



electronicsplanet.ch

Elektronik

Grundlagen
 Spannungsteiler
 Widerstandsreihen
 Widerstandsfarbcodes
 Farbcodes Quiz
 Servos
 Standard Transistoren
 Steckerbelegungen
 Elektronik Bücher
 EMV Lektion 1
[Elektronik Forum](#)

Projekte

Schaltungssammlung
 CD Laser ersetzen
 Servo Hacking
 Meine Roboter

Sourcecode Beispiele

ATmega8 ADC
 ATmega8 Timer0
 ATmega8 Timer1
 ATmega8 Ext. Int.
 ATmega16 Timer0
 ATmega16 Timer1
 ATmega16 ADC
 ATmega16 Ext. Int.
 ATmega32 Timer0
 ATmega32 Timer1
 ATmega32 ADC
 ATmega32 Ext. Int.
 AVR Tutorial C

Sonstiges

Feedback
 Würfelaugen

Servohacking Tutorial PWM Version

Dieses Tutorial führt Schritt für Schritt durch den **Servo Hack** für eine Ansteuerung mit PWM.



Achtung! Ein gehackter Servo kann nach diesem Tutorial nicht mehr für seine ursprüngliche Funktion als Servomotor eingesetzt werden. Der Umbau kann nicht rückgängig gemacht werden!

Die Bilder in diesem Tutorial können durch anklicken vergrößert betrachtet werden.

Schritt 1: Öffnen des Gehäuses

Mit einem kleinen Kreuzschlitzschraubenzieher wird die Schraube, die das Servokreuz festhält, entfernt.



Ist die Schraube entfernt, kann das Kreuz von Hand abgenommen werden. Schraube und Kreuz werden vorerst nicht mehr benötigt und beiseite gelegt.



Auf der unteren Seite des Servos befinden sich vier kleine Schrauben.



Diese werden ebenfalls mit einem Kreuzschlitzschraubenzieher entfernt



Nun kann die Bodenplatte abgenommen werden. Darunter kommt die untere Seite der Servoelektronik zum Vorschein. Schrauben und Bodenplatte werden vorerst nicht mehr benötigt und beiseite gelegt.



Der Deckel des Gehäuses kann nun auch abgenommen werden. Darunter kommt das Getriebe zum Vorschein.



Der Deckel wird vorerst nicht mehr benötigt und beiseite gelegt.



Schritt 2: Zerlegung des Getriebes

Wer sich mit dem Servogetriebe noch nicht auskennt, macht sich am besten zuerst mit seiner Funktionsweise vertraut und betrachtet, wie die Zahnräder ineinander greifen.



Es wird empfohlen, die Zahnräder nicht bei geöffnetem Deckel zu drehen. Da die Achsen oben nicht fixiert sind, können die Zahnräder nicht schön ineinander greifen, was bei der Drehung zu Beschädigung führen kann.



Das Getriebe ist mit einer meist weissen Paste geschmiert.

Es soll darauf geachtet werden, dass möglichst wenig dieser Paste verloren geht.



Zuerst wird das Doppelzahnrad oben in der Mitte entfernt.



Anschliessend können das Doppelzahnrad links und das Endachsenzahnrad rechts entfernt werden.



Zum Schluss werden das Doppelzahnrad unten in der Mitte und die beiden Achsen aus Metall entfernt.

Die Zahnradteile werden beiseite gelegt.



Schritt 3: Entfernen der Elektronik

Wir betrachten die Zwischenwand, die durch das entfernen des Getriebes frei geworden ist: Links sehen wir den Motor. Rechts, die Achse des Potentiometers. Dieses Potentiometer ist immer irgendwie auf der Zwischenwand fixiert. Diese Fixierung gilt es zu lösen. Folgende verschiedene Situationen gibt es:

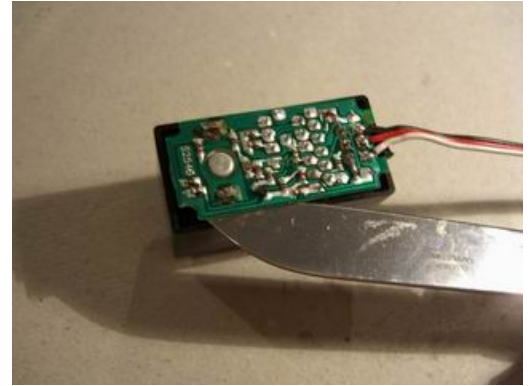
- Das Poti ist mit einer Sechskantmutter festgeschraubt.
- Das Potentiometer ist von unten mit Widerhaken eingeklinkt.
- Das Potentiometer ist von unten mit Widerhaken eingeklinkt und mit soliden Metallsteifen mit der Servoelektronik verbunden.

Beim hier abgebildetem Servo (Futaba 3003) handelt es sich um die letzte Variante. Im jetzigem Stadium können wir noch nicht zwischen den beiden letzten Varianten unterscheiden. Ist von Oben her eine Mutter zu sehen,

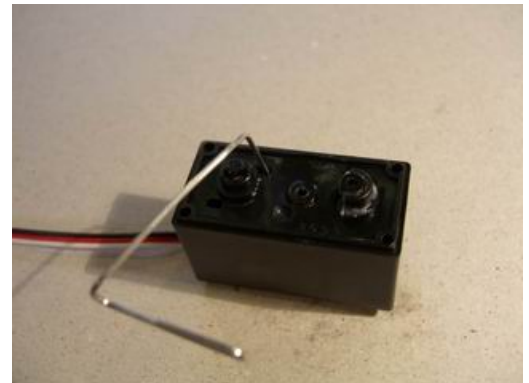


handelt es sich um die erste Variante, und man kann das Poti lösen, indem man diese Mutter wegschraubt.

Falls es sich um die zweite oder dritte Variante handelt: Versuchen Sie VORSICHTIG die Servoelektronik von unten herauszuziehen. Dazu kann ein Messer zum Heraushebeln verwendet werden. Ist das Potentiometer nach der zweiten Variante befestigt, kann die Elektronik einfach herausgezogen werden. Lösen sie die Widerhaken von der Seite auf der sich das Poti befindet und ziehen sie das Poti heraus. Lässt sich die Platine nicht einfach herausziehen, ist das Potentiometer nach der dritten Variante befestigt.



Falls es sich um die dritte Variante handelt: Dies ist die schwierigste Variante, da die Widerhaken gelöst werden müssen, bevor die Elektronik entfernt werden kann. Lösen Sie die Widerhaken mit einem spitzen Gegenstand durch die kleinen Löcher in der Zwischenwand. Dies ist nicht ganz einfach. Indem man die Potiachse mit dem Finger herunterdrückt, kann man verhindern, dass die Haken wieder einschnappen. Das nächste Bild zeigt die Widerhaken von unten, was das Lösen etwas vereinfacht. Wer bereits etwas Erfahrung im Servohacking hat, kann erahnen, welche Lötstellen zum Potentiometer gehören. In dem Fall kann man natürlich das Potentiometer entlöten bevor man die Platine entfernt.



Die Widerhaken sind auf der rechten Seite, ober- und unterhalb des Loches.



Wurden die Widerhaken gelöst, kann auch bei der dritten Variante die Elektronik aus dem Gehäuse entfernt werden. Die Elektronik kann beiseite gelegt werden.



Schritt 4: Überprüfen der Endachse ohne Potentiometer

Im umgebauten Servo wird das Potentiometer nicht mehr vorhanden sein. Jetzt geht es darum, zu testen, ob die Endachse auch ohne Potentiometer das Endachsenzahnrad

führen kann.

Das Endzahnrad wird auf die Achse aufgesetzt. Es muss überprüft werden, ob die Achse auch ohne Potentiometer dem Zahnrad halt gibt. Das Zahnrad muss auch ohne Potentiometer fest auf der Achse sitzen und darf keinen Spielraum haben.



Der Deckel wird aufgesetzt und das Zahnrad wird von Hand gedreht. Es darf sich ausser in der Drehachse in keinem Freiheitsgrad bewegen lassen. Weder Verschiebung, noch Drehung. Es ist normal, dass sich das Zahnrad nur in einem beschränkten Winkel drehen lässt, da der mechanische Endanschlag noch nicht entfernt wurde.

Wird festgestellt, dass das Zahnrad nicht sauber geführt wird, hatte das Potentiometer eine Achsführende Funktion. In dem Fall ist der Servo möglicherweise nicht zum hacken geeignet. Als Notfallmassnahme kann man versuchen, den Umbau in der Variante mit Potentiometer durchzuführen. Lesen Sie in diesem Fall bitte am Ende dieser Seite weiter. Öffnen Sie den Deckel und entfernen sie das Endzahnrad. Legen sie das Gehäuse und den Deckel wieder beiseite.



Schritt 5: Entfernung des mechanischen Anschlages am Endachsenzahnrad

Auf diesen drei Bildern ist der mechanische Anschlag zu sehen, der für den beschränkten Drehwinkel des Endzahnrades verantwortlich ist. Es handelt sich dabei um das vorstehende Stück, welches auf den ersten beiden Bildern rechts und auf dem dritten Bild links zu sehen ist. Dieser Anschlag muss entfernt werden.



Viele Servohackinganleitungen weisen an, den Anschlag

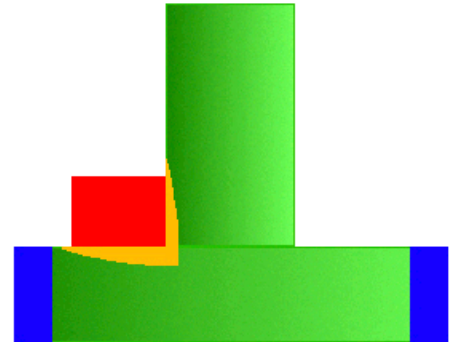
abzufeilen. Dies funktioniert zwar, führt jedoch zwangsläufig zu einer Beschädigung des Zahnrades, welche sich auf die Gleichmässigkeit der Drehbewegung auswirkt. Damit ein ungehindertes Drehen des Servos garantiert ist, muss der Anschlag bis auf Höhe der Zähne entfernt werden. Wenn möglich sogar etwas tiefer. Dabei wird die Feile zwangsläufig die Zähne des Zahnrades mit abfeilen. Selbst wenn man den Anschlag nur bis auf Zahnradhöhe abfeilen will und nicht tiefer, wird die Feile die Zähne berühren und verformen. Die Zähne werden beim Feilenkontakt nicht nur kleiner, was nicht so schlimm wäre, sondern sie werden auch verformt. Dies hat sichtbare Auswirkungen auf die Qualität der Getriebefunktion. Also Finger weg von der Feile.



Stattdessen sollte der Anschlag mit einer Klinge weggeschnitten werden. Dabei wird die Klinge wie eine Säge hin und her bewegt. Beim Futaba 3003 hat dies problemlos funktioniert. Gibt es Schwierigkeiten, sollte man sich nach einer schärferen Klinge umschauen und sie eventuell über einer Flamme erhitzen. Die Klinge sollte die Zähne des Rades nicht berühren.



Es sollte problemlos möglich sein, den Anschlag unter das Höhniveau der Zähne abzuschaben. Auch an der Achse darf nichts mehr vorstehen. Am besten wird sogar ein Stück von der Achse mit abgeschabt. Dieses Bild zeigt den Querschnitt durch das Zahnrad. Rot ist die Fläche des Anschlages, die unbedingt entfernt werden muss. Um ein 100%-ig sauberes drehen der Achse zu garantieren, muss auch die orange Fläche entfernt werden. Die Zähne (blau) müssen dabei jedoch unberührt bleiben.



Sollte sich der Plastik nicht schneiden lassen, wird es schwierig. Dem Autor dieses Tutorials ist dieser Umstand noch nie begegnet. Vermutlich lässt sich der Anschlag mit einem spitzen Seitenschneider wegknipsen. Anschliessend müssen leider doch mit einer Feile die immer noch vorstehenden Reste abgefeilt werden. Am besten wird vermutlich eine halbrunde Miniaturfeile verwendet, da mit einer solchen der Zahnradkontakt weitgehend verhindert werden kann.

Schritt 6: **Überprüfen der Endachse ohne mechanischen Anschlag**

Das Zahnrad wird wieder auf das Servogehäuse aufgesetzt und der Deckel wird geschlossen.



Von Hand wird die Endachse gedreht. Sie muss sich jetzt um 360 Grad drehen lassen. Dabei darf kein Widerstand spürbar sein. Wenn man spürt, dass das Drehen an gewissen Stellen mehr Kraft benötigt, ist das ein Zeichen dafür, dass der Anschlag nicht sauber entfernt wurde und an seinem Gegenstück am Gehäuse ansteht. In diesem Fall

muss nochmals nach Querschnittzeichnung der Anschlag verkleinert werden.

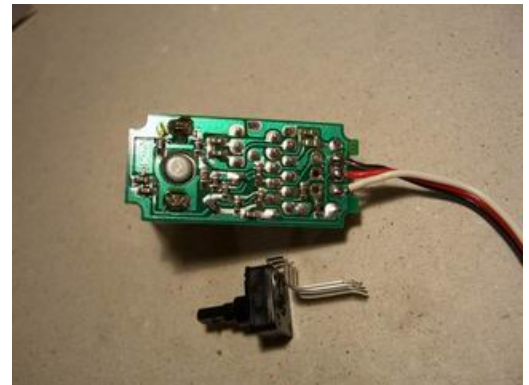


Schritt 7: Modifikation der Servoelektronik

Als nächstes wird die ausgebaute Servoelektronik benötigt.



Mit Lötcolben und Entlötwerkzeug wird das Potentiometer entfernt.
Das Potentiometer muss durch zwei Widerstände ersetzt werden. Die Widerstände müssen einen Spannungsteiler mit dem Verhältnis 0,5 bilden. Beide Widerstandswerte addiert sollten etwa so gross sein, wie der Widerstandswert des Potentiometers. Es kann sinnvoll sein, Präzisionswiderstände zu verwenden, da so eine exakte Mittelstellung des Potentiometers simuliert wird.



a) Standardlösung:
Zwei Widerstände werden zueinem Widerstandsnetzwerk zusammengelötet

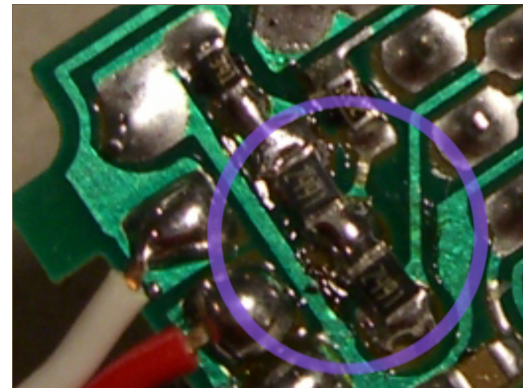


Die Widerstände werden -wie auf dem Bild zu sehen- dort eingelötet wo vorher das Potentiometer war.



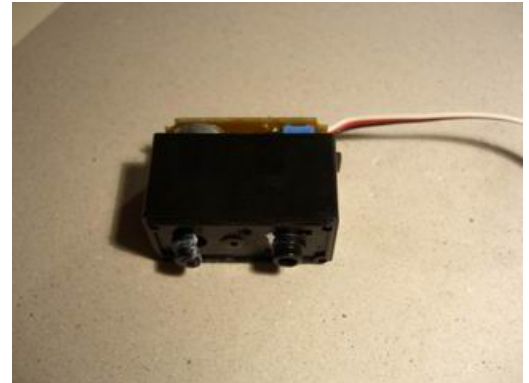
b) Profilösung:

Der fortgeschrittene Elektroniker realisiert den Spannungsteiler stilvoll mit zwei SMD-Widerständen, die auf die Lötungen des Potentiometers platziert werden. Dies erfordert jedoch, dass die Lötungen nahe zusammen liegen und das mittlere Lötauge zum Schleifkontakt des Potentiometers gehört. Wenn das Potentiometer mit Kabeln auf die Platine geführt wurde, sind diese Voraussetzungen nicht immer gegeben. Falls es -wie auf den Bildern zu sehen- mit verbunden war, ist diese Variante meistens möglich.



Schritt 8: Zusammenbau des Servos

Der Umbau ist somit abgeschlossen und der Servo kann wieder zusammengebaut werden. Zuerst wird die Servoelektronik eingesetzt.



Das Getriebe wird zusammengesetzt. Zuerst die Achsen und das untere, mittlere Zahnrad.



Anschliessend die beiden Zahnräder links und rechts.



Zum Schluss das Zahnrad oben in der Mitte.



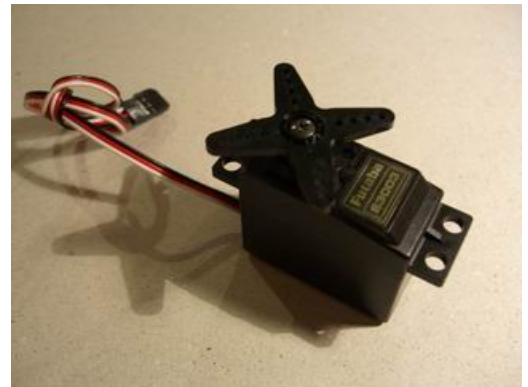
Der Deckel wird auf das Getriebe aufgesetzt.



Die Bodenplatte und das Servokreuz werden wieder festgeschraubt.



Was wie ein Servo aussieht ist nun in Wirklichkeit ein mit PWM steuerbarer Getriebemotor.



Ende des Tutorials.

Falls das Endzahnrad ohne Potentiometer nicht sauber geführt wird:

Bei Ihrem Servo hat das Potentiometer offenbar eine Achsenführende Funktion und kann nicht einfach so entfernt werden. Es geht nun darum, die 360 Grad-Drehung mit eingebautem Potentiometer zu realisieren. Dies ist ein Problem, das oft nicht einfach zu lösen ist. Es sollte in Betracht gezogen werden, den Servo wieder zusammenzubauen und ein anderes Modell auszuprobieren. Es gibt jedoch Möglichkeiten den Servo auch mit eingebautem Potentiometer um 360 Grad drehen zu lassen. Ziel ist es, das Endachsenzahnrad oder die Potentiometerachse so zu manipulieren, dass man das Zahnrad auf das Potentiometer aufsetzen und eine volle Umdrehung machen kann.

Die Potentiometerachse und das Zahnrad sind immer irgendwie ineinander verkeilt, so dass sich die Drehung vom Zahnrad auf das Poti überträgt. Diese Verkeilung muss aufgehoben werden.

Es gibt folgende Möglichkeiten:

- * Die Potentiometerachse so weit kürzen, dass das Zahnrad nicht mehr greifen kann.
- * Mit einem Bohrer die Öffnung des Zahnrades aufbohren, so dass das Potentiometer nicht mehr greifen kann. Der Bohrer sollte dabei wenig grösser sein, als die Potentiometerachse.

Welche Möglichkeit für Ihren Servo besser geeignet ist, liegt in Ihrem Ermessen. Falls Zweifel bestehen ob die Manipulation erfolgreich sein wird, sollte man das Risiko, den Servo zu zerstören nicht eingehen, ihn wieder zusammenbauen und einen anderen Servotyp ausprobieren. So hat man immerhin noch einen Funktionsfähigen Servo der für viele andere Zwecke eingesetzt werden kann.

Wurde eine Zahnradführung mit Poti erfolgreich realisiert, müssen die Potentiometeranschlüsse isoliert werden, damit sie keinen Kontakt zur Platine haben können. Anschliessend kann mit Schritt 5 der Anleitung weitergemacht werden.

Haben Sie sich entschieden den Servo nicht umzubauen, fahren sie mit Schritt 8 der Anleitung fort.