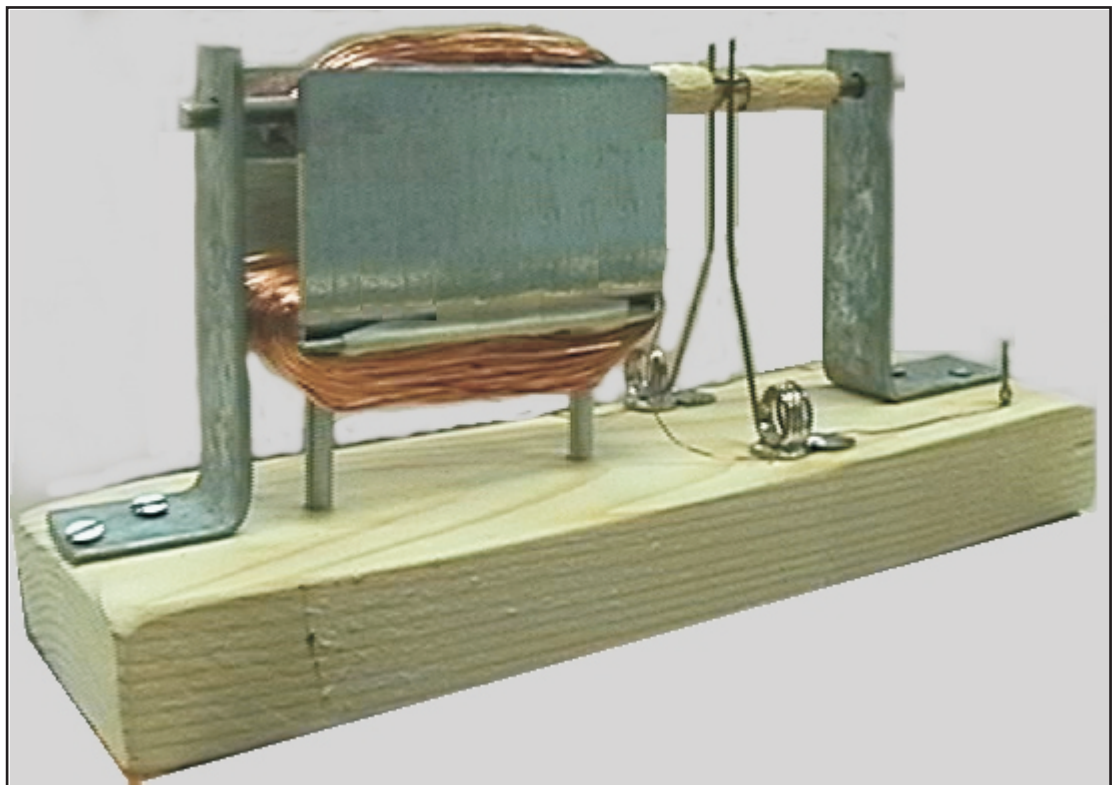


## Arbeitshilfen für erfolgreichen Technikunterricht



### UE 15 **Elektromotor** **Gleichstrommotor Typ A**

# Konzeption der Unterrichtseinheit

Elektromotoren im Technikunterricht: Nichts Neues sollte man meinen, Veröffentlichungen zu diesem Thema gibt es schon in großer Zahl.

Das Thema fasziniert immer wieder neue Schüलगenerationen; es grenzt ja auch fast an ein Wunder, aus etwas Blech und Kupferlackdraht ein mechanisches Gebilde zu bauen, das sich schneller dreht als das Auge erkennen kann.

Wer dieses Thema im Technikunterricht mehrere Male mit Schülern behandelt hat, lernt immer neue technologische Lösungen kennen, findet neue Materialien, die die Konstruktion erleichtern.

Unsere Schüler wären überfordert, wenn wir von ihnen erwarten würden, wesentliche Teile des Elektromotors zu erfinden. Um sie vor Misserfolgserlebnissen beim Bau weitgehend zu bewahren, brauchen sie eine Reihe von Hilfen.

Trotzdem sollen nicht alle Motoren nach demselben Konzept genau baugleich werden; die Schüler sollen auch einen ihren Fähigkeiten entsprechenden Motortyp bauen können.

Der im Folgenden beschriebene **Motortyp A** geht von einer Form des Ankers aus, die in den äußerlichen Merkmalen den meisten industriell gefertigten Motorankern ähnelt: Der Anker ist länglich und weist einen geringen Querschnitt auf. Durch die Form bedingt ist eine relativ große Fläche gegeben, an der die magnetischen Kräfte von Stator und Anker wirksam werden. Dieser Motortyp weist eine hohe Umdrehungszahl auf. Sein großer Vorteil liegt in der einfachen (und bis auf das Löten narrensicheren) Konstruktion des Anker-Eisenkernes aus Schweißdraht. Er lässt sich auch in Miniaturgrößen herstellen und weist dann den geringsten Materialbedarf auf.

Wer sich für die Motortypen B oder C entscheidet, sollte zunächst mit der Bau des Stators beginnen: Schwache Schüler mit Stator A, handwerklich geschickte mit Stator C. Je nach Gelingen der dafür benötigten Blechschneide und -abkantarbeiten sollte dann der Schwierigkeitsgrad bei der Ankerform gewählt werden.

## Material

- Eisenblech von ca. 1mm Stärke (Gibt es umsonst aus dem Schrottabfall bei Schlossereien, Herstellern von Stahltüren,...)
- Schweißdraht 2,3 und 4 mm Durchmesser (Achse, Anker)
- Kupferwickeldraht 0,3 mm Durchmesser (Versandhandel)
- Grundplatten aus Holz
- Kleinmaterial: Messingröhrchen mit 4 mm Innendurchmesser, Bronzefederband, Isolierband, Kreppband, Holzschrauben

## Werkzeug

- Hebelblechschere (Anschlag selbst bauen)
- leistungsfähige LötKolben (mmd. 150 Watt)

# Lernziele der Unterrichtseinheit / Unterrichtsverlauf

## Lernziele der Unterrichtseinheit

- a) Kennenlernen des Funktionsprinzips eines Zweipol-Gleichstrommotors mit Stromwender
  - Wiederholung Magnetismus, Elektromagnetismus (Zusammenhang Stromfluss - Magnetfeldrichtung)
  - Wirkungsweise des Stromwenders
- b) Bau eines funktionstüchtigen Gleichstrommotors
  - Kennenlernen, anwenden, üben verschiedener Techniken der Metallbearbeitung und -verbindung:

## Unterrichtsverlauf (ca. 20 Stunden)

Motivationsphase: Vorführen mehrerer Motormodelle (soweit vorhanden), Erklärungsversuche der Schüler zum Funktionsprinzip

Sachinformation: Elektromagnetismus

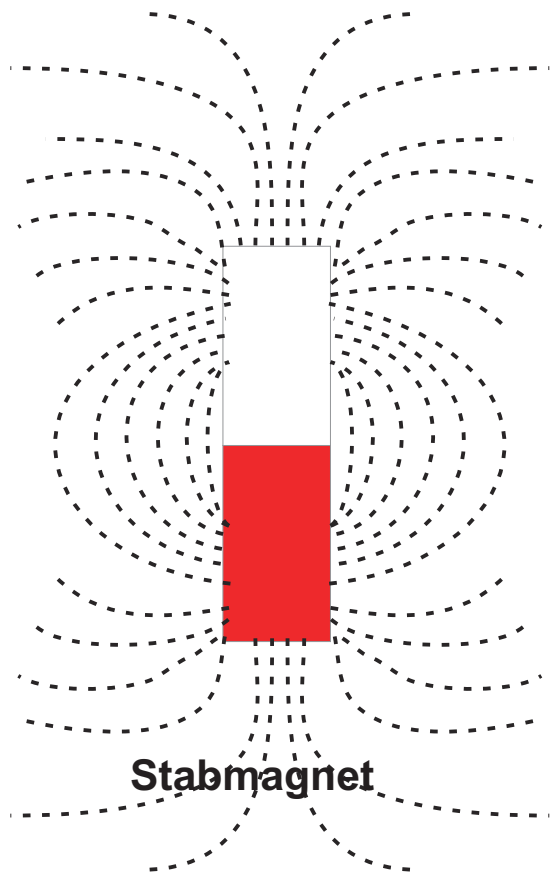
Elektromotorisches Prinzip (Faraday)

Funktionsweise des Gleichstrommotors mit Stromwender  
Umpolzeitpunkt, Bauweise des Stromwenders

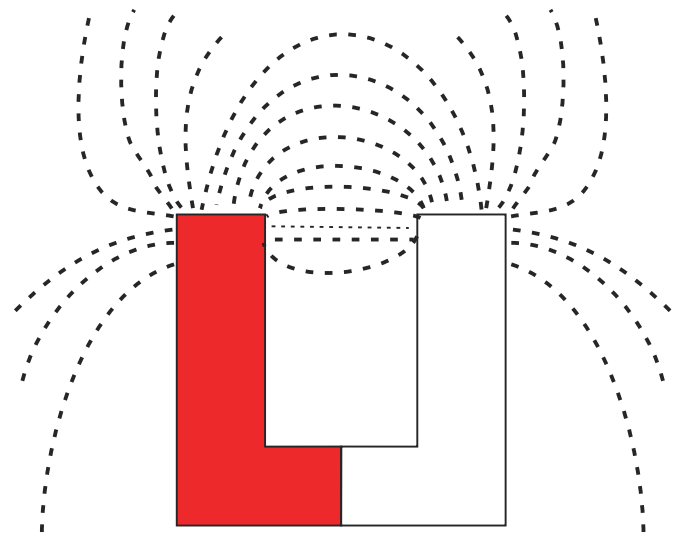
Werkarbeit: Die Schüler entscheiden sich für einen Motortyp, beginnen mit dem Bau des Stators (Typ A, C) bzw. des Ankers (Typ B)

Bei auftretenden Problemen werden weitere Informationsphasen (Wiederholung) eingeschoben.

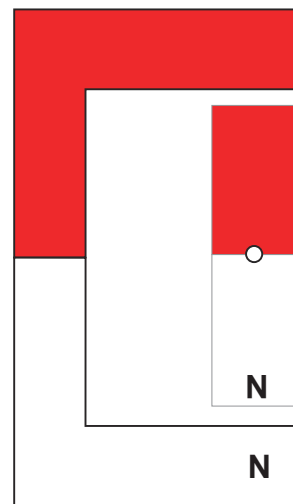
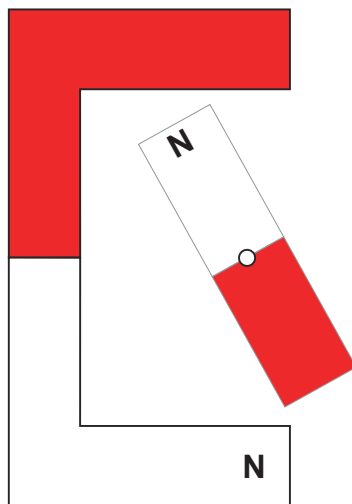
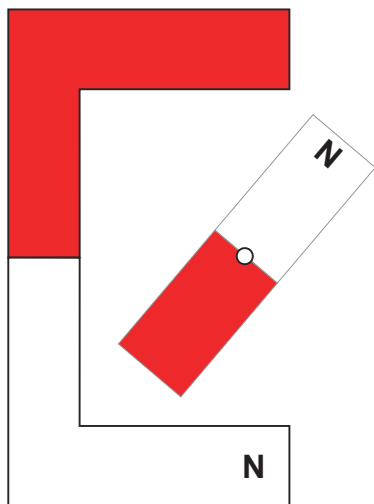
# Grundlagen Magnetismus



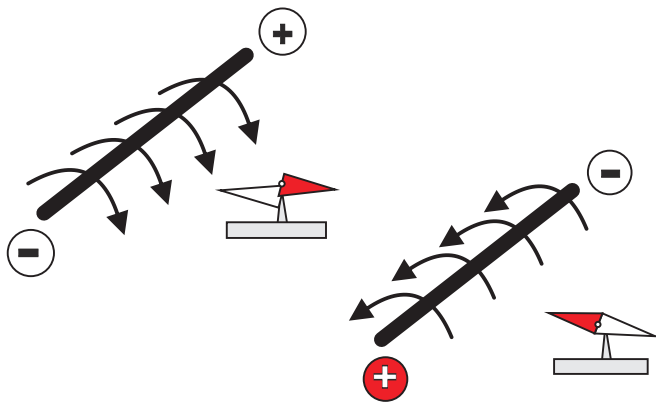
Stabmagnet



Hufeisenmagnet



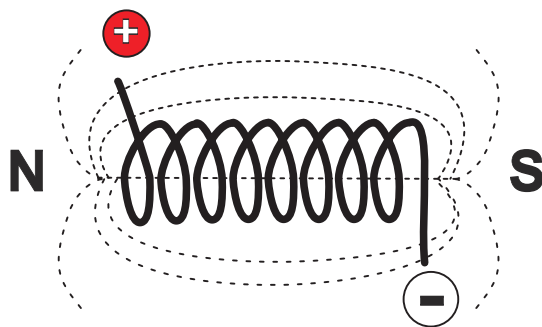
**Der Stabmagnet ist drehbar gelagert. Bewegung?**



Der Däne Hans Christian Oerstedt entdeckte 1820 einen Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität:

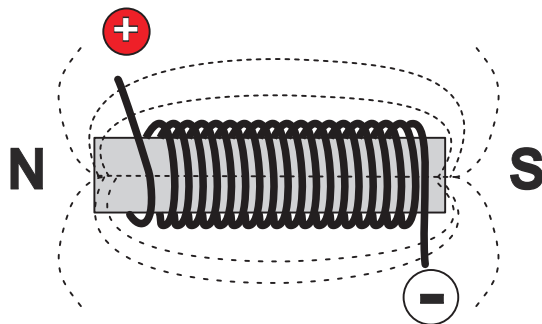
Er schickte elektrischen Strom aus einer Batterie durch einen dünnen Leiterdraht; eine danebenstehende Kompassnadel wurde dabei durch das entstehende ringförmige Magnetfeld abgelenkt.

Ändert man die Stromrichtung, kehrt sich das Magnetfeld um.

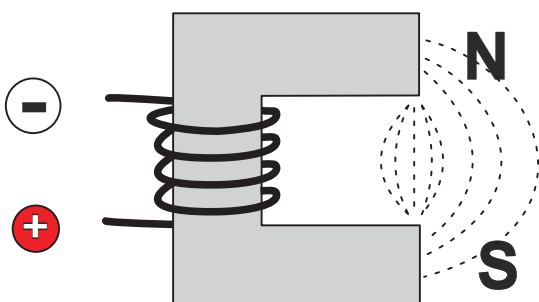


Der Franzose Ampère entdeckte bald darauf, dass ein zu einer Spule gewickelter Leiterdraht ein Magnetfeld wie ein Stabmagnet besitzt. Kehrt man die Stromrichtung um, wird auch das Magnetfeld umgepolt.

Die Stärke des Magnetfeldes nimmt mit der Stromstärke und der Wicklungszahl zu.

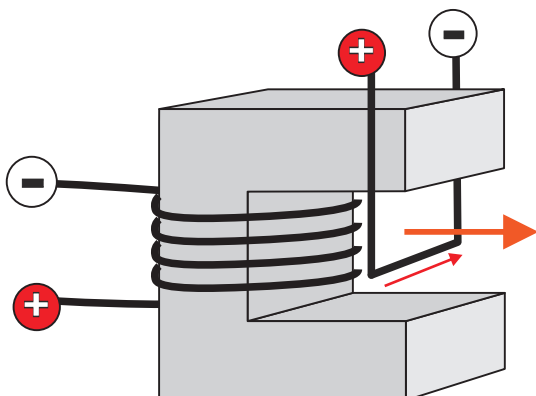


Durch einen Weicheisenkern in der Spule vervielfacht sich die magnetische Feldstärke, ohne dass die Stromstärke erhöht werden muss.



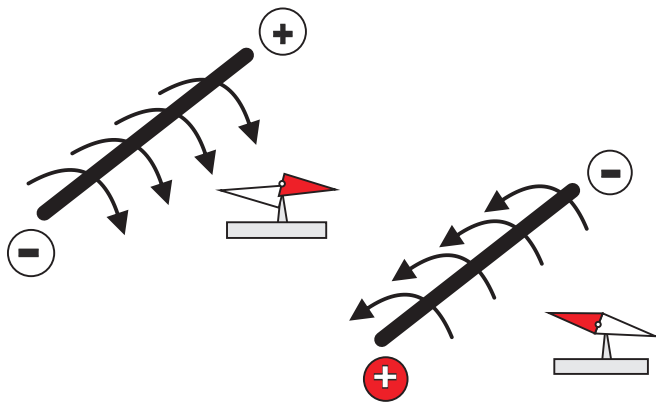
Ein ring- oder hufeisenförmiger Eisenkern erzeugt mit Hilfe einer Spulenwicklung ein sehr starkes Magnetfeld.

Am stärksten ist das Magnetfeld zwischen den Polen ausgeprägt.



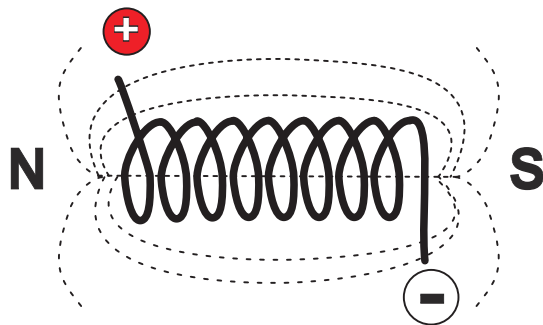
Das Magnetfeld übt Kräfte auf bewegte Elektronen (Strom im Leiterdraht) aus, wenn ihre Bewegungsrichtung quer zum Magnetfeld erfolgt: Die Leiterschaukel wird ausgelenkt.

Fließt der Strom im Leiterdraht in die andere Richtung, so wird auch der Leiterdraht in die andere Richtung abgelenkt.



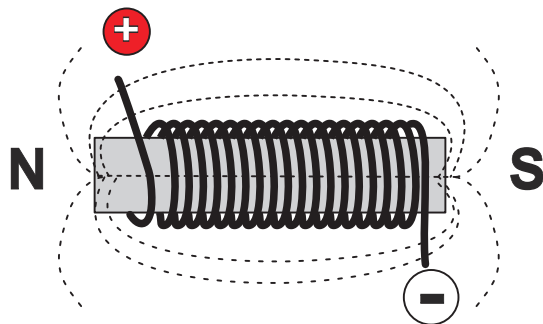
**1820 Oersted**

Stromrichtung - Magnetfeld



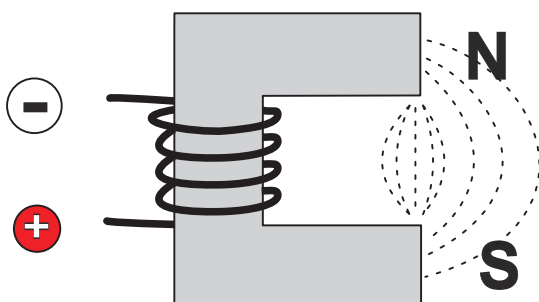
**1820 Ampère**

Magnetfeld bei der Spule



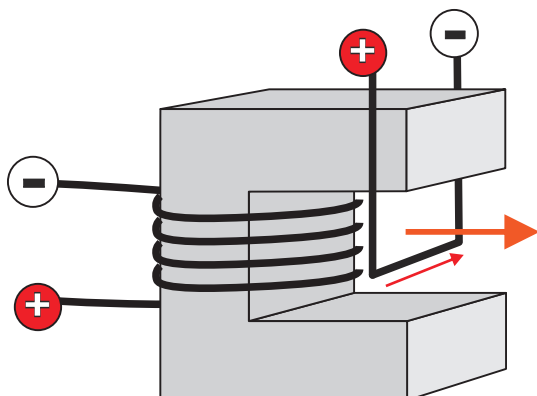
**1820 Arago / Gay-Lussac**

Spule mit Eisenkern



**1825 Sturgeon**

u-förmiger Elektromagnet

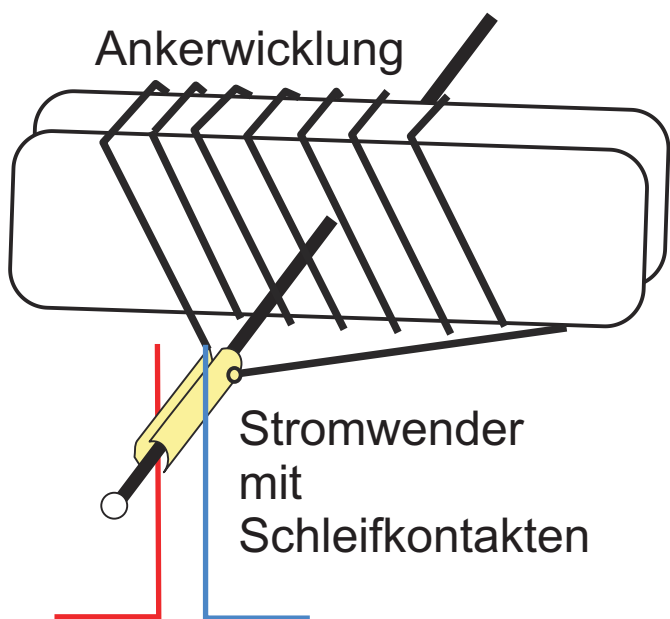
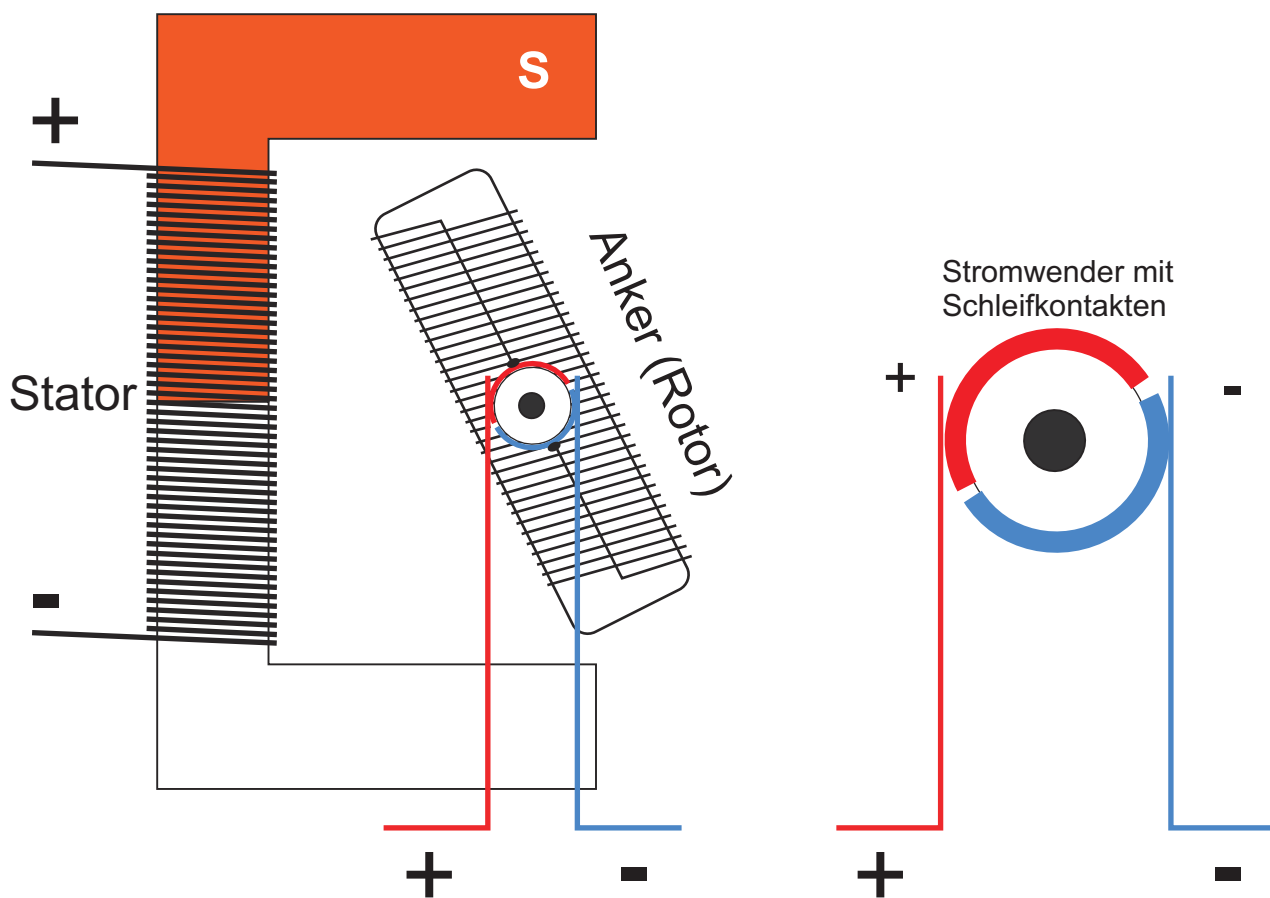


**1831 Faraday**

Elektromotorisches Prinzip

# Funktionsprinzip des Gleichstrommotors

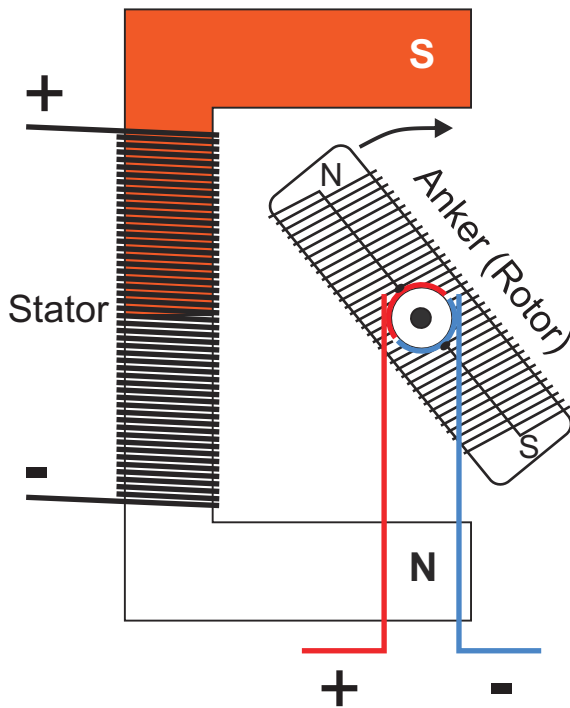
Gleichstrommotor mit Zweipolanker



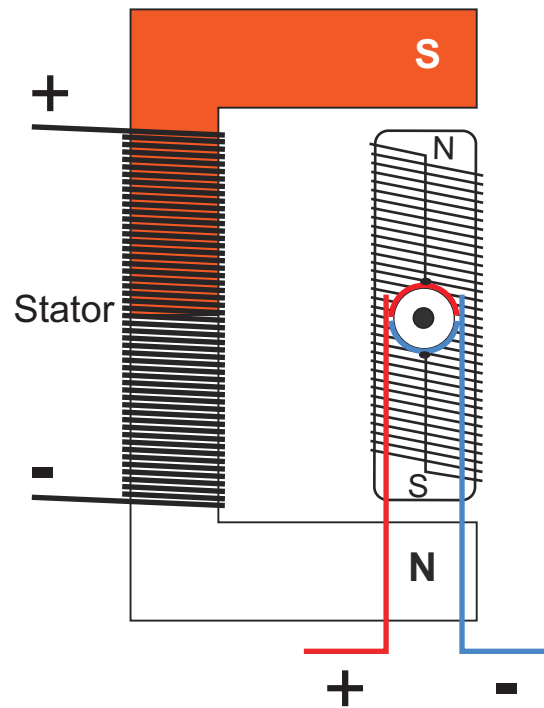
schematische Darstellung der Ankerwicklung

# Demonstrationsfolie Entstehung der Drehbewegung

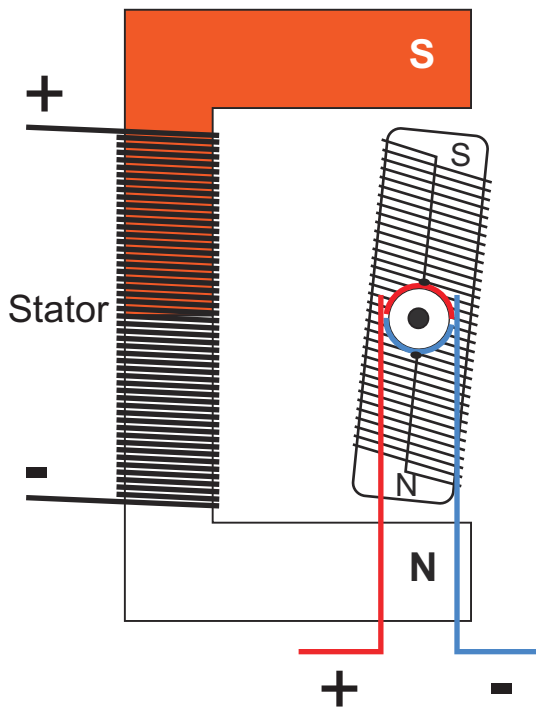
Am Stator liegt Gleichspannung an. Es entsteht ein stabiles Magnetfeld wie beim Hufeisenmagneten.



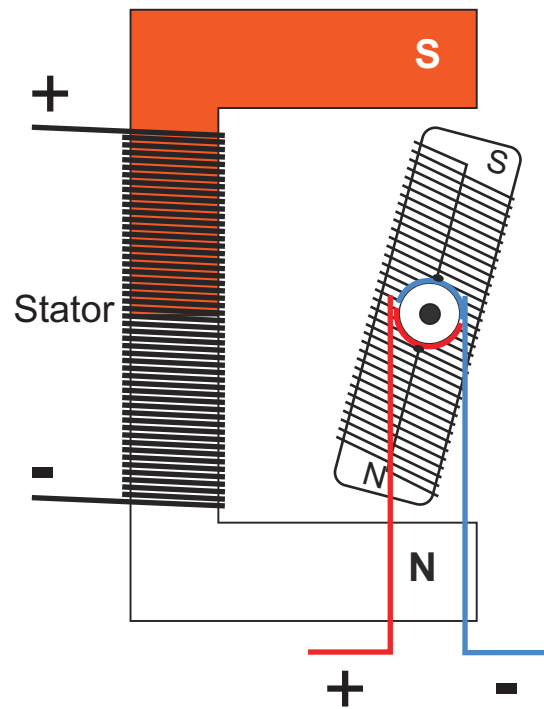
Unterschiedliche Pole ziehen sich an. Es entsteht eine Drehbewegung im Uhrzeigersinn.



Nord- und Südpole stehen sich gegenüber. Durch den entstandenen Schwingung dreht sich der Rotor jedoch weiter.

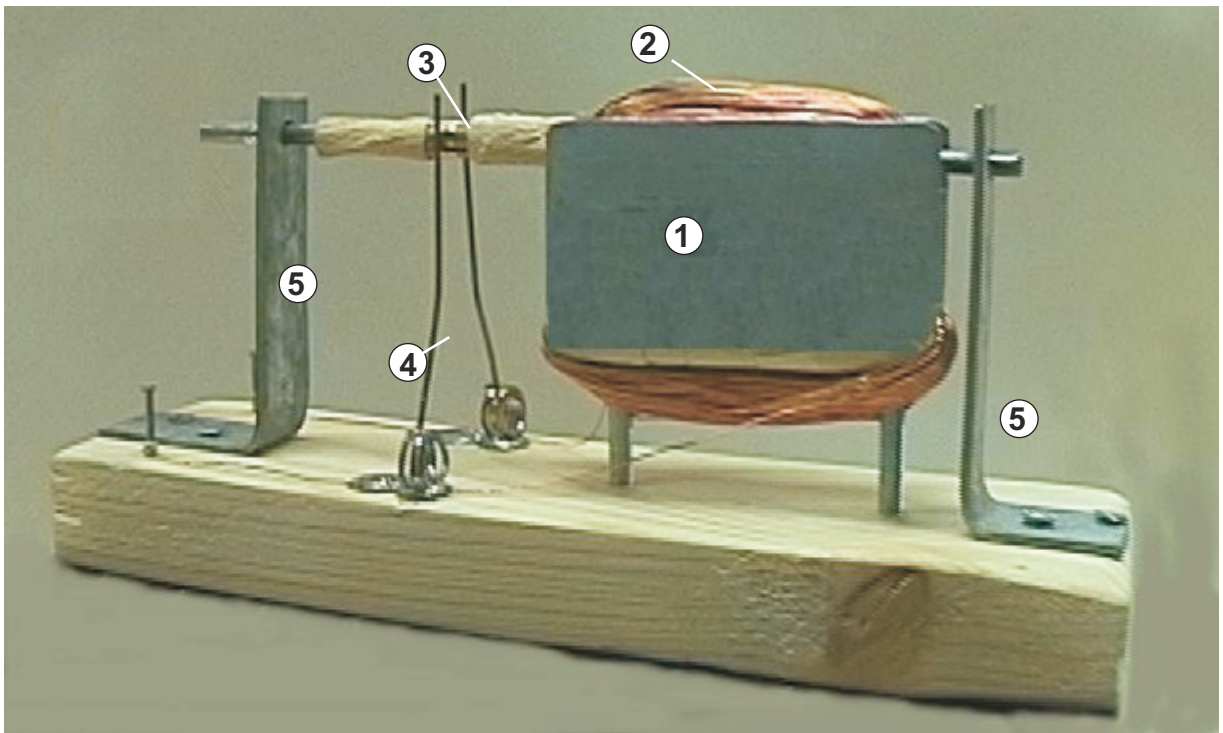


Jetzt wird der Stromfluss im Rotor durch die Schleifkontakte umgepolt. Gleichnamige Pole stehen sich gegenüber und stoßen sich ab.



Nach einer weiteren halben Umdrehung wird erneut umgepolt, usw...





**Die Motorteile:**

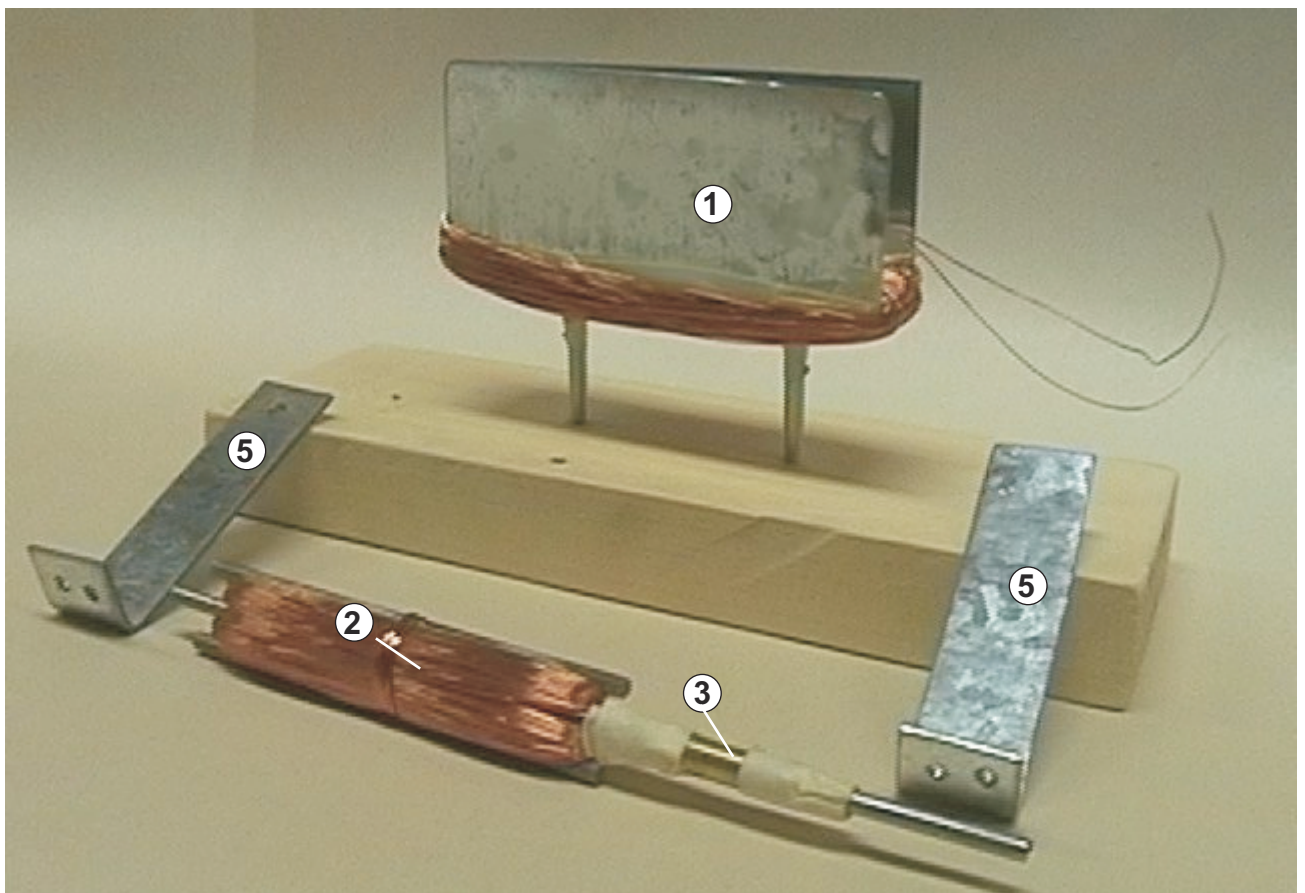
① Stator

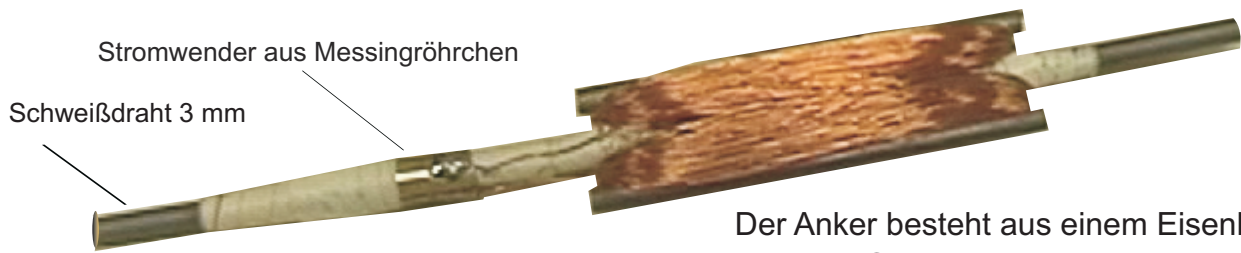
② Anker (Rotor)

③ Stromwender (Umpoler)

④ Schleifkontakte (federnd)

⑤ Ankerlager

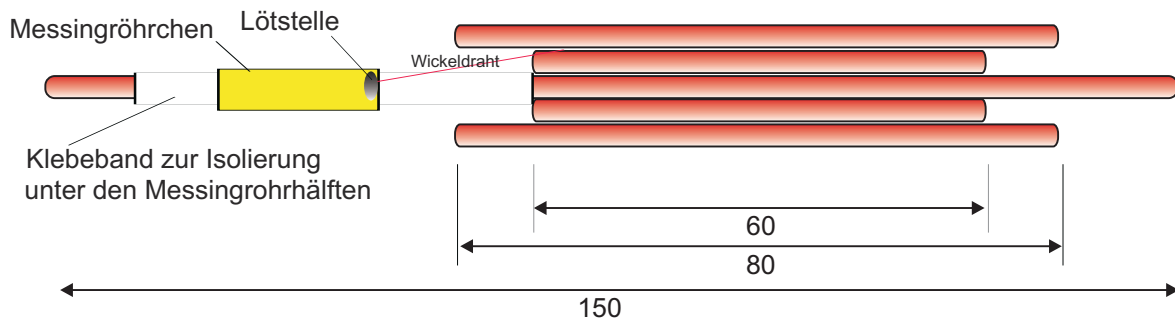




Klebeband zur Isolierung befindet sich unter den Messingrohrhälften. Außerdem werden die Stromwender mit Klebeband von außen auf der Achse fixiert.

Der Anker besteht aus einem Eisenkern mit einer Spulenwicklung. Der Eisenkern wird aus 5 Schweißdrahtstücken zusammengelötet. Die Wicklung erfolgt mit Spulenwickeldraht von 0,3 mm Durchmesser.

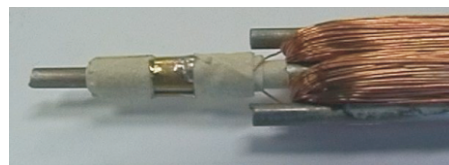
## Maße des Eisenkerns aus Schweißdraht mit 3 mm Durchmesser



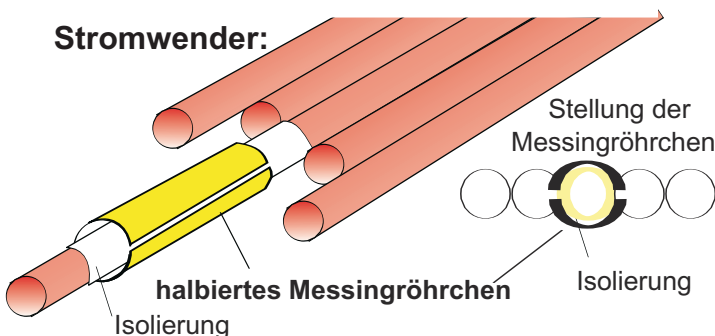
Säge mit einer Eisensäge die Schweißdrahtstücke ab (Maße siehe Zeichnung). Achte darauf, dass die Achse (ca. 150 mm lang) völlig gerade ist und bleibt. Befestige die 5 Schweißdrähte mit Nägeln auf einer Holzunterlage und löte sie dann mit einem leistungsfähigen LötKolben zusammen. (Schweißdraht vorher mit Schmirgelpapier säubern; Lötstellen mit Löffett versehen.)

Beseitige nach dem Löten eventuelle scharfe Kanten am Eisenkern und klebe ihn im Bereich der Ankerwicklung mit Ablebeband (z.B. Tesakrepp) ab, damit die Lackschicht des Wickeldrahtes nicht an scharfen Kanten beschädigt wird.

**Ankerwicklung:** Lasse den Anfang der Spulenwicklung einige Zentimeter herausstehen und wickle zunächst die eine Seite der Ankerspule, bis der Hohlraum zwischen den Schweißdrähten gefüllt ist. Wechsle dann auf die andere Ankerhälfte und wickle **in derselben Richtung** weiter, bis auch hier die gleiche Menge Wickeldraht aufgewickelt ist. Isoliere beide Enden der Ankerwicklung ab und löte sie am Stromwender mit möglichst wenig Lötzinn fest.



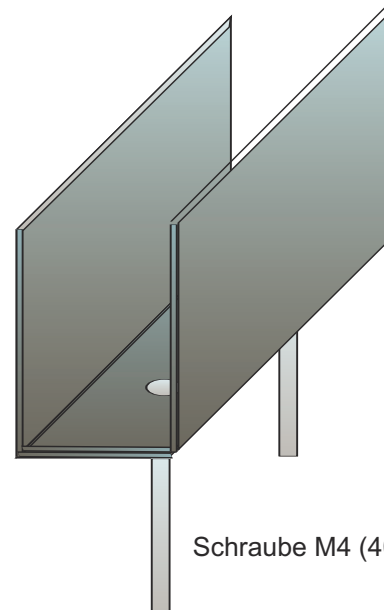
### Stromwender:



Säge ein Messingröhrchen mit 4 mm Innendurchmesser in zwei Hälften. Am Rand je ein Ende der Spulenwicklung anlöten. (Grate mit Feile entfernen) Achse zur Isolierung mit Ablebeband umwickeln, Messingrohrhälften in richtiger Stellung (davon ist der Zeitpunkt der Umpolung der Stromrichtung abhängig) aufdrücken und mit Ablebeband an den Enden auf der Achse festkleben.

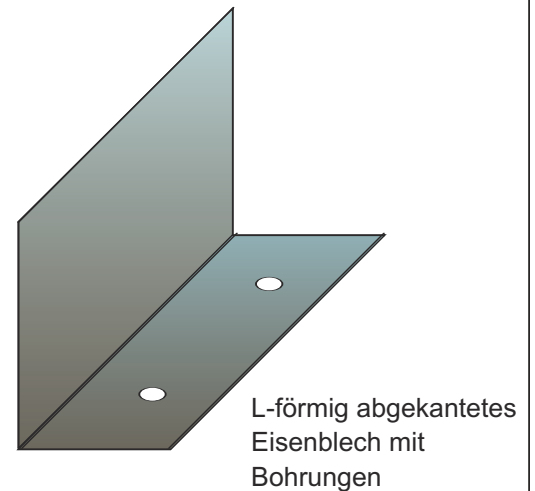
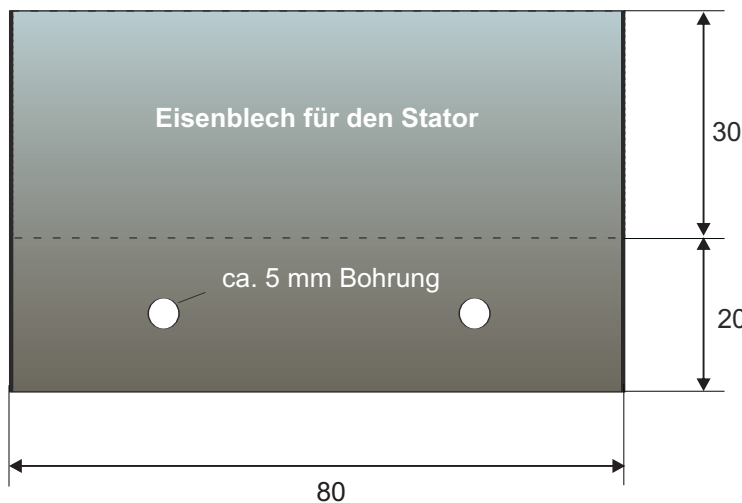


Frontal-dimetrische Darstellung Maßstab 1:1



Schraube M4 (40 - 60 mm lang)

Der Stator wird aus zwei L-förmig abgekanteten Eisenblechen (Maße siehe unten) zusammengesetzt und mit 2 Schrauben fest verschraubt. Diese Schrauben ermöglichen gleichzeitig die einfache Befestigung in der Grundplatte des Motors.



L-förmig abgekantetes Eisenblech mit Bohrungen

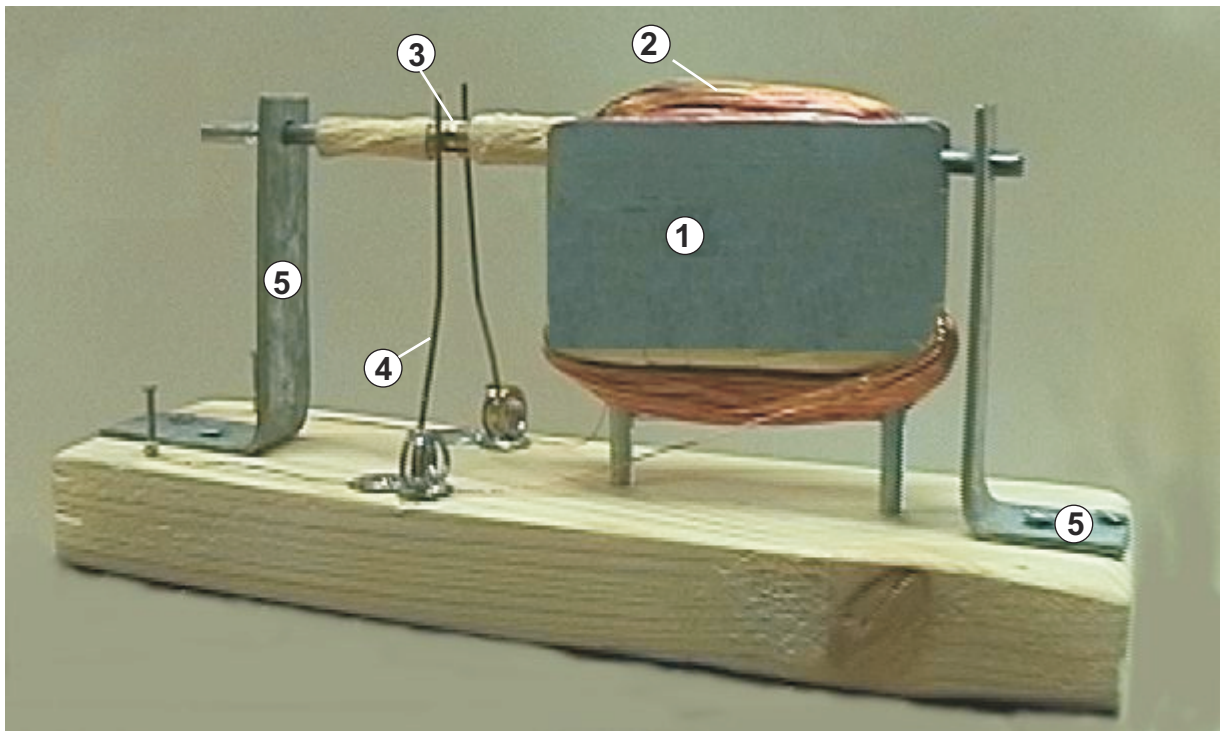
Die Maße des Bleches mit der Reißnadel anreißen. Die Bohrungen für die Schraubverbindung (Schraubendurchmesser 3,8 mm) werden größer gewählt, um Ungenauigkeiten beim Anreißen und Bohren auszugleichen. Das Blech an der - - Linie im Winkel abkanten (Abkantvorrichtung / Schraubstock und Hammer). Zum Schluss alle Blechkanten mit der Feile entgraten.

**Beachte:** Das zweite Blech muss ein Seitenteil mit etwas geringerer Höhe haben (ca. 1 - 2 mm), da es mit seinem Unterteil auf dem ersten Seitenteil aufliegt.

Die 2 Statorteile werden mit 2 Schrauben M4 zusammengefügt, der Stator im unteren Bereich an den Kanten mit Klebeband abgeklebt, damit der Spulenwickeldraht nicht beschädigt wird.

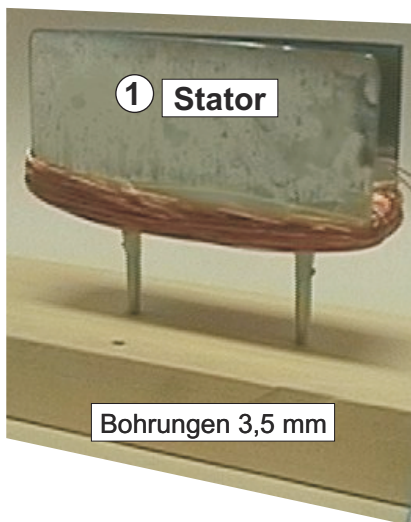
Dann die Statorwicklung aufbringen (etwa die gleiche Menge Kupferlackdraht wie beim Rotor), die Enden abisolieren und den Elektromagneten überprüfen (ca. 10 V).





**Die Motorteile:**

- ① Stator
- ② Anker (Rotor)
- ③ Stromwender (Umpoler)
- ④ Schleifkontakte (federnd)
- ⑤ Ankerlager



Mit Hilfe von zwei Bohrungen 3,5 mm wird der Stator ganz einfach auf der Grundplatte befestigt:  
Da die Schrauben einen Durchmesser von ca. 3,8 mm haben, kann man sie einfach mit ein paar Hammerschlägen in die Bohrungen hineindrücken.  
(Zum Schutz des Stators ein Brettchen oben auflegen.)



**⑤ Ankerlager**

Für das Ankerlager schneidet man zwei schmale Blechstreifen zu und versieht sie mit zwei Bohrungen für die Holzschrauben zur Befestigung auf der Grundplatte. (ca. 3 - 4 mm Durchmesser je nach ausgewählter Befestigungsschraube)

Das Achslager erhält eine Bohrung von 3,2 mm. Steht dieser Bohrerdurchmesser nicht zur Verfügung, macht man eine 3 mm-Bohrung und erweitert diese vorsichtig mit einem Dreieckshohlschaber.

**④ Schleifkontakte**

Die Schleifkontakte müssen einen optimalen Andruck gewähren. Ob dieser erreicht wird, überprüft man durch Verstärken des Andruckes / Entlasten des Andruckes per Hand.