

# Kosmos Elektronik-Junior

Eine Entdeckungsreise  
in die Welt der Elektronik  
und Radiotechnik anhand  
von 30 interessanten  
Experimenten.

Mit KOSMOS spielend  
die Welt der Elektronik  
und Radiotechnik  
erobern.

**kosmos**<sup>®</sup>

Franckh'sche Verlagshandlung - Stuttgart



IIIIIIIIII - für die kleine Gruppe

II x groß - P. Lohmann Oberstück  
und zum Loten

III - Mittel - P. Lohmann  
D. Lautsprecher  
rinnen

1) Steckmodelle

2) X. u. Y.

3) Haken

# kosmos<sup>®</sup>

# Elektronik-Junior

Experimentierbuch für eine Entdeckungsreise  
in die Welt der Elektronik und Radiotechnik

Von Hannes Höck

8. Auflage

Zum Experimentieren werden lediglich noch  
**drei Mignon-Zellen Typ IEC R6 zu je 1,5 Volt**  
(z. B. **Daimon Nr. 255**)

oder eine Flachbatterie Typ IEC 3R 12 4,5 Volt  
(z. B. **Diamon Nr. 228**)

gebraucht, die wegen ihrer begrenzten Lagerfähigkeit  
dem Kasten nicht beigegeben sind.



Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart

Umschlaggestaltung Agentur Benton & Bowles und Partner, München GmbH, unter Verwendung von zwei Aufnahmen von Anne Rott und Photo-Reger, Zeichnungen von Erich Haferkorn, Edeltraud Weber, Ulrike Fiegler-Lau, Hans-Georg Lechler und Berthold Faust

8. Auflage

Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart / 1983

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in diesem Experimentierbuch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

© 1977, 1978, 1979, 1982, Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart

Printed in Germany / Imprimé en Allemagne / L65Hgb

Konstruktion der Experimentierausrüstung:

KOSMOS-Entwicklungslabor

Gesamtherstellung: Konrad Tritsch,

Graph. Betrieb, Würzburg

## KOSMOS Elektronik-Junior

Einleitung . . . . .	4	43. Zwei Transistoren schalten sich gegenseitig . . . . .	29
1. Wenn du keine Batterien hast . . . . .	5	44. Verstellbarer Warnblinker . . . . .	30
2. Die Batterien . . . . .	5	45. Wie unser Ohrhörer arbeitet . . . . .	31
3. Das Lämpchen leuchtet . . . . .	5	46. Einbau der Buchsenfedern . . . . .	32
4. Prüfen und Einsetzen der Steckfedern . . . . .	6	47. Ein Taktgeber . . . . .	32
5. Eine Fassung für das Lämpchen . . . . .	6	48. Tönende Telegrafie . . . . .	33
6. Vorbereiten des Batteriehalters . . . . .	7	49. Zitronenbatterie . . . . .	34
7. Einsetzen und Wechseln der Batterien . . . . .	7	50. Polizeihorn im Ohrhörer . . . . .	35
8. Aus- und Einschalten des Lämpchens . . . . .	8	51. Elektronische Musik . . . . .	35
9. Der Stromkreis . . . . .	8	52. Sirenenton . . . . .	36
10. Die Stromstärke . . . . .	9	53. Schalten und Verstärken . . . . .	38
11. Die Technische Stromrichtung . . . . .	9	54. Darlingtonverstärker für Kristall-Tonabnehmer . . . . .	38
12. Die Spannung . . . . .	9	55. NF-Verstärker für magnetischen Tonabnehmer . . . . .	39
13. Durchgangsprüfer . . . . .	10	56. Gleichstrom und Wechselstrom . . . . .	40
14. Stromrichtung im Lämpchen . . . . .	10	57. Wie eine Diode arbeitet . . . . .	41
15. Bilderschrift für Fachleute . . . . .	11	58. Diodenprüfer . . . . .	41
16. Wir biegen Drahtbrücken . . . . .	12	59. Wie ein Schwingkreis arbeitet . . . . .	42
17. Stromkreis mit Drahtbrücken . . . . .	12	60. Wellenlänge und Frequenz . . . . .	43
18. Drahtverhau . . . . .	12	61. Wickeln der MW-Schwingkreisspule . . . . .	44
19. Wir biegen Widerstände . . . . .	13	62. Aufbau des MW-Ortsempfängers . . . . .	47
20. Das bestohlene Lämpchen . . . . .	13	63. Ohne Antenne und Erde kein Empfang . . . . .	47
21. Geheimcode für Zahlen . . . . .	13	64. Einstellen des Ortssenders . . . . .	49
22. Warum Widerstände so „krumme“ Ohmwerte haben . . . . .	14	65. Empfangsverbesserung durch Rückkopplung . . . . .	50
23. Das Ohmsche Gesetz . . . . .	14	66. Wie eine Antenne empfängt . . . . .	51
24. Stehlen zwei Diebe weniger als einer? . . . . .	15	67. Empfang an Gemeinschaftsantennen . . . . .	52
25. Vergrößern des Widerstandswertes . . . . .	15	68. Wie Rundfunkwellen Musik ins Haus tragen . . . . .	52
26. Vorbereiten der Transistoren . . . . .	15	69. Fehlersuche . . . . .	53
27. Wie ein Transistor arbeitet . . . . .	17	70. KOSMOS Elektronik-Junior und „Spiele mit Elektronik“ . . . . .	53
28. Wir probieren einen Transistor aus . . . . .	17	Und so geht es weiter . . . . .	54
29. Das Potentiometer . . . . .	18	Schaltungsverzeichnis . . . . .	55
30. Verdunklungsschaltung als Transistorprüfer . . . . .	19	Sachregister . . . . .	55
31. Der Widerstandsprüfer . . . . .	20		
32. Transistor in Gefahr . . . . .	20		
33. Batteriepolung bei Transistorschaltungen . . . . .	20		
34. Der Regenmelder . . . . .	21		
35. Lügendetektor . . . . .	22		
36. Einstellbarer Blumenwächter . . . . .	22		
37. Was ist ein Elko? . . . . .	23		
38. Die Quizuhr . . . . .	24		
39. Treppenlicht-Automatik für ein Puppenhaus . . . . .	25		
40. Wir lernen die übrigen Kondensatoren kennen . . . . .	26		
41. Elektronischer Detektiv . . . . .	27		
42. Das eigenwillige Lämpchen . . . . .	28		





## KOSMOS Elektronik-Junior

Der KOSMOS Elektronik-Junior will dir helfen, hinter die Geheimnisse der Elektronik zu kommen.

Die Elektronik ist so geheimnisvoll, weil mit ihr alles ohne bewegte Teile scheinbar von selbst geht: Mit ihrer Hilfe fährt die U-Bahn ohne Zugführer, kann man feststellen, ob jemand unbefugt einen Raum betreten hat, sie erzeugt Töne, gibt Signale, zeigt

Regen und Trockenheit an. Natürlich kann sie noch vieles mehr, und wir wollen jetzt einiges zusammen ausprobieren. Sicher wird es dir viel Spaß machen, und du wirst merken, daß Elektronik kein Hexenwerk ist.

Mit deinem KOSMOS-Kasten Elektronik-Junior kannst du im Handumdrehen die kompliziertesten Schaltungen zusammenstecken, ohne überhaupt nachzudenken. Du brauchst sie nur nach den Ab-

bildungen aufzubauen. Wenn du aber willst, daß alles richtig funktioniert, machst du die Versuche am besten der Reihe nach. Mancher Kniff, den du zum Gelingen eines Versuches kennen solltest, ist vielleicht in der Beschreibung eines früheren Versuches erklärt. Das muß so sein, denn man kann ja nicht bei jeder Schaltung alles wiederholen.

Wo du etwas falsch machen könntest, ist besonders darauf hingewiesen. Wenn ein Versuch nicht gleich geht, sind gewöhnlich nicht die Einzelteile schuld. Sie werden schon in der Fabrik mehrfach geprüft. Vielleicht hast du zwei sehr ähnlich aussehende Teile verwechselt, oder du hast beim Zusammenstecken eine Leitung einfach vergessen. Es gibt ein einfaches Mittel, das zu vermeiden: Du fährst jede Steckverbindung, die du gemacht hast, in der Aufbauzeichnung mit Buntstift nach. Dann siehst du gleich, ob noch eine Leitung fehlt. Auch wenn du die Arbeit unterbrechen mußt, weißt du, wo du aufgehört hast.

Natürlich kann es vorkommen, daß einmal ein Einzelteil versagt. Vielleicht hattest du in einer anderen Schaltung eine Leitung versehentlich falsch gesteckt, und ein Transistor, ein Widerstand oder die Diode ist durchgebrannt. Wenn du prüfen willst, ob ein Einzelteil noch gut ist, baue die entsprechende Prüfschaltung auf.

Falls etwas überhaupt nicht gelingen will und du den Fehler nicht findest, kannst du das Teil an den Verlag zur Prüfung einsenden bzw. mit dem beiliegenden Bestellschein Ersatz bestellen. Gib dann an, mit welcher Schaltung du Schiffbruch erlitten hast und welche Schaltung du vorher aufgebaut hattest. In besonderen Fällen können wir dir dann helfen, das nachgekaupte Teil richtig zu verwenden, damit es nicht auch wieder kaputtgeht. Wir können

dich auf Fehler, die du vielleicht gemacht hast, hinweisen.

Einen Brief solltest du aber nur in ganz dringenden Fällen schreiben. Du mußt bedenken, daß schon viele Jungen und Mädchen vor dir die Schaltungen aufgebaut haben und daß es im ganzen Buch keine Schaltung gibt, die nicht schon viele tausend Male gegangen ist. Wenn du alles genau nach der Beschreibung machst, müssen alle Schaltungen also auch bei dir funktionieren.

**Ein Kapitel über „Fehlersuche“ findest du am Ende dieses Buches.**

### 1. Wenn du keine Batterien hast

Nun steht der Kasten vor dir, und du möchtest sofort mit den Versuchen anfangen. Aber niemand hat daran gedacht, dir Batterien mitzubringen. Du schlägst das Kapitel „Zitronenbatterie“ auf und findest dort, wie eine Schaltung mit einer selbstgemachten Batterie funktioniert, und gleichzeitig erfährst du, wie die erste brauchbare Batterie erfunden wurde.

### 2. Die Batterien

Inzwischen hast du dir drei 1,5-V-Mignon-Zellen (Bild 1) besorgt, die wir uns nun genau ansehen wollen. Jede Batterie ist von einem rohrförmigen Zinkbecher umgeben und hat zwei Anschlußstellen, die man Pole nennt. Der eine Pol sitzt als kleine Metallkappe auf der Batterie und heißt Pluspol. Er ist mit einem Kreuz (+) gekennzeichnet. Der blanke Boden der Batterie ist der Minuspol, der manch-

Bild 1.  
Die Batterie



mal durch ein Minuszeichen (-) kenntlich gemacht ist.

### 3. Das Lämpchen leuchtet

Nun wollen wir prüfen, ob die Batterien nicht durch zu langes Lagern Schaden gelitten haben. Sie haben nämlich nur eine begrenzte Lebensdauer, selbst wenn sie gar nichts leisten müssen. Aus diesem Grunde liegen auch in deinem Kasten keine Batterien, denn es soll vermieden werden, daß deine Versuche nicht gehen, nur weil die Batterien nicht frisch sind.

Wir können gleich zwei Teile auf ihre Funktionstüchtigkeit hin prüfen: das Lämpchen und die Batterien.

Auf dem Bild, das den Inhalt des Kastens zeigt, haben alle Teile eine Nummer. Wie die Teile heißen, steht daneben (Seite 3). Teil 31 ist das Glühlämpchen. Schau es dir an (Bild 2): Es besteht aus dem Glaskolben und der Gewindehülse g. Im Glaskol-



Bild 2.  
Das Glühlämpchen

ben siehst du einen dünnen, spiralförmig gewendelten Draht w, der von zwei Drahtstützen gehalten wird. Die Drahtstützen, im Glaskolbenfuß eingeschmolzen, enden an den Punkten a – einem kleinen Lötbatzen – und b – dem Bodenkontakt.

Wenn wir prüfen wollen, ob Lämpchen und Batterie in Ordnung sind, brauchen wir dazu einen kurzen roten Verbindungsdraht (Teil 38).

Die losen Stücke des roten Kunststoffmantels ziehen wir rechts und links vom eigentlichen Draht; das nennt man „abisolieren“. Der Kunststoffmantel ist nämlich eine gute Isolierschicht, die keinen Strom durchläßt.

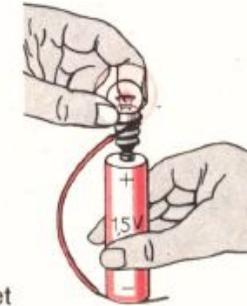


Bild 3.  
Das Lämpchen leuchtet

Nun hältst du den Bodenkontakt des Lämpchens auf den Pluspol der Batterie (Bild 3). Die Verbindung zwischen Minuspol und Gewindehülse des Lämpchens stellst du über den Verbindungsdraht her. Stelle die Batterie mit ihrem blanken Boden auf den blanken Draht und halte das andere blanke Ende an das Gewinde des Lämpchens. Wenn alles in Ordnung ist, brennt das Lämpchen nun. So kannst du alle drei Batterien prüfen.

#### 4. Prüfen und Einsetzen der Steckfedern

Nimm eine Steckfeder (Teil 25) aus Beutel 37. Sie hat an der Oberseite vier kleine Löcher, in die die blanken Enden der Verbindungsdrähte und andere Schaltelemente gesteckt werden können.

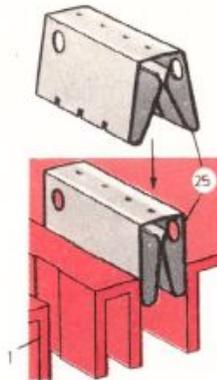


Bild 4.  
Steckfedern

Drücke die Steckfeder leicht zusammen (Bild 4) und setze sie zur Hälfte in eine Öffnung der Aufbauplatte (Teil 35). Nun stecke das blanke Ende eines Verbindungsdrahtes in die Steckfeder und beobachte, wie der Draht die Laschen im Inneren der Feder auseinanderdrückt (Bild 5) und sich zwischen sie schiebt. Der Draht muß so weit eingesteckt werden, daß die Laschen ihn richtig festhalten können.

Du darfst die Drahtenden immer nur genau senk-

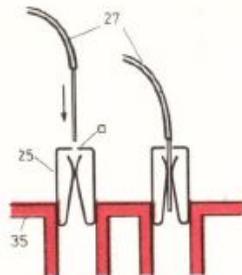


Bild 5.  
Drähte nur bis zur Isolation  
in die Steckfedern einstecken!

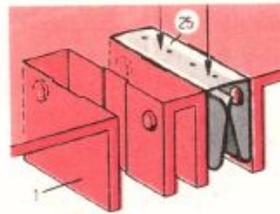


Bild 6.  
Einsetzen der Steckfedern

recht von oben in die Federn stecken, damit sie sich nicht verhaken können. Auch beim Herausziehen muß du darauf achten, daß du sie gerade herausziehst. Sonst verbiegen sich die Drähte.

Nun drücke die Feder fest in die Aufbauplatte. Sie hat an den Seiten große Löcher, in die die Nocken an den Seitenwänden der Öffnung einschnappen, sobald du die Steckfeder fest eindrückst (Bild 6).

Auf dieselbe Weise werden alle übrigen Steckfedern in die Aufbauplatte gesetzt, so daß du zum Schluß eine ebene Platte vor dir hast, auf der jede Steckfeder mit einer Nummer gekennzeichnet ist.

#### 5. Eine Fassung für das Lämpchen

Zwei Lampendrähte (Teil 38), die wir zuerst abisolieren, sollen dem Lämpchen in der Lampenfassung La<sub>1</sub> der Aufbauplatte guten Halt und gleichzeitig elektrischen Kontakt geben.

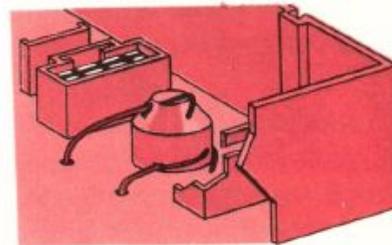


Bild 7. Lampenfassung von unten. Achtung: Die Drähte nur bis zur Isolation einstecken

Auf Bild 7 siehst du, wie die Drähte in die Löcher gefädelt werden müssen. Falls es dir nicht gleich gelingt, kannst du mit dem Abgleichstift (Teil 33) nachhelfen. Die Isolierschicht bewahrt die Drähte davor, zu weit in die Löcher zu rutschen. Die überstehenden Enden werden wie auf der Abbildung umgebogen. Sie dürfen keine Verbindung miteinander haben, weil es sonst einen Kurzschluß gäbe, bei dem das Lämpchen nicht brennen könnte.

Der Strom fließt bei einem Kurzschluß am Lämpchen vorbei direkt vom Plus- zum Minuspol, und die Batterien wären in kurzer Zeit leer.

Die losen Enden der Drähte steckst du nach oben durch die Löcher c und d.

Wenn du das Lämpchen nun in die Fassung schraubst (Bild 8), mußst du darauf achten, daß es

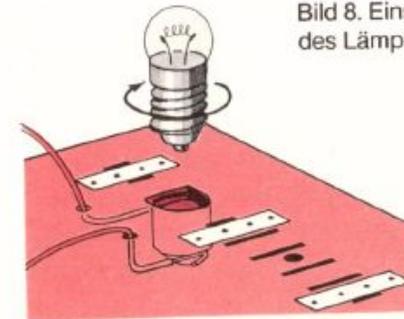


Bild 8. Einschrauben des Lämpchens

ganz fest sitzt. Sonst berührt der Bodenkontakt den unteren Draht nicht, und das Lämpchen kann nicht brennen.

Lege die Aufbauplatte so in den Einsatz des Kastens, daß das Lämpchen oben rechts ist.

## 6. Vorbereiten des Batteriehalters

Wer eine 4,5-Volt-Flachbatterie zur Hand hat, kann diese an Stelle der drei Mignon-Zellen verwenden. Die Anschlußleitungen werden, wie in Bild 54a auf Seite 21 gezeigt, befestigt.

Teil 39 ist der Batteriehalter, in den wir später die drei Mignon-Zellen legen werden. Zuerst jedoch wollen wir die Batteriefedern (Teil 40) einsetzen.

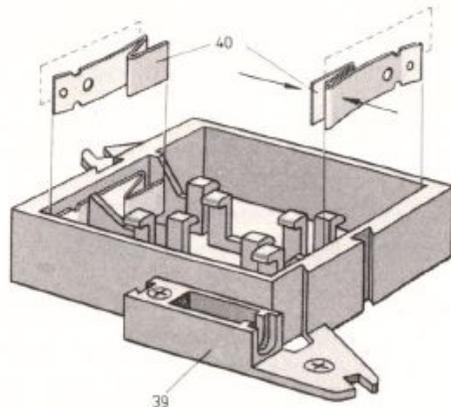
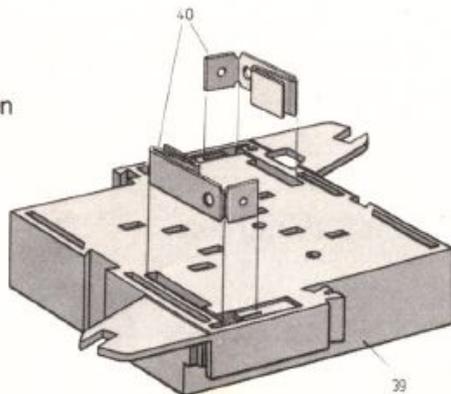


Bild 9. Einsetzen der leicht gebogenen Batteriefedern

Bild 10. Batteriehalter von unten mit umgebogenen Batteriefedern



Zwei der Batteriefedern werden leicht gebogen und in den Batteriehalter eingesetzt, wie Bild 9 es zeigt. Durch die leichte Biegung können die Federn später nicht aus der Halterung fallen. Die beiden ande-

Bild 11. Steckfedern in den Seitenkammern des Batteriehalters

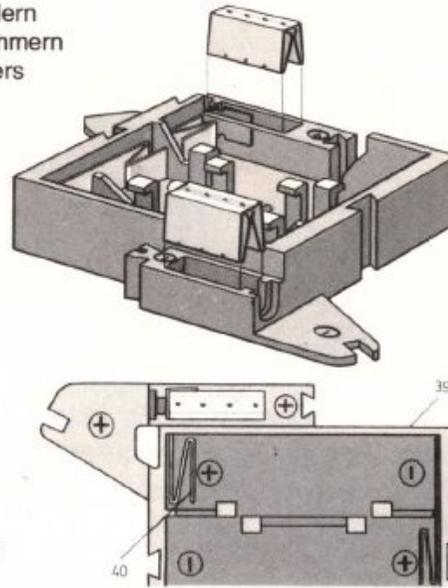


Bild 11 a. Batteriehalter mit eingesetzten Steckfedern

ren Batteriefedern biegen wir an der Einkerbung so um, wie es auf Bild 10 zu sehen ist.

Dann drehen wir den Batteriehalter um und stecken die abgewinkelten Batteriefedern so ein, wie Bild 10 es zeigt. Wir drücken sie so weit in ihre Schlitze, daß die gefalteten Federstücke, die beim Einsetzen leicht zusammengedrückt werden müssen, auf der anderen Seite wieder aufspringen und einrasten.

Nun drehst du den Batteriehalter wieder um. In den Seitenkammern siehst du die Enden der Batteriefedern. Dort setzt du je eine Steckfeder wie in die Aufbauplatte ein (Bild 11).

## 7. Einsetzen und Wechseln der Batterien

In jedem Batteriefach ist auf dem Boden ein Plus- und ein Minuszeichen eingepreßt. Beim Einsetzen der Batterien mußt du darauf achten, daß das Pluszeichen der Batterie auf derselben Seite ist wie das

Bild 12. Fertig montierter Batteriehalter

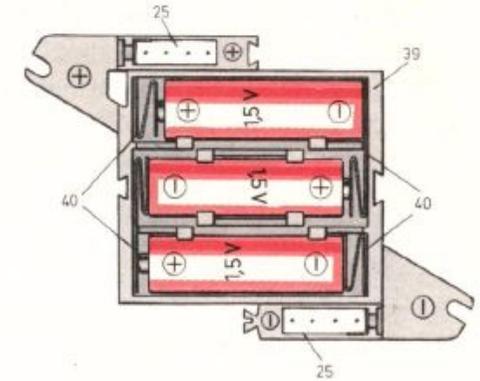
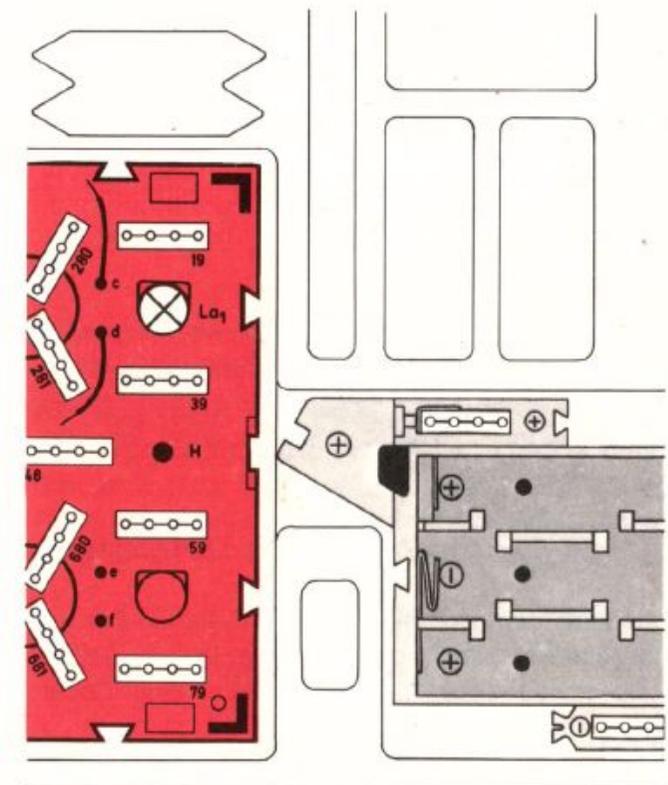


Bild 13. Batteriehalter im Kasten



Pluszeichen auf dem Boden des Batteriefachs. Bild 12 zeigt den fertig montierten Batteriehalter mit den eingesetzten 1,5-V-Mignon-Zellen, die eine Gesamtbatterie von 4,5 V ergeben.

Nun legst du den Batteriehalter in sein Fach im Kasteneinsatz, und zwar so, daß der Lappen mit dem Pluszeichen oben und der Lappen mit dem Minuszeichen unten an der Kante des Kastens liegen (Bild 13).

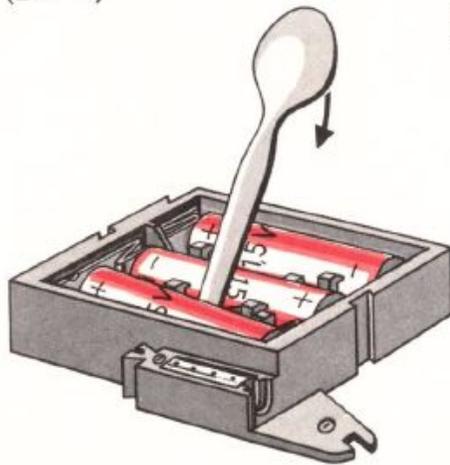


Bild 14. Wechseln der Batterien

Wenn du die 1,5-V-Mignon-Zellen wechseln willst, nimmst du den Stiel eines Teelöffels und hebst die Mignon-Zellen aus ihren Fächern (Bild 14). Ein Messer eignet sich nicht, weil es zu leicht abbricht.

## 8. Aus- und Einschalten des Lämpchens

Als Verbindungsdrähte zwischen Batteriehalter und Grundplatte nimmst du zwei lange Drähte (Teil 27) und wickelst sie über einen Bleistift zu einer Spirale (Bild 15).

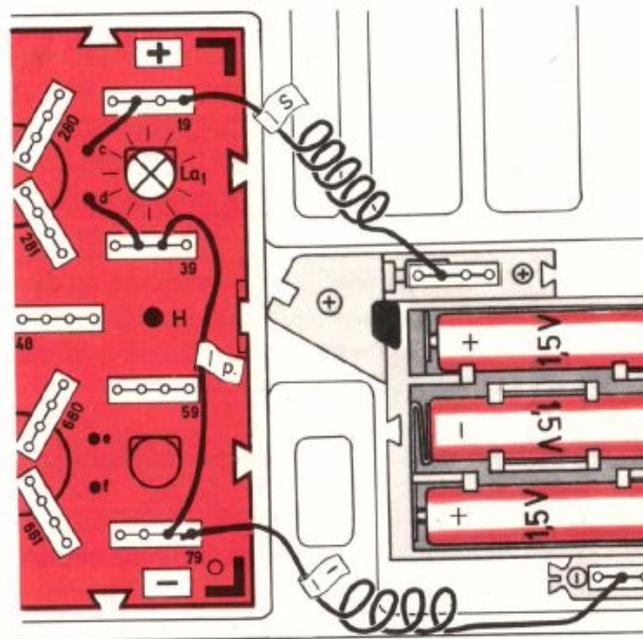
Nun kannst du schon die ersten Leuchtversuche



Bild 15. Drähte zu Spiralen drehen

machen. Die Lampendrähte kommen in die Steckfedern 19 und 39 der Aufbauplatte. Den Pluspol verbindet ein Spiraldraht mit Steckfeder 19. Dieser Draht wird mit dem Fähnchen S vom Aufklebebogen gekennzeichnet. Wir benutzen diese Leitung als Schalter, mit dem wir den Stromkreis unterbrechen können.

Bild 15a. So wird die Batterie angeschlossen



Der zweite Verbindungsdraht führt von der Steckfeder am Minuspol der Batterie zur Steckfeder 79 der Aufbauplatte (Bild 15 a) und wird mit dem Fähnchen „-“ gekennzeichnet. Nun brauchst du nur noch mit einem kurzen Verbindungsdraht die Steckfeder 39 und 79 zu verbinden, und dein Lämpchen brennt. Befestige an diesem Draht das Fähnchen p aus dem Aufklebebogen, weil wir die Leitung später auch anderweitig einsetzen wollen.

Durch die Drähte fließt der Strom zum Lämpchen. Du kannst nun an verschiedenen Stellen den Draht aus der Steckfeder ziehen und so das Lämpchen ausschalten. Sobald du die Drähte zurücksteckst, leuchtet das Lämpchen wieder. Schon beim bloßen Berühren der Steckfedern mit dem blanken Draht leuchtet das Lämpchen, weil die Federn den Strom leiten.

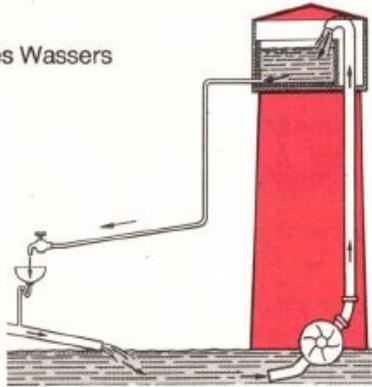
Übrigens ist das Aus- und Einschalten deiner kleinen Lampe das gleiche, als wenn du in deinem Zimmer das Licht aus- und anknipst, nur daß der Stromkreis, der den Strom vom Elektrizitätswerk über den Schalter zu deiner Zimmerbeleuchtung bringt, sehr viel größer ist als der, den du auf deiner Platte überschaubar vor dir hast.

## 9. Der Stromkreis

Elektrischen Strom kann man mit Wasser vergleichen. Aus der Wasserleitung fließt es als Strahl oder in einzelnen Tropfen, je nachdem, wie weit du den Hahn aufdrehst. Durch den Ausguß rinnt es zurück in Flüsse und Seen und wird dann von großen Pumpen in Wassertürme gepumpt. Wassertürme stehen meistens auf Anhöhen, denn ihre Höhe ist wichtig für den Druck, mit dem das Wasser in die

Leitungen gepreßt wird. Wenn du nun den Wasserhahn aufdrehst, ist der Kreislauf geschlossen (Bild 16). Auch der elektrische Strom besteht aus winzigen Teilchen, die man Elektronen nennt. Man kann sie nicht sehen wie die Wassertropfen, und sie können sich nur auf vorgegebenen Bahnen bewegen: dem Stromkreis. Wenn du deine Aufbauplatte mit dem brennenden Lämpchen, den Verbindungsdrähten und der Batterie betrachtest, hast du einen solchen Stromkreis vor dir.

Bild 16.  
Kreislauf des Wassers



Im Minuspol der Batterie warten die Elektronen schon darauf, in den Draht zu kommen. In dem blanken Draht, der in der Isolierung sitzt, kommen die Elektronen sehr bequem voran. Kein Hindernis stellt sich ihnen entgegen. Erst die Lampe macht ihnen Schwierigkeiten. Der dünne Glühdraht läßt die Elektronen nicht so einfach durch; sie müssen sich anstrengen, um den Widerstand zu überwinden. Hier geht es so mühsam voran, als müßten alle Schüler deiner Klasse hintereinander über ein Hindernis klettern.

Durch die Anstrengung der Elektronen wird der dünne Draht erhitzt und glüht. Doch dann geht es weiter auf dem bequemen Drahtweg, der zum Plus-

pol führt. Dieser Pol der Batterie wartet schon auf die Elektronen und saugt sie förmlich an. Wenn die Elektronen durch die Batterie zum Minuspol gewandert sind, ist der Stromkreis geschlossen.

## 10. Die Stromstärke

Die Stromstärke ist die Zahl der Elektronen, die in einer Sekunde an einer bestimmten Stelle des Stromkreises vorbeikommen. Sind es viele, so fließt ein starker Strom, sind es dagegen nur wenige, so spricht man von schwachem Strom. Allerdings kann man die Elektronen nicht mehr mit den Schülern deiner Klasse vergleichen, denn schon „wenige“ Elektronen gehen weit über die Zahlen hinaus, mit denen du im Rechenunterricht zu rechnen gewohnt bist: Wenn 6,25 Trillionen

(6 250 000 000 000 000 000)

Elektronen in einer Sekunde einen Punkt des Stromkreises passieren, sagt man, der Strom fließt mit einer Stromstärke von 1 Ampere (sprich: Ampere), abgekürzt 1 A.

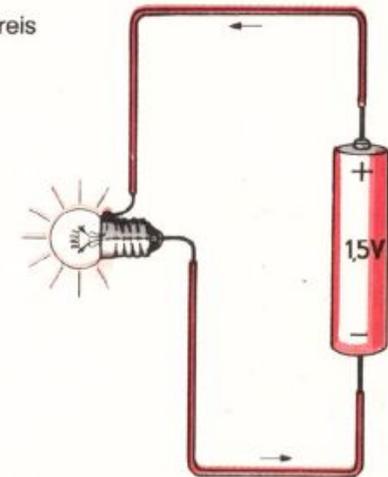
Ist 1 A nun viel oder wenig Strom? Eine U-Bahn braucht viel Strom: Sie fährt mit 600 A; der Heizofen in eurer Wohnung braucht vergleichsweise wenig Strom, nämlich 10 A, und unser Glühlämpchen verträgt nur 0,07 A. Du kannst ja mal ausrechnen, wie viele Elektronen das sind.

Es ist natürlich lästig, wenn man sagen muß: Das Lämpchen verträgt 0,07 A. Deshalb hat man die Zahl einfach mit 1000 malgenommen und vor Ampere das Wort Milli gesetzt. Wir können nun auch sagen: Das Lämpchen verträgt 70 Milliampere, abgekürzt 70 mA.

## 11. Die Technische Stromrichtung

Die Wissenschaftler, die sich im vorigen Jahrhundert mit Elektrizität und Strom beschäftigten, wußten noch nichts von den Elektronen. Sie wußten nur, daß es einen Plus- und einen Minuspol gibt und daß zwischen diesen beiden Polen Strom fließt. Sie legten die Stromrichtung willkürlich fest und sagten einfach: Der Strom fließt von plus nach mi-

Bild 17. Stromkreis



nus. Bis zum heutigen Tag nennt man das die Technische Stromrichtung (Bild 17).

Wir müssen uns also merken: Der Strom fließt von plus nach minus, die Elektronen wandern von minus nach plus. Wenn wir in unserem Buch von Strom sprechen, meinen wir die Technische Stromrichtung.

## 12. Die Spannung

Die Höhe des Wasserturms spielt eine entscheidende Rolle für den Kreislauf des Wassers. Je größer

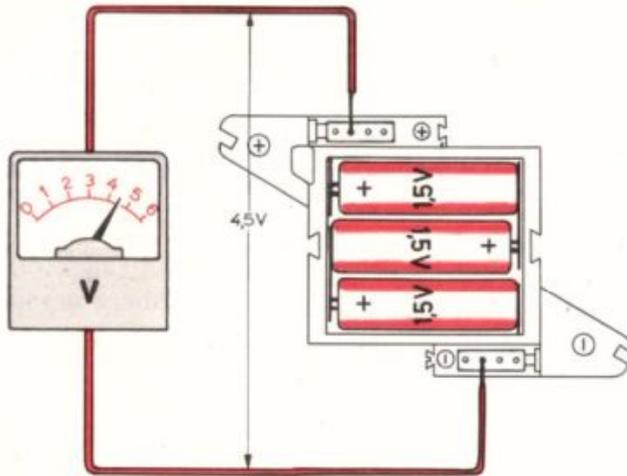


Bild 18. Spannung in Volt

das Gefälle zwischen dem Wasserturm und den tieferliegenden Wasserhähnen, desto größer ist der Druck, mit dem das Wasser fließt. In der Leitung ist zwar immer Wasser, aber es fließt erst, wenn das Gefälle groß genug ist. Genauso ist es beim Stromkreis. In den Drähten befinden sich stets Elektronen, aber sie können erst als Strom fließen, wenn Druck sie durch die Drähte preßt.

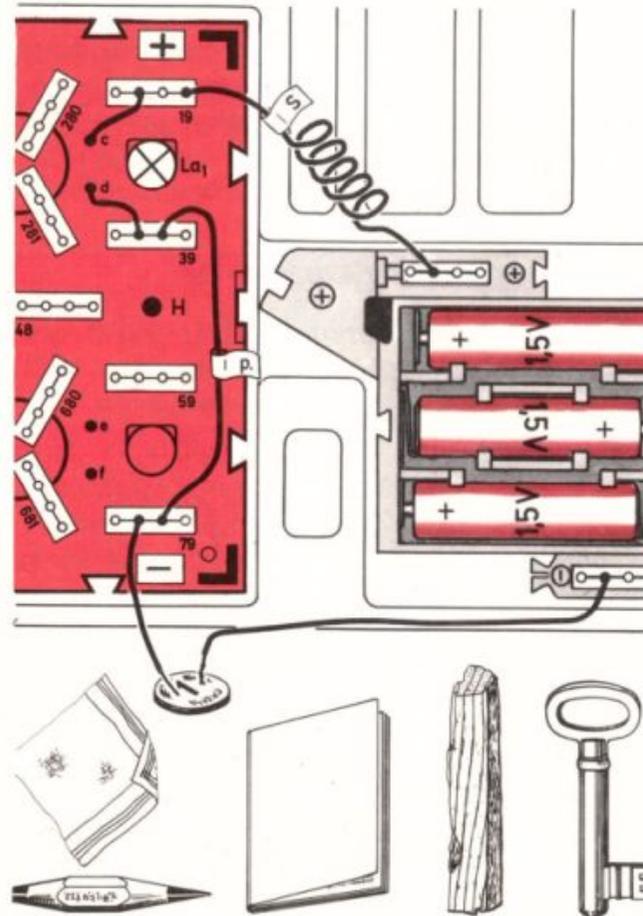
Der elektrische Druck heißt Spannung. Das elektrische Spannungsgefälle herrscht zwischen den Polen der Batterie, aus deren Minuspol Elektronen herausquellen. Sie wandern über die angeschlossenen Drähte zum Pluspol, wo sie von der Batterie wieder aufgesaugt werden. Die Spannung mißt der Fachmann mit dem Voltmeter (Bild 18), das anzeigt, wie hoch das Spannungsgefälle zwischen den beiden Polen ist. Man sagt dann zum Beispiel, die Batterie hat 4,5 Volt Spannung. Volt wird abgekürzt V geschrieben. Wir arbeiten bei all unseren Schaltungen mit 4,5 V Spannung.

### 13. Durchgangsprüfer

Es gibt leitendes und nichtleitendes Material, und wir wollen nun verschiedenes Material auf seine Leitfähigkeit hin prüfen.

Die Lämpchendrähte stecken in den Steckfedern 19 und 39. Die Leitung p verbindet St 39 mit St 79. Den Draht vom Minuspol der Batterie ersetzen wir

Bild 19. Durchgangsprüfer



durch einen langen Draht (Teil 27). Den zweiten langen Draht stecken wir in St 79 (Bild 19) und stellen dann mit S die Verbindung zur Batterie her.

Das Lämpchen dient uns als „Indikator“, das bedeutet, es zeigt an, ob Strom fließt oder nicht. Bevor wir mit unseren Versuchen beginnen, halten wir die Enden der langen Drähte aneinander und prüfen, ob unsere Schaltung einsatzbereit ist. Brennt das Lämpchen? Dann kann's losgehen.

Lege eine Münze auf den Tisch und halte die langen Drähte daran. Das Lämpchen leuchtet. Prüfe andere Gegenstände aus Metall. Sie sind alle leitend, es sei denn, das Metall ist mit einer nichtleitenden Schutzfarbe überzogen. Nun prüfe Holz, Kleiderstoff, Glas und Porzellan. Wenn du einen Bleistift an beiden Enden anspitzt, kannst du auch die Graphitmine auf ihre Leitfähigkeit hin prüfen. Vielleicht machst du dir eine Liste, in die du deine Ergebnisse einträgst.

### 14. Stromrichtung im Lämpchen

Tausche den Draht, der vom Pluspol der Batterie zu St 19 führt, gegen einen langen Draht aus und stecke den langen Draht, der vom Minuspol kommt, mit dem anderen Ende in St 79 (Bild 20). Das Lämpchen brennt. Jetzt wollen wir prüfen, ob das Lämpchen auch in der anderen Richtung Strom durchläßt. Führe den Draht vom Minuspol der Batterie zu St 19 und vom Pluspol zu St 79, wie es Bild 21 zeigt. Leuchtet das Lämpchen auch jetzt? Ja. Das Lämpchen brennt also auch, wenn wir die Drähte vertauschen. Du siehst, das Lämpchen läßt den Strom in beiden Richtungen durch, vom Gewinde zum Bodenkontakt und umgekehrt.

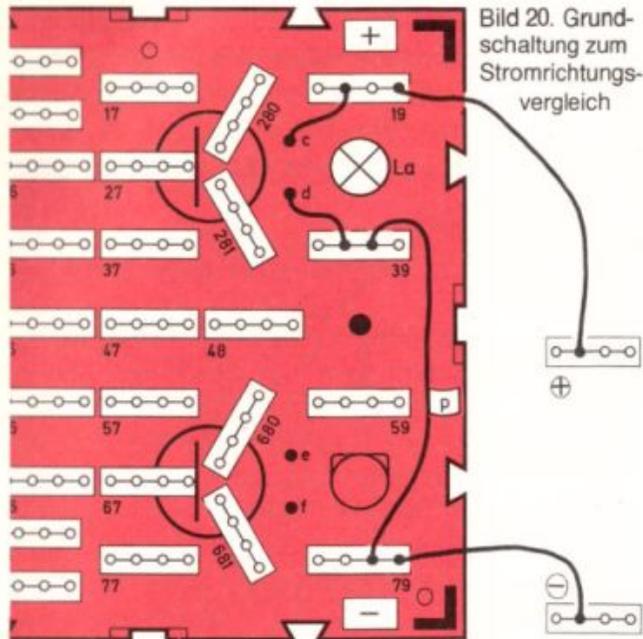


Bild 20. Grundschaltung zum Stromrichtungsvergleich

Es gibt übrigens auch Schaltelemente, die Strom nur in einer Richtung durchlassen.

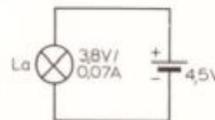
## 15. Bilderschrift für Fachleute

Zu jeder Aufbauzeichnung dieses Buches gehört noch eine andere technische Zeichnung, und zwar das Schaltbild, die Bildsprache der Fachleute, die sich mit elektrischen Geräten beschäftigen. Zu jedem Radio, jedem Fernsehgerät, aber auch zur Waschmaschine gehören Schaltbilder. Sie zeigen dem Fachmann, wie die Schaltelemente zusammengehören.

Bild 22. Schaltzeichen für Lämpchen

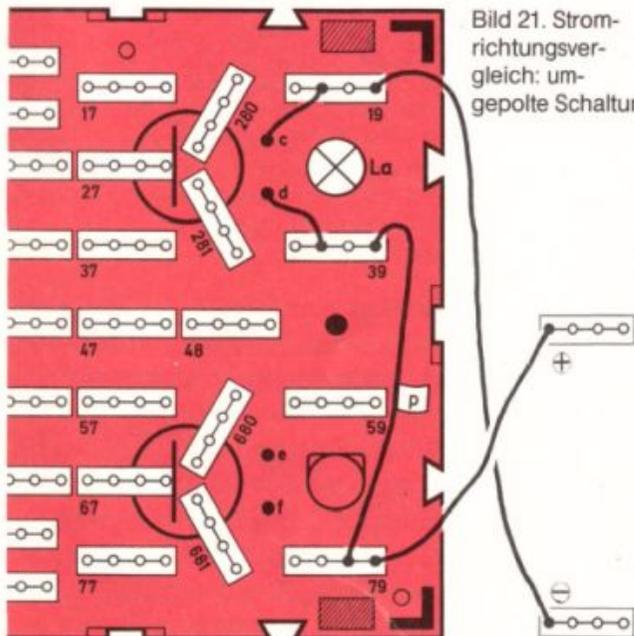


Bild 23. Schaltbild eines Stromkreises mit Batterie



Anhand unseres Aufbaus wollen wir versuchen, ein Schaltbild zu zeichnen. Das Lämpchen wird als Kreis mit einem Kreuz darin dargestellt (Bild 22). Wenn es leuchtet, zeichnen wir gelegentlich einen Strahlenkranz drum herum, damit du dunkle und leuchtende Lampen unterscheiden kannst. Das ist sonst nicht üblich. Eine Lampe muß immer mit einer Spannungsquelle verbunden sein, um leuchten zu können; deshalb werden die Anschlußdrähte mitgezeichnet wie auf Bild 22. Führen die Lampen-drähte direkt zu plus und minus der Batterie, wird ein geschlossener Stromkreis gezeichnet (Bild 23). Der Pluspol der Batterie wird als langer Querstrich mit einem Pluszeichen, der Minuspol als kurzer, dicker Querstrich mit einem Minuszeichen dargestellt. Neben das Schaltzeichen der Batterie schreiben wir 4,5 V, weil unsere Batterie 4,5 Volt Spannung hat.

Bild 21. Stromrichtungsvergleich: umgepolte Schaltung



Das Lämpchen erhält die Typenbezeichnung 3,8 V / 0,07 A. Wenn das Lämpchen einmal durchbrennt, darfst du es nur durch ein Lämpchen mit dieser Typenbezeichnung ersetzen. Nimmst du ein anderes Lämpchen, so würden andere Schaltelemente kaputtgehen (siehe auch Kapitel 28).

Es gibt sehr viel kompliziertere Schaltungen als die, die wir jetzt aufgebaut und als Schaltbild gezeichnet haben. Die Schaltzeichen zu den einzelnen Schaltelementen findest du neben dem Schaltbild, in dem sie zum erstenmal verwendet werden.

Etwas kannst du dir aber jetzt schon merken: In Zukunft bauen wir unsere Schaltungen mit Drahtbrücken auf, die von einer Steckfeder zur anderen führen. Wenn in einer Steckfeder nur zwei Drähte stecken, so wird das als einfacher Strich gekennzeichnet. Steckt jedoch in einer Feder ein dritter Draht, so handelt es sich um eine Abzweigung, die wir mit einem dicken Punkt markieren. Der abzweigende Draht wird wieder als Strich gezeichnet. Die Abzweigung hat leitende Verbindung mit den anderen Drähten (Bild 24).

Bild 24. Links: leitende Abzweigung, Mitte: leitende Leitungs-kreuzung, rechts: Leitungs-kreuzung ohne Verbindung



Ein Leitungs-kreuz, bei dem die Kreuzungsstelle mit einem dicken Punkt versehen ist, bedeutet, daß an dieser Stelle von einer Steckfeder vier Drähte weg-führen. Die sich kreuzenden Drähte im Schaltbild sind also leitend miteinander verbunden. Fehlt der Verbindungspunkt, so kreuzen sich zwei Leitungen, ohne leitend miteinander verbunden zu sein. Bild 25 zeigt eine Schaltung mit einem Leitungs-kreuz ohne leitende Verbindung als Schaltbild. Die Aufbau-zeichnung dazu zeigt Bild 21.



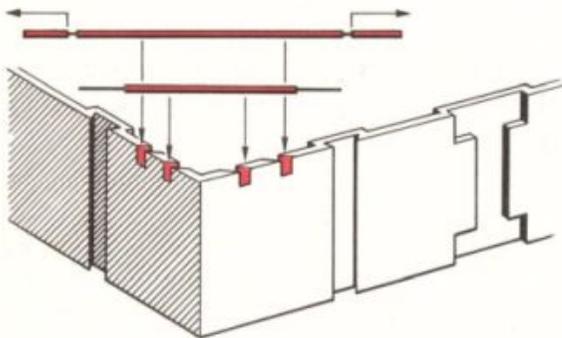
Bild 25.  
Leitungskreuzung  
ohne leitende  
Verbindung  
im Schaltbild

Wichtig zu wissen ist noch, daß im Schaltbild die Leitungen möglichst direkt von einem Schaltelement zum anderen führen, damit ihre Zusammengehörigkeit möglichst deutlich zu erkennen ist. In der Praxis kommt es dagegen häufig vor, daß diese Teile räumlich voneinander entfernt sind. Die Anordnung der aufgebauten Leitungen und Schaltelemente weicht daher oft von der im Schaltbild übersichtlichen Darstellung ab. Das wirst du in der Praxis schnell lernen.

## 16. Wir biegen Drahtbrücken

Im Beutel 28 sind kurze blaue Drahtstücke und im Beutel 29 lange blaue Drahtstücke. Daraus wollen wir jetzt Drahtbrücken biegen. Nimm die Aufbauplatte aus dem Einsatz und schraube das Lämpchen heraus. Wenn du die Platte umdrehst, siehst du an einer Ecke die Kerben, in die die Drähte ge-

Bild 26. Abziehen der Isolation bei Drahtbrücken



legt werden müssen. Bei diesen Drahtstücken brauchst du nur die Enden der Isolation abzuziehen, wie Bild 26 es zeigt. Die langen Drähte werden

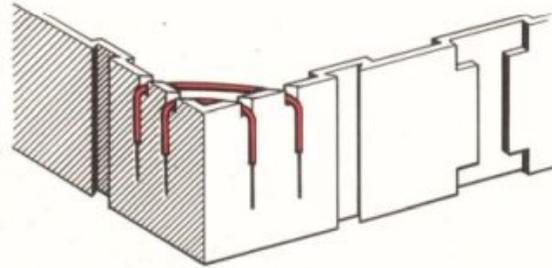


Bild 27. Biegen von Drahtbrücken

in die hinteren Kerben, die kurzen Drähte in die vorderen Kerben gelegt und umgebogen (Bild 27). Wichtig ist, daß die Drähte genau in der Mitte liegen, damit die Enden der Brücken alle gleichmäßig lang werden.

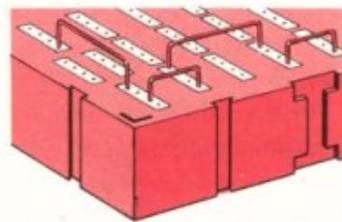


Bild 28.  
Drahtbrücken  
verbinden  
Steckfedern

Auf Bild 28 kannst du sehen, wie die Drahtbrücken die Steckfedern miteinander verbinden.

## 17. Stromkreis mit Drahtbrücken

Nun schraube das Lämpchen wieder fest ein und lege die langen Drähte beiseite. Wir wollen die Drahtbrücken so in die Steckfedern stecken, daß ein Stromkreis entsteht. Das Lämpchen brennt,

wenn du die Drahtbrücken richtig gesteckt hast. Bild 29 zeigt dir, wie du einen Stromkreis stecken kannst.

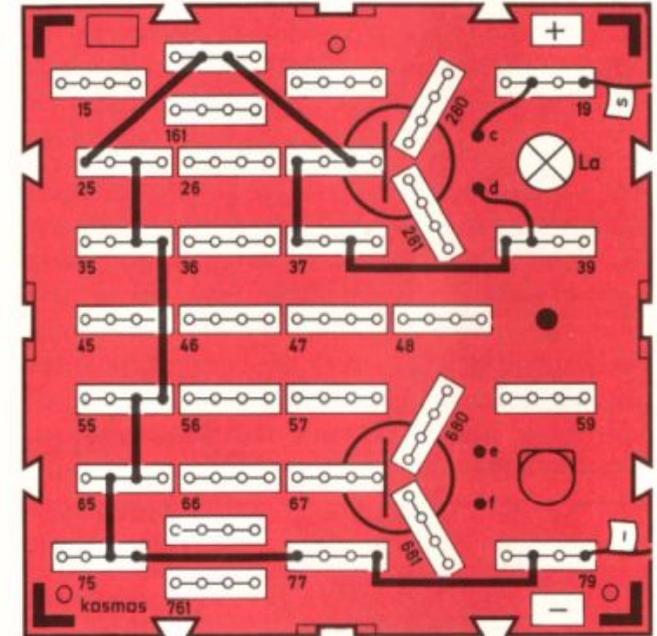


Bild 29. Stromkreis mit Drahtbrücken

## 18. Drahtverhau

Auch mit zehn großen und kleinen Drahtbrücken kannst du einen Stromkreis herstellen, in dem das Lämpchen brennt. Du mußt darauf achten, daß du niemals eine direkte Verbindung vom Plus- zum Minuspol durch Drahtbrücken herstellst. Dein Lämpchen brennt dann nicht, und der Strom fließt direkt vom Plus- zum Minuspol. Deine Batterie ist leer, bevor du es merkst, weil ein Kurzschluß entstanden ist. Am besten ist es, wenn du grundsätzlich zuletzt den Draht vom Pluspol der Batterie zum Pluspol der

Aufbauplatte, den wir mit S gekennzeichnet haben, einsetzt. Diesen Draht wollen wir immer als Schalter benutzen. Wenn in deiner Schaltung ein Fehler ist, merkst du es dann sofort, und deine Schaltelemente können nicht kaputtgehen.

## 19. Wir biegen Widerstände

Wir wissen, daß der Strom nicht einfach vom Plus zum Minuspol fließen darf, weil sonst die Batterie zu schnell leer ist. Außerdem ist es bei vielen Schaltungen notwendig, den Strom genau zu dosieren, damit alle Schaltelemente nicht mehr Strom bekommen, als sie vertragen können. Man hat dafür die Widerstände erfunden, die verschiedene Werte haben, das heißt, man weiß genau, wieviel Strom sie hindurchlassen.

In unserem Kasten sind sieben verschiedene Widerstände (Teile 2 bis 8), die wir zurechtbiegen wollen, wie wir es mit den Drahtbrücken getan haben. Wir legen sie in die hinteren Kerben und biegen die Beine nach unten (Bild 30).

Gleichzeitig wollen wir noch das Schaltzeichen des Widerstandes kennenlernen. Bild 31 zeigt es dir.

Bild 30. Biegen von Widerstandsanschlüssen

(falls Klebstoffreste an den Drahtenden der Widerstände haften, mußt du sie gründlich entfernen, damit einwandfreier Kontakt gewährleistet ist)

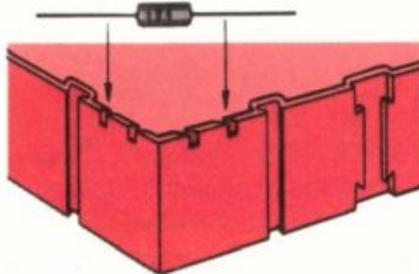


Bild 31. Schaltzeichen für Widerstände



## 20. Das bestohlene Lämpchen

Nun wollen wir einmal prüfen, was passiert, wenn man einen Widerstand in die Leitung zum Lämpchen schaltet. Suche dir den 82-Ω-Widerstand her-

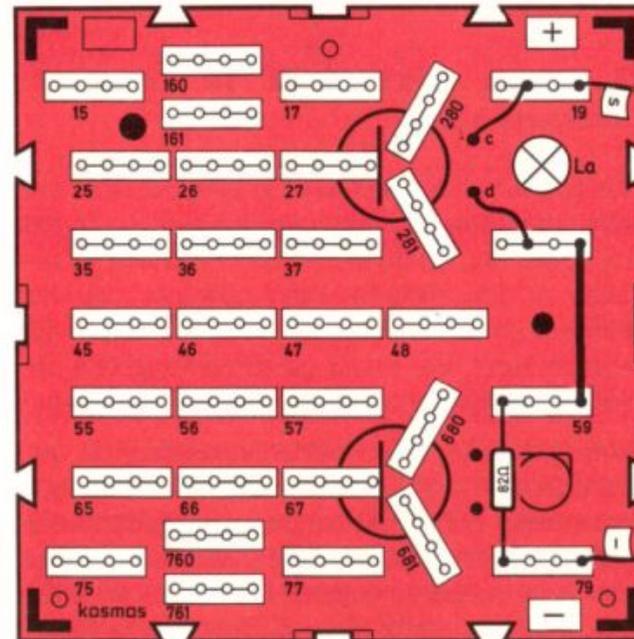
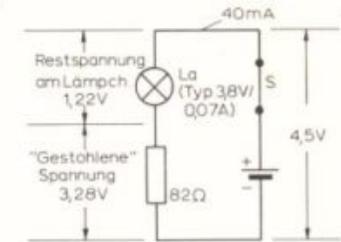


Bild 32. Widerstand im Lämpchen-Stromkreis

aus. Er hat die Teilenummer 2 und ist mit den Ringen grau, rot, schwarz gekennzeichnet. Stecke ihn in die Steckfedern 59 und 79 (Bild 32). In die Steckfedern 59 und 39 kommt eine Drahtbrücke, und der Minuspol wird angeschlossen. Wenn du nun Draht S einsteckst, siehst du, daß das Lämpchen nur noch schwach brennt. Der Widerstand stiehlt dem Lämpchen Spannung, so daß es nicht die

Bild 33. Restspannung am Lämpchen



ganzen 4,5 V, sondern nur 1,22 V bekommt (Bild 33) und dunkler brennt.

Würdest du den Widerstand in die Plusleitung schalten, hätte das übrigens die gleiche Wirkung.

## 21. Geheimcode für Zahlen

Du wirst dich sicher gefragt haben, warum der 82-Ω-Widerstand an den Ringen zu erkennen ist, und wir wollen jetzt versuchen, hinter dieses Geheimnis zu kommen.

Der Wert jedes Widerstandes ist festgelegt, und die Maßeinheit für den Widerstandswert ist das „Ohm“, so genannt zu Ehren von Georg Simon Ohm, der von 1789 bis 1854 lebte und für die Elektrotechnik wichtige Erkenntnisse gewonnen hat. Ohm wird mit dem griechischen Buchstaben Omega = Ω abgekürzt.

Jetzt wollen wir uns die Farbringe ansehen. Jede Farbe bedeutet eine Zahl. Auf der Tabelle (Bild 34) kannst du ablesen, welche Farbe zu welcher Zahl gehört. Nimm zuerst den 82-Ω-Widerstand. Der Ring, der dem Drahtanschluß am nächsten liegt, ist grau. Auf der Tabelle sehen wir, daß grau 8 bedeutet. Der Ring daneben ist rot und bedeutet 2. Der dritte Ring zeigt an, wie viele Nullen folgen. Auf un-

	1. Ring 1. Zahl	2. Ring 2. Zahl	3. Ring Anzahl der Nullen
0	schwarz	schwarz	schwarz
1	braun	braun	braun
2	rot	rot	rot
3	orange	orange	orange
4	gelb	gelb	gelb
5	grün	grün	grün
6	blau	blau	blau
7	violett	violett	violett
8	grau	grau	grau
9	weiss	weiss	weiss

Bild 34. Farbringe der Widerstände

serem Widerstand ist er schwarz, also keine Null. Der vierte Ring ist der „Toleranzring“; er gibt an, wie genau der Ohmwert eingehalten ist. Nun schreiben wir die Ziffern der Reihe nach hintereinander. Das Ergebnis ist die Zahl 82; der Widerstand hat also einen Wert von  $82\ \Omega$ . Jetzt kannst du an einem Drahtende das Fähnchen mit der betreffenden Zahl anbringen, das du auf dem Aufklebebogen findest.

Nun suche dir einen anderen Widerstand, zum Beispiel den mit zwei roten und einem orangefarbenen Ring. Auf der Tabelle findest du, daß rot = 2 und orange = 3 ist. Hintereinander geschrieben sieht das so aus: 22 000. Der Widerstand hat also einen Wert von 22 000  $\Omega$ . Diesen Wert kann man durch 1000 teilen und statt 22 000  $\Omega$  auch 22 Kilo-Ohm sagen. Abgekürzt schreibt man k $\Omega$ . Kilo = k kennst du von Kilometer und Kilogramm.

Nun kannst du die Werte aller Widerstände bestimmen. Je mehr Ohm ein Widerstand hat, desto höher ist sein Widerstandswert und um so schwerer

kommt der Strom durch ihn hindurch. Auf der Rückseite dieses Buches findest du außerdem eine Farbskala und eine farbige Abbildung aller Widerstände, die in diesem Kasten enthalten sind (die Grundfarbe des Widerstandskörpers kann auch von der auf der Abbildung abweichen). Alle Widerstände werden mit den Fähnchen vom Aufklebebogen gekennzeichnet.

## 22. Warum Widerstände so „krumme“ Ohmwerte haben

Was hat es nun mit dem vierten Ring auf sich? Wir haben ihn „Toleranzring“ genannt, weil er angibt, wie genau der Ohmwert der drei Farbringe eingehalten ist. Ein silberner Ring bedeutet, daß der Ohmwert um 10% nach oben und nach unten abweichen kann. Bei einem goldenen Ring darf der Wert nur um 5% nach oben oder unten abweichen.

Beim Bestimmen deiner Widerstände hast du vielleicht gemerkt, daß die Widerstände keine runden Zahlenwerte haben. Wir haben zum Beispiel den 82- $\Omega$ -Widerstand. Wenn die Widerstandswerte doch nicht so genau eingehalten werden müssen, warum hat man dann nicht einfach 80  $\Omega$  gewählt? Nun kommt die Toleranz ins Spiel. Der 82- $\Omega$ -Widerstand kann durch die Toleranz von 10% einen Wert zwischen 73,8  $\Omega$  und 90,2  $\Omega$  haben.

So hat jeder Widerstand einen Toleranzbereich um seinen angegebenen Wert. Wählt man die Widerstandswerte so, daß ihre Toleranzbereiche sich lückenlos aneinanderfügen, erhält man für eine Toleranz von 10% folgende Widerstandsreihe:

10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68 und 82. Nach

oben folgt die Reihe, die mit 100 beginnt und über 120, 150 usw. bis 820 reicht. Darüber beginnen die k $\Omega$  mit 1 k $\Omega$ , 1,2 k $\Omega$ , 1,5 k $\Omega$  usw. bis 8,2 k $\Omega$ . Dann folgt die 10er und 100er Reihe bis 680 k $\Omega$  und 820 k $\Omega$ . Aus der Toleranz-Reihe für 10% hat man eine weitere Reihe für eine Toleranz von 5% abgeleitet. Nach jedem Wert wird ein Wert eingeschoben. Die Reihe beginnt: 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24 usw.

## 23. Das Ohmsche Gesetz

Du weißt, daß der deutsche Physiker Georg Simon Ohm wichtige Erkenntnisse für die Elektrotechnik gewonnen hat. Er hat zum Beispiel den Zusammenhang zwischen Spannung, Strom und Widerstand erforscht, und deshalb hat man die Formel, nach der man die Stromstärke aus Spannung und Widerstand berechnen kann, Ohmsches Gesetz genannt.

Diese Formel besagt, daß man die Spannung in Volt durch den Widerstand in Ohm teilen muß, um die Stromstärke in Ampere zu erhalten:

$$\text{Spannung} : \text{Widerstand} = \text{Stromstärke}$$

Hast du nun eine bestimmte Spannung und möchtest erreichen, daß ein bestimmter Strom fließt, mußt du den Widerstand ausrechnen:

$$\text{Spannung} : \text{Stromstärke} = \text{Widerstand}$$

Wenn du einen Widerstand hast und weißt, wieviel Strom hindurchfließt, kannst du die zwischen seinen Enden herrschende Spannung (den sogenannten Spannungsabfall) berechnen, indem du

die Stromstärke in Ampere mit dem Widerstandswert in Ohm malnimmst:

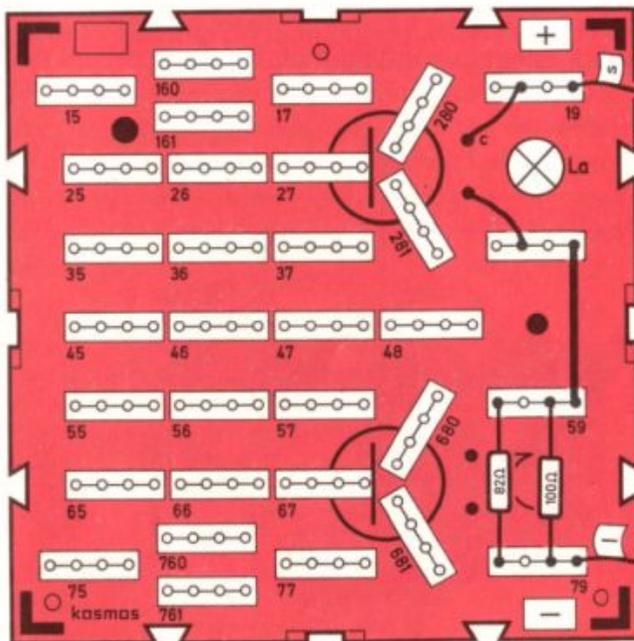
$$\text{Stromstärke} \times \text{Widerstand} = \text{Spannungsabfall}$$

Das klingt im Augenblick vielleicht etwas kompliziert, aber später wirst du diese Seite sicher wieder aufschlagen, um nachzusehen, wie das nun eigentlich war mit dem Gesetz des Herrn Ohm.

## 24. Stehlen zwei Diebe weniger als einer?

Genug der Theorie, wir wollen endlich einmal wieder eine Schaltung zusammenstecken. Vielleicht hast du auf deiner Aufbauplatte noch die Schaltung

Bild 35. Schaltungsaufbau zu Bild 36



nach Bild 32 aufgebaut. Wir wollen sehen, was passiert, wenn wir neben den 82-Ω-Widerstand den 100-Ω-Widerstand stecken (Bild 35). Das Lämpchen brennt heller. Wie mag das kommen? Sieh dir Bild 33 an. Wenn dort weniger als 40 mA durch den

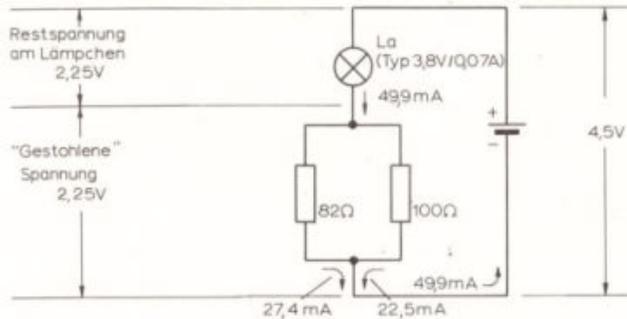


Bild 36. Stromverteilung bei parallelgeschalteten Widerständen

82-Ω-Widerstand fließen, wäre der Spannungsabfall geringer als 3,28 V.

Auf Bild 36 fließen tatsächlich nur 27,4 mA durch den 82-Ω-Widerstand, weil ein Teil des Lämpchenstromes über einen zweiten Widerstand um den 100-Ω-Widerstand herumgeleitet wird. Wieviel vom Lämpchenstrom durch diesen Parallelwiderstand fließt, hängt ganz von seinem Ohmwert ab. In unserem Fall sind es bei 100 Ω 22,5 mA.

Da der Lämpchenstrom aus der Summe der beiden Teilströme besteht, beträgt er in unserem Fall 49,9 mA, ist also stärker als auf Bild 33, und das Lämpchen brennt heller.

Denselben Strom hätten wir mit einem Einzelwiderstand von ca. 45 Ω erreichen können. Daraus ergibt sich, daß der Gesamt-Ohmwert einer Parallelschaltung von Widerständen kleiner ist als der kleinste der Einzelwiderstände. Wenn du also einen Wider-

standwert verringern willst, kannst du das durch Parallelschalten eines zweiten Widerstandes erreichen.

## 25. Vergrößern des Widerstandswertes

Wenn wir auf Bild 33 den 82-Ω-Widerstand nicht verkleinern, sondern vergrößern, steigt die „gestohlene“ Spannung natürlich, und das Lämpchen wird dunkler oder erlischt sogar.

Nimm aus der Schaltung nach Bild 35 den 100-Ω-Widerstand heraus und stecke ihn statt der Brücke zwischen St 39 und St 59. Nun bekommt das Lämpchen nur noch so wenig Strom, daß es nicht mehr leuchten kann. Diese Schaltung nennt man Serienschaltung oder Reihenschaltung. Der Gesamt-Ohmwert einer Serienschaltung von Widerständen ist die Summe der Einzelwiderstände.

Wenn du also einen Widerstandswert vergrößern willst, kannst du das durch eine Serienschaltung erreichen.

## 26. Vorbereiten der Transistoren

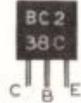
Wir brauchen nun ein neues Schaltelement, und zwar einen Transistor (Teil 10). Da er sehr empfindlich ist, mußt du vorsichtig mit ihm umgehen.

Betrachte ihn genau. Der schwarze Körper sieht aus wie eine kleine Dose, die auf einer Seite flachgedrückt ist. Hier steht sein Name, den du dir gleich merken kannst: BC 583 C oder BC 238 C. Es gibt viele verschiedene Transistortypen, aber nur diese beiden eignen sich für die Schaltungen, die wir aufbauen wollen. Diese Transistoren zählt der Fach-



◀ Bild 37. So sehen unsere Transistoren aus

Bild 37 a. Die flache Seite des Transistors mit der Typenbezeichnung ▶



mann zur Gruppe der npn-Transistoren. Bild 37 zeigt sie dir.

Das Bild 38 zeigt dir, wie die Anschlußbeine der beiden Transistoren gebogen werden müssen. Führe das Biegen der Beine Schritt für Schritt wie folgt durch:

I. Halte den Transistor so, wie auf der linken Darstellung gezeigt (Bild 38).

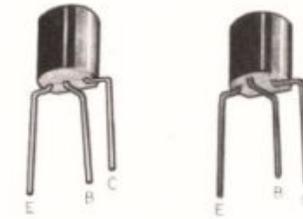


Bild 38 a. Fertiggebogener Transistor

- II. Biege dann die mit E und C bezeichneten Beine leicht zur Seite.
- III. Das Bein muß nun zu der Fläche hin abgebogen werden.
- IV. Als letzter Schritt wird nun das Bein B, wie es die rechte Darstellung zeigt, nach oben gebogen.

Die fertig gebogenen Transistoren müssen so wie auf Bild 38a gezeigt aussehen.

Bevor du weiterliest, setze den Transistor in die Steckfedern 680, 67 und 681, die sternförmig angeordnet sind. Das Bein, das an der abgeflachten Seite heraussteht, gehört in St 67, die beiden anderen in St 680 und 681 (Bild 39).

Bild 38. Vorbereitung des Transistors

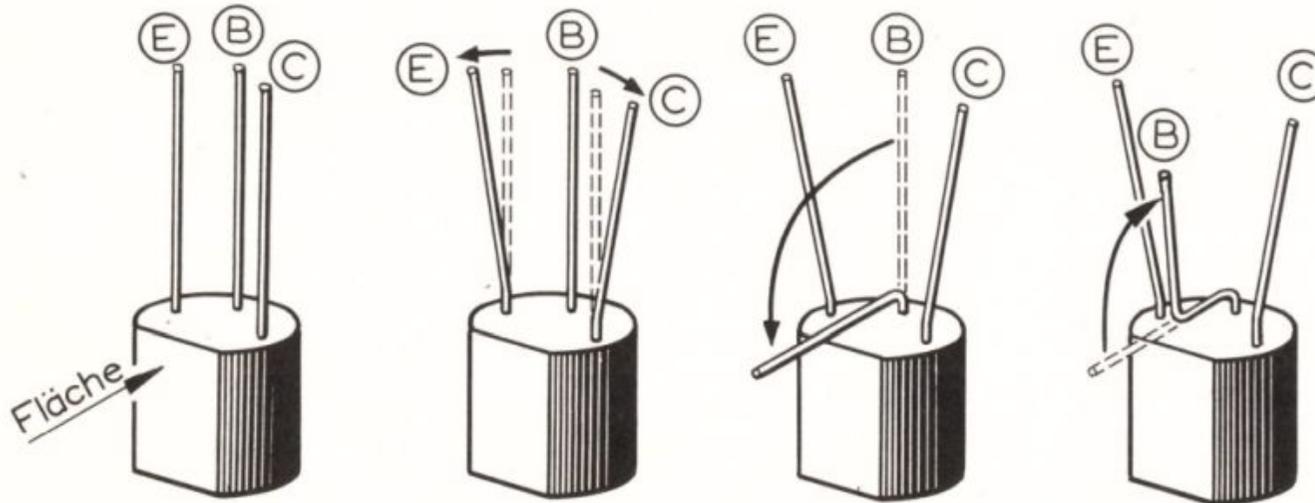
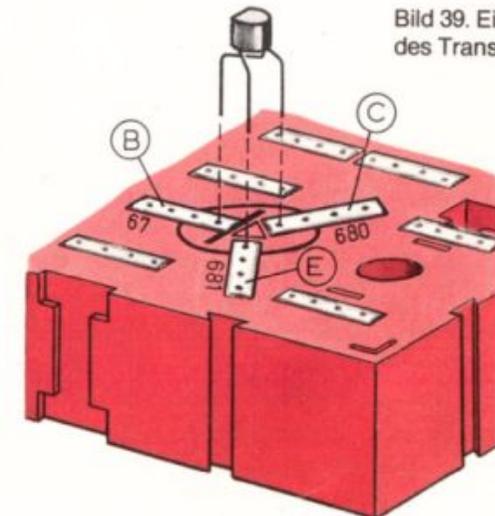


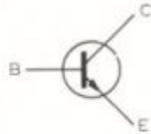
Bild 39. Einstecken des Transistors



Nun wollen wir die Beine benennen. Das Bein in St 67 heißt Basis, abgekürzt B, das in St 680 Kollektor, abgekürzt C, und das in St 681 Emitter, abgekürzt E.

Das Schaltzeichen siehst du auf Bild 40. Nun bereite auch den zweiten Transistor vor und lege ihn in deinen Kasten zurück.

Bild 40.  
Schaltzeichen  
für npn-Transistor



## 27. Wie ein Transistor arbeitet

Kollektor und Emitter unseres Transistors lassen nur Strom durch, wenn die Basis es erlaubt. Darum wollen wir uns die Zusammenhänge überlegen. Schau dir die Bilder 41 und 42 mit den Kanälen an. Den breiten Kanal mit dem großen Schleusentor in der Mitte können wir mit Kollektor und Emitter vergleichen. Der obere Teil ist der Kollektor, der untere der Emitter. Die beiden Teile sind durch ein Schleusentor getrennt. Wenn es geschlossen ist, staut sich der Strom im Kollektor, und der Emitter liegt trocken da.

B = Basis  
C = Kollektor  
E = Emitter

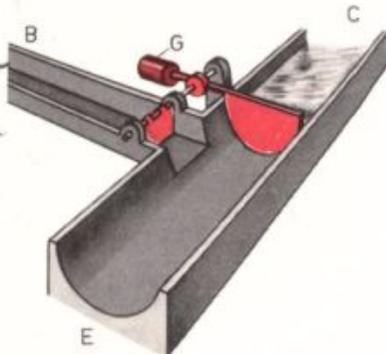
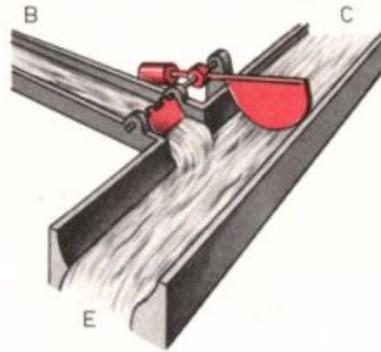


Bild 41. Kanal  
mit geschlossenem  
Schleusentor

Bild 42. Basisklappe  
hat das Schleusentor  
angehoben



Unterhalb der Schleuse mündet ein kleiner Kanal, die Basis, der mit einer Klappe verschlossen ist. Die Klappe reguliert das Schleusentor, das fest mit der Basisklappe verbunden ist. Sobald Strom durch den Basiskanal fließt, öffnet sich die Klappe und mit ihr das Schleusentor. Nun kann aus dem Kollektor Strom in den Emitter fließen. Öffnet sich die Klappe an der Basis nur wenig, wird das Schleusentor nur geringfügig angehoben, und nur wenig Strom kann vom Kollektor zum Emitter fließen. Geht die Klappe jedoch weiter auf, öffnet sich auch die Schleuse weit, und viel Strom fließt hindurch. Wenn durch den Basiskanal zuviel Strom fließt, besteht die Gefahr, daß die ganze Einrichtung unbrauchbar wird. Deshalb muß der Basisstrom immer durch einen Widerstand unter Kontrolle gehalten werden.

Natürlich sind im Inneren des Transistors keine Klappen und kein Schleusentor. Aber der Transistor arbeitet so, als ob sie wirklich vorhanden wären.

## 28. Wir probieren einen Transistor aus

Wir wissen theoretisch, wie ein Transistor arbeitet, aber wie sieht es in der Praxis aus? Baue die Schal-

tung nach Bild 43 a auf. Sie sieht aus wie der Aufbau auf Bild 44, wenn der 8,2-k $\Omega$ -Widerstand noch nicht eingebaut ist. Der Kollektor ist über eine Brücke zwischen St 39 und 680 über das Lämpchen mit dem Pluspol und der Emitter über eine Brücke zwischen St 681 und 79 mit dem Minuspol verbunden. Die Basis hat noch keine Verbindung. Wenn du jetzt mit dem Draht S den Schalter schließt, wird das Lämpchen nicht brennen, denn das große Schleusentor im Kollektor-Emitter-Kanal ist ge-

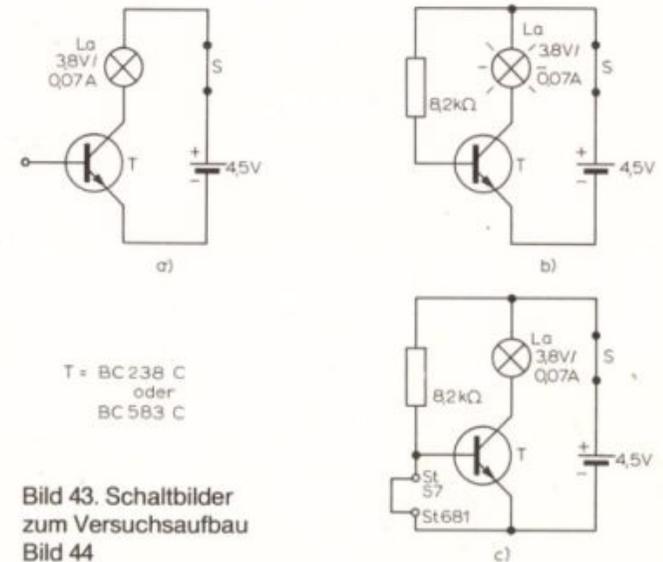


Bild 43. Schaltbilder  
zum Versuchsaufbau  
Bild 44

schlossen. Solange kein Strom durch den Basiskanal fließt, öffnet sich das Schleusentor nicht. Unsere Theorie stimmt also bis hierher. Nun ergänzen wir unsere Schaltung nach Bild 43 b. Der 8,2-k $\Omega$ -Widerstand verbindet über die Brücken zwischen den Steckfedern 47 und 19 den Basiskanal mit dem Pluspol (Bild 44). Das Lämpchen brennt, denn die Klappe am Basiskanal ist geöffnet und mit ihr das Schleusentor, und der Strom kann fließen.

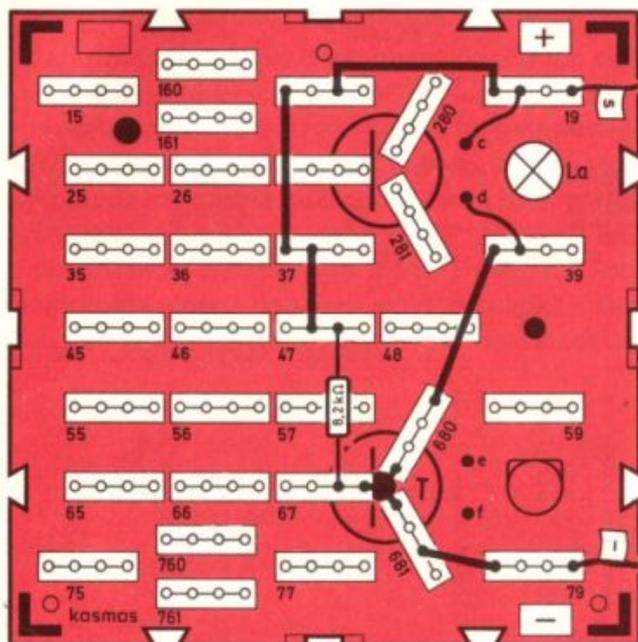


Bild 44. Aufbau für die ersten Transistorversuche

Was passiert nun, wenn wir unsere Schaltung nach Bild 43 c ergänzen? Stecke eine Brücke zwischen St 681 und St 67 und beobachte das Lämpchen. Es erlischt, denn der Strom geht den Weg des geringsten Widerstandes und fließt einfach am Basiskanal vorbei zum Minuspol. Zwar fließt auch in den Basiskanal ein geringer Strom, der jedoch nicht mehr die Kraft hat, die Basisklappe zu öffnen.

Hier noch ein wichtiger Hinweis: Für unsere Schaltungen brauchen wir immer ein Lämpchen vom Typ 3,8 V/0,07 A. Wenn wir ein anderes Lämpchen nähmen, z. B. mit der Bezeichnung 3,5 V/0,2 A, könnte der Transistor beschädigt werden – es liegt dem KOSMOS Physik-Praktikum ELEKTRO-TECHNIK (Elektromann) bei. (Unserem Kasten liegen immer Lampen mit dem richtigen Ampere-

wert bei, auch wenn sie nicht den vollen Typenaufdruck tragen.)

## 29. Das Potentiometer

Die Batterie hat 4,5 V Spannung. Was macht man, wenn man eine geringere Spannung braucht? Bild 33 zeigt den Weg. Man könnte in unserem Beispiel den Pluspol der „gestohlenen“ Spannung an der Verbindungsstelle zwischen Lämpchen und 82-Ω-Widerstand durch eine Abzweigung herausleiten (der Fachmann sagt: abgreifen).

Die „gestohlene“ Spannung ist 3,28 V, also kleiner als 4,5 V. Soll die „gestohlene“ Spannung einen anderen Wert als 3,28 V haben, brauchen wir statt 82 Ω nur einen anderen Widerstandswert einzubauen. Je größer er ist, desto größer wird auch die „gestohlene“ Spannung, die der Fachmann Teilspannung nennt.

Selbstverständlich hat auch der Widerstandswert des Lämpchens Einfluß auf die Restspannung und damit auf die Teilspannung. Mit dem Lämpchenwiderstand läßt sich jedoch schlecht rechnen, weil er von der Helligkeit der Lampe abhängt. Deshalb nehmen wir jetzt den 100-Ω-Widerstand. Bild 45 zeigt dir, daß die Teilspannung am 82-Ω-Wider-

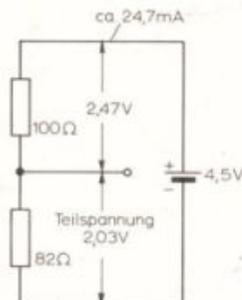


Bild 45. Abgreifen einer Teilspannung zwischen zwei Widerständen

stand dann 2,03 V beträgt. Durch entsprechende Wahl der beiden Widerstände kann man der Teilspannung jeden gewünschten Wert zwischen null Volt und 4,5 V geben.

Eleganter ist es allerdings, die Teilspannung nicht

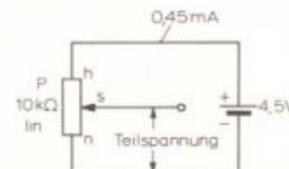


Bild 46. Abgreifen einer Teilspannung über den Schleifer eines Potentiometers

an der Verbindungsstelle der beiden Widerstände abzugreifen, sondern zwischen Plus- und Minuspol nur einen einzigen Widerstand zu schalten, der mit einem verschiebbaren Abgriff versehen ist. Ein solcher Widerstand ist auf Bild 46 als P mit 10 kΩ Gesamtwiderstand eingezeichnet. (Gesamtwiderstand bedeutet, daß die Summe der beiden Teilwiderstände zwischen Anschluß n und Schleifer sowie Schleifer und Anschluß h 10 kΩ beträgt.) Der verschiebbare Abgriff ist der als Pfeil gezeichnete Schleifer s. Je weiter s zum Anschluß h hin ver-

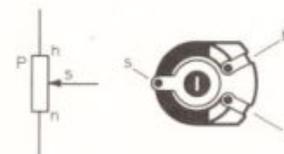


Bild 47. Links: Schaltzeichen Potentiometer, rechts: Darstellung des Potis in Aufbauzeichnungen

schoben wird, desto größer wird die Teilspannung zwischen n und s.

Einen solchen Widerstand mit verschiebbarem Abgriff nennt der Fachmann Potentiometer oder einfach „Poti“ (Abkürzung P).

Unser Kasten enthält als Teil 30 ein Potentiometer, dessen Anschlüsse genau den richtigen Abstand für die Steckfedern 75, 760 und 761 haben. (Unser

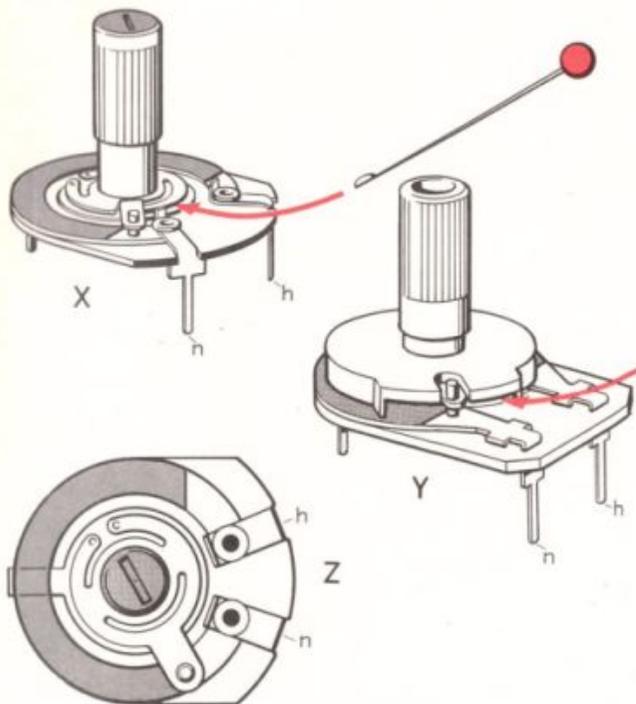


Bild 47 a. Nach längerer Benutzung läßt sich das Potentiometer etwas schwer drehen; es kratzt dann. Du kannst es nach der folgenden Anweisung fetten. Darstellung X zeigt den offenen, Darstellung Y den geschlossenen Typ des Potentiometers. Den Innenaufbau beider Typen zeigt die Darstellung Z.

#### Zum Fetten Potentiometer

- auf Anschlag n drehen;
- etwas Vaseline oder Hautcreme auf eine Nadelspitze geben;
- Vaseline damit zwischen den Anschlüssen n und h hindurch auf die innere Metallschleifbahn bringen.  
**Achtung! Fett darf niemals auf die äußere Kohlebahn kommen.**
- Schleifer ganz zum Anschlag h drehen und nochmals Fett auf dieselbe Stelle geben;
- Schleifer einige Male hin- und herdrehen.

Potentiometer ist eine Spezialausführung und heißt: Trimpotentiometer für gedruckte Schaltungen (10 kΩ lin.)

Schaltzeichen und Darstellung in unseren Aufbauzeichnungen zeigt Bild 47.

### 30. Verdunklungsschaltung als Transistorprüfer

Wir wollen die Arbeitsweise des Potentiometers ausprobieren und bauen die Schaltung nach Bild 48 auf. Das Poti steckt in St 760, 75 und 761. Nun drehe die Poti-Achse rechts herum bis zum Anschlag. Die Lampe leuchtet.

Der Schleifer s steht jetzt beim Anschlag h des Po-

Bild 48. Transistorprüfer

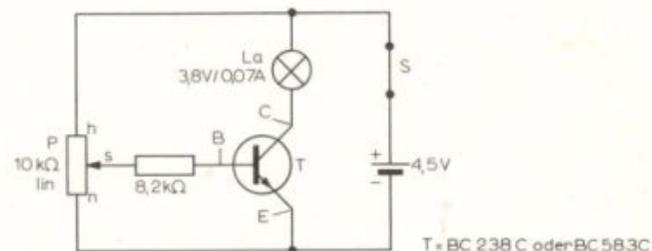
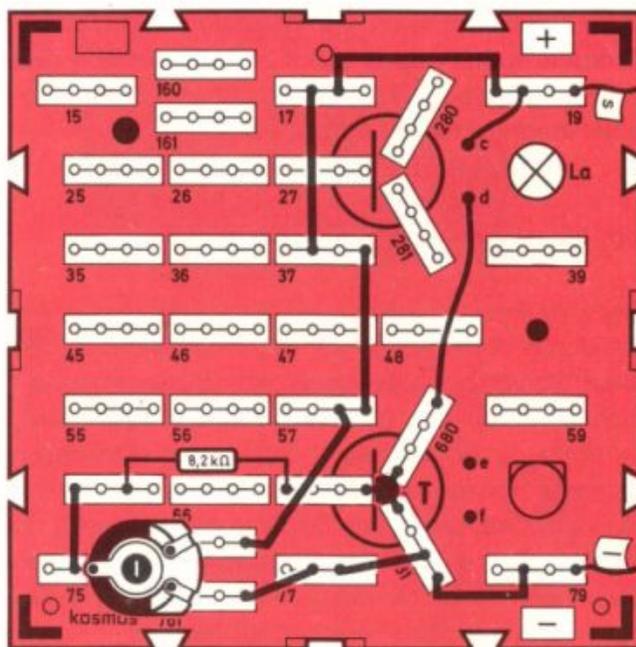


Bild 49. Schaltung des Transistorprüfers

tis. Auf Bild 49 siehst du, daß er dann die höchste Spannung abgreift. Nun fließt Strom über den 8,2-kΩ-Widerstand in die Basis des Transistors, und die Basisklappe wird angehoben. Der starke Lämpchenstrom kann durch den Kollektor-Emitter-Kanal fließen, weil die Basisklappe das Schleusentor weit genug öffnet.

Je weiter du den Schleifer nach n verstellst, desto niedriger wird die abgegriffene Spannung und desto schwächer der Basisstrom. Dadurch beginnt sich das Schleusentor zu schließen, der Lampenstrom wird schwächer und die Lampe dunkler.

Du wirst fragen, warum man hier einen Transistor braucht. Man könnte das Lämpchen doch auch direkt an das Potentiometer anschließen. Diese Überlegung ist richtig, aber die 70 mA des Lämpchens sind zuviel Stromstärke für das Poti, das nur 3 mA verträgt. Würdest du das Lämpchen ohne Transistor regeln, so würde die Kohleschicht des Potis neben dem Anschluß h in Rauch aufgehen und verbrennen.

Mit dieser Schaltung kannst du jederzeit prüfen, ob dein Transistor arbeitet. Er ist in Ordnung, wenn er sich „steuern“ läßt, das heißt, wenn sich die Helligkeit des Lämpchens durch Drehen am Poti verändert.

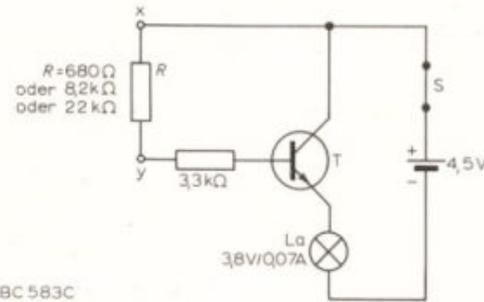
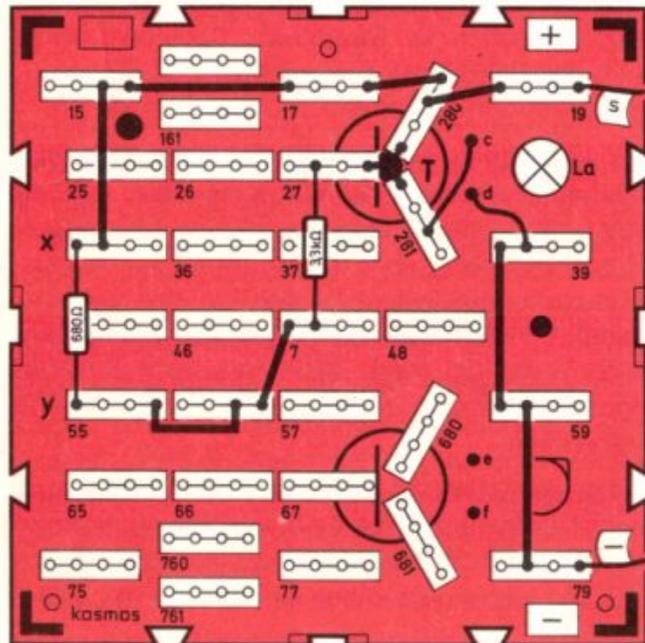
### 31. Der Widerstandsprüfer

Mit dem Transistor und dem Lämpchen können wir prüfen, ob ein Widerstand einen hohen oder niedrigen Ohmwert hat.

Baue die Schaltung nach Bild 50 auf. Der Transistor kommt jetzt in die Steckfedern 27 (B), 280 (C) und 281 (E), weil unser Lämpchen in der Emitterleitung liegen soll. Unsere Lampe leuchtet nämlich nicht nur, wenn sie vom Strom zum Kollektorkanal durchflossen wird, sondern auch, wenn der Strom vom Emitterkanal kommt. Den Lampendraht von c mußst du deshalb in St 281 stecken.

Der Basiskanal wird durch den 3,3-k $\Omega$ -Widerstand gesichert. Im Schaltbild 51 siehst du, daß der zweite

Bild 50. Widerstandsprüfer



T = BC 238C oder BC 583C

Bild 51. Schaltbild des Widerstandsprüfers

Widerstand, der zwischen x und y liegt, mit R gekennzeichnet ist. R ist die Abkürzung für Resistor = Widerstand.

Die Aufstellung neben dem Schaltbild zeigt, welche Werte er nacheinander haben soll. Als ersten prüfst du den 680- $\Omega$ -Widerstand. Er hat einen niedrigen Ohmwert und läßt viel Basisstrom in den Transistor. Das Lämpchen brennt hell. Wechsle den 680- $\Omega$ -Widerstand zuerst gegen den 8,2-k $\Omega$ -Widerstand und dann gegen den 22-k $\Omega$ -Widerstand aus. Das Lämpchen brennt jedesmal schwächer.

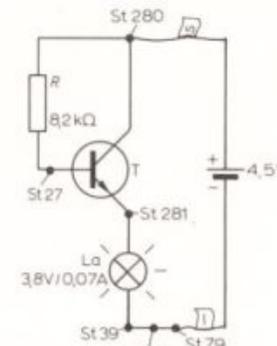
### 32. Transistor in Gefahr

Der Transistor ist sehr empfindlich, und wir sichern ihn durch Widerstände ab. Wenn du beim Aufbau einer Schaltung aber doch einmal einen Fehler machst, durch den der Transistor überlastet wird, so erhitzt er sich so stark, daß du ihn nicht mehr anfassen kannst. Um dem vorzubeugen, prüfe ihn hin und wieder mit dem Zeigefinger, und wenn du merkst, daß er heiß wird, unterbrich sofort den Stromkreis durch Herausziehen der Leitung S, bevor du beginnst, den Fehler zu suchen.

### 33. Batteriepolung bei Transistor-schaltungen

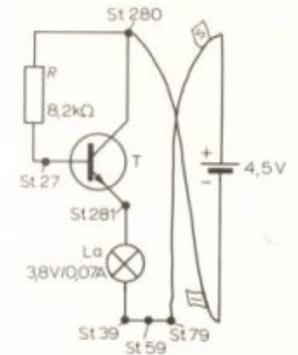
Bei den Transistorschaltungen ist es wichtig, auf die richtige Polung der Batterie zu achten, weil sich das große Schleusentor nicht öffnen kann, wenn der Strom von der falschen Seite gegen die Klappe des Basiskanals anläuft.

Sicher kannst du die Schaltung nach Bild 52 jetzt



T = BC 238C oder BC 583C

Bild 52. Richtige Batteriepolung bei einer Transistorschaltung



T = BC 238C oder BC 583C

Bild 53. Falsche Batteriepolung bei einer Transistorschaltung

schon allein aufbauen. Du mußt statt der Drähte am Plus- und Minuspol lange Drähte nehmen. Der 8,2-k $\Omega$ -Widerstand kommt zwischen St 27 und 280. Alle anderen Verbindungen sind in Bild 52 eingezeichnet. Wenn du alles richtig gesteckt hast, leuchtet das Lämpchen.

Tausche nun die langen Drähte so, daß der Draht vom Pluspol der Batterie zu St 79 führt, der andere vom Minuspol der Batterie zum Kollektor des Transistors. Das Lämpchen bleibt dunkel, weil der Strom in den Emitterkanal gegen die Klappe des

Basiskanals drückt und sie zuhält. Das große Schleusentor bleibt also geschlossen (Bild 53).

### 34. Der Regenmelder

Der Wetterbericht im Radio oder Fernsehen wird von vielen Menschen mit großem Interesse verfolgt, weil jeder gern wissen möchte, wie das Wetter am nächsten Tag werden wird. Nun kann man sich nicht immer auf den Wetterbericht verlassen; an manchen Tagen regnet es, obgleich strahlender Sonnenschein angesagt worden war.

Dich wird das Wetter in Zukunft nicht mehr überraschen können, denn wenn du abends deinen Regenmelder auf die Fensterbank stellst, siehst du am nächsten Morgen schon vom Bett aus, ob es regnet oder nicht.

Baue nach Bild 54 deinen Regenmelder auf. Wir brauchen zwei lange Drähte, von denen wir je ein Ende bei x und y einstecken. Die Zinkblechstreifen (Teil 22), die auf Bild 54 mit „Zn“ bezeichnet sind, befestigst du an den beiden anderen Drahtenden, wie es auf Bild 54 a zu sehen ist. Wichtig ist, daß die Streifen Kontakt mit den blanken Drahtenden haben, sie müssen aber auch fest mit den Drähten verbunden sein, weil sie sonst leicht herausrutschen.

Nun halte die Zinkblechstreifen aneinander. Das Lämpchen brennt, wir können es als Anzeiger für unseren Regenmelder benutzen. Die Zinkblechstreifen – bis zur Hälfte in saugfähiges Papier gesteckt – dienen als Regenfühler.

Wasser konntest du mit deinem Durchgangsprüfer nach Bild 19 noch nicht auf seine Leitfähigkeit hin prüfen, weil der Strom, den es durchläßt, zu gering

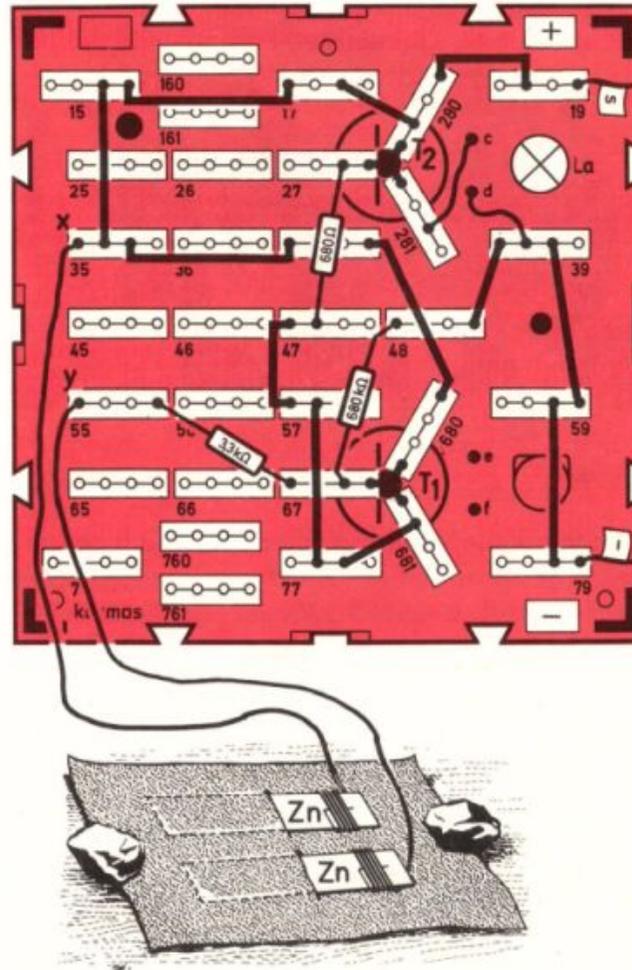
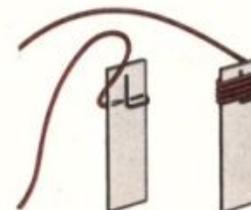


Bild 54. Regenmelder

Bild 54 a. Leitende Befestigung der Zinkblechstreifen

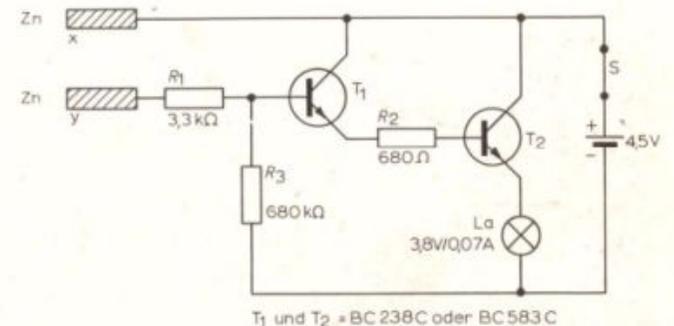


ist, um das Lämpchen leuchten zu lassen. Wir brauchen dazu zwei Transistoren.

Der zweite Transistor steckt in St 67, 680 und 681. Neben den Transistor klebst du das Etikett „T<sub>1</sub>“ vom Aufklebebogen; der andere Transistor wird als „T<sub>2</sub>“ gekennzeichnet. In Zukunft sprechen wir nur noch von T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>, wenn wir die Transistoren unterscheiden wollen.

Weil Regenwasser sehr schlecht leitet, reicht der Strom, der über den Regenfühler kommt, nicht aus, um das Schleusentor in einem Transistor so weit zu öffnen, daß der Emitterstrom das Lämpchen zum Leuchten bringt. Deshalb brauchen wir den zweiten Transistor, wir haben also eine zweistufige Transistorschaltung vor uns.

Unsere Transistoren haben Emitterströme, die bis



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> = BC 238C oder BC 583 C

Bild 55. Schaltbild zum Regenmelder

zu 500mal stärker sind als ihre Basisströme (der Fachmann spricht von Stromverstärkung B = 500). Benutzen wir nun den Emitterstrom von T<sub>1</sub> als Basisstrom für T<sub>2</sub>, so braucht der Basisstrom von T<sub>1</sub> nur 1/500 vom Basisstrom des T<sub>2</sub> zu betragen, damit die Lampe voll aufleuchten kann. Der Regen

öffnet  $T_1$ , und  $T_1$  öffnet  $T_2$  (Bild 55). Die Widerstände  $R_1$  ( $3,3 \text{ k}\Omega$ ) und  $R_2$  ( $680 \Omega$ ) sollen für die richtige Basisgrundeinstellung sorgen.  $R_3$  verbessert das Abschalten bei Trockenheit.

Willst du deinen Regenmelder benutzen, so stellst du ihn auf die Fensterbank und legst den Regenfühler auf das Fenstersims. Als Unterlage benutzt du ein Holz- oder Kunststoffbrettchen, weil Fenstersimse meistens nicht sehr sauber oder aus Metall sind, und beides könnte die genaue Anzeige deines Regenmelders beeinträchtigen.

### 35. Lügendetektor

Sicher hast du schon gemerkt, daß du plötzlich zu schwitzen beginnst, wenn jemand dich zwingen will, ein Geheimnis preiszugeben. Deine Handflächen werden feucht, und dein Herz fängt an zu klopfen.

Alle Menschen reagieren so, wenn sie Angst haben, etwas zu verraten, was sie nicht sagen wollen.

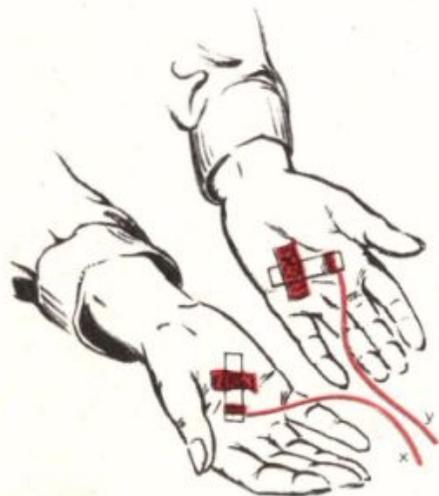


Bild 56.  
Elektroden-  
befestigung  
für den Lügen-  
detektor



Bild 56 a

Amerikanische Wissenschaftler haben sich das zunutze gemacht und ein Gerät entwickelt, mit dem die Feuchtigkeit der Handflächen gemessen werden kann. Da das Gerät am Anfang hauptsächlich bei Polizeiverhören eingesetzt wurde, nannte man es Lügendetektor.

Wir können unseren Regenmelder auch als Lügendetektor einsetzen. Du brauchst nur die Zinkblechstreifen mit Tesafilm oder Leukoplast in die Handflächen deines Freundes oder eines anderen Partners zu kleben (Bild 56) und ihm Fragen zu stellen. Ist eine darunter, die er ungern beantworten möchte, weil er Angst hat, ein Geheimnis zu verraten, so werden seine Handflächen feucht, und nach wenigen Augenblicken leuchtet das Lämpchen auf. Wenn dein Freund den Test nicht ernst nimmt, wird er nicht schwitzen, und der Lügendetektor arbeitet nicht. Dann mußt du eine kleine List anwenden: Heimlich befeuchtest du deine Finger und „prüfst“, ob die Zinkblechstreifen richtig sitzen. Es ist nur die Frage, ob du dann deinen Freund überführst oder er dich.

### 36. Einstellbarer Blumenwächter

In geheizten Räumen ist die Luft oft sehr trocken. Unsere Zimmerpflanzen leiden darunter, weil die Erdballen in den Blumentöpfen schnell austrocknen. Der Blumenwächter soll uns die Feuchtigkeitskontrolle der Blumenerde erleichtern.

Baue die Schaltung nach Bild 57 auf. Die Lampe brennt, wenn die Zinkblechstreifen sich nicht berühren, und erlischt, sobald du die Streifen aneinanderhältst. Im Gegensatz zur Schaltung des Lügendetektors brennt das Lämpchen also, wenn sie keinen Kontakt haben. Das Potentiometer muß so eingestellt werden, wie auf Bild 57 gezeigt ist.

Nun hole dir eine Topfpflanze und prüfe, ob sie gegossen werden muß. Die Zinkblechstreifen steckst du in die Erde des Blumentopfes nicht zu nahe neben die Pflanze, damit die Wurzeln nicht beschädigt werden. Leuchtet das Lämpchen, so ist es höchste Zeit zum Gießen. Beobachte dabei das Lämpchen. Je mehr Wasser die Erde aufsaugt, desto dunkler brennt es. Sobald die Erde durch und durch feucht ist, haben die Zinkblechstreifen durch das leitende Wasser Kontakt, und das Lämpchen erlischt.

Wenn du die Streifen im Topf läßt, mußt du den Draht S bis zur nächsten Messung aus dem Pluspol ziehen, denn auch wenn das Lämpchen nicht brennt, nimmt die Schaltung Strom auf. Sie verbraucht als sogenannten Ruhestrom zwar nur ca.  $1/20$  des Anzeigestromes, aber auch der Ruhestrom läßt die Batterie mit der Zeit leer werden.

Sieh dir die Schaltung nach Bild 58 an. Sie ist eine Umkehrung der Schaltung zum Regenmelder.

Beim Regenmelder liegen die Widerstände zwischen der Basis von  $T_1$  und dem Minuspol, beim

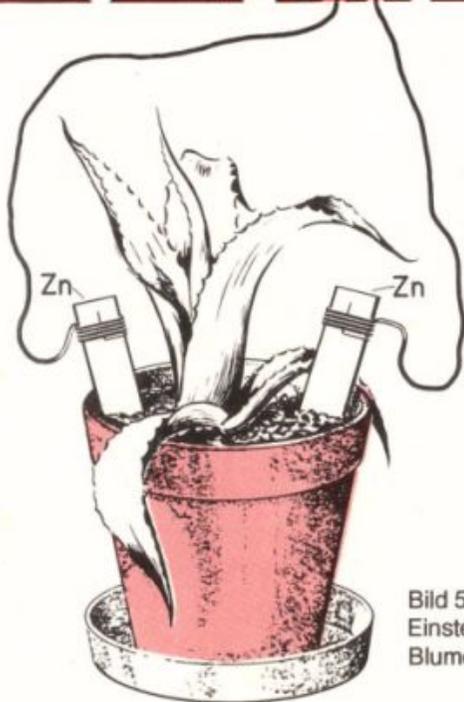
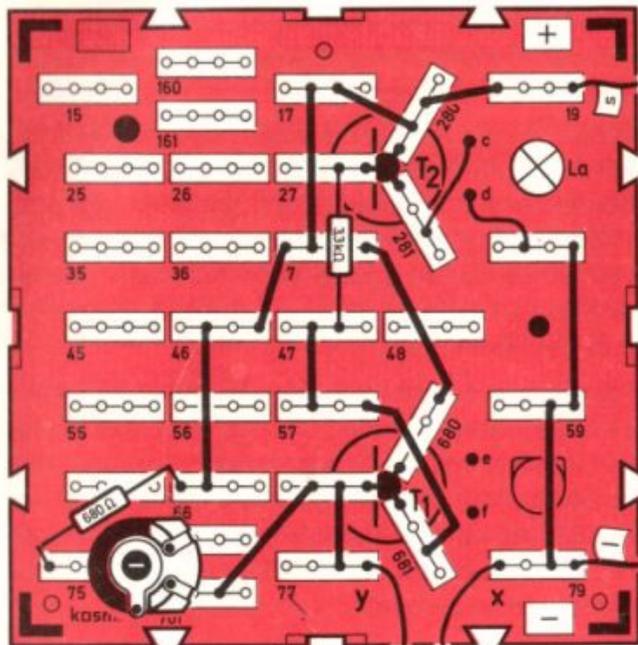
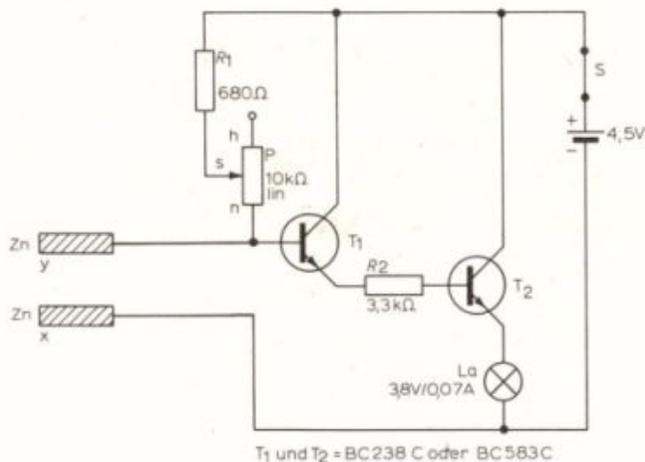


Bild 57.  
Einstellbarer  
Blumenwächter



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> = BC238 C oder BC583C

Bild 58. Schaltbild zum einstellbaren Blumenwächter

Blumenwächter zwischen der Basis von T<sub>1</sub> und dem Pluspol der Batterie. Die Basis von T<sub>1</sub> wird beim Blumenwächter nicht über eine Feuchtigkeitsbrücke offengehalten, sondern über den Widerstand R<sub>1</sub> und das Potentiometer. Haben die Zinkblechstreifen keinen Kontakt miteinander, so hat der Strom, der von R<sub>1</sub> und dem Potentiometer kommt, keine andere Wahl, als über den Basiskanal zum Emitter von T<sub>1</sub> zu fließen. T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> öffnen sich, und das Lämpchen brennt. Wird die Blumen-erde feucht, so beginnt die Strecke zwischen den Zinkblechstreifen leitend zu werden. Der Strom, der über die Widerstände kommt, kann jetzt zwischen zwei Wegen wählen. Da er jedoch immer den bequemeren nimmt, fließt mit zunehmender Feuchtigkeit ein immer größerer Teil über die Zinkblechstreifen.

Sicher ist dir aufgefallen, daß der Wert des Widerstandes zwischen den beiden Transistoren im Blumenwächter größer ist als im Regenmelder. Die Basis von T<sub>1</sub> ist beim Blumenwächter viel weniger ge-

sichert als beim Lügendetektor. Deshalb muß der Emitter von T<sub>1</sub> geschützt werden. Der am Emitter von T<sub>1</sub> liegende Widerstand ist aber gleichzeitig der Schutzwiderstand für die Basis von T<sub>2</sub>. Wegen seiner doppelten Aufgabe muß sein Wert entsprechend größer sein.

Durch das Potentiometer haben wir die Möglichkeit, unseren Blumenwächter den Bedürfnissen der einzelnen Pflanzen anzupassen. Kakteen brauchen in der Regel erst gegossen zu werden, wenn die Erde knochentrocken ist. Wir können den Schleifer so einstellen, daß er genau in der Mitte der Widerstandsbahn steht. Dann herrschen zwischen n und s genau 5 kΩ (nämlich die Hälfte von 10 kΩ). Stellst du dagegen den Schleifer so ein wie auf Bild 57, hast du entsprechend weniger, nämlich zwischen 0,5 und 1 kΩ. Das ist die normale Stellung für die meisten Pflanzen.

### 37. Was ist ein Elko?

Für unseren nächsten Aufbau brauchen wir ein neues Schaltelement, und zwar den Elektrolytkondensator 10 μF (Teil 13), den wir jetzt kennenlernen wollen. Der komplizierte Name „Elektrolytkondensator“ wird vom Fachmann selten gebraucht, er sagt einfach „Elko“.

Die Bezeichnung μF liest man Mikrofarad. μ ist die Abkürzung für Mikro und bedeutet den millionsten Teil eines Wertes. F bedeutet Farad, genannt nach dem englischen Physiker Michael Faraday, der von 1791 bis 1867 gelebt hat. 10 μF zeigt uns das Fassungsvermögen unseres Elkos an. Je größer das Fassungsvermögen eines Kondensators ist, desto mehr Elektrizität kann in ihm gespeichert werden.

Der Fachmann nennt dieses Fassungsvermögen „Kapazität“ (Abkürzung C).

Die Kapazität eines Kondensators läßt sich am besten mit dem Rauminhalt einer Preßluftflasche vergleichen. Wieviel Preßluft eine Preßluftflasche enthält, hängt nicht nur von ihrem Rauminhalt ab, sondern auch von dem Druck, mit dem die Preßluft hineingepreßt wurde. Je höher dieser Druck beim Einfüllen war, desto mehr Preßluft ließ sich in der Flasche unterbringen.

Mit der Elektrizität verhält es sich entsprechend: Wieviel Elektrizität ein Kondensator speichert, hängt nicht allein von seiner Kapazität ab, sondern auch von dem elektrischen Druck (also von der Spannung in Volt), mit der er gefüllt (man sagt dazu „aufgeladen“) wurde. Elkos können verschieden aussehen, und deshalb haben wir auf Bild 59 verschiedene Ausführungen abgebildet. Sie haben jedoch alle ein Plus- oder Minuszeichen, das für den Gebrauch des Elkos wichtig ist. Das Schaltzeichen steht an vorletzter Stelle von Bild 59, und als letztes siehst du, wie der Elko in einer Aufbauzeichnung aussieht.

Plus- oder Minuszeichen sind deshalb so wichtig, weil es nicht gleichgültig ist, wie herum der Elko in die Schaltung eingebaut wird. Baust du ihn falsch ein, so arbeitet deine Schaltung vielleicht nicht. Elkos gehen nämlich nicht sofort kaputt, sondern langsam, wenn sie längere Zeit falsch angeschlossen werden. Auf unseren Aufbaubildern ist jedoch immer angegeben, wohin die Pole gehören. Nun mußt du den Elko zurechtbiegen wie die Widerstände.

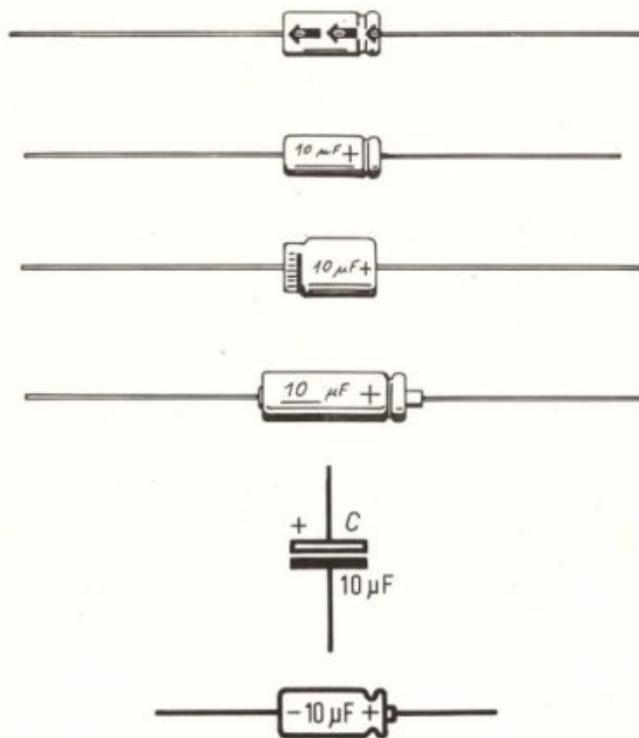


Bild 59. Aussehen verschiedener Elko-Typen, Schaltzeichen für Elko und Darstellung von Elkos in Aufbauzeichnungen

### 38. Die Quizuhr

Mit der Quizuhr kannst du auf deinen Partys Frage-spiele veranstalten. Je zwei deiner Gäste bilden eine Gruppe, die gegen eine andere Zweiergruppe spielt. Du stellst eine Frage, auf die es möglichst viele verschiedene Antworten gibt. Die erste Gruppe beginnt. Abwechselnd müssen die Kandidaten antworten. Der zweite Kandidat darf erst antworten, wenn der erste gesprochen hat. Der zweiten Gruppe stellst du dieselbe Frage. Die Gruppe mit den meisten Antworten hat gewonnen. Einer deiner Gä-

ste muß die Quizuhr beobachten und sagen, wann die Zeit abgelaufen ist. Zwei andere Gäste bilden eine Jury.

Sobald du die Schaltung aufgebaut hast, wirst du schnell herausfinden, wie die Quizuhr funktioniert. Du drückst auf den Taster, das Lämpchen geht aus, und nach ungefähr drei Sekunden leuchtet es wieder auf. Bei deinen Spielen kann der Taster mehrere Male gedrückt werden, damit die Zeit nicht zu kurz bemessen ist.

Für den Aufbau der Schaltung brauchst du neben dem Elko, über den wir ja schon gesprochen haben, noch ein neues Schaltelement, und zwar den Taster (Teil 20). Sein Schaltzeichen siehst du auf Bild 60. Das kleine schwarze Dreieck mit der Spitze nach oben bedeutet, daß der Taster, wenn man ihn losläßt, wieder aufgeht.



◀ Bild 60. Schaltzeichen Taster

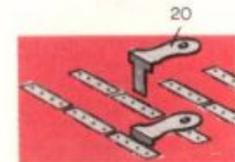


Bild 61. Einbau des Tasters ▶

Den Taster Ta steckst du so in den Schlitz neben der Steckfeder 75, wie es Bild 61 zeigt. Wenn du ihn drückst, hat er leitende Verbindung mit der Steckfeder 65.

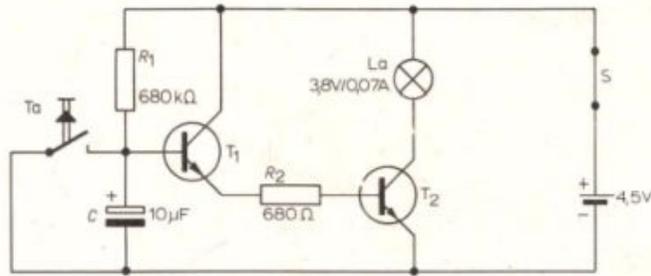
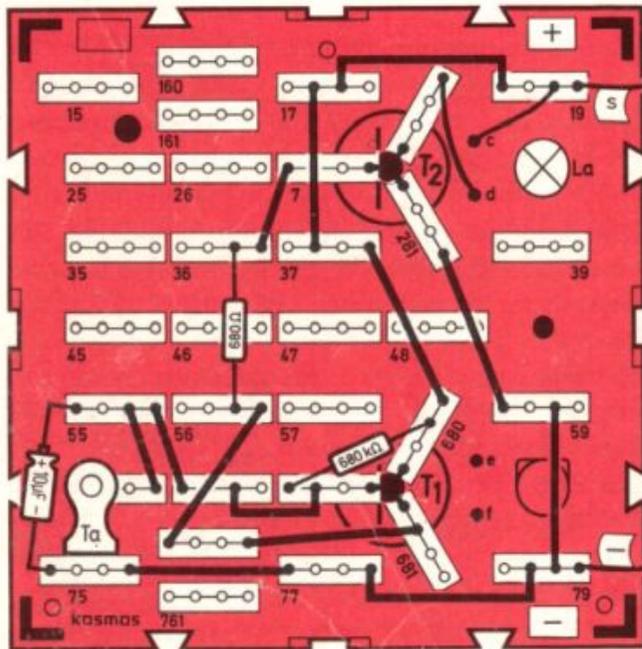
Der Elko kommt zwischen St 55 und 75. Achte darauf, daß sein Pluszeichen bei St 55 ist. Nun baue die übrige Schaltung nach Bild 62 auf. Das Lämpchen brennt nach kurzer Zeit, wenn du alles richtig gemacht hast. Wenn du den Taster gedrückt hast, erlischt das Lämpchen, und erst nach etwa drei Sekunden geht es wieder an.

Schaue dir das Schaltbild 63 an. Der Strom kommt

über  $R_1$ , lädt den Elko  $C$  auf und öffnet die Basisklappe von  $T_1$ . Sobald du den Taster drückst, fließt der Strom am Transistor vorbei zum Minuspol der Batterie und gleichzeitig entlädt sich der Elko. Lässt du ihn wieder los, so fließt der Strom nicht sofort wieder zur Basis, sondern lädt erst einmal den Elko  $C$  wieder auf. Der Elko wirkt hier wie eine Wanne, an die der Basiskanal als Überlaufrohr angeschlossen ist (Bild 64). Erst wenn der Elko voll genug ist, fließt wieder Strom in die Basis, öffnet  $T_1$  und damit auch  $T_2$ .

Die Wirkungsweise des Elkos kannst du leicht erkennen, wenn du ihn aus der Schaltung ziehst. Lässt du den Taster nun los, so leuchtet das Lämpchen im selben Augenblick wieder auf.

Bild 62. Quizuhr



$T_1$  und  $T_2 = BC238C$  oder  $BC583C$

Bild 63. Schaltbild zur Quizuhr

Die Lampe liegt in dieser Schaltung zwischen Pluspol und Kollektor von  $T_2$ , weil sie möglichst schnell wieder angehen soll.

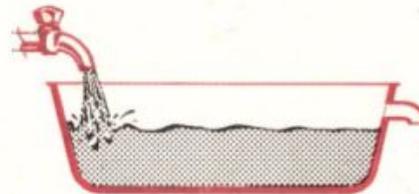


Bild 64. Wanne mit Überlaufrohr

### 39. Treppenlicht-Automatik für ein Puppenhaus

Wer in einem Haus mit mehreren Etagen wohnt, kennt die Treppenhausbeleuchtung, die jeweils nach wenigen Minuten von selbst wieder ausgeht. Du drückst auf einen Knopf, das Licht geht an, und dann brauchst du dich nicht mehr darum zu kümmern. Eine Automatik sorgt dafür, daß die Beleuchtung sich wieder ausschaltet. Baue die Schaltung nach Bild 65 auf, mit der du das Treppenhaus in einem Puppenhaus beleuchten kannst. Zwar brennt das Lämpchen nur wenige Sekunden, aber für deine Zwecke reicht das völlig aus.

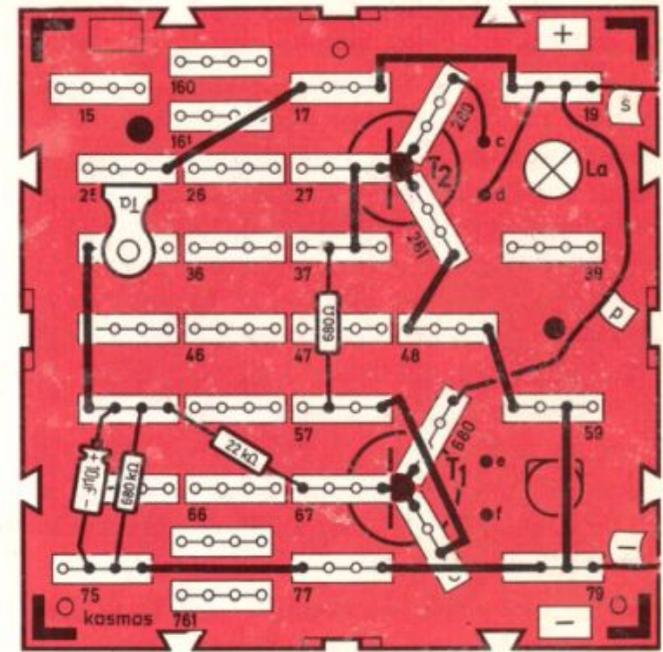
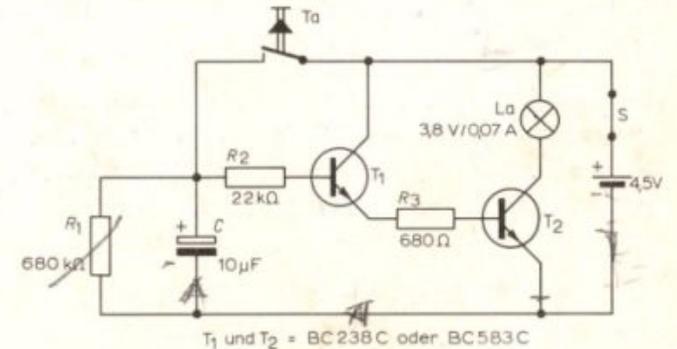


Bild 65. Treppenlicht-Automatik

Du kannst die Schaltung aber auch an dein Bett stellen, und wenn du nachts aufwachst, drückst du den Taster, um auf deiner Uhr nachzusehen, wie spät es ist.

Nun wollen wir uns die Schaltung 66 ansehen. Sie

Bild 66. Schaltbild zur Treppenlicht-Automatik



$T_1$  und  $T_2 = BC238C$  oder  $BC583C$

ist der Schaltung der Quizuhr sehr ähnlich. Der Unterschied liegt darin, daß der Taster bei der Quizuhr am Minuspol, in dieser Schaltung jedoch am Pluspol der Batterie liegt. Bei der elektronischen Treppenlicht-Automatik ist die Lampe dunkel, solange der Taster offen ist, weil die Basis von  $T_1$  keinen Strom bekommt. Drückst du den Taster, so fließt der Strom, der eigentlich für die Basis von  $T_1$  bestimmt ist, für den Bruchteil einer Sekunde am Transistor vorbei und lädt den Elko C auf. Anschließend öffnet der Strom die Basis von  $T_1$  und dadurch den Transistor  $T_2$ . Das Lämpchen brennt.

Läßt du den Taster nun wieder los, so erlischt die Lampe nicht sofort, weil ein Teil der Elektrizität, die in C gespeichert war, über die Basis von  $T_1$  abfließt und sie offenhält.

Wir haben den Elko mit einer Wanne und die Basis mit einem Überlaufrohr verglichen. Sobald der Wasserspiegel in der Wanne unter die Öffnung des Überlaufrohres abgesunken ist, kann kein Wasser mehr abfließen. Das erklärt, weshalb nur ein Teil des Stromes, den der Elko gespeichert hat, abfließt.

Die Basis von  $T_1$  verbraucht jedoch nur sehr wenig Strom, und es dauert lange, bis das Lämpchen erlischt, wenn es keinen zweiten Entladeweg gibt. Deshalb ist der Widerstand  $R_1$  parallel zu C geschaltet. Mit ihm können wir die Entladezeit und damit die Zeit, die das Lämpchen brennt, verkürzen.

In unserer Schaltung ist  $R_1$  ein 680-k $\Omega$ -Widerstand, der dafür sorgt, daß das Lämpchen etwa 5 bis 7 Sekunden brennt. Je kleiner der Widerstandswert, um so kürzer ist die Brenndauer des Lämpchens.

Willst du prüfen, wie lange das Lämpchen brennt, wenn der Strom von C nur den Entladeweg über den Basiskanal hat, brauchst du nur  $R_1$  aus der

Schaltung zu nehmen. Es dauert dann ungefähr eine halbe Minute, bis das Lämpchen erlischt.

#### 40. Wir lernen die übrigen Kondensatoren kennen

Außer dem 10- $\mu$ F-Elko hast du in deinem Kasten noch einen 100- $\mu$ F-Elko, den du leicht an der Zahl 100 und dem Plus- bzw. Minuszeichen erkennst.

Teil	$\mu$ F	nF	pF	
14	0,1 $\mu$ F	= 100 nF	= 100 000 pF	= 104 K
15	0,0068 $\mu$ F	= 6,8 nF	= 6800 pF	= 682 K = 6 n8
16	0,0027 $\mu$ F	= 2,7 nF	= 2700 pF	= 272 K = 2 n7
17		= 0,47 nF	= 470 pF	= 471 J
18		= 0,22 nF	= 220 pF	= 221 J
2 x 19 je		= 0,082 nF	= 82 pF	= 82 J

Bild 67. Liste zum Vergleich unterschiedlicher Schreibweisen der Kapazität unserer Kondensatoren

Schau dir die Teileliste an. Du siehst, daß du noch sieben weitere Kondensatoren hast, die zum Teil mit nF = Nanofarad und zum Teil mit pF = Pikofarad bezeichnet sind. Nano bedeutet 1/1000 Mikro und Piko sind 1/1000 Nano. Bild 67 zeigt eine Aufstellung der Kapazitäten der sieben kleinen Kondensatoren (die in den Schaltungen benutzte Schreibweise ist jeweils eingerahmt und rot gekennzeichnet).

Leider ist bei Kondensatoren die Schreibweise des Aufdrucks nicht genormt. Es kann also vorkommen, daß der 6,8-nF-Kondensator die Bezeichnung 6800 pF trägt. Auch kann die Null vor dem Komma und die Maßeinheit hinter der Zahl einfach weggelassen werden und statt des Kommas ein Punkt stehen. So kann der 100-nF-Kondensator die Aufdrucke 100 nF oder 0,1  $\mu$ F, 0,1 M (M bedeutet hier Mikrofaraad) oder .1 tragen.

Es gehört also Spürsinn dazu, die Kondensatoren zu erkennen, und du tust gut daran, einen Kondensator, dessen Kapazität du einwandfrei festgestellt hast, sofort mit dem entsprechenden Fähnchen vom Aufklebebogen zu kennzeichnen.

Auf den Kondensatoren mit 470 pF, 220 pF und 82 pF steht gewöhnlich nur die Kapazität in Pikofarad, aber ohne die Bezeichnung pF. Statt dessen folgt dem Zahlenwert ein Buchstabe, und zwar ein J oder ein K. J weist auf eine Toleranz von  $\pm 5\%$  und K von  $\pm 10\%$  hin.

Außer den spärlichen Kapazitätsangaben sind auf Kondensatoren mehr oder weniger verschlüsselt noch weitere Angaben aufgedruckt, beispielsweise die Prüfspannung in Volt. Oft fehlt dann aber die Bezeichnung V, so daß nur noch eine Zahl zu lesen ist. Auf alle Fälle findest du die Kapazitätsangabe, die du nach der Liste Bild 67 identifizieren kannst.

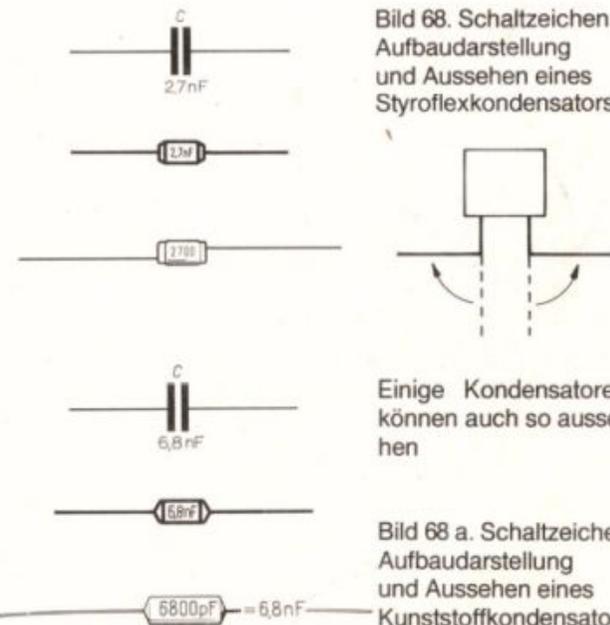


Bild 68. Schaltzeichen, Aufbaudarstellung und Aussehen eines Styroflexkondensators

Einige Kondensatoren können auch so aussehen

Bild 68 a. Schaltzeichen, Aufbaudarstellung und Aussehen eines Kunststoffkondensators

Bild 68 zeigt Schaltzeichen, Aufbaudarstellung und Aussehen des 2,7-nF-Kondensators, Bild 68 a Schaltzeichen, Aufbaudarstellung und Aussehen des 6,8-nF-Kondensators. Biege die Anschlüsse aller Kondensatoren so wie bei den Widerständen. Sollte ein Bauteil besonders groß sein, mußt du seine Anschlüsse vorsichtig direkt am Körper nach unten abbiegen.

Beim Einsetzen der Kondensatoren muß die Polarität nur bei Elkos beachtet werden.

Leider haben manche Kondensatoren sehr dünne Anschlußdrähte, die sich aber auch gut in die Steckfedern einstecken lassen, wenn du sie kurz genug anfaßt (das einzusteckende Ende darf nur wenige Millimeter weit zwischen deinen Fingerspitzen herausstehen).

#### 41. Elektronischer Detektiv

Wenn du prüfen willst, ob jemand an deinem Schrank oder einer Schublade war, kannst du deinen elektronischen Detektiv einsetzen. Du brauchst nur die Zinkblechstreifen so zu befestigen, daß sie sich beim Öffnen der Tür oder Schublade berühren.

Der Detektiv ist einsatzbereit, wenn du den Taster drückst. Berühren sich beim Öffnen die Zinkblechstreifen, so leuchtet das Lämpchen auf. Auch wenn sie keinen Kontakt mehr haben oder sich beim Schließen erneut berühren, erlischt das Lämpchen nicht. Erst wenn du den Taster wieder drückst, geht das Lämpchen aus. Baue die Schaltung nach Bild 69 auf. Du brauchst als neues Schaltelement den 6,8-nF-Kondensator (Teil 15), der zwischen St 67 und 680 gesteckt wird.

„x“ klebst du in dieser Schaltung neben St 79 und „y“ neben St 48. Die langen Drähte mit den Zink-

blechstreifen werden in diese Steckfedern gesteckt. Wie funktioniert diese Schaltung (Bild 70)? Während  $T_1$  sonst dafür sorgte, daß  $T_2$  sich öffnete (der Fachmann sagt, leitend wurde), haben die Tran-

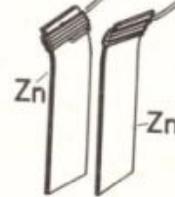
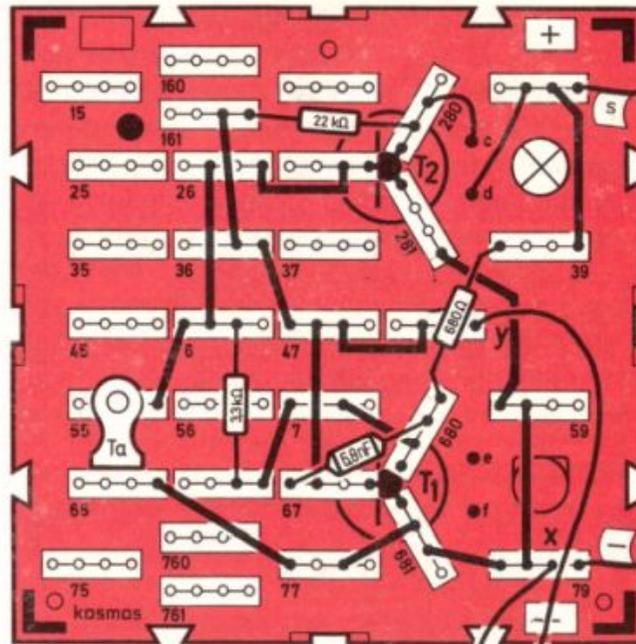


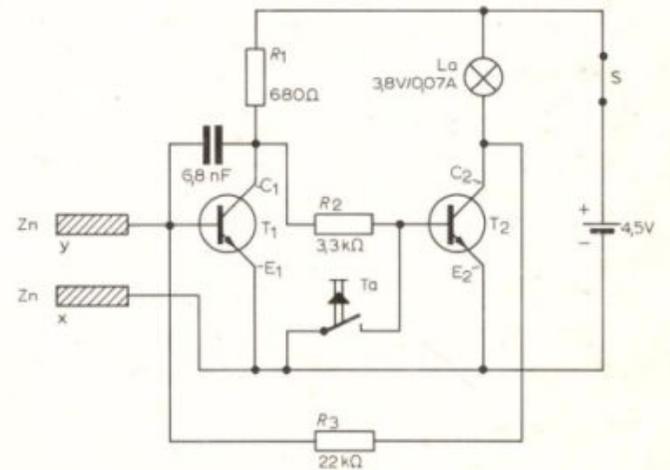
Bild 69. Elektronischer Detektiv (Flip-Flop)

sistoren dieser Schaltung getrennte Aufgaben: Jeweils einer der beiden Transistoren ist leitend, der andere gesperrt. Solange  $T_1$  leitend ist, sperrt  $T_2$ , und solange  $T_2$  leitet, sperrt  $T_1$ . Wird die Basis des jeweils leitenden Transistors über den Taster  $Ta$



Bild 69a. Wie du deine Schranktür mit einem Metallstreifen als Kontaktbrücke sichern kannst

Bild 70. Schaltbild zum elektronischen Detektiv (Flip-Flop)



$T_1$  und  $T_2$  = BC 238C oder BC 583C

bzw. über die Zinkblechstreifen x und y an den Minuspol gelegt und damit gesperrt, springt der Zustand beider Transistoren ins Gegenteil um. Der Fachmann spricht von einem „bistabilen Multivibrator“ oder auch von einem „Flip-Flop“, weil beide Zustände so stabil sind, daß sie nicht von allein umspringen.

$T_1$  und  $T_2$  wirken als elektronische Schalter. Ist ein Transistor durch Basisstrom leitend, so sind Kollektor und Emitter miteinander verbunden, und C liegt über E am Minuspol. Ist der Transistor gesperrt, haben C und E keine Verbindung miteinander.

Ist  $T_1$  gesperrt, so liegt sein Kollektor  $C_1$  über  $R_1$  am Pluspol; ist  $T_2$  gesperrt, so liegt sein Kollektor  $C_2$  über  $La$  am Pluspol.

Durch Drücken von  $Ta$  wird die Basis von  $T_2$  an den Minuspol gelegt und  $T_2$  sperrt. Das Lämpchen geht aus.  $C_2$  hat über die nichtleuchtende Lampe Verbindung mit Plus.

Über  $La$  und  $R_3$  fließt der Strom zur Basis von  $T_1$ , so daß  $T_1$  leitet. Dieser Basisstrom ist aber so schwach, daß  $La$  nicht leuchtet. Weil  $T_1$  leitend ist, liegt  $C_1$  über  $E_1$  am Minuspol. Damit liegt auch die Basis von  $T_2$  über  $R_2$  am Minuspol.  $T_2$  sperrt also auch, wenn  $Ta$  wieder losgelassen wird.

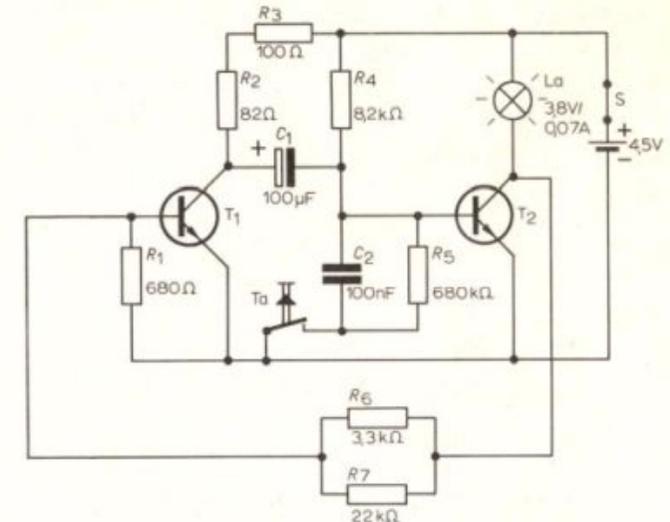
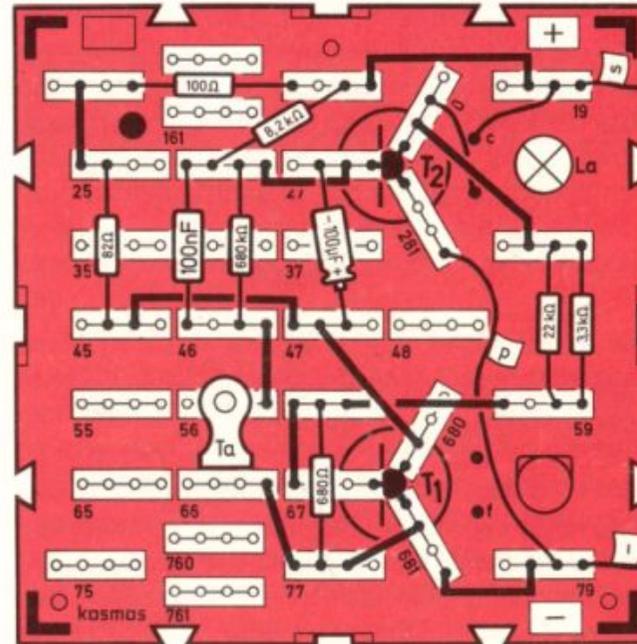
Berühren sich nun die Zinkblechstreifen, so wird die Basis von  $T_1$  an den Minuspol gelegt, und  $T_1$  sperrt. Dadurch wird die Verbindung von  $C_1$  und  $E_1$  unterbrochen, und  $R_2$  verbindet die Basis von  $T_2$  über  $R_1$  mit dem Pluspol. Die Basis von  $T_2$  bekommt jetzt Strom,  $T_2$  wird leitend und die Lampe geht an. Gleichzeitig haben  $C_2$  und  $E_2$  Verbindung miteinander, so daß die Basis von  $T_1$  über  $R_3$ ,  $C_2$  und  $E_2$  am Minuspol liegt. Deshalb bleibt  $T_1$  gesperrt, auch wenn die Zinkblechstreifen sich nicht mehr berühren.

ren, bis jemand wieder den Taster drückt. Der 6,8-nF-Kondensator verhindert, daß die Schaltung von allein von einem Zustand in den anderen umkippt.

## 42. Das eigenwillige Lämpchen

Baue die Schaltung nach Bild 71 auf. Wenn du die Leitung S eingesteckt hast, kann es einen Moment dauern, bis das Lämpchen brennt. Drücke den Taster, das Lämpchen erlischt. Aber schon nach wenigen Sekunden geht es wieder an, gleichgültig ob du  $Ta$  inzwischen wieder losgelassen hast oder nicht. Das eigenwillige Lämpchen läßt sich durch Tastendruck also nur kurze Zeit löschen. Die Schaltung kennt nur einen stabilen Zustand. Der Fachmann sagt, sie sei „monostabil“ und spricht von

Bild 71. Mono-Flop



$T_1$  und  $T_2$  = BC 238C oder BC 583C

Bild 72. Schaltbild zum Mono-Flop

einer monostabilen Kippschaltung oder einem „Mono-Flop“.

Der größte Unterschied zur Schaltung nach Bild 63 besteht darin, daß hier immer nur ein Transistor leitet und der andere gesperrt ist, während bei Schaltung 63 beide Transistoren immer den gleichen Zustand haben.

Du könntest eine solche Schaltung bei deiner Eisenbahn gebrauchen, wenn das Lämpchen der Motor der Lokomotive wäre. Der Zug sollte zum Beispiel auf dem Bahnhof nur kurz halten. Du drücktest auf den Taster, der Zug würde halten und nach wenigen Augenblicken von allein wieder anfahren.

Sieh dir die Schaltung Bild 72 an. Im stabilen Zustand ist  $T_2$  leitend, und das Lämpchen brennt. Über die Strecke Kollektor–Emitter fließt soviel

Strom, als sei ein Schalter eingeschaltet. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der Benutzung des Transistors als „elektronischem Schalter“.  $T_2$  ist leitend, weil seine Basis über  $R_4$  am Pluspol der Batterie liegt und von dort Strom bekommt.

Gleichzeitig ist  $T_1$  gesperrt, zwischen Kollektor und Emitter besteht also keine Verbindung, und  $R_2$  und  $R_3$  sind stromlos. Die Basis von  $T_1$  liegt über  $R_1$  und auch über  $R_6$  mit  $R_7$  und den leitenden  $T_2$  am Minuspol der Batterie und bekommt keinen Strom.

$C_1$  ist mit 3,8 V aufgeladen. Sein Pluspol liegt über  $R_2$  und  $R_3$ , an denen keine Spannung abfällt, am Pluspol der Batterie, deren Spannung 4,5 V beträgt. Der Minuspol von  $C_1$  liegt an der Basis von  $T_2$ , die ca. +0,7 V Spannung hat. 4,5 V Batteriespannung minus 0,7 V Spannung an der Basis von  $T_2$  ergeben 3,8 V für  $C_1$ .

$C_2$  ist entladen. Drückst du nun den Taster, geht die Basisspannung des  $T_2$  von +0,7 V auf Null und  $T_2$  sperrt. Der über  $R_4$  kommende Strom fließt nicht mehr zur Basis von  $T_2$ , sondern lädt  $C_2$  auf. Das dauert zwar nur einen Augenblick, aber in diesem Augenblick wird  $T_2$  „verriegelt“ und bleibt gesperrt, unabhängig von allem anderen, solange die Verriegelung anhält.

Wie arbeitet die Verriegelung? Der „Verriegelungskondensator“  $C_1$  wirkt wie eine kleine Batterie, die dafür sorgt, daß die Basis von  $T_2$  immer um 3,8 V weniger Spannung hat als der Kollektor von  $T_1$ .

Durch den Tastendruck wurde  $T_2$  gesperrt, und das Lämpchen geht aus. An ihm fällt keine Spannung mehr ab, so daß die Spannung am Kollektor auf +4,5 V angehoben wird. Damit liegt auch die eine Seite der beiden Widerstände  $R_6$  und  $R_7$  an +4,5 V,

und in die Basis von  $T_1$  beginnt Strom zu fließen.  $T_1$  ist also leitend. Dadurch ist der Kollektor von  $T_1$  über den Emitter von  $T_1$  mit dem Minuspol der Batterie verbunden. Mit ihm liegt der Pluspol von  $C_1$  am Minuspol der Batterie. Die mit dem Minuspol von  $C_1$  verbundene Basis von  $T_2$  hat also jetzt 3,8 V weniger Spannung als der Emitter von  $T_2$ . Durch diese negative Spannung an der Basis von  $T_2$  ist  $T_2$  verriegelt.

Weil der Minuspol von  $C_1$  über  $R_4$  mit dem Pluspol der Batterie und der Pluspol von  $C_1$  über  $T_1$  mit dem Minuspol der Batterie in Verbindung steht, entlädt sich  $C_1$ , und die Verriegelungsspannung verschwindet langsam.  $T_2$  wird nach einer gewissen Zeit wieder leitend, und das Lämpchen geht an. Der stabile Zustand ist wieder erreicht.

Der nächste Druck auf den Taster hat nur Wirkung, wenn der Taster kurze Zeit losgelassen wird, damit  $C_2$  sich über  $R_5$  entladen kann.

### 43. Zwei Transistoren schalten sich gegenseitig

Baue die Schaltung nach Bild 73 auf. Sicher kennst du die Leuchtreklamen, die in bestimmten Abständen aufleuchten und wieder erlöschen. Du könntest dir mit dieser Schaltung eine Leuchtreklame aus Transparentpapier für deinen Kaufladen bauen.

In dieser Schaltung (Bild 74) hat jeder der beiden Transistoren seinen eigenen Verriegelungskondensator, und zwar verriegeln abwechselnd  $C_1$  den  $T_2$  und  $C_2$  den  $T_1$ .

Gehen wir von dem Zustand aus, in dem das Lämpchen  $La$  gerade zu leuchten beginnt. Dann ist  $T_2$

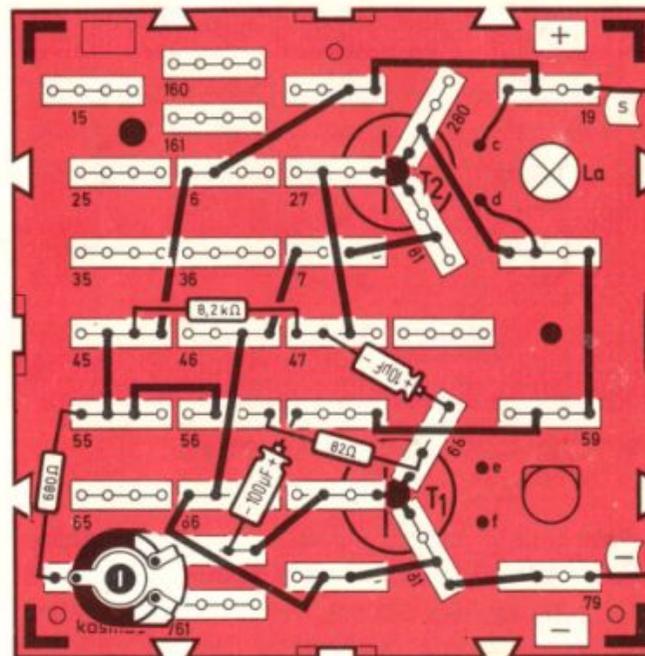


Bild 73. Astabiler Multivibrator

Bild 73a. Blinkende Leuchtreklamen



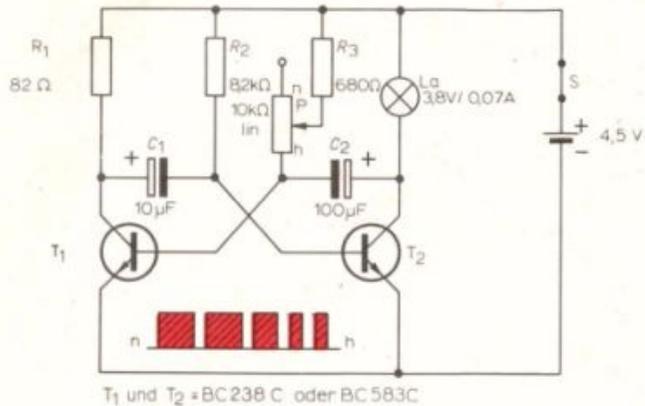


Bild 74. Schaltbild zum astabilen Multivibrator

leitend und  $T_1$  sperrt.  $C_2$  ist auf 3,8 V aufgeladen (warum gerade auf 3,8 V, weißt du bereits aus Kapitel 42) und liegt mit seinem Pluspol über den leitenden  $T_2$  am Minuspol der Batterie. Der Minuspol von  $C_2$  liegt an der Basis von  $T_1$ , deren Spannung nun um 3,8 V unter der Spannung des Minuspols der Batterie liegt. Deshalb ist  $T_1$  verriegelt und sperrt.

Über  $R_3$  und das Poti ist  $C_2$  jedoch mit dem Pluspol und über  $T_2$  mit dem Minuspol der Batterie verbunden, so daß  $C_2$  sich langsam entlädt, die Verriegelungsspannung also abnimmt.  $La$  brennt nun so lange, bis die Verriegelungsspannung verschwunden ist und die Basisspannung von  $T_1$  wieder +0,7 V beträgt. Die Dauer der Leuchtzeit wird länger, je weiter der Schleifer des Potis nach n gedreht wird, je größer also der zwischen h und dem Schleifer eingestellte Widerstandswert des Potis ist.

Das Diagramm in Bild 74 zeigt als schraffierte Rechtecke die Leuchtzeiten, die immer kürzer werden, wenn du den Schleifer nach h hin drehst.

Sobald  $T_1$  leitet, liegt der Pluspol von  $C_1$  über  $T_1$  am Minuspol der Batterie, und nun verriegelt  $C_1$  den

$T_2$ . Während  $La$  brannte, hat sich  $C_1$  nämlich auf 3,8 V aufgeladen.  $T_2$  bleibt so lange verriegelt, bis die Verriegelungsspannung von  $C_1$  über  $R_2$  abgebaut ist. Sobald die Basis von  $T_2$  wieder +0,7 V Spannung hat, wird  $T_2$  wieder leitend, und  $C_2$ , der sich während der Dunkelzeit von  $La$  wieder aufgeladen hat, verriegelt  $T_1$ . Da  $R_2$  kein Poti ist, sein Ohmwert also nicht verstellbar ist, bleiben die Pausen zwischen den Leuchtzeiten immer gleich lang. Weil die Transistoren sich abwechselnd gegenseitig schalten, kennt diese Schaltung keinen stabilen Zustand. Sie ist instabil, und der Fachmann nennt sie „astabile Kippschaltung“ oder auch „astabilen Multivibrator“.

Mit dem Poti kannst du die Anzahl der Lichtblitze zwischen ca. 1 bis 35 je Sekunde verstellen. Der Fachmann sagt dazu, daß die „Frequenz“ (Häufigkeit) zwischen 1 Hz und 35 Hz verstellbar sei. Hz ist die Abkürzung der Maßeinheit Hertz, genannt nach dem deutschen Physiker Heinrich Hertz, der von 1857 bis 1894 gelebt hat. Die Maßeinheit Hertz gibt an, wie viele Vorgänge (oder auch Schwingungen) je Sekunde stattfinden. Sie wird uns noch oft begegnen.

#### 44. Verstellbarer Warnblinker

Baue die Schaltung nach Bild 75 auf. Das Aufleuchten des Lämpchens läßt sich bei dieser Schaltung so einstellen, daß es dem Rhythmus der gelben Warnzeichen entspricht, die du im Straßenverkehr beobachten kannst. Fallen in einer Stadt zum Beispiel die Verkehrsampeln aus, so leuchtet in regelmäßigen Abständen das gelbe Warnlicht auf. Jeder Autofahrer weiß dann, daß erhöhte Vorsicht geboten ist.

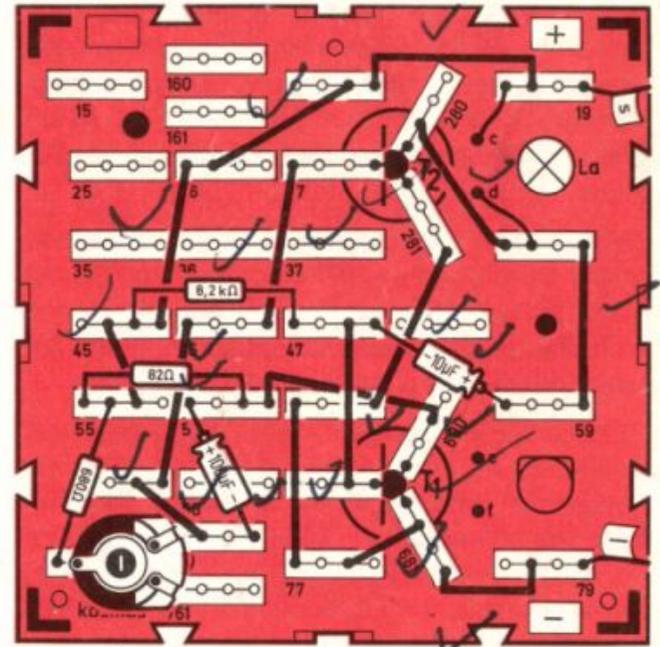
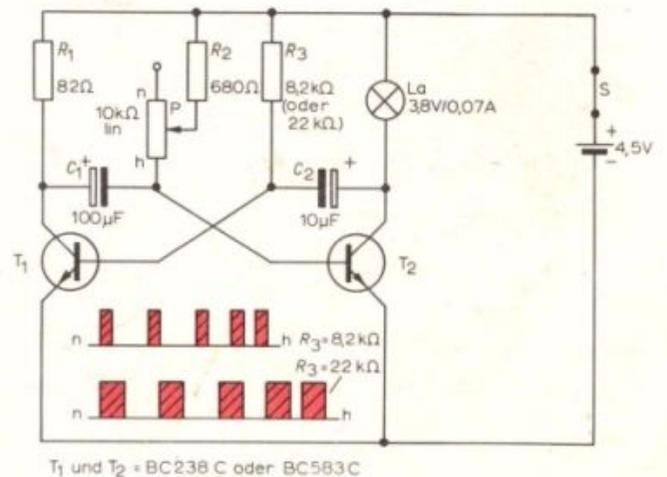


Bild 75. Verstellbarer Warnblinker

Bild 76. Schaltbild zum verstellbaren Warnblinker



Nun wollen wir uns die Schaltung (Bild 76) ansehen. Sie arbeitet im Prinzip genauso wie die von Bild 74. Wir haben dieses Mal nicht die Leuchtdauer

Du kannst jedoch auch die Leuchtdauer verändern, wenn du als  $R_3$  statt des  $8,2\text{-k}\Omega$ -Widerstandes den  $22\text{-k}\Omega$ -Widerstand nimmst.

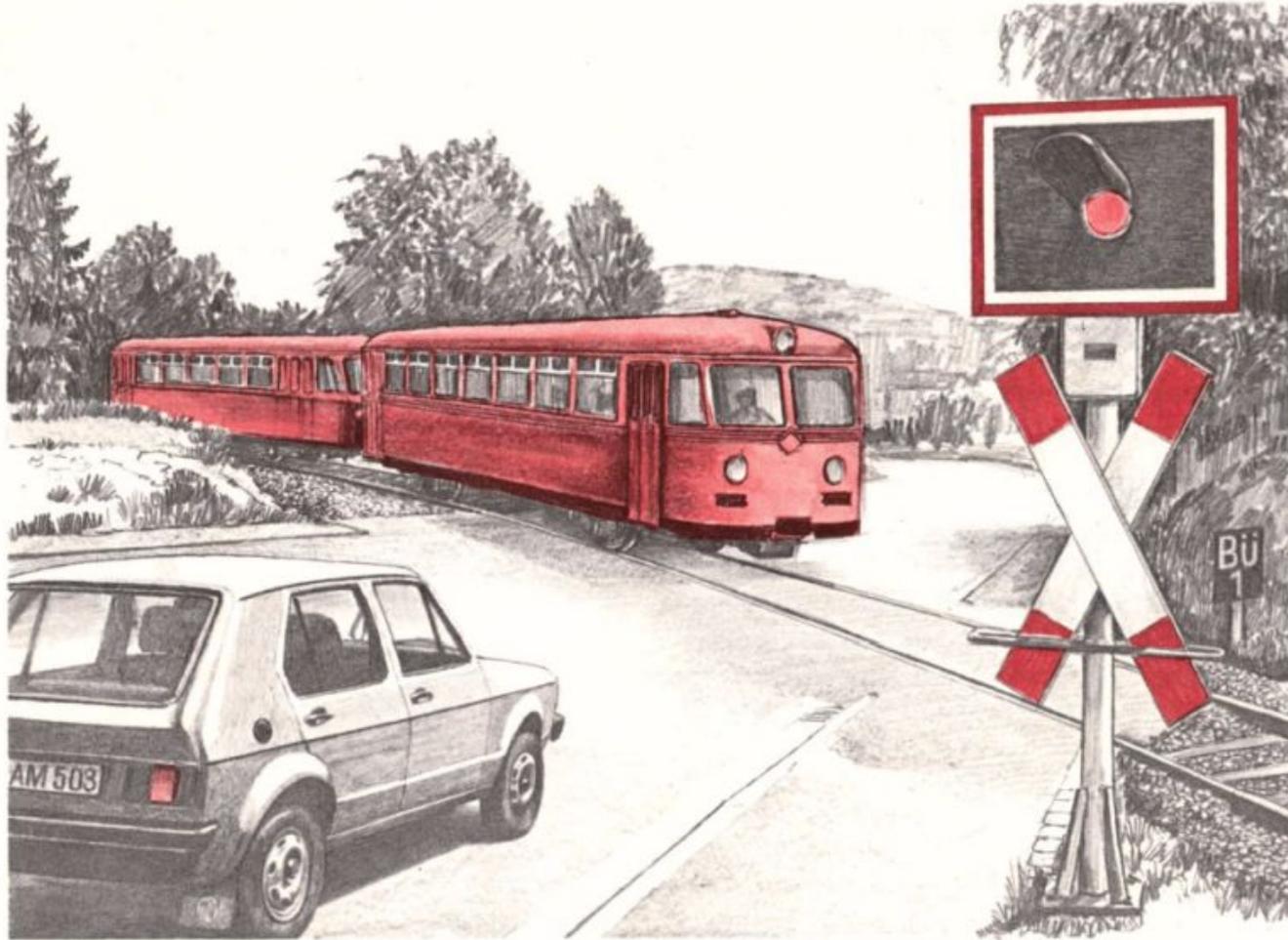


Bild 76a. Warnblinker am Bahnübergang

er, sondern die Länge der Pausen zwischen den Lichtblitzen verändert. Dazu haben wir den mit  $C_1$  in Verbindung stehenden Widerstand veränderlich gemacht.

Die beiden Diagramme in Bild 76 zeigen dir wieder die Leuchtzeiten und Pausen, einmal mit dem  $8,2\text{-k}\Omega$ - und das zweite Mal mit dem  $22\text{-k}\Omega$ -Widerstand.

## 45. Wie unser Ohrhörer arbeitet

Für die nächste Aufbauschialtung brauchen wir den Ohrhörer (Teil 36), den wir uns jetzt näher ansehen wollen (Bild 77).

Bild 77. Ohrhörer

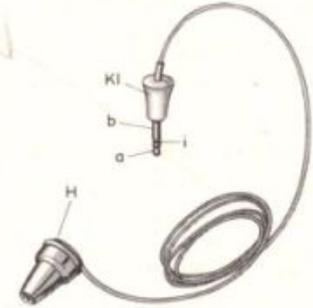
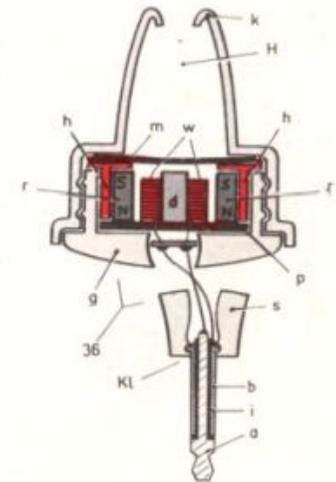


Bild 78. Ohrhörer im Schnitt:  
 H Ohrhörer,  
 KI Klinkenstecker,  
 k Kappe,  
 h Haltering,  
 m Membran,  
 w Wicklung,  
 d Eisendorn,  
 r Ringmagnet,  
 g Gehäuseboden,  
 p Eisengrundplatte,  
 N Nordpol,  
 S Südpol,  
 s Steckergriff,  
 b Schaft,  
 i Isolerring,  
 a Spitze



Der Ohrhörer besteht aus einem Klinkenstecker KI und dem eigentlichen Ohrhörer H. Der Hörer (Bild 78) besteht aus dem Stöpsel, der in das Ohr gesteckt wird, und dem Teil, in dem sich der kleine Magnet und ein dünnes Metallplättchen, die Membran, befindet. Der Magnet zieht die Membran et-

was an, so daß sie ganz leicht durchgebogen ist. Auf dem Magnetkern befindet sich eine Drahtspule, deren Drahtenden durch eine lange Doppelleitung mit dem Klinkenstecker verbunden sind.

Fließt nun Strom durch die Spule, so wird sie magnetisch und bildet an den Enden ihrer Achse einen Nord- und einen Südpol aus. Welches Achsende zum Nordpol wird, hängt von der Stromrichtung ab.

Die Kraft des Magneten verändert sich je nach Stromrichtung und Stromstärke, und die Membran biegt sich mehr oder weniger stark durch. Schwankt der Strom sehr schnell, dann bewegt sich die Membran so rasch, daß man es als Knacken hören kann.

Sieh dir den Klinkenstecker auf Bild 77 an. Er besteht aus der Metallspitze a, dem Schaft b und dem weißen Griff. Ein Spulendraht endet in der Metallspitze, der andere im Schaft, und zwischen Schaft und Spitze erkennst du einen schwarzen Isolierring i, der dafür sorgt, daß beim Gebrauch des Ohrhörers kein Kurzschluß entsteht. Beachte auch Bild 78.

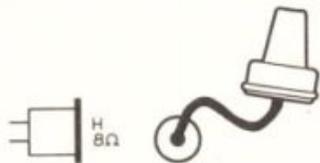


Bild 79. Schaltzeichen und Aufbaudarstellung des Ohrhörers

Das Schaltzeichen und die Aufbaudarstellung für den Ohrhörer zeigt Bild 79.

#### 46. Einbau der Buchsenfedern

Die Buchsenfedern (Teil 23) sollen den Strom zum Klinkenstecker leiten. Jede Buchsenfeder hat zwei

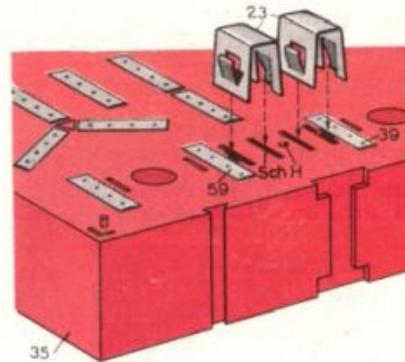
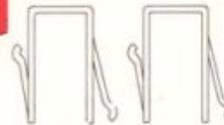


Bild 80. Einsetzen der Buchsenfedern

Bild 80a. So müssen die Buchsenfedern eingesetzt werden



Laschen, von denen eine nach unten und die andere nach oben offen ist. Die nach unten offene Lasche sitzt etwas tiefer und soll mit der Spitze des Klinkensteckers Kontakt haben. Die nach oben offene Lasche sitzt höher und macht Kontakt mit seinem Schaft.

Auf Bild 80 siehst du, wie die Buchsenfedern in die Aufbauplatte neben St 39 und 59 gesteckt werden müssen. Eine nach unten geöffnete Lasche und eine nach oben geöffnete Lasche müssen sich gegenüberliegen (Bild 80 a). Setzt du die Buchsenfedern falsch ein, so berühren zwei Laschen den Klinkenstecker am Schaft oder an der Spitze, in beiden Fällen gibt es einen Kurzschluß.

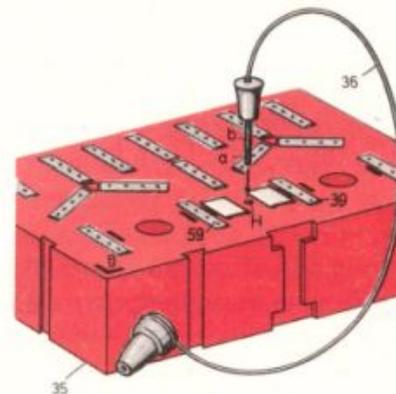


Bild 81. Einstecken des Ohrhörers

Den Ohrhörer setze bei H in die Aufbauplatte (Bild 81), und zwar so, daß der weiße Griff des Klinkensteckers fest auf der Platte sitzt.

Auf dem Schnittbild 82 kannst du sehen, wie die eine Lasche den Schaft b des Klinkensteckers berührt und die andere seine Spitze a. Die beiden anderen Laschen haben rechts und links Kontakt mit den Steckfedern.

**Achtung!** Sind die Buchsenfedern richtig eingebaut? Im Ohrhörer muß ein deutliches „Knackgeräusch“ zu hören sein, wenn an den beiden Steckfedern St 59 und 39 kurzzeitig die Batteriespannung angelegt wird.

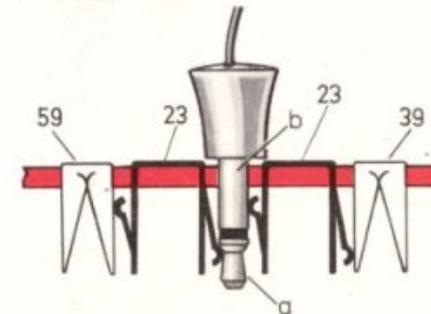
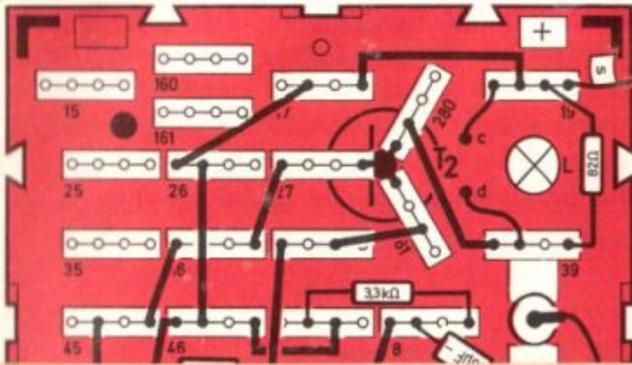


Bild 82. Prüfe, ob die Laschen guten Kontakt haben: bei a und b mit dem Schaft und mit den beiden Steckfedern 39 und 59

#### 47. Ein Taktgeber

Wenn du die Buchsenfedern richtig in die Aufbauplatte gesteckt hast, kannst du die Schaltung nach Bild 83 aufbauen. Im Ohrhörer hörst du ein rhythmisches Knacken, das wie der Taktgeber zu einer Melodie klingt. Mit dem Poti kannst du das Knacken schneller stellen, so daß es in ein Prasseln übergeht.

Schau dir die Schaltung Bild 84 an. Sie entspricht weitgehend der Schaltung Bild 76. Der Strom, der die Ladungsänderung von  $C_2$  bewirkt, fließt jetzt über die Spule des Ohrhörers. Der Strom sorgt für eine Magnetisierungsänderung im Ohrhörer, wodurch die Membran bewegt wird und das Knackge-



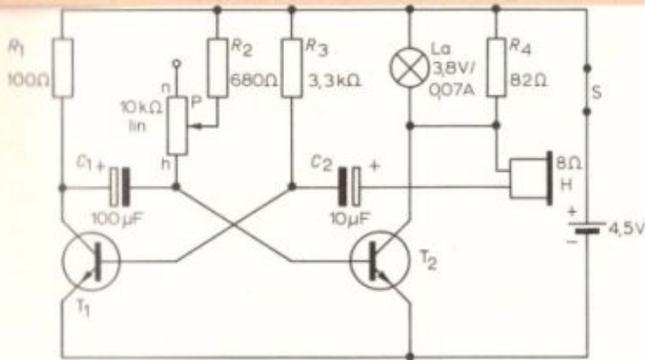
räusch entsteht.  $R_3$  hat jetzt nur noch  $3,3\text{ k}\Omega$ , damit die Ladungsänderungen von  $C_2$  möglichst rasch und kräftig erfolgen. Über  $R_4$  fließt zusätzlich Strom am Lämpchen vorbei, wodurch das Signal ebenfalls lauter wird.

#### 48. Tönende Telegrafie

Im Jahre 1840 hatte der Amerikaner Samuel Morse die Buchstaben Sprache aus Punkten als lange und kurze heute werden alle den Telegrafverkehr mittels. Wie genial die erdenn, daß es der seine Botschaft deutsch übermittelt. Punkte oder Striche nur übertragen, und schon der Absender zu sagen Sprache nicht versteht.

### Wichtig!

Solltest Du bei den Versuchen 47 bis 56 oder bei den Radioversuchen im Ohrhörer nichts hören, dann prüfe nach, ob die richtige Verbindung zwischen Steckfeder, Buchsenfeder und Klinkenstecker des Ohrhörers vorhanden ist (Kapitel 46).  
Verbinde die Buchsenfeder zur Kontrolle mit der daneben befindlichen Steckfeder mit einem Stück Draht. Besteht kein leitender Kontakt, dann Aufbauplatte umdrehen und die Laschen der Buchsenfeder so aufbiegen, daß sie die Steckfedern und den Klinkenstecker sicher berühren.



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> = BC 238 C oder BC 583 C

Baue die Schaltung nach Bild 85 auf. Im vorigen Versuch brannte noch das Lämpchen, und wir konnten beobachten, wie es im Ohrhörer gleichzeitig mit dem Aufleuchten des Lämpchens knackte. Für diese Schaltung brauchst du das Lämpchen nicht. Stecke die Lampendrähte an den Rand der Aufbauplatte, so daß sie keinen Kontakt haben.

Wenn die Knackimpulse so häufig werden, daß sie in ein Prasseln übergehen und dann noch dichter aufeinanderfolgen, hört unser Ohr sie als Ton. Töne

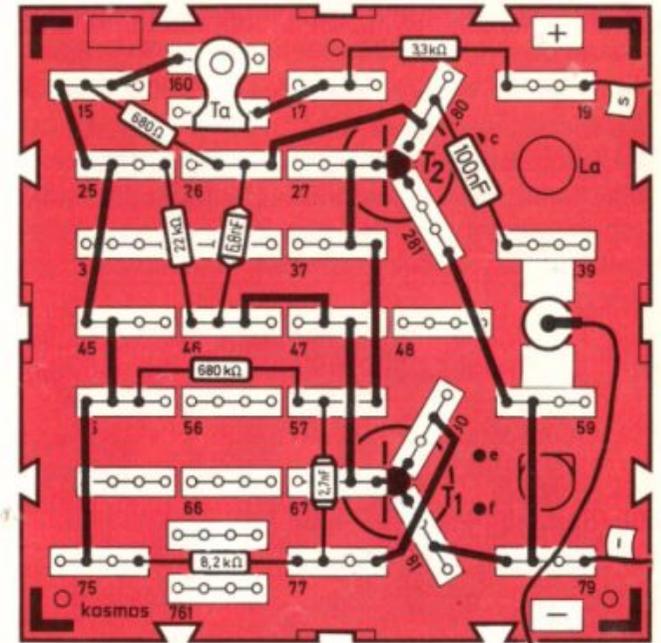
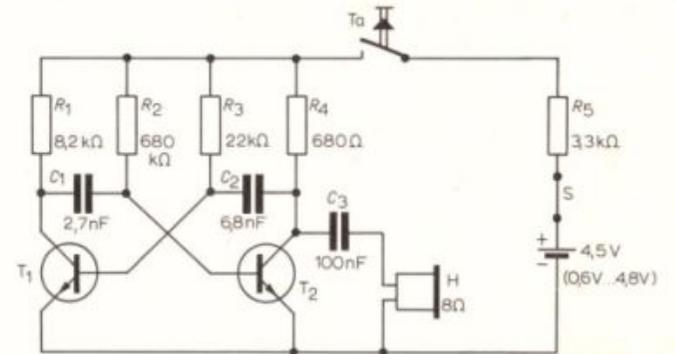


Bild 85. Morsesummer

Bild 86. Schaltbild zum Morsesummer



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> = BC 238 C oder BC 583 C

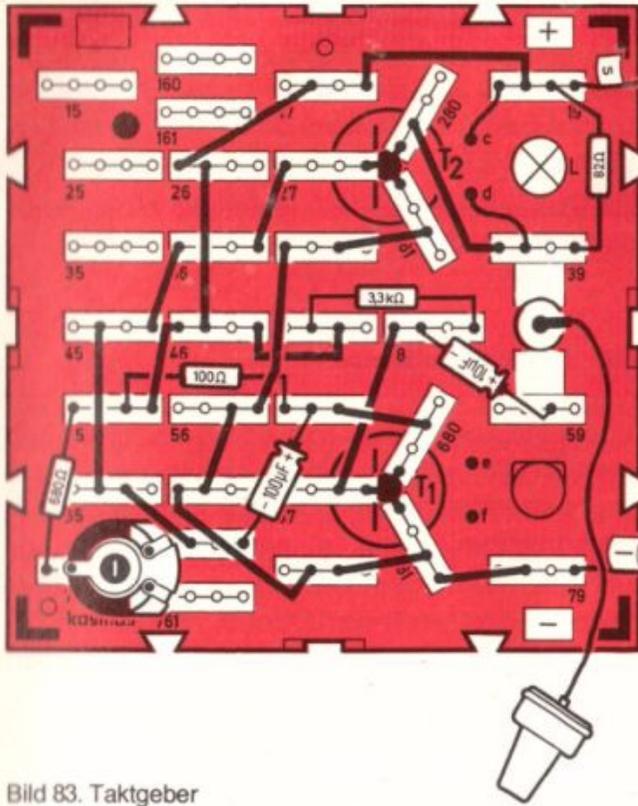
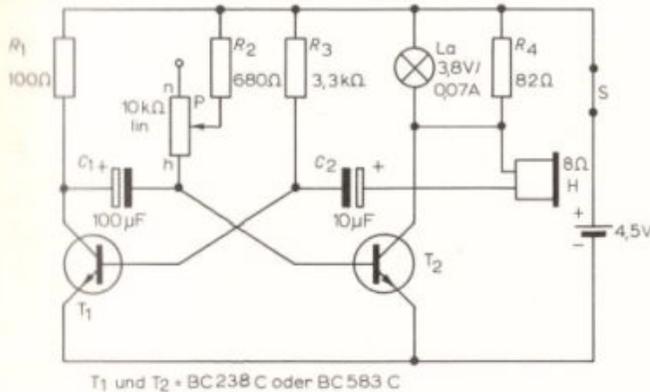


Bild 83. Taktgeber

Bild 84. Schaltbild des Taktgebers



räusch entsteht.  $R_3$  hat jetzt nur noch  $3,3\text{ k}\Omega$ , damit die Ladungsänderungen von  $C_2$  möglichst rasch und kräftig erfolgen. Über  $R_4$  fließt zusätzlich Strom am Lämpchen vorbei, wodurch das Signal ebenfalls lauter wird.

#### 48. Tönende Telegrafie

Im Jahre 1840 hatte der Amerikaner Samuel Morse eine geniale Idee. Er verwandelte die Buchstaben des Alphabets in eine Zeichensprache aus Punkten und Strichen, die sich leicht als lange und kurze Töne wiedergeben lassen. Noch heute werden alle Nachrichten im internationalen Telegrafenvorkehr mit dem Morse-Alphabet übermittelt. Wie genial diese Idee war, kannst du daran ermessen, daß es gleichgültig ist, ob der Absender seine Botschaft auf japanisch, englisch oder deutsch übermittelt. Der Empfänger braucht die Punkte oder Striche nur wieder in Buchstaben zu übertragen, und schon kann er aufschreiben, was der Absender zu sagen hat, auch wenn er dessen Sprache nicht versteht.

Um Morsezeichen aufnehmen zu können, braucht man viel Übung. Jeder Funker hat einmal klein angefangen, und darum wollen wir es ihm leicht tun.

Baue die Schaltung nach Bild 85 auf. Im vorigen Versuch brannte noch das Lämpchen, und wir konnten beobachten, wie es im Ohrhörer gleichzeitig mit dem Aufleuchten des Lämpchens knackte. Für diese Schaltung brauchst du das Lämpchen nicht. Stecke die Lampendrähte an den Rand der Aufbauplatte, so daß sie keinen Kontakt haben.

Wenn die Knackimpulse so häufig werden, daß sie in ein Prasseln übergehen und dann noch dichter aufeinanderfolgen, hört unser Ohr sie als Ton. Töne

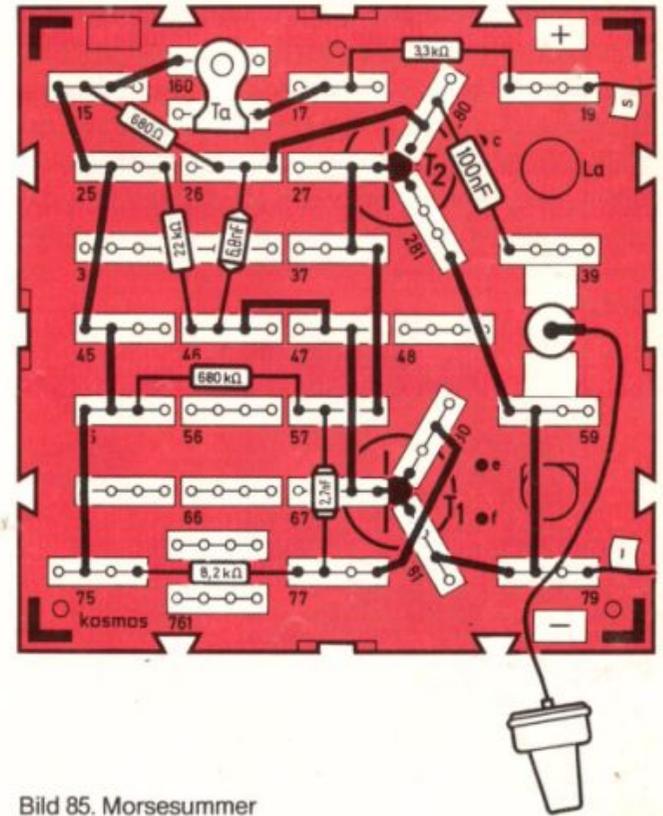
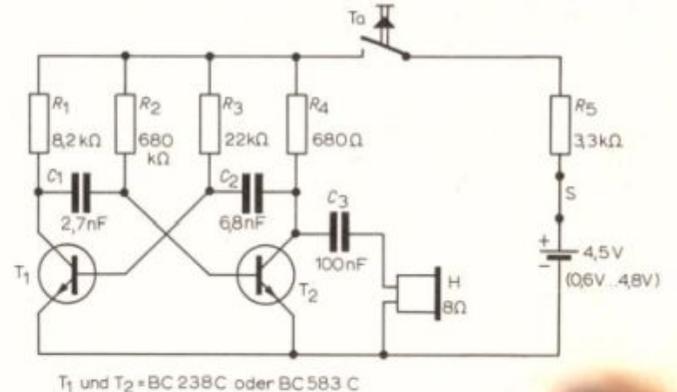


Bild 85. Morsesummer

Bild 86. Schaltbild zum Morsesummer



liegen zwischen 16 Hz und 20 000 Hz. Dieser Frequenzbereich wird „Niederfrequenz“ (NF) genannt. Bild 86 zeigt einen Summer für einen verhältnismäßig hohen Ton, wie er bei tönender Telegrafie gewöhnlich benutzt wird. Die hohe Umschaltfolge erreicht man, wenn man Verriegelungskondensatoren verwendet mit einer Kapazität, die wesentlich geringer ist als beim astabilen Multivibrator von Bild 84.

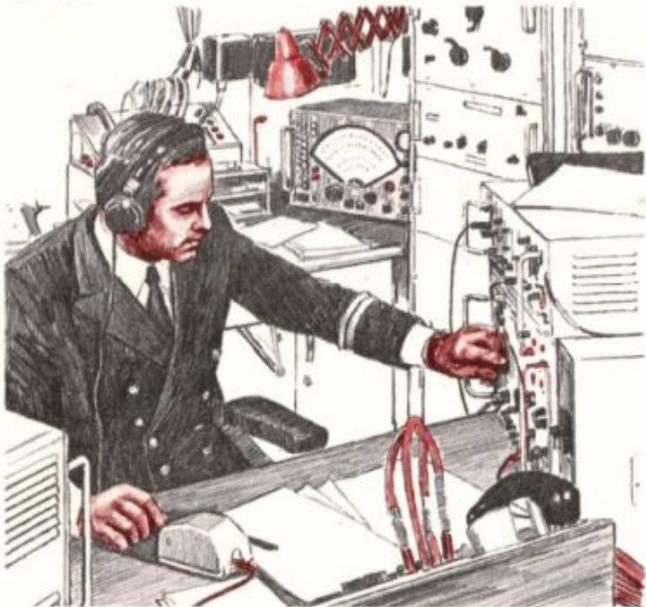


Bild 86a. Funkstation auf einem Forschungsschiff (Vorlage: Werkfoto Debeg)

Der Ohrhörer wird jetzt von den Umladestromstößen des  $C_3$  angeregt, die jedesmal entstehen, wenn  $T_2$  zu sperren oder zu leiten beginnt.  $R_5$  sorgt dafür, daß der Ohrhörer nicht über die Batterie als Parallelwiderstand zu  $R_4$  wirkt, was beim raschen Tasten zum Aussetzen des Summers führen würde. Außerdem gleicht er unterschiedliche Betriebsspannungen etwas aus.

Folgende Buchstaben bestehen nur aus Punkten bzw. nur aus Strichen (ein Strich ist so lang wie drei Punkte):

Punkte:	— e	Striche:	— t
— — l	— — — m		
— — — s	— — — — o		
— — — — n	— — — — — ch		

Für die folgenden Buchstaben werden Striche und Punkt gemischt verwendet:

— — — — — n	— — — — — u	— — — — — r
— — — — — d	— — — — — v	— — — — — k
— — — — — b	— — — — — l	— — — — — w
— — — — — a	— — — — — f	— — — — — g

Schwer zu behalten sind die letzten und selteneren:

— — — — — ü	— — — — — p
— — — — — x	— — — — — j
— — — — — z	— — — — — y
— — — — — ä	— — — — — q
— — — — — c	— — — — — o

Zahlen und Zeichen:

— — — — — 1	— — — — — 6
— — — — — 2	— — — — — 7
— — — — — 3	— — — — — 8
— — — — — 4	— — — — — 9
— — — — — 5	— — — — — 0

Fragezeichen

Punkt	— — — — —
Komma	— — — — —
Spruchanfang	— — — — —
Spruchende	— — — — —
Klammer auf	— — — — —
Klammer zu	— — — — —
Bruchstrich	— — — — —
Bindestrich	— — — — —
Doppelstrich	— — — — —
Warten	— — — — —
Verstanden	— — — — —
Kommen	— — — — —
Irrung	— — — — —

(8 Punkte)

Bild 87. Morse-Alphabet

Der Summer ist so entworfen, daß er auch mit ganz geringer Spannung auskommt und so wenig Strom braucht, daß er auch mit der im nächsten Kapitel beschriebenen selbstgemachten Zitronenbatterie noch arbeitet.

Die Morsezeichen (Bild 87) kannst du hören, wenn du Ta lang oder kurz drückst.

## 49. Zitronenbatterie

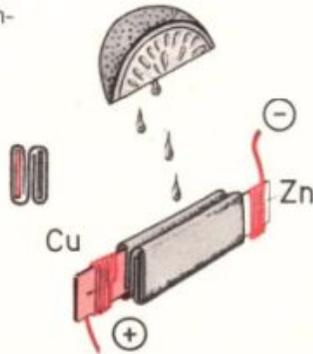
Dieses Mal brauchst du keine neue Schaltung aufzubauen. Wir wollen lediglich eine andere Stromquelle benutzen und mit ihr die Schaltung nach Bild 85 speisen.

Du weißt, daß elektrische Spannung in Volt mit dem Voltmeter gemessen wird. Woher kommt nun der Ausdruck Volt? Die Maßeinheit wurde nach dem italienischen Physiker Alessandro Graf Volta benannt, der um 1800 die erste brauchbare Batterie erfand. Er nahm zwei Metallplättchen, eines aus Kupfer und eines aus Zink, und legte ein Stück Filz dazwischen, das er mit angesäuertem Wasser getränkt hatte. Noch heute heißt ein solches Element „Voltasche Zelle“.

Mit unserer Zitronenbatterie wollen wir die Erfindung des Grafen Volta prüfen und untersuchen, ob unsere Schaltung auch mit der „Voltaschen Zelle“ funktioniert.

Du brauchst wieder die langen Drähte, an deren Enden du einen Zinkblechstreifen (Zn) und einen Kupferblechstreifen (Cu) (Teil 21) befestigst. Den Draht mit dem Kupferblechstreifen steckst du bei Plus in St 19 und den mit dem Zinkblechstreifen bei Minus in St 79. Die Drähte von der 4,5-V-Batterie legst du beiseite.

Bild 88. Zitronenbatterie



Die Blechstreifen Cu und Zn wickelst du in einen Streifen Zeitungspapier oder in anderes saugfähiges Papier, und zwar so, daß zwischen den Streifen drei Lagen Papier sind (Bild 88). Das Ganze beträufelst du mit Zitronensaft, bis sich das Papier vollgesogen hat. Wichtig ist, daß das Papier zwischen den Blechen, die sich nicht berühren dürfen, richtig feucht ist. Die Voltasche Zelle reicht aus, um unsere Schaltung mit Strom zu versorgen; sie hat etwa 1,5 V Spannung, also soviel Spannung wie eine unserer Mignon-Zellen. Versuche es auch mit Essig.

## 50. Polizeihorn im Ohrhörer

Wenn ein Polizeiauto im Einsatz ist, hat es Vorfahrt vor allen anderen Fahrzeugen. Um die anderen Verkehrsteilnehmer zu warnen, schalten die Polizisten Blaulicht und Polizeihorn ein, das mit auf- und abschwellendem Ton weithin hörbar ist.

Baue die Schaltung nach Bild 89 auf. Wenn du den Taster drückst und wieder losläßt, kannst du den Klang des Martinshorns nachahmen. Die Schaltung nach Bild 90 erzeugt Töne, die lauter sind als die Schaltung nach Bild 86. Dafür braucht sie auch etwas mehr Strom. Wenn wir ihre Wirkungsweise

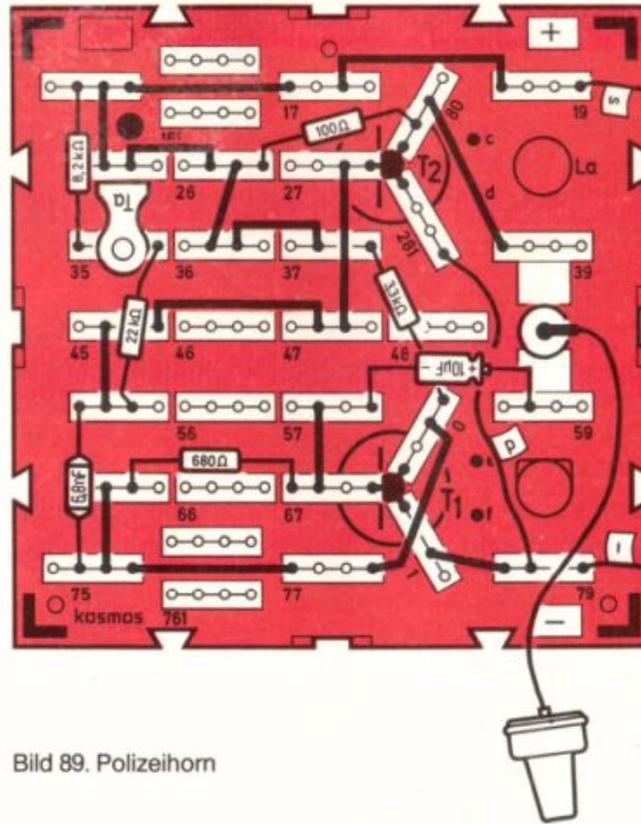


Bild 89. Polizeihorn

Bild 89a. Streifenwagen im Einsatz



verstehen wollen, vergleichen wir sie am besten mit der Schaltung des Taktgebers (Bild 84).

Das Lämpchen fehlt diesmal, und der Kollektorwiderstand beträgt 100 Ω. Der Verriegelungskondensator hat nur 6,8 nF, so daß statt des Prasselns ein hoher Ton zu hören ist. Auf Bild 84 konnte man das Ticken durch Verändern des Potis zu einem Pras-

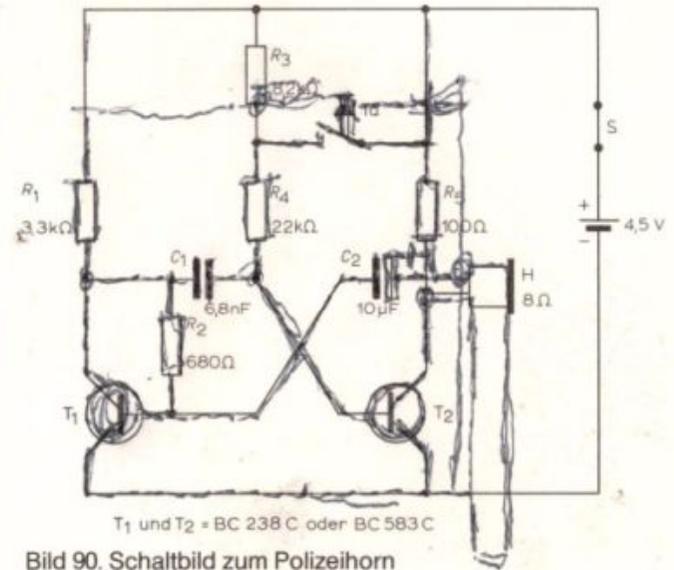
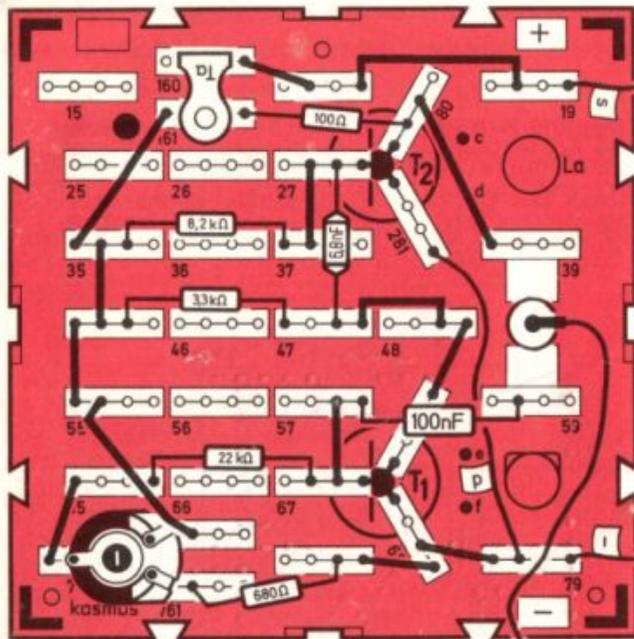


Bild 90. Schaltbild zum Polizeihorn

seln werden lassen. Beim Polizeihorn kann man die Frequenz ebenfalls erhöhen, nur daß hier der Widerstandswert durch Drücken von Ta um 8,2 kΩ verringert wird. Daß R<sub>2</sub> nicht direkt, sondern über R<sub>1</sub> mit dem Pluspol verbunden ist, ändert nichts an seiner Aufgabe.

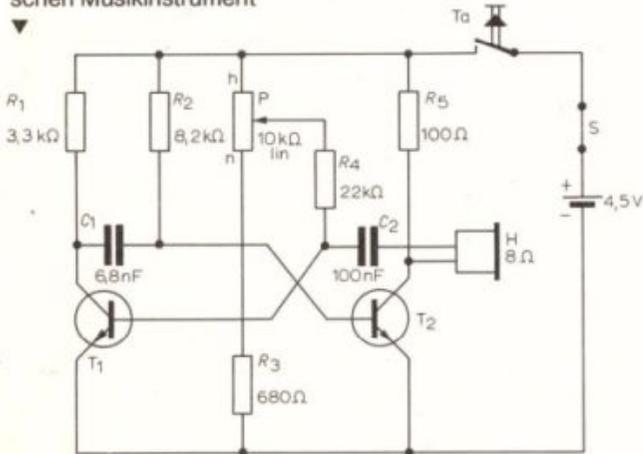
## 51. Elektronische Musik

Baue die Schaltung nach Bild 91 auf. Wenn du dir den Ohrhörer fest ins Ohr drückst, hast du beide



▲ Bild 91. Einfaches elektronisches Musikinstrument

Bild 92. Schaltbild zum einfachen elektronischen Musikinstrument



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> = BC 238 C oder BC 583 C

Hände frei und kannst gleichzeitig den Taster und das Poti bedienen. Drehe das Poti mit der linken Hand in verschiedene Stellungen und drücke nach jedem Verstellen den Taster mit der rechten Hand. Mit ein wenig Übung kannst du bald die Tonleiter und später sogar einfache Melodien spielen, denn der Tonumfang dieses elektronischen Musikinstrumentes beträgt ungefähr zwei Oktaven.

Die Schaltung Bild 92 scheint auf den ersten Blick der von Bild 90 sehr ähnlich zu sein. Als wesentliche Abweichung geht der  $R_4$  nicht an die Basis von  $T_2$ , sondern an die Basis von  $T_1$  sowie  $R_2$  direkt an den Pluspol. Außerdem siehst du das Poti, das wir zur Änderung der Tonhöhe benutzen. Es arbeitet mit dem Verriegelungskondensator  $C_2$  zusammen.

Wesentlich ist aber, daß diese Schaltung völlig anders arbeitet als die nach Bild 90. Dort wurden die verschiedenen Tonhöhen durch die Veränderung der Ohmwerte von Widerständen erreicht. Dieses Mal jedoch wird die Tonhöhe durch Spannungsteilung verändert.

In der Schaltung nach Bild 92 verändert sich die Tonhöhe, weil  $R_4$  nicht an der vollen Batteriespannung liegt, sondern an einer durch Einstellen des Potis beliebig wählbaren geringeren Spannung. Da das Poti als Spannungsteiler geschaltet ist (h liegt am Pluspol, n über  $R_3$  am Minuspol der Batterie), ist das Verhältnis der nötigen „Transistor-Einschaltspannung“ (zum Beispiel 0,7 V) zu der Spannung am oberen Ende von  $R_4$  veränderlich. Durch die Gesetzmäßigkeiten der Kondensator-Umladezeit dauert das Erreichen der Einschaltspannung in unserer Schaltung um so länger, je niedriger die  $R_4$  zugeführte Spannung ist. Durch Verstellen des

Schleifers nach n zu wird also der erzeugte Ton tiefer.

Natürlich hat auch in dieser Schaltung der Ohmwert der Widerstände eine gewisse Bedeutung, die jedoch so gering ist, daß sie kaum ins Gewicht fällt.

## 52. Sirenton

Von Zeit zu Zeit heulen in den Städten die Sirenen, weil ausprobiert werden muß, ob sie noch funktionieren.

Mit unserer Schaltung nach Bild 93 können wir auch einen Heulton erzeugen. Nun kannst du prü-

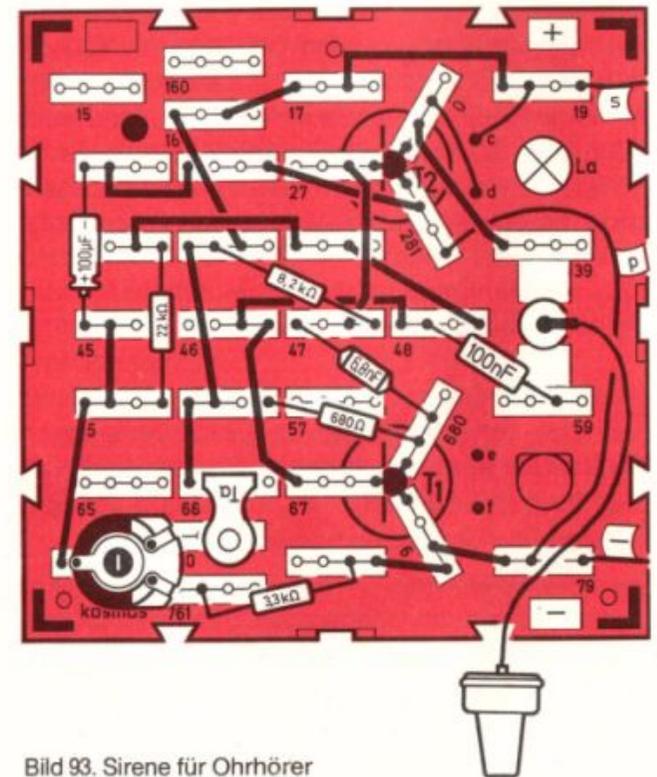


Bild 93. Sirene für Ohrhörer

fen, ob du die Schaltung richtig aufgebaut hast. Wenn der Schleifer des Potis genau in der Mitte steht und du den Taster drückst und wieder losläßt, ist das Auf- und Abheulen der Sirene gleichmäßig lang und entspricht ziemlich genau dem Ton, mit dem die städtischen Sirenen die Bevölkerung warnen sollen.

Da die Aufheulzeit und der höchste erreichbare Ton ganz davon abhängen, wie das Poti eingestellt ist, kannst du deinen Sirenton beliebig verändern. Steht der Schleifer in der Nähe von h, ist das Aufheulen ganz kurz, das Abheulen dagegen verhältnismäßig lang. Steht er dagegen bei n, ist das Aufheulen lang und das Abflauen des Tones kurz.

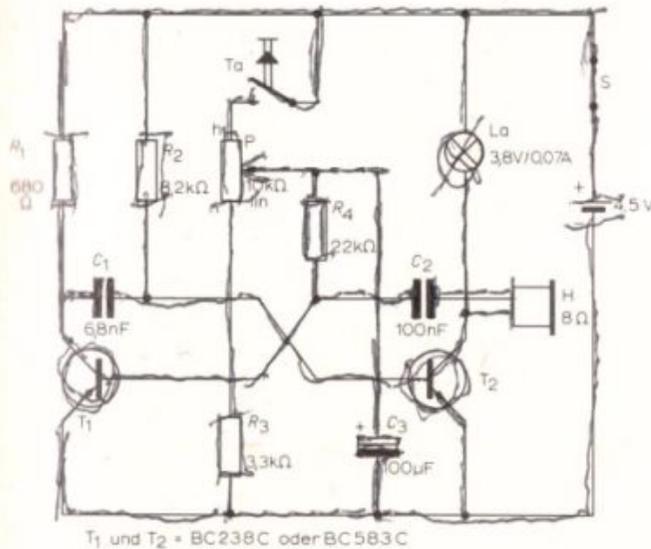


Bild 94. Schaltbild zur Sirene mit Ohrhörer

Die Schaltung nach Bild 94 arbeitet nach demselben Prinzip wie die von Bild 92. Die Tonhöhe ist also abhängig von der am Poti abgegriffenen und  $R_4$  zugeführten Spannung. Der Heulton wird in die



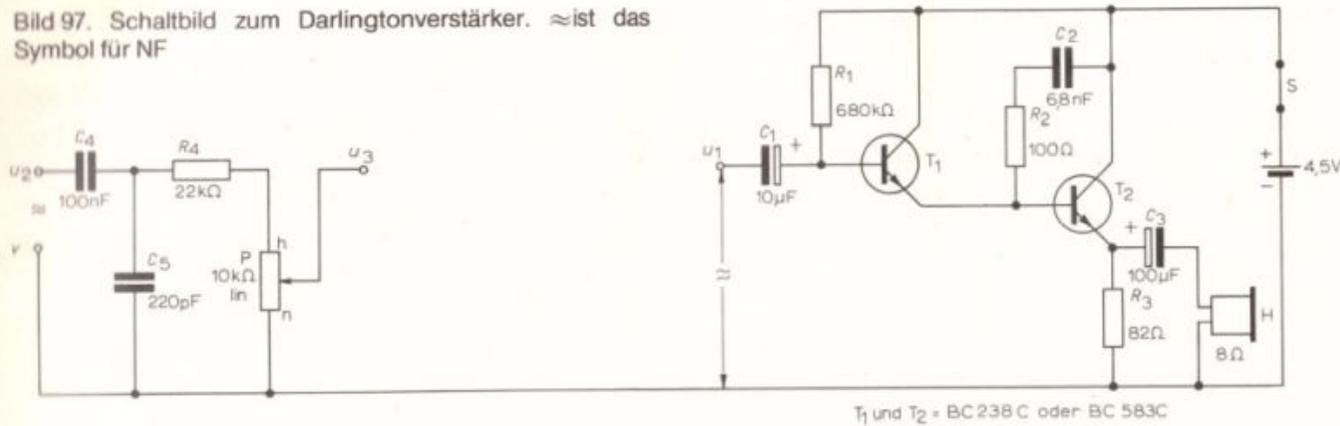
Bild 94 a. Feuersalarm

ser Schaltung vom Elko  $C_3$  hervorgerufen. Die abgegriffene Spannung ist nämlich nicht schlagartig da, sondern erst, wenn sich  $C_3$  auf diese Spannung aufgeladen hat. Dem langsamen Ansteigen der

Spannung entspricht das langsame Höherwerden des Tones. Das geschieht um so langsamer, je größer der Ohmwert des Widerstandes ist, der zwischen h und dem Schleifer des Potis ist. Das Her-



Bild 97. Schaltbild zum Darlingtonverstärker.  $\approx$  ist das Symbol für NF



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> = BC 238 C oder BC 583C

gleich weit nach beiden Seiten bewegen kann.  $R_3$  ist der Emitterwiderstand. Du darfst den Ohrhörer nämlich nicht direkt zwischen Emitter von  $T_2$  und Minuspol der Batterie legen, weil  $T_2$  sonst durchbrennen kann.

Die Stromschwankungen gelangen über den Elko  $C_3$  zur Ohrhörerspule und ändern den Magnetismus, der die Membran anzieht. Die Membran schwingt und erzeugt Schallwellen.  $C_2$  und  $R_2$  sorgen dafür, daß  $T_2$  keine eigenen Stromschwankungen erzeugt.

Willst du den Darlingtonverstärker an einen Plattenspieler anschließen, so mußt du die Doppelleitung, die vom Kristall-Tonabnehmer-System kommt, mit  $u_1$  und  $v$  verbinden. Dazu steckst du die beiden langen Drähte in  $u_1$  und  $v$  und wickelst ihre blanken Enden um die Stifte des Steckers, in welchem die Doppelleitung vom Kristallsystem endet. Hat dieser Stecker mehr als zwei Stifte, mußt du so lange probieren, bis du die beiden Stifte gefunden hast, die die lauteste Musik ergeben. Wenn es außer der Musik noch brummt, mußt du die beiden langen Lei-

tungen auf der Aufbauplatte vertauscht anschließen oder – wenn das nicht genügend hilft – die lange Verbindung kürzen. Die Schaltung ist so empfindlich, daß es im Ohrhörer schon brummen kann, wenn du deine Hand den langen Drähten näherst. Nun mußt du noch die Brücke  $u_1 - u_3$  entfernen.

Wenn die elektrischen Schwankungen, die der Plattenspieler liefert, zu stark sind, das heißt, wenn die Wellen im Basiskanal größer sind, als die Basisklappe sich anheben läßt, werden die Wellenkuppen abgeschnitten. Auch die Wellenform im Ohrhörer ist dann verändert (verzerrt), und die Musik klingt zwar laut, aber krächzend. Für diesen Fall verringern wir die Eingangsspannung durch das als NF-Spannungsteiler zwischen Plattenspieler und  $C_1$  geschaltete Poti.

Jetzt kommt die bisher in  $u_1$  steckende Tonleitung in  $u_2$ , und  $u_3$  wird wieder durch eine kurze Brücke mit  $u_1$  verbunden. Das Poti wird so weit nach n gedreht, bis die Musik sauber klingt.

## 55. NF-Verstärker für magnetischen Tonabnehmer

Im vorigen Kapitel hatten wir als Problem, daß wir ein zu lautes Eingangssignal abschwächen mußten. Nun kann aber auch der umgekehrte Fall eintreten, daß nämlich die Musik trotz des Darlingtonverstärkers viel zu leise ist. Unser Plattenspieler hat dann keinen Kristall-, sondern einen Magnet-Tonabnehmer, der weniger Spannung liefert. Deshalb brauchen wir jetzt eine Schaltung mit größerer Verstärkung.

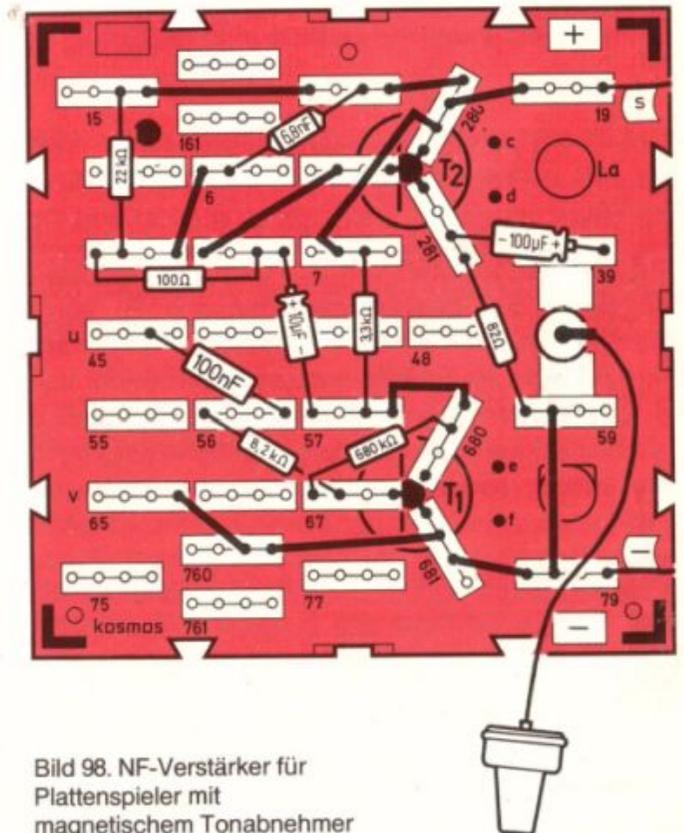


Bild 98. NF-Verstärker für Plattenspieler mit magnetischem Tonabnehmer

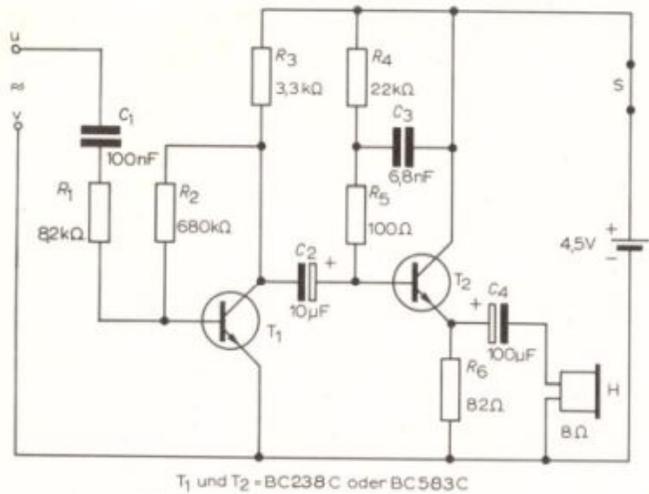


Bild 99. Schaltbild zum NF-Verstärker.  $\approx$  ist das Symbol für NF

Bild 98 zeigt einen zweistufigen NF-Verstärker, den du für einen Magnet-Tonabnehmer benutzen kannst.

Bei ihm hat  $T_2$  einen von  $T_1$  völlig unabhängigen Mittelwert des Basisstromes, für den  $R_4$  sorgt (Bild 99). Dadurch ist es möglich, die Tonschwankungen nicht am Emittor, sondern am Kollektor von  $T_1$  abzunehmen. Ein Transistor verstärkt nämlich am besten, wenn die nachfolgende Schaltung nicht am Emittor, sondern am Kollektor angeschlossen ist.

Die von  $T_1$  verstärkten Tonschwankungen gelangen über  $C_2$  zur Basis von  $T_2$ .  $C_3$  und  $R_5$  entsprechen  $C_2$  und  $R_2$  von Bild 97.

Ein solcher NF-Verstärker wird nicht nur zusammen mit magnetischen Tonabnehmern benutzt, sondern in Studios auch zum Verstärken der NF dynamischer Mikrofone herangezogen.

## 56. Gleichstrom und Wechselstrom

Wir wollen uns jetzt über den Unterschied zwischen Gleichstrom und Wechselstrom unterhalten.

Bild 100 zeigt in der oberen Hälfte ein Diagramm, wie du es in ähnlicher Form schon von den Bildern 74 und 76 her kennst. Der waagerechte Pfeil deutet die Zeit an, die vergeht. Der nach oben weisende Pfeil zeigt, in welche Richtung der Strom fließt. Die beiden schraffierten Flächen stellen also zwei Einschaltzeiten dar. Die linke Fläche ist nicht so hoch wie die rechte, also ist der Strom während der ersten Einschaltzeit schwächer als während der zweiten, die der ersten nach einer kurzen Pause folgt.

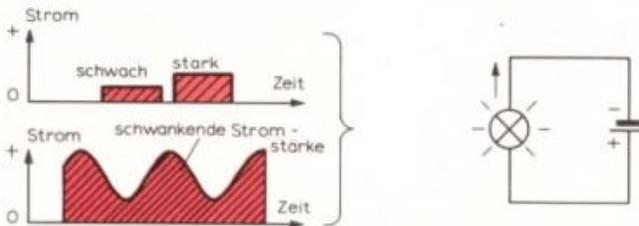


Bild 100. Diagramm für Gleichstromfluß unterschiedlicher Stärke bei normaler Polung

Das Schaltbild rechts zeigt, daß der Strom von unten nach oben durch das Lämpchen fließt, also in der Richtung, in die auch der Strompfeil unseres Diagramms zeigt. Wenn der Strom wie auf Bild 100 immer in dieselbe Richtung fließt, nennt man ihn Gleichstrom.

Die untere Hälfte von Bild 100 zeigt, wie ein Strom darzustellen wäre, der die Lampe in gleicher Richtung durchfließt, jedoch dabei in seiner Stärke

schwankt. Es ist der sogenannte schwankende Gleichstrom.

Bild 101 zeigt, was geschieht, wenn die Lampenanschlüsse an der Batterie gekreuzt werden: Der Strom fließt nun von oben nach unten durch die Lampe. Die Darstellung ähnelt der von Bild 100. Jetzt „hängen“ die schraffierten Flächen jedoch unter der Zeitachse, sie stellen also einen „rück-

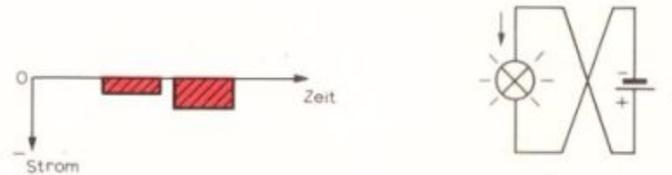


Bild 101. Diagramm für Gleichstromfluß unterschiedlicher Stärke bei entgegengesetzter Polung

wärts“ fließenden Strom dar. Natürlich ist auch das ein Gleichstrom, der auch dieses Mal während zweier Einschaltzeiten fließt.

Bild 102 zeigt dir rechts, wie eine Lampe über einen

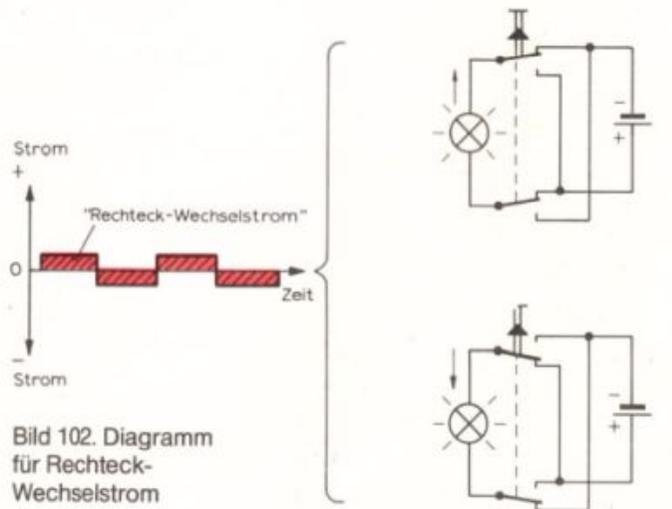


Bild 102. Diagramm für Rechteck-Wechselstrom

Umschalter mit der Batterie verbunden ist. Jedesmal, wenn er – wie beim oberen Schaltbild – nach oben geschaltet ist, fließt der Strom von unten nach oben durch das Lämpchen. Ist er nach unten gedrückt, so fließt der Strom von oben nach unten durch das Lämpchen (verfolge den Stromfluß einmal in beiden Schaltbildern vom Pluspol über das Lämpchen zum Minuspol).

Da der Strom in der Leitung jedesmal die Flußrichtung wechselt, wenn wir den Umschalter regelmäßig drücken oder loslassen, ergibt sich das Diagramm eines „Rechteck-Wechselstromes“. Wechselstrom wird er genannt, weil er seine Richtung immer wieder wechselt, „Rechteck-Wechselstrom“ wegen der Rechteckform der schraffiert abgebildeten Einschaltzeiten.

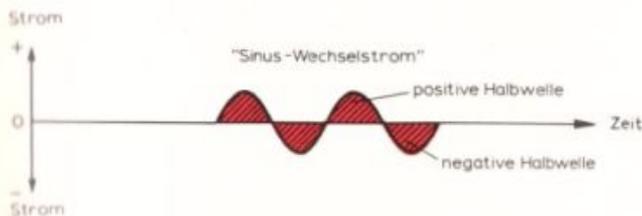


Bild 103. Diagramm für Sinus-Wechselstrom

Bild 103 zeigt dir nun einen Wechselstrom, der nicht rechteckig ist, sondern dessen Übergänge abgeflacht sind. Ein Wechselstrom, dessen Diagramm in dieser Weise wellenförmig ist, wird „Sinus-Wechselstrom“ genannt.

Das Bild läßt erkennen, daß Sinus-Wechselstrom aus positiven und negativen Halbwellen zusammengesetzt ist, die einander abwechselnd folgen. Wenn du genau hinsiehst, kannst du erkennen, daß Sinushalbwellen keine Halbkreise sind, sondern mit einer schrägen Linie ineinander übergehen.

Das Umschalten von Gleichstrom sollte dir helfen zu verstehen, was Wechselstrom eigentlich ist. Sowohl der technische Wechselstrom im Lichtnetz als auch der Tonwechselstrom entstehen auf andere Weise. Im Elektrizitätswerk stehen Dynamomaschinen, die dafür sorgen, daß der Strom in jeder Sekunde abwechselnd 50mal in der einen und 50mal in der entgegengesetzten Richtung fließt. Beim Tonwechselstrom ändert sich die Stromrichtung durch Hin- und Herbewegen der Mikrofonmembran, die von den Schallwellen angestoßen wird.

## 57. Wie eine Diode arbeitet

Teil 9 unseres Kastens ist eine Germaniumdiode,

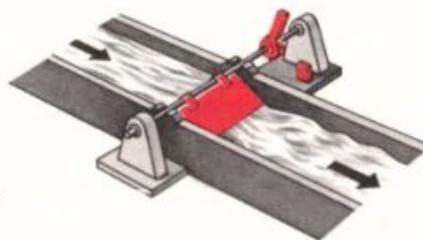


Bild 104. Klappe läßt Strom in einer Richtung durch

und wir wollen jetzt über das Prinzip sprechen, nach dem eine Diode arbeitet.

Bild 104 zeigt dir einen Fluß, der von links nach rechts durch eine Rückschlagklappe fließt. Diese

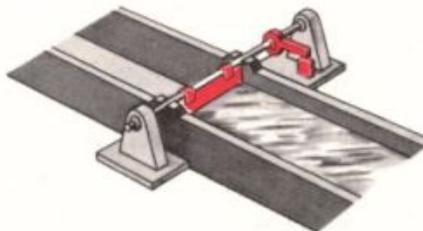


Bild 105. Klappe sperrt das Rückfließen

Rückschlagklappe kann sich nur in einer Richtung öffnen. Würde der Fluß von rechts nach links fließen, würde er die Klappe zudrücken, und er würde aufgestaut, wie Bild 105 es zeigt. Die Klappe wirkt also wie ein Ventil, das den Stromfluß nur in einer Richtung durchläßt.

Was die Klappe für den Fluß, ist eine Diode für den elektrischen Strom, sie ist also ein „elektrisches Ventil“.

Bild 106 zeigt, daß nur die positiven Halbwellen

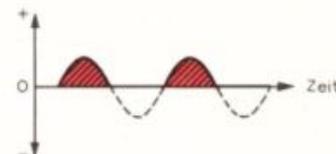


Bild 106. Diagramm für gleichgerichteten Wechselstrom

durch die Diode fließen, die negativen Halbwellen dagegen gesperrt werden, wenn man eine Diode entsprechend polt. Man sagt in diesem Fall: „Die Diode richtet gleich.“ Aus einem Wechselstrom wird pulsierender Gleichstrom, wenn die negativen Halbwellen fehlen.

## 58. Diodenprüfer

Unsere Germaniumdiode verträgt nur sehr schwache Ströme (bis ca. 7 mA) und darf deshalb niemals mit dem Lämpchen zusammengeschaltet werden. So schwache Ströme wie den Basisstrom des Transistors, der vorher durch den 22-k $\Omega$ -Widerstand entsprechend geschwächt wurde, kann sie jedoch ohne Schaden verarbeiten.

Bild 107 zeigt oben das Schaltzeichen der Diode (abgekürzt D). Sie läßt den Strom nur in Pfeilrich-

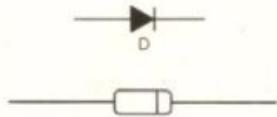


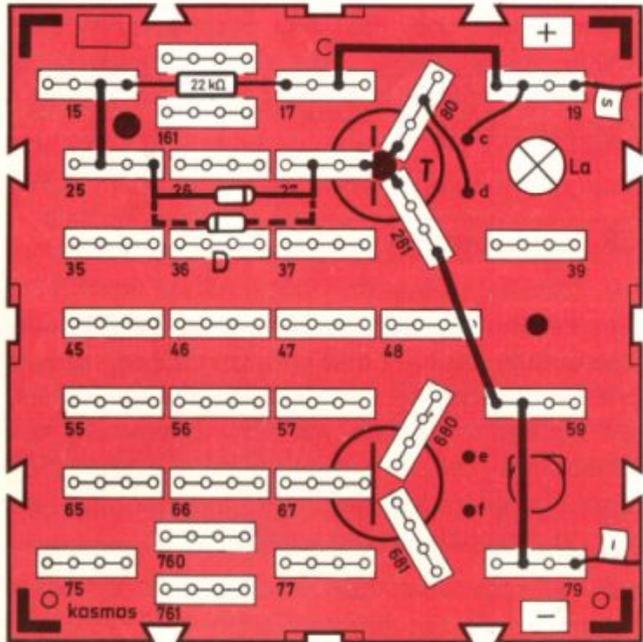
Bild 107.  
Schaltzeichen und  
Aufbaudarstellung  
der Germaniumdiode

tung durch. Unten ist die Diode so zu sehen, wie wir sie in unseren Aufbau-Abbildungen darstellen.

Sieh dir die Diode einmal genau an. Sie hat an einer Seite einen Kennzeichnungsring. Er stellt den Querstrich dar, auf den der Pfeil des Schaltbildes zeigt. (Der Pfeil ist auf dem Glaskörper nicht mit abgebildet.) Die Ringseite ist also dort, wo der Strom die Diode wieder verläßt.

Die Diode muß immer richtig gepolt eingebaut werden, wenn die Schaltungen funktionieren sollen; du mußt also darauf achten, daß der Ring der Diode

Bild 108. Diodenprüfer



immer auf der Seite ist, auf der in der Aufbau-Darstellung der Ring abgebildet ist.

Die Drahtenden der Diode biegen wir so wie die Drahtenden der Widerstände.

Nun baue die Schaltung nach Bild 108 auf. Wenn

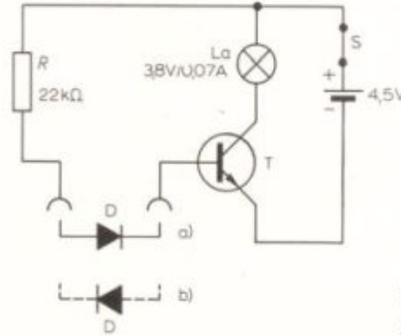


Bild 109. Schaltbild  
zum Diodenprüfer

du die Diode richtig herum einsteckst, brennt das Lämpchen, weil die Diode Strom zur Basis des Transistors durchläßt. Stecke die Diode umgekehrt ein (Bild 108 gestrichelt gezeichnet). Dann läßt sie den Strom zur Basis nicht durch, und das Lämpchen bleibt dunkel. Auf Bild 109 wäre das die Lage, in der die untere Diode abgebildet ist (b).

Mit Hilfe des Diodenprüfers kannst du probieren, ob die Diode gut ist, also in einer Richtung durchläßt und in der anderen sperrt. Außerdem kannst du feststellen, wohin der Ring gehört, wenn er vom vielen Anfassen verwischt sein sollte.

### 59. Wie ein Schwingkreis arbeitet

Aus Kapitel 37 weißt du, daß ein Kondensator Elektrizität speichern kann. Während des Aufladens fließt Strom auf seinen Plusbelag, und beim Entla-

den fließt der Strom wieder ab. Aus Kapitel 45 weißt du, daß eine stromdurchflossene Spule magnetisch wird. Sie umgibt sich mit einem magnetischen Kraftfeld. Dieses Magnetfeld bildet sich, wenn der Strom anfängt zu fließen, und weil es gebildet wird, fließt der Strom nicht sofort in voller Stärke, sondern braucht etwas Zeit, bis er seine endgültige Stärke erreicht hat, die sich nach dem Ohmschen Gesetz berechnen läßt. Sobald die Stromstärke wieder abnimmt, bildet sich das Magnetfeld zurück.

Das zusammenbrechende Magnetfeld erzeugt in der Spule einen Stromfluß (Induktionsstrom), der versucht, den ursprünglichen Stromfluß so lange aufrechtzuerhalten, bis das Magnetfeld ganz verschwunden ist.

Bild 110. Schaltzeichen  
für Spule



Das Schaltzeichen einer Spule  $L$  zeigt Bild 110. Ganz besondere Verhältnisse ergeben sich, wenn man die Enden einer Spule mit den Anschlüssen eines Kondensators verbindet. Bild 111 a zeigt dir das. Nehmen wir an, der Kondensator  $C$  sei im Augenblick, wo er mit der Spule verbunden wird, aufgeladen (Pluspol oben). Bild 111 b zeigt, was nun geschieht:  $C$  wirkt zunächst wie eine Batterie. Der Strom fängt an, über die Spule zu fließen (Pfeilrichtung), weil sich der Kondensator über die Spule zu entladen beginnt. Dadurch bildet sich in der Spule ein Magnetfeld (punktirierte Linie), das oben seinen Nordpol (N) und unten seinen Südpol (S) hat.

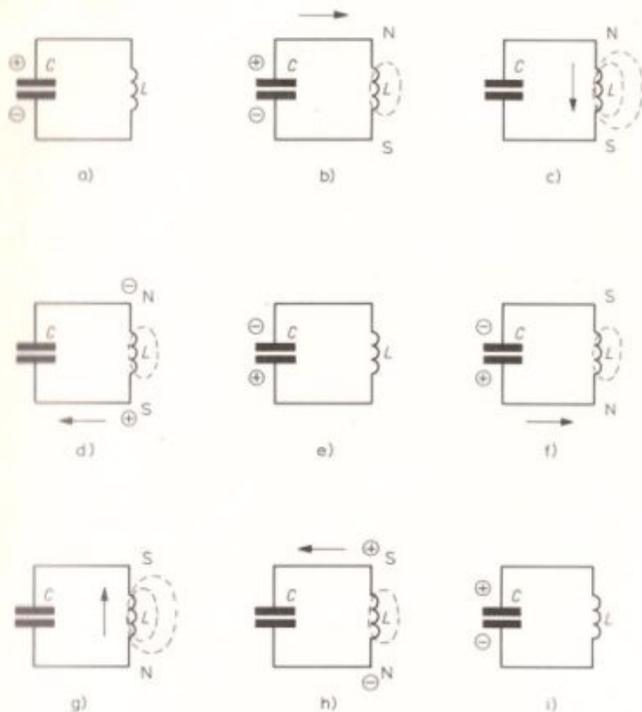


Bild 111. Wie ein Schwingkreis schwingt

Bild 111 c zeigt, daß der volle Entladestrom fließt und das Magnetfeld jetzt am stärksten ist. Dabei hat sich C entladen, und der Stromfluß müßte eigentlich aufhören.

Bild 111 d zeigt, daß das Magnetfeld tatsächlich schwächer geworden ist. Allerdings erzeugt das zusammenbrechende Magnetfeld jetzt in der Spule einen Induktionsstrom, so daß die Spule nun wie eine Batterie wirkt, die ihren Pluspol unten hat und den Kondensator C auflädt (Pfeil). Bild 111 e zeigt, daß das Magnetfeld ganz abgebaut ist und daher auch kein Induktionsstrom mehr fließt. Die Umladung des Kondensators ist also beendet, und der

Kondensator ist in diesem Augenblick genau andersherum aufgeladen als auf Bild 111 a.

Bild 111 f zeigt, daß sich nun derselbe Vorgang wie auf Bild 111 b wiederholt, nur mit entgegengesetzter Polung: Der Entladestrom fließt diesmal von unten nach oben durch die Spule, und der magnetische Nordpol bildet sich unten, der Südpol oben.

Bild 111 g entspricht dem umgepolten Bild 111 c. Bild 111 h zeigt den Augenblick, in dem (entsprechend Bild 111 d) C wieder ganz entladen ist und das zusammenbrechende Magnetfeld einen Induktionsstrom (Pfeil) hervorruft, der C in der ursprünglichen Richtung auflädt.

Bild 111 i schließlich zeigt den Augenblick, in dem das Magnetfeld ganz verschwunden ist wie auf Bild 111 e. Gleichzeitig ist C wieder in ursprünglicher Polarität aufgeladen, so daß Bild 111 i genau Bild 111 a entspricht. Nun kann sich der ganze Ablauf wiederholen.

Die auf Bild 111 gezeigte Zusammenschaltung von Kondensator C mit Spule L nennt man Schwingkreis, weil die Energie in diesem Kreis immer hin- und herschwingt; denn es wird immer abwechselnd der Kondensator voll aufgeladen und dann wieder ein Magnetfeld in der Spule erzeugt.

Die Anzahl der Schwingungen je Sekunde, die ausgeführt wird, nennt man die Frequenz des Schwingkreises. Sie hängt nur von den Eigenschaften der Spule und des Kondensators ab. Eine Spule mit mehr Windungen oder einem Kondensator größerer Kapazität macht weniger Schwingungen je Sekunde. Schraubt man einen magnetisierbaren Kern in die Spule, so verlangsamen sich die Schwingungen auch.

## 60. Wellenlänge und Frequenz

So ein Schwingkreis, wie wir ihn eben beschrieben haben, ist das Wesentliche jedes Rundfunksenders. Er bestimmt, wie viele Schwingungen der betreffende Sender in jeder Sekunde aussendet. Der Fachmann spricht von der Frequenz des Senders. In der Rundfunkzeitung wirst du sicher schon einmal gesehen haben, daß für jeden Sender eine bestimmte Frequenz angegeben ist. Als Beispiel hier eine Tabelle von Senderfrequenzen in Kilohertz (1 kHz = 1000 Hz):

Tabelle von Senderfrequenzen

Beromünster	531 kHz
Deutschlandfunk	549 kHz
Stuttgart	576 kHz
Frankfurt	594 kHz
Nürnberg	801 kHz
München	909 kHz
Hamburg	971 kHz
Berlin	990 kHz
Südwestfunk	1017 kHz
Deutschlandfunk	1269 kHz
Saarbrücken	1422 kHz
Luxemburg	1440 kHz
Wien	1476 kHz
Deutschlandfunk	1539 kHz
Langenberg	1593 kHz

Diese Schwingungen breiten sich als unsichtbare elektrische und magnetische Wellen mit Lichtgeschwindigkeit um den Sender aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist also für alle Sendefrequenzen dieselbe, eben die Lichtgeschwindigkeit

von rund 300 000 Kilometern in der Sekunde. Die Wellenlänge ist jedoch für jede Frequenz anders.

Das kannst du besser verstehen, wenn du dir zwei Kinder vorstellst, die mit derselben Geschwindigkeit nebeneinander herlaufen. Das eine hat kurze Beine und macht viele Schritte in der Sekunde (hohe Frequenz), das andere hat lange Beine und macht in derselben Zeit weniger Schritte. Je höher also die Frequenz der Schritte, desto kürzer ist die Schrittlänge. Genauso ist es bei den Rundfunkwellen. Je

höher die Senderfrequenz ist, desto kürzer ist die Wellenlänge. Sie läßt sich übrigens ausrechnen. Du brauchst nur die Ausbreitungsgeschwindigkeit (300 000 km/s) durch die Frequenz (kHz) zu teilen, um die Wellenlänge in Metern herauszubekommen. Beispiel: Zur Frequenz von 600 kHz gehört eine Wellenlänge von 500 m.

Nun gibt es verschiedene Wellenbereiche, auf denen Rundfunksender arbeiten. Sie werden je nach Wellenlänge Langwellen-, Mittelwellen-, Kurzwellen-

und Ultrakurzwellenbereich genannt. Die Abkürzungen sind LW, MW, KW und UKW.

Unser Ortsempfänger, den wir bauen wollen, empfängt den Mittelwellenbereich, ist also ein MW-Empfänger. Er kann auf alle Frequenzen des MW-Bereiches, also auf alle Frequenzen zwischen 520 und 1602 kHz eingestellt werden.

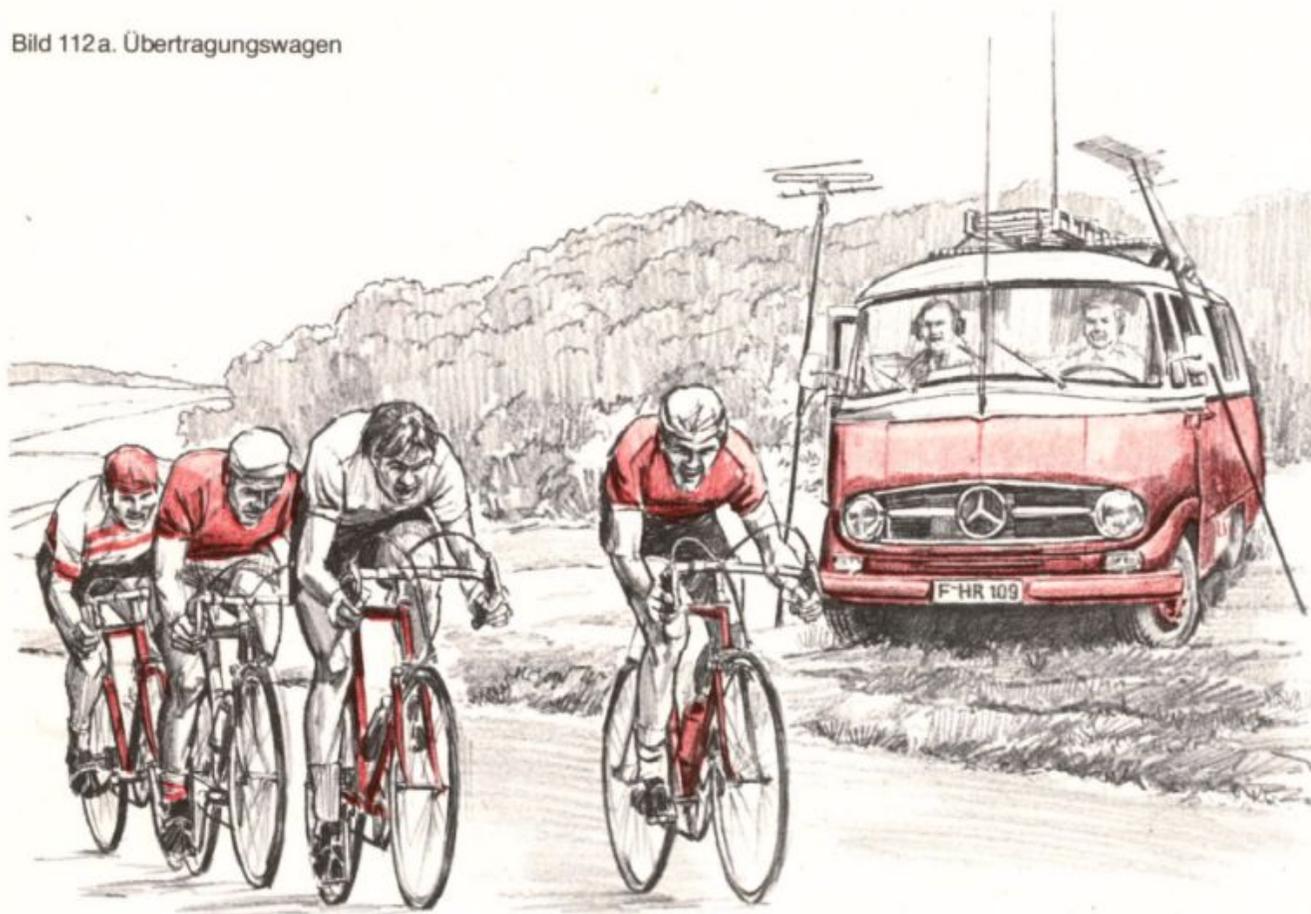
## 61. Wickeln der MW-Schwingkreisspule

Bevor du mit dem Bau des MW-Ortsempfängers beginnst, sei darauf hingewiesen, daß **Rundfunkempfänger samt Antenne und Erde nur zusammengebaut und in Betrieb genommen werden dürfen, wenn eine gültige Rundfunkgenehmigung (Tonrundfunk) der Deutschen Bundespost vorliegt**, was ja in den meisten Haushalten sowieso der Fall ist.

Weil man von den vielen verschiedenen Rundfunksendern, die alle gleichzeitig senden, immer nur einen hören will, hat jeder Rundfunkempfänger einen Schwingkreis, der auf die Frequenz des Senders eingestellt wird, den man empfangen will. Für unseren MW-Ortsempfänger brauchen wir also einen Schwingkreis, der sich auf die Frequenz des nächstgelegenen Senders, des sogenannten „Ortsenders“, einstellen läßt. Er besteht wie jeder Schwingkreis aus Kondensator und Spule. Zu den im Kasten enthaltenen Kondensatoren wickeln wir jetzt die passende MW-Spule.

Wir nehmen dazu einen Teil des Wicklungsdrahtes (Teil 26), den wir genau nach den folgenden Anweisungen auf den Spulenkörper (Teil 32) wickeln. Am besten liest du dieses Kapitel erst einmal ganz

Bild 112a. Übertragungswagen



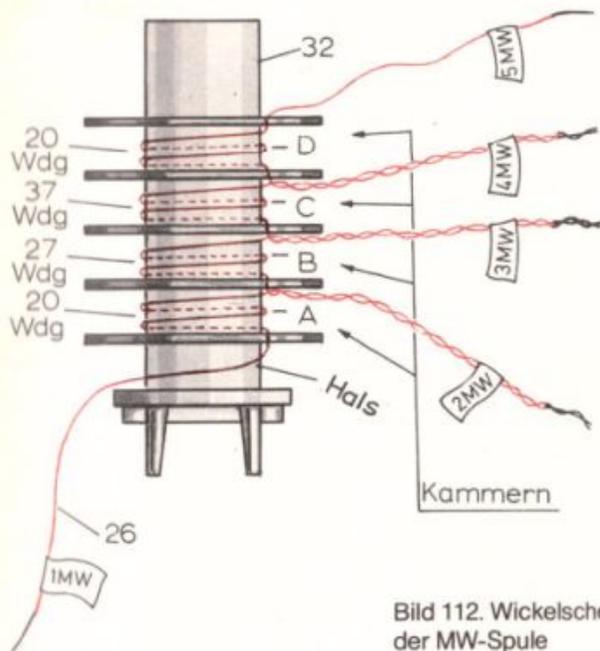


Bild 112. Wickelschema der MW-Spule

rolle, den wir später für Antenne und Erdleitung verwenden wollen. Der kupferne Wicklungsdraht ist nicht blank, sondern hat eine rote, durchsichtige Lackschicht als Isolation. Der Draht heißt „0,3 CuL“, was bedeutet, daß er einen Durchmesser von 0,3 mm hat (der Leiter ohne isolierende Lackschicht), aus Kupfer ist (Cu) und mit Lack (L) isoliert ist.

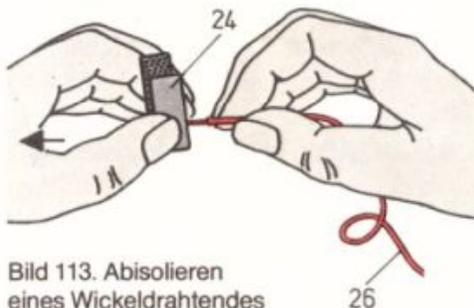


Bild 113. Abisolieren eines Wickeldrahtendes

durch und beginnst dann, die Spule Schritt für Schritt zu wickeln.

Bild 112 zeigt das Wickelschema. Du siehst, daß der Spulenkörper einen leeren Hals und anschließend vier Wickelkammern A, B, C und D hat. Außerdem siehst du, in welcher Richtung gewickelt werden soll und wie sich die Windungen auf die einzelnen Kammern verteilen. Die drei Anzapfungen liegen jeweils beim Übergang von einer Kammer in die nächste. Achte auf den immer gleichen Wicklungssinn: Wenn du versehentlich auch nur eine Kammer in entgegengesetzter Richtung bewickelst, wirst du später nur schlechten Empfang haben.

Wenn du nachher die Spule wickelst, läßt du dir am besten beim Abwickeln des Wicklungsdrahtes helfen, damit er sich nicht verfitzt. Nach dem Wickeln bleibt noch ein Rest Wicklungsdraht auf der Papp-

Der Drahtanfang wird nun mit dem Schleifpapier (Teil 24) 20 mm lang blank gemacht. Auf Bild 113 siehst du, wie es am besten geht: Du faltest das Schleifpapier mit der rauhen Seite nach innen und nimmst es in die eine Hand. Dann legst du das abisolierende Drahtende zwischen die rauhen Flächen und drückst sie zusammen, während du das zusammengeklappte Schleifpapier vom Drahtende abziehst. Das mußt du mehrmals wiederholen, und zwar jedesmal mit etwas anderer Handhaltung, damit das Schleifpapier immer neue Stellen trifft. Zum Schluß soll das Drahtende an seinem ganzen Umfang abisoliert sein.

Auf Bild 114 siehst du, daß der Draht am Anfang der Spule 100 mm lose heraushängen soll. Diesen Anfang versiehst du mit dem Klebeschildchen 1 MW vom Aufklebebogen.

Auf Bild 115 siehst du, wie du das eben beschriebene Drahtende beim Wickeln um die Spulenfüße wickeln kannst, damit es nicht im Wege ist. Wickle nun in der angegebenen Richtung 20 Windungen in Kammer A (vgl. auch Bild 112) und führe den Draht in Kammer B, wickle aber noch nicht weiter, sondern mache erst die zweimal 100 mm lange Schlaufe (Bild 116), aus der die Anzapfung

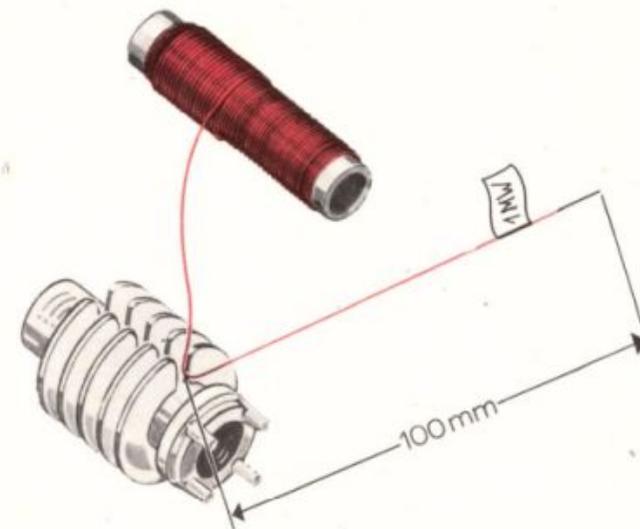
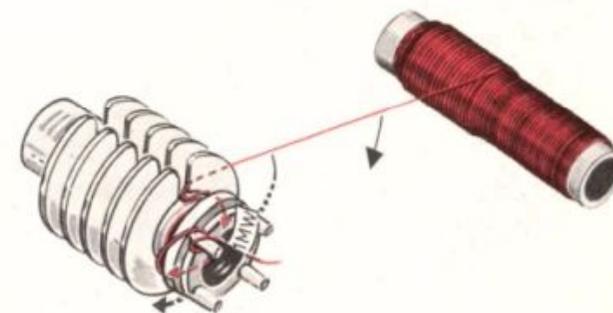


Bild 114. Anfang der Spulenwicklung

Bild 115. Wickelrichtung und Schützen des Drahtanfangs



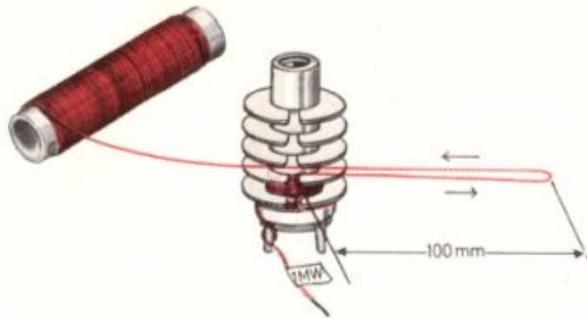


Bild 116. Vorbereiten einer Anzapfung

2 MW entsteht, wenn du die Schlaufe zusammen-drehst (Bild 117) und mit dem Schildchen 2 MW versiehst. (Nach dem Zusammendrillen soll die Anzapfung wenigstens noch 90 mm lang sein! Auch die Anzapfungen 3 MW und 4 MW werden so gemacht.)

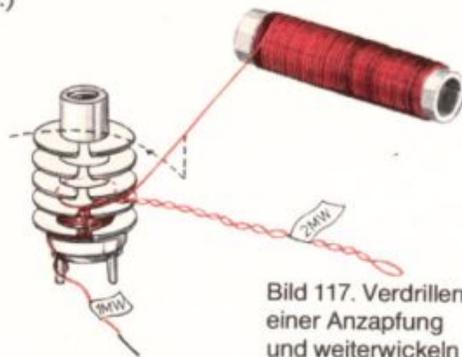


Bild 117. Verdrillen einer Anzapfung und weiterwickeln

Nun bewickelst du in derselben Richtung wie bisher die Kammer B mit 27 Windungen, machst die Anzapfung 3 MW, dann bewickelst du die Kammer C mit 37 Windungen und machst anschließend die Anzapfung 4 MW. Danach kommen noch 20 Windungen in die Kammer D. Bild 118 zeigt dir, wie du die letzte Windung so mit einer Schleife festlegst, daß die Wicklung nicht wieder aufgehen und sich abwickeln kann. Du siehst auch, daß das Anschluß-

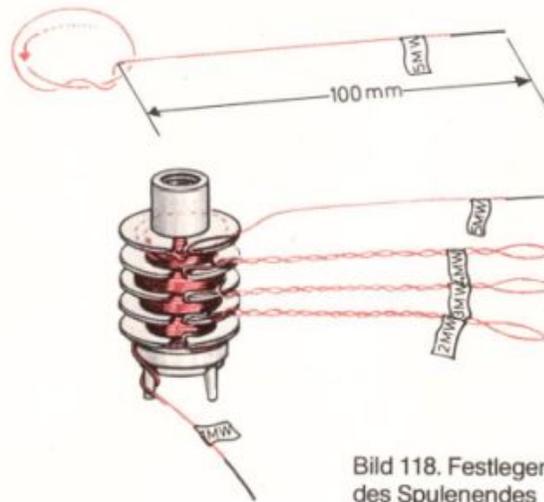


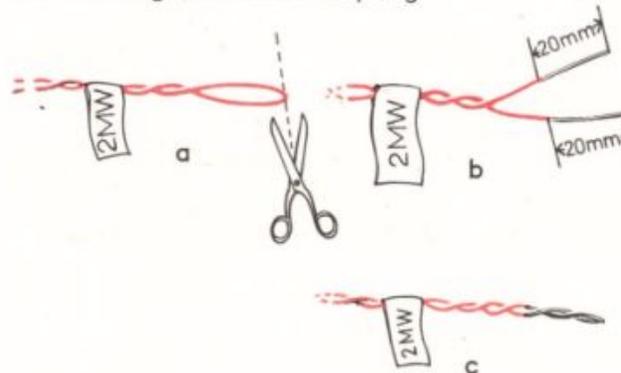
Bild 118. Festlegen des Spulenendes

ende 5 MW 100 mm lang sein soll. Es wird wie der Anfangsanschluß 1 MW 20 mm lang abisoliert.

Bild 119 zeigt am Beispiel der Anzapfung 2 MW, wie jede der drei Spulenanzapfungen zu behandeln ist:

- Öse aufschneiden,
- die durch das Aufschneiden entstandenen beiden Enden einzeln 20 mm lang blank machen (vgl. Bild 113),

Bild 119. Fertigstellen einer Anzapfung



- diese beiden blanken Enden wieder gut zusammen-drillen und zur Sicherheit nochmals mit dem Schleifpapier darüberfahren.

Auf Bild 120 siehst du, wie die fertige Spule L aussieht. Außerdem ist angedeutet, wie du den HF-Gewindekern (Teil 34) einschrauben kannst. Der HF-Gewindekern läßt sich sehr leicht einschrauben. Da er sich jedoch bei Erschütterungen von selbst ver-stellt, ist es zweckmäßig, einen schmalen Papierstreifen mit ihm zusammen in die Gewindeöffnung des Spulenkörpers einzuführen. Er soll sich trotzdem mit dem schmalen Ende des Abgleichstiftes

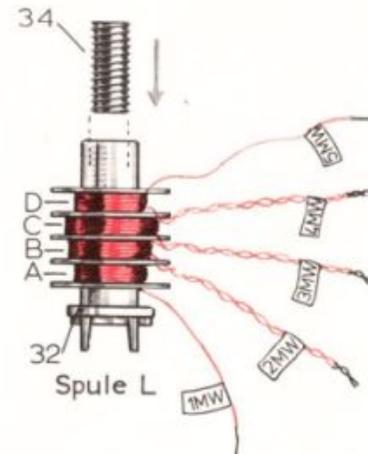
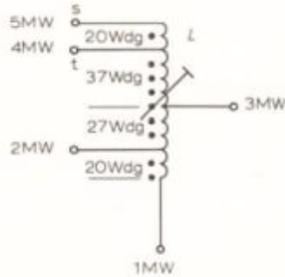


Bild 120. Fertige Spule und Einsetzen des HF-Gewindekerns

(Teil 33) noch ein- und ausschrauben lassen; der Papierstreifen bremst ihn so, daß er in der jeweils eingestellten Lage bleibt.

Auf Bild 121 siehst du wieder die vielen aneinander-gereihten Halbkreise, die das Schaltzeichen für eine Spule darstellen. Die Punktreihe deutet an, daß in die Spule ein HF-Gewindekern eingeschraubt ist. Das schräg durch die Wicklung gezeichnete lang-beinige T symbolisiert die „Trimmbareit“ der Spule, also die Möglichkeit, ihre magnetischen Eigen-

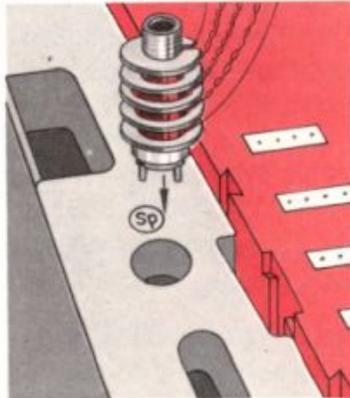
Bild 121.  
Schaltzeichen  
der MW-Spule



schaffen durch Verstellen der Lage des HF-Gewindkerns zu beeinflussen. Zwischen ihren Enden 1 MW und 5 MW befinden sich insgesamt 104 Windungen mit drei Anzapfungen.

Bild 122 zeigt dir, wie du die fertige Spule mit ihren

Bild 122.  
Einstecken der  
fertigen Spule in  
das Loch Sp des  
Kasteneinsatzes



Zapfen in das runde, mit „Sp“ bezeichnete Loch links neben der Aufbauplatte stecken kannst. Die Anschlüsse lassen wir zunächst nach oben stehen, bis wir den Empfänger aufgebaut haben.

## 62. Aufbau des MW-Ortsempfängers

Nun kannst du endlich beginnen, den MW-Ortsempfänger aufzubauen. Bild 123 zeigt diesen Auf-

bau. Als erstes klebst du einige Schildchen vom Aufklebebogen auf die noch leere Aufbauplatte, und zwar 1 MW neben St 45, 2 MW neben St 761, 3 MW neben St 47, 4 MW neben St 25 und 5 MW neben St 160. Neben St 160 kommt außerdem das Schildchen s und neben St 25 das Schildchen t.

Wir brauchen für unseren MW-Ortsempfänger alle Schaltelemente unseres Kastens, und deshalb ist es sinnvoll, systematisch vorzugehen. Beginne mit den Kondensatoren, stecke dann die Widerstände, die Diode, die Transistoren und den Ohrhörer ein. Dann kommen die Drahtbrücken an die Reihe, mit Ausnahme der gestrichelt gezeichneten Brücke

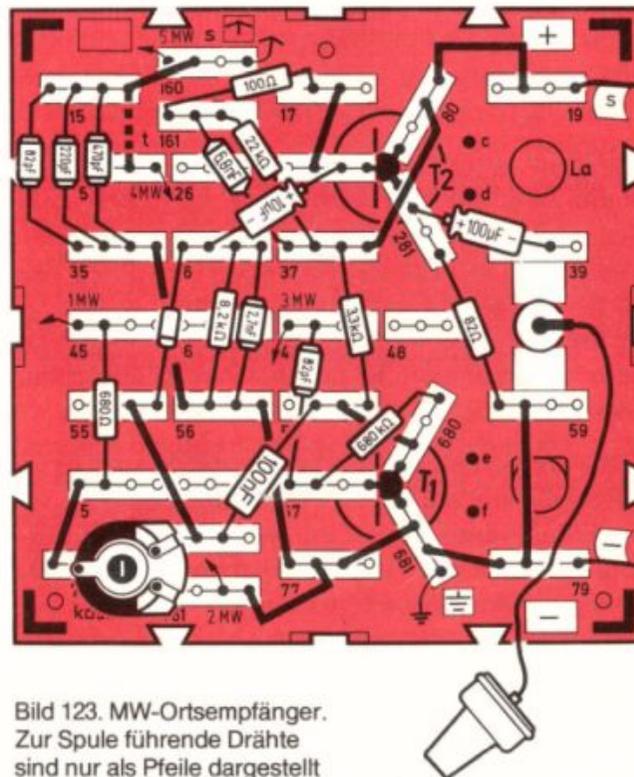


Bild 123. MW-Ortsempfänger.  
Zur Spule führende Drähte  
sind nur als Pfeile dargestellt

zwischen St 15 und St 25. Das Poti und die Spulenanschlüsse steckst du zuletzt ein.

Die Leitung S läßt du noch weg; denn es hat keinen Zweck, den Empfänger jetzt schon einzuschalten, weil ohne die Anschlüsse von Erde und Antenne kein Empfang möglich ist. Außerdem mußt du vor dem Einschalten noch erfahren, wie der Empfänger bedient wird. Ohne richtige Einstellung würdest du keinen Sender finden und nichts hören.

## 63. Ohne Antenne und Erde kein Empfang

Wenn wir eine Rundfunksendung empfangen wollen, müssen wir den vom Sender ausgehenden Radiowellen (der Fachmann nennt sie elektromagnetische Wellen) Gelegenheit geben, den Schwingkreis in unserem Empfänger anzustoßen. Im Kapitel 59 schwingt der Schwingkreis, weil wir die Spule an einen bereits aufgeladenen Kondensator angeschlossen haben. Der Schwingkreis in unserem Empfänger ist jedoch noch völlig ohne Elektrizität. Das Aufladen der Kondensatoren, die mit der Spule in Verbindung stehen, durch die Batterie hätte keinen Sinn, weil wir ja die vom Sender kommenden Wellen empfangen wollen. Nur sie sollen unseren Schwingkreis anstoßen und nicht irgendeine andere Spannungsquelle.

Wir müssen die Wellen daher mit einem ausgedehnten Draht, der Antenne, im wahrsten Sinne des Wortes „aus der Luft holen“.

Wenn wir eine Antenne nun an das obere Ende unseres Schwingkreises anschließen, wie Bild 124 es zeigt, ließe sich der Schwingkreiskondensator (auf Bild 124 ist das  $C_1$ , dem  $C_2$  und  $C_3$  parallelgeschal-

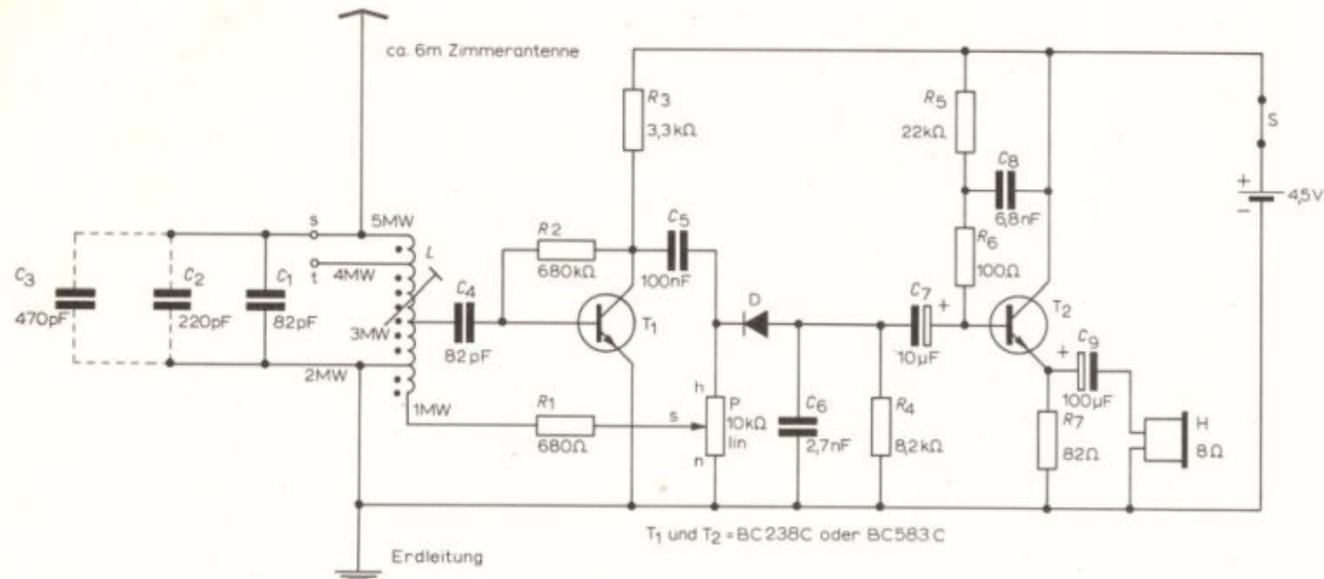


Bild 124. Schaltung zum MW-Ortsempfänger

tet sind) aber noch nicht aufladen. Eine Spannung herrscht ja immer nur zwischen zwei Punkten, zum Beispiel zwischen den beiden Anschlüssen eines geladenen Kondensators. Die Antenne führt aber nur zu einem der Anschlüsse von  $C_1$ . Woher nehmen wir den anderen Anschluß?

Nun, sowohl der Sender als auch der Empfänger stehen – wenn auch weit voneinander entfernt – auf der Erdoberfläche. Die Erdoberfläche ist zwar oft trocken und wenig leitfähig, in tieferen Schichten befindet sich jedoch das Grundwasser, und das leitet gut.

Durch seine praktisch unendliche Ausdehnung bietet es unbegrenzt viele, nebeneinanderliegende Leitungswege zwischen dem Standort des Senders und dem des Empfängers. Die Leitfähigkeit der Erdverbindung hängt also weniger von der Entfernung

zwischen zwei Orten ab als vom Übergangswiderstand zwischen den leitenden Erdschichten und den in die Erde eingegrabenen Leitungsdrähten. Wenn wir die Erde als leitende Verbindung zwischen Sender und Empfänger benutzen wollen, so müssen wir dafür sorgen, daß ein Draht möglichst gute Verbindungen zu den tieferen Erdschichten hat.

Wenn der Schwingkreis eines Empfängers mit einer Seite an die Antenne und mit der anderen Seite an die Erde angeschlossen ist, bekommt er die „zwischen Himmel und Erde“ wandernden Radiowellen an seinen Kondensator, der sich nun im Takt der ankommenden Wellen umladen kann, so daß eine Wechsellspannung als Empfangsspannung an ihm liegt.

Richtig mitschwingen kann der Schwingkreis aller-

dings nur, wenn seine „Eigenfrequenz“ mit der Frequenz der von außen kommenden Wellen übereinstimmt. Der Fachmann sagt, er sei „in Resonanz mit dem Sender“ oder er sei auf den Sender „abgestimmt“ oder „abgeglichen“.

Nun weißt du, warum wir den Ortssender erst empfangen können, wenn wir eine Antenne und eine Erdleitung haben.

### Zimmerantenne

Das Schaltzeichen der Antenne zeigt dir Bild 125.

Als Zimmerantenne spannst du 6 bis 7 Meter vom Wicklungsdraht möglichst hoch in einer Richtung durch das Zimmer, beispielsweise von deinem Tisch hinauf zur Gardinenstange und von dort aus weiter zu einem Bilderhaken in der gegenüberlie-



Bild 125.  
Schaltzeichen  
für Antenne

genden Wand oder einem an der Querwand stehenden Regal.

Der Draht ist so dünn, daß er kaum auffällt. Die Antenne sollte nur L-förmig ausgespannt werden, weil im Zickzack verlaufende Strecken als Verkürzung wirken. Die Antenne hat natürlich eine Kapazität gegen Erde; der ausgespannte Draht wirkt zusammen mit der Erde wie ein Kondensator, der dem Schwingkreiskondensator  $C_1$  parallel geschaltet ist. Die Größe der Kapazität hängt ganz von den örtlichen Gegebenheiten ab und hat gewöhnlich Werte zwischen 43 pF und 86 pF. Wenn du die Antenne länger als 7 m machst, kann ihre Kapazität über 86 pF ansteigen, was zu Schwierigkeiten beim Empfang von Sendern über 1300 kHz führen kann.

Mache das eine Ende der Antenne blank und stecke es in St 160, neben die du noch das Antennenzeichen vom Aufklebebogen klebst.

Damit du später Antennendraht und Erdleitungsdraht unterscheiden kannst, klebst du das Fähnchen mit dem Antennenzeichen an die Antenne.

## Erde

Die beste Verbindung zu den tieferen Erdschichten hat das Rohrnetz der Wasserleitung. Du nimmst den restlichen Wicklungsdraht, verbindest also nur ein blankgemachtes Drahtende leitend mit einem blanken Teil der Wasserleitung (Wasserhahn oder blankgeschabte Muffe) und hast eine gute Erdleitung.

Oft ist es noch einfacher, die Zentralheizung als Erdung zu benutzen. Du klemmst das blanke Ende der Erdleitung dann am besten unter die Mittelschraube des Einstellventils. Das andere Ende kommt blankgemacht in St 681, neben die du das Erdschildchen vom Aufklebebogen klebst. Auch für die Erdleitung ist ein Fähnchen vorgesehen. Bild 126 zeigt das Zeichen für Erde.

Bild 126.  
Schaltzeichen  
für Erde



Ist die nächste Erdungsmöglichkeit weiter als 6 Meter Drahtlänge von deinem Empfänger entfernt, mußt du anstelle der Erde ein sogenanntes „Gegengewicht“ anschließen. Das ist eine größere Metallmasse, wie zum Beispiel ein eiserner Ofen, an welchen du das blanke Ende deiner Erdleitung anschließt. Vielleicht geht auch die Spiralfedermatratze deines Bettes. Das Gegengewicht wirkt wie eine

zweite Antenne, und du bekommst als Empfangsspannung den Ladungsunterschied zwischen beiden Antennen.

Keinesfalls darfst du das Lichtnetz oder eine Telefonleitung als Erde oder Antenne benutzen. Ganz abgesehen von den damit verbundenen Gefahren holst du dir dabei weniger Sender-Empfangs-Spannung und mehr Knackstörungen, als einem guten Empfang dienlich sind.

## Gemeinschaftsantenne

Jeder Empfang mit Zimmerantenne und Erde hat natürlich zur Voraussetzung, daß die Radiowellen dein Zimmer auch gut erreichen können. Wenn du allerdings in einem Eisenbetonhaus wohnst, werden die Radiowellen von den Eisengeflechten im Beton abgeschirmt. Dann können die Radiowellen deine Zimmerantenne nur schwach oder gar nicht erreichen. Deshalb haben solche Häuser Gemeinschaftsantennen auf dem Dach, von denen Leitungen zu den Antennensteckdosen in allen Wohnungen führen. Wie du sie für deinen Empfänger benutzen kannst, erfährst du im Kapitel 67. Versuche zuerst jedoch immer die Zimmerantenne.

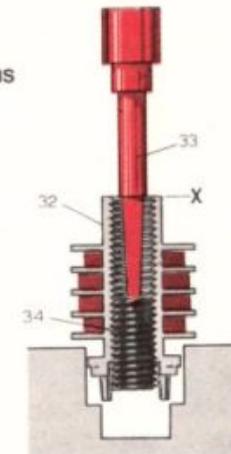
Du darfst niemals die Antenne einfach aus dem Fenster hängen, weil dann die Gefahr besteht, daß sie sich bei Gewitter elektrisch auflädt und du einen Schlag bekommst.

## 64. Einstellen des Ortssenders

Sobald du Antenne und Erde angeschlossen und die Leitung S eingesteckt hast, kannst du probie-

ren, ob im Ohrhörer etwas zu hören ist. Du stellst das Poti zunächst auf Mitte; der Schleifer ist dann so eingestellt wie auf Bild 123. Dann drehst du den HF-Gewindekern in die Stellung, die Bild 127 zeigt. Der Ansatz des Abgleichstiftes soll gerade mit der Oberkante des Spulenkörpers abschließen (Stellung x auf Bild 127). Das ist die Grundstellung des Kernes, von der wir bei unseren Empfangsversuchen jeweils ausgehen.

Bild 127.  
Grundeinstellung  
des HF-Gewindekerns



Zuerst drehen wir den Kern 6 ganze Umdrehungen rechtsherum weiter in die Spule hinein (Achtung: nach  $7\frac{1}{2}$  Umdrehungen fällt er heraus und muß neu eingeschraubt werden). Wenn auf dieser Strecke kein Sender zu hören ist, kehren wir zur Grundstellung zurück und schrauben den Kern nun linksherum sechs Windungen heraus (bis er mitten in der Spule sitzt) und prüfen, ob dabei vielleicht ein Sender auftaucht.

Das Zählen der Umdrehungen kannst du dir erleichtern, wenn du als Zählmarke einen Schnipsel vom Aufklebebogen auf den Abgleichstift klebst.

Nun kann es durchaus sein, daß du bei beiden „Abgleichvorgängen“ noch nichts gehört hast. Du hast bisher nicht etwa den ganzen MW-Bereich abgesehen, sondern nur den kleinen Bereich zwischen 459 und 602 kHz (falls deine Antenne eine verhältnismäßig große Kapazität hat) oder den zwischen 470 und 617 kHz (falls deine Antenne eine kleine Kapazität hat).

Falls du noch nichts gehört hast, mußt du dasselbe noch einige Male mit anderen Kondensatoren versuchen.

Für den zweiten Versuch ziehst du den 220-pF-Kondensator und den 82-pF-Kondensator (den zwischen St 15 und St 35) aus der Schaltung. Dann kannst du den Bereich zwischen 564 und 740 kHz (bzw. 585 und 768 kHz) absuchen.

Für den dritten Versuch tauschst du den 470-pF-Kondensator gegen den 220-pF-Kondensator aus. Damit kannst du den Bereich zwischen 741 und 973 kHz absuchen.

Viertens tauschst du den 220-pF-Kondensator gegen den 82-pF-Kondensator aus. Das ermöglicht dir, den Bereich zwischen 959 und 1259 kHz abzusuchen.

Wenn du schließlich den 82-pF-Kondensator herausziehst, also  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  (Bild 124) fehlen, hast du als Schwingkreiskondensator nur noch die Antennenkapazität. So kannst du auch noch den Bereich zwischen 1238 und 1625 kHz nach einem Sender absuchen.

Der Bereich um 740 kHz ist bei diesen Versuchen noch immer nicht richtig überstrichen worden. Ihn kannst du genau untersuchen, wenn du die kleine Drahtbrücke zwischen den Steckfedern 15 und 160

herausziehst und so einsteckst, wie sie auf Bild 123 gestrichelt gezeichnet ist, nämlich zwischen den Steckfedern 15 und 25. Wenn du nun den 470-pF-Kondensator einsteckst, kannst du den Bereich zwischen 690 und 906 kHz (bzw. 730 und 958 kHz) absuchen.

Dann kannst du noch mit 220 pF oder 82 pF oder ohne Kondensator die Bereiche von 950 bis 1248 kHz bzw. 1211 bis 1590 kHz bzw. über 1527 kHz untersuchen.

Die folgenden Tabellen zeigen dir die Möglichkeiten der Umschaltung sehr übersichtlich. Die Buchstaben t und s zeigen an, ob die kleine Brücke von St 15 nach St 160 (s) oder St 25 (t) führt.

Antenne mit größerer Kapazität

C zwischen St 15 und 35	Brücke zwischen St 15 und	Frequenzbereich in kHz
keiner	s	1238 ... 1625
82 pF	s	959 ... 1259
220 pF	s	741 ... 973
470 pF	t	690 ... 906
470 pF	s	564 ... 740
470 pF	s	459 ... 602
+ 220 pF		
+ 82 pF		

Antenne mit kleinerer Kapazität

C zwischen St 15 und 35	Brücke zwischen St 15 und	Frequenzbereich in kHz
keiner	t	1527 ... 2004
82 pF	t	1211 ... 1590
220 pF	t	950 ... 1248
470 pF	t	730 ... 958
470 pF	s	585 ... 768
470 pF	s	470 ... 617
+ 220 pF		
+ 82 pF		

## 65. Empfangverbesserung durch Rückkopplung

Sicher hast du bei deinen Abstimmversuchen an irgendeiner Stelle leisen Empfang erhalten. Wir wollen diesen Empfang nun durch Verstellen des Potis verbessern.

Wenn du den Schleifer des Potis ein Stück nach h zu verstellst (rechtsherum), wird der Empfang besser. Allerdings liegen die Sender jetzt nicht mehr so breit, und du mußt beim Einstellen des HF-Gewindkerns aufpassen, daß du genau auf den Sender einstellst. Dicht neben dieser Einstellung ist ein schwacher Sender nicht mehr zu hören, der Empfänger ist „trennscharf“, das heißt, frequenzmäßig benachbarte Sender werden getrennt.

Du mußt aber aufpassen, daß du die Rückkopplung nicht zu weit aufdrehst. Sonst wird der Empfang

wieder schlechter, und teilweise ist sogar ein lauter Pfeifton zu hören. Die Einstellung des Potis, bei der der Empfang in ein Pfeifen übergeht, nennt man „Schwingungseinsatz“.

Zum Einstellen der Sender benutzt du am besten beide Hände: In die eine Hand nimmst du den Abgleichstift zum Einstellen des HF-Gewindekerns, mit der anderen drehst du vorsichtig das Poti. Wenn du einen Sender gefunden hast, drehe das Poti vorsichtig etwas nach h zu und stelle den Sender gleichzeitig etwas nach. Geh dann mit dem Poti bis dicht an den Schwingungseinsatz heran. Setzen die Schwingungen versehentlich ein, drehe das Poti sofort zurück und taste dich unter Nachstellen des HF-Gewindekerns von neuem an den Schwingungseinsatz heran.

Du wirst erstaunt sein, wie gut dein Empfänger am Abend geht, weil nach Dunkelwerden die Ausbreitungsverhältnisse für Frequenzen des MW-Bereichs besser werden.

Wie kommt nun die Empfangsverbesserung durch das Poti zustande? Die über Antenne und Erde aufgenommenen Wellen stoßen den Schwingkreis an und rufen die Empfangs-Wechselspannung hervor, die über  $C_4$  (Bild 124) zum  $T_1$  gelangt und verstärkt wird. Die verstärkte Spannung kommt über  $C_5$  an das Poti, von dessen Schleifer ein Teil von ihr über  $R_1$  zum Spulenanfang 1 MW geleitet wird. So wird der Schwingkreis nicht nur vom Sender, sondern auch von der verstärkten, rückgeführten Spannung angestoßen. Das kräftigere Anstoßen wirkt, als sei der Sender stärker.

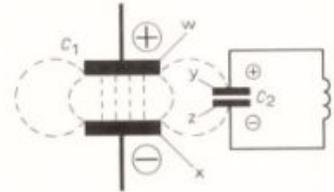
Tonversuche beginnst du am besten mit Mittelstellung des Potis und drehst den Schleifer dann nach h. Kommt der Schleifer in die Nähe von n, reißen

die Schwingungen ab, und beim Tasten ist nur noch ein Knacken zu hören.

Drehst du das Poti zu weit auf, so genügt dem Schwingkreis die rückgeführte (der Fachmann sagt „rückgekoppelte“) Energie allein zum Schwingen, und er schwingt auch, wenn keine Senderwellen ankommen. Nach dem Schwingungseinsatz schwingt der Schwingkreis zusammen mit dem Transistor wie ein Sender, so daß seine Schwingungen zusammen mit denen des Senders ein Pfeifen verursachen. Sind Antenne und Erde angeschlossen, können solche Eigenschwingungen den Empfang benachbarter Rundfunkempfänger empfindlich stören. Deshalb darfst du das Poti nur bis kurz vor die Pfeif-Einsatzstelle nach rechts drehen.

## 66. Wie eine Antenne empfängt

Bild 128.  
Kondensator  $C_2$  im elektrischen Feld des Kondensators  $C_1$



Zwischen den Belägen eines geladenen Kondensators bildet sich ein elektrisches Feld, dessen Verlauf man als gedachte Feldlinie darstellen kann (auf Bild 128 zwischen Belag w und x des  $C_1$  gestrichelt gezeichnet). Die Spannung verteilt sich gleichmäßig längs jeder Feldlinie. So herrscht beispielsweise auf  $\frac{1}{3}$  der Länge einer Feldlinie  $\frac{1}{3}$  der Gesamtspannung. Auf Bild 128 siehst du rechts, daß eine ganz außen verlaufende Feldlinie durch die Beläge y und z von  $C_2$  unterbrochen wird. Weil  $C_2$  in einer Feldlinie liegt, lädt er sich auf eine Teilspannung von  $C_1$

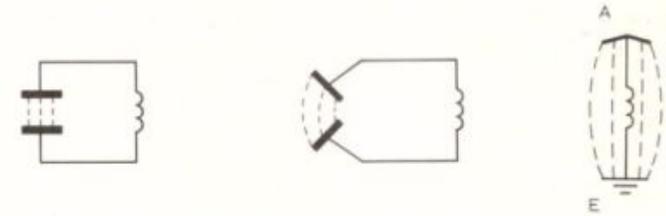


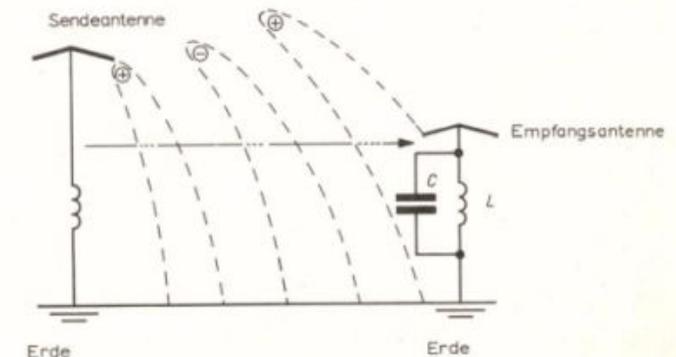
Bild 129. Vom geschlossenen zum offenen Schwingkreis

auf. Ein Kondensator, der in das elektrische Feld eines anderen Kondensators gerät, kann sich auch über größere Entfernungen aufladen, wenn der andere Kondensator so gestaltet ist, daß sein elektrisches Feld in die Ferne wirken kann.

Bild 129 zeigt, wie man durch Aufklappen eines Schwingkreiskondensators dessen Feld ausdehnen kann. Anstelle der Kondensatorbeläge kann man auch Antenne und Erde verwenden.

Auf Bild 130 wandern Feldlinien von einer Sendean-  
tenne weg. Während sich die Feldlinien vom Sender entfernt haben, ist im Sender bereits eine Umladung erfolgt. Die schon in den Raum gewanderten

Bild 130. HF-Übertragung von der Sende- zur Empfangsantenne



Feldlinien kehren nicht zum Sender zurück, sondern schnüren sich ab.

Treffen die Feldlinien auf eine Empfangsantenne, so laden sie diese entsprechend stark und gepolt auf; ein mit der Antenne verbundener Schwingkreis schwingt mit, wenn er auf die betreffende Sendefrequenz eingestellt ist.

Natürlich breiten sich von einer Sendeantenne auch magnetische Kraftlinien aus, die in der Empfangsantenne eine Spannung hervorrufen und so die Entstehung der Empfangsspannung unterstützen.

## 67. Empfang an Gemeinschaftsantennen

Wenn du in einem Haus mit Gemeinschaftsantenne wohnst, kannst du für deinen Empfänger diese Antenne benutzen. Zu jeder Antennensteckdose gibt es ein Anschlußkabel, das in einzelnen Steckern für Erde, MW und UKW endet. Versuche zunächst den Erdstecker mit St 681 und den MW-Stecker mit St 160 zu verbinden. Wenn du dann nach Absuchen aller Einstellungen nichts hörst, mußt du über die MW-Spule eine Antennenspule, die zur Gemeinschaftsantenne paßt, wickeln. Verwende dazu den restlichen Wickeldraht.

Bild 131 zeigt, wie es gemacht wird: Verdrille seinen blanken Anfang mit dem Spulenende 5 MW und führe den Draht zur Kammer A hinunter, in die du 75 Windungen wickelst, und zwar **im selben Wickelsinn wie bisher**. Die weiteren Kammern bewickelst du – **immer im selben Wickelsinn** – wie auf Bild 131 angegeben.

Das Ende versiehst du mit dem Fähnchen GEM und

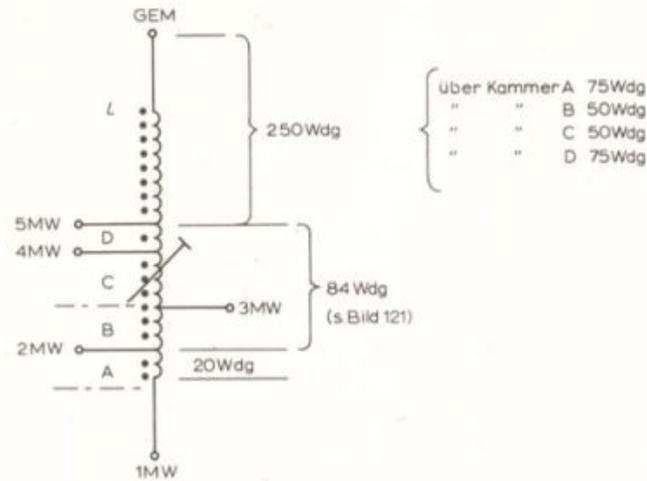


Bild 131. Erweiterung der MW-Spule für Gemeinschaftsantenne

verbindest es mit dem MW-Stecker. St 681 verbindest du mit dem Erdstecker.

## 68. Wie Rundfunkwellen Musik ins Haus tragen

Aus Kapitel 48 weißt du, was NF ist, aus Kapitel 60, daß Sender Frequenzen ausstrahlen, die sehr viel höher liegen. Sie werden Hochfrequenz (HF) genannt. Vielleicht hast du dich schon gewundert, daß man Rundfunksendungen hören kann, obwohl der Ohrhörer keine HF hörbar machen kann.

Weil ein Sender nur HF ausstrahlen kann, läßt man sie im Takte der NF in ihrer Stärke schwanken. Bild 132 zeigt oben eine NF und darunter eine im Takte der NF schwankende HF. Die HF trägt die NF also in Form von Schwankungen (Amplitudenmodulation „AM“) zum Empfänger und wird daher Trägerfrequenz genannt.

Diese AM gelangt, von  $T_1$  verstärkt, über  $C_5$  (Bild 124) zur Diode, die so gepolt ist, daß die positiven Halbwellen der HF gesperrt werden. Das sieht dann so aus wie die dritte Zeile von Bild 132.  $C_6$  lädt sich mit den negativen Halbwellen der HF auf, kann sich aber über  $R_4$  nur so langsam entladen, daß seine Ladung sich bis zur nächsten HF-Halbwelle nicht wesentlich verändern kann. So ändert sich seine Ladung nur, wenn die nächste HF-Halbwelle größer oder kleiner ist als die vorhergehende, und seine Ladungsspannung schwankt genau im Takt der NF. Hinter dem Koppelkondensator  $C_7$  hast du nur noch die reine NF am  $T_2$ , und du kannst über den dir schon bekannten NF-Verstärker hören, welches Programm dir die Träger-HF ins Haus gebracht hat.

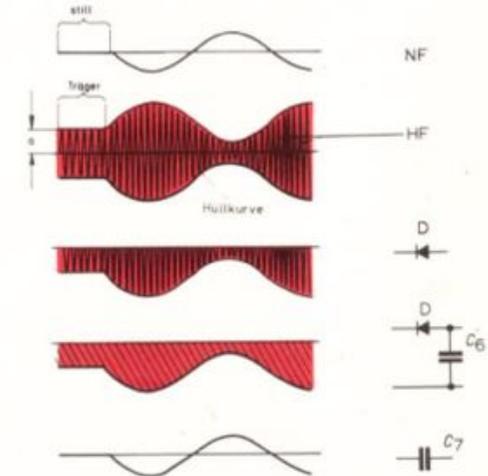


Bild 132. Übertragungsprinzip des AM-Rundfunks

## 69. Fehlersuche

Wenn eine Schaltung überhaupt nicht gehen will, ist gewöhnlich ein Versehen beim Aufbauen schuld. Die Schaltungen selbst arbeiten einwandfrei und sind schon von vielen tausend Jungen und Mädchen vor dir mit Erfolg aufgebaut worden.

Prüfe zunächst, ob die Batterie noch frisch ist (Bild 3). Untersuche dann, ob die Diode und die Elkos richtig gepolt sind. Sind die Transistoranschlüsse richtig gebogen und eingesteckt? Leicht verwechseln kann man  $82\ \Omega$  mit  $8,2\ k\Omega$ ,  $680\ \Omega$  mit  $680\ k\Omega$  und  $22\ k\Omega$  mit  $3,3\ k\Omega$ . Sind alle Lackdrahtenden richtig blank (Bild 113)? Zähle nach, ob alle Drahtbrücken eingesetzt sind. Vergleiche, ob alle Stecklöcher so besetzt oder frei sind wie auf dem Aufbaubild. Vielleicht ist auch ein nicht zur Schaltung gehöriges Teil vom Versuch vorher stecken geblieben. Die Zinkblechstreifen und die blanken Drahtenden können oxidieren, so daß sie keinen Kontakt mehr miteinander haben. Du mußt sie dann gründlich säubern.

Zum Prüfen, ob ein Teil kaputtgegangen ist, baust du jeweils die Schaltung auf, in der es zuerst verwendet wird, sofern nicht eigene Prüfschaltungen (Bild 48, Bild 108) angegeben sind. Beachte auch die Hinweise im Vorwort.

Und nun viel Freude mit deinem Rundfunkgerät!

## 70. KOSMOS Elektronik-Junior und „Spiele mit Elektronik“

Wenn du auch ein „Spiele mit Elektronik“ hast, kannst du mit der Schaufenstersicherung mit Warnblinker den Einbrechern das Handwerk legen.

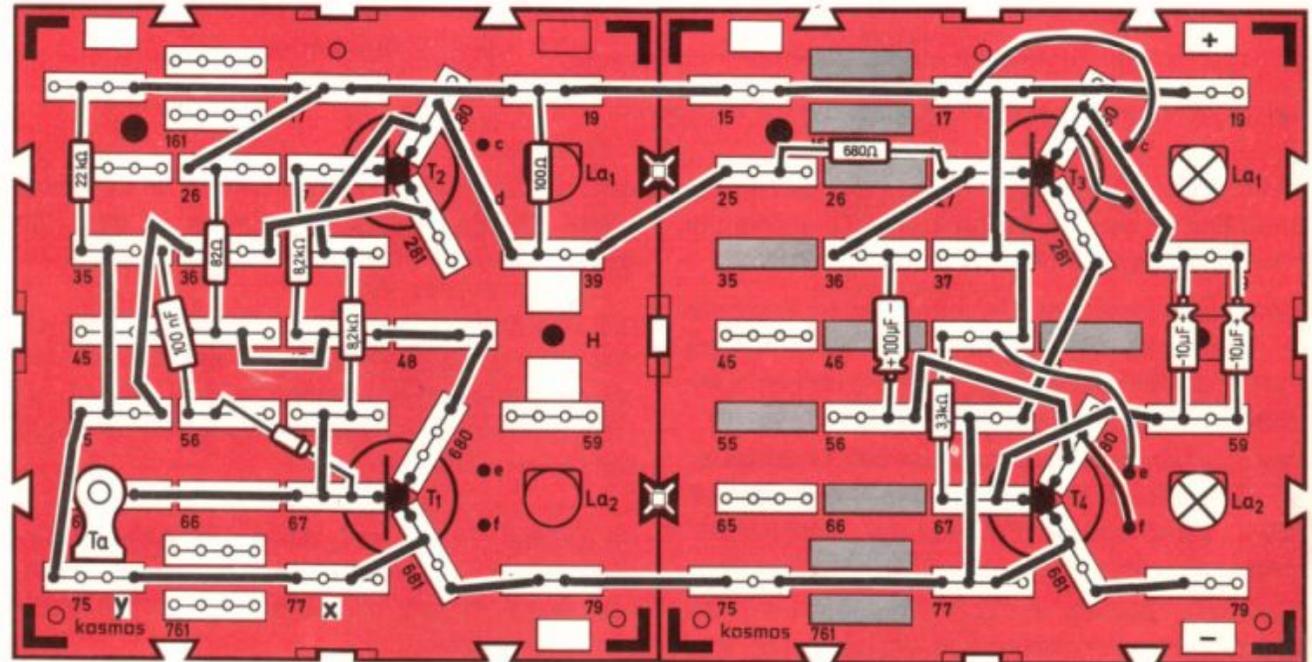
Hinter der Schaufensterscheibe führt ein dünner Draht vorbei, der sofort abreißt, wenn die Scheibe eingeschlagen wird. So sichern Juweliere ihre Schaufenster. Unsere Schaltung läßt das Bereitschaftslämpchen ( $La_2$ ) leuchten, solange die Anlage betriebsbereit ist und die Leitung im Schaufenster heil bleibt. Sobald die Leitung im Schaufenster abreißt, blinken  $La_1$  und  $La_2$  und melden dadurch Alarm. Der Alarm kann nur durch Drücken des Löschtasters abgeschaltet werden. Das ist jedoch nur möglich, wenn vorher die Leitung im Schaufenster wieder geflickt wurde. Ein Zusammenflicken des Schaufensterdrahtes ohne nachfolgendes Drücken des Löschtasters kann den Alarm aber nicht beenden, so daß der Dieb nichts gegen den ausgelösten Alarm unternehmen kann; denn er

weiß ja nicht, wo sich der Löschtaster befindet. Bild 133 zeigt den Aufbau auf zwei Aufbauplatten mit Verbindungsstiften.

Wie arbeitet diese Schaltung nach Bild 134? Der Flip-Flop aus  $T_1$  und  $T_2$  arbeitet im Prinzip wie der von Bild 70, wobei die Widerstände etwas andere Werte haben und das Lämpchen durch einen  $100\text{-}\Omega$ -Widerstand ersetzt ist. Allerdings sitzt der Löschtaster jetzt an  $T_1$ . Das muß so sein; denn im Gegensatz zu Bild 70 soll jetzt ja Alarm durch die Unterbrechung der Verbindung  $y-x$  ausgelöst werden. Eine Verbindung zwischen Basis und Emittter von  $T_1$  löscht dann natürlich den Alarm.

Wird die Verbindung  $y-x$  unterbrochen, so lädt sich der Kondensator  $C_1$  über  $R_4$  auf. Der Lade-

Bild 133. Schaufenstersicherung mit Warnblinker



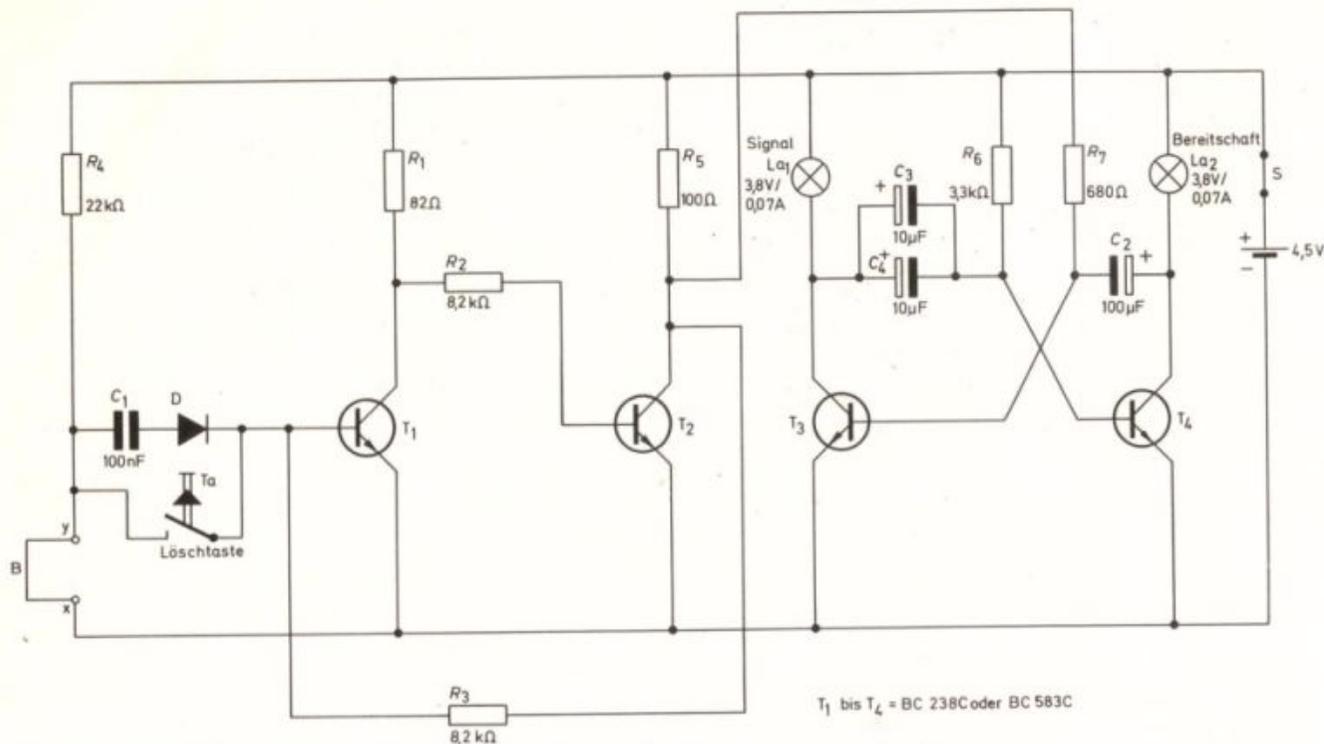


Bild 134. Schaltung zur Schaufenstersicherung mit Warnblinker

strom fließt dann über die Diode D und die Strecke Basis-Emitter des  $T_1$ . Dadurch wird  $T_1$  leitend, der Flip-Flop springt auf „Alarm“, wobei  $T_2$  sperrt.

Die Diode D trennt den Eingang y von der Basis des  $T_1$ . Damit ist sichergestellt, daß während des Alarms ein Wiederberühren der an y und an x angeschlossenen Leitungen den Alarm nicht löscht.

Das Löschen geschieht nur über den Löschtaster, der die Basis mit dem Emitter von  $T_1$  verbindet, so daß  $T_1$  sperrt und der Flip-Flop auf „Bereitschaft“ umspringt, wobei  $T_2$  leitet. Der Alarm ist gelöscht.

Damit das Löschen nur gelingen kann, wenn die unterbrochene Alarmleitung wieder geflickt ist, wird

der Taster nicht direkt an den Emitter, sondern an y gelegt. Die Verbindung zum Emitter ist dann nur gegeben, wenn y mit x verbunden ist.

Der Alarmblinker arbeitet nach dem Prinzip von Bild 74 als astabiler Multivibrator, wobei die Widerstände andere Werte haben und  $R_1$  durch ein Lämpchen ersetzt ist. Als  $C_1$  wirkt jetzt die Parallelschaltung von  $C_3$  und  $C_4$ .

Im Zustand „Alarm“ ist  $T_2$  des vorgeschalteten Flip-Flops gesperrt, und die Basis von  $T_3$  liegt über  $R_5$  und  $R_7$  am Pluspol der Schaltung, so daß beide Lämpchen blinken.

In Stellung „Bereitschaft“ leitet  $T_2$ , so daß die Basis von  $T_3$  über  $R_7$  und die Kollektor-Emitter-Strecke von  $T_2$  am Minuspol liegt und  $T_3$  gesperrt ist. So bleibt  $La_1$  dunkel, während  $La_2$  als Bereitschaftsanzeige leuchtet; denn  $T_4$  ist leitend, solange  $T_3$  sperrt, weil  $R_6$  dann Strom zur Basis von  $T_4$  führt.

## Und so geht es weiter

Nun weißt du schon soviel über Elektronik, daß du dir einen größeren Experimentierkasten aus dem KOSMOTRONIK-System wünschen wirst.

Geeignet ist zum Beispiel der Experimentierkasten RADIO + ELEKTRONIK 100 oder KOSMOS-Elektronik Ü 2, Übergangssatz vom ELEKTRONIK JUNIOR auf RADIO + ELEKTRONIK 100. Du lernst viele neue Schaltungen kennen und findest einige, die du speziell mit dem Material aus dem ELEKTRONIK JUNIOR erweitern kannst:

Der „Klatsch-Schalter“ hat zwei Lämpchen, von denen eines leuchtet. Jedesmal, wenn du in die Hände klatschst, geht das eine Lämpchen aus und das andere beginnt zu leuchten.

Mit der „Lauschanlage“ kannst du zum Beispiel deine Geschwister beaufsichtigen, die im Neben-zimmer spielen, ohne daß du dauernd dabei sitzt. Dein Lautsprecher dient als Mikrofon, und im Ohr-hörer hörst du, was die Kleinen so treiben.

Die „Vollautomatische Sirene“ ist eine Weiterentwicklung der einfachen Sirene, die du mit dem Taster bedienen mußt. Die neue Sirene heult von allein auf und ab.

Genauer findest du in dem großen bunten Experimentierbuch zum RADIO + ELEKTRONIK 100.

## Schaltungsverzeichnis

Astabile Kippschaltung 30  
Astabiler Multivibrator 29 f, 33, 35 f  
Bistabile Kippschaltung 28  
Bistabiler Multivibrator 28  
Blumenwächter 22 f  
Darlingtonverstärker 38 f  
Diodenprüfer 41 f  
Durchgangsprüfer 10  
Eigenwilliges Lämpchen 28 f  
Elektronischer Detektiv 27 f  
Flip-Flop 27 f  
Kippschalter, astabiler 20  
Kippschalter, bistabiler 28  
Kippschalter, monostabiler 28  
Lämpchen, eigenwilliges 28 f  
Lügendetektor 22  
Mono-Flop 28 f  
Monostabiler Kippschalter 28  
Morsesummeer 33  
Multivibrator, astabiler 29 f, 33, 35 f  
Multivibrator, bistabiler 28  
Musikinstrument, elektronisches 35 f  
MW-Ortsempfänger 47 f  
NF-Verstärker für Kristall-Tonabnehmer 38 f  
NF-Verstärker für magnetischen Tonabnehmer 39 f  
Parallelwiderstände 15  
Polizeihorn 35 f  
Quizuhr 24 f  
Regenmelder 21  
Reihenschaltung 15  
Schaufenstersicherung 53 f  
Schwingkreis 42 f  
Serienschaltung 15  
Sirenen-ton 36 f  
Taktgeber 32 f  
Teilspannungen 18  
Transistor, Arbeitsweise 17 f  
Transistorprüfer 19  
Treppenlicht-Automatik 25 f  
Verdunklungsschaltung 19

Warnblinker, verstellbarer 30 f  
Widerstandsprüfer 20  
Zitronenbatterie 34 f

## Sachregister

Abgleichstift 6  
Abgleichvorgang 50  
Abgreifen 18  
Abgriff 18  
Abisolieren 5  
Ampere 9, 14  
Amplitudenmodulation 52  
Antenne 47  
Antennenkapazität 50  
Anzapfung 46  
Anzeigestrom 22  
Astabile Kippschaltung 30  
Astabiler Multivibrator 29 f  
Aufbauplatte 6  
Aufgeladen 24  
Ausbreitungsgeschwindigkeit 44

Basis 17  
Batterie 5  
Batteriefach 7  
Batteriefeder 7  
Batteriehalter 7 f  
Batteriepolung 20  
Bistabiler Multivibrator 28  
Blumenwächter 22  
Bodenkontakt 5  
Buchsenfedern 32

Darlingtonverstärker 38  
Diagramm 30 f, 40  
Diode 41  
Diodenprüfer 41  
Drahtbrücken 12  
Drahtspule 32  
Drahtstützen 5  
Dunkelzeit 30  
Durchgangsprüfer 10

Edison 38  
Eigenfrequenz 48  
Eingangsspannung 39  
Einschaltzeit 40

Elektrisches Ventil 41  
Elektrizität 24  
Elektrolytkondensator 23  
Elektronen 9 f  
Elektronischer Detektiv 27 f  
Elko 23, 25  
Emitter 17  
Empfangsantenne 51  
Empfangsspannung 48, 52  
Empfangsverbesserung 50  
Empfangs-Wechselspannung 51  
Entladestrom 42  
Entladeweg 26  
Erde 47, 49  
Erdleitung 49  
Erdstecker 52  
Erdung 49

Farad 23  
Faraday, Michael 23  
Farbringe der Widerstände 13 f  
Fassungsvermögen 24  
Feldlinie 51, 52  
Flip-Flop 27, 54  
Frequenz 30, 43  
Frequenzbereich 34  
Funker 33

GEM 52  
Gemeinschaftsantenne 49  
Germaniumdiode 41  
Gesamtwiderstand 18  
Glaskolbenfuß 5  
Gleichstrom 40 f

Hertz 30  
Hertz, Heinrich 30  
HF-Gewindekern 46, 51  
HF-Halbwelle 52  
Hochfrequenz 52

Indikator 10  
Induktionsstrom 42 f  
Isolation 45  
Isoliering 32  
Isolierschicht 5

Kapazität 24, 26  
Kapazitätsangaben 26  
Kippschaltung, astabile 30  
Kippschaltung, monostabile 28  
Klinkenstecker 31  
Knackimpulse 33  
Kohleschicht 19  
Kollektor 17  
Kondensator 24, 26 f  
Koppelkondensator 52  
Kreuzungsstelle 11  
Kristallmikrofon 38  
Kristallsystem 38  
Kunststoffmantel 5  
Kurzschluß 6, 12, 32  
Kurzwellen 44  
KW 44

Ladungsänderung 32  
Lämpchen 5  
Lämpchen, eigenwillige 28  
Lampenfassung 6  
Langwellen 44  
Leitfähigkeit 10, 21  
Leitungskreuz 11  
Leitungswege 48  
Leuchtversuche 8  
Lichtgeschwindigkeit 43  
Lügendetektor 22  
LW 44

Magnet 31  
Magnetfeld 42  
Magnetkern 32  
Magnet-Tonabnehmer 39  
Maßeinheit 13  
Membran 31  
Mignon-Zellen 5  
Mikrofarad 23  
Minuspol 5, 8  
Minuszeichen 7  
Mittelwellen 44  
Mono-Flop 28  
Monostabile Kippschaltung 28  
Morse-Alphabet 33 f  
Morse, Samuel 33

Morsezeichen 33 f  
Multivibrator, astabiler 29 f  
Multivibrator, bistabiler 28  
Musikübertragung 38  
MW 44  
MW-Ortsempfänger 44, 47  
MW-Schwingkreisspule 44  
MW-Spule 45  
MW-Stecker 52

Nanofarad 26  
NF-Spannungsteiler 39  
NF-Verstärker 39, 52  
Niederfrequenz 34  
npn-Transistor 16

Ohm 13  
Ohm, Georg Simon 13  
Ohmsches Gesetz 14  
Ohmwert 14  
Ohrhörer 31  
Ortssender 44, 48 f

Parallelschaltung 15  
Parallelwiderstand 15  
Pikofarad 26  
Pluspol 5, 8  
Pluszeichen 7  
Polarität 27  
Polzeihorn 35  
Potentiometer 18  
Poti 18 f  
Prüfschaltungen 53

Quizuhr 24

Radiowellen 47  
Rechteck-Wechselstrom 41  
Regenfühler 21  
Regenmelder 21  
Regenwasser 21  
Resistor 20  
Restspannung 18  
Rückkopplung 50 f  
Ruhestrom 22  
Rundfunkgenehmigung 44

Rundfunksender 44  
Rundfunkwellen 44, 52

Schallwellen 38  
Schaltbild 11  
Schaltelemente 11  
Schalter, elektronischer 29  
Schaltzeichen 11  
Schaufenstersicherung 53  
Schleifer 19  
Schutzwiderstand 23  
Schwingkreis 42 f, 47, 51  
Schwingkreiskondensator 47, 51  
Schwingung 43  
Schwingungseinsatz 51  
Sendeantenne 51  
Sender 51  
Sender-Empfangs-Spannung 49  
Senderfrequenz 43  
Serienschaltung 15  
Sinushalbwellen 41  
Sinus-Wechselstrom 41  
Spannung 9 f, 14  
Spannungsabfall 14 f  
Spannungsgefälle 10  
Spannungsteiler 36  
Spule 42  
Spulenkörper 44  
Steckfeder 6  
Stöpsel 31  
Stromkreis 8 ff, 12  
Stromrichtung 10  
Stromrichtung, technische 9  
Stromschwankung 38 f  
Stromstärke 9, 14, 19  
Stromverstärkung  $B = 500$  21

Taktgeber 32 f  
Taster 24  
Technische Stromrichtung 9  
Teilspannung 18  
Teilströme 15  
Telegrafieverkehr 33  
Telegrafie 33  
Toleranz 14  
Toleranzbereich 14

Toleranzring 14  
Tonabnehmer 38  
Tonwechselstrom 38  
Trägerfrequenz 52  
Transistor 15, 19  
Transistor-Einschaltspannung 36  
Transistorprüfer 19  
Transistorschaltung 20  
Trennscharf 50  
Treppenlicht-Automatik 25  
Trimmbareit 46  
Trimpotentiometer 19  
Typenbezeichnung 11

Übergangswiderstand 48  
UKW 44  
Ultrakurzwellen 44

Verriegelung 29  
Verriegelungskondensator 29, 34  
Verriegelungsspannung 29 f  
Verzerren 39  
Volt 10  
Volta, Alessandro Graf 34  
Voltasche Zelle 34  
Voltmeter 10, 34

Warnblinker 30, 54  
Warnlicht 30  
Wechselspannung 48  
Wechselstrom 40 f  
Wellenbereich 44  
Wellen, elektromagnetische 47  
Wellenkuppe 39  
Wellenlänge 43  
Wickelschema 45  
Wickelsinn 52  
Widerstand 9, 13 f  
Widerstandsprüfer 20  
Widerstandswert 13, 26

Zimmerantenne 48  
Zinkblechstreifen 21  
Zitronenbatterie 34

# Und jetzt weitermachen: Mit dem großen Radio- und Elektronikprogramm!



## Kosmos Junior-Elektrotechnik Der neue »Elektromann«

Knisternde Spannung und handfeste Technik: mit harmloser Batteriespannung die Physik des elektrischen Stromes kennenlernen, Anlagen und Geräte nach dem Vorbild der Praxis bauen – mit der selbstgebauten Kosmos-Kommando-Zentrale macht Elektrotechnik so richtig Spaß. Für Jungen und Mädchen ab etwa 10 Jahren. Bestell-Nr. 621111

## Radio + Elektronik 100/Grundkasten

Die unübertroffene Experimentierausrüstung zum Erforschen der Radiotechnik und Elektronik. Mit modernsten Bauteilen wie Leuchtdiode (LED), Verstärker-IC in steckbarer Modultechnik, Lautsprecher usw. Hochinteressante Anleitungen für die Praxis; ausgewogene, leichtverständliche theoretische Erläuterungen. Ab 12 Jahren und für Erwachsene. Bestell-Nr. 622611

Die Kästen des Elektronik-Praktikums erschließen das hochaktuelle Gebiet der Elektronik und Radiotechnik bis hin zur Opto-Elektronik.

## Radio + Elektronik 101/Erweiterungskasten

Erweitert den R + E 100 mit vielen neuen, interessanten Experimenten aus Radiotechnik, Elektronik und Opto-Elektronik. Ab 12 Jahren und für Erwachsene. Reichhaltige Ausrüstung von Leuchtdiode (LED) und Fotowiderstand (LDR), Transistor und Drehkondensator bis Ferrit-Antenne und Spezialgehäuse mit optischen Linsen. KOSMOtronik®-Aufbauplatte und rauchglasfarbene Abdeckhauben. Bestell-Nr. 622711

Ausführlich über das Kosmos-Experimentierprogramm informiert unser farbiger Gesamtkatalog. Gleich beim Verlag anfordern!



## Kosmos Elektronik Ü 2

**Übergangssatz vom »Elektronik-Junior« auf »Radio + Elektronik 100«.**

»Elektronik-Junior«-Besitzer können preisgünstig die nächsthöhere Experimentierstufe erreichen und alle Versuche des »Radio + Elektronik 100« durchführen. Das große, vierfarbige Experimentierbuch liegt bei.

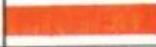
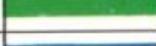
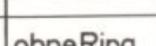
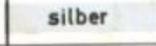


Dazu erforderlich: 3 Baby-Batterien je 1,5V (IECR14).  
Bestell-Nr. 622911

**Kosmos-Experimentierkästen sind im Hobby- und Spielwarenhandel erhältlich.**

# **kosmos®**

Kosmos-Verlag, Postfach 640, 7000 Stuttgart 1.

Farbe		1. Ring (1. Ziffer)	2. Ring (2. Ziffer)	3. Ring (Zahl der Nullen)	4. Ring (Toleranz)
schwarz	sw		0	0	—
braun	br		1	1	0
rot	rt		2	2	00
orange	or		3	3	000
gelb	ge		4	4	0 000
grün	gn		5	5	00 000
blau	bl		6	6	000 000
violett	vt		7	7	
grau	gr		8	8	×0,01
weiß	ws		9	9	×0,1
	ohne Ring				± 20%
Manchmal	gold				×0,1
auch:	silber				×0,01
					± 5%
					± 10%

bl gr ge  680 kΩ

rt rt or  22 kΩ

gr rt rt  8,2 kΩ

or or rt  3,3 kΩ

bl gr br  680 Ω

br sw br  100 Ω

gr rt sw  82 Ω

