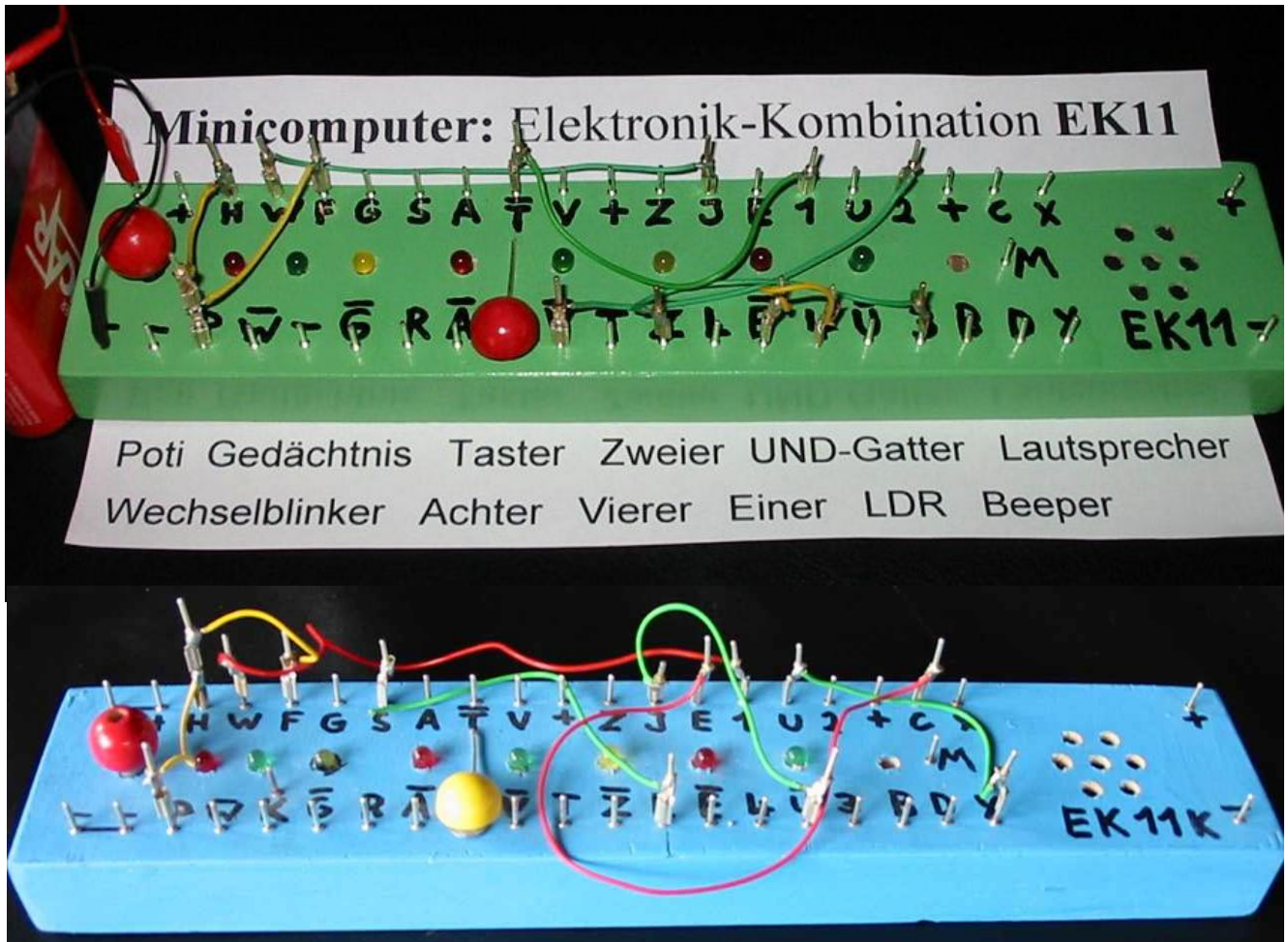


# Der Minicomputer EK11

Ein Projekt der Elektronik- AG. der Realschule- Fockbek

Version: 30.06.2018

J.Mohr: [motec@web.de](mailto:motec@web.de)



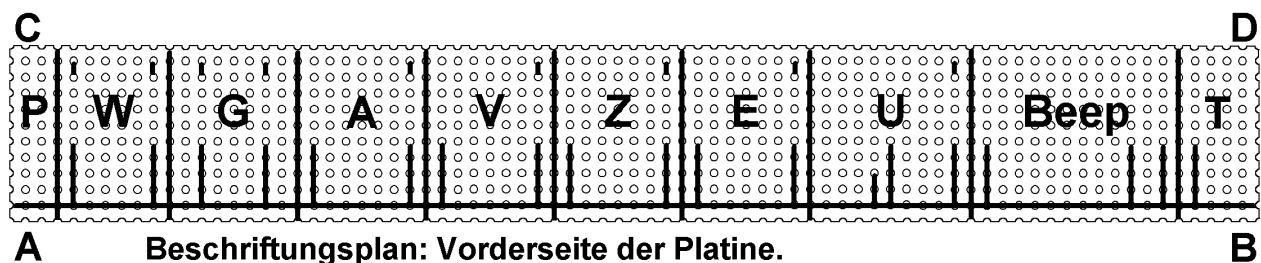
## Vorbemerkung

Die EK11 ist von einem modernen Industriecomputer ebenso **weit entfernt**, wie ein Bakterium von einem Elefanten! Aber gerade deshalb lassen sich die „Lebensvorgänge“ in diesem „**Ur-Computer**“ exemplarisch und eindrucksvoll veranschaulichen. Er „lebt“, d.h. er kann **einfache Steuerungsfunktionen** übernehmen (Würfel, Alarmanlage, Transportroboter, Musikcomputer), und lässt sich dabei „über die Schulter schauen“ und **verstehen**. Die **EK11** (Elektronik-Kombination von 11 Baugruppen) gewährt beim Bau und in der Anwendung tiefe **Einblicke in die Elektronik** und in die **Funktion von Computern**. Zur **Spannungsversorgung** dienen entweder **3 Mignonzellen** (4,5 Volt) oder **4 Akkuzellen** (4,8 Volt) in einem Batteriekästchen (Steckschuhe anlöten).

# Arbeitsbögen für die Teilnehmer.

## Bauausführung in 31 Schritten:

1. **Klebe die Teile des Gehäuses** zusammen. Benutze dazu **Verpackungsringe aus Gummi**. Es dient dann zur Aufbewahrung für die anderen Bauteile. Die Kanten müssen **genau aufeinander** passen, und es dürfen **keine Luftspalten** entstehen! Schreibe innen **deutlich deinen Namen**, um Verwechslungen zu vermeiden. Streiche ihn mit **hellem Akryllack** an.
2. **Beschrifte die Platine sorgfältig** nach der Beschriftungsvorlage. Die **Bauteileseite (Vorderseite)** ist abgebildet. Wenn hier **Fehler** gemacht werden, entsteht später beim Löten das **große Chaos**. Schreibe auf die **Rückseite (Lötseite)** mit Filzstift **deinen Namen** in Druckbuchstaben (oder Mamenszeichen: P.M. für Peter Müller).



3. Schneide **2 Längen 22cm vom Silberdraht (0,8 mm)** für die **Plusleitung** und die **Minusleitung** ab, und stecke den Draht für die Minusleitung **von der Rückseite her** durch die Löcher **A** und **B**, so dass auf beiden Seiten etwa 10 mm überstehen. Setze ebenso die Plusleitung von der Rückseite bei **C** und **D** ein. Biege die Drahtenden um die Platine herum (Plus- und Minuskontakt).
4. Drücke 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 für die **Drähte der Bauteile** (z.B. Stehwiderstände) frei sein, die dort hindurchgesteckt werden.
5. Setze die **8 „Steh-Widerstände“ 560 Ohm** auf die oberen kurzen Striche der Platine. Biege die oberen Drähte von innen nach außen um die Plusleitung herum und löte sie dort an. Die Plusleitung wird dadurch fixiert (festgelegt). Schneide die überstehenden Enden ab.
6. Setze **alle 8 Leuchtdioden** mit Abstandshaltern (rot, grün, gelb, rot, grün, gelb, rot, grün) **richtig herum** ein. **Löte die langen Drähte** an die 560 Ohm-Widerstände und schneide sie kurz ab. **Zwischendurch** müssen **30 Steckerschnüre** aufgebaut werden: **15** – gelb – 5cm; **10** – grün – 10cm; **5** – rot – 20 cm.



11. **Der Aufbau des Wechselblinkers:** Löte die Widerstände **R1** und **R2** (10k Ohm) an die **Basisanschlüsse (Mitte)** der Transistoren **T1** und **T2**. Schließe Plus und Minusspannung an die Platine und drücke die freien Enden der Widerstandsdrähte (**Testdrähte: TD1 und TD2**) an die Plusleitung. Die **LED leuchten**, weil die Transistoren **stromdurchlässig** werden.

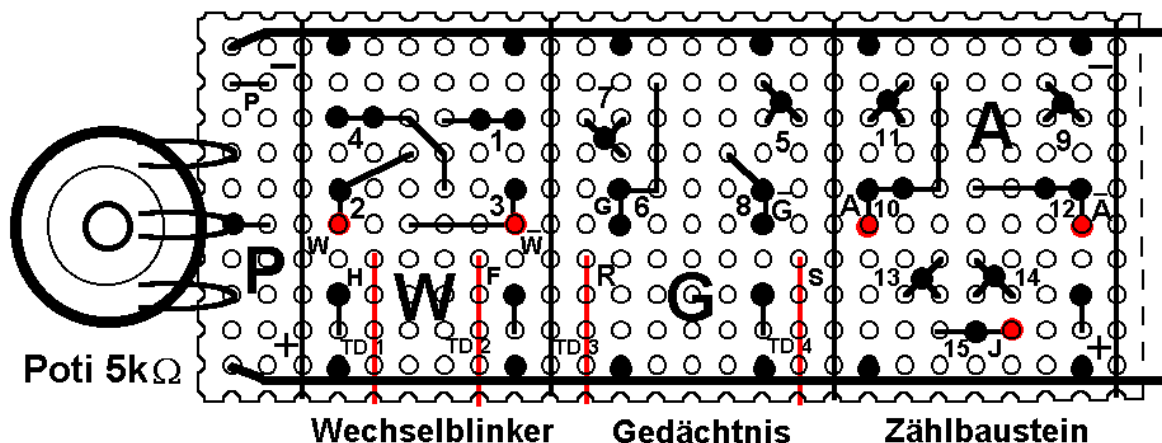


Abb. 3 Rückseite (Lötseite) des Platinenlayouts (erster Teil)

12. Der **Einbau der Kondensatoren** (22 Mikروفarad) ist etwas ungewöhnlich, weil sie diagonal (schräg über Eck) eingesetzt werden müssen. Beginne mit dem **unteren Kondensator (C1)**. Sein **Minusanschluss** liegt genau gegenüber der **Basis des 2. Transistors**, und wird auch dort angelötet. Es entsteht die „Dreierlötstelle“ 1 (weil dort 3 Drähte zusammen kommen). Der **Plusanschluss** des Kondensators wird schräg nach **oben** (auf dem **Bild schräg nach unten**, weil die Platine umgedreht ist) an den Kollektor des ersten Transistors gelötet (Dreierlötstelle: 2).
13. Setze ebenso den **2. Kondensator (C2)** über dem ersten ein. Ziehe den **Plusanschluss** über 2 Löcher hinweg waagrecht zum Kollektor des 2. Transistors und löte ihn dort an. (Dreierlötstelle 3). Biege den **Minusanschluss** des oberen Kondensators in einem Bogen zur Basis des ersten Transistors, ohne die anderen Drähte zu berühren. Das war die letzte Lötstelle des Wechselblinkers (4).
14. **TEST 4:** Verbinde die Platine mit der Spannungsquelle und drücke die **Testdrähte TD1 und TD2** an die Plusleitung. **Die LED blinken abwechselnd**. Der Wechsel blinker ist **astabil** (unstabil). Er schwingt zwischen 2 Zuständen hin und her. Damit hast du den ersten Baustein vollendet und die **dritte Elektronik-Hürde** genommen!

15. Der Aufbau des **Gedächtnisses (bistabiles Flip-Flop)**. Setze den **Kollektorwiderstand von T3** (910 Ohm) in die Platine und löte ihn an die Plusleitung (herumbiegen) und an den **Kollektor von T3**. Setze nun den **unteren Querwiderstand R3** (10k Ohm) ein und löte ihn an den Kollektor von **T3** und an die Basis von **T4**. Wenn du Spannung an die Plus- und Minusleitung legst, **leuchtet die gelbe LED**, weil die **Basis von T4** Plusspannung erhält.
16. **Test 5**: Verbinde Basis und Kollektor von **T4** durch Berühren der Anschlüsse mit einem kleinen Schraubendreher oder einer Pinzette: Die Leuchtdiode erlischt, weil **T4** sperrt. Löst man die Verbindung, so fällt die Schaltung in den stabilen Zustand zurück (LED leuchtet). **Die Schaltung ist monostabil**, wie ein Taster (Hupe, Klingelknopf). Setze den **oberen Querwiderstand** (10k Ohm) in die Platine und verbinde so die Basis von **T3** mit dem Kollektor von **T4**.
17. **TEST 6**: Lege abwechselnd die Basis von **T3** und **T4** an Nullspannung (wie oben). Die LED leuchtet, wenn du die Basis von **T3** an Null legst (**set**) und erlischt, wenn du **B4 mit E4** verbindest. (**reset**). Die Schaltung ist **bistabil**, wie z.B. ein Lichtschalter. Löte die **Basiswiderstände R5 und R6** an die Transistoren **T3** und **T4** (Lötstellen 5 und 7). Drücke die oberen Enden der Drähte (**TD3** und **TD4**) abwechselnd an die Plusleitung. Das Gedächtnis wird gesetzt und zurückgesetzt. Damit hast du den 2. Baustein vollendet und so die **4. Elektronik-Hürde** genommen!
18. Die **4 Zählbausteine** sind völlig **baugleich**, darum ist auch **nur ein Platinenlayout** vorhanden. Setze die **4 Kollektorwiderstände** (910 Ohm) ein und verbinde sie mit der Plusleitung und den darunter liegenden Kollektoren. Baue dann nach Plan (Abb. 2) die **unteren Querwiderstände R8** (10k Ohm) ein. Alle **vier LED leuchten**, die Bausteine sind **monostabil (TEST wie bei 5)**. Baue auch die **oberen Querwiderstände** ein (10k Ohm, schräge). Die Bausteine sind **bistabil (Test wie bei 6)**. Wenn alle 4 Zählbausteine bistabil funktionieren, hast du die **5. Elektronik-Hürde** genommen.
19. **Die Vollendung** der Zählbausteine. Die weiteren Elektronik-Bauteile dienen zur **Frequenzhalbierung** zwischen Eingangsimpulsen und Ausgangsimpulsen. Setze sie in die Platine und löte zuerst die 4 „Dreierlötstellen“, dann die beiden „Viererlötstellen“. Die „Zweierlötstelle“ zwischen den Kondensatoren ist der **Eingang (J), A und /A (A-quer) sind die beiden Ausgänge** des Zählbausteines „Achter“ (Entsprechend bei den anderen Bausteinen).

20. **TEST 7:** Verbinde **J** mit **G** (Eingang Zählbaustein - Ausgang Gedächtniss) Drücke abwechselnd die Testdrähte **TD3** und **TD4** gegen die Plusleitung und das Gedächtnis wird gesetzt und zurückgesetzt. Der Zählbaustein **wechselt seinen Zustand nur halb so schnell**, wie das Gedächtnis. Hierauf beruht **das Zählen im Dualsystem**. Teste ebenso die anderen Zählbausteine. Wenn die Zählbausteine funktionieren, hast du die **6. Elektronik-Hürde** genommen. **Häufigste Fehlerquellen:** Die Dioden oder die Kondensatoren sind falsch herum eingebaut.
21. Schalte nun die **4 Zählbausteine hintereinander**. Der Eingang **J** des **Einers** wird zum **Eingang des Zählwerks**. Verbinde seinen Normalausgang **E** mit dem Eingang des Zweiers, den Normalausgang des Zweiers **Z** mit dem Eingang des Vierers u.s.w **TEST 8:** Verbinde **J** mit **G** und schalte das Gedächtnis mit den Testdrähten **TD3** und **TD4** um. Das **Zählwerk zählt bis 15**, dann schaltet es **wieder auf Null** zurück. Wenn du den Eingang an den **Wechselblinker** anschließt, (**J** an **W**), so zählt das Zählwerk diese **Schwingungen**. Du hast die **7. Elektronik-Hürde** genommen.

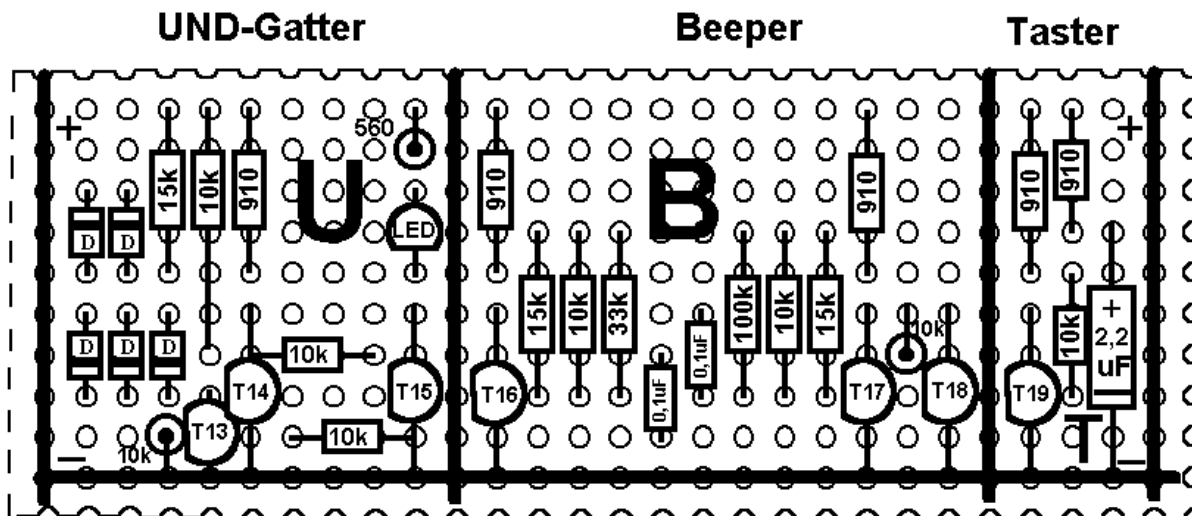


Abb. 4 Platinenlayout Teil 2, Vorderseite

22. Nun wird das **Gehäuse** weiter bearbeitet. Schneide den Bohrplan aus und befestige ihn mit Verpackungsringen aus Gummi auf dem Kasten. Bohre zunächst **alle Löcher** mit dem **1mm- Bohrer**, dann die mittlere Lochreihe und die Löcher für den Lautsprecher mit **5 mm** und das Bohrloch für das **Poti** mit einem **6mm- Bohrer**. Dann folgt die Beschriftung mit einem **Folienstift**. Setze die **Steckstifte** in die **1mm-Bohrlöcher** (setze zwischen **IA** und **IV** eine **Reißzwecke!!!**).

23. Das **UND-Gatter** besteht aus 2 Teilen: Dem **Dioden-Gatter** und dem nachgeschalteten **bistabilen Flip-Flop (T14 und T15)**. Bringe es **wie beim Gedächtnis** erst in den **monostabilen**, dann in den **bistabilen Zustand**. Die Dioden sind von der „Sechserlötstelle“ weg gerichtet (Ring). **Test** :Die grüne **LED leuchtet** (UND-Gatter gesetzt), bis ein **Eingang (1; 2; 3 oder 4) an Null** gelegt wird (reset).

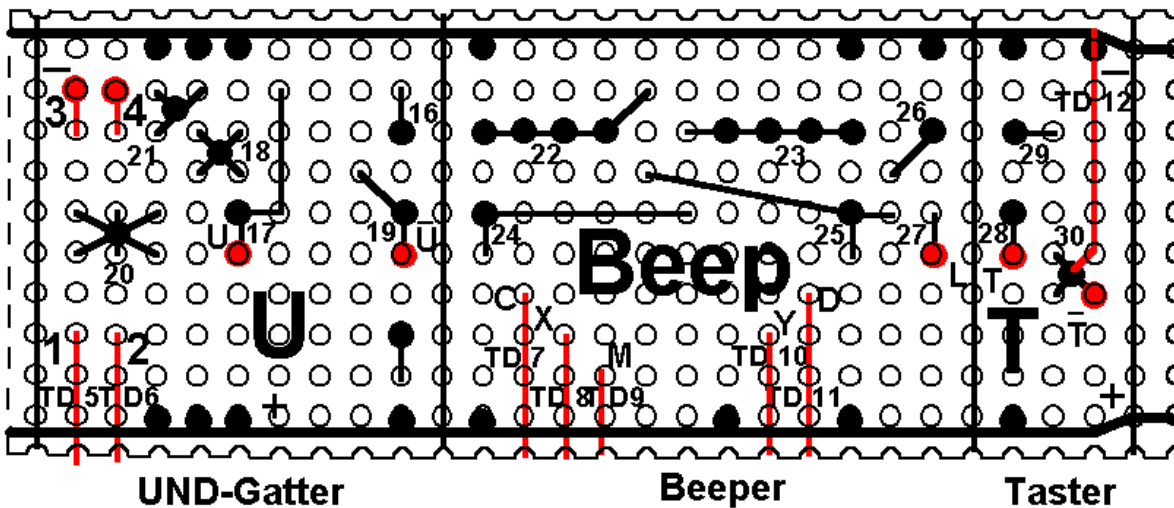
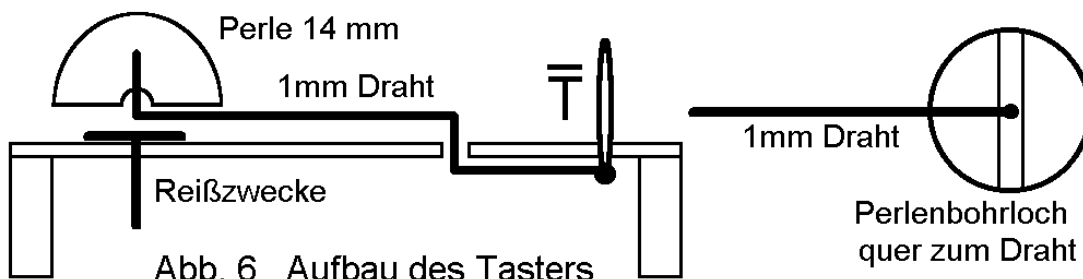


Abb. 5 Platinenlayout Teil 2, Rückseite, Lötseite

23. **TEST 9:** Verbinde den **Eingang des Zählwerks J** mit dem Ausgang **U** des **UND-Gatters**. Drücke den Testdraht **TD5 (oder TD6)** an die **Minusleitung**. Das Zählwerk zählt die Kontakte. Damit hast du das **UND-Gatter getestet** und **die 8. Elektronik-Hürde** genommen.
24. Schneide für den **Bau des Tasters** einen 1mm- Silberdraht (50mm) ab. Stecke ihn durch das vorgebohrte Loch unter **/T** und löte ihn an. Verzinne den Kopf der Reißzwecke. Biege den Silberdraht **über die Reißzwecke hinweg** und schneide ihn **genau hinter ihr** ab. Knicke den Draht über der Mitte der Reißzwecke hoch. Spalte mit einem Schnitzmesser eine Holzperle durch einen **leichten Hammerschlag** und bohre ein **1mm- Bohrloch** von unten in die halbe Perle (UHU-Kleber).



25. Beginne nun mit dem **Beeper**. Er ist wie der Wechselblinker **astabil**, schwingt aber, wegen der kleineren Kondensatoren, im **Tonfrequenzbereich**. Setze die **Kollektorwiderstände** (910 Ohm) ein und löte sie an die Plusleitung und an die Kollektoren von **T16** und **T17**. Baue die **6 Basiswiderstände** und die **2 Kondensatoren- 0,1uF** ein (der erste **ein Loch tiefer** als der zweite). Verbinde sie mit den Basisanschlüssen von **T16** und **T17** (Fünferlötstellen: **22** und **23**). Löte den **100k Ohm Widerstand** an die Plusleitung. Er **spart Energie**, weil er den Lautsprecher in den Pausen abschaltet (**T17** durchgeschaltet, **T18** sperrt). Die Testdrähte **TD7** bis **TD11** sind die **5 Eingänge** des Beepers. Verbinde die **oberen Anschlüsse der Kondensatoren** „über Kreuz“ mit den Kollektoren der jeweils „anderen“ Transistoren (Lötstellen 24 und 25). Koppelle die **Endstufe T18** mit dem Stehwiderstand 10k Ohm an das astabile Flip-Flop (Lötstellen 25 und 26).
26. **Test 10:** Halte die Anschlussklemmen des Lautsprechers **kurz** an die Anschlussfahnen der Flachbatterie. Wenn du einen „**Knack**“ hörst, ist der Lautsprecher **OK**. Lege den **Lautsprecher** in das Gehäuse **über die 7 Bohrlöcher** und klebe zwei **4cm Leisten** an die Seitenbrettchen. **Presse die Leisten auf den Lautsprecher** und fixiere sie zum Trocknen mit Klemmen. Der Lautsprecher muss **fest im Gehäuse** sitzen. Löte nun **Steckerschnüre!**
27. **TEST 11:** Verbinde die Anschlüsse des **Lautsprechers** durch Meßstrippen mit der **Plusleitung** und dem **Kollektor von T18** (Lötstelle 27). Wenn du die Testdrähte **TD7** bis **TD11** an die Plusleitung drückst, hörst du **verschiedene Töne**. Damit ist der Beeper getestet und du hast die **9. Elektronik-Hürde** genommen.
28. Baue nun die **Taster- Elektronik** nach dem Platinenlayout auf. Der Kondensator dient dazu, den Taster zu **entprellen**, Sonst würden **Prellschwingungen** das Zählwerk bei einem Tastendruck mehrfach ansteuern (**unsinnige Anzeigen**). Der Transistor **T19** dient zur **Negierung**. Der **Stift /T** (Lötstelle 30) hat **Nullspannung**, wenn der **Taster gedrückt** ist; wenn **nicht**, hat er **Plusspannung**. Genau **umgekehrt** ist es bei dem **Stift T** (Lötstelle 28). **TEST** mit **TD12:** Verbinde **/T** mit dem **Eingang J des Zählwerks**. Es zählt, wenn du **TD12 an die Minusleitung** drückst.
29. Baue nun die **Platine in das Gehäuse** ein und löte mit Litzen die Steckstifte an die Platine. Beginne nach dem Plan **“Gehäuse innen”** zuerst mit den Drähten (8mm), löte dann die 3 Bauteile **LDR, 2,2k Ohm und 0,1 uF** ein. Die Testdrähte haben im Faltblatt ihre Endlage.



Die etwa 6cm langen Litzen richten sich in der **Farbe nach der Funktion**: Eingänge = gelb, Ausgänge = grün, Querausgänge = schwarz. **Ausnahmen** sind die Eingänge **X,Y,R** = rot und der Eingang **M** = schwarz. Weil die Tasterelektronik am Ende der Platine liegt, müssen **die Litzen von T (grün) und /T (schwarz) länger sein** (bis zum Lautsprecher legen). **Teste** jeden fertig angelöteten Baustein **sofort**, denn es kann sein, dass du die Platine **wieder ausbauen musst**, um einen **Fehler** zu beheben.

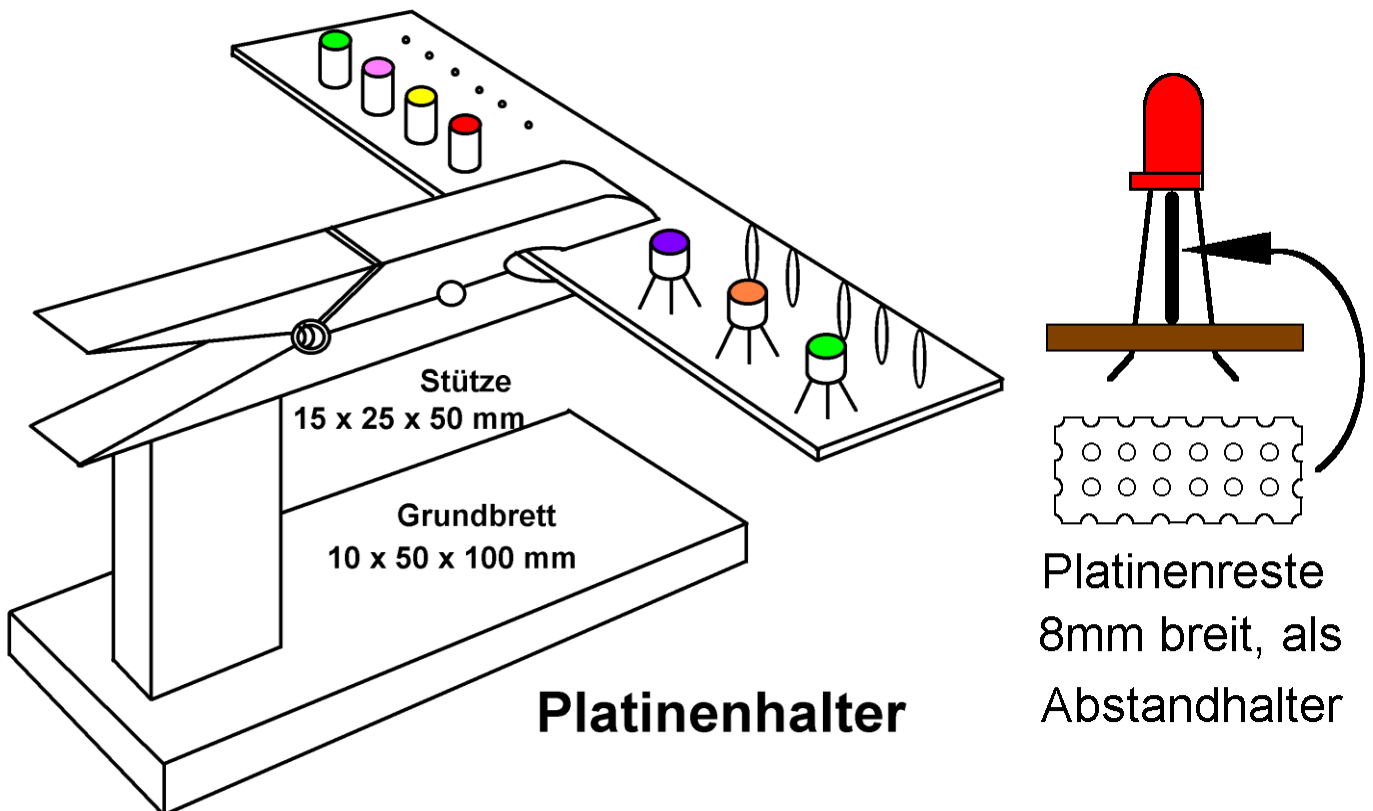
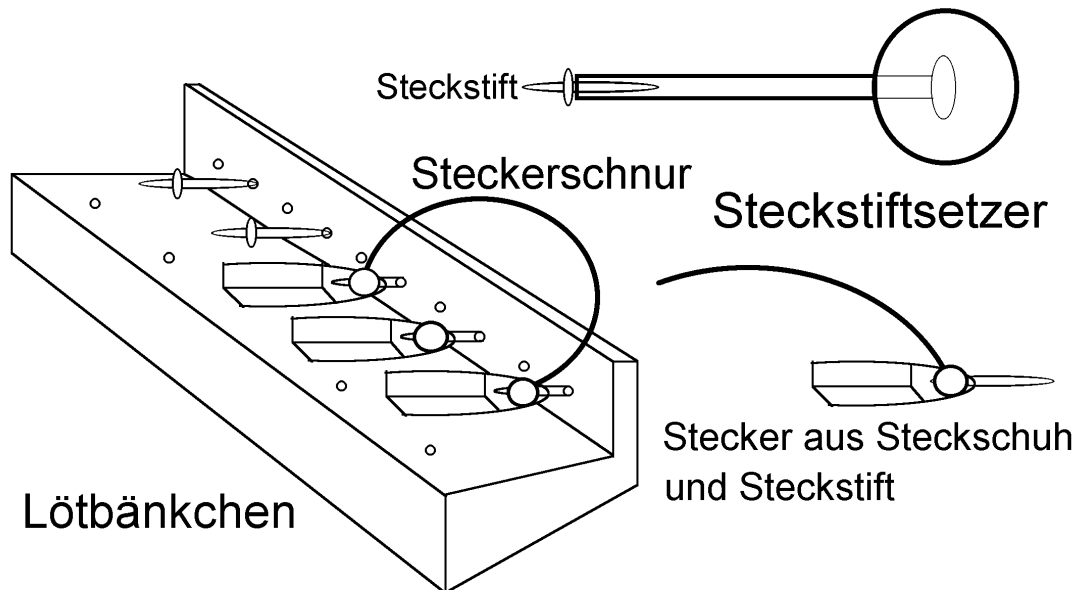
<b>Poti:</b>		Ausgang: <b>P</b>
<b>Wechselblinker:</b>	Eingänge: <b>H; F</b>	Ausgänge: <b>W; /W</b>
<b>Gedächtnis:</b>	Eingänge: <b>S; R</b>	Ausgänge: <b>G; /G</b>
<b>Achter:</b>		Ausgänge: <b>A; /A</b>
<b>Vierer:</b>		Ausgänge: <b>V; /V</b>
<b>Zweier:</b>		Ausgänge: <b>Z; /Z</b>
<b>Einer:</b>	Eingang: <b>J</b>	Ausgänge: <b>E; /E</b>
<b>UND-Gatter:</b>	Eingänge: <b>1; 2; 3; 4</b>	Ausgänge: <b>U; /U</b>
<b>Beeper:</b>	Eingänge: <b>C; D; X; Y; M</b>	Ausgang: <b>B</b>
<b>Taster:</b>		Ausgang: <b>T; /T</b>
<b>LDR:</b>		Ausgang: <b>L</b>

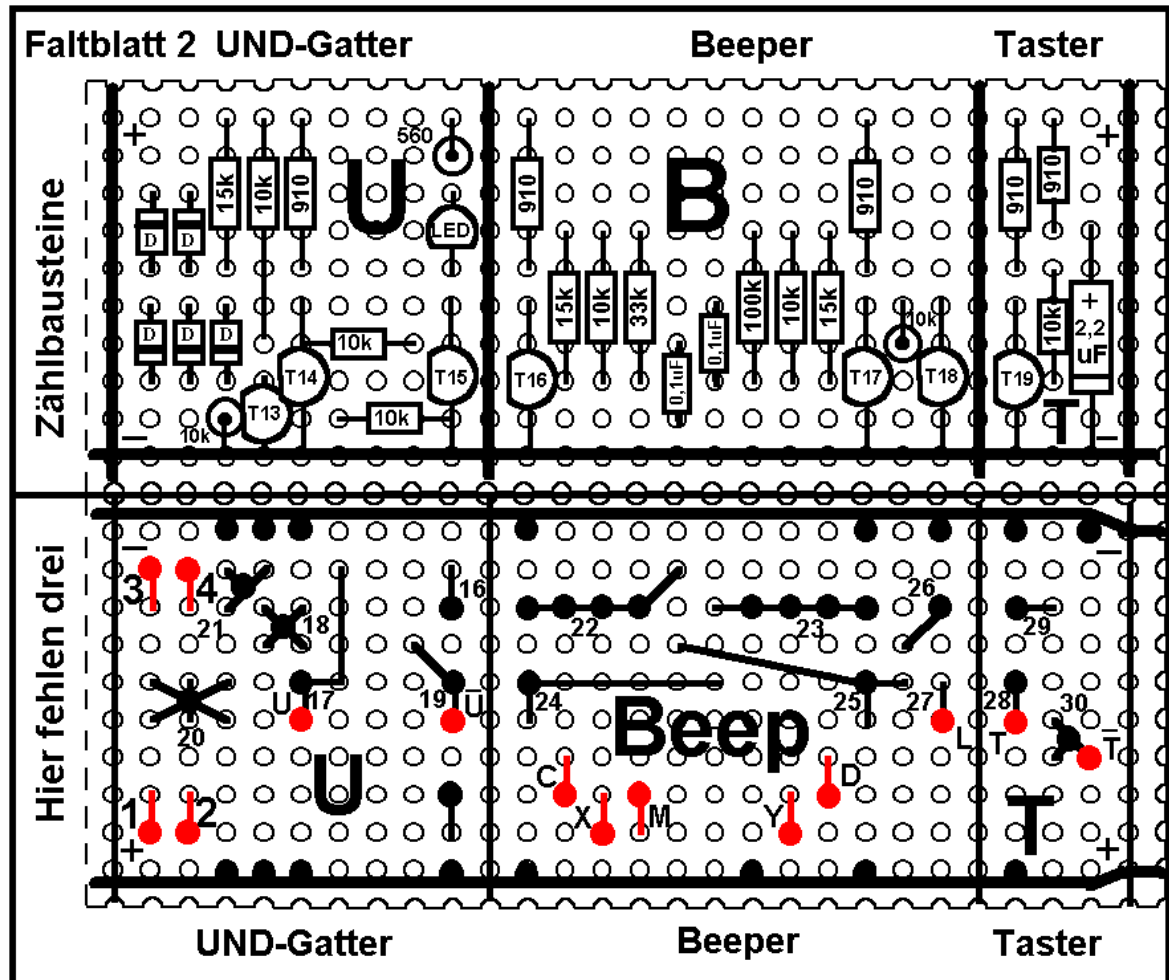
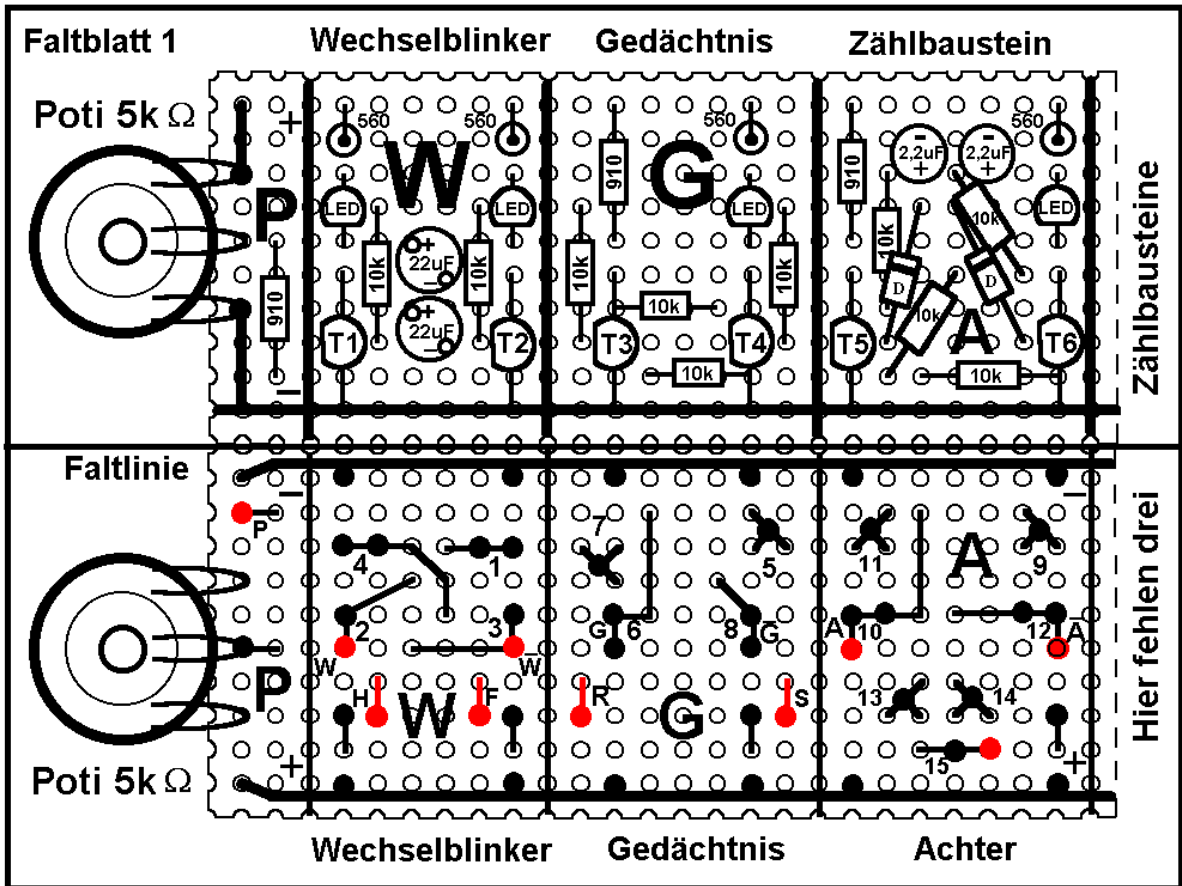
30. **Abschlusstest:** (Vergleiche mit der **Testschaltung** am Ende)

1. Der **Wechselblinker** läuft regelbar, wenn du **H** und **F** mit **P** verbindest.
2. Das **Gedächtnis** läuft mit, wenn du **W** mit **S** und **/W** mit **R** verbindest.
3. Das **Zählwerk** läuft mit, wenn du **G** mit **J** verbindest.
4. Das **UND-Gatter** läuft mit dem **Einer** mit, wenn du **E** mit **1** verbindest. Entsprechend ist es beim **Zweier**, **Vierer** und **Achter**. Schließt du **E**, **Z** und **V** an **1**, **2**, und **3**, so leuchtet die LED des UND-Gatters (**UND gesetzt**), wenn **Einer UND Zweier UND Vierer** gesetzt sind.
5. Durch den **Taster** (**/T an 4**) wird das **UND-Gatter blockiert** (ausgeschaltet).
6. Schließe nacheinander **M** an alle **Ausgänge** und **Querausgänge** der **Bausteine** an: Ist der **Baustein gesetzt**, so hörst du ein Brummen beim **Normalausgang (Spannung)** und beim **Querausgang nichts (keine Spannung)**. Umgekehrt ist es, wenn der **Baustein nicht gesetzt** ist: **Spannung am Querausgang, Nullspannung am Normalausgang**.
7. Verbinde **LDR** und Beeper (**Lan D**). Die Tonhöhe wird durch Abdecken des LDR verändert.
8. Verbinde die **Eingänge des Beepers (C, D, X, Y, M)** mit beliebigen **Ausgängen** der anderen Bausteine. Du hörst **eigenartige Melodien**.

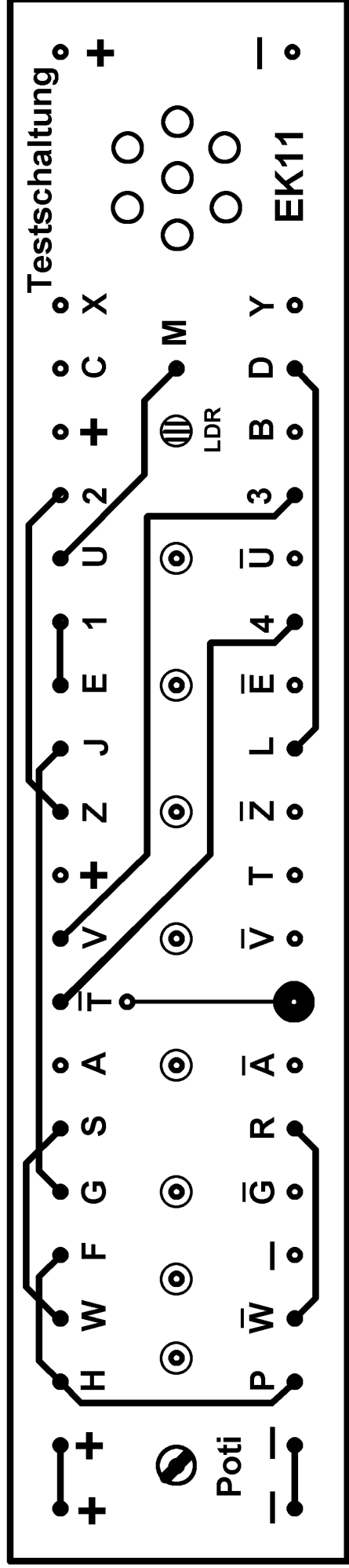
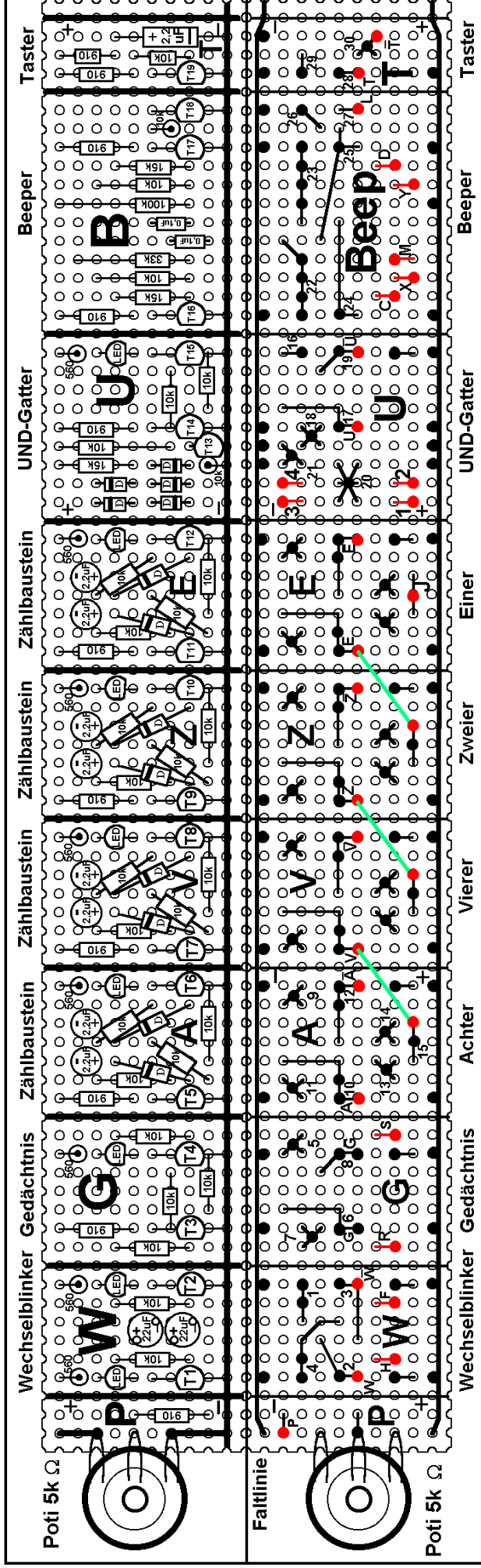
### 31. Der Zusammenbau von Steckerschnüren.

Setze den **Steckstift** mit der **Spitze nach oben** in den Steckstiftsetzer. **Durchbohre die Öse des Steckschuhs** mit der Spitze des Steckstiftes (**in die Rinne stechen**) und biege den **Steckschuh nach oben**. Es folgt das „Einlochen“ von 10 Steckern in die voerdere Lochreihe des Lötbankchens. **Verlöte Stechstifte und Steckschuhe** miteinander und **verbinde je zwei Stecker** mit Litzen. Die fertigen Stecker können leicht an der Litze herausgezogen werden, solange sie **noch warm** sind.





**Faltblatt:** Ausschneiden und falten. Die Platinenanschlüsse an das Gehäuse sind rot markiert.  
 Die Zählbausteine sind miteinander zu einem "Zählwerk" verbunden (grün).







## Bestellliste für 15 Schülerbausätze

Conrad Elektronik Klaus-Conrad-Str. 1. 92240 Hirschau

Tel.: 096 04 40 89 88 Email: [www.business.conrad.de](http://www.business.conrad.de)

Widerstände	Bestellnummer	Stückzahl	15 Bausätze	Bestellung
1. Poti 5k	43 18 85-50	1	15	16
2. Steckachsen	42 58 26-50	1	15	16
3. 560 Ohm	40 40 12-50	8	120	200
4. 2,2k Ohm	40 40 80-50	1	15	20
5. 910 Ohm	40 93 32-50	11	165	200
6. 10k Ohm	40 41 60-50	29	420	500
7. 15k Ohm	40 41 87-50	4	60	100
8. 33k Ohm	40 42 25-50	1	15	20
9. 100k Ohm	40 42 84-50	1	15	20
<b>Kondensatoren</b>				
1. 0,1uF	45 33 58-50	3	45	50
2. 2,2uF rad.	47 24 68-50	8	120	150
3. 2,2uF achs.	47 20 18-50	1	15	20
4. 22uF	47 24 92-50	2	30	35
<b>Leuchtdioden</b>				
1. rot	18 45 43-50	3	45	50
2. grün	18 47 05-50	3	45	50
3. gelb	18 49 00-50	2	30	40
<b>Transistoren</b>				
BC 547 B	15 50 12-50	19	285	300
<b>Dioden</b>				
1N 4148	16 22 80-12	11	165	200
<b>Steckstifte</b>	52 62 74-12	100	1500	1500
<b>Steckschuhe</b>	52 62 90-12	50	750	800
<b>Lautsprecher</b>	54 13 42-92	32 Ohm	1	16 Stück

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

Tel.: 09208 9119 Email: [www.traudl-riess.de](http://www.traudl-riess.de)

1. Messstripfen	19.032.1			4 Pack
2. Litze 10m rot	19.043.1			5 Ringe
3. Litze 10m grün	19.043.2			5 Ringe
4. Litze 10m gelb	19.043.3			5 Ringe
5. Litze 10m schwarz	19.043.5			2 Ringe
6. Fotowiderstand LDR	18.086.0	1	15	20 Stück
7. Lötdraht 1kg	17.030.0			2 kg
8. Flachbatterien	19.029.0	(oder Batteriekästen Nr.12)		15 Stück
9. versilb. Kupferdraht	09.104.0	0,8mm		1 Ring
10.versilb.Kupferdraht	09.105.0	1,0mm		2 Ringe
11. Pinzetten	14.622.0	(für Elektronik-Feinarbeiten)		15 Stück
12. Batteriekasten	19.423.0	für 3 x Mignonzelle 1,5 Volt		15 Stück
18. Lochraster-Plat.	19.132.0	(Lötringe zur Bauteilseite)		10 Stück