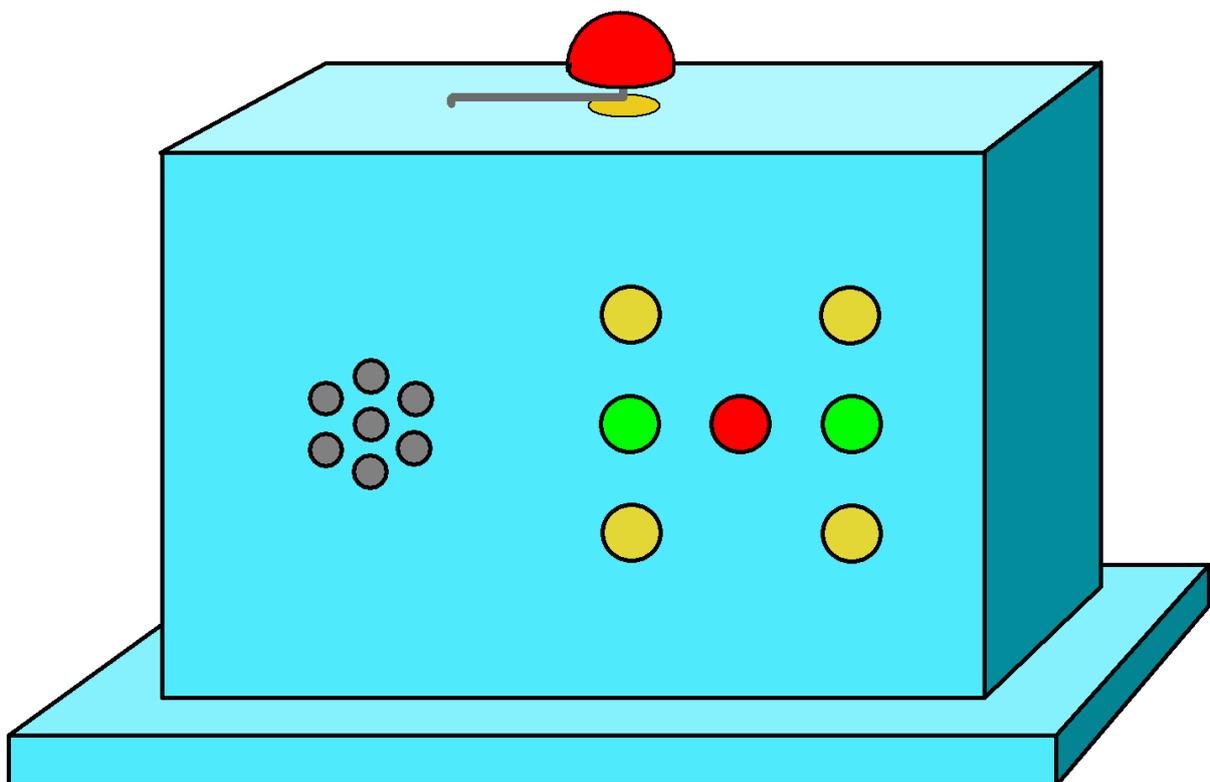
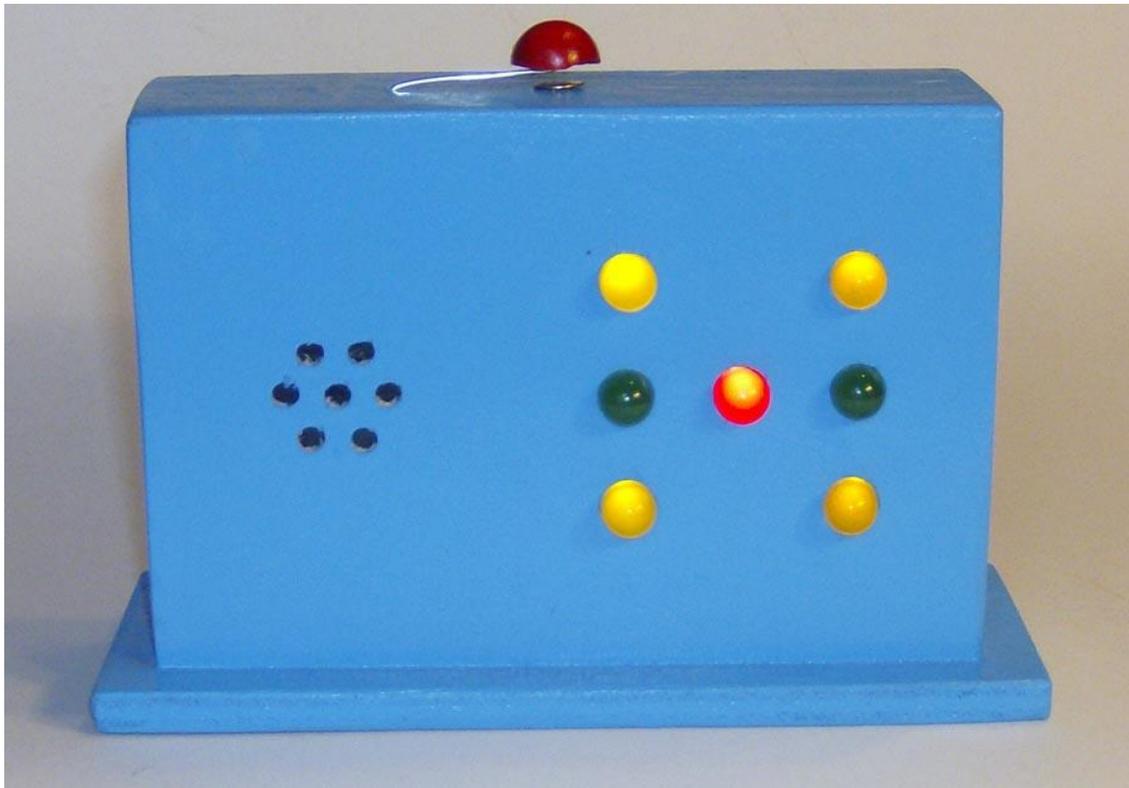


Der Elektronikwürfel Ew94

Ein Projekt für den Technikunterricht und Arbeitsgemeinschaften.

Version: 9.09.2015 Die Datei wird laufend aktualisiert, mailto: motec@web.de



Kurzbeschreibung des Projektes

Zur Technik

Anfang der 90er Jahre haben wir beim Experimentieren mit dem Minicomputer EK11 (tu 104) eine **Schaltung „Elektronik-Würfel“** ausprobiert und in das Schaltungsbuch eingefügt:

Das **dreistufige Zählwerk** (Einer, Zweier und Vierer) wird mit einem **astabilen Multivibrator** angesteuert, der durch einen **Taster** gestartet und gestoppt wird. Der Lautsprecher erzeugt einen Ton und zeigt so den Betrieb des Würfels an. Das **Ergebnis** des Würfels sind **Dualzahlen**.

Auf dieser Grundlage haben wir einen Elektronik-Würfel entwickelt, der durch die ansprechende äußere Form und einfache Bedienung auch für den häuslichen Gebrauch geeignet ist. Als störend erwies es sich, dass man bei jedem Würfeln die Dualzahlen zusammenzählen musste. Dieser Zustand wurde durch das elektronische Umwandeln der Dualzahlen in Würfelzahlen (Decodieren) beseitigt.

Zum Unterricht

Mit diesem Projekt soll den Schülern **exemplarisch für technische Vorgänge in Computern** die **Notwendigkeit** und **Durchführung** des **Decodierens** aufgezeigt werden. Sie erkennen: Zunächst muss der **Zusammenhang** von **Dualzahlen** und **Würfelzahlen** erforscht werden! Welche **Zählbausteine** müssen **gesetzt** sein, damit bestimmte **Leuchtdioden** auf dem **Würfel** leuchten?

Durch den Vergleich von Dualzahlen und Würfelzahlen werden **Gesetze erarbeitet**, die Voraussetzung für die Decodierung sind (Bild unten):

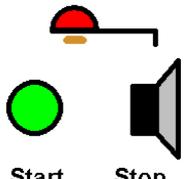
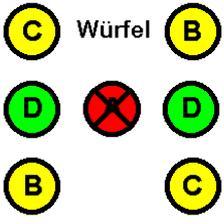
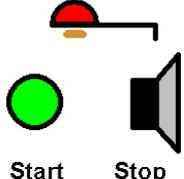
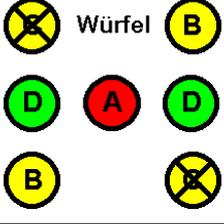
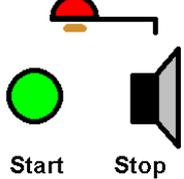
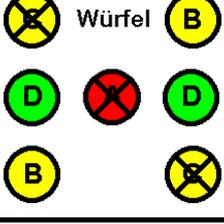
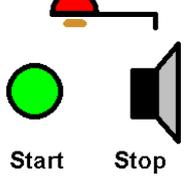
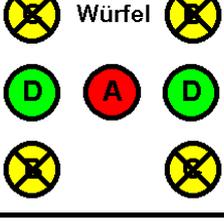
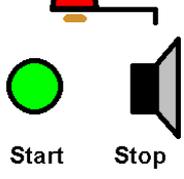
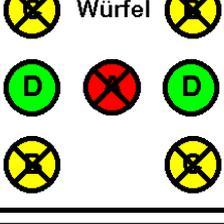
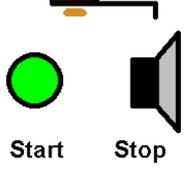
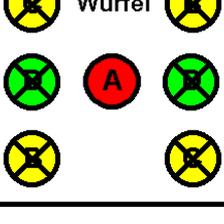
1. Gegenüber liegende LED leuchten **immer gleichzeitig**.
2. Die mittlere Leuchtdiode **A** leuchtet, wenn der **Einer gesetzt** ist.
3. Die Leuchtdioden **B** leuchten, wenn der **Vierer gesetzt** ist.
4. Die Leuchtdioden **C** leuchten, wenn **Zweier oder Vierer** gesetzt sind.
5. Die Leuchtdioden **D** leuchten, wenn **Zweier und Vierer** gesetzt sind.

Wenn die Gesetze klar herausgearbeitet wurden, kann über die **Realisierung** nachgedacht werden:

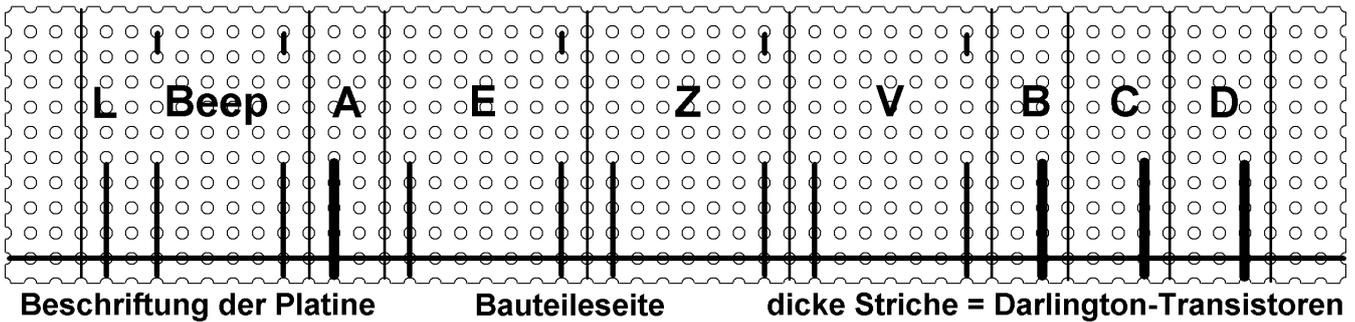
1. Gegenüber liegende Leuchtdioden werden **miteinander verbunden**.
2. Die Leuchtdiode **A** wird von **Einer angesteuert**.
3. Die Leuchtdioden **B** werden vom **Vierer angesteuert**.
4. Die Leuchtdioden **C** werden über ein **ODER- Gatter** mit dem **Zweier** und dem **Vierer** verbunden.
5. Die Leuchtdioden **D** werden über ein **UND- Gatter** mit dem **Zweier** und dem **Vierer** verbunden.

Danach wird die Funktionsweise der beiden Gatter erarbeitet (Seite 13).

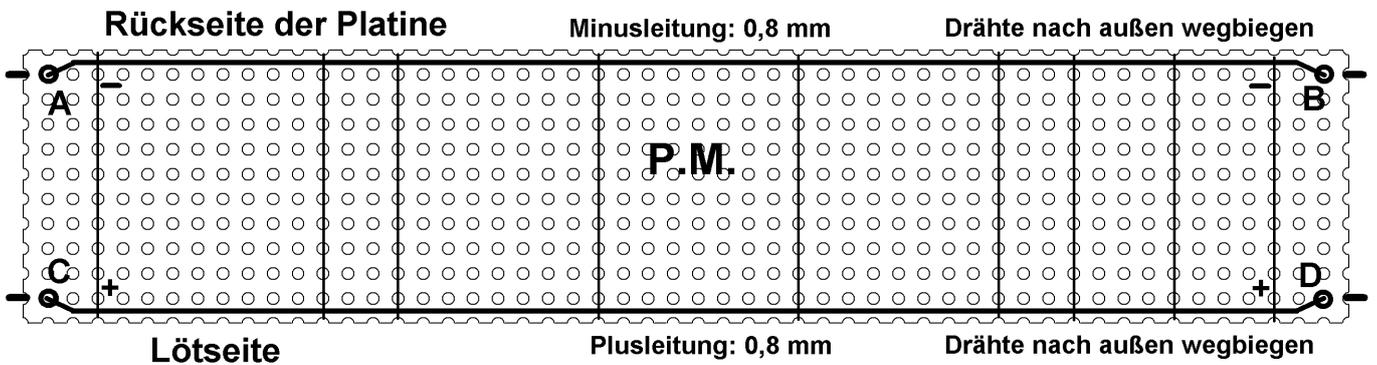
Vergleich von Würfelzahlen und Dualzahlen.

 Start Stop	Einer  Zählbaustein	Zweier  Zählbaustein	Vierer  Zählbaustein	 Würfel
 Start Stop	Einer  Zählbaustein	Zweier  Zählbaustein	Vierer  Zählbaustein	 Würfel
 Start Stop	Einer  Zählbaustein	Zweier  Zählbaustein	Vierer  Zählbaustein	 Würfel
 Start Stop	Einer  Zählbaustein	Zweier  Zählbaustein	Vierer  Zählbaustein	 Würfel
 Start Stop	Einer  Zählbaustein	Zweier  Zählbaustein	Vierer  Zählbaustein	 Würfel
 Start Stop	Einer  Zählbaustein	Zweier  Zählbaustein	Vierer  Zählbaustein	 Würfel

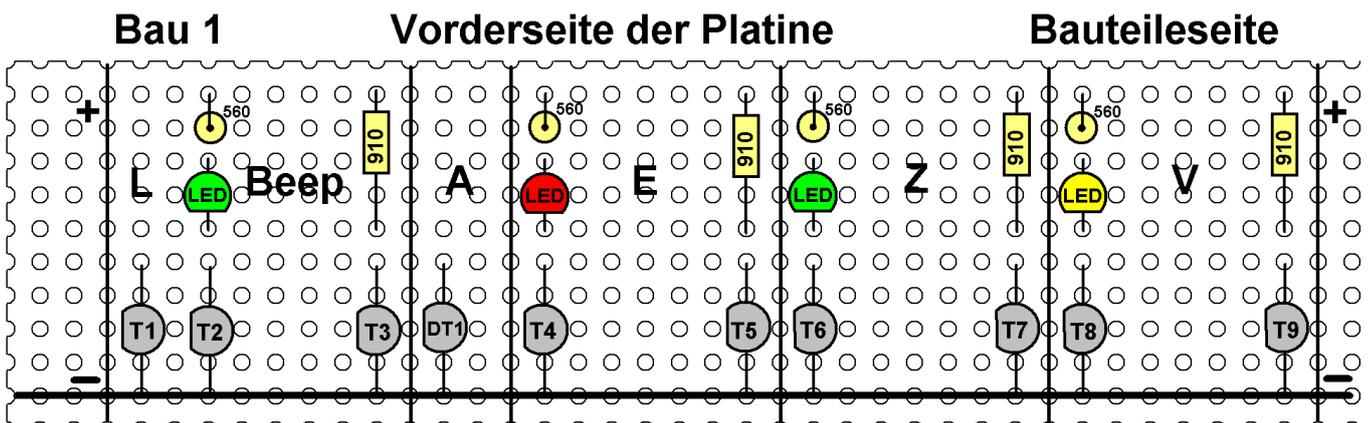
Die Kreuze über den Kreisen bedeuten, dass die jeweiligen Lampen leuchten. So können die **Zusammenhänge** zwischen **Dualzahlen** und **Würfelzahlen** erkannt werden.



2. **Beschrifte die Platine sorgfältig** nach der Beschriftungsvorlage. Die Bauteileseite (Vorderseite) ist abgebildet. Empfehlung: Die Lötringe der Platine sollten zur Bauteileseite gedreht werden, sie stören. Gib dir beim Abzeichnen große Mühe, sonst entsteht **später** beim Löten **Chaos**. Schreibe auf die Rückseite (Lötseite) dein Namenskürzel (z.B. **P.M.**)



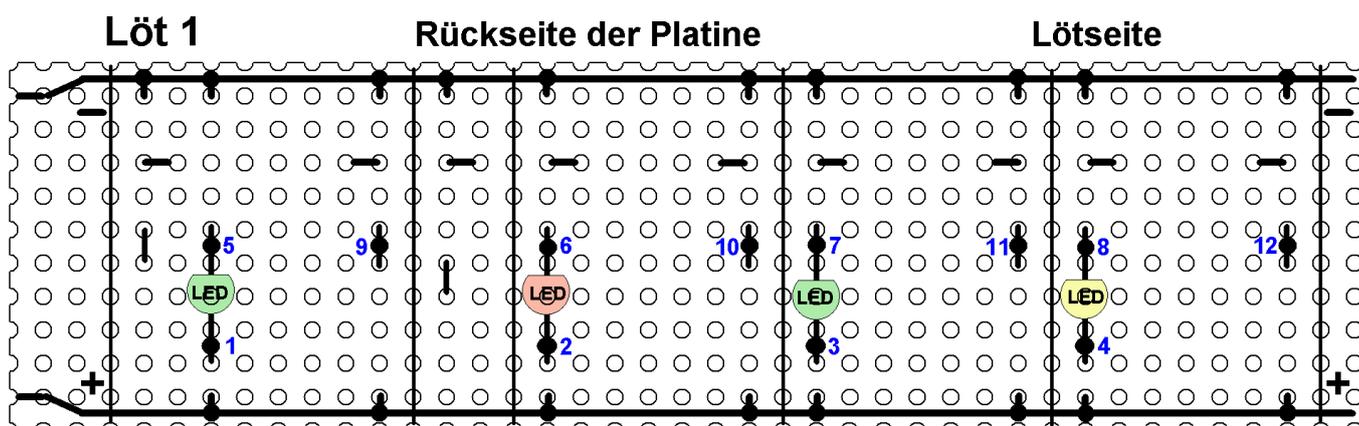
3. Beginne mit dem Aufbau der **Platine**. Schneide 2 Längen **150 mm vom Silberdraht** (0,8 mm) für die **Plusleitung** und die **Minusleitung** ab. Stecke die Drähte **von der Rückseite her** durch die Löcher **A, B, C** und **D** nach vorne. Biege die Enden der Drähte (10 mm) um die Platine herum nach hinten. Knicke nun beide **Leitungen von der Platine weg** nach außen, so dass die obere und die untere Lochreihe **nicht** vom Draht verdeckt werden. Die **Löcher müssen frei sein** für die **Drähte der Bauteile**, die dort hindurchgesteckt werden (Transistoren; Widerstände).



4. Setze die **Widerstände 560 Ohm** stehend auf die **kurzen Striche** der Platine (Bau1). Biege die Drähte von innen nach außen um die Plusleitung herum und löte sie an. Schneide die überstehenden Enden **kurz** ab (wie bei allen Lötstellen). Setze die **Leuchtdioden** unter die Widerstände und löte die langen Drähte (plus) an die Widerstände (Zweierlötstellen: 1 bis 4, zwei Drähte kommen zusammen). Löte **Krokodilklemmen** an die **Anschlüsse des Batteriekästchens**.

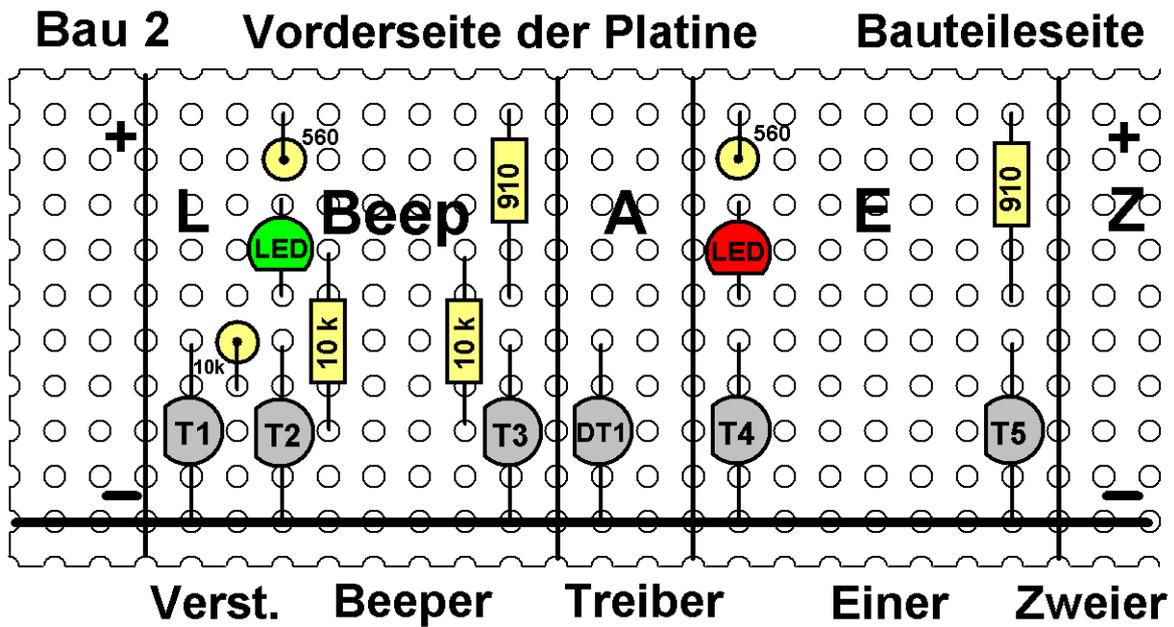
TEST 1: Klemme die **rote Krokodilklemme** des Batteriekästchens (Pluspol) an die **Plusleitung der Platine**. Halte die **schwarze Klemme** (Minuspol) nacheinander an die **freien Enden** der Leuchtdioden (5 bis 8). Sie **leuchten**, wenn die Lötstellen einwandfrei sind und die LED richtig herum eingesetzt wurden (**abgeflachter Rand zur Minusleitung**).

Achtung: Die **Krokodilklemmen des Batteriekästchens** dürfen sich **niemals berühren**, sonst entsteht ein **Kurzschluss**, der die Batterien leer laufen lässt. Sie **erwärmen sich** und können so das **Kästchen zerstören!** Nimm nach dem Test immer eine **Monozelle** heraus!



5. Setze **alle Transistoren** auf die unteren **Striche** der Platine. Biege die Anschlussdrähte („Beinchen“) der Transistoren **etwas** auseinander, damit sie mit einem Loch Zwischenraum **leicht** in die Platine gesetzt werden können (Darlingtontransistoren: Dicke Striche, Seite 2). Die Transistoren dürfen **nicht ganz auf die Platine** gezogen werden, weil die Anschlussdrähte für Tests auch von **oben zugänglich** sein müssen. Biege die unteren Anschlussdrähte (**Emitter**) von **innen nach außen um die Minusleitung herum** und löte sie fest. Löte die freien Anschlüsse der Leuchtdioden an die **Kollektoranschlüsse** der darunter liegenden Transistoren. (Lötstellen 5 bis 8). Setze auch die **Widerstände 910 Ohm** ein und verlöte sie oben und unten (Lötstellen 9 bis 12).

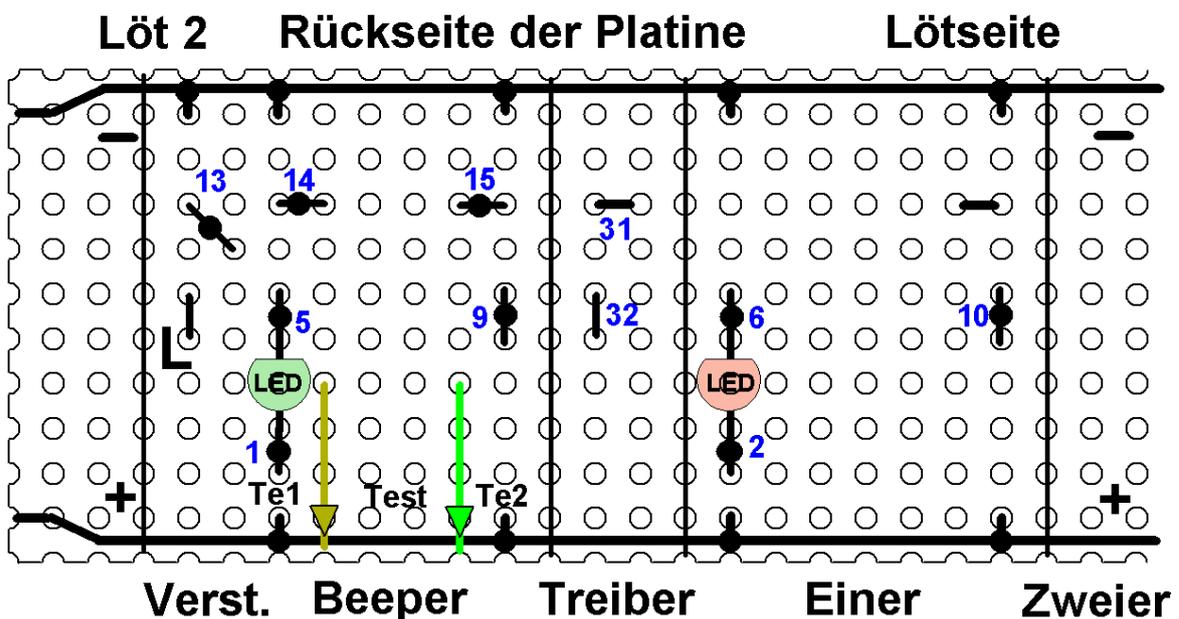
Achtung: „oben“ und „unten“ werden **vertauscht**, wenn du die Platine **umdrehst**. (Z.B. Plusleitung unten und Minusleitung oben).

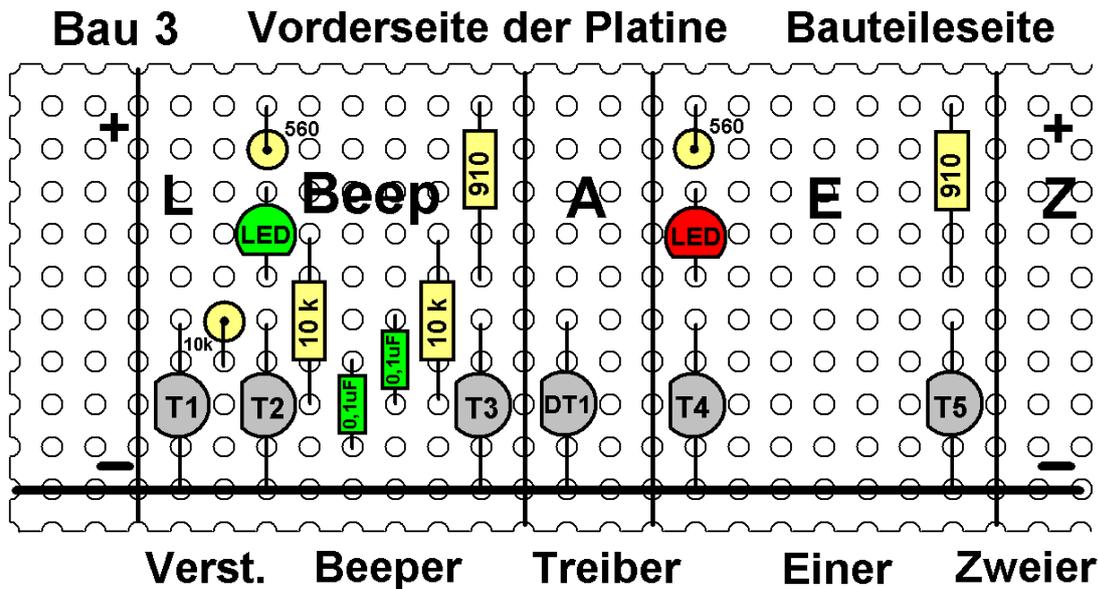


6. **Aufbau des Beeper:** Setze die **Widerstände 10 k Ohm** in die Platine ein und verlöte sie mit den **Basisanschlüssen** (Mitte) von **T2** und **T3**. Es entstehen die Lötstellen **14** und **15**. Die anderen Anschlussdrähte der Widerstände werden zu den **Testdrähten Te1** und **Te2**. Sie erhalten erst zum Schluss ihren endgültigen Anschluss.

Test 2: Lege die Batteriespannung an die Plus- und Minusleitung der Platine und drücke den Testdraht **Te1** (gelb) an die Plusleitung: Die **grüne LED leuchtet** auf, weil der Transistor **T2 stromdurchlässig** wird.

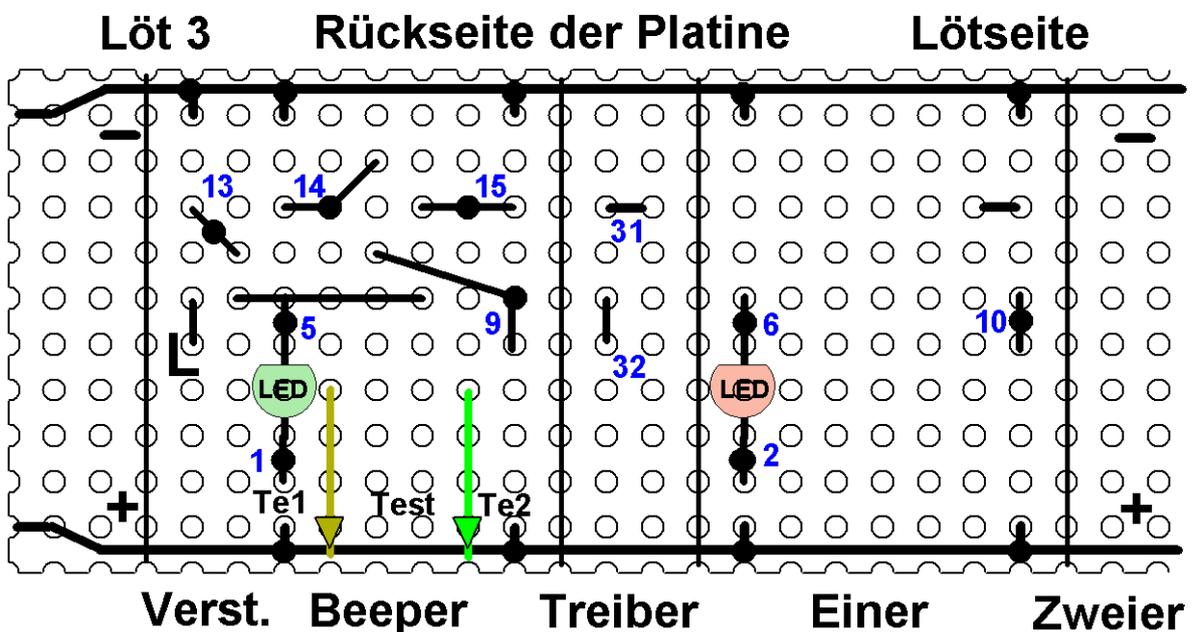
Leime nun die **Leisten für die Batteriehalterung** nach der **Schablone** auf das Grundbrett und streiche das **Gehäuse mit Acrylfarbe** an!

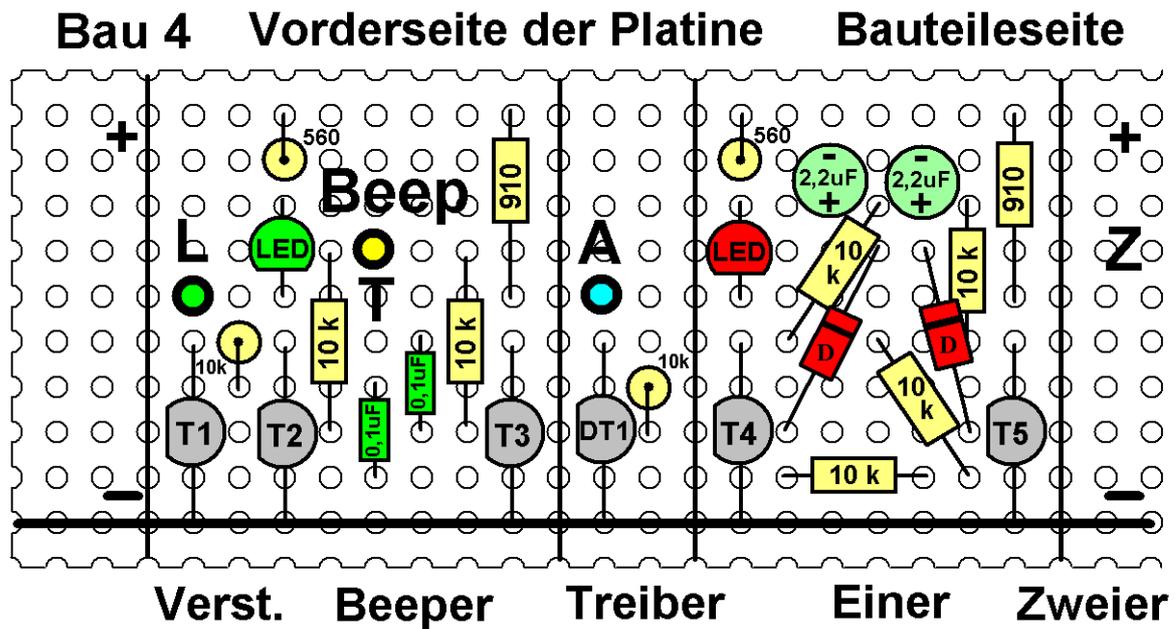




7. Setze den **Stehwiderstand** 10 k Ohm ein und löte ihn an (L13 und L5). Klemme einen Lautsprecher mit zwei Klemmenschnüren an L und die **Plusleitung**. Mache den gleichen Versuch wie Test 2: Du hörst ein Knacken im Lautsprecher, wenn die LED aufleuchtet oder erlischt. Damit sind **Lautsprecher und Verstärker getestet**. Setze die beiden Kondensatoren 0,1 uF ein und löte sie über Kreuz an die Basis- und Kollektoranschlüsse von T2 und T3 (Lötstellen: 14 und 9; 15 und 5).

Test 3: Lege die Spannung an die Platine und drücke zuerst **Te1**, dann beide Testdrähte an die Plusleitung: Die LED leuchtet erst hell, dann „halbhell“, weil sie schnell blinkt. Du kannst es **sehen**, wenn Du die Platine schnell hin und her bewegst und **hörst** einen Ton im Lautsprecher. Durch die Kreuzschaltung von **Kondensatoren** entsteht ein astabiler Multivibrator.



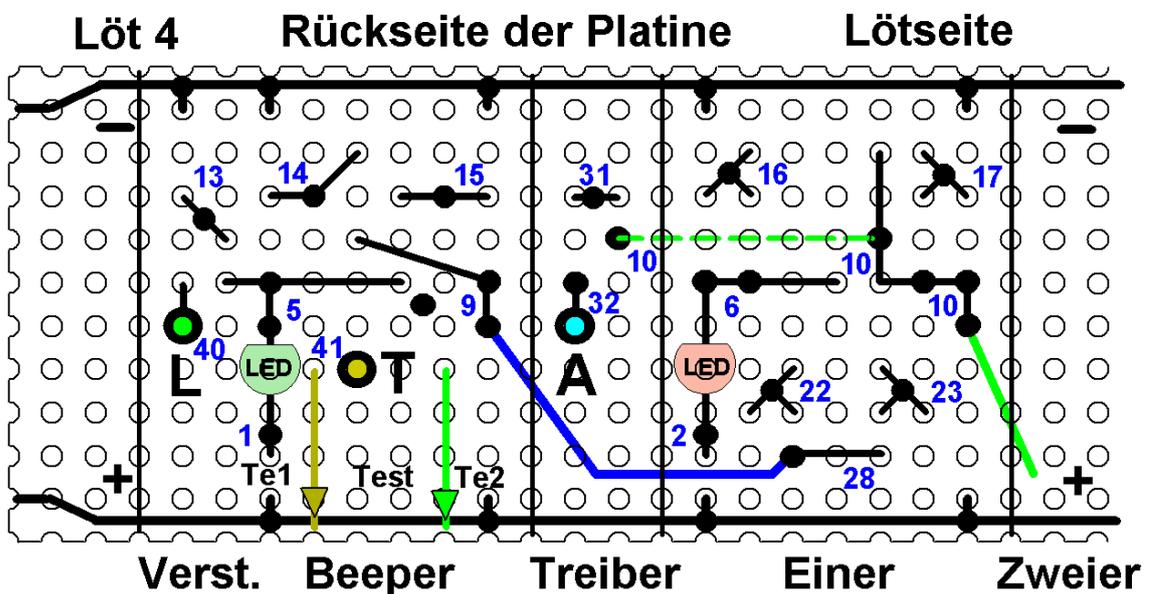


8. **Aufbau der Zählbausteine (Einer).** Setze den wagerechten **Widerstand 10 k Ohm** in die Platine und verlöte ihn mit der **Basis** von **T4** (Mitte) und dem **Kollektor** von **T5** (oben). L10 und L16 werden zu Dreierlötstellen.

Test 4: Lege die Batteriespannung an die Plus- und Minusleitung der Platine. Die rote LED **leuchtet dauerhaft** (stabil). Überbrücke Basisanschluss und Emitteranschluss von T4 mit einem Schraubenzieher (Pinzette, Vorstecher usw.): Die Leuchtdiode erlischt!

Die Schaltung ist **monostabil**: Der Zustand **AUS** hält nur so lange an, wie die Basis an Minus liegt (unstabil). Der Zustand **EIN** ist stabil.

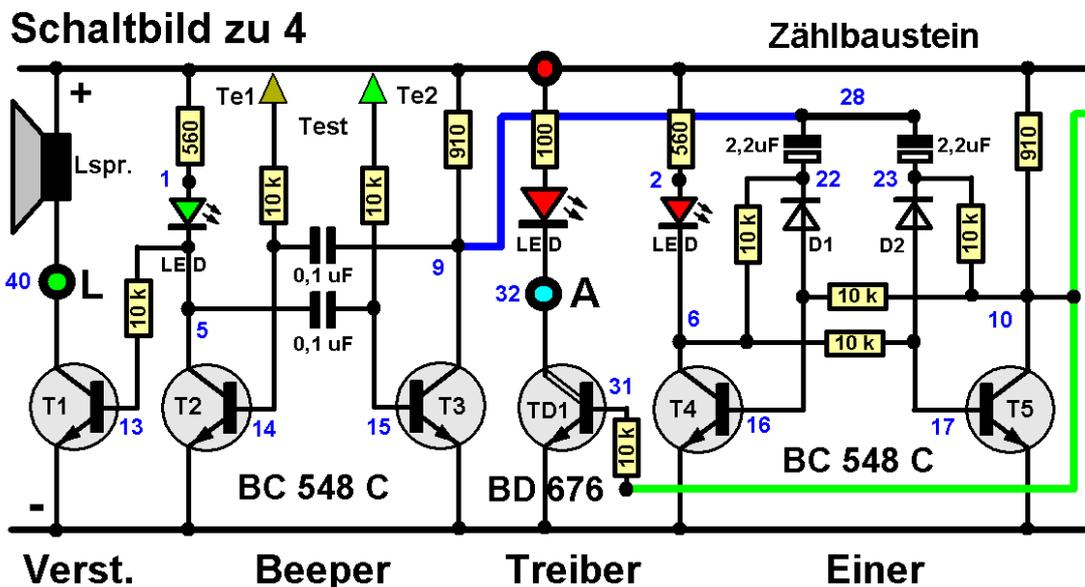
Setze den **unteren „schrägen“ Widerstand 10 k Ohm** in die Platine und verlöte ihn mit **B5** und **C4**. L6 und L17 werden zu Dreierlötstellen.



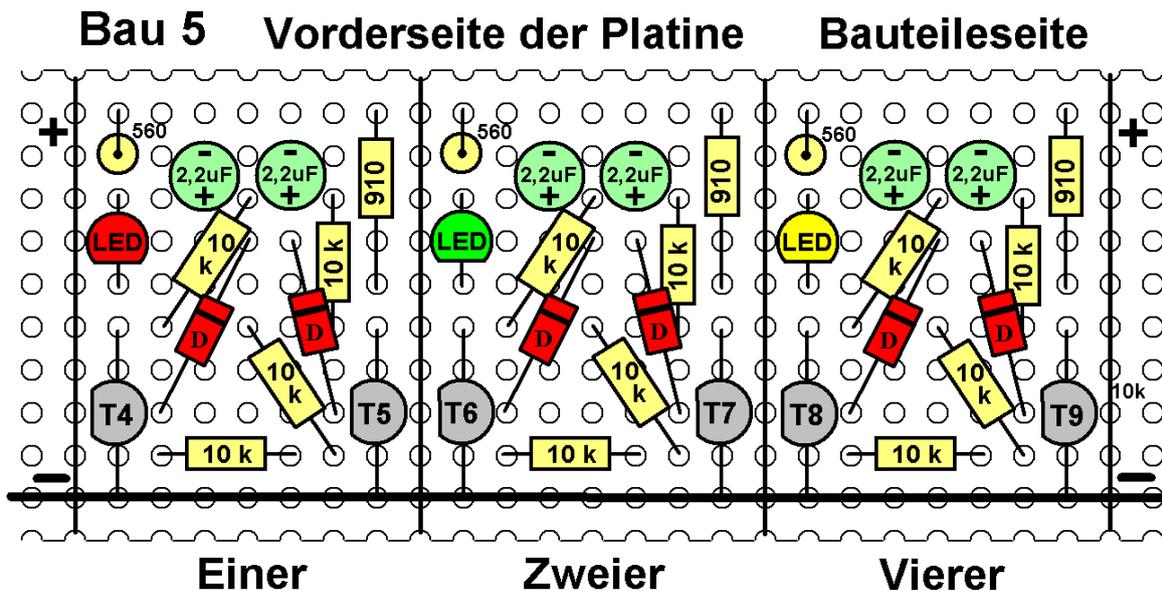
Test 5: Verbinde die Batteriespannung mit der Platine. Die rote Leuchtdiode leuchtet, oder auch nicht. Wenn sie leuchtet, lege die Basis von **T4** kurz an die Minusleitung: Die Leuchtdiode erlischt und bleibt dauerhaft aus (im Gegensatz zu Test 3). Lege die Basis von **T5** kurz an Null und die rote LED leuchtet wieder. **Die Schaltung ist bistabil:** Sie hat **zwei stabile Zustände**, wie z.B. ein **Lichtschalter**. Durch die Kreuzschaltung von Widerständen (6; 10; 16; 17) entsteht ein bistabiles Flipflop.

9. Setze die übrigen Widerstände (10 k Ohm) die Dioden und die Kondensatoren (2,2 uF) in die Platine und löte sie an. Achte auf richtige Polung der Dioden und Kondensatoren! Es entstehen die Lötstellen **22**, **13** und **28**. Verbinde Punkt **28** des Einers und Punkt **9** des Beepers mit einer (blauen) Litze (Enden 5 mm abisolieren und verzinnen).

Test 6: Schließe die Batterie an die Platine und drücke den **Testdraht Te2** (grün) an die Plusleitung. **T3** wird durchgeschaltet (stromdurchlässig) und die **Spannung an C3 (9)** fällt von Plusspannung auf Nullspannung. Dieser **Spannungsabfall** (Low- Impuls) schaltet den Zählbaustein um und die rote LED wird ein- oder ausgeschaltet. Drücke beide Testdrähte an Plus: Der Beeper schwingt, aber der Einer schwingt nur halb so schnell wie der Beeper (Nachweis durch Schütteln der Platine).

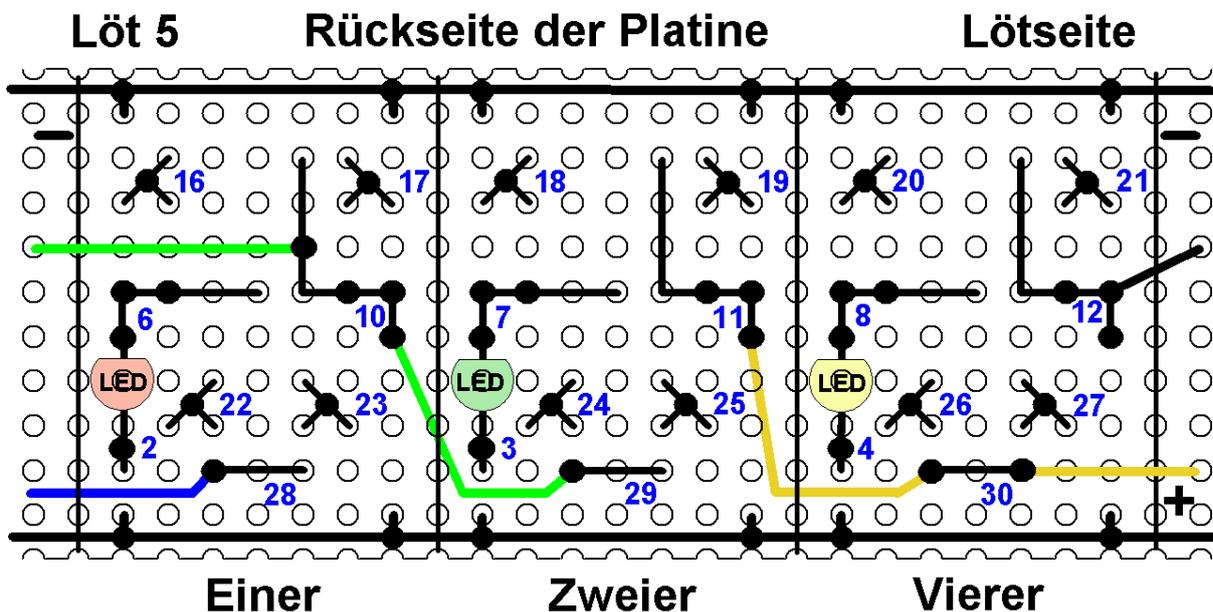


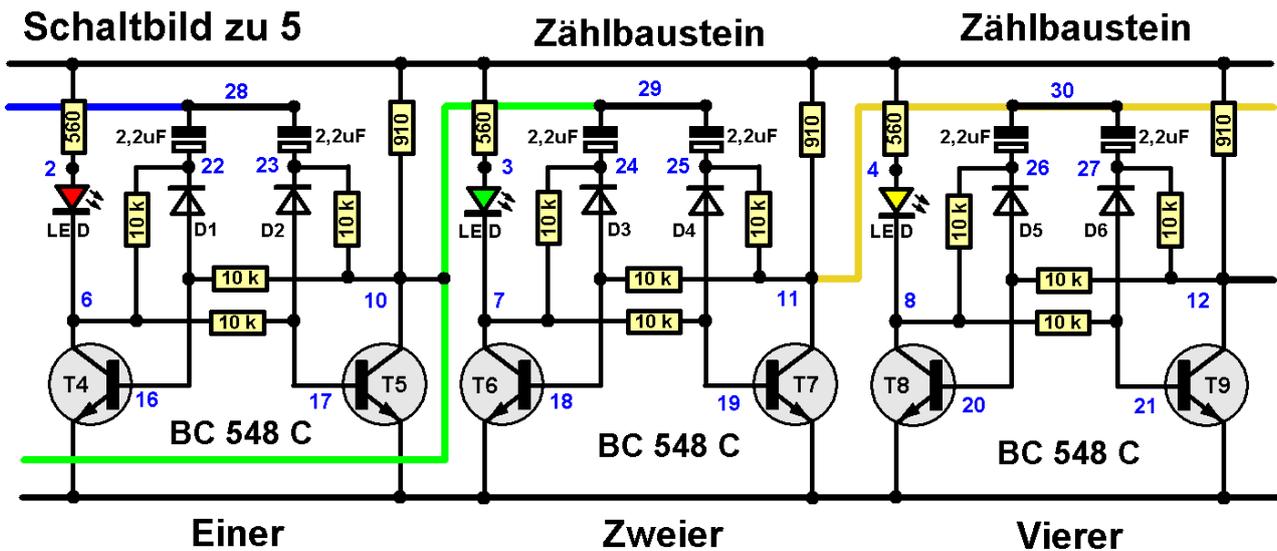
10. **Baue nun den Taster in das Gehäuse:** (Zeichnung Seite 1.) Drücke eine **Reißzwecke** in das Loch **A** der **Deckplatte** (Schablonen) und schiebe den **versilberten Kupferdraht** in das Loch **B**, so dass er über die Reißzwecke hinweg reicht. Leime ihn mit einer Holzleiste gegen die Deckplatte und presse ihn mit einer Schraubzwinde fest ein. Biege den Draht über der Mitte der Reißzwecke senkrecht hoch und klebe eine halbe Perle auf den Draht (Bohrloch: 1 mm mittig, halb eingehohlet).



11. Baue die beiden anderen Zählbausteine (Zweier und Vierer) ebenso wie den Einer auf. Verbinde die **Zählbausteine** zu einem **dreistufigen Zählwerk**: Ausgang des Einers (10) mit dem Eingang des Zweiers (29; grün); Ausgang des Zweiers (11) mit dem Eingang des Vierers (30; gelb).

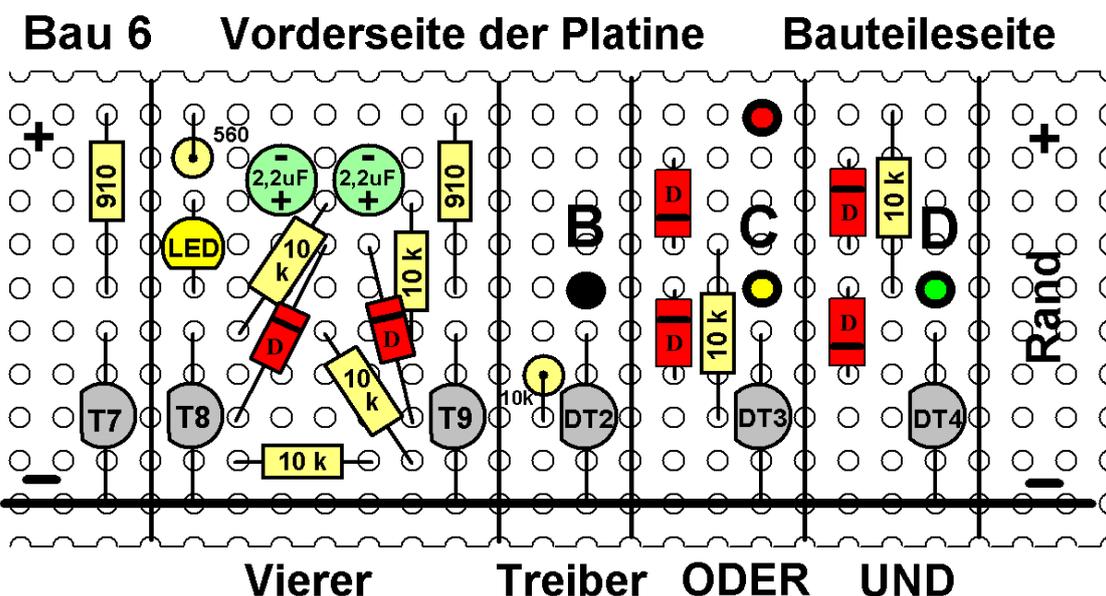
Test 7: Drücke mehrmals kurz auf den „grünen“ Testdraht Te2: Das Zählwerk zählt Dualzahlen. Stelle das Zählwerk auf „Null“. Beim nächsten Kontakt geht der **Einer an**. Dann: **Einer aus** und **Zweier an** usw. (Tabelle oben). Drücke auf beide Testdrähte gleichzeitig: Der Beeper treibt das Zählwerk an und es bleibt in einer beliebigen Zahlenkombination stehen. Damit ist der **Elektronikwürfel** eigentlich schon „spielbereit“. Es stört nur, dass man die Dualzahlen **nach jedem Würfeln zusammenzählen** muss, um das Ergebnis zu erhalten.

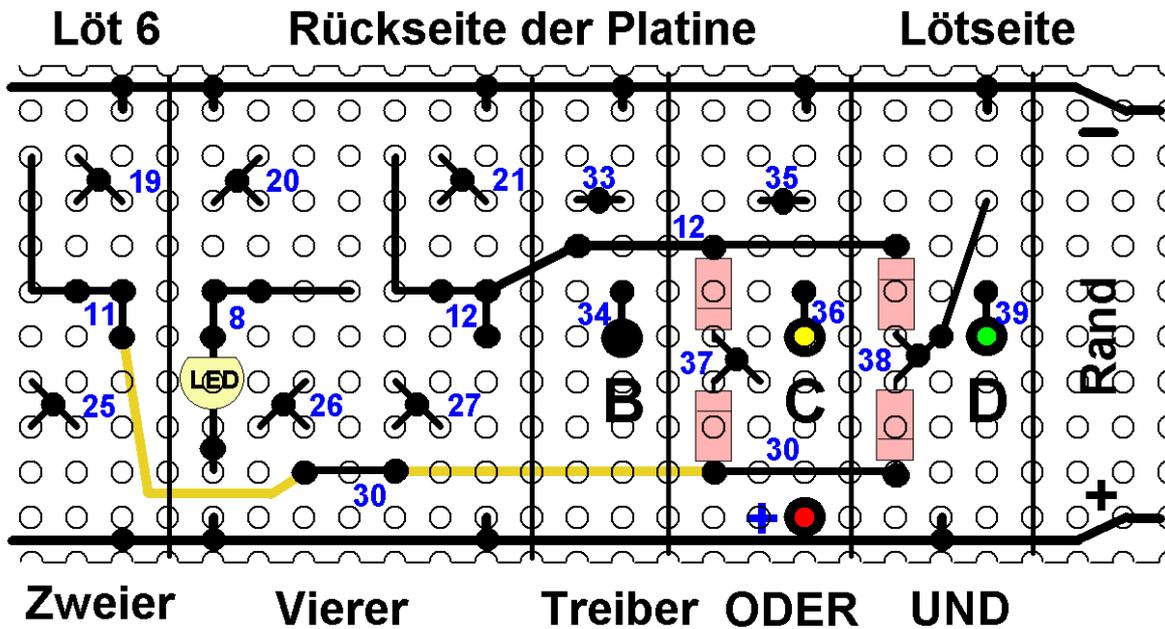




12. **Das Dekodieren.** Ziel ist es, die **Würfelzahlen** nach jedem Würfeln auf der Vorderseite des Würfels zu erzeugen. (Tabelle am Ende).

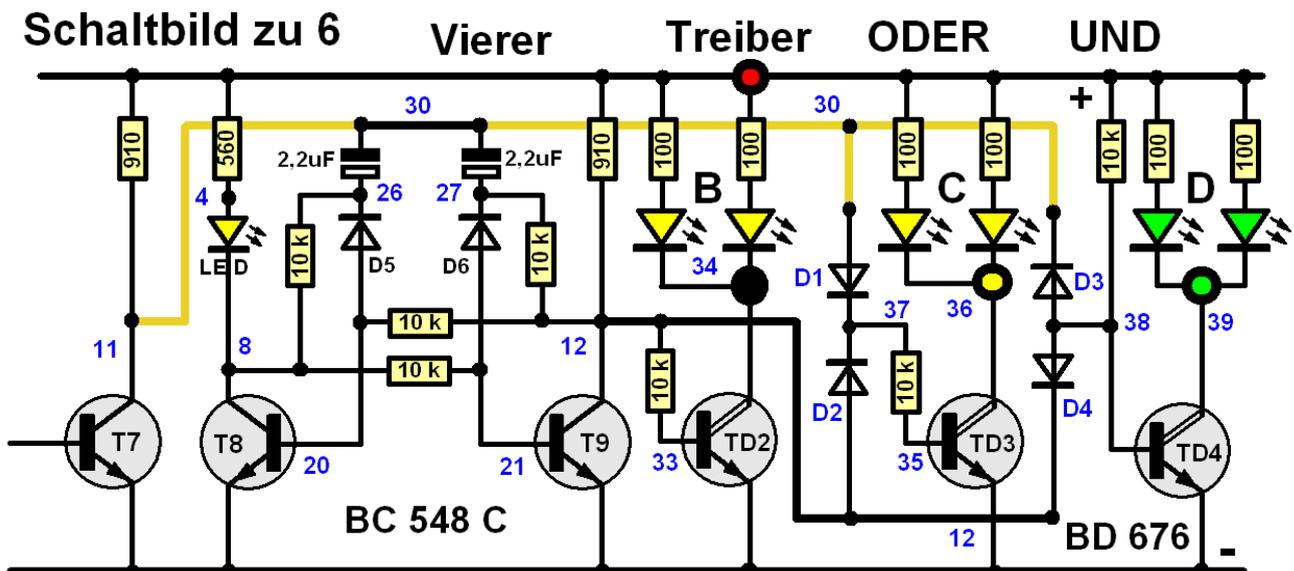
- A. Die **mittlere, rote Leuchtdiode (A)** leuchtet immer mit dem **Einer** auf. SchlieÙe den Darlington-Transistor DT1 über den Widerstand 10 k Ohm an den Ausgang des Einers (Löt 4: 31 und 10, grün, gestrichelt).
- B. Die **beiden** symmetrischen **Leuchtdioden B** leuchten, wenn der **Vierer gesetzt** ist. SchlieÙe den Treiber dieser LED (DT2) über den Widerstand 10 k Ohm an den Ausgang des Vierers (33 und 12).
- C. Die **Leuchtdioden C** leuchten, wenn **Zweier oder Vierer** gesetzt sind. SchlieÙe die beiden Dioden (Ringe zu 37) des **ODER- Gatters** an den Ausgang des Zweiers (11 = 30) und den Ausgang des Vierers (12). Verbinde das **ODER- Gatter** über 10 k Ohm mit **DT3**, (35; 37).

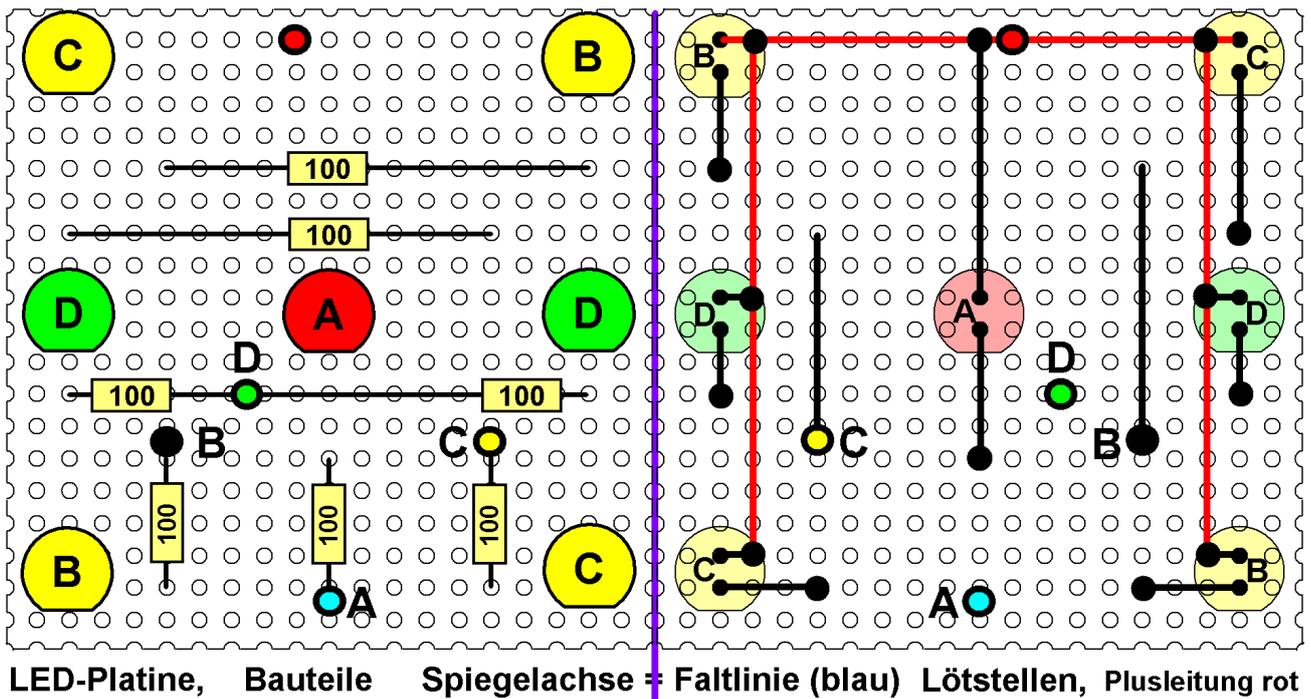




D. Die beiden grünen Leuchtdioden D leuchten, wenn Vierer und Zweier gesetzt sind. SchlieÙe die beiden Dioden des UND-Gatters (schwarze Ringe auf den Dioden vom Lötunkt 38 weg gerichtet) wie bei C an. Verbinde das UND-Gatter mit dem Treiber für D (38 zur Basis DT4) und über 10 k Ohm mit der Plusleitung.

13. Baue die **Leuchtdiodenplatte** nach dem **Faltblatt** (Seite 11) auf und **verbinde** sie mit der Platine **durch 5 farbige Litzen** (Farbkreise). Entferne die Isolierung etwa auf 10 mm, verlöte die Einzeldrähte und stecke sie in den entsprechenden farbigen Kreisen **durch die Platine**. Verlöte sie mit den Kollektoren der Treiber (Darlington-Transistoren).





Test 8: Schließe die Platine an die Spannungsquelle und drücke auf den **Testdraht Te2** (grün): Das duale Zählwerk zählt die Kontakte, aber auch **die Leuchtdioden auf der LED-Platte „laufen“ mit!** Wenn alles richtig verbunden ist, kannst du die Tabelle von oben bis unten „abfahren“ und siehst die **Übereinstimmung von Dualzahlen und Würfelzahlen!!!** Nun kannst du den **Testdraht Te2 an die Plusleitung** löten. Drücke kurz auf den **Testdraht Te1** (gelb): Die Zahlen des Würfels bleiben an einer beliebigen Stelle stehen. **Die Elektronik des Würfels ist getestet!**

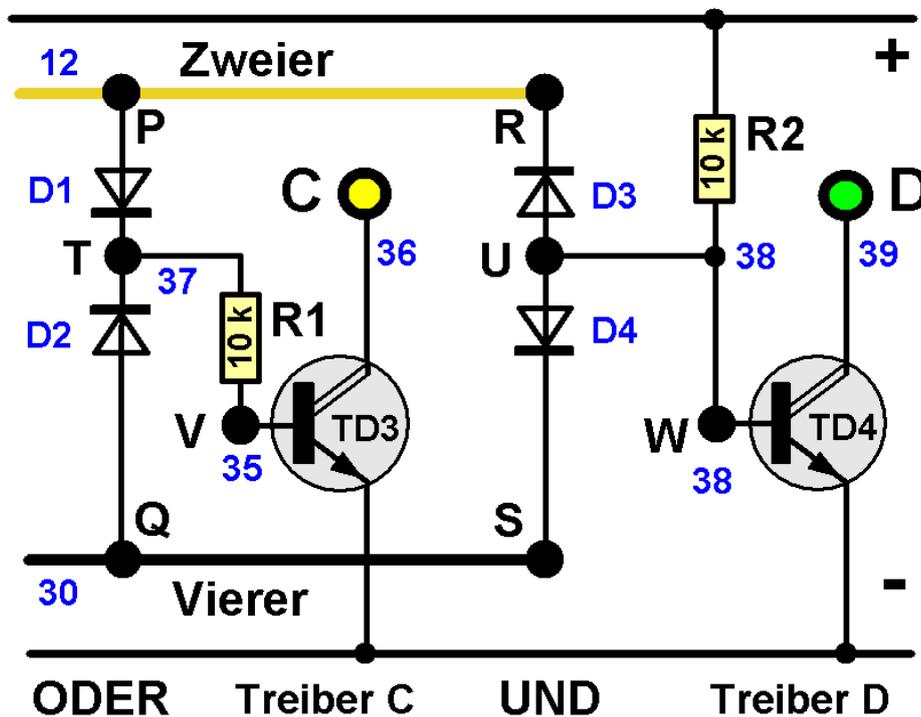
- 14. Einbau der Platine in das Gehäuse.** Entferne die Krokodilklemmen von den Anschlüssen des Batteriekästchens. Vergleiche die **Farben der Leitungen** und **Farbkreise** auf der Platine. Verbinde zunächst die Punkte **c** miteinander (Bild Seite 1): Taster, Lautsprecher, Plusleitung der Platine, Schalter. Ziehe 20 mm von der roten Isolierung der Leitung für den Schalter ab, **verzinne** das Ende und biege ein **Häkchen** aus der Litze. Drehe die **Schrauben** für den Schalter **etwas heraus** und schiebe das **Häkchen unter den Schalter** (ebenso auf der anderen Seite **b**). Löte die schwarze **Minusleitung des Batteriekästchens a** an die **Minusleitung der Platine**. Schiebe eine **grüne Litze (100 mm)** bei L durch die Platine (grüner Kreis) und verlöte sie mit dem Kollektor von T1 (40) und mit dem **zweiten Lautsprecheranschluss**. Schiebe die **gelbe Litze (100 mm)** bei T (gelber Kreis) durch die Platine, löte sie an den (gelben) Testdraht Te1 (41) und Verbinde das andere Ende der Litze mit der **Reißzwecke** (Enden abisolieren und verzinnen). Drücke die Leuchtdioden der LED-Platte in die Bohrungen und schiebe die Platine in die Führungsleisten. Setze das Batteriekästchen in die Halterung.

15. Damit ist der **Elektronikwürfel fertig aufgebaut** und du kannst ihn testen. Bei jedem Tasterdruck hörst du einen **Ton** und vorne erscheinen **Würfelzahlen**. **Null** und **Sieben** kann man **ignorieren** (nicht beachten) z.B. „Der Würfel ist unter den Tisch gefallen“! Für viele Würfelspiele (Mensch ärgere dich nicht, Fang den Hut) kann es aber auch interessant sein, die **Zahlen gelten zu lassen**: Bei Null muss der Spieler **auf dem Feld bleiben** und bei Sieben darf er **sieben Felder vorrücken**!

Durch **weiteres Decodieren** haben wir **versuchsweise** auch Würfel mit „richtigen“ Zahlen (**Siebensegmentanzeige**) gebaut, aber der **Aufwand war zu groß** und die Zahlen sind auch **nicht „würfelgerecht“**.



Wie funktionieren die Gatter?

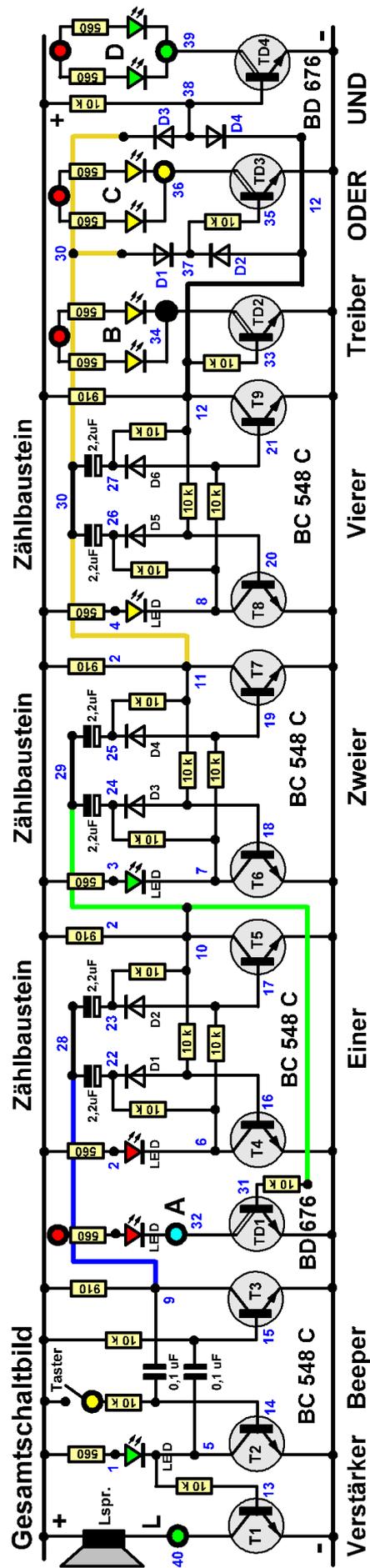
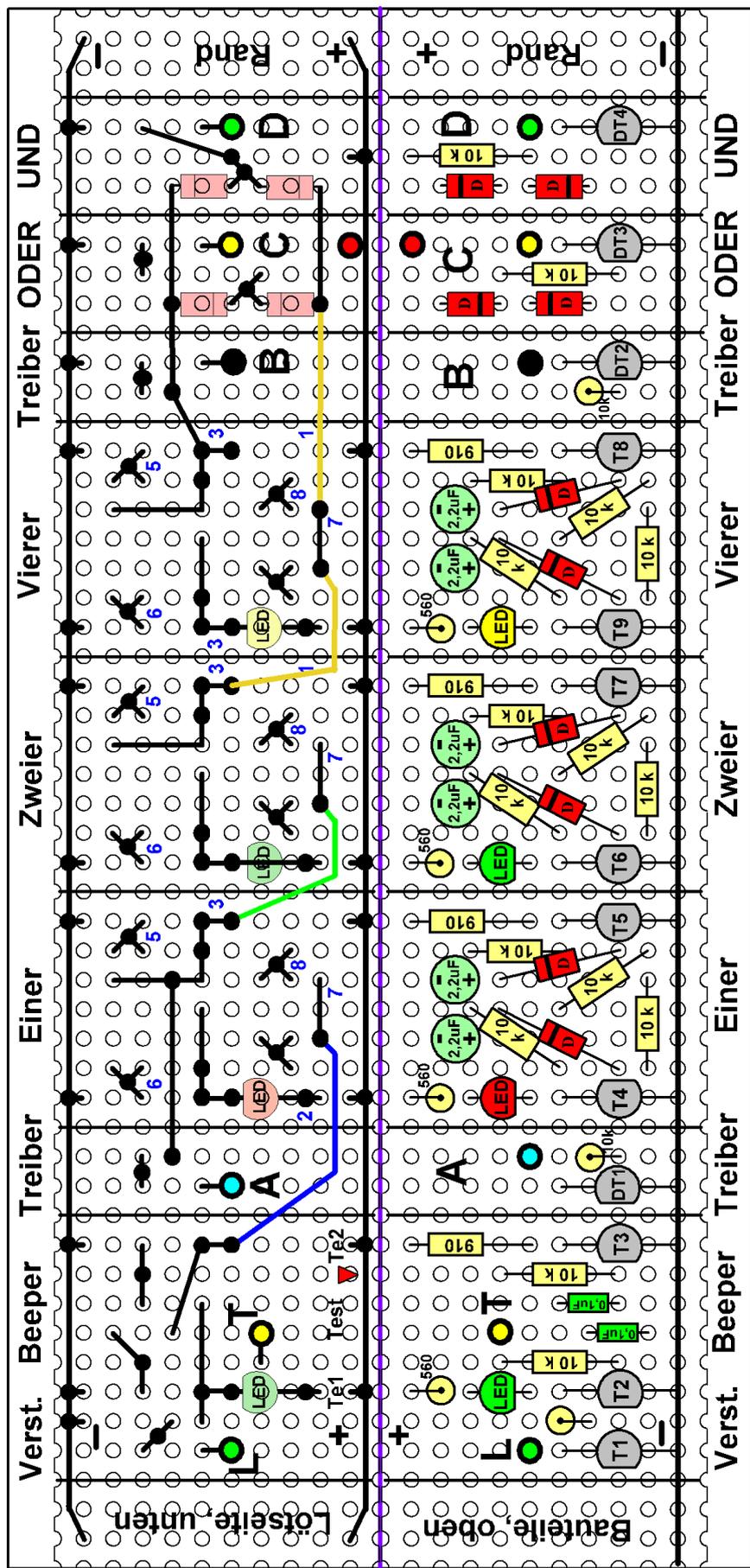


Dioden lassen den Strom nur in Pfeilrichtung hindurch (technisch, von plus nach minus); Die Elektronen fließen gegen die Pfeilrichtung.

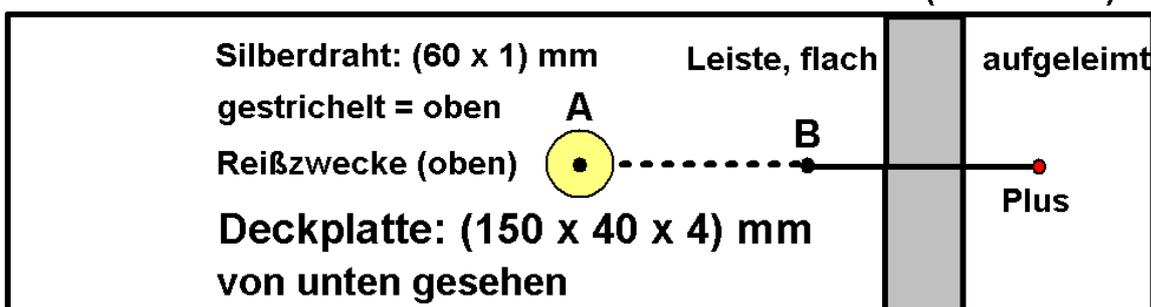
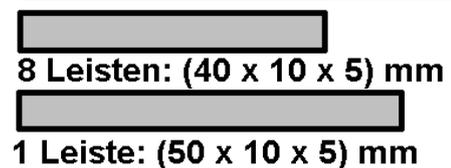
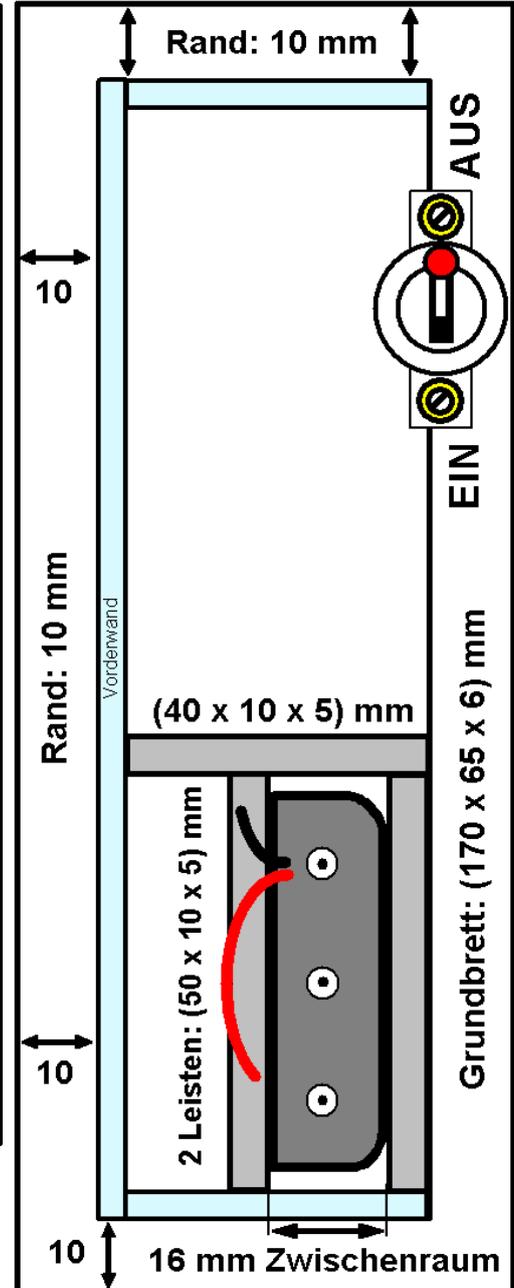
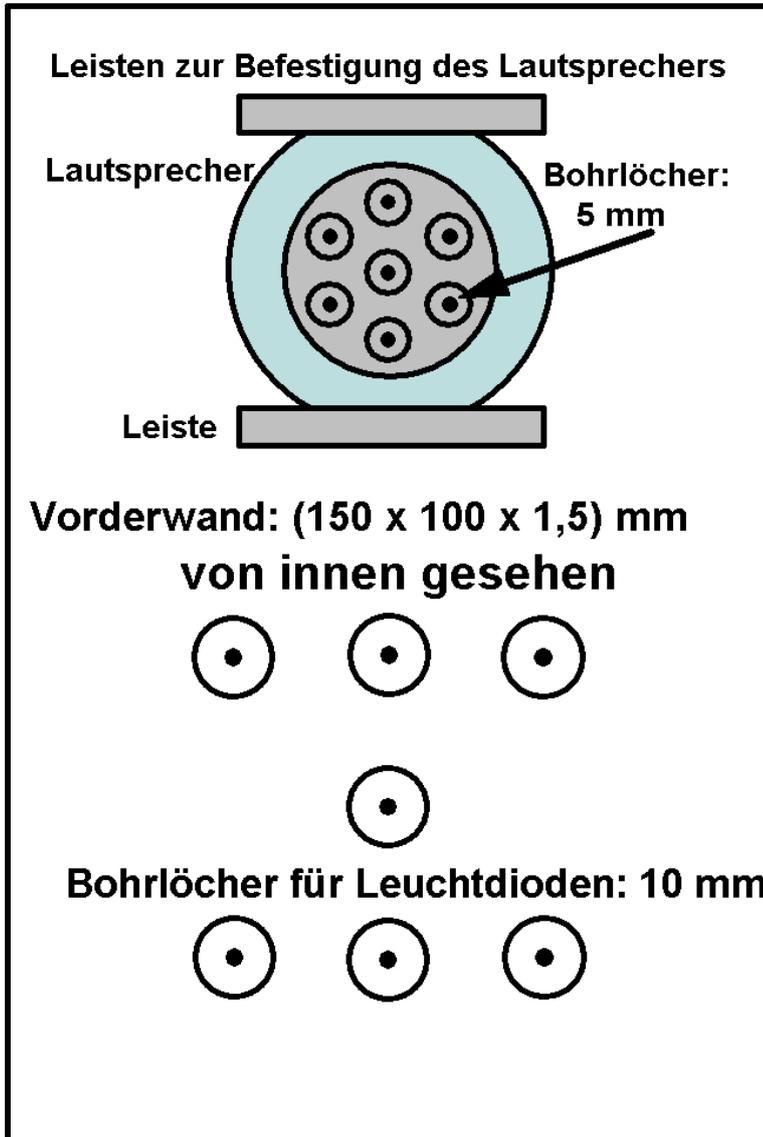
Das ODER- Gatter. Nehmen wir zunächst an, die Punkte **P** und **Q** sind nicht angeschlossen. Dann erhält der Punkt **T** und auch **V** (über **R1**) keine Spannung. **TD3** (Treiber für **C**) lässt keinen Strom hindurch, er sperrt: Die **Leuchtdioden C** auf der LED- Platte **leuchten nicht**. Sind **P** und **Q** an die Ausgänge des Zweiers (gelb) und des Vierers (schwarz) angeschlossen, so erhalten **T** und **V** über die **Dioden D1** oder **D2** Plusspannung, wenn der **Zweier oder der Vierer gesetzt** ist. **TD3** schaltet durch und die **Leuchtdioden C** auf der LED- Platte **leuchten**.

Das UND- Gatter. Nehmen wir zunächst an, die Punkte **R** und **S** sind nicht angeschlossen. Dann erhält der Punkt **W** über **R2** Plusspannung und der Treiber für **D** (**TD4**) schaltet durch. Die **Leuchtdioden D** der LED- Platte leuchten. Sind **R** und **S** an die Ausgänge des Zweiers und des Vierers angeschlossen, so erhält **U** über die **Dioden D3** und **D4** **Nullspannung** wenn **Zweier oder Vierer nicht gesetzt** sind. Die **Plusspannung** bei **U** wird nun über die Dioden und die Ausgänge der Zählbausteine **nach Minus abgeleitet**: Die **Dioden D** der LED- Platte **leuchten nicht**. Erst wenn der **Zweier und der Vierer gesetzt** ist, haben die Ausgänge **keine Nullspannung** und **W** erhält Plusspannung über **R2**. **TD4** schaltet durch und die **Leuchtdioden D** auf der LED- Platte **leuchten**.

Faltblatt: Ausschneiden und in der Mitte zusammenknicken. Mit einigen Tröpfchen Klebstoff zusammenkleben.



Schablonen in Originalgröße



Bestellliste für den Elektronikwürfel Ew94

Die Bestellliste ist für eine Arbeitsgruppe von etwa 15 Teilnehmern gedacht.

Traudl-Riess KG St- Georgen- Straße 6 95463 Bindlach

Tel.: 09208 9119 Email: www.traudl-riess.de

Nr.	Gegenstand	Bestellnummer	Verwendung	Bestellempfehlung
1.	Litze 10 m rot	19.043.1		2 Ringe
2.	Litze 10 m grün	19.043.2		2 Ringe
3.	Litze 10 m gelb	19.043.3		2 Ringe
4.	Litze 10 m blau	19.043.4		2 Ringe
5.	Litze 10 m schwarz	19.043.5		2 Ringe
6.	Löt draht 1kg	17.030.0		1 kg
7.	Flugzeugsperrholz	08.071.0	1,5 mm für Vorderwand	2 Platten
8.	Gabun- Sperrholz	08.024.0	4 mm für Seitenteile	2 Platten
9.	Gabun- Sperrholz	08.025.0	6 mm für Grundplatte	2 Platten
10.	Batteriekästen	19.423.0	für 3 x Mignonzelle 1,5 V	17 Stück
11.	Kupferdraht	09.105.0	versilbert 1 mm	1 Ring
12.	Kupferdraht	09.104.0	versilbert 0,8 mm	2 Ringe
13.	Transistoren	18.081.0	BC 547/ 548	150 Stück
14.	Transistoren	18.182.0	BD 676 Darlington.	40 Stück
15.	Krokodilklemmen	19.033.0	rot-schwarz sortiert	4 Pack
16.	Messstrippen	19.032.1	mit Krokodilklemmen	4 Pack
17.	Lochraster- Plat.	19.132.0	Lötringe zur Bauteileseite	10 Stück
17.	Leuchtdioden	19.476.1	10 mm rot	20 Stück
19.	Leuchtdioden	19.476.2	10 mm grün	40 Stück
20.	Leuchtdioden	19.476.1	10 mm gelb	60 Stück
21.	Leuchtdioden	19.060.1	5 mm rot	20 Stück
23.	Leuchtdioden	19.060.2	5 mm grün	40 Stück
24.	Leuchtdioden	19.060.3	5 mm gelb	20 Stück
25.	Kippschalter	19.082.0	10 mm Ein - Aus	20 Stück
26.	Universaldioden	18.074.1		2 Pack
27.	Kondensatoren	19.476.1	2,2 Mikromfarad	100 Stück
28.	Kondensatoren	19.476.1	100 Nanofarad	35 Stück
29.	Widerstände	18.085.0	910 Ohm	100 Stück
31.	Widerstände	18.085.0	560 Ohm	100 Stück
32.	Widerstände	18.085.0	100 Ohm	120 Stück
33.	Widerstände	18.085.0	10 k Ohm	300 Stück
34.	Telefon-Hörkapsel	18.176.0	als Lautsprecher	16 Stück
35.	Pinzetten	14.622.0	für Elektronik-Feinarbeiten	15 Stück

Aus örtlichen Fachgeschäften: Faserstifte (Edding 400), Perlen (Rayher).