

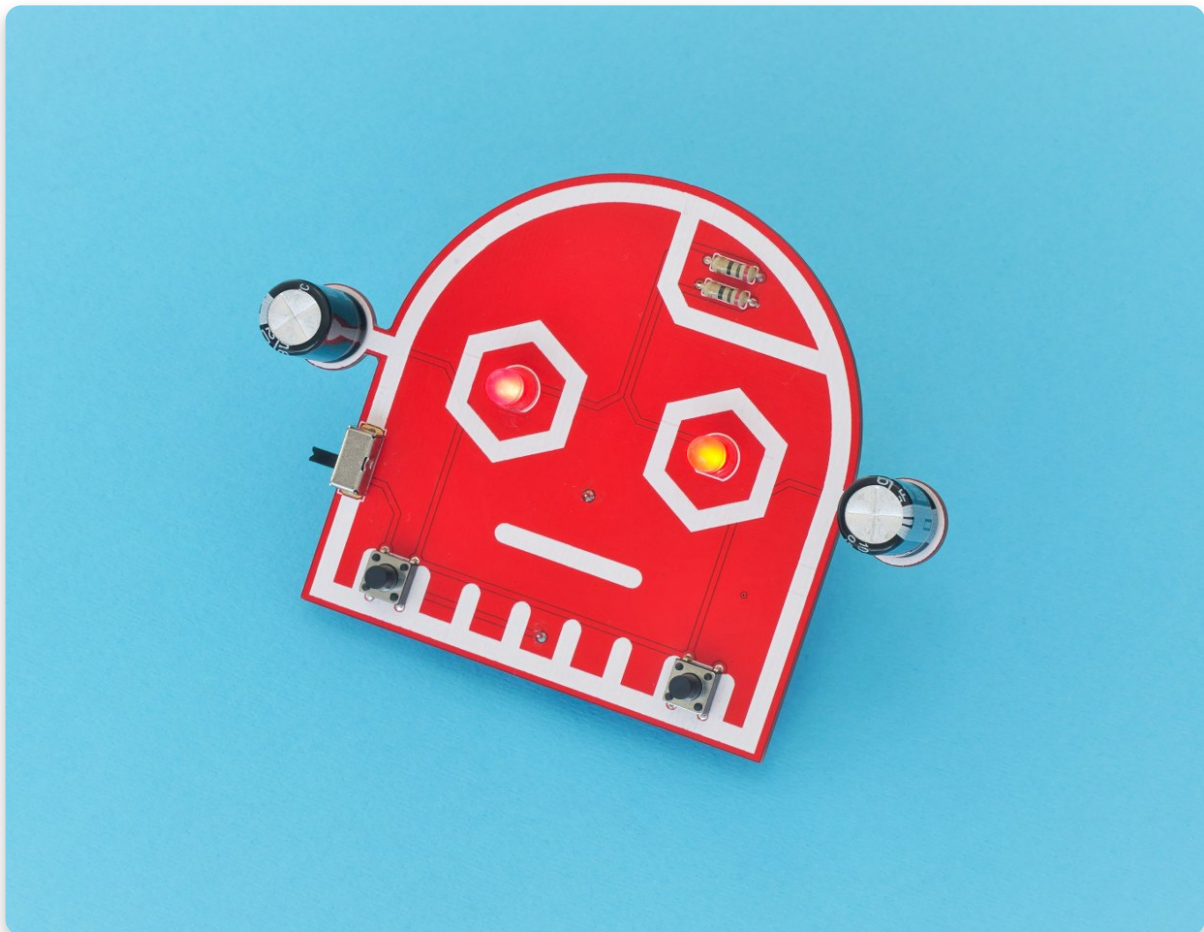
# Bauanleitung - CAPACITRON, der verrückte Roboter

Einführung

## Aller Anfang ist leicht

### Willkommen bei CAPACITRONs Bauanleitung!

Wenn du dieser Bauanleitung folgst, lernst du, wie du deinen eigenen verrückten Roboter zusammenbauen kannst - **CAPACITRON!**



CAPACITRON ist ein auch für Anfänger geeigneter **12-teiliger Bausatz**, mit dem du etwas über Elektronik und elektronische Bauelemente lernen kannst.

# Altersgruppe

Dieser Bausatz ist geeignet ab einem Alter von **9 Jahren**.

**Achte darauf, dass dir ein Erwachsener beim Zusammenbau hilft.**

Es ist in Ordnung, um um Hilfe bitten!

# Aufbauzeit

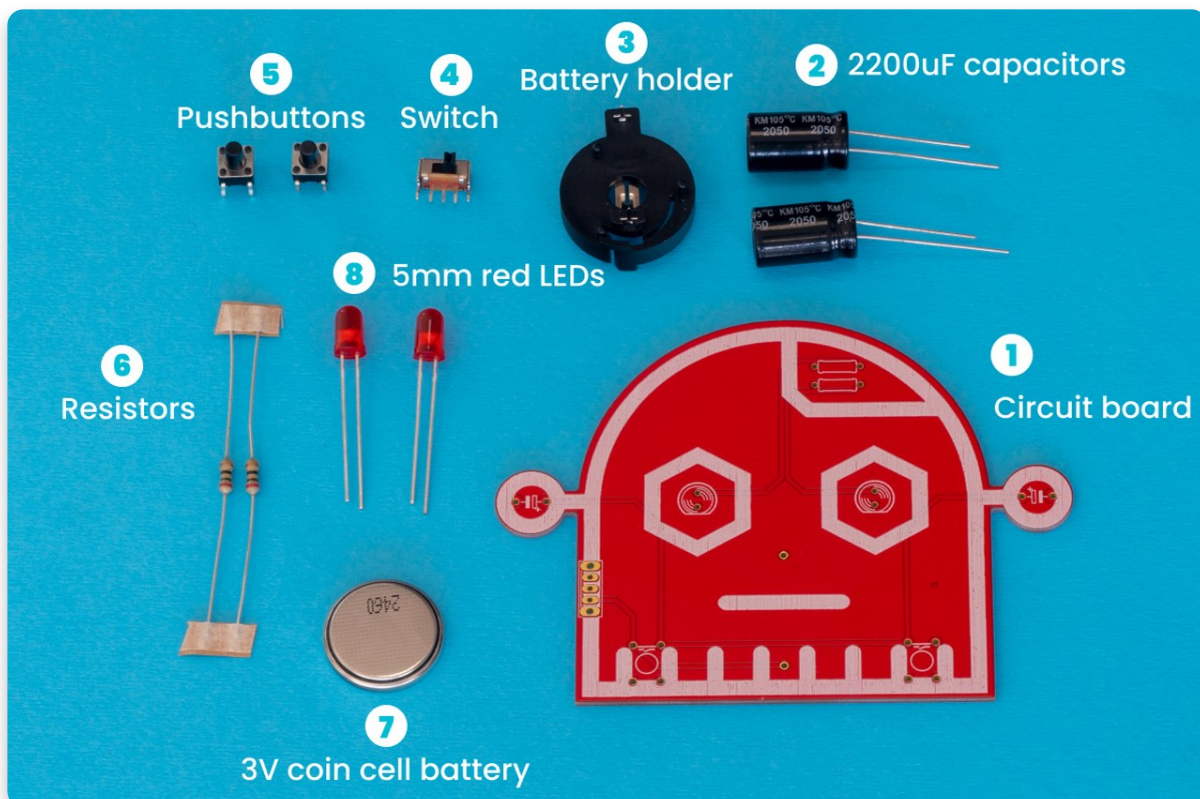
Für den vollständigen Zusammenbau deines CAPACITRON solltest du etwa **1 Stunde** einplanen.

# Benötigte Fertigkeiten

Du musst keine besonderen Fertigkeiten haben, um dich an diesem Selbstbauprojekt zu versuchen. Das Hauptziel ist es, Spaß zu haben und etwas Neues zu lernen.

# Woraus besteht der Bausatz?

Lass' uns alle Teile kennen lernen, die du bekommen hast!



Falls etwas fehlen sollte, kontaktiere uns bitte über [contact@circuitmess.com](mailto:contact@circuitmess.com). Bitte schicke uns ein Foto von allem, was im Karton war, und wir werden uns so schnell wie möglich bei dir melden, um das Problem zu lösen.

Hier ist die Liste der Bauteile:

1. **Leiterplatte**
2. **2200 $\mu$ F Kondensator**
3. **Batteriehalter**
4. **Schalter**
5. **Taster**
6. **Widerstände**
7. **3V Knopfzellenbatterie**
8. **5mm Leuchtdioden (rot leuchtend)**

## Kleines Elektronik 1x1

**Lass uns etwas über die unterschiedlichen Bauteile erfahren!**

### **1. Leiterplatte**

Das rote, kopfförmige Ding, das du in deinem Bausatz hast, heißt Leiterplatte. Fachleute nennen es auch Platine oder PCB. Das ist die Abkürzung für die englische Bezeichnung printed circuit board.

Eine Leiterplatte ist eine laminierte Sandwichstruktur aus leitenden und isolierenden Schichten.



### **Was macht sie?**

Eine Leiterplatte hat zwei Funktionen:

1. Sie hält alle elektronischen Bauteile an ihrem Platz.
2. Sie stellt die elektrischen Verbindungen zwischen den elektronischen Bauteilen her.

**Dank der Leiterplatte können alle elektronischen Bauteile quasi als Team zusammenarbeiten.**

### **Was sind das für winzige Linien auf meiner Leiterplatte?**

Sie sorgen dafür, dass elektrische Ladungen zwischen den Bauteilen fließen können. Auf diese Weise werden die elektronischen Bauteile mit Strom versorgt und können mithilfe von Elektrizität clevere Dinge tun.

### **Woraus besteht meine Leiterplatte?**

Leiterplatten werden in der Regel aus mit Glasfasern verstärkten und mit Epoxid beschichteten Platten hergestellt. Diese werden auch als "FR4"-Platten bezeichnet. Die FR4-Platten werden als isolierendes, nicht leitendes Material verwendet. Kupfer hingegen wird als leitendes Material eingesetzt.

**Wenn ein Material leitfähig ist, leitet es Elektrizität. Die elektrische Ladung kann leicht durch dieses Material fließen.**

FR4 und Kupfer werden in dünnen Lagen zusammengefügt. So entsteht dann eine Leiterplatte.

**Wo werden Leiterplatten verwendet?**

Sie werden überall verwendet! In deinem Telefon, im Laptop, in deinem Kühlschrank, in Klimaanlage.

Im Grunde besitzt jedes elektronische Gerät, das du benutzt, spezielle Leiterplatten, die es zum Funktionieren bringen.

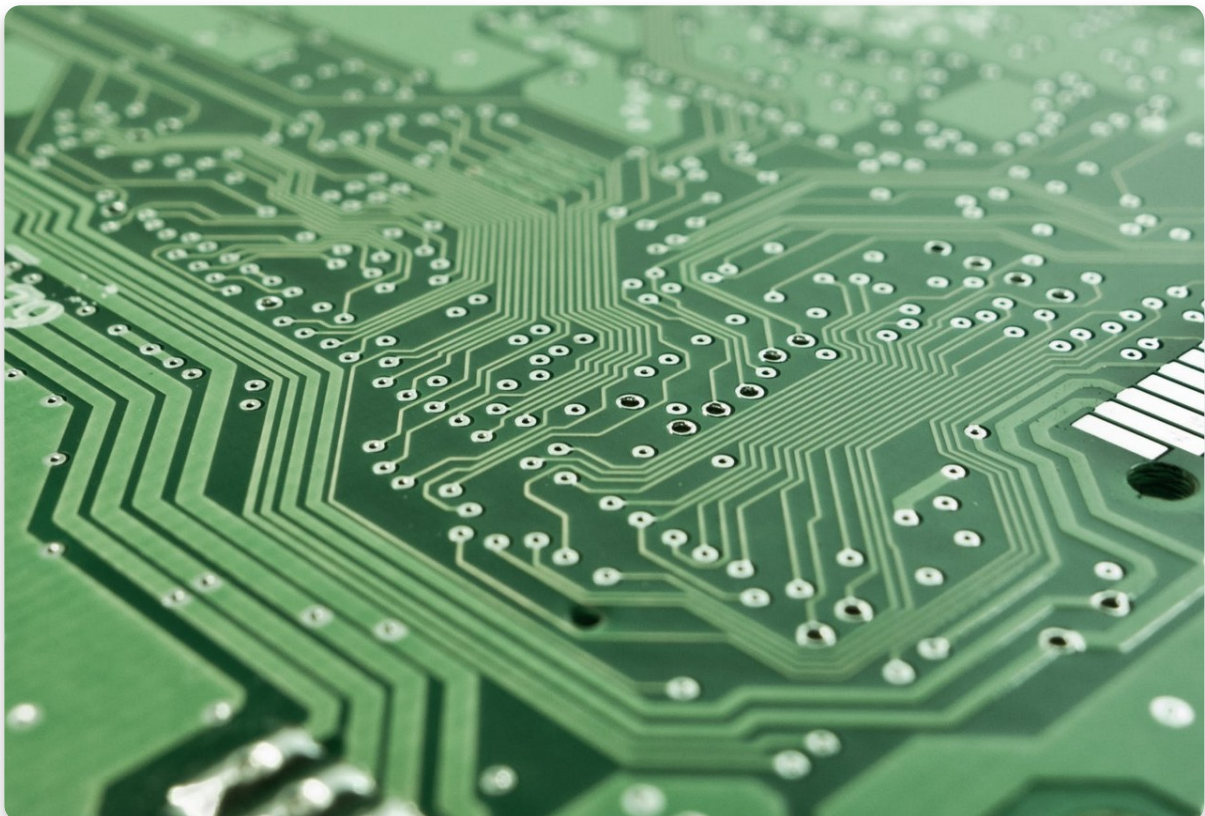
**Wusstest du das?**

**Die Leiterplatte ist eine der wichtigsten Erfindungen der letzten 100 Jahre.**

Ohne sie wäre es nicht möglich, in den Weltraum zu fliegen.

**Leiterplatten wurden von Paul Eisler erfunden.**

Er erfand sie in den 1930er Jahren. Die Vorläufer der heutigen Leiterplatten gibt es aber schon seit dem Zeitalter der Grammophone und Röhrenradios, nur in einer etwas anderen Form.



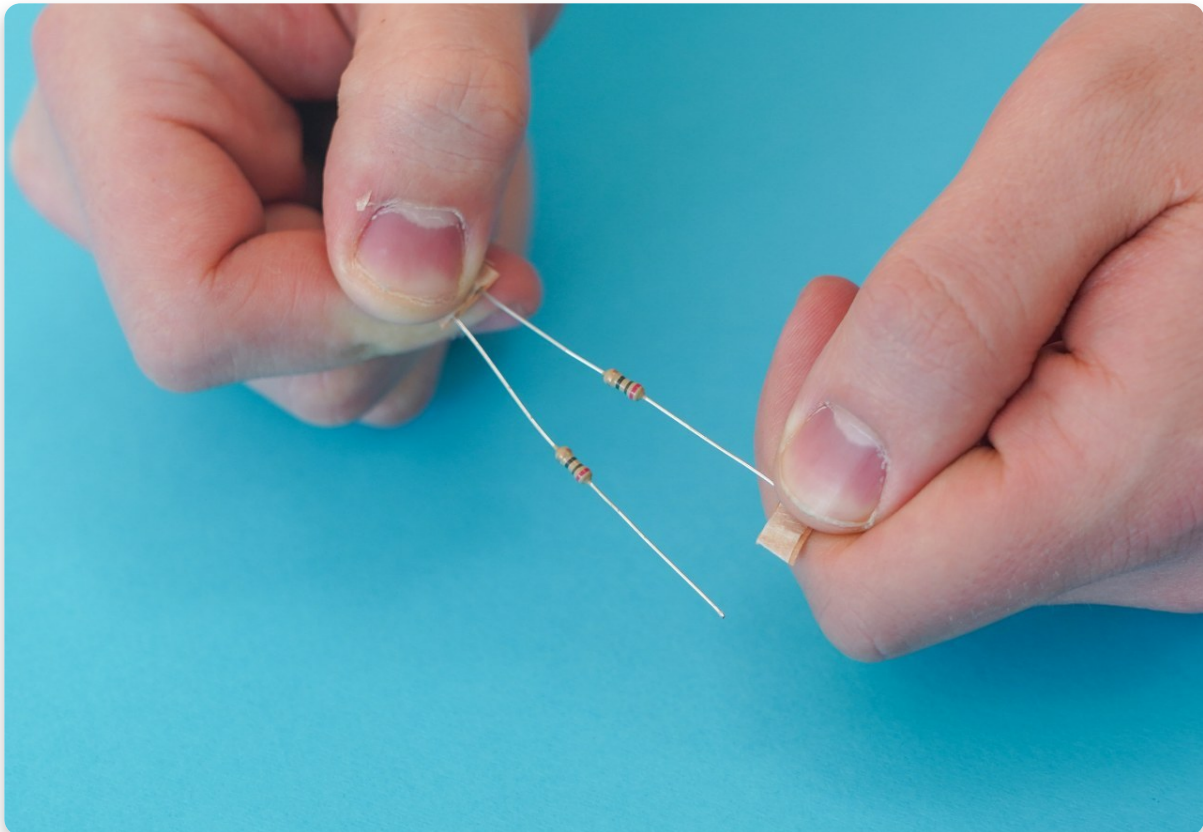
## 2. Widerstände

Widerstände sind die grundlegendsten elektronischen Bauteile, die in fast jedem elektronischen Gerät zu finden sind.

Sie gehören zur Kategorie der **passiven elektronischen Bauteile**.

Passive elektronische Bauteile erzeugen keine elektrische Energie und benötigen keine elektrische Energie, um zu funktionieren. Sie verändern lediglich den Fluss der elektrischen Energie auf ihre eigene Art und Weise.

Die Widerstände, die du im Bausatz erhalten hast, haben eine zylindrische Form und zwei winzige Metallbeine. Wir nennen diese Beinchen "**Bauteilanschlüsse**".



### **Ohmscher Widerstand**

Widerstände haben die Eigenschaft des **Ohmschen Widerstands** - sie verringern die Menge an elektrischer Energie, die durch den Stromkreis fließt. Sie "widerstehen" dem Fluss der elektrischen Energie.

Die Einheit des Widerstands heißt Ohm und wurde nach dem deutschen Physiker **Georg Simon Ohm** benannt.

Widerstände werden u. a. dazu verwendet, den Stromfluss durch einen elektronischen Schaltkreis zu regulieren.

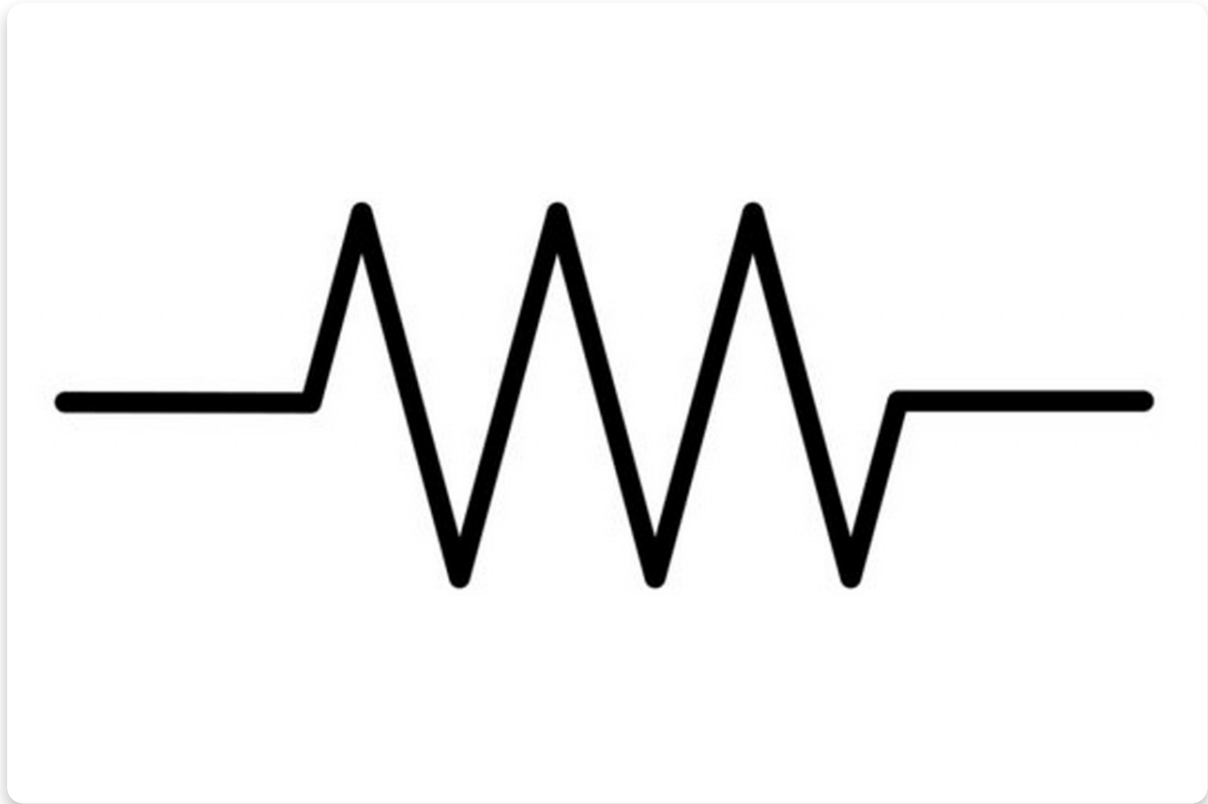
Der genaue Wert eines Widerstands wird mit einem Gerät namens Ohmmeter gemessen.

## **Womit könnten wir das vergleichen?**

Wenn wir eine Analogie zu Wasser herstellen, das durch Rohre fließt, ist der Widerstand ein dünnes Rohr, das den Wasserdurchfluss reduziert.

**Wissenschaftler und Ingenieure haben für jedes einzelne elektronische Bauteil verschiedene Symbole erfunden.**

Dies ist ein elektronisches Symbol für einen Widerstand:



Das ist Georg Simon Ohm:



### 3. Knopfzellenbatterie

Eine Batterie ist eine elektrische Energiequelle, die aus elektrochemischen Zellen besteht. Jede Batterie besteht aus Chemikalien. Diese Chemikalien verursachen chemische Reaktionen und erzeugen elektrische Energie.

Unsere Batterie wurde aus einem Material namens Lithium hergestellt.

Siehst du die kleine Aufschrift "3V" auf der Batterie? Das bedeutet "drei Volt".

**Volt ist die Maßeinheit für die elektrische Spannung.**

Die Volt-Zahl ist auf fast jeder Batterie angegeben, da sie eine der wichtigsten Informationen über die Batterie ist.

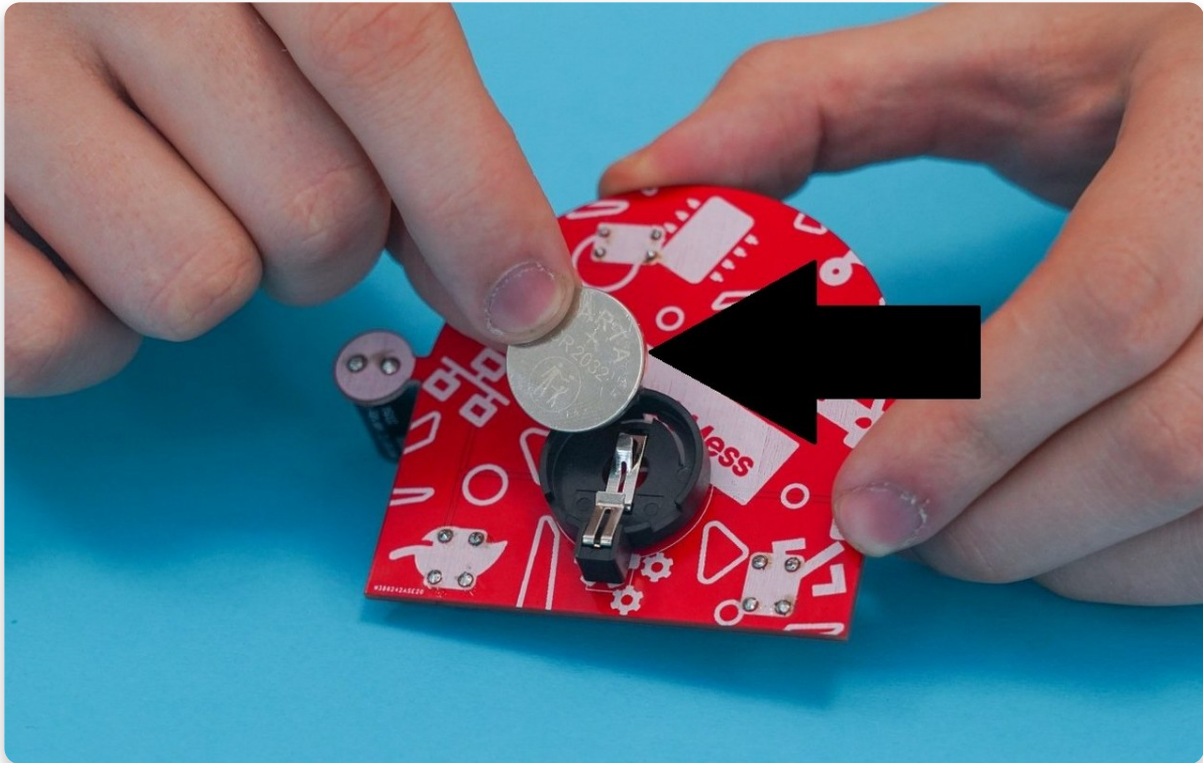
Die Spannung ist eine Art "Druck", der die Ladung durch einen Stromkreis treibt.



## Verschiedene elektronische Geräte haben unterschiedliche Batterien mit unterschiedlichen Spannungen.

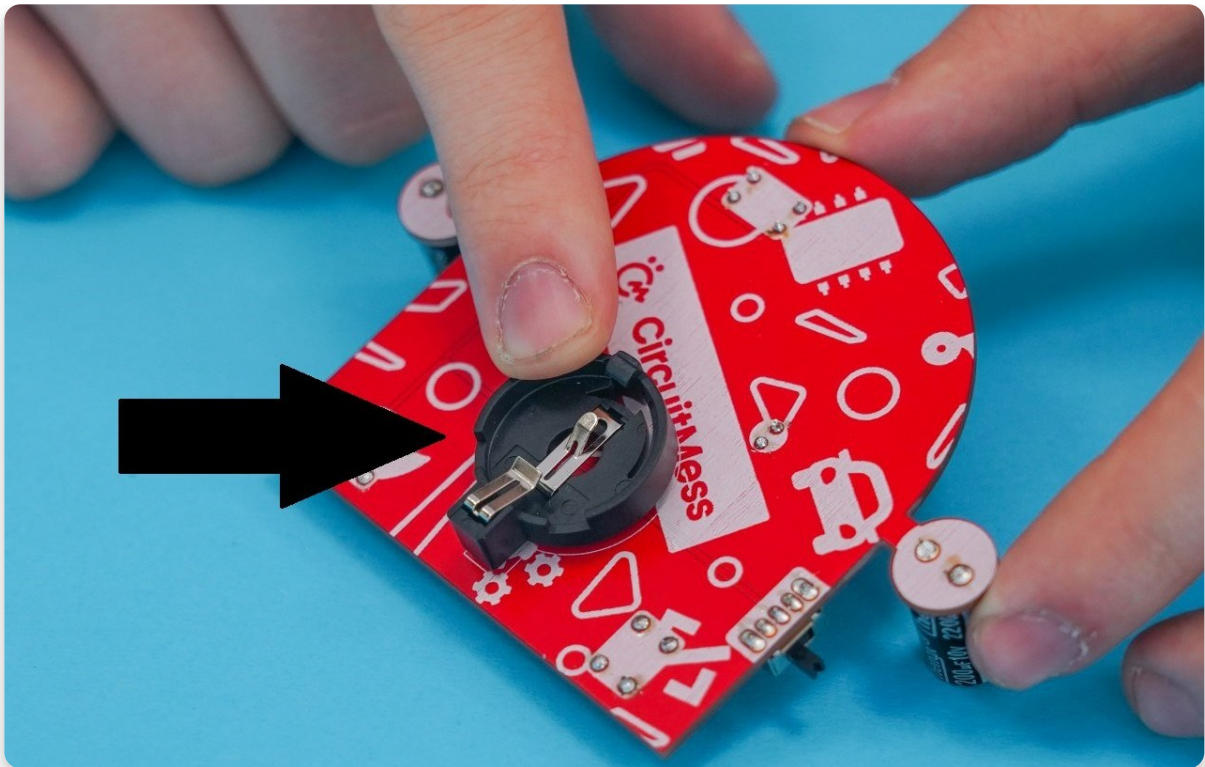
Ein Mobiltelefon hat zum Beispiel eine Batterie mit 3,7 Volt, ein Auto hat eine Batterie mit einer Spannung von 12 Volt.

**Nützlicher Tipp:** Die spezielle Batteriegröße und das Modell unserer Batterie wird als **CR2032-Knopfzelle** bezeichnet.



## 4. Batteriehalter

Der Batteriehalter ist ein elektronisches Bauteil aus Kunststoff mit zwei federnden Metallbeinen. Er dient dazu, die Knopfzellenbatterie an ihrem Platz zu halten und sie mit dem Rest der elektronischen Schaltung zu verbinden.



## 5. Schalter

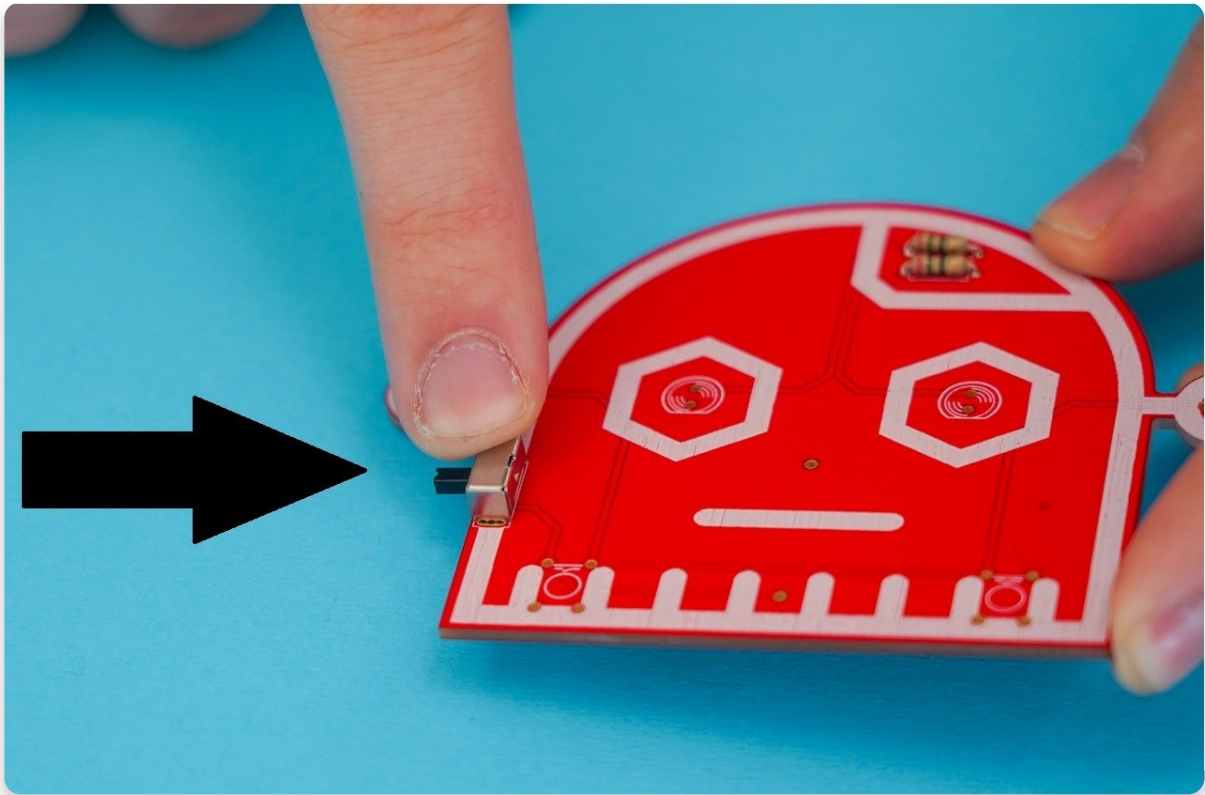
Mit dem Schalter, den wir in unserem Bausatz haben, können wir CAPACITRON ein- und ausschalten.

Hierfür muss einfach der Griff nach links oder rechts bewegt werden.

Ein Schalter steuert den Stromfluss zu einem elektrischen Gerät - mit anderen Worten, **er verbindet und trennt einen Stromkreis.**

Schalter werden in fast jedem elektronischen Gerät verwendet. Man findet sie in Mobiltelefonen, Computern, Klimaanlage usw.

**Historischer Fakt:** Ein elektrischer Schalter wurde 1884 von John Henry Holmes erfunden, der ihn zum Ein- und Ausschalten von Lampen verwendete.

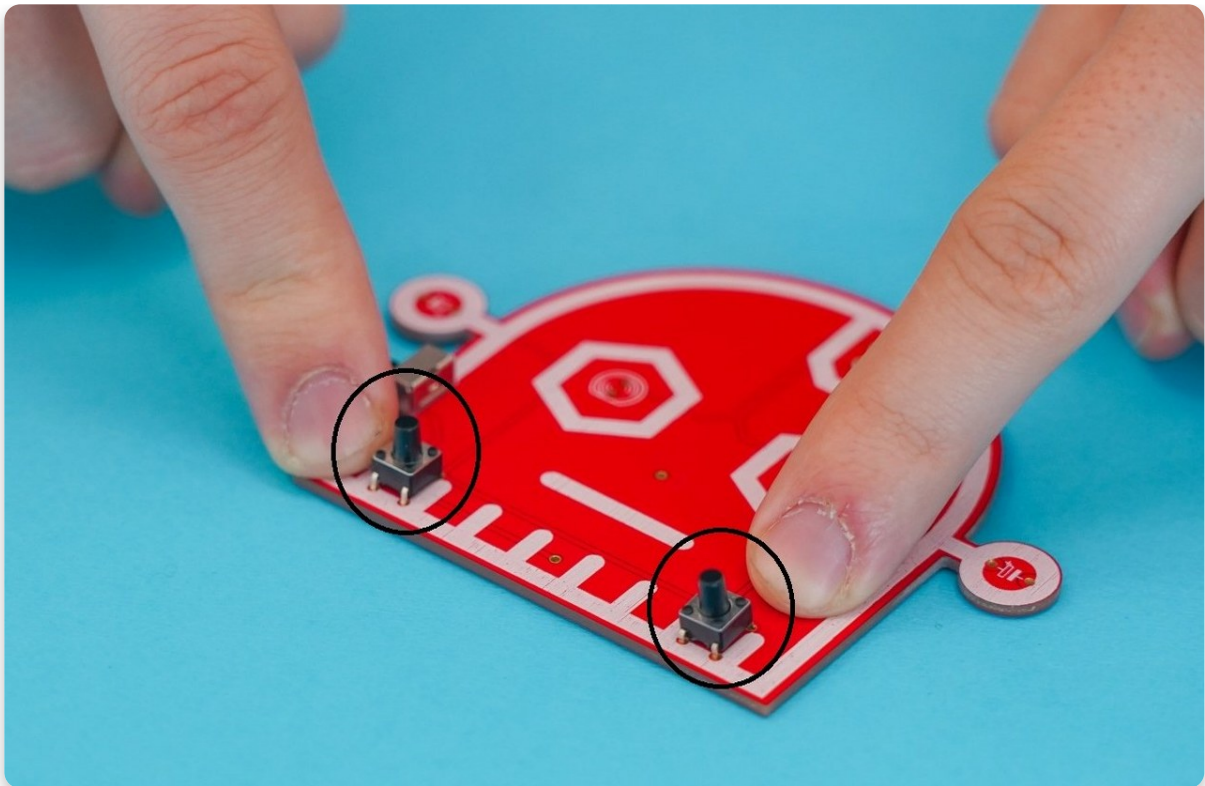


## 6. Taster

Ein Drucktaster ist ein Mechanismus, der einen Stromkreis schließt, wenn man ihn drückt.

**Wenn der Druckknopf gedrückt wird, stellt eine kleine Metallfeder im Inneren Kontakt zu zwei Drähten her, wodurch elektrische Energie fließen kann.**

Wenn Du den Finger vom Druckknopf herunter nimmst, zieht sich die Feder zurück, der elektrische Kontakt wird unterbrochen und es fließt keine elektrische Energie mehr durch den Taster.



### **Was ist der Unterschied zwischen einem Schalter und einem Taster?**

Schalter haben einen Ein- und einen Aus-Zustand, zwischen denen durch Drücken oder Verschieben des Schalters mit dem Finger umgeschaltet werden kann.

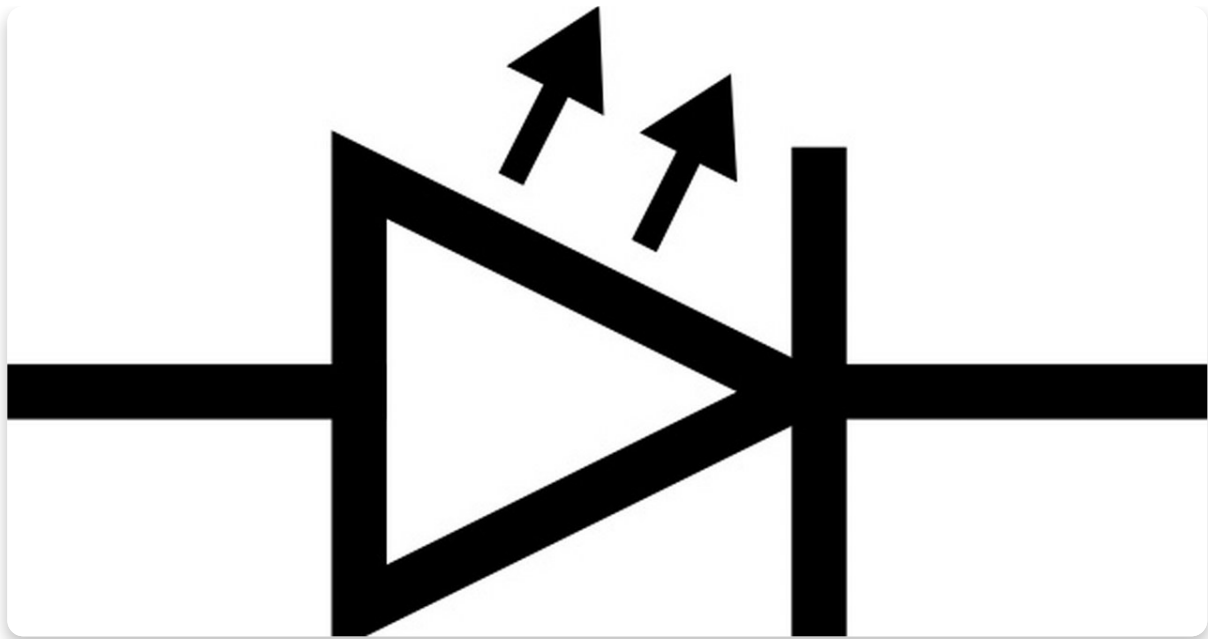
Ein Taster hat ebenfalls zwei Zustände – ein und aus. Ein Drucktaster ändert seinen Zustand, wenn du ihn mit dem Finger drückst, aber er kehrt automatisch in seinen ursprünglichen Zustand zurück, wenn du den Finger wegnimmst.

## **7. Rote Leuchtdioden**

Diese elektronischen Bauteile lassen die Augen deines CAPACITRONS leuchten.

LED steht für **Licht emittierende Dioden**. LEDs wandeln elektrische Energie in sichtbares Licht um.

Dies ist ein elektronisches Symbol für eine Leuchtdiode:



### **Achtung - LEDs müssen richtig gepolt werden!**

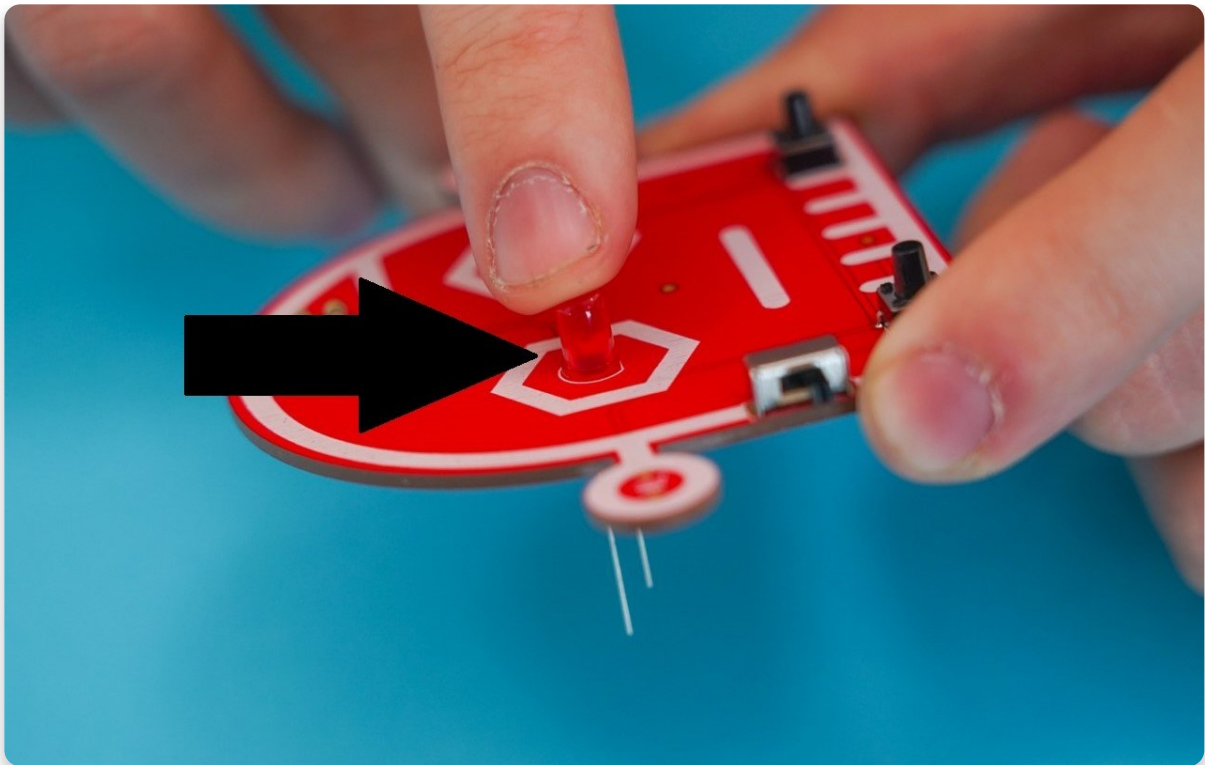
Leuchtdioden (LEDs) sind polarisiert. **Das bedeutet, dass sie den Strom nur in eine Richtung fließen lassen.** Aus diesem Grund musst du darauf achten, wie du deine LED in der elektronischen Schaltung platzierst.

Die winzigen Metallbeine jeder LED **sind nicht gleich lang.** Dies kennzeichnet die Polarität!

Das positive Beinchen ist länger (wir nennen es Anode), und das kürzere Beinchen kennzeichnet den negativen Pol (er hat einen lustigen Namen - Kathode).

Wenn du die LED falsch herum anbringst, wird sie nicht leuchten, weil die elektrische Energie nicht durch sie hindurchfließen kann.

**Die elektrische Energie fließt von der Anode zur Kathode und nicht in die entgegengesetzte Richtung.**



### **Widerstände und LEDs sind ein gutes Team!**

LEDs können beschädigt werden, wenn sie zu viel Energie erhalten.

Oh nein! Die Knopfzellenbatterie, die mit deinem CAPACITRON geliefert wird, ist zu viel für die armen kleinen LEDs. Aber keine Sorge, **wir haben Widerstände zur Rettung geschickt!**

Widerstände begrenzen die Menge an elektrischer Energie, die durch den Stromkreis fließt, und schützen deine LEDs vor Beschädigung.

**Historischer Fakt:** Der russische Erfinder Oleg Wladimirowitsch Losev stellte 1927 die erste LED her.



### **Wusstest du schon?**

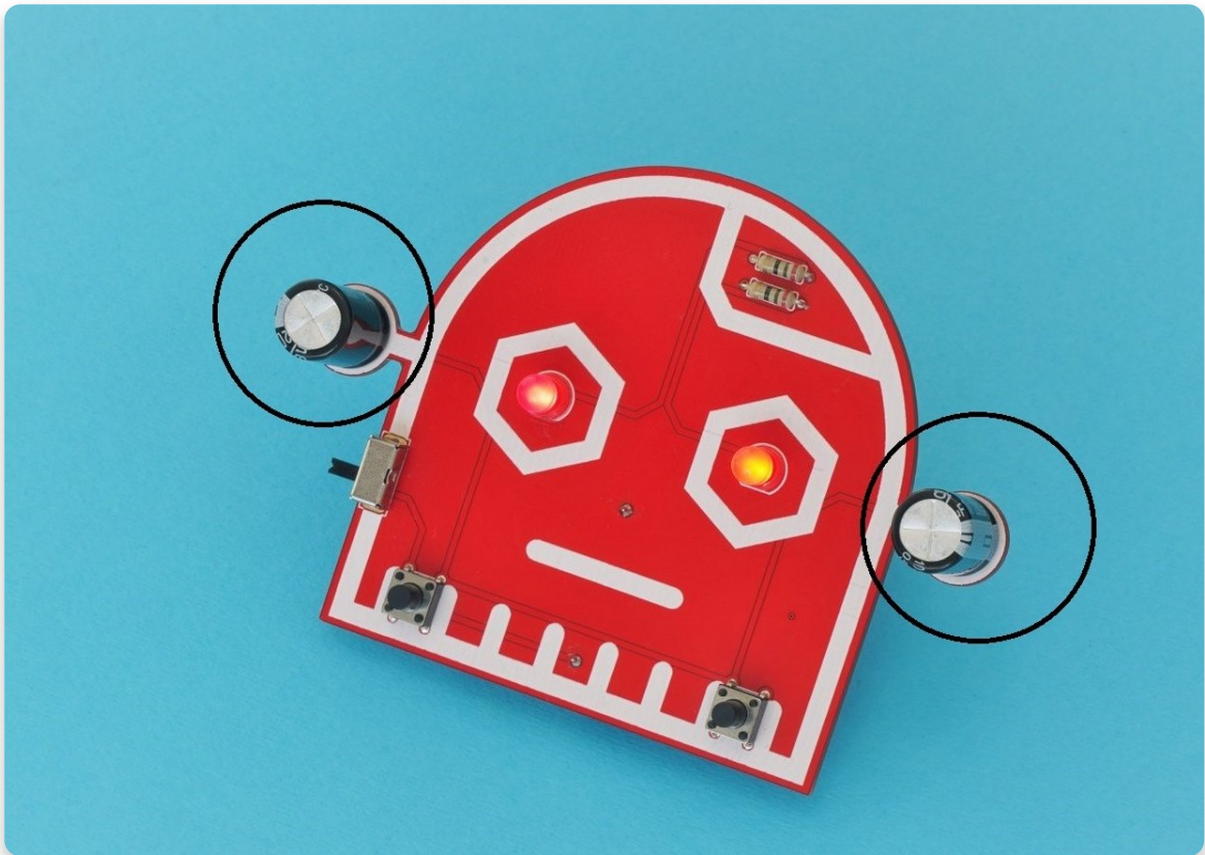
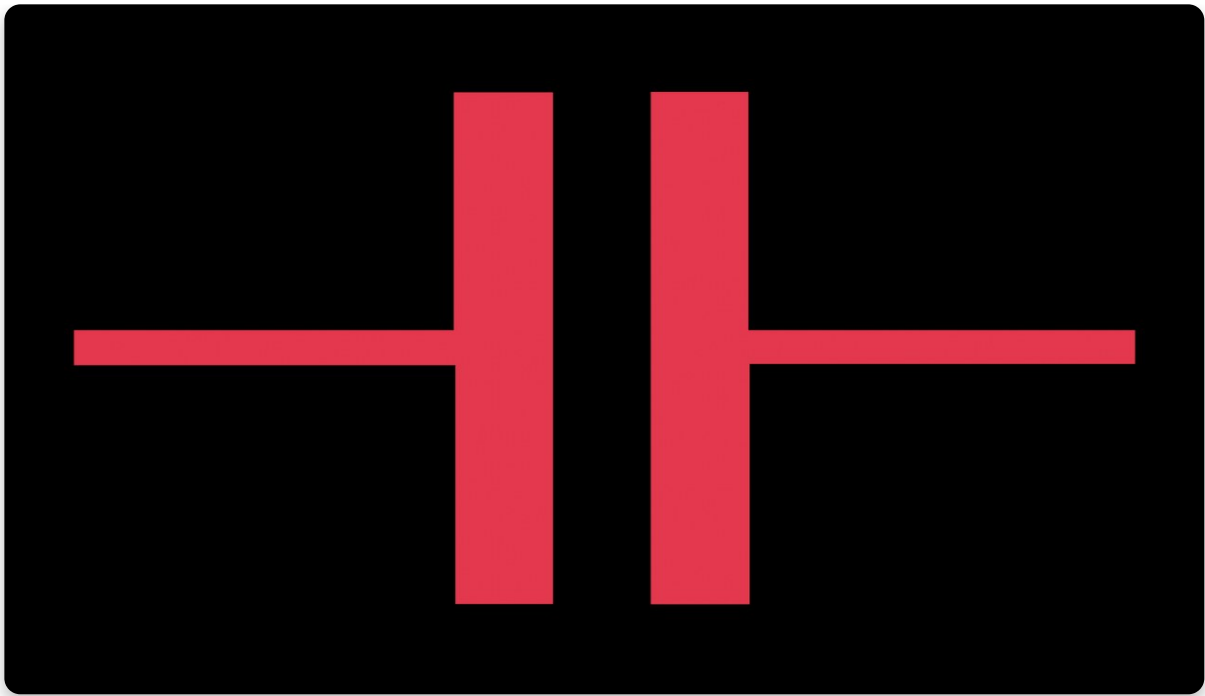
LED-Lampen sind die effizienteste Art von Lampen.

Im Gegensatz zu normalen "alten" Glühbirnen, die 90% ihrer Energie in Form von Wärme abgeben, nutzen LEDs die Energie sehr viel effizienter und vergeuden nur sehr wenig Wärme.

## **8. 2200uF-Kondensator**

Ein Kondensator ist ein Bauteil, das die Fähigkeit hat, Energie zu speichern, ähnlich wie eine kleine wiederaufladbare Batterie.

Dies ist ein elektronisches Symbol für einen Kondensator:



Ein Kondensator kann Energie aus einem Schaltkreis aufnehmen und vorübergehend speichern. Zu einem späteren Zeitpunkt kann diese gespeicherte Energie wieder an den elektronischen Schaltkreis abgegeben werden.

Wir können die Fähigkeit eines Kondensators, elektrische Energie zu speichern, messen. Wir nennen diese Eigenschaft **Kapazität**.



Die Einheit der Kapazität heißt **Farad** (wir verwenden den Buchstaben **F** als Abkürzung für Farad).

Diese Einheit wurde nach dem Physiker **Michael Faraday** benannt.

### **Historische Fakten:**

Kondensatoren wurden schon vor langer Zeit - 1746 - von **Pieter van Musschenbroek** entdeckt.

Der erste Kondensator war ein Glasgefäß, das innen und außen mit einer dünnen Metallfolie umwickelt war.

Hier sind die Werkzeuge!

# Lass uns deinen verrückten Roboter zusammenbauen! Zuerst brauchen wir ein paar Werkzeuge!

## **Lötkolben**

Für den Zusammenbau reicht **ein einfacher Lötkolben** aus.

Wenn du allerdings vor hast, in die Welt der Selbstbauprojekte einzutauchen, solltest du dir einen teureren Lötkolben mit mehr Funktionen zulegen.

**Außerdem brauchst du einen Lötkolbenständer und eine kleine Rolle mit Kolophonium haltigem Lot bzw. Lötzinn.**



## Lötschwamm



Zu deinem Löt-Werkzeug sollte auch ein Schwamm gehören, mit dem du die Spitze deines LötKolbens säubern kannst. Achte darauf, dass der Schwamm nicht tropfnass oder staubtrocken ist - er sollte feucht sein.

## Seitenschneider

Ein Seitenschneider dient zum Kürzen von Metallbeinchen oder Drähten.

Wir bevorzugen die auf dem Bild gezeigte Zange (Plato, Modell 170), aber auch jedes andere Modell ist geeignet.



## Zusammenbau

# Wie löte ich richtig?

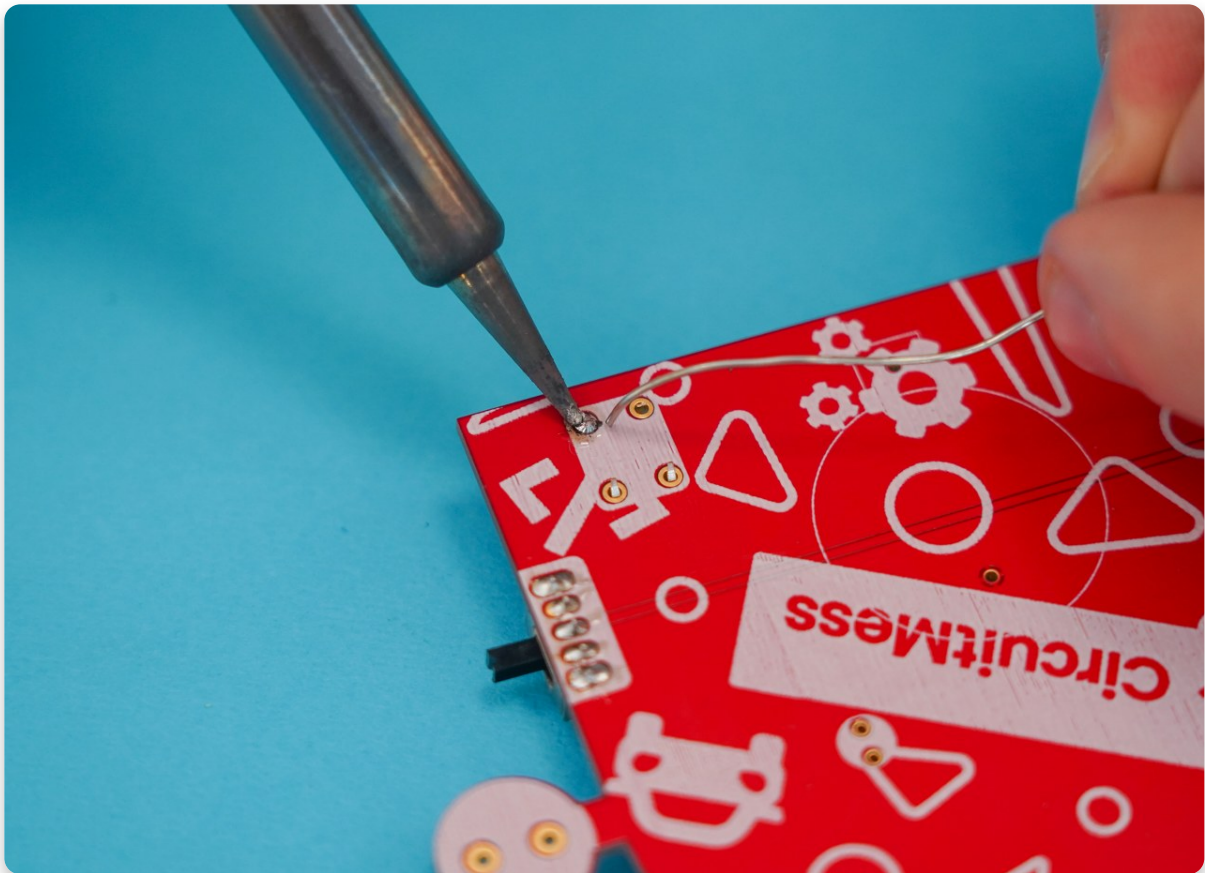
**Eines der Dinge, die du beim Zusammenbau von CAPACITRON tun wirst, ist löten!**

Hast du das schon einmal gemacht? Wenn nicht, empfehlen wir, dir die folgenden Links anzusehen, die zu nützlichen Anleitungen und Blogs zum Thema Löten führen. Du wirst nur 10 Minuten brauchen, um dich in die Materie einzuarbeiten und um zu verstehen, wie es gemacht wird.

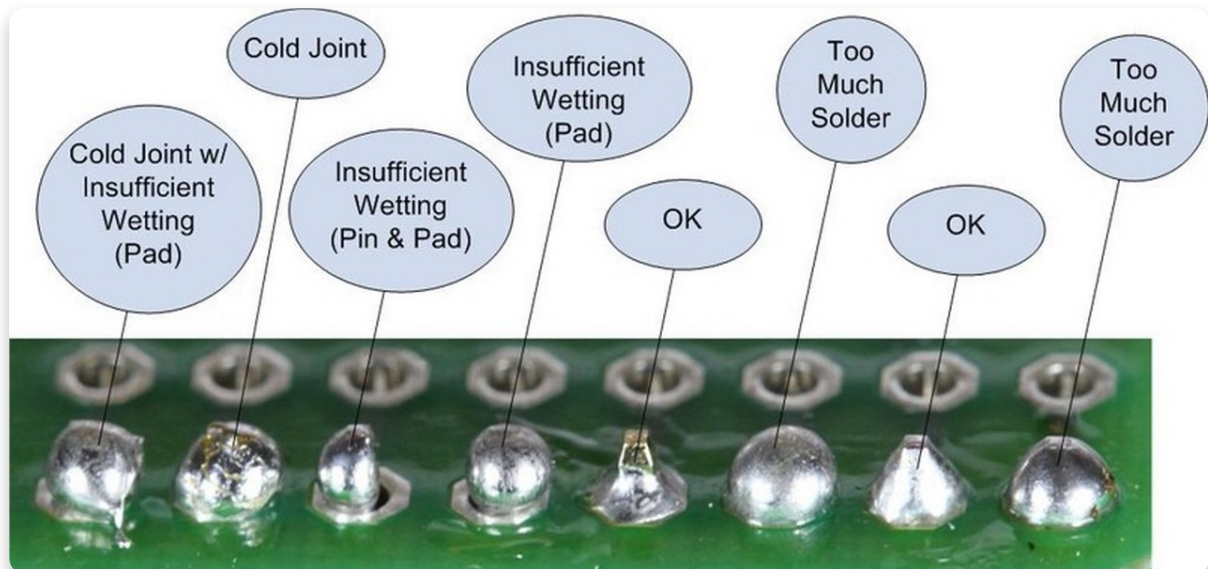
Hier sind die Links (englisch):

- [Adafruit's video tutorial featuring Collin Cunningham](#) – Ein Tutorial mit Collin Cunningham, einem super charismatischen Elektronik-Guru.
- [Adafruit's standard soldering tutorial](#) – Ein großartiges und ausführliches Video-Tutorial. Ein absolutes Muss, auch wenn Du schon weißt, wie man lötet. Besonders zu empfehlen ist der Abschnitt "Häufige Fehler beim Löten" am Ende.
- [Sparkfun's video soldering tutorial](#) – Ein weiteres gut gemachtes Video-Tutorial zum Thema Löten.

- [Sparkfun's standard soldering tutorial](#) - Ein detailliertes Tutorial von Sparkfun.



Hier ist ein großartiges Bild von Adafruit Industries, das dir beim Löten helfen kann (danke Adafruit!):



## Löt-Regeln

Dies sind die Regeln für das Löten, die du jedes Mal befolgen solltest:

- **Atme niemals die Dämpfe ein, die der Lötcolben produziert!**

- **Der Lötkolben wird heiß! Berühre nicht die Spitze des Lötkolbens!** Auch wenn der Lötkolben ausgeschaltet oder ganz von der Stromquelle getrennt ist, kann er noch sehr heiß sein und daher bei Berührung sehr unangenehme Schmerzen verursachen. Halte den Lötkolben immer so, dass die Spitze von deinen Händen weg zeigt. Wenn du mit dem Löten fertig bist, trenne den Lötkolben von der Stromquelle und lasse ihn mindestens fünf Minuten abkühlen, bevor du ihn wieder verstaust.
- **Reinige den Lötkolben!** Verwende den Schwamm häufig und reinige deinen Lötkolben, wenn du einfach und problemlos löten möchtest. Halte dazu ein Ende des Schwamms vorsichtig mit einer Hand fest und wische die Spitze des Lötkolbens am anderen Ende des Schwamms ab, um das überschüssige Lot zu entfernen. Wiederhole dies so lange bis die Spitze des Lötkolbens schön sauber ist.
- **Prüfe deine Lötstellen. Zweimal!** (mindestens)
- **Bewahre den Lötkolben auf dem Ständer auf,** wenn du ihn nicht benutzt.
- **Verwende die richtige Menge Lötzinn!** Achte darauf, dass du gerade genug Lot verwendest. Nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig, denn beides kann dazu führen, dass dein Bausatz dann nicht funktioniert.
- **Lass keine Lot-Reste auf der Platine!** Das Lötzinn sollte sich nur auf den Teilen befinden, an denen die Stifte mit der Platine verbunden sind. Halte den Rest der Platine sauber!

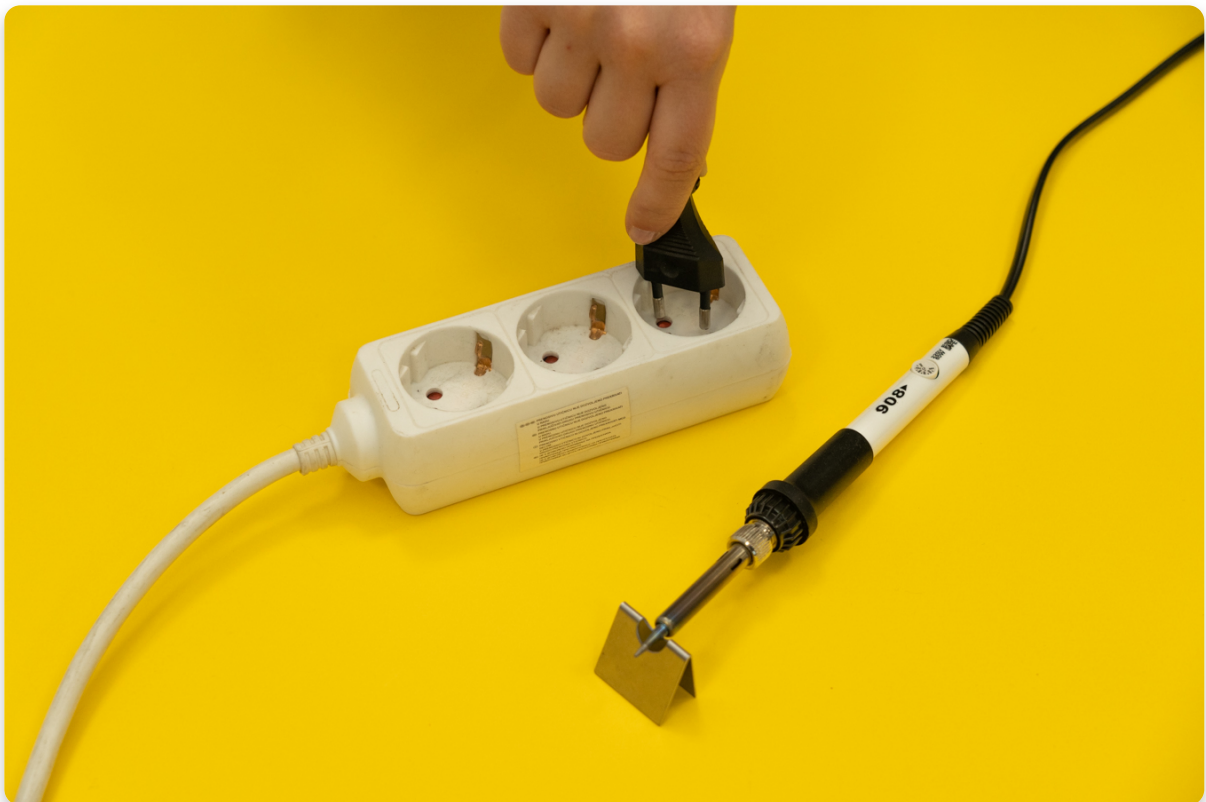
## Verwendung des Lötkolbens

Der Lötkolben ist sehr einfach zu benutzen, wenn er richtig eingesetzt wird.



## Schritt 1 – Einstecken

Lege den LötKolben auf einen LötKolbenständer und schließen Sie ihn an eine Steckdose an.



## Schritt 2 – Wähle die richtige Temperatur

Stelle die Temperatur auf **350 °C** ein, indem du den Temperaturregler am LötKolben drehst. Achte darauf, dass der kleine schwarze Pfeil auf die richtige Temperatur zeigt, wie auf dem Foto zu sehen.

Dein LötKolben ist jetzt einsatzbereit, aber lass ihm ein bis zwei Minuten Zeit, damit er sich aufheizen kann.



## Schritt 3 – Vergiss nicht, ihn auszuschalten, wenn du fertig bist

Wenn du mit dem Löten fertig bist, ziehe den Stecker aus der Steckdose, um den LötKolben auszuschalten.

Bitte benutze den Metallständer immer dann, wenn du den LötKolben nicht benutzt. Damit stellst du sicher, dass deine Unterlage oder die Platine nicht verbrennen.

Achte darauf, nach dem Ausschalten die Spitze des LötKolbens **mindestens fünf Minuten lang nicht zu berühren.**



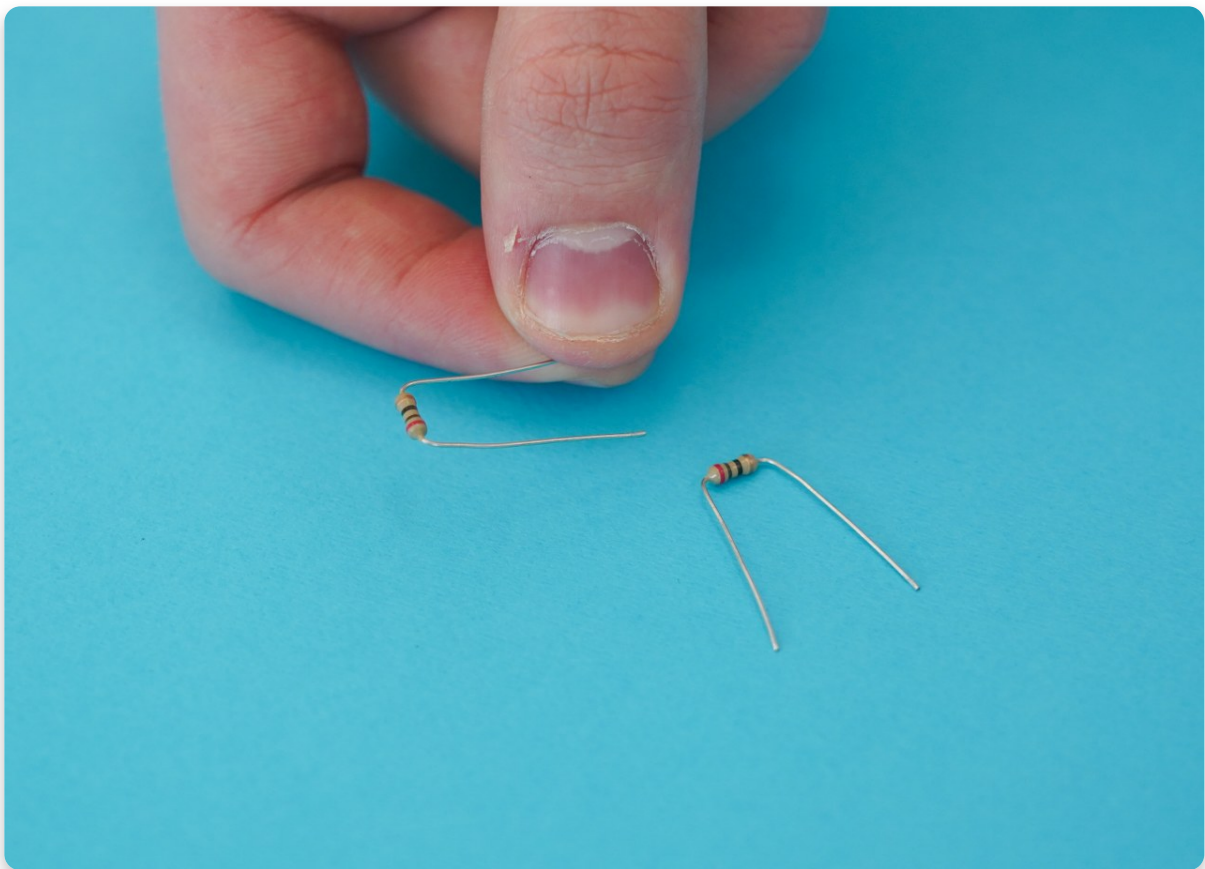
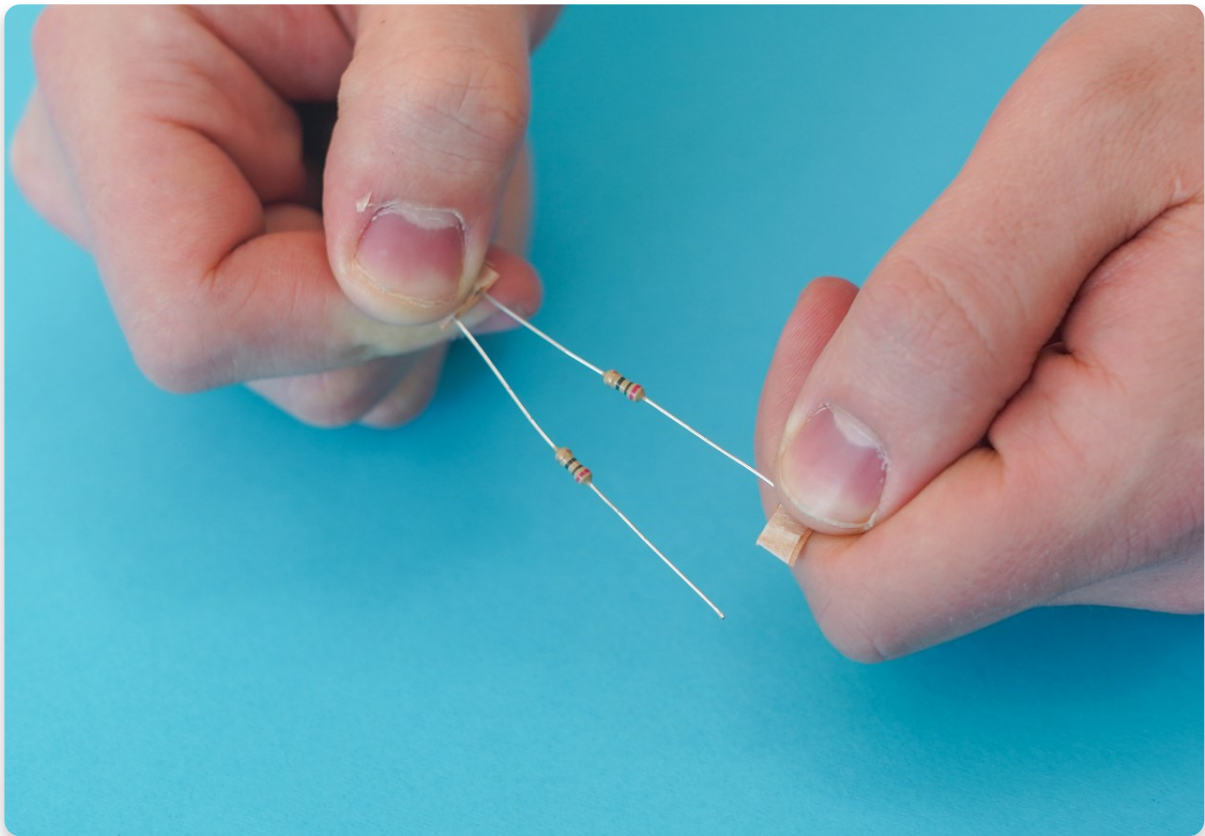
# CAPACITRON, tritt deinen Erbauer!

## Teil 1 - Widerstände

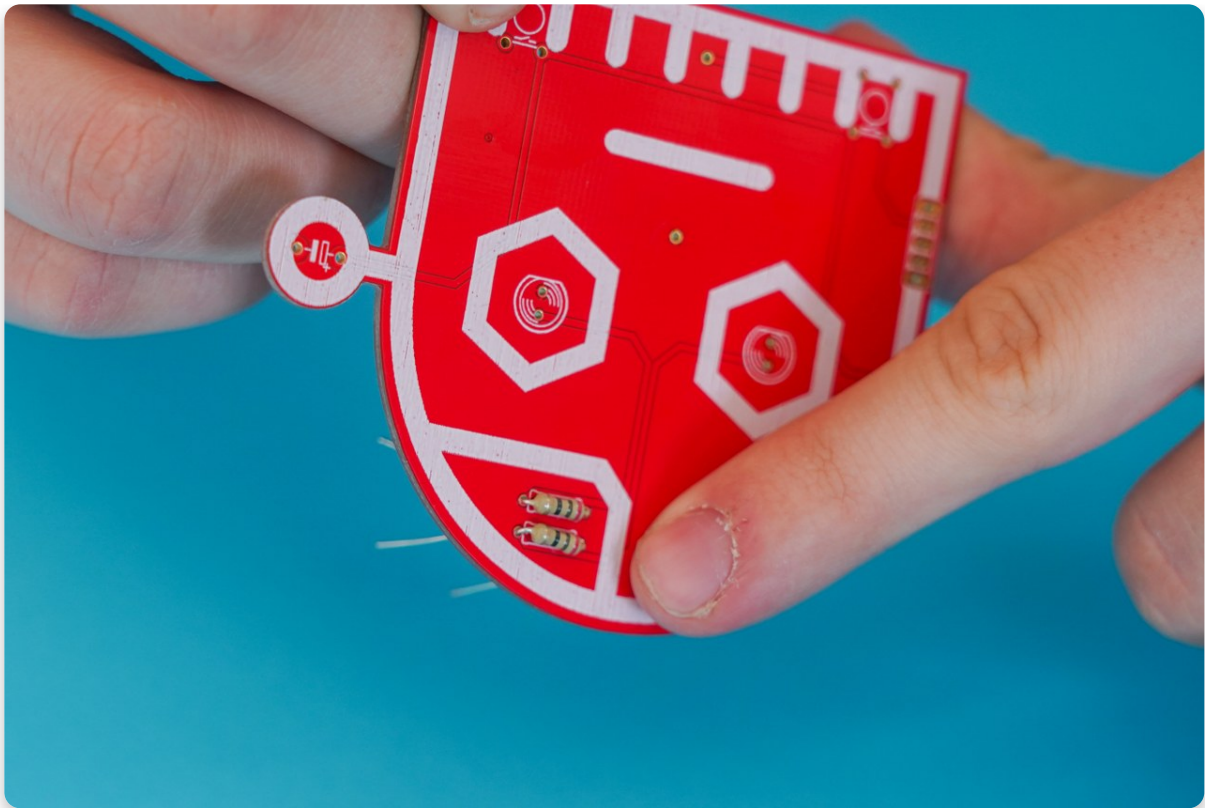
Die ersten Bauteile, die du beim Zusammenbau von CAPACITRON benötigst, sind Widerstände.

Entferne zunächst die Papierstreifen, die sich an beiden Enden der Widerstände befinden.





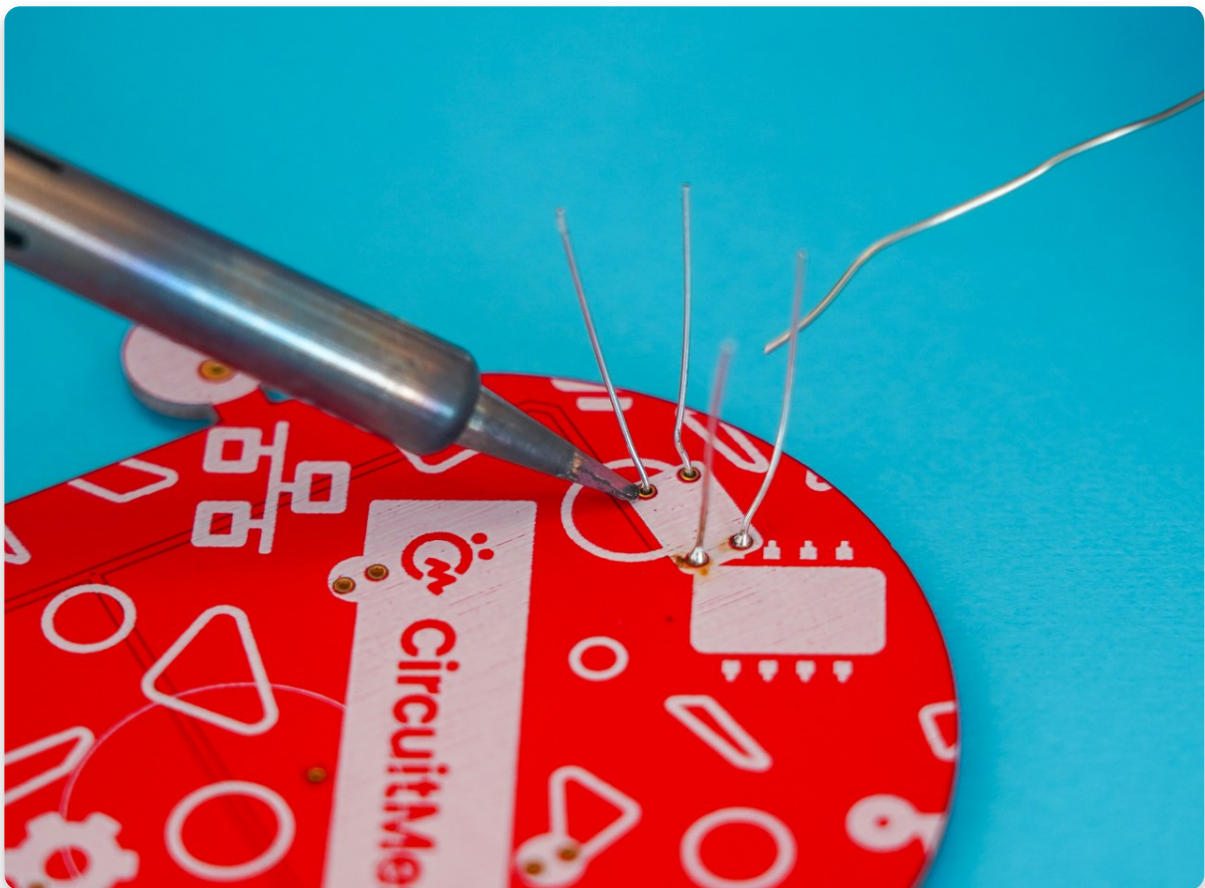
Nimm die Widerstände einen nach dem anderen und lege sie auf die Leiterplatte.  
Achte darauf, sie an der richtigen Stelle zu platzieren - auf CAPACITRONS Stirn.



Jetzt ist es an der Zeit, den LötKolben zu benutzen.

**Drehe die Platine um.**

Wir werden die Widerstände **auf der Rückseite von CAPACITRON anlöten.**





Nachdem du alle Widerstände verlötet hast, **sieh dir die Lötstellen noch einmal an**, um sicherzustellen, dass es keine kalten Lötstellen gibt.

**Aufpassen! Das Abschneiden der Widerstandsbeinchen muss mit Vorsicht geschehen!**

Nimm jetzt deine Zange heraus. Du wirst sie zum Abschneiden der überstehenden Beinchen verwenden.

**Bitte sei vorsichtig!**

**Richte die Beine beim Schneiden nicht nach oben!**

**Sie könnten wegfliegen und jemanden verletzen!**

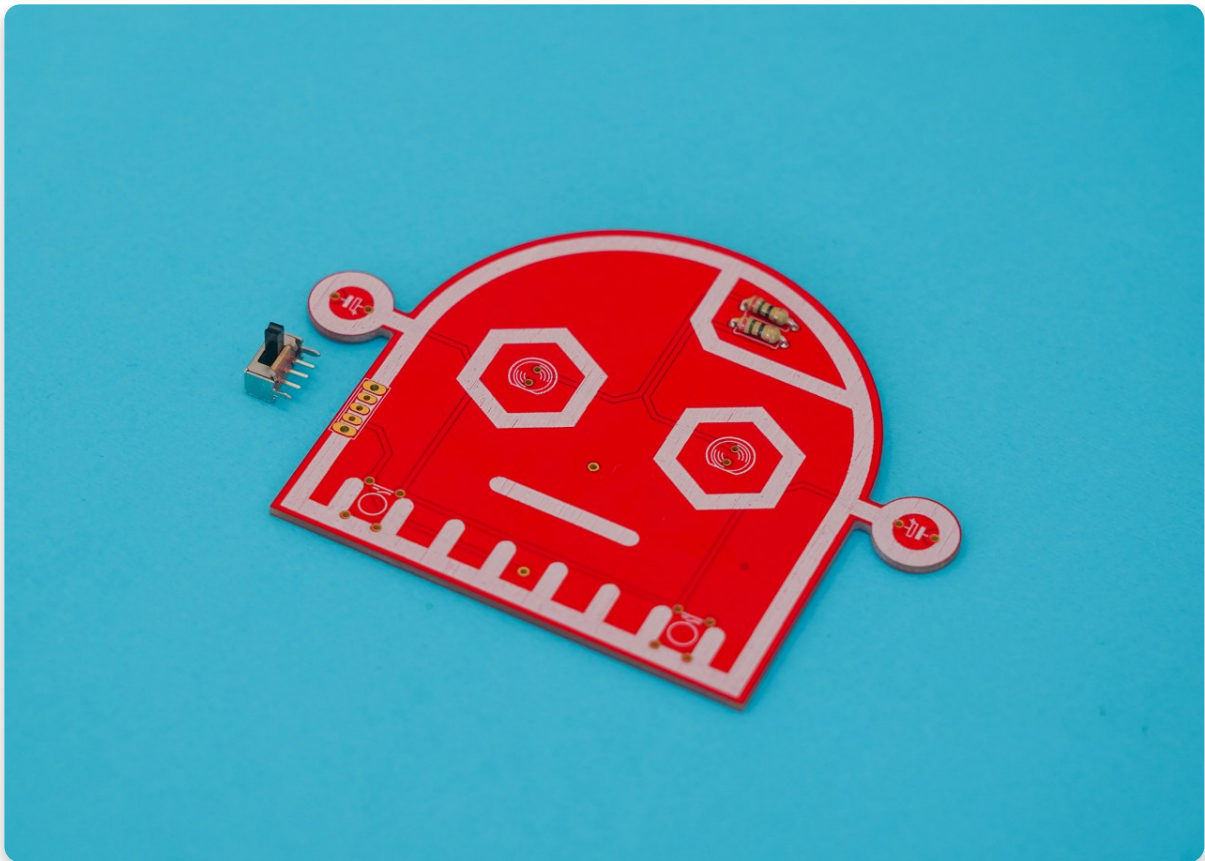


Wenn du die Beinchen der Widerstände abschneidest, drehe die Beinchen des Bauteils immer in Richtung des Tisches oder der Unterlage, wie auf dem letzten Foto gezeigt.

So sollte die Platine aussehen, nachdem du die Widerstände eingelötet und die überstehenden Beinchen abgeschnitten hast:



## Teil 2 - Der Schalter



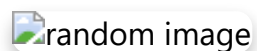
Platziere den Schalter auf der Vorderseite von CAPACITRONs Kopf.

Du musst dafür etwas Kraft aufwenden, da es etwas schwierig sein kann, den Schalter in die Platine zu drücken.

Jetzt ist es an der Zeit, den **Schalter an die Platine zu löten**. Vergewissere dich vorher, dass der Schalter senkrecht auf der Platine steht.

Bitte reinige die Lötkolbenspitze mit dem Schwamm, bevor du den Schalter anlötetest.

**Das Einlöten der Kontaktstifte erfordert etwas mehr Präzision**, da sie sehr dicht beieinander liegen.

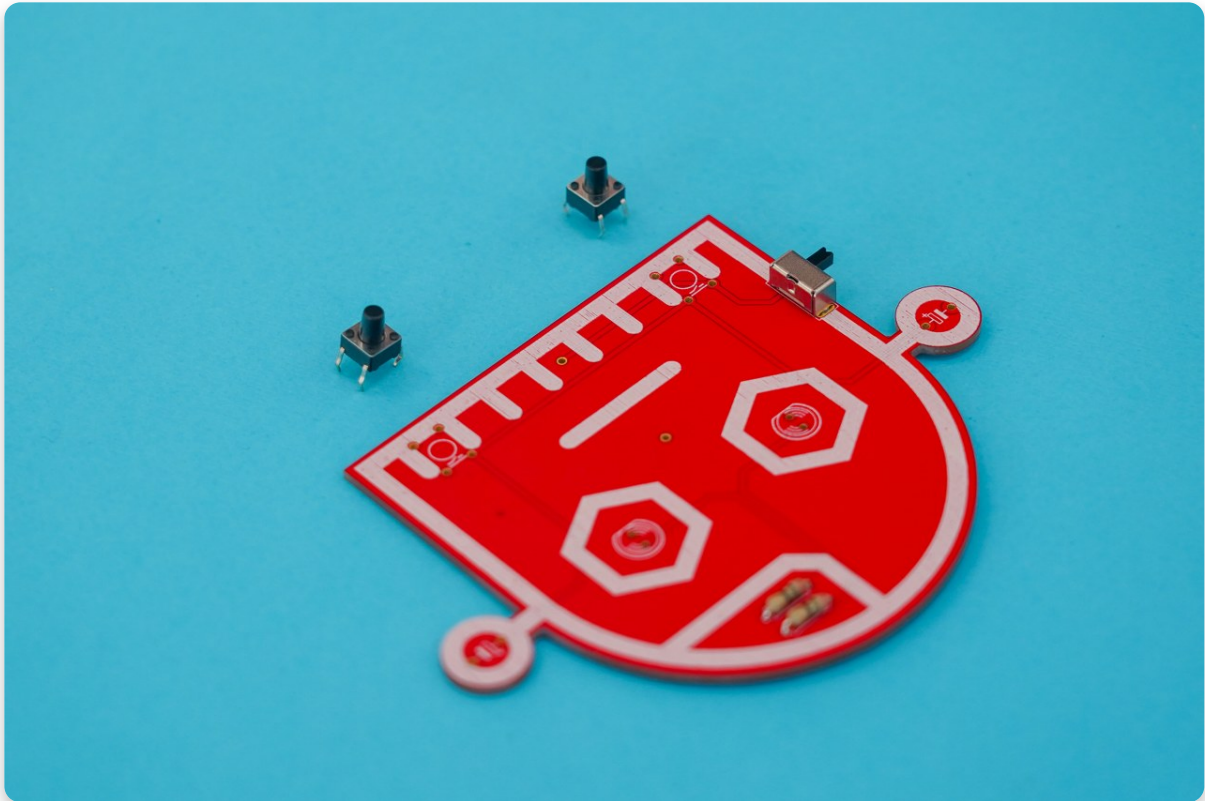




So sollten die Lötstellen des Schalters aussehen, nachdem du sie erfolgreich gelötet hast:



## Teil 3 – Die Taster

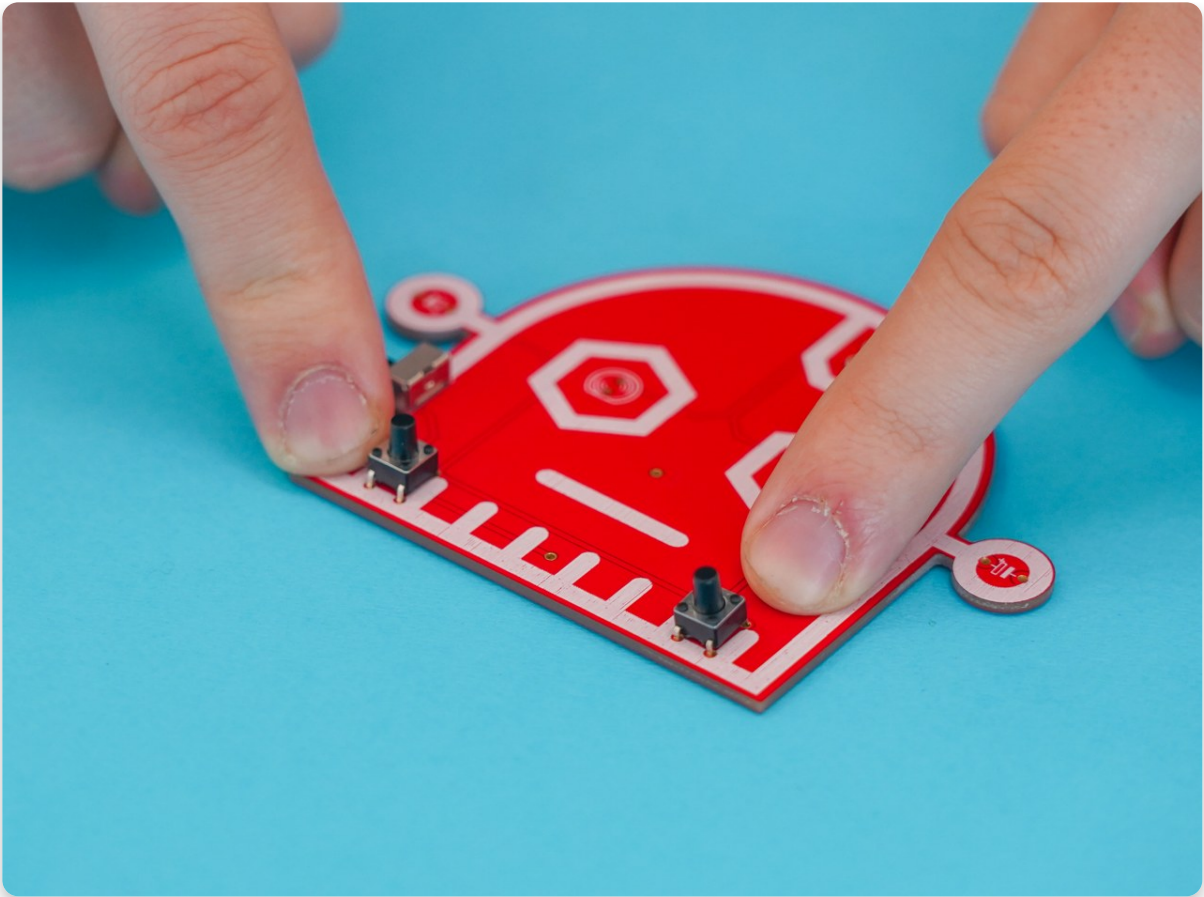


Du musst die Taster auf der linken und rechten Seite von CAPACITRON anbringen.

Achte darauf, dass die Taster vor dem Einlöten senkrecht auf der Platine stehen.

Drücke nach dem Aufstecken auf die Platine ein paar Mal auf die Drucktaster, um zu prüfen, ob alles in Ordnung ist.





Drehe CAPACITRON um, nimm den LötKolben und los geht's!

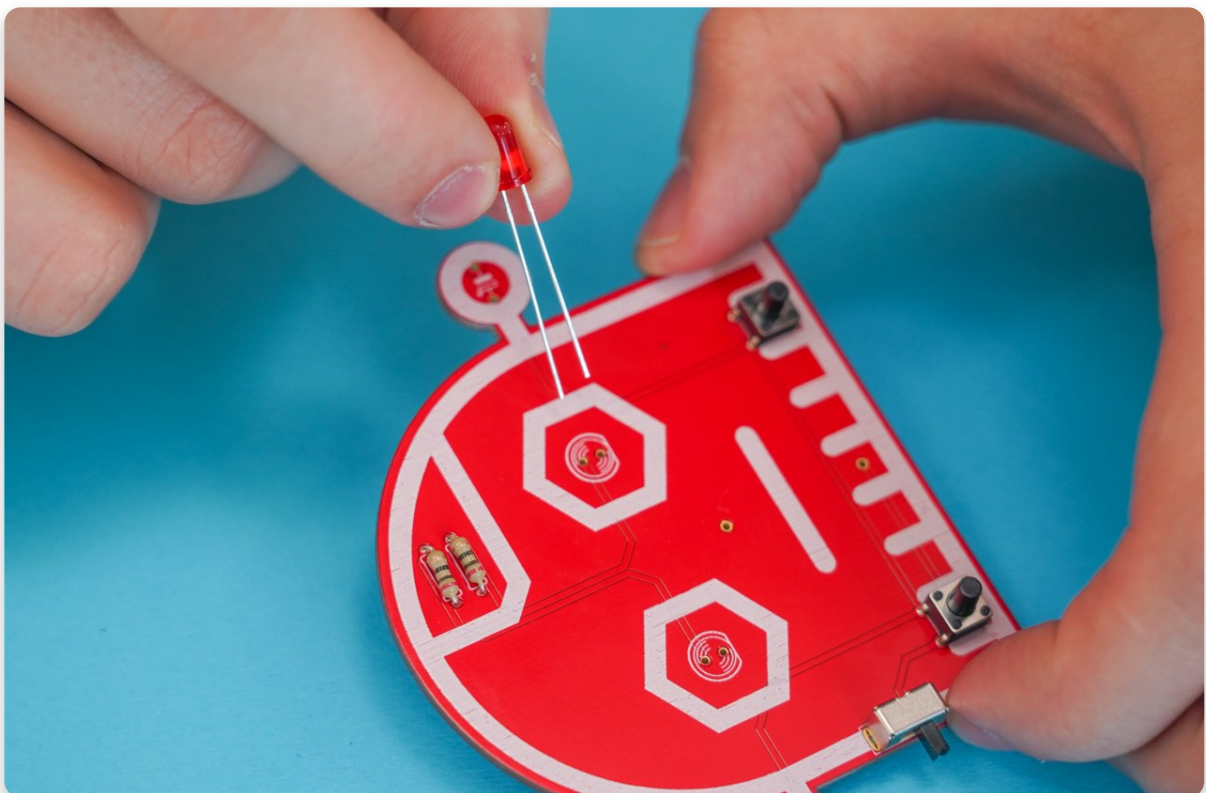


Nach erfolgreichem Anlöten der Taster sollte CAPACITRONs Rückseite so aussehen:



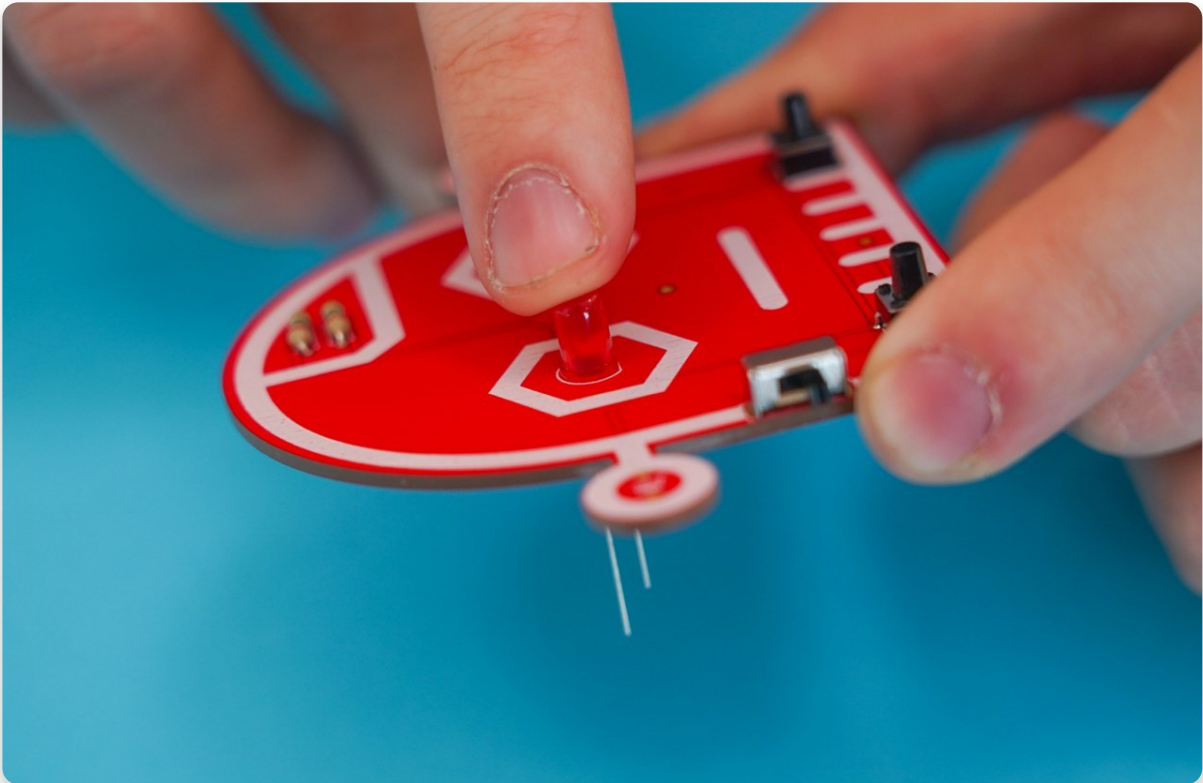
## Teil 4 - Die LEDs

Nimm nun die LEDs und setze sie als CAPACITRONS Augen ein.



Wir müssen auf die Polarität der LEDs achten, sonst werden sie nicht funktionieren.

Das **kürzere Bein** der LED sollte **zu den Tastern** zeigen:



Dreh deinen CAPACITRON um und löte die LEDs ein.



Nachdem du dich vergewissert hast, dass es keine Überbrückungen zwischen den Lötstellen gibt, nimm deine Zange und schneide den Rest der LED-Beine, den wir nicht mehr benötigen, ab.

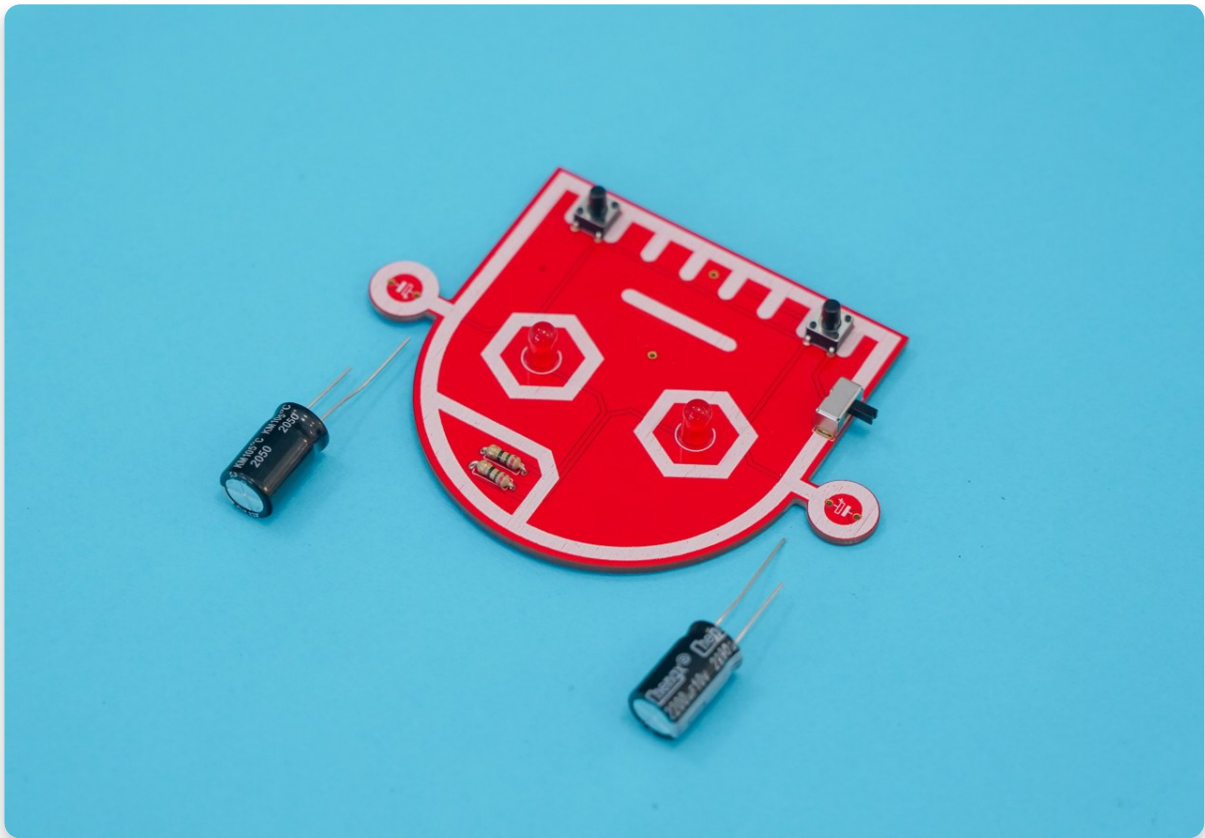
**Achtung! Die Beine der LEDs müssen zum Tisch zeigen, wenn du sie abschneidest.**

**So können sie nicht wegfliegen und dich verletzen!**



Vergewissere dich noch einmal, dass es keine kalten Verbindungen oder Überbrückungen gibt.

## Teil 5 - Kondensatoren

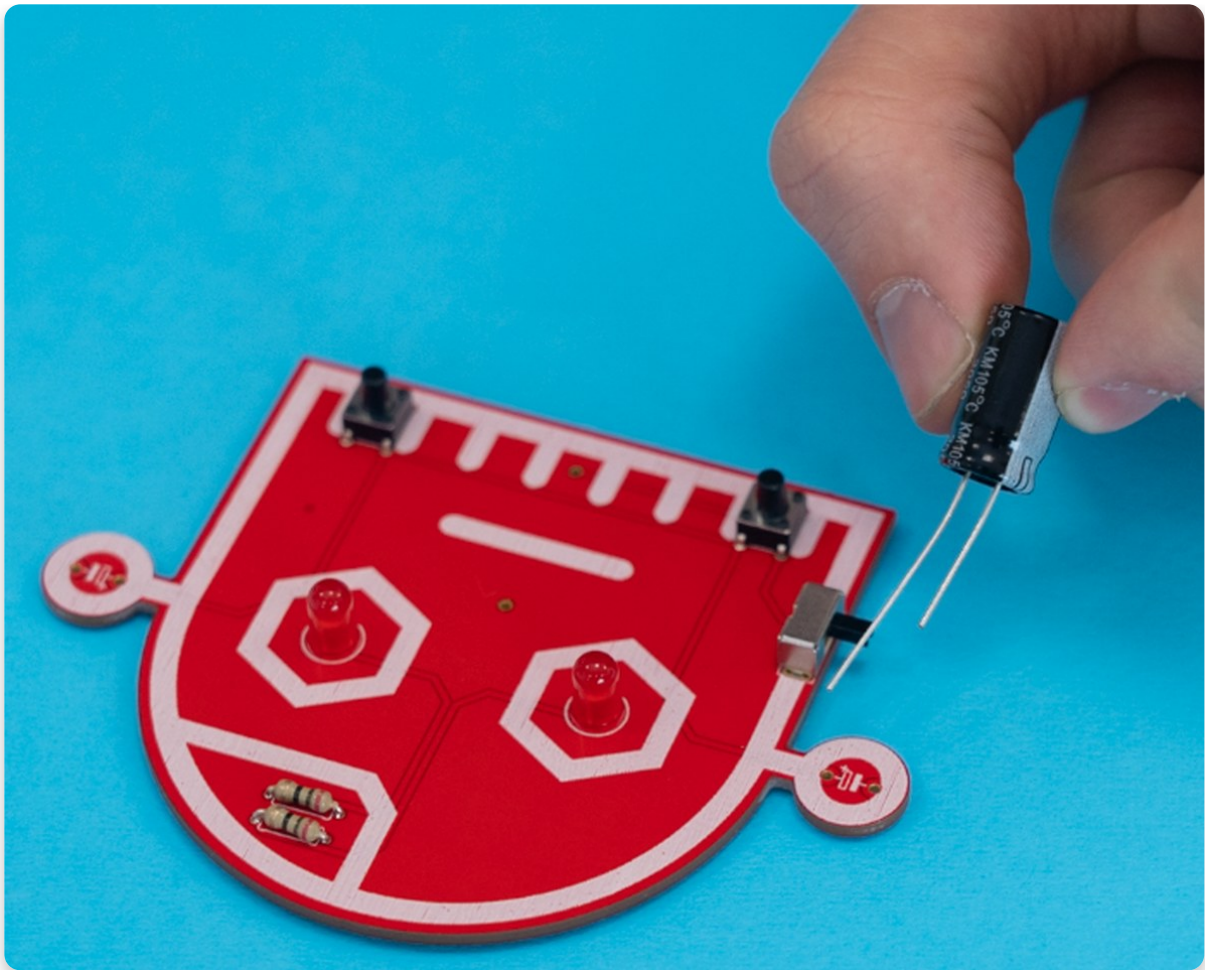


Die Kondensatoren werden in CAPACITRONS Ohren gesteckt.

Es gibt einen weißen Teil und einen schwarzen Teil des Kondensators. Diese Farben stehen für die Polarität. Der weiße Teil hat ein kürzeres Bein und der schwarze Teil ein längeres.

Du hast vielleicht bemerkt, dass die Kreise von CAPACITRONS Ohren mit Pluszeichen (+) versehen sind. **Das längere Beinchen des Kondensators muss in das mit dem Pluszeichen (+) markierte Loch gesteckt werden.**

Achte darauf, dass die Kondensatoren **richtig** eingesetzt werden. Schau dir das Foto an



Nimm deinen LötKolben und löte die Beine der Kondensatoren an die Platine.

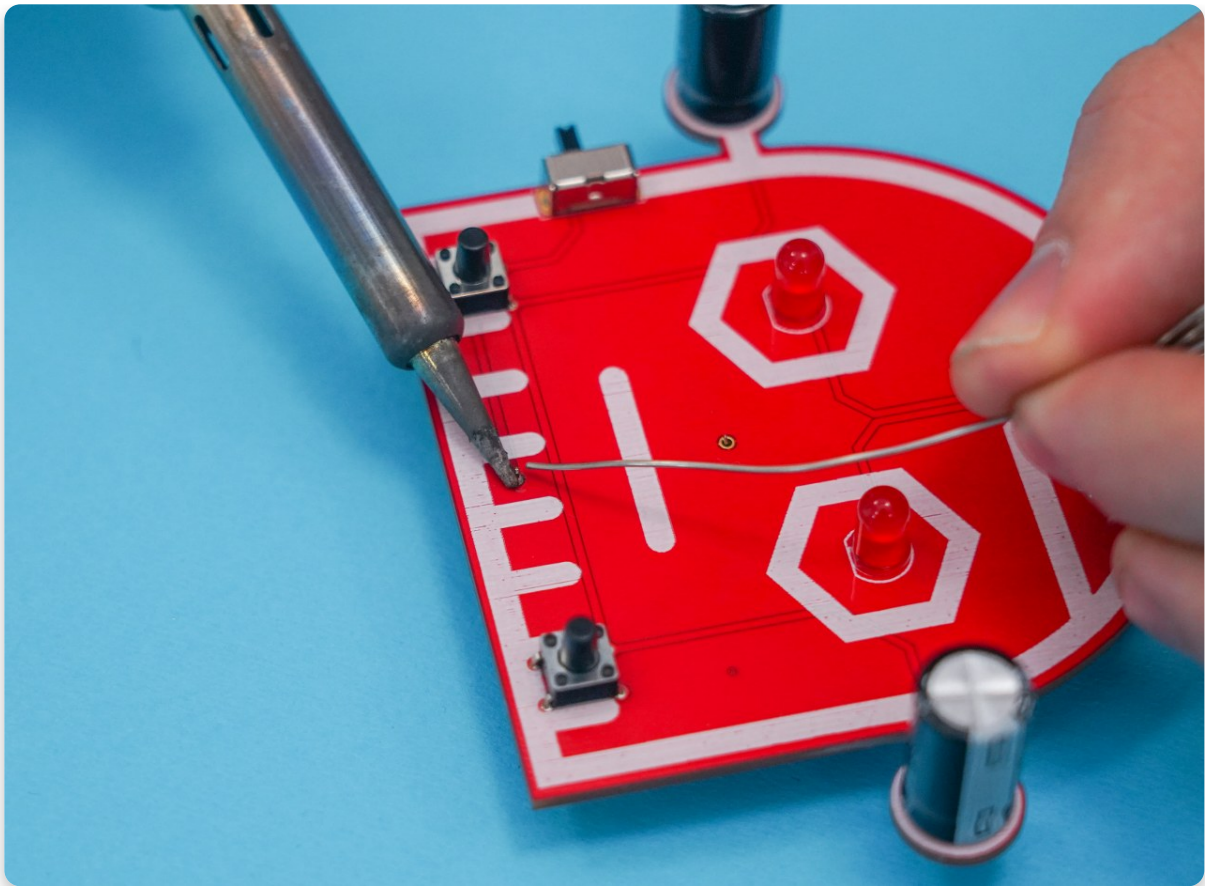


## Teil 6 - Der Batteriehalter

Der Batteriehalter wird so auf CAPACITRONs Rückseite angebracht:



Drehe CAPACITRON um und löte die beiden Stifte des Batteriehalters an.



Vergewissere dich noch einmal, dass alle Lötstellen gut aussehen!

**Juhu. Wir sind mit dem Löten fertig!**

**Wichtig!** Bitte schalte jetzt gleich den LötKolben aus, indem du den Stecker aus der Steckdose ziehst.

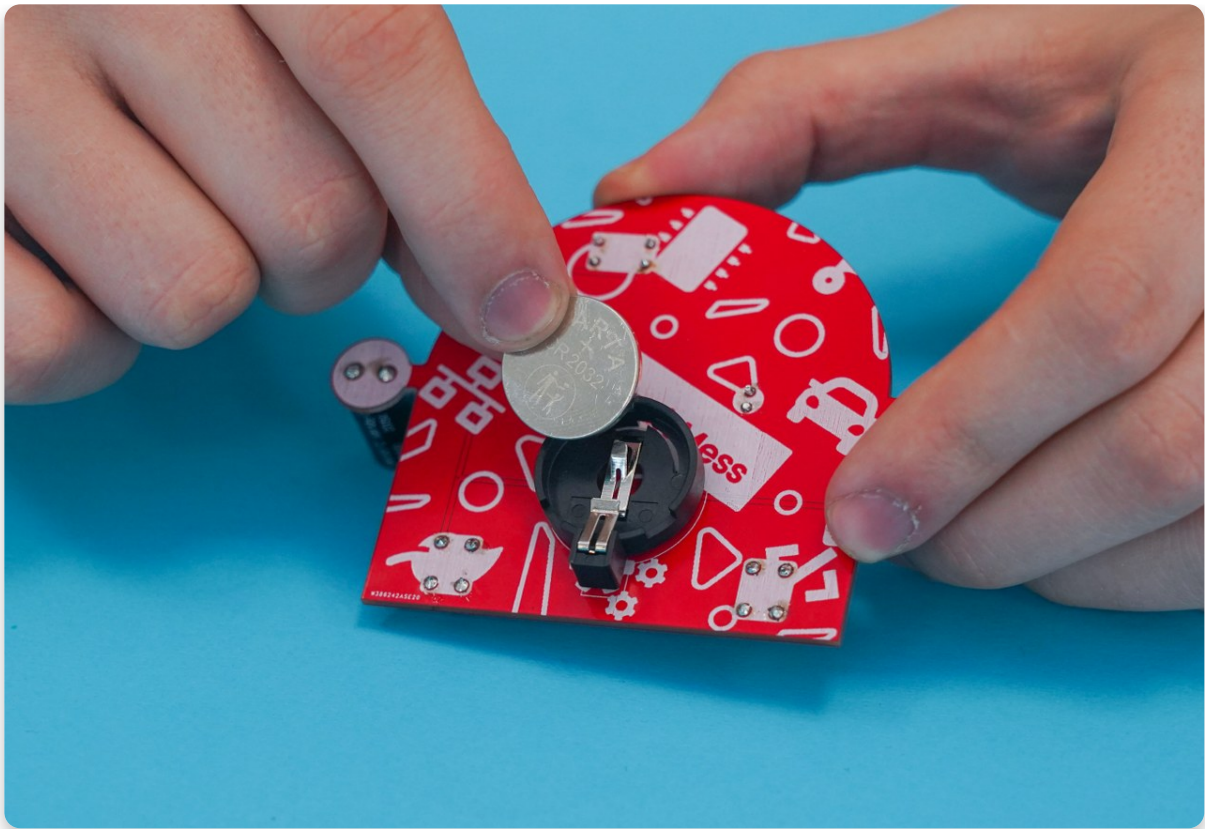
Lass ihn mindestens fünf Minuten auf dem LötKolbenständer liegen, damit er abkühlt, bevor du ihn weglegst.

## **Batterien zuerst!!**

Jetzt kannst du **die Knopfzellenbatterie in den Batteriehalter einsetzen!**

Pass auf, die Batterie muss mit der richtigen Seite eingesetzt werden. **Das kleine Pluszeichen (+) auf der Batterie muss nach oben zeigen!**





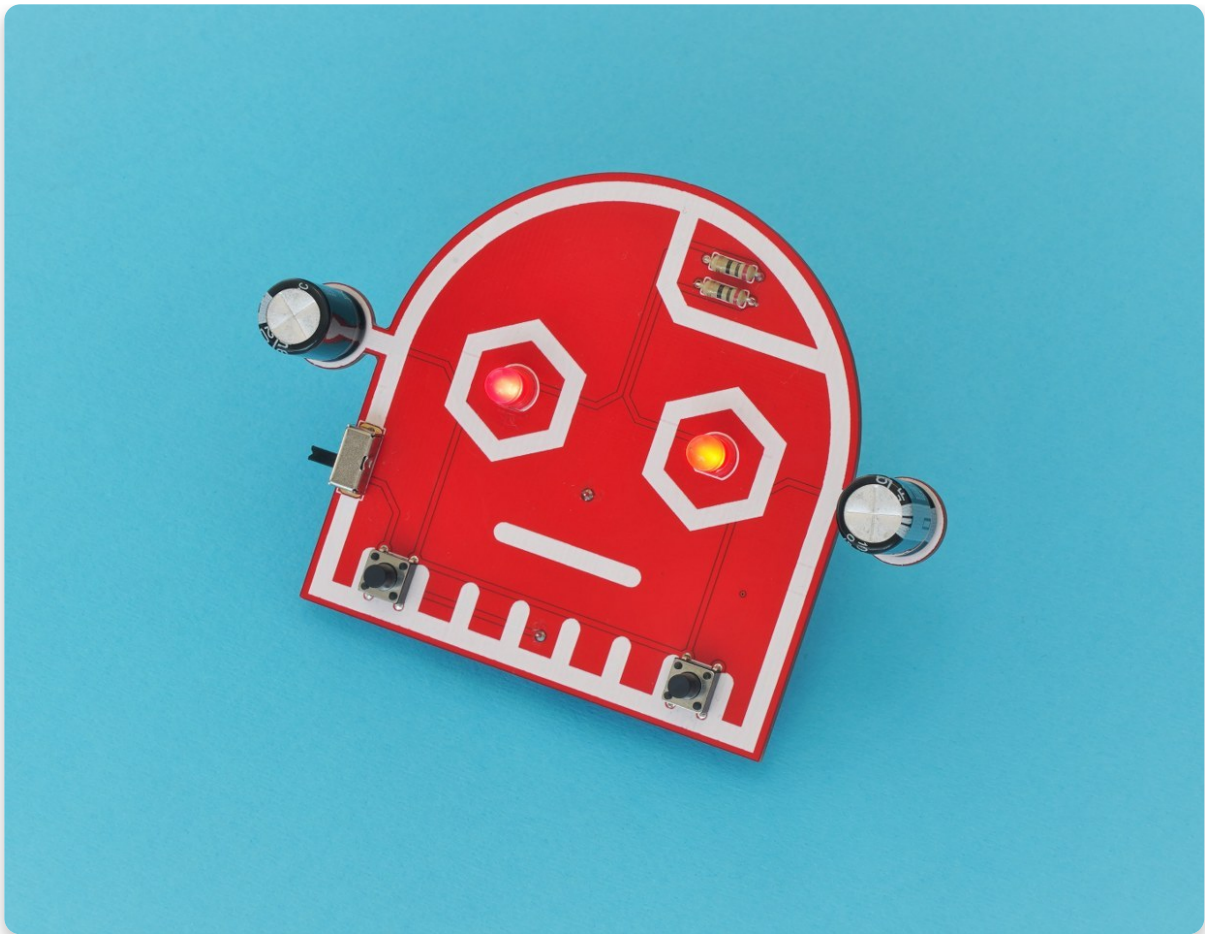
Dein eigener CAPACITRON ist zusammengebaut. Sehr gut gemacht!

Schalten wir ihn ein!

## Was kann CAPACITRON?

Nun, da du deinen verrückten Roboter zusammengebaut hast, ist es an der Zeit zu sehen, wie er funktioniert!

Dein CAPACITRON sollte so aussehen:

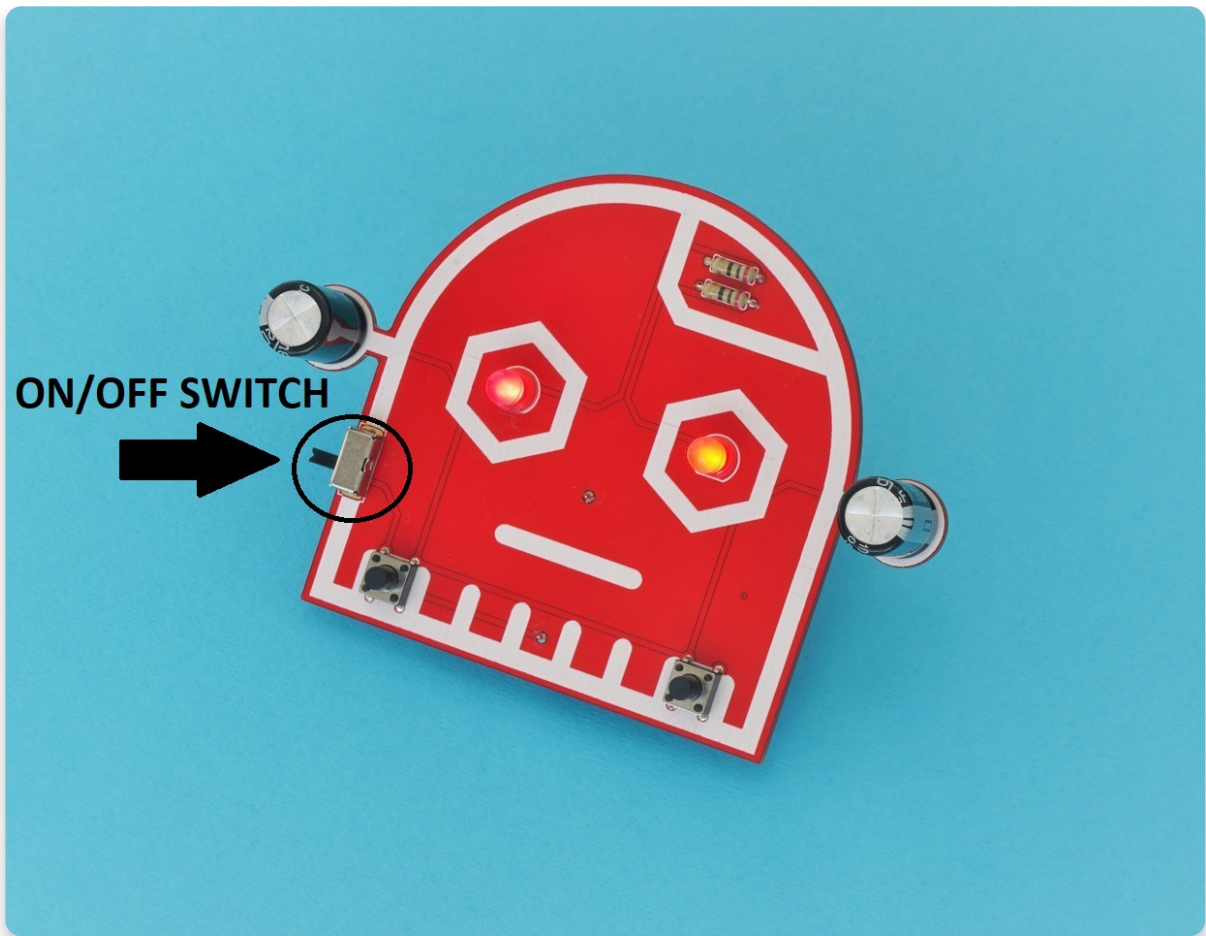


Die **Leiterplatte** verbindet nun alle Komponenten und hilft ihnen, als Team zusammenzuarbeiten.

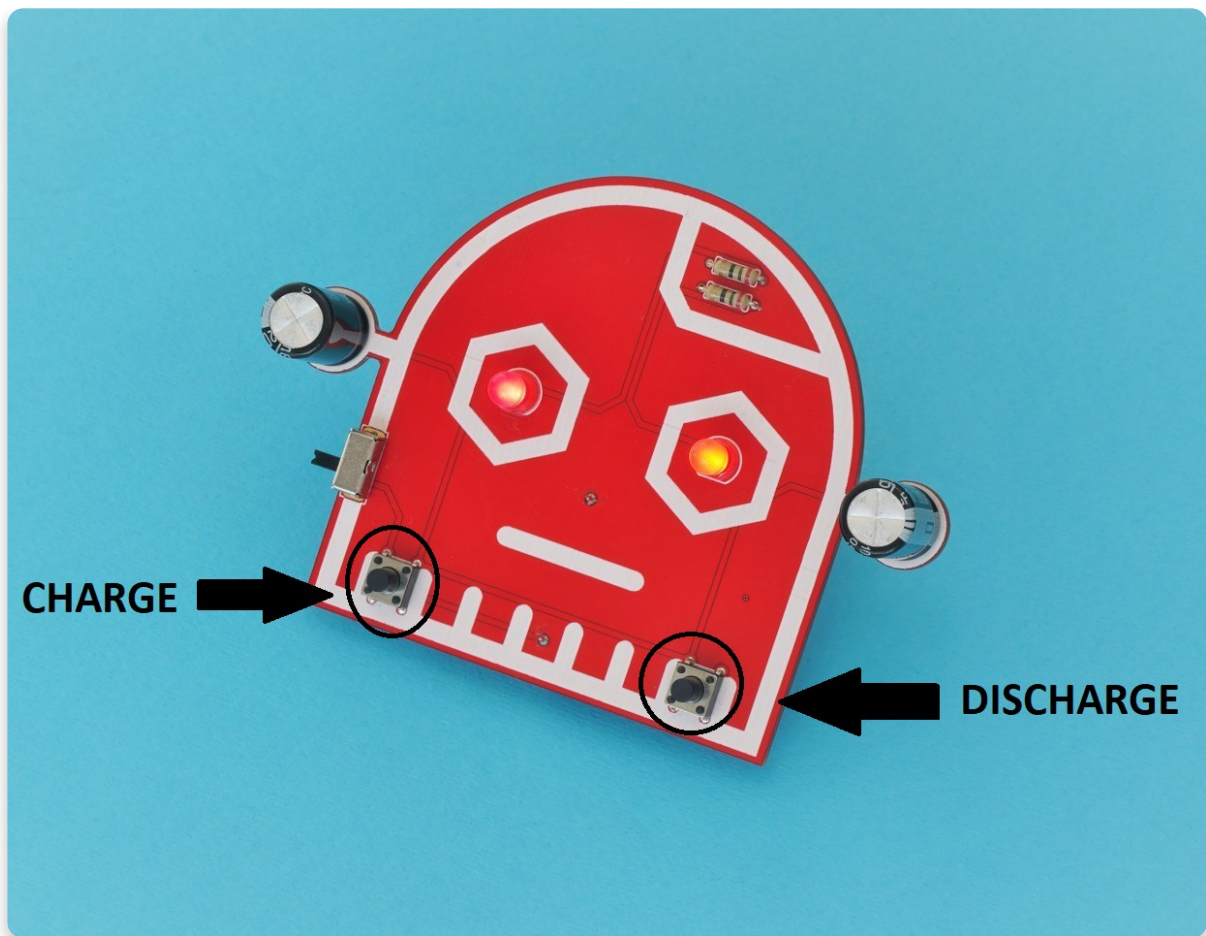
Die **Batterie** versorgt die **LEDs** mit Energie, damit sie die Augen von CAPACITRON zum Leuchtenbringen können.

Zu Beginn dieser Anleitung haben wir darüber gesprochen, dass wir Widerstände brauchen, um die LEDs vor zu viel elektrischer Energie zu schützen - das kannst du jetzt in Aktion sehen.

**Die CAPACITRONs Augen können mit dem Schalter (englisch: On/Off Switch) auf der linken Seite ein- und ausgeschaltet werden.**



Wenn du deinen CAPACITRON ausschaltest, kannst du mit den beiden Tastern seine Kondensatoren laden (englisch: charge) und entladen (discharge):



Drücke den linken Taster für einige Sekunden.

Lass' ihn wieder los.

Drücke nun den rechten Taster und halte ihn gedrückt.

Du wirst sehen, wie CAPACITRONS Augen aufleuchten und langsam wieder verblassen.

### **Wie ist das passiert?**

Sobald du den linken Knopf drückst, werden die Kondensatoren aufgeladen.

Nach ein paar Sekunden sind sie voll aufgeladen. Wenn du den rechten Knopf drückst, entlädst du die Kondensatoren, und du wirst sehen, wie die LEDs langsam verblassen, während die Kondensatoren entladen werden.

Wenn du beide Tasten gleichzeitig drückst, werden die LEDs direkt von der Batterie gespeist und leuchten konstant.

Falls du Fragen hast, kannst du uns unter [contact@circuitmess.com](mailto:contact@circuitmess.com) erreichen und wir werden dir helfen!