

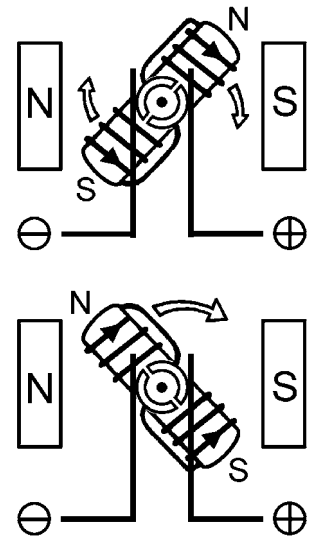
Ein **Elektromotor** wandelt **elektrische Energie in Bewegungsenergie** um. Fließt durch einen Draht elektrischer Strom, entsteht um den Stromleiter ein Magnetfeld. Wickelt man isolierten Draht sehr oft um einen Weicheisenkern, so entsteht ein kräftiger Elektromagnet.

Dieses Modell besteht aus einem drehbaren Elektromagnet (Anker) und einem **feststehenden Elektromagnet** als Feldmagnet.

Diesen Motortyp nennt man **Universalmotor**, weil er nicht nur mit Gleichstrom, sondern auch mit Wechselstrom funktioniert.

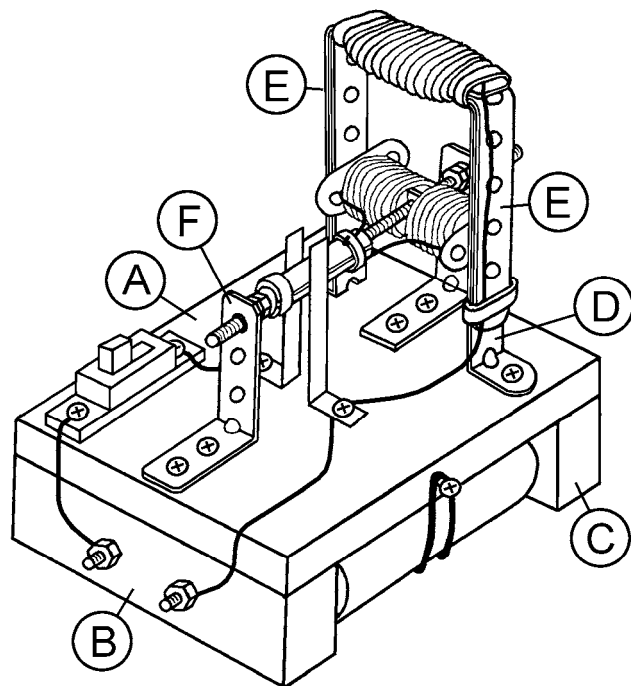
Die Drehbewegung des E-Motors entsteht durch Abstoßung und Anziehung der Magnetpole, wobei der geteilte Kollektor und die Bürsten den Ankermagnet im richtigen Moment umpolen.

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



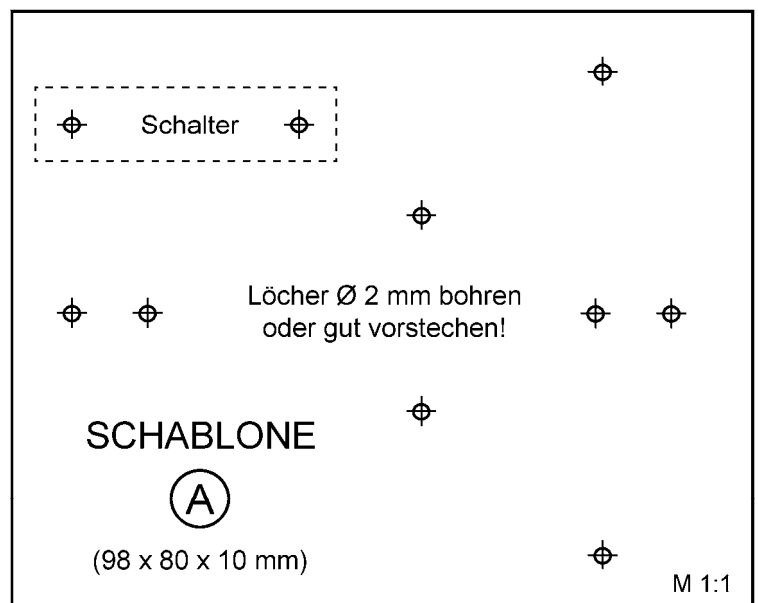
Materialliste:

- 1 Pappelsperrholzbrett 98 x 80 x 10 mm
- 1 Pappelsperrholzleiste 170 x 24 x 15 mm
- 2 Metall-Lochstreifen, 25 Loch
- 3 Metall-Lochstreifen, 3 Loch
- 2 Metallbügel, 3/1 Loch
- 1 Gewindestange M4 x 100 mm
- 1 Aufbau-Schiebeschalter, schwarz
- 2 Federstreifen
- 1 Gummiring 5 x 1 x Ø 40 mm
- 2 x 18 g Kupferlackdraht
- 13 Spaxschrauben 3 x 12 mm
- 2 Zylinderkopfschrauben M4 x 20 mm
- 8 Muttern M4
- 1 Kunststoffschlauch Ø 8/4 x 30 mm
- 6 Kunststoffringe Ø 10/8 x 4 mm
- 1 Kupferblech, dünn 60 x 10 x 0,1 mm
- 250 mm blanker Schaltdraht

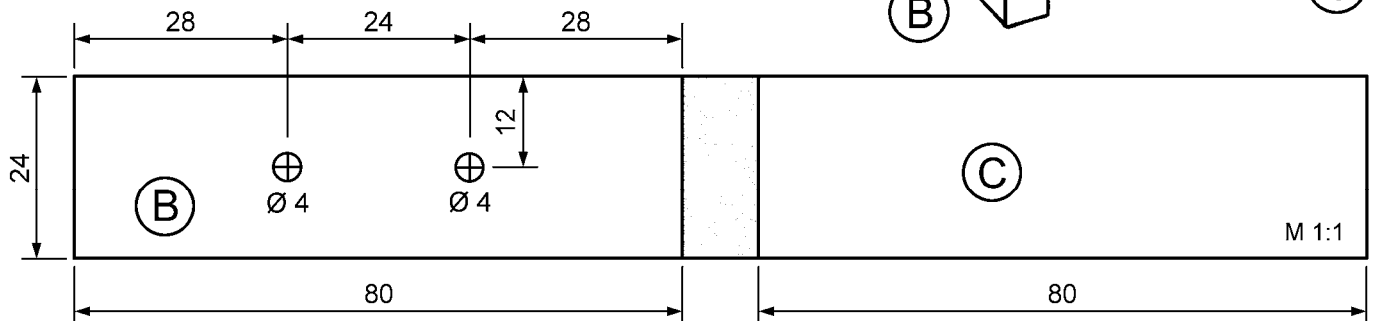
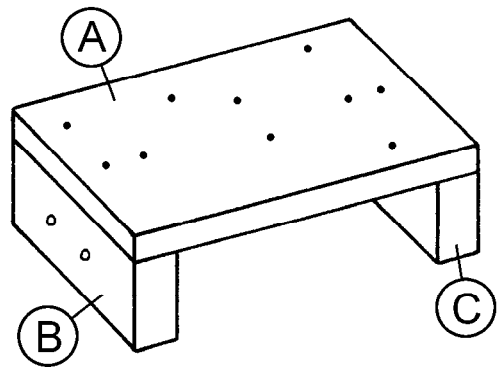


Arbeitsanleitung:

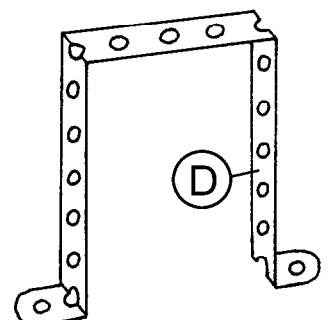
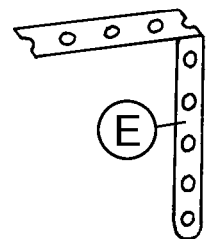
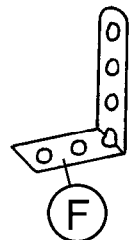
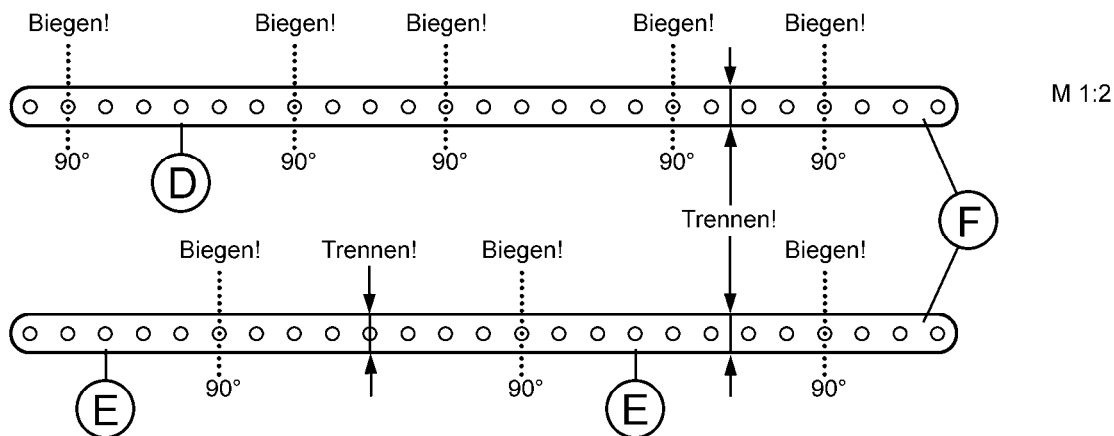
1. Schneide die nebenstehende Schablone für Teil (A) aus, lege sie auf das Grundbrett (A)-(98 x 80 x 10 mm) und übertrage die zehn Bohrungen mit einer Stechahle.
Bohre die Löcher entweder mit einem Ø 2 mm Bohrer ca. 6 mm tief oder stich sie mit der Stechahle kräftig nach.



2. Zeichne die Teile (B) und (C) laut Zeichnung auf der Sperrholzleiste (170 x 24 x 15 mm) an. Länge sie mit einer Gehrungssäge ab und bohre die zwei Ø 4 mm Löcher in Leiste (B). Schleife die Schnittkanten etwas nach und leime beide Leisten an die Unterseite von Grundplatte (A).



3. Die fünf Teile (D), (E) und (F) entstehen aus den zwei langen Metall-Lochstreifen (25 Loch). Trenne sie laut Plan mit einer Eisensäge oder Blechschere. Entgrate die Schnittkanten mit einer Schlichtfeile und biege die fünf Lochstreifen (D), (E) und (F) an den angegebenen Stellen 90° um. Mache das am besten im Schraubstock oder mit einer Kombizange. Schraube dann einen Winkel (F) mit zwei Spaxschrauben 3 x 12 mm oberhalb Leiste (C) auf die Grundplatte (A).

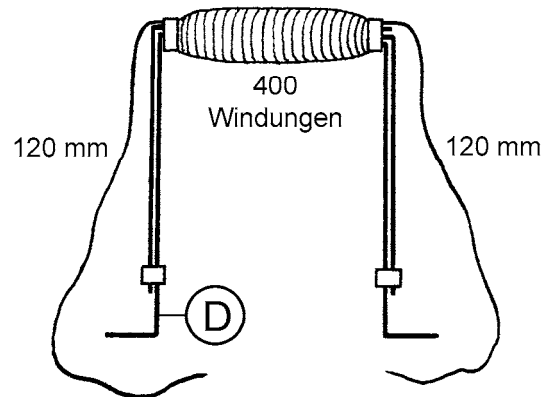
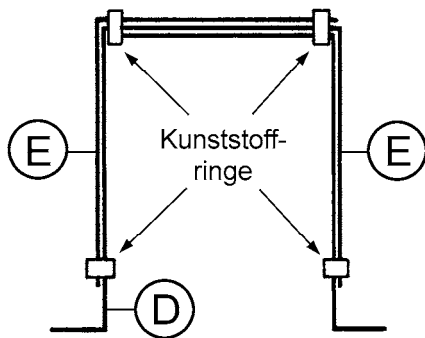


4. Herstellen des Feldmagneten: Setze die drei Metallteile (D) und (E) der Zeichnung entsprechend zusammen, fixiere sie mit vier Kunststoffringen und umwicke den Metallbügel oben mit einem Klebeband.

Wickle anschließend den **Kupferlackdraht 400 Mal** um den Metallbügel. Beachte, dass die **zwei Anschlussdrähte ca. 120 mm** aus der fertigen Spule herausragen müssen!

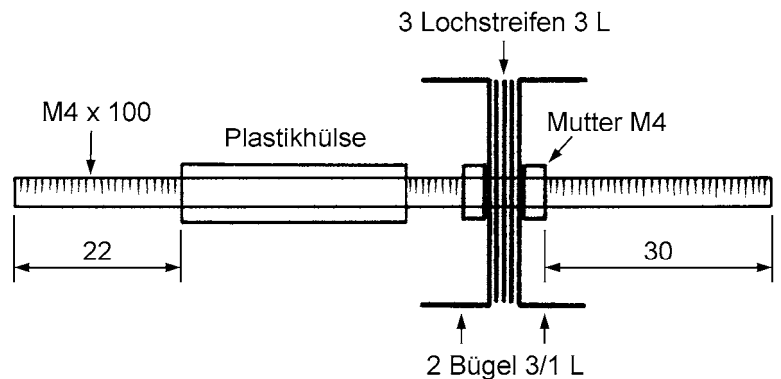
Umwickle die fertige Spule abschließend mit einem Klebeband und isoliere die Drahtenden ca. 15 mm ab. Am einfachsten geht das mit feinem Schleifpapier.

Schraube den Bügel (Feldmagnet) mit zwei Spaxschrauben 3 x 12 mm auf die Grundplatte (A).



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

Befestige die drei Lochstreifen (3 Loch) und die zwei Bügel (3/1 Loch) mit zwei Muttern M4 sehr fest auf der Gewindestange. Umwicke die Lochstreifen mit einem Klebeband und schiebe die Plastikhülse (Ø 8/4 x 30 mm) auf.



Wickle den **Kupferlackdraht 300 Mal** um den linken Arm des Ankers und in

derselben Wickelrichtung 300 Mal um den rechten Arm des Ankers.

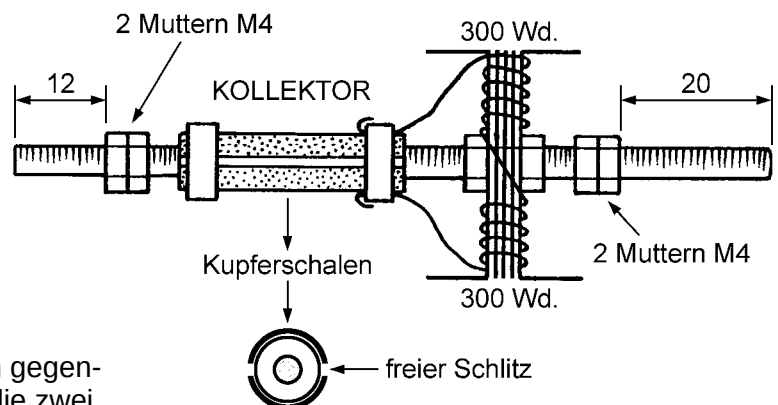
Achte darauf, dass die **zwei Anschluss-Drähte ca. 60 mm** aus der Spule herausragen!

Umwickle den E-Magnet abschließend wieder mit einem Klebeband und isoliere die Enden des Lackdrahtes ca. 15 mm ab.

6. Herstellen des Kollektors: Halbiere den Kupferstreifen (60 x 10 mm) und forme daraus zwei halbrunde Kollektorschalen (2 Stk.: 30 x 10 mm) auf dem vorher schon aufgeschobenen Plastikröhrchen.

Befestige die Kollektorschalen beiderseits mit Kunststoffringen und schiebe die abisolierten Drahtenden des Elektromagnetes zwischen Kunststoffring und Kupferschalen.

Achtung: Die beiden Schalen dürfen sich gegenseitig nicht berühren (Kurzschluss) und die zwei freien Schlitze müssen im Winkel von 90° zur Ankerspule ausgerichtet sein.

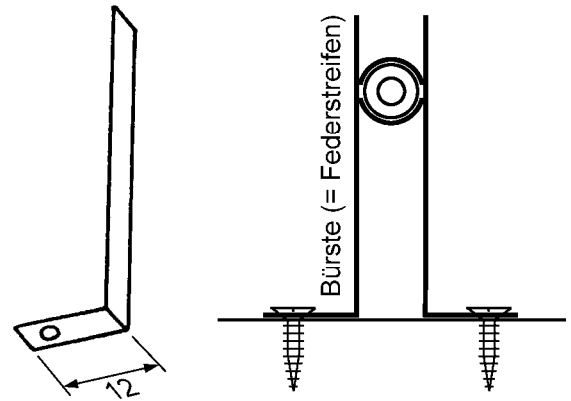


Drehe an beiden Seiten der Gewindestange je zwei Muttern M4 auf und ziehe sie an den vorgegebenen Stellen gegeneinander fest (=kontern).

Schiebe nun den fertigen Anker in die obersten Löcher der vorgebogenen Metallwinkel (F) und befestige den zweiten Winkel (F) mit zwei Spaxschrauben 3 x 12 mm auf der Grundplatte (A).

Nach dem Ölen der Lager muss sich der Anker jetzt leicht drehen lassen.

7. Die Bürsten werden aus zwei Messing-Federstreifen hergestellt. Biege sie laut Skizze und schraube sie mit je einer Spaxschraube vorerst noch locker auf das Grundbrett (A).



8. Schiebe die zwei Batteriekontaktschrauben M4 x 20 mm von innen durch Leiste (B) und drehe außen je eine Mutter M4 auf. Befestige den Schalter mit zwei Spaxschrauben 3 x 12 mm provisorisch 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, mit einem Anschlussdraht der Feldspule verdrillt und unterhalb der Bürste festgeschraubt. Das zweite Drahtstück wird vom Batteriepol zum Schalter und ein weiteres Drahtstück vom Schalter zur zweiten Bürste geleitet, wo es gemeinsam mit dem zweiten Spulenanschluss befestigt wird. Ziehe die Schrauben bei den Bürsten und beim Schalter fest an.

Tipp: Einen noch besseren Kontakt an den Bürsten erreicht man durch Anlöten der Drähte am Bürstenfuß.

Achte darauf, dass die Bürsten beiderseits nicht zu fest aber auch nicht zu leicht auf die Kollektorschalen drücken. Gegebenenfalls muss der Anker wieder ausgebaut und die Bürsten zurechtgebogen werden.

Schraube in Grundplatte (A) seitlich je eine Spaxschraube bis zur Hälfte ein. An diesen zwei Schrauben wird die unten eingelegte Flachbatterie (4,5 V) mit einem Gummiring festgehalten. Biege die Batteriepole vorher etwas auf, damit sie gut an den Polschrauben 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 Polschrauben
- Anschlussdrähte wurden schlecht eingeklemmt
- Kupferlackdrähte 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
- Wickelrichtung auf einer Seite des Ankers falsch