

Wenn aus einer vorliegenden Beschreibung für den nichtgewerblichen Endverbraucher nicht eindeutig hervorgeht, welche elektrischen Kennwerte für ein Bauteil oder eine Baugruppe gelten, wie eine externe Beschaltung durchzuführen ist, oder welche externen Bauteile oder Zusatzgeräte angeschlossen werden dürfen und welche Anschlußwerte diese externen Komponenten haben dürfen, so muß stets ein Fachmann um Auskunft ersucht werden.

Es ist vor der Inbetriebnahme eines Gerätes generell zu prüfen, ob dieses Gerät oder Baugruppe grundsätzlich für den Anwendungsfall, für den es verwendet werden soll, geeignet ist!

Im Zweifelsfalle sind unbedingt Rückfragen bei Fachleuten, Sachverständigen oder den Herstellern der verwendeten Baugruppen notwendig!

Bitte beachten Sie, daß Bedien- und Anschlußfehler außerhalb unseres Einflußbereiches liegen. Verständlicherweise können Wirfürschäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen.

Dieser Artikel wurde nach der EG-Richtlinie 89/336/EWG (EMVG vom 09.11.1992, Elektromagnetische Verträglichkeit) geprüft und entspricht den gesetzlichen Bestimmungen.



Der Umwelt zuliebe!

100% Recyclingpapier

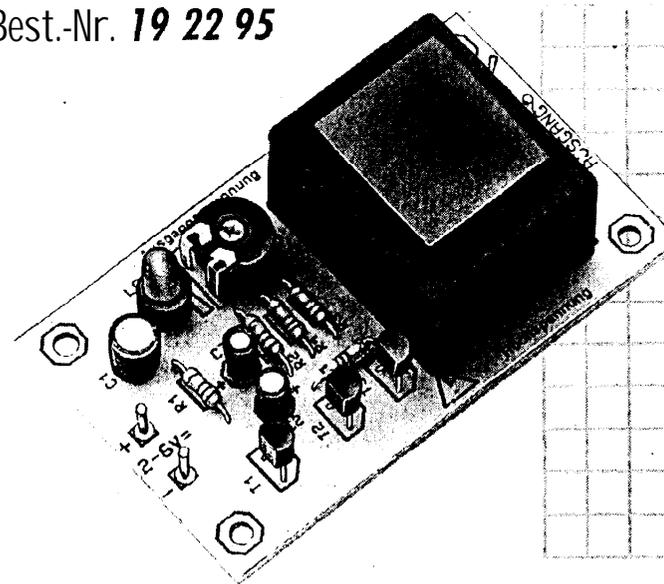
Änderungen vorbehalten!

Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen gleich welcher Art, ob Fotokopie, Mikrofilme oder Erfassung in Datenverarbeitungsanlagen, nur mit schriftlicher Genehmigung der CONRAD ELECTRONIC GmbH.

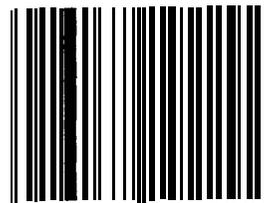
© Copyright 1996 by CONRAD ELECTRONIC GmbH, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau  
● 72-02-96/01-C

# Hochspannungs- generator

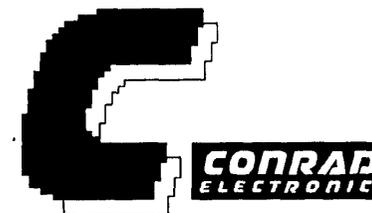
Best.-Nr. 19 22 95



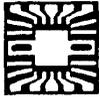
IDEEN IN ELECTRONIC



4 016138 192292



Der Bausatz dient zum Aufbau eines Elektrisiergerätes, dessen Pulsfrequenz mit einem Trimpoti einstellbar ist. Der Bausatz eignet sich optimal für physikalische Experimente o. ä.



## Technische Daten:

**Betriebsspannung:** 2...6 V=

**Stromaufnahme:** ca. 10...40 mA

**Abmessung:** 73 x 43 mm



## Achtung:

Bevor Sie mit dem Nachbau beginnen, lesen Sie diese Bauanleitung erst einmal bis zum Ende in Ruhe durch, bevor Sie den Bausatz oder das Gerät in Betrieb nehmen (besonders den Abschnitt über die Fehlermöglichkeiten und deren Beseitigung!) und natürlich die Sicherheitshinweise. Sie wissen dann, worauf es ankommt und was Sie beachten müssen und vermeiden dadurch von vornherein Fehler, die manchmal nur mit viel Aufwand wieder zu beheben sind!

Führen Sie die Lötungen und Verdrahtungen absolut sauber und gewissenhaft aus, verwenden Sie kein säurehaltiges Lötzinn, Lötfett o. ä. Vergewissern Sie sich, daß keine kalte Lötstelle vorhanden ist. Denn eine unsaubere Lötung oder schlechte Lötstelle, ein Wackelkontakt oder schlechter Aufbau bedeuten eine aufwendige und zeitraubende Fehlersuche und unter Umständen eine Zerstörung von Bauelementen, was oft eine Kettenreaktion nach sich zieht und der komplette Bausatz zerstört wird.

Beachten Sie auch, daß Bausätze, die mit säurehaltigem Lötzinn, Lötfett o. ä. gelötet wurden, von uns nicht repariert werden:

Beim Nachbau elektronischer Schaltungen werden Grundkenntnisse über die Behandlung der Bauteile, 'Löten und der Umgang mit elektronischen bzw. elektrischen Bauteilen vorausgesetzt.



## Allgemeiner Hinweis zum Aufbau einer Schaltung:

Die Möglichkeit, daß nach dem Zusammenbau etwas nichtfunktioniert, läßt sich durch einen gewissenhaften und sauberen Aufbau drastisch verringern. Kontrollieren Sie jeden Schritt, jede Lötstelle zweimal, bevor Sie weitergehen! Halten Sie sich an die Bauanleitung! Machen Sie den dort beschriebenen Schritt nicht anders und 'überspringen Sie nichts! Haken Sie jeden Schritt doppelt ab: einmal fürs Bauen, einmal fürs Prüfen.

Nehmen Sie sich auf jeden Fall Zeit: Basteln ist keine Akkordarbeit, denn die hier aufgewendete Zeit ist um das dreifache geringer als jene bei der Fehlersuche.

Eine häufige Ursache für eine Nichtfunktion ist ein Bestückungsfehler, z. B. verkehrt eingesetzte Bauteile wie ICs, Dioden und Elko. Beachten Sie auch unbedingt die Farbringe der Widerstände, da manche leicht verwechselbare Farbringe haben.

Achten Sie auch auf die Kondensator-Werte z. B.  $n\ 10 = 100\ \text{pF}$  (nicht  $10\ \text{nF}$ ). Dagegen hilft doppeltes und dreifaches Prüfen. Achten Sie auch darauf, daß alle IC-Beinchen wirklich in der Fassung stecken. Es passiert sehr leicht, daß sich eines beim Einstecken umbiegt. Ein kleiner Druck, und das IC muß fast von selbst in die Fassung springen. Tut es das nicht, ist sehr wahrscheinlich ein Beinchen verbogen.

Stimmt hier alles, dann ist als nächstes eventuell die Schuld bei einer kalten Lötstelle zu suchen. Diese unangenehmen Begleiter des Bastlerlebens treten dann auf, wenn entweder die Lötstelle nicht richtig erwärmt wurde, so daß das Zinn mit den Leitungen keinen richtigen Kontakt hat, oder wenn man beim Abkühlen die Verbindung gerade im Moment des Erstarrens bewegt hat. Derartige Fehler erkennt man meistens am matten Aussehen der Oberfläche der Lötstelle. Einzige Abhilfe ist, die Lötstelle nochmals nachzulöten.

Bei 90 % der reklamierten Bausätze handelt es sich um Lötfehler, kalte Lotstellen, falsches Lötzinn usw. So manches zurückgesandte

“Meisterstück” zeugte von nicht fachgerechtem Löten.

Verwenden Sie deshalb beim Löten nur Elektronik-Lötzinn mit der Bezeichnung “SN 60 Pb” (60 % Zinn und 40 % Blei). Dieses Lötzinn hat eine Kolophoniumseele, welche als Flußmittel dient, um die Lötstelle während des Lotens vor dem Oxydieren zu schützen. Andere Flußmittel wie Löffett, Lötpaste oder Lätwasser dürfen auf keinen Fall verwendet werden, da sie säurehaltig sind. Diese Mittel können die Leiterplatte und Elektronik-Bauteile zerstören, außerdem leiten sie den Strom und verursachen dadurch Kriechströme und **K u r z s c h l ü s s e**.

Ist bis hierher alles in Ordnung und läuft die Sache trotzdem noch nicht, dann ist wahrscheinlich ein Bauelement defekt. Wenn Sie Elektronik-Anfänger sind, ist es in diesem Fall das Beste, Sie ziehen einen Bekannten zu Rate, der in Elektronik ein bißchen versiert ist und eventuell nötige Meßgeräte besitzt.

Sollten Sie diese Möglichkeit nicht haben, so schicken Sie den Bausatz bei Nichtfunktion **gut verpackt und mit einer genauen Fehlerbeschreibung sowie der zugehörigen Bauanleitung** an unsere Service-Abteilung ein (nur eine exakte Fehlerangabe ermöglicht eine einwandfreie Reparatur!). **Eine genaue Fehlerbeschreibung ist wichtig, da der Fehler ja auch bei Ihrem Netzgerät oder Ihrer Außenbeschaltung sein kann.**



### Hinweis:

Dieser Bausatz wurde, bevor er in Produktion ging, viele Male als Prototyp aufgebaut und getestet. Erst wenn eine optimale Qualität hinsichtlich Funktion und Betriebssicherheit erreicht ist, wird er für die Serie freigegeben!

Um eine gewisse Funktionssicherheit beim Bau der Anlage zu erreichen, wurde der gesamte Aufbau in 2 Baustufen aufgliedert:

1. **Baustufe:** Montage der Bauelemente auf der Platine
2. **Baustufe:** Funktionstest

Achten Sie beim Einlöten der Bauelemente darauf, daß diese (falls nicht Gegenteiliges vermerkt ) ohne Abstand zur Platine eingelötet werden. Alle überstehenden Anschlußdrähte werden direkt über der Lötstelle abgeschnitten.

Da es sich bei diesem Bausatz teilweise um sehr kleine bzw. eng beieinanderliegende Lötunkte handelt (Lötbrückengefahr), darf hier nur mit einem LötKolben mit kleiner Lötspitze gelötet werden. Führen Sie die Lötvorgänge und den Aufbau sorgfältig aus

## Garantie

Auf dieses Gerät gewähren wir 1 Jahr Garantie. Die Garantie umfaßt die kostenlose Behebung der Mängel, die nachweisbar auf die Verwendung nicht einwandfreien Materials oder Fabrikationsfehler zurückzuführen sind.

Da wir keinen Einfluß auf den richtigen und sachgemäßen Aufbau haben, können wir aus verständlichen Gründen bei Bausätzen nur die Gewähr der Vollständigkeit und einwandfreien Beschaffenheit der Bauteile übernehmen.

Garantiert wird eine den Kennwerten entsprechende Funktion der Bauelemente im uneingebautem Zustand und die Einhaltung der technischen Daten der Schaltung bei entsprechend der Lötvorschrift, fachgerechter Verarbeitung und vorgeschriebener Inbetriebnahme und Betriebsweise.

Weitergehende Ansprüche sind ausgeschlossen.

Wir übernehmen weder eine Gewähr noch irgendwelche Haftung für Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit diesem Produkt. Wir behalten uns eine Reparatur, Nachbesserung, Ersatzteil-lieferung oder Rückerstattung des Kaufpreises vor.

Bei folgenden Kriterien erfolgt keine Reparatur bzw. es erlischt der Garantieanspruch:

- wenn zum Löten säurehaltiges Lötzinn, Lötfett oder säurehaltiges Flußmittel u. ä. verwendet wurde,
- wenn der Bausatz unsachgemäß gelötet und aufgebaut wurde.

#### **Das gleiche gilt auch:**

- bei Veränderung und Reparaturversuchen am Gerät
- bei eigenmächtiger Abänderung der Schaltung
- bei der Konstruktion nicht vorgesehene, unsachgemäße Auslagerung von Bauteilen, Freiverdrahtung von Bauteilen wie Schalter, Potis, Buchsen usw.
- Verwendung anderer, nicht original zum Bausatz gehörender Bauteile
- bei Zerstörung von Leiterbahnen oder Lötäugen
- bei falscher Bestückung und den sich daraus ergebenden Folgeschäden
- Überlastung der Baugruppe.
- bei Schäden durch Eingriffe fremder Personen
- bei Schäden durch Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung und des Anschlußplanes
- bei Anschluß an eine falsche Spannung oder Stromart
- bei Falschpolung der Baugruppe
- bei Fehlbedienung oder Schäden durch fahrlässige Behandlung oder Mißbrauch
- bei Defekten, die durch überbrückte Sicherungen oder durch Einsatz falscher Sicherungen entstehen

In all diesen Fällen erfolgt die Rücksendung des Bausatzes zu Ihren Lasten.



#### **Sicherheitshinweis:**

Bausätze sollten bei Nichtfunktion mit einer genauen Fehlerbeschreibung (Angabe dessen, was nicht funktioniert...denn nur eine exakte Fehlerbeschreibung ermöglicht eine einwandfreie Repara-

tur!) und der zugehörigen Bauanleitung sowie ohne Gehäuse zurückgesandt werden. Zeitaufwendige Montage? oder Demontagen von Gehäusen müssen wir aus verständlichen Gründen zusätzlich berechnen. Bereits aufgebaute Bausätze sind vom Umtausch ausgeschlossen. Bei Installationen und beim Umgang mit Netzspannung sind unbedingt die VDE-Vorschriften zu beachten.

Geräte, die an einer Spannung  $\geq 35$  V betrieben werden, dürfen nur vom Fachmann angeschlossen werden.

In jedem Fall ist zu prüfen, ob der Bausatz für den jeweiligen Anwendungsfall und Einsatzort geeignet ist bzw. eingesetzt werden kann.

Die Inbetriebnahme darf grundsätzlich nur erfolgen, wenn die Schaltung absolut berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut ist.

Sind Messungen bei geöffnetem Gehäuse unumgänglich, so muß aus Sicherheitsgründen ein Trenntrafo zwischengeschaltet werden, oder, wie bereits erwähnt, die Spannung über ein geeignetes Netzteil, (das den Sicherheitsbestimmungen entspricht) zugeführt werden.

Alle Verdrahtungsarbeiten dürfen nur im spannungslosen Zustand ausgeführt werden.

### **Lötanleitung:**

Wenn Sie im Löten noch nicht so geübt sind, lesen Sie bitte zuerst diese Lötanleitung, bevor Sie zum LötKolben greifen. Denn Löten will gelernt sein.

1. Verwenden Sie beim Löten von elektronischen Schaltungen grundsätzlich nie Lötwasser oder Lötfett. Diese enthalten eine Säure, die Bauteile und Leiterbahnen zerstört.
2. Als Lötmaterial darf nur Elektronikzinn SN 60 Pb (d. h. 60 % Zinn, 40 % Blei) mit einer Kolophoniumseele verwendet werden, die zugleich als Flußmittel dient.

3. Verwenden Sie einen kleinen LötKolben mit max. 30 Watt Heizleistung. Die Lötspitze sollte zunderfrei sein, damit die Wärme gut abgeleitet werden kann. Das heißt: Die Wärme vom LötKolben muß gut an die zu Lötende Stelle geleitet werden.
4. Die Lötung selbst soll zügig vorgenommen werden, denn durch zu langes Löten werden Bauteile zerstört. Ebenso führt es zum Ablösen der LötAugen oder Kupferbahnen.
5. Zum Löten wird die gut verzinnte Lötspitze so auf die Lötstelle gehalten, daß zugleich Bauteildraht und Leiterbahn berührt werden.  
Gleichzeitig wird (nicht zuviel) Lötzinn zugeführt, das mit aufgeheizt wird. Sobald das Lötzinn zu fließen beginnt, nehmen Sie es von der Lötstelle fort. Dann warten Sie noch einen Augenblick, bis das zurückgebliebene Lot gut verlaufen ist und nehmen dann den LötKolben von der Lötstelle ab.
6. Achten Sie darauf, daß das soeben gelötete Bauteil, nachdem Sie den Kolben abgenommen haben, ca. 5 Sek. nicht bewegt wird. Zurück bleibt dann eine silbrig glänzende, einwandfreie Lötstelle.
7. Voraussetzung für eine einwandfreie Lötstelle und gutes Löten ist eine saubere, nicht oxydierte Lötspitze. Denn mit einer schmutzigen Lötspitze ist es absolut unmöglich, sauber zu löten. Nehmen Sie daher nach jedem Löten überflüssiges Lötzinn und Schmutz mit einem feuchten Schwamm oder einem Silikon-Abstreifer ab.
8. Nach dem Löten werden die Anschlußdrähte direkt über der Lötstelle mit einem Seitenschneider abgeschnitten.
9. Beim Einlöten von Halbleitern, LEDs und ICs ist besonders darauf zu achten, daß eine Lötzeit von ca. 5 Sek. nicht überschritten wird, da sonst das Bauteil zerstört wird. Ebenso ist bei diesen Bauteilen auf richtige Polung zu achten.
10. Nach dem Bestücken kontrollieren Sie grundsätzlich jede Schaltung noch einmal darauf hin, ob alle Bauteile richtig eingesetzt und gepolt sind. Prüfen Sie auch, ob nicht versehentlich Anschlüsse oder Leiterbahnen mit Zinn überbrückt wurden. Das kann

nicht nur zur Fehlfunktion, sondern auch zur Zerstörung von teuren Bauteilen führen.

11. Beachten Sie bitte, daß unsachgemäße Lötstellen, falsche Anschlüsse, Fehlbedienung und Bestückungsfehler außerhalb unseres Einflußbereiches liegen.

## Schaltungsbeschreibung

### Kribbeln an der Fingerspitze

Die hier vorgestellte Schaltung erzeugt „Kribbelspannungen“. Es ist uns bewußt, daß das kein wissenschaftlich hieb- und stichfester Ausdruck ist. Aber das soll er auch nicht. Denn wir verfolgen damit zwei ganz andere Ziele:

Erstens geht es uns um eine Effektschaltung, bei der etwas Handfestes herauskommt; sie erzeugt nämlich aus einer Batteriespannung von 3...12V Spannungsspitzen von einigen hundert Volt. Und, weil das ohne nähere Spezifikation passiert, sprechen wir auch nicht von Hochspannung (die es ohnehin nicht ist, denn Spannungen unterhalb von 1000 V gelten elektrotechnisch als Niederspannung).

Punkt zwei versteckt sich in der Schaltung selbst; die ist nämlich um einen astabilen Multivibrator herum aufgebaut, dessen Aufgabe die Erzeugung von Rechtecksignalen ist. Dies ist eine Grundschialtung, die wegen des allgegenwärtigen Timer-ICs 555 fast schon in Vergessenheit geraten ist. Dennoch hat der „Astabile“ (oder abgekürzt einfach AMV) noch immer seine Daseinsberechtigung. Und wir werden uns ansehen, wie diese Schaltung funktioniert und zu berechnen ist.

Wer noch nie die Schaltung eines solchen Astabilen gesehen hat, soll vorweg einmal kurz den Schaltplan ansehen; das charakteristische Merkmal, das einem auch bei flüchtigem Hinsehen auffällt, sind die beiden kreuzgekoppelten Transistoren.

Um das Wechselspiel zu verstehen, in dem sich dieses Pärchen mit Leiten und Sperren abwechselt, zerlegen wir die Grundschialtung und

lösen daraus nur einen Transistor mit zugehörigem Basis- und Kollektorwiderstand heraus. Um das Ganze noch anschaulicher zu machen, legen wir in den Kollektorkreis noch eine LED (Bild 1)

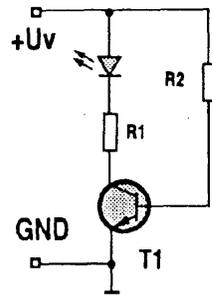


Bild 1

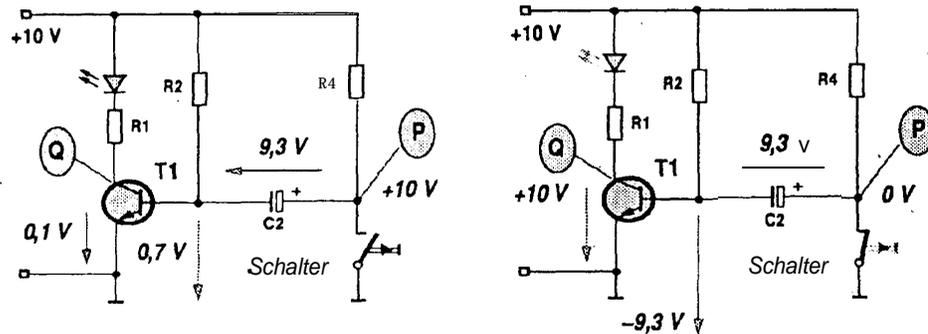


Bild 2

Vorausgesetzt, wir haben bei den Widerstandswerten nicht vollkommen danebengegriffen, dann wird dem Transistor nichts anderes übrigbleiben, als durchzuschalten: Über den Vorwiderstand R2 bekommt er Basisstrom, so daß seine Kollektor/Emitter-Strecke leitend wird. Folgerichtig wird die LED aufleuchten.

Auch wenn wir einen Schritt weiter gehen, ändert sich noch nichts Grundlegendes am eben Gesagten: In der linken Darstellung von Bild 2 kommen lediglich ein Widerstand, ein Elko und ein Taster hinzu. Der Transistor stört sich daran nicht, weil sich an den Voraussetzungen

für sein Durchschalten nichts geändert hat: Er bekommt über R2 weiterhin seinen Basisstrom, woran der Elko C2 nichts ändert; Punkt Q erreicht bei einem Kleinsignaltransistor im Sättigungszustand ca. 0,1 V

Eins allerdings passiert „hinter dem Rücken“ des Transistors: C2 lädt sich über R4 auf die Versorgungsspannung +Uv auf (wenn wir genau sind, müßten wir die Basisspannung des leitenden Transistors von 0,7 V abziehen). Bei aufgeladenem C2 hat Punkt P daher dasselbe Potential wie die Versorgungsspannung (im Beispiel haben wir einmal +10 V angenommen), und die Ladespannung des Elkos beträgt die eben ermittelten 9,3 V.

Nun wird der Schalter kurz geschlossen (rechte Darstellung im Bild 2). Punkt P liegt daraufhin an Masse. Der Elko behält seine Ladespannung, denn die Spannung an einem Kondensator kann sich niemals schlagartig ändern (deshalb setzt man Cs zum „Abstützen“ von Spannungen ein).

Wenn der Elko-Pluspol (Punkt P) an Masse liegt und seine Ladespannung 9,3 V beträgt, dann geht der Minuspol spannungsmäßig „in den Keller“. Die angeschlossene Basis liegt daraufhin bei -9,3 V (gegen Masse gemessen), so daß der Transistor schlagartig sperrt. Sein Kollektor (Punkt Q) geht daraufhin „hoch“, und die Leuchtdiode verlöscht.

Allerdings ist dieser Zustand nicht von langer Dauer; denn über R2 entlädt sich der Elko wieder, so daß sich die Basis langsam dem Nullpotential nähert. Dieser Umladevorgang geht weiter, bis der Elko-Minuspol ca. +0,7 V erreicht hat (mit seinem Pluspol liegt er nach wie vor an Masse).

In diesem Moment hat der Transistor wieder eine positive Vorspannung, so daß er erneut durchschaltet. Diesen leitenden Zustand behält er bei, auch wenn der Schalter geschlossen bleibt oder wieder geöffnet wird. Erst beim erneuten Schließen des Tasters wird der Transistor für die Dauer des Umladevorgangs, die vom RC-Glied R2/C2 an seiner Basis abhängt, gesperrt.

Widerstand (in Ohm) multipliziert mit Kapazität (in Farad) ergibt Zeit (in Sekunden). Daherspricht man im Zusammenhang mit RC-Gliedern auch von der Zeitkonstanten  $t$  des betreffenden RC-Gliedes ( $\tau$ , das

kleine 't' im griechischen Alphabet). Dieses Produkt aus  $R \cdot C$  ist ein Maß für die Anfangsteilheit der Ladekurve.

Bei der Multivibrator-Berechnung sind die Verhältnisse noch etwas anders, so daß man hier als Anhalt für die Sperrzeit das **0,7fache** der Zeitkonstanten zugrundelegen kann. Maßgebend ist das RC-Glied am jeweiligen Transistor, also  **$R2 \cdot C2$**  bei T1 und  **$R3 \cdot C3$**  bei T2.

Um die Sperrzeit von T2 zu berechnen (das ist die Einschaltzeit von T1 und der LED), muß man  $R3 (= 27 \cdot 10^3 \Omega)$  mit  $C3 (= 1 \cdot 10^{-6} F)$  malnehmen und erhält  $27 \cdot 10^{-3} s (= 27 ms)$ ; das **0,7fache** davon sind knapp 20 ms.

Für die Sperrzeit von T1 kommt man je nach Poti-Stellung auf 70 ms... 770 ms. Zählt man beide Zeiten zusammen, erhält man für die Periodendauer des Ausgangssignals 90 ms... **0,8 s**. Bei Poti-Rechtsanschlag ( $= 0 \Omega$ ) flackert die LED also **11 mal** pro Sekunde, während es bei Poti-Linksanschlag ( $= 100 k\Omega$ ) fast eine Sekunde bis zum nächsten LED-Blitz dauert.

Aber die LED ist ja nur Kontrollorgan, eigentlich geht es uns ja um hohe Spannungsspitzen. Die erzeugt uns nun Transistor T3, der im Takt des sperrenden T2 durchschaltet und dabei den Trafostrom ein- und ausschaltet. Im Schaltmoment wird auf der Sekundärseite ein Spannungsimpuls induziert.

Es bleibt festzuhalten, daß am Ausgang Ua (an der Trafo-Primär-Wicklung) nur dann etwas passiert, wenn sich am Eingang etwas ändert, und zwar der Stromfluß und mit ihm das dadurch hervorgerufene Magnetfeld!

Diese Änderungen erfolgen nur beim Ein- und Ausschalten von Transistor T3, und der wiederum wird vom T2-Kollektor angesteuert: T3 leitet immerdann, wenn T2 sperrt und dann über  $R4+R5$  ein Basisstrom fließen kann.

Daß es beim Netztrafo normalerweise ständig eine Ausgangsspannung gibt und nicht nur häppchenweise, liegt an der Form der eingespeisten (Netz-) Spannung: Die hat nämlich einen sinusförmigen Verlauf, d.h. sie ändert fortwährend ihren Wert, so daß es auch andauernd zu Stromänderungen und zum erwähnten Induktionsvorgang auf der Sekundärseite kommt.

Nur für sinusförmige Ansteuerung gilt auch das rechnerische Übersetzungsverhältnis, das sich aus der Anzahl der Windungen auf beiden Seiten ergibt (bei 230 V zu 12 V ist es **19 : 1**). Beim harten Ein- und Ausschalten hängt die Größe der sekundärseitig erzeugten Spannung in erster Linie von der Geschwindigkeit der Stromänderung ab und in zweiter Linie von der Trafo-Induktivität.

Man bekommt also keine höhere Ausgangsspannung, wenn man die Blitzfolge durch Verdrehen des Potis ändert. Höhere Spannungsspitzen bekäme man nur durch beschleunigtes Schalten von T3.

Das ist aber aus zwei Gründen gar nicht wünschenswert; denn erstens erfüllt die Schaltung auch so ihren Anschauungszweck und zweitens könnte sonst die Trafo-Isolation durchschlagen.

Bei Nachbau halten Sie sich an die bekannte Vorgehensweise, daß zuerst die dünnen und flachen Bauteile an die Reihe kommen. In diesem Fall sind das die fünf Widerstände, bei denen Sie bitte  $10 k\Omega$  und  $1 k\Omega$  nicht verwechseln; sie haben eine sehrähnliche Beringung, die sich nur im dritten Farbring unterscheidet.

Als nächstes sollten Sie die vier Lötstifte einsetzen, weil das erfahrungsgemäß ein mittlerer Krafttakt ist, der den übrigen Bauteilen erspart bleiben kann. Weiter geht es mit dem Poti und der LED, deren Katode zu C 3 zeigt (das ist das kürzere Bein).

Bei den Elkos beachten Sie bitte die richtige Polarität (das längere Bein ist der Plus-Anschluß), und für T3 sollte ein etwas „dickerer“ Typ eingesetzt werden: Der BC337 verträgt maximal 1 A Kollektorstrom, während der zartere BC547 nur 200 mA schafft.

Schließlich löten Sie noch den Trafo ein, der uns die hohe Spannung erzeugt. Vergewissern Sie sich dann abschließend, daß Sie keine Lötstelle vergessen haben und auch keine Lötkeckse zwischen benachbarten Lötäugen vorhanden sind. Ihr Elektrisierapparat ist damit fertig.

Daß erfunktioniert, sehen Sie beim Anlegen der Versorgungsspannung am Blinken der LED; sie ändert ihre Blinkfrequenz beim Verdrehen des Potis, wobei Sie auf die eingangs erwähnten Zeiten kommen werden. Auch wenn sich eine Einschaltdauer von 20 ms recht kurz

anhört, so sind diese Blitze doch sehr gut wahrzunehmen.

Daß es am Ausgang Ua auch tatsächlich kribbelt, brauchen Sie nicht mit feuchtem Finger auszuprobieren. Nehmen Sie stattdessen eine Glimmlampe, die erst bei ca. 80 V zündet, und die damit ein Indiz für die herauftransformierte Spannung ist. Bei höheren Spannungen geht so ein Lämpchen nicht kaputt, sondern es verstärkt sich nur der Glimmeffekt. Auf einen Vorwiderstand kann man hierausnahmsweise verzichten, weil die Ansteuerung nicht permanent, sondern nur stoßweise erfolgt.

Ein Berühren der Ausgänge ist nicht gleich lebensgefährdend, da treten beim Entladen statischer Aufladungen (Anfassen der Türklinke u.ä.) weit höhere Spannungen auf. Dennoch sollte man damit niemanden ärgern, weil der Schreck zu unkontrollierten Reaktionen führen kann.

## 1. Baustufe: Montage der Bauelemente auf der Platine

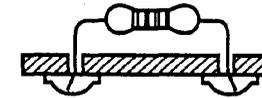
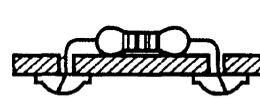
### 1.1 Widerstände

Zuerst werden die Anschlußdrähte der Widerstände entsprechend dem Rastermaß rechtwinklig abgebogen und in die vorgesehenen Bohrungen (lt. Bestückungsplan) gesteckt. Damit die Bauteile beim Umdrehen der Platine nicht herausfallen können, biegen Sie die Anschlußdrähte der Widerstände ca. 45° auseinander, und verlöten diese dann sorgfältig mit den Leiterbahnen auf der Rückseite der Platine.

Anschließend werden die überstehenden Drähte abgeschnitten. Die hier in diesem Bausatz verwendeten Widerstände sind Kohleschicht-Widerstände. Diese haben eine Toleranz von 5% und sind durch einen goldfarbenen „Toleranz-Ring“ gekennzeichnet.

Kohleschicht-Widerstände besitzen normalerweise 4 Farbringe. Zum Ablesen des Farbcodes wird der Widerstand so gehalten, daß sich der goldfarbene Toleranzring auf der rechten Seite des Widerstandskörpers befindet. Die Farbringe werden dann von links nach rechts abgelesen!

R 1 = 1k	braun, schwarz,	r o t
R 2 = 10k	braun, schwarz,	orange
R 3 = 27k	rot, violett, ,	orange
R 4 = 1k	braun, schwarz,	rot
R 5 = 1k	braun, schwarz,	r o t



### 1.2 Kondensatoren

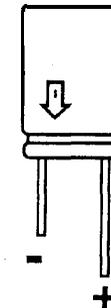
Stecken Sie die Kondensatoren in die entsprechend gekennzeichneten Bohrungen, biegen Sie die Drähte etwas auseinander und verlöten diese sauber mit den Leiterbahnen. Bei den Elektrolyt-Kondensatoren (Elkos) ist auf richtige Polarität zu achten (+ -).



#### Achtung!

Je nach Fabrikat weisen Elektrolyt-Kondensatoren verschiedene Polaritätskennzeichnungen auf. Einige Hersteller kennzeichnen „+“, andere, aber „-“. Maßgeblich ist die Polaritätsangabe, die vom Hersteller auf den Elkos aufgedruckt ist.

C 1 =	100	µF	16 Volt	Elko
c 2 =	10	µF	16 Volt	Mini-Elko
C 3 =	1	µF	63 Volt	Mini-Elko



### 1.3 Transistoren

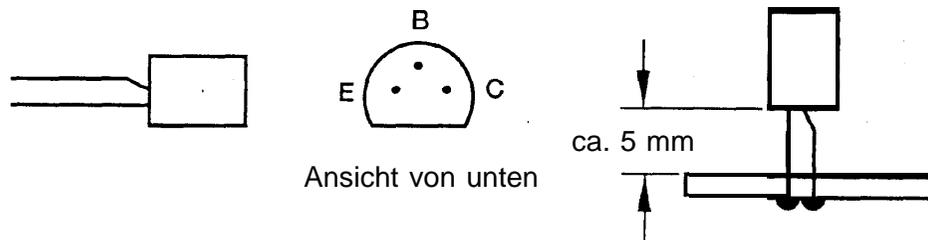
In diesem Arbeitsgang werden die Transistoren dem Bestückungsaufdruck entsprechend eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Beachten Sie dabei die Lage: Die Gehäuse-Umrisse der Transistoren müssen mit denen des Bestückungsaufdruckes übereinstimmen. Orientieren Sie sich hierbei an der abgeflachten Seite der Transistorgehäuse. Die Anschlußbeine dürfen sich auf keinen Fall kreuzen, außerdem sollten die Bauteile mit ca. 5 mm Abstand zur Platine eingelötet werden.

Achten Sie auf kurze Lötzeit, damit die Transistoren nicht durch Überhitzung zerstört werden.

T 1 = BC 547, 548, 549 A, B oder C NPN-Transistor

T 2 = BC 547, 548, 549 A, B oder C NPN-Transistor

T 3 = BC 337 NPN-Kleinleistungs-Transistor



### 1.4 Leuchtdiode (LED)

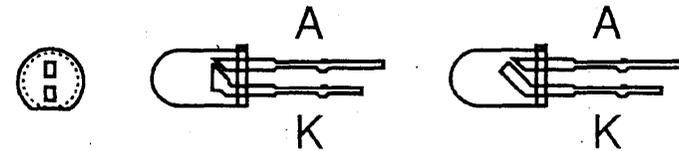
Jetzt löten Sie die 5 mm-LED polungsrichtig in die Schaltung ein. Das kürzere Anschlußbeinchen bzw. die abgeflachte Seite am Gehäuse der Leuchtdiode kennzeichnet die Kathode. Betrachtet man die Leuchtdiode gegen das Licht, so erkennt man die Kathode auch an der größeren Elektrode im Inneren der LED.

Am Bestückungsaufdruck wird die Lage der Kathode durch einen dicken Strich im Gehäuseumriss der Leuchtdiode dargestellt.

Zur Montage werden die Anschlußbeinchen der LEDs zuerst durch die beiliegenden Abstandsröllchen und dann durch die Bohrungen der Platine gesteckt.

Die hier in diesem Bausatz verwendete Leuchtdiode ist eine „LOW CURRENT-LED“ - eine LED, die ihre volle Leuchtkraft bereits bei einer Stromaufnahme von 2 mA erreicht.

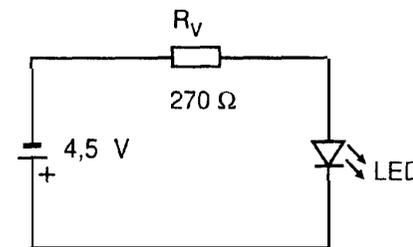
LD 1 = rot ø5 mm Low Current :



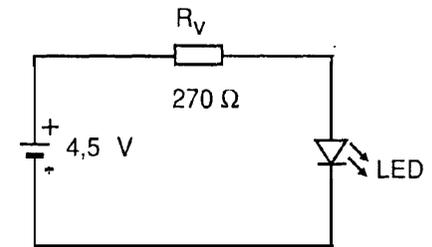
Fehlt eine eindeutige Kennzeichnung einer LED oder sind Sie sich mit der Polarität in Zweifel (da manche Hersteller unterschiedliche Kennzeichnungsmerkmale benutzen), so kann diese auch durch Probieren ermittelt werden. Dazu gehen Sie wie folgt vor:

Man schließt die LED über einen Widerstand von ca. 270 R (bei Low-Current-LED 4 k 7) an eine Betriebsspannung von ca. 5 V (4,5 V oder 9 V-Batterie) an..

Leuchtet die LED, **so** ist die „Kathode“ der LED richtigerweise mit **Minus** verbunden. Leuchtet die LED nicht, so ist -diese in Sperrichtung angeschlossen (Kathode an Plus) und muß umgepolt werden.



wird in Sperrichtung angeschlossen und leuchtet demzufolge nicht. (Kathode an "+")

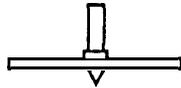


LED mit Vorwiderstand in Durchlaßrichtung angeschlossen, sie leuchtet (Kathode an "-")

### 1.5 Lötstifte

Die Bohrungen , in denen die Lötstifte eingesetzt werden, sind mit einem kleinen Quadrat. Drücken Sie die 4 Lötstifte mit Hilfe einer von der Bestückungsseite her in die entsprechend gekennzeichneten Bohrungen. Anschließend werden die Stifte auf der Leiterbahnseite verlötet.

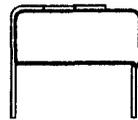
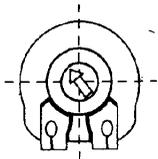
4 x Lötstift



### 1.6 Trimpotentiometer ,

Löten Sie nun das Trimpoti P 1 in die Schaltung ein,,

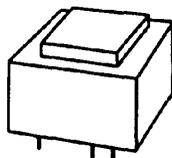
P 1 = 100 k (Ausgangsspannung)



### 1.7 Netztransformator

Nun wird die Platine mit dem Netztrafo bestückt und die Anschlüsse auf der Lötseite der Platine verlötet.

TRI = 1x 12 Volt 1.1 VA



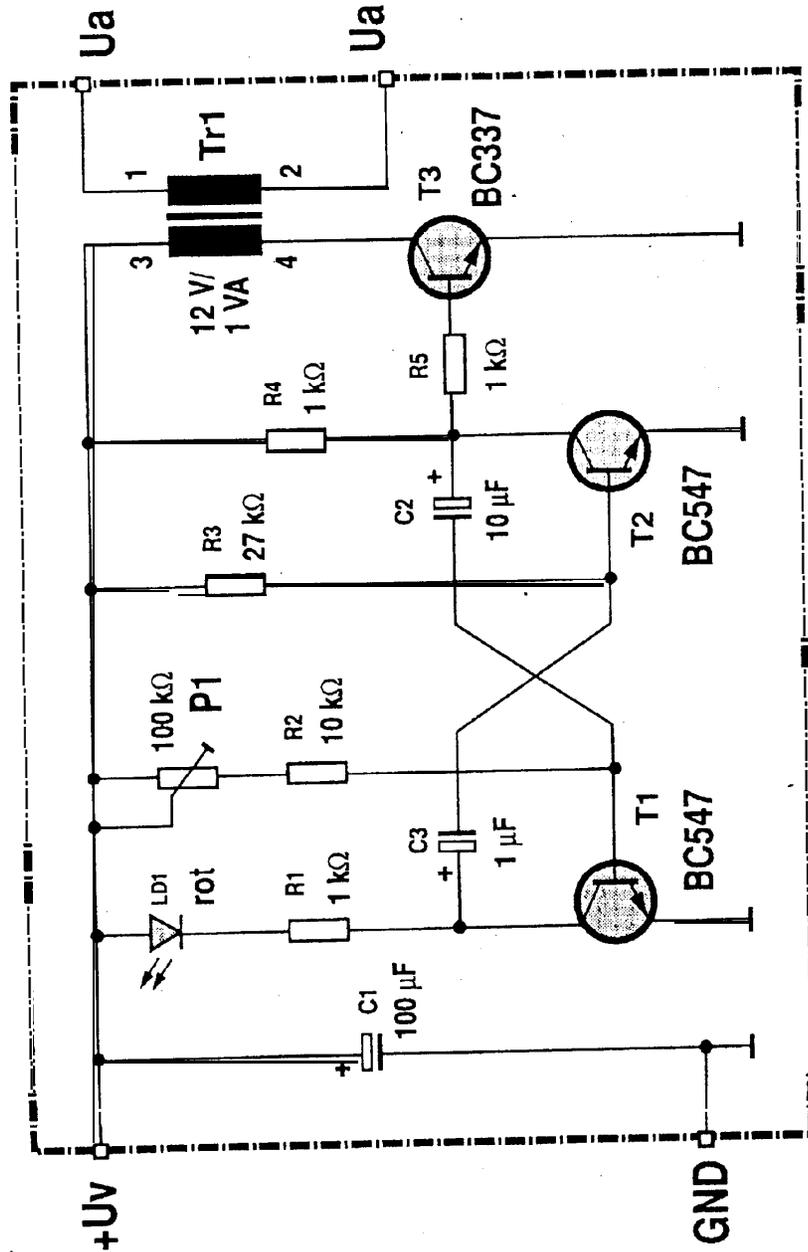
### 1.8 Abschließende Kontrolle .

Kontrollieren Sie nochmal vor Inbetriebnahme. der Schaltung, ob alle Bauteile richtig eingesetzt und gepolt sind. Sehen Sie auf der Lötseite (Leiterbahnseite) nach, ob durch Lötzinnreste Leiterbahnen überbrückt wurden, da dies zu Kurzschlüssen und zur Zerstörung von Bauteilen führen kann.

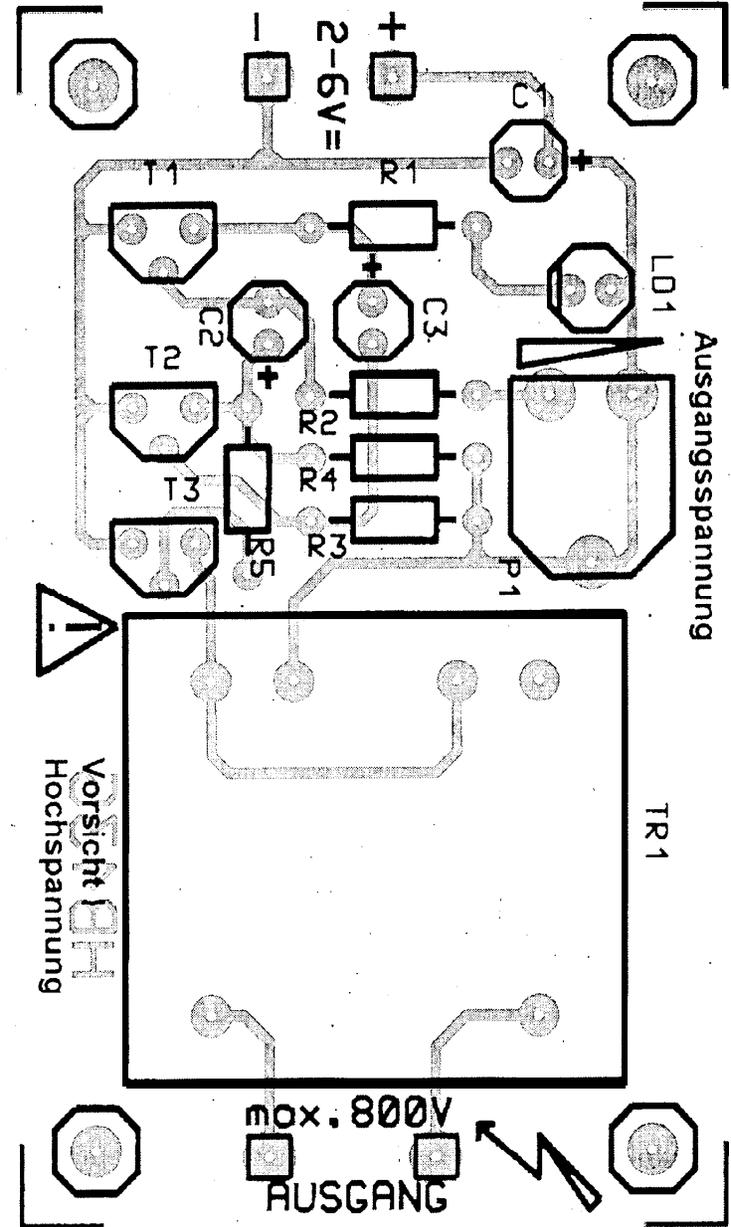
Ferner ist zu kontrollieren, ob abgeschnittene Drahtenden auf oder unter der Platine liegen, da dies ebenfalls zu Kurzschlüssen führen kann.

Die meisten, zur Reklamation eingesandten Bausätze, sind auf schlechte Lötung (kalte Lötstellen, Lötbrücken, falsches oder ungeeignetes Lötzinn usw.) zurückzuführen.

# Schaltplan:



# Bestückungsplan:



Vorsicht  
Hochspannung

max. 800V  
AUSGANG

Ausgangsspannung

## 2. Baustufe : Anschluß/Inbetriebnahme

2.1 Nachdem die Platine bestückt und auf eventuelle Fehler (schlechte Lötstellen, Zinnbrücken) untersucht wurde, kann ein erster Funktionstest durchgeführt werden.

**Beachten Sie, daß dieser Bausatz nur mit gesiebter Gleichspannung aus einem Netzgerät oder mit einer Batterie/Akku versorgt werden darf. Diese Spannungsquelle muß auch den nötigen Strom liefern können..**

**Autoladegeräte oder Spielzeugetisenbahntrafos sind hierbei als Spannungsquelle nicht geeignet und führen zur Beschädigung von Bauteilen bzw. zur Nichtfunktion der Baugruppe.**



### Lebensgefahr:

**Verwenden Sie ein Netzgerät als Spannungsquelle, so muß dies unbedingt den VDE-Vorschriften entsprechen!**

2.2 Drehen Sie den Schleifer des Trimpotis P 1 in Mittelstellung.

2.3 An die mit „+“ und „-“ bezeichneten zwei Lötstifte wird jetzt die Betriebsspannung (Gleichspannung), die im Bereich zwischen 2 und 6 V liegen kann, polungsrichtig angeschlossen.

2.4 Die Leuchtdiode LD 1 muß jetzt in kurzen Intervallen aufblitzen. Die Blitzfrequenz wird umso höher, je weiter das Trimpoti P 1 im Uhrzeigersinn gedreht wird.

Um zu prüfen, ob an den Lötstiften „AUSGANG“ eine hochtransformierte Impulsspannung anliegt, empfiehlt es sich, eine Glimmlampe an den Lötstiften anzuschließen. Ein Vorwiderstand in Reihe zur Glimmlampe ist hierbei nicht nötig.

Die Glimmlampe muß ebenfalls wie die LED aufleuchten.

**2.5 Ist bis hierher alles in Ordnung, so überspringen Sie die nachfolgende Fehler-Checkliste.**

2.6 Sollte die LED wider Erwarten nicht oder ständig leuchten, oder sonst eine Fehlfunktion zu erkennen sein, so schalten Sie sofort die Betriebsspannung ab und prüfen die komplette Platine noch einmal nach folgender Checkliste.

### Haken Sie jeden Prüfungsschritt ab!

- Ist die Betriebsspannung richtig gepolt?
- Ist die Betriebsspannung an den richtigen Anschlußklemmen angeschlossen?
- Liegt die Betriebsspannung bei eingeschaltetem Gerät noch im Bereich von 2 - 6 Volt Gleichspannung?
- Betriebsspannung wieder ausschalten.
- Sind die Widerstände wertmäßig richtig eingelötet?  
Überprüfen Sie die Werte noch einmal nach **1.1** der Bauanleitung.
- Ist die LED richtig gepolt eingelötet?  
Betrachtet man die Leuchtdiode gegen das Licht, so erkennt man die Kathode an der größeren Elektrode im Inneren der LED. Am Bestückungsaufdruck wird die Lage der Kathode durch einen Strich am Gehäuseumriss der Leuchtdiode dargestellt.
- Sind die Transistoren T 1 - T 3 richtig herum eingelötet?  
Überkreuzen sich ihre Anschlußbeinchen? Stimmt der Bestückungsaufdruck mit den Umrissen der Transistoren überein?
- Sind jeweils die richtigen Transistor-Typen eingelötet?  
Überprüfen Sie die Typenbezeichnung noch einmal mit der Stückliste (zwei unterschiedliche Typen).
- Sind die Elektrolyt-Kondensatoren richtig gepolt?  
Vergleichen Sie die auf den Elkos aufgedruckte Polaritätsangabe noch einmal mit dem auf der Platine aufgebrachten Bestückungsaufdruck bzw. mit dem Bestückungsplan in der Bauanleitung.

tung. Beachten Sie, daß je nach Fabrikat der Elkos „+“ oder „-“ auf den Bauteilen gekennzeichnet sein kann!

- Befindet sich eine Lötbrücke oder ein Kurzschluß auf der Lötseite?

Sie Leiterbahnverbindungen, die eventuell wie eine ungewollte Lötbrücke aussehen, mit dem Leiterbahnbild (Raster) des Bestückungsaufdrucks und dem Schaltplan in der Anleitung, bevor Sie eine Leiterbahnverbindung (vermeintliche Lötbrücke) unterbrechen!

Um Leiterbahnverbindungen oder -Unterbrechungen leichter feststellen zu können, halten Sie die gelötete Printplatte gegen das Licht und suchen von der Lötseite her nach diesen unangenehmen Begleiterscheinungen.

- Ist eine kalte Lötstelle vorhanden?

Prüfen Sie bitte jede Lötstelle gründlich! Prüfen Sie mit einer Pinzette, ob Bauteilewackeln! Kommt Ihnen eine Lötstelleverdächtig vor, dann löten Sie diese sicherheitshalber noch einmal nach!

- Prüfen Sie auch, ob jeder Lötspunkt gelötet ist; oft kommt es vor, daß Lötstellen beim Löten übersehen werden.

- Denken Sie auch daran, daß eine mit Lötwasser, Lötfett oder ähnlichen Flußmitteln oder mit ungeeignetem Lötzinn gelötete Platine nicht funktionieren kann. Diese Mittel sind leitend und verursachen dadurch Kriechströme und Kurzschlüsse.

Desweiteren erlischt bei Bausätzen, die mit säurehaltigem Lötzinn, mit Lötfett oder ähnlichen Flußmitteln gelötet wurden, die Garantie, bzw. diese Bausätze werden von uns nicht repariert oder ersetzt.

2.7 Sind diese Punkte überprüft und eventuelle Fehler korrigiert worden, so schließen Sie die Platine nach 2.3 wieder an. Ist durch einen eventuell vorhandenen Fehler kein Bauteil in Mitleidenschaft gezogen worden, muß die Schaltung nun funktionieren.

Die vorliegende Schaltung kann nun nach erfolgtem Funktionstest in ein entsprechendes Gehäuse eingebaut, und für den vorgesehenen Zweck in Betrieb genommen werden.



### Achtung:

**Efn Berühren der Lötstifte „AUSGANG“ ist zwar auf den ersten Blick nicht lebensgefährlich (physiologische Wirkung des el. Stromes auf den menschlichen Körper), es sollte jedoch nicht der Schreck (Schock) vergessen werden, den man bekommt wenn man unerwartet einen elektrischen Schlag bekommt!**

**Unkontrollierte Bewegungen können zu Verletzungen führen, Menschen mit schwachem Herzen oder Herzschrittmachern können ernsthafte Probleme mit dem Kreislauf bekommen!**

**Es sollte daher ‚vorsichtig und überlegt mit dieser „ungefährlichen“ Spannung umgegangen werden!**



### Zur besonderen Beachtung:

Derjenige, der einen Bausatz fertigstellt oder eine Baugruppe durch Erweiterung bzw. Gehäuseeinbau betriebsbereit macht, gilt nach DIN VDE 0869 als Hersteller und ist verpflichtet, bei der Weitergabe des Gerätes alle **Begleitpapiere** mitzuliefern und auch seinen **Namen und Anschrift** anzugeben. Geräte, die aus **Bausätzen** selbst zusammengestellt werden, sind **sicherheitstechnisch** wie ein **industrielles Produkt** zu betrachten.

- Der Betrieb der Baugruppe darf nur an der dafür vorgeschriebenen Spannung erfolgen.
- Die Betriebslage des Gerätes ist beliebig.
- Die zulässige Umgebungstemperatur (Raumtemperatur) darf während des Betriebes 0°C und 40°C nicht unter, bzw. überschreiten.

- Das Gerät ist für den Gebrauch in trockenen und sauberen Räumen bestimmt.
- Bei Bildung von Kondenswasser muß eine Akklimatisierungszeit von bis zu 2 Stunden abgewartet werden.
- Das Gerät ist von Blumenvasen, Badewannen, Waschtischen, Flüssigkeiten usw. fernzuhalten.
- Schützen Sie diesen Baustein vor Feuchtigkeit, Spritzwasser und Hitzeeinwirkung!
- Baugruppen und Bauteile gehören nicht in Kinderhände!
- Die Baugruppen dürfen nur unter Aufsicht eines fachkundigen Erwachsenen oder eines Fachmannes in Betrieb genommen werden!

In gewerblichen Einrichtungen sind die Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für elektrische Anlagen und Betriebsmittel zu beachten.

In Schulen, Ausbildungseinrichtungen, Hobby- und Selbsthilfswerkstätten ist das Betreiben von Baugruppen durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.

Betreiben Sie die Baugruppe nicht in einer Umgebung in welcher brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube vorhanden sind oder vorhanden sein können.

Falls das Gerät einmal repariert werden muß, dürfen nur Original-Ersatzteile verwendet werden! Die Verwendung abweichender Ersatzteile kann zu ernsthaften Sach- und Personenschäden führen!

## **Störung:**

Ist anzunehmen, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb zu sichern.

## **Das trifft zu**

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist
- wenn das Gerät nicht mehr funktionsfähig ist
- wenn Teile des Gerätes lose oder locker sind
- wenn die Verbindungsleitungen sichtbare Schäden aufweisen.



## **Sicherheitsvorschriften:**

Beim Umgang mit Produkten, die mit elektrischer Spannung in Berührung kommen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden, insbesondere VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711 und VDE 0860.

- Vor Öffnen eines Gerätes stets den Netzstecker ziehen oder sicherstellen, daß das Gerät stromlos ist.
- Bauteile, Baugruppen oder Geräte dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie vorher berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut wurden. Während des Einbaus müssen sie stromlos sein.
- Werkzeuge dürfen an Geräten, Bauteilen oder Baugruppen nur benutzt werden, wenn sichergestellt ist, daß die Geräte von der Versorgungsspannung getrennt sind und elektrische Ladungen, die in den im Gerät befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.
- Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen das Gerät, das Bauteil oder die Baugruppe verbunden ist, müssen stets auf Isolationsfehler oder Bruchstellen untersucht werden. Bei Feststellen eines Fehlers in der Zuleitung muß das Gerät unverzüglich aus dem Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist.
- Bei Einsatz von Bauelementen oder Baugruppen muß stets auf die strikte Einhaltung der in der zugehörigen Beschreibung genannten Kenndaten für elektrische Größen hingewiesen werden.