

Ein Elektromotor aus einer Konservenbüchse

Von Karl Thöne

Schon mancher Bastler hätte sich gerne einen kleinen Elektromotor gebaut, wenn dieses Vorhaben einfacher auszuführen wäre. An Bauanleitungen fehlt es zwar nicht, aber den meisten Buben steht das erforderliche Werkzeug nicht zur Verfügung, ganz zu schweigen vom handwerklichen Geschick, das bei vielen zu wünschen übrig lässt. Muss man aber die Hauptbestandteile von Handwerkern machen lassen, so kommt die Selbstanfertigung zu teuer und die Freude am eigenen Werk ist dahin.

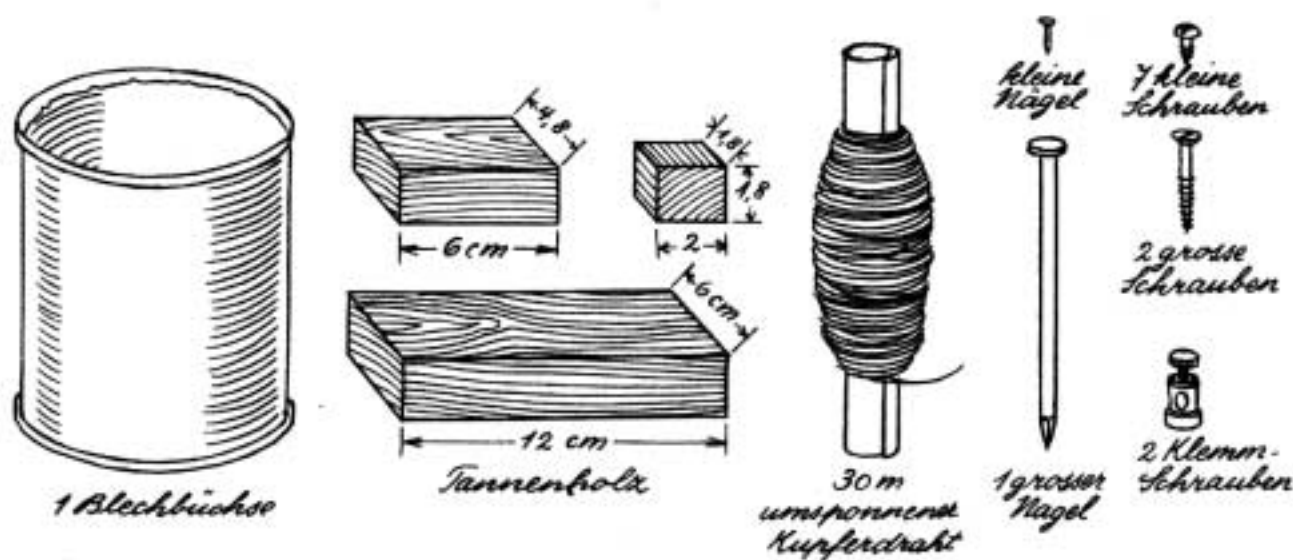


Abb. 1. Was man an Material braucht

Ich möchte deshalb hier zeigen, wie sich jeder aus den wenigen leicht zu beschaffenden Gegenständen, die Abbildung 1 zeigt, einen gutfunktionierenden Motor ohne viel Mühe herstellen kann. Wenn ich sage «ohne viel Mühe», so setzt das dennoch voraus, dass man exakt und sorgfältig zu arbeiten hat und sich auch genügend Zeit lässt. Ferner darf man nicht glauben, unser selbstgebauter Elektromotor entwickle eine Kraft, die man irgendwie nutzbar anwenden könne. Da müsste ich euch zum vorneherein enttäuschen. Wir betreiben ihn ja nur mit dem Strom einer Taschenlampenbatterie oder eines Klingeltransformators, der schon durch seinen Namen

«Schwachstrom» andeutet, dass von ihm keine nennenswerten Leistungen zu erwarten sind. Wir wollen uns begnügen, dass unser Motor ohne Belastung rasch läuft und uns vor Augen führt, auf welche Weise ein Elektromotor den zugeführten elektrischen Strom in bewegliche Kraft verwandelt.

Die Konservenbüchse, die wir für die Herstellung des Magneten und des Ankers benötigen, muss aus Weissblech, also aus verzinnem Eisen bestehen, was ja bei den meisten Büchsen der Fall ist. Keinesfalls darf sie aus Aluminium sein.

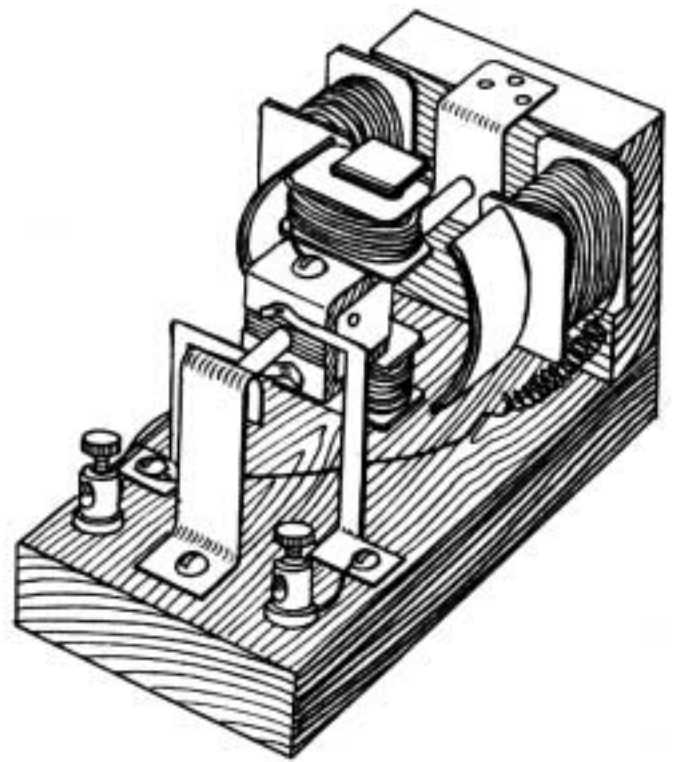


Abb. 2. Der fertige Motor

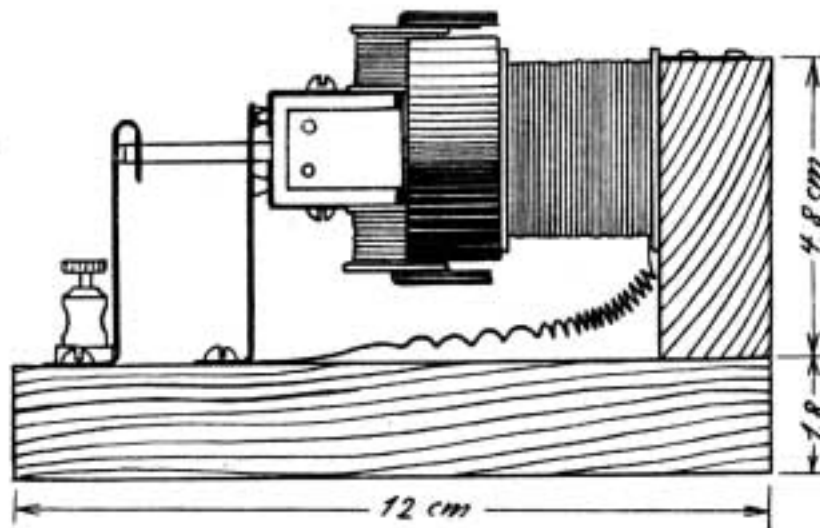
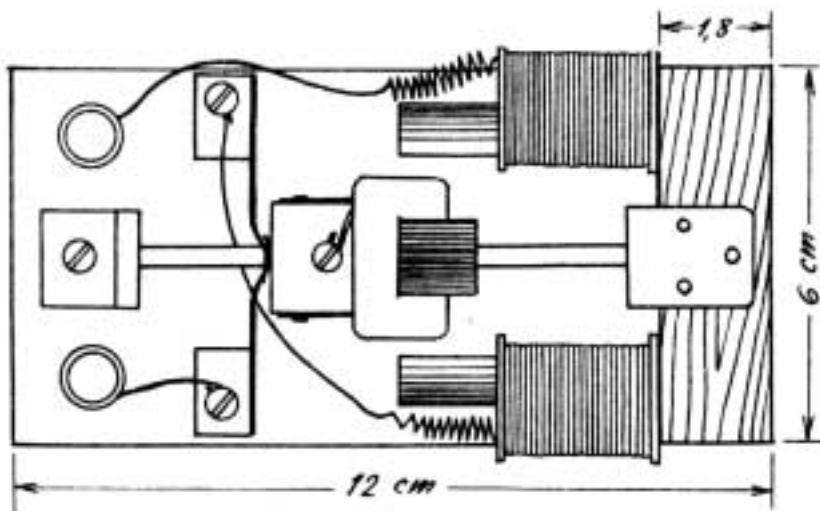


Abb. 3. Elektromotor, von oben und von der Seite gesehen

Wir merken den Unterschied schon am Gewicht; im Zweifelsfalle gibt uns ein Magnet Auskunft, der das Eisen anzieht, Aluminium aber nicht. Da das Eisen für unseren Zweck weich sein muss, geben wir die Büchse in den Ofen, in dem wir ein ordentliches Feuer angefacht haben. Die Büchse wird darin rotglühend. Wir lassen sie mit dem erlöschenden Feuer im Ofen langsam abkühlen, wodurch das Eisen weich wird. Die nun dunkel angelaufene Büchse zerlegen wir mit dem Büchsenöffner und einer alten Schere, für die man sonst keine Verwendung mehr hat. Der Boden wird weggeschnit-

ten, ebenso die beiden gefalzten Ränder oben und unten, so dass wir nach dem Aufschneiden des Mantels ein rechteckiges Blechstück erhalten, das wir auf dem Tisch glatt ausbreiten.

Nun zeichnen wir auf einen dünnen Karton die beiden Formen der

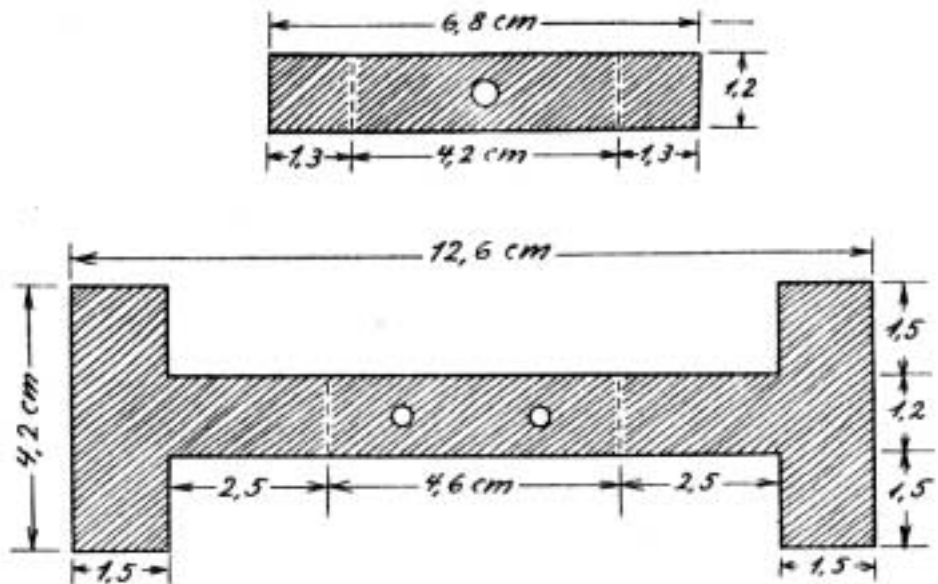


Abb. 4. Oben: Die Blechform des Ankers. Unten: Die Blechform des Magneten. Beide Formen sind dreimal zu schneiden

Bleche für den feststehenden Magneten und den sich drehenden Anker nach Abbildung 4, schneiden die Formen mit der Schere aus und benützen sie als Schablonen, die wir mit einem spitzen Bleistift auf das Blech übertragen. Beide Formen müssen dreimal auf das Blech gezeichnet und aus diesem herausgeschnitten werden. Wer ganz genau arbeiten will, kann die drei Blechstreifen für Magnet und Anker um je einen Millimeter verschieden lang machen, damit die übereinandergelegten Teile auch nach dem Biegen schön übereinanderpassen und das äusserste Blech nicht kürzer erscheint als das innerste; notwendig ist das aber nicht.

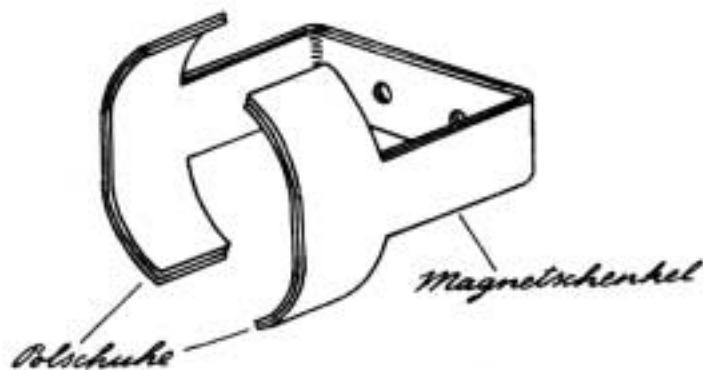


Abb. 5. Der aus drei Blechteilen hergestellte Magnetkern

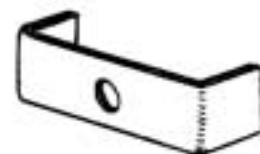


Abb. 6. Der aus drei Blechen zusammengesetzte Ankerkern

Wie die übereinandergelegten Bleche mit Hilfe einer Zange zum Magnet- und Ankerkern gebogen werden, geht aus den Abbildungen 5 und 6 hervor. Die Löcher werden erst durch die fertig gebogenen Blechformen gebohrt. Das Loch im Anker soll so gross sein, dass der Nagel, den wir als Ankerwelle benützen, streng darin Platz findet, ohne zu wackeln. Die beiden Löcher im Magnetkern dienen zum Anschrauben am Holzgestell. Nicht jeder von euch wird eine kleine

Handbohrmaschine mit Spiralbohrer zur Verfügung haben, um diese Löcher zu bohren. Man kann sich aber auch so behelfen, dass man mit spitzen Nägeln die Löcher durch jedes einzelne Blech hindurchschlägt, wobei das Blech auf ein Brettchen als Unterlage gelegt wird. Man schlägt den Nagel nicht gleich ganz durch, sondern zuerst nur leicht ein und feilt dann auf der Rückseite des Bleches den vorstehenden Rand des Loches weg; dann schlägt man den Nagel tiefer ein, feilt wieder, und so fort, bis das Loch gross genug ist. Der letzte Schlag muss durch die drei übereinandergelegten Bleche erfolgen, damit die Löcher aller Bleche genau übereinanderpassen.

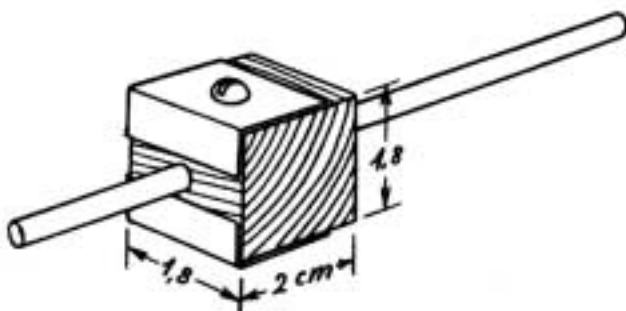


Abb. 7. Der Stromabnehmer



Abb. 8. Als Motorwelle dient ein grosser Nagel, dessen Spitze und Kopf abgefeilt werden

Der Ankerkern wird an einem kleinen Klötzchen aus Tannenholz, dem Stromabnehmerklötzchen, befestigt, dessen Grösse aus Abb. 7 hervorgeht. Diese Abbildung zeigt auch, dass die Ankerwelle mitten durch das Klötzchen führt. Da es nicht leicht ist, das Loch für die Welle genau waagrecht durch das kleine Hölzchen zu bohren, und da beim Verwenden eines gewöhnlichen Nagelbohrers das Hölzchen leicht springt, machen wir das Loch an einem grösseren Brettchen von entsprechender Dicke und sägen erst nachher das Klötzchen aus dem Brettchen heraus. Gelingt uns das Heraussägen nicht schön im rechten Winkel, so ist das nicht schlimm, wenn wir etwas Holz vorstehen liessen; durch nachträgliches Schleifen auf Glaspapier können wir dem Klötzchen immer noch die richtige Form und Grösse geben.

An dem etwa 3 mm starken Nagel entfernen wir mit der Feile die Spitze und den Kopf, so dass, wie Abbildung 8 zeigt, ein 8,5 cm langer Stift übrigbleibt, den wir nun durch das Loch im Klötzchen treiben. Er muss im Holz streng sitzen, andernfalls haben wir das Klötzchen neu zu machen.

Jetzt benötigen wir noch ein Stück Weissblech, das wir einer zweiten Konservenbüchse entnehmen, die wir nicht im Ofen ausgeglüht haben. Aus diesem Blech schneiden wir zunächst die aus Abbildung 9 ersichtlichen Teile. Das links abgebildete Stück brauchen wir zweimal; es dient als Stromabnehmer. Wir bringen in jedem der Stücke ein

Loch an, biegen es rechtwinklig um und schrauben es nach Abbildung 7 am Klötzchen fest. Die umgebogenen Enden dürfen die Ankerwelle nicht berühren, sonst schneiden wir ein wenig vom Blech ab. Den längeren Blechstreifen versehen wir in der Mitte mit einem Loch von der Grösse der Welle und benützen es nach Abbildung 10 dazu, den Ankerkern mit dem Klötzchen zu verbinden. Damit sich der Anker am Klötzchen nicht verschieben kann, muss sich der Blechstreifen



Abb. 9. Links: Form der beiden Bleche für den Stromabnehmer. Rechts: Blechstreifen zum Befestigen des Ankerkerns am Stromabnehmerhölzchen

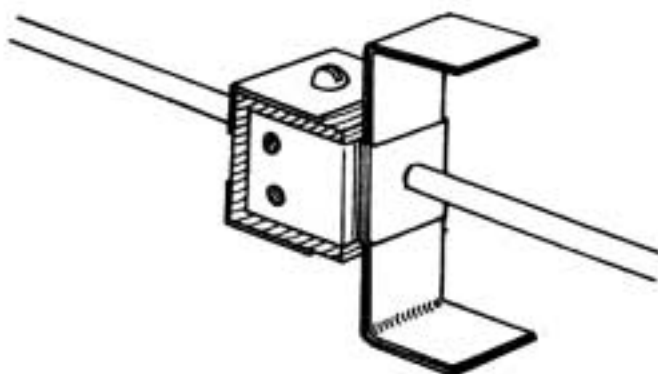


Abb. 10. Der Anker wird mit einem Blechstreifen am Stromabnehmerhölzchen befestigt

der Breite des Ankers anschmiegen, was durch zweimaliges rechtwinkliges Umbiegen des Bleches erreicht wird, wie aus den Abbildungen 9 und 10 hervorgeht. Die Enden des Streifens werden mit zwei kleinen Nägeln am Klötzchen festgemacht.

Als Wicklung für den Magneten und den Anker benützen wir 0,5 mm starken, mit Baumwolle umspunnenen Kupferdraht. 30 m genügen für alle Spulen. Wir wickeln den Draht nicht direkt auf die Eisenkerne, weil die scharfen Blechkanten die Isolierung des Drahtes leicht durchschneiden und so Kurzschluss herbeiführen. Wir stellen uns rechteckig geschnittene und mit einem Schlitz versehene Kartonscheibchen her, die auf die Eisenkerne gesetzt werden. Das Blech zwischen den Scheibchen umwinden wir mit Papier, wie aus den Abbildungen 11 und 12 hervorgeht. Damit die Kartonscheibchen auf

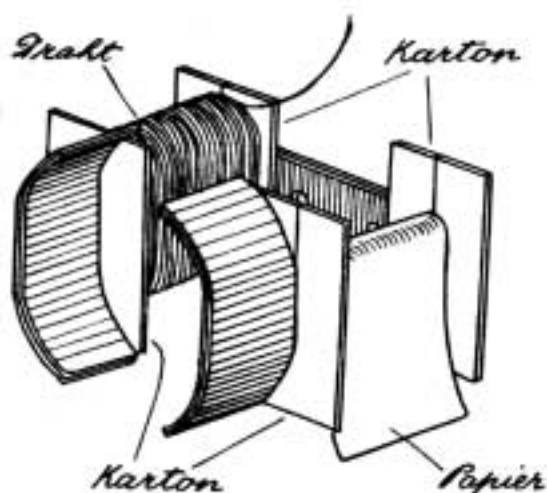


Abb. 11. Der Magnet; die rechtsliegende Spule ist noch unbewickelt

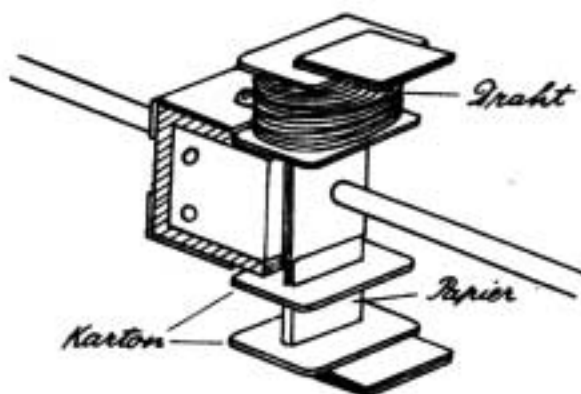


Abb. 12. Der Anker; die untere Spule ist noch unbewickelt

die Magnetschenkel gesetzt werden können, ist es nötig, die Schlitze bis zum Kartonrand zu schneiden; den zerschnittenen Rand können wir nach dem Aufsetzen mit Papier überkleben. Wir erhalten auf diese Weise vier Spulen, zwei am Magneten und zwei am Anker, die nun zum Wickeln bereit sind.

Wir beginnen die Magnetspulen zu wickeln, indem wir zunächst ein etwa 40 cm langes Stück des Drahtanfangs um einen dicken Nagel winden. Man erhält so eine kurze Drahtspirale, die sich später durch Ausziehen beliebig verlängern lässt und beim Wickeln weniger stört als ein langes, gerades Drahtende. Das Wickeln hat so zu erfolgen, dass jede Windung dicht an die nächste zu liegen kommt. Ist die erste Lage gewickelt, so wird auch die folgende Lage wieder Windung an Windung gelegt. So werden etwa zehn Lagen gewunden. Bildet sich in einer Lage eine Ungenauigkeit, so dass die Windungen nicht mehr eng nebeneinander liegen, so lässt sich der Fehler für die folgenden Lagen dadurch beheben, dass man einen Streifen dünnen Papiers um die betreffende Lage windet. Das regelmässige Winden hat den Vorteil, dass der Draht näher dem Eisenkern zu liegen kommt, als wenn man wild durcheinander windet. Je näher nämlich der Strom um den Eisenkern zirkuliert, um so stärker wird dieser beeinflusst und um so kräftiger wird das magnetische Feld.

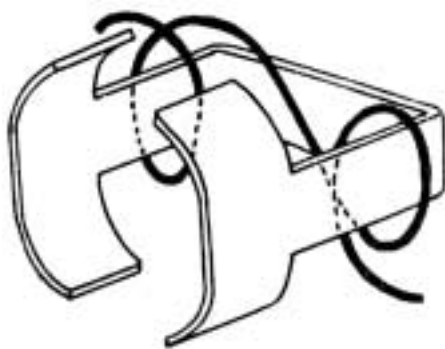


Abb. 13. In welchem Sinn der Draht um die Magnetspulen gewickelt wird

Hat man alle zehn Lagen sauber gewickelt, so führt man den Draht auf die andere Spule hinüber und beginnt diese zu wickeln. Das Wickeln muss hier aber in der umgekehrten Richtung erfolgen, weil die Schenkel des Magneten gegeneinander gebogen sind. Haben wir die erste Spule rechtsherum gewickelt, so erfolgt das Wickeln der zweiten Spule linksherum, wie aus Abbildung 13 hervorgeht. Auch hier hören wir nach zehn Lagen mit dem Wickeln auf, binden den Draht mit

Faden an der letzten Lage fest und wickeln das Drahtende wie beim Anfang über einen Nagel zur Spirale auf.

Auf die gleiche Weise erfolgt das Wickeln des Ankers, nur dass wir hier den Anfang des Drahtes nicht zur Spirale wickeln, sondern direkt unter die Schraube klemmen, die eines der beiden Stromabnehmerbleche festhält. Jede Spule erhält etwa sechs Lagen. Die Richtung des Wickelns darf hier beim Übergang von der einen Spule zur andern nicht geändert werden, weil der Ankernkern gestreckt ist und die Spulen in der gleichen Richtung liegen. Das Drahtende der

zweiten Spule wird mit der Schraube des andern Stromabnehmerbleches verbunden.

Nun wollen wir das Gestell für den Motor und die beiden Lager für die Ankerwelle herstellen. Die Grösse der beiden Brettchen ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Wir verbinden sie miteinander durch die beiden grösseren Flachkopfschrauben und versenken die Schraubenköpfe im Holz des Grundbrettchens. Das erreichen wir dadurch, dass wir nach dem Bohren der beiden Schraubenlöcher mit der Feile oder dem Schraubenzieher das Holz dort, wo die Schraubenköpfe am Grundbrettchen aufliegen, entsprechend wegschaben und so das Loch erweitern.

Die Lager werden aus dem nichtgeglühten Büchsenblech nach Abbildung 14 geschnitten. Das kleinere Lagerblech biegen wir rechtwinklig um und befestigen es mit drei kleinen Nägeln oben an der Schmalseite des senkrecht stehenden Brettchens. Wie das längere Lagerblech gebogen wird, geht aus den Abbildungen hervor. Wir befestigen es mit einer kleinen Schraube auf dem Grundbrettchen. Durch leichtes Zurückbiegen dieses Lagers lässt sich nun die Ankerwelle in die Lagerlöcher einführen. Der Anker muss sich jetzt leicht drehen lassen und die aus den Spulen rechtwinklig herausragenden Ankerpole müssen beim Drehen dicht an den rundgeformten Polschuhen des Magneten vorbeistreichen, ohne diese zu berühren. Durch entsprechendes Biegen der Magnetschenkel und der Polschuhe lassen sich Unstimmigkeiten leicht korrigieren.

Um den Strom dem Anker zuzuführen, brauchen wir noch zwei

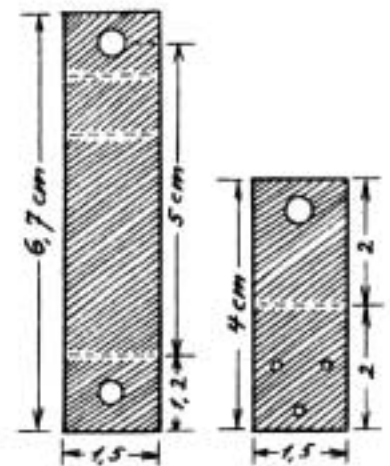


Abb. 14. Die beiden Lager der Motorachse

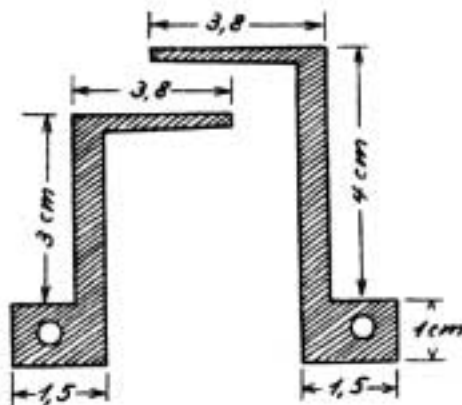


Abb. 15. Die beiden Federn des Stromabnehmers

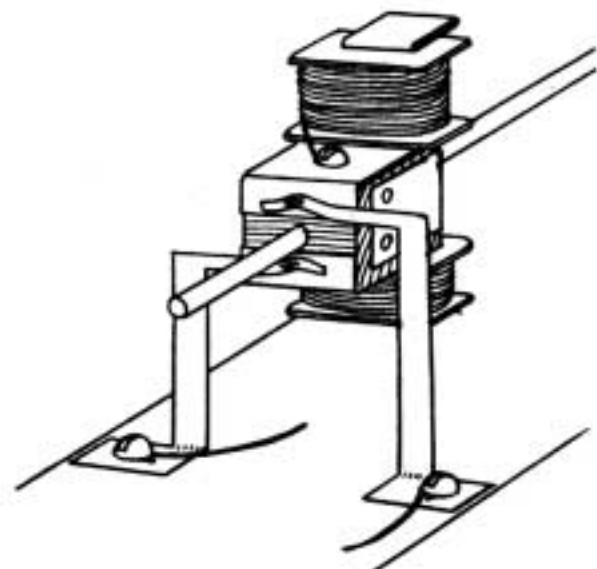


Abb. 16. Der Stromabnehmer mit den beiden Federn

Federn, die wir nach Abbildung 15 aus dem nichtgeglühten Büchsenblech schneiden. Durch Hämmern über einer harten Unterlage machen wir das Blech gut federnd. Die waagrecht liegenden Enden der Federn erhalten eine leichte Knickung. Schrauben wir nun die Federn mit je einer kleinen Schraube auf das Grundbrettchen, so müssen die geknickten Stellen genau über, bzw. unter der Ankerwelle zu stehen kommen, wie Abbildung 16 zeigt. Sie sollen den Stromabnehmerblechen leicht anliegen, ohne stark zu drücken, weil sonst der Lauf des Motors gehemmt wird.

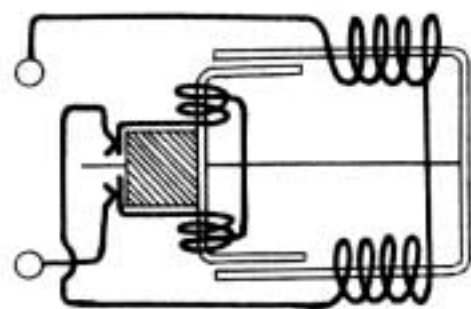


Abb. 17. Schaltschema

Die Schaltung ist aus Abbildung 17 ersichtlich. Wir bringen auf dem Grundbrettchen die beiden Klemmschrauben an und verbinden das eine Drahtende des Magneten mit der linksstehenden Klemmschraube. Das andere Drahtende führt zur Schraube der linksstehenden Stromabnehmerfeder. Die rechte Stromabnehmerfeder

wird durch ein kurzes Drahtstück mit der rechtsstehenden Klemmschraube verbunden. Die Drahtverbindungen erfolgen so, dass man ein entsprechend langes Ende des Drahtes von der Umspinnung befreit, mit dem Messer blank schabt und zur Schlinge formt. Die Schlinge gibt man unter den Kopf der nicht ganz in das Holz eingedrehten Schraube, bei der Klemmschraube unter den Schraubenfuß, und zieht die Schraube fest an. Die Drahtschlinge muss rechtsherum gelegt werden, weil sie sich sonst beim Festziehen der Schraube leicht öffnet.

Jetzt ist unser Motor betriebsbereit. Verbinden wir die Klemmschrauben mit den Polen einer Taschenlampenbatterie von 4,5 Volt oder mit einem Klingeltransformator, so sollte sich der Anker in rasche Umdrehung versetzen. Je nach der Stellung des Ankers, in der er sich beim Anschliessen des Stromes gerade befindet, ist es notwendig, dem Anker einen leichten Stoss zu geben. Sollte der Motor gleichwohl nicht anlaufen, so liegt die Ursache wahrscheinlich daran, dass die Federn des Stromabnehmers nicht richtig stehen. Die Knickstellen, welche den Kontakt mit den Stromabnehmerblechen herbeiführen, müssen genau über und unter der Ankerwelle den Stromabnehmer berühren. Befindet sich der Anker in waagrechtlicher Stellung, so stehen die Kanten der Stromabnehmerbleche senkrecht und die Knickstellen der Federn müssen auf dem Holze des Klötzchens aufliegen. Es fließt also in dieser Stellung überhaupt kein Strom. Aber schon eine geringfügige Ankerdrehung bringt die

Federn mit den Stromabnehmerblechen in Berührung. Vielleicht wird es nötig sein, die Federn durch Biegen in die erforderliche Stellung zu bringen. Ferner hat man sich zu vergewissern, ob die Ankerwelle in den Lagern nicht etwa klemmt. Ein Tröpfchen Öl in den Lagern lässt den Motor wesentlich leichter laufen.

Wahrscheinlich befindet sich unter euch Bastlern der eine und andere, der überhaupt nicht weiss, wieso der Anker rotiert, wenn man einen elektrischen Strom durch die Drahtwindungen schickt. Diesen sei die nachfolgende kurze Erklärung gegeben:

Fliesst elektrischer Strom durch einen Leiter, also zum Beispiel durch einen Kupferdraht, so bildet sich rund um den Draht ein elektrisches Feld. Ein elektrisches Feld ist etwas sehr Geheimnisvolles. Wir sehen es nicht, ja, wir haben überhaupt keinen Sinn, es zu bemerken, und doch ist es da. Leider ist hier kein Platz zu einer näheren Erklärung, aber wenn ihr dan Band 5 des «*Helveticus*» zur Hand habt, so könnt ihr im Artikel «*Der Tanz der Elektronen*» nachlesen, was man unter einem elektrischen Feld versteht. Windet man einen stromdurchflossenen Draht mehrfach um ein Stück weiches Eisen, so wirkt das elektrische Feld auf die kleinsten Eisenteile, die Moleküle, ein. Sie drehen sich aus ihrer ursprünglichen Lage, richten sich gleich und erzeugen so ein magnetisches Feld. Hört der Strom auf durch den Draht zu fließen, so fällt das elektrische Feld rund um den Draht in sich zusammen und somit auch das magnetische Feld des Eisens.

Sicher ist euch bekannt, dass die Enden des magnetisierten Eisens verschiedenen Magnetismus aufweisen; das eine Ende ist nordmagnetisch, das andere süd magnetisch, genau so, wie auch die Erde zwei magnetische Pole aufweist. Verschiedenmagnetische Pole ziehen sich an, gleichmagnetische Pole stossen sich ab. Welche Art von Magnetismus das eine und das andere Ende des Eisens unter dem Einfluss des elektrischen Feldes erhält, hängt von der Richtung des Stromes in der Drahtspule ab.

Unser Motor besitzt zwei stromumflossene Eisen: den Magneten und den Anker. Die Pole des Magneten wechseln den Magnetismus nicht, weil der Strom durch den Draht der Spulen immer in der gleichen Richtung fliesst. Der eine Pol ist also immer nordmagnetisch, der andere süd magnetisch. Die Pole des Ankers aber wechseln ihren Magnetismus mit jeder halben Umdrehung, weil die Stromrichtung von dem sich drehenden Stromabnehmer gewechselt wird. Angenommen, der linke Pol des Magneten sei nordmagnetisch, der rechte süd magnetisch, so ziehen diese Pole jene Ankerpole des senkrecht gestellten Ankers an, die dem eigenen Magnetismus entgegengesetzt

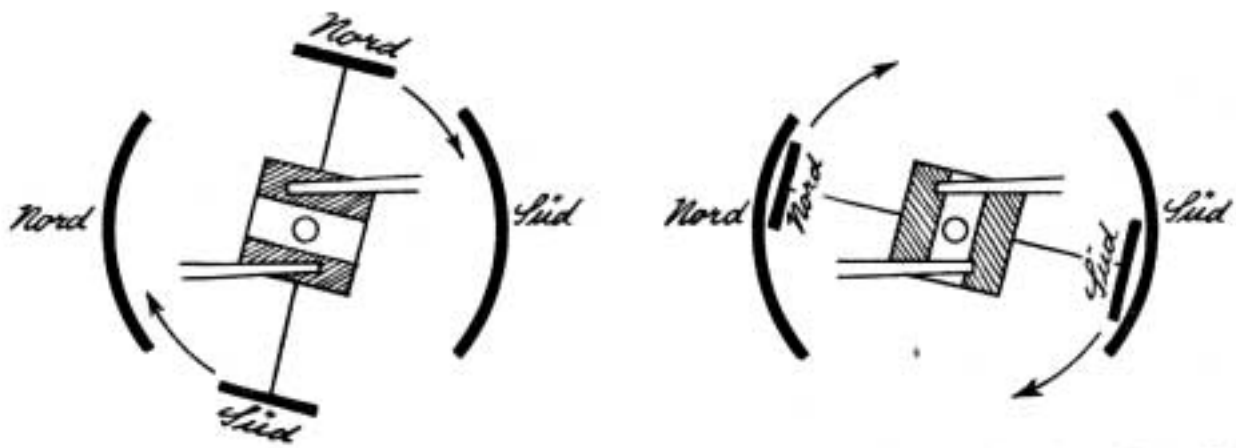


Abb. 18. Links: Die ungleichnamigen Magnetpole ziehen sich an. Rechts: Die gleichnamigen Pole stoßen sich ab

sind, also der Nordpol des Magneten den Südpol des Ankers und umgekehrt, wie aus Abb. 18 hervorgeht. Der Anker beginnt sich unter dem Einfluss der Anziehung zu drehen, aber die Anziehung dauert nur bis zu dem Augenblick, da der Anker waagrecht steht. Jetzt sorgt der Stromabnehmer für einen Wechsel der Stromrichtung in den Ankerspulen. Die Ankerpole wechseln ihren Magnetismus, was zur Folge hat, dass nun die Magnetpole die gleichnamigen Pole des Ankers abstossen, bis der Anker wieder senkrecht steht und ein erneuter Stromwechsel die wieder ungleich gewordenen Pole einander anziehen lässt. Dieses Spiel wiederholt sich in rascher Folge.

Im Elektromotor wird also elektrische Energie in magnetische Energie verwandelt, welche durch gegenseitiges Anziehen und Abstossen von Eisenteilen als mechanische Kraft in Erscheinung tritt.

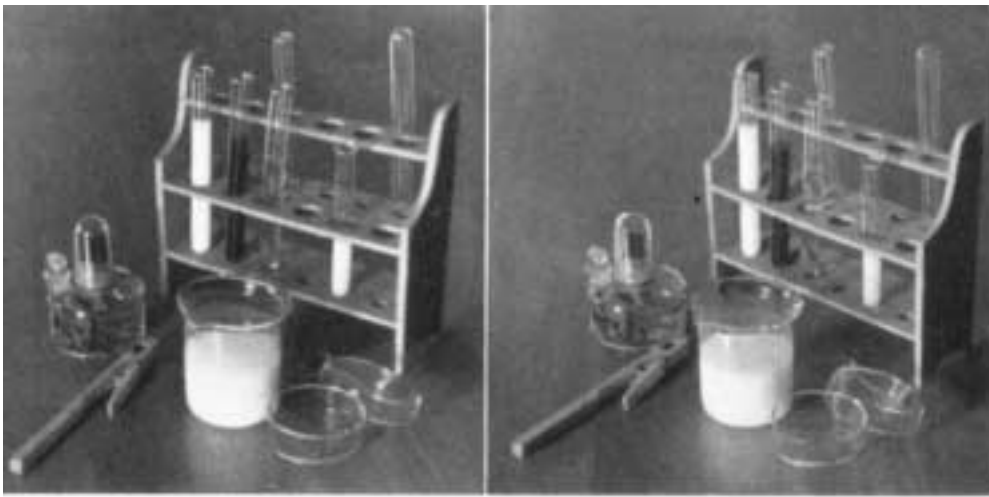


DENKAUFGABE

Wie wurde der Notsteg gebaut?

Hochwasser hat die kleine Brücke über eine tiefe Schlucht weggerissen. Ein paar Männer wollen aus den Trümmern rasch einen Notsteg errichten. Es stehen aber nur vier schmale Bretter zur Verfügung, die alle um etwa ein Drittel kürzer sind als die Strecke von einem Ufer zum andern. Ohne Werkzeug und anderes Material gelingt es ihnen, mit diesen vier Brettern einen haltbaren Steg zusammenzustellen. Wie sind sie dabei vorgegangen?

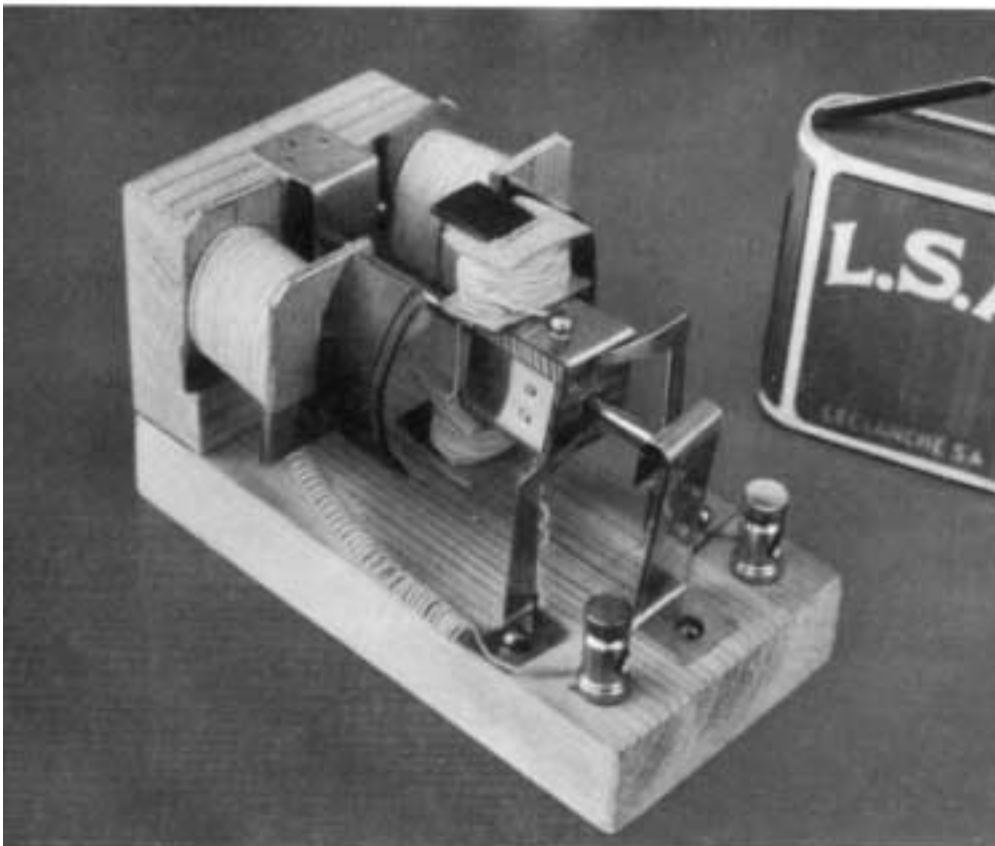
Vielleicht werdet ihr es selbst herausfinden, wenn ihr aus Karton vier etwa 10 cm lange und 1 cm breite Streifen schneidet und mit diesen durch geeignetes Zusammenstellen versucht, zwischen zwei dicken Büchern, die 13 cm voneinander entfernt auf dem Tisch liegen, einen Steg herzustellen. Pfeiler dürfen nicht verwendet werden. Gelingt es nicht, dann findet ihr auf Seite 304, wie der Notsteg gebaut wurde.



Stereoskopisches Bild, aufgenommen mit einer gewöhnlichen Kamera



Stereoskopische Aufnahmen von übertriebener Plastik



Der aus dem Blech von Konservenbüchsen selbstgebaute Elektromotor