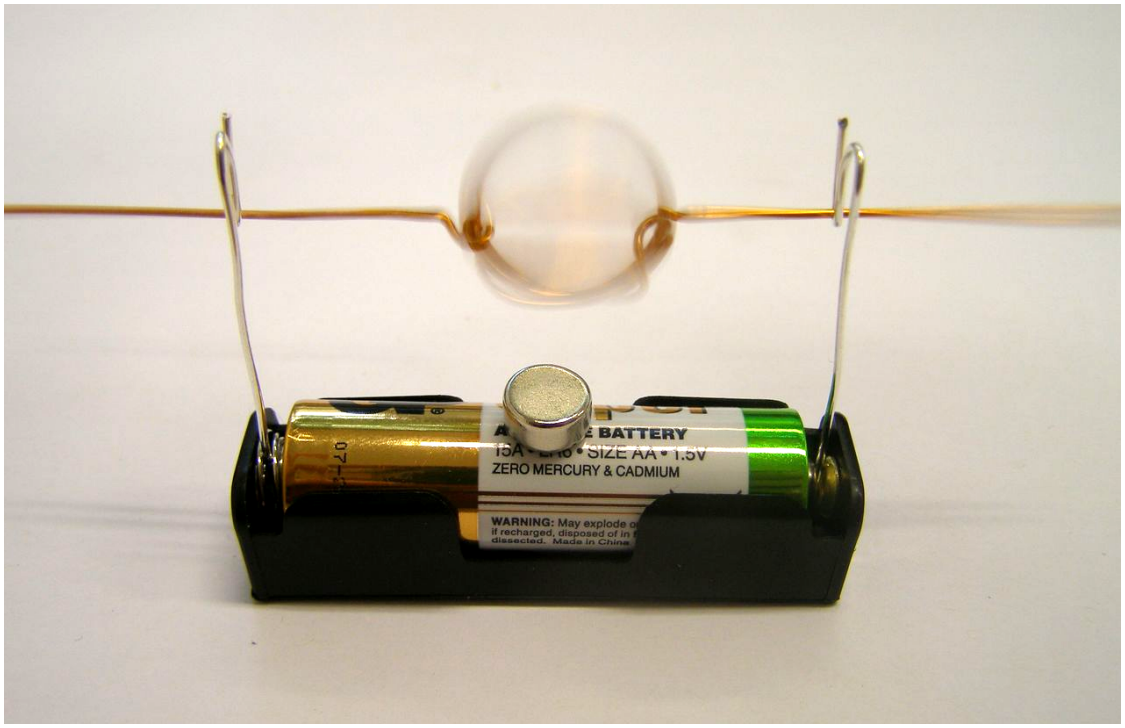
Projekt:
Elektromotor

Wir bauen einen Gleichstrommotor aus fünf Teilen



das Elektrotechnik- und Informatik-Labor der Fakultät IV
http://www.dein-labor.tu-berlin.de

Handout zum Projekt:

Elektromotor

Wir bauen einen Gleichstrommotor aus fünf Teilen

Liebe Schülerinnen und Schüler,

Wir freuen uns, dass ihr an unserem Projekt *Elektromotor* teilnehmt.
Wir sind immer dabei, für euch tolle Projekte zu entwickeln. Wenn ihr mal eine Idee für ein neues Projekt habt, dann schreibt uns doch einfach mal eine Mail (info@dein-labor.tu-berlin.de).
Ihr findet viele andere Projekte auf unserer Website: http://www.dein-labor.tu-berlin.de/

Das dEIn-Labor-Team wünscht viel Spaß beim Bauen!

1 Aufgabenstellung

Das Ziel unseres Projektes ist der Aufbau eines Gleichstrommotors aus nur fünf Teilen. Wir brauchen: Eine Batterie (Mignon (AA) 1,5 Volt), eine Batteriehalterung, einen kleinen, kreisrunden Dauermagneten, ca. 35 cm Kupferdraht und ca. 15 cm Silberdraht.
Wir werden aus dem Kupferdraht eine Spule biegen und diese in zwei Halterungen aus Silberdraht hängen, die mit den Polen der Batterie verbunden sind. Auf der Batterie liegt ein Dauermagnet. Die Kupferdrahtspule soll sich dann so lange im Kreis drehen, bis die Batterie leer ist.

Damit ihr nun versteht, wie das Ganze realisiert wird, werden wir nun die Funktionsweise und den Aufbau unseres Elektromotors erklären.

2 Funktionsweise unseres Elektromotors

Elektromotoren funktionieren nach dem elektromagnetischen Prinzip. Wenn eine Leitung von elektrischem Strom durchflossen wird, bildet sich um diese Leitung ein magnetisches Feld. Dieser Effekt kann ausprobiert werden, indem man einen leichten Magneten (wie z.B. einer Kompassnadel) neben ein stromdurchflossenes Kabel legt (bei Gleichstrom). Der Magnet richtet sich entsprechend aus.

Ungleichnamige Pole zweier Magnete ziehen sich an, gleichnamige stoßen sich ab. Dies ist allgemeines Wissen aus der Physik. Wird nun ein Elektromagnet (unsere stromdurchflossene Kupferdrahtspule) frei drehbar in das Magnetfeld eines Dauermagneten (Stator) gelagert, kann sich der Elektromagnet, je nach Polung des von ihm erzeugten eigenen Magnetfelds, in die eine oder andere Richtung drehen. Diese Drehung geht jedoch maximal so weit, bis der Elektromagnet (der Rotor) im Magnetfeld des Dauermagneten ausgerichtet ist. In Abbildung 1 ist dies gezeigt: das Magnetfeld des Rotors (blaue Linien) wird durch Drehung anhand des Magnetfeldes des Stators (grüne Linien) ausgerichtet, bis alle Magnetfeldlinien parallel verlaufen. In dieser Position würde der Elektromagnet dann anhalten (Ruheposition).

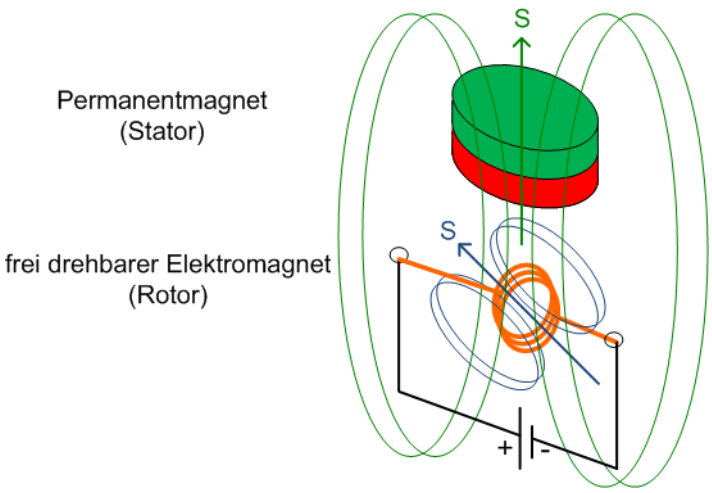


Abbildung 1: Konzeptdarstellung des Elektromotors

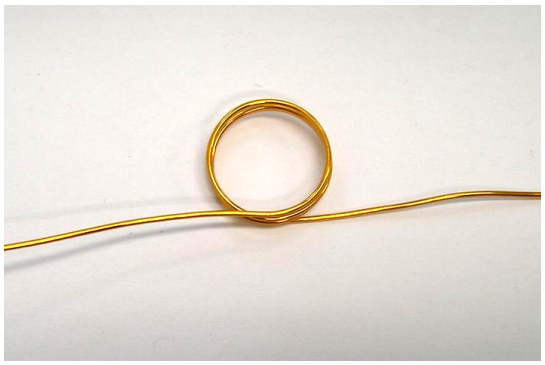
Das reicht uns natürlich nicht, denn wir wollen ja, dass sich der Elektromagnet immer weiter im Kreis dreht. Um dies zu erreichen, werden wir unseren Elektromagneten überlisten: Wir unterbrechen in jeder Runde kurzzeitig den Stromfluss, kurz bevor die Spule ihre Ruheposition im Magnetfeld des Dauermagneten erreicht hat. Ohne Stromfluss ist die Spule gar kein Elektromagnet mehr. Sie dreht sich dennoch mit Schwung noch ein Stück weiter: korrekt ausgedrückt wirkt jetzt die Trägheitskraft der drehenden Spule, um sie in der Drehbewegung zu halten.
Diese Trägheit ist natürlich nicht groß genug, um die Spule nun beliebig lange weiter zu drehen. Aber die Kraft reicht aus, die Spule weit genug aus der Ruheposition herauszudrehen, nämlich etwa eine halbe Umdrehung weit.
Wenn wir jetzt den Strom durch die Spule, und damit das Magnetfeld, wieder “einschalten”, dann wird sich die Spule von neuem drehen, da sie ja bestrebt ist sich im Magnetfeld des Dauermagneten auszurichten. Hat sie diese Ausrichtung (fast) geschafft, so wird der Stromfluss wieder unterbrochen. Auf diese Weise erreicht die Spule ihr Ziel, sich im Magnetfeld des Dauermagneten auszurichten, niemals. Wichtiger ist aber, dass wir unser Ziel erreicht haben, nämlich einen Motor mit sich ständig drehender Spule zu bauen.

Wie schaffen wir es aber, dass wir bei jeder Umdrehung der Spule den Stromfluss so lange unterbrechen, bis die Spule weit genug aus ihrer Ruheposition herausgedreht ist?
Schauen wir uns das Material unserer Spule mal genauer an: es handelt sich um Kupferdraht, der von blankem Isolierlack bedeckt ist. Durch diesen Isolierlack kann gar kein Strom fließen. Wenn wir also wollen, dass Strom durch die Spule fließt, müssen wir an den Stellen, wo die Spule in den Silberdrahthalterungen hängt, den Isolierlack entfernen. An der einen Aufhängestelle machen wir das auch: wir nehmen Schmirgelpapier und schleifen rings um den Kupferdraht auf einer Länge von ca. 2 cm den gesamten Isolierlack ab. Aber an der anderen Aufhängestelle schleifen wir den Kupferdraht nur auf der Oberseite des Kupferdrahts ab. Auf diese Weise gibt es beim Drehen der Spule in jeder Runde eine “tote Phase”, nämlich genau dann, wenn sich die Stelle mit dem Isolierlack in der Silberdrahthalterung befindet. Wegen der Isolierung kann

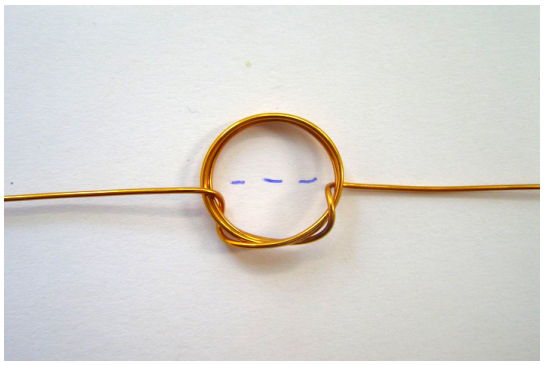
nun kein Strom fließen. Wie oben beschrieben, dreht sich die Spule dann aber wegen der Trägheit auch ohne Strom weiter und hat schnell wieder eine Position erreicht, wo die Stelle ohne Isolierlack die Silberdrahthalterung berührt. Nun fließt wieder Strom, und die Ausrichtung im Magnetfeld beginnt von neuem.

Anmerkung: Bei größeren Gleichstrommotoren ist es zu unsicher, sich auf die Trägheit des Elektromotors zu verlassen. Hier wird ein sogenannter *Stromwender (Kommutator, Kollektor)* eingesetzt, der in der Ruheposition den Stromfluss im Rotor umpolt.

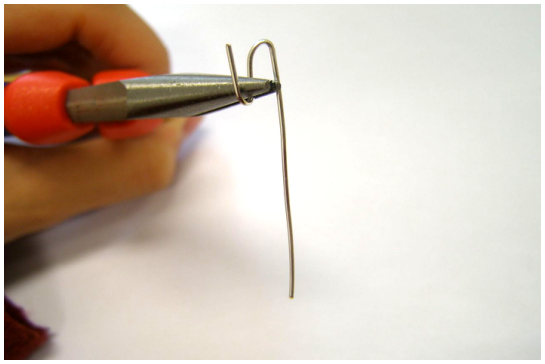
3 Aufbauanleitung für unseren Elektromotor



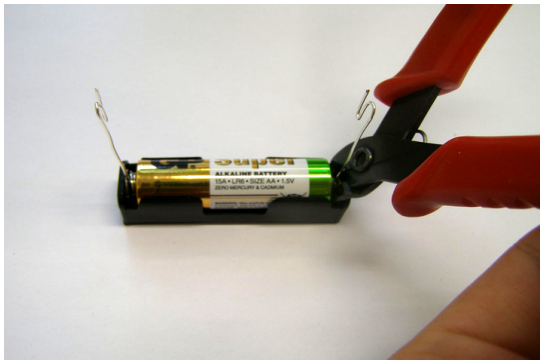
1. Biege aus dem Kupferdraht eine Spule, indem du den Draht drei bis vier Mal um deine runde Batterie wickelst. Die Enden stehen gerade von der Spule ab.



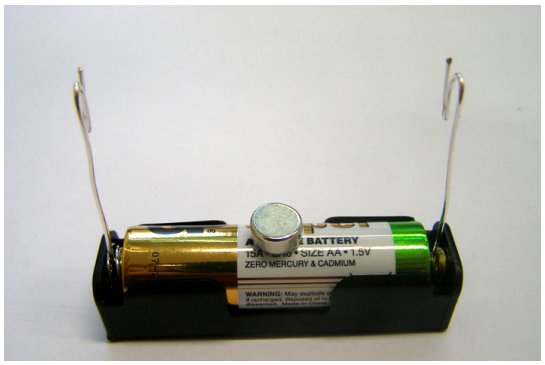
2. Schlinge nun die Drahtenden je einmal durch den Spulenring, dass die Spule so aussieht wie auf der Abbildung und die Enden der Spule von der Spulenmitte wegführen.



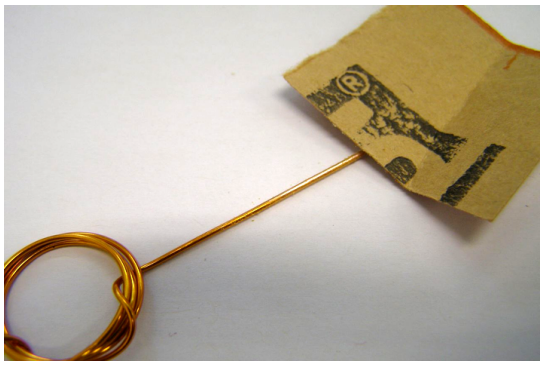
3. Baue zwei Ständer, in den du die Spule einhängen kannst, indem du den Silberdraht in zwei gleich lange Stücke schneidest und aus jedem Stück eine Aufhängung biegst. Am besten klappt das mit einer Flachzange.



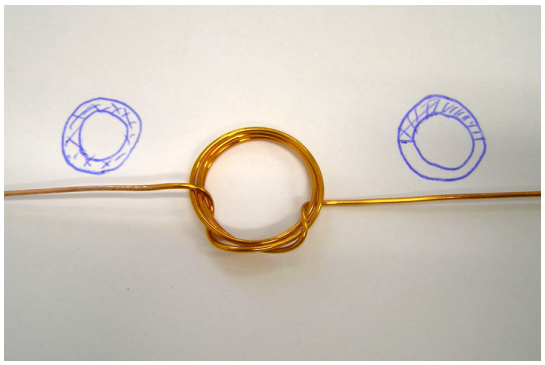
4. Die beiden Ständer klemmst du zwischen die Batterieenden und die Batteriehalterung. Nimm die Kneifzange zu Hilfe um die Batteriehalterung ein Stück aufzubiegen, damit man den Silberdraht dazwischenstecken kann.



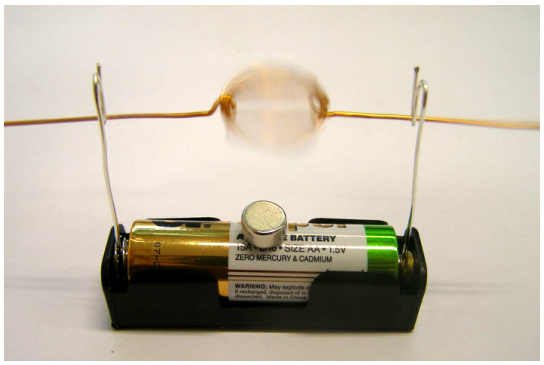
5. Erzeuge ein Magnetfeld, indem du den Dauermagneten (*Stator*) in der Mitte der Batterie befestigst.



6. Nun schleife den Isolierlack an den Enden der Spule so ab, dass Strom vom Silberdraht in den Kupferdraht fließen kann.



7. Ein Ende wird rundherum abgeschliffen, das andere Ende der Spule wird nur auf der oberen Seite abgeschliffen.



8. Hänge jetzt deine Spule in den Ständer über dem Dauermagneten.

Meistens dreht sich der Motor noch nicht sofort, er muss dann ein bisschen nachbearbeitet werden: Biege die Spule so, dass sie sich so gerade wie möglich dreht. Vielleicht hast du auch noch nicht genug Isolierlack weggeschliffen. Du wirst merken, wie die Spule nach jeder Verbesserung mehr zappelt und sich schließlich nach einem kleinen Schubs oder sogar von ganz alleine dreht, wie der Motor vorne auf dem Titelbild.