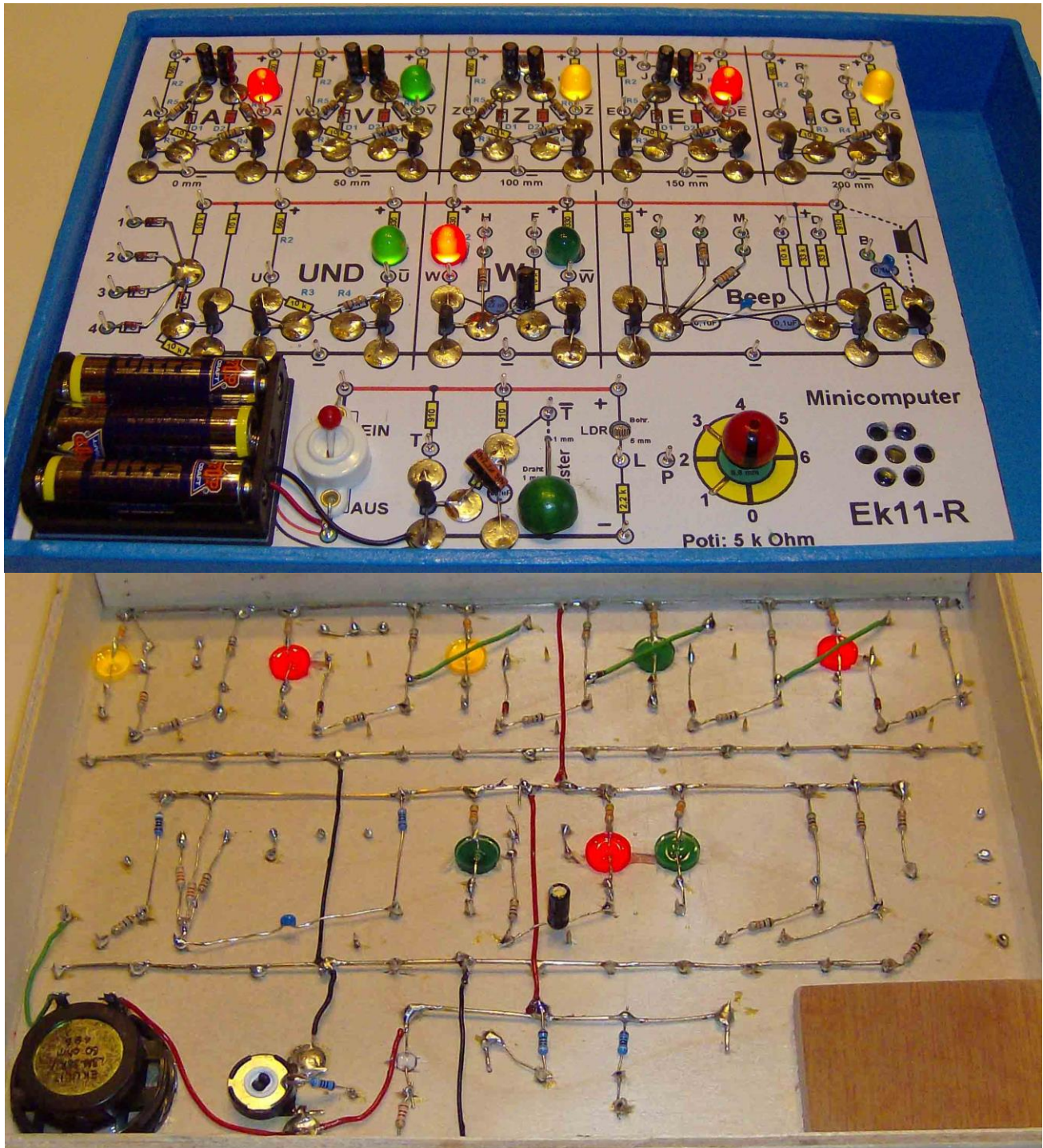


# Der Minicomputer EK11-R

Ein Projekt für den Technikunterricht und Arbeitsgemeinschaften.

Version: 24.11.2018

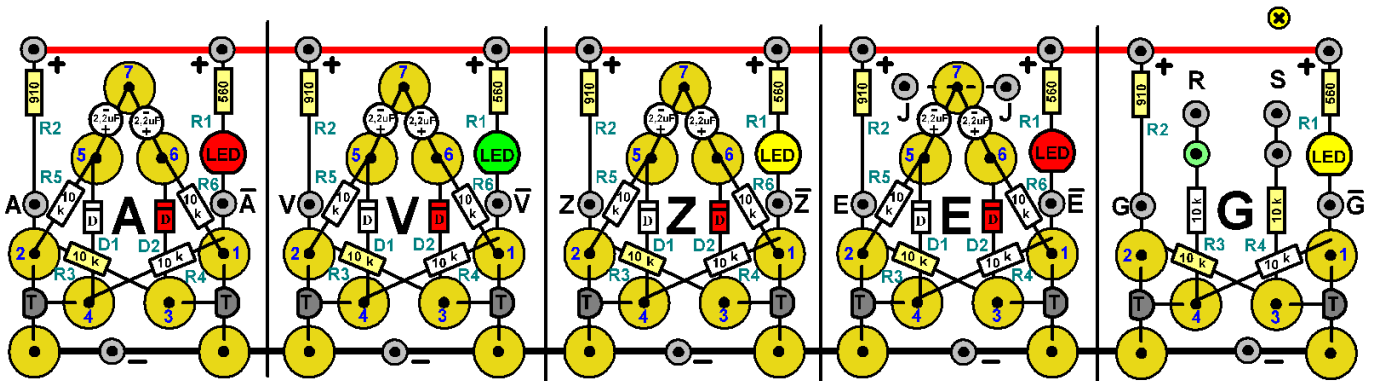
J. Mohr: [motec@web.de](mailto:motec@web.de)



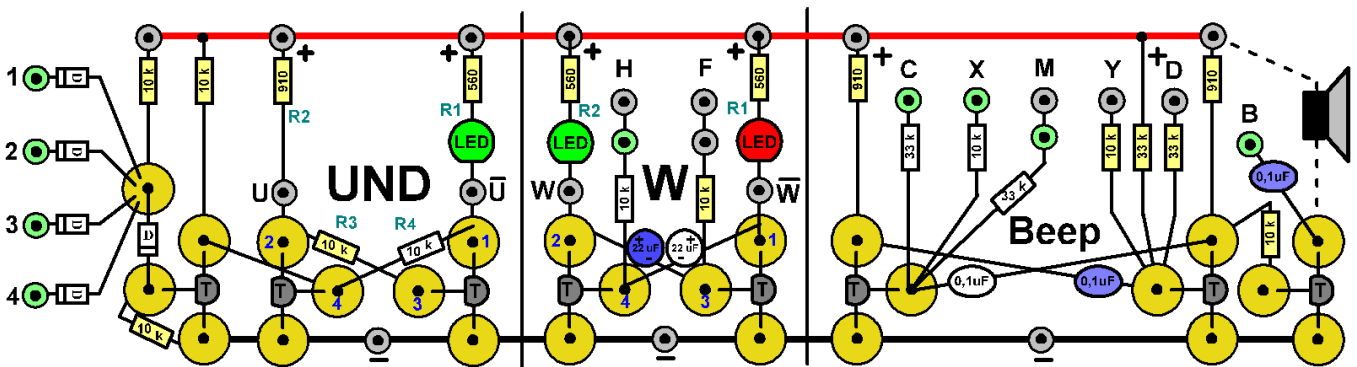
## Kurzbeschreibung des Projektes

Die Ek11-R ist die Weiterentwicklung des Minicomputers Ek11 mit **Reißnageltechnik**. Die **11 Baugruppen** sind auf einem Grundbrett angeordnet und werden durch **26 Steckschuh-Litzen** verbunden. Die Spannung liefern **3 Mignonzellen** je 1,5 Volt in einem Batteriekästchen.

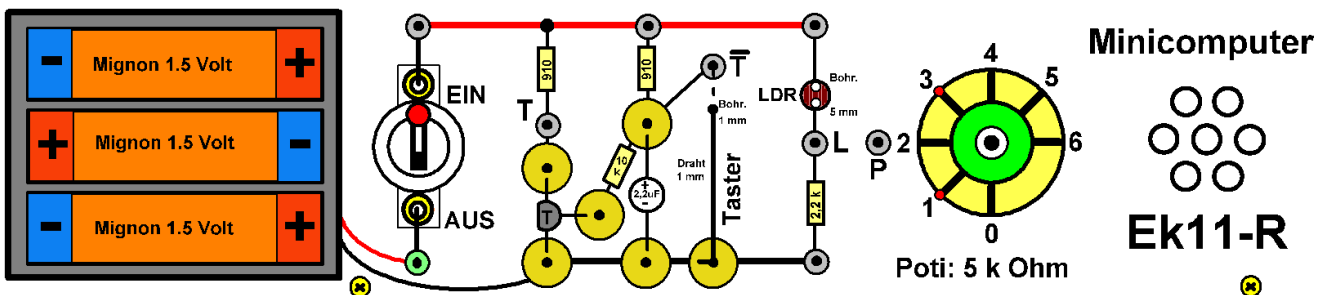
## Zur Technik (Minicomputer: Elektronik-Kombination 11)



Die Ek11-R enthält 11 elektronische Baugruppen in 3 Reihen angeordnet: In der ersten Reihe liegen **4 Zählbausteine**, die zu einem dualen Zählwerk verbunden sind und ein **elektrisches Gedächtnis**.



In der zweiten Reihe liegen ein **UND-Gatter** (auch als ODER-Gatter zu schalten), ein **Wechselblinker** und ein **Beeper** mit Lautsprecher. In der dritten Reihe liegen das **Batteriekästchen** der **Schalter**, der **Taster** und die beiden analogen Baugruppen **LDR** und **Potentiometer**.



Alles wird in einen **Kasten** eingebaut, der auch die 26 **Steckschuhlitzen** für die Kombination der verschiedenen Baugruppen enthält. Die Elektronik-Bauteile werden mit **Reißnägeln** auf eine **Sperrholzplatte** mit Deckblatt aufgebaut, auf dem die genaue Platzierung der Bauteile erkennbar ist. Um **Überkreuzungen** der Anschlussdrähte zu **vermeiden**, liegen etwa ein **Drittel** der **Bauteile** auf der **Rückseite** der Platte.

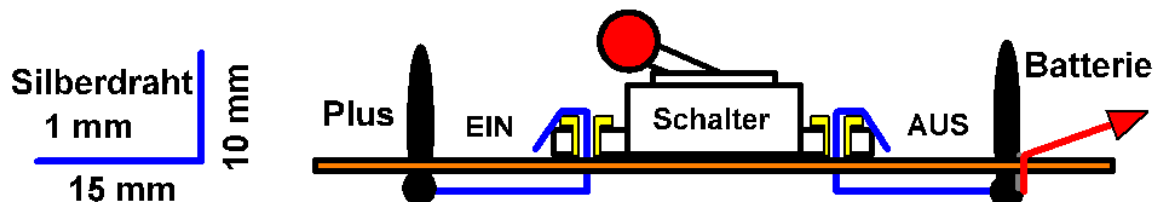
## Bauanleitung in 22 Schritten

1. Säge zuerst die Sperrholzplatte (250 x 190 x 1,5) mm aus. Benutze dazu eine Laubsäge, um die Schnittbreite möglichst klein zu halten. So kannst du **zwei** Deckplatten aus dem gelieferten Sperrholz (500 mm) herstellen.
2. Streiche die Sperrholzplatte dünn mit Holzleim ein, lege das Deckblatt (am Ende) **genau** darauf und drücke es mit dem **Handballen leicht** auf die Platte. **Lege ein Stück Pappe** darüber und klemme alles zwischen zwei Tischlerplatten (250 x 190 x 20) mm mit **vier Schraubzwingen** ein. Der Druck ist nötig, damit das Deckblatt **ohne Falten** aufgeklebt wird.
3. Bohre zuerst **alle Bohrlöcher** mit einem **1 mm Bohrer vor**, um die **genaue Position** zu erreichen! Erweitere sie dann für die **grün unterlegten** Steckstifte auf **1,5 mm**. Bohre für die Leuchtdioden 10 mm- und für das Potentiometer 6 mm- Löcher. Leime die **Grundplatte** für das **Batteriekästchen** unten auf den Deckel (Namen darauf schreiben: P.M.)
4. Drücke alle Reißnägel und Steckstifte in die Deckplatte. Schiebe bei den **grün unterlegten Steckstiften** noch die Anschlussleitung eines Bauteils mit in das Bohrloch. Verzinne die Reißnägel sorgfältig, so dass auf jedem Kopf ein kleiner „Lötinnsee“ entsteht (Lötübung). Löte die Plusleitungen (rot) und die Minusleitungen (schwarz) unten an die Steckstifte und verbinde sie mit roten und schwarzen Litzen.
5. **Für die Verbindung der Bausteine brauchst du Steckschuhlitzen:**  
**4 Stück - gelb** (50 mm), **4 Stück - grün** (100 mm), **8 Stück – schwarz** (150 mm), **8 Stück - rot** (200 mm) und **2 Stück - blau** (250 mm).

Um die Herstellung dieser **Steckschuhlitzen** zu vereinfachen, ist auf dem **Deckel ein Maßstab** angebracht (dicke schwarze Minusleitung). Setze **zwei Steckschuhe** (sonst rutscht die Litze ab!) auf die **Minusstifte** der ersten Reihe (0 mm und 50mm) und wickele die **gelbe Litze zweimal** herum. Schneide die Litze an den Enden auseinander. Es entstehen **vier Litzen** von je 50 mm Länge. Umwickele ebenso die Stifte 0 und 100 **zweimal** mit grüner Litze, die Stifte 0 und 150 **viermal** mit schwarzer Litze und die Stifte 0 und 200 **viermal** mit roter Litze. Die beiden blauen Litzen (250 mm) müssen **einzel**n ausgemessen werden. Ziehe die **Isolierung 2 mm** von den Enden **ab**, indem du sie mit dem **LötKolben** erhitzt. Setze **zwei Steckschuhe auf beliebige Steckstifte** und stelle den Deckel senkrecht (abstützen). Löte nun die Litze an die Steckschuhe. Verzinne zuerst die Litzenenden und achte darauf, dass kein Lötinn in den Steckschuh läuft (wenig Lötinn!). Klebe ein farbig passendes Klebeband (20 x 20) mm als Knickschutz um die Lötstelle.

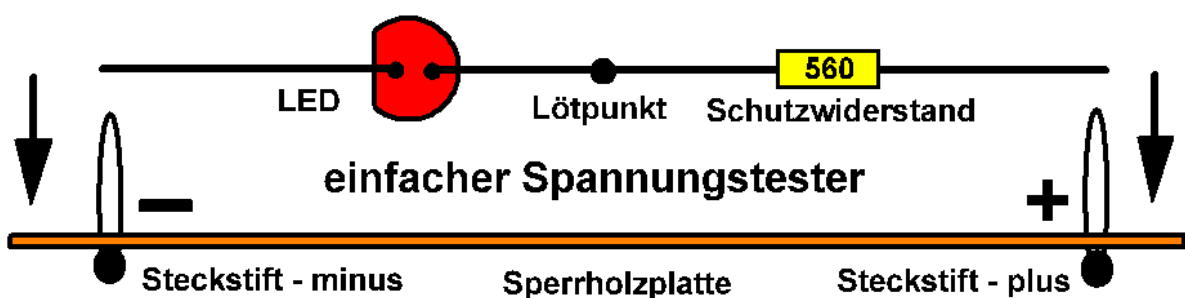


6. Löte die **Bauteile oben** über die **weißen Kästchen** (Ringe) der **Deckplatte**. Die **farbig** gezeichneten Bauteile liegen **unter der Deckplatte** und sind auf dem Blatt „Rückseite“ weiß eingezeichnet. **Drucke** die Abbildungen „**Deckblatt**“ und „**Rückseite**“ aus und nutze sie zur Orientierung. In einer Werkgruppe sollte für jeden Teilnehmer ein beidseitig bedrucktes Blatt (Deckblatt- Rückseite) ausgegeben werden.



7. Befestige den **Schalter** mit zwei **versilberten Kupferdrähten** (1mm, in der Zeichnung blau) auf dem Deckbrett. Schneide 25 mm davon ab und biege daraus einen rechten Winkel. Schiebe das kurze Ende durch das Schalterbohrloch und löte das lange Ende an den Lötstift (ebenso auf der anderen Seite). Setze den Schalter **richtig herum** auf die Drähte und biege sie **fest** um die Messingbuchsen herum. So erhält der Schalter einen festen Halt und einen guten elektrischen Kontakt. Schraube das Batteriekästchen an die Deckplatte und löte die **Anschlüsse** an den **Schalter** und an die **Minusleitung**.

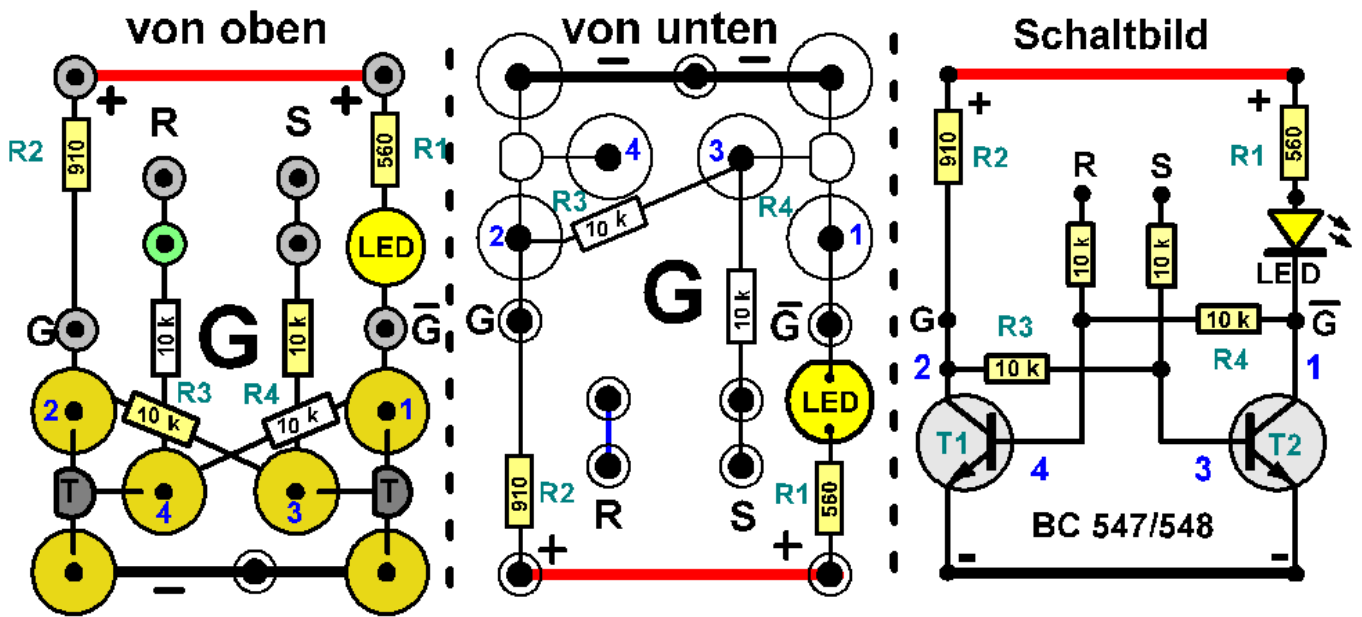
**Test 1:** Setze die 3 Monozellen in das Batteriekästchen und **schalte ein**. Prüfe mit einem **Spannungstester** (richtig herum), ob zwischen den Plus- und Minusanschlüssen überall Spannung herrscht.



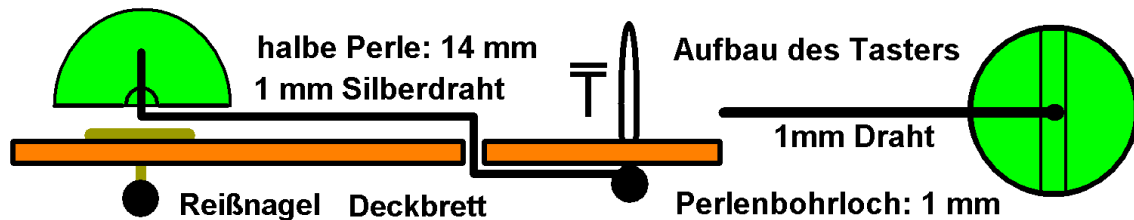
Baue dafür einen einfachen **Spannungstester**, indem du eine Leuchtdiode mit einem Schutzwiderstand 560 Ohm zusammenlötet.

8. Drücke alle 8 Leuchtdioden in der richtigen Farbe in die 10 mm-Löcher, so dass der **abgeflachte Rand zur Minusleitung** zeigt. Löte auf der **Rückseite** zwischen LED und Plusleitung je einen Widerstand 560 Ohm (**R1**: Schutzwiderstände für LED). Löte die Minusanschlüsse der LED an die darunter liegenden Lötstifte und auch an die Stifte der Reißnägel **1**.

- Test 2:** Stecke eine rote **Litze** (200 mm) mit einem Steckschuh auf einen Minussteckstift. Berühre mit dem anderen Steckschuh nacheinander die die Steckstifte unter den Leuchtdioden. Die LED leuchten, wenn sie **richtig herum eingebaut** und die Lötstellen einwandfrei sind.
9. Löte die Widerstände **R2** (910 Ohm) an die Plusleitung, an die Steckstifte und Reißnägel **2**. Löte alle **19 Transistoren** auf die dafür vorgesehenen Reißnägel. Schneide die „Beinchen“ dafür auf etwa 10 mm Länge ab und biege sie seitlich und nach vorne oder hinten ab. Wichtig ist, dass **die Transistoren mit der flachen Seite nach links** „gucken“, sonst sind **Emitter und Kollektor vertauscht**: So können sie **nicht** arbeiten!
- Test 3: Prüfe** die **8** unter den LED liegenden **Transistoren**. Sie sind **zunächst stromundurchlässig** (sperren). Stecke den einen Steckschuh einer roten Litze auf einen plus- Stift und in den anderen den Anschlussdraht eines Widerstandes 10 k Ohm. Berühre nun mit dem anderen Anschlussdraht die Reißnägel Nr. 3 (Basis). Der Transistor wird **stromdurchlässig** (Plusspannung an B) und die **LED leuchtet! Ohne den Schutzwiderstand** würden die **Transistoren „verschmoren“!**
10. Löte die 6 „schrägen“ Widerstände **R4** (10 k Ohm) **über dem Deckbrett** zwischen die Reißnägel **1** und **4** (weiße Kästchen). Es leuchten die 6 Leuchtdioden (**A; V; Z; E; G; UND**).
- Test 4:** Lege die Reißnägel **3** nacheinander an minus (Litze): Der Transistor sperrt bei Nullspannung an der Basis und die **LED erlischt!** Sie leuchtet, wenn du die Überbrückung aufhebst. Die Schaltung ist **monostabil**. Sie hat **nur einen** (mono) stabilen Zustand: „**Leuchten**“ (z.B. Taster, Hupe).
11. Löte **auf der Rückseite** die 6 „schrägen“ Widerstände **R3** an (10 k Ohm; weiße Kästchen). Nach dem Einschalten **leuchten alle 6 LED**, weil die Basen der Transistoren über **R2** und **R3** Plusspannung erhalten.
- Test 5:** Lege die Reißnägel **3** kurz an minus: Die LED erlöschen und **bleiben dauerhaft aus!** Lege die Reißnägel 4 kurz an minus: Die LED **bleiben dauerhaft an!** Diese **Schaltung ist bistabil**, sie hat **zwei** (bi) **stabile Zustände: LED EIN** und **LED AUS** (z.B. Lichtschalter, Schalter Ek11-R).
12. Damit ist die Schaltung „**elektrisches Gedächtnis**“ fast fertig. Löte den ersten senkrechten Widerstand **10 k Ohm über dem Deckbrett** an den Reißnagel **4** und oben an die Stifte **R**. Löte den zweiten Widerstand **10 k Ohm unten** an den Reißnagel **3** und oben an die beiden Steckstifte **S**.
- Test 6:** Lege einen **Stift S** (set) an plus: Die **LED leuchtet**; Sie **erlischt**, wenn du einen **Stift R** (reset) an plus legst. Das **elektrische Gedächtnis** kann **gesetzt** und **zurückgesetzt** werden. Es **speichert** diese Information.

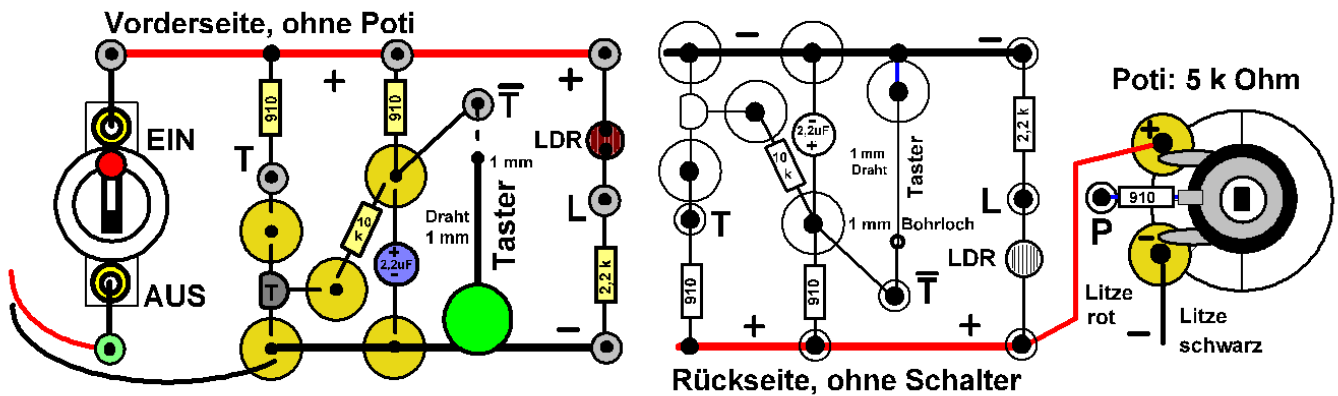


13. Schneide für den **Aufbau des Tasters** 40 mm des Silberdrahtes ab, biege ihn 8 mm vom Ende senkrecht hoch und schiebe ihn durch das Bohrloch. Löte ihn an den Steckstift und biege den Draht über den Reißnagel hinweg. Schneide ihn **genau hinter** dem Reißnagel ab und biege ihn in der **Mitte senkrecht** hoch. Klebe eine halbe Perle darauf. Das **Bohrloch** der Perle muss **quer** zum Draht stehen.

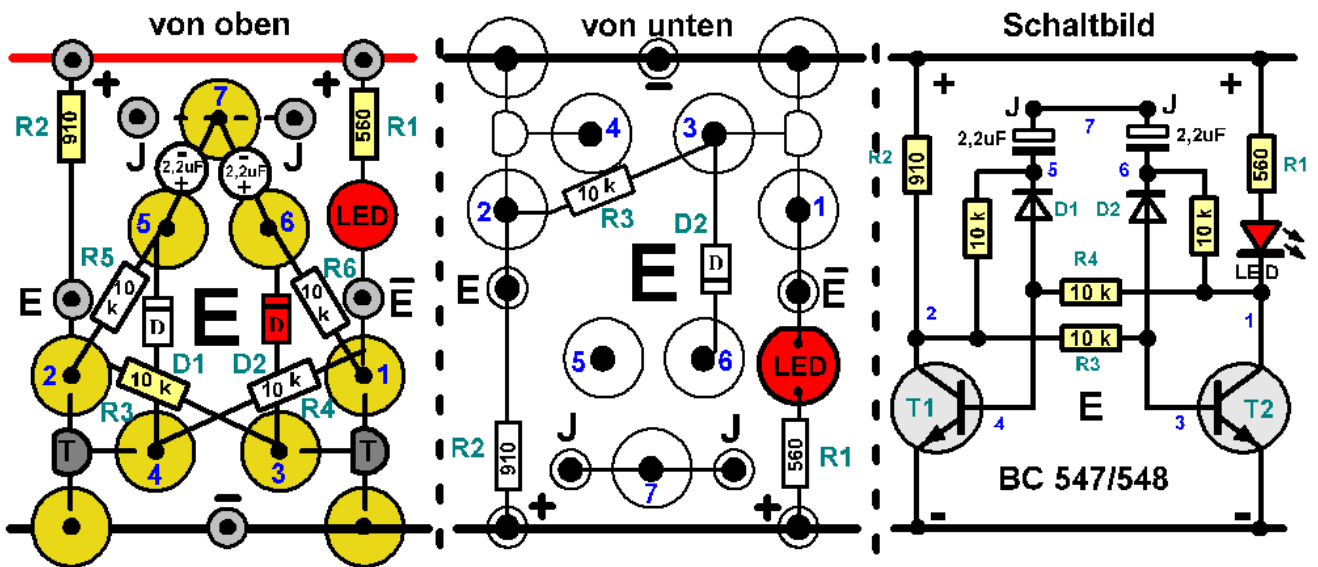


14. Löte die **Bauteile für den Taster** und den lichtempfindlichen Widerstand (**LDR**) unten in die **Schaltung** (weiße Kästchen). Drücke den **LDR** von unten in das Bohrloch 5 mm (Der Hauptschalter liegt über dem Brett).

Drücke die beiden Reißnägeln für das **Potentiometer** von unten in die 1mm-Bohrlöcher (rot) und biege die Stifte zur Mitte hin um. Klopfe sie mit einem kleinen Hammer in die schwarzen Linien, so dass sie nicht überstehen. Drücke die Potiachse in das Poti und schiebe sie durch das Bohrloch 6,5 mm. Löte die beiden äußeren Anschlüsse auf die Reißnägeln und schließe sie mit Litzen an die Plus- und die Minusleitung. Löte nun den Widerstand **910 Ohm** ein. Bohre ein 6 mm-Bohrloch in eine Perle (nicht ganz durch) und klebe sie oben auf die Potiachse. Drehe das Poti zurück und zeichne **bei „0“ eine schwarze Linie** auf die Perle. So kannst du das Poti genau einstellen.



15. Alle **Zählbausteine** sind gleich aufgebaut. Löte zuerst die Widerstände **10 k Ohm (R5 und R6)** über der Deckplatte an die Reißnägel **1; 2; 5** und **6** (weiße Kästchen). Dann folgen die Kondensatoren **2,2 uF** auf die Reißnägel **5; 6, 7** (Polarität beachten: Minuspol oben an **7**). Die Diode **D1** liegt über der Deckplatte (weiß), die Diode **D2 unten** (weiß).

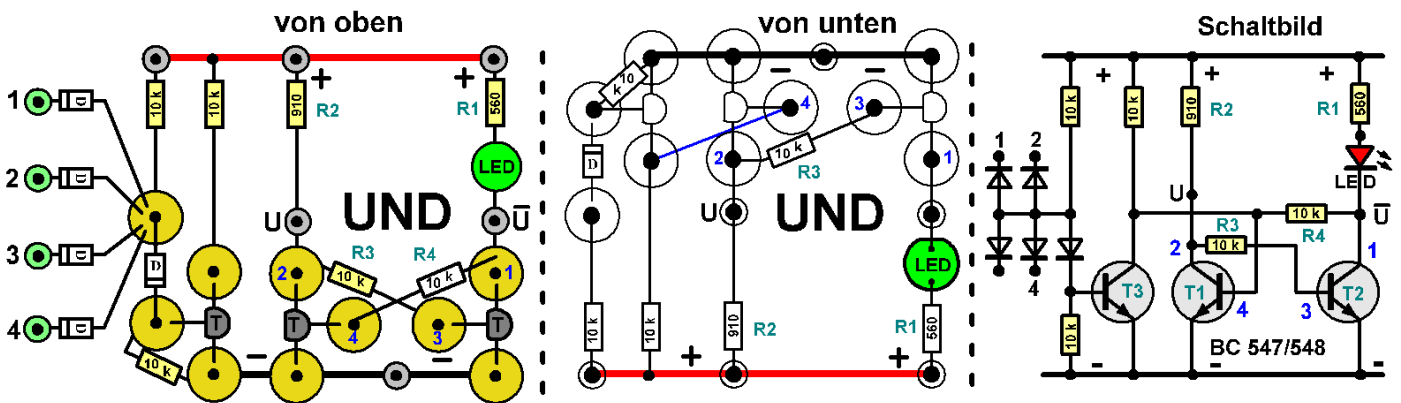


**Test 7:** Lege die Reißnägel **7** mit der Steckschuhlitze **abwechselnd** an plus und minus: Die Zählbausteine **schalten um**, wenn ihr Eingang (**7**) an die Minusleitung gelegt wird. Sie reagieren auf Spannungsabfall: Lowimpuls.

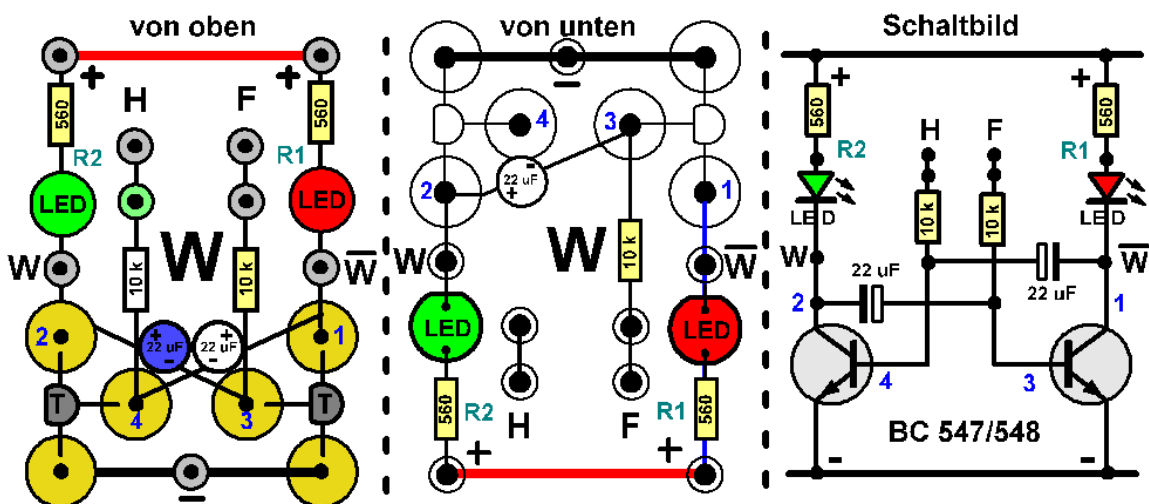
16. Verbinde die **Zählbausteine** zu einem vierstufigen **Zählwerk** (grüne Leitungen). Löte zwei Steckstifte (**J, J**) an **R7** des Einers (**E**).

**Test 8:** Verbinde **J** mit dem Querausgang des Tasters **/T**. Drücke auf den Taster: Der Einer schaltet um. Der Zweier erhält den Umschaltimpuls vom Einer, wenn dieser zurückgesetzt wird. Ebenso beim Vierer und Achter. Das duale Zählwerk zählt die Tasterimpulse bis **15** (alle LED leuchten), dann schaltet es zurück auf „Null“ (alle LED aus).

17. Der **bistabile**, hintere Teil des **UND-Gatters** ist nun fertig aufgebaut und getestet. Das eigentliche UND-Gatter besteht aus den 5 Dioden, dem ersten Transistor (Schaltbild: T3) und den drei Widerständen 10 k Ohm. Löte die beiden **10 k Ohm-** Widerstände an die Reißnägel und die Plusleitung, den schrägen **10 k Ohm-** Widerstand **unten** zwischen die Reißnägel und die **5 Dioden** oben auf den Reißnagel (Bild unten).



**Test 9:** Schalte die Spannung ein: Die grüne LED des UND-Gatters leuchtet. Lege die Steckstifte (1; 2; 3 und 4) nacheinander **an die Minusleitung:** Die LED erlischt (reset). Plusspannungen an den Eingängen sind ohne Wirkung. Das UND-Gatter wird durch **Nullspannung** zurückgesetzt.



18. **Wechselblinker und Beeper** sind **nicht stabil** (astabil), sondern **schwingen**, wenn man die Eingänge an Plusspannung legt. Statt der beiden „schrägen“ Widerstände bei den bistabilen Flipflops (R3; R4), werden **jetzt Kondensatoren** in die Schaltung eingebaut. Löte für den **Wechselblinker** einen Kondensator 22 uF **über** dem Deckbrett an die Reißnägel 1 und 4 und den anderen Kondensator **unter** dem Deckbrett an 2 und 3. Die **großen Kondensatoren** lassen den Wechselblinker **langsam** schwingen (**Beeper:** Kleine Kondensatoren 0,1 uF, **schnell**).



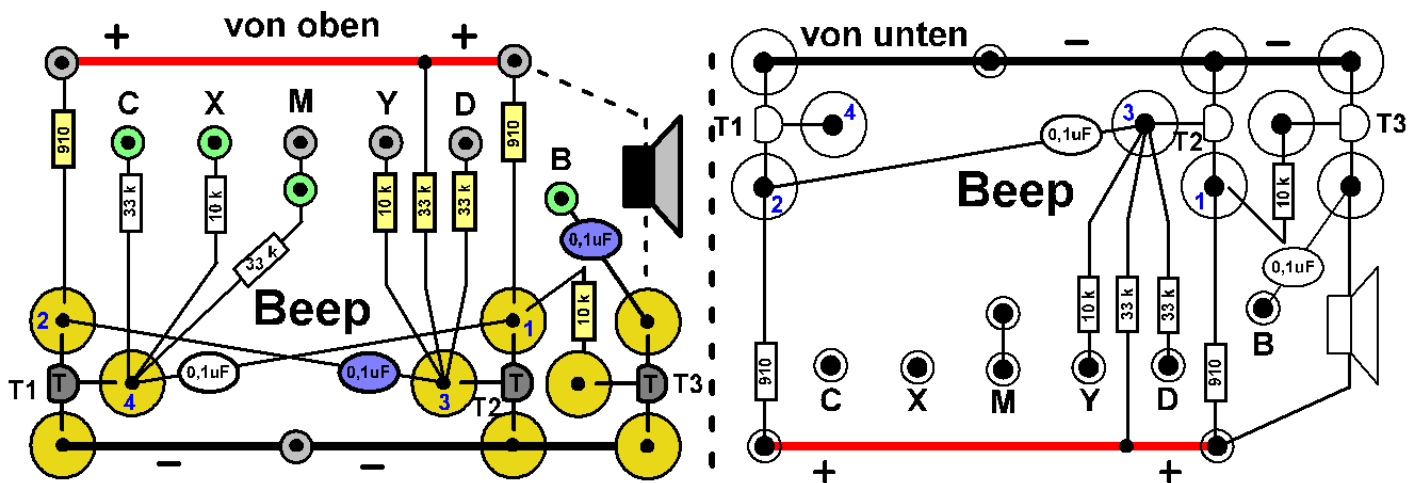
**Test 10 a:** Lege **H** und **F** mit zwei Steckschuhlitzen an die Plusspannung: Der **Wechselblinker schwingt**, die LED leuchten abwechselnd.

**b:** Lege den Stift **H** an plus und **F** an **P (N)**: Der Wechselblinker **schwingt asymmetrisch** (regelbar): Die rote Lampe leuchtet **länger** als die grüne.

**c:** Lege **H** an Plus und **F** an **T (Taster)**: Der Wechselblinker **schwingt**, wenn du auf den **Taster drückst**, dann erhält **F** über **T** Plusspannung.

**d:** Verbinde **W** mit dem Eingang des Zählwerkes **J**. Der Wechselblinker **treibt das Zählwerk an** (durch Lowimpulse – bei **Spannungsabfall**). Es zählt bis alle Zählbausteine gesetzt sind: ( $1 + 2 + 4 + 8 = 15$ ) und schaltet dann wieder auf null zurück (usw.).

**19.** Lege den **Hörer** unten über die sieben Löcher und ziehe einen Bleistiftstrich herum. Bestreiche den Kreis mit Klebstoff und drücke den Hörer darauf. Nach einer Stunde ist er fest! Löte die **Bauteile des Beepers** in die **weißen Kästchen** (oder Kreise) **über dem Deckblatt** und **unter das Deckbrett**. So **vermeidest du Kreuzungen** der Anschlussdrähte und damit eventuelle Kurzschlüsse! Der Beeper erzeugt einen Ton, wenn die Basen von **T1** und **T2** über die Widerstände Plusspannung erhalten. Da aber die Basis von **T2** über den Widerstand **33 k Ohm** schon an plus liegt, genügt es, **C; X** oder **M** an Plus zu legen.



**Test 11a:** Verbinde **X** mit **T**. Wenn du auf den Taster drückst, so hörst du einen Ton, weil **X** Plusspannung erhält. Verbinde **T** mit **C** und du hörst einen tiefen Ton (33 k statt 10 k), wenn du **nicht** auf den Taster drückst.

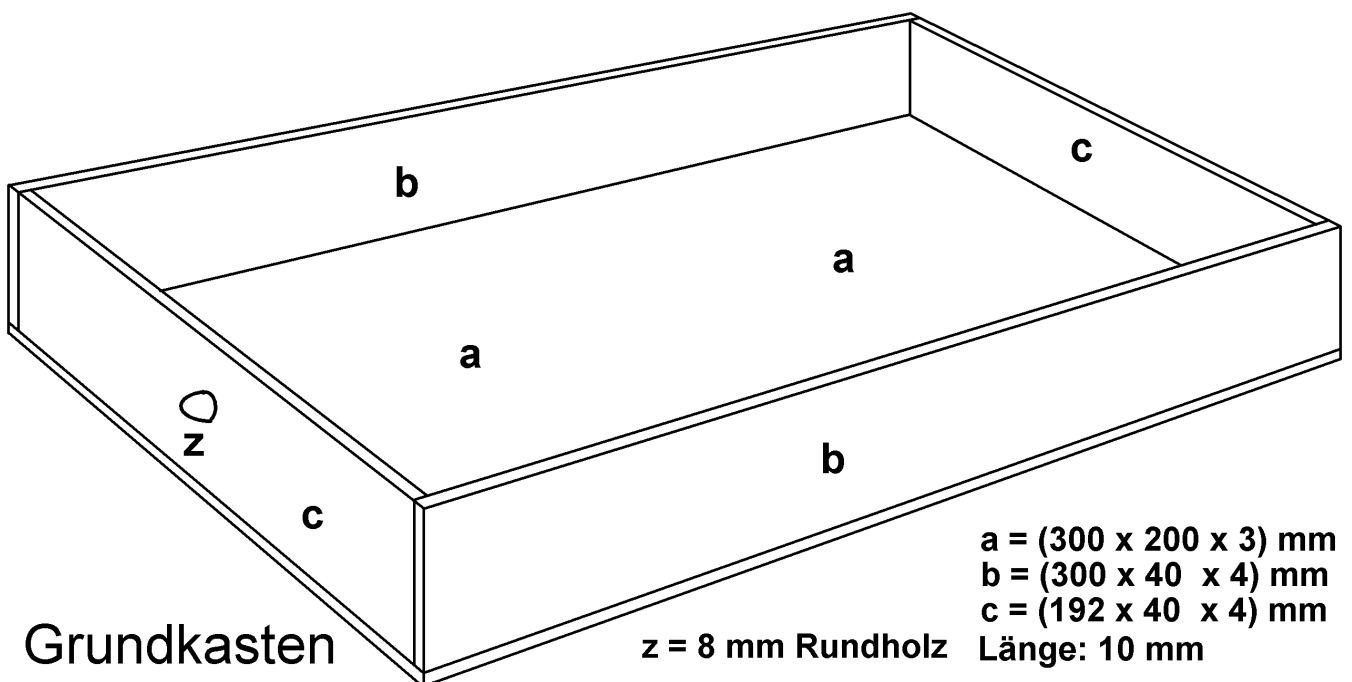
**b.** Verbinde **C; X** oder **M** mit **P**. Du kannst die Tonhöhe regeln (bis AUS).

**c:** Verbinde **C; X;** oder **M** mit **L** (LDR lichtempfindlicher Widerstand): Die Tonhöhe ändert sich, wenn du den LDR mehr oder weniger abdeckst. Im Schatten wird der Ton immer tiefer, bis er unter „Knattern“ aufhört.

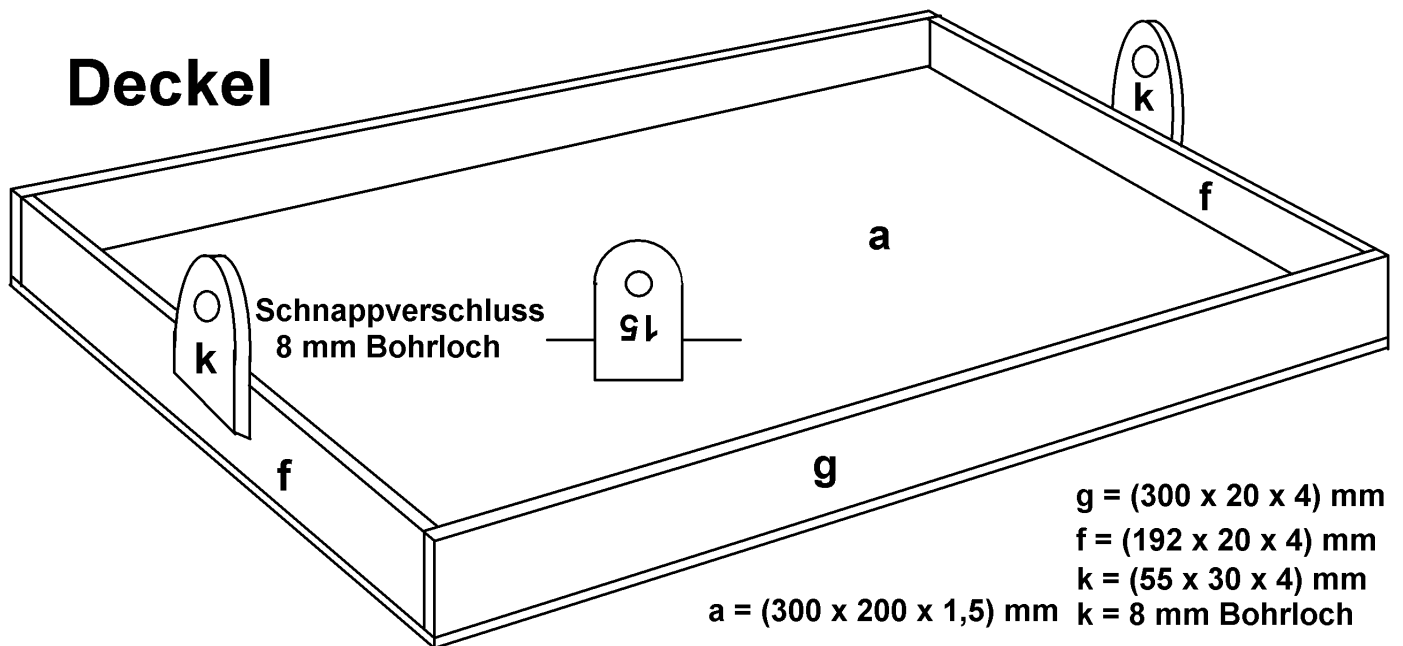
- d:** Lasse den **Wechselblinker laufen H** an **+** und **F** an **P**. Wenn du **W** mit **X** verbindest, hörst du kurze Töne mit langen Zwischenräumen (bis aus). Verbinde **W** mit **X** und du hörst lange Töne mit kurzen Unterbrechungen (bis zum Dauerton): Der Wechselblinker schwingt asymmetrisch!
- e:** Verbinde **W** mit **J** (Eingang Zählwerk) und lasse den Wechselblinker laufen. Das Zählwerk läuft mit. Schließe nun beliebige **Ausgänge** oder Querausgänge der Zählbausteine und des Wechselblinkers an beliebige **Eingänge** des Beepers. Du hörst **eigenartige Melodien** mit kurzen und langen Tönen und Pausen, die du **beliebig verändern** kannst (Umstecken der Litzen). Jeder Zählbaustein sollte **nur einmal** belegt sein entweder **Z** oder **/Z**, (sonst können Störungen entstehen).



- 20.** Löte für den "heißen Draht" Steckschuhe an die Enden eines versilberten Kupferdrahtes (400 x 1) mm und lege Klebeband um die Steckschuhe (Berührungsschutz). Befestige einen Drahtring an einem Rundholz und löte eine Litze mit Steckschuh daran. Umwickele den Steckschuh und auch die Ringlötstelle mit Klebeband (Knickschutz).



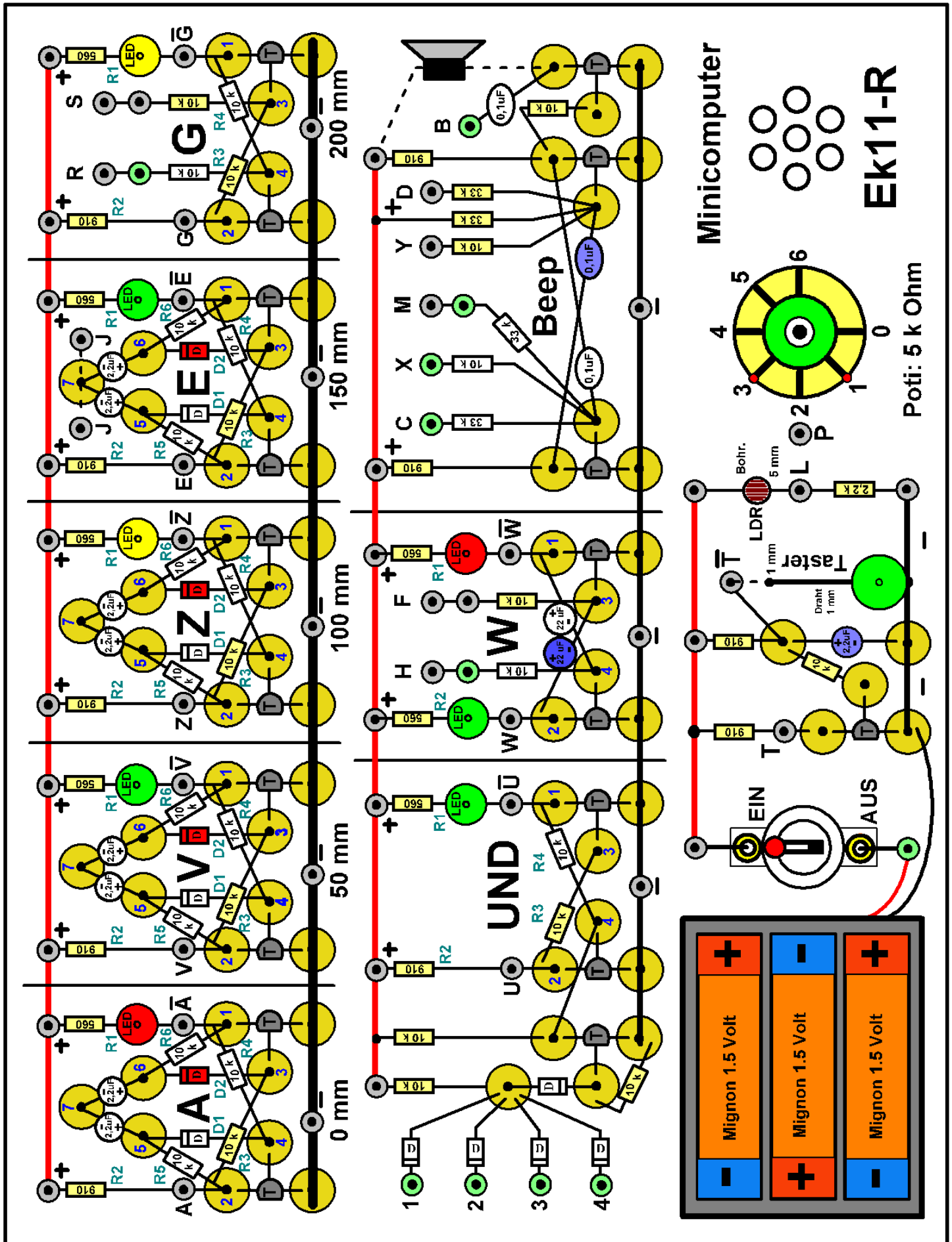
21. Leime für **den Kasten** die Seitenleisten (**b** und **c**) auf die Bodenplatte **a**. Die Leisten müssen „ohne Luft“ fest auf die Bodenplatte und auch an den Ecken geleimt werden (kleine Schraubzwingen). Wir haben auch gute Erfahrungen mit einem auf die Bodenplatte gelegten **großen Ziegelstein** (3 DF, mit Griffloch) gemacht (Kasten umdrehen), der auch genügend Druck erzeugt. Der Leim muss einen Tag lang trocknen.



22. Baue **den Deckel** ebenso auf, wie den Grundkasten. Presse den Deckel mit Zwingen auf den Kasten und leime die Schnappverschlüsse mittig an den Deckel (Bild). Klemme den Deckel fest auf den Kasten und bohre mit einem 8 mm- Bohrer mittig „Ohrlöcher“ durch **K** in die Leisten **c** des Kastens. Leime 8 mm- Rundhölzer (**z**) angespitzt in diese Löcher: Der Deckel „**schnappt ein**“! Schreibe eine Baunummer auf **ein „Ohr“** und **auch darunter** auf den Kasten. Jeder Verschluss (Ohr) ist „**individuell**“ das heißt, er passt nur „**richtig herum**“ auf **einen bestimmten Grundkasten**. Daher ist die Baunummer wichtig!
- Leime die in der Zeichnung „**Rückseite**“ angegebenen Leisten von unten an das Sperrholz mit den Bauteilen (Computer). Setze den **Computer in den Kasten**, so dass er die linke Seite berührt. Drehe auf beiden Seiten **je eine Schraube (2 x 10) mm** durch die Seitenbretter **b** in die **Seitenleisten des Computers**, so dass dieser festgelegt wird.

Viel Spaß beim Experimentieren.

# Deckblatt in Originalgröße (250 x 190) mm







# Bestellliste für den Minicomputer Ek11-R

Die Bestellliste ist für eine Arbeitsgruppe von 15 Teilnehmern gedacht.

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

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

Nr.	Gegenstand	Bestellnummer	Verwendung	Bestellempfehlung
1.	Transistoren	18.081.0	BC 547/548	300 Stück
2.	Kupferdraht	09.105.0	versilbert: 1 mm	2 Ringe
3.	Litze 10 m rot	19.043.1		2 Ringe
4.	Litze 10 m grün	19.043.2		2 Ringe
5.	Litze 10 m gelb	19.043.3		2 Ringe
6.	Litze 10 m schwarz	19.043.5		2 Ringe
7.	Lötendraht 1kg	17.030.0		2 kg
8.	Flugzeugsperrholz	08.071.0	1,5 mm für Deckplatte	8 Platten
9.	Gabun- Sperrholz	08.024.0	4 mm für Seitenteile	3 Platten
10.	Gabun- Sperrholz	08.025.0	6 mm für Grundplatte	1 Platte
11.	Batteriekästen	19.423.0	für 3 x Mignonzelle 1,5 V	17 Stück
12.	Leuchtdioden	19.476.1	10 mm rot	50 Stück
13.	Leuchtdioden	19.476.2	10 mm grün	50 Stück
14.	Leuchtdioden	19.476.1	10 mm gelb	30 Stück
15.	Kippschalter	19.082.0	Ein - Aus	20 Stück
16.	Universaldioden	18.074.1	Zählbausteine; UND-Gatter	2 Pack
17.	Kondensatoren	19.068.1	22 Mikrofarad	35 Stück
18.	Kondensatoren	19.476.1	2,2 Mikrofarad	150 Stück
19.	Kondensatoren	19.476.1	100 Nanofarad	35 Stück
20.	Widerstände	18.085.0	910 Ohm	100 Stück
21.	Widerstände	18.085.0	560 Ohm	120 Stück
22.	Widerstände	18.085.0	330 Ohm	120 Stück
23.	Widerstände	18.085.0	10 k Ohm	300 Stück
24.	Widerstände	18.085.0	33 k Ohm	100 Stück
25.	Reißnägel	19.105.9	1000 Packung	1 Pack
25.	Pinzetten	14.622.0	für Elektronik-Feinarbeiten	15 Stück
26.	Steckschuhe	19.098.6	für Litzen 300 Stück	3 Pack
27.	Lötstifte	19.097.9	1000 Stück	1 Pack
28.	Fotowiderstände	18.312.0	LDR	16 Stück
29.	Hörer-Set	25.146.0	statt Lautsprecher	16 Stück
30.	Potis	18.283.0	mit Steckachsen	16 Stück
31.	Senkkopfschrauben	21.156.0	für Batteriekästchen	1 Pack

**Von örtlichen Firmen:** Tesaband, vier Farben