

Electric 3

für verschiedene Kollektor-Motoren
u. mehr als 150 andere Modelle u. Versuche

M.B.R.

006

Dieses Bauanleitungsbuch Nr. ③ stellt eine Weiterentwicklung des Bauanleitungsbuches Nr. 1 dar, welches durch zahlreiche elektrische Fundamentversuche und Modelle die Grundlage für das Verständnis elektrischer Maschinen und Apparate vermittelt. — Der Kasten Nr. 3 enthält ebenfalls die Teile, die für die vorgenannten Modelle und Versuche erforderlich sind und es empfiehlt sich daher die Beschaffung und das Studium des Bauanleitungsbuches Nr. 1

Inhalt des Electric-Baukastens Nr. 3

a) Elektrische, magnetische und Isolierteile

- 1 dreipoliger Anker
- 2 lackierte Fundamente (grün)
- 2 lackierte Polschuhe (rot)
- 2 lackierte Polräder (rot)
- 1 Magnetspule mit Kalikoschutz
- 1 Vulkanfiberlager mit 2 angenieteten Messingfedern und 2 Schrauben und Muttern, 3 mm Durchmesser, zum Anklemmen der Drähte an die Federn
- 2 Isolierscheiben aus Preßspan
- 1 Messing-Winkelfeder
- 1 Unterbrecherrad aus Messing
- 1 großer Eisenkern, durchbohrt
- 1 kleiner Eisenkern, durchbohrt
- 1 Eisenkern mit Gewinde
- 1 Vulkanfiberschiene, 5-Loch
- 1 Schalter, bestehend aus:
 - 1 Vulkanfiberplatte, gelocht
 - 1 Hebel
 - 3 vernickelte Linsenkopfschrauben (3 mm Gewinde)
 - 1 Spiralfeder
 - 4 Vierkantmuttern (3 mm Gewinde)

b) Schrauben und andere Gewindeteile

- 22 Schrauben, 9 mm lang, vermessingt
- 30 Muttern, vermessingt
- 2 Gewindewellen, vermessingt
- 2 Schrauben (30 mm lang)

c) Schienen

- 2 2-Loch-Winkel, vermessingt
- 1 3-Loch-Bronzefeder
- 1 3-Loch-Schiene aus Messing
- 4 4-Loch-Schienen, vermessingt
- 4 5-Loch-Schienen, vermessingt
- 2 6-Loch-Schienen, vermessingt

d) Räder

- 1 Schnurenscheibe, Messing, geschlitzt
- 1 Schnurenscheibe, Messing, ungeschlitzt

e) Verschiedenes

- 1 Glocke
- 1 Blechball
- 2 Unterlegscheiben aus Messing
- 1 Schraubenzieher-Schraubenschlüssel, vermessingt
- 2 Briefklammern
- 1 Gebrauchsanweisung Nr. 1
- 1 Bauanleitungsbuch Nr. 3

108 Teile insgesamt

Die Wirkungsweise eines Elektro-Motors

Ein Elektro-Motor ist eine Maschine, bei der elektrische Energie in mechanische Energie umgewandelt wird, d. h. man schickt in den Elektro-Motor Elektrizität hinein und kann den Drehungen des Ankers mechanische Energie für beliebige Zwecke entnehmen.

Ein jeder Elektro-Motor besteht aus zwei Hauptteilen:

1. dem sich drehenden Teil, dem Anker (auch Läufer oder Rotor genannt) und
2. dem feststehenden Teil, dem Feldmagnetgestell (auch Stator oder Ständer genannt).

Wie kommen nun die Drehungen des Ankers zustande?

Gem. Abb. 1 wird der Anker aus einem Eisenstab v gebildet, über den eine mit der rechten Batterie verbundene Spule geschoben ist. Dieser Eisenstab ist in w drehbar gelagert. Das Feldmagnetgestell besteht aus den sogenannten Polschuhen b und g , die durch das Eisenstück c mittels einer Schraube miteinander verbunden sind. Das Stück c nennt man auch das „Joch“ des Magnetgestells, während man die Teile b und g auch als „Schenkel“ des Magneten bezeichnet. Ueber das Rundeisen c ist eine Spule geschoben, von der wir der Einfachheit halber nur drei Windungen zeichnen. Diese Spule ist mit der linken Batterie verbunden. Wie wir aus dem Bauanleitungsbuch 1 S. 4 ff. wissen, wird jedes Stück Eisen, um das ein Strom herumgeführt wird, magnetisch, und zwar wird das eine Ende zum Nordpol, das andere zum Südpol, je nach der Richtung, in

der der Strom um das Eisenstück fließt (S. 32 des Bauanleitungsbuches 1). Verfolgen wir den Verlauf des aus der Batterie fließenden Stromes, so erkennen wir, daß der obere Polschuh des Gestells zum Nord-, der untere zum Südpol werden muß. Die obere Hälfte des Ankers muß zum Süd-, die untere zum Nordpol werden. Erinnern wir uns nun des im Bauanleitungsbuch 1 S. 11 ff. dargelegten elektromagnetischen Fundamentalgesetzes:

„Ungleichnamige Pole ziehen sich an,
Gleichnamige Pole stoßen einander ab“;

so ist leicht einzusehen, daß der obere Polschuh (Nordpol) den oberen Teil des Ankers (Südpol) anziehen muß, desgleichen muß der untere Polschuh (Südpol) die untere Hälfte des Ankers (Nordpol) anziehen. Hierdurch entsteht ein sogenanntes Drehmoment, d. h. der in w drehbar gelagerte Anker hat das Bestreben, sich nach links, wie die beiden punktierten Pfeile andeuten, zu drehen. Diese

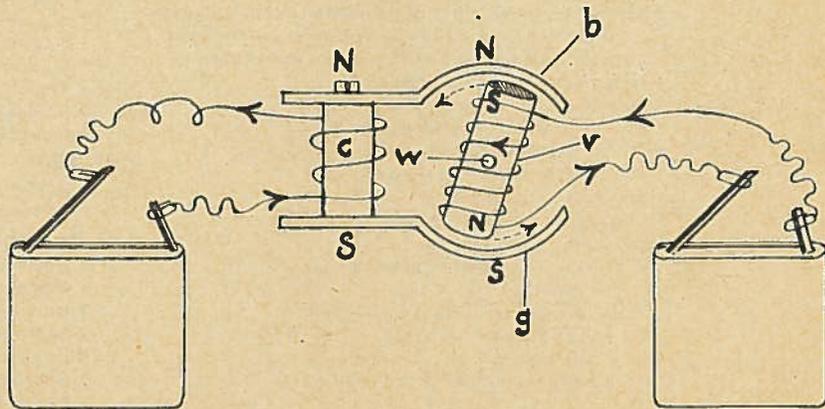


Abbildung 11

Drehung würde nun ihr Ende finden, sowie der Anker w parallel zu c steht, d. h. sowie sein Südpol auf Mitte des nordmagnetischen Polschuhes b steht bzw. sein Nordpol auf Mitte des süd magnetischen Polschuhes g. Diese Stellung nennt man die Totpunktstellung des Ankers.

Wir können aber leicht bewirken, daß der Anker sich weiter in derselben Richtung dreht, wenn wir, sowie er diese Totpunkt lage erreicht hat, seine Polarität umkehren. Hierzu ist es nur nötig, die beiden mit der rechten Batterie verbundenen, aus dem Anker heraustretenden Drahtenden zu vertauschen. Abb. 2 zeigt diese Umschaltung. Im Gegensatz zu Abb. 1 tritt jetzt der Strom unten in die Ankerspule hinein und aus ihrem oberen Ende heraus. Infolgedessen ist jetzt das obere Ende des Ankers zum Nord-, das untere zum Südpol geworden. Wie wir wissen, stoßen sich gleichnamige Pole ab. Die Polschuhe haben ihre Polarität behalten: Der obere Polschuh (Nordpol) stößt das obere Ende des Ankers (Nordpol) ab, desgleichen stößt der

untere Polschuh (Südpol) das untere Ende des Ankers (Südpol) ab, was zur Wirkung hat, daß der Anker sich in demselben Sinne wie gem. Abb. 1 dreht, d. h. links herum.

Auch eine andere Betrachtungsweise führt zu demselben Ergebnis; wir können nach Abb. 2 auch sagen: der Südpol des unteren Polschuhes zieht den Nordpol des Ankers an und der Nordpol des oberen Polschuhs zieht den Südpol des Ankers an. Auch so erklärt sich die Linksdrehung des Ankers.

Das Vertauschen der Anschlüsse an der den Anker speisenden Batterie müßte bei jeder halben Drehung des Ankers wiederholt werden, damit dieser nicht zum Stillstand kommt. Man kann nun diese Um polung durch den Anker selbst vornehmen lassen, indem man auf dessen Welle einen sogenannten Polwender (auch Kollektor oder Kommutator genannt) aufsetzt.

Abb. 3 zeigt einen solchen mit dem Anker verbundenen Polwender. Dieser besteht aus einem auf die Eisenwelle geschobenen Röhrchen aus Isoliermaterial, welches zwei halbkreisförmige runde Kupfer- oder Messingstücke o und p trägt. Das rechte Messingstück des Polwenders ist mit dem oberen Ende der Ankerwicklung verbunden, das linke mit dem unteren. Dieser Polwender dreht sich also mit dem Anker zusammen auf der gemeinsamen Welle.

Auf dem Polwender schleifen zwei Messingfedern m und n, die man auch „Bürsten“ nennt. Sie haben die Aufgabe, der Ankerspule über den Polwender den Strom zuzuführen. Die Abbildung 3 zeigt bei einer bestimmten Stellung den Stromverlauf, wobei die Strom-

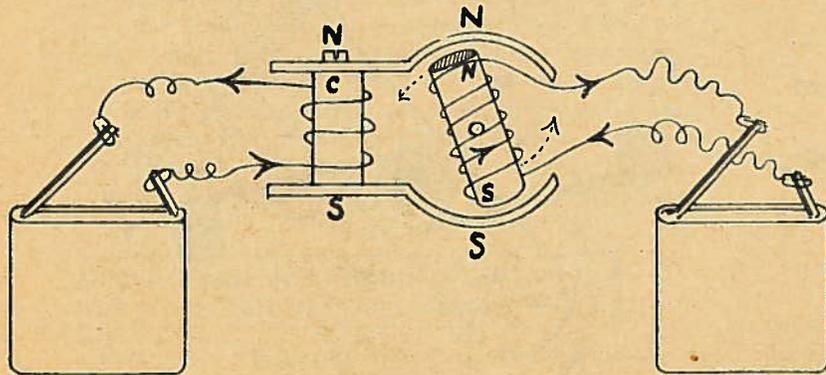


Abbildung 2

quelle selbst weggelassen wurde: Der Strom fließt aus der rechten Feder *m* in die rechte Polwenderhälfte *o*, von dieser in das obere Ankerspule, tritt unten aus der Ankerspule heraus, fließt in die linke Polwenderhälfte *p* und von dieser über die linke Messingfeder *n* in die Stromquelle zurück. Bei dem gezeichneten Stromverlauf muß die obere Hälfte des Ankers zum Nordpol, die untere zum Südpol werden. (Vgl. Electric-Bauanleitungsbuch 1 S. 32 ff.)

Abb. 4 zeigt dieselbe Anordnung wie Abb. 3; jedoch ist der Anker etwas nach rechts gedreht, während die am Motor ortsfest angeordneten Bürsten *m* und *n* ihre alte Lage beibehalten haben. Die rechte Bürste berührt nicht mehr die Polwenderhälfte *o*, sondern *p* und ebenso berührt die Bürste *n* nicht mehr die Polwenderhälfte *p*, sondern *o*.

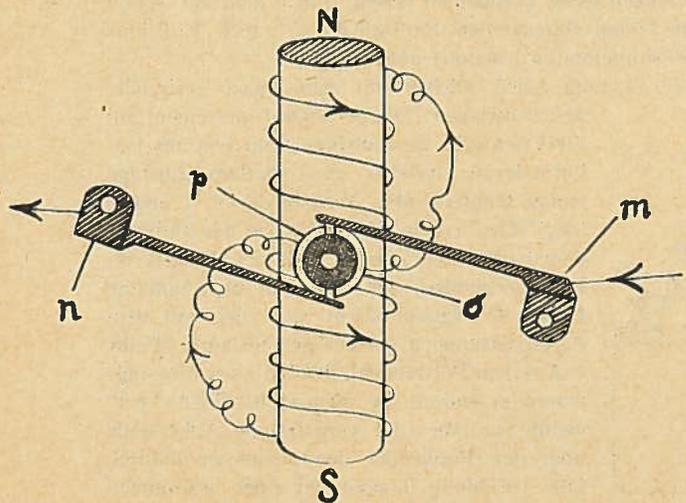


Abbildung 3

Da aber nach wie vor der Strom in die rechte Bürste *m* hinein und aus der linken Bürste *n* heraustritt, ergibt sich in der Spule des Ankers ein umgekehrter Stromverlauf gegenüber dem nach Abb. 3. Dies hat natürlich auch eine Umpolung des Ankers zu Folge, so daß das obere Ende, welches nach Abb. 3 nordmagnetisch war, nunmehr zum Südpol geworden ist und umgekehrt: Das Südpolende des Ankers wurde hier zum Nordpol. Aus dieser Eigenschaft des Polwenders, die Stromrichtung in einer Spule umzukehren und damit auch den Magnetismus des in der Spule befindlichen Eisenkernes, erklärt sich sein Name. Es ist natürlich wichtig, daß der Polwender die richtige Stellung zum Anker einnimmt. Diese richtige Stellung liegt dann vor, wenn der Polwender den Strom gerade in dem Moment umkehrt, in dem der Anker seine Totpunkt-lage einnimmt. Die richtige Stellung ist also dann vorhanden, wenn die Schlitze des Polwenders auf die Mitte

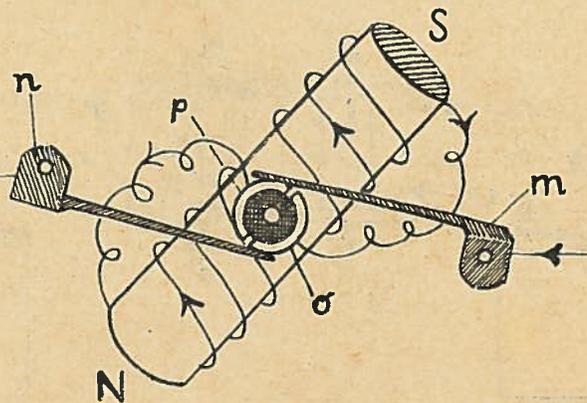


Abbildung 4

der Anker-Pole zeigen, wie dies aus den Abb. 3 und 4 deutlich ersichtlich ist.

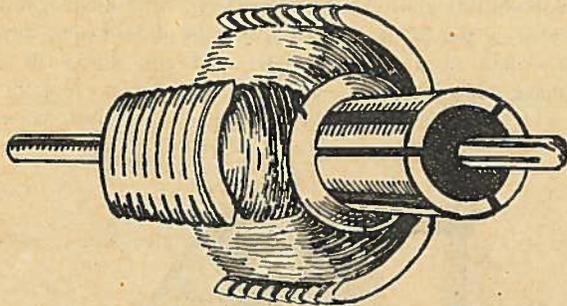


Abbildung 5

Abb. 5 zeigt den dreiteiligen Anker unseres Baukastens. Man sieht deutlich, daß die Schlitzes des Polwenders oder Kollektors auf die Mitte der Ankerpole zeigen. Sollten die Schlitzes des Kollektors nicht diese richtige Stellung haben, so ist der ganze Kollektor etwas zu verdrehen, bis seine Schlitzes wieder auf Mitte der Pole stehen, wie Abb. 5 zeigt. Gegenüber den sogenannten zweipoligen Ankern nach den Abb. 3 und 4 besitzt ein dreipoliger Anker den großen Vorzug, daß es bei diesem keine Totpunktstellung gibt, d. h. ein Motor, der mit einem Anker von mindestens drei Polen ausgerüstet ist, wird in jeder Lage von selbst anlaufen, sowie ihm Strom zugeführt wird.

Der Aufbau des Electric-Motors aus dem Electric-Baukasten Nr. 3

Gem. Abb. 6 schieben wir über die kurze Gewindewelle a unseres Baukastens den Polschuh b, den Eisenkern c, die

Isolierscheibe d, die Spule e, die Isolierscheibe f, den Polschuh g und das kleine Rundeisenstück h und klemmen

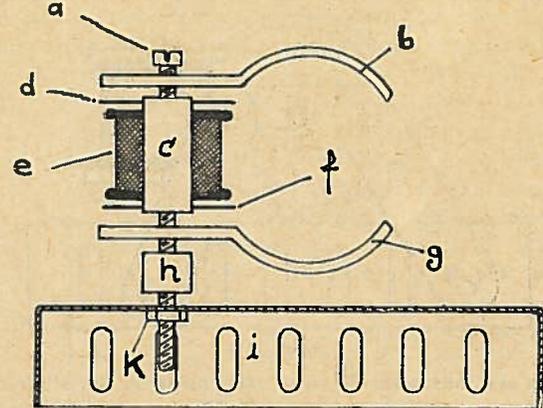


Abbildung 6

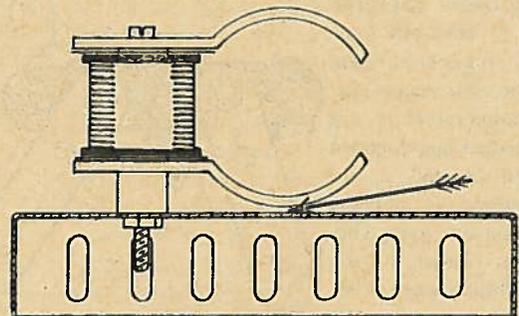


Abbildung 7

die ganze Vorrichtung zwischen die Muttern a bis k an das Fundament i; Abb. 7 zeigt diese Teile a bis k am Fundament festgeschraubt. Es ist darauf zu achten, daß der untere

Polschuh g fest auf der Fläche des Fundamentes aufliegt. Der Pfeil in Abb. 7 zeigt die Auflagefläche. Gem. Abb. 8

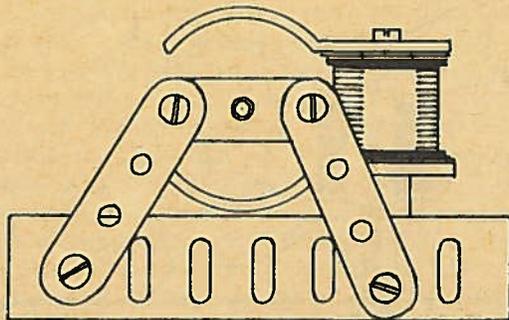


Abbildung 8

bauen wir aus zwei 4-Loch- und einem 3-Loch-Stück das eine Lager des Ankers an das Fundament an. Das zweite Lager bauen wir gem.

Abb. 9 ebenfalls aus zwei 4-Loch-Stücken, an die wir quer das Vulkanfiberstück mit den beiden angenieteten Federn m und n anschrauben. Hierauf schieben wir gem. Abb. 10 den Anker in die Vorrichtung nach Abb. 8, und zwar so, daß

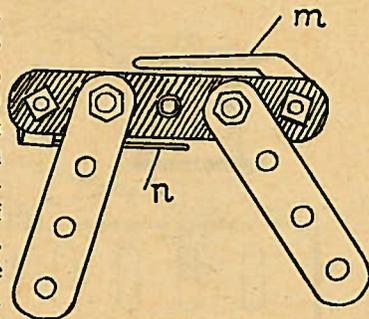


Abbildung 9

der Polwender des Ankers uns zugekehrt ist, und dann über den freien Wellenstumpf des Ankers gem. Abb. 10 das Lager gem. Abb. 9, wobei wir auch darauf achten müssen, daß beide Federn m und n leicht auf dem Pol-

wender schleifen. Gegebenenfalls sind die Federn entsprechend zurechtzubiegen. Abb. 11 zeigt den fertigen Elektro-Motor von oben gesehen. Der Strom fließt von der Batterie in die Spule, von dieser in die linke Feder, durch den Anker in die rechte Feder und von dieser in die Batterie zurück. Auf einen recht kleinen Luftspalt zwischen dem Anker und den Polschuhen ist aus

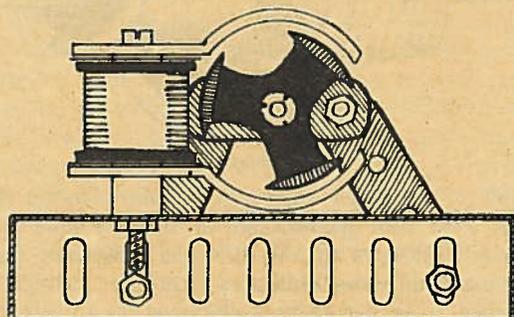


Abbildung 10

den früher entwickelten Gründen (S. 18, 22, 55, 65, 68 des Bauanleitungsbuches 1) zu achten.

Falls uns zwei Batterien zur Verfügung stehen, können wir gem. Abb. 12 den Anker und die Feldmagnetspule, jedes für sich, mit Strom speisen. Vertauschen wir die Anschlüsse einer Batterie, so kehren wir die Drehrichtung des Ankers um. Abb. 13 und 14 zeigen, wie wir die Drehrichtung des Ankers eines mit nur einer Batterie gespeisten Motors umkehren können. Während gem. Abb. 13 das untere Spulendrahtende mit der linken Bürste verbunden ist und der Strom aus der rechten Bürste in die Batterie zurückfließt, fließt gem. Abb. 14 der Strom aus

dem unteren Spulendrahtende in die rechte Bürste und von der linken in die Batterie zurück. Wir haben also zwecks Umkehrung der Drehrichtung des Ankers nur nötig, die beiden mit den Bürsten verbundenen Drähte zu ver-

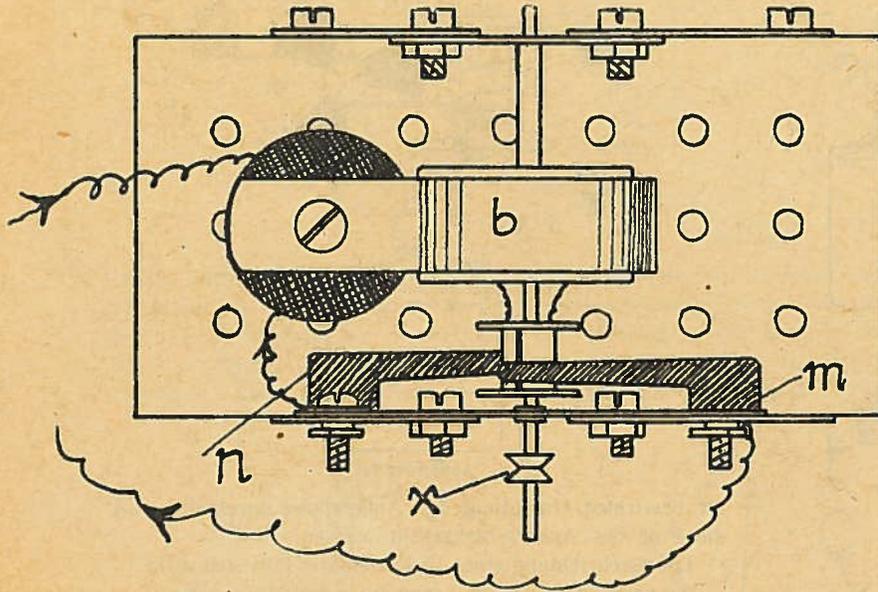


Abbildung 11

tauschen, oder allgemein ausgedrückt:

Zwecks Umkehrung der Drehrichtung eines Elektromotors muß entweder die Richtung des im Anker oder des in der Feldmagnetspule fließenden Stromes umgekehrt werden.

Wird hingegen die Stromrichtung in beiden Motorteilen

(Anker und Feldmagnetgestell) umgekehrt, so ergibt sich keine Umkehrung des Drehsinns des Ankers.

Dies wird uns erklärlich, wenn wir nochmals auf Abb. 1 zurückgreifen. Wie wir eingangs entwickelt haben, ist hier die Richtung der Ströme im Anker und im Feldmagnetgestell eine solche, daß der Anker sich links herumdreht. Vertauschen wir jetzt die Anschlüsse beider Batterien, so polen wir sowohl den Feldmagneten als auch den Anker um. Demgemäß würde der obere Polschuh süd magnetisch werden und die obere Hälfte des Ankers nord magnetisch. Beide würden sich also wiederum anziehen. Die gleiche Erwägung trifft auch auf den unteren Polschuh und die untere Hälfte des Ankers zu.

Hiernach ist ohne weiteres verständlich, warum ein solcher Elektro-Motor auch mit Wechselstrom z. B. aus dem Electric-Transformator (S. 12) betrieben werden kann. Ueber das Wesen des Wechselstroms gab uns das Electric-Bauanleitungsbuch 1 S. 33 ff. bereits Aufschluß. Vertauschen wir bei einem Motor nach Abb. 1 die Anschlüsse an beiden Batterien, so polen wir den Feldmagneten und den Anker um. Der obere Polschuh wird also zum Südpol, das obere Ankerende zum Nordpol.

Beide Pole ziehen sich aber wiederum — da ungleichnamig — an und der Anker dreht sich genau wie vor der Umpolung links herum. Wie schnell die Umpolung geschieht, ob langsam oder 50 mal in der Sekunde, wie in unseren Wechselstromnetzen, ist hierfür belanglos. Natürlich ist die durch den Wechselstrom bewirkte Umpolung, die gleichzeitig an

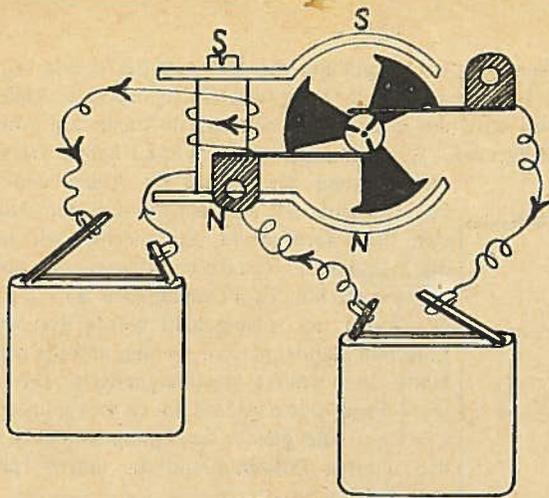


Abbildung 12

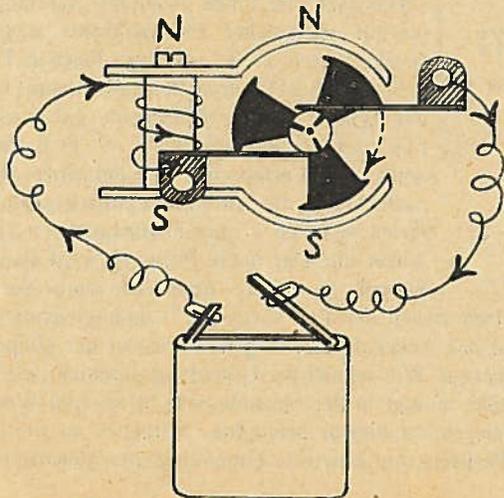


Abbildung 13

den Polschuhen und den Ankerpolen stattfindet, unabhängig von der durch die Bürsten in Verbindung mit dem Kolle-

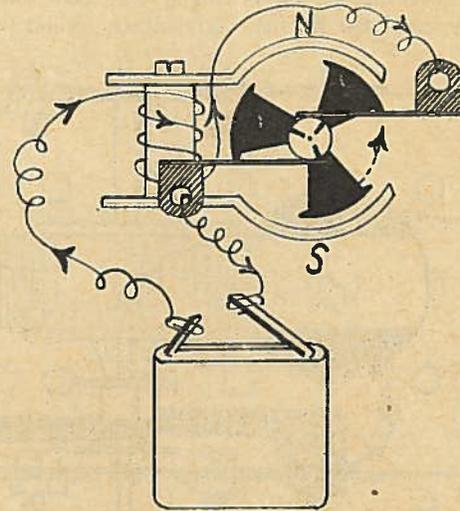


Abbildung 14

tor bewirkten Umpolung der Ankerspule, durch die nur die Pole des Ankers vertauscht werden:

Die Drehrichtung eines Elektromotors läßt sich nicht dadurch umkehren, daß man die in den Motor führenden Leitungen vertauscht, weil hierdurch der Strom im Anker und in der Feldmagnetspule umgekehrt würde. Gerade dieser Umstand gestattet aber, einen solchen Elektromotor mit Wechselstrom zu betreiben.

Abb. 15 zeigt den fertigen Motor in Verbindung mit dem dem Kasten beiliegenden Schalter. Die Schaltung ist leicht zu übersehen: Der Strom fließt von der Batterie in die

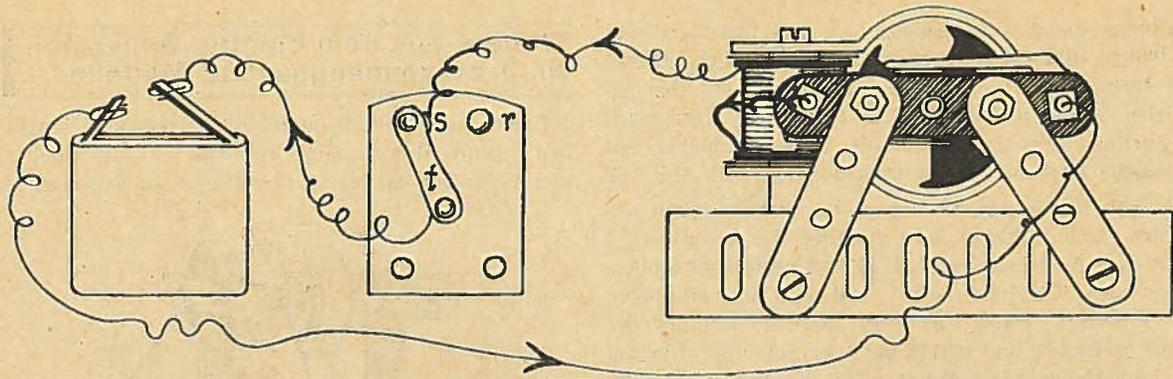


Abbildung 15

rechte Bürste, durch den Anker in die linke, von da in die Spule und aus dieser in den linken Kontaktknopf s des Hebelschalters. Bei der gezeichneten Stellung fließt dann der Strom durch den Hebel f in die Batterie zurück. Wird der Hebel auf den rechten Knopf r gedreht, so wird der Stromkreis zwischen s und f unterbrochen, so daß sich der Motor nicht mehr dreht. Die

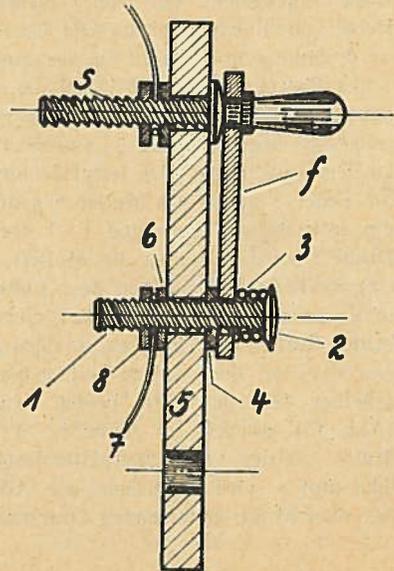


Abbildung 18

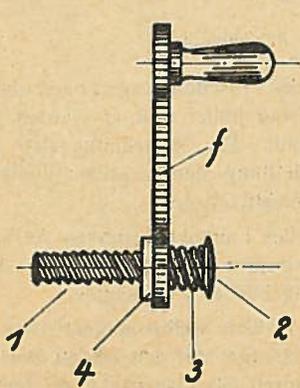


Abbildung 16

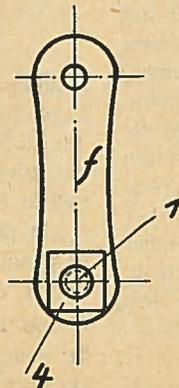


Abbildung 17

Anordnung dieses Hebelschalters an dem Motor ist aus dem bunten Bild auf dem Kastendeckel ersichtlich. Dieses zeigt auch die Verbindung der Ankerwelle mit der geschlitzten Schnurenscheibe, die in einfachster Weise nach Fertigstellung des Motors auf die Welle geschoben und auch wieder abgenommen werden kann. (Vgl. auch Abb. 11).

Die Abb. 16, 17 und 18 zeigen den Zusammenbau des Schalters. Gem. Abb. 16 wird zunächst die Spiralfeder 3 auf die dem Kasten beiliegende 3-mm-Schraube geschoben, die aus dem Gewindeschaft 1 und dem linsenförmigen Kopf 2 besteht. Dann wird über dieselbe Schraube der Hebel f geschoben und mittels der Vierkantsmutter 4 mäßig stark festgeklemmt. Die Abb. 17 zeigt den so vorbereiteten Hebel von hinten gesehen. Die Vorrichtung nach Abb. 16 wird dann gem. Abb. 18 in das entsprechende Loch der Vulkanfaserplatte eingeführt und der Gewindeschaft 1 mittels der Vierkantsmutter 6 fest angezogen. Die Schraube 1—2 ist also — nicht drehbar — zwischen die Muttern 4 und 6 an dem Vulkanfaserstück festgeklemmt, während der durch die Feder 3 gegen die Mutter 4 gedrückte Hebel sich auf der feststehenden Schraube 1—2 drehen läßt. Ein Stück Draht 7 wird zwischen die Muttern 6 bzw. 8 geklemmt. Um hierbei ein Abscheren des Drahtendes zu verhindern, ist es zweckmäßig, den Draht 7 nicht direkt zwischen die beiden Muttern zu klemmen, sondern zwischen die Muttern erst zwei der dem Kasten beiliegenden Messing-Unterlegscheiben zu legen. Die beiden Kontaktknöpfe s und r (Abb. 15) werden in ähnlicher Weise mittels je einer Mutter an der Vulkanfaserplatte festgeschraubt, der Kontaktknopf s wird außerdem, wie Abb. 18 zeigt, mit dem aus dem Motor kommenden Drahtende versehen.

Weitere aus dem Electric-Baukasten Nr. 3 zusammengesetzte Modelle

Einen anderen Aufbau des oben eingehend beschriebenen Elektro-Motors zeigt die Abb. 19; die Spule wird hierbei mittels zweier 2-Loch-Winkel an dem Deckel des

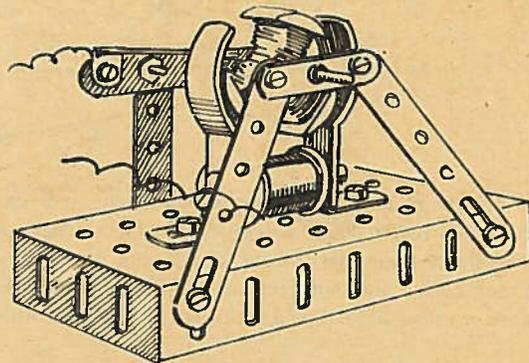


Abbildung 19

Fundamentes befestigt, die Polschuhe ragen nach oben. Die Lager müssen entsprechend höher sein, es werden 6- bzw. 5-Loch-Schienen verwandt. Die Anordnung des Ankers, der Bürsten und die Schaltung sind dieselben wie bei dem soeben beschriebenen Elektro-Motor.

Abb. 20 zeigt ein großes Lätewerk, dessen Aufbau sich von selbst ergibt, besonders unter Beachtung des auf S. 72 ff. des Bauanleitungsbuches 1 Gesagten.

Abb. 21 zeigt einen großen elektromagnetischen Kran, bei dem der Lastenhebemagnet mit den beiden Polschuhen versehen ist und hierdurch im Gegensatz zu dem Kran

nach Abb. 74 des Bauanleitungsbuches 1 eine erheblich kräftigere Wirkung hat.

Mit dem Electric-Baukasten Nr. 3 lassen sich außerdem sämtliche im Bauanleitungsbuch 1 gezeigten Versuche an-

überlassen es hierbei der Fantasie des kleinen Ingenieurs, die im Bauanleitungsbuch 1 gezeigten Modelle entsprechend zu variieren, bzw. sich neue Modelle auszudenken.

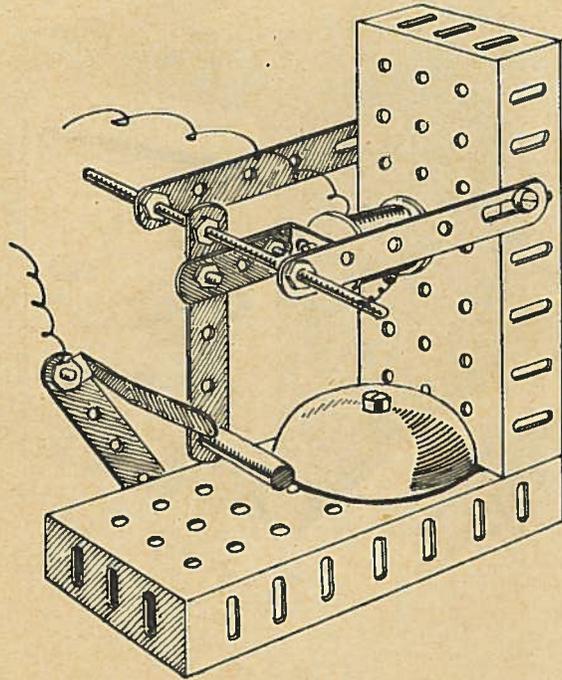


Abbildung 20

stellen, bzw. lassen sich sämtliche dort gezeigten Modelle bauen, jedoch, dem reicheren Inhalt des Baukastens 3 entsprechend, in größerer Vielseitigkeit und Schönheit. Wir

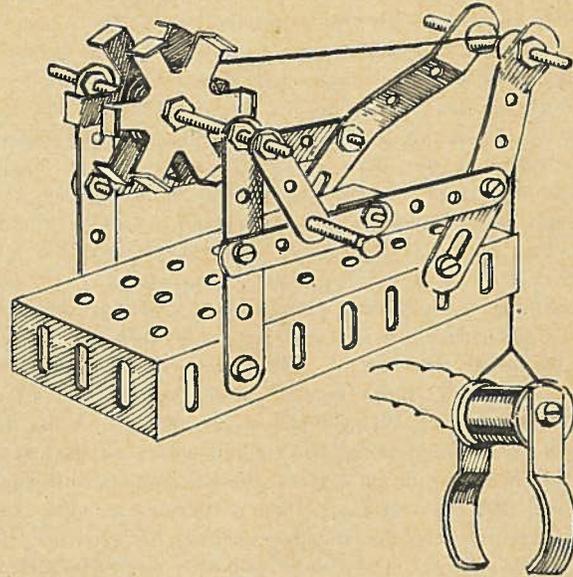


Abbildung 21

Electric-Transformator

Abb. 22 zeigt den neuen, regelbaren Electric-Transformator, der mit einer Kurzschluß-Auslösung versehen ist. Er gibt schwachstromseitig 6 verschiedene Spannungen ab, 3, 4, 5, 7, 8, 10 Volt. Er liefert eine reichliche Stromstärke, nämlich 2 Amp. bei 10 Volt, so daß sich eine Leistung von

20 Watt ergibt. Die verhältnismäßig hohe Stromstärke gestattet den Betrieb sämtlicher elektrischen Spielzeuge, für die die Spannungen eines sogenannten Eisenbahntransformators zu hoch sein würden, so z. B. Schwachstrommotore, sämtliche aus den Electric-Baukästen hergestellte Apparate und Maschinen, Puppenstuben- und andere kleine Beleuchtungsanlagen, Klingelanlagen usw. Diese Electric-Transformatoren werden starkstromseitig für 110—125 bzw. 220—250 Volt Wechselstrom geliefert. Im Falle eines sekundärseitigen Kurzschlusses, der beim Spielen bekanntlich recht häufig vorkommt, ertönt in dem Apparat ein leises Knacken, das Zeichen dafür, daß der Transformator starkstromseitig vom Netz abgeschaltet und somit völlig stromlos gemacht worden ist. Die Wiedereinschaltung des Transformators erfolgt dadurch, daß der kleine, oben aus dem Schlitz herausragende, Vulkanüberhebel nach rechts geführt und dann losgelassen wird. Eine mit ihm verbundene Feder bewirkt, daß er in die Stellung gem. der Abb. 22 zurückschnappt. Sollte dagegen der sekundärseitige Kurzschluß noch vorhanden sein, so spricht wiederum im Apparat die Kurzschluß-Auslösung an und der Transformator wird wiederum stromlos. Ein Blockieren dieser Ueberstromvorrichtung ist, auch bei Unachtsamkeit, ja selbst bei bösem Willen, völlig ausgeschlossen, so daß dieser Transformator eine ideale Stromquelle

in den Händen des kleinen Ingenieurs darstellt, weil er niemals durchbrennen kann, sondern auf jeden Kurzschluß mit sofortigem Ausschalten reagiert.

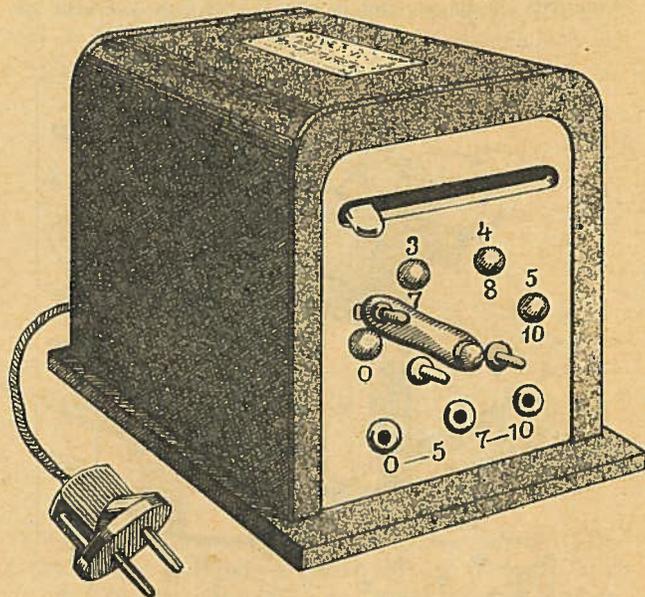


Abbildung 22

Büro Electric

