

useless machine



Version 4.1

Ein Bausatz von Mechanikum

Einleitung / Geschichte

Eine 'useless machine' dient keinem eigentlichen Zweck (deshalb auch 'Maschine ohne Zweck' genannt).

Bruno Munari, ein italienischer Künstler, begann in den 1930er Jahren damit, 'macchine inutili' zu bauen. Als Futurist der dritten Generation teilte er den ungehemmten Enthusiasmus für die Technik der vorangegangenen Generationen nicht. Vielmehr stellte er sich der Bedrohung einer Welt unter der Herrschaft von Maschinen entgegen, indem er Maschinen erfand die künstlerisch und vor allem unproduktiv waren. Welche Aktualität! Man denke an die Einflüsse der Digitalisierung auf unsere Arbeitswelt.

Dieser Bausatz enthält eine 'useless machine', deren einzige Funktion es ist, sich selber auszuschalten. Diese Spielart der 'useless machine' wurde erstmals 1952 von Marvin Minsky gebaut, während er an den Bell Labs¹ doktorierte. Später forschte er als Professor am MIT² und war ein Pionier auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz. Sein Mentor an den Bell Labs war Claude Shannon, ein Pionier der Informationstheorie. Fasziniert von der Idee baute er sich eine eigene 'useless machine' für seinen Schreibtisch. Von dort scheint sich das Konzept vor allem im Kreise von Informatikern, Tüftlern und Bastlern verbreitet zu haben. Inzwischen gibt es zahlreiche Varianten mit Mikrokontrollern.

Dieser Bausatz kommt mit einem reizvollen Minimum an elektrischen Komponenten aus. Und doch lernt man beim Zusammenbauen auf spielerische Art so einiges über Elektrotechnik!

¹ Forschungsabteilung der Telefongesellschaft AT&T (American Telephone and Telegraph Company)

² Massachusetts Institute of Technology

Kontakt

Mechanikum

Michael Kummer
Brandstrasse 59
8617 Mönchaltorf

Marcel Kummer
Chugelgässli 3
8627 Grüningen

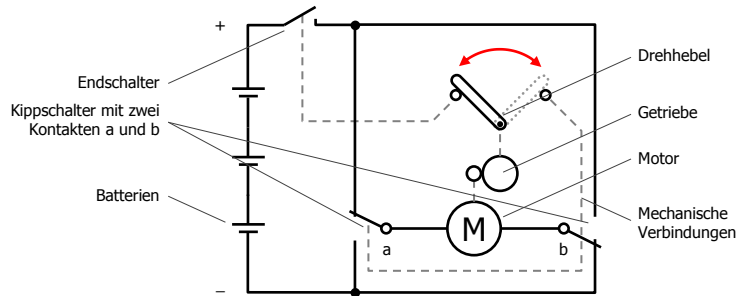
Besuche unsere Webpage für weitere Informationen, Produkte und Ideen.

www.mechanikum.ch

Sende uns deine Ideen und Anregungen, wir freuen uns darüber.

info@mechanikum.ch

Lösung der Denkaufgabe:



Der Endschalter wurde fälschlicherweise in die Speiseleitung vom Batteriepack her eingebaut statt nur in den linken Strompfad zum Motor. Nun fließt kein Strom mehr, sobald der Drehhebel den Endschalter betätigt.

Wenn du den Kippschalter manuell umlegst, dreht zwar die Polung des Motors. Dieser kann jedoch nicht mehr drehen, weil er ja auf dem Endschalter steht.

Aus einer Zwischenstellung heraus würde der Motor genau ein einziges Mal - beim Einlegen der letzten Batterie - laufen. Sobald er den Endschalter erreicht hätte, würde die Maschine für immer stehen bleiben...

So gesehen wäre dies eigentlich noch eine Steigerung der Idee 'useless machine'!

Produkt

Dieser Bausatz ist eine tolle Herausforderung für jugendliche und erwachsene Heimwerker mit Lötkenntnissen. Schritt für Schritt führt die Anleitung durch den Zusammenbau. Ein separates Kapitel widmet sich der Elektrotechnik, die im Bausatz steckt. Einfach verständliche Beschreibungen vermitteln viel Wissenswertes.

Nach dem Zusammenbau erfüllt die 'useless machine' - wie es sich für eine solche Maschine gehört - keinen Zweck. Als überraschendes Gadget wird sie aber deine Freunde trotzdem verblüffen!

Wir haben den Bausatz selbst entwickelt und stellen ihn auch her.



Bestimmungsgemäße Verwendung

Dies ist ein Bausatz für Jugendliche ab 12 Jahren oder Kinder unter Aufsicht und mit der Unterstützung eines Erwachsenen. Er dient in erster Linie dem spielerischen Kennenlernen einer einfachen elektrischen Motorsteuerung mit Richtungsumkehr und der Motivation zu weiteren elektrischen Experimenten.

Sicherheitshinweise

Der Bausatz enthält kleine Teile, welche von Kleinkindern verschluckt werden können. Lass kleine Kinder nicht mit dem Bausatz spielen.

Die Arbeit mit einem Lötkolben muss gelernt werden und stellt für eine ungeübte Person wegen der hohen Temperaturen ($\sim 300^{\circ}\text{C}$) eine Gefahr dar!

Beim Löten entsteht Rauch, der Schadstoffe enthält. Eine Lötrauchabsaugung ist von Vorteil.

Warnhinweise

Beim Betrieb sollte der Deckel weder von Hand noch durch Gegenstände am Öffnen gehindert werden, da sonst der Motor beschädigt werden kann.

Das Gerät darf nicht mit offenem Deckel laufen gelassen werden. Der Gelenkhebel ist dann lose und kann sich verklemmen. Dadurch kann die Mechanik beschädigt werden.

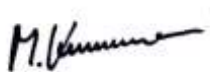
Bei längerem Nichtgebrauch sollten die Batterien aus dem Gerät entnommen werden, sie könnten auslaufen und das Gerät beschädigen.

Du hast es geschafft und deinen Bausatz fertiggestellt. Ich wünsche dir viel Freude an deiner ganz persönlichen 'useless machine'. Sicher wirst du deine Freunde mit der Box verblüffen können.

Vielleicht hast du Lust bekommen, eine andere 'useless machine' zu bauen oder gar ein völlig neues Konzept zu entwickeln? Vielleicht lässt du dich auch von den zahlreichen Beiträgen im Internet oder von einer Google-Suche nach 'advanced useless machine' inspirieren.

Wenn du selber Servos modifizieren möchtest, sende ich dir gerne eine Anleitung für den in diesem Bausatz verwendeten Typ.

Sende mir ein Foto oder einen Film von deiner eigenen Kreation, es würde mich sehr freuen.



Marcel Kummer

Lieferumfang

Bitte prüfe den Inhalt beim ersten Öffnen:

• Holzbox	1 Stück
• Holzteile	12 Stück, teilweise vormontiert
• Batteriepack	1 Stück, mit Kabeln
• Batterien AA	3 Stück
• Modellbau-Servo	1 Stück, mit Kabeln, modifiziert
• Kippschalter	1 Stück
• Endschalter	1 Stück
• Magnet	1 Stück
• Metrische Senkschraube M5 x 25	1 Stück für Deckel-Baugruppe
• Unterlegscheibe M5	1 Stück für Deckel-Baugruppe
• Mutter M5	1 Stück für Deckel-Baugruppe
• Metrische Zylinderschraube M2.5 x 8	1 Stück für Befestigung Drehhebel am Servo
• Metrische Flügelschraube M3 x 16	1 Stück für Justierung
• Flügelmutter M3	1 Stück für Justierung
• Unterlegscheibe M3	2 Stück für metrische Verschraubungen
• Holzschraube Zylinderkopf $\varnothing$ 2 x 8mm	2 Stück für Befestigung Servo
• Holzschraube Zylinderkopf $\varnothing$ 2 x 10mm	2 Stück für Fixierung des Endschalters
• Holzschraube Senkkopf $\varnothing$ 2 x 10mm	2 Stück für Fixierung Batteriepack
• Litzen (Kabel)	3 Stück grün, orange & schwarz

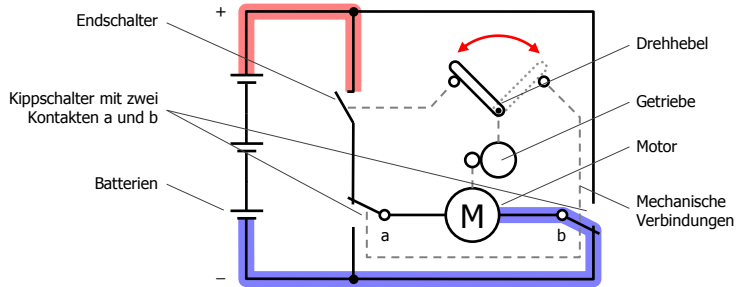
Zusätzlich benötigt wird:

- ein Lötkolben und Lötzinn für die Lötverbindungen
- Holzleim / Weissleim
- etwas Alleskleber für die Montage des Magneten
- diverse Schraubenzieher (Flach und Kreuz)
- Gabelschlüssel 8mm oder Zange für die Muttern

Prinzip

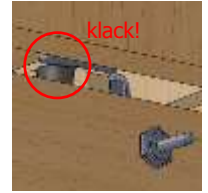
Der elektrische Teil des Bausatzes besteht aus einem Motor mit Getriebe, der mittels einem Kippschalter in beide Richtungen laufen gelassen werden kann. In eine Richtung - nach dem Öffnen der Holzbox - schaltet der Motor seine Drehrichtung durch Umlegen des Kippschalters selber um. In die andere Richtung - wenn sich die Holzbox schliesst - sorgt ein Endschalter für das Abschalten des Motors.

Dieses Schema zeigt die Schaltung im abgeschalteten Ruhezustand:



Während der Motor mit dem negativen Pol des Batteriepacks³ verbunden ist (blau), wird er durch den Endschalter vom positiven Teil der Schaltung (rot) getrennt.

Schritt 4: Bringe den Gelenkhebel mit dem Magneten in die senkrechte Stellung (siehe Bild links). Je nach dem, wie leicht er sich drehen lässt, musst du dafür die Box ein bisschen nach vorne kippen. Schliesse nun den Deckel vorsichtig und beobachte durch den enger werdenden Spalt, wie sich der Magnet und die Schraube im Deckel anziehen und schliesslich mit einem 'klack' treffen.



Schritt 5: Nun kommt der grosse Moment: Deine Box wird sich gleich das erste Mal selber ausschalten! Achte darauf, den Deckel nicht mit den Händen oder durch Gegenstände am Öffnen zu hindern. Lege nun den Schalter nach oben um. Funktioniert es? Super!

Schritt 6: Nun geht es darum, die Stellung der Endschalter-Wippe so zu wählen, dass sich der Deckel vollständig und satt schliesst. Öffne zum Justieren die Box durch sanften Zug am Deckel.

- Schliesst die Box nicht ganz oder zu wenig satt, bewegst du das lange Ende der Endschalter-Wippe etwas nach oben.
- Schliesst die Box zu fest oder verliert gar der Magnet den Kontakt zu der Schraube, bewegst du das lange Ende der Endschalter-Wippe etwas nach unten¹¹.

Jedesmal fixierst du den Halter mit Flügelschraube und -Mutter wieder und wiederholst das Prozedere ab Schritt 4.

Schritt 7: Wenn du mit dem Resultat zufrieden bist, ziehst du die Flügelschraube und die Flügelmutter definitiv an.

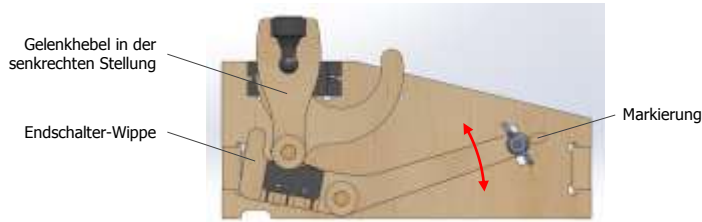
³ Das Batteriepack schaltet die drei Batterien in Serie. Die Spannungen der Batterien addieren sich:
 $3 \times 1.5V = 4.5V$

¹¹ Manchmal stoppt der Servo zwar, steht aber noch unter Strom. Man merkt dies an einem knurrenden Geräusch oder daran, dass der Servo in der Endlage Widerstand leistet und der Zapfen des Drehhebels am Anschlag ansteht. Justiere in diesem Fall den Endschalter neu.

Inbetriebnahme & Justierung

Schritt 1: Bewege den Drehhebel in die im Bild gezeigte Stellung, indem du vorsichtig an ihm drehst.

Schritt 2: Positioniere die Endschalter-Wippe so, dass sich ihr Ende mit der Flügelmutter bei der Markierung befindet, und ziehe Flügelschraube und Mutter leicht an:

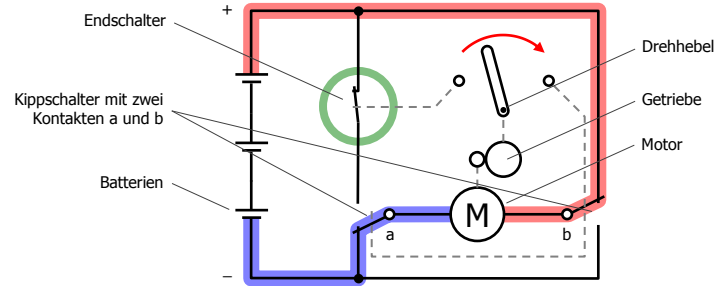


Schritt 3: Durch Verstellen der Endschalter-Wippe kann nun die geschlossene Position der 'useless machine' justiert werden. Bringe dazu den Kippschalter in die untere Stellung. Lege dann alle Batterien mit der richtigen Polung ins Batteriepack ein. Noch sollte der Servo still stehen.

Falls nicht, kann dies die folgenden Gründe haben:

- Der Drehhebel hat den Endschalter noch nicht betätigt, tut dies aber jetzt und steht still.
- Der Endschalter wird vom Zapfen im Drehhebel nicht erreicht. Stelle das lange Ende der Endschalter-Wippe in diesem Fall weiter nach unten, bis der Servo stoppt.
- Der Servo drückt den Drehhebel dauernd an den Anschlag an der Endschalter-Wippe. In diesem Fall musst du deine elektrische Schaltung noch einmal überprüfen. Entferne dazu zunächst die Batterien, damit der Servo keinen Schaden nimmt.

Nun betrachten wir, was passiert, wenn man den Kippschalter umlegt:



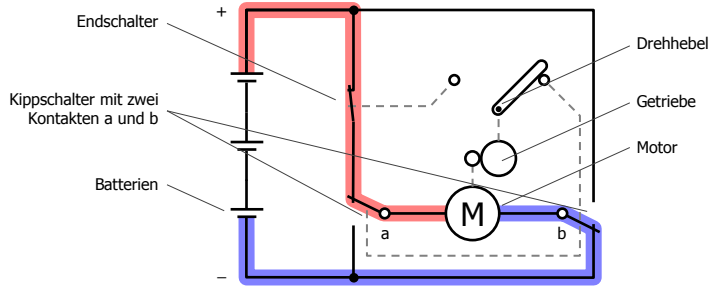
Beachte, dass die zwei Kontakte des Kippschalters (a und b) ihre Stellung gewechselt haben. Sie sind mechanisch gekoppelt, was die gestrichelte Linie zeigt. Nun ist der linke Anschluss des Motors mit dem negativen Pol des Batteriepacks (blau) und der rechte Anschluss mit dem positiven Pol (rot) verbunden.

Der Motor beginnt zu drehen. Über das Getriebe treibt er den Drehhebel an. Dieser dreht sich im Bild nach rechts. Zunächst entfernt sich der Hebel vom Endschalter weg. Dieser schliesst sich, würde nun also Strom leiten (grün).

Aber nicht nur der Hebel bewegt sich, gleichzeitig öffnet ein weiterer Arm - der mit dem Magnet - den Deckel der Holzbox. Aus Gründen der Einfachheit ist dieser Teil im Schema nicht eingezeichnet.

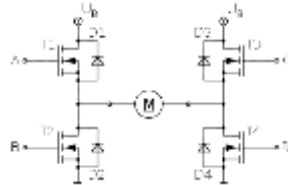
Auf der nächsten Seite schauen wir uns an, was passiert, wenn der Drehhebel beim Kippschalter ankommt.

Nun wird's interessant: Wenn der Drehhebel den Kippschalter erreicht und umlegt, wechselt der Motor seine Drehrichtung:



Jetzt haben die zwei Kontakte des Kippschalters (a und b) erneut ihre Stellung gewechselt. Nun ist der linke Anschluss des Motors über den inzwischen geschlossenen Endschalter mit dem positiven Pol des Batteriepacks (rot) und der rechte Anschluss mit dem negativen Pol (blau) verbunden. Der Motor dreht nun in die Gegenrichtung⁴, zieht den Drehhebel also wieder in die Box zurück.

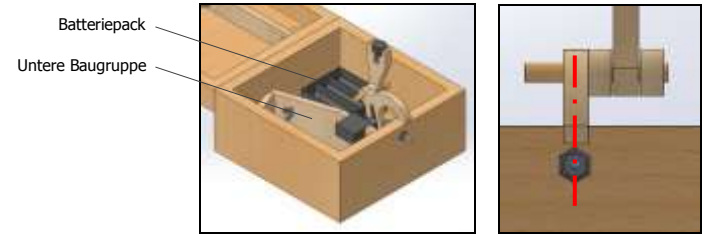
⁴ Ähnliches passiert in modernen Elektroantrieben, zum Beispiel, wenn eine Lok die Fahrtrichtung dreht oder ein Pumpspeicherwerk vom Turbinier- in den Pumpbetrieb umschaltet: Viele Motorsteuerungen arbeiten heute mit sogenannten Vierquadrantenstellern. Ein kompliziertes Wort für eine Schaltung, die der unseren gar nicht so unähnlich ist. Die Funktion der Schalter-Kontakte wird meistens von Halbleitern erfüllt. Das Schema eines Vierquadrantenstellers nebenan zeigt die Verwandtschaft der beiden Konzepte!



Schritt 4: Lege die untere Baugruppe wie im Bild gezeigt in den Unterteil der Box. Achte darauf, dass die Kabel vom Servo durch den Ausschnitt auf der Unterseite der Baugruppe laufen.

Wenn alles passt, gibst du etwas Weissleim an die Unterseite der Baugruppe, fügst die Baugruppe so wie oben beschrieben in die Box ein und lässt das Ganze trocknen.

Wichtig: Achte darauf, dass der Drehhebel genau mittig auf den Kippschalter trifft, wenn du vorsichtig an ihm drehst.



Schritt 5: Positioniere die Batterie-Unterlage in der rechten hinteren Ecke der Box. Lege das Batteriepack darauf und fixiere es mit den zwei Senkkopf-Holzschrauben $\varnothing 2 \times 10\text{mm}$.

Schritt 6: Sorge dafür, dass die Kabel den Drehhebel wie im Foto weder berühren noch am Drehen hindern.

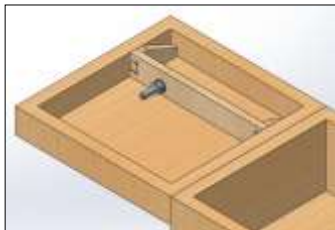


Zusammenbau

Teil 4: Endmontage

Schritt 1: Entferne den originalen Verschluss der Box, indem du die vier Schrauben löst. Den Verschluss brauchst du für deine ‚useless machine‘ nicht und kannst ihn anderweitig verbasteln.

Schritt 2: Lege die obere Baugruppe wie im Bild gezeigt in den Deckel der Box. Wenn alles passt gibst du etwas Weissleim an die Unterseite der Baugruppe, fügst sie in den Deckel ein und lässt das Ganze trocknen.

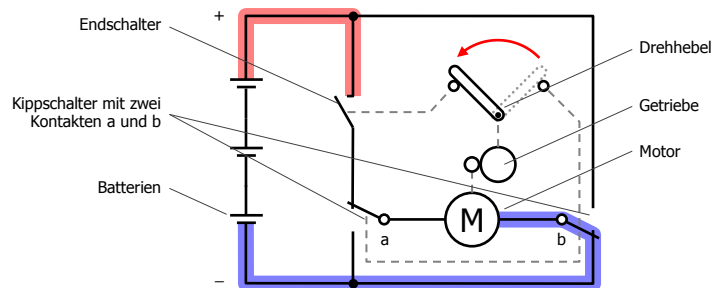


Schritt 3: Schiebe den Kippschalter von innen her ins Loch der Box und befestige ihn von der Aussenseite her mit der flachen Mutter. Verwende einen 8mm-Gabelschlüssel oder eine Zange dafür.

Wichtig: Achte darauf, dass die Kabel zur richtigen Seite zeigen (siehe Foto).



Das zweite Mal wird es spannend, wenn der Drehhebel seine Endlage in der Box erreicht: Der Drehhebel fährt dann auf den Endschalter⁵ auf, der den Stromkreis unterbricht. Der Motor⁶ bleibt stehen und der Drehhebel ist wieder in die Ausgangslage zurückgekehrt. Man sagt auch: Das System ist in Ruhe.



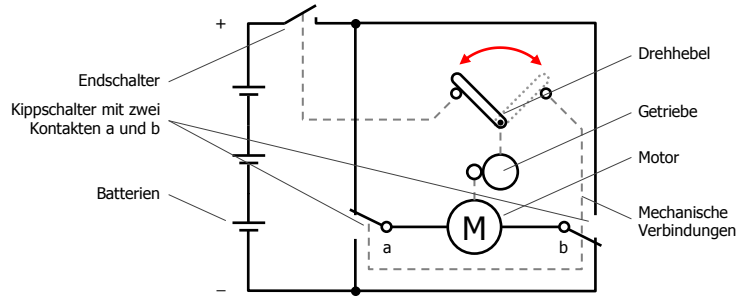
⁵ Der Endschalter hat einen Kontakt, der im unbetätigten Zustand den Strom leitet. Einen solchen Kontakt nennt man auch 'Öffner'. Auf vielen Bauteilen wird dies mit der englischen Abkürzung 'NC' für 'normally closed' bezeichnet.

Ein Kontakt, der im unbetätigten Zustand den Strom unterbricht nennt man 'Schliesser', er wird mit 'NO' für 'normally open' bezeichnet.

⁶ Als Antrieb - also Motor und Getriebe - verwenden wir einen Modellbau-Servo. Solche Servos bekommt man günstig und sie haben alles, was wir für den Bausatz brauchen: einen Motor, ein Metallgetriebe und einen tollen Flansch zum Befestigen des Drehhebels. Sie sind jedoch für den Positionierbetrieb konzipiert und besitzen einen Regelkreis mit einem Potentiometer als Rückmeldung der Position (0 bis 180°). Darum modifiziere ich den Servo beim Zusammenstellen des Bausatzes. Wenn Du interessiert bist, kann ich dir für diesen 'Hack' eine Schritt für Schritt Anleitung mit Bildern liefern.

Zum Schluss dieses Abschnitts noch eine Denkaufgabe:

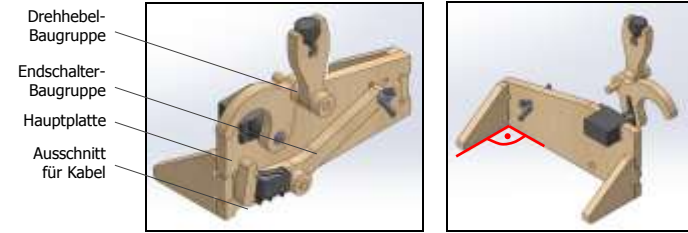
Was ist in diesem Schema falsch und was würde passieren, wenn wir die Schaltung so aufgebaut hätten?



Die Lösung findest du am Ende der Anleitung.

So, nun kannst du loslegen. Das folgende Kapitel führt dich in vier Teilen Schritt für Schritt durch den Zusammenbau deiner 'useless machine'. Viel Spass!

Baugruppe für den Unterteil der Box



Schritt 1: Schraube den Servo mithilfe der zwei Holzschrauben $\varnothing 2 \times 8\text{mm}$ an die Hauptplatte. Achte auf die korrekte Ausrichtung wie im Bild.

Schritt 2: Drücke die Drehhebel-Baugruppe zusammen mit dem Servoarm auf den Servo. Die Verzahnungen von Servo und Servoarm müssen ineinander greifen. Benutze die metrische Zylinderschraube M2.5 x 8 und eine Unterlegscheibe M3, um die Drehhebel-Baugruppe mit dem Servo fest zu verschrauben.

Schritt 4: Schiebe die Endschalter-Baugruppe auf den Zapfen in der Hauptplatte. Drücke einen Abschlussring nach, so dass sich die Endschalter-Wippe noch bewegen lässt. Versee die Flügelschraube mit einer Unterlegscheibe M3 und schiebe sie durch das Langloch an der Hauptplatte und durch die Bohrung an der Endschalter-Wippe. Auf der anderen Seite schraubst du die Flügelmutter auf die Schraube.

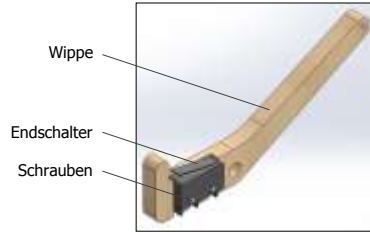
Schritt 5: Setze die unteren, grösseren Seitenteile in die Hauptplatte ein. Gib vorher etwas Weissleim auf die Kontaktflächen. Lege die Teile zum Trocknen auf eine flache Unterlage.

Wichtig: Es müssen sich exakt rechte Winkel ergeben!

Endschalter-Baugruppe

Lege den Endschalter wie im Bild gezeigt in die Wippe ein und fixiere ihn mit den zwei Holzschrauben Ø 2 x 10mm. Achte darauf, dass der Endschalter dabei unten an den vorstehenden Klötzchen ansteht.

Die Schrauben dürfen auf der Hinterseite aus dem Holz austreten.



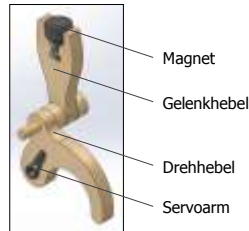
Lass dich bei diesem und den folgenden Schritten nicht von den bereits angelöteten Kabeln stören. Achte aber darauf, dass du bei der Montage keine Schlaufen oder Knoten in die Litzen machst.

Drehhebel-Baugruppe

Schritt 1: Drücke den Servoarm vollständig in die Aussparung am Drehhebel.

Schritt 2: Schiebe den Gelenkhebel auf den Zapfen am Drehhebel und sichere ihn mit einem Abschlussring. Der Hebel muss sich leicht auf dem Zapfen drehen können.

Schritt 3: Schiebe den Magneten von der Seite her in den Gelenkhebel ein. Gib vorher etwas Alleskleber auf die Kontaktflächen. Lasse die Klebestellen trocknen.



Zusammenbau

Teil 1: Elektrik

Als erstes baust du die Elektrik zusammen. Wenn du schon Übung im Lötens⁷ hast, geht das einfach. Wenn nicht, bittest du einfach einen Freund oder Erwachsenen, dir dabei zu helfen.

Achtung, der LötKolben wird sehr heiss! Wenn du eine Lötstation besitzt, stellst du die Temperatur auf etwa 300°C ein. Sorge beim Lötten für eine gute Durchlüftung.

Eine Löthilfe wie im Bild macht das Ganze einfacher, ist aber keine Voraussetzung.

Die Litzen im Bausatz weisen schon die richtige Länge auf. Zunächst isolierst du die Litzen auf beiden Seiten ab und verzinnst sie mit etwas Lötzinn. Dann verbindest du sie mit dem entsprechenden Bauteil, indem du den LötKolben und etwas Zinn an beide Teile hältst.

Sobald das Zinn geflossen ist und beide Teile verbindet, entfernst du LötKolben und Zinn. Nun ist eine ruhige Hand gefragt. Nach einigen Sekunden hält die Lötstelle. Eine gute Lötstelle hat eine leicht konkave Form und glänzt nach dem Erkalten.

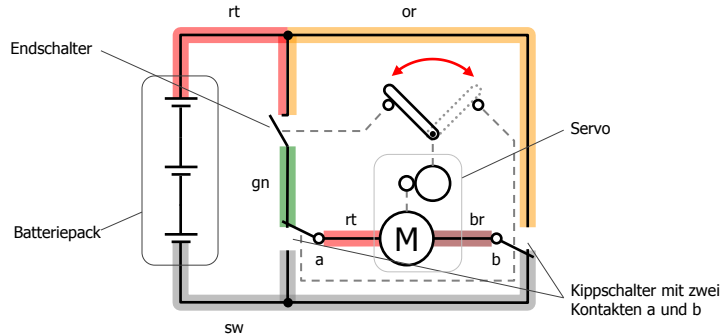


⁷ Bereits vor 7000 Jahren - zuerst mit Hilfe von Feuer - haben die Menschen damit begonnen zu löten. Vor allem Schmuck und Kultgegenstände wurden so hergestellt (zum Beispiel die ägyptische Goldmaske des Tutanchamun ca. 1320 v. Chr.).

Das Lötten mit Zinn, wie wir es heute anwenden, nennt man Weichlöten.

Es gibt auch noch das Hartlöten, bei dem man Stahl, Kupfer, Messing oder Silber bei höheren Temperaturen mit einer Gasflamme verbindet.

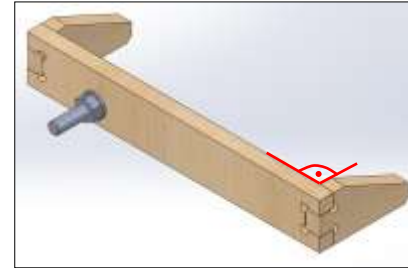
Das abstrakte Schema vom Kapitel zuvor übertragen wir nun in die Realität. Die Farben⁸ im Schema entsprechen den Farben der Litzen und helfen dabei, keine Fehler zu machen. Am Servo und am Batteriepack sind bereits Kabel angebracht. Vergleiche das Schema links mit der Darstellung rechts und versuche, die Funktion nochmal in beiden Darstellungen nachzuvollziehen.



⁸ Die Kürzel für die Farben (und ihre Werte in der Elektrotechnik) sind:

sw	schwarz	0
br	braun	1
rt	rot	2
or	orange	3
ge	gelb	4
gn	grün	5
bl	blau	6
vi	violett	7
gr	grau	8
ws	weiss	9

Baugruppe für den Deckel der Box



Schritt 1: Führe die metrische Senkschraube M5 x 25mm in die Bohrung am Gelenklager. Schiebe auf der gegenüberliegenden Seite die Unterlegscheibe auf und kontere die Schraube mit der Mutter. Ziehe die Mutter mit einem 8mm-Gabelschlüssel oder einer Zange an. Die Schraube muss möglichst genau senkrecht zum Holzteil stehen.

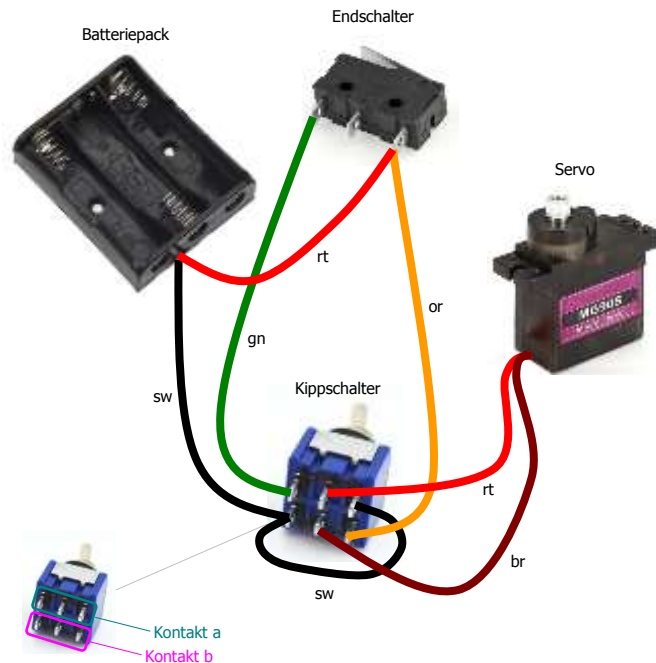
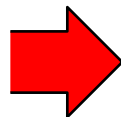
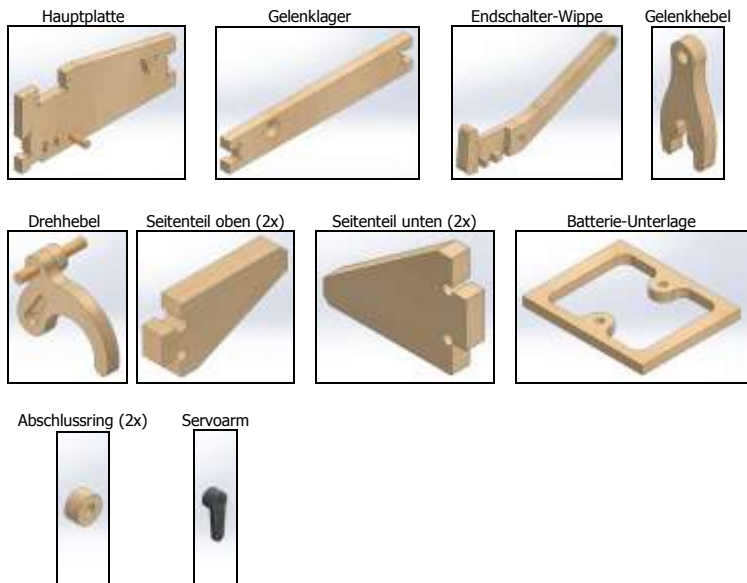
Schritt 2: Setze die oberen, kleineren Seitenteile ein. Gib vorher etwas Weissleim auf die Kontaktflächen. Lege die Teile zum Trocknen auf eine flache Unterlage.

Wichtig: Es müssen sich exakt rechte Winkel ergeben!

Zusammenbau

Teil 3: Mechanik

Dieser Abschnitt führt Schritt für Schritt durch den mechanischen Zusammenbau deiner 'useless machine'. Für die bessere Verständlichkeit der einzelnen Schritte hat jedes Bauteil einen Namen:

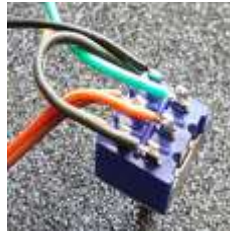


Nun kannst du mit dem Löten beginnen. Pass auf, dass du beim Löten keine Schlaufen oder Knoten in die Litzen machst.

Schritt 1: Verbinde jeden der 6 Anschlüsse des Kippschalters mit der Litze in der richtigen Farbe.

Wichtig: Die Litzen müssen wie im Bild gezeigt seitlich nach links weggeführt werden, damit sie später dem Drehhebel nicht in die Quere kommen.

Die zwei mittleren Litzen (rot und braun) kommen vom Servo her. Die schwarze Litze kommt vom Batteriepack her. Bei diesem Anschluss kann es ein bisschen knifflig sein, die beiden schwarzen Litzen während dem Löten in Position zu halten.



Schritt 2: Verbinde das freie Ende der grünen Litze mit dem Anschluss des Endschalters mit der Bezeichnung NC⁹.

Wichtig: Auch beim Endschalter müssen die Litzen wie im Bild gezeigt seitlich vom Schalter weggeführt werden.



Schritt 3: Verbinde das freie Ende der orangenen Litze und die rote Litze vom Batteriepack beide mit dem Anschluss des Endschalters mit der Bezeichnung C¹⁰.

⁹ NC = normally closed (Öffnerkontakt)

¹⁰ C = common (gemeinsam)

Zusammenbau

Teil 2: Test der Elektrik

Jetzt solltest du testen, ob alles richtig verdrahtet ist. Dazu gehst du wie folgt vor:

- 1 Lege die Schaltung so wie im Bild vor dich hin. Stelle den Kippschalter in die obere Stellung.
- 2 Lege alle Batterien mit der richtigen Polung ins Batteriepack ein.
⇒ Der Servo muss sich nun im Gegenuhrzeigersinn drehen.
- 3 Drücke den Endschalter.
⇒ Der Servo darf nicht stoppen.
- 4 Lass den Endschalter wieder los und stelle den Kippschalter in die untere Stellung.
⇒ Der Servo muss sich in die Gegenrichtung, d.h. im Uhrzeigersinn drehen.
- 5 Drücke den Endschalter erneut.
⇒ Nun muss der Servo stoppen.
- 6 Lass den Endschalter wieder los und entnimm die Batterien aus dem Batteriepack.



Waren alle 4 Tests erfolgreich? Ja? Super, dann kann es weiter gehen...

Mögliche Fehler und Abhilfen:

- Servo dreht nicht ⇒ Sind die Batterien richtig eingelegt? Falls ja: Prüfe alle Verbindungen.
- Drehrichtungen in Test 2 und 4 sind vertauscht ⇒ Sind die Batterien richtig eingelegt? Falls ja: Prüfe, ob die Litzen vom Servo an die richtigen Anschlüsse am Kippschalter angelötet sind. Falls ja: Prüfe alle Verbindungen.
- Endschalter stoppt Servo nicht ⇒ Prüfe die Anschlüsse am Endschalter.
- Endschalter stoppt Servo in beide Richtungen ⇒ Prüfe, ob die richtigen Litzen zum Endschalter führen.
- Endschalter stoppt Servo in die falsche Richtung ⇒ Prüfe, ob die richtigen Litzen zum Endschalter führen.