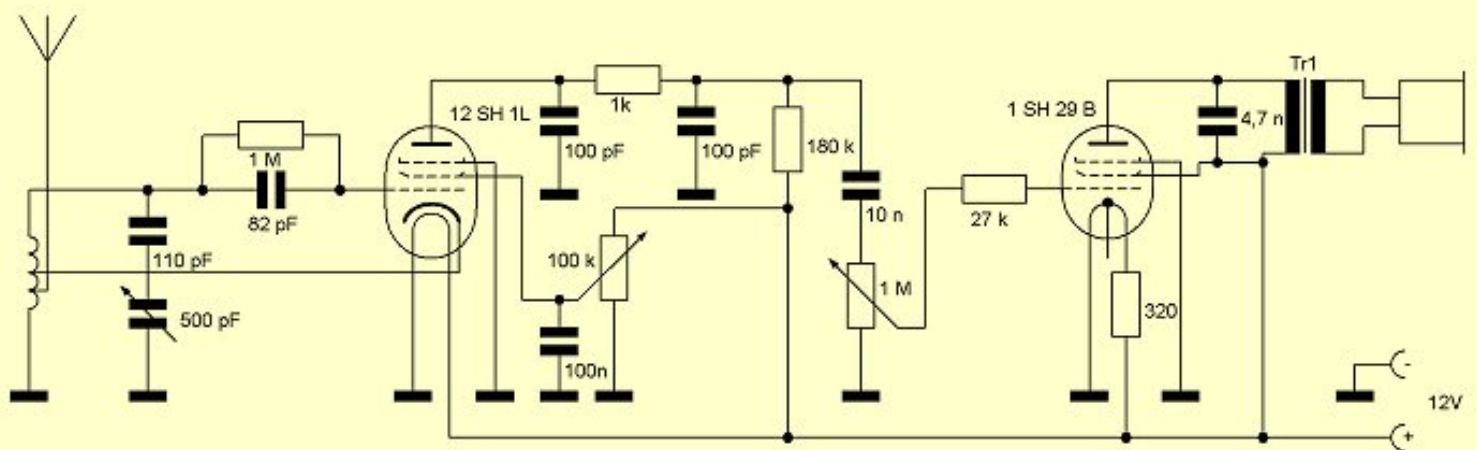
In Russland wurden wesentlich länger Röhren eingesetzt als bei uns. Deshalb wurden sie auch wesentlich weiter entwickelt. Das Ganze ist wohl eine Folge des kalten Krieges. Die militärische Nutzung sieht man auch an den Schnell-Ausziehknöpfen auf der robusten Metallhülle. Wenn dann der kalte Krieg mal heiß geworden wäre, hätte der erste elektromagnetische Puls schon jede Menge westliche Transistoren zerstört, während die östlichen Röhren dagegen immun waren. Und während der russische Fernmelder bei Bedarf blitzschnell seine Röhren gewechselt hat, heizt sein amerikanischer Kollege noch den LötKolben an, um seine Dual-Gate-MOSFETs auszutauschen. Nur gut, dass es nie so weit gekommen ist! Als friedenssichernde Maßnahme werden jetzt alle militärischen Röhren zu Audionempfängern verbastelt.

**Alte Röhren  
soll niemand zerstören.**  
(Dietrich Drahtlos)

### **Nachtrag: Nachbau der RV12P2000**

Lutz (DK3WI) schreibt: Ich habe über das Wochenende (in leicht veränderter Form) aus der "Bastelecke" das Projekt Röhrenaudion mit der 12J1L gebaut (funktioniert verblüffend gut). Eine kurze Anmerkung meinerseits. Bei der Röhre 12SCH1L handelt es sich um einen Nachbau der deutschen "Spezialröhre" (Wehrmacht)röhre) RV12P2000. Diese erstmalig 1937 produzierte Röhre wurde wohl als einzige Röhre in unveränderter Form nach dem Krieg weiter produziert, sowohl in der BRD/DDR als auch in anderer Form in der Sowjetunion. Meine 12SCH1L stammt aus dem Jahre 1976. In der SU wurde drei Varianten gefertigt - mit 4, 6 und 12 V Heizung. Anbei 2 Datenblätter, wo die Zusammenhänge sichtbar sind. Siehe auch: [www.hts-homepage.de/Wehrmacht/Heer/WMRV12P2000.html](http://www.hts-homepage.de/Wehrmacht/Heer/WMRV12P2000.html)



Datenblatt [12Z1L.pdf](#) (100k)Datenblatt [rv12p2000.pdf](#) (85k)

Dies ist die Schaltung von Lutz ( [www.qsl.net/dk3wi/Roehrenaudion1.html](http://www.qsl.net/dk3wi/Roehrenaudion1.html) ). Mit zwei Röhren geht es besser.

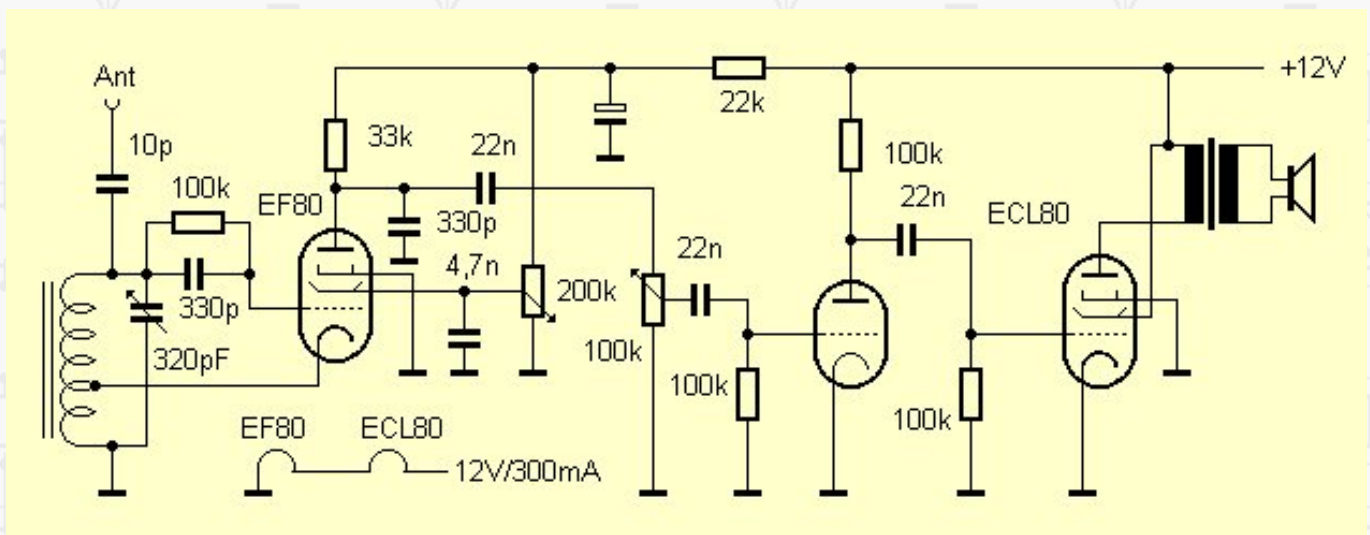
### Nachtrag zum Nachtrag: The first audion which I really like

Aren van Waarde (Groningen, Niederlande) hat die erweiterte Schaltung von Lutz aufgebaut und in einem PDF-File ausführlich beschrieben. Er fasst seine Erfahrungen zusammen: Fehlen jeder Mikrofonie, geringe Abhängigkeit des Rückkopplungseinsatzes von der Frequenz, weicher Einsatz der Rückkopplung, genügend Lautstärke schon mit einer Stabantenne von einem Meter, guter Klang beim AM-Rundfunk und einfacher SSB-Empfang.

### Nachtrag: EF80 und ECL80

Warum denn in die Ferne schweifen, liegt das Gute doch so nah: Die EF80 liegt in jeder dritten Bastelkiste. Dazu passt als NF-Verstärker die ECL80, denn sie hat wie die EF80 einen Heizstrom von 300 mA. Beide Heizungen in Reihe brauchen 12V. Das ganze Radio läuft also mit 12 V, und es reicht sogar für einen kleinen Lautsprecher!

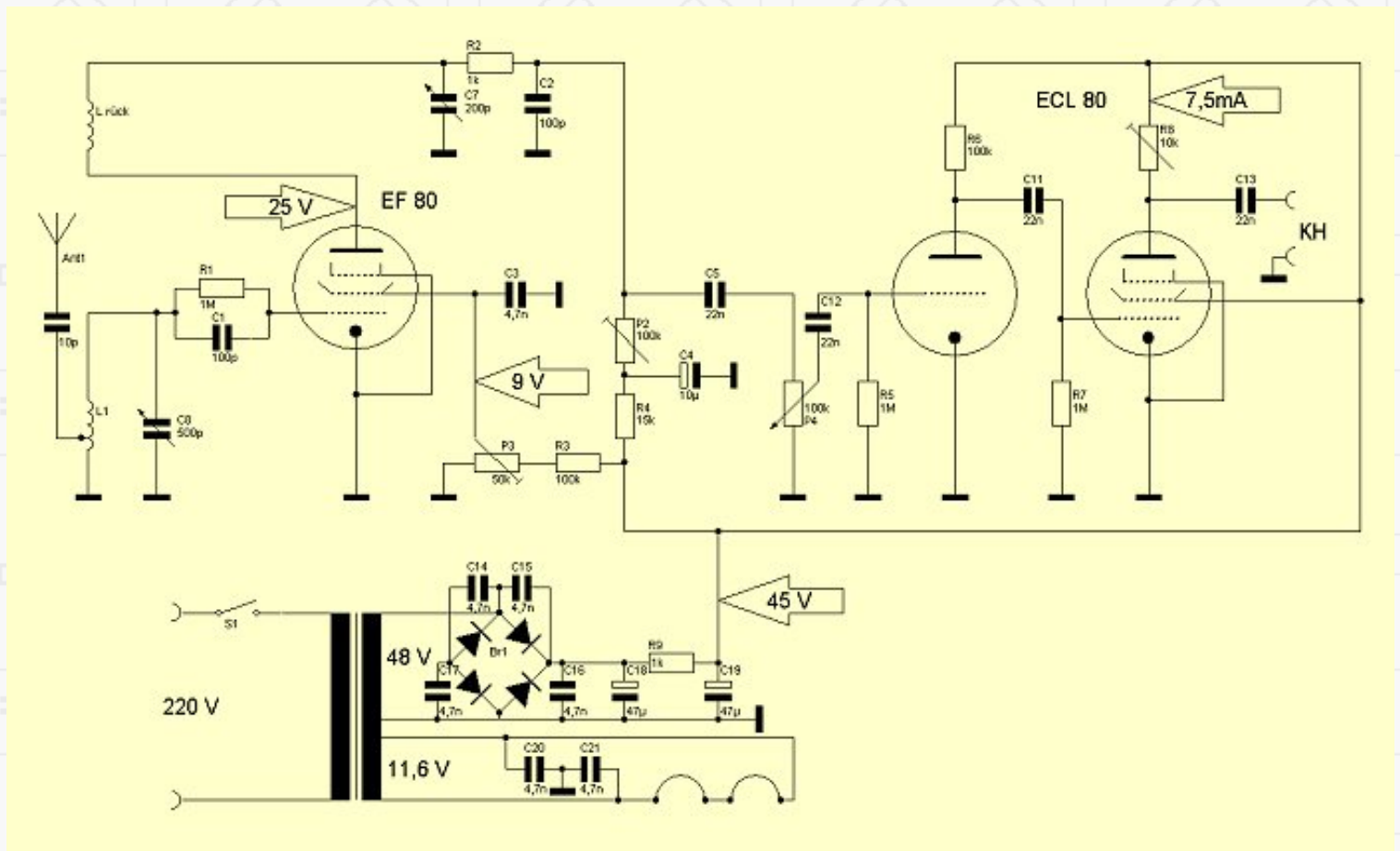




Hinweis: Das Pentodenaudio und andere Röhrenempfänger werden hier genauer behandelt:

[Röhren-Projekte von 6 bis 60 Volt](#)

**Nachtrag: Änderungen von Hagen Borrassch**



Bin so vorgegangen, wie von [DF4NX](#) beschrieben, also erst ohne Rückkopplung ein Generatorsignal induktiv auf die Spule gekoppelt und mit P1, P2, P3 auf Maximum am Ausgang geregelt. Der zunächst vorgenommene Abgleich nach Gehör war nicht sehr genau, das Ohr täuscht doch etwas, man sollte schon ein AC-Voltmeter benutzen. Danach habe ich die Rückkopplung in Betrieb genommen und festgestellt, daß sie sehr hart einsetzte. Eine leichte Korrektur mit P2 in Richtung weniger Spannung brachte die Sache dann in die richtige Bahn, die Rückkopplung setzt jetzt butterweich ein, der reinsten Genuß ;-). Die Anordnung der Kreis- und Rückkopplungsspule habe ich ebenfalls nach DF4NX vorgenommen, auf die Antennenspule jedoch aus Faulheit vorerst verzichtet und stattdessen die Antenne an der 4. Wdg. über Masse angeschlossen. Meine Kreisspule besteht aus 18 Wdg. einfachem Klingeldraht auf ein Papprohr von 3,5 cm Durchmesser Wdg. an Wdg. gewickelt. Damit geht das Ding von 3 - 11.6 MHz. Ganz wichtig sind auch C14 - C17 und C20, C21 gewesen, hatte vorher ziemlichen Netzbrumm. Sicher liegt das aber auch an dem Drahtverhau, aus dem mein Versuchsaufbau besteht. Die Masseführung ist ja bei Audionschaltungen ebenfalls sehr wichtig und ein saubererer Aufbau dürfte hier sicher Abhilfe schaffen.



Zurück

# Der Schleicher

Der Schleicher ist sehr langsam, bärenstark, extrem leise und absolut lichtscheu. Er braucht eine Viertelstunde, um im Dunkeln durch das ganze Labor zu schleichen, wobei er auch Hindernisse überwindet oder wegschiebt. Aber wenn jemand das Licht einschaltet, bleibt er wie angewurzelt stehen und stellt sich tot.

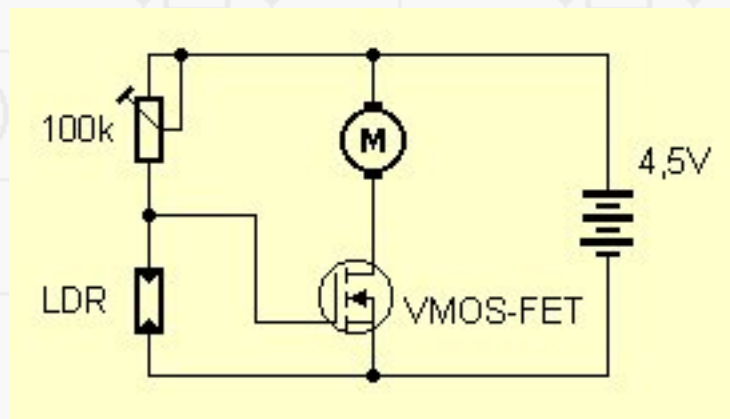


In seinem ersten Leben war der Schleicher eine Antriebseinheit in einem Laserdrucker. Viele Jahre hat er in völliger Dunkelheit zwischen Gummiwalzen und Tonerkartusche verbracht. Sein 24-V-Motor und acht leise Kunststoffzahnräder sorgen für eine enorme Kraft trotz geringer Stromaufnahme von weniger als 50 mA. Schon ab 2 V läuft der Motor rund. Mit drei Mignonzellen ist der Schleicher sehr zufrieden. Vor allem aber freut er sich über seine neue Freiheit auf drei Rädern. Nur an die Dunkelheit hatte er sich so gewöhnt, dass er eine kleine Lichtsteuerung brauchte.



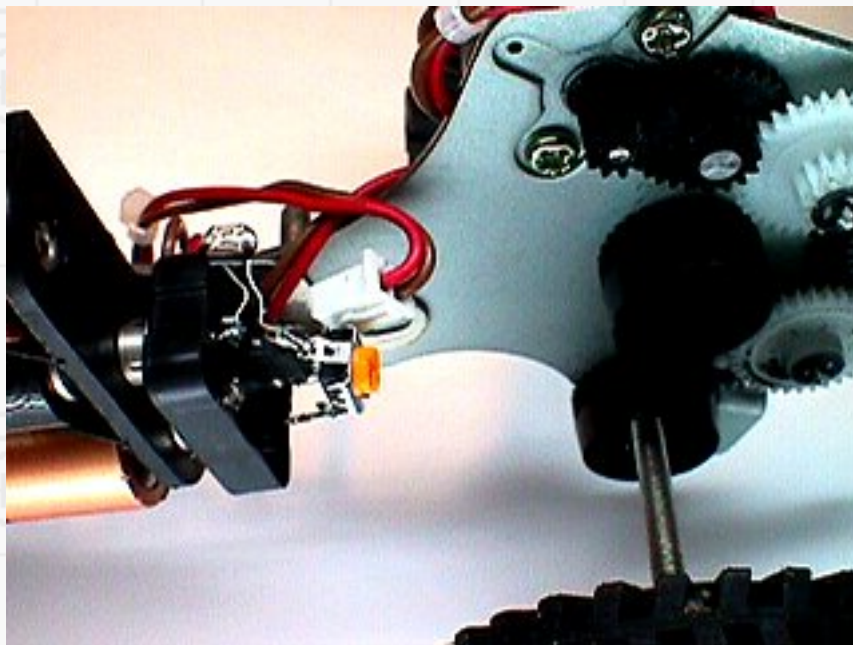
Die Schaltung verwendet einen VMOS-Transistor aus einer alten Festplatte. Er beginnt ab einer Gatespannung von 3 V zu leiten. Ein Fotowiderstand und ein Poti reichen für die Ansteuerung aus. Man kann einstellen, ab welcher Helligkeit der Transistor sperren soll.

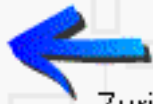




Der LDR schaut nach oben und erfasst die Raumhelligkeit. Die Elektronik passte prima in die alte Anschlusskappe einer Blockbatterie. Zwei Silberdrähte sorgen fur einen zuverlassigen Kontakt zum Anschlussstecker des Motors.

**Was den Fachmann am meisten zwackt,  
das ist der gemeine Wackelkontakt.  
(Dietrich Drahtlos)**

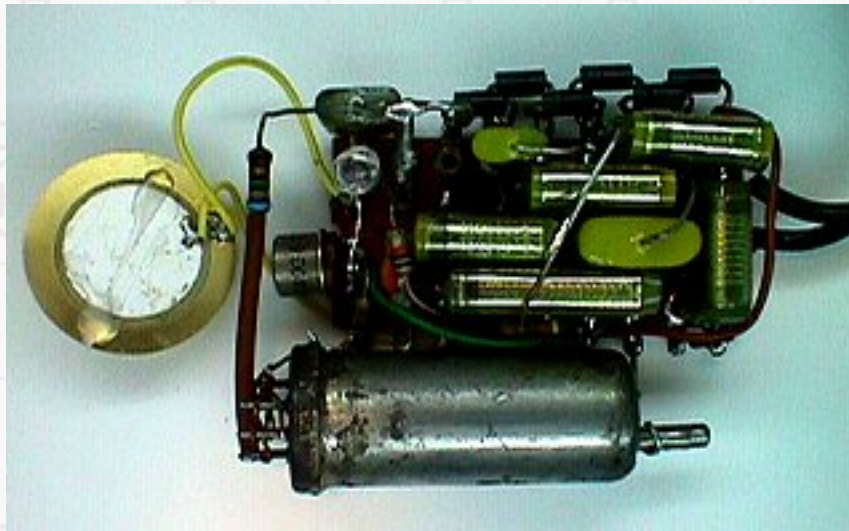




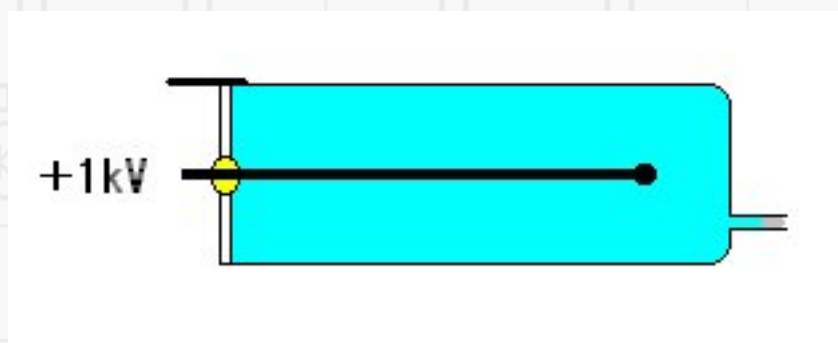
Zurück

# Eigenbau-Zählrohr

Im Internet findet man viele Schaltungen für Geiger-Müller-Zähler. Ein übliches Zählrohr arbeitet ähnlich wie eine Glimmröhre, aber bei etwa 400 V. Ein Gammastrahl oder eine Alpha- oder Betaeilchen ionisieren das Gas und leiten eine Glimmentladung ein, die jedoch sofort wieder verlöscht. Ein Zählrohr kann man auch selbst bauen. Hier wird gezeigt, wie es geht.

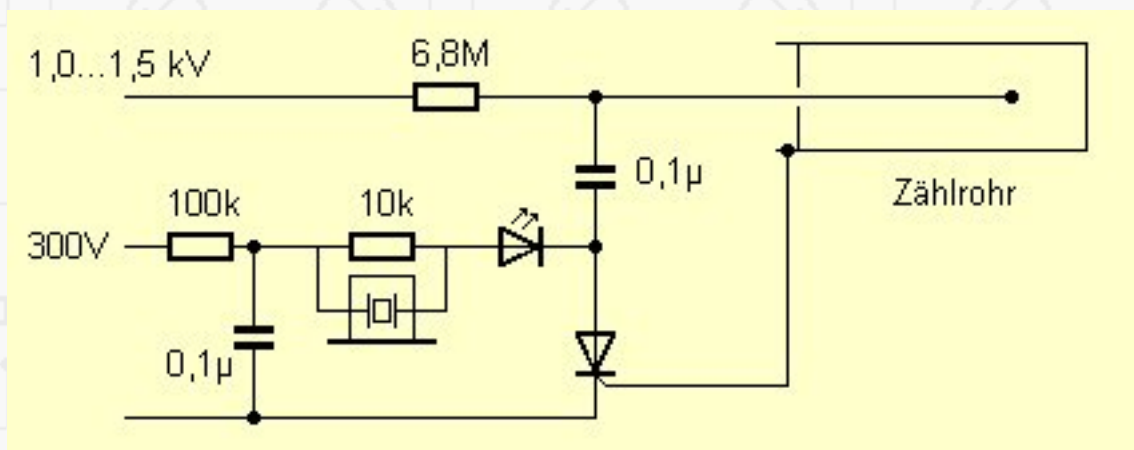


Das Zählrohr wurde aus dem Metallgehäuse eines Schutzgas-Relais gebaut. Im Boden waren bereits isolierende Glasdurchführungen vorhanden. An eine wurde ein Silberdraht mit einer Dicke von 0,8 mm gelötet. Am Ende des Drahtes sorgt eine kleine Lötzinnkugel dafür, dass es zu keiner ungewollten Spitzenentladung kommt. Boden und Hülle wurden dann wieder verlötet. In das Gehäuse wurde außerdem ein kleines Loch gebohrt. An dieser Stelle wurde ein Röhrchen aufgelötet.



Das wichtigste an einem Zählrohr ist die richtige Gasfüllung. Üblicherweise nimmt man Helium-Neon mit einem Zusatz von Alkohol als Löschgase. Es geht aber auch mit verdünnter Luft. Der richtige Unterdruck wurde wie in einem Einmachglas hergestellt: Durch das Röhrchen wurden einige Tropfen Feuerzeugbenzin eingefüllt. Dann wurde das ganze Zählrohr mit einem starken LötKolben erhitzt. Oben trat Benzingas aus und wurde angezündet, um zu sehen wann alles verdampft war. Genau in dem Moment, als die Flamme ausging, wurde das Loch des Röhrchens zugelötet. Beim Abkühlen kondensierte das restliche Benzin und sorgte für einen Unterdruck. Die Gasfüllung aus verdünnter Luft und Benzin als Löschgase ist viele Jahre stabil geblieben. Das Zählrohr funktioniert

auch noch nach mehr als 10 Jahren.



Leider braucht das Eigenbau-Zählrohr wegen des Arbeitsgases Luft wesentlich mehr Spannung als ein gekauftes mit Helium-Neon-Füllung. Die richtige Spannung muss individuell ausprobiert werden. Außerdem funktioniert die Selbstlöschung nicht so zuverlässig. Deshalb wurde eine aktive Löschschaltung mit einem Thyristor verwendet. Bei jedem Zählimpuls wird die Arbeitsspannung um ca. 300 V verringert. Der Thyristor ist gleichzeitig der Verstärker für den Piezo-Lautsprecher und eine LED. Die Erzeugung der Hochspannung soll hier nicht im Detail gezeigt werden, weil die verwendete Kaskade direkt am Lichtnetz nicht für jeden Bastler gesund ist. Die Arbeit mit Hochspannung ist nur etwas für erfahrene Leute, die sowieso wissen, wie es geht. Auch müssen unbedingt Bauteile mit ausreichender Spannungsfestigkeit verwendet werden!

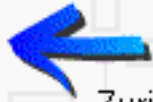
**Der Weg zum Erfolg  
ist oftmals bewölkt.  
(Dietrich Drahtlos)**

Der Geigerzähler hat eine Nullrate von ca. 3 Impulsen pro Minute. Sie ist hauptsächlich auf die energiereiche Höhenstrahlung zurückzuführen. Wenn man eine radioaktive Quelle nähert, knackt es entsprechend häufiger. Meine alte Taschenuhr bringt es auf ca. 60 Impulse pro Minute. Das Radium in der Leuchtfarbe wird heute nicht mehr verwendet. Früher war man sich der Risiken der Radioaktivität noch nicht so bewusst.



Übrigens halten sich hartnäckige Gerüchte, man könne auch eine normale Glimmlampe als Zählrohr verwenden. Dazu habe ich vor einigen Jahren lange Versuchsreihen durchgeführt und bin zu dem Ergebnis gekommen, dass es nicht geht. Zwar zündet die Lampe bei der richtigen Spannung ähnlich zufällig wie ein Zählrohr, aber bei der Annäherung eines radioaktiven Stoffs ändert sich nichts. Dafür gibt es zwei mögliche Erklärungen. Entweder braucht die Glimmlampe wegen der geringeren Spannung energiereiche Höhenstrahlung. Oder sie zündet nur mit Alphastrahlen, die wesentlich stärker ionisieren. Die Quelle der Strahlen könnte in den Elektroden der Lampe selbst liegen, falls die Hersteller entsprechende Beimengungen verwendet haben. Der Glaskolben schirmt aber alle Alphateilchen ab, so dass von außen nichts kommen kann.

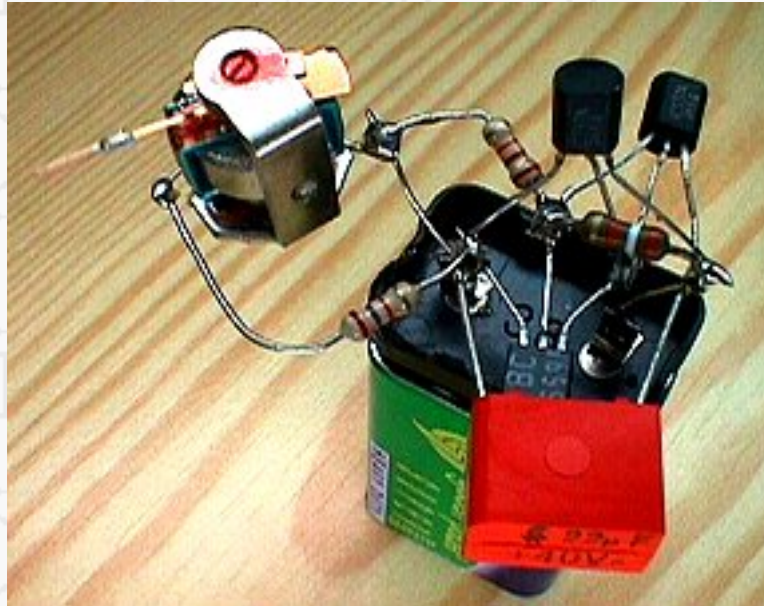




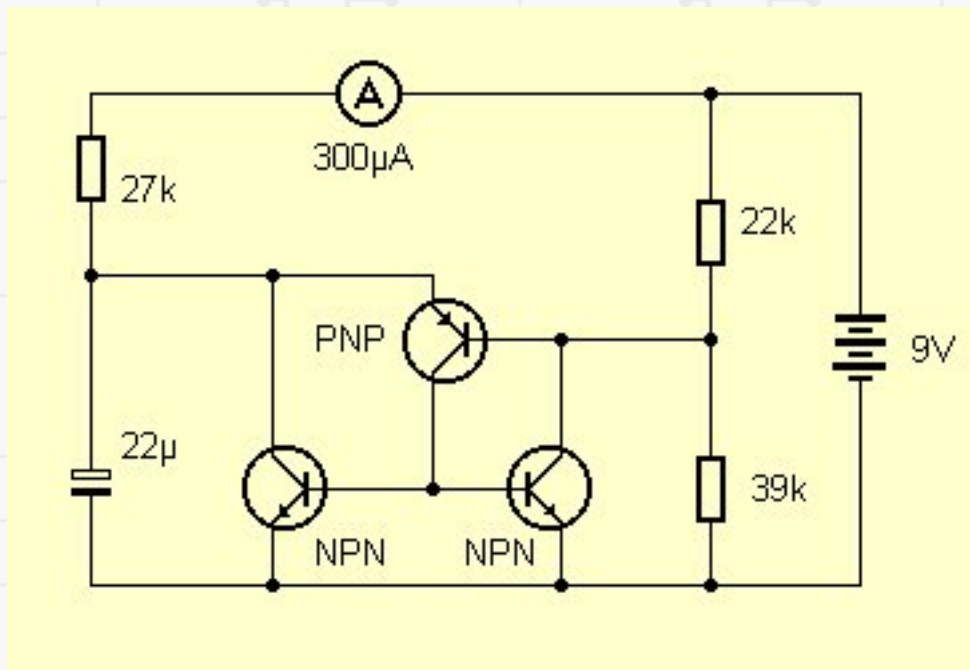
Zurück

# Das Monotrikton

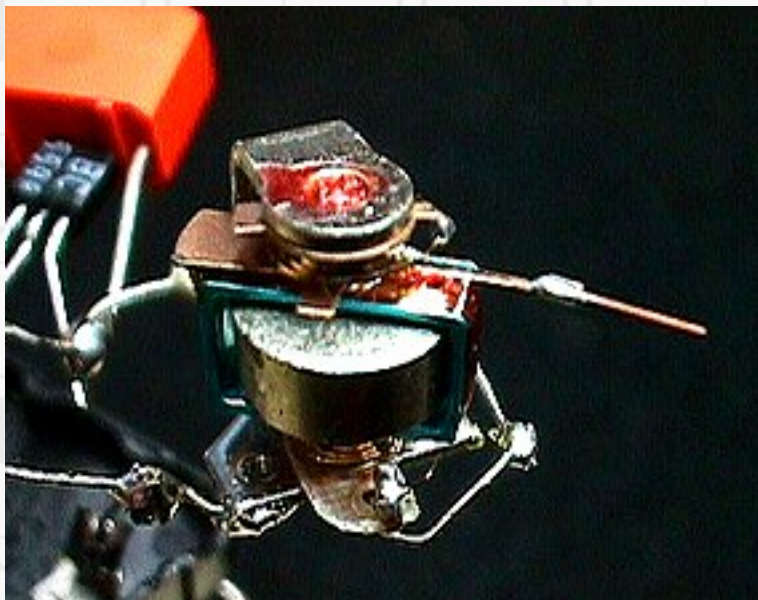
Am Anfang stand das Wort, aber wir wussten nicht, was das ist, ein Monotrikton. Doch dann, nach einem langen Bastelabend, da stand es plötzlich vor uns und trickte im Sekundentrakt. Das Monotrikton gehört zur Gattung der modernen Kunstgegenstände. Seine frei schwebenden Luftlötungen symbolisieren die Leichtigkeit des Seins, doch die gleichförmige wie auch ruckhafte Bewegung des Zeigers erinnert an den Lauf der Zeiten und an die Vergänglichkeit.



Vom technischen Standpunkt aus gesehen handelt es sich hier um einen Sägezahngenerator. Der Elko lädt sich immer wieder langsam auf und wird dann schlagartig entladen. Das Drehspulmesswerk aus einer alten Kamera zeigt den Ladestrom. Die Frequenz ergibt sich aus der Zeitkonstanten mit  $22\mu\text{F} \cdot 27\text{k}\Omega = \text{ca. } 600 \text{ ms}$ . Praktisch ist es etwas langsamer, vor allem weil der Elko größere Toleranzen hat.



Das Drehspulmesswerk stammt aus einer alten Kamera. Eine drehbar gelagerte Spule bewegt sich um einen runden Magneten. Wenn Strom durch die Spule fließt, wirkt eine magnetische Kraft, die die Spule und den Zeiger auslenkt. Zwei Spiralfedern sorgen für die nötige Rückstellkraft. Versuche zeigen bei diesem Messwerk einen Messbereich von etwa  $300 \mu\text{A}$ . Es ist sehr flink und verfügt über eine gute Dämpfung. Der Spulenträger aus Aluminium sorgt bei jeder Bewegung für innere Wirbelströme, die die Bewegung dämpfen. Der Ausschlag folgt daher auch schnellen Stromänderungen und zeigt fast kein Überschwingen. Diese Eigenschaften sind besonders für ein gutes Monotrikton entscheidend.



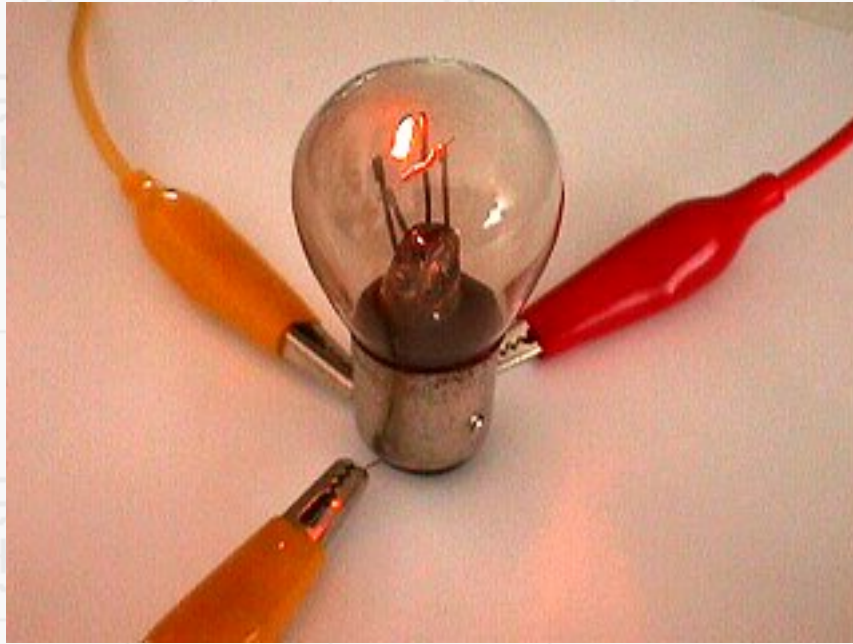
**Wenn ein Gerät sich bewährt,  
war der Plan nicht verkehrt.**  
(Dietrich Drahtlos)



Zurück

# Edisons Wunderlampe

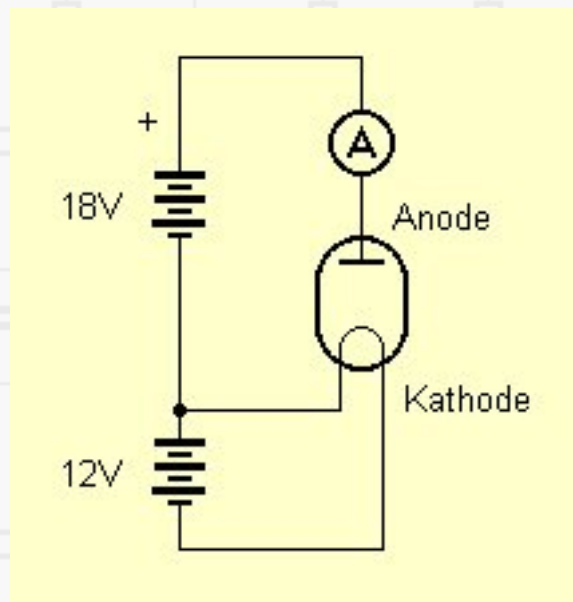
Der große Erfinder Thomas Alva Edison (1847-1931) hat einmal in eine Glühlampe einen dritten Draht eingeschmolzen. So konnte er beobachten, dass Elektronen durch das Vakuum der Lampe hindurch vom heißen Glühfaden zu dieser zusätzlichen Elektrode gelangten, aber nur dann, wenn eine positive Spannung angelegt wurde. Deshalb wurde dieser Anschluss Anode genannt. Nun war klar, dass Elektronen negativ sind. Und außerdem war das der Anfang der Elektronenröhren.



Von Reinhard Fenger kam die folgende Idee: Eine Bremslicht-Glühlampe mit zwei Glühwendeln müsste als Edisonlampe funktionieren, wenn einer der beiden Glühfäden durchgebrannt ist. Denn dann ist alles da, was eine Röhre braucht: Direkt geheizte Kathode, Anode und das Vakuum. Das musste ich sofort ausprobieren! Eine gebrauchte Lampe mit 12V/5W/21W war zufällig da. Zwar war keiner der beiden Glühfäden durchgebrannt, aber da konnte ein Netzteil mit 40 V helfen. Der dickere Faden ist jetzt sauber durchgeschmolzen.



Und nun geht's los: Heizspannung 12 V anlegen, Anodenspannung aus zwei 9-Volt-Blöcken, Strom messen. Hurra, es klappt! Der Anodenstrom ist allerdings recht klein: ca. 100 nA. Wie man so kleine Ströme messen kann? Kein Problem, man nimmt ein Digitalvoltmeter im Spannungsbereich. Der Innenwiderstand eines einfachen DVM beträgt 1 MOhm. Wenn das Messgerät 1 Millivolt anzeigt, fließt ein Strom von einem Nanoampere.



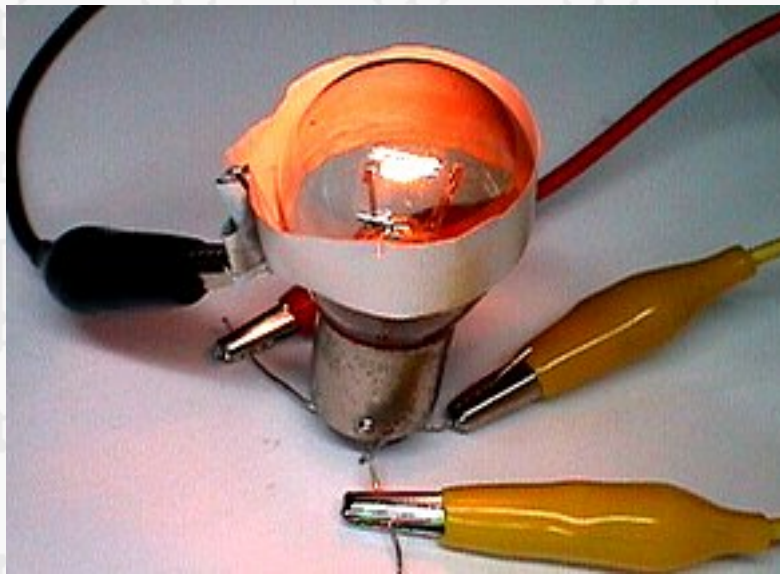
Jetzt könnte einer sagen, so ein kleiner Strom, der kommt bestimmt nur von irgendwelchem Schmutz auf dem Isolator. Stimmt aber nicht, denn wenn man die Anodenspannung umpolt, fällt die Stromstärke auf Null. Also sind freie Elektronen dafür verantwortlich. Zur positiven Anode werden sie angezogen, aber eine negative Spannung stößt sie ab.

Eine kleine Messreihe sollte das Verhalten dieser Röhre genauer untersuchen. Die Heizspannung wurde auf 6 V reduziert, das reicht anscheinend auch. Hier die Ergebnisse:

$U_f$	$U_a$	$I_a$
6 V	0 V	0,5 nA
6 V	10 V	3 nA
6 V	20 V	17 nA
6 V	30 V	40 nA
6 V	40 V	64 nA

Der Anodenstrom ist von der Anodenspannung abhängig, wie es sich für eine Röhre gehört. Aber er ist insgesamt relativ klein. Das liegt vor allem am Heizfaden, denn Wolfram hält seine Elektronen besonders stark fest. Große Senderöhren verwenden zwar ebenfalls direkt geheizte Wolfram-Kathoden, aber mit einem Zusatz von Thorium, das in dieser Beziehung freigiebiger ist.





Von Anfang an fielen bei der Messung merkwürdige Schwankungen auf. Und tatsächlich, der Anodenstrom lässt sich von außen steuern! Wenn man mit dem Finger das Glas berührt (heiß!), ändert sich der Anodenstrom. Heureka, soeben wurde die Triode erfunden. Mit einem Kragen aus Aluminiumpapier funktioniert es noch besser. Das "Gitter" ist zwar außen eigentlich falsch platziert, aber es funktioniert. Nun kann man eine Spannung anschließen und den Anodenstrom steuern, und zwar zwischen  $I_a=3\text{nA}$  bei  $U_g=0\text{V}$  und  $I_a=200\text{nA}$  bei  $U_g=+40\text{V}$ . Der Anodenstrom ist allerdings nicht ganz konstant. Vermutlich wirkt die Innenseite des Glaskolbens als Steuerelektrode, die aber ist mit dem Metallkragen nur kapazitiv gekoppelt.

Kann man diese Röhre noch verbessern? Von Anfang an bestand der Verdacht, dass der nach außen zugängliche Anodenanschluss nur die kurze Seite des durchgeschmolzenen Fadens war. Offensichtlich führen aber vier Drähte durch den Glaskolben, im Sockel sind dann zwei verbunden. Also musste der Sockel weichen. Tatsächlich kamen vier Drähte zum Vorschein. Nur brach beim Ausbauen einer ab, und zwar genau einer von denen zum intakten Heizfaden. Da war leider nichts mehr zu machen. Ade, du wundersame Röhre.

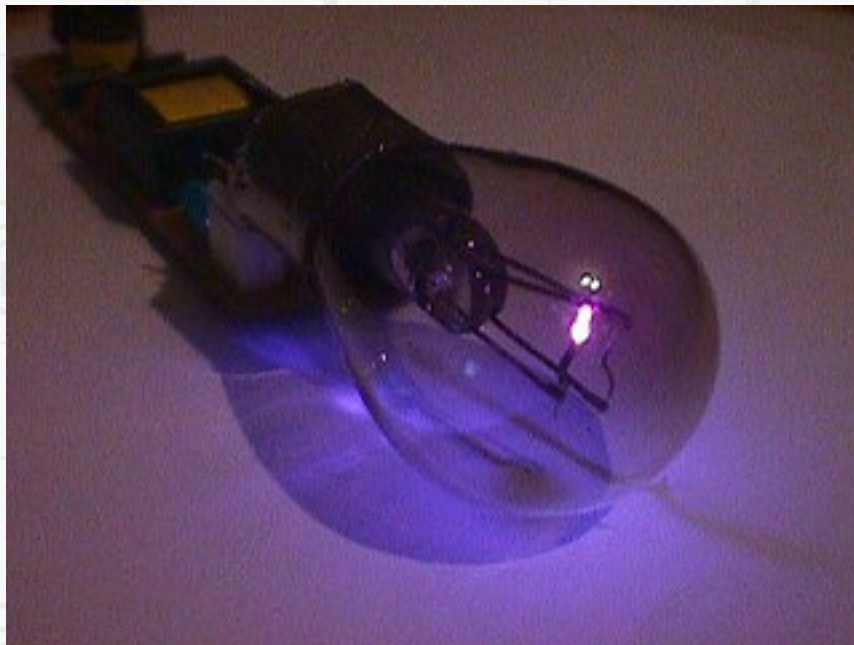
**Wer nie einen Fehler gemacht,  
hat nichts Neues zustande gebracht.**  
(Dietrich Drahtlos)

### **Nachtrag: Doch kein Vakuum?**

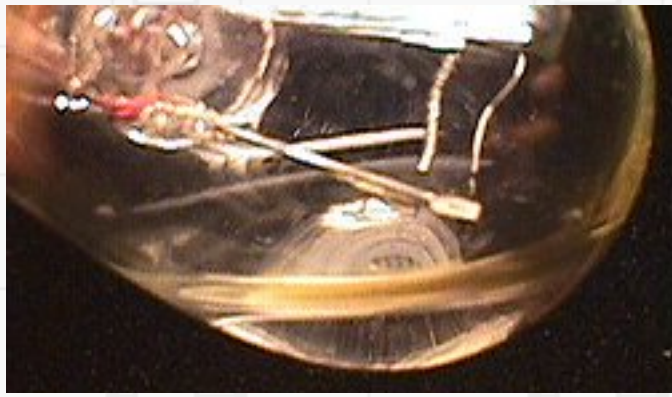
Benedikt Kullmann schrieb zu diesem Versuch: "Ich habe mit Autoscheinwerfern schon viele Versuche gemacht, und dabei folgendes rausgefunden: Eine reine Röhrenfunktion ist ziemlich unmöglich wegen der Hochdruck-Gasfüllung. Die Füllung ist nicht wirklich Hochdruck, aber deutlich höher als bei 230V Lampen. Ab etwa 40-60V Anodenspannung kommt es zu einer Glimmentladung mit Diodeneffekt. Solange der Strom unter einem bestimmten Wert bleibt, fließen nur Elektronen zur Anode und nicht umgekehrt. Damit habe ich schon einen kleinen 230V DC Motor betrieben. Nur sobald der Strom über ein paar 100 mA geht, gibt es einen Lichtbogen, der in der Lage ist, in beide Richtungen zu leiten, und die Glühwendel durchzubrennen. Ich habe aus 5 Lampen die

beste ausgesucht. Bei anderen ging es selbst bei Spannungen von 300V nicht. Den Grund für den Gleichrichteffekt kann ich mir folgendermaßen erklären: Früher gab es Glimmgleichrichter mit einer spitzen Metallelektrode und einer Grafitkugel. Grafit emittiert nicht, so dass dies die Anode war. An spitzen Stellen entsteht ja sehr schnell ein Lichtbogen, während bei Kugeln eine hohe Spannung benötigt wird. Die Glühlampe war mit etwa halber Spannung geheizt. Ab etwa 4V setzte der Gleichrichteffekt ein. Da bei der Glühlampe die Gleichrichtwirkung bei zu hoher Spannung sehr schnell wegfällt, könnte es sein, dass der Glühdraht, der sowieso gerne Elektronen emittieren möchte, und außerdem dünn ist, leichter Elektronen aussendet, und damit eine Glimmentladung leichter zündet als der kalte, meist zu einer Kugel geschmolzene Rest der anderen Glühwendel. Die Glimmentladung bildet sich so nur bei einer Halbwelle. Und selbst da werden 50V in der Lampe verbraucht."

Hat etwa auch die Bremslichtlampe eine Gasfüllung? Sie lag zwar schon im Papierkorb, musste aber für einen Gasentladungstest noch einmal in Dienst genommen werden. Das Ergebnis ist eindeutig: Bei hoher Spannung zündet tatsächlich eine Glimmentladung. Durch den Lichtbogen kommt es zusätzlich zu einem Glühen an der Spitze des Fadens.

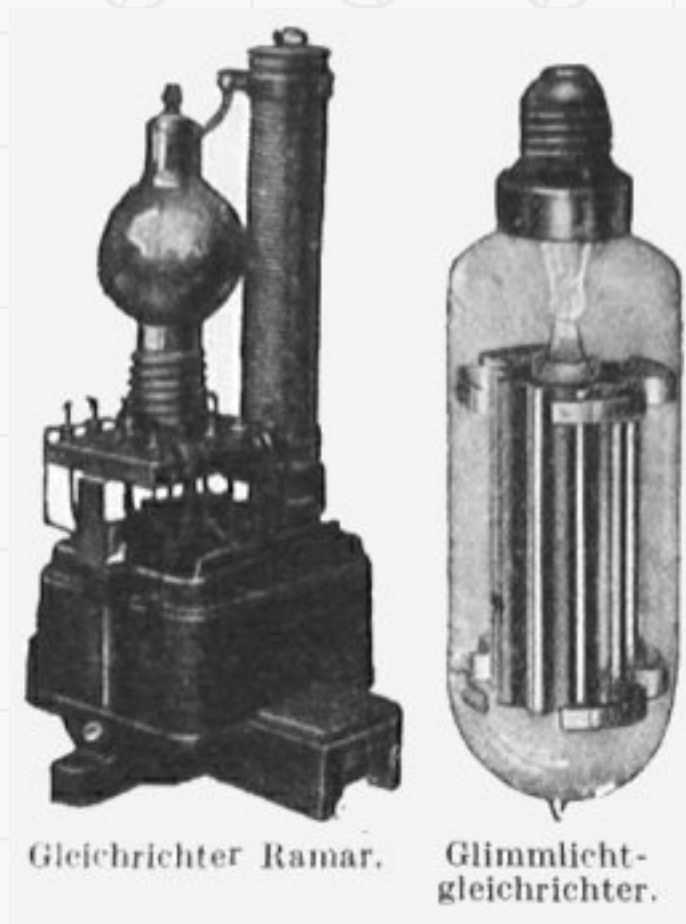


Und dann wurde auch noch der Wassertest gemacht und brachte ein überraschendes Ergebnis. Unter Wasser bricht man dazu mit einer Zange das zugeschmolzene Glasröhrchen ab. Wenn ein Vakuum in der Lampe ist, muss sie sich mit Wasser voll saugen. Aber hier drang nur wenig Wasser ein. Das heißt, die Lampe stand fast unter Normaldruck. Prinzipiell braucht man anscheinend kein Hochvakuum für den Edisoneffekt. Oder war es doch nur ein Ionenstrom?



## Nachtrag: Gasgefüllte Röhren

Anmerkungen von a-freak (<http://people.freenet.de/a-freak>): Zum Edinson-Effekt in der Glühlampe möchte ich anmerken dass es viele Arten von Gleichrichterröhren gab, die eine Gasfüllung hatten. Der Sinn der Sache war daß die positiven Gasionen die bremsende Wirkung negativer Ladungen neutralisierte, und somit die Röhre nur noch wenige 10V Spannung benötigte um bis zu 1A fliesen zu lassen. In den 1930er Jahren gab es als bekanntestes Beispiel die Ramar-Serie von Gleichrichterröhren (aus Wolf\_ram&Ar\_gon).



Aus: "Die Akkumulatoren" von Prof. Dr. W. Bernbach (1929)

Der Glimgleichrichter auf dem Foto hat einen Kohlestab als Anode, der von einem gewelltem

Eisenblech als Kathode umgeben ist. Da das Grafit sowohl chemisch sehr edel ist als auch hier eine recht kleine Oberfläche, kann es - wenn überhaupt - nur äußerst schlecht als Kathode arbeiten. Die Kathode aus dem großen und recht unedlen Eisenblech hingegen gibt leicht und gerne Elektronen ab so dass ein guter Gleichrichtereffekt auftritt.

Außerdem gab es in der Anfangszeit der Radiotechnik einmal eine "Außengitterröhre" für Audionzwecke. Bei dieser Röhre war der Glaskolben ein ganz flaches Oval, in dessen einer Krümmung der Heizfaden aufgespannt war, während in der anderen der Anodenstab lief. Außen um die Röhre herum war eine Metallfolie die mit dem Schwingkreis verbunden wurde, das schwach leitfähige Glas ersetzte die RC-Kombination die man sonst noch extra dem Gitterkreis vorschalten musste. Wegen eines hohen Heizstromverbrauches und einer recht instabilen Funktion wurde aber nur eine ganz geringe Stückzahl dieser Röhre hergestellt.

Das Füllgas von Glühlampen ist übrigens ganz einfach Stickstoff, da dieser billig und fast inert ist. Da kein Sauerstoff die freien Elektronen abfangen kann genügen trotz fast vollem Atmosphärendruck relativ geringe Spannungen um bereits Gasentladungen auszulösen. Bei Haushaltsglühlampen genügen bereits wenige 100V um eine schöne bläulichviolette Glimmentladung zu zünden. Wird hochfrequente Hochspannung (Spannungswandler einer LCD-Hintergrundbeleuchtung) an den Fuß einer Glühlampe mit hinreichend großem Kolben angeschlossen so können die Entladungen durchaus als dünne Fäden von den Elektroden zum Glaskolben verlaufen - wie in käuflichen Plasmakugeln, bloß viel billiger.

Am interessantesten ist aber, das der Stickstoff nach dem Abschalten der Spannung ein u.u. sekundenlanges gelbliches Nachleuchten zeigt. Am besten ist es die Lampe in einem weitgehend verdunkeltem Kellerraum zu betreiben, und dabei mit der Hand abzudecken die zugleich einen Stecker für die Spannungsversorgung hält. Zieht man die Hand weg so bekommt man den Glaskolben zu sehen in dem sich ein ganz schwach nachleuchtender Nebel ausbreitet.

---

## **Nachtrag: Doppelfadenlampe als Gleichrichter**

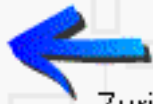
Andreas Dähn schrieb: Nachdem ich eine alte Autobirne mit 2 Glühfäden gefunden hatte, habe ich mich daran gemacht, Ihre Forschungen zu vertiefen / wiederholen. Dabei habe ich, anders als Sie, zunächst die Fassung aufgesägt. Dabei habe ich es geschafft, alle Drähte heil zu lassen. Danach habe ich den größeren (den helleren) Draht mit 18V geheizt (1,2A). Ich habe den doppelt gewickelten Draht genommen, weil ich mir von einem längeren Draht eine größere Elektronenemission erwarte. Als Anodenspannung wird zwischen einen Draht der Heizung und einen Draht der kalten Wendel eine Spannung von 160V angelegt (Zwar nur schlecht stabilisiert, aber was soll's...).

Ergebnisse: Es ergab sich ein Kurzschlussstrom von 220mA bzw. eine Spannung von 81V. Es muss sich wohl um eine Diode handeln, denn der Strom fließt nur, wenn der negative Pol der Anodenspannung an der Kathode liegt.

Probleme der Versuchsanordnung: Die Anodenspannung war kaum stabil: Sie entstammt einem



Eisenbahntrafo (16V) mit einem weiteren nachgeschalteten Trafo, dem ein integrierter Gleichrichter (Graetz-Brücke) folgte. Die Anodenspannung waren also "nach oben geklappte" Sinuswellen mit der Gesamtfrequenz von 100Hz (2\*50Hz).



Zurück

# Kill die Kamera

Kürzlich bekam ich eine zerlegte Kamera geschenkt. Es war ein Modell mit automatischer SchärfEinstellung und Belichtung. Abgesehen davon, dass einige besondere Bauteile darin waren, interessierte mich, wie hier wohl die Entfernungsmessung funktionierte.

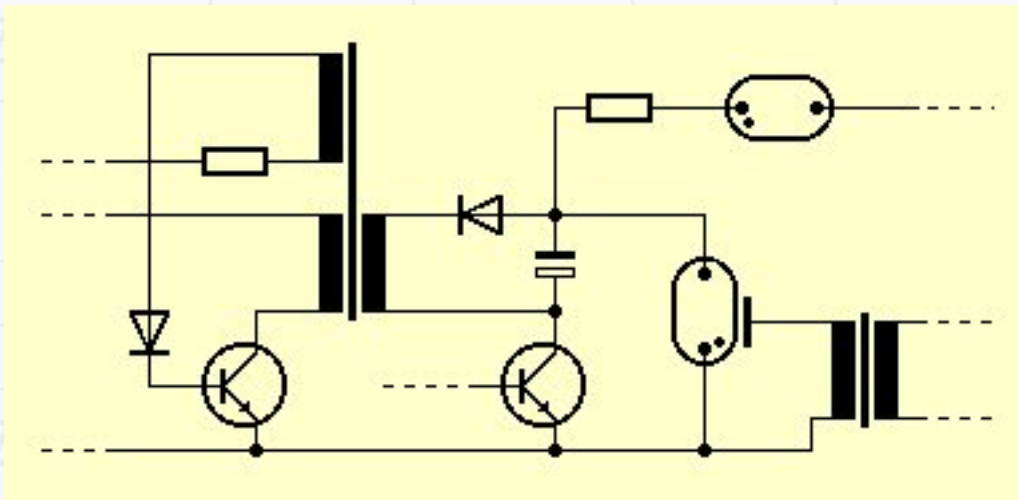


ausgewählte Bauteile

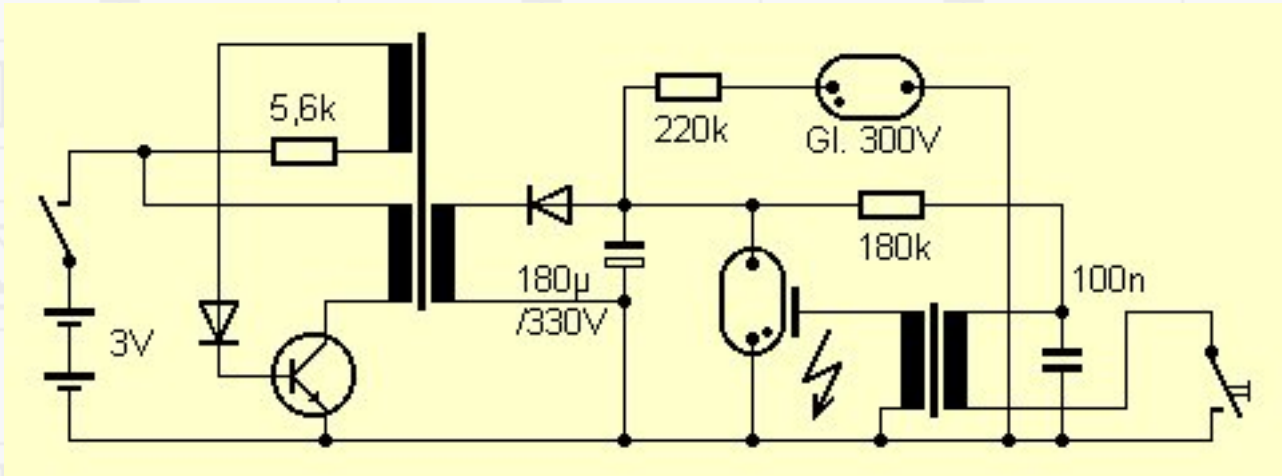
Die Bedienungsanleitung gab einen Hinweis: Ein schwacher Blitz kurz vor der eigentlichen Aufnahme beleuchtet das Objekt. Über eine Helligkeitsmessung wird dann die Entfernung bestimmt. Anscheinend diente ein Fototransistor zur Messung des reflektierten Lichts. Der Messwert wurde auf ein Drehspulmesswerk übertragen, das für den Anwender unsichtbar blieb, aber irgendwie die Mechanik der Linseneinstellung steuerte. Ob das wohl genau genug war? Als einzige ICs enthielt die Kamera nicht mehr als einen vierfachen Komparator LM339 und ein Vierfach-RS-Flipflop 4044. Woher diese Kamera stammt, sagt das Handbuch nicht. Auch der Name des Herstellers wird schamhaft verschwiegen. Als einziger Hinweis lenkt ein kleiner Schreibfehler ("Werter Kundel") den Blick in Richtung China.



Besonders interessant war das eingebaute Blitzlicht. Der Blitz wurde elektronisch gesteuert, also unterbrochen, wenn genügend Licht auf den Film gefallen war. Dazu diente ein großer Transistor, der offenbar den gesamten Blitzstrom schalten konnte.



Die Blitzplatine war mit zahlreichen Kabeln mit der übrigen Elektronik verbunden. Die Schaltung musste zuerst etwas aufgeräumt werden, um sie wieder in Betrieb zu nehmen. Als Auslöser dient jetzt ein kleiner Mikroschalter, der ebenfalls aus der Kamera stammt. Nur noch zwei Batterien dran, einschalten, los geht's, der Elko lädt sich, auf . Bei ca. 300 V zündet die spezielle Glimmlampe mit einem auffallend großen Elektrodenabstand. Jetzt bloß nicht den Elko anfassen! Ein Druck auf den Taster - Blitz!



In der Bedienungsanleitung findet man die folgende Warnung: "Vorsicht! Versuchen Sie nicht, diese Kamera auseinanderzunehmen, da die Gefahr eines elektrischen Schlages besteht." Sorry, das habe ich leider erst gelesen, als schon alles zu spät war. Interessant ist aber die Frage, wie gefährlich ist eigentlich das Blitzgerät? Ein tödlicher elektrischer Schlag erfordert einen Strom von ca. 100 mA für eine Zeit von mindestens 100 ms. Die erforderliche Spannung hängt hauptsächlich vom Übergangswiderstand ab, der bei großer Berührungsfläche und viel Feuchtigkeit besonders gering ist. Ab 100 V ist ein tödlicher Unfall möglich. Die gefährliche Leistung ist also nur  $0,1 \text{ A} * 100 \text{ V} = 10 \text{ W}$ . Die minimale Energie beträgt damit  $10 \text{ W} * 0,1 \text{ s} = 1 \text{ Ws}$  (1 Joule). Der geladene Blitzkondensator mit  $180 \mu\text{F}$  enthält wesentlich mehr,  $E = 1/2 * U^2 * C = 0,5 * (300 \text{ V})^2 * 0,00018 \text{ F} = 8,1 \text{ Ws}$ . Das bedeutet, der Blitzkondensator ist wirklich lebensgefährlich, also lass es lieber sein!



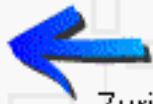
Wegen der großen gespeicherten Energie ist der Blitz ja auch so hell. Wenn man eine Blitzdauer von einer Millisekunde schätzt, kommt man auf eine Impulsleistung der Blitzlampe von ca. 16 kW! Einen enddruckvollen Eindruck von der Energie des Kondensators erhält man bei einer Entladung über eine Alufolie. Das verdampfte Metall hinterlässt ein großes Loch.

### **Manch schwieriger Fall endet mit Blitz und Knall.**

(Dietrich Drahtlos)

Den Mörderelko habe ich übrigens inzwischen ausgebaut. Statt dessen hat der Spannungswandler jetzt einen kleineren Kondensator mit nur 22 nF. Wenn man nun einmal versehendlich anfasst, springt man höchstens noch einen halben Meter hoch. Es ist nun eine ideale Spannungsquelle für kleine Versuche mit Elektronenröhren.





Zurück

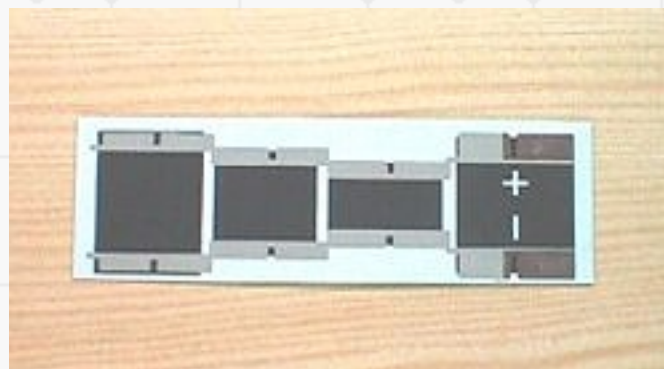
# Batterietester

Manche Batterien werden mit einem Teststreifen geliefert. Eine Verfärbung zeigt an, wie voll die Batterie noch ist. Natürlich wirft ein Bastler so etwas schönes nicht mit der Packung weg, sondern untersucht es erst mal gründlich.



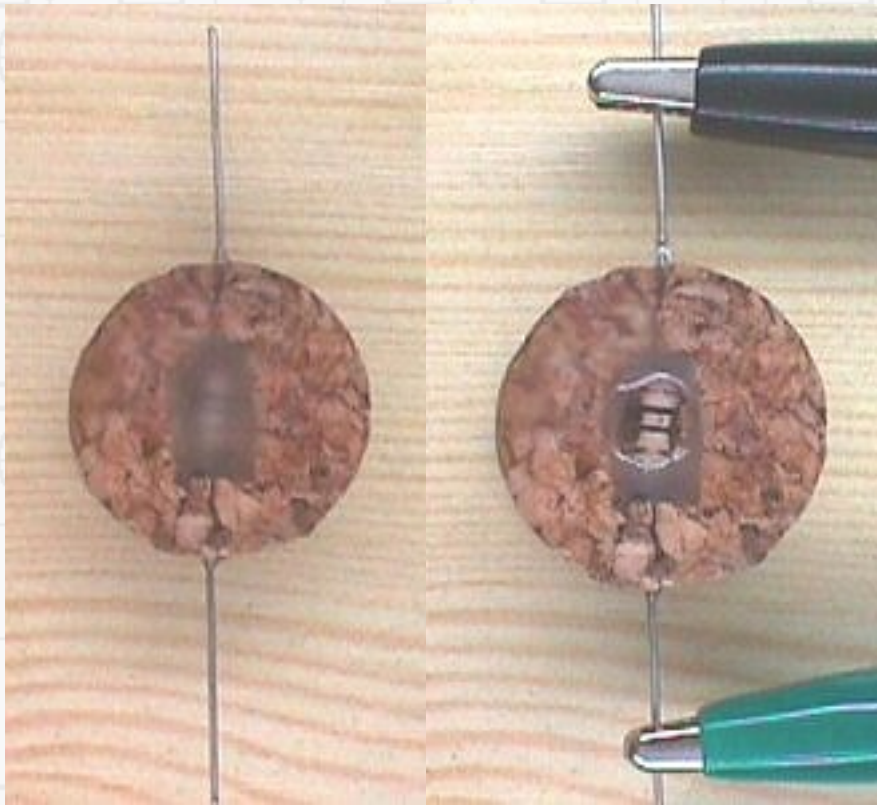
**Ohne Messgerät  
kommt die Erkenntnis spät.**  
(Dietrich Drahtlos)

Der Streifen enthält auf der Rückseite mehrere aufgedruckte Dünnschichtwiderstände. Dieses Exemplar für eine 9-Volt-Blockbatterie hat einen Gesamtwiderstand von 60 Ohm. Bei 9 V wird eine Leistung von 1,35 W in Wärme umgesetzt. Der Streifen wird spürbar heiß, sodass die verwendete Thermofarbe umschlägt. Nebenbei hat das den schönen Nebeneffekt, dass die Freude am Testen das Leben der Batterie spürbar verkürzt.



Den Thermo-Farbstreifen kann man auch für andere Dinge verwenden. Man kann ihn z.B. in kleine Stückchen schneiden und auf die Endtransistoren des HiFi-Verstärkers kleben. Wenn es dann auf einer Party mal zu laut wird und die Transistoren in Gefahr geraten, wird die Überhitzung rechtzeitig angezeigt.

Könnte man so etwas ähnliches eigentlich auch selbst bauen? Klar, hier ist ein einfaches Rezept: Man schneide eine kleine Vertiefung in eine Korkscheibe und gieße dort mit Wachs einen Widerstand von 20 Ohm ein. Achtung, Gefahr für den Familienfrieden: Heißer Wachs dringt erstaunlich schnell in den Korken ein und sickert dann tief und dauerhaft in die darunterliegende Tischdecke und Möbel.



Der Widerstand ist normalerweise fast unsichtbar. Bei einer Spannung über 3 Volt wird er jedoch heiß, das Wachs schmilzt und wird klar. Dieses Testgerät eignet sich gut für 4,5-Volt-Batterien.

Ein echtes Testgerät braucht einen Zeiger? Auch gut. Man baue sich einen "Bimetall"-Streifen. Alufolie wird dazu mit UHU auf Geschenkband geklebt. Wenn alles gut getrocknet ist, wird der Streifen als Spirale um einen Widerstand von 10 Ohm geklebt.

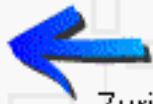


Nun legt man eine Spannung an. Schon eine Batterie mit 1,5 V bringt einen deutlichen Ausschlag. Der Widerstand erwärmt sich. Dabei dreht sich das Kunststoffband stärker aus als die Alufolie. Deshalb wickelt sich die Spirale etwas auf.



Physikalische Hintergründe zur Funktion eines Batterietesters: <http://users.aol.com/gykophys/battest.htm>





Zurück

# Das magische Auge

In meinem Keller steht eine große Kiste mit vielen alten Röhren, die dort seit Jahrzehnten ihr Vakuum bewahren. Da fand ich auch ein magisches Auge EM85. Es muss wohl mal in einem Radio als Abstimmhilfe gedient haben. Und jetzt leuchtet es wieder! Nicht nur das, es erzeugt eine langsam schwingende Bewegung und trägt so aktiv zur mentalen Entspannung des Betrachters bei.

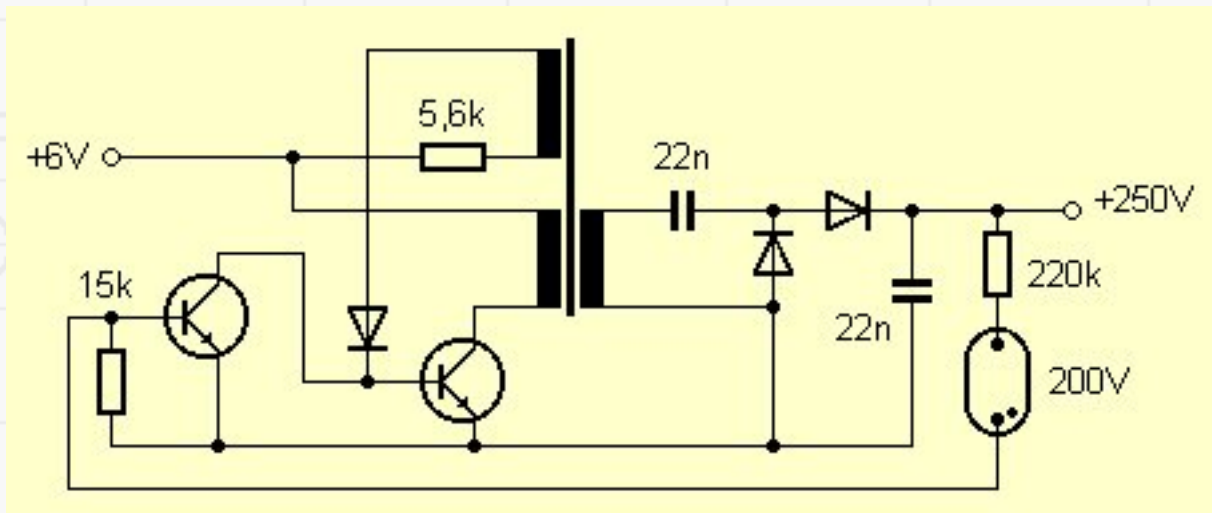


Die Röhre braucht  $6,3\text{V}/0,3\text{ A}$  für die Heizung und  $250\text{V}$  bei ca.  $2\text{ mA}$  für die Anode. Zur Versorgung dient der kleine Spannungswandler des Blitzgeräts aus einer alten [Kamera](#). Die Schaltung wurde etwas verändert, damit sie mit  $6\text{ V}$  versorgt werden kann. Außerdem wurde ein Regelkreis für stabile  $250\text{ V}$  eingebaut.

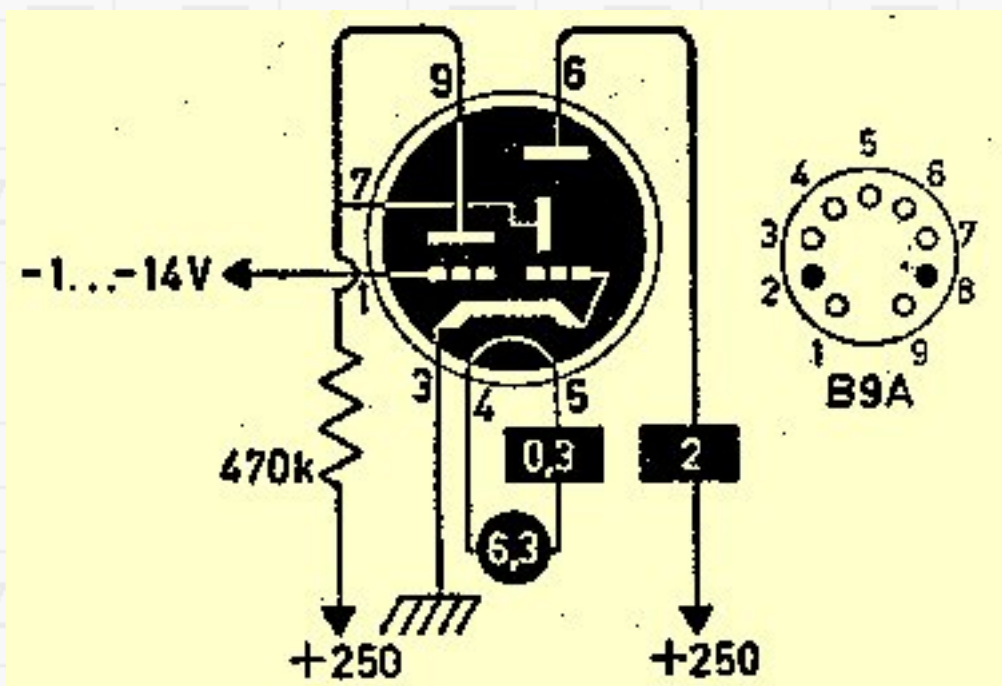




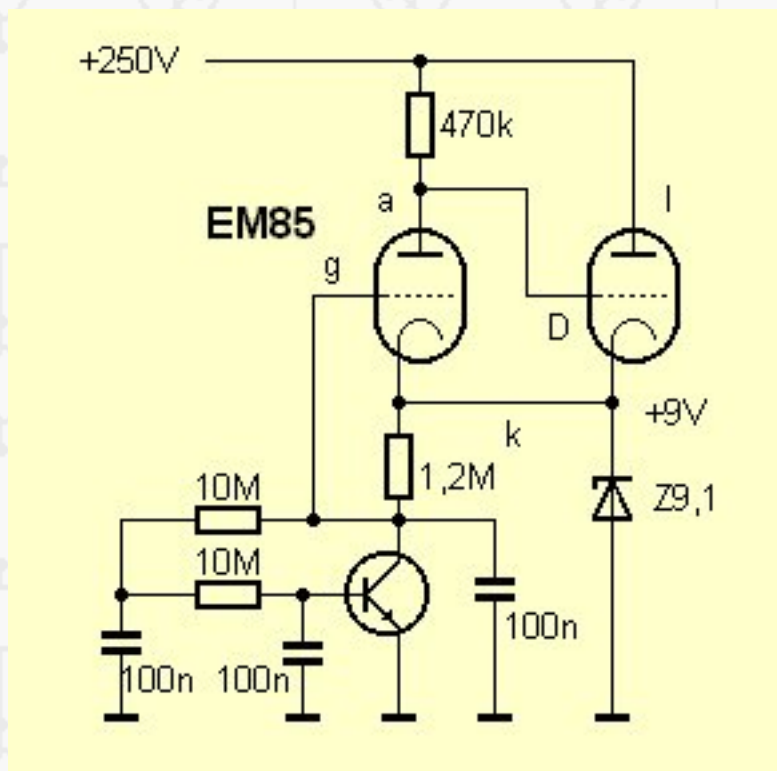
Der Spannungswandler erzeugte ursprünglich eine negative Spannung. Mit einer geänderten Gleichrichtung kommt nun + 250 V raus. Der Regelkreis verwendet die vorhandene Glimmlampe als Spannungsreferenz. Sie weist eine stabile Brennschpannung von 200 V auf und arbeitet ähnliche wie eine Zenerdiode für höhere Spannungen.



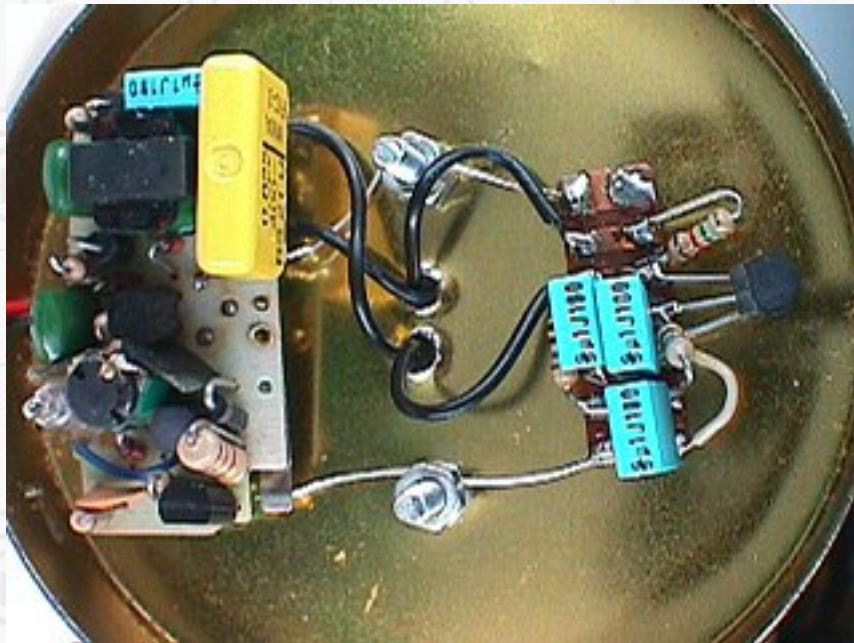
Das magische Auge besitzt eine Leuchtschicht auf der Blechanode, dem Leuchtschirm. Eine Ablenkelektrode sorgt für den variablen Winkel. Die Leuchtflächen wachsen mit der Ablenkspannung. Zur Steuerung ist eine Spannung zwischen ca. 100V und 200 V nötig. Die Röhre enthält deshalb neben der eigentlichen Leuchtröhre eine zusätzliche Triode. Mit einem Anodenwiderstand von 470 k erhält man die notwendige Verstärkung. Am Gitter der Triode muss nun eine Spannung zwischen 0 und ca. -10 V angelegt werden, um den vollen Aussteuerbereich zu erzielen. Üblicherweise wurde die Röhre direkt von der negativen Regelspannung der ALC des Radios gesteuert.



(Bild aus der umfangreichen Sammlung von [Åke Holm](#))



Hier wurde ein kleiner Sinusgenerator mit einer Frequenz von rund 1 Hz gebaut, um das Gitter der Röhre anzusteuern. Die Betriebsspannung kommt von der hochgelegten Kathode der Röhre. Die Leuchtf lächen schwingen nun dauernd hin und her.



Die ganze Schaltung wurde in einer Blechdose untergebracht. Oben auf dem Deckel steht die Röhrenfassung. Zwei lange Schrauben sorgen für den nötigen Abstand und halten die Fassung und die Zusatzplatinen. Das ganze Gerät kann von einem 6-V-Akku versorgt werden.



**Bevor der letzte Fehler gefunden,  
verstreichen oft mühevoll Stunden.**  
(Dietrich Drahtlos)

Das magische Auge verwendet man am besten im Dunkeln bei einem Gläschen Wein. Dank des Akkubetriebs kann es in lauen Sommernächten auch im Garten eingesetzt werden. Das grüne Leuchten und die sanften Schwingungen entspannen den Betrachter schnell und nachhaltig. Bereits nach zehn Minuten verschwinden alle schwere Gedanken. Nach weiteren zehn Minuten fällt der Betrachter in Trance, wobei keine Garantie dafür übernommen werden kann, dass er auch wieder aufwacht.



---

Links zum Thema:

Aufbau und Funktion der EM800: <http://people.freenet.de/a-freak/historisch.html>

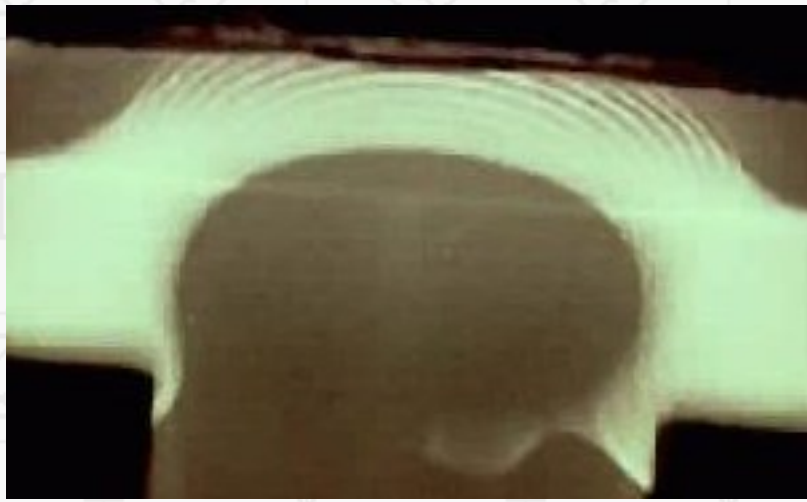
Fotos der EM800 in Aktion: <http://www.die-wuestens.de>

---

### **Nachtrag: Magnetische Ablenkung**

Stefan Huber berichtet: Zum Thema magisches Auge hatte ich vor einigen Jahren ein nettes Experiment aufgebaut. Eine Röhre EM800-ähnlich (Leucht-Streifen) wurde mit geringer Steuerspannung betrieben, so dass die gesamte Anode leuchtete. Danach wurde ein kleiner Hufeisenmagnet aufgelegt. Ergebnis: die Feldlinien des Magneten wurden auf dem Leuchtstreifen als Bögen sichtbar. Durch Variation der Anodenspannung und des Magneten waren diese Muster noch zu verändern. Wesentlich schöner als das Eisenstaub-Experiment.







Zurück

# Stereo-Power mit Röhren

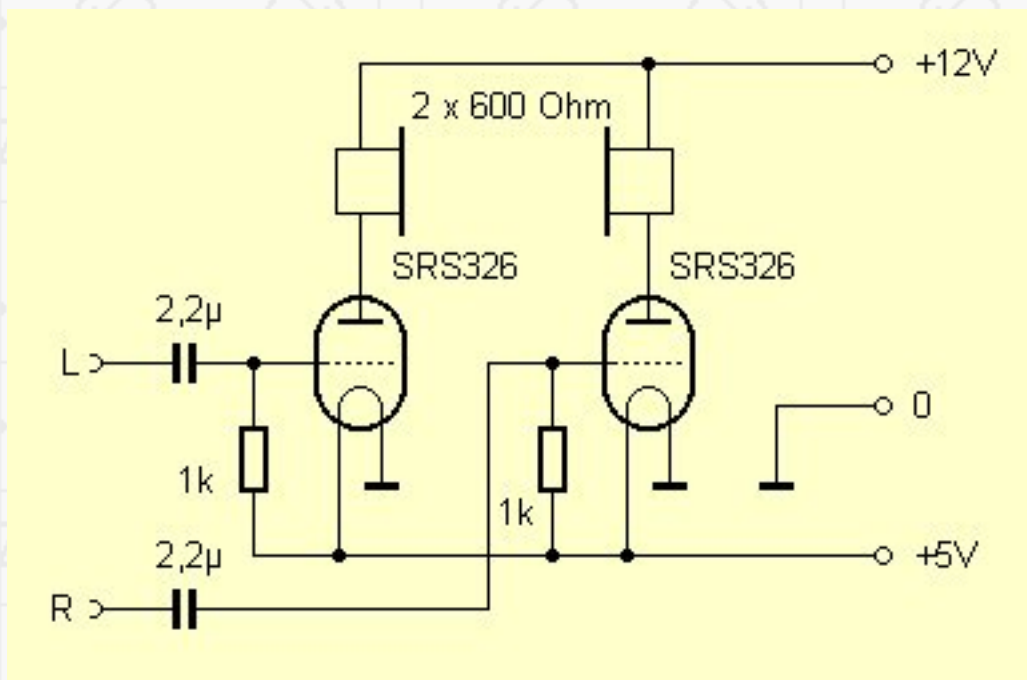
Den besten Klang bringt immer noch der Kopfhörer, noch besser wird es aber mit Röhren. Gewisse Reserven braucht der HiFi-Fan allerdings schon. Deshalb habe ich mir einen Stereo-Kopfhörerverstärker mit zwei 250-Watt-Senderöhren SRS326 gebaut.



Es handelt sich bei der SRS326 um eine direkt geheizte Triode für Kurzwellen-Therapiegeräte. Im Internet habe ich gelesen, dass die Röhre mit 7V/8,5A beheizt wird. Die Anodenspannung ist normalerweise 3000 V, der Anodenstrom 200 mA. Natürlich wäre das für diesen Zweck übertrieben. Deshalb arbeitet mein Verstärker mit nur 12 V an der Anode. Das große Problem ist aber die Heizung. Wegen der direkt beheizten Kathode braucht man Gleichstrom. Aber woher nimmt man 17 Ampere? Die Lösung war ein altes PC-Netzteil. Beide Röhren werden jetzt mit 5 V beheizt. Das dicke Anschlusskabel wird ordentlich warm, aber es klappt. Das Netzteil liefert auch gleich die Anodenspannung.



Ein Sockel für diese Röhre ist natürlich auch nicht aufzutreiben. Die Stifte haben einen Durchmesser von 3 mm. Auf eine M3-Schraube habe ich Federn aus dickem Kupferdraht gewickelt, die nun brauchbare Kontakte ergeben. Die Kontaktfedern lassen sich in einer Richtung relativ leicht auf die Anschlüsse drehen und sitzen dann ausreichend fest.



Die Anodenspannung ist hier wesentlich geringer, als es die Ingenieure des Herstellerwerks (WF, Werk für Fernseh elektronik, Berlin-Oberschöneweide) mal geplant hatten. Deshalb ist auch der Anodenstrom nicht gerade reichlich. Damit genügend Strom fließt, mussten die Gitter positiv vorgespannt werden. Bei einer Gitterspannung von +5V ergibt sich ein Anodenstrom von 2,5 mA. Da nun Gitterstrom fließt, müssen relativ niederohmige Gitterwiderstände verwendet werden.



Der Verstärker bringt ausreichende Lautstärke und einen unglaublich guten Klang. Der relativ kleine Anodenstrom darf direkt durch die Kopfhörer fließen. Kein Trafo stört den Hörgenuss, kein Elko sorgt für zusätzliche Verzerrungen. Allein die Kennlinie der Röhre beeinflusst das Ergebnis. Ein Vergleich mit und ohne den Verstärker zeigt es, der echte Klang wird erst durch die Röhren erzeugt. Zwei Stunden lang konnte ich meine schönste Musik hören. Das sanfte Licht der Röhren und die merkliche Wärmestrahlung rundeten den Eindruck ab.

**Feilen, Löten und Schrauben  
nutzt mehr als manche glauben.**

(Dietrich Drahtlos)

Aber dann, als es gerade am schönsten war, fiel plötzlich ein Kanal aus. Die Röhren waren noch so heiß, dass ich nicht gleich nachsehen konnte. Erst am nächsten Tag konnte ich feststellen, dass eines der Heizanschlusskabel sich selbst abgelötet hatte. Jetzt denke ich über eine zusätzliche Kühlung speziell für die Anschlüsse nach.

### **Nachtrag: Trafoausgang**

Frank Andreas Schmidt schreibt: Sie schließen die Hörer direkt in die Zuleitung. Ich würde das nicht tun, zumindest nicht mit einem HD-600 für 299,- EURO. Der Gleichstrom durch den Hörer beträgt ca. 2,5 mA. An 600 Ohm fallen damit etwa 1,5 Volt ab. Das ist für empfindliche Systeme viel zu viel! Abgesehen von der Gefahr, dass beim Einschalten der Anodenspannung bei schon geheizten Röhren ein deutlicher KNACK ertönt, der schon Ohrensausen verursachen kann, schadet die Gleichspannung (durch Vorspannung der Membran) auf jedem Fall dem Klang. Gleichspannung hat am Kopfhörer nichts zu suchen. Besser wäre ein kleiner Ausgangstrafo. Das kann auch ein alter



Netztrafo sein, z.B. 230VAC zu 24VAC. Durch die Widerstandstransformation ergibt sich auch eine bessere Anpassung an den Röhrenausgangswiderstand. Und Sättigung ist kein Problem bei den kleinen Strömen.

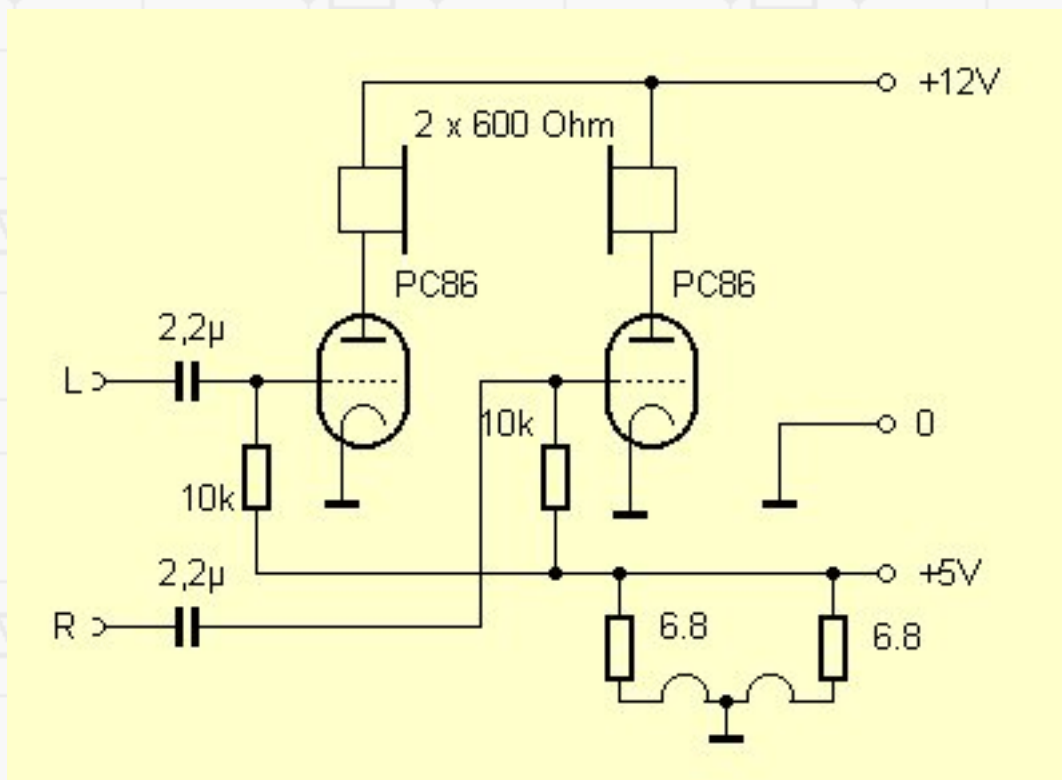
---

### Nachtrag: PC86 geht auch

Einige wollten den Verstärker nachbauen und hatten Probleme, die SRS326 zu bekommen. Deshalb habe ich Experimente mit andern Typen gemacht. Das Ergebnis: Mit kleineren Röhren geht es genauso gut. Aber besonders erfolgreich ist die PC86. Diese steile HF-Triode für UHF-Tuner bringt 14 mA/V bei 175 V, deshalb sind die Daten bei nur 12 V auch nicht schlecht. Die Heizdaten sind 300 mA, 3,8 V. Die Röhre eignet sich ebenso gut für Niederspannungsanwendungen wie die ECC86. Und außerdem sieht sie in der Version mit vergoldeten Kontaktstiften auch noch besonders gut aus.



Die Heizspannung wird hier mit Vorwiderständen auf ca. 3,8 V gebracht. Der bescheidene Heizstrom von insgesamt 600 mA kann locker von einem PC-Netzteil nebenbei aufgebracht werden. Deshalb könnte das der ideale Kopfhörerverstärker für die PC-Soundkarte sein. Auch der direkte Einbau in den PC ist nicht unmöglich.



Wie man sieht, fließt hier auch wieder Gleichstrom durch den Kopfhörer. Umfangreiche Versuche haben ergeben, dass jeder Übertrager den Klang verschlechtert. Dagegen scheint mir ein Gleichstrom von 2,5 mA und eine Verlustleistung von knapp 2 mW am Kopfhörer vertretbar zu sein. Nur bei niederohmigen Kopfhörern geht es leider nicht anders..

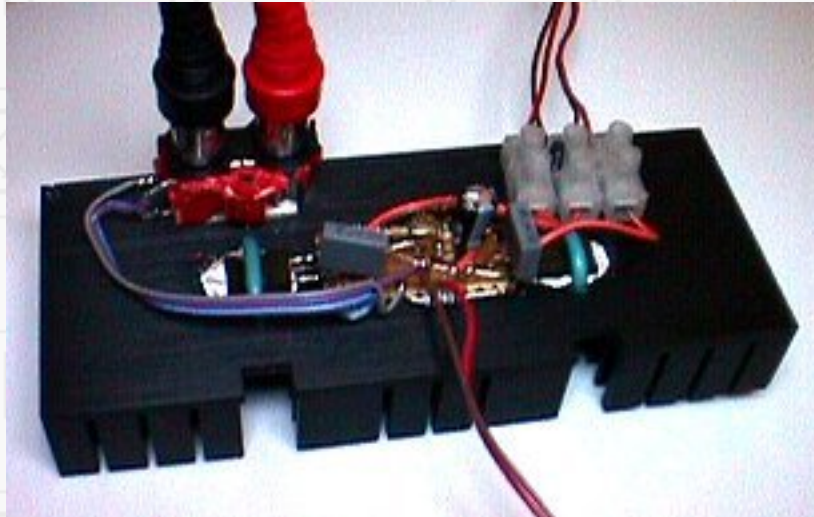
Siehe auch: [Kopfhörerverstärker mit zwei EL84](#)

# Stereo-Power, MOSFET Klasse A

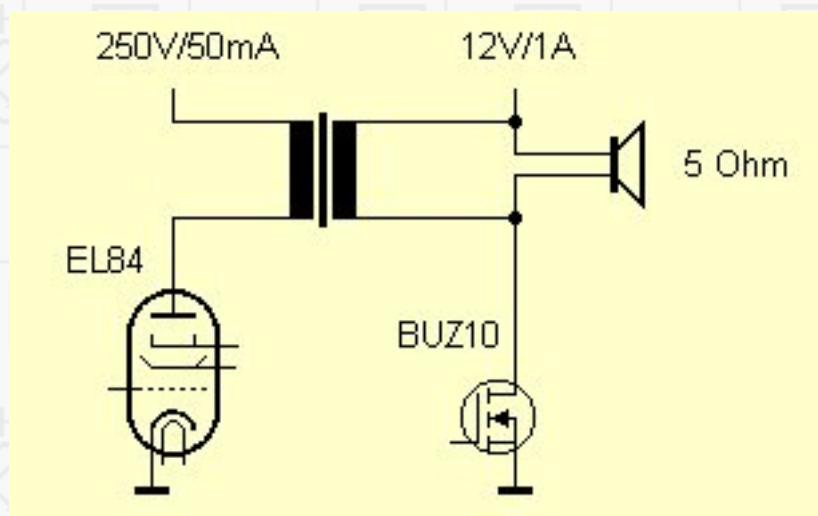


Zurück

Kann man auch ohne Röhren Verstärker bauen, die genauso gut klingen wie ein altes Röhrenradio? Lange Versuche haben gezeigt, es geht! Und zwar mit Power-FETs in Klasse-A-Betrieb und zwei Röhrenradios als Lautsprecherboxen. Der hier gezeigte Verstärker wird ordentlich heiß, obwohl er auf einem großen Pentium-Kühlkörper aufgebaut wurde. Aber der Klang ist so gut, dass sogar eine Wasserkühlung gerechtfertigt wäre.

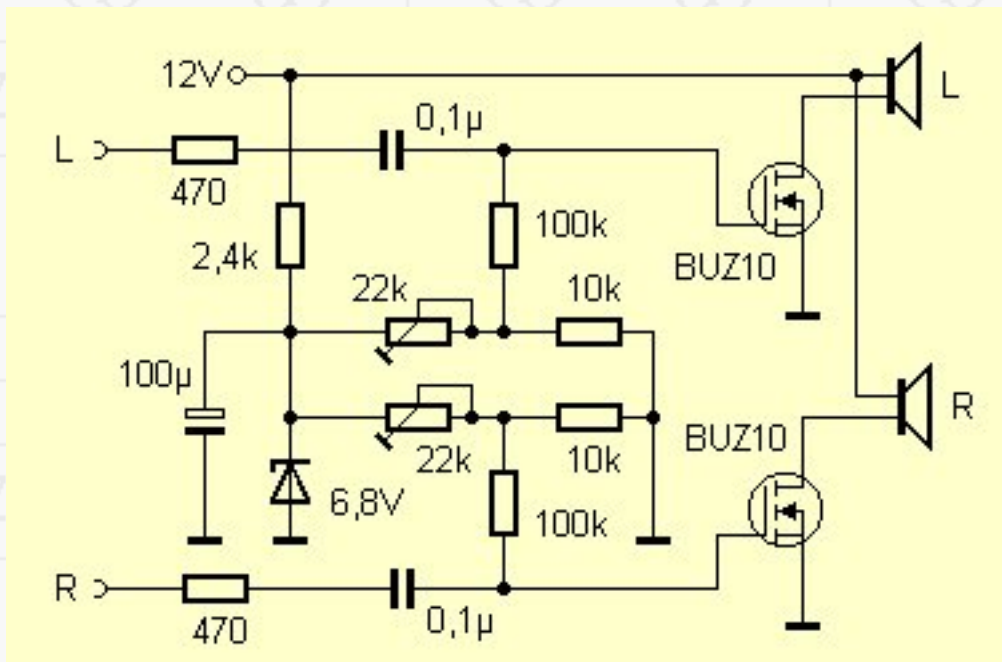


Was macht eigentlich das Besondere am Klang eines Röhrenradios aus? Da ist zunächst einmal das große Gehäuse, das hinten viele kleine Lüftungslöcher hat. Der große Lautsprecher bildet zusammen mit dem Ausgangsübertrager und dem Gehäuse ein wohl abgestimmtes Gesamtsystem. Man kann davon ausgehen, dass sich die Hersteller bei der Entwicklung viel Mühe gegeben haben. Das Gesamtsystem hat wohl keinen extrem glatten Frequenzgang, aber insgesamt eben einen sehr abgerundeten Klang.



Ein zweiter und ganz entscheidender Punkt ist, dass der Röhrenverstärker den Lautsprecher hochohmig ansteuert. Es wird also ein Strom gesteuert, während moderne Gegentakt-HiFi-Verstärker eine Spannung ausgeben und selbst einen sehr geringen Innenwiderstand haben. Dies erreicht man

durch eine starke Gegenkopplung. Der alte Röhrenverstärker arbeitet dagegen ohne Gegenkopplung. Das bedeutet, dass Eigenresonanzen des Lautsprechersystems nicht elektrisch gedämpft werden. Im Ergebnis ist der Frequenzgang zwar messtechnisch weniger ideal, der Klang aber deutlich wärmer. Aber braucht man dafür eine Röhre? Nicht unbedingt, ein FET kann das genauso. Daher kam die Idee, einen einfachen Klasse-A-Verstärker mit einem Power-FET direkt am Ausgang anzuschließen. Entsprechend dem Übertrager-Wicklungsverhältnis braucht man sekundär weniger Betriebsspannung, dafür aber mehr Strom. Der größte Teil des Drainstroms fließt durch den Trafo, sodass der Lautsprecher kaum mit Gleichstrom belastet wird. Dass an der Primärseite des Trafos eine größere NF-Spannung erscheint, spielt hier keine Rolle, solange die Kathode der EL84 kalt bleibt. Das bedeutet, man dann das Radio ohne zusätzliche Umschaltung entweder als Röhrenradio oder als Lautsprecherbox betreiben.



Die Schaltung zeigt die beiden Trimmer zur Einstellung der Gate-Vorspannung. Für jeden Transistor getrennt wird der gewünschte Drainstrom eingestellt. Ein Elko sorgt für ein weiches Hochfahren der Gatespannung, sodass wie bei einem Röhrenverstärker kein Einschaltknack zu hören ist. Wichtig sind auch die Serienwiderstände am Eingang, weil der Verstärker sonst zu wilden HF-Schwingungen neigt. Für die ersten Versuche standen leider keine gleichen Transistoren zur Verfügung, es wurden daher unterschiedliche Transistoren (BUZ71 und IRF244) verwendet, was zu ungleicher Verstärkung führte. Der Klang war aber trotzdem schon sehr ermutigend. Dann ging zufällig eine Energiesparlampe kaputt. Natürlich musste ich sie routinemäßig zerlegen (was sonst!) und fand zu meiner großen Freude zwei Leistungs-FETs des mir unbekannt Typs K2N52. Es muss sich um spannungsfeste FETs bis ca. 600 V handeln, wobei der Strom eher bescheiden sein darf. Tatsächlich wurde ein ON-Widerstand um 5 Ohm und ein maximaler Strom von ca. 1 A gemessen. Die Steilheit ist geringer als bei einem BUZ10 oder BUZ71, aber mit einem Ruhestrom von 400 mA ergab sich ein guter Kompromiss zwischen maximaler Lautstärke und Wärmeentwicklung.

**Ohne Schrott im Haus  
kommt der Erfinder nicht aus.**  
(Dietrich Drahtlos)





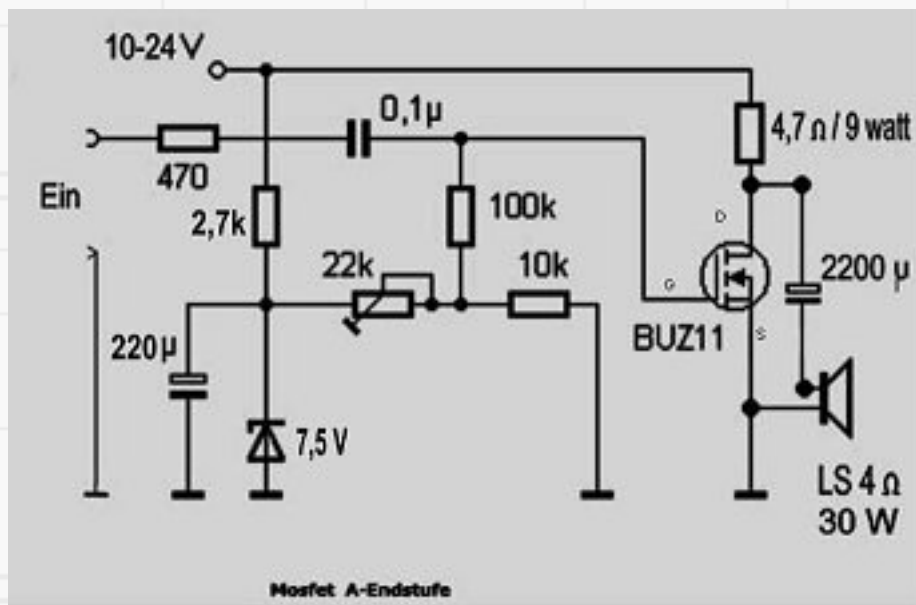
Weil ich kein Röhrenradio wegwerfen kann, stehen sowieso überall welche rum, manche funktionieren gut, manche warten noch auf ihre Restaurierung und andere sind derzeit völlig still. Aber als Lautsprecherbox funktioniert ein Radio auch dann noch, wenn röhrentechnisch gesehen schon alles zu spät ist. Übrigens müssen die Radios beider Kanäle nicht unbedingt vom selben Typ sein. Bei mir ist der linke Kanal ein Siemens-Super [H64](#), der rechte ein Grundig-Zauberklang 2065.

Der Klang ist nach meinem subjektiven Eindruck nicht nur ebenso gut wie bei Röhrenradios, sondern sogar noch etwas besser. Wie das sein kann? Der leicht gekrümmten Kennlinie einer Pentode sagt man nach, dass sie mit ihren unvermeidlichen Verzerrungen eine Anreicherung an ungeraden Harmonischen bewirkt, die vom Hörer als besonders angenehm empfunden werden. Vergleicht man die Röhrenkennlinie mit der eines Power-FET, dann fällt sofort die große Ähnlichkeit auf. Allerdings muss man bei größeren Transistoren das Gebiet relativ kleiner Ströme genauer betrachten. Dort ist die Krümmung stärker, die Kennlinie ähnelt hier eher einer Triode als eine Pentode. Das bedeutet, dass man bereits bei kleinerer Lautstärke in den Genuss des vollen Röhrenklangs kommt.

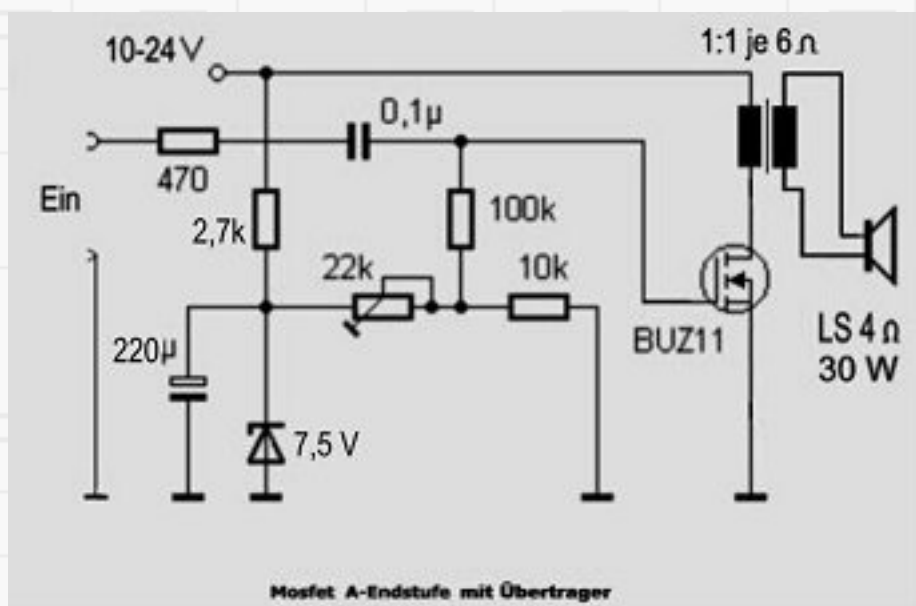
---

### **Nachtrag von Stefan Semm: Kondensator- und Trafokopplung**

Den kleinen Mosfet-Verst habe ich inzwischen nachgebaut. Er hat auf Anhieb funktioniert. Ich war aber noch nicht ganz zufrieden, da ich an meinem einzigen Röhrenradio nicht rumbasteln wollte, hab ich einen normalen LS benutzt. Doch der etwas hohe Ruhestrom verbog mir die Lautsprechermembran :-( und der Klang leidet dadurch... Hier mein Nachbau in etwas abgeänderter Form. Einmal mit Koppelkondensator, mit guten Klangeigenschaften. Man könnte das ganze auch in Drainschaltung bauen (hier gezeigt jeweils Sourceschaltung, mono).



Ein anderes Beispiel zeigt die Schaltung mit Übertrager, mit ebenfalls guten bis sehr guten Klangeigenschaften. Ich benutze hierzu einen sehr großen ehemaligen Trenntrafo mit über 200 W Leistung aus einem alten Grundig FS. Die Chassis gab es mal eine zeitlang in den 80ern. Zufälligerweise paßt er von der Impedanz genau zu der Schaltung. Und durch die massige Größe ist er als Ausgangsübertrager bestens geeignet (große Übertrager haben bessere Klangeigenschaften). Was man im Keller noch alles so rumliegen hat!



Nun noch einiges zu den Werten: Die Spannung ist wie gesehen variabel, am besten hört sich's so bei 15 V an. Der Ruhestrom sollte so zwischen 250mA und 800mA eingestellt werden, je nach Geschmack und Größe des Kühlkörpers, damit der BUZ11 nicht so leidet. Man könnte eventuell noch einen parallel schalten. Ich habe bei mir ca. 10V und 300mA eingestellt, da wird er nur wenig warm. Bei meinem ersten kleinerem Kühlkörper wurde er heiß wie eine Herdplatte. Die Ausgangsleistung ist wohl eher gering, vielleicht 1/2 - 1W max. Die Musik kommt von einem kleinem Kassettenrekorder, über Ohrhörerausgang kann man die Lautst. gut regeln. Der Klang kommt meinem alten Röhrengerät mehr als nahe. ...

## Nachtrag: Messergebnisse

In ELEXS werden genaue Messungen an einem ähnlichen Verstärker durchgeführt: [www.elexs.de/sinus2.htm](http://www.elexs.de/sinus2.htm)

---

## Nachtrag: Der FET-Amp von Elektor

Die Schaltung wurde inzwischen weiter entwickelt und im Elektor-Labor zu einem Platinenprojekt veredelt. Man braucht jetzt kein Röhrenradio mehr als Lautsprecherbox, weil die Schaltung eine Kondensatorkopplung besitzt. Dazu wurde ein weiterer Power-Fet als aktive Stromquelle hinzugefügt. Außerdem wurde ein dritter FET als Imedanzwandler vorgeschaltet.

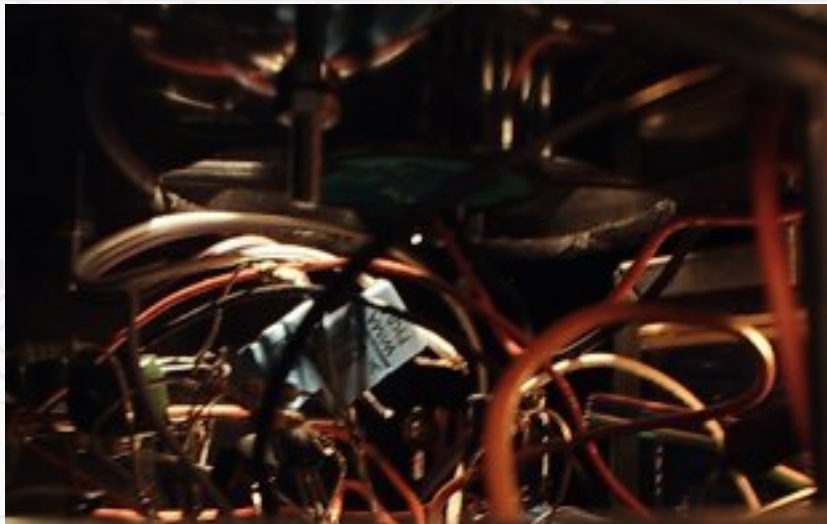


(Foto von [www.elektor.de](http://www.elektor.de), Vorschau auf das Heft 12/03)

Der Prototyp dieser Entwicklung steht jetzt im Zimmer meines Sohnes Fabian und dient als fetter Soundkarten-Nachbrenner. Zum Kampf gegen die enorme Abwärme des Geräts wurde ein Lüfter eingebaut. Die von Fabi speziell konstruierte Fallstromkühlung richtet einen scharfen Luftstrahl von oben direkt auf den Kühlkörper.



Der Lüfter war im ersten Ansatz zu schnell und zu laut. Wir haben deshalb eine kleine Glühlampe in Reihe geschaltet, die nun im Inneren einen dezenten Lichtschein verbreitet. Nur manchmal weiß man nicht: Heizt er noch, oder brennt er schon?







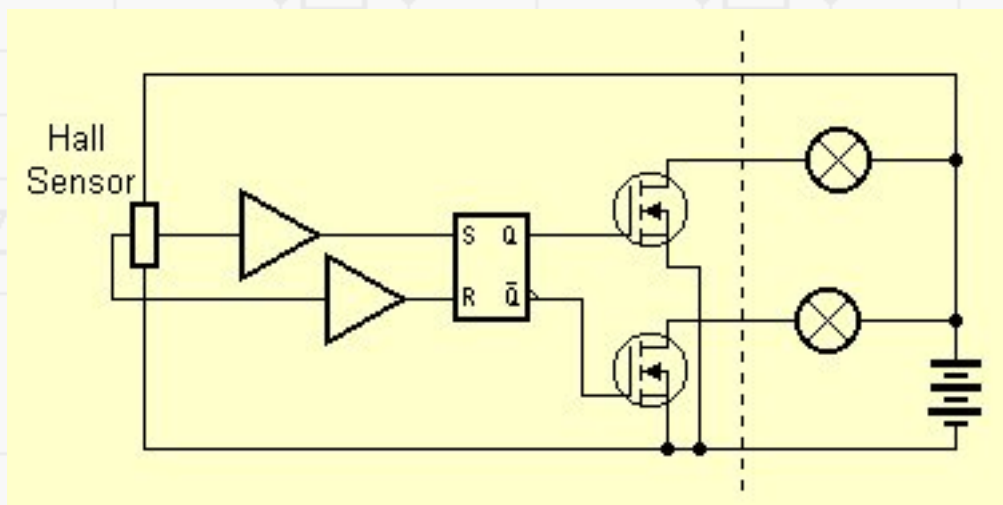
Zurück

# Der Magnetschalter

Wenn mal wieder ein PC-Lüfter kaputt geht, sollte man ihn nicht gleich wegwerfen, sondern erst mal reinschauen. Dieser hier enthielt nur ein IC (Aufdruck: 276 012F) mit vier Beinchen. Plus, Minus und zwei Ausgänge für die Motorspulen, mehr braucht man anscheinend nicht. Und das Besondere ist, die Ausgänge schalten je nach Polarität eines äußeren Magnetfelds um.



Die Versuche mit diesem Baustein legen folgendes Innenschaltbild nahe. Ein Hallsensor liefert ein Signal, wenn ein äußeres Magnetfeld herrscht. Ab einer gewisse Stärke wird ein RS-Flipflop getriggert und schaltet die Ausgänge um. Der bürstenlose Lüftermotor funktioniert also deshalb, weil das IC immer weiß, in welcher Stellung der Anker steht. Es wird dann jeweils die passende Spule eingeschaltet.



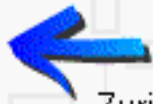
Damit kann man natürlich auch andere feine Sachen machen. Zum Beispiel kann man sich ein Magnetschloss bauen. Ein kleiner, starker Magnet dient als Schlüssel. Lampen, kleine Motoren und Relais kann das IC direkt steuern. Schließlich hat es ja auch die Spulen geschafft.



Es reicht z.B. ein Magnet aus einem kleinen Gleichstrommotor. Noch besser sind die sehr starken Magneten aus CD-Laufwerken. Sie lassen sich z.B. in einen normalen Schlüssel einbauen.



**Bei der gezielten Lösungssuche  
helfen auch kleinste Vorversuche.**  
(Dietrich Drahtlos)



Zurück

# Das magische Auge EM34

Ja ich weiß, alte Röhren soll niemand zerstören. Aber diese hier war schon kaputt. Ich habe sie in einem alten Radio ausgetauscht und durchgemessen: Der Heizfaden war durchgebrannt. Eine gute Gelegenheit, mal genauer nachzusehen, wie es drinnen aussieht.

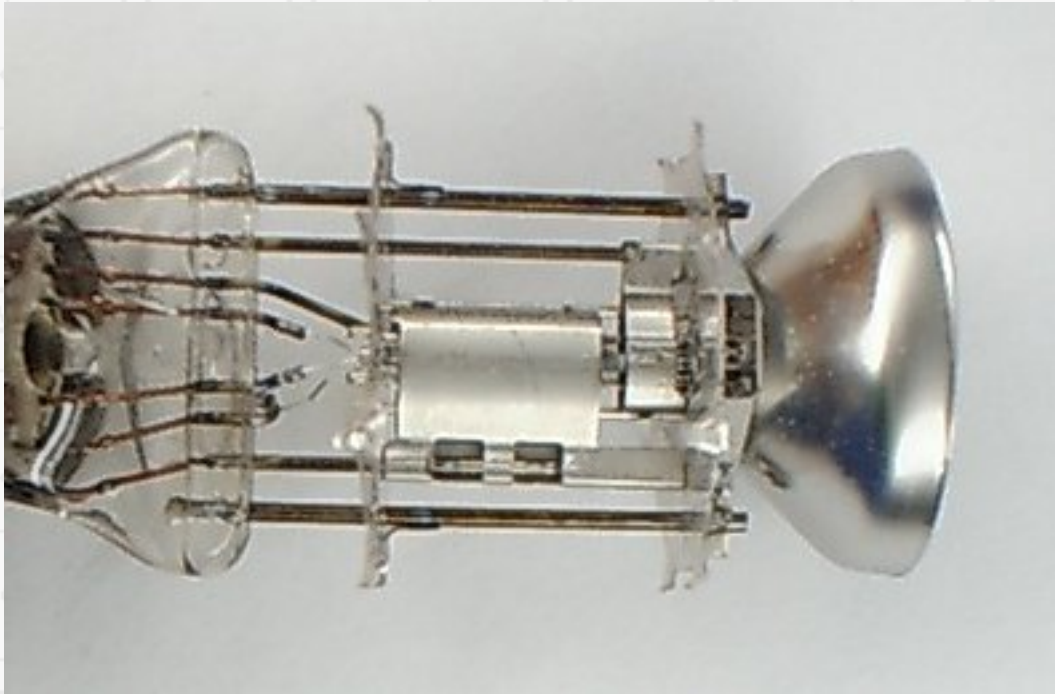


Die Goldfarbe lässt sich leicht abkratzen, und schon sieht man mehr. Die EM34 enthält eine Triode und zusätzlich den Leuchtschirm, der sich mit der Triode eine gemeinsame, durchgehende Kathode teilt. Schön zu erkennen ist auch der Quetschfuß, den man bei moderneren Röhren durch einen Pressglasboden ersetzt hat.





Und dann kam die EM34 in eine Plastiktüte, ein gezielter Schlag mit der Zange, Poff, da lag das Innere frei. Ein eigenartiger Geruch erinnerte mich dabei spontan an lange vergangene Untaten ähnlicher Art, obwohl doch eigentlich ein Vakuum nicht riechen sollte. Vielleicht liegt es an dem Gettermaterial, das vorher eine silberne Schicht am Glaskolben bildete und nun spontan oxidiert. Jetzt ist der Glaskolben jedenfalls weg, und alle Einzelheiten sind gut zu sehen. Zwei Glimmerplättchen halten alles zusammen und dienen zur Zentrierung des Systems im Glaskolben.



Wenigstens einmal noch sollte die geöffnete Röhre grün leuchten. Deshalb habe ich einen Hochspannungsfunken auf die Leuchtschicht gerichtet. Und tatsächlich, ein schwaches grünes Leuchten war zu erkennen. Allerdings nutzt die Leuchtschicht dabei noch schneller ab, als im normalen Betrieb, wo das magische Auge ebenfalls im Laufe von Jahren an Leuchtkraft verliert. Na jedenfalls hat diese Röhre ihre Pflicht getan. Man sieht sogar noch das eingebrannte Leuchtmuster auf dem Schirm.



**Erfinder und Ingenieure**



**verliehen sich auf die Röhre.**  
(Dietrich Drahtlos)

---

Die Ersatzröhre EM34 habe ich hier bekommen: [www.die-wuestens.de](http://www.die-wuestens.de)

Wie die Röhre im normalen Betrieb aussieht, zeigt Åke Holm: <http://w1.871.telia.com/~u87127076/eyes/em34.htm>

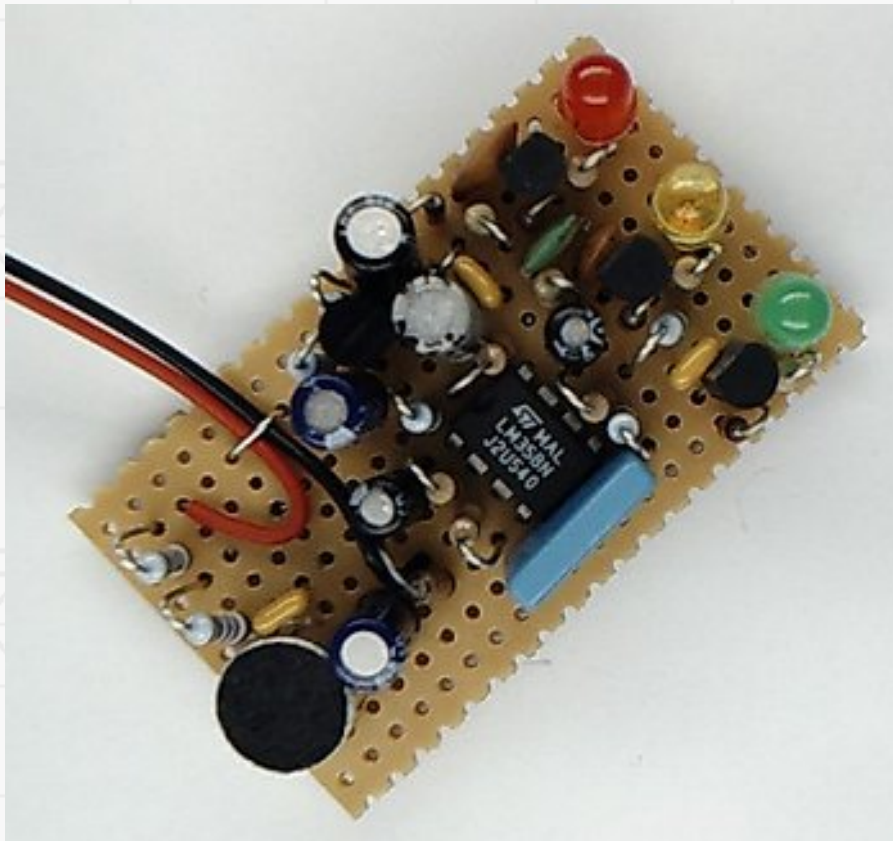
Das Innenleben einer EL84 wird von Crappy Thumb erklärt: [www.CrappyThumb.de.vu/](http://www.CrappyThumb.de.vu/)



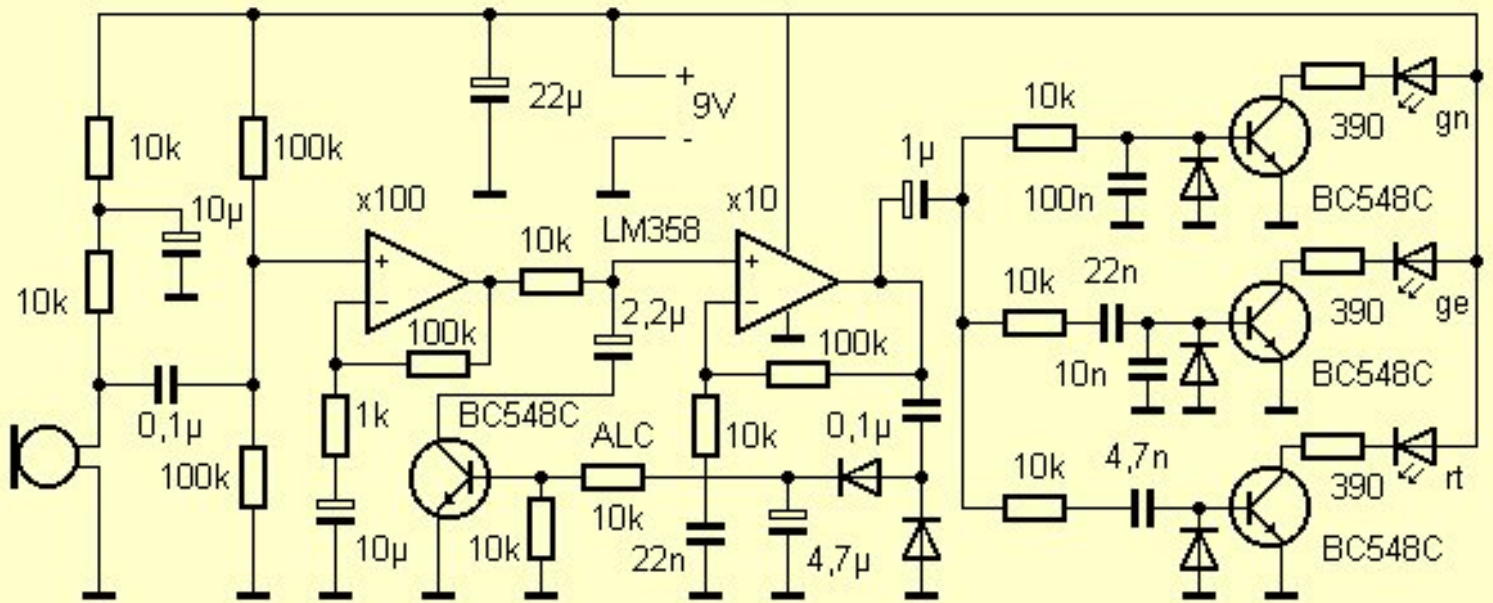
Zurück

# Die Taschenlichtorgel

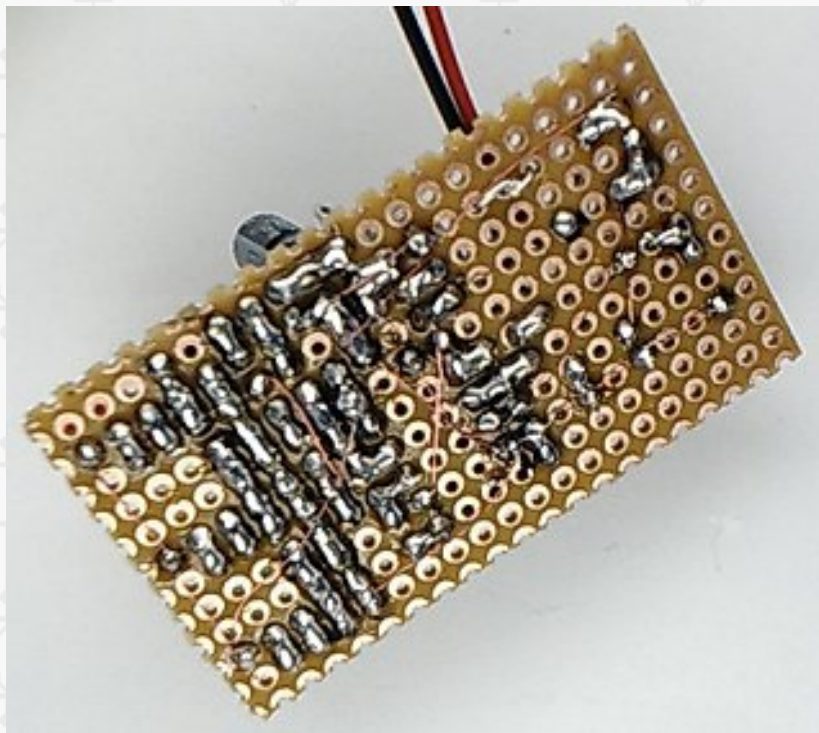
Eine Lichtorgel ist etwas feines. Aber muss es immer so groß und grell sein? Eigentlich reichen doch auch drei bunte LEDs. Dann kann man die ganze Schaltung mit einer Batterie betreiben. Es reicht für eine ganz kleine und sehr private Disko.



Die Schaltung verwendet ein Elektret-Mikrofon am Eingang. Ein doppelter Operationsverstärker verstärkt das NF-Signal bis zu 1000-fach. Zusätzlich ist eine automatische Verstärkungsregelung eingebaut, damit man ganz ohne ein Poti auskommt. Drei Transistoren steuern die drei LEDs für tiefe, mittlere und hohe Töne.



Tut mir sehr leid, dass die Schaltung so kompliziert geworden ist. Aber es handelt sich hier um eine Lichtorgel der oberen Luxusklasse. Extrem klein und sehr fein. Allerdings ist die Löterei mit viel Arbeit verbunden. Wer möchte, kann auch den ganzen Mikrofonverstärker weglassen und die drei 10-k-Widerstände der Frequenzfilter direkt einen Lautsprecherausgang des Verstärkers anschließen.



**Wenn auch der dritte Prototyp nicht lief,  
ging meist das ganze Projekt später schief.**  
(Dietrich Drahtlos)



Zurück

# Ein Kurzwellenkonverter

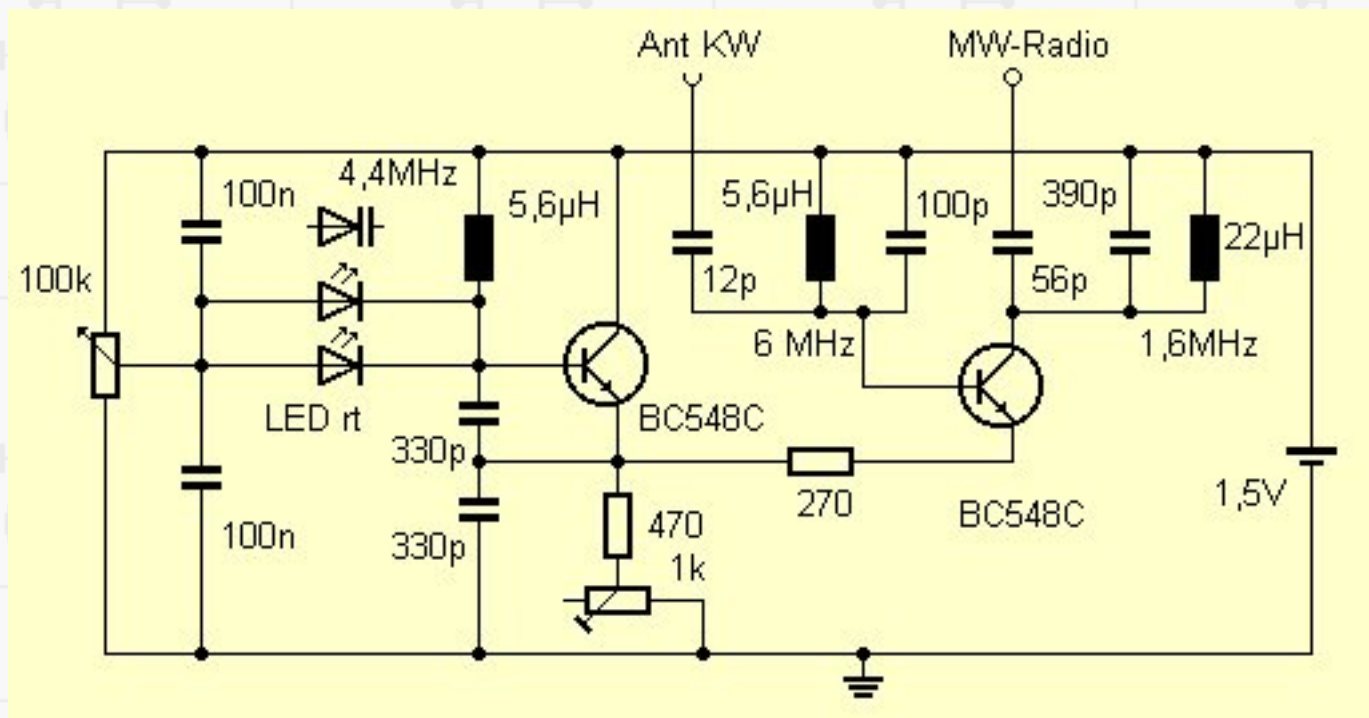
Im Angesicht zahlreicher Festinduktivitäten auf der Schrottplatine eines ausgeschlachteten Satellitenreceivers packte mich der sportliche Ehrgeiz: Ist es zu schaffen, ohne abgleichbare Spulen und nur mit ganz normalen Bauteilen aus der Bastelkiste einen Kurzwellenkonverter zu bauen? Die Schaltung sollte einfachen Mittelwellenempfängern zu einem Kurzwellenbereich verhelfen.



Hier sieht man das Ergebnis. Der Konverter setzt das 49-Meter-Kurzwellenband auf die Mittelwellenfrequenz 1,6 MHz um. Am oberen Bandende im Mittelwellenbereich sucht man sich eine freie Frequenz, auf die dann die Kurzwellenstationen umgesetzt werden. Die Empfangsleistung ist mit einer Drahtantenne von einem bis zwei Metern so überzeugend, dass ich ernsthaft daran denke, das Gerät ganz ordentlich in ein Gehäuse einzubauen.

Der Konverter enthält einen freischwingenden Oszillator bei etwa 4,4 MHz, der mit zwei LEDs in ihrer Eigenschaft als Kapazitätsdioden über ein Spindelpoti abgestimmt wird. Eine Grobeinstellung der Frequenz gelingt über die Einstellung des Emitterstroms mit einem 1-k-Trimмер. Die Oszillatorfrequenz ist stark abhängig von Arbeitspunkt. Das liegt einerseits an der Verwendung eines NF-Transistors und andererseits an der äußerst geringen Betriebsspannung. Die Transistorkapazitäten sind unter diesen Bedingungen relativ groß und ändern sich stark mit dem Arbeitspunkt. Alles was einem passionierten HF-Techniker ein Gräuel ist, wird hier ausgenutzt, um den Frequenzbereich ohne spezielle HF-Bauteile wie Drehkos oder Spulen mit Schraubkern zu trimmen.





Der zweite Transistor bildet die Mischstufe. Rechnet man die Resonanzfrequenz der Schwingkreise nach, kommt man auf 6,7 MHz für den Antennenkreis und 1,7 MHz für den Ausgangskreis. Zusätzliche Transistorkapazitäten und die Einflüsse der Koppelkondensatoren verschieben die Resonanzfrequenz jeweils etwas nach unten. Die Schwingkreise sind relativ stark bedämpft, sodass die Bandbreite ausreichend groß ist um ohne einen speziellen Abgleich auszukommen. Auch in der Mischstufe widerspricht die geringe Kollektor-Emitterspannung von ca. 0,6 V allen üblichen Grundsätzen der HF-Schaltungstechnik. Die Ergebnisse sind aber trotzdem recht gut, weil keine besonders hohe Mischverstärkung erforderlich ist. Die ganze Schaltung braucht dabei weniger als 1 mA. Deshalb konnte problemlos eine Alkali-Batterie fest eingelötet werden, die meine Digitalkamera bereits als Schrott verworfen hatte.

Obwohl ich mir viel Mühe gegeben habe, die Schaltung so zu entwickeln, dass der Abgleich problemlos ist, muss ich hier eine allgemeine Warnung aussprechen, um weniger erfahrene Elektroniker vor einem großen Frust zu bewahren. Bereits relativ geringe Bauteiletoleranzen können dazu führen, dass man trotz aller Mühen immer haarscharf neben dem 49-m-Rundfunkband landet. In diesem Fall können kleine Veränderungen der Kondensatoren helfen. Bei der Entwicklung hatte ich einen HF-Testgenerator und ein Oszilloskop zur Verfügung. Wer solche Geräte nicht hat, muss vielleicht etwas länger probieren. Falls jemand die Schaltung unverändert nachbaut, würde ich mich über eine Nachricht freuen, ob der Frequenzbereich ohne Probleme reproduzierbar war.

**Auch das allergrößte Hindernis  
überwindet die Ausdauer ganz gewiss.  
(Dietrich Drahtlos)**



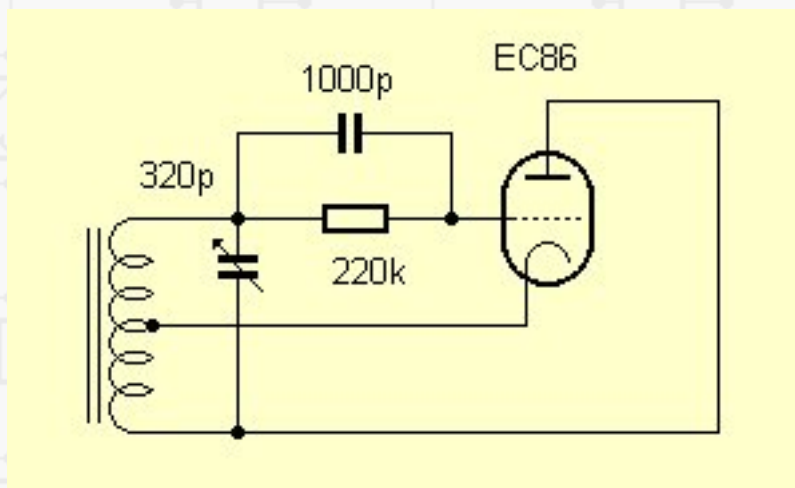
Zurück

# Anodenspannung Null

Allgemein geht der Trend hin zu immer kleineren Betriebsspannungen. Der Prozessor im PC läuft heute schon mit weniger als 3 Volt, und die digitale Elektronik zielt langfristig auf den 1-Volt-Durchbruch. Auch Versuche mit Elektronenröhren werden immer öfter mit kleinen Spannungen durchgeführt. Der absolute Rekord ist mir nun mit einer UHF-Triode PC86 gelungen: Ein Hochfrequenzoszillator mit einer Anodenspannung von 0,000 Volt. Dieser ZVO (Zero Voltage Oszillator) wird sicherlich die Technik revolutionieren.



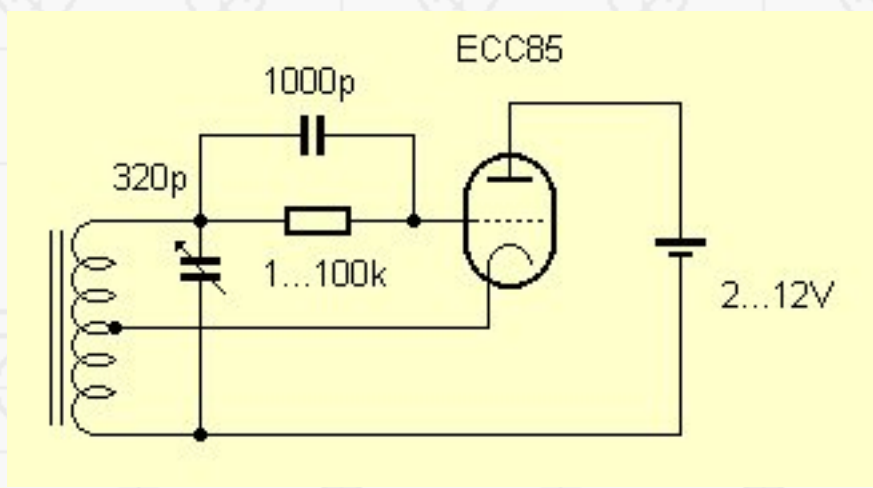
Die Schaltung kann mit einem Oszilloskop überprüft werden. Man kann aber auch mit einem Mittelwellenradio das Signal des Oszillators empfangen, am besten durch Interferenz zu schwachen Sendern. Die Schaltung lässt sich ganz universell als Prüfsender verwenden. Übrigens, wenn man die Heizspannung abschaltet, läuft der Oszillator noch so lange weiter, wie die Kathode noch ausreichend glüht.



Elektrische Schwingungen ohne Einsatz elektrischer Energie? Manch einer mag nun auf diesen Sieg über die Physik anstoßen, nicht aber der Physiker selbst. Er vertraut nämlich auf den Energieerhaltungssatz und stellt ganz nüchtern die Frage, woher stammt denn diese Energie. Na klar, sie stammt aus der heißen Kathode. Elektronen werden mit so viel Energie ausgesandt, dass sie bis zu Anode fliegen. Es handelt sich daher hier nicht um das lang gesuchte Perpetuum Mobile, sondern um den ersten dokumentierten Fall einer direkten Energieumwandlung von Wärme in elektrische Schwingungen. Theoretisch könnte man die Kathode auch mit Gas beheizen und so elektrische Energie gewinnen. Allerdings ist der Wirkungsgrad eher bescheiden.

**Es wird kein Patent,  
was jeder schon kennt.**  
(Dietrich Drahtlos)

Die Schaltung ist das Endergebnis einer Versuchsreihe zum Thema "Wie viel Anodenspannung braucht die Röhre". Sobald echte Verstärkung auftritt, kann man Schwingungen erzeugen. Für den Versuch wurde eine möglichst verlustarme Anordnung gewählt. Eine Mittelwellen-Ferritantenne mit einer Wicklung aus HF-Litze zusammen mit einem Folien-Drehkondensator weist einen hohen Resonanzwiderstand auf. Allerdings bewirkt der unvermeidliche Gitterstrom der Röhre eine zusätzliche Dämpfung. Es ist daher nötig, den Gitterwiderstand zu variieren. Ein großer Gitterwiderstand verringert den Gitterstrom und die Dämpfung, zugleich aber auch den Anodenstrom und die Steilheit der Röhre. Der optimale Kompromiss kann für jede Röhre anders aussehen. Für eine ECC85 lag das beste Ergebnis bei 5,6 kOhm und 2,5 V. Mit der PC86 ergab sich eine Überraschung: Das Optimum lag bei größeren Widerständen von einigen 100 kOhm. Bei einer Anodenspannung von nur einem Volt konnten noch Pendelschwingungen beobachtet werden. Und bis herunter zu null Volt reißt die Schwingung nicht ab.





# Stereo-Verstärker, vier mal PL504



Zurück

Die Anregung kam aus dem Katalog der Firma Pollin: Eine EL504 für nur einen Euro? Diese völlige Unterbewertung einer solch starken Röhre brachte mich dazu, gleich ein paar davon zu bestellen und einen Stereo-Powerverstärker zu bauen. Nur konnte ich nicht abwarten, bis das Päckchen kommt. Deshalb habe ich erst einmal alle PL504 (Heizung 27V/0,3A statt 6,3V/1,3A) zusammengesucht, die noch in der Röhrenkiste lagen: genau vier Stück. Damit müsste doch was zu machen sein.

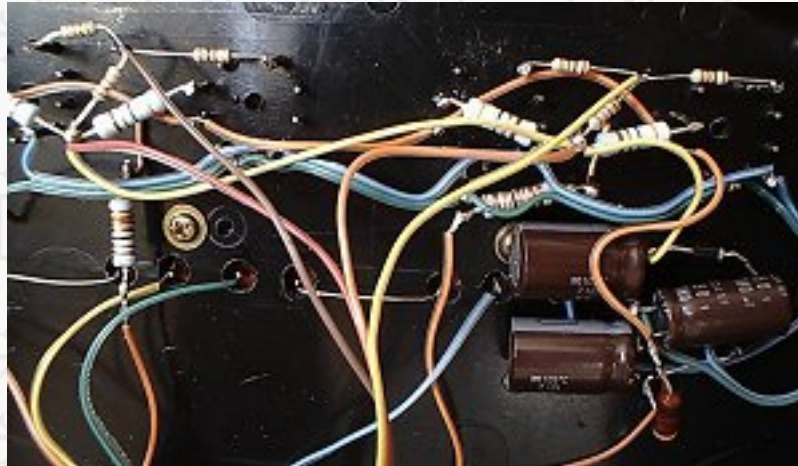


In der endgültigen Schaltung sollen vier [EL504](#) in Reihe an 24 V geheizt werden. Das Vorläufermodell mit den PL504 läuft deshalb mit 24 V statt 27 V. Und die Anodenspannung wurde auch reduziert. Etwa 50 V entstehen aus einer Spannungsverdopplung der Heizspannung. Deshalb stellen die offenen Anodenkappen keine Gefahr für die Nasen neugieriger Betrachter dar. Und außerdem soll die Bastelecke ja jugendfrei bleiben, da verbieten sich höhere Spannungen.

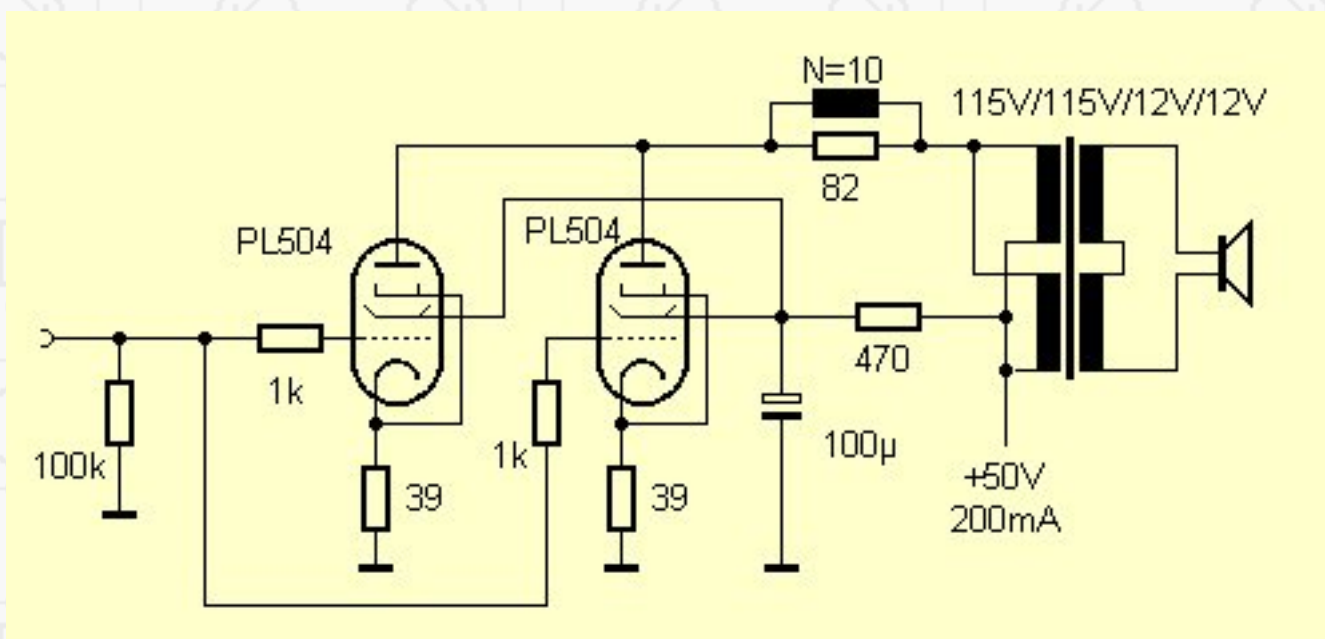


Für den Aufbau hatte ich keine Magnoval-Fassungen. Deshalb wurden passende Löcher direkt in das PVC-Chassis gebohrt. Röhren rein, von unten Steckkontakte drauf, fertig. Nur leider waren nicht alle Eigenbau-Sockel genau genug und setzten die Pins unter starke mechanische Spannung. Einer der vier Röhren verabschiedete sich deshalb beim ersten Probetrieb mit einem lauten Knall. Der Sockel hat jetzt ein Sprung. Luft ist eingedrungen, und an der Spitze ist der Silberglanz einem Grauschleier gewichen.

**Manch schwieriger Fall  
endet mit Blitz und Knall.**  
(Dietrich Drahtlos)



Schade, jetzt sind nur noch drei Röhren da. Aus Gründen der Stereo-Symmetrie wurde am anderen Kanal ebenfalls eine Röhre außer Betrieb genommen, indem sie von der Heizspannung abgeklemmt wurde. Die ganze Combo spielt jetzt nur noch mit halber Besetzung. Aber der Klang ist trotzdem Spitze! Bei einem Anodenstrom von bis zu 100 mA pro Röhre kann man natürlich schon einiges erwarten.



Das Schaltbild für einen Kanal zeigt eine Klasse-A-Eintaktendstufe mit zwei parallelen Röhren. Die PL504 hat eine große Steilheit. Deshalb kommt man ganz ohne eine Vorstufe aus. Allerdings neigt

der Verstärker zu wilden Schwingungen und war manchmal im UKW-Bereich zu hören. Ein Dämpfungswiderstand mit aufgewickelter HF-Drossel sorgt für Ruhe. Als Ausgangsübertrager hat sich ein 30-Watt-Netztrafo bewährt. Das Wicklungsverhältnis von 5 zu 1 passt gut zu der geringen Betriebsspannung und zur niedrigen Impedanz der Röhren. Der Verstärker hat auch schon mit nur einer Röhre pro Kanal einen sauberen Klang bis zur Vollaussteuerung. Deshalb sollte niemand schlecht über Zeilen-Endröhren wie die PL504 sprechen. Es muss wirklich nicht immer die teure EL34 sein!





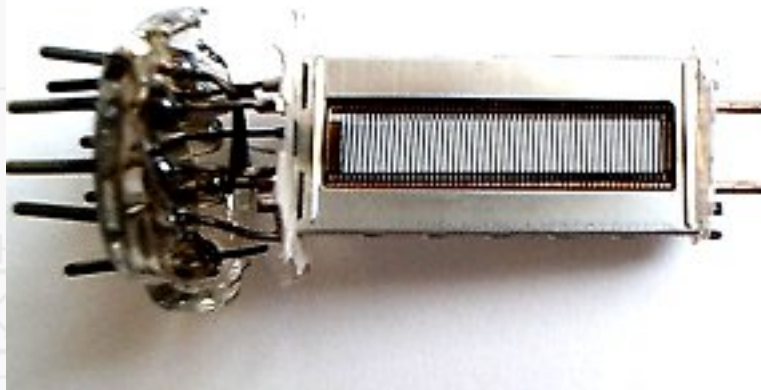
Zurück

# Beam-Power-Röhre EL504

Endlich habe ich sie bekommen, zehn EL504. Völlig ungebraucht und ganz ohne Beschriftung. Vier sind gleich in meinen neuen [PL504](#)-Verstärker gekommen. Nur die Heizung musste auf 6 V umgestellt werden. Ab jetzt herrscht kein Mangel mehr an HiFi-Power.



Mit vier statt zwei Röhren war der Verstärker zunächst etwas schwingfreudig. Zur Verbesserung der Stabilität hat jetzt jede Röhre ein eigenes Dämpfungsglied aus einem 82-Ohm-Widerstand mit aufgewickelter Drahtspule. Seitdem wurden keine UKW-Schwingungen mehr beobachtet. Der Verstärker kann übrigens wahlweise mit zwei oder vier Röhren betrieben werden. Wenn nicht die volle Power gebraucht wird und es im Zimmer sowieso schon warm genug ist, wird einfach die Heizung der mittleren beiden Röhren abgeschaltet.



Eine meiner vier PL504 war ja dem unsachgemäßen Einbau zum Opfer gefallen und am Glaskolben gesprungen. Damit dieser Verlust nicht ganz sinnlos war, habe ich die Röhre seziiert. Und dabei bin



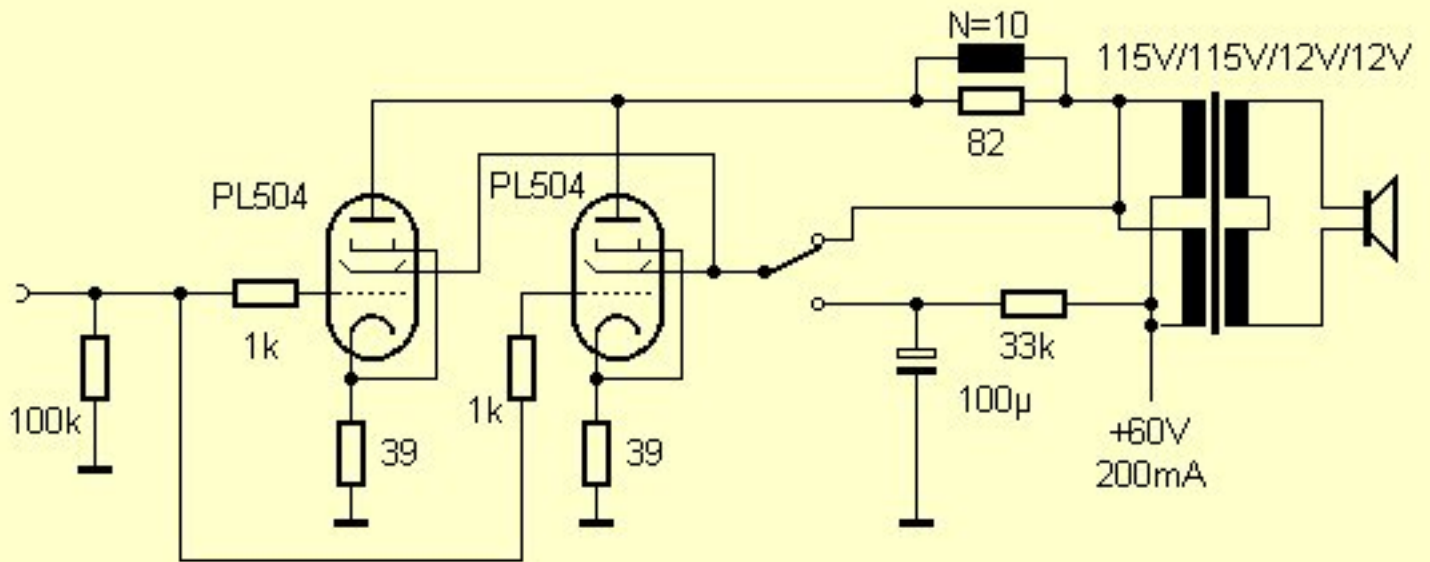
ich auf eine interessante Einzelheit gestoßen: Das Bremsgitter der Röhre ist in Wahrheit gar ein Gitter, sondern ein Blech mit zwei großen Öffnungen. Gitter 1 und Gitter 2 bestehen aus Draht und sind genau übereinander angeordnet. Im "Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker" von 1957 steht mehr darüber: Das Schirmgitter steht in Gitterschattenstellung, damit es von möglichst wenigen Elektronen erreicht wird. Das Bremsgitter ist ein Strahlblech, das die Elektronen auf ein begrenztes Gebiet der Anode lenkt. Insgesamt handelt es sich hier um eine Beam-Power-Röhre. Die Kennlinie unterscheidet sich von einer normalen Pentode durch einen steileren Stromanstieg bei kleiner Anodenspannung. Und das ist wahrscheinlich auch der Grund, warum die Röhre bei 50 V schon so gut arbeitet.

Die Beam-Power-Röhre ähnelt in mancher Beziehung mehr einer Tetrode als einer Pentode. Und das kann unter bestimmten Bedingungen zu Problemen führen, nämlich dann, wenn das Schirmgitter und die Anode in ähnliche Spannungsbereiche gelangen. Durch Sekundäremission kommt es zu einer wechselnden Stromverteilung zwischen beiden Elektroden mit dem Ergebnis negativer Steigung in bestimmten Abschnitten in der Ua-Ia-Kennlinie. Dieses Verhalten konnte tatsächlich beobachtet werden, wenn der Verstärker ohne die passende Belastung fast voll angesteuert wurde.

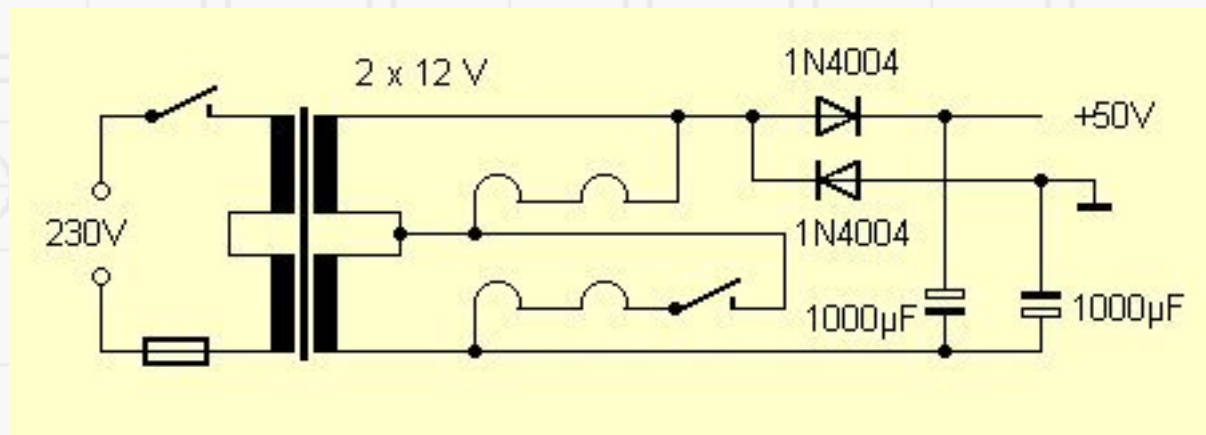


**Es scheint oft perfekt,  
was seinen Fehler versteckt.**  
(Dietrich Drahtlos)

Das Zweikanal-Oszillogramm zeigt die Spannung an beiden Elektroden. Die deutliche Stufe im Ausgangssignal tritt dann auf, wenn die Anodenspannung die Schirmgitterspannung um mehr als 15 V unterschreitet. Wer mit der PL504 oder der EL504 arbeitet, sollte auf dieses Problem vorbereitet sein. Man muss dafür sorgen, dass die Schirmgitterspannung ausreichend klein ist. Oder die Ausgangsimpedanz muss so bemessen werden, dass so kleine Spannungen an der Anode gar nicht auftreten können. Eine andere Lösung besteht darin, die Röhre in Triodenschaltung zu betreiben, also Schirmgitter und Anode direkt zu verbinden.



Der Verstärker wurde so abgeändert, dass man nun entweder in Pentodenschaltung oder in Triodenschaltung arbeiten kann. Ein großer Schirmgitterwiderstand sorgt für eine ausreichend kleine Spannung. Außerdem führt die zusätzliche Glättung in Stellung Pentodenschaltung dazu, dass nun auch mit einem sehr einfachen Netzteil absolut kein Brummen mehr zu hören ist. Die Triodenschaltung ist dagegen dann vorteilhaft, wenn der Verstärker gnadenlos übersteuert werden soll. Das Ausgangssignal geht dann sanft in die Sättigung und zeigt nur wenig hörbare Verzerrungen.



Das Netzteil verwendet einen Trafo vom gleichen Typ wie die Ausgangsübertrager. Er liefert zugleich die Heizspannung und über eine Verdopplerschaltung die Anodenspannung. Meist arbeite ich nur mit zwei Röhren, weil der Netztrafo mit allen 4 Röhren leicht überlastet ist und zu warm wird.

Die Bastelecke richtet sich auch an Anfänger der Elektronik. Deshalb hier eine besondere **Warnung**: Die Anodenspannung von 50 V ist relativ harmlos, aber der Netzanschluss an der Primärseite des Trafos natürlich nicht. Bitte achtet auf gute Isolation und Berührungssicherheit. Am besten ist es, einen Trafo in einem separaten Gehäuse zu verwenden. Sinnvoll ist der Einsatz von zwei 12V-Halogentrafos. Auch ein vergossener Trafo eines alten Druckers kann geeignet sein.

Zum Aufbau der Beam-Power-Tetrode siehe auch: [www.jogis-roehrenbude.de/EL34-Story/](http://www.jogis-roehrenbude.de/EL34-Story/)

[Innenaufbau/Innenaufbau.htm](#)

Schaltungen für Röhrenverstärker mit höheren Spannungen findet man auch hier: [www.gtechen.de](http://www.gtechen.de)



Zurück

# Kleine Lampen

Lampen basteln gelingt auch dem Anfänger. Und man kann Lampen bauen, die es so noch nicht gibt. Zum Beispiel eine stromsparende weiße LED-Lampe für die Damenhandtasche. Als Gehäuse dient eine Tic-Tac-Dose. Da passen gerade drei Micro-Zellen hinein. Nimmt man Alkali-Zellen, dann ist bei gelegentlichem Gebrauch mit einer Lebensdauer von bis zu 10 Jahren zu rechnen.



Die Lampe enthält eine kleine Platine mit dem Schiebeschalter und einem Vorwiderstand von 82 Ohm. Bei einer Brennspannung von 3,6 V und einer Batteriespannung von 4,5 V fließt ein Strom von knapp über 10 mA. Die Helligkeit ist dabei schon sehr gut. Im Gegensatz zu Glühlampen arbeiten LEDs auch bei schlapper Batterie noch gut. Übrigens: Die weiße LED ist eigentlich eine blaue LED mit einer weiß leuchtenden Fluoreszenzschicht.

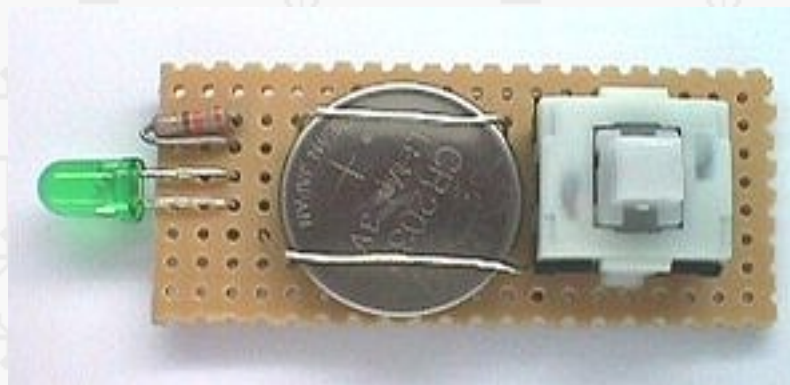




Aber auch mit einer Glühlampe kann eine Batterie lange halten. Das kleine Papphaus ist bereits älter als 10 Jahre und wurde von zwei Kindern und ihren Freunden zum Spielen benutzt, was mehrere Renovierungen erforderlich machte. Nur die Batterie hat bis jetzt durchgehalten. Das liegt an zwei Dingen: Die Batterie ist angelötet und im Fundament fest eingeklebt. Und es gibt einen Mikroschalter, auf den man drücken muss. Man kann also nie versehentlich das Licht anlassen. Am besten eignen sich Alkali-Batterien, weil sie fast keine Selbstentladung kennen und nie auslaufen.



Lithium-Zellen mit 3 Volt können auch dann noch für LEDs verwendet werden, wenn sie z.B. für einen Taschenrechner schon zu schlapp sind. Eine Fassung kann man aus Draht selbst herstellen.



Manche Zigarrenröhrchen passen so genau um zwei Mignon-Zellen, dass man praktisch gar nicht anders kann, als eine Taschenlampe daraus zu bauen. Diese Lampe hält man ähnlich wie eine Kerze, und sie blendet auch ähnlich. Ein Schalter ist nicht nötig, denn man kann ja die Glühlampe etwas aus der Fassung drehen.



Und kennst du den schon?



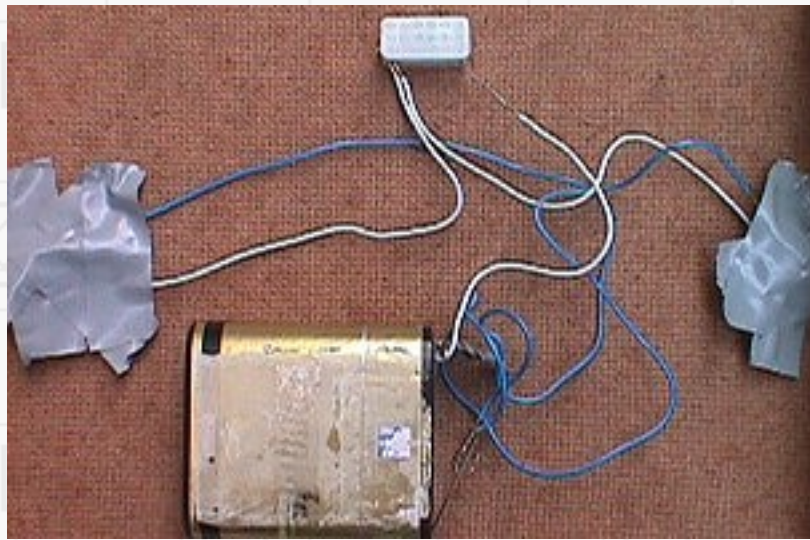
**Die Träume der Kinder  
braucht auch der Erfinder.**  
(Dietrich Drahtlos)

Nachtrag:

### Thorbens Lampe:



Diese Lampe hat mein Bruder auf einem Flohmarkt von einem 13-jährigen Jungen gekauft. Die Glühlampen sind solche wie im Fahrrad-Scheinwerfer mit 6V/2,4W. Es gibt einen Schalter und eine Flachbatterie mit 4,5 V. Die kleinere Spannung sichert eine fast unbegrenzte Lebensdauer der Lampen. Wenn man die Lampe umdreht, erkennt man: Alles klar, Parallelschaltung:



Nachtrag:

## Lucis Diddl-Lampe

Die Diddl-Lampe wurde von Luci (7 Jahre) aus einem Pappkarton gebaut und mit einer Diddl-Maus verschönert. Sie hat drei gelbe Leuchtdioden, einen Schalter und einen Regler für die Helligkeit. Alles wird mit einem kleinen Netzteil mit 12 V betrieben. Man kann die Helligkeit verkleinern und die Lampe dann Nachts anlassen. Technische Daten: 3 LEDs in Reihe mit 390 Ohm und Poti 4,7 kOhm an 12 V.



# Idee, Bau und Design: Luci Löten und Verdrahtung: Papa





# Neckermanns Si-Ge-IC

Diesen Rückblick in die Geschichte der Elektronik verdanke ich Elke, die ihren Neckermann-Elektronikbaukasten von ca. 1970 bis heute sorgfältig aufgehoben hat. Damals hat sie zusammen mit ihrem Bruder alle Versuche ausprobiert. Funktioniert der Baukasten auch heute noch? Luci hat mir geholfen, einen Versuch aufzubauen, die Vogelzwitscher-Türklingel.



Der stabile Holzkasten hat die Jahrzehnte klaglos überdauert. Schön ist, dass man seinen Versuch einfach zuklappen und ins Regal stellen kann. Alle Bauteile sind fest eingebaut und können deshalb nicht verloren gehen. Dafür ist die Verdrahtung weniger übersichtlich.



Der Baukasten stand an der Grenze zwischen Germanium- und Silizium-Zeitalter. Damals waren Transistoren noch teuer. Deshalb enthielt der Baukasten nur einen Germanium-PNP- und einen Silizium-NPN-Transistor, dafür aber gleich zwei NF-Übertrager. Die Technik stammt aus Japan, deshalb heißen die Transistoren 2SA und 2SC. Die "Integrierte Schaltung" ist eher eine Dickfilmschaltung mit aufgedruckten Widerständen. Außer dem Siliziumtransistor ist auch eine Germaniumdiode darauf. Diese Mischung war ihrer Zeit um 30 Jahre voraus, denn erst heute wieder wird die Si-Ge-Technologie in Höchsthfrequenz-ICs eingesetzt. Noch nicht wieder erreicht wurde die Integration eines Kondensators mit 5000 pF.

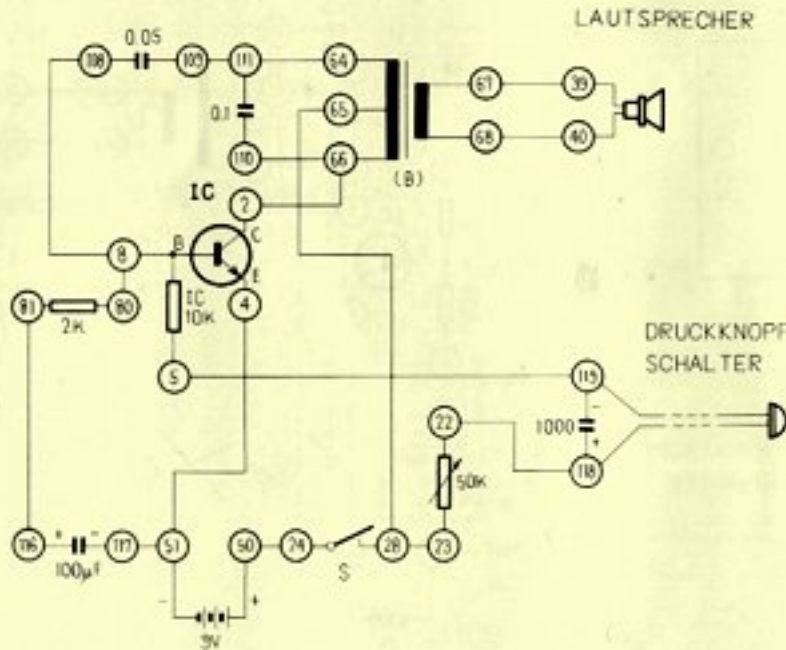


Die Schaltung des Toneffektgenerators zeigt einen NF-Pendelloszillator. Die Basis lädt sich durch die NF-Signale stark negativ auf, bis die Schwingungen abreißen. Immer wenn der 100µF-Elko ausreichend aufgeladen ist, setzen sie neu ein. Der 1000µF-Elko wird bei jedem Klingeldruck aufgeladen und sorgt dann für ein länger anhaltendes, immer langsamer werdendes Zwitschern.

## Versuch Nr. 150

**TÜRSUMMER MIT VOGELSTIMME**

Diese Türsummerschaltung erzeugt anstelle des üblichen Summtones einen zwitschernden Laut, der einer Vogelstimme sehr ähnlich ist. Das Zwitschern kann mit dem Drehwiderstand beeinflusst werden.



Der Versuch hat tatsächlich auf Anhieb funktioniert. Alle Bauteile des Kastens sind noch in Ordnung. Nur die Elkos waren etwas müde. Wenn ein Aluminiumelko so lange nicht geladen wird, verschlechtert sich seine Isolierung. Es reicht aber, ihn eine Stunde lang an Spannung zu legen, dann regeneriert er sich wieder.





**Alte Dinge, gut aufgehoben,  
bringen den Erfinder oft nach oben.**  
(Dietrich Drahtlos)

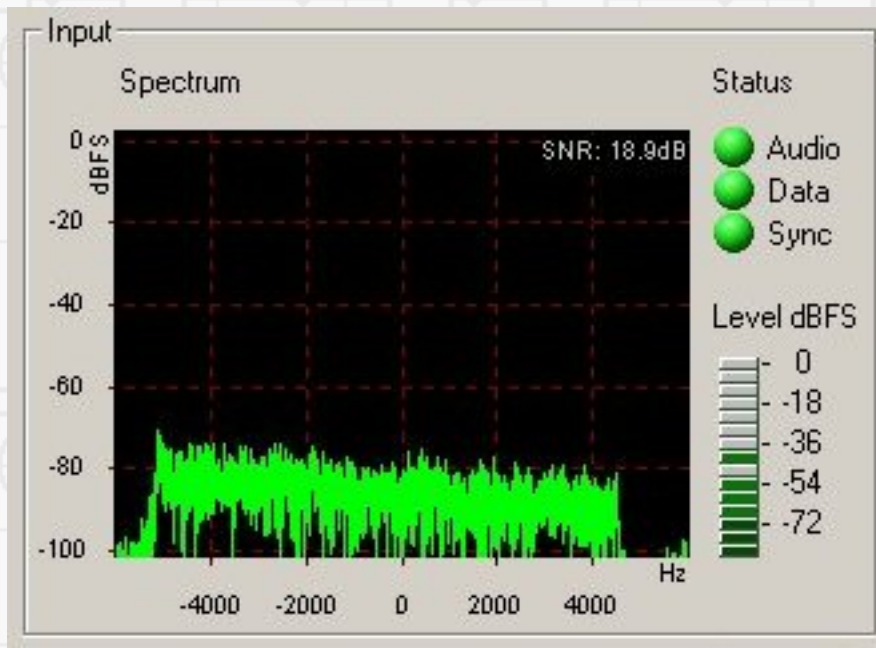


# DRM mit dem Kurzwellen-Audion

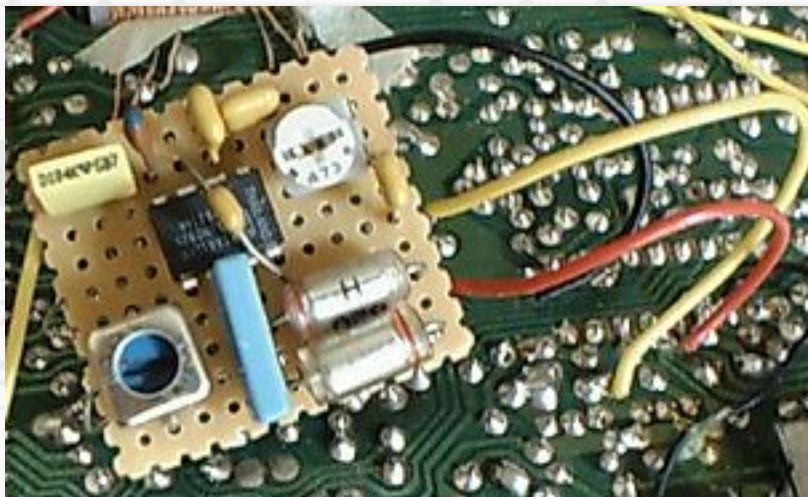


Zurück

Digital Radio Mondiale (DRM) befindet sich in der Testphase. In ein paar Jahren wird sich der digitale, weltweite Rundfunk auf Mittelwelle und Kurzwelle durchsetzen. Da wollte ich natürlich auch mal wissen, wie das funktioniert. Um an der Erprobungsphase teilzunehmen, muss sich den DRM-Softwaredecoder von [www.drm.org](http://www.drm.org) besorgen. Die digitalen Signale müssen dann von einem Empfänger in die Soundkarte des PCs eingekoppelt werden. Wenn alles klappt, hört man einen glasklaren Sound ohne Störungen.



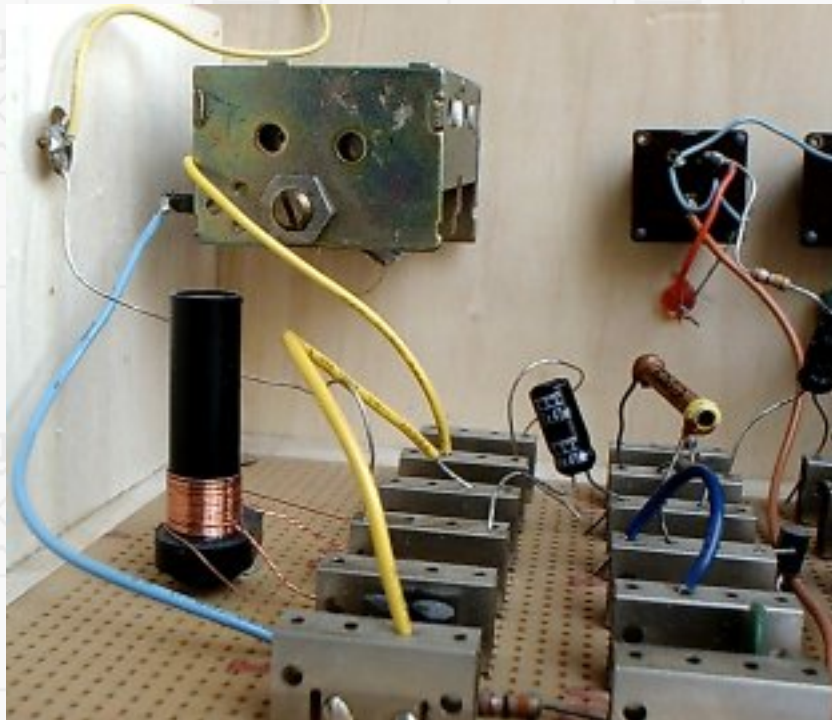
DRM-Signale bestehen aus einem ganzen Lattenzaun aus Trägern, die gleichzeitig phasen- und amplitudenmoduliert sind. Mit einem normalen AM-Empfänger hört man nur ein starkes Rauschen. Der DRM-Decoder erwartet eine Mittenfrequenz von 12 kHz +/- 500Hz. Das gesamte Signal hat eine Bandbreite von ca. 10 kHz.



Für einen ersten Versuch habe ich einen ganz einfachen PLL-Weltempfänger verwendet. Die ZF von 450 kHz wurde abgezapft und mit einem kleinen Mischer (NE612) auf 12 kHz umgesetzt. Der Ausgang kam dann an die Soundkarte. Tatsächlich konnten Testsendungen empfangen werden. Aber der Störabstand reichte nicht aus. Mehr als  $\text{SNR} = 10\text{dB}$  wurde niemals erreicht. Der Decoder zeigte dann Sync und Data, sodass ich schon mal die Station sehen konnte, z.B. Deutsche Welle und BBC. Aber ein Audiosignal erschien nicht.



Der verwendete Empfänger hat zwei mögliche Schwächen, die das Signal verderben können. Zum Einen sind wahrscheinlich die ZF-Filter zu schmalbandig. Im Spektrum konnte man einen Abfall an den Flanken erkennen. Und zum Anderen könnte die ALC schlecht funktionieren. Weil das Signal keinen Hauptträger hat, dreht die Verstärkung zu weit auf. Das Empfangssignal wird dann im ZF-Verstärker begrenzt. Jedenfalls blieb der Störabstand auch bei relativ starken Signalen immer unter 10 dB. Was tun? In meiner Verzweiflung versuchte ich es mit meinem [Kurwellen-Audion](#).



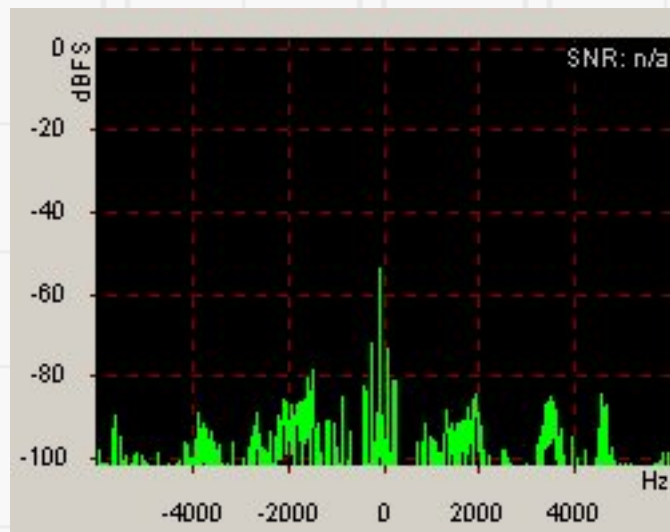
Das NF-Signal wurde direkt am Ausgang des Audions und vor dem NF-Verstärker abgegriffen und in den Line-Eingang der Soundkarte gebracht. Dann wurde ein DRM-Sender gesucht mit stark angezogener Rückkopplung ca. 12 kHz neben der Mittenfrequenz abgestimmt. Die Abstimmung ist extrem knifflig, weil der Empfänger den ganzen Kurzwellenbereich überstreicht. Aber mit dem Spektrum am Bildschirm ist es zu schaffen. Und tatsächlich, auf 7235 kHz konnte eine DRM-Sendung von BBC (Radio One) über den Sender Rampisham mit einem Störabstand von bis zu 20 dB empfangen werden. Ab etwa 15 dB erscheint der Ton. Darunter bricht die Audioausgabe ab. Es ist wie beim Handy, ganz oder gar nicht. Jedenfalls, mit dem Audion hat es geklappt, mit dem PLL-Super nicht.

### Das Audion

**gabs lange schon.**  
(Dietrich Drahtlos)

Zwei Frequenzen der Deutschen Welle wurden ebenfalls beobachtet: 5975 kHz und 6140 kHz. Beide werden von Jülich aus gesendet. Das ist leider zu nahe und wird hier nur schwach und mit starkem Fading empfangen. Auch mit dem Audion wurde nur ein Störabstand von 10 dB erreicht. Eine weitere Empfangsmöglichkeit erhoffe ich noch von der Deutschen Welle in Sines/Portugal auf 15440 kHz.

Übrigens, die DRM-Software ist auch sonst ein gutes Spielzeug. Man kann sich die Spektren verschiedener Sender ansehen. Das Bild zeigt einen AM-Rundfunksender mit dem starken Träger und seinen Seitenbändern.



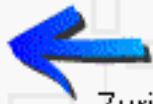
Empfänger-Umbau für DRM: <http://home.t-online.de/home/sat-service/sat/DRM/DRM.htm>

Mein Erfahrungsbericht zum RX320D: [www.thiecom.net/ftp/tentec/rx320/information/RX320DTest-1.pdf](http://www.thiecom.net/ftp/tentec/rx320/information/RX320DTest-1.pdf)



Dieses Bild wurde mit dem RX320D empfangen von DW DRM auf 5975 kHz





Zurück

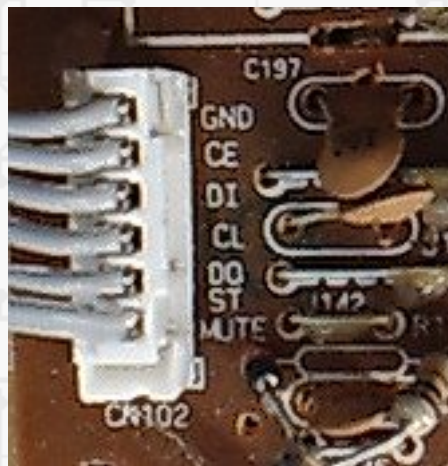
# PC-Radio mit PLL-Steuerung

Letztes habe ich mal wieder eine defekte Stereoanlage bekommen. Die Reparatur war nicht möglich, also wurde das Teil geschlachtet. Das Beste darin war die Empfängerplatine, komplett mit Langwelle, Mittelwelle und UKW-Stereo. Eigentlich brauchte ich ja kein weiteres Radio mehr. Aber hier gab es etwas Besonderes, nämlich eindeutig beschriftete Anschlüsse der PLL, der Stromversorgung und der NF-Ausgänge. Und deshalb konnte ich es nicht lassen: Die Platine musste über den PC gesteuert werden.

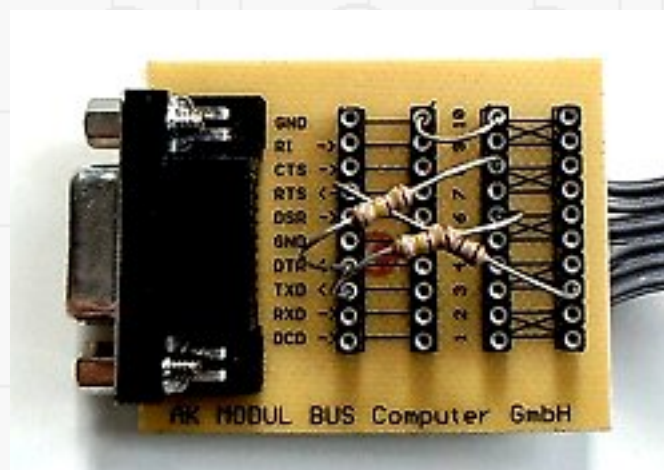


Mit einer modernen PLL wollte ich immer schon mal spielen. Man kann so etwas auch selbst bauen, hat dann aber sehr viel mehr Arbeit. Mit einer Schrottplatine dagegen entfällt die Löterei.

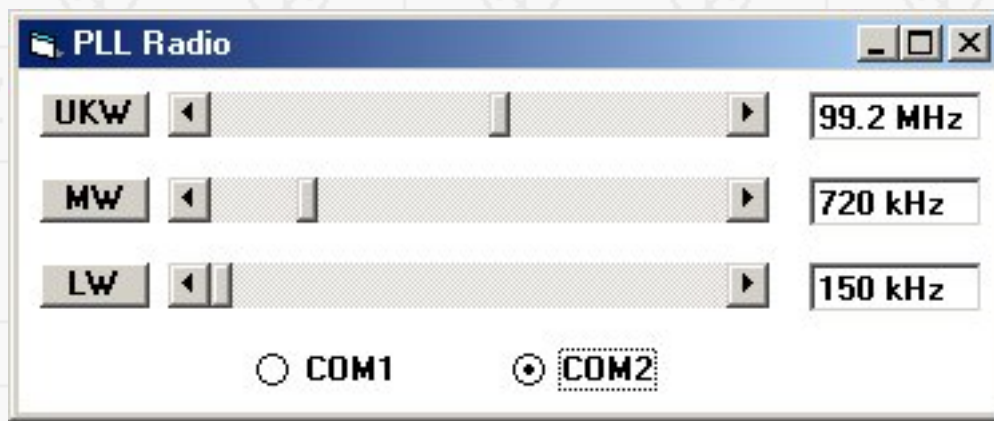
**Der Schrott im Keller  
macht den Erfinder schneller.**  
(Dietrich Drahtlos)



Wenn man Beschriftungen wie CE, DI, CL und DO sieht, ist der Fall klar: Eine getaktete serielle Schnittstelle. Man braucht also nur die richtigen Signale anlegen, und schon kann man die Frequenz einstellen. Bleibt noch die Aufgabe, das Steuerprotokoll herauszubekommen. Das PLL-IC war unter einer Metallhaube verborgen. Ablöten, nachschauen, ein LC7218. Nach mühsamer Suche durch japanische Internetseiten hatte ich auch das Datenblatt ([lc7218.pdf](#), 265 KB) der Firma Sanyo. Für den Anschluss an den PC wurde die RS232-Schnittstelle gewählt. Die Pegelanpassung benötigt nur drei Widerstände von 100 kOhm.



Die Steuersoftware für den PLL-Baustein wurde quick and dirty in VB5 unter Verwendung der Port.DLL geschrieben. Man kann alle drei Wellenbereiche einschalten und die Empfangsfrequenz wählen. Es war zwar nicht ganz einfach, aber im Datenblatt steht eigentlich alles, was man braucht. Der LC7218 hat einige zusätzliche Portausgänge, die die Wellenbereiche umschalten. Hier musste etwas probiert werden, um die Zuordnung herauszubekommen. Der Quelltext des fertigen Programms ([pllradio.zip](#), 4 KB) kann vielleicht helfen, eine ähnliche Aufgabe mit einer anderen PLL zu lösen.

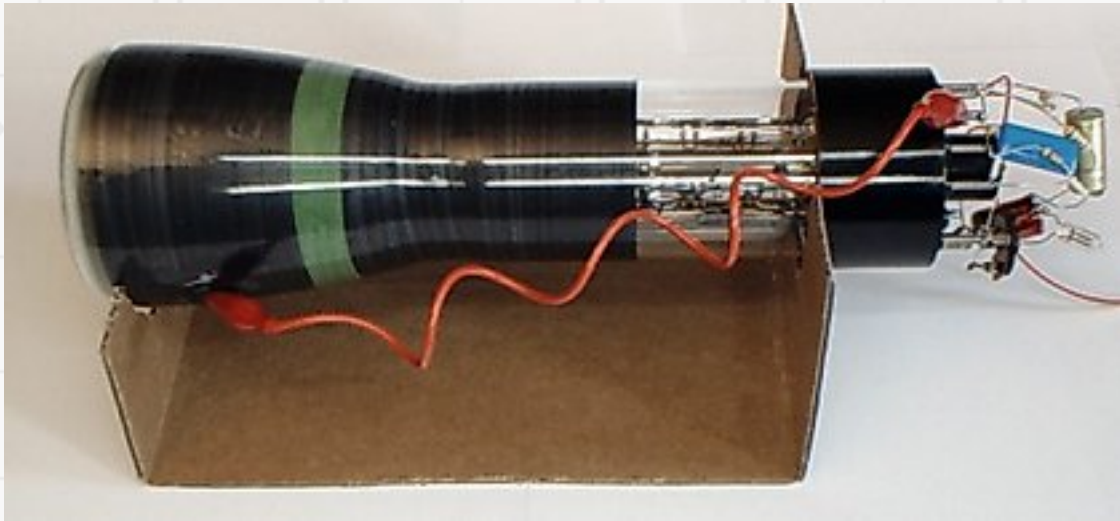


Das Radio wird zusätzlich mit dem Line-Eingang der PC-Soundkarte verbunden. Die Lautstärke wird über den Windows-Regler eingestellt. Mit dem Ergebnis bin ich zufrieden, klarer Klang auf UKW und guter Fernempfang auf Mittelwelle und Langwelle. Ich habe auch mal versucht, den Empfänger für [DRM](#) umzurüsten, allerdings mit wenig Erfolg, vor allem weil die AM-Filter dafür zu schmalbandig sind. Dann wird eben ganz klassisch und analog gehört. Außerdem kommen hier starke DRM-Sender fast nur auf Kurzwelle rein.

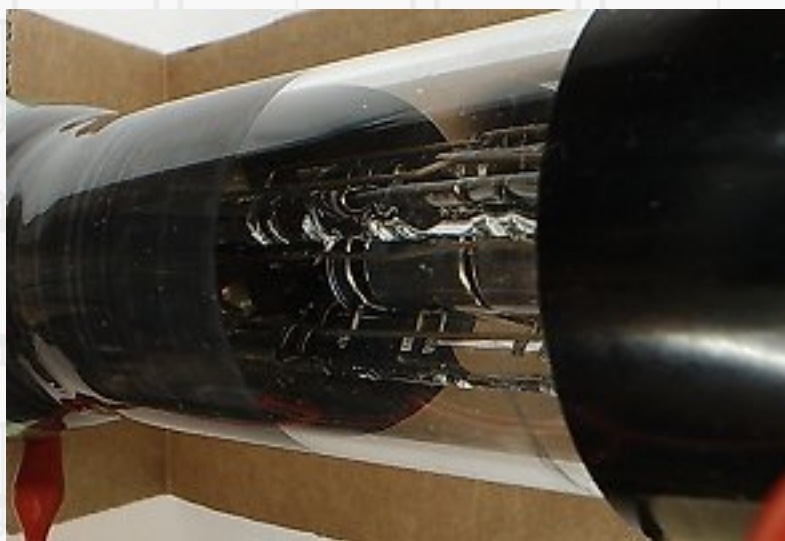


# Die Braunsche Röhre

Als Ferdinand Braun seine Elektronenstrahlröhre erfand, konnte er noch nicht wissen, dass ich eine solche geschenkt bekommen würde. Aber schon vor mehr als 100 Jahren hat er die Grundlagen entwickelt, die es möglich machen, daraus heute ein Oszilloskop zu bauen.

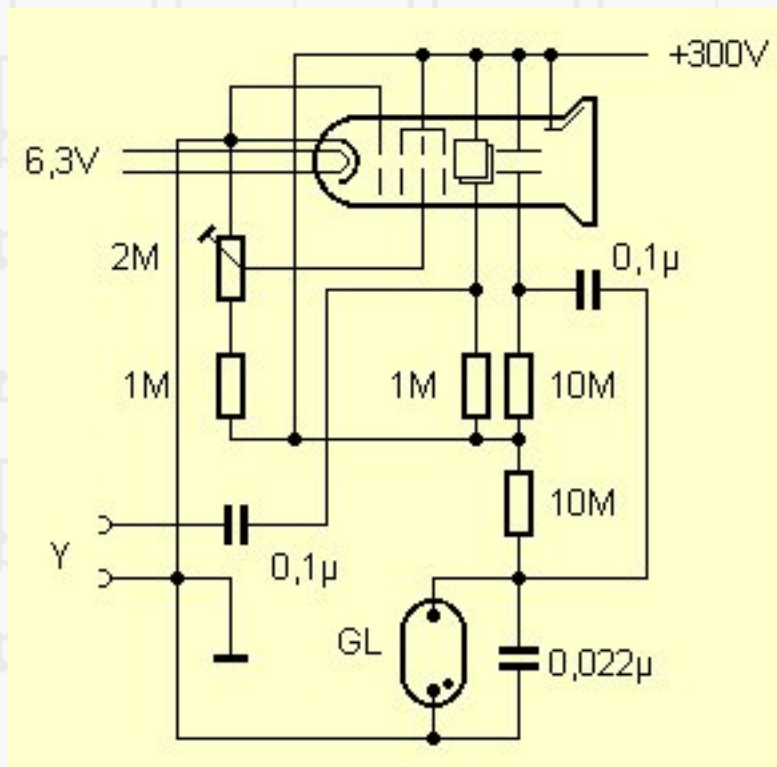


Wer eine alte Oszillographenröhre bekommt, möchte sie vielleicht wenigstens einmal ihrem Zweck entsprechend einsetzen. Dazu braucht man eigentlich nur die richtigen Spannungen an den richtigen Anschlüssen. Wo die einzelnen Beschleunigungselektroden und die Ablenkplatten am Sockel zu finden sind, kann man leicht durch einen Blick ins Innere klären. Der Versuch ist also auch dann möglich, wenn wie in diesem Fall keine Typenbezeichnung mehr zu erkennen ist.



Wenn bekannt ist, wo Heizung, Kathode, alle Gitter, die Ablenkplatten und die Anode angeschlossen sind, kann man sich ein Oszilloskop bauen. Die einfachste Schaltung sieht man hier. Y-Eingang über einen Kondensator an einer der beiden Y-Platten, X-Ablenkung mit Glimmröhren-Kippschaltung, Fokusregler, fertig ist der Oszillograph. So ähnlich wird es Herr Braun auch gemacht haben.





Der Ablenkoszillator zeigt seine Tätigkeit durch ein schwaches Flackern der Glühlampe. Immer wenn der parallele Kondensator sich bis auf die Zündspannung aufgeladen hat, wird er mit einem kurzen Stromstoß entladen. Man erhält so ganz einfach die erforderliche Sägezahnspannung für die X-

Ablenkung. Die Betriebsspannung wurde übrigens vom Spannungswandler für das [Magische Auge](#) entliehen. 300 V ist nicht viel, sodass man keine große Helligkeit erwarten kann. Ein paar Volt mehr an der Anode wirken hier Wunder, denn original wurden ca. 2 kV verwendet. Der Stahl lässt sich jedoch schon bei einer Betriebsspannung von nur 300 V gut fokussieren.



Jetzt muss man nur noch eine Signalspannung am Y-Eingang anlegen, und schon besinnt sich die Röhre auf den Zweck ihres Daseins. Zugegeben, die Empfindlichkeit, Linearität, Bildgröße, Bandbreite, Triggerung, vieles wäre noch zu verbessern. Aber hier ging es darum, mit dem geringsten Aufwand zum Ziel zu gelangen.



**Was im Labor niemals fehlen darf,  
ist der Kathodenstrahloszillograph.  
(Dietrich Drahtlos)**

---

**Nachtrag aus der Sicht eines Dichters:**

Der große Dichter Heinz Erhard hat uns die folgenden Verse geschrieben. Die Röhre kannte er vermutlich aus seiner Schulzeit. Sein Physiklehrer mag sich redlich bemüht haben, den Nutzen durch geeignete Versuche exemplarisch darzustellen. Was bei der halb schlafenden Schülerschaft allerdings hängen blieb, war allein die Stimme des Lehrers, deren Schwingungen am Bildschirm sichtbar wurden. Erhards abschätzige Beurteilung übersieht daher die unzähligen weiteren Anwendungen des Oszilloskops und Brauns Vorarbeit für die Entwicklung der Fernsehbildröhre. Man sollte ihm dies jedoch nachsehen, denn dafür waren seine Gedichte wesentlich besser als zum Beispiel die seines technisch versierteren Zeitgenossen Dietrich Drahtlos.

**Um zu sehn was man sonst höre,  
erfand Herr Braun die Braunsche Röhre.  
Wir wären wir ihm noch mehr verbunden,  
hätt er was anderes erfunden.**  
(Heinz Erhard)

Und übrigens: Ferdinand Braun hat auch noch den Kristalldetektor erfunden. Er war also ein Genie sowohl im Bereich der Röhren wie der Halbleitertechnik.

---

In [www.jogis-roehrenbude.de](http://www.jogis-roehrenbude.de) findet man eine Bauanleitung für "Klein-Oszillographen mit 3cm Röhre".





# Sender geknöpft

Es gab ja schon viele Methoden, elektronische Bauteile miteinander zu verbinden. Aber Druckknöpfe hatte ich immer dem Textilbereich zugeordnet, bis ich den neuen Baukasten "easy electronic" von Kosmos gesehen habe. Damit kann man sich zum Beispiel blitzschnell ein Radio knöpfen.

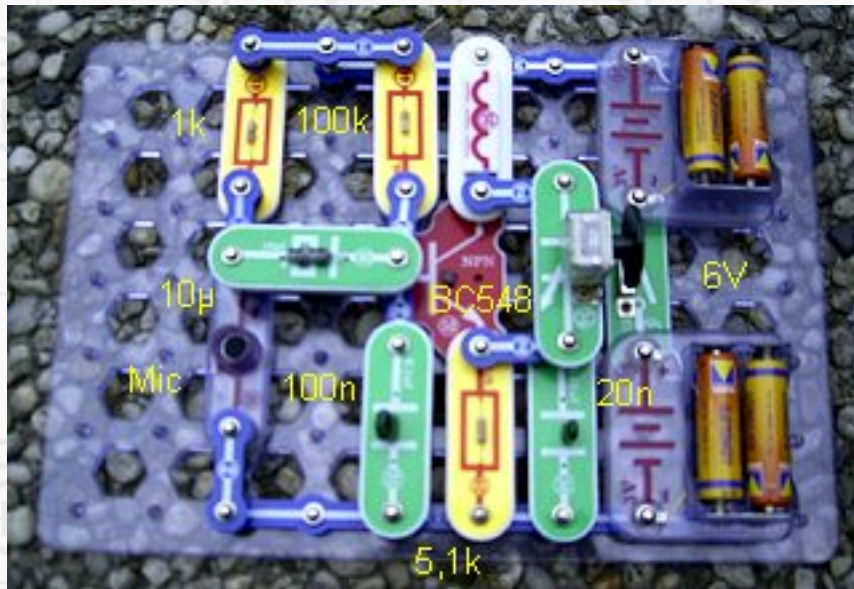


Ich hätte nicht für möglich gehalten, dass sich mit Druckknöpfen so zuverlässige Kontakte herstellen lassen. Aber es klappt wunderbar. Aufbau und Abbau gehen spielend leicht, die Versuche funktionieren auf Anhieb. Die Kinder waren deshalb auch gleich voll dabei.



Besonders Felix. Er hat in den Ferien diese und jene Schaltung aus dem Handbuch nachgebaut, hier und da mal etwas geändert, kleine und große Variationen ausprobiert. Und wie er da so herumknöpfelt, hört man plötzlich eine Störung aus dem Radio. Weiter probiert und entwickelt, und schließlich steht ein kompletter Mittelwellensender auf dem Tisch. Mit Mikrofon für Live-Übertragungen, wie der erste Rundfunksender vor genau 80 Jahren in Berlin. Mit Diskman und direkter Kopfhörer-Mikrofon-Kopplung lässt sich ein passables Programm zusammenstellen.





Die Reichweite mit dem Ferritstab als Sendeantenne ist nicht größer als etwa zwei Meter. Aber falls doch mal irgendwann der Funkmesswagen vor der Tür steht, lässt sich die Schaltung blitzschnell umknöpfen. Sehen Sie hier irgendwo einen Sender? Ich seh nur ein Radio.



**Wie´s funktioniert  
ist schnell probiert  
(Dietrich Drahtlos)**

---

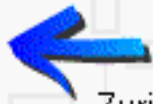
Siehe auch: [Weitere Kosmos-Baukästen und zusätzliche Versuche](#)

---

**Nachtrag: Die Oszillatorschaltung**

G. Hartl fragte nach: Beim geknöpften Mittelwellensender in den Bastelprojekten sehe ich so direkt nicht den klassischen Parallelschwingkreis. Wie wird hier die Schwingung erzeugt?

Da muss ich auch erst genauer hinschauen, was der Felix da geknöpft hat. Doch, es ist ein Parallelschwingkreis, weil die Batterie für HF eine Verbindung darstellt. Drehko und 20-nF-Kondensator liegen in Reihe. Der kapazitive Spannungsteiler hat einen Punkt mit kleinem Innenwiderstand am Emitter. Der Transistor arbeitet in Basisschaltung, also mit dem Eingang am Emitter und Ausgang am Kollektor. Die Schaltung ist so ähnlich wie beim [KW-Pendelaudio](#) oder beim [UKW-Oszillator am PC](#). Hier bildet der Drehko zugleich den Rückkopplungskondensator. Das ging wohl nicht anders, weil der Baukasten nur 20 nF und 100 nF verwendet. Mit z.B. 200 pF zu 20000 pF teilt man die Spannung 100 zu 1, das geht gerade noch, weil der Transistor eine Spannungsverstärkung über 100 hat. So, jetzt geht mir auch ein Licht auf, warum der Sender irgendwo unter 700 kHz eingestellt wurde. Darüber wird nämlich das Kapazitätsverhältnis zu ungünstig.



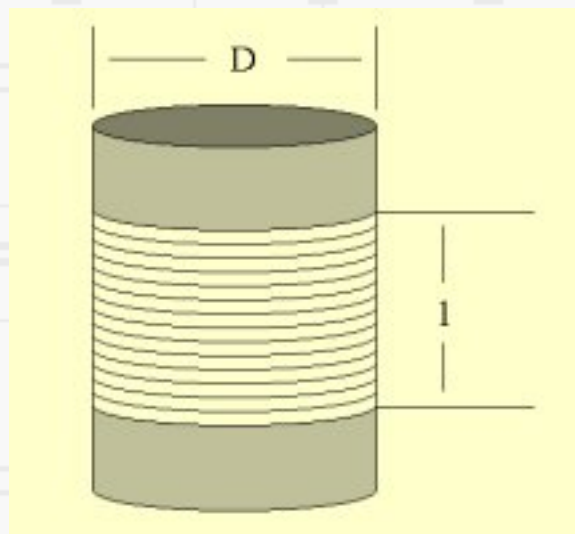
Zurück

# HF-Spulen wickeln

Bei Hochfrequenzanwendungen kommt es relativ häufig vor, dass man eine Spule bestimmter Induktivität herstellen muss. Allgemein muss unterschieden werden, ob die Spule auf einen magnetisierbaren Kern gewickelt wird, oder ob sie als sogenannte Luftspule ganz ohne Wickelkern oder auf einen Isolierkörper gewickelt wird. Hier sollen zunächst Luftspulen betrachtet werden. Die gezeigte Spule hat 20 Windungen, einen Durchmesser von 16 mm und eine Länge von 35 mm. Wie groß ist ihre Induktivität?



Allgemein gilt für eine lange Spule mit  $l > D$  mit der Windungszahl  $n$ , der Querschnittsfläche  $A$  in  $\text{m}^2$  und der Länge  $l$  in m:



$$L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot \frac{A}{l}$$

mit der magnetischen Feldkonstanten  $\mu_0 = 1,2466 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$ . Die Formel gilt theoretisch nur für eine unendlich lange Spule, kann jedoch in brauchbarer Näherung bis zu einer Länge von  $l=D$  verwendet werden. Allgemein gilt, dass bei einer kurzen Spule mit gleicher Windungszahl die magnetische Kopplung zwischen den einzelnen Windungen steigt, womit sich eine höhere Induktivität ergibt. Umgekehrt verkleinert ein Auseinanderziehen der Windungen die Induktivität, was manchmal zum Abgleich von Spulen ausgenutzt wird.

Die obige Formel lässt sich für einen kreisrunden Spulenquerschnitt zur folgenden Näherungsformel vereinfachen, wobei diesmal der Durchmesser  $D$  und die Länge  $l$  der Spule in mm angegeben werden:

$$L = 1nH \cdot n^2 \cdot \frac{D^2 \text{ / mm}^2}{l \text{ / mm}}$$

Für die oben gezeigte Spule ergibt sich eine Induktivität von  $2,9 \mu\text{H}$ . In der Praxis hängt die genaue Induktivität auch noch geringfügig von der Drahtdicke und vom Einbau der Spule ab, so dass oft ohnehin noch ein Feinabgleich nötig ist. Daher ist die angegebene Näherungsformel in den meisten Fällen ausreichend genau. Das folgende Programm arbeitet nach dieser Formel. Man kann eigene Werte in die Eingabefenster eintragen und erhält jeweils die Induktivität.

Durchmesser in mm

Länge in mm

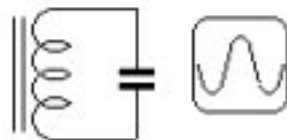
Anzahl Windungen

ergibt eine Induktivität von

$\mu\text{H}$

Und was macht man nun mit dieser Spule? Na klar, Schwingkreise bauen. So etwas kommt in fast jedem Radio vor. Die Resonanzfrequenz hängt von der Induktivität der Spule und von der Kapazität des Kondensators ab. Zur Berechnung dient die folgende Formel.

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





Die Rechenhilfe ergibt die Frequenz in kHz bei einer Eingabe der Induktivität in  $\mu\text{H}$  und der Kapazität in pF. Z.B. ergibt  $2,9 \mu\text{H}$  mit  $275 \text{ pF}$  einen Schwingkreis mit  $5600 \text{ kHz}$ . Mit einem üblichen Drehko kann man also die untere Frequenzgrenze im 49-m-Band erwarten. Genau dafür wurde die Spule auch gewickelt.

Induktivität in  $\mu\text{H}$

Kapazität in pF

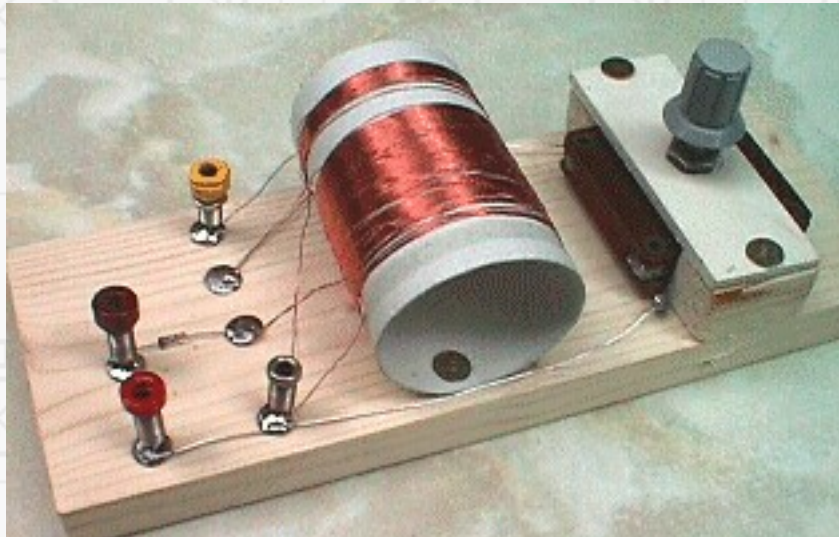
ergibt eine Frequenz von

kHz

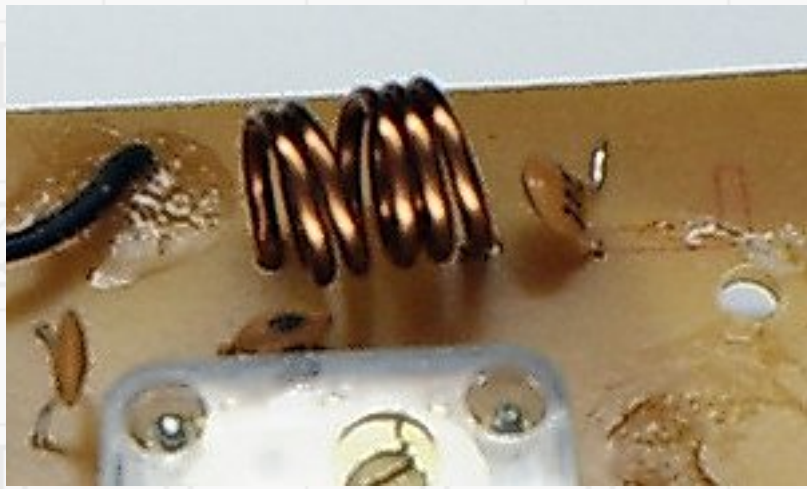
### Andere Beispiele:

Wenn ein Kurzwellenbereich z.B. bei  $5500 \text{ kHz}$  beginnen soll, dann wäre für Mittelwelle etwa  $550 \text{ kHz}$  angebracht. Will man mit dem selben Drehko eine zehnfach kleinere Frequenz erreichen, muss die Induktivität hundertfach größer sein. Eine Spule mit sonst gleichen Maßen müsste zehnmal mehr Windungen tragen. Entsprechend ergibt die doppelte Windungszahl die halbe Frequenz.

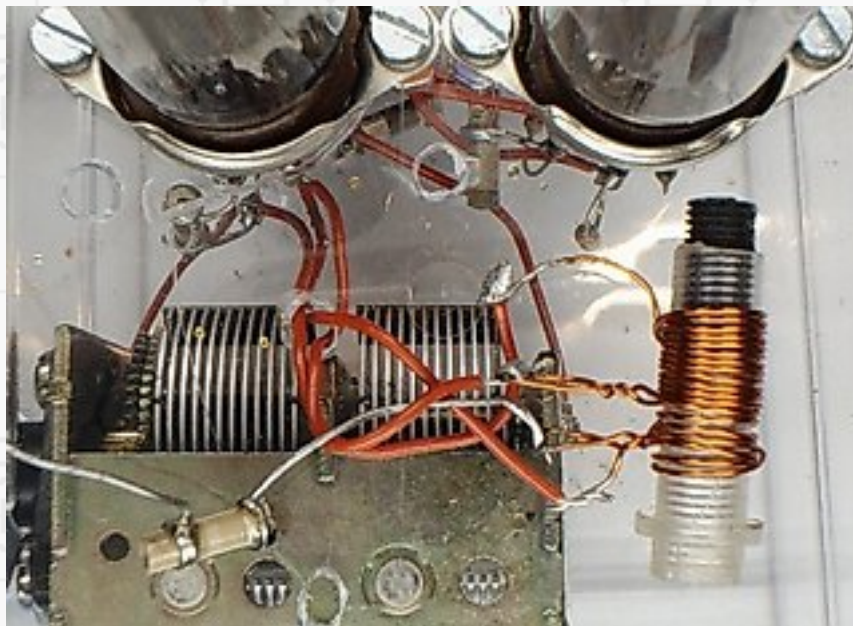
Für andere Spulenkörper kann man mit dem Programm etwas probieren. Auf einer leeren Toilettenpapierrolle mit einem Durchmesser von  $42 \text{ mm}$  soll z.B. eine Spule mit  $300 \mu\text{H}$  für den Mittelwellenbereich gewickelt werden. Der Drahtdurchmesser sei  $0,5 \text{ mm}$ , d.h.  $100$  Windungen würden eine Spulenlänge von  $50 \text{ mm}$  ergeben. Jetzt kann man einfach verschiedene Werte ausprobieren und kommt auf ca.  $80$  Windungen.



Für den UKW-Bereich benötigt man weniger Windungen. Die folgende Spule aus einem UKW-Radio hat  $5$  Windungen,  $D=8\text{mm}$ , und  $l=10\text{mm}$ . Man erkennt dass sie zu Abgleichzwecken etwas auseinander gezogen wurde. Die Rechnung ergibt eine Induktivität von  $0,16 \mu\text{H}$ . Mit  $20 \text{ pF}$  kommt man damit auf  $88,9 \text{ MHz}$ , also praktisch genau an den unteren Rand des UKW-Bereichs.



Die bisherigen Beispiele zeigten Luftspulen. Aber wie geht das, wenn ein Ferritkern verwendet wird? Meist hat man ja keine genauen Daten des Kerns. Man muss also abschätzen lernen, um welchen Faktor der Kern die Induktivität vergrößert bzw. die Frequenz verkleinert. Im folgenden Beispiel hat die Spule  $n=18$  (insgesamt, Anzapfungen spielen keine Rolle),  $l=12\text{mm}$  und  $D=8\text{mm}$ . Für eine reine Luftspule kommt man damit auf  $1,7\ \mu\text{H}$ . In der Anwendung mit einem Drehko von  $275\ \text{pF}$  kam die Spule jedoch mit ganz hereingedrehtem Kern herunter bis  $5\ \text{MHz}$ ., also auf ca.  $3,7\ \mu\text{H}$ . Mit dem Kern kann die Frequenz also etwa halbiert werden, d.h. die Induktivität wird bis zu vierfach größer. Ein längerer Mittelwellen-Ferritstab kann entsprechend die Induktivität etwa verzehnfachen.



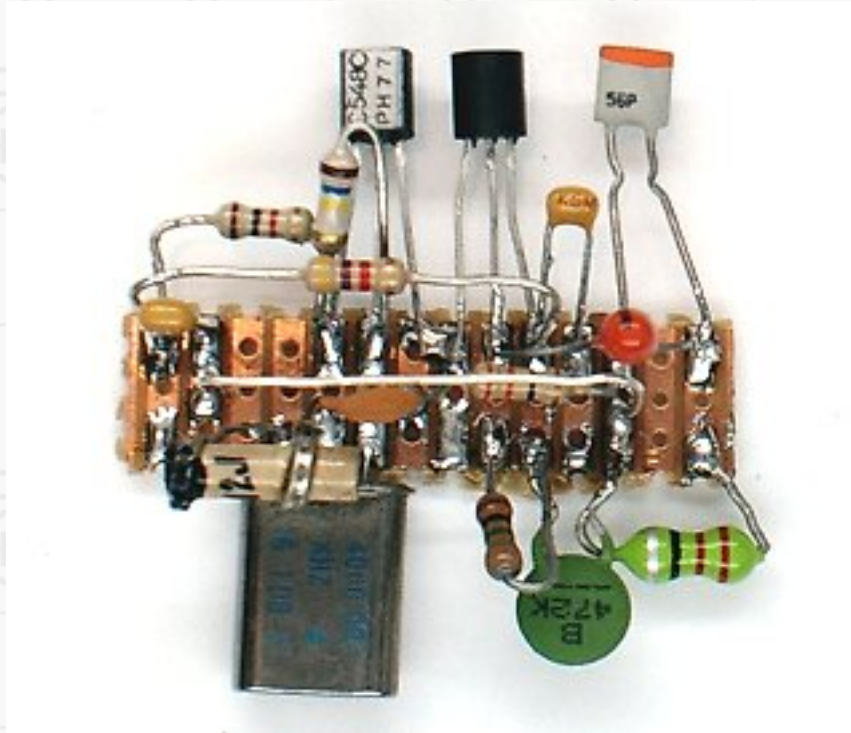
**Manch großes Ziel  
erfordert nicht viel.**  
(Dietrich Drahtlos)

Hinweis: In der Elektor vom Februar 2004 gibt es einen Artikel zum gleichen Thema. Auf der [Elektor-Homepage](#) kann man dazu ein VB-Rechenprogramm laden.



# DRM ganz easy mit DREAM\_V1.0

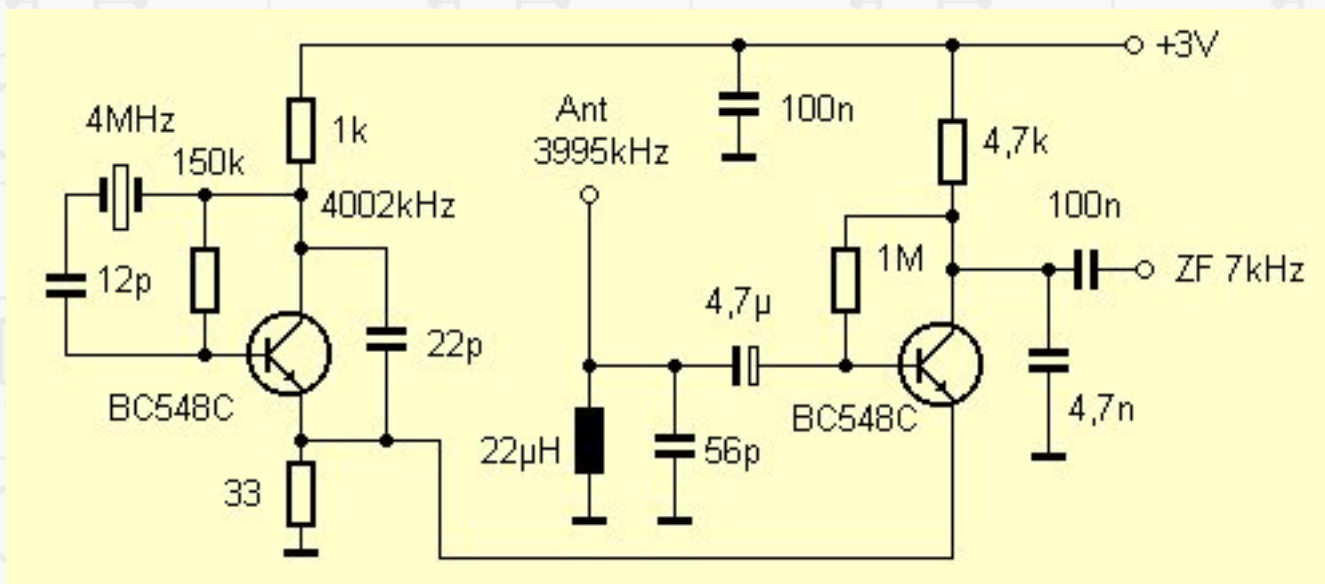
Digitaler Rundfunk auf Kurzwelle, wer möchte da nicht mal mithören! Hier kommt ein ganz einfacher Empfänger mit Material aus der Bastelkiste. Der Direktmischer arbeitet quartztabil ohne knifflige Abstimmung und empfängt den Sender der Deutschen Welle im 75-m-Band auf 3995 kHz, z.Zt. immer Abends ab 20 Uhr bis 21. Uhr Sommerzeit.



**Der Fortschritt geht weiter,  
den Ingenieur stimmt das heiter.**  
(Ing. Dietrich Drahtlos)

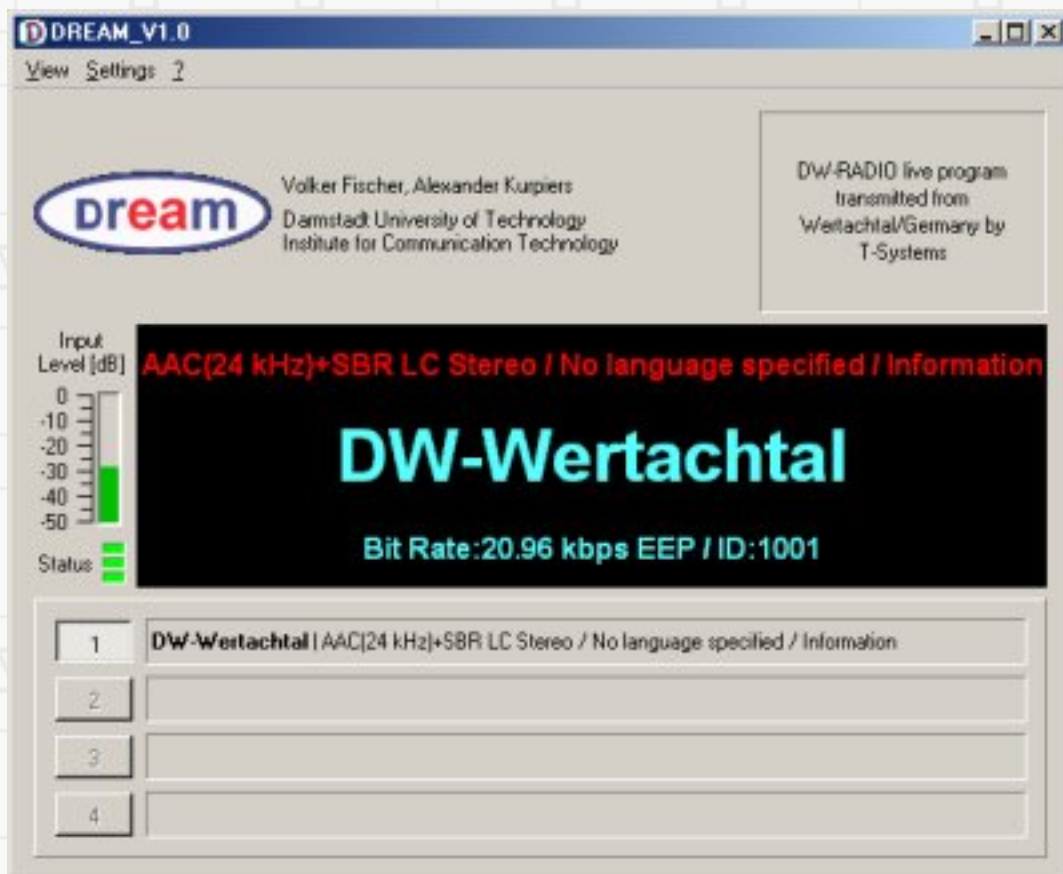
Die entscheidende Frage war, welcher leicht erhältliche Standardquarz passt zu einer DRM-Frequenz. Die Wahl fiel auf 4,000 MHz. In der Schaltung schwingt der Quarz ca. 2 kHz höher bei 4002 kHz. Das Empfangssignal wird damit von 3995 kHz auf 7 kHz herunter gemischt und erscheint mit invertiertem Spektrum am Eingang der PC-Soundkarte. Eigentlich sollte man eine ZF von 12 kHz anstreben. Aber das Open-Source-Projekt DREAM\_V1.0 kommt genauso gut mit 7 kHz zurecht.





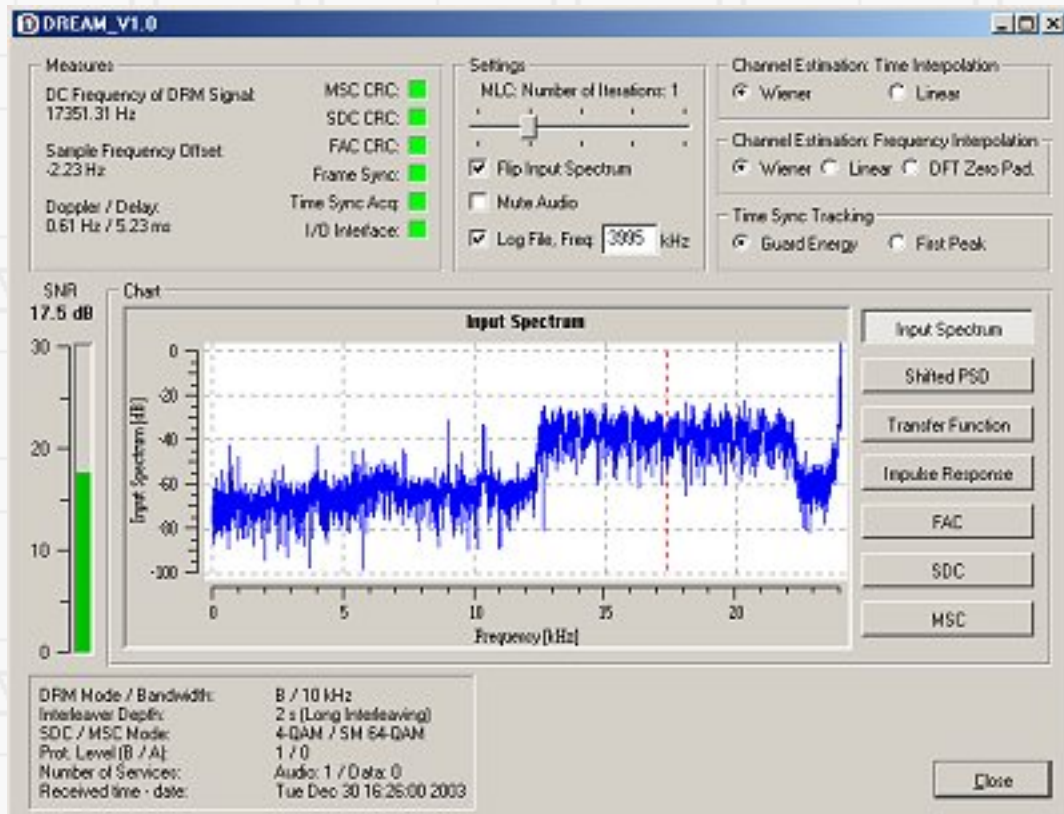
Seit dem 15.12.2003 arbeitet DRM mit einem neuen und verbesserten Übertragungsverfahren. Das offizielle DRM Software Radio wurde in der Version 2.0.34 herausgebracht. Volker Fischer und Alexander Kurpiers haben mit ihrer Open Source Software DREAM\_V1.0 nachgezogen. Der einfache Empfänger arbeitet nur mit DREAM, weil dieses Programm nach DRM-Signalen im gesamten Spektrum zwischen Null und 24 kHz sucht. Praktisch sind Mittenfrequenzen zwischen 5 kHz und 19 kHz möglich. Diese Toleranz ist ideal für einfache Eigenbau-Empfänger.

Also los, als Antenne reicht ein Draht von 3 Metern. Der Ausgang wird mit dem Mikrofoneingang der Soundkarte verbunden. Dann startet man DREAM und wartet einige Sekunden, bis die Software sich synchronisiert hat. Wenn alles glatt gegangen ist, kann man nun die Deutsche Welle in UKW-ähnlicher Qualität in Stereo hören.

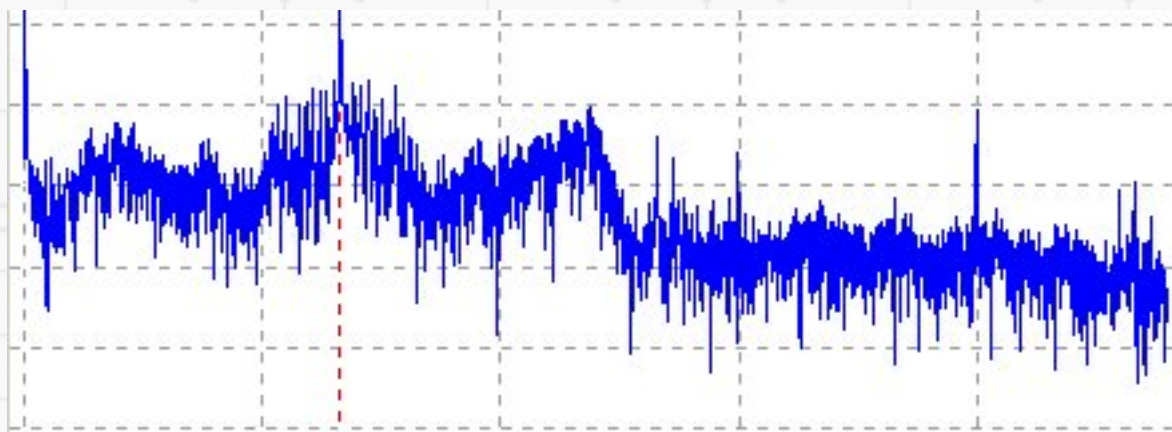




Im Evaluation-Dialog erkennt man das DRM-Spektrum mit einer Breite von 10 kHz. Wichtig ist die Option "Flip Input Spectrum", weil der Empfänger das Spektrum invertiert. Die Mittenfrequenz erscheint dann nicht mehr bei 7 kHz, sondern bei ca. 17 kHz.



DREAM ist gegenüber der ersten Version enorm verbessert worden. Das Programm läuft absolut stabil und liefert ebenso gute Ergebnisse wie die gekaufte Software. Inzwischen ist auch der Empfang von Bildern möglich, und das Programm kann ein Log-File mit Empfangsergebnissen schreiben.



Außerdem kann DREAM auch AM dekodieren. Wenn also auf einer Frequenz die DRM-Sendung beendet wird und der Sender mit AM weiter macht, kann man ebenfalls umschalten. Im Falle von DW-Wertachtal auf 3995 kHz geht es ab 18.30 Uhr analog weiter, und zwar bis 19.00 Uhr auf Russisch. Im Spektrum sieht man nun den Träger bei 7 kHz und die symmetrischen Seitenbänder. Der Empfang klappt am besten nicht-invertiert. DREAM sucht sich die genaue Frequenz des Trägers und mischt nur das obere Seitenband auf die NF-Lage herunter.

Ach übrigens, noch eine mögliche Standard-Quarzfrequenz ist 6144 kHz. Wenn man damit auf 6146 kHz kommt, taugt der Empfänger gleich für zwei DRM-Frequenzen im 49-m-Band: 6140 kHz (DW Jülich) tagsüber und 6130 kHz (DW Wertachtal) am Abend. Ich habe es noch nicht probiert, aber DREAM müsste beim Frequenzwechsel automatisch umschalten.

---

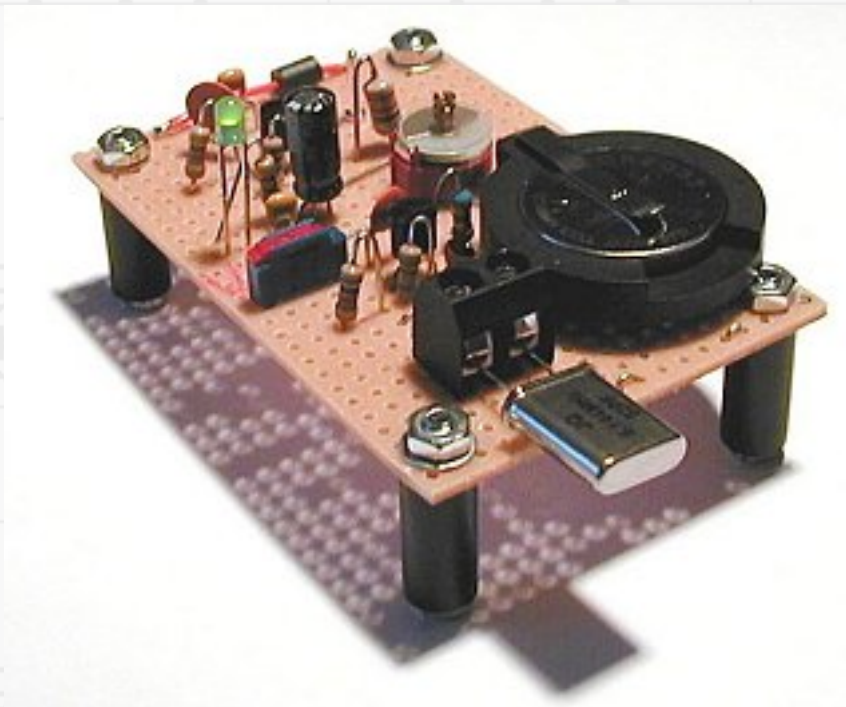
### **Nachtrag: Abstimmbarer Eingangskreis**

Thomas Stegemann hat den Empfänger nachgebaut und verbessert. Der 56pF-Kondensator im Eingangskreis wurde durch einen 100pf-Drehko oder Trimmer ersetzt. So kann durch genaue Abstimmung eine größere Signalamplitude erreicht werden. Mit dieser Änderung wurde so ein SNR bis zu 23 dB erzielt.

---

### **Nachtrag: 6140 kHz klappt auch**

Michael Stutzbach berichtet: Habe das Gerät in der Trimmerversion jetzt nachgebaut (siehe Foto). Da der Stromverbrauch nur bei ca. 2,5 mA liegt, wurde die Stromversorgung in Form einer 3V-Knopfzelle gleich mit aufgelötet. Damit der Oszillator sicher schwingt musste ich den Rückkopplungskondensator auf 33pF vergrößern (nur bei 4 MHz, bei 6,144 MHz ging es auch mit 22pF).



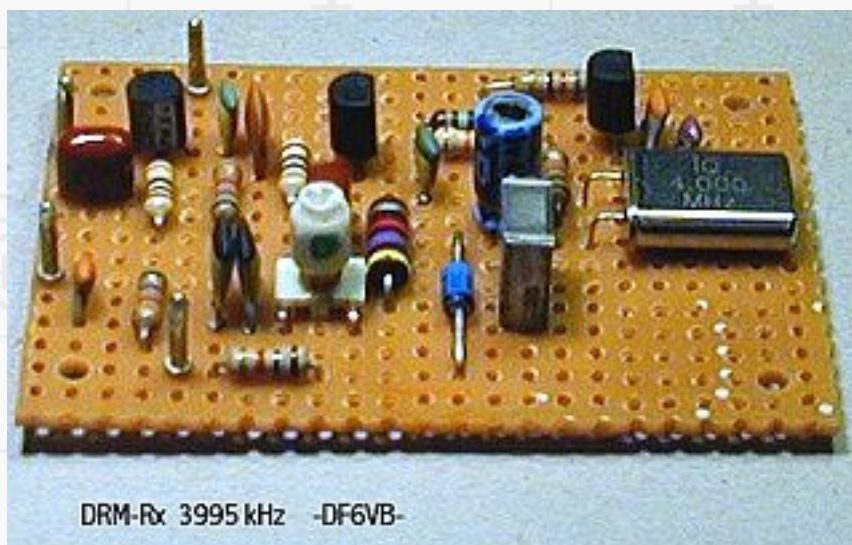
Der Empfang von DRM klappt tatsächlich. Tolle Sache! Der Sender auf 3995 KHz kommt hier in der Nähe von Flensburg am Abend mit S9. Leider habe ich es trotz Trimmer nicht geschafft, das SNR auf über 15 zu bekommen, dadurch reißt die Übertragung immer wieder ab. Negativ bemerkbar machen sich zahlreiche Störer (Schaltnetzteile, Dimmer etc). Am besten hat es noch mit einem Laptop bei

Akkubetrieb funktioniert. Der Empfang auf 6.140 KHz ab 12.00 MEZ ist sehr ordentlich, ich habe ein SNR von bis zu 21 erzielt. Dann ist auch das Zuhören ein Genuss!

---

### Nachtrag: NF-Stufe

Alfons Hendan schickte den folgenden Erfahrungsbericht: Ich habe den einfachen DRM-Rx für 3995 kHz nachgebaut und viel Spass dabei gehabt. Habe ihm noch eine Nf-Stufe nach dem Mischer spendiert, um mit dem hochohmigen Kopfhörer gut etwas hören zu können. Für die Soundkarte ist das aber eher schon zuviel. Musste heute extra einen 850 MHz Duron in meinen Bastelkeller schleppen, damit klappte dann auch der Empfang recht gut. Der 200er Pentium II ist doch zu schlapp zum Dekodieren...

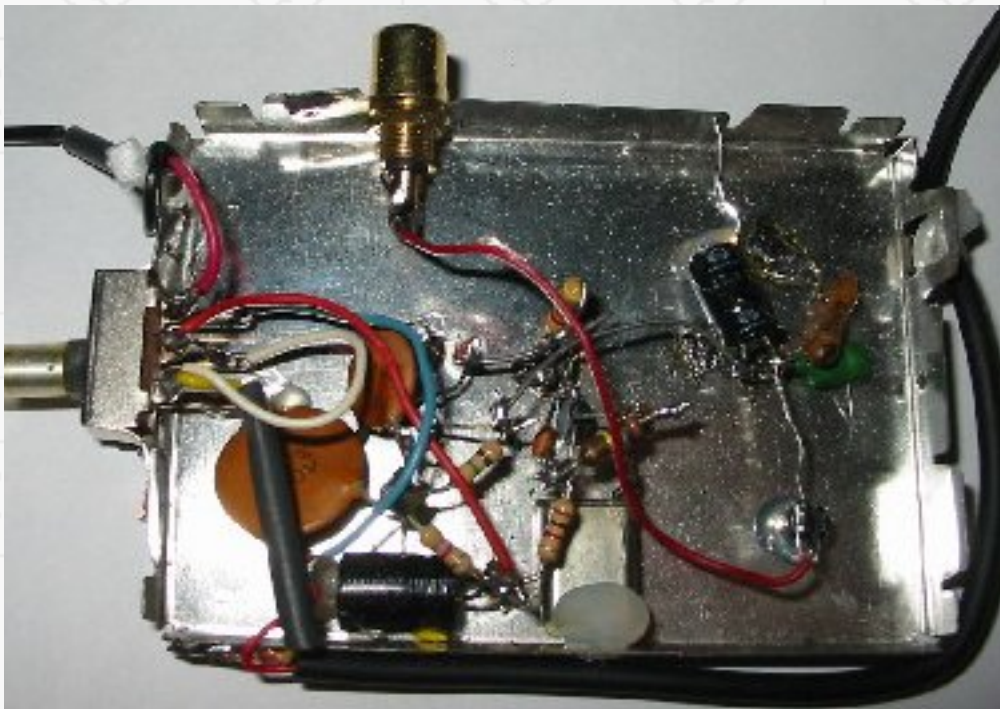


---

### Der Aufbau von Ivo Richter

Der 4 MHz-Quarz wie alle anderen Bauteile stammten aus einem alten Videorecorder. Der Empfänger wird wahlweise von der Soundkarte oder von Batterie mit Strom versorgt (Schalter). Die Deutsche Welle wurde mit S/N von 15dB empfangen.





### Nachtrag: RTL DRM 2 auf 5990 kHz

RTL hat jetzt einen zweiten Sender! Und damit diesmal ein Quarz aus der Bastelkiste genommen werden kann, haben sie ihn auf 5990 kHz eingestellt. Gerade habe ich es ausprobiert: Ein 6,000-MHz-Quarz lag natürlich in Reichweite. Eingelötet, ausprobiert, funktioniert! DREAM zeigt jetzt eine Mittenfrequenz von 11 kHz. Um den Empfang noch weiter zu verbessern, habe ich ein 6-MHz-Keramikfilter zwischen Antenne und Empfänger gelegt.

# RTL DRM 2

Bit Rate: 17.46 kbps EEP / ID: 7002

Siehe auch: Themenschwerpunkt [DRM](#) auf dieser Himepage

[Elektor](#) April/2004: Zwei Transistoren, ein Quarz, das warz. Ein Artikel über die hier vorgestellte Schaltung

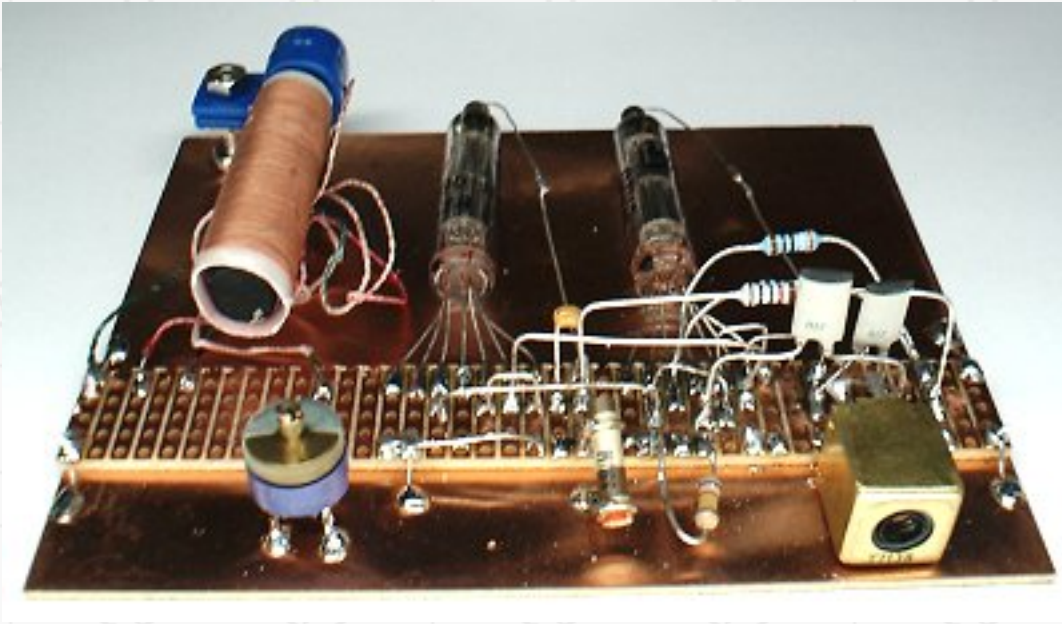
Sendeplan und andere [DRM-Infos](#)



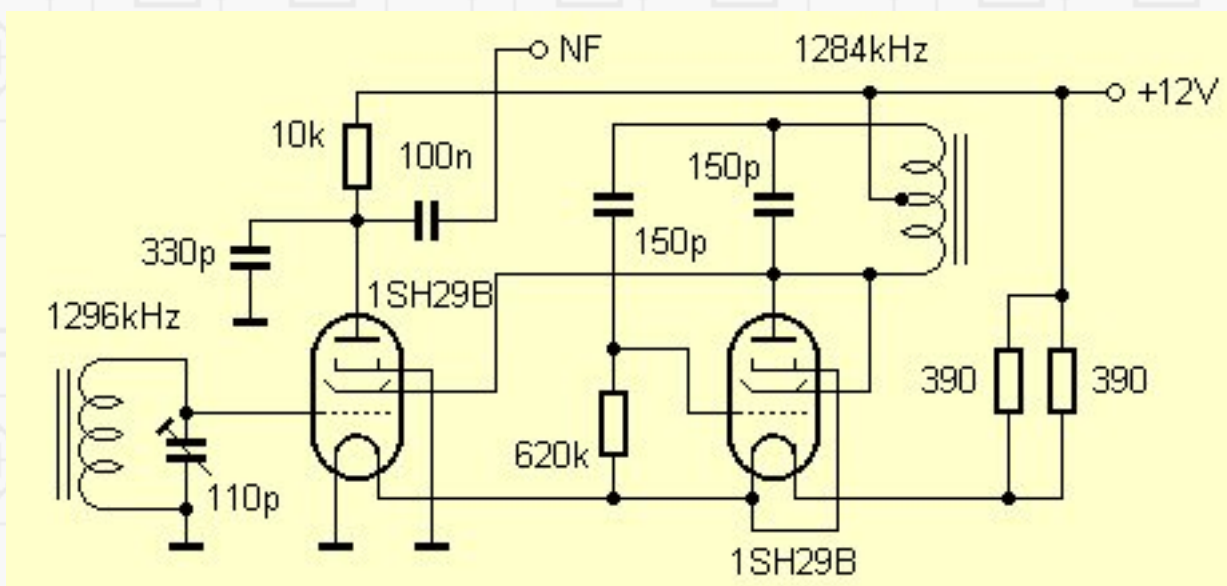


# DRM mit Röhren

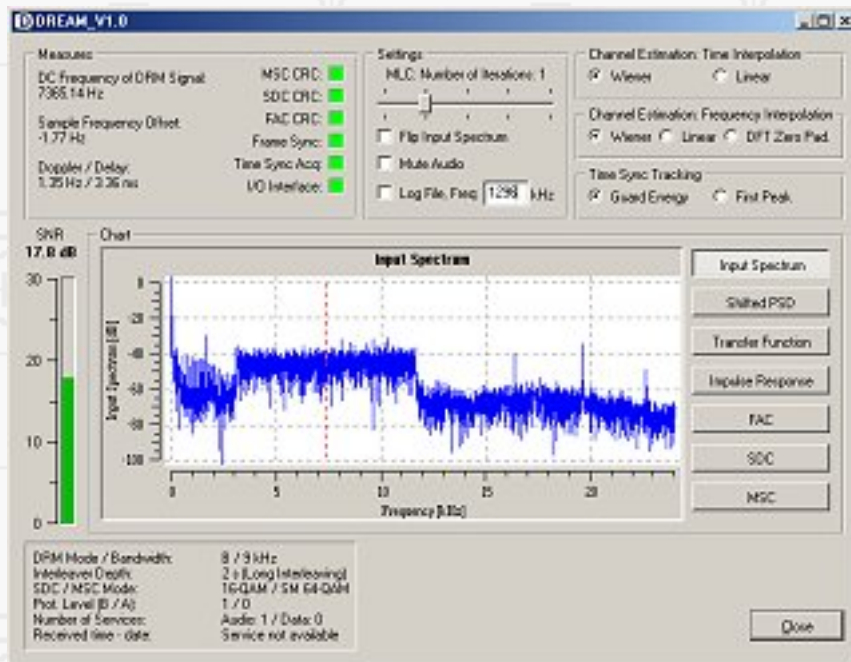
Röhren sind uralt, DRM ist brandneu. Passen beide trotzdem zusammen? Im Prinzip ja, denn Röhren können das gleiche wie Transistoren. Der folgende Versuch verwendet zwei russische Batterieröhren **1SH29B** für einen Mittelwellenempfänger für den DRM-Sender der BBC bei 1296 kHz.



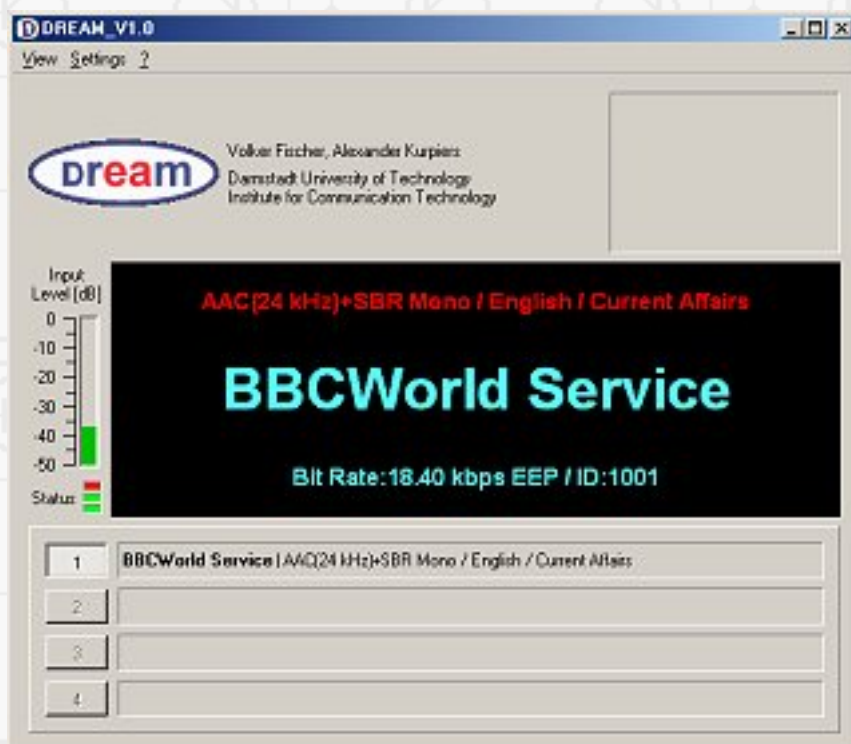
Die Mittelwelle wurde ausgewählt, weil bei der geringen Frequenz eine Chance bestand, einen genügend genauen frei schwingenden Oszillator zu bauen. Die Oszillatordröhre wird in Triodenschaltung verwendet, weil die etwas höhere Steilheit dann auch bei 12 V Anodenspannung noch ausreicht. Die multiplikative Mischstufe erhält das Oszillatorsignal am Schirmgitter. Am Steuergitter liegt eine abgestimmte Ferritantenne.



Zur Dekodierung wurde zunächst DREAM eingesetzt, weil eine genaue ZF-Lage von 12 kHz nur schwer justiert werden kann. Das Programm zeigt das bekannte DRM-Spektrum mit ausreichender Signalstärke und genügend Rauschabstand. Trotzdem wird das Tonsignal nur für kurze Momente hörbar.

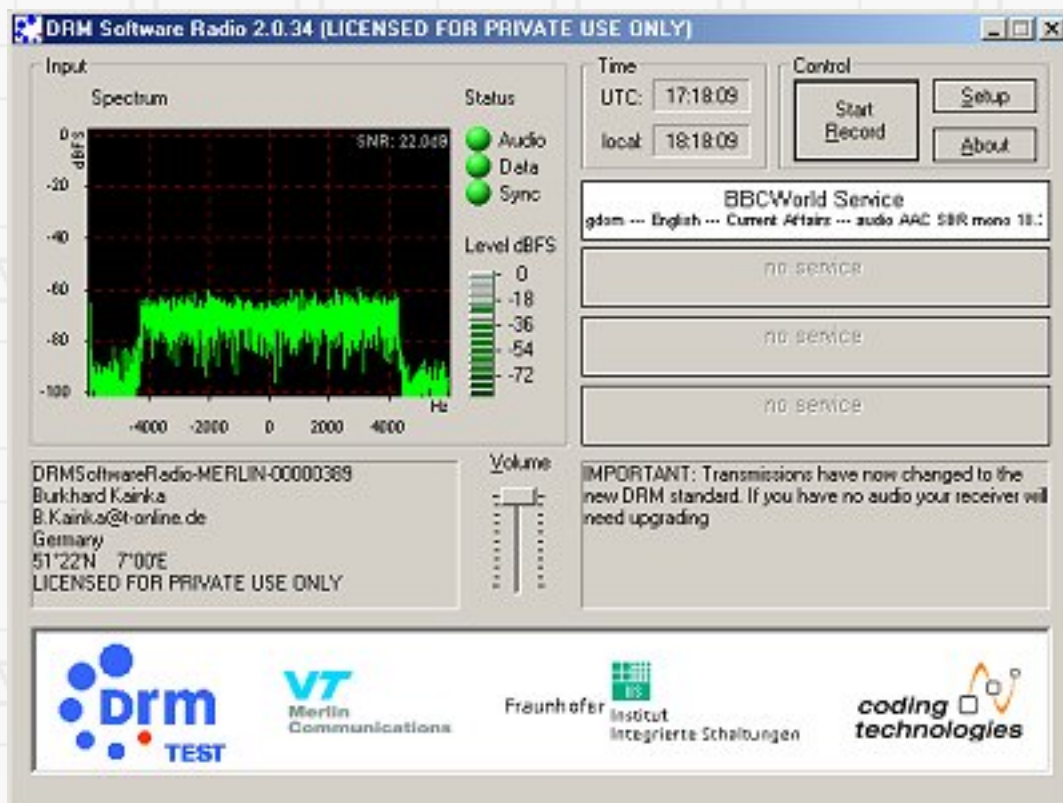


Zum Glück zeigt DREAM die genaue Zwischenfrequenz an. Da sieht man das Problem: Der Oszillator driftet ganz langsam mit bis zu 1 Hz/s. Man darf gar nicht atmen, sonst schwankt die Frequenz. Die Software rastet immer wieder neu ein, beginnt mit einem hohen SNR und sackt dann langsam wieder ab. Die Schaltung wurde deshalb in einen geschlossenen Pappkarton gelegt. Schon besser. Immer wenn die Frequenzdrift unter 0,2 Hz/s fällt, gelingt die Dekodierung. Damit ist der Fall klar. Mit einem Quarzoszillator wäre es kein Problem, egal ob mit Röhre oder Transistor (vgl. [DRM-Empfänger für 3,995 MHz](#)). Aber ein frei schwingender Röhrenoszillator erfordert mehr Aufwand.



Eine weitere Beobachtung: Eine Abstimmung des Eingangskreises hat großen Einfluss auf die Oszillatorfrequenz, d.h. beide Kreise koppeln schwach, weil sie auf nah benachbarten Frequenzen liegen. Das bedeutet, wenn man wirklich einen frei schwingenden Oszillator verwenden will, muss man all die Mühen auf sich nehmen, die z.B. bei Amateurfunkempfängern vergangener Tage üblich waren: VFO im stabilen, abgeschirmten Gehäuse, sorgfältige Temperaturkompensation, eine oder zwei Pufferstufen zur Entkopplung, am besten eine Stunde Vorheizen vor jedem Gebrauch.

In einem zweiten Versuch wurde der Stabilität des Oszillators etwas unter die Arme gegriffen. Das Signal eines DDS-Generators mit 1284 kHz wurde lose eingekoppelt. Der Röhrenoszillator rastete auf die Sollfrequenz ein und war dann selbst stabil. Und nun ging es sogar mit dem DRM Software Radio. Es wurde ein SNR bis zu 22 dB erreicht. Das ist der Beweis, mit einer Röhre kann man sogar bei kleiner Anodenspannung einen brauchbaren Mischer bauen.



Wer mit Röhren DRM empfangen möchte weiß, dass die eigentliche Dekodierung ohne Halbleiter nicht geht. Deshalb könnte man die Aufgabe auch gleich so aufteilen: Alle analogen HF-Stufen und insbesondere den oder die Mischer mit Röhren, ein DDS-IC im VFO, PC als Decoder und am Ausgang der Soundkarte einen Stereo-Röhrenverstärker, z.B. mit vier EL34.



**Wenn die Kathode glüht,**

**freut sich das Gemüt.**  
(Dietrich Drahtlos)



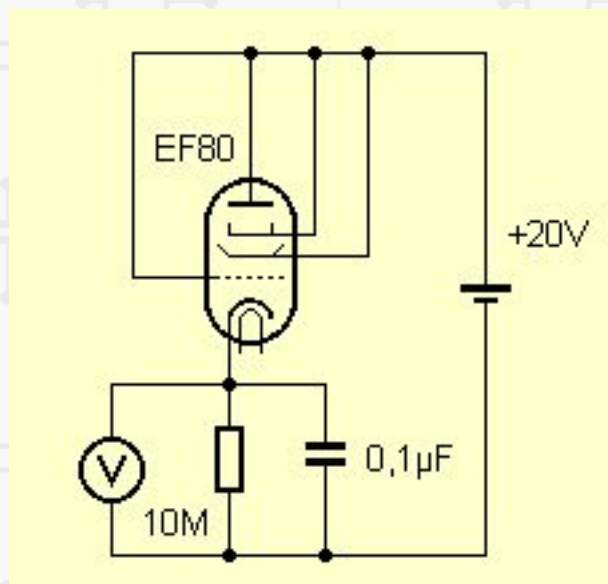


## EF80, die verkaante Fotozelle

Wer eine HF-Pentode EF80 bei der Arbeit betrachtet, sieht die Glühkathode in ihrer vollen Länge, weil nicht nur die Gitter, sondern auch die Anode und die Schirmung sehr locker gebaut sind. Sehen und gesehen werden, das gehört zusammen. Und deshalb ist die EF80 auch eine brauchbare Fotozelle.



Die Kathodenbeschichtung ist für leichte Elektronenabgabe optimiert und enthält z.B. Cäsium, das seine Elektronen nur schwach festhält. Und genau deshalb können auch Photonen Elektronen aus der Kathode befreien. Ganz ohne Heizung, versteht sich. Getestet habe ich das mit einer blauen LED-Lampe. Licht kurzer Wellenlänge hat mehr Energie, denn es gilt  $E = h f$ , mit dem Planckschen Wirkungsquantum  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ . Ein rotes Lichtquant hat  $E = 2,5 \text{ eV}$ , ein blaues  $E = 5 \text{ eV}$ , oder wie der Physiker sagt, je blauer desto power. Die Austrittsarbeit bei Cäsium beträgt ca.  $2 \text{ eV}$ . Also bei Rot reicht es knapp, bei Blau reichlich.



Der Fotostrom wurde mit dem Oszilloskop und einem Tastkopf mit 10 MOhm gemessen. Damit kein Brummen die Messung stört, wurde ein zusätzlicher Kondensator verwendet. Die Anodenspannung beträgt 20 V. Ohne Licht wird keine Spannung gemessen. Wenn die blaue Lampe auf die Kathode scheint, steigt die Spannung an der Kathode auf 50 mV. Damit ist der Fall klar, die EF80 ist eine vollwertige Fotozelle. Man könnte z.B. eine Lichtschranke damit bauen.

Der Fotostrom ist leider nicht gerade überwältigend. Schade, ich hatte eigentlich vor, ein Solar-Röhrenradio mit umweltfreundlicher Sonnenlicht-Fotoemission zu bauen, aber ca. **5 nA** reicht nicht ganz. Vielleicht wäre mit einer besonders großen Lupe und automatischer Sonnennachführung noch was zu machen...

Eine "richtige" Fotozelle ist z.B. die 92CV mit einer Empfindlichkeit von 45  $\mu\text{A}/\text{lm}$  bei einer Anodenspannung von 85 V. Bei solchen Röhren verwendet man eine größere Kathode, die entsprechend mehr Licht einfängt. So etwas war früher in Tonfilmprojektoren, heute nimmt man Si-Fotodioden dafür.

Nur wenn es extrem empfindlich zugehen soll, verwendet man immer noch Röhren: Fotomultiplier. Zwischen Kathode und Anode befinden sich im Fotomultiplier mehrere Zwischenelektroden, sog. Dynoden, die jeweils z.B. 20 -100V positiver vorgespannt werden. Dann passiert folgendes: Ein Photon schlägt ein Elektron aus der Kathode. Dieses wird beschleunigt und trifft auf die erste Dynode. Dort schlägt es z.B. zwei Elektronen frei, die dann an der zweiten Dynode vier Elektronen befreien usw. Mit 10 Dynoden hat also eine Verstärkung von 2 hoch 10 oder 1024. Tatsächlich ist es noch viel mehr, eine Verstärkung von 100.000.000 ist kein Problem. Damit ist es möglich, sogar ein einzelnen Photon nachzuweisen. Dazu kommt, dass eine sehr große Fotokathode verwendet wird.



Dafür sind solche Röhren auch sehr teuer. Diese hier habe ich nur deshalb bekommen, weil sie ihre Solldaten nicht mehr ganz einhält. Normalerweise braucht man einen zehnfachen Spannungsteiler und eine stabile Spannung von einigen hundert Volt. Das war mir zu aufwendig. Im ersten Test habe ich deshalb die Röhre nur als normale Fotozelle ohne Verstärkung eingesetzt. Also die erste Dynode als Anode an +20 V gelegt und ein Multimeter in die Kathodenleitung. Und das Ergebnis mit der blauen LED-Lampe kann sich sehen lassen: **200  $\mu\text{A}$** , also 40.000 mal mehr als bei der EF80.

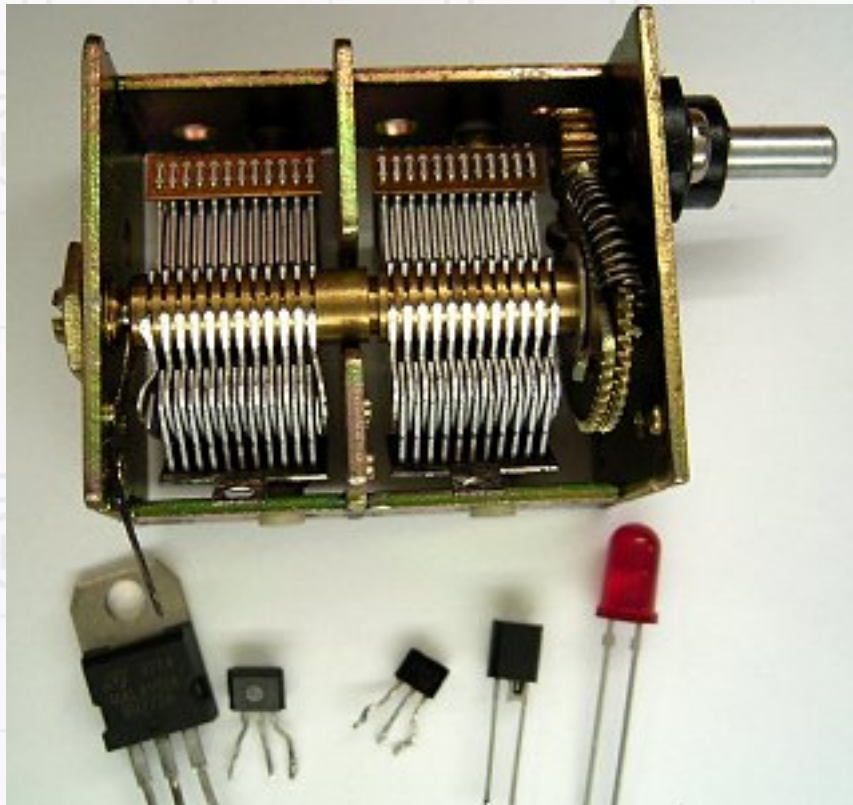
Mit dem Fotomultiplier kann man Lichterscheinungen untersuchen, die sonst kaum zu entdecken sind. Unzählige Diplom- und Doktorarbeiten wollen noch geschrieben werden. Zum Beispiel ist bisher meiner Kenntnis nach noch niemals wissenschaftlich untersucht worden, ob Hasenfürze in lauen Sommernächten leuchten und welchen Einfluss die Ernährung des Hasen auf seine Luminiszenz hat.

**Neue Gedanken  
öffnen die Schranken  
(Dietrich Drahtlos)**



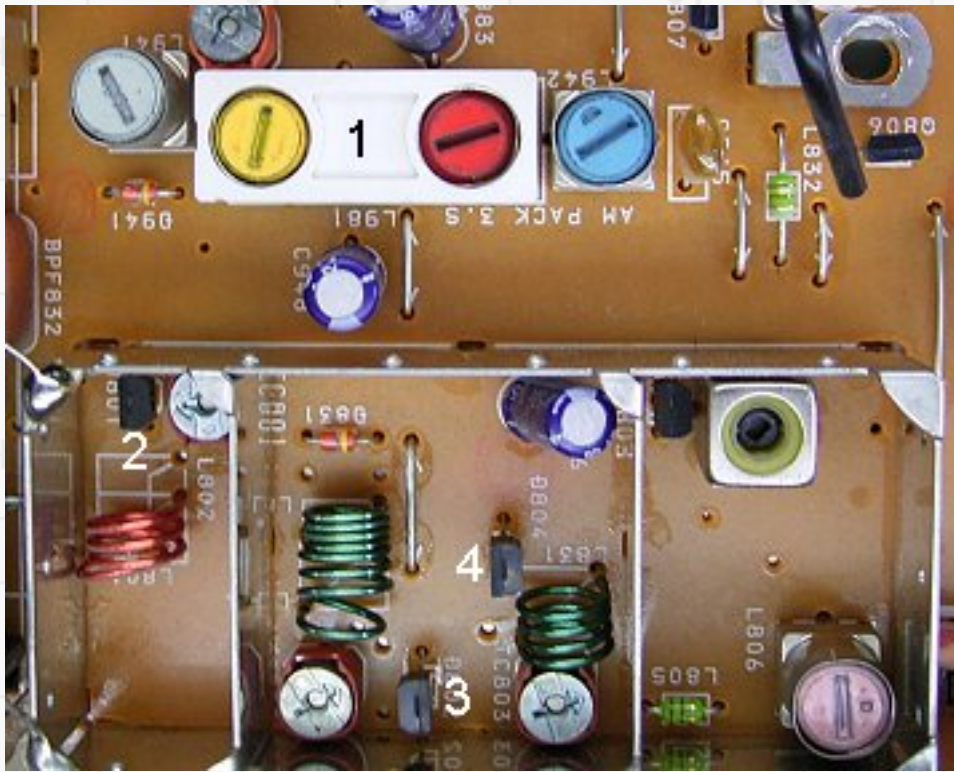
# Kapazitätsdioden

Eine Kapazitätsdiode wie die BB112 ersetzt einen Drehkondensator. Die Kapazität der Sperrschicht ändert sich mit der Sperrspannung. Nur schade, dass AM-Kapazitätsdioden so schwer zu bekommen sind. Siemens hat sich aus dem Bereich zurückgezogen, aber im Fernen Osten ist das Thema noch aktuell.



Bei Toko in Japan gibt es alles was man braucht, allerdings nicht für jeden. Da müsste man schon Siemens oder Philips heißen und 100000 Stück anfragen. Für den Bastler bleibt oft nur das Ausbauen gebrauchter Teile. Denn wenn wir auch eine einzelne Diode nicht bekommen, eine Diode mit einer HiFi-Anlage drum herum verkauft man uns gern. Und da viele der modernen Anlagen nur noch eine Halbwertszeit von drei Jahren haben, besteht kein Mangel an modernstem Edelschrott.





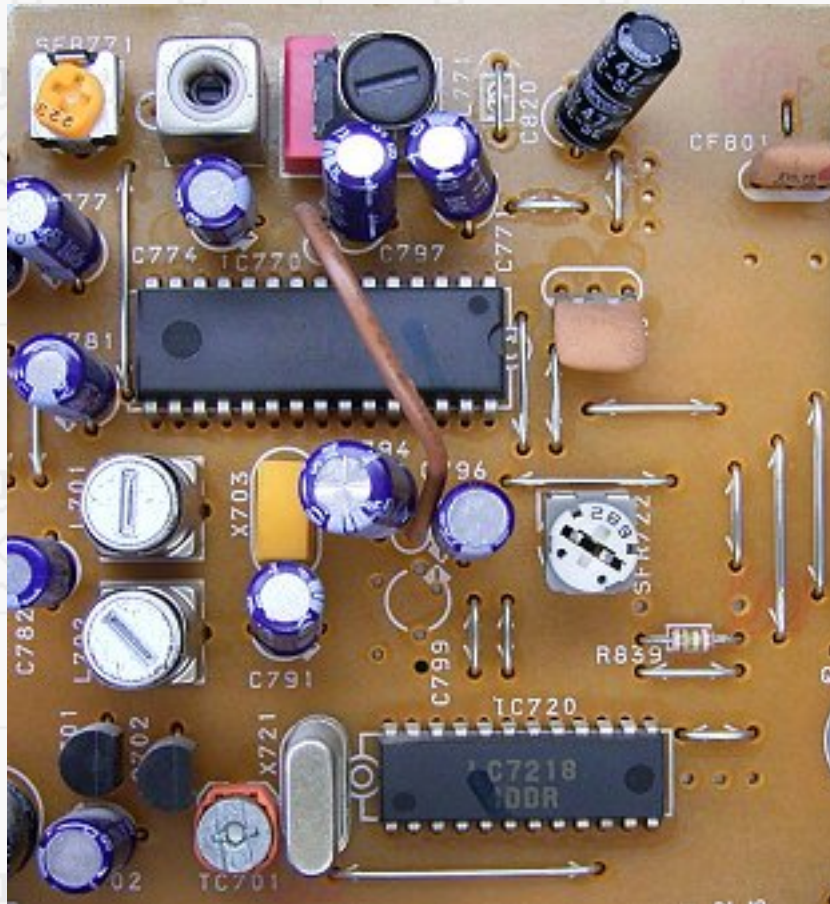
**Ist der Geldbeutel leer,  
muss Edelschrott her.**  
(Dietrich Drahtlos)

Kürzlich bemerkte ich zufällig, wie mein Nachbar eine Dreifach-CD-Wechsler-Kompaktanlage von Aiwa entsorgen wollte. Moment mal, da muss man mich doch erst fragen! Es könnten ja wichtige Bauteile drin sein, z.B. Kapazitätsdioden. Und so war es auch. Wenn die Anlage einen Mittelwellenbereich hat und keine Drehkoabstimmung, sondern eine PLL, dann muss eine AM-Varicap drin sein. Allerdings ist sie gut versteckt, und zwar unter der Abdeckung der AM-Eingangs- und -Oszillatorschule (1). Drei weitere Doppeldioden im Transistorgehäuse (2...4) befinden sich im FM-Tuner.

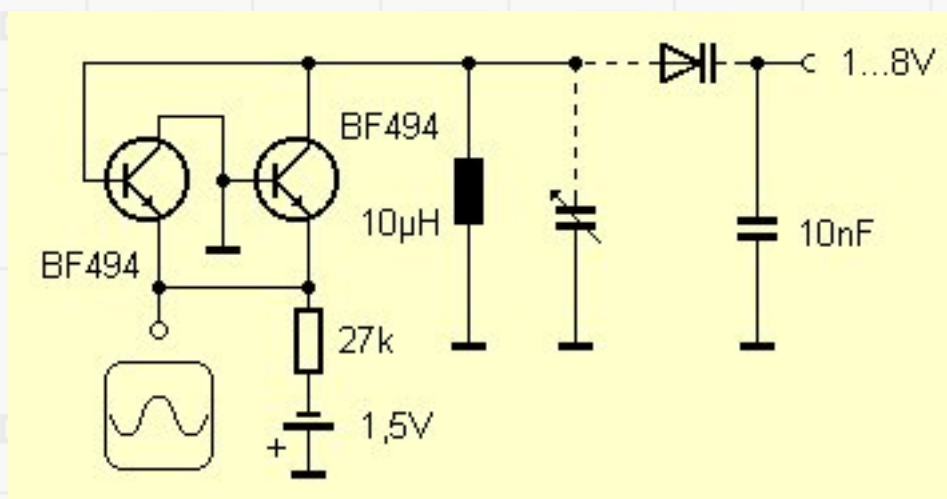


Das Versteck für die AM-Abstimm-diode hatte ich gerade erst an einer anderen Schrottplatine entdeckt. Zuerst hatte ich verschiedene SMD-Bauteile ausgebaut und überprüft, aber ohne Erfolg. Dann keimte der Verdacht, und ich wollte den AM-Spulenblock auslöten. Aber das Teil widersetzte sich, und so half schließlich nur noch rohe Gewalt. Mit dem Seitenschneider wurde die Platine zerteilt. Und da fand sich tatsächlich eine kleine Tarnkappe nur für die Abstimm-diode im Transistorgehäuse. Warum machen die sowas, nur damit ich sie nicht finden soll? Vermutlich ist der Grund ein anderer: Toko baut u.a. Spulen, Kapazitätsdioden und Keramikfilter. Wenn man die

richtigen Teile fest verbindet, braucht der Entwickler bei Aiwa nicht so lange überlegen, ob er Bauteile der Konkurrenz einsetzen soll. Jedenfalls war auch ein 456-kHz-Keramikfilter fest mit der zugehörigen Spule verbunden. Auf der Platine fand sich übrigens auch das [PLL-IC LC7218](#), mit dem man prima etwas eigenes bauen könnte.



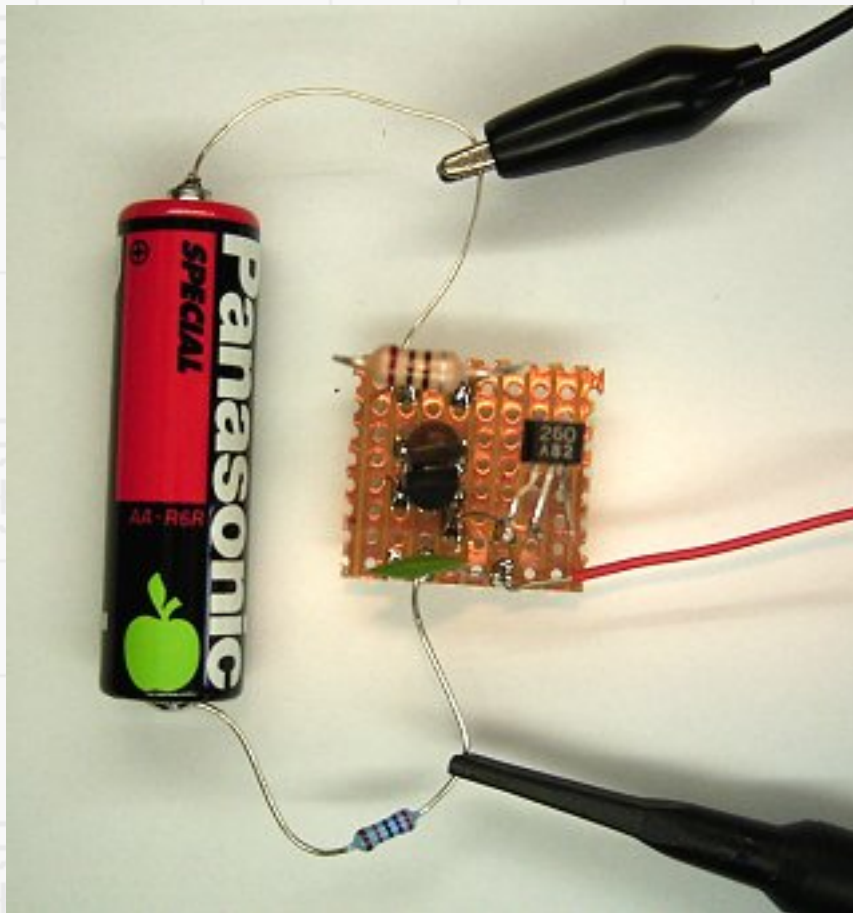
Die Kapazitätsdiode jedenfalls wurde erfolgreich ausgebaut. Kurz vor dem Schlachtfest habe ich die Anlage noch im Betrieb untersucht. Und da zeigte sich schon der Fortschritt. Die Abstimmspannung lag nur noch zwischen 1 V und 8 V. Am Anfang hat man meist bis zu 30 V verwendet. Um die Bauteile objektiv zu vergleichen, habe ich einen kleinen abgestimmten Oszillator gebaut. Mit zwei HF-Transistoren und einem Strom von nur rund  $25 \mu\text{A}$  wird der Schwingkreis ganz schwach angeregt und kaum verstimmt. Am Emitterausgang wurde die Frequenz mit einem Oszilloskop bestimmt.





Der Oszillator hat ohne Drehko oder Kapazitätsdiode eine Frequenz von 18,5 MHz. Die parasitären Kapazitäten der Spule und der Transistoren liegen also bei ca. 8 pF, wie man mit dem kleinen [Schwingkreis-Rechenprogramm](#) bequem nachprüfen kann. Ein angeschlossener Drehko mit nominell 320 pF erbrachte einen Abstimmbereich von 2,6 MHz bis 12 MHz. Und hier die Ergebnisse für eine Hälfte der ausgebauten Zweifach-AM-Abstimmtdiode mit der Aufschrift "260 A82":

2,3MHz@1V (480 pF), 2,8MHz@2V, 3,4MHz@3V, 4,4MHz@4V, 5,4MHz@5V, 6,4MHz@6V, 7,6MHz@7V und 8,8MHz@8V (33 pF). Wenn man die Leerlaufkapazität der Schaltung mit 8 pF abzieht, ergibt sich ein Bereich von 25 pF bis 470 pF, also eine Variation von 18,8, die sich hinter keinem Drehko verstecken muss. An einer BB112 wurden fast genau die gleichen Daten gemessen wie bei der ausgebauten AM-Diode, also ebenfalls 25 pF bis 470 pF zwischen 8 V und 1 V.



Auf der Schrottplatine befanden sich ja auch noch drei FM-Abstimmtdioden. Eine Hälfte der Doppeldiode "I203 M3" brachte folgende Ergebnisse: 6,5MHz@1V und 12 MHz@8V. Das entspricht einem Kapazitätsbereich von 10 pF bis 52 pF. Auch nicht schlecht, wenn man beide Seiten parallel schaltet, kann auch schon auf Kurwelle damit etwas anfangen.

Wenn es einmal ganz schlimm kommt und man überhaupt keine Kapazitätsdiode auftreiben kann, sollte man sich daran erinnern, dass jede Diode eine von der Sperrspannung abhängige Kapazität hat. Eine 1N4004 erbrachte einen Abstimmbereich von 12 MHz bis 14 MHz. (5 pF bis 10 pF). Eine rote LED brachte es auf 14 MHz bis 15,5 MHz (2,5 pF bis 5 pF). Und auch die inverse Diode eines VMOS-FET kann verwendet werden, wenn man Gate und Source als Anode verbindet und Drain als Kathode verwendet. Ein BUZ72 brachte es auf einen Abstimmbereich von 2,8 MHz bis 4 MHz, also 160 pF bei 8 V bis 330 pF bei 1 V.