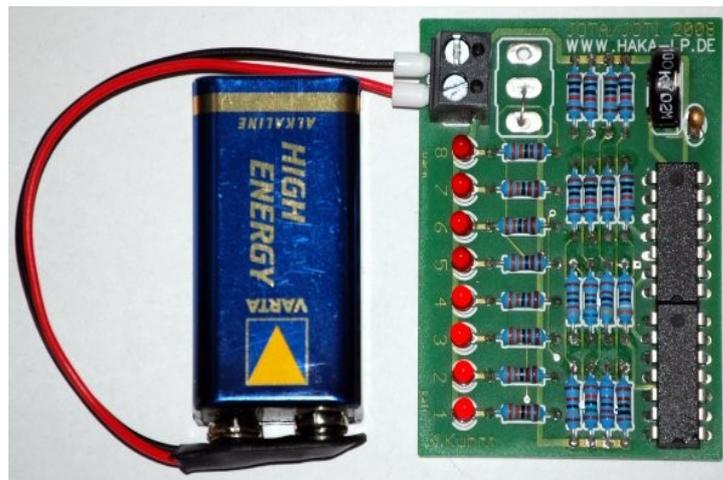


# Bauanleitung

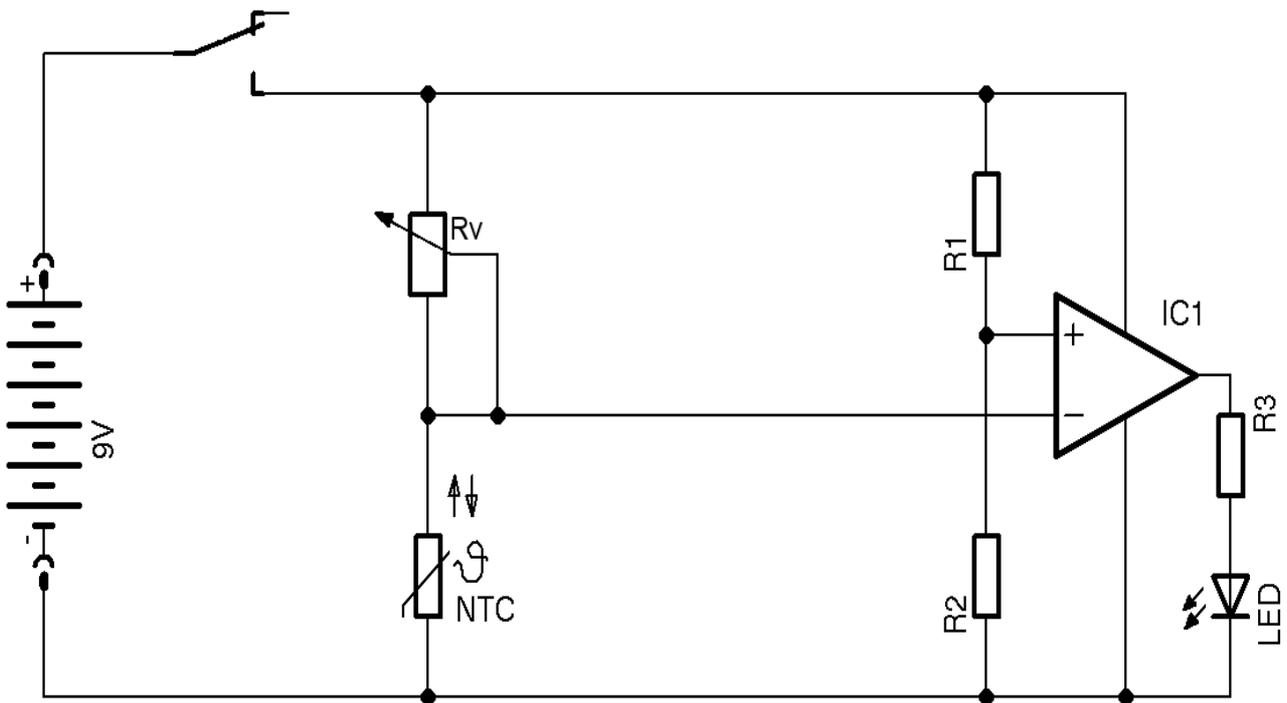
## Wohlfühl-Thermometer

JOTA/JOTI 2008



Diese Bauanleitung darf frei vervielfältigt und im Rahmen von nicht-kommerziellen Projekten, v.a. in der Jugendarbeit, verwendet werden. Veröffentlichungen sind mit Namensnennung des Autors zulässig. Die Anleitung darf verändert werden, wenn das entstehende Produkt wiederum den oben genannten Bedingungen unterliegt. Dieser Kasten muss unverändert übernommen werden.

## Funktionsweise der Schaltung



Die Schaltung beruht auf einem recht einfachen Funktionsprinzip. Ein Operationsverstärker (das ist das dreieckige Teil im Schaltplan) ist als Vergleicher geschaltet. Wenn die Spannung am MINUS-Eingang kleiner ist als beim PLUS-Eingang, dann schaltet der Operationsverstärker die Leuchtdiode (LED) im Ausgang an. Der Temperaturfühler hat, je wärmer er wird, einen kleineren Widerstand und liefert somit dem MINUS-Eingang eine dementsprechend kleinere Spannung. Über die Widerstände R1 und R2 erzeugt man für den PLUS-Eingang eine Referenzspannung. Wird diese Spannung am MINUS-Eingang **unterschritten** (bei Temperatur**anstieg**), wird die LED eingeschaltet. Auf diese Weise kann man eine einzelne Temperaturschwelle definieren. Unser Thermometer enthält diese Schaltung achtmal, jeweils mit anderer Schwelle. Am einstellbaren Widerstand kann man den Arbeitsbereich der Schaltung festlegen.

### Bauteile in der Bausatz-Tüte

- |                |   |
|----------------|---|
| 24 Widerstände | 8x 10 k $\Omega$<br>8x 3.3 k $\Omega$<br>plus je ein Widerstand (R1...R8) 3.6 k $\Omega$ , 4.7 k $\Omega$ , 6.2 k $\Omega$ ,<br>8.2 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 12 k $\Omega$ ,<br>15 k $\Omega$ , 20 k $\Omega$ |
| 8x             | Leuchtdioden, low current (2 mA/1.7 V)  |
| 2x             | LM324N (4-fach Operationsverstärker)  |
| 1x             | NTC 47 k $\Omega$ bei 25 °Celsius (Temperaturfühler)  |
| 1x             | Potentiometer 100 k $\Omega$ (einstellbarer Widerstand)   |
| 1x             | grüne Platine   |
| 1x             | Batterieclip  |
| 1x             | 9V Batterie   |

Das Zeichen " $\Omega$ " spricht man "**Ohm**", das "**k**" meint "**Kilo**" (also x1000).

## Voraussetzungen

Zum Aufbau des Bausatzes benötigst Du einen Elektronik-Lötkolben, etwas Lötzinn, einen kleinen Seitenschneider, eine Flachzange, einen ganz kleinen Schlitzschraubendreher und ein einfaches Raumthermometer.

Optional: 2 Reißnägeln, eine Wäscheklammer und ein zweiadriges Kabel für einen Fernschalter und ein Sensorkabel.

## Schritt 1: Platine ansehen

Die Platine hat zwei Seiten, eine Bestückungsseite mit weißem Bauteileaufdruck und eine Lötseite. Die Bauteile werden grundsätzlich von der Bestückungsseite in die Bohrungen gesteckt und auf der Rückseite verlötet.

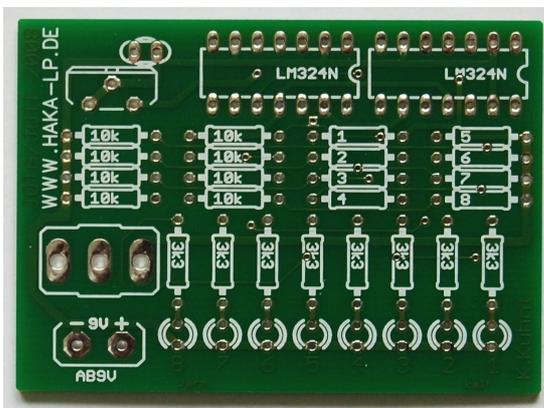


Bild 1: Bestückungsseite (Vorderseite)

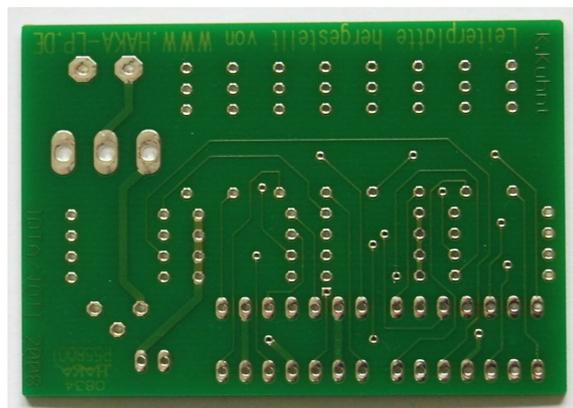


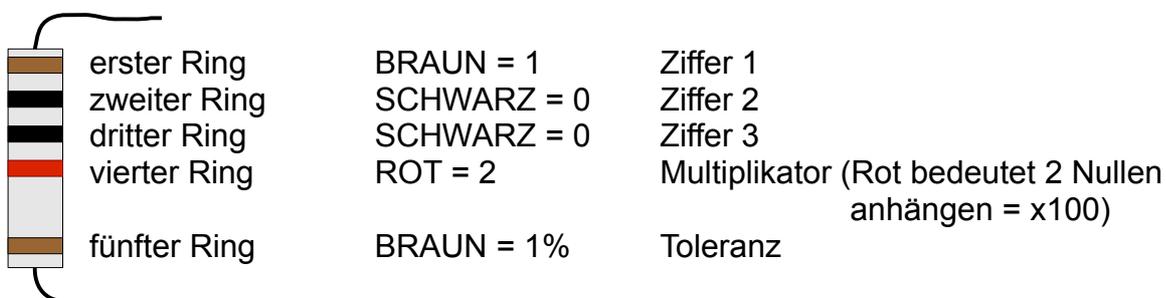
Bild 2: Lötseite (Rückseite)

## Schritt 2: Widerstände nach Wert sortieren

Bei dem Thermometer werden eine ganze Menge Widerstände verwendet. Diese besitzen aufgedruckte Farbringe, mit denen man den Widerstandswert erkennen kann. Überprüfe den Widerstandswert **VOR** dem Einbau genau, ein späteres Auslöten und der erneute Einbau ist nicht einfach. Es gibt 2 Methoden, wie Du den Widerstandswert überprüfen kannst.

**Farbcode:** Jeder der 5 Ringe auf dem Widerstand steht für eine Zahl.

Beispiel: ein Widerstand hat die Farben BRAUN | SCHWARZ | SCHWARZ | ROT | BRAUN



Setzt man nun die Stellen zusammen, bekommt man den Wert des Widerstandes:

$$1 \ 0 \ 0 \ 00 \ \Omega = 10000 \ \Omega = 10 \text{ k}\Omega \text{ mit einer Toleranz von 1 Prozent.}$$

## Widerstandstabelle

Farbe	1. Ring Ziffer 1	2. Ring Ziffer 2	3. Ring Ziffer 3	4. Ring Multiplikator	5. Ring Toleranz
ohne	-	-	-	-	20%
silber	-	-	-	x0,01	10%
gold	-	-	-	x0,1	5%
schwarz	-	0	0	x1	-
braun	1	1	1	x10	1%
rot	2	2	2	x100	2%
orange	3	3	3	x1000	-
gelb	4	4	4	x10000	-
grün	5	5	5	x100000	0,5%
blau	6	6	6	x1000000	-
violett	7	7	7	x10000000	-
grau	8	8	8	-	-
weiß	9	9	9	-	-

**Widerstandsmessung:** Manchmal ist die Farbe der Ringe nicht besonders gut zu erkennen, besonders bei älteren Widerständen verblassen die Farben gerne etwas. Dann hilft eine Messung mit dem  $\Omega$ meter.

Mit den beiden Messspitzen eines Multimeters berührt man je einen Anschlussdraht des Widerstands. Der Messbereich muss auf  $\Omega$  eingestellt werden. Bei den im Bausatz vorhandenen Widerständen reicht generell die Einstellung des Messbereichs auf 20k $\Omega$ .

**Du findest in der Bausatztüte 24 Widerstände. Sortiere diese nun auf zwei kleine Häufchen:**

8x 10 k $\Omega$  BRAUN | SCHWARZ | SCHWARZ | ROT | BRAUN  
 = 10000  $\Omega$  1 0 0 00 1%

8x 3.3 k $\Omega$  ORANGE | ORANGE | SCHWARZ | BRAUN | BRAUN  
 = 3300  $\Omega$  3 3 0 0 1%

Die restlichen 8 Widerstände legst Du in einer Reihe nebeneinander.

<b>R1</b>	<b>3.6 kΩ</b> = 3600 Ω	ORANGE   BLAU   SCHWARZ   BRAUN   BRAUN 3      6      0 <u>0</u> 1%
<b>R2</b>	<b>4.7 kΩ</b> = 4700 Ω	GELB   VIOLETT   SCHWARZ   BRAUN   BRAUN 4      7      0 <u>0</u> 1%
<b>R3</b>	<b>6.2 kΩ</b> = 6200 Ω	BLAU   ROT   SCHWARZ   BRAUN   BRAUN 6      2      0 <u>0</u> 1%
<b>R4</b>	<b>8.2 kΩ</b> = 8200 Ω	GRAU   ROT   SCHWARZ   BRAUN   BRAUN 8      2      0 <u>0</u> 1%
<b>R5</b>	<b>10 kΩ</b> = 10000 Ω	BRAUN   SCHWARZ   SCHWARZ   ROT   BRAUN 1      0      0 <u>00</u> 1%
<b>R6</b>	<b>12 kΩ</b> = 12000 Ω	BRAUN   ROT   SCHWARZ   ROT   BRAUN 1      2      0 <u>00</u> 1%
<b>R7</b>	<b>15 kΩ</b> = 15000 Ω	BRAUN   GRÜN   SCHWARZ   ROT   BRAUN 1      5      0 <u>00</u> 1%
<b>R8</b>	<b>20 kΩ</b> = 20000 Ω	ROT   SCHWARZ   SCHWARZ   ROT   BRAUN 2      0      0 <u>00</u> 1%

### Schritt 3: Widerstände einlöten

Zuerst stecken wir die acht 3.3 kΩ Widerstände (3k3) von der Bestückungsseite in die entsprechenden Löcher der Platine. Damit das leicht geht, winkelst Du die Anschlussdrähte in der Nähe des Bauteils um 90 ° ab. Nach dem Durchstecken biegst Du die Beinchen des Bauelements leicht auseinander, damit sie nicht mehr herausrutschen können. Gelötet wird immer nur von der Lötseite (Rückseite der Platine). Wichtige Regel: **ERST DIE LÖTSTELLE HEISSMACHEN, DANN LÖTZINN ZUFÜHREN.** Achte darauf, dass nicht zuviel Lötzinn verwendet wird. Eine gute Lötstelle erkennt man daran, dass keine nach außen stehenden Klumpen entstehen, sondern dass die Lötzinoberfläche leicht nach innen gewölbt ist. (Also nicht bis zum GEHT-NICHT-MEHR Lötzinn zugeführt wurde.)

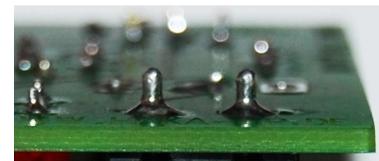


Bild 3: Lötstelle



Bild 4: abknicken

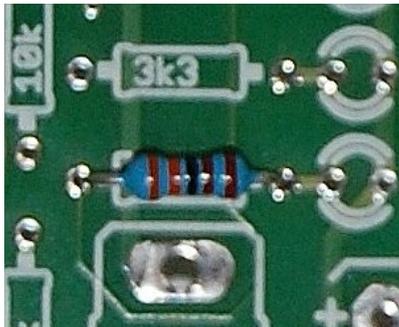


Bild 5: durchstecken

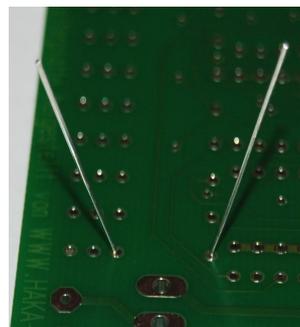


Bild 6:  
auseinanderbiegen

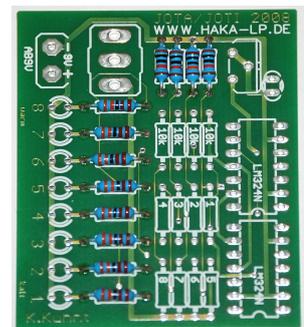


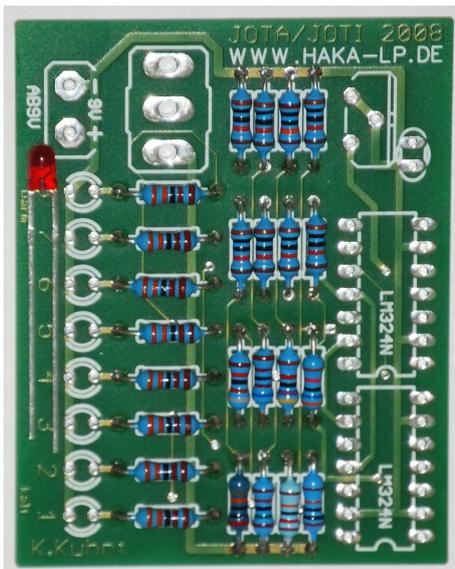
Bild 7: 4er Päckchen

**Tip:** Die weiteren Widerstände sind zu 4er-Päckchen angeordnet. Löte immer nur ein Päckchen auf einmal. Wenn Du gleich alle Widerstände auf der Platine bestückst und erst am Schluss löten möchtest, sind Dir immer eine Menge Anschlussdrähte im Weg.

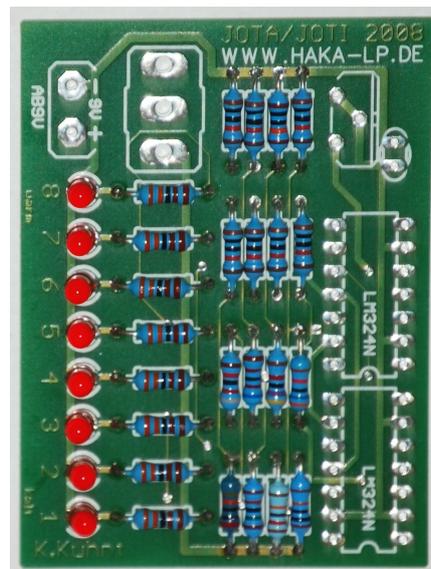
Nun geht es weiter mit den acht 10 kΩ Widerständen. Die Position ist wieder auf der Platine aufgedruckt (10k). Zum Schluss kommen die einzelnen Widerstände R1...R8 in die Positionen 1...8. Bitte hier sehr genau hinschauen. Eine Verwechslung führt zu einer recht lustigen Thermometerskala, bei der alle Anzeigeelemente "durcheinander" sind.

#### **Schritt 4: Leuchtdioden**

Leuchtdioden müssen immer in der richtigen Richtung eingebaut werden (so wie bei einer Batterie). Wenn man sie versehentlich falsch herum einlötet, gehen sie zwar nicht kaputt, funktionieren aber auch nicht. Zur Unterscheidung der beiden Pole der Leuchtdiode haben sie verschieden lange Beine. Das längere Beinchen muss in Richtung der 3.3 kΩ Widerstände eingelötet werden.



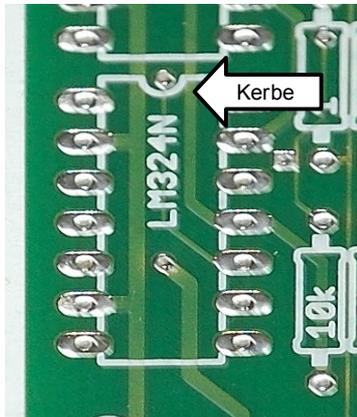
*Bild 8: verschiedene Längen der Anschlussdrähte*



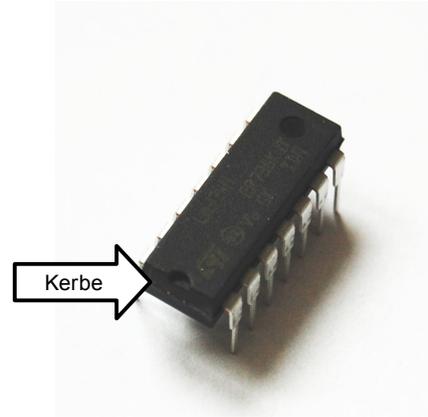
*Bild 9: Zwischenstand*

## **Schritt 5: ICs**

Auch die ICs sind Bauteile, die in der richtigen Richtung eingebaut werden müssen. Sie sind mit einer Kerbe an einer der kurzen Seiten markiert. Entsprechendes findest Du auf dem Bestückungsaufdruck.



*Bild 10: Kerbe (Platine)*



*Bild 11: Kerbe (Bauelement)*

## **Schritt 6: Thermofühler (NTC-Widerstand)**

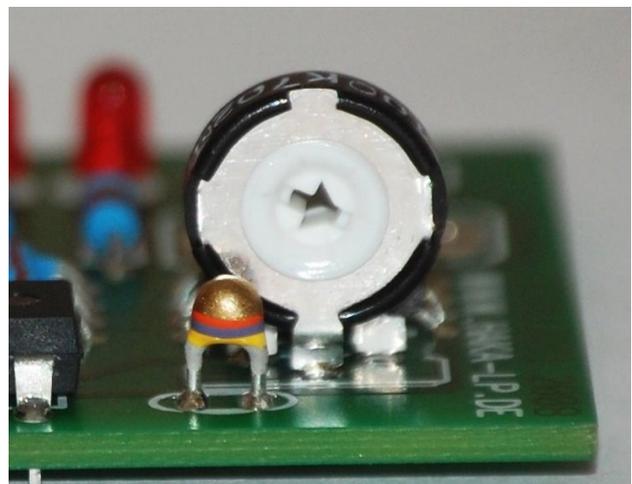
Der Fühler ist ein Bauelement, das seinen Widerstandswert mit der Temperatur ändert. Hohe Temperaturen erniedrigen und niedrige Temperaturen erhöhen den Widerstand. Unsere Schaltung wertet diese Änderung aus und signalisiert die Temperatur mit den Leuchtdioden.

Wer möchte, kann hier auch ein dünnes zweiadriges Kabel anschließen und erst an dessen Ende den Fühler anlöten. So kann man beispielsweise die Temperatur im Inneren eines Kühlschranks erfassen (Achtung: die beiden Beinchen dürfen sich nicht berühren).

## **Schritt 7: Einstellbarer Widerstand**

Der einstellbare Widerstand wird für die Festlegung des Arbeitsbereichs unseres Termometers verwendet. Die 3 Beinchen sind etwas breit, wenn sie nicht durch die vorgesehenen Löcher passen, kannst Du sie mit einer Flachzange leicht (!) zusammendrücken.

Mit einem kleinen Schraubendreher stellst Du erstmal einen mittleren Wert ein. Wenn Du keinen so kleinen Schraubendreher hast, kannst Du auch einen Zahnstocher zurechtschnitzen und als Ersatz verwenden.



*Bild 12: Thermofühler und Potentiometer*

## Schritt 7: Schalter, Drahtbrücke oder Fernschalter

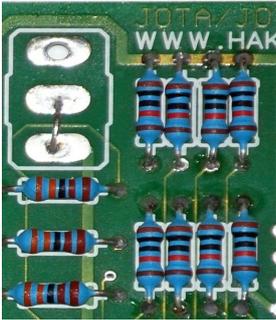


Bild 13:  
Drahtbrücke

Hier kannst Du entweder einen Schalter oder eine Drahtbrücke einlöten. Oder Du verwendest ein Kabel und schliesst an dessen Ende einen Schalter an. Diesen kannst Du leicht selbst herstellen. Du benötigst hierzu eine Wäscheklammer aus Holz und zwei Reißnägel (siehe Anhang). Von den 3 Löchern für den Schalter in der Platine werden nur der mittlere und der untere Kontakt (der zu den Widerständen positioniert ist) benutzt.

## Schritt 8: Batterieclip

Nun benötigen wir nur noch den Batterieanschluss für die 9V Batterie. Du kannst auch dreiviertel-leere Batterien nehmen. Die Schaltung macht das locker mit.

Hier gilt: <b>ROT ist PLUS</b> <b>SCHWARZ ist MINUS.</b>
---

Auf der Platine findest Du “+” und “-” aufgedruckt.

## Schritt 9: Temperaturbereich einstellen

Zuletzt musst Du an dem einstellbaren Widerstand den Temperaturbereich einstellen, in dem das Thermometer arbeiten soll. Für den Normalgebrauch stelle es so ein, dass bei Raumtemperatur (ca. 20 °Celsius) sechs Leuchtdioden leuchten. Dann funktioniert das Thermometer von etwa -5 (= eine LED leuchtet) bis 35 °Celsius (alle LEDs leuchten).

Wenn Du eine andere Anwendung für das Thermometer hast, z.B. um die Temperatur eines Gefrierschranks zu überwachen, so kannst Du auch eine andere Größenordnung einstellen, z.B. dass alle LEDs beim Gefrierpunkt leuchten. (Benutze hierzu bitte ein Kabel für den Temperaturfühler, friere die Schaltung nicht ein! Siehe Schritt 6)

Als “**Wohlfühl**”-Thermometer arbeitet unsere Schaltung, wenn Du Deine Lieblingstemperatur auf einen mittleren Skalenwert einstellst (z.B. 5 LEDs). Leuchten mehr oder weniger LEDs bei der Messung, ist es eben für Dich zu warm oder zu kalt.

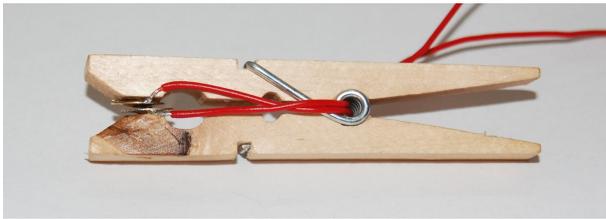
**Viel Erfolg und Spaß mit dem Bausatz  
wünscht Euer**

**DERKLAUS**

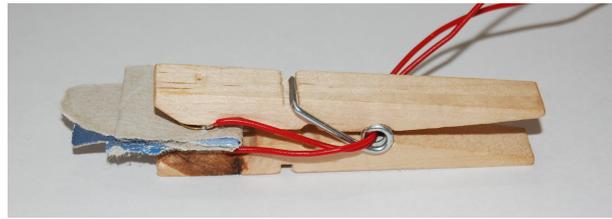
## Anhang

### Fernschalter aus einer Wäscheklammer selbst herstellen

Der Schalter besteht eigentlich nur aus den 2 Reißnagel-Kontakten, die mit dem zweiadrigen Kabel verlötet sind. Die Wäscheklammer ist das mechanische Gerüst, um dem Ganzen Halt zu geben. Der Schalter ist geschlossen (und damit das Thermometer eingeschaltet), wenn die beiden Kontakte sich berühren. Um den Schalter zu öffnen (und damit das Thermometer auszuschalten), musst Du nur die Klammer auseinanderdrücken und an etwas Isolierendes anklammern (z.B. Stoff, Holz, Pappe, Papier, Keramik, ...). Vorsicht bei Vorhängen. Diese eignen sich zwar sehr gut, sind aber auch recht empfindlich. Fragt besser vorher eure Eltern.



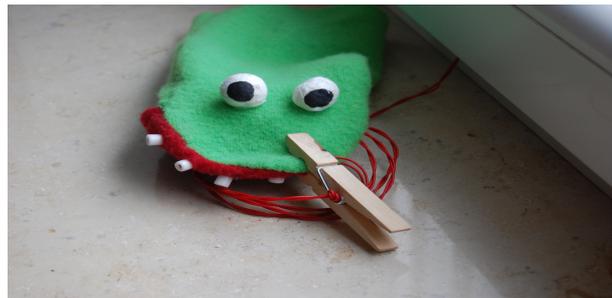
*Bild 14: Schalter geschlossen*



*Bild 15: Schalter offen*



*Bild 16: Fernschalter im Einsatz (auf einer nicht leitenden Fensterbank !!)*



*Bild 17: Schalter offen*