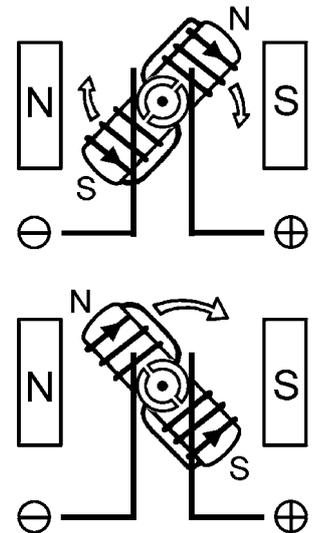


Ein **Elektromotor** wandelt **elektrische Energie in Bewegungsenergie** um. Fließt durch einen Draht elektrischer Strom, entsteht um den Stromleiter ein Magnetfeld. Wickelt man isolierten Draht sehr oft um einen Weicheisenkern, so entsteht ein kräftiger Elektromagnet.

Unser Modell besteht aus einem drehbaren Elektromagnet (Anker) und zwei feststehenden Dauermagneten (Feldmagnet).

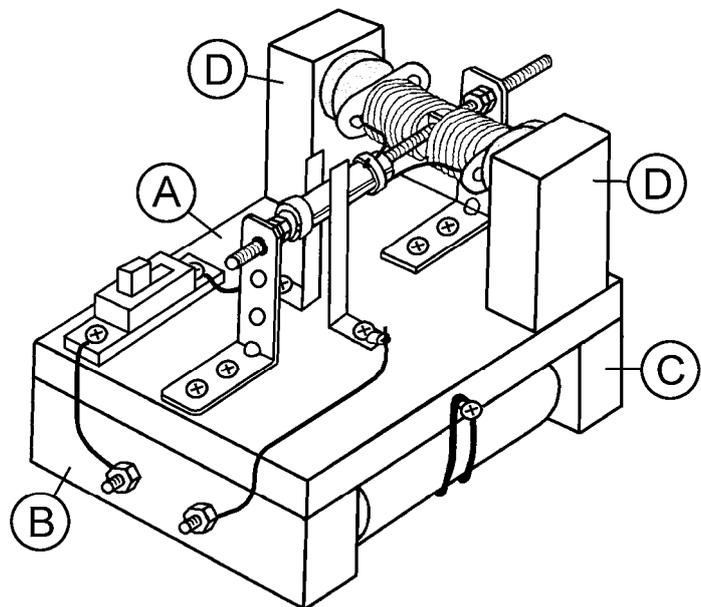
Die Drehbewegung des E-Motors entsteht durch Abstoßung und Anziehung der Magnetpole, wobei der geteilte Kollektor und die Bürsten den E-Magnet im richtigen Moment umpolen.

Dieses Modell erreicht bei Verwendung einer guten 4,5 V Flachbatterie Umdrehungszahlen bis zu 2000 U/Min.



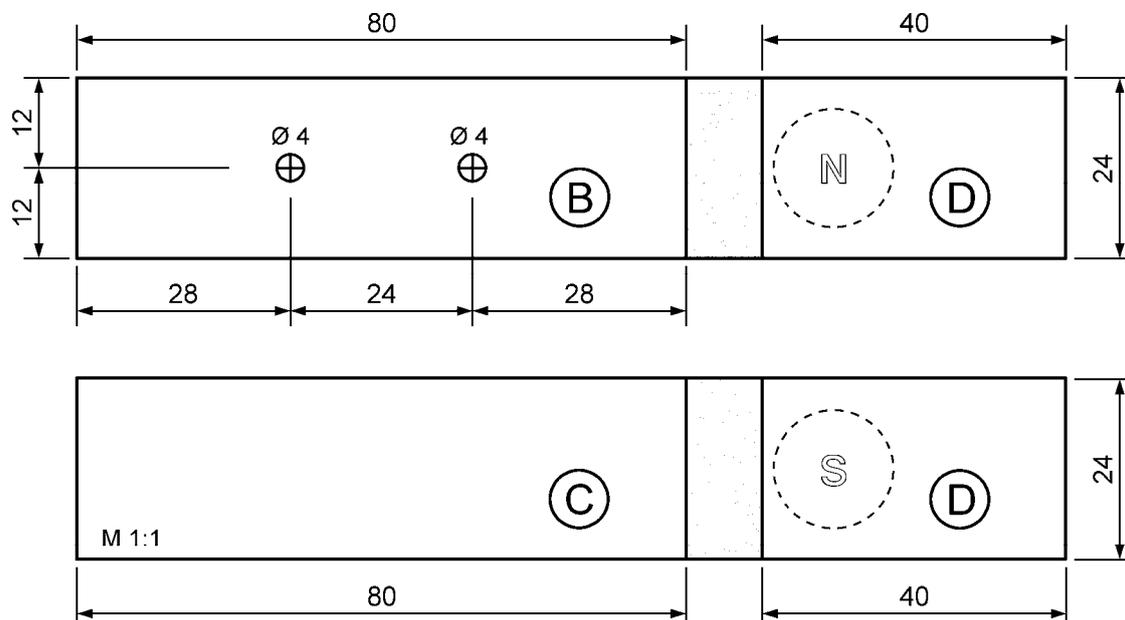
Materialliste:

- 1 Pappsperrholzbrett 98 x 80 x 10 mm
- 2 Pappsperrholzleisten 130 x 24 x 15 mm
- 1 Metall-Lochstreifen, 15 Loch
- 3 Metall-Lochstreifen, 3 Loch
- 2 Metallbügel, 3/1 Loch
- 1 Gewindestange M4 x 100 mm
- 1 Aufbau-Schiebeschalter, schwarz
- 2 Rundmagnete Ø 16 mm
- 2 Federstreifen
- 2 Lötösen, abgewinkelt
- 1 Silikonschlauch di/s 3/1 x 20 mm
- 1 Gummiring 5 x 1 x Ø 40 mm
- 18 g Kupferlackdraht
- 10 Spanplattenschrauben 3 x 12 mm
- 2 Zylinderkopfschrauben M4 x 20 mm
- 8 Muttern M4
- 1 Kunststoffschlauch Ø 8/4 x 30 mm
- 2 Kunststoffringe Ø 10/8 x 4 mm
- 1 Kupferblech, dünn 60 x 10 x 0,1 mm
- 250 mm blanker Schaltdraht



Arbeitsanleitung:

1. Länge die zwei Sperrholzleisten (130 x 24 x 15 mm) laut Zeichnung mit einer Gehrungssäge ab und bohre die zwei Ø 4 mm Löcher in Leiste (B).

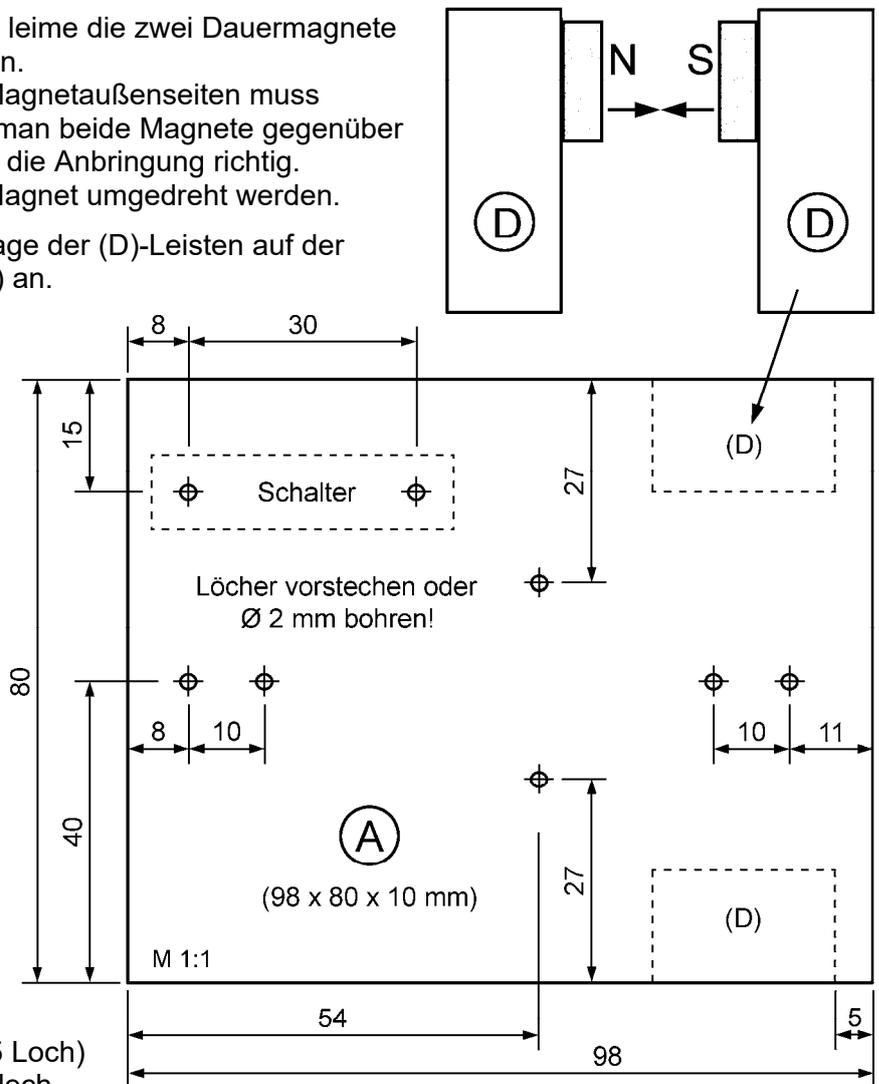
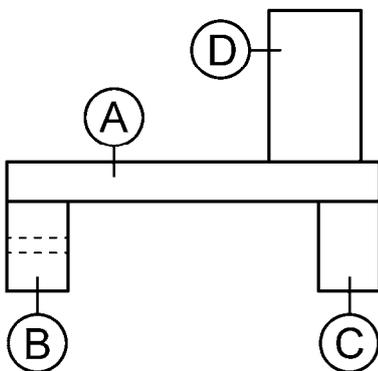


2. Schleife die Sägestellen nach und leime die zwei Dauermagnete laut Skizze auf die zwei (D)-Leisten.

Achtung: Die Polung der beiden Magnetaußenseiten muss ungleich sein! Zur Kontrolle kann man beide Magnete gegenüber stellen. Ziehen sie sich an, so war die Anbringung richtig. Stoßen sie sich ab, so muss ein Magnet umgedreht werden.

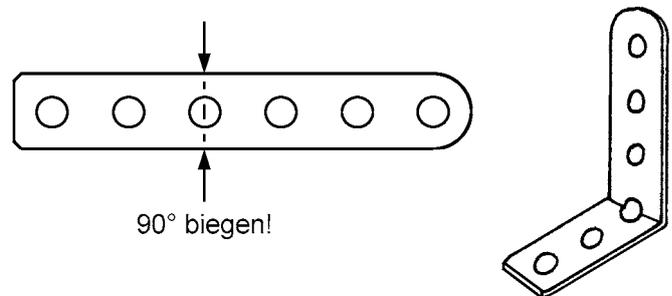
3. Zeichne die Bohrungen und die Lage der (D)-Leisten auf der Grundplatte (A)-(98 x 80 x 10 mm) an.

TIPP: Die Zeichnung (A) kann auch kopiert, ausgeschnitten und als Schablone verwendet werden. Stich die Bohrungen mit einer Stechahle vor oder bohre sie mit einem $\varnothing 2$ mm Bohrer. Leime dann die vorbereiteten Leisten (B), (C) und (D) an das Grundbrett (A).



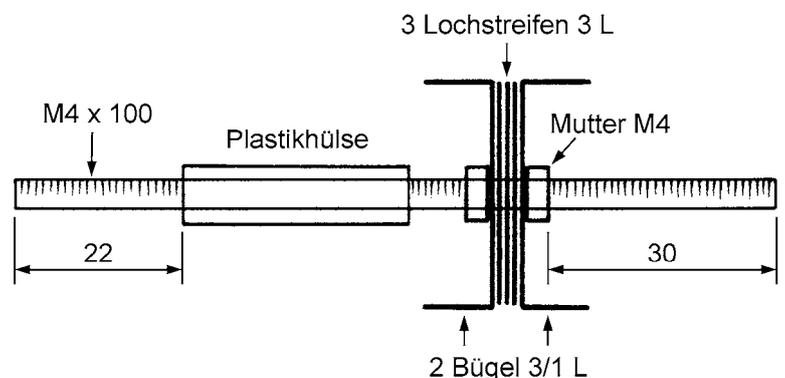
4. Länge den Metall-Lochstreifen (15 Loch) mit einer Eisensäge (PUK) oder Blechschere ab. Es werden zwei Lochstreifen mit je 6 Löchern benötigt.

Entgrate die Schnittkanten mit einer Feile und biege die Lochstreifen der Skizze entsprechend 90° ab. Schraube dann einen dieser Winkel mit zwei Spanplattenschrauben 3 x 12 mm zwischen den (D)-Leisten auf die Grundplatte (A).



5. Herstellen des Ankers: Feile die Enden der Gewindestange (M4 x 100 mm) mit einer Feile ab.

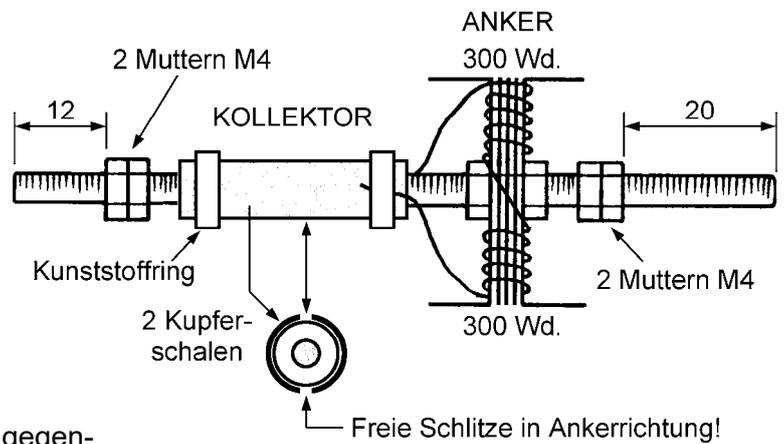
Befestige die drei Lochstreifen (3 Loch) und die zwei Bügel (3/1 Loch) mit zwei Muttern M4 sehr fest auf der Gewindestange. Umwickle die Lochstreifen mit Klebeband und länge den Kunststoffschlauch ($\varnothing 8/4$) auf 30 mm ab, bevor er auf die Gewindestange aufgeschoben wird.



Wickle den **Kupferlackdraht 300 Mal** um den linken Arm des Ankers und in **derselben Wickelrichtung 300 Mal** um den rechten Arm des Ankers.

Achte darauf, dass die **zwei Anschluss-Drähte ca. 60 mm** aus der Spule herausragen! Umwickle den E-Magnet abschließend wieder mit einem Klebeband und isoliere die Enden des Lackdrahtes ca. 15 mm ab. Am einfachsten geht das mit feinem Schleifpapier.

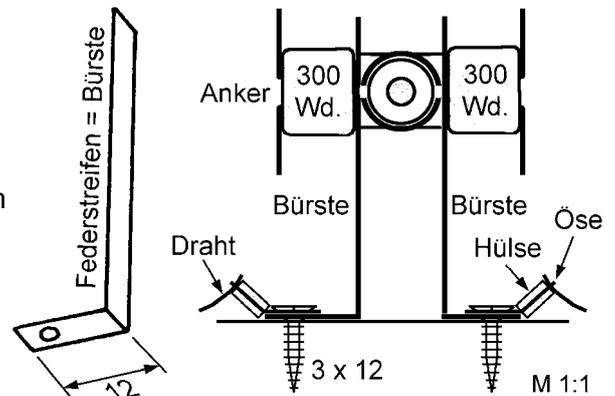
6. Herstellen des Kollektors: Schneide den Kupferblechstreifen auf genau 60 x 10 mm zu und halbiere ihn. Forme daraus zwei halbrunde Kollektorschalen (2 Stk.: 30 x 10 mm) auf der vorher schon aufgeschobenen Plastikhülse. Befestige die Kollektorschalen beiderseits mit Kunststoffringen und schiebe die abisolierten Drahtenden des Elektromagneten zwischen Kunststoffring und Kupferschalen.



Achtung: Die beiden Schalen dürfen sich gegenseitig nicht berühren (Kurzschluss), und die zwei freien Schlitze müssen in Richtung der Ankerspulen ausgerichtet sein!

Drehe an beiden Seiten der Gewindestange je zwei Muttern M4 auf und ziehe sie an den vorgegebenen Stellen gegeneinander fest (= kontern).
Schiebe nun den fertigen Anker in die obersten Löcher der vorgebogenen Metallwinkel und befestige den zweiten Winkel mit zwei Spanplattenschrauben 3 x 12 mm auf der Grundplatte (A).
Nach dem Ölen der Lager muss sich der Anker leicht drehen lassen.

7. Die Bürsten werden aus zwei **Messing-Federstreifen** hergestellt. Biege sie laut Skizze ca. 80° und schraube sie zusammen mit einer Lötöse mit einer Spanplattenschraube 3 x 12 mm am Brett (A) fest.
Schneide vom beiliegenden Silikonschlauch zwei 6 mm lange Hülsen und schiebe sie auf die Ösen.



8. Schiebe die zwei Batteriepolsschrauben M4 x 20 mm von innen durch Leiste (B) und drehe außen je eine Mutter M4 auf. Befestige den Schalter mit zwei Spanplattenschrauben 3 x 12 mm vorerst noch locker auf der Grundplatte (A).

Halbiere den beiliegenden Schaltdraht, wickle zwei Drahtenden im Uhrzeigersinn um die Schrauben und schraube sie mit den Muttern M4 fest. Ein Drahtstück wird nun direkt zu einer Bürste (= Federstreifen) verlegt und mittels Silikonhülse an der Öse festgeklemmt. Das zweite Drahtstück wird vom Batteriepol zum Schalter und ein weiteres Drahtstück vom Schalter zur zweiten Bürste (Öse) geleitet. Ziehe danach die Schrauben beim Schalter fest an.

TIPP: Einen noch besseren Kontakt an den Bürsten erreicht man durch Anlöten der Drähte an den Lötösen. Achte darauf, dass die Bürsten beiderseits nicht zu fest aber auch nicht zu leicht auf die Kollektorschalen drücken. Gegebenenfalls müssen die Bürsten ausgebaut und zurechtgebogen werden.

Schraube in Grundplatte (A) seitlich je eine Spanplattenschraube bis zur Hälfte ein. An diesen zwei Schrauben wird die unten eingelegte Flachbatterie (4,5 V) mit einem Gummiband festgehalten. Biege die Batteriepole vorher etwas auf, damit sie gut an den Polsschrauben anliegen.

Betätige den Schalter und tippe den Anker kurz an → der Motor müsste nun laufen. Funktioniert er nicht, sofort abschalten und das Modell nach folgender **Fehlerliste** prüfen:

- Batterie zu schwach
- Batteriepole haben schlechten oder keinen Kontakt mit den Polsschrauben
- Drähte wurden schlecht eingeklemmt
- Kupferlackdraht schlecht abisoliert oder gerissen
- Bürstendruck zu stark oder zu schwach
- Die Lagerung der Achse klemmt
- Bürsten und Kollektor verschmutzt oder oxidiert
- Kupferplättchen am Kollektor wurden verschoben oder sind kurzgeschlossen
- ein Dauermagnet wurde falsch angeleimt (Polung falsch)
- Wickelrichtung auf einer Seite des Ankers falsch