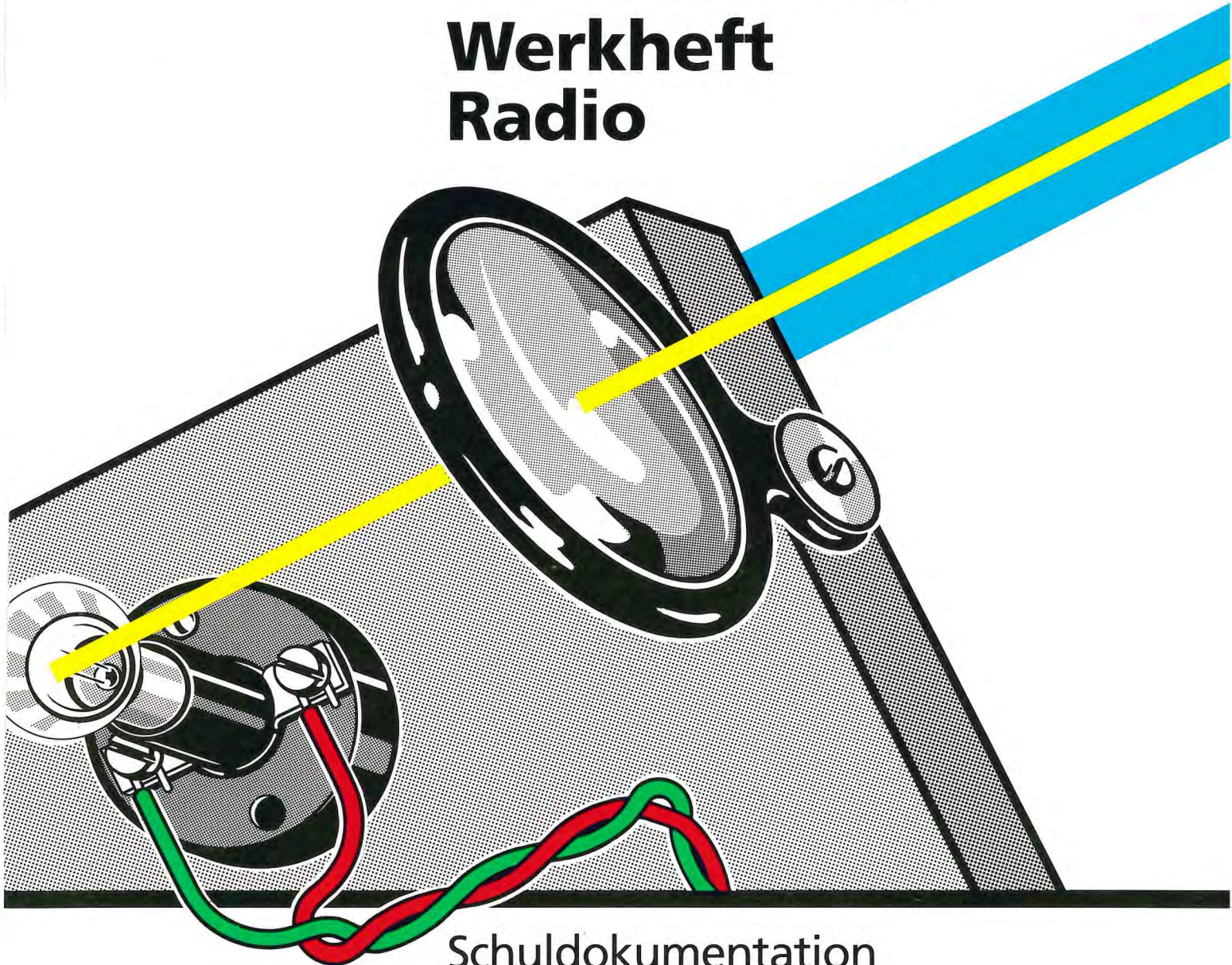




# **Nachrichten- übermittlung Werkheft Radio**



Schuldokumentation  
Schüleraushabe

# Vorwort

*"Wenn ihr den Rundfunk hört, so denkt auch daran, wie die Menschen in den Besitz dieses wunderbaren Werkzeugs gekommen sind."  
(Albert Einstein in der Eröffnungsrede zur Funkausstellung 1930 in Berlin)*

Wir sind auf dem Wege zur Informations- und Kommunikationsgesellschaft. Die stürmischen Entwicklungen in der Elektronik, Informatik und in der Fernmeldetechnik und ihre Anwendungen in fast allen Bereichen des täglichen Lebens beeinflussen auch die Dienstleistungen der PTT, die wir als etwas Selbstverständliches betrachten. Auch wenn heute mit modernen Medien die Bildübertragung im Vordergrund steht, vermögen die Geheimnisse der drahtlosen Nachrichtenübertragung aus der Pionierzeit des Radios immer noch zu faszinieren.

Das vorliegende Heft "Radio" ergänzt die Reihe der Werkhefte "Telegrafie" und "Telefonie" der PTT. Für das Gelingen der Aufgaben, die darin gestellt werden, sind die Erfahrungen, die beim Bau einfacherer elektronischer Geräte gesammelt worden sind, eine wichtige Voraussetzung.

**Dieses Werkheft richtet sich deshalb nicht an Anfängerinnen und Anfänger in der Elektronik.**

Im vorliegenden Werkheft sollen einfache elektronische Schaltungen, die im Radioempfänger oder in der Lichttonübertragung Anwendung finden, vorgestellt werden. Die Autoren haben fünf funktionstüchtige Geräte entwickelt, die einfach gebaut und von Schülerinnen und Schülern der entsprechenden Altersstufe verstanden und auch praktisch erprobt werden können.

Ohne Bewilligung der PTT dürfen keine Radiowellen verbreitet werden!  
Deshalb wird in diesem Heft der Bau eines Lichttونسenders behandelt.

Alle beschriebenen Geräte sind nach dem gleichen Konzept modular aufgebaut. Dadurch können physikalisch-technische Vorgänge besser durchschaut und verstanden werden. Gegenüber den Werkheften "Telegrafie" und "Telefonie" sind die Baugrundlagen, die für alle Geräte gelten, in einer Beilage  **Baugrundlagen** zusammengefasst worden.

Die Bauteile, die nur mit viel Aufwand beschafft werden könnten, liefern die PTT abgepackt zu einem günstigen Preis.

Alle an dieser Publikation Beteiligten hoffen, dass das Arbeiten mit diesem Werkheft Freude bereitet und viele Einsichten in das drahtlose Senden und Empfangen gewonnen werden. Darüber hinaus hoffen sie, vielen Lehrerinnen und Lehrern ein anregendes Hilfsmittel für den Werk- und den Naturkundeunterricht in die Hand zu geben.

## Sicherheitsbestimmungen

Die Geräte sind für den Batterie-Betrieb bestimmt und dürfen nicht an bestehende elektrische Leitungen angeschlossen werden.  
Die Antenne und die Erdleitung müssen sorgfältig ausgelegt werden. Im Freien ist dabei an die Blitzschlaggefahr zu denken!

## Umweltschutz

Ausgediente Batterien nicht in die Müllabfuhr werfen, sondern den Batteriesammelstellen abgeben.  
Eventuell alternative Gleichspannungsquellen verwenden!

Bern, im Dezember 1993. Die Autoren  
G. Gmünder  
H. Hofer  
M. Röthlisberger  
H. R. Stauffer

**Autoren:**

Gerhard Gmünder, Lehrer, Steffisburg, pens.  
Heinz Hofer, Sekundarlehrer, Langnau, pens.  
Mathias Röthlisberger, Lehrer, Hettiswil  
Hans R. Stauffer, Lehrer, Oberwil b. Büren

**Grafische Gestaltung:**

Atelier Lüthi & Siegrist, Bern

**Fotos** im geschichtlichen Teil, Seiten 20 – 23:  
PTT-Museum Bern

**Bausätze:**

Durch Autoren entwickelt und getestet.

**Lehrmittel und Bausätze:**

Generaldirektion PTT  
Schuldokumentation  
Viktoriastrasse 21  
3030 Bern

© **Generaldirektion PTT**  
**3030 Bern**

# Inhaltsverzeichnis

Seite

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bezugsquelle und Auskunft                                                                           | 2  |
| Tonübertragung:<br>Schaltkombinationen der 5 Geräte                                                 | 3  |
| Mikrofon mit Verstärker                                                                             | 4  |
| Lautsprecher mit Verstärker                                                                         | 8  |
| Lichttonsender                                                                                      | 12 |
| Lichttonempfänger                                                                                   | 16 |
| Geschichtliches:<br>Drahtlose Nachrichtenübermittlung                                               | 20 |
| Der zivile Rundfunk                                                                                 | 22 |
| Radiowellen:<br>Senden und Empfangen                                                                | 24 |
| Mittelwellenempfänger                                                                               | 26 |
| Die PTT für Schule und Öffentlichkeit<br>Hinweis auf weitere Informationsmöglichkeiten über die PTT | 30 |



**Baugrundlagen**, Separat-Druck (4seitig)  
befindet sich in der Lasche hinten

## Bezugsquelle

**Lehrmittel und Bausätze sind zu beziehen bei:**

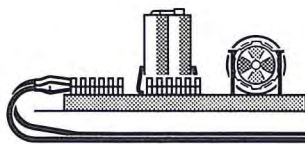
Generaldirektion PTT  
Schuldokumentation  
Viktoriastrasse 21  
3030 Bern

## Auskunft

**Fachliche Auskünfte:**

- Heinz Hofer, Napfstrasse 22,  
3550 Langnau, Telefon 035/2 28 88
- Mathias Röthlisberger, Grauenstein,  
3325 Hettiswil, Telefon 034/51 18 72
- Hans R. Stauffer, Turnweg 156,  
3298 Oberwil b. Büren, Telefon 032/81 21 20

Mikrofon mit Verstärker / Lautsprecher mit Verstärker



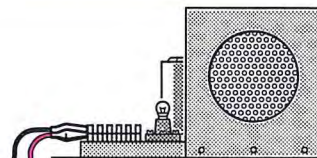
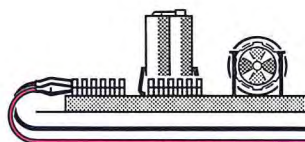
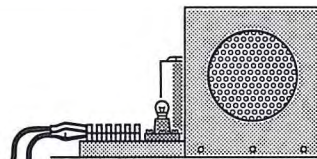
**Geräteprüfung mit:**

- Kopfhörer  $\approx 2\text{ k}\Omega$
- Ohrhörer
- Telefonhörer, grüne Kabel



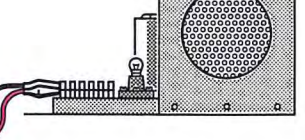
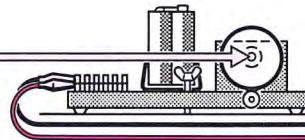
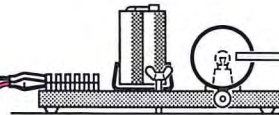
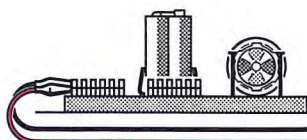
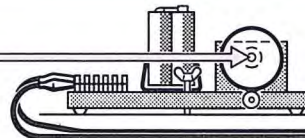
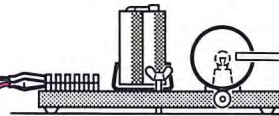
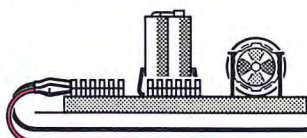
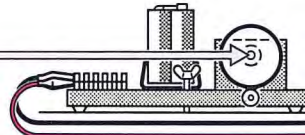
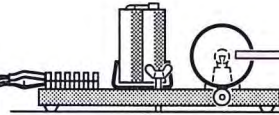
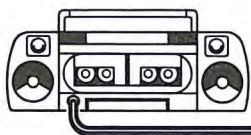
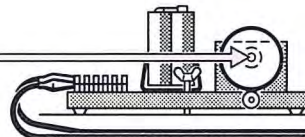
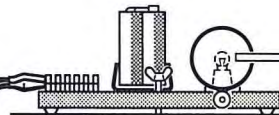
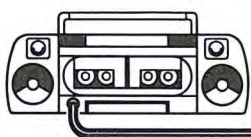
**Geräteprüfung mit Audiogeräten:**

- Radio-/Kassettengerät
- Walkman
- Ohrhörer

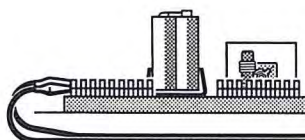


Lichttonsender

Lichttonempfänger

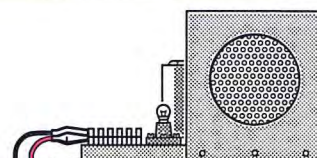
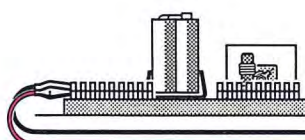


Mittelwellenempfänger



**Geräteprüfung mit:**

- Kopfhörer  $\approx 2\text{ k}\Omega$
- Ohrhörer
- Telefonhörer, grüne Kabel



## Mikrofon mit Verstärker

Zum Betreiben des Mikrofons siehe "Tonübertragung" Seite 3 und "Lautsprecher mit Verstärker" Seiten 8–11!

## Bauteile für 1 Mikrofon

- 1 Grundbrett
- 3 Schaltdrähte (rot, schwarz, grün)
- 3 Litzenkabel (rot, schwarz, grün)
- 6 Krokoklemmen schwarz

### Stromversorgung:

- 1 Batteriehalter
- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Potentiometer 5 k $\Omega$  mit 1 Drehachse
- 1 Widerstand 47 k $\Omega$  (gelb, violett, orange)
- 1 Diode 1A (1N4004)
- 1 Kondensator 2200  $\mu$ F, rund
- 1 Winkelschraube
- 6 Holzschrauben

### Verstärker mit Ausgang (Audio):

- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Transistor BC 107
- 1 Kondensator 220 nF
- 1 Widerstand 1 k $\Omega$  (braun, schwarz, rot)
- 1 Winkelschraube
- 2 Holzschrauben

### Eingang mit Lautstärke- regler:

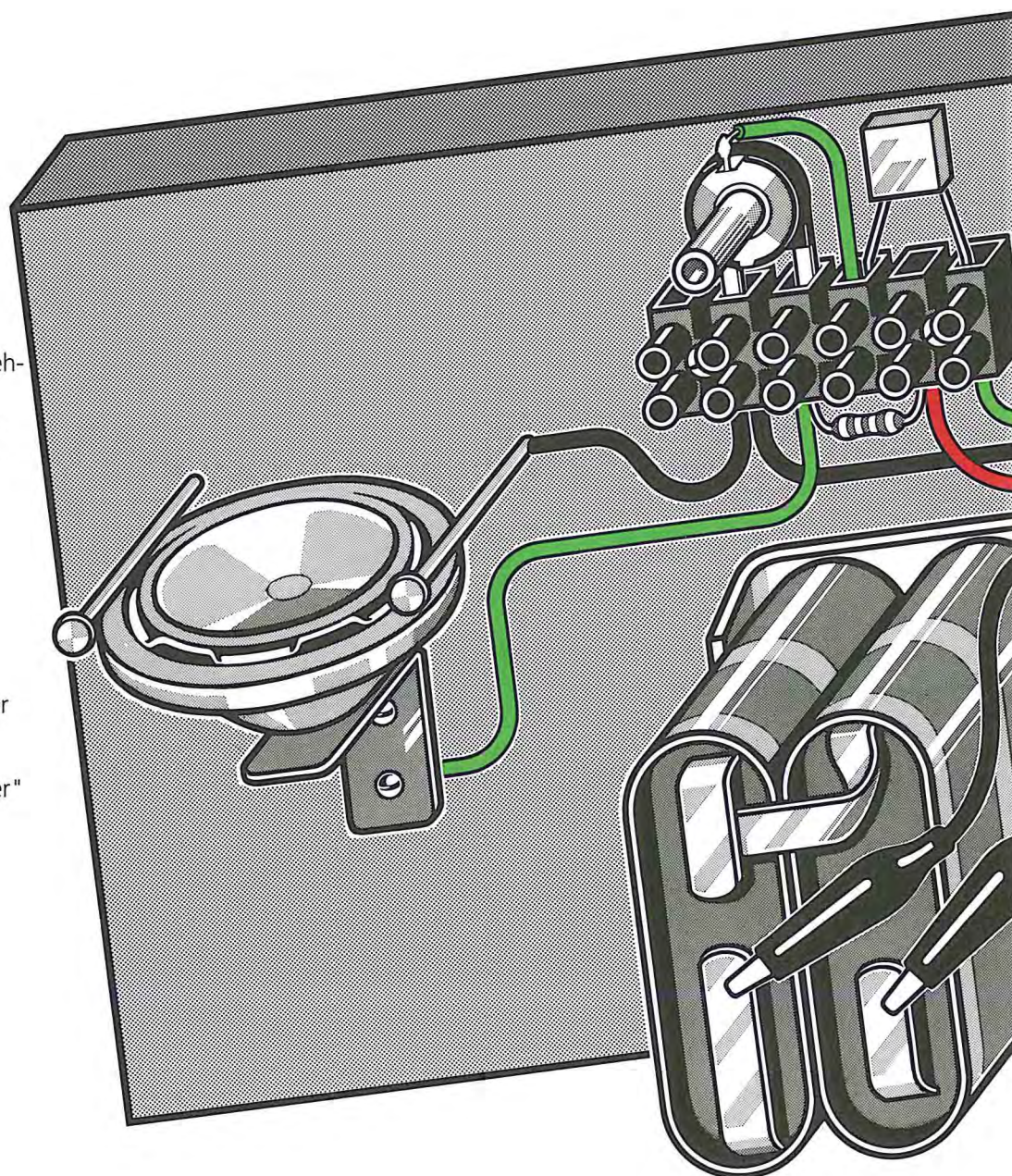
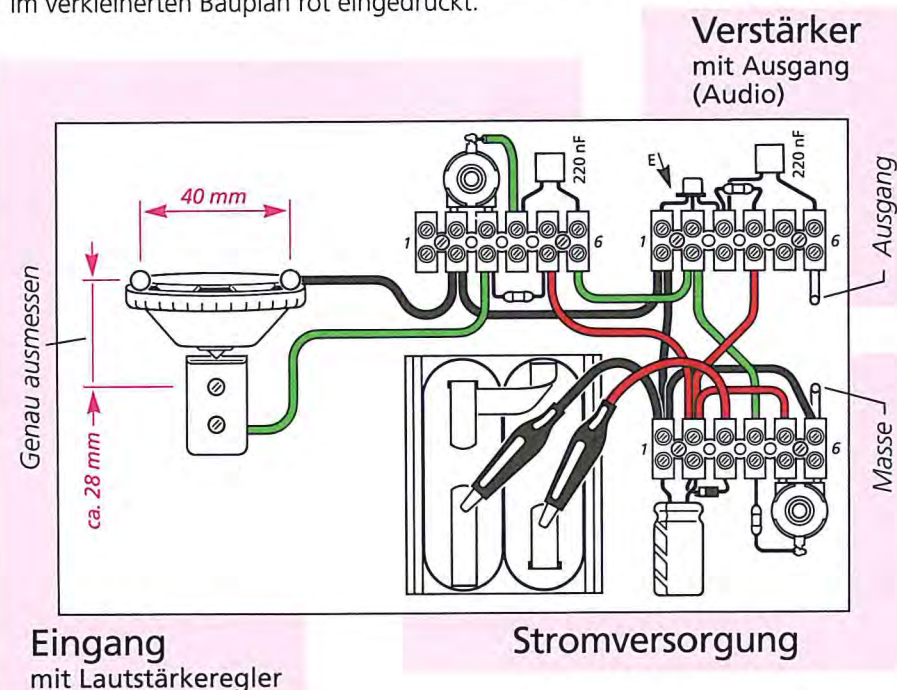
- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Potentiometer 5 k $\Omega$  mit Drehachse
- 1 Widerstand 220  $\Omega$  (rot, rot, braun)
- 1 Block-Kondensator 220 nF
- 1 Mikrofonkapsel
- 1 Kupferwinkel
- 2 Nägel, 50 mm
- 4 Holzschrauben

### Selbst zu besorgen:

- 2 Batterien 4,5 Volt
- 1 Kopfhörer mit 2  $\times$  2 k $\Omega$  oder
- 1 Telefonhörer PTT oder
- 1 Ohrhörer oder
- 1 "Lautsprecher mit Verstärker"

## Bauplan im Massstab 1:2!

Wichtige Masse, die beim Bauen unbedingt eingehalten werden müssen, sind im verkleinerten Bauplan rot eingedruckt.





## Montage

Die Montage geschieht immer in der gleichen Reihenfolge.

**i Baugrundlagen 1, 2** Grundbrett einteilen. Batteriehalter und Klemmenleisten aufschrauben.

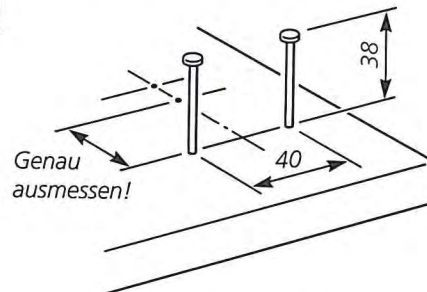
## Module

**3** Die elektronischen Bauteile in die Klemmenleisten einbauen und anschließend verdrahten.

## Montage

der Mikrofonkapsel

**4**



Die Mikrofonkapsel muss zwischen den beiden Nägeln und dem Kupferwinkel festklemmen!

Die Distanz zwischen den Nagel- und Schraubenlöchern genau ausmessen, und die Löcher mit einer Ahle ins Brett vorstechen.

Die 2 Nägel senkrecht so einschlagen, dass sie 38 mm vorstehen. Den einen Nagel wieder herausziehen und bereits jetzt vom Nagel zur Klemme verdrahten.

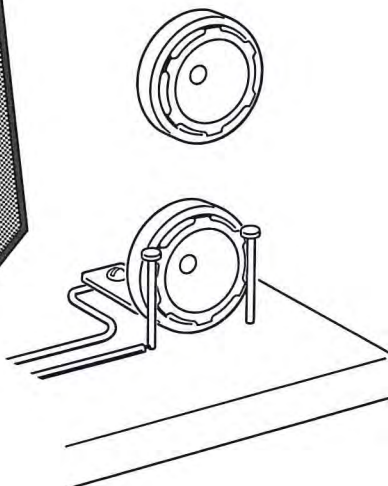
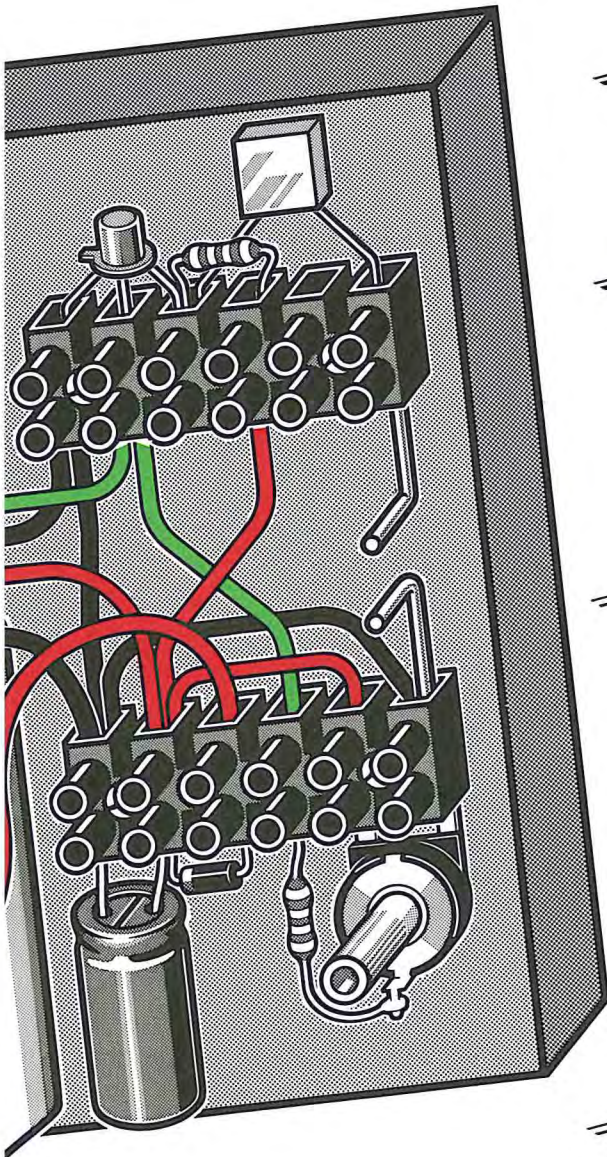
Die Drahtlänge genau abmessen! Die Drahtenden mit einer Abisolierzange 6 – 7 mm lang abisolieren.

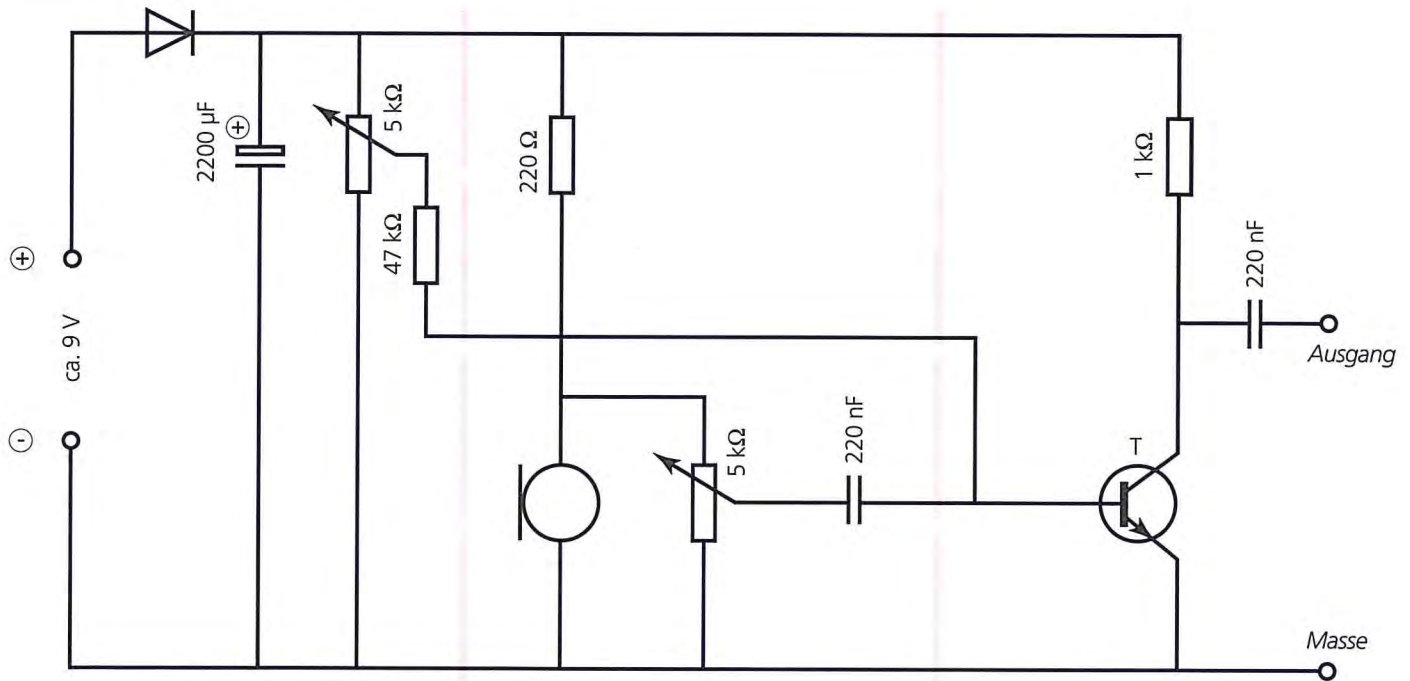
Beim **Kontakt-Nagel** das Drahtende rechtwinklig abbiegen und ins Nagelloch stecken. Den Nagel wieder einschlagen und so Kontakt machen. **Nicht löten!**

Den **Kupferwinkel** anschrauben. Gleichzeitig die Signalleitung von der äußeren Schraube zur Klemme verdrahten. Drahtanschluss unter dem Winkel **i Baugrundlagen 5, 15** siehe

Jetzt die **Mikrofonkapsel** vorsichtig zwischen die beiden Nägel und den Kupferwinkel schieben und solange drehen, bis 2 gerade Stellen des Frontbleches lotrecht und parallel zu den Nägeln stehen. Einrasten lassen!

Fortsetzung der Bauanleitung  
siehe **i Baugrundlagen 5 – 6**





**Ausgang** und **Masse**: Anschluss für verschiedene Geräte. Siehe Seite 3!

## Stromversorgung

Die **Diode** hat eine Schutzfunktion. Sie verhindert bei falsch gepolten Batterieanschlüssen die Zerstörung elektronischer Bauteile.

Der **Kondensator 2200 µF** gleicht Stromschwankungen aus und hält dadurch die Betriebsspannung konstant.

Mit dem **Spannungsteiler 5 kΩ + 47 kΩ** wird der Arbeitspunkt des Transistors T eingestellt.

## Eingang mit Lautstärkeregler

Das **Mikrofon** ändert seinen Widerstand im Rhythmus der auftreffenden Schallwellen.

Das **Potentiometer 5 kΩ** ist parallel zum Mikrofon geschaltet. Auch hier wirkt es als Spannungsteiler, mit dem die Lautstärke eingestellt wird.

Über den **Kondensator 220 nF** gelangen die vom Mikrofon verursachten Stromschwankungen zur Verstärkung auf den Transistor T.

## Verstärker mit Ausgang (Audio)

Der **Transistor T** bringt das Niederfrequenzsignal auf Kopfhörerlautstärke.

Über den **Kondensator 220 nF** wird das Niederfrequenzsignal (Musik, Sprache, usw.) auf den **Ausgang** (Winkelschraube) übertragen.

Ein angeschlossener Kopfhörer, Telefonhörer oder der "Lautsprecher mit Verstärker" machen die Signale hörbar.

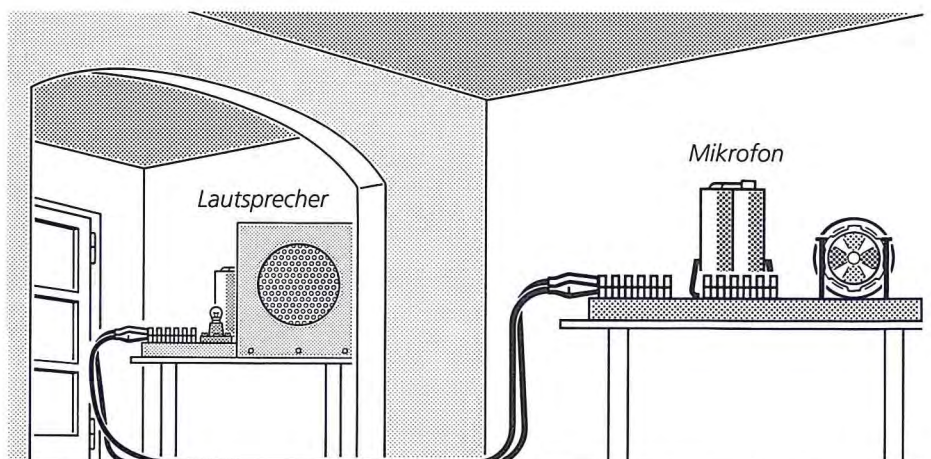
## Nachrichtenübermittlung Mikrofon → Lautsprecher

Einsatzmöglichkeiten siehe "Tonübertragung" Seite 3.

### Beachten!

Der Lautsprecher und das Mikrofon müssen genügend weit voneinander entfernt sein, sonst entsteht eine Rückkopplung (Pfeifen).

Ein leises Klopfen mit einem Finger auf die Mikrofonkapsel ertönt aus dem Lautsprecher verstärkt.



#### Kontrollen

**Achtung:** Die beiden 4,5 V-Batterien **noch nicht** in das Gerät **einsetzen**.

**Überprüfen:**

- Sind alle Bauteile gemäss Plan an der richtigen Stelle angebracht worden?
- Sind alle Verbindungsdrähte gezogen (anhand des Schemas die Verbindungen prüfen!) und die Kontakte hergestellt?
- Sind alle Schrauben leicht angezogen?

#### Einstellarbeiten

1. Nicht vergessen! Das Potentiometer der Stromversorgung bis zum Anschlag nach links drehen.
2. Das Potentiometer des Lautstärkereglers ganz nach rechts drehen (**volle Lautstärke**).
3. Den Kopfhörer ( $2 \times 2 \text{ k}\Omega$ ) beim *Ausgang* und bei der *Masse* an den Winkelschrauben anschliessen und aufsetzen.
4. Ein Radio leise laufen lassen und das Mikrofon davor stellen.
5. Erst jetzt die zwei 4,5 V-Batterien einsetzen und die beiden Krokodklemmen-Kabel anschliessen (rotes Kabel an  $\oplus$ , schwarzes Kabel an  $\ominus$ ).
6. Nun am Potentiometer der Stromversorgung **langsam** nach rechts drehen, bis im Kopfhörer die Tonqualität gut ist. Jetzt ist der Arbeitspunkt des Transistors für die Mikrofonverstärkung eingestellt.

#### Mikrofon im Einsatz

Siehe auch Zeichnung Seite 6 unten!

An die Winkelschrauben des *Ausgangs* und der *Masse* werden jetzt die gewählten Geräte **angeschlossen** und **eingeschaltet**. (Siehe auch "Tonübertragung", Seite 3.)

Eventuell noch passende Verbindungskabel herstellen. Siehe "Kabel-Varianten".



**Hinweis:** Der Kopfhörer kann durch den Lautsprecher ersetzt werden. Der Lautsprecher und das Mikrofon müssen aber genügend weit voneinander entfernt sein, sonst entsteht Rückkopplung (Pfeifen).

Mit dem Kopfhörer und einem Verlängerungskabel können Geräusche und Töne in der Umgebung des Mikrofons abgehört werden.

#### Fehlersuche

- Nochmals alle Teile, wie oben bei "Kontrollen" aufgeführt, überprüfen.
- Funktionieren die Batterien?
- Ist der Arbeitspunkt des Transistors noch richtig eingestellt?
- Durch Wiederholen der Einstellarbeiten (1. – 6.) kann die Tonqualität optimiert werden.

 **6**: **Merke** → Gerät ausschalten!

## Lautsprecher mit Verstärker

Zum Betreiben des Lautsprechers siehe "Tonübertragung" Seite 3 und "Mikrofon mit Verstärker" Seiten 4–7!

### Bauteile für

#### 1 Lautsprecher mit Verstärker

- 1 Grundbrett
- 3 Schaltdrähte (rot, schwarz, grün)
- 3 Litzenkabel (rot, schwarz, grün)
- 1 Verbindungskabel 2adrig
- 1 Klinkenstecker für Kopfhörerbuchse bei einem Audiogerät
- 11 Krokodklemmen schwarz

#### Stromversorgung:

- 1 Batteriehalter
- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Potentiometer 5 k $\Omega$  mit 1 Drehachse
- 1 Widerstand 47 k $\Omega$  (gelb, violett, orange)
- 1 Diode 1A (1N4004)
- 1 Kondensator 2200  $\mu$ F, rund
- 1 Lämpchenfassung
- 2 Lämpchen 2,5 V / 0,3 A (1 Reserve)
- 1 Winkelschraube
- 8 Holzschrauben

#### Eingang mit Lautstärkeregler und Vorverstärker:

- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Potentiometer 5 k $\Omega$  mit Drehachse
- 1 Transistor BC 107
- 1 Block-Kondensator 33 nF
- 1 Block-Kondensator 220 nF
- 1 Winkelschraube
- 2 Holzschrauben

#### Endverstärker mit Lautsprecher:

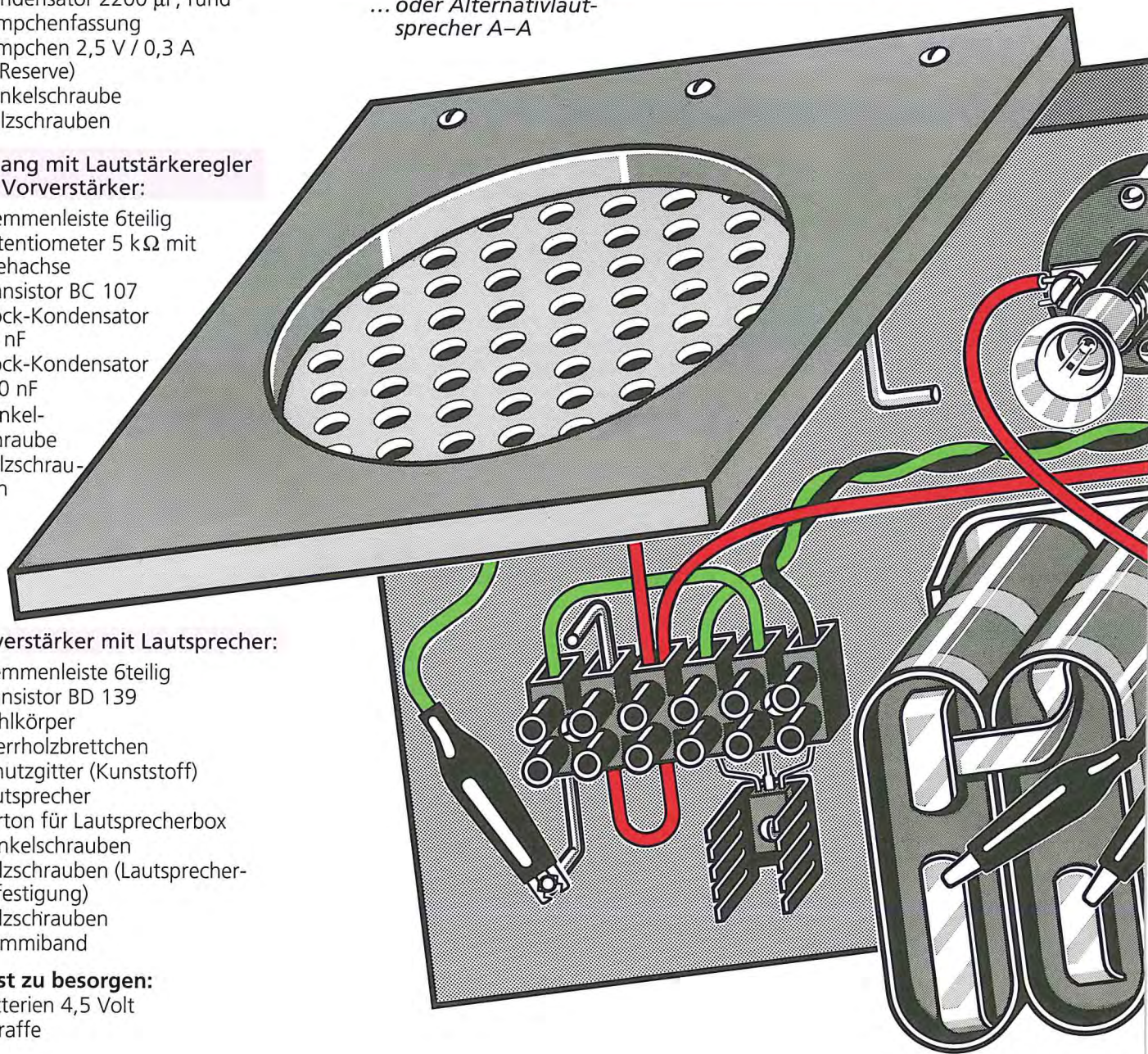
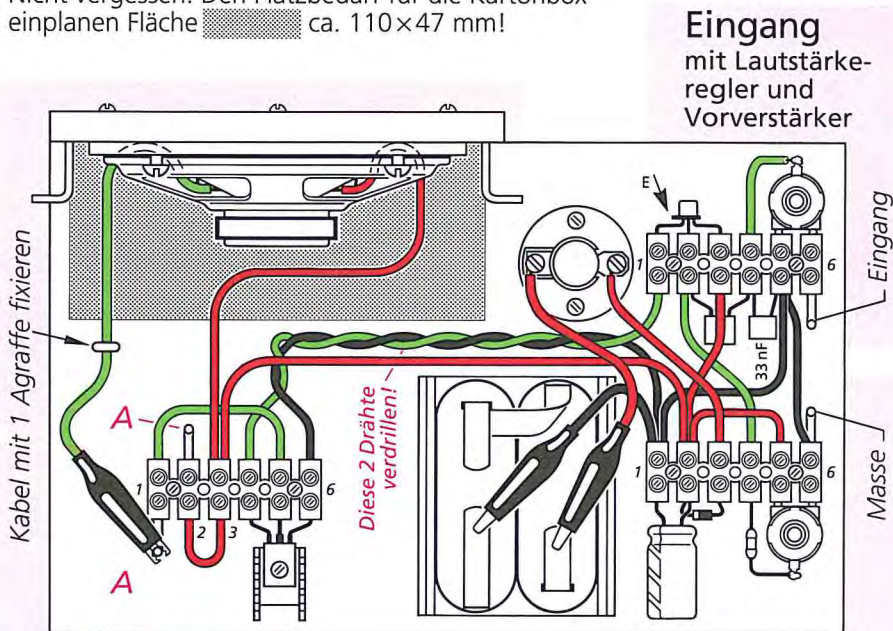
- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Transistor BD 139
- 1 Kühlkörper
- 1 Sperrholzbrettchen
- 1 Schutzgitter (Kunststoff)
- 1 Lautsprecher
- 1 Karton für Lautsprecherbox
- 4 Winkelschrauben
- 4 Holzschrauben (Lautsprecherbefestigung)
- 6 Holzschrauben
- 1 Gummiband

#### Selbst zu besorgen:

- 2 Batterien 4,5 Volt
- 1 Agraffe

## Bauplan im Massstab 1:2!

Nicht vergessen: Den Platzbedarf für die Kartonbox einplanen Fläche  ca. 110×47 mm!



## Bauanleitung

Lautsprecher mit Verstärker

**Wichtig: Zuerst die Beilage "Baugrundlagen" lesen !**



## Montage

Die Montage geschieht immer in der gleichen Reihenfolge.

**i Baugrundlagen 1, 2** Grundbrett einteilen. Batteriehalter und Klemmenleisten aufschrauben.

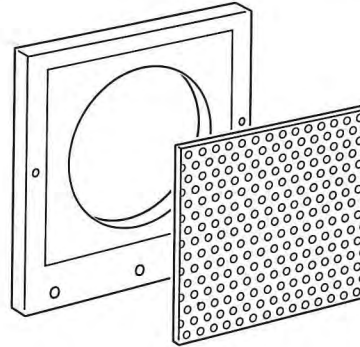
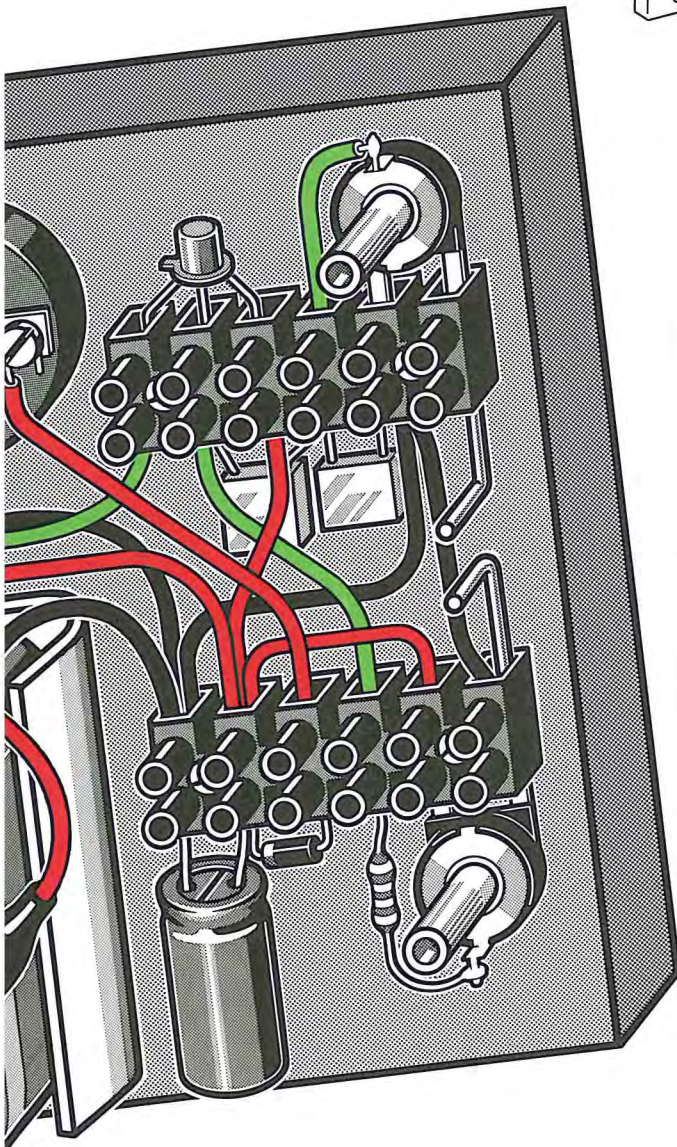
## Module

**3** Die **elektronischen Bauteile** in die Klemmenleisten **einbauen** und anschließend **verdrahten**.

## Montage

des Lautsprechers

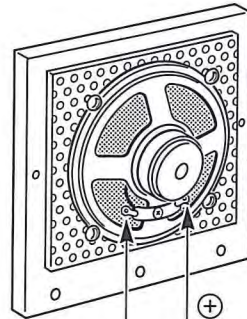
**4 Hinweis:** Die Einteilung des Grundbrettes wird erleichtert, wenn zuerst der Lautsprecher zusammengebaut und ans Brett geschraubt wird!



**1 Sperrholzbrettchen:** Die richtige Seite wählen! Es ist diejenige mit den 2 vorgebohrten Löchern für die Winkelschrauben.

**1 Schutzgitter** auf das Brettchen legen und über dem Loch einmitten.

**1 Lautsprecher** zentriert über dem Loch des Brettchens auf das Gitter legen. Die Anschlüsse  $\oplus/\ominus$  müssen senkrecht unten liegen. Den Rand des Lautsprechers auf 4 passende Gitterlöcher, die zur Befestigung dienen, ausrichten. Die Schraubenlöcher mit einer Ahle ins Brett vorstechen!



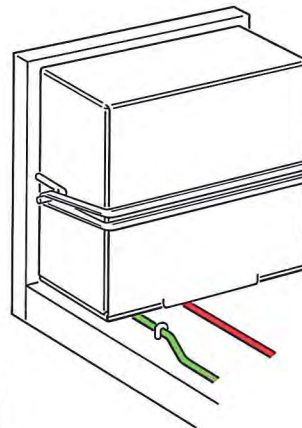
Kabel grün Draht rot anlöten

**4 Holzschrauben:** Gitter und Lautsprecher nicht zu fest anschrauben (2. Zeichnung).

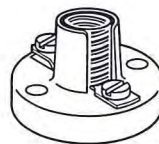
Das Sperrholzbrettchen mit dem Lautsprecher ans Grundbrett schrauben.

**2 Winkelschrauben** (Gummelihalter) maximal bis zum Gewindeende ins Brettchen schrauben.

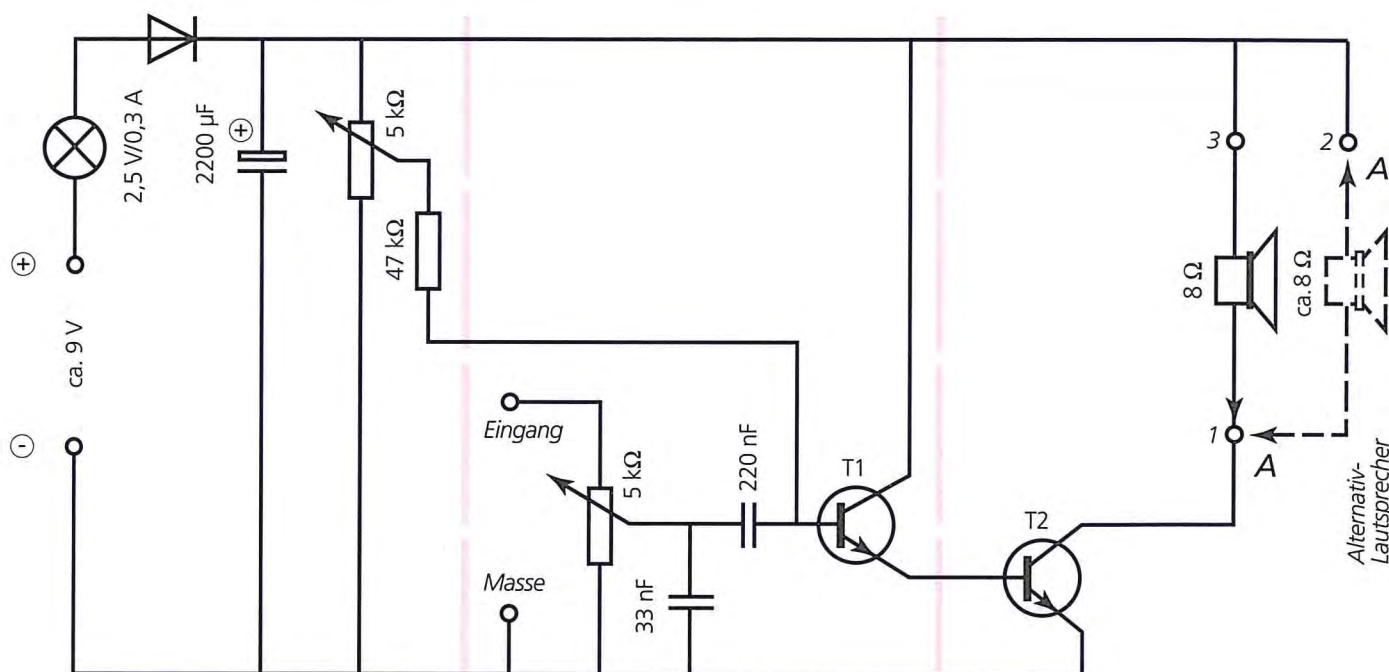
**1 Karton** zu einer Box falten und als Resonanzkasten hinten am Lautsprecher mit 1 Gummeli anpressen (3. Zeichnung).



**1 Lämpchenfassung** aufschrauben. Das Lämpchen noch nicht einschrauben!



Fortsetzung der Bauanleitung siehe **i Baugrundlagen 5 - 6**



**Eingang** und **Masse**: Anschluss für verschiedene Geräte. Siehe Seite 3!

## Stromversorgung

Die **Diode** hat eine Schutzfunktion. Sie verhindert bei falsch gepolten Batterieanschlüssen die Zerstörung elektronischer Bauteile.

Der **Kondensator 2200 µF** gleicht Stromschwankungen aus und hält dadurch die Betriebsspannung konstant. Mit dem **Spannungsteiler 5 kΩ + 47 kΩ** wird der Arbeitspunkt des Transistors T1 eingestellt und damit auch die Leuchtstärke des Lämpchens.

## Eingang mit Lautstärkereglern und Vorverstärker

Über den **Kondensator 220 nF** werden Niederfrequenzsignale (Musik, Sprache, usw.) aus einem Mikrofon oder einem Audiogerät auf den **Transistor T1** zur Vorverstärkung übertragen. Der Kondensator 220 nF überträgt nur Wechselströme (Schwingungen), nicht Gleichströme.

Der **Kondensator 33 nF** dämpft Schwingungen hoher Frequenzen: Der Ton wird angenehmer!

Mit dem **Potentiometer 5 kΩ** wird die Lautstärke eingestellt.

## Endverstärker mit Lautsprecher

Durch den Transistor T1 werden die Niederfrequenz (NF)-Signale für den Leistungstransistor T2 vorverstärkt.

Wenn **zwei Transistoren** so zusammengeschaltet werden, dass der Emitterstrom des ersten Transistors (T1) als Basisstrom durch den zweiten (T2) fließt, bilden sie die sogenannte Darlington-Schaltung, die eine grosse Verstärkung für den Lautsprecher bewirkt.

Der **Lautsprecher** wandelt die elektrischen Impulse mittels eingebauter Spule, Magneten und der trichterförmigen Membrane in Schallwellen (Töne) um.

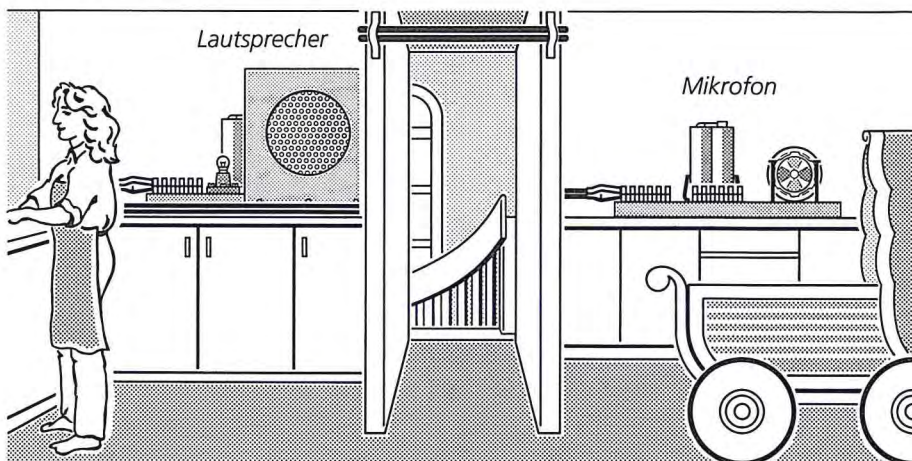
## Nachrichtenübermittlung Mikrofon → Lautsprecher

**Einsatzmöglichkeiten** siehe "Tonübertragung" Seite 3.

### Beachten!

Der Lautsprecher und das Mikrofon müssen genügend weit voneinander entfernt sein, sonst entsteht Rückkopplung (Pfeifen).

Mit dem Mikrofon und dem Lautsprecher kann eine Überwachungsanlage gebaut werden, z.B. ein "Baby-Sitter".



## Kontrollen

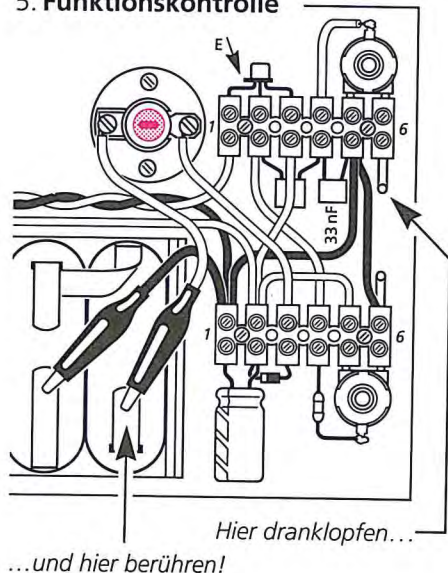
**Achtung:** Die beiden 4,5 V-Batterien **noch nicht** in das Gerät **einsetzen**.

### Überprüfen:

- Sind alle Bauteile gemäss Plan an der richtigen Stelle angebracht worden?
- Sind alle Verbindungsdrähte gezogen (anhand des Schemas die Verbindungen prüfen!) und die Kontakte hergestellt?
- Sind alle Schrauben leicht angezogen?

## Einstellarbeiten

### 5. Funktionskontrolle



1. Nicht vergessen! Das Potentiometer der Stromversorgung bis zum Anschlag nach links drehen. Sonst besteht die Gefahr, dass das Lämpchen durchbrennt.
2. Das Potentiometer des Lautstärkereglers ganz nach rechts drehen (**volle Lautstärke**).
3. Erst jetzt die zwei 4,5 V-Batterien einsetzen und die beiden Krokodklemmen-Kabel anschliessen (rotes Kabel an  $\oplus$ , schwarzes Kabel an  $\ominus$ ).
4. Nun am Potentiometer der Stromversorgung langsam nach rechts drehen bis das Lämpchen schwach leuchtet. So wird der Arbeitspunkt des Transistors T1 eingestellt.  
**Merke:** Das Gerät ist gut eingestellt, wenn das Lämpchen nur schwach leuchtet.

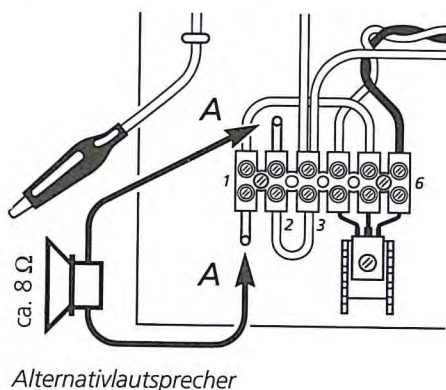
### 5. Funktionskontrolle des Lautsprechers (siehe Zeichnung links)

**Prüfen:** Mit einem Nagel oder einem Stück blanken Drahtes leicht an die Winkelschraube des *Eingangs* klopfen und gleichzeitig mit einem Finger der andern Hand den Pluspol der Batterien berühren. Wenn dieses Klopfen im Lautsprecher deutlich vernehmbar ist, funktioniert er.

**Fein-Einstellen:** Den "Lautsprecher mit Verstärker" an die Kopfhörerbuchse eines Walkmans oder Radios anschliessen und das Potentiometer der Stromversorgung verstellen, bis der Ton sauber und unverzerrt ist.

## Lautsprecher im Einsatz

Siehe auch Zeichnung Seite 10 unten!



An die Winkelschrauben des *Ausgangs* und der *Masse* werden jetzt die gewählten Geräte angeschlossen und eingeschaltet. (Siehe auch "Tonübertragung", Seite 3.)

Eventuell noch passende Verbindungskabel herstellen. Siehe "Kabel-Varianten".

**Baugrundlagen 5**

### Endverstärker mit einem Alternativlautsprecher:

An den beiden Winkelschrauben des Endverstärkers kann auch ein anderer Lautsprecher (Boxe einer Stereoanlage) angeschlossen werden. Siehe Zeichnung links.

Der eingebaute Lautsprecher **muss ausgeschaltet werden**, indem die Krokodklemme des grünen Kabels abgehängt wird.

## Fehlersuche

- Nochmals alle Teile, wie oben bei "Kontrollen" aufgeführt, überprüfen.
- Funktionieren die Batterien?
- Brennt das Lämpchen nicht zu hell? Ist somit der Arbeitspunkt des Transistors T1 noch richtig eingestellt?
- Durch Wiederholen der Einstellarbeiten (1. – 5.) kann die Tonqualität optimiert werden.

**Baugrundlagen 6** : **Merke** → Gerät ausschalten!

## Lichttsonsender

Zum Betreiben des Lichttsonsenders muss als Gegenstation auch der "Lichttonempfänger" (Seiten 16–19) gebaut werden!

### Bauteile für

#### 1 Lichttsonsender

- 1 Grundbrett
- 1 Flügelschraube
- 2 Gummifüsschen
- 3 Schaltdrähte (rot, schwarz, grün)
- 3 Litzenkabel (rot, schwarz, grün)
- 1 Verbindungskabel 2adrig
- 1 Klinkenstecker für Kopfhörer-  
buchse bei einem Audiogerät
- 6 Krokodklemmen schwarz

#### Stromversorgung:

- 1 Batteriehalter
- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Potentiometer 5 k $\Omega$  mit 1 Dreh-  
achse
- 1 Widerstand 2,2 k $\Omega$  (rot, rot, rot)
- 1 Diode 1A (1N4004)
- 1 Kondensator 2200  $\mu$ F, rund
- 1 Winkelschraube
- 6 Holzschrauben

#### Verstärker:

- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Transistor BD 139
- 1 Kühlkörper
- 1 Block-Kondensator 220 nF
- 1 Winkelschraube
- 3 Holzschrauben

#### Sender:

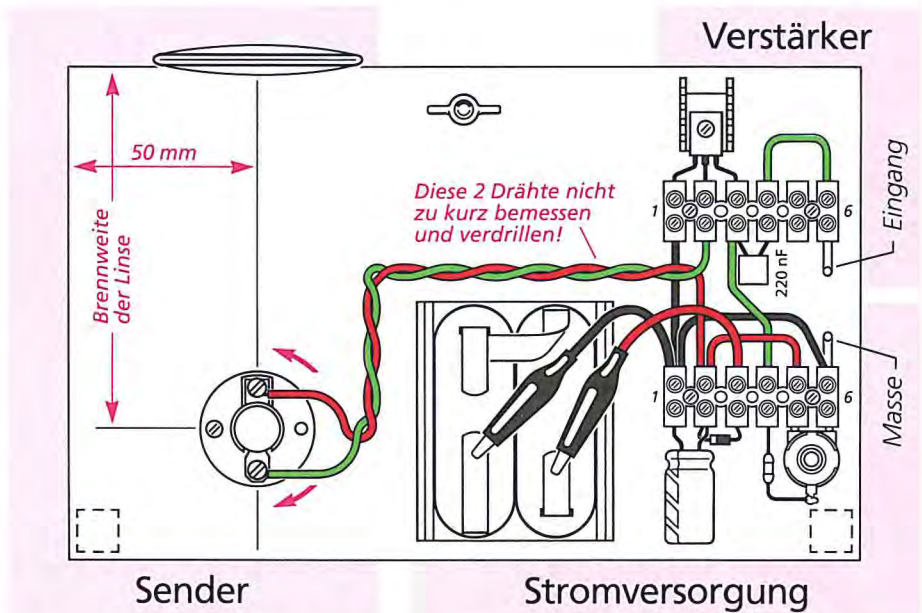
- 1 Linse
- 1 Lämpchenfassung
- 2 Lämpchen 2,5 V / 0,3 A  
(1 Reserve)
- 1 Unterlagsscheibe
- 2 Holzschrauben

#### Selbst zu besorgen:

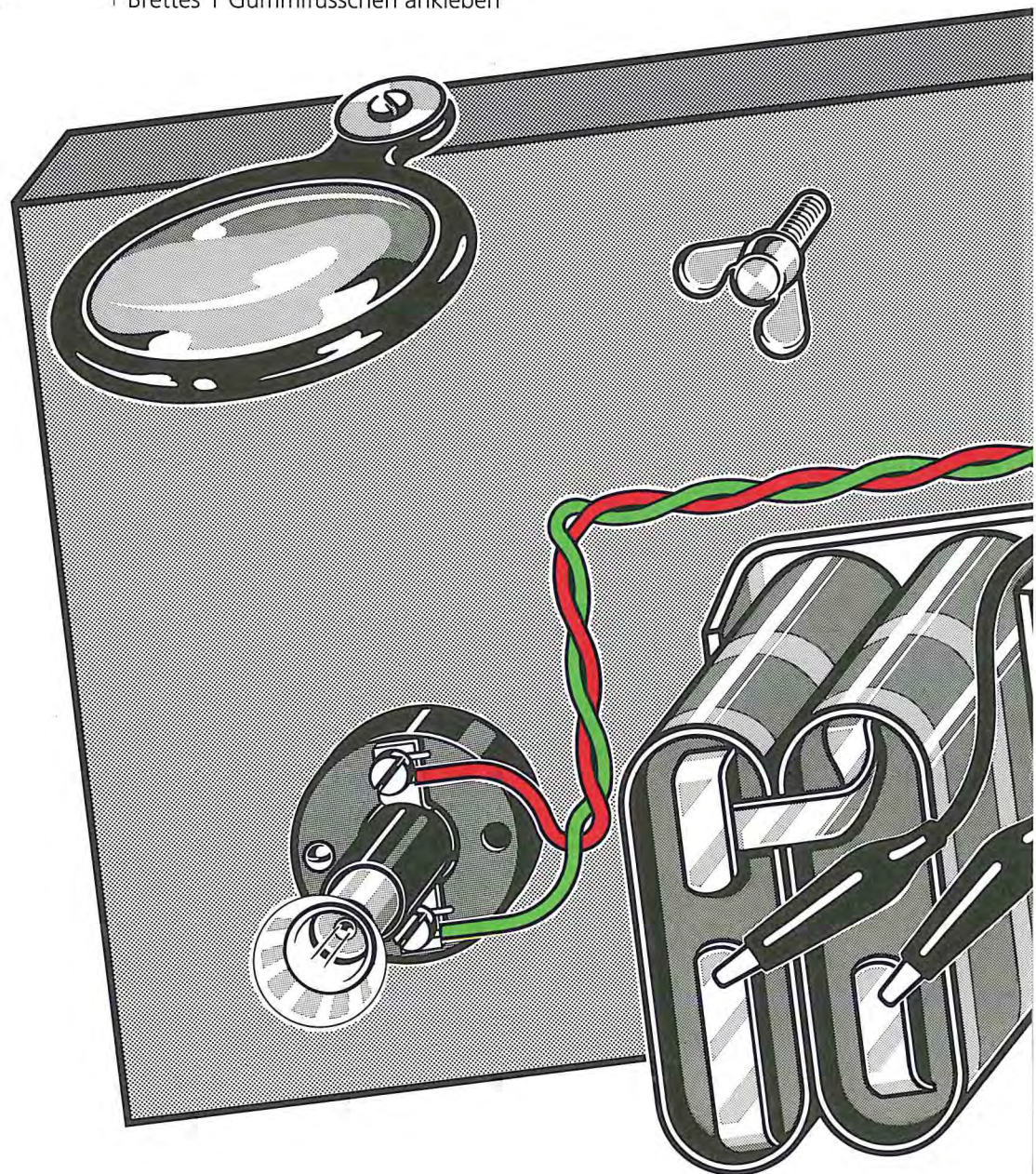
- 2 Batterien 4,5 Volt

## Bauplan im Masstab 1:2!

Wichtige Masse, die beim Bauen unbedingt eingehalten werden müssen, sind im verkleinerten Bauplan rot eingedruckt.



Links und rechts an der Unterseite des Brettes 1 Gummifüsschen ankleben



**Wichtig: Zuerst die Beilage "Baugrundlagen" lesen !**



## Montage

Die Montage geschieht immer in der gleichen Reihenfolge.

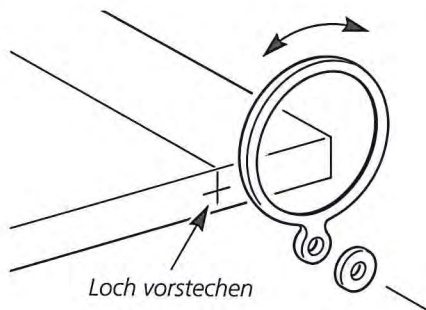
**i Baugrundlagen 1, 2** Grundbrett einteilen. Batteriehalter und Klemmenleisten aufschrauben.

## Module

**3** Die **elektronischen Bauteile** in die Klemmenleisten **einbauen** und anschließend **verdrahten**.

## Montage des Senders

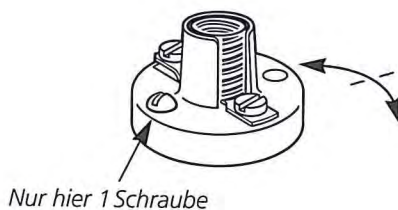
**4**



Zuerst die **Achslinie Linse – Lämpchen** ziehen. Masse siehe Bauplan!

Die **Linse** aus der Plastikhülle nehmen. Mit einem Seitenschneider die Niete durchtrennen.

Die **Linse** genau auf die Lämpchenmitte ausrichten und mit 1 Unterlagsscheibe und 1 Schraube stirnseitig ans Brett schrauben.

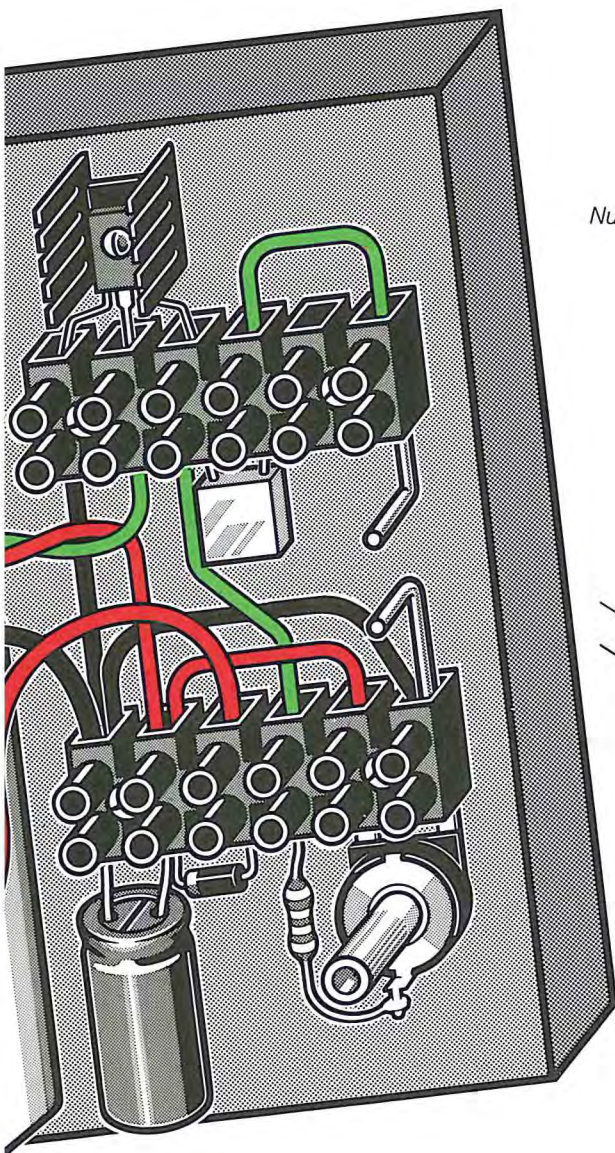


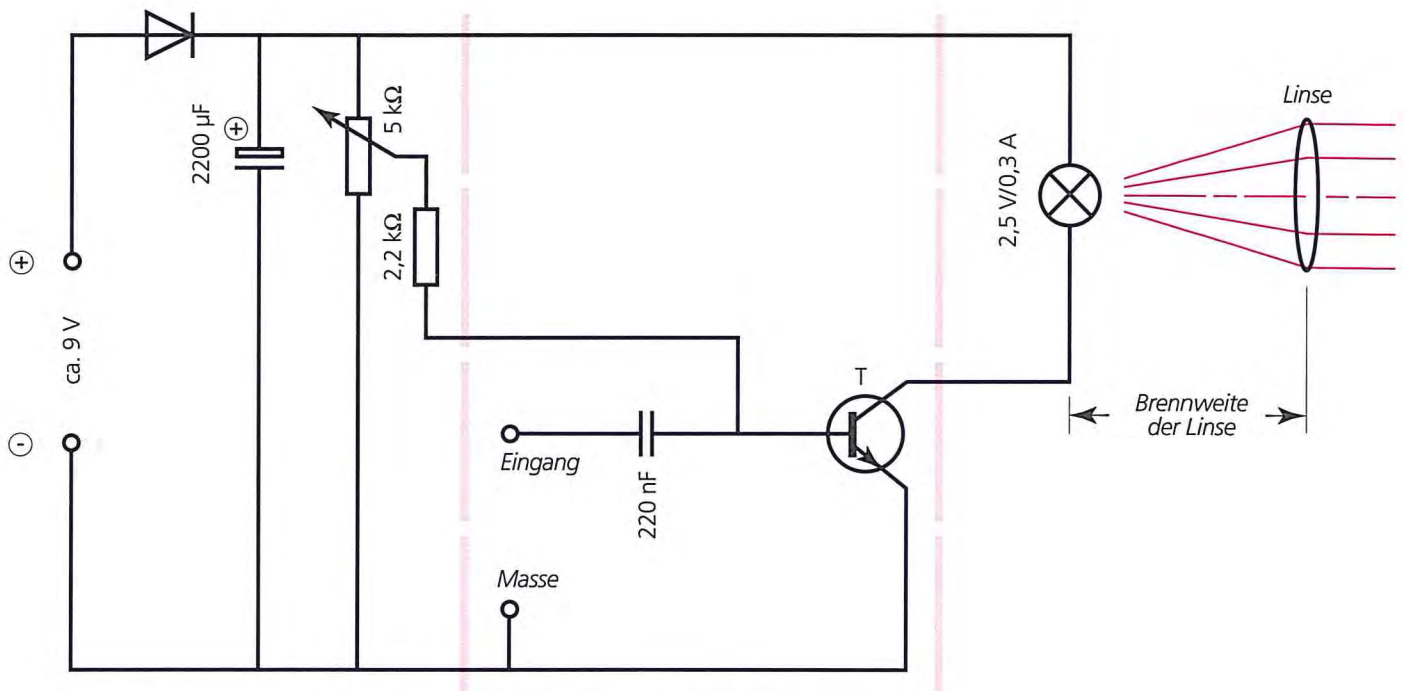
Die **Lämpchenfassung** (Montagemass siehe Bauplan) mit nur 1 Schraube aufschrauben. Die Fassung muss hin- und herbewegt werden können. Siehe "Lichttzensender einstellen" 4., Seite 15! Das Lämpchen noch nicht einschrauben!

Die **Flügelschraube** senkrecht ins vorgebohrte Loch eindrehen bis sie unten ca. 6 mm heraussteht.

**Unten** am Brett 2 selbstklebende **Gummifüßchen** andrücken. An diesen Stellen muss das Brett staub- und fettfrei sein!

Fortsetzung der Bauanleitung  
siehe **i Baugrundlagen 5 – 6**





**Eingang** und **Masse**: Anschluss für verschiedene Geräte. Siehe Seite 3!

## Stromversorgung

Die **Diode** hat eine Schutzfunktion. Sie verhindert bei falsch gepolten Batterieanschlüssen die Zerstörung elektronischer Bauteile.

Der **Kondensator 2200 µF** gleicht Stromschwankungen aus und hält dadurch die Betriebsspannung konstant.

Mit dem **Spannungsteiler 5 kΩ + 2,2 kΩ** wird der Arbeitspunkt des Transistors eingestellt und damit auch die Leuchtstärke des Lämpchens.

## Verstärker

Über den **Kondensator 220 nF** werden Niederfrequenzsignale (Musik, Sprache, usw.) aus einem Mikrophon oder einem Audiogerät auf den **Transistor T** zur Verstärkung übertragen. Der Kondensator überträgt nur Wechselströme (Schwingungen), also keine Gleichströme.

## Sender

Leuchtet das **Lämpchen** genau im Brennpunkt der Linse, so entsteht ein Strahlenbündel, womit Signale bis auf eine Entfernung von 20 m und mehr übertragen werden können.

Die **Flügelschraube** dient zur Höhen-Feineinstellung des Lichtstrahles.

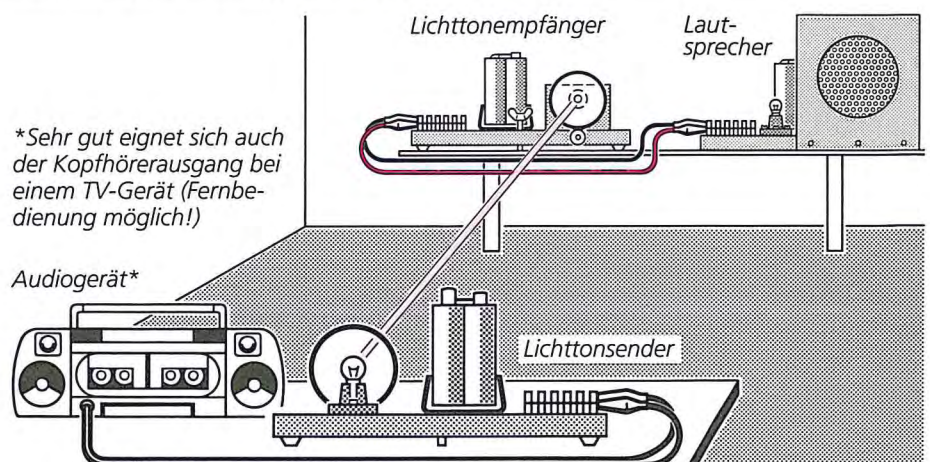
## Nachrichtenübermittlung Lichttzensender → Lichttonempfänger

**Einsatzmöglichkeiten** siehe "Tonübertragung" Seite 3.

Funktionieren die Geräte optimal, kann versucht werden, Musik auf möglichst grosse Distanzen zu übertragen. Bei völliger Dunkelheit sind Sendedistanzen von über 20 m möglich.

*\*Sehr gut eignet sich auch der Kopfhörerausgang bei einem TV-Gerät (Fernbedienung möglich!)*

Audiogerät\*



Eventuell noch passende Verbindungskabel herstellen.

Siehe "Kabelvarianten",

**Baugrundlagen** 5

## Kontrollen

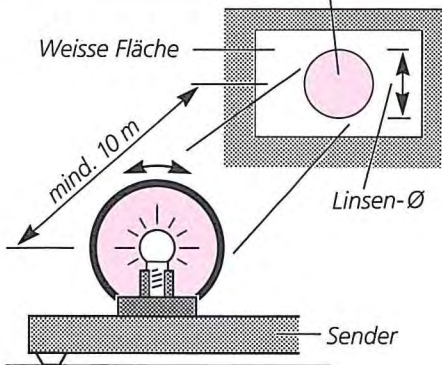
**Achtung:** Die beiden 4,5 V-Batterien **noch nicht** in das Gerät **einsetzen**.

### Überprüfen:

- Sind alle Bauteile gemäss Plan an der richtigen Stelle montiert?
- Sind alle Verbindungsdrähte gezogen (anhand des Schemas die Verbindungen prüfen!) und die Kontakte hergestellt?
- Sind alle Schrauben leicht angezogen?

## Lichttonsender einstellen

**Wichtig:** Der Lichtfleck sollte in jeder Distanz **die Grösse der Linse** besitzen: **Parallelstrahlen**.



**Für die Einstellarbeiten den Raum etwas abdunkeln!**

**Parallele Lichtstrahlen erzeugen** (Mindestens 10 Meter weit!)

1. Nicht vergessen! Das Potentiometer der Stromversorgung bis zum Anschlag nach links drehen. Sonst besteht die Gefahr, dass das Lämpchen durchbrennt.
2. Erst jetzt die zwei 4,5 V-Batterien einsetzen und die beiden Krokodklemmen-Kabel anschliessen (rotes Kabel an  $\oplus$ , schwarzes Kabel an  $\ominus$ ).
3. Das Potentiometer der Stromversorgung **langsam** nach rechts drehen, bis das Lämpchen eine **mittlere Leuchtstärke** hat.
4. Durch das Vor- oder Zurückdrehen der Lämpchenfassung wirft die Linse einen grösseren oder kleineren Lichtfleck auf die weisse Fläche.
5. Durch seitliches Schwenken der Linse wird ein kreisrunder oder ovaler Lichtfleck erzeugt. Hat der Lichtfleck die Grösse und die kreisrunde Form der Linse, dann sind die Strahlen parallel!

## Einstellarbeiten zur Lichttonübertragung

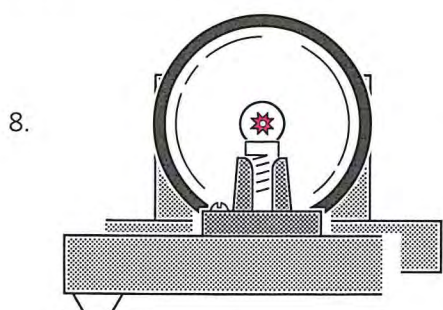
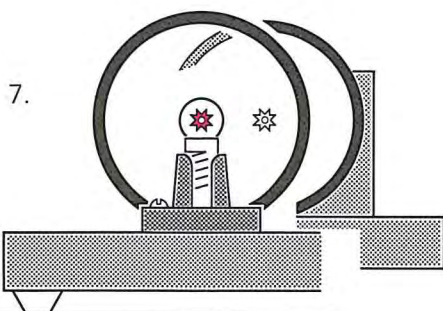
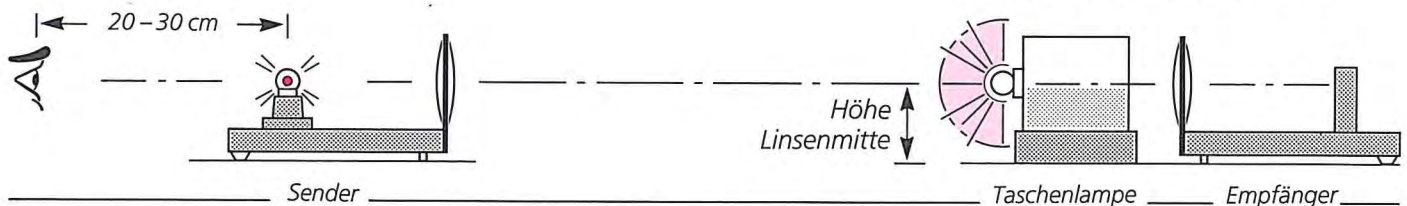
Siehe auch Zeichnung Seite 14 unten!

**Der Lichttonsender im Einsatz bedingt als Gegenstation den Lichttonempfänger!** Den Lichttonempfänger betriebsbereit machen. Siehe "Lichttonempfänger einstellen", Seite 19.

Den Sender und den Empfänger am besten auf gleicher Höhe aufstellen.

**Den Lichttonempfänger anpeilen**

**Beachte:** Er darf nicht eingeschaltet sein (den Fototransistor schützen)!



6. Vor die Linsenmitte des Empfängers ein Lämpchen (Taschenlampe) stellen und einschalten. Darf hell leuchten!
7. Das Lämpchen des Senders nur **ganz schwach** zum Glühen bringen und aus einer Entfernung von ca. 20 – 30 cm durch das Lämpchen und die Linse den Lichtpunkt vor dem Empfänger anvisieren. Zu sehen ist neben dem glimmenden Glühwendel ebenfalls ein gleichgrosser heller "Lichtstern" des Taschenlämpchens.
8. Den Lichttonsender seitlich schwenken bis sich die beiden Lichtsterne im Lämpchen haargenau decken. Jetzt ist der Lichttonempfänger exakt im Lichtbündel des Senders.
9. Das Lämpchen vor dem Lichttonempfänger wegnehmen und ihn einschalten. Auch die gewählten Geräte anschliessen und einschalten. Jetzt kann gesendet werden!

**Hinweis:** Starkes Flackern des Lämpchens weist darauf hin, dass der Lichttonsender übersteuert ist!  
Siehe auch "Funktionstest", Seite 19 unten.

## Lichttonempfänger

Zum Betreiben des Lichttonempfängers muss als Gegenstation auch der "Lichttongesender" (Seiten 12 – 15) gebaut werden!

### Bauteile für 1 Lichttonempfänger

- 1 Grundbrett
- 1 Flügelschraube
- 2 Gummifüsschen
- 3 Schaltdrähte (rot, schwarz, grün)
- 3 Litzenkabel (rot, schwarz, grün)
- 1 Verbindungskabel 2adrig, 2m
- 6 Krokodklemmen schwarz

#### Stromversorgung:

- 1 Batteriehalter
- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Potentiometer 5 k $\Omega$  mit 1 Drehachse
- 1 Widerstand 47 k $\Omega$  (gelb, violett, orange)
- 1 Diode 1A (1N4004)
- 1 Kondensator 2200  $\mu$ F, rund
- 1 Winkelschraube
- 6 Holzschrauben

#### Endverstärker mit Ausgang:

- 1 Klemmenleiste 6teilig
- 1 Transistor BC 107
- 1 Widerstand 1 k $\Omega$  (braun, schwarz, rot)
- 1 Block-Kondensator 220 nF
- 1 Winkelschraube
- 2 Holzschrauben

#### Empfänger mit Vorverstärker:

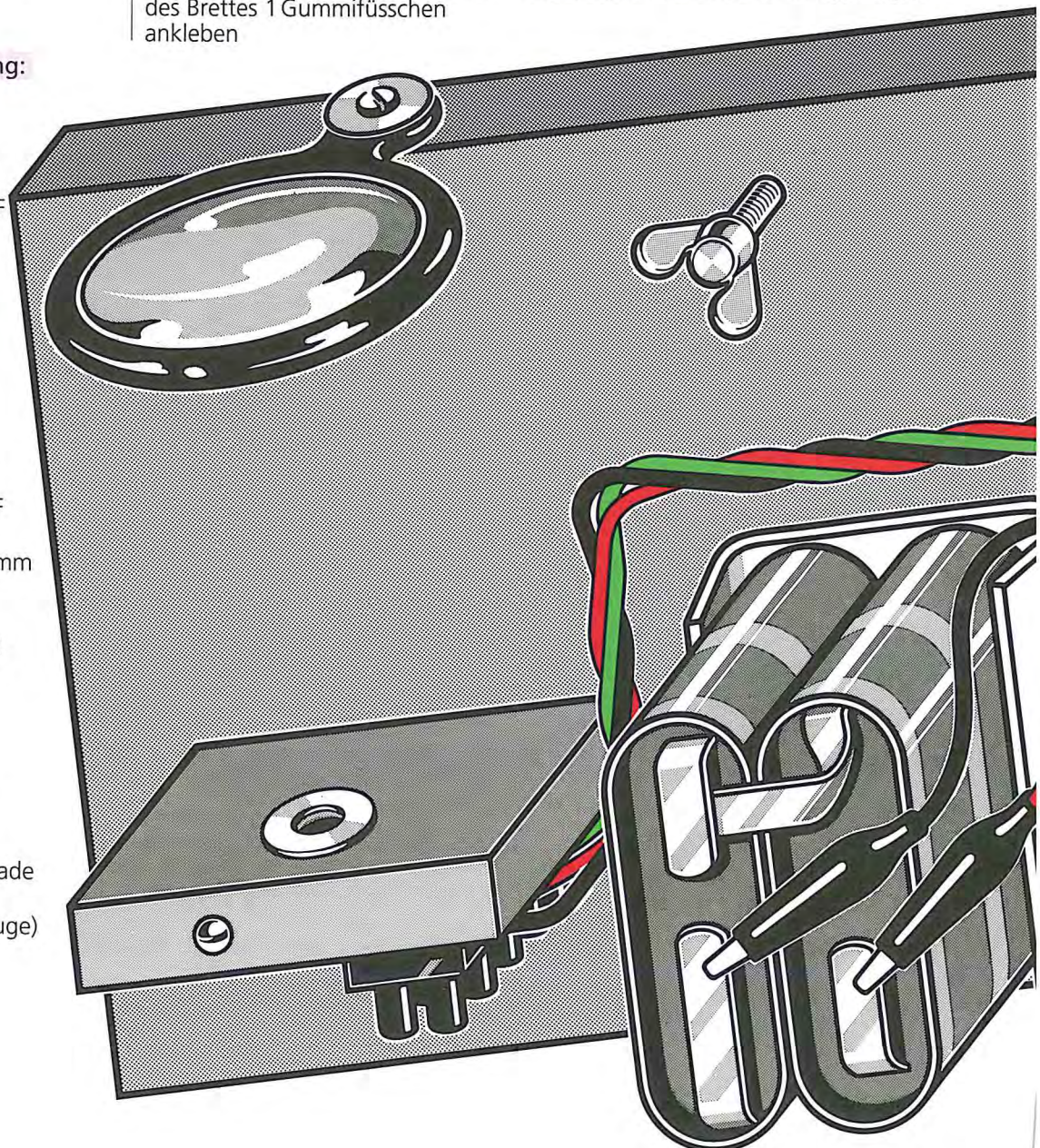
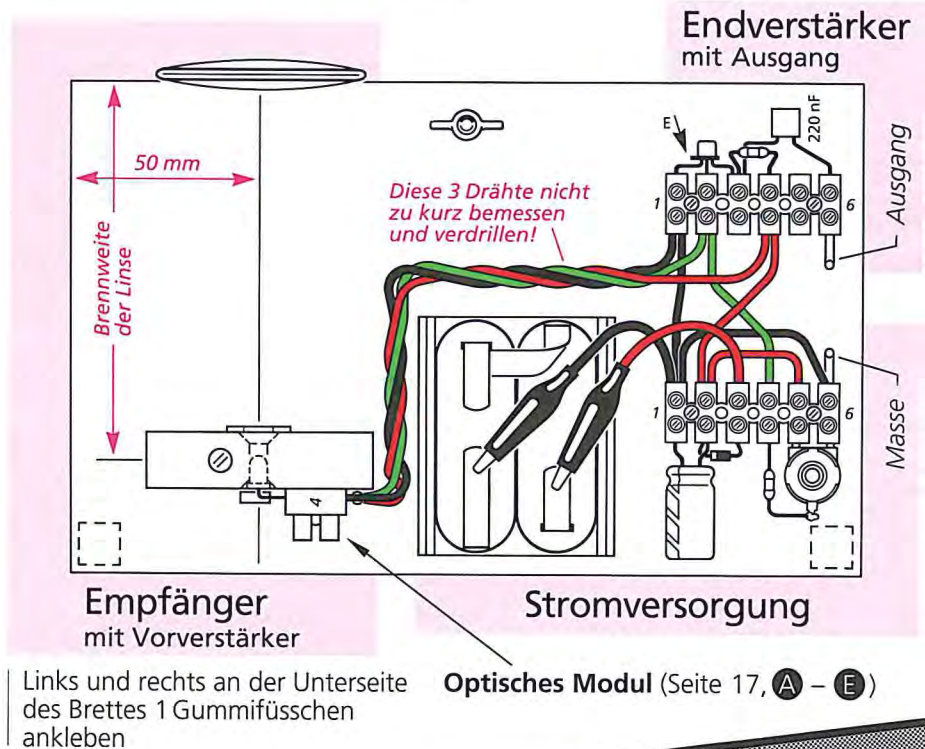
- 1 Holzbrett 60 x 40 mm
- 1 Klemmenleiste 4teilig
- 1 Fototransistor LTR 4208
- 1 Widerstand 4,7 k $\Omega$  (gelb, violett, rot)
- 1 Block-Kondensator 220 nF
- 1 Linse
- 1 Unterlagsscheibe  $\varnothing$  17/8 mm als Reflektor
- 1 Unterlagsscheibe
- 1 Holzschraube 50 mm lang
- 3 Holzschrauben

#### Selbst zu besorgen:

- 2 Batterien 4,5 Volt
- 1 Kopfhörer 2x2 k $\Omega$  oder
- 1 Telefonhörer PTT oder
- 1 Ohrhörer
- 1 Zündholzschachtel-Schublade
- 1 Gummiband
- 1 Velorückstrahler (Katzenauge)

## Bauplan im Massstab 1:2!

Wichtige Masse, die beim Bauen unbedingt eingehalten werden müssen, sind im verkleinerten Bauplan rot eingedruckt.





## Montage

Die Montage geschieht immer in der gleichen Reihenfolge.

**i Baugrundlagen 1, 2** Grundbrett einteilen. Batteriehalter und Klemmenleisten aufschrauben.

## Module

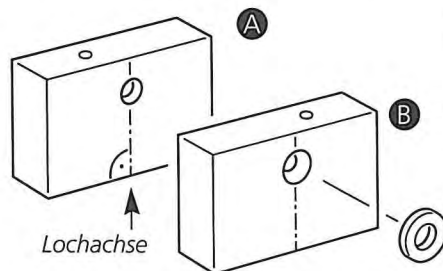
**3** Die **elektronischen Bauteile** in die Klemmenleisten **einbauen** und anschließend **verdrahten**.

## Montage des Empfängers

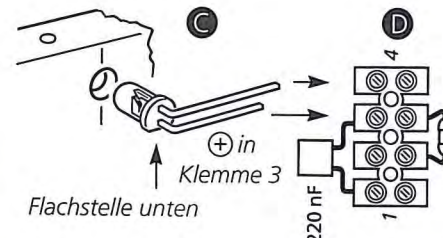
**4** Auf dem **Grundbrett** zuerst die **Achslinie Linse – optisches Modul** ziehen. Masse siehe Bauplan!

**Optisches Modul**  
auf Brettchen 60×40 mm

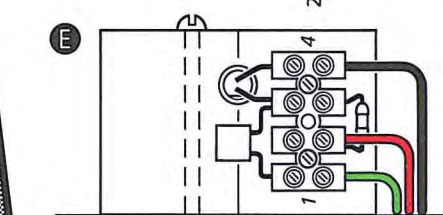
1 **Fototransistor** LTR 4208 – 1 **Block-Kondensator** 220 nF – 1 **Widerstand** 4,7 kΩ (gelb, violett, rot) – 1 **Klemmenleiste** 4teilig



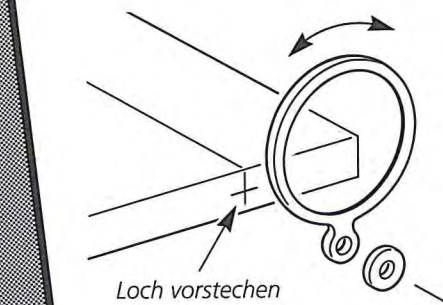
**A** 1 **Brettchen**: Zuerst die Lochachse beidseitig nach unten anzeichnen. Es erleichtert die Montage **E**.



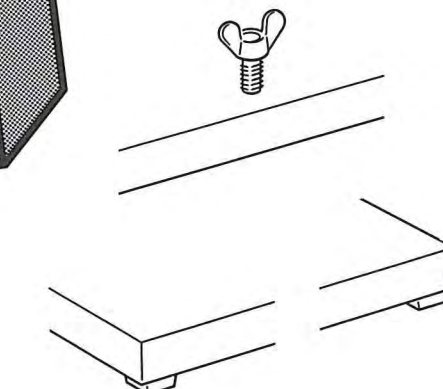
**B** 1 **Unterlagsscheibe** (Ø17/8 mm) als Reflektor: Vor dem Ankleben der Scheibe muss das Loch auf dieser Brettchenseite angesenkt werden (Lichteinfall, Siehe Zeichnung!). Die Scheibe **exakt zentriert** und sauber vor dem Loch ans Brettchen kleben.



**C** 1 **Fototransistor**: Zuerst die **richtige Einbauposition** bestimmen! Plus-Pol (+) = kürzeres Bein! Die Drähte vorsichtig biegen. Den Transistor ins Brettchen drücken.



**D** 1 **Klemmenleiste** 4teilig: Zuerst die Bauteile einbauen. Erst jetzt die Klemmenleiste am Brettchen befestigen.



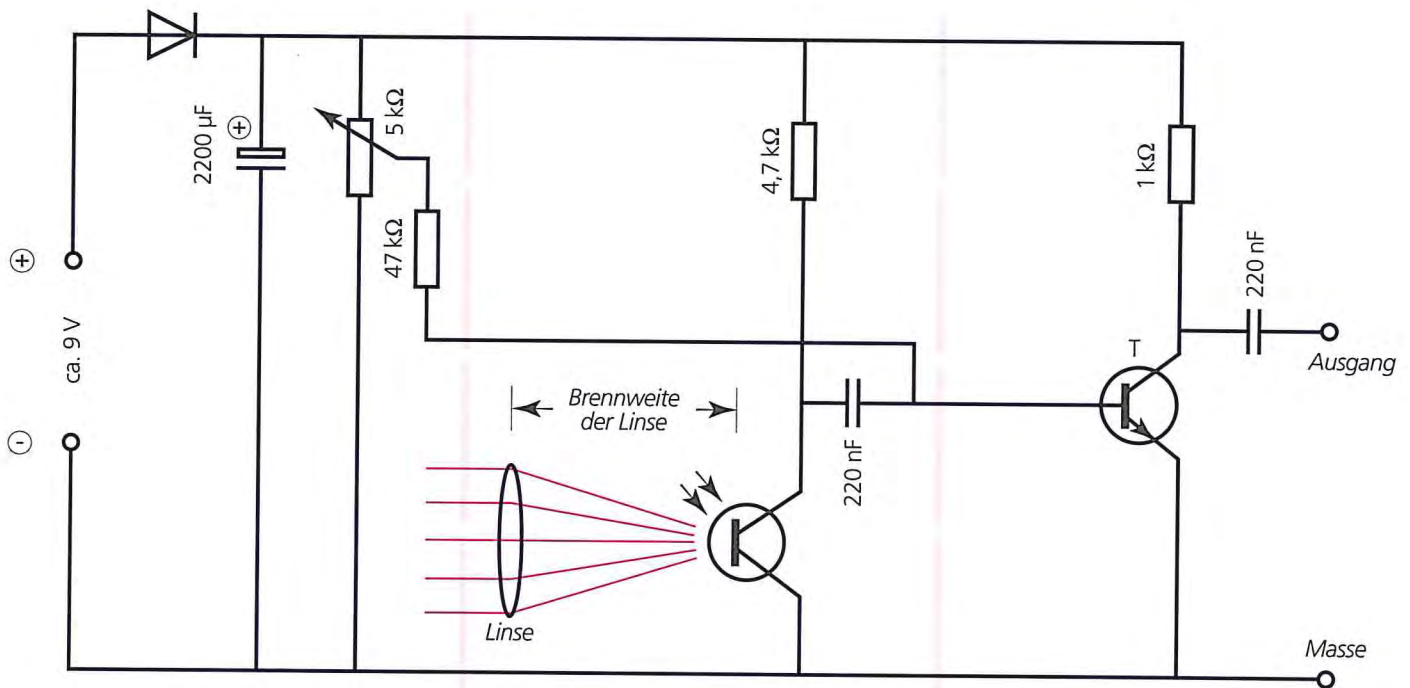
**E** Das fertige **optische Modul** mit der langen Schraube (nicht zu fest!) auf das Brett schrauben.

Die **Linse** aus der Plastikhülle nehmen. Mit dem Seitenschneider die Niete durchtrennen. Die Linse genau auf die Mitte des optischen Moduls ausrichten. Mit 1 Unterlagsscheibe und 1 Schraube stirnseitig ans Brett schrauben.

Die **Flügelschraube** senkrecht ins vorgebohrte Loch eindrehen, bis sie unten ca. 6 mm heraussteht.

**Unten** am Brett 2 selbstklebende **Gummifüßchen** andrücken. An diesen Stellen muss das Brett staub- und fettfrei sein!

Fortsetzung der Bauanleitung  
siehe **i Baugrundlagen 5 – 6**



**Ausgang** und **Masse**: Anschluss für Kopfhörer 2 x 2 kΩ, Telefonhörer PTT oder Lautsprecher. Siehe Seite 3!

## Stromversorgung

Die **Diode** hat eine Schutzfunktion. Sie verhindert bei falsch gepolten Batterieanschlüssen die Zerstörung elektronischer Bauteile.

Der **Kondensator** 2200 µF gleicht Stromschwankungen aus und hält dadurch die Betriebsspannung konstant.

Mit dem **Spannungsteiler** 5 kΩ + 47 kΩ wird der Arbeitspunkt des Transistors T eingestellt.

## Empfänger mit Vorverstärker

Die vom Lichttonsender ankommenden Helligkeitsschwankungen des Lichtstrahles (moduliertes Licht) werden vom **Fototransistor** aufgefangen und verstärkt. Siehe auch "Radiowellen", Seiten 24 und 25: Bei der Lichttonübertragung wird anstelle der Radiowellen **Licht als Trägerwelle** für akustische Signale verwendet!

Über den **Kondensator** 220 nF werden die vom Fototransistor vorverstärkten Signale (Musik, Sprache, usw.) auf den Transistor T übertragen.

## Endverstärker mit Ausgang

Der **Transistor T** bringt die Signale auf Kopfhörerlautstärke.

Über den **Kondensator** 220 nF gelangen die Signale zum Ausgang (Winkelschraube).

Die **Flügelschraube** dient zu Höhen-Feineinstellung des Empfängers beim Richten auf den Lichtstrahl.

## Nachrichtenübermittlung

Einsatzmöglichkeiten siehe "Tonübertragung" Seite 3.

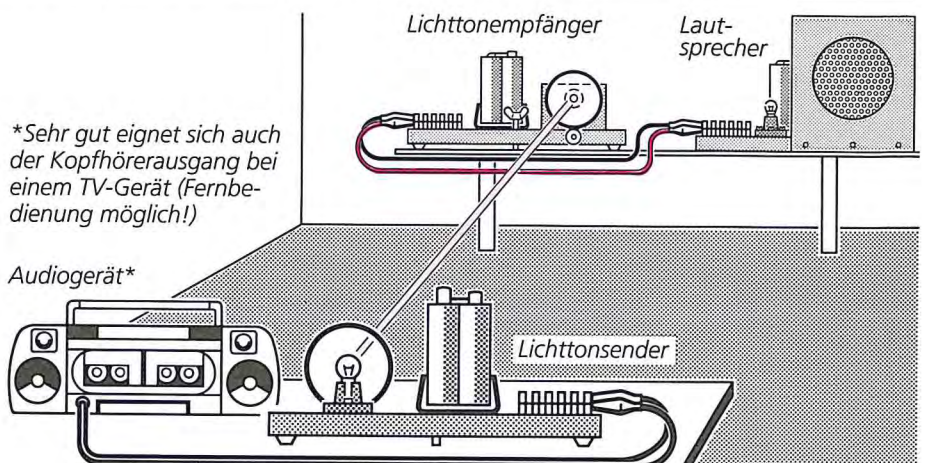
Funktionieren die Geräte optimal, kann versucht werden, Musik auf möglichst grosse Distanzen zu übertragen. Bei völliger Dunkelheit sind Sendedistanzen von über 20 m möglich.

Eventuell noch passende Verbindungskabel herstellen.

Siehe "Kabelvarianten",

**Baugrundlagen** 5

## Lichttonsender → Lichttonempfänger



### Kontrollen

**Achtung:** Die beiden 4,5 V-Batterien **noch nicht** in das Gerät **einsetzen**.

#### Überprüfen:

- Sind alle Bauteile gemäss Plan an der richtigen Stelle montiert?
- Sind alle Verbindungsdrähte gezogen (anhand des Schemas die Verbindungen prüfen!) und die Kontakte hergestellt?
- Sind alle Schrauben leicht angezogen?

### Lichttonempfänger einstellen

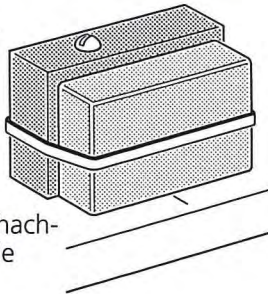
Den **Fototransistor abschirmen**, damit kein Licht von hinten einwirken kann.

Beispiel einer Abdeckung:

Optisches Modul

Material:

- 1 Zündholzschachtel-Schublade
- 1 Gummeli



**Wichtig:** Es darf kein direktes Sonnenlicht auf den Empfänger fallen!

Den Empfänger nur mit Röhrenlicht beleuchten, **damit ein Brummen mit dem Kopfhörer empfangen werden kann**.

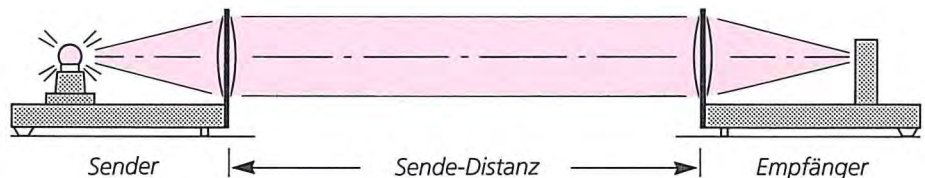
#### Den Arbeitspunkt einstellen

1. Nicht vergessen! Das Potentiometer der Stromversorgung bis zum Anschlag nach links drehen.
2. Erst jetzt die zwei 4,5 V-Batterien einsetzen und die beiden Krokodklemmen-Kabel anschliessen (rotes Kabel an  $\oplus$ , schwarzes Kabel an  $\ominus$ ).
3. Einen Kopfhörer ( $2 \times 2 \text{ k}\Omega$ ) oder den "Lautsprecher mit Verstärker" beim *Ausgang* und bei der *Masse* an den Winkelschrauben anschliessen. Den Kopfhörer aufsetzen.
4. Nun am Potentiometer der Stromversorgung solange **langsam** nach rechts drehen, bis im Kopfhörer oder aus dem Lautsprecher ein **feines Brummen** hörbar ist. So wird der Arbeitspunkt des Transistors eingestellt.

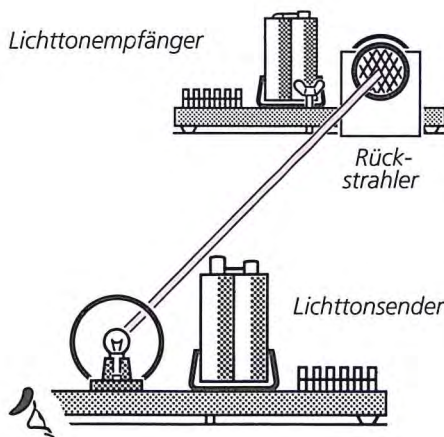
### Einstellarbeiten zur Lichttonübertragung

Siehe auch Zeichnung Seite 18 unten!

Der **Lichttonempfänger im Einsatz bedingt als Gegenstation den Lichttonsender** und zusätzlich den Lautsprecher aus diesem Werkheft oder einen Kopfhörer ( $2 \times 2 \text{ k}\Omega$ ) oder einen Telefonhörer PTT. Siehe "Tonübertragung" Seite 3!



5. Den betriebsbereiten Lichttonsender auf den Empfänger ausrichten. Dabei muss der gebündelte Lichtstrahl des Senders durch die Linse des Empfängers auf den Fototransistor im optischen Modul auftreffen.
6. Das Audiosignal leitet man aus der Kopfhörerbuchse eines Walkmans oder Radios zum Lichttonsender. Noch besser eignet sich der Kopfhörerausgang bei einem TV-Gerät (Fernbedienung möglich!).



#### Den Lichttonempfänger anpeilen

● **Vorgehen** siehe "Lichttonsender", Seite 15!

**Beachte:** Der Lichttonempfänger darf noch nicht eingeschaltet sein (den Fototransistor schützen)!

**Hinweis:** Wem es nicht gelingt, den Sender auf den Empfänger auszurichten, wie es beim Lichttonsender auf Seite 15 erklärt wird, kann einen Fahrradrückstrahler (Katzenauge) vor die Linse des Lichttonempfängers stellen, um ihn mit dem Lichtstrahl zu treffen. Siehe Zeichnung links!

Sind die Einstellarbeiten zur Lichttonübertragung am Sender **und** Empfänger erfolgreich abgeschlossen, die gewählten Geräte angeschlossen und eingeschaltet, kann gesendet und empfangen werden!

### Funktionstest

Wird der Ton zu schwach oder gar nicht empfangen, müssen die Geräte besser ausgerichtet werden. Hilft das bessere Ausrichten nicht, müssen die Einstellarbeiten am Potentiometer des Senders und des Empfängers überprüft werden.

**Hinweis:** Zuerst den Sender einstellen, dann den Empfänger!



## Geschichtliches

Der Alpsegen, 1870

"Horn Alexandri Magni womit er sein Kriegs-Heer auf 100 Stadia solle haben zusammen berufen können".  
Aus: Athanasii Kirchers: "Neue Hall- und Thon-Kunst", übersetzt von Agatho-Carione, Nördlingen 1684.



## Drahtlose Nachrichtenübermittlung

Unabhängig voneinander gelang es dem russischen Physiker **Popow**, sowie dem italienischen Physiker **Marconi**, im Jahre 1895 mit Hilfe elektromagnetischer Wellen Signale drahtlos zu übertragen.

1895 Popow führte seinen "Gewitterankündiger" – einen Empfänger für elektromagnetische Wellen – in Petersburg vor. Er benutzte damals als erster eine **Antenne** in Form eines an einem Ballon aufgehängten Drahtes.

1896 Erste funktentelegrafische Übermittlung mit einer Sende- und einer Empfangseinrichtung.

1897 Popow übermittelt drahtlos Signale zwischen zwei 5 km voneinander entfernten Schiffen.

Marconis wesentliche Erfindung ist die **Erdung** der von Popow verwendeten Antenne.

Im Gegensatz zu Popow erhielt Marconi finanzielle Unterstützung und konnte seine Apparate vervollkommen:

1899 Marconi überbrückte drahtlos den Ärmelkanal zwischen England und Frankreich.

1901 Erstes drahtloses transatlantisches Signal zwischen Europa und Amerika.

Es verwundert nicht, dass das neue Nachrichtenübertragungsmaterial sogleich militärischen Zwecken dienstbar gemacht wurde: Im ersten Weltkrieg wurde der Seefunkverkehr grösstenteils mittels Radiotelegrafie bewerkstelligt.

1902 – 1904

Der dänische Physiker **Poulsen** konstruierte einen Lichtbogensender für ungedämpfte Schwingungen, was eine wesentliche technische Voraussetzung war für die Entwicklung der Radiotelegrafie zur Radiotelefonie:  
An Stelle eines einfachen Signals konnte jetzt das gesprochene Wort drahtlos übermittelt werden.

1906

Die erste Rundfunksendung:  
Der Amerikaner **Fessenden** strahlte von Brant Rock (Massachusetts) ein Musik- und Sprachprogramm aus, das von überraschten Funkern an der Atlantikküste bis nach Virginia gehört wurde. Bis dahin hatten sie in ihren Kopfhörern nie etwas anderes empfangen als die monotonen Signale des Morsealphabets.

Der junge Marconi mit seinem Sender um 1896.



1910

Die Stimme des berühmten Sängers Caruso, die aus der Metropolitan Opera übertragen wurde, ertönte aus dem Äther.

Der endgültige technische Durchbruch der Radiotelefonie stellte sich aber erst mit der Erfindung der Elektronenröhre ein:

1884

**Edison** beobachtete die Thermoemission (Aussendung der Elektronen aus einem geheizten Draht).

1904

Der englische Physiker **Fleming** entwickelte die **Zwei-Elektrodenröhre (Diode)**.

1906

**De Forest** zeigte den Weg zur Entwicklung der Triode mit grossen Verstärkungseffekten für die elektrische Wechselspannung und leitete damit die moderne Phase in der Entwicklung der Rundfunktechnik ein.



Radioempfänger mit Elektronenröhre.  
Gebaut um 1930.

Die Elektronenröhre konnte nicht nur elektromagnetische Wellen verstärken, sie konnte auch ungedämpfte Schwingungen erzeugen, wie sie für die drahtlose Übertragung von Sprache und Musik erforderlich sind.

Parallel zur Röhrenentwicklung entstanden die entsprechenden Schaltungen für Sende- und Empfangsanlagen.

# Geschichtliches



*Radio-Station um 1920 in Littenheid  
(Sirnach, Thurgau)*

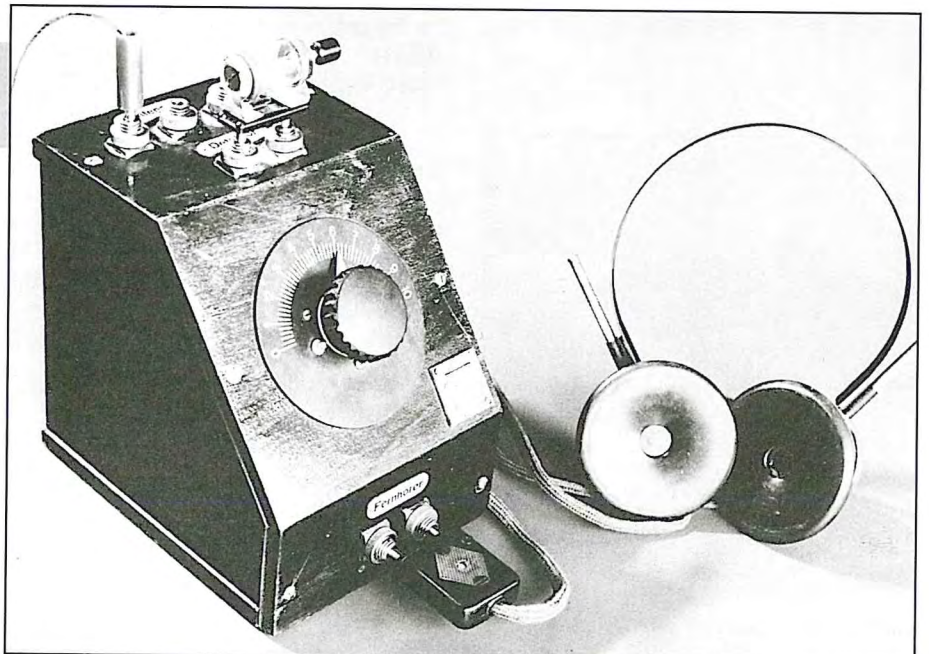
## Der zivile Rundfunk

Die Fernmeldetechnik erschliesst neue Unterhaltungsmöglichkeiten.

1920 Erst nach dem 1. Weltkrieg, in dem die neuen Apparate bei der Flotte und bei der Luftwaffe eingesetzt worden waren, begann die Entwicklung des zivilen Rundfunks.

Die Elektronenröhre und die übrigen Bauelemente, wie Widerstände, Kondensatoren, Spulen usw., die zum Aufbau der Schaltungen der Sende- und der Empfangsgeräte gebraucht wurden, hatten einen solchen Grad an technischer Reife erreicht, dass ihre industrielle Produktion lohnenswert erschien.

*Einröhren-Radioempfänger mit Kopfhörer, gebaut 1925.*



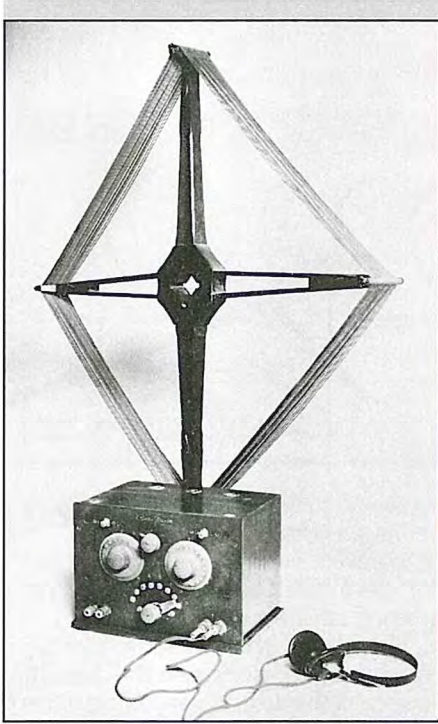
1922

Als erste Rundfunkstation eröffnete Pittsburgh (Pennsylvania) ihren Betrieb.  
Gründungen:  
– British Broadcasting Company  
– Schweizer Radioclub  
– Deutscher Wirtschaftsrundfunk

1923

In Deutschland wurde die erste Unterhaltungssendung ausgestrahlt.

*Einer der ersten in der Schweiz fabrik-  
mässig hergestellten Mehrkreis-Emp-  
fänger mit Rahmenantenne. Gebaut  
um 1925.*

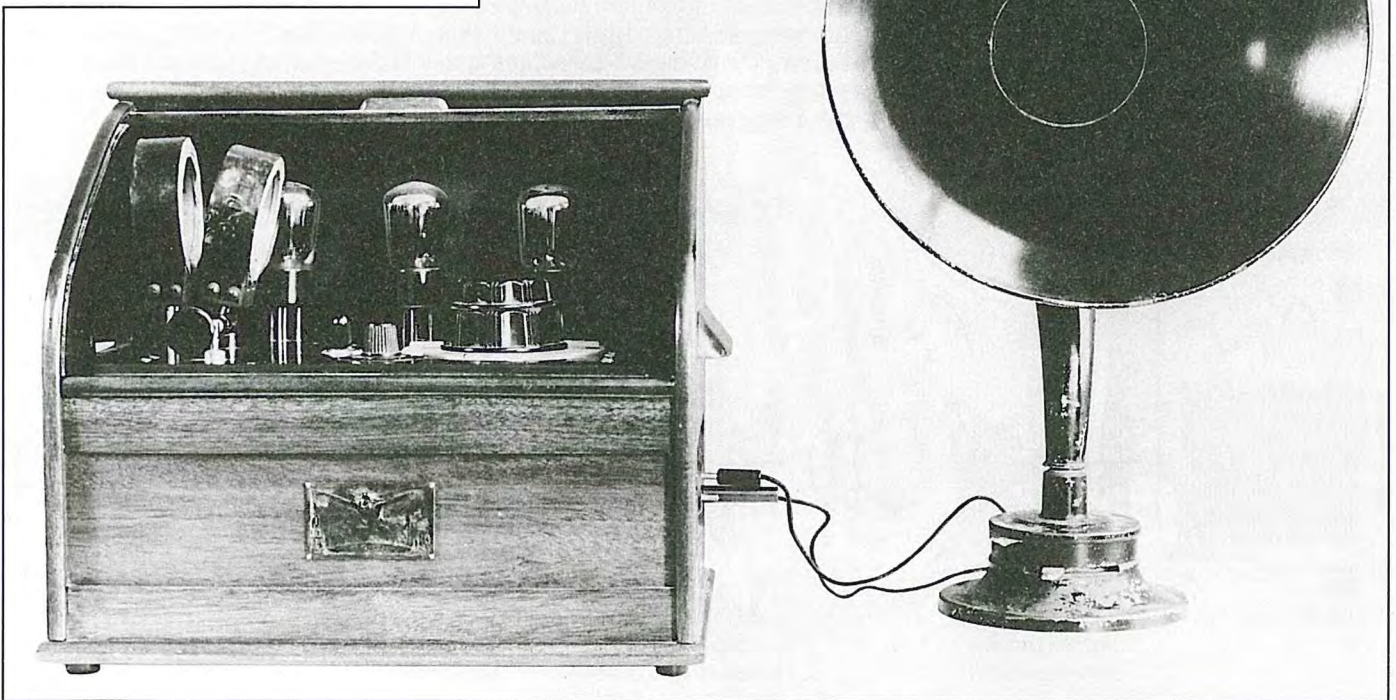


Ursprünglich wurden nur Radiobausätze angeboten, aus denen die Hörer ihre Empfänger selber herstellen mussten. Es handelte sich im allgemeinen um **Detektorempfänger** und um Geräte mit einfachen und rückgekoppelten Röhrenschaltungen. Zum Abhören der Sendungen wurden **Kopfhörer** benutzt.

Auch viele Amateurfunken hatten ihre Sende- und Empfangsgeräte selbst gebastelt.

Während die meisten Sender im Mittel- und Langwellenbereich arbeiteten, entdeckten die Funkamateure die Kurzwellen zur besseren Übertragung auf grosse Distanzen. Um den Funkverkehr der öffentlichen Dienste nicht zu stören, hatten sie nämlich in den USA die Auflage, ihre Funkgeräte unterhalb einer Wellenlänge von 200 m zu betreiben. Die Beschäftigung mit den kurzen Wellen führte u.a. später auch zur Erfindung des Radars.

Die Verwendung von **Lautsprechern** und die industriell gefertigten Mehrkreis- und Superhet-Empfänger verhalfen dem Radio zum entscheidenden Durchbruch.

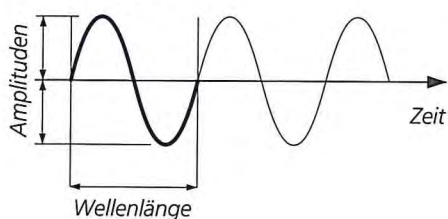


*Radioempfänger mit Lautsprecher,  
gebaut 1926.*

Mit dem Radio konnte ein grosses Publikum in seiner privaten Umgebung erreicht werden. Die Bedeutung des Radios für Unterhaltung, Information, Werbung und Propaganda war von ca. 1930 – 1960 sehr gross. Später bekam es die Konkurrenz des Fernsehens zu spüren.

Bevor der "Mittelwellenempfänger" dieses Werkheftes gebaut wird, ist es empfehlenswert, sich ein wenig mit der drahtlosen Tonübertragung zu befassen.

## Elektromagnetische Wellen

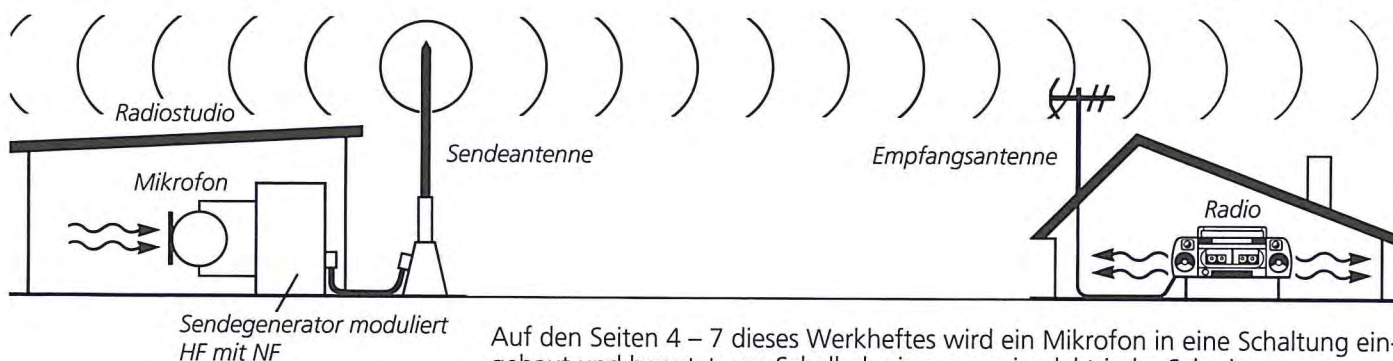


# Radiowellen

Wie sich Wellen in einem ruhenden Gewässer ausbreiten, kann beobachtet werden, wenn ein Stein ins Wasser fällt. Elektromagnetische Wellen sind aber unsichtbar. Die Antennen der Radiosender strahlen elektromagnetische Wellen hoher Frequenz ab, d.h. schnelle Schwingungen. Diese Wellen breiten sich mit der ungeheuren Geschwindigkeit von 300 000 km pro Sekunde aus! Eine Welle hat einen Wellenberg und ein Wellental. Ihre Höhe (= Abweichung von der Mittelachse) wird **Amplitude** genannt. Die Strecke zwischen dem Anfang eines Wellenberges bis zum Ende des nachfolgenden Wellentales ist die **Wellenlänge**. Je nach ihrer Frequenz ist die Radiowelle länger oder kürzer, da das Produkt von **Wellenlänge • Wellenzahl pro Sekunde** immer 300'000 km ergibt. Der "Mittelwellenempfänger" dieses Werkheftes kann aus den Hunderten von Rundfunkwellen, die den Raum kreuz und quer durchdringen, 600 m bis 150 m lange Wellen empfangen. Radio.wellen sind in grösserer Entfernung vom Sender schwächer als in seiner Nähe.

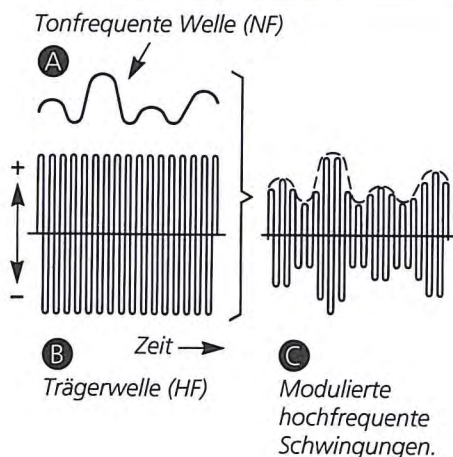
## Senden

## Empfangen

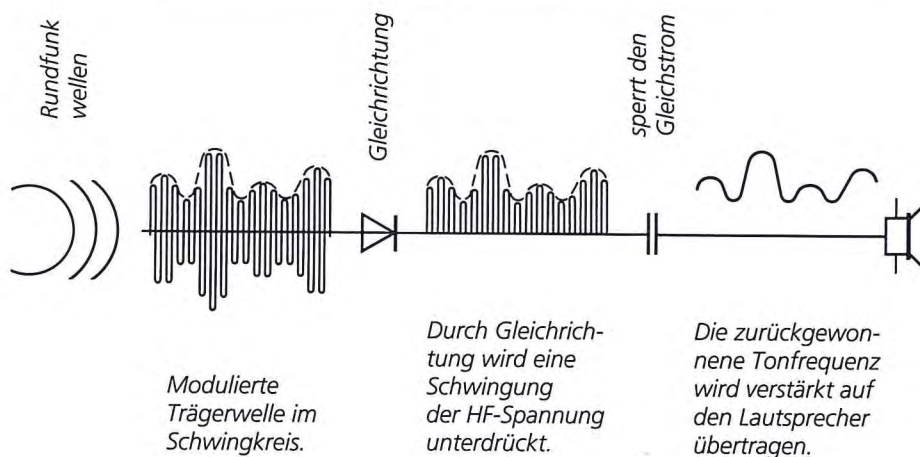


Auf den Seiten 4 – 7 dieses Werkheftes wird ein Mikrofon in eine Schaltung eingebaut und benutzt, um Schallschwingungen in elektrische Schwingungen umzuwandeln. Beim Senden ergibt sich eine ähnliche Situation: Das Mikrofon im Aufnahmerraum des Radiosenders wandelt die auftreffenden Schallwellen in elektrische Ströme um, die im gleichen Rhythmus schwanken wie die Schallwellen. Schwingungen zwischen 16 Hz und 16 kHz sind **NF-** (Niederfrequenz) **Schwingungen**. Diese haben den grossen Nachteil einer **geringen Reichweite**. Ganz anders verhalten sich die **HF-** (Hochfrequenz) **Schwingungen**. Diese haben eine **grosse Reichweite**, liegen aber über dem menschlichen Hörbereich. HF-Schwingungen beginnen bei etwa 30 kHz. Um eine optimale Übertragung zu erhalten, werden beide Schwingungen beim Senden kombiniert: die NF-Schwingungen werden verstärkt und auf die hochfrequenten Schwingungen, die sogenannten "Trägerwellen" aufgeladen. Man sagt, **die Trägerwelle wird moduliert**.

## Modulation



## Demodulation

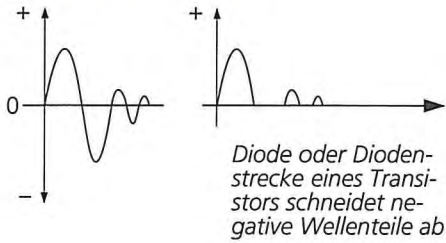


## Modulation

Die tonfrequente Welle (A) entsteht, wenn Schallwellen in elektromagnetische Schwingungen umgewandelt werden. Bei der noch unbeeinflussten HF-Trägerwelle (B) verlaufen die Wellenberge und die Wellentäler gleichmässig. (Siehe die nebenstehende 1. Zeichnung.) Sobald den schnellen HF-Schwingungen der Sendewelle die langsamen NF-Schwingungen überlagert sind, ändert sich ihre Form (Siehe C).

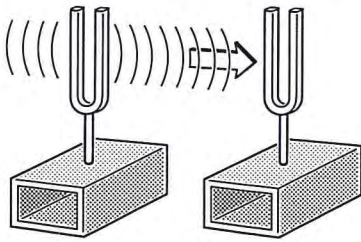
Von der Antenne auf dem Sendemast wird das Radioprogramm in den Raum "abgestrahlt".

## Demodulation



Die vom Sender ausgestrahlten **modulierten** Radiowellen treffen auf die Empfangsantenne. Im Empfänger werden den Wellen mit Gleichrichter-Elementen (z.B. Dioden oder Transistoren) die Wellentäler abgeschnitten (Siehe Zeichnung links und das nachfolgende Schaltschema links). Die verbleibenden und durch die Verteilung im Raum sehr schwach gewordenen Signale werden verstärkt und im Kopfhörer oder im Lautsprecher wieder in hörbare Tonschwingungen zurückverwandelt.

## Resonanz



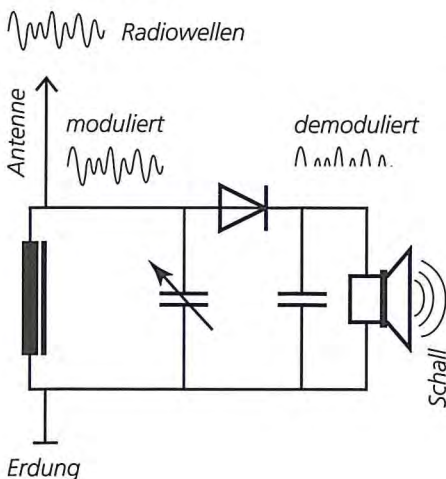
Beim Klavierspielen kann es vorkommen, dass beim Anschlagen eines bestimmten Tones ein Gegenstand, der auf dem Klavier steht, mitklingt. Das rührt daher, dass die schwingende Saite und der Gegenstand gleiche Schwingungseigenschaften haben. Der Gegenstand reagiert empfindlich auf Schallwellen dieser Tonfrequenz und beginnt mitzuschwingen. Andere Töne können ihn nicht zum Schwingen bringen.

### Experimente:

1. Bei einem Klavier wird das rechte Pedal gedrückt. Damit werden alle Saiten freigegeben. Wird ein kurzer lauter Ton gesungen, hallt er im Klavier weiter.
2. Zwei gleiche Stimmgabeln mit Resonanzkästen: Wird eine Gabel kräftig angeschlagen und dann mit der Hand gedämpft, schwingt die andere weiter, ohne selbst angeschlagen worden zu sein.

## Der elektrische Schwingkreis

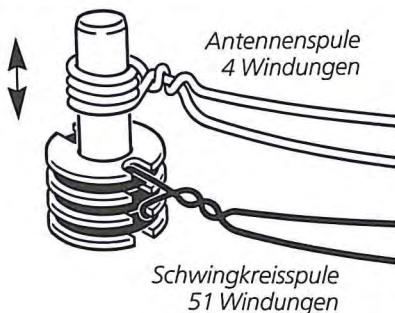
### Schaltschema



Damit ein Radio **einen** Sender empfangen kann, ist ein Schwingkreis erforderlich: Die Kombination der Bauteile Drehkondensator und Spule bildet in einem Radioempfänger einen Schwingkreis, der die Eigenschaft hat, eine bestimmte Frequenz besonders hervorzuheben (Resonanzfrequenz). Welche Frequenz herausgefiltert wird, hängt von der Anzahl Windungen der Spule und der Kapazität des Drehkondensators ab. Der Wert der eingestellten Kapazität und der Wert der Induktivität bestimmen die Schwingungsverhältnisse, die **Eigenfrequenz** des Systems. **Nur Wellen, deren Frequenz mit der Eigenfrequenz des Schwingkreises übereinstimmen, rufen Resonanzerscheinungen hervor.**

Wenn die Kapazität des Kondensators und die Induktivität einer Spule immer die gleichen bleiben, dann würde der Schwingkreis immer nur bei einer bestimmten Träger-Frequenz mitschwingen, wie der Gegenstand auf dem Klavier nur auf einen bestimmten Ton reagiert. Da aber mit einem Radio nicht nur eine Frequenz (ein Sender!) empfangen werden soll, ist ein Drehkondensator von 500 pF Teil des Schwingkreises, mit dem bei einer festen Spule (gleichbleibende Induktivität) die Kapazität verändert werden kann. Damit kann der Schwingkreis auf verschiedene Sender abgestimmt werden.

## Kopplung



Alle Antennensignale werden beim "Mittelwellenempfänger", der auf den nachfolgenden Seiten 26 – 29 beschrieben ist, zuerst mit einem Transistor verstärkt und dann nach dem Transformatorprinzip auf den Schwingkreis übertragen.

Die Antenne ist also **nicht direkt** mit dem Schwingkreis verbunden. Das bringt einige Vorteile mit sich und macht den Empfänger trennschärfer. Mit den 3 oder 4 Windungen der Antennenspule, die mit grünem Schalterdraht oben um den Ferritkern gewickelt sind, werden Antenne und Erde mit dem Schwingkreis gekoppelt (verbunden).

Die Kopplung (im vorliegenden Fall ist sie induktiv) kommt wie folgt zustande: Der Strom in der Antennenspule erzeugt ein hochfrequentes Magnetfeld, das in der Schwingkreisspule eine Spannung induziert. Je näher die beiden Spulen beieinander sind, desto stärker ist die Kopplung, d.h. durch Verschieben der Antennenspule kann die Kopplung verändert und auf den optimalen Wert eingestellt werden.

Auch mit den Windungszahlen und dem Wicklungssinn der beiden Spulen kann experimentiert werden.

## Mittelwellenempfänger

Bevor der Mittelwellenempfänger gebaut wird, ist es wichtig, sich mit der drahtlosen Tonübertragung zu befassen. Siehe "Radiowellen", Seiten 24 und 25!

Zum Betreiben des Mittelwellenempfängers muss entweder ein Kopfhörer ( $2 \times 2 \text{ k}\Omega$ ) oder ein Telefonhörer PTT oder der "Lautsprecher mit Verstärker" (Seite 8 ff) zur Verfügung stehen.

### Bauteile für

#### 1 Mittelwellenempfänger

- 1 Grundbrett
- 3 Schaltdrähte (rot, schwarz, grün)
- 3 Litzenkabel (rot, schwarz, grün)
- 1 Verbindungskabel 2adrig 15 m für
  - Antenne                      Kabel auftrennen!
  - Erdleitung
- 10 Krokoklemmen schwarz

#### Stromversorgung:

- 1 Batteriehalter
- 1 Klemmenleiste 7teilig
- 1 Potentiometer  $5 \text{ k}\Omega$  mit
  - 1 Drehachse
- 1 Widerstand  $47 \text{ k}\Omega$  (gelb, violett, orange)
- 1 Widerstand  $1 \text{ M}\Omega$  (braun, schwarz, grün)
- 1 Diode 1A (1N4004)
- 1 Kondensator  $2200 \mu\text{F}$ , rund
- 1 Winkelschraube
- 6 Holzschrauben

#### Verstärker mit Ausgang:

- 1 Klemmenleiste 9teilig
- 2 Transistoren BC 107
- 1 Block-Kondensator  $220 \text{ nF}$
- 1 Block-Kondensator  $100 \text{ nF}$
- 1 Block-Kondensator  $1 \text{ nF}$
- 1 Widerstand  $1 \text{ k}\Omega$  (braun, schwarz, rot)
- 1 Winkelschraube
- 2 Holzschrauben

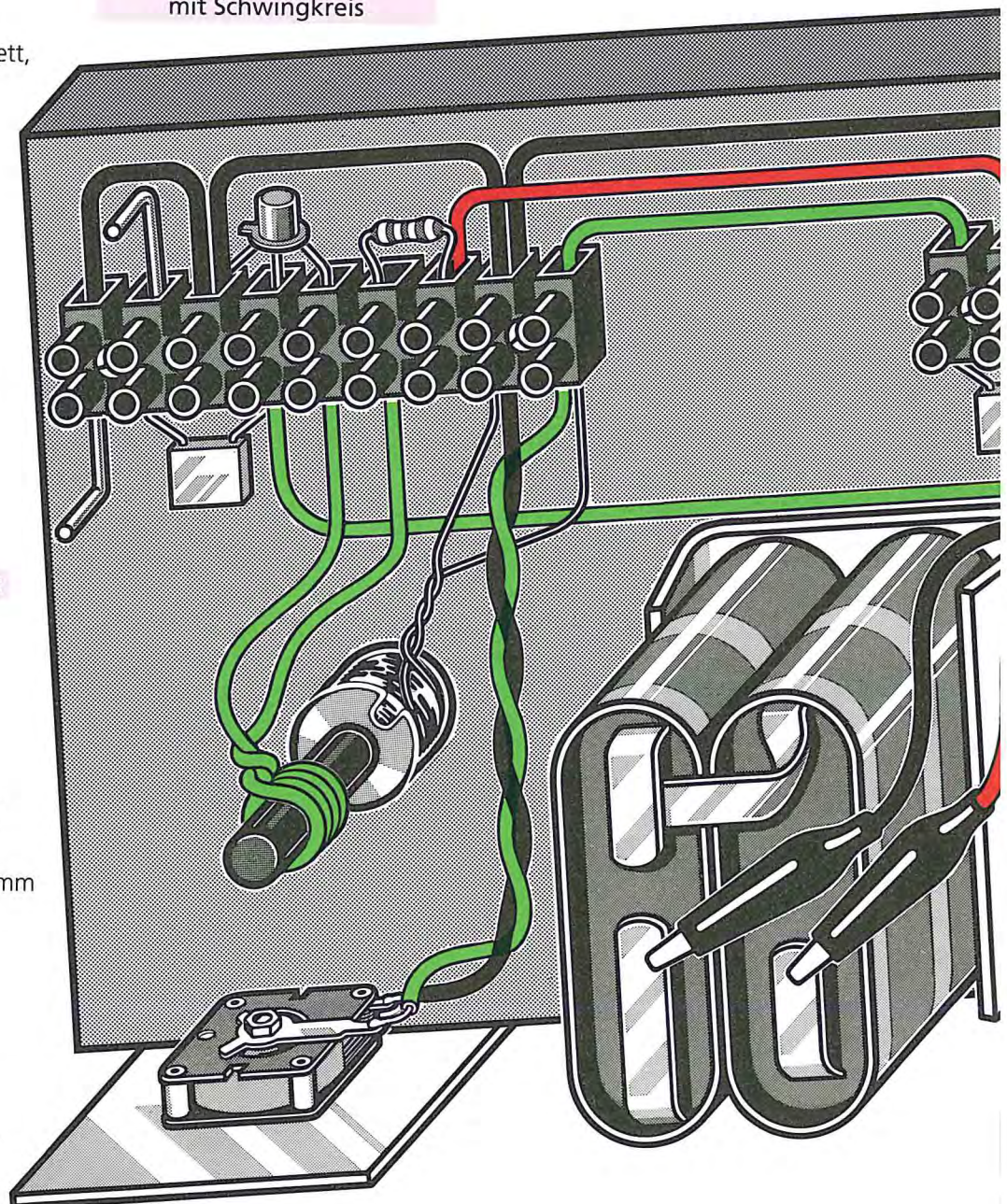
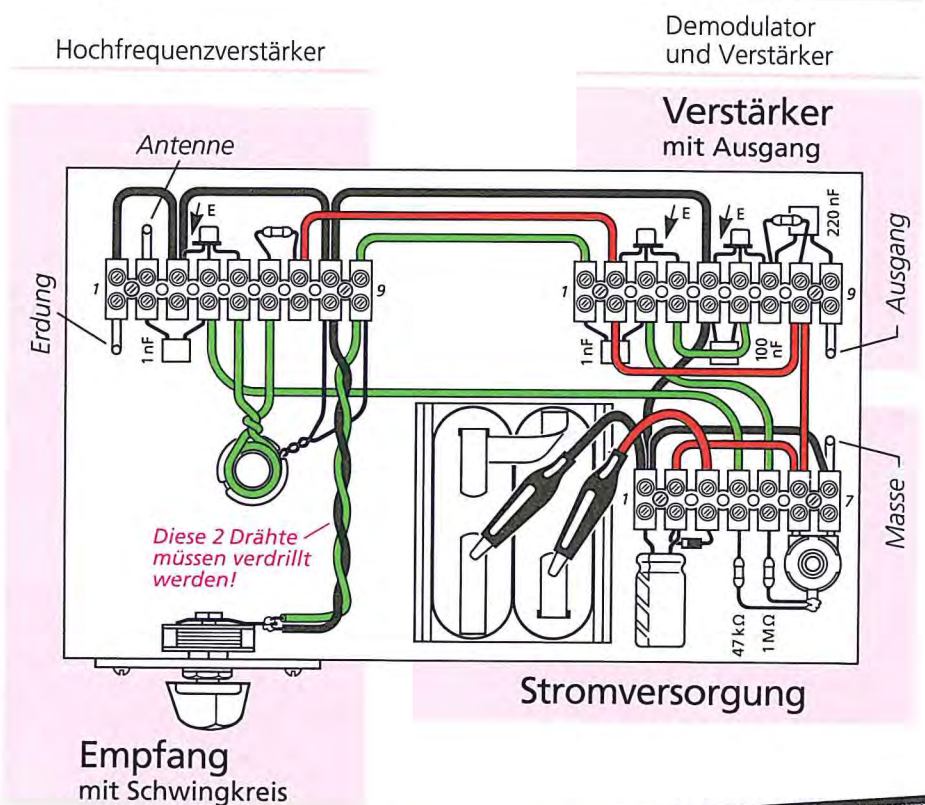
#### Empfänger mit Schwingkreis:

- 1 Klemmenleiste 9teilig
- 1 Transistor BC 107
- 1 Block-Kondensator  $1 \text{ nF}$
- 1 Widerstand  $1 \text{ k}\Omega$  (braun, schwarz, rot)
- 1 Ferritkern
- 1 Spulenkörper
- 1 Kupferlackdraht  $5 \text{ m}$ ,  $0,5 \text{ mm}$
- 1 Drehkondensator  $500 \text{ pF}$  mit
- 1 Drehknopf schwarz
- 1 Plättchen, weiss  $3 \text{ mm}$ ,  $60/60 \text{ mm}$
- 2 Winkelschrauben
- 4 Holzschrauben

#### Selbst zu besorgen:

- 2 Batterien  $4,5 \text{ Volt}$
- 1 Kopfhörer mit  $2 \times 2 \text{ k}\Omega$  oder
- 1 Telefonhörer PTT oder
- 1 Ohrhörer oder
- 1 "Lautsprecher mit Verstärker"

## Bauplan im Massstab 1:2!





## Montage

Die Montage geschieht immer in der gleichen Reihenfolge.

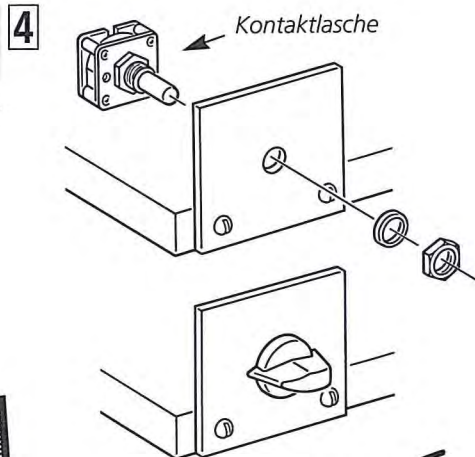
### Module

### Montage des Empfängers

Bauanleitung für den Drehkondensator und die Spulen

**Baugrundlagen 1, 2** Grundbrett einteilen. Batteriehalter und Klemmenleisten aufschrauben.

**3** Die elektronischen Bauteile in die Klemmenleisten einbauen und anschließend verdrahten.



**1 Plättchen weiss:** Beidseitig die Plastikfolie abziehen, und das Plättchen anschrauben.

**1 Drehkondensator** (500 pF) am Plättchen befestigen. Die Kontaktlasche gegen den Batteriehalter richten.

**1 Drehknopf:** Zuerst die Kondensator-Achse bis zum Anschlag nach links drehen. Den Knopf (Pfeil nach links) auf die Achse stecken und seine Schrauben **kräftig festschrauben**.

In den **Spulenkörper** insgesamt 51 Windungen wickeln. Den **Kupferlackdraht** im Uhrzeigersinn straff und enganeinanderliegend aufwickeln! Ein Anschlussstück (15 cm lang) vorsehen. Je 17 Windungen **ohne Unterbruch** in jede der 3 Kammern wickeln. Beim Einschnitt den Draht in die nächste Kammer überführen. Am Ende ein Anschlussstück (15 cm lang) stehenlassen. Beide Anschlussdrähte locker verdrehen.

Mit grün isoliertem Schaltdraht **1 Spule** mit 4 Windungen wickeln. Ein Anschlussstück (8 cm lang) vorsehen. Den Draht, **nicht zu fest**, um den Ferritkern wickeln. Am Ende ein Anschlussstück (8 cm lang) stehenlassen. Beide Anschlüsse locker verdrehen.

**1 Ferritkern:** unten mit Klebeband (14 mm breit) ca. 4× umwickeln und ins Loch im Brett pressen.

Anschlussdrähte kürzen, abisolieren und in den Klemmen festschrauben.

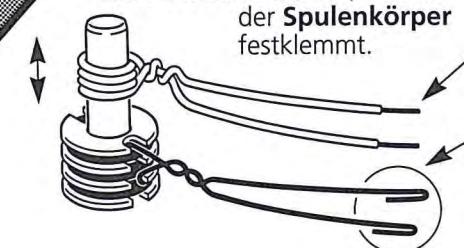
**Beachte:** Die Drähte **nicht zu kurz** ablängen! Die grüne Spule muss verschiebbar bleiben! (Siehe Seite 29, unter 6.)

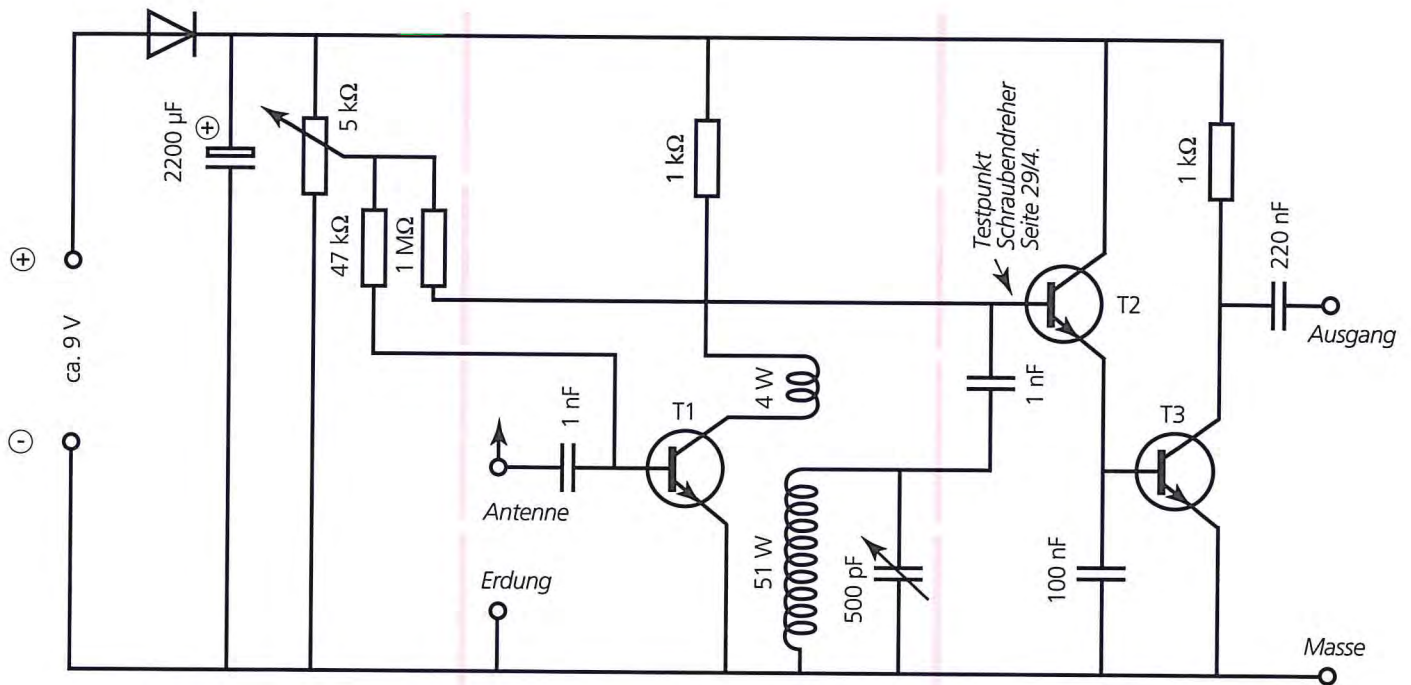
**Blank schleifen!** Mit Schmirgelpapier oder einem Messer die Lackschicht (Isolation) entfernen.

Fortsetzung der Bauanleitung  
siehe **Baugrundlagen 5-6**

### Montage der Spulen:

Beide Spulen über den Kern schieben. Etwas Klebeband um den Ferritkern wickeln, damit der **Spulenkörper** festklemmt.





**Ausgang** und **Masse**: Anschlüsse für Kopfhörer 2 x 2 kΩ, Telefonhörer PTT oder Lautsprecher. Siehe Seite 3!

## Stromversorgung

Die **Diode** hat eine Schutzfunktion. Sie verhindert bei falsch gepolten Batterieanschlüssen die Zerstörung elektronischer Bauteile.

Der **Kondensator 2200 µF** gleicht Stromschwankungen aus und hält dadurch die Betriebsspannung konstant. Mit dem **Spannungsteiler 5 kΩ** werden die Arbeitspunkte der Transistoren T1 und T2 eingestellt.

Über den **Widerstand 47 kΩ** (gelb, violett, orange) gelangt die notwendige Basisvorspannung zum Transistor T1, der als Hochfrequenzverstärker dient, und über den **Widerstand 1 MΩ** (braun, schwarz, grün) zum Transistor T2, der als Demodulator und Vorverstärker dient.

## Empfänger mit Schwingkreis

### Hochfrequenzverstärker

Der Hochfrequenzverstärker hat die Funktion, die ankommenden hochfrequenten Wellen verstärkt auf den Schwingkreis zu übertragen.

Mit dem **Drehkondensator 500 pF** kann der Schwingkreis auf den gewünschten Sender eingestellt werden.

Die Beschreibung des "**elektrischen Schwingkreises**" siehe Seite 25!

## Verstärker mit Ausgang

**Demodulator und Verstärker** im Niederfrequenz (NF)-Bereich.

Der **Transistor T2** demoduliert und verstärkt die Signale des Schwingkreises.

Der **Transistor T3** bringt die Audiosignale auf Kopfhörerlautstärke.

Über den **Kondensator 220 nF** werden die Audiosignale (Musik, Sprache, usw.) auf den **Ausgang** (Winkelschraube) übertragen.

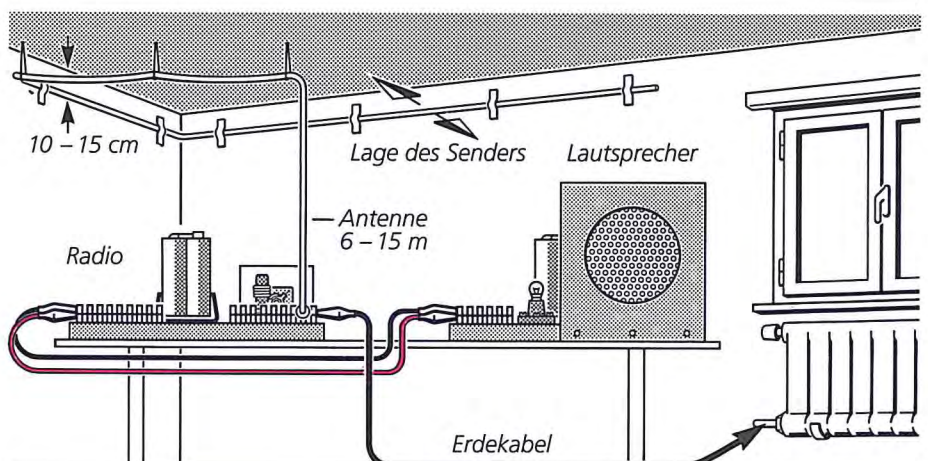
## Nachrichtenübermittlung Mittelwellenempfänger

**Einsatzmöglichkeiten** siehe "Tonübertragung" Seite 3.

Zum optimalen Empfangen eines Senders muss mit dem Verlegen der Antenne und Erde experimentiert werden.

### Achtung!

Wenn sich eingeschaltete Ständerlampen oder Lampen mit Lichtreglern oder Halogenlampen in der Nähe des Mittelwellenempfängers befinden, können diese den Empfang empfindlich stören!





# Die PTT für Schule und Öffentlichkeit

Als öffentliches Dienstleistungsunternehmen werden die PTT-Betriebe immer wieder darum gebeten, Unterlagen über Arbeitsabläufe, Betriebszahlen, Anforderungsbedingungen von Berufen und viele andere Informationen mehr abzugeben.

Ein beachtlicher Teil solcher Anfragen kommt von Lehrern, Schülern und Jugendlichen. Die PTT betreiben aus diesem Grunde einen Dokumentationsdienst für den Schulunterricht. Die lieferbaren Unterlagen sind gegliedert in Lehrer- und Schüler-Exemplare. Beide Reihen werden dauernd erneuert, erweitert und ergänzt.

Es gibt noch andere Möglichkeiten, in die Wirkungsbereiche der PTT Einblick zu nehmen:

- Das PTT-Museum in Bern, Helvetiastrasse 16, zeigt Ausstellungen über die Entwicklungen des Post-, Telefon- und Telegrafienwesens in der Schweiz sowie Ausschnitte aus der Wertzeichensammlung PTT und Briefmarken-Sonder-schauen.
- Im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern, Lidostrasse 5, werden in zwei Hallen Dienstleistungen im Post- und Fernmeldeverkehr vorgestellt.
- Der weithin sichtbare Ausstellungs-Pavillon der Satellitenbodenstation PTT in Leuk-Brentjong im Wallis bietet Anschauungsunterricht im modernsten Zweig der Nachrichtenübermittlung, der Satellitentechnik.
- Eine umfangreiche Palette von Filmen, Tonbildschauen und Videokassetten über die PTT-Betriebe können bestellt werden bei der:  
Generaldirektion PTT, Audiovision, Zentweg 21 G, 3030 Bern.
- Eine spezielle, ausführliche Dokumentation gibt Auskunft über die Berufe, die bei den PTT ausgeübt werden können.

Lehrmittel und Bestellscheine  
sind zu beziehen bei:

Generaldirektion PTT  
Schuldokumentation  
Viktoriastrasse 21  
3030 Bern

Telefon 031/338 21 27



# Schuldokumentation Schüleraushang

Die nachfolgend  
beschriebenen Baugrundlagen  
gelten für alle Geräte des  
"Werkheftes Radio".

## Werkheft Radio



### Baugrundlagen

#### Einleitende Bemerkungen

Die fünf Geräte im "Werkheft Radio" sind entweder Sender oder Empfänger:

- |                                                   |                                |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| – Das Mikrofon empfängt Schallwellen.             | } schwingende<br>Luftteilchen  |
| – Der Lautsprecher sendet Schallwellen.           |                                |
| – Der Lichttonsender sendet Lichtimpulse.         | } elektromagnetische<br>Wellen |
| – Der Lichttonempfänger empfängt Lichtimpulse.    |                                |
| – Der Mittelwellenempfänger empfängt Radiowellen. |                                |

**Hinweis:** Grundlegendes zum Senden und Empfangen kann im "Werkheft Radio", Seiten 24 und 25 "Radiowellen" nachgelesen werden.

#### Kombinieren der fünf Geräte

##### Kombinieren der Geräte zum Senden und Empfangen

Auf der Seite 3 im "Werkheft Radio" befindet sich eine Zusammenstellung, die zeigt, wie die Geräte verbunden werden müssen, damit Nachrichten übermittelt werden können.

Diese Übersicht zeigt, welche Geräte miteinander gebaut und betrieben werden.

#### Allgemeine Bauhinweise

Alle fünf Geräte haben den gleichen Aufbau. Sie stimmen auch weitgehend in den Bauteilen überein. In den vorliegenden Baugrundlagen zum "Werkheft Radio" werden deshalb die für alle Geräte gültigen Bauabläufe, wichtige Angaben zu den einzelnen Bauteilen und praxisbewährte Tips zusammengefasst dargestellt.

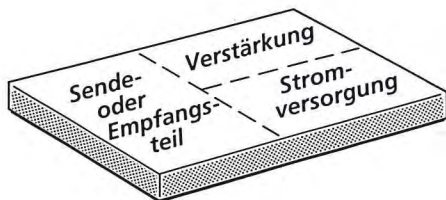
Die weiterführenden Bauhinweise zu den einzelnen Geräten befinden sich im Werkheft.

Pro Gerät sind auf dem Grundbrett drei Zonen vorgesehen, nämlich:

- eine für die Stromversorgung
- eine für die Verstärkung
- eine für besondere Funktionen, wie z.B. Sende- oder Empfangsteil

Die **Schaltungen** sind nach Funktionen in einzelnen **Klemmenleisten** zusammengefasst. Diese Baugruppen werden als **Module** bezeichnet. Jedes Modul hat eine überschaubare, spezielle Aufgabe im Gerät zu erfüllen:

- Stromversorgung
- Verstärken
- Senden, Empfangen, usw.



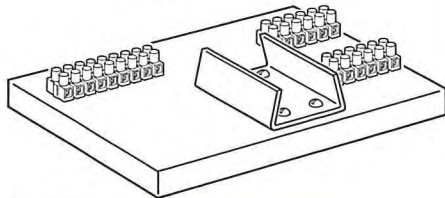
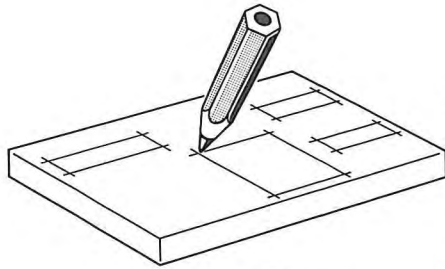
## Bauanleitung

Sauber und exakt arbeiten!

Es lohnt sich, anhand der jeweiligen Bauteilliste im "Werkheft Radio" zuerst die Bauteile auf Vollständigkeit zu prüfen und in einem Kartondeckel nach Modulen zu ordnen.

**Hinweis:** Damit die Farbringe auf den Widerständen oder die aufgedruckten Angaben bei den Kondensatoren und Transistoren deutlich gesehen werden, ist es ratsam, eine Lupe zu verwenden.  
Die Widerstände können auch mit einem  $\Omega$ -Meter gemessen werden.

Die Montage der Geräte geschieht immer in der gleichen Reihenfolge.



### Module

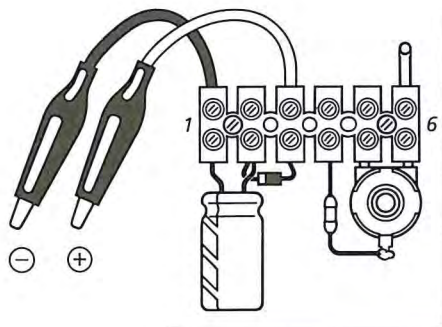
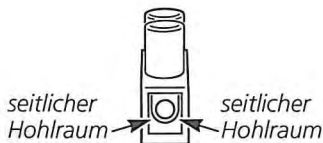
- 1 Das **Grundbrett** nach Bauplan mit Bleistift einteilen.  
Darauf achten, dass alle Bauteile und die Verbindungsdrähte genügend Platz haben! Bereits jetzt daran denken, dass keines der elektronischen Bauteile nach der Montage über den Brettrand hinausragt!  
Ein lackiertes Grundbrett sieht viel gefälliger aus und bleibt sauber!

- 2 Beim **Batteriehalter** zuerst beidseitig die Plastikfolie abziehen, bevor er auf das Brett geschraubt wird.  
Die Schraubenlöcher mit einer Ahle ins Brett vorstechen!  
Die **Klemmenleisten** jeweils mit 2 Schrauben durch die äussersten Löcher auf das Brett schrauben.  
Jede Klemmenleiste ist auf den Bauplänen von links nach rechts nummeriert.

- 3 Die **elektronischen Bauteile in die Klemmenleisten einbauen**.  
Bei einigen Bauteilen ist die **Polarität** entscheidend. Solche Bauteile müssen deshalb genau betrachtet werden, damit der  $\oplus$  und der  $\ominus$ -Anschluss nicht verwechselt wird.

Die Bauteile

- **vorbereiten:** Sauber und exakt arbeiten! Zuerst messen, dann die Anschlussdrähte der Bauteile so zurechtbiegen, dass sie in die jeweiligen Klemmen passen. Drähte eventuell kürzen.
- **einsetzen:** Die Anschlussdrähte **nicht** in die seitlichen Hohlräume der Klemmen stecken!
- **festschrauben:** Die Schrauben der Klemmen dürfen nur leicht angezogen werden, sonst können unter Umständen die feinen Drähte der Bauteile zerquetscht werden und abbrechen!
- eventuell **anlöten:** Es wird vorausgesetzt, dass die Technik des Lötens bekannt ist!



### Bauteile, die zum **Stromversorgungsmodul** gehören

Das **Stromversorgungsmodul** ist bei allen Geräten gleich aufgebaut. Die Klemmenleiste ist 6teilig. **Ausnahme:** Beim "Mittelwellenempfänger" ist sie 7teilig!

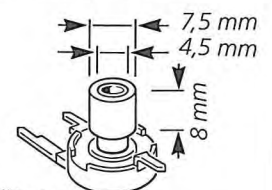
Die **Bauteile**, die eingebaut werden (① bis ⑥ und ⑰):

1 Potentiometer – 1 Widerstand (beim Mittelwellenempfänger 2 Widerstände) – 1 Diode – 1 Rund-Kondensator – 1 Winkelschraube – 2 Kabel (rot, schwarz) mit Krokoklemmen.

- ① Das **Potentiometer als Spannungsteiler** besteht aus 2 Teilen, aus dem einstellbaren Widerstand und der Drehachse.  
Die 3 Anschlüsse müssen vor dem Einbau mit einer Flachzange (oder von Hand!) sorgfältig abgebogen und in die Klemmen eingepasst werden.

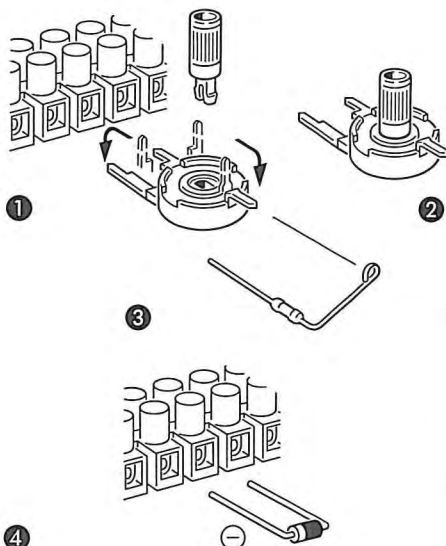
- ② Erst jetzt die Drehachse einsetzen! Eine falsch eingesetzte Drehachse kann schlecht wieder herausgenommen werden!

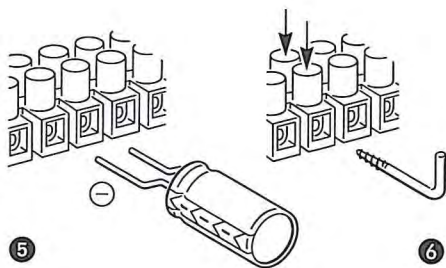
**Tip!** Für eine leichtere und genauere Feineinstellung am Potentiometer kann ein Stück Gummischlauch aus dem Chemiematerial der Schule über die Drehachse gestülpt werden. (Schlauchmasse siehe Zeichnung!)



- ③ Den **Widerstand** beim Potentiometer einsetzen und anlöten:  
Den einen Draht rechtwinklig umbiegen, und das Drahtende für den Anschluss ans Potentiometer zu einem kleinen Häkchen umbiegen. Das Häkchen über den Potentiometeranschluss schieben, und den andern Draht in die Klemme stecken und festschrauben. Das Häkchen anlöten.

- ④ Die **Diode** ist ein gepoltes Bauteil,  $\oplus$  und  $\ominus$  beachten!  
Das helle Ringlein bedeutet Minusseite ( $\ominus$ ).





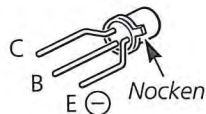
⑤ Der **Rund-Kondensator** ist ebenfalls ein gepoltes Bauteil, also (⊖) und (⊕) beachten! Der (⊖)-Draht ist seitlich am Gehäuse markiert.

⑥ Den ganzen Gewindeteil der Winkelschraube in die Klemme schieben! Dazu müssen beide Schrauben gelöst werden.

## Bauteile, die in den andern **Modulen** verwendet werden

**Transistoren** (Typ: npn). Transistoren sind empfindliche Bauteile!

⑦ **Transistor BC 107**: Die Anschlussdrähte sind so zurechtzubiegen, dass sie in 3 Klemmen passen. Zuerst die beiden äusseren Beine spreizen, erst dann abbiegen. Evtl. etwas von der Isolation der Klemmen wegschneiden.



Der **Emitter E** (Anschlussdraht beim **Nocken am Gehäuse**) zeigt zum (⊖)-Pol der jeweiligen Schaltung!

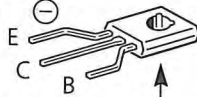
Die **Basis B** ist der **mittlere** Anschluss.

Kein Anschlussdraht (E, B, C) darf das Metallgehäuse des Transistors berühren (Kurzschluss) und Emitter E und Kollektor C dürfen nicht vertauscht werden!

**Hinweis:** In den Transistor-Symbolen der Schaltschemata ist die Lage des Emitters E mit einem Pfeil gekennzeichnet.



⑧ **Transistor BD 139**: Die Anschlussdrähte sind so zurechtzubiegen, dass sie in die 3 Klemmen passen. **Zuerst messen, erst dann biegen!**



**Achtung!** Beim Transistor BD 139 sind die Anschlüsse anders als beim BC 107:

Der **Kollektor C** ist der **mittlere Draht**.

Die metallische, helle Fläche ist unten!

Der **BD 139** wird zusammen mit dem **Kühlkörper ⑨** auf das Brett geschraubt. Nebenstehende Zeichnung genau anschauen!

Zum Montieren den Transistor in die Klemmen stecken, ausrichten und den mittleren Anschlussdraht vorläufig leicht festschrauben. Mit Bleistift durch das Loch des Transistors auf dem Brett das Schraubenloch anzeichnen. Den Transistor wieder aus den Klemmen entfernen. Das Schraubenloch ins Brett vorstechen. Den Transistor erneut in die 3 Klemmen stecken und nur den mittleren Draht festschrauben.

Den **Kühlkörper** vorsichtig unter den Transistor schieben, bis beide Löcher übereinstimmen. Beide Teile mit einer Schraube nicht zu fest auf dem Brett anschrauben.

Zuletzt die beiden äusseren Transistordrähte (B und E) festschrauben.

⑩ Die **Block-Kondensatoren** sind nicht gepolt.

**Wichtig:** Die aufgedruckte Kapazität muss beachtet werden (z.B. 0,22μF oder 220 nF)!

**Nicht verwechseln** beim Einbauen!

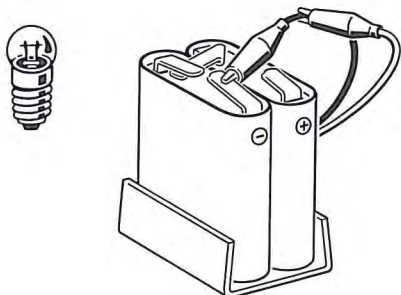
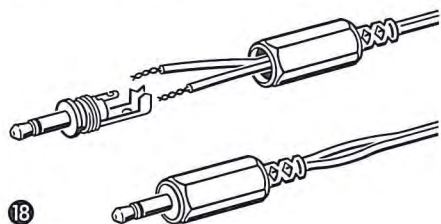
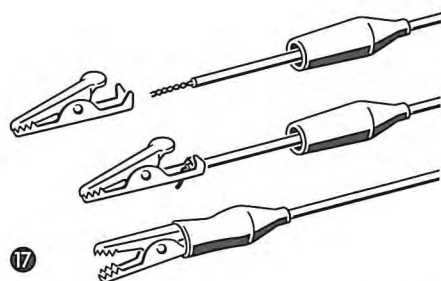
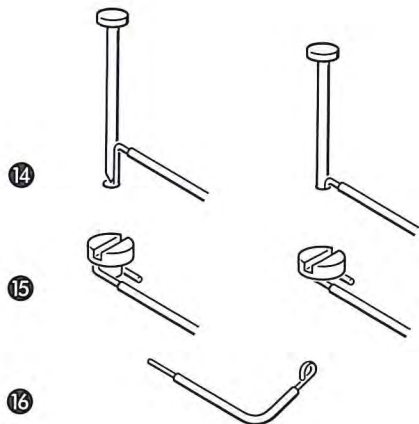
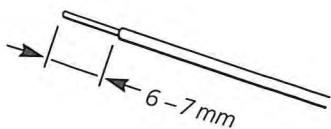
⑪ Die **Widerstände** sind nicht gepolt. Die farbigen Ringlein beachten (Farbcode)!

⑫ Die **Winkelschraube** (siehe bei ⑥).

## 4 Fortsetzung der Bauanleitung siehe Werkheft!

Die gerätespezifischen Bauanleitungen stehen im "Werkheft Radio".

- Mikrophon mit Verstärker auf Seite 5,
- Lautsprecher mit Verstärker auf Seite 9,
- Lichttonsender auf Seite 13,
- Lichttonempfänger auf Seite 17,
- Mittelwellenempfänger auf Seite 27.



## 5 Verdrahten: Gemäss Bauplan, Schema oder Illustration die Module verdrahten. Nur isolierte Drähte verwenden!

- In folgender Reihenfolge verdrahten: schwarz, grün, rot!  
– Für die Minus- (⊖) oder Masse- (⊥) Leitungen ist schwarz reserviert.  
– Die Leitungen, die vom Batterie-Pluspol (⊕) wegführen, werden rot,  
– und alle anderen Leitungen werden grün verdrahtet.
- Vor dem Abschneiden genau abmessen, wie lang die Verbindungsdrähte sein müssen!  
**Merke:** Es gibt Verbindungen, die nicht zu knapp bemessen werden dürfen. Z.B. beim "**Lichttonsender**" und "**Lichttonempfänger**" (siehe Hinweise auf den Bauplänen).
- Die Drahtenden mit einer Abisolierzange 6 – 7 mm lang abisolieren.

**13 Klemmen-Anschlüsse:** Die Drähte nicht in die seitlichen Hohlräume der Klemmen stecken! Dort, wo mehrere Drähte in einer Klemme sind, genau prüfen, ob alle festhalten.

### Draht-Anschluss

- 14** bei einem **Kontakt-Nagel** (z.B. Mikrofonkapsel): Den Nagel einschlagen und wieder herausdrehen. Drahtende rechtwinklig abbiegen, ins Nagelloch stecken und mit dem Nagel fixieren. **Nicht löten!**
- 15** bei einer **Kontakt-Schraube** (z.B. Kupferwinkel, Lämpchenfassung): Das Drahtende umbiegen, im Uhrzeigersinn unter den Schraubenkopf wickeln, dann festschrauben.

**16** beim **Potentiometer** (nur beim "Mikrofon" und "Lautsprecher"): Siehe **3**!

### Krokoklemmen montieren.

In jedem Bauteilset sind die Kabel und die Krokoklemmen getrennt beigelegt. Die Kabellängen müssen selber bestimmt und alle Krokoklemmen selber angelötet werden.

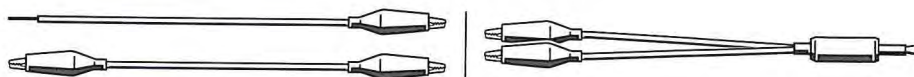
- 17** Zuerst den Plastikteil der Krokoklemme über das Kabel schieben. Das abisolierte Kabelende von oben durch das Loch der Krokoklemme schieben und mit einer Flachzange die Metallspitzen der Klemme um das Kabel festklemmen. Löten, dann den Plastikteil wieder über die Klemme schieben.

### Kopfhörerstecker (Klinkenstecker) montieren.

Es braucht diesen Stecker zum Anschliessen eines Tonbandgerätes oder eines Radios an den "Lautsprecher" oder den "Lichttonsender" (Siehe auch "Tonübertragung" Werkheft Radio, Seite 3).

- 18** Montage nach Zeichnung! Die Steckerhülse ist aufschraubbar.

### Kabel-Varianten



## 6 Lämpchen und Batterien einsetzen.

**Hinweis:** Die beiden Batterien erst für die Einstellarbeiten und Funktionstests einsetzen und richtig gepolt anschliessen!  
Die ideale Spannung für die Geräte des "Werkheftes Radio" ist 9 Volt. Die Batterien sind in Serie geschaltet (2 x 4,5 V). Es sind aber Spannungen im Bereich von 4,5 bis 12 Volt möglich.

**Gerät ausschalten:** Die Krokoklemme des ⊕-Kabels (rot) ans ⊖-Kabel (schwarz) klemmen. (Siehe Zeichnung!)  
Das schützt vor ungewollten Kurzschlüssen!

## 7 Das Gerät ist fertig gebaut!

Vor der Inbetriebnahme noch genaue Kontrollen, Einstellarbeiten und Funktionstests durchführen. Hinweise dazu befinden sich bei den einzelnen Geräten im "Werkheft Radio".

