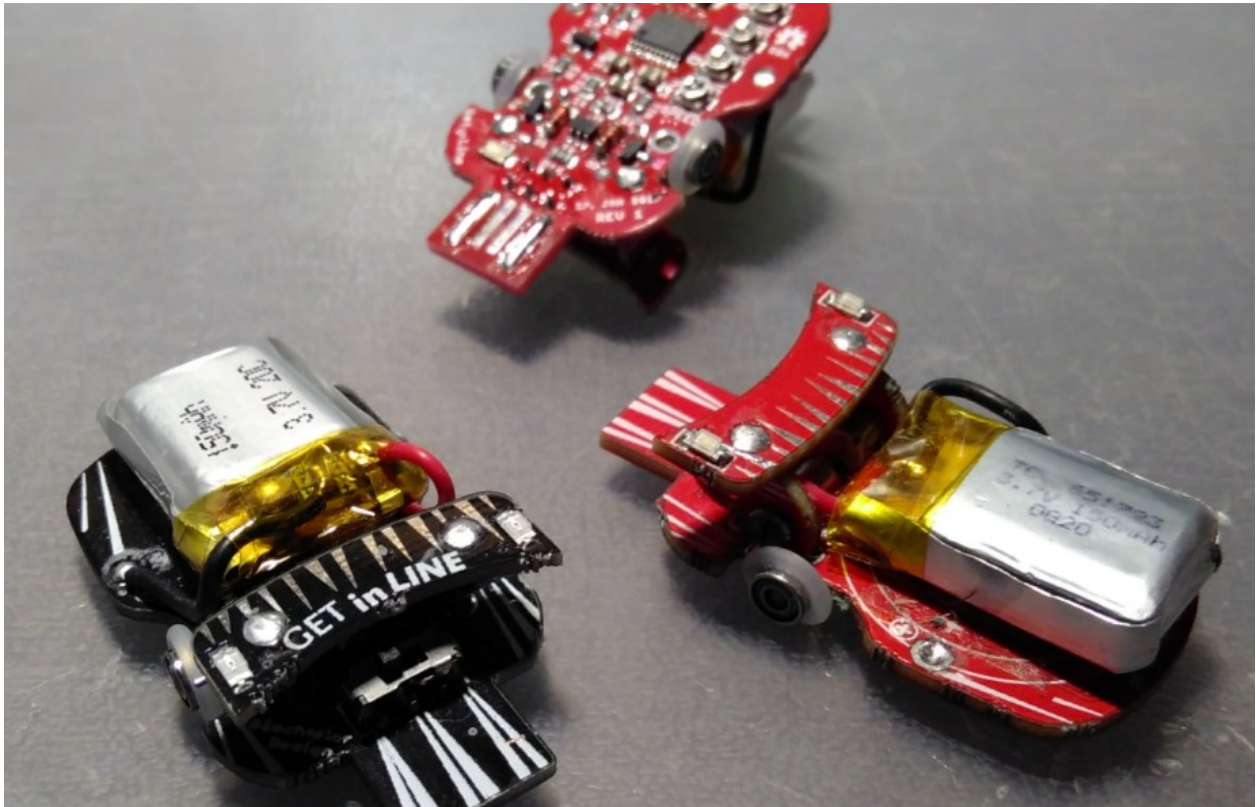


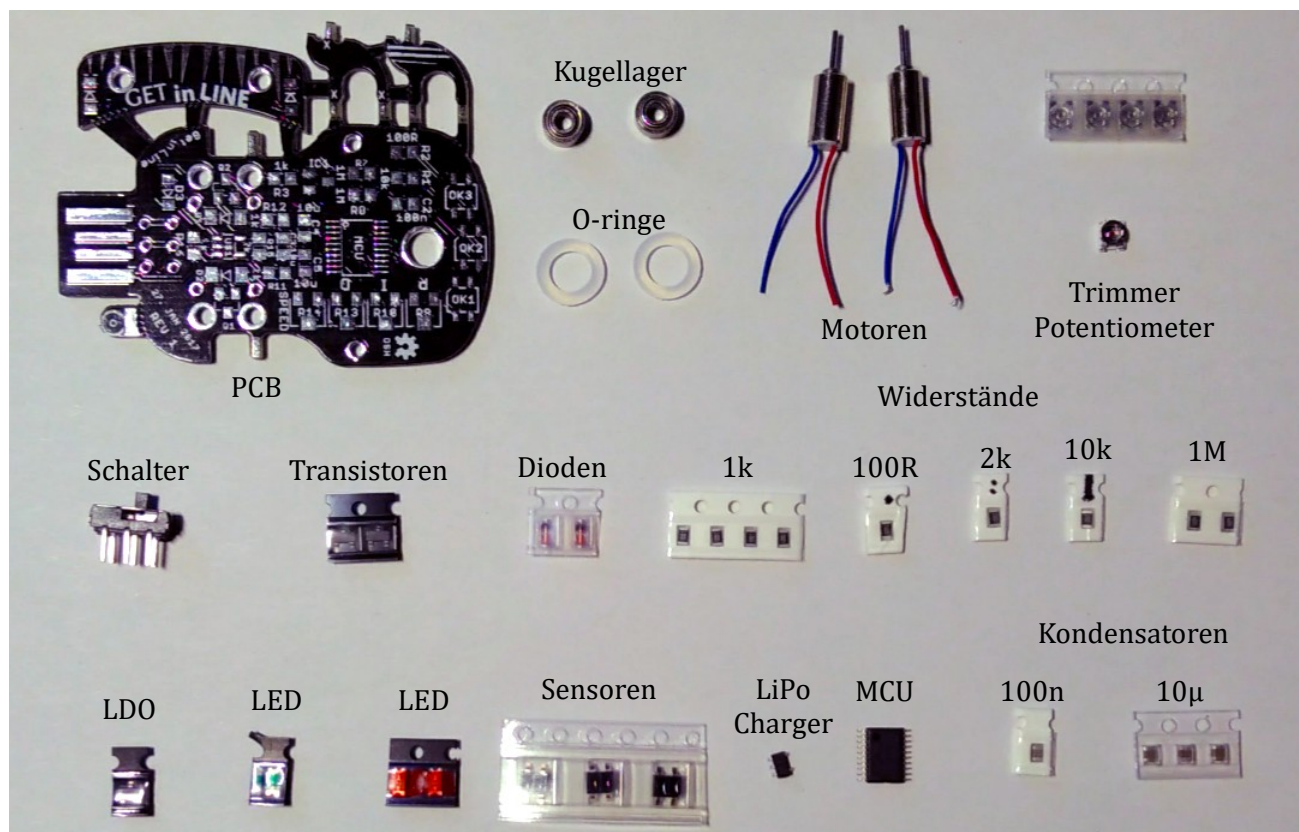
GET in LINE



Bauanleitung



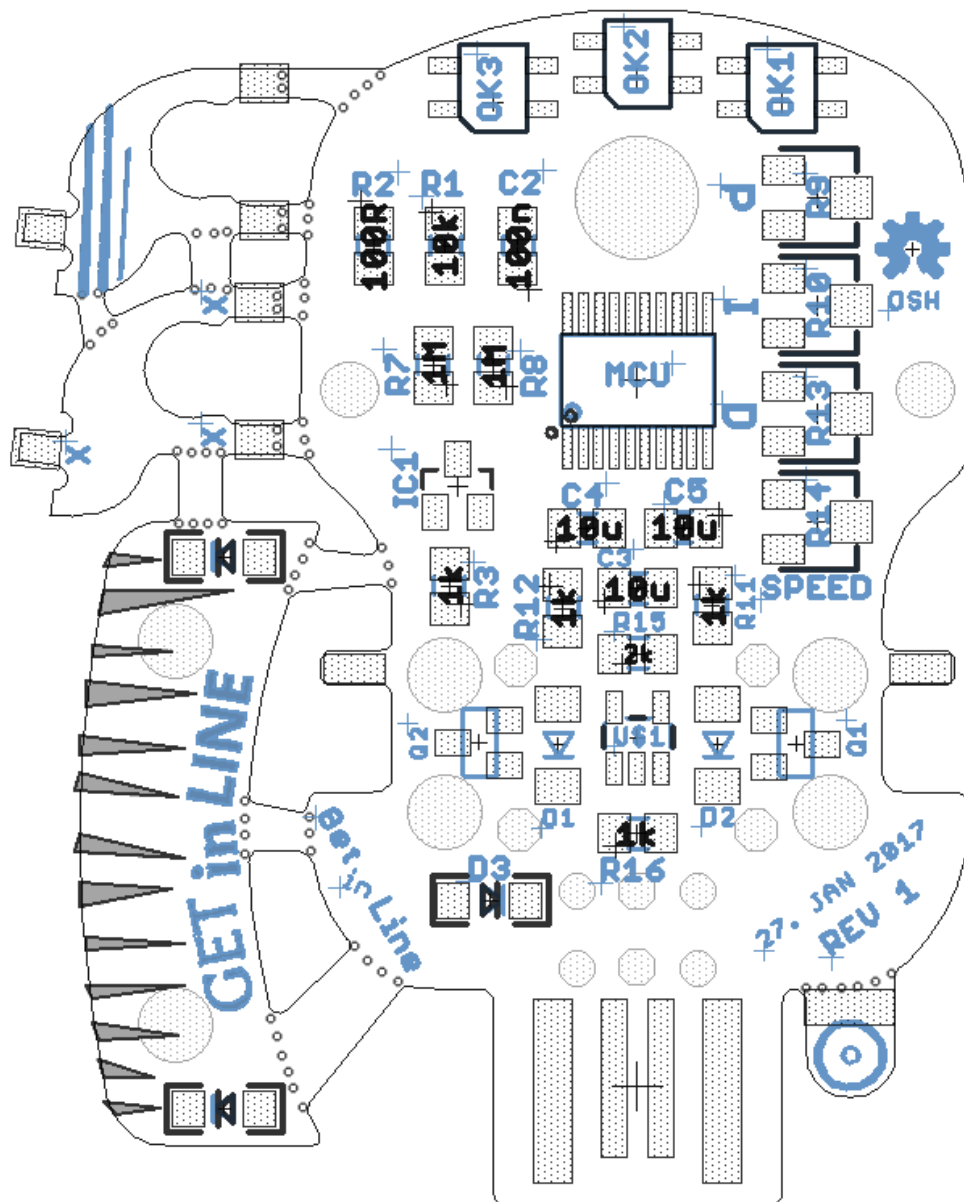
Komponenten



Stückliste

Komponente	Stückzahl	Bezeichnung
Platine	1	-
LiPo Akku, 150mAh	1	-
Kugellager – MR52ZZ	2	-
O-Ring	6	-
Motor	2	-
Schalter	1	SW1
Trimmer Potentiometer (5k)	4	R9, R10, R13, R14
Sensor QRE1113	3	OK1, OK2, OK3
NPN Transistor MMBT2222A	2	Q1, Q2
Diode 1N4148	2	D1, D2
3.3V Längsregler (LDO) XC6206P332	1	IC1
Widerstand, 1k	4	R3, R11, R12, R16
Widerstand, 10k	1	R1
Widerstand, 1M	2	R7, R8
Widerstand, 100R	1	R2
Widerstand, 2k	1	R15
Kondensator, 100nF	1	C2
Kondensator, 10uF	3	C3, C4, C5
LED	3	D3, D4, D5
Mikrocontroller STM32F03F4P6	1	MCU
LiPo Charger TP4054	1	U\$1

Bestückungsplan

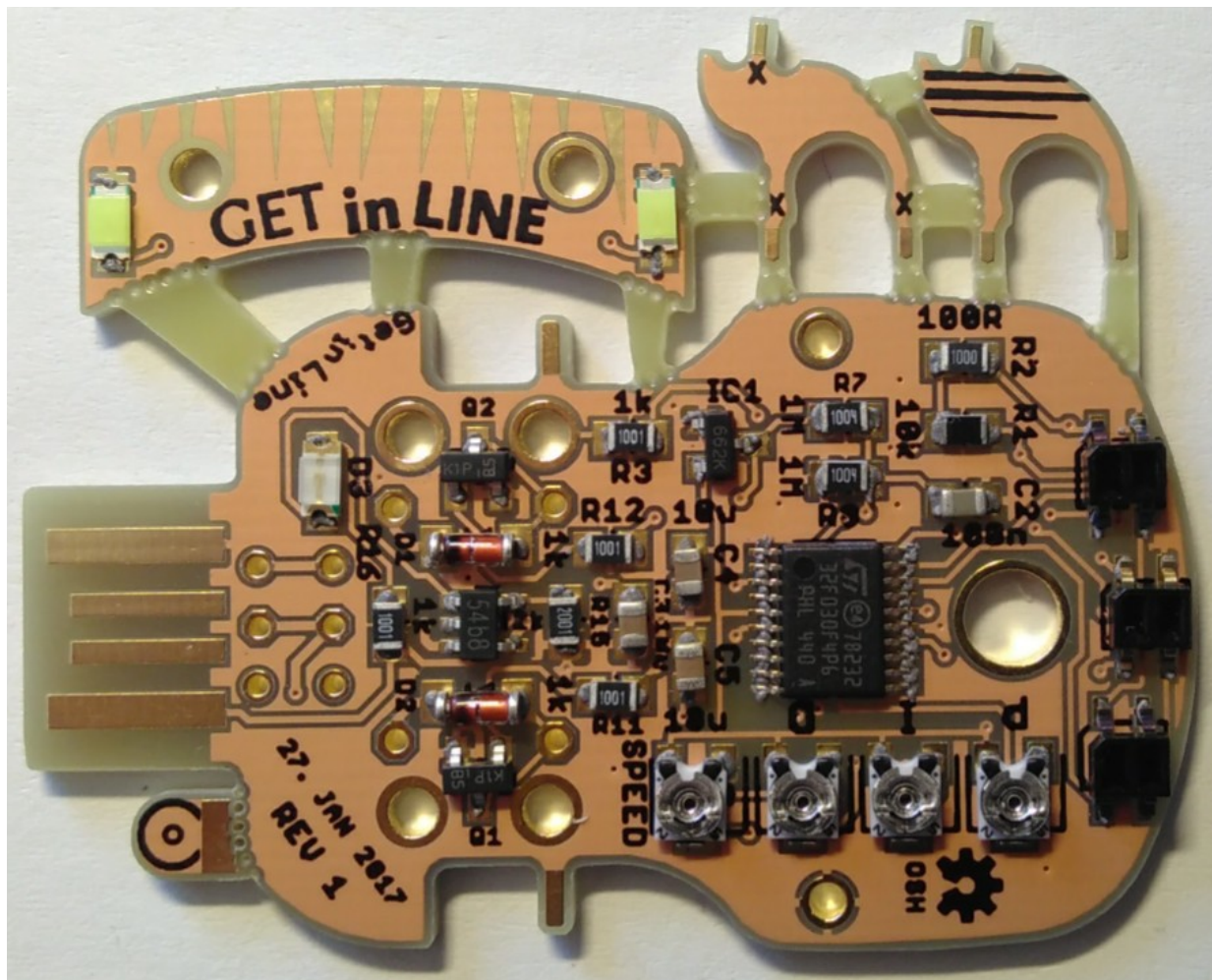
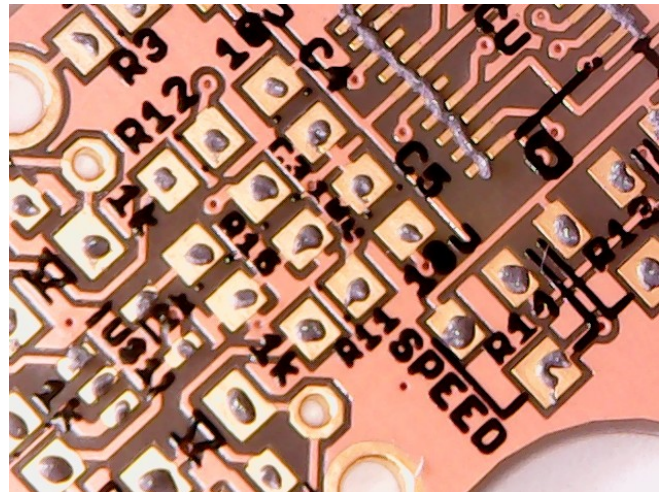


Löten der Komponenten

Die Komponenten können entweder mit dem LötKolben und Lötzinn oder mit Lötpaste und Heizplatte gelötet werden ('Reflow Löten'). Die Lötspitze des LötKolbens sollte nicht mehr als 1mm Spitzendurchmesser haben.

Beim Auftragen der Lötpaste sollte immer möglichst wenig aufgetragen werden ausser bei grossen Löt pads. Im Bild rechts ist die optimale Menge appliziert.

Achtung: den Schalter sowie den Akku noch nicht einlöten.

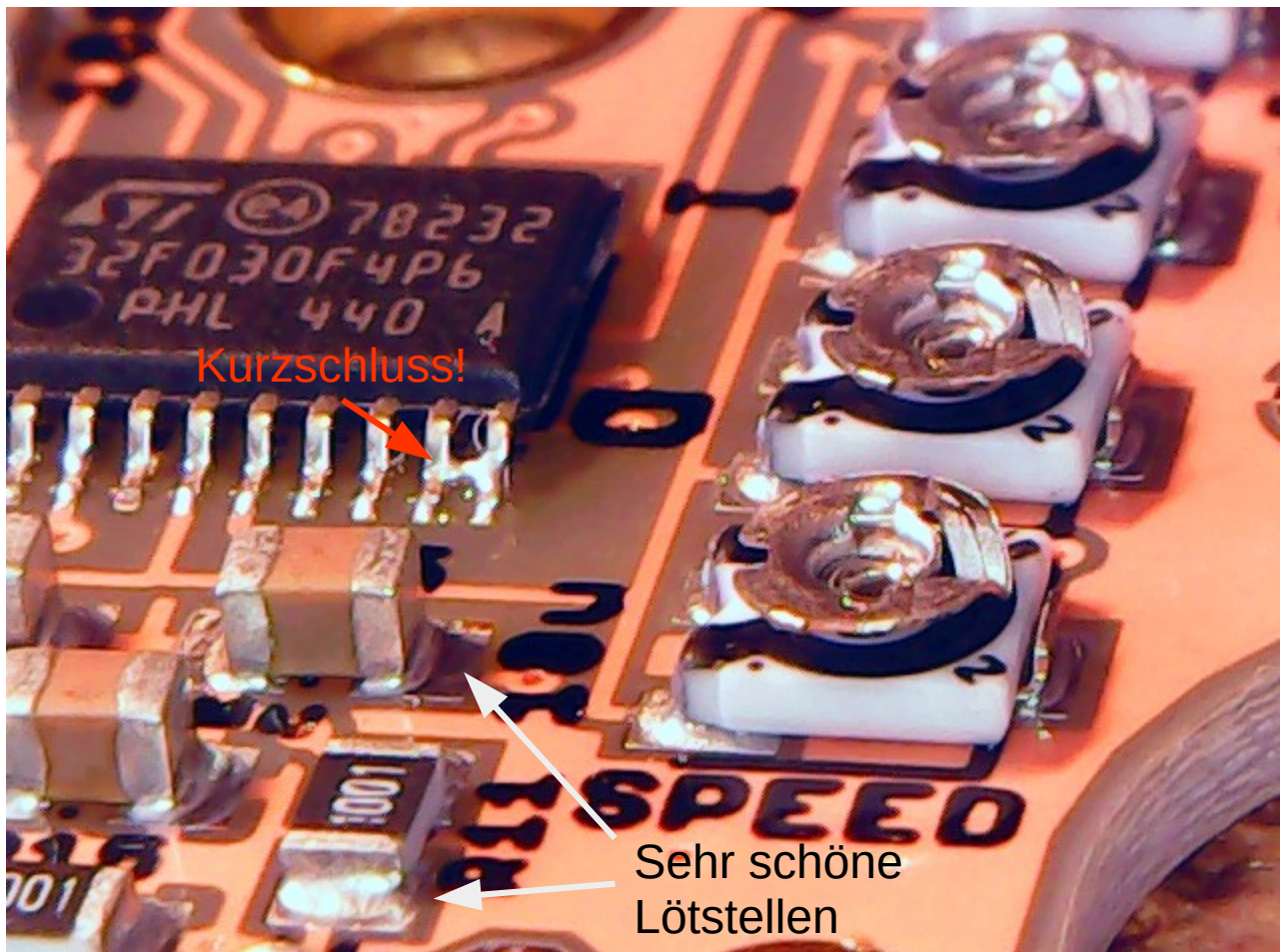


Fertig bestückter Print vor dem Reflowlöten

Inspektion

Nach dem Löten müssen die Lötstellen kontrolliert und auf Kurzschlüsse geprüft werden. Für die grösseren Lötstellen auf der Platine sind schlechte Lötstellen von blossen Auge sichtbar, eine Lupe kann aber nützlich sein.

Die eher kleineren Beinchen vom LiPo Charger und vor allem vom Mikrokontroller (MCU) sollten dann aber doch unter einem Mikroskop mit zwanzig-facher Vergrösserung inspiziert werden.

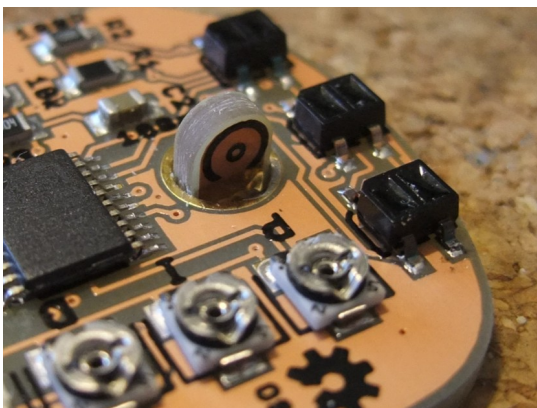


Roboter Montage

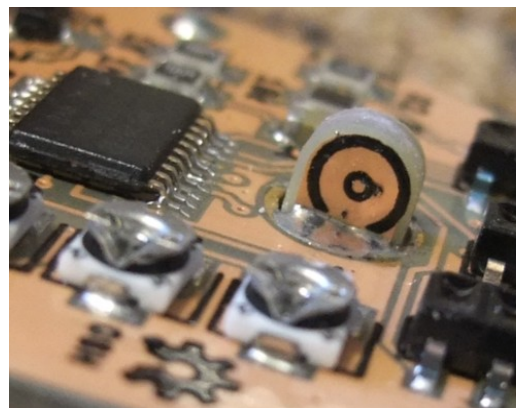
Bitte jeden Abschnitt zuerst komplett durchlesen und erst dann ausführen um mühsames Entlöten oder gar Zerstörung des Prints zu vermeiden.

Als erstes müssen die einzelnen Teile der Platine **vorsichtig** auseinander gebrochen werden. Die feineren Stege knippst man am einfachsten mit einem feinen Seitenschneider möglichst nahe an der Hauptplatine durch. Die perforierten Stellen können auch gebrochen werden, dazu sollte man immer zwei Zangen verwenden um die dünnen Teile nicht zu verbiegen oder gar zu brechen. Die etwas unschönen Bruchstellen können gut mit einer Schlüsselfeile oder mit einem Messer nachbearbeitet werden.

Vorderrad einlöten: mit dem Print auf der Lötunterlage das Rad wie in den Bildern gezeigt ausrichten und mit viel Lötzinn einlöten. Dabei ist darauf zu achten, dass das Lötzinn sowohl das Loch wie auch das 'Rad' gut benetzt.

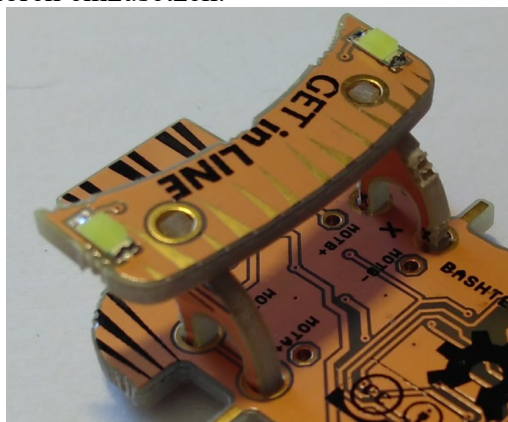
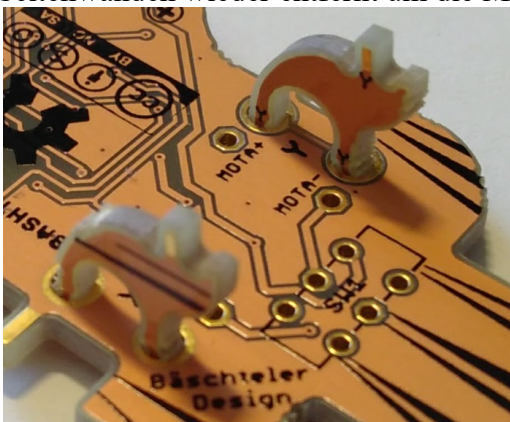


Vorderrad ausgerichtet...



...und gelötet

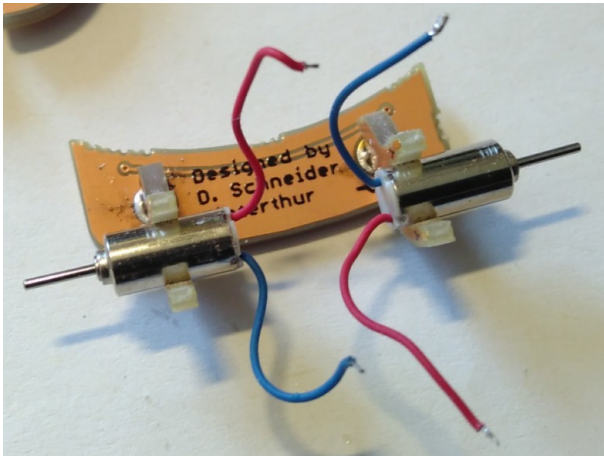
Spoiler Ausrichten: die beiden Seitenwände entsprechend den Markierungen X und Y einstecken und den Spoiler oben drauf montieren. Sobald alles schön passt kann der Spoiler von oben an die Seitenwände angelötet werden. Dabei ist es wichtig genügend lange mit dem Lötkolben zu heizen. **Die Seitenwände nicht mit der Hauptplatine verlöten!** Jetzt wird der Spoiler zusammen mit den Seitenwänden wieder entfernt um die Motoren einzusetzen.



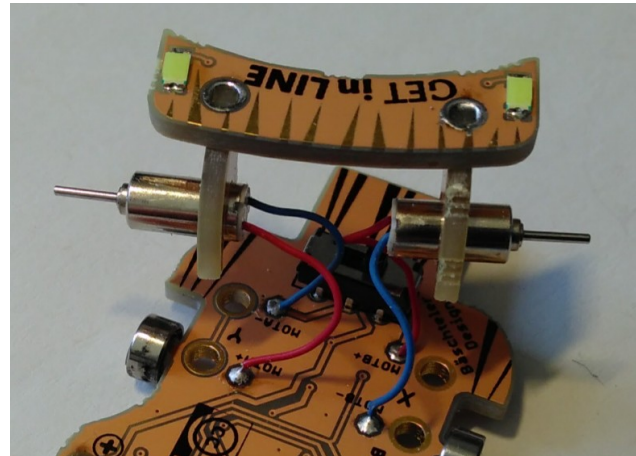
Positionieren der Seitenwände und des Spoilers

Schalter löten: der Schalter kommt auf die Oberseite, da wo der Print mit 'SW1' markiert ist.

Motoren einsetzen: die Kabel der Motoren auf eine Länge von ca. 2cm kürzen, abisolieren und verzinnen. Danach beide Motoren von aussen her in die Öffnungen der Seitenwände einschieben. Das benötigt etwas kraft. **Vorsicht:** die dünnen Beine der Seitenwände brechen leicht ab. Die Motoren vorerst etwa mittig platzieren und so drehen, dass die Kabel wie auf dem Bild gezeigt ausgerichtet sind (nicht an den kablern ziehen!). Jetzt können die Kabel eingelötet werden. Dabei die Polarität beachten: blau auf minus, rot auf plus, wie im rechten Foto.



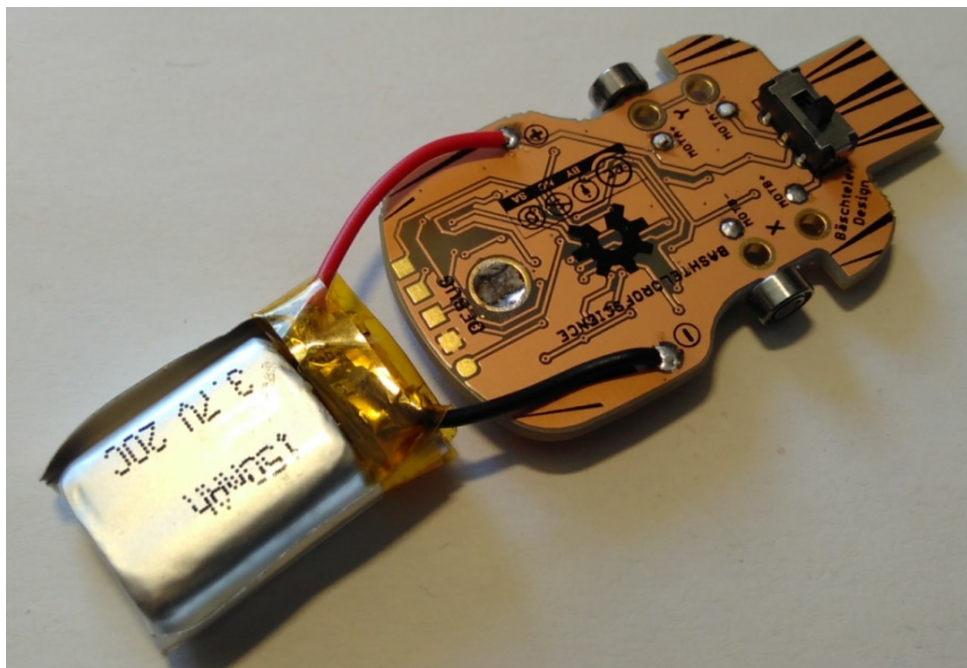
Motoren eingesetzt, Kabel ausgerichtet



und eingelötet

Akku löten: Den Schalter auf Position ‚Aus‘ stellen (wie im Foto unten). Den Akku mit der richtigen Polarität einlöten. Die Isolation am positiven Kabel erst kurz vor dem Lötens des Kabels entfernen, der Akku hat viel Leistung und kann bei Kurzschlüssen über die Platine auch Leiterbahnen schmelzen!

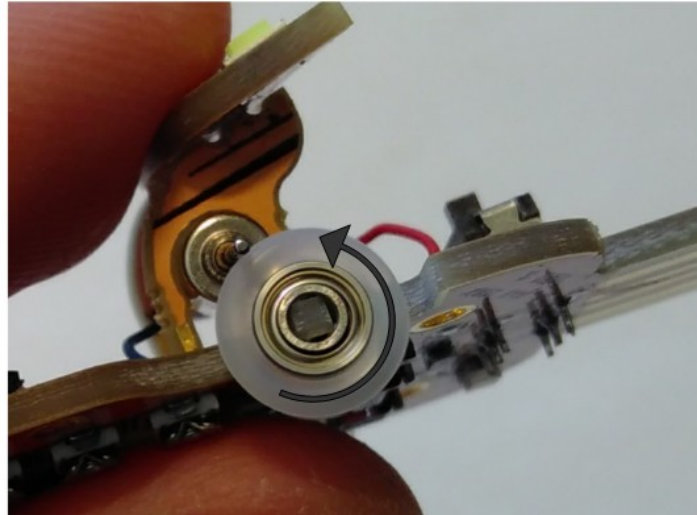
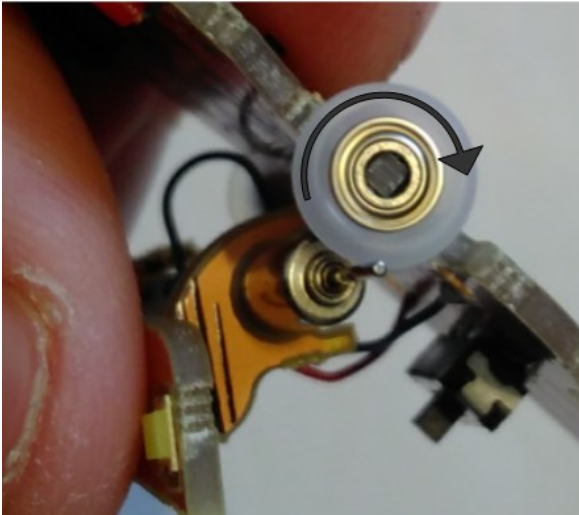
Kugellager einpressen: die beiden Kugellager können einfach mit etwas Kraftaufwand aufgesteckt werden und sollten dann gut halten. Allenfalls mit einem Zahnstocher ganz wenig Sekundenkleber auftragen.



Schalter und Akku angelötet, Kugellager aufgesetzt (Motoren fehlen auf dem Bild)

O-Ringe aufsetzen: aus den O-ringen zwei auswählen die möglichst keine Brauen auf der Lauffläche haben und auf die Kugellager aufsetzen. Brauen allenfalls mit einer Pinzette entfernen.

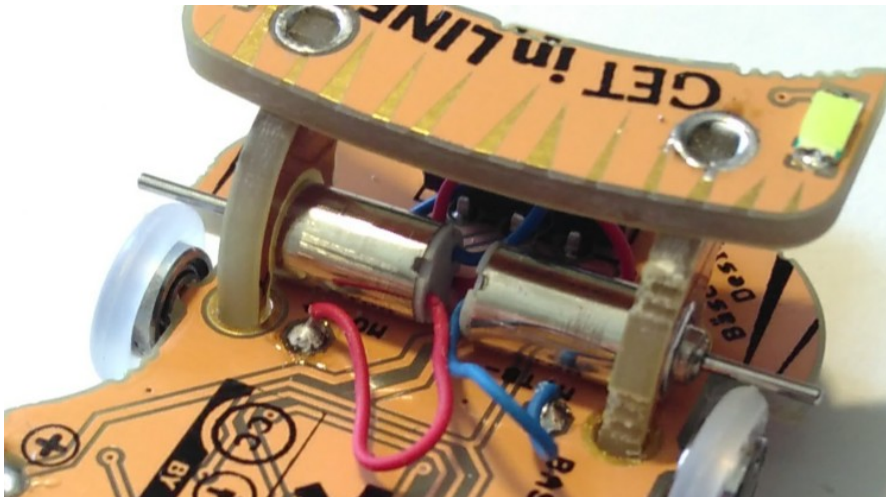
Drehrichtung prüfen: den Roboter einschalten und die Motoren von Hand leicht auf die O-ringe drücken. Die Drehrichtung der Räder muss so sein, wie es in den Abbildungen mit Pfeilen angedeutet ist. Der Roboter soll sich ja später vorwärts bewegen. Stimmt die Drehrichtung nicht müssen die Motoranschlüsse andersrum gelötet werden.



Motortest: Drehrichtungen

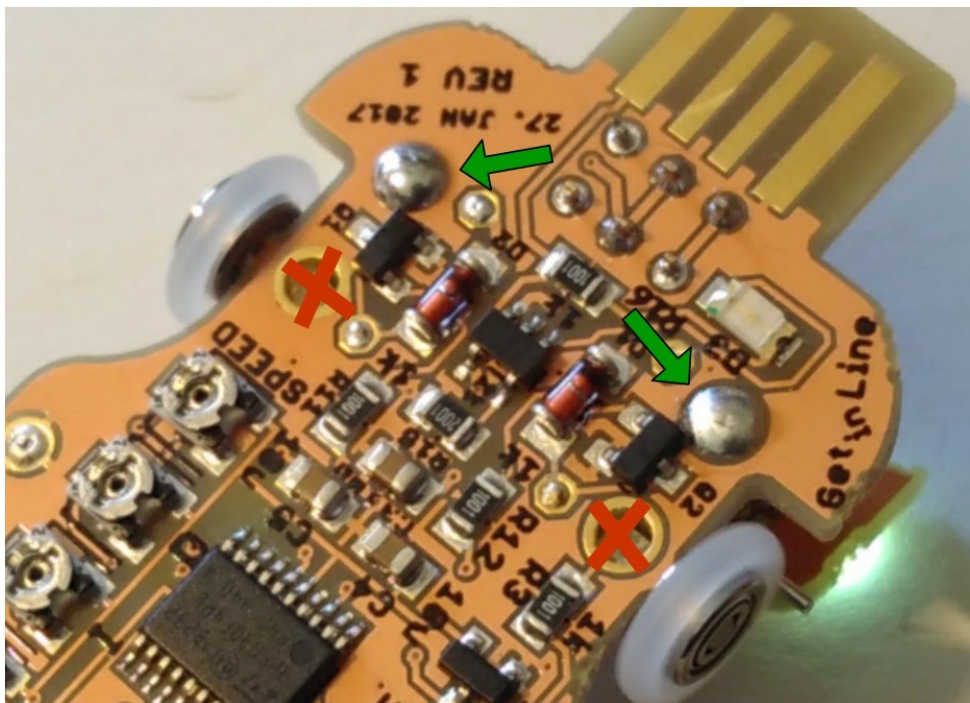
Motoren ausrichten: Die Motoren werden in den Seitenwänden so ausgerichtet, dass sie aussen bündig sowie gerade und auf einer Linie sind (siehe Foto). Die Motorkabel alle nach aussen biegen, damit sie beim Einsetzen nicht unter die Motoren zu liegen kommen. Jetzt kann die Motoreinheit eingesetzt werden. An dieser Stelle ist es wichtig, die Anpresskraft der Motoren auf die O-Ringe möglichst gut einzustellen. Kleine Korrekturen sind zwar später noch möglich aber je besser die Motoreinheit vor dem Verlöten ausgerichtet ist, desto besser funktioniert am Ende der Roboter. Die Motoren müssen auf der Platine aufliegen.

Einstellen der Anpresskraft: dieser Schritt ist **entscheidend damit der Roboter gut funktioniert**. Wenn die Motoreinheit richtig sitzt kann die Anpresskraft durch kippen eingestellt werden. Die Kraft sollte so gering wie möglich sein aber nicht so, dass beim Stoppen des Rads von Hand der Motor durchdreht und nicht so stark, dass der Motor nach dem Stoppen nicht selbständig wieder anläuft. Wenn die Motoren auf einer Linie ausgerichtet wurden sollte es möglich sein, beide Seiten gleichzeitig auszurichten.



Anpressdruck gut eingestellt

Seitenwände Löten: mit laufenden Motoren den Roboter vorsichtig mit dem Spoiler nach unten auf die Lötunterlage legen. Die Anpresskraft noch einmal überprüfen (Räder stoppen). Die beiden Lötstellen die mit grünen Pfeilen Markiert sind löten (eventuell grössere Lötspitze benutzen) und dabei **möglichst keine Kraft aufwenden**, ansonsten wird die Motoreinheit verschoben und muss wieder ausgerichtet werden. **Achtung:** werden auch die Lötstellen mit den roten Kreuzen gelötet, ist ein erneutes Ausrichten der Motoren schwierig. Beim Löten genügend Lötzinn verwenden und mindestens 5 Sekunden aufheizen. Beim Löten der zweiten Seitenwand sollten die beiden LEDs auf dem Spoiler anfangen zu leuchten.

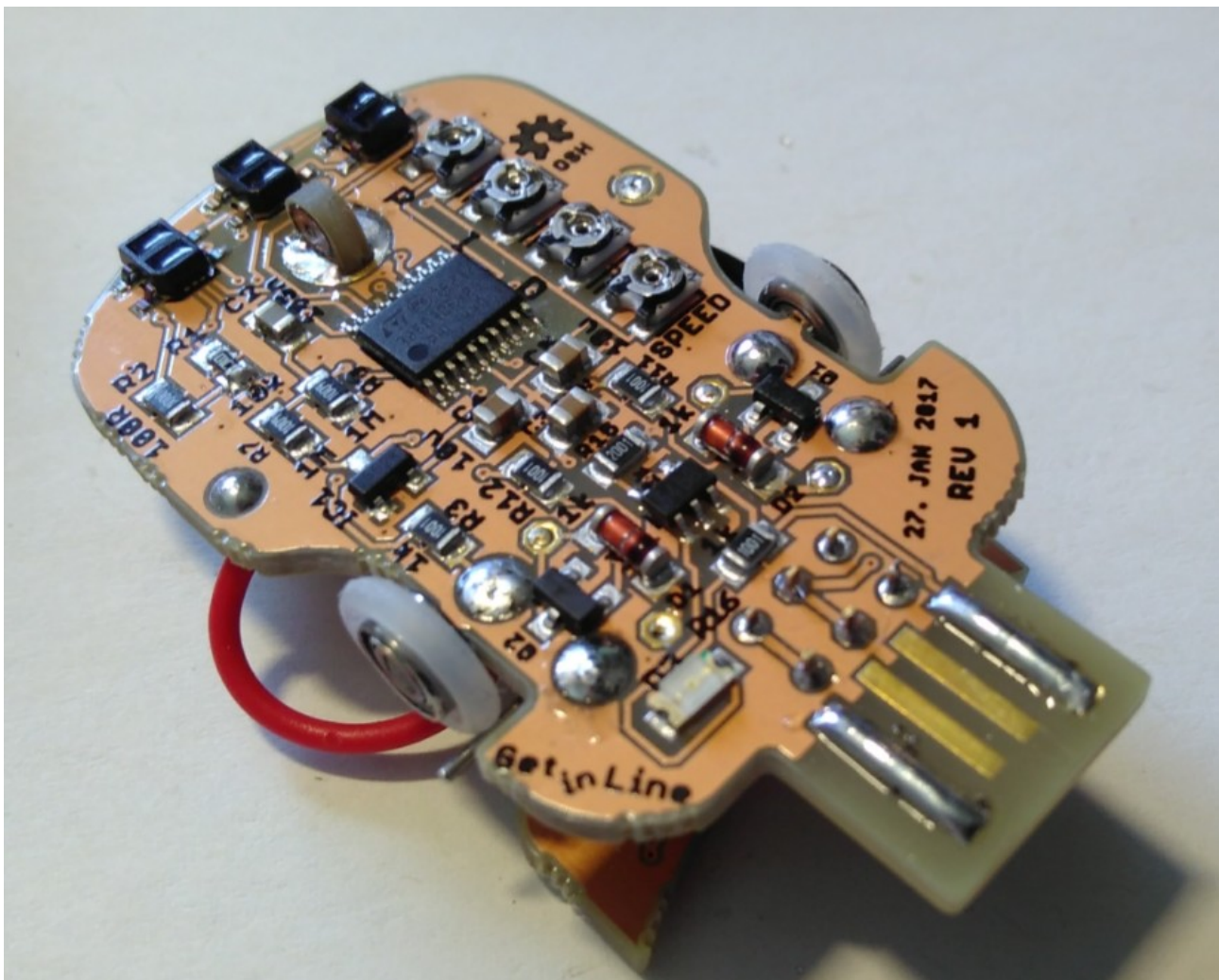


Seitenwände gelötet und die LEDs leuchten bereits

Erste Testfahrt: Jetzt kannst du den Akku richtig platzieren und schon kannst los gehen mit der ersten Testfahrt. Schalte den Roboter aus und setze ihn auf eine Teststrecke. Bei jedem Einschalten

werden die Sensoren automatisch kalibriert. Wenn alles gut funktioniert und kein weiteres Ausrichten der Motoren nötig ist können nun auch noch die anderen beiden Lötstellen der Seitenwände gelötet werden.

Letze Anpassungen: wenn alles ok ist, kannst du jetzt die zweite Lötstelle der Seitenwände verlöten. Auch hier wieder genügend Zinn verwenden und mindestens 5 Sekunden heizen. Die Anpresskraft kann nun noch folgendermassen Feinjustiert werden: mit einem kleinen Schraubenzieher (nicht mit der Pinzette!) auf den Motor drücken, bis die Anpresskraft stimmt. Achtung: nicht auf die Kabel drücken, diese können schnell reißen. Den Akku klebt man am besten mit doppelseitigem Klebeband fest oder mit etwas Heissleim. Damit das Aufladen am USB-Port gut funktioniert müssen noch die beiden äusseren Pads vom USB-Stecker dick verzinnt werden.



Fertig zusammengebauter Roboter

Einstellen der Regelung

Mit allen Potentiometer auf Mittelstellung fährt der Roboter eigentlich schon ganz gut. Man kann die Regelung aber auch noch optimieren damit der Roboter möglichst schnell oder möglichst ruhig fährt.

Die Potentiometer sind mit P, I, D und SPEED angeschrieben.

P: Proportional Anteil des Reglers - Gegensteuer bei Abweichung vom Sollsignal. Zu hoch und der Roboter oszilliert mit schnellen Schwenkern. Wenn der Wert zu tief ist übernimmt der Integral Anteil die Regelung und der Roboter 'schlängelt' über den Pfad.

I: Integralanteil des Reglers - die Regelabweichung wird aufsummiert um kleine Fehler zu korrigieren, auf die der proportionale Anteil zu wenig reagiert.

D: Differentialanteil des Reglers - dieser beugt Übersteuerungen vor und dämpft Oszillationen etwas indem er kurzfristig dem Integralanteil entgegenwirkt.

SPEED: das "Gaspedal". Ist die Geschwindigkeit zu tief eingestellt, fährt der Roboter gar nicht oder bleibt dauernd stehen. Zu hohe Geschwindigkeiten bereiten dem Regler mühe und in den Kurven schießt er aus der Bahn - der Roboter hat keine Bremse! Für eine ruhige Fahrt sollte die Geschwindigkeit so tief wie möglich eingestellt sein.

Appendix: SMD Bauteilgehäuse

SMD Komponenten kommen in hunderten von verschiedenen Gehäusen. Viele davon sind Genormt aber diverse Hersteller haben auch noch ihre eigenen Varianten davon, als Beispiel sei hier der Sensor QRE1113 von ON-Semiconductor (früher Fairchild) angeführt, der ein Spezialgehäuse gepackt ist.

Gehäuse von Widerständen, Kondensatoren und LEDs sowie weitere zweipolige Komponenten werden mit der Grössenangabe in hundertstel Zoll angegeben. Gängige Bauteilgrössen in Absteigender Reihenfolge sind 1210, 1206, 0805, 0603, 0402 und 0201. Bis zur Grösse von 0603 kann gut von Hand gelötet werden, 0402 geht gerade noch unter dem Mikroskop und bei 0201 wird's eher knifflig, ist aber nicht unmöglich. Die hier verwendeten Widerstände und Kondensatoren sind in der Grösse 0805 (0.08x0.05 Zoll oder 2x1.27mm) und die LEDs sind in 1206 Gehäusen untergebracht.

Symmetrische Bauteile die eine Ausrichtung benötigen haben immer eine Kennzeichnung an einem der Anschlüsse. Fast ausnahmslos ist Pin eins mit einem Punkt oder einer angeschrägten Ecke oder Kante markiert. Bei LEDs ist häufig die Kathode mit einem grünen Punkt markiert oder man findet ein Symbol auf der Unterseite (oder beides). Bei asymmetrischen Bauteilen ist die Ausrichtung ohnehin klar und eine Markierung ist optional.

Widerstände

Bei Widerständen gibt es bei SMD Bauteilen im Gegensatz zur bedrahteten Version keine Farbcodes mehr. Stattdessen ist der Widerstandswert in Zahlen aufgedruckt. Dabei bezeichnen die ersten Ziffern den Widerstandswert und die letzte Ziffer die Zehnerpotenz. Für die hier abgebildeten Widerstände bedeutet dies:

$$1000 \rightarrow 100 \cdot 10^0 = 100\Omega$$

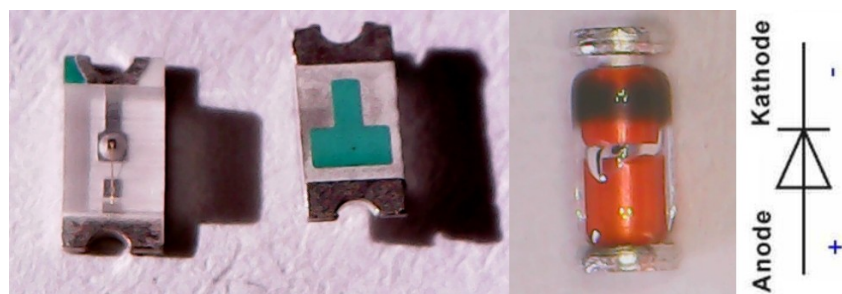
$$2001 \rightarrow 200 \cdot 10^1 = 2000\Omega = 2k\Omega$$

$$1004 \rightarrow 100 \cdot 10^4 = 1000000\Omega = 1M\Omega$$



LED/Dioden

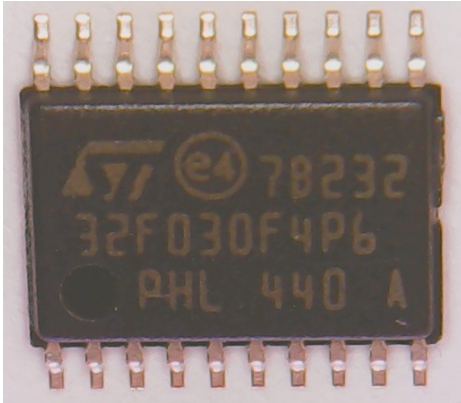
Dioden haben wie immer eine Markierung auf der Kathodenseite. Im allgemeinen ist dies eine Linie, kann aber auch ein Punkt sein. Bei LEDs gibt es oft (zusätzlich) ein 'Dreieck' Symbol auf der Unterseite, welches das Dreieck im Diodensymbol repräsentiert. Im nachfolgenden Bild ist die Kathode jeweils oben.



LED im 1206 und Diode im SOD80 Gehäuse

Mikrokontroller (MCU)

Als Beispiel für ein symmetrisches Gehäuse sei hier der verwendete Mikrokontroller STM32F03F4P4 angeführt. Die Gehäusebezeichnung ist TSSOP20.

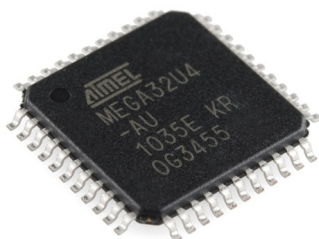


Pin 1 ist mit einem Punkt markiert

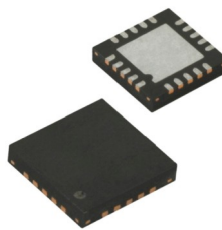
Weitere Typische Gehäuseformen

Es gibt wie bereits erwähnt eine Vielzahl von Gehäusetypen. Sehr einfach zu löten und hauptsächlich für Transistoren, Diodenarrays und LDOs verwendet ist die Bauform SOT23. Dieses gibt's auch mit fünf Beinchen, das nennt sich dann SOT23-5.

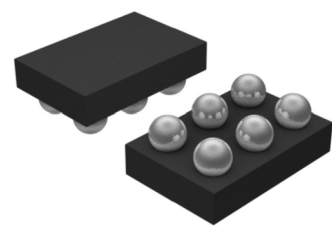
Von den Arduino's kennt man das sehr weit verbreitete TQFP Package, das dem TSSOP gehäuse ähnlich ist, jedoch einen grösseren Pinabstand (=pitch) hat (0.5mm vs. 0.4mm). Eher schwieriger zu löten sind dann die moderneren Gehäuse ohne Beinchen: QFN oder noch kleiner: BGA. Diese können mit einem Lötkolben kaum oder gar nicht gelötet werden, mit Lötpaste und reflow-löten sind diese aber auch von Hand zu schaffen wenn man eine Lötpastenschablone benutzt.



TQFP



QFN



BGA