

LEHR- UND VORLAGENBUCH
FÜR DEN
METEOR ELEKTRO-VERSUCHSBAUKASTEN

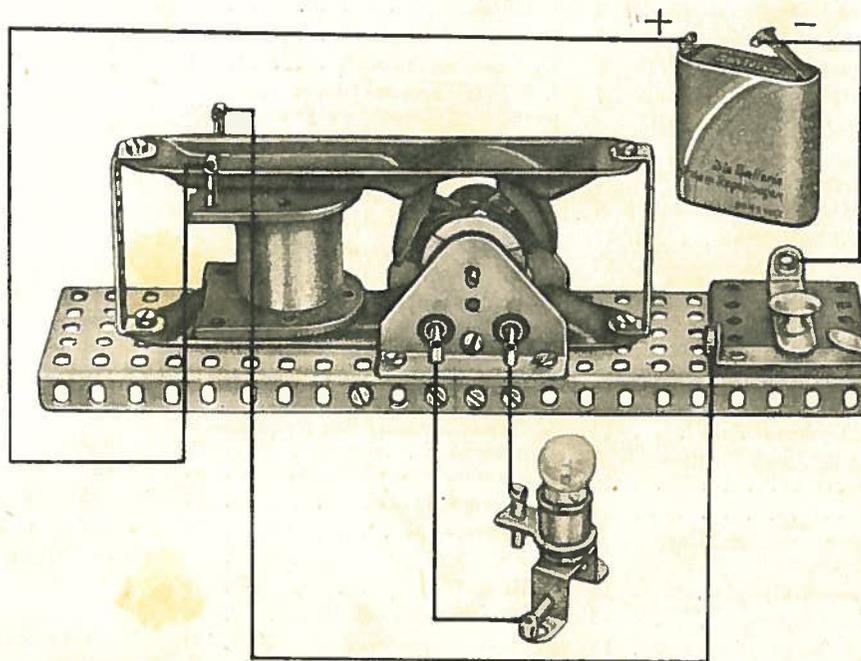
Nr. 401

Eine lehrreiche und interessante Zusammenstellung elektrischer Experimente und deren Anwendung an selbstgebauten Modellen

1. Auflage

Marke und Muster
in Österreich
gesetzlich geschützt

„METEOR“
Erzeugung
feiner Metallspielwaren
WIEN X



Inhalts-übersicht

A. Magnetismus		F. Das chemische Gesetz	
1. Natürliche Magnete	3	1. Spannung	18
a) Erklärung der Deklination	3	2. Widerstand	18
b) Erklärung der Inklination	3	3. Stromstärke	19
2. Künstliche Magnete	4	4. Elektrische Energie	19
3. Magnetische Anziehungskraft	4	G. Strom	
4. Wirkung d. Magnete aufeinander	5	1. Leitung	20
5. Magnetische Induktion	5	2. Kreislauf-Vergleich	20
6. Das magnetische Feld	6	H. Spannungsabfall 21	
7. Eisen im Magnetfeld	7	I. Widerstand u. Strom in parallelen Stromzweigen . . 21	
B. Elektrische Grundbegriffe		J. Transformator 22	
1. Wechselwirkung zwischen chemischer u. elektr. Energie	9	K. Elektromotoren	
a) Das galvanische Element .	9	1. Prinzip d. Elektromotors . .	23
b) Der Akkumulator	11	2. Kollektor, Bürsten u. Anker .	23
2. Wirkungen d. galv. Stromes .	12	2a Dreiteil. Anker u. Feldmagnet	23
a) Wärmewirkung	12	3. Aufbau d. Elektromotors . .	24
b) Chemische Wirkung	13	4. Schaltbild und Umkehr-Drehrichtung des Hauptschlußmotors des Nebenschlußmotors des fremderregten Motors . .	25
c) Magnetische Wirkung . . .	13	L. Grundgedanke der Dynamomaschine 26	
C. Die elektr. magn. Wirkungen des elektr. Stromes		1. Fremderregter Dynamo	27
1. Das elektromagn. Feld	14	M. Frequenz 27	
2. Wirkung d. Eisen-Elektromagnete	14	1. Summe	28
3. Pole	14	2. Elektrisierapparat	29
D. Erzeugung von Kräften und Spannungen		3. Klingel	29
1. Magnetisches Grundgesetz . . .	15	N. Fernmeldetechnik 30	
2. Amperewindungen	15	1. Morse-Fernschreiber	31
3. Gesetz d. magn. Induktion . . .	16	2. Blinkgerät	32
4. Meßgeräte	16	3. Fernmelde-Automaten	32
E. Leistung und Arbeit 17			

Bestandteil-Verzeichnis

Nr.	Bezeichnung	Stück	Nr.	Bezeichnung	Stück
2	Flachband, 11 Loch	2	461	Magnetnadel	1
2a	" 9 "	1	463	Tasterschalter	1
403	" 7 "	1		Lagerwinkel	2
	gebogen		464/2/5	Lagerloch 2·5 mm Ø	
4	" 6 Loch	2		Lagerwinkel	2
406	" 4 "	2	464/3	Lagerloch 3 mm Ø	
	mit einem Langloch			Lagerwinkel	1
7	Flachband, 3 Loch	1	464/8	Lagerloch 8 mm Ø	
11	Führungsbügel	2	465	Magnetspule	1
17	Wellen, 3·5 cm lang	2	466	Eisenkern	1
418	" 1·2 cm "	1	467	Magnetbügel	1
19	Handkurbel	1	468	Bleistift	1
34	Schraubenschlüssel	1	470	Papierrolle	1
36	Schraubenzieher	1	471	Papierführung	1
437 M	Schraube Messing	2	472	Spiralfeder	1
37 K	" Eisen	30	473	Hammer mit Unterbrecher	1
437 S	" m. Spitze	1	474	Kontakthalter	1
437b	Muttern, Eisen	40	475	Griff	2
51a	Schiebeöse	1	476	Glockenschlegel	1
52	Rechteckplatte	3	477	Glockenschale	1
452	Nagel	2	478	Feldbügel	2
454	Hufeisenmagnet	1	479	Anker	1
456	Fassung mit Lagerbock	1	480	Bürstenhalter	1
457	Glühlampe 3·5 Volt	1	481	Packung Eisenfeilspäne . . .	1
59	Stellringe	6	87	Unterlagscheiben, Eisen	10
459	Gummiwalze	1	487	" Fiber	4
60/7 M	Verbindungsbügel, Messing	2	88	Lagerstütze	3
460/15	Kabel, 15 cm lang	2	490	Windrose	1
460/25	" 25 cm "	2	497	Anleitungsbuch	1
460/80	" 80 cm "	2			

„METEOR“ Metallspielwaren

VORWORT

Um dem vielseitigen Verlangen unserer „Meteor“-Metallbaukasten-Freunde gerecht zu werden, haben wir uns entschlossen, eine für unsere Jugend leichtverständliche, lehrreiche und vielseitige Zusammenstellung von elektrotechnischen Versuchen und deren Anwendung an selbstgebauten Modellen durch unseren „Meteor“-Elektro-Versuchsbaukasten Nr. 401 zu schaffen. Es bedarf keiner besonderen Betonung, daß das Interesse auf diesem Gebiet, welches die Anwendung der Gesetze des Magnetismus und der Elektrizität in der Technik behandelt, eine stets regere wird, da die Verwendung der Elektrizität in unserem Alltag und in der Wirtschaftsstruktur ständig im Wachsen begriffen ist. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Elektrotechnik aus ihrem beschränkten Wirkungskreis zu einem für das heutige Zeitalter der Technik nicht mehr wegzudenkenden Machtfaktor entwickelt. Der elektrische Strom steht uns als Träger der Energie mit seinem Leistungsvermögen jederzeit und fast überall auf Grund unserer Energiewirtschaft mit ihren Alpen-, Fluß- und kalorischen Kraftwerken zur Verfügung. Diese elektrische Energie, die den Betrieb von Bahnen und Straßenfahrzeugen ermöglicht, der Industrie, dem Gewerbe, den Haus-

halten sowie der Landwirtschaft durch die Hochspannungsleitungen zugeführt wird, Gespräche mit und ohne Drahtleitung ermöglicht, der Wissenschaft und der Medizin zu Versuchs- und Heilerfolgen verhilft, den Menschen von schwerer körperlicher Arbeit entlastet, bleibt für uns und die kommenden Generationen eine segensreiche Kraftquelle.

Darum muß diese Frage nach Ursprung und Wesen dieser mit unseren Sinnen nicht unmittelbar wahrnehmbaren Kräfte heute von unserer Jugend gestellt werden, und da sie ständig mit ihnen in Berührung steht, auch beantwortet werden können.

Und somit soll dieser Elektro-Versuchsbaukasten mit seinem Lehr- und Vorlagenbuch ein lebendes Verständnis für die Elektrotechnik im Schüler erwecken, dem Lehrer zeitgemäße Unterlagen und Anregungen aus dem praktischen Leben im Sinne der heutigen Bestrebungen bieten und für die Schulen im Arbeitsgebiet der Naturlehre ein zeitgerechtes Unterrichtsmittel sein.

„METEOR“
Erzeugung feiner Metallspielwaren
Wien X.
Humboldtgasse 31

WIE WERDEN „METEOR“ ELEKTRO-VERSUCHSMODELLE AUFGEBAUT?

Jeder „Meteor“ Elektro-Versuchsbaukasten enthält die erforderlichen Werkzeuge und Bauelemente, um die in dieser Vorlage angeführten Versuche und Modelle ohne besondere Fertigkeit und Unterweisung beginnen zu können. Besonders empfehlen wir, die Versuche der Reihenfolge nach durchzuführen und auch den Zweck und die Wirkungsweise gut im Gedächtnis zu behalten, um die Erfahrungen an den Folgeversuchen bereits auswerten zu können. Das Bauen nach den Vorlagen ist äußerst einfach, da nur die Lochanzahl abgezählt werden muß, um die Abstände und Lage der einzelnen Teile zu erkennen, da die Löcher der Bänder und Platten genau übereinstimmen. Der Aufbau und die einwandfreie Funktion der Modelle wird wesentlich erleichtert, wenn die Muttern an den Schrauben erst dann festgezogen werden, wenn sämtliche Bauteile des Modells im Winkel, parallel und einem sauberen Aussehen entsprechend symmetrisch zusammengestellt sind. Wenn auch die ersten Bauversuche nicht gleich wunschgemäß entsprechen, so wird bei einer Überprüfung durch ausschalten der aufgefundenen Fehlerquelle ein baldiges Gelingen zu erwarten sein. Von großer Wichtigkeit jedoch ist, daß der Modellbauer die Einzelteile genau betrachtet, mit der Vorlage vergleicht und zugleich die Baufolge beachtet. Stromführende Teile, wie Magnetspule, Anker, Bürsten- und Kontakthalter sowie Schalter

und Kabel sind sorgfältig zu handhaben, um ein Entstehen von Masseschluß (Kurzschluß) zu vermeiden und ein Zerstören der Batterie zu verhindern. Zu ölen mit Nähmaschinenöl sind nur die Ankerlager. Als Stromquellen sind entweder 1—2 Taschenlampenbatterien oder ein Versuchstransformator mit mehreren Sekundärspannungen von 4—8—12 Volt und zirka 1 Ampère zu verwenden. Je nach Angaben für den betreffenden Versuch oder das Modell. Außerdem sind Kontaktverbindungen sauber zu halten, um den Stromdurchgang nicht zu behindern.

Sollten sich beim Aufbau der einzelnen Versuchsanordnungen Schwierigkeiten ergeben, sind wir gerne bereit, mit Auskünften und Ratschlägen behilflich zu sein. Geduld und Geschicklichkeit werden bestimmt zu einem vollen Erfolg führen. „Meteor“ Versuchsbaukästen, „Meteor“ Allstrommotore, „Meteor“ Metallbaukästen, „Meteor“ Signal- und Beleuchtungsartikel und Einzelteile sind in allen einschlägigen Fachgeschäften erhältlich.

Die Bauelemente unserer „Meteor“ Metallbaukästen 1—4 passen genau zu den Bauteilen der „Meteor“ Elektro-Versuchsbaukästen.

„METEOR“

Erzeugung feiner Metallspielwaren
Wien X.

Humboldtgassee 31

A) MAGNETISMUS

Man unterscheidet **natürliche und künstliche Magnete**.

1. NATURLICHE MAGNETE

Natürliche Magnete sind Eisenerzteile aus den Erzlageren in der Nähe der **Stadt Magnesia in Kleinasien**, die bereits schon im Altertum bekannt waren. Sie haben die Eigenschaft, kleine Eisenteilchen aus geringer Entfernung anzuziehen und festzuhalten. Auch unsere Erde gehört zu den **natürlichen Magneten**.

a) Erklärung der Deklination

Ein um eine vertikale Achse drehbarer Magnetstab oder eine Magnetnadel stellt sich in der Richtung des **sogenannten magnetischen Meridians**. Die Kraft, welche einen freibeweglichen Magneten in den Magnetmeridian bringt, heißt **Richtkraft des Erdmagnetismus**. Der magnetische Meridian fällt jedoch nicht mit dem geographischen Meridian zusammen. Somit zeigt eine Magnetnadel nicht genau die **geographische Nord- und Südrichtung an**. Diese Erscheinung ist die sogenannte magnetische Mißweisung. Der Winkel, welchen der **magnetische Meridian** mit dem geographischen Meridian einschließt, ist die sogenannte **Deklination**.

b) Erklärung der Inklination

Inklination ist jener Winkel, welcher eine um eine horizontale Achse drehbare Magnetnadel mit der horizontalen Ebene einschließt. Schon vor Jahrhunderten nahm man an, daß in der Nähe des **magnetischen Pols** sich ein großes Gebirge mit Magneteisenstein befände, doch wurde vor hundert Jahren bei Entdeckung des magnetischen Pols festgestellt, daß diese Annahme nicht auf Tatsache beruht. Aus unserer Inklinationsnadel am Globus können wir ersehen, daß die erwähnte Annahme nicht stichhaltig war, denn die Inklinationsnadel zeigt ins Innere der Erde, weshalb wir annehmen müssen, daß der magnetische Pol sich im Innern der Erde befindet. Die Stelle, an welcher die Inklinationsnadel genau senkrecht nach unten zeigt, ist die Stelle des **magnetischen Pols**. Der **magnetische Südpol** befindet sich zur Zeit auf der kleinen Halbinsel **Boothia Felix**, im nordamerikanischen Inselgebiet.

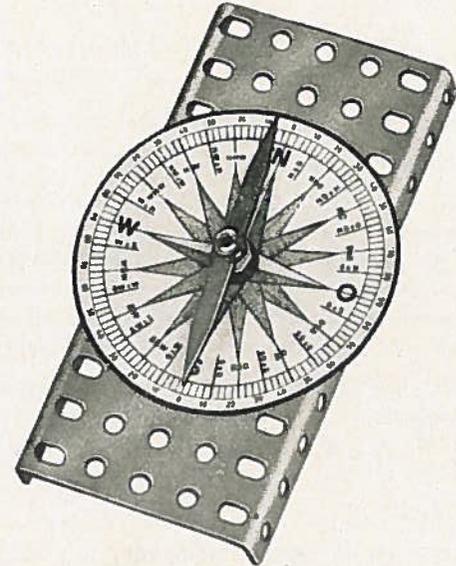
Da sich die Lage der magnetischen Pole der Erde wiederholt verändert und ihre magnetischen

VERSUCH NR. 1

KOMPASS

Erforderliche Teile:

1 Rechteckplatte	Nr. 52
1 Magnetnadel	Nr. 461
1 Spitze mit Mutter	Nr. 437 s
1 Windrose	Nr. 490



Auf der Rechteckplatte wird die Windrose und eine Fiberunterlage mit der Messingschraube, deren Ende zu einer Spitze geformt ist, festgeschraubt. Auf der
(Fortsetzung auf Seite 5)

Kräfte ungleichmäßig sind, müssen für die Navigation der See- und Luftfahrt diese Unregelmäßigkeiten ständig registriert werden, um genaue Richtlinien zur Feststellung der Deklination und Inklination zu geben. Die derzeitige magnetische Mißweisung — Deklination — beträgt für Wien 0,14 Grad, das ist 6,5 Minuten, denn sie ist nach Ort und Zeit veränderlich.

2. KUNSTLICHE MAGNETE

Man unterscheidet die künstlichen Magnete, je nachdem die magnetischen Eigenschaften eines Eisens dauernd (beständig) oder nur zeitlich sind:

1. Dauer- oder permanente Magnete.

2. Zeitliche oder temporäre Magnete.

In den permanenten oder Dauermagneten wird das magnetische Feld durch **sogenannte Molekularströme** erzeugt, die in die kleinsten Eisenteilchen verlaufen. Gesetzmäßigkeit und Aussehen des Feldes sind bei den **Dauermagneten** und **Elektromagneten** völlig gleich. Während die mit weichem Eisen ausgerüsteten **Elektromagnete** ihren Magnetismus nach dem Abschalten des Stromes bis auf einen kleinen Rest verlieren, erzeugen die aus Stahl bestehenden **Dauermagnete** ein lange Zeit gleichbleibendes **Magnetfeld**.

Das Vorhandensein der **Molekularströme** erklärt die verstärkende Wirkung des Eisens überhaupt. **Dauermagnete** sind Stahlkörper und werden in verschiedenen Formen ausgeführt, wie Hufeisenmagnete, Stabmagnete, Schalenmagnete und auch die Magnetnadel, deren Funktion wir bereits aus Versuch Nr. 1 kennen.

3. MAGNETISCHE ANZIEHUNGSKRAFT

Von den Wirkungen, die das magnetische Feld ausübt, ist die Erzeugung von Kräften die bekannteste. Jeder **Dauermagnet** vermag Eisen- und Nickelteile anzuziehen. Diese Anziehungskraft, die an beiden Enden, Pole genannt, am stärksten ist, heißt **magnetische Kraft**. Jeder

BILDLICHE DARSTELLUNG DER INKLINATION



Magnet besitzt einen Nordpol (N) und einen Südpol (S). Die Verbindung vom N. zum S. heißt **magnetische Achse**. Die dazwischen liegende Zone heißt **Indifferenzzone**.

4. WIRKUNG DER MAGNETE AUF EINANDER

Nähert man zwei Magnete einander, so beobachten wir, daß zwei gleichnamige Pole sich abstoßen und zwei ungleichnamige sich anziehen. Die Kraft, durch welche sich zwei Pole anziehen oder abstoßen, ist gerade proportional der beiden Magnete und umgekehrt proportional nach dem Quadrat ihrer Entfernung. Das ist das sogenannte „**Coulombsche Gesetz**“. Je größer der Magnetismus der beiden Magnete, je kleiner die Entfernung derselben, um so größer die Wirkung aufeinander. Um zu untersuchen, ob ein Körper magnetisch ist oder nicht, nähert man ihn einem freibeweglichen Magneten (Magnetnadel); wird der eine Pol von einem Ende des Körpers angezogen und vom zweiten Ende abgestoßen, so ist der Körper magnetisch. Wird dagegen der Pol von beiden Enden des Körpers angezogen, so ist er unmagnetisch. Ein gleich großer ungleichnamiger Magnetismus hebt sich in der Wirkung nach außen auf, wenn er vereinigt wird (**sogenannter gebundener Magnetismus**). Hierauf beruht das **astatische Nadelpaar**. Sind beide Magnete gleich stark, so übt auch die Richtkraft des Erdmagnetismus keinen Einfluß mehr aus.

5. MAGNETISCHE INDUKTION

Zerbricht man zum Beispiel einen Stabmagneten in viele kleine Teile, so verhalten sich die Bruchstücke wie ein Magnet mit **Nord- und Südpol**. Ein Magnet ist also in seinen kleinsten Teilen **polarisiert**. Man stellt sich somit einen magnetisierbaren Körper aus unendlich vielen kleinen sogenannten **Molekularmagneten** zusammengesetzt vor, die entweder geordnet oder ganz wirt durcheinander liegen, je nachdem, ob der Körper magnetisch oder unmagnetisch ist. **Theorie von Weber.**

a) Bringt man in die Nähe eines Magneten (Hufeisenmagneten) ein weiches Eisenstück, so zeigt dasselbe auch magnetische Eigenschaften. Es wurden also im Eisen durch Ordnung der **Molekularmagnete Pole** erzeugt oder induziert. Diese Erscheinung heißt **magnetische Induktion**.

Spitze wird die Magnetnadel aufgesetzt. Der nach Norden gerichtete Pol (dunkler Teil) heißt „Nordpol“, und der nach Süden gerichtete Pol (heller Teil) „Südpol“. Auf der Windrose finden wir links vom Norden einen Pfeil. Dieser gibt die Abweichung an, welche die Magnetnadel von der genauen Nord-Südrichtung annimmt (**Deklination**). Um die genaue Nord-Südrichtung festzustellen, muß sich der dunkle Pol der Magnetnadel oberhalb des Pfeiles befinden. Die Funktion des Kompasses wird durch ein in der Nähe befindliches Eisen gestört. Deshalb verwendet man wegen der Eisenkonstruktion bei Schiffen Kreiselkompassse.

VERSUCH NR. 2

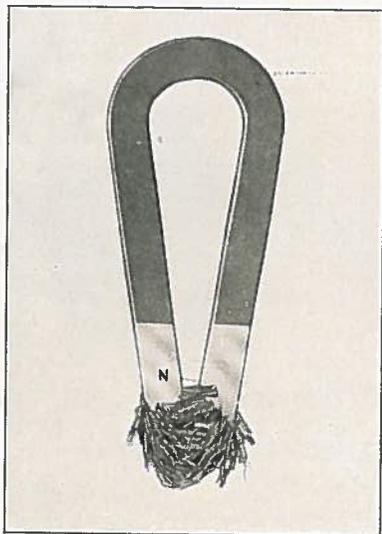
MAGNETISCHE ANZIEHUNG

Erforderliche Teile:

- | | |
|--------------------------|---------|
| 1 Hufeisenmagnet | Nr. 454 |
| 1 Packung Eisenfeilspäne | Nr. 481 |

Wenn wir uns mit unserem Hufeisenmagnet auf einen Karton gestreuten Eisenfeilspänen nähern, so werden wir beobachten, daß viele Späne blitzartig von den Polen, das sind die Enden des Magneten, angezogen werden. Aber nicht nur Eisen, sondern auch Nickel und Kobalt unterliegen der magnetischen Anziehungskraft unseres Magneten. Diese

Eigenschaft kommt uns sehr zustatten, wenn wir ein Metall untersuchen, ob es Eisen ist oder nicht.



VERSUCH NR. 3

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 454
- 1 Kompaß nach Anleitung von Versuch Nr. 1
- 1 magnetisierte Stricknadel

Man versuche die Anleitung von Abschnitt A, Punkt 4, durchzuführen. Damit erkennen wir das Gesetz, daß gleichnamige Pole sich abstoßen und ungleichnamige Pole sich anziehen.

Die Größe des induzierten Magnetismus hängt ab:

1. Von der Stärke des induzierten Magneten.
2. Von der Entfernung des Eisens vom Magneten.
3. Von der Beschaffenheit des Eisens, in welchem Magnetismus induziert wird. Je weicher das Eisen ist, um so größer die Induktionswirkung, umgekehrt bei Stahl.

b) Entfernt man den Magneten, so verliert das Eisenstück nicht vollständig seinen Magnetismus; den zurückbleibenden Teil bezeichnet man als **remanenter Magnetismus**. Derselbe ist um so größer, je härter das Material des Eisens ist, in welchem Magnetismus induziert wurde.

Das Magnetisieren, sowie auch das Polarisieren von Stahlmagneten, wird mit Hilfe starker Elektromagnete durchgeführt. Nach diesem Arbeitsvorgang bleiben sie dann **permanente Magnete**.

6. DAS MAGNETISCHE FELD

Das magnetische Feld ist die Umgebung oder überhaupt jeder Ort, wo magnetische Wirkungen auftreten. Die jeweilige Richtung dieser Wirkungen im magnetischen Felde kann durch eine Magnetnadel bestimmt werden. Die Größe des magnetischen Feldes hängt von seiner **Feldstärke** ab. Die Feldstärke ist jene Kraft, die an der betreffenden Stelle des magnetischen Feldes auf einen Pol von der Stärke 1 ausgeübt wird. Ist die Richtung der magnetischen Kraft an allen Stellen des Feldes eingezeichnet, so entstehen geschlossene Kurven (Linienzüge), die vom Nordpol ausgehen und im Südpol münden. Diese Linienzüge, die die Bahn eines freibeweglichen Nordpols vorstellen, heißen **Kraftlinien des Feldes**. **Theorie von Faraday**.

Die Feldrichtung (Kraftlinienrichtung) und Feldstärke sind die maßgebenden Größen eines magnetischen Feldes. Positive Richtung der Kraftlinie ist jene, nach welcher der **Nordpol** getrieben wird. Die Anzahl der Kraftlinien ist der Feldstärke proportional. Durch die entsprechende Wahl der Einheit für die Kraftlinien ist die Feldstärke nicht nur proportional, sondern zahlenmäßig gleich der Anzahl der Kraftlinien pro 1 Quadratzentimeter.

Ein magnetisches Feld, dessen Richtung und Stärke an verschiedenen Stellen ungleich ist,

Aus gutem Grund wird vorgezogen / Metallum mit dem Regenbogen

heißt ungleichnamiges Magnetfeld. Ist die Feldrichtung und Feldstärke an verschiedenen Stellen gleich groß, so wird das Feld gleichförmig oder als **homogen** bezeichnet.

Im **homogenen** Felde verlaufen die Kraftlinien parallel.

Die Wirkung zweier Magnetpole aufeinander läßt sich durch jene Eigenschaft der Kraftlinien erklären, daß sich gleichgerichtete Kraftlinien abstoßen, und entgegengerichtete sich dagegen anziehen und untereinander verlaufen.

Zum Beispiel in **homogenen Feldern**:

- a) Parallele gleichgerichteter Kraftlinien.
- b) Parallele entgegengesetzter Kraftlinien.
- c) Parallele unter einem Winkel stehender Kraftlinien.

7. EISEN IM MAGNETFELD

Durch manche nicht magnetisierbare Körper gehen die Kraftlinien eines Magnetfeldes ungehindert durch. Befindet sich ein magnetisierbarer Körper (Eisen) im Magnetfeld, so wird das Feld an dieser Stelle viel dichter, da das Eisen die vorhandenen Kraftlinien des Feldes in sich konzentriert.

Jene Körper, welche die Kraftlinien leichter durchlassen als Luft, somit eine Verdichtung des Feldes verursachen, sind die sogenannten **paramagnetischen Körper** (Eisen, Kobalt, Nickel und Platin), gegenüber den **diamagnetischen Körpern**, welche die Kraftlinien schwerer durchlassen als Luft (Kupfer, Zinn, Zink, Quecksilber und Silber).

Außerdem gibt es noch **indifferente Körper** (Holz, Glas, Messing).

Innerhalb des Eisenkörpers fallen durch die Verdichtung des Feldes auf 1 Quadratcentimeter mehr Kraftlinien als vorher in der Luft.

Das Verhältnis der Kraftlinienzahl im homogenen Felde ist gleich der **Permeabilität** (Leitfähigkeit) des betreffenden Körpers.

Nach jeder Beendigung der Versuche mit dem Hufeisenmagnet lege man demselben ein kleines Eisenstück an die Pole, damit die Kraftlinien geschlossen bleiben und der Magnet seine Eigenschaft lange Zeit beibehält.

VERSUCH Nr. 4 MAGNETISCHE INDUKTION

Erforderliche Teile:

- | | |
|-------------------|---------|
| 1 Hufeisenmagnet | Nr. 454 |
| 1 Magneteisenkern | Nr. 466 |

Man versuche die Anleitung von Abschnitt A, Punkt 5, Absatz a und b, durchzuführen. Daraus ersehen wir, daß auch magnetisiertes Eisen (**Magnetismus wird im Eisen induziert**) in der Lage ist, Eisen anzuziehen, jedoch nach Entfernen vom Magneten diese Eigenschaft langsam wieder verliert.

VERSUCH NR. 5

MAGNETISIEREN EINER STRICKNADEL

Erforderliche Teile:

- | |
|---|
| 1 Kompaß nach Anleitung von Versuch Nr. 1 |
| 1 Hufeisenmagnet Nr. 454 |
| 1 Stricknadel (Stahl) |

Man bestreiche mit einem Pol des Hufeisenmagneten eine Stricknadel öfters nach einer Richtung; um die magnetische Wirkung zu verstärken, kehrt man die Stricknadel um und bestreicht sie mit dem anderen Pol des Magneten. Somit wäre die Stricknadel magnetisiert. Nähert man sich damit der auf dem Kompaß freischwebenden Magnetnadel, so ist das Ende, das der dunkle Pol der Magnetnadel abstoßt und der helle Pol anzieht, der Nordpol der Stricknadel. Sie bleibt magnetisch und besitzt die Eigenschaft, Eisenteilspäne anzuziehen und festzuhalten. Den Nordpol der Nadel versehe man mit

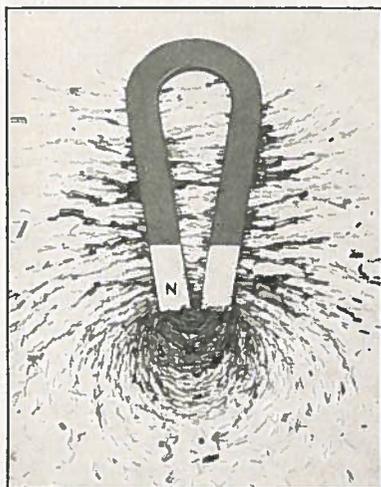
Mit Metallum - Lichtgefunkel erleuchtet man ein jedes Dunkel

einem kleinen Papierfähnchen mit der Bezeichnung N. Hängt man die magnetisierte Stricknadel in der Mitte an einem Bindfaden so auf, daß sie freischwebend balanciert, wird sie sich wie ein Stabmagnet mit ihrem Fähnchen (Nordpol) in die Nord-Südrichtung stellen. Glüht man die Stricknadel aus, wird sie wieder unmagnetisch, denn Hitze zerstört den Magnetismus.

VERSUCH NR. 6 DAS MAGNETISCHE FELD

Erforderliche Teile:

- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 481
- 1 Hufeisenmagnet Nr. 454



Legen wir unseren Hufeisenmagneten auf einen Karton und streuen vorsichtig Eisenfeilspäne darüber, klopfen ein wenig mit dem Finger darauf, so werden wir beobachten, daß sich die Späne in bestimmter Richtung und Dichte ordnen. Die von der Wirkung der magnetischen Kraft betroffene Umgebung des Magneten ist das magnetische Feld. Die Richtung, in der sich die Späne ordnen, weisen auf die Richtung der Kräfte hin, die im magnetischen Feld des Magneten vorhanden sind. Diese Linien, **Kraftlinien** genannt, gehen **außerhalb des Magneten vom Nord- zum Südpol**, in unserem Falle auch in den umgebenden Luftraum, **im Innern des Magneten vom Süd- zum Nordpol**.

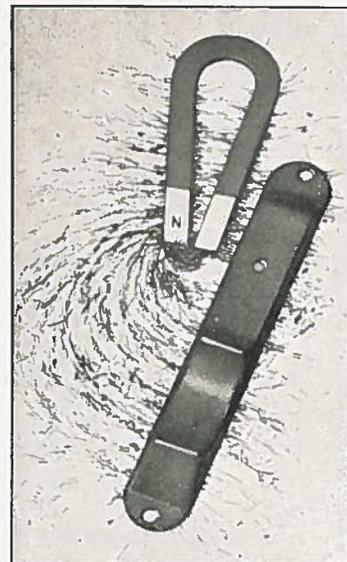
VERSUCH NR. 7

EISEN IM MAGNETISCHEN FELD

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 454
- 1 Feldbügel Nr. 478
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 481

Auf einen Karton legen wir den Hufeisenmagnet und heften daneben einen Feldbügel an. Streuen wir vorsichtig Eisenfeilspäne darüber und klopfen ein wenig auf den Karton, so werden wir bemerken, daß durch den in der Nähe befindlichen Feldbügel eine Verzerrung der Feldlinien (Kraftlinien) entstanden ist. Da der magnetische Widerstand im Eisen kleiner ist als in der Luft, ziehen sich die Kraftlinien in der Nähe des Feldbügels zusammen. Die Kraftlinien, die nicht durch den Bügel gehen, tragen nicht zur Anziehung bei. Ein solches Kraftlinienbild nennt man „**Streufeld**“.



B) ELEKTRISCHE GRUNDBEGRIFFE

1. WECHSELWIRKUNG ZWISCHEN CHEMISCHER UND ELEKTRISCHER ENERGIE

a) Das galvanische Element

Im galvanischen Element wird infolge der chemischen Einwirkung der Flüssigkeiten auf beide Elektroden eine **elektromotorische Kraft erzeugt**, abgekürzt **EMK**. Sie ist die Energie, die den Strom (Elektronen) bewegt.

Es besteht: Aus einem Gefäß, aus der positiven Elektrode (Kohle, Kupfer usw.), aus der negativen Elektrode, aus Erregerflüssigkeiten (Schwefelsäure, Salmiaklösung, Kupfervitriol, Chromsäure, Salpetersäure) und aus den Polklemmen (Anschlußschrauben).

Als positive Elektrode bezeichnet man jene, von welcher der galvanische Strom in die äußere Nutzleitung fließt (Hin- und Rückleitung). Das galvanische Element verdankt seinen Ursprung der Erscheinung, die zuerst der **italienische Arzt Galvani** durch Zufall beobachtete und **Volta** später näher erforschte. Zwei verschiedene leitende Körper (Metalle oder Kohle), die in eine Flüssigkeit getaucht werden, weisen infolge chemischer Einflüsse einen Spannungsunterschied auf und können daher elektrischen Strom liefern.

Die Stromabgabe eines galvanischen Elementes ist eine begrenzte. Wenn wir das Lämpchen dauernd angeschlossen lassen, so setzen sich im Zink-Kohle-Element die Stoffe und die Flüssigkeiten chemisch um, und damit nimmt die Spannungsdifferenz allmählich ab, so daß wir das Zink durch neues ersetzen und die Flüssigkeit erneuern müssen. Statt der Kohle- und Zinkelektrode können auch andere Stoffe, durchwegs Metalle, und an Stelle der Schwefelsäure auch andere leitende Flüssigkeiten als Elektrolyt verwendet werden. Der Spannungsunterschied ist je nach der Art der verwendeten Metalle und Elektrolyte verschieden groß.

Diese Feststellung ist von Bedeutung, denn dort, wo zwei verschiedene Metalle in Flüssigkeiten stehen oder mit ihnen in Berührung kommen, bildet sich ein galvanisches Element und dabei wird das unedlere der beiden Metalle chemisch umgesetzt, das heißt für den vorgesehenen Zweck zerstört. Die Zahlentafel, die als elektrolytische Spannungsreihe bezeichnet wird, gibt die zwischen den verschiedenen Stoffen liegenden Spannungen an. (Siehe Seite 11.)

Sind daher zwei Metalle unter den vorher genannten Bedingungen zu verbinden, so wird man möglichst jene Metalle nehmen, die in der Spannungsreihe nebeneinander liegen.

VERSUCH NR. 8

STROMKREISLAUF IM GALVANISCHEN ELEMENT (Taschenlampenbatterie)



Erforderliche Teile:

- 1 Taschenlampenbatterie
- 1 Fassung mit Lagerbock Nr. 456
- 1 Glühlampe 3½ Volt Nr. 457
- 1 Tasterschalter Nr. 463
- 1 Kabel Nr. 460/25
- 2 Kabel Nr. 460/15

Dieser Versuch stellt einen vollständigen Kreislauf des galvanischen Stromes dar. Unsere Energiequelle ist eine aus drei Elementen zusammengestellte Batterie. Oben führen zwei Kontaktstreifen heraus, und zwar der kurze positive oder Pluspol und der lange negative oder Minuspol genannt. An beiden Enden der Kontaktstreifen werden die Kabel mit dem Stecker befestigt. Ein Kabel führt direkt zur Fassung der Glühlampe, das andere zum Schalter. Von diesem führt das dritte Kabel zum Lagerbock. Drücken wir den Schalterhebel nieder, so schließen wir damit den Stromkreis und das Glühlämpchen beginnt zu leuchten. Läßt man den Schalterhebel aus, so erlöscht das Lämpchen und der Stromkreis ist wieder unterbrochen. Im geschlossenen Stromkreis findet somit ein Kreislauf des elektrischen Stromes statt. Chemische Vorgänge in den Elementen erzeugen elektrische Energie; diese trägt der elektrische Strom durch die Leitungsdrähte und Schalter zur Glühbirne, gibt sie an die Glühbirne ab, besser gesagt: sie wird in Licht umgewandelt und fließt sozusagen leer zurück. Schalter gerade niedergedrückt, heißt **Arbeitskontakt**, Schalter niedergedrückt und nach rechts eingehängt, heißt **Dauerkontakt**.

Um eine bessere Transportmöglichkeit der Elemente zu erreichen, ging man zur Erzeugung von Nafz- auf Trockenelemente über. Bei diesen bildet ein geschlossener Zinkzylinder das Gefäß des Elementes. In der Mitte des Zinkzylinders steht ein Beutel, der mit einem Gemisch von Kohle und Braunstein gefüllt ist und der als Elektrode einen oben herausragenden Kohlenstab besitzt. Der Braunstein hat den Zweck, der oben genannten Umsetzung entgegenzuwirken (Depolarisation), um dadurch die Lebensdauer der Nafz- und Trockenelemente zu erhöhen. Die Füllung des Elementes besteht aus einer Salmiaklösung oder einer ähnlichen Flüssigkeit, die durch Sägespäne, Gelatine usw. eingedickt ist. Eine Pappscheibe und ein Überzug mit einer lackartigen Masse schließen die Füllung nach außen hin ab.

Die Trockenelemente finden eine ausgebreitete Verwendung für Taschenlampen, wo sie als Stabelemente oder aus zwei bis drei Elementen hintereinandergeschaltet (als Batterie) mit einer Spannung von 1,5 bis 4,5 Volt ausgeführt werden.

Unter einer galvanischen Batterie versteht man eine Anzahl von Elementen, die gleichzeitig zu einer Stromleitung geschaltet werden. Man unterscheidet folgende Schaltungsarten der Elemente:

1. Serien- oder Hintereinander-Schaltung.
2. Parallel- oder Nebeneinander-Schaltung.
3. Gemischte Schaltung.

Serien- oder Hintereinander-Schaltung

Mehrere galvanische Elemente (Taschenlampenbatterien) oder Akkumulatoren werden **hintereinander** oder in **Serien geschaltet**, indem man von jedem **einzelnen Element** den **negativen Pol** mit dem **positiven Pol** des nächsten Elementes verbindet. Der **äußere Nutzstromkreis** wird an die **positive Klemme des ersten** und an die **negative Klemme des letzten Elementes angeschlossen**.

Parallel- oder Nebeneinander-Schaltung

Sind mehrere Elemente (Taschenlampenbatterien) oder Akkumulatoren **parallel zu schalten**, so verbindet man zuerst **alle positiven Pole** (durch eine Verbindungsleitung) sämtlicher Elemente, dann **alle negativen Pole** (ebenfalls durch eine Verbindungsleitung) und **schließt an beide Verbindungsleitungen** den äußeren Nutzstromkreis an.

Gemischte Schaltungen

Die gemischte Schaltung ist die **Verbindung** von **Serien- und Parallelschaltungen**. Bei gemischten Schaltungen werden die Elemente in Gruppen eingeteilt, wobei jede Gruppe aus einer gleichen Anzahl von Elementen bestehen muß (auch nur gleichartige Elemente). Die Elemente jeder Gruppe können entweder parallel geschaltet sein, **dann sind die Gruppen hintereinander zu schalten**, oder die Elemente der Gruppen sind **hintereinander geschaltet**, dann sind die Gruppen **parallel zu schalten**.

b) Der Akkumulator

Die Akkumulatoren haben gegenüber dem Element den großen Vorteil, daß sie sich immer wieder aufladen lassen; das heißt, schickt man in einen Akkumulator oder auch Sammler genannt, Strom hinein, so wird diese elektrische Energie zunächst in chemische Energie umgewandelt. Die aufgespeicherte chemische Energie kann dann als elektrische Energie dem Akkumulator entnommen werden.

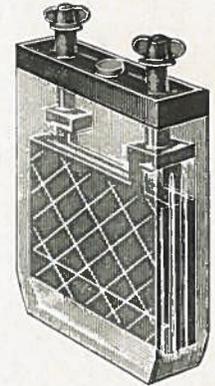
Der Akkumulator besteht aus einem Gefäß aus Glas oder Hartgummi, in neuerer Zeit auch aus Plexiglas. Er enthält im Innern des Gefäßes als **Elektroden** zwei verschiedene Arten von Bleiplatten, die in verdünnter Schwefelsäure stehen. Die positive Platte oder **Anode** enthält **Bleisuperoxyd (PbO₂)** und hat eine braune Farbe, während die negative Platte, die **Kathode**, aus einer **schwammigen Bleischicht (Pb)** besteht, die silbergrau aussieht. Die **Elektroden**, die jede aus mehreren Platten zusammengebaut sind, werden stehend in das Gefäß eingebaut.

Beim Laden ist der Akkumulator, der eine Zeitlang Stromquelle war, als eine **elektrolytische Zelle** aufzufassen, in der durch Einwirkung eines in sie hineingeleiteten Stromes eine Zersetzung vor sich geht, die das in beiden **Elektroden** enthaltene **Bleisulfat** wieder in die verschiedenartigen Stoffe: **Bleisuperoxyd und Blei**, zurückführt. Der Strom tritt bei der **positiven Elektrode** in den Akkumulator ein, geht durch die Schwefelsäure zur **negativen**, und von dort wieder in das Netz zurück.

Bei der Entladung eines Akkumulators finden folgende Vorgänge statt: Der Strom fließt wie beim Element, und zwar vom Plus-Pol über den äußeren Widerstand zum Minus-Pol und im Inneren des Elements von dieser Platte durch die Schwefelsäure zur positiven Platte zurück. Dabei gehen das **Bleisuperoxyd** der positiven Platte und ebenso das schwammige Blei an der negativen Platte in **Bleisulfat** über und die Spannung des Akkumulators nimmt allmählich ab.

Ansicht eines 2-Volt-Akkumulators.

Sämtliche Plus- und Minusplatten sind in einem Raum, Zelle genannt, untergebracht. Jede Zelle gibt eine Spannung von 2 Volt ab. Um eine Spannung von 20 Volt zu erreichen, braucht man 12 x 2 Zellen. Mehrere Zellen zusammengebaut nennt man Batterie. Sie werden als 4-Volt-, 6-Volt-, 12-Volt- oder 24-Volt-Batterie erzeugt.



Zahlentafel der elektrolytischen Spannungsreihe

Aluminium	unedel	0	Volt
Zink		+0.69	„
Chrom		+0.89	„
Eisen		+1.02	„
Kadmium		+1.03	„
Nickel		+1.20	„
Zinn		+1.30	„
Blei		+1.32	„
Kupfer		+1.80	„
Silber		+2.25	„
Kohle		+2.35	„
Gold	edel	+2.95	„

M e t a l l u m - B a t t e r i e n f ü r j e d e S c h w a c h s t r o m b e l e u c h t u n g

VERSUCH NR. 9

ELEKTROLYSE

Erforderliche Teile:

- 2 Stück Nägel Nr. 452
- 1 Kabel Nr. 460/25
- 2 Kabel Nr. 460/15
- 1 Glas
- 2 Taschenlampenbatterien
- Stromquelle = 8 Volt

In ein Glas Wasser werden zwei Nägel eingeführt und an die Batterien mit den Kabeln verbunden. Die beiden im Wasser stehenden Nägel heißen **Elektroden**. Der mit dem Pluspol der Batterie verbundene heißt **Anode**, der mit dem Minuspol verbundene heißt **Kathode**. Nach kurzer Zeit werden wir an der Kathode beobachten, daß viele kleine Glasbläschen aufsteigen, während an der Anode nur wenige aufsteigen. Dieser Unterschied der Gasentwicklung dient auch zur Feststellung der



Der frisch aufgeladene Akkumulator besitzt eine Klemmenspannung von 2,1 Volt je Zelle. Diese sinkt zu Beginn der Entladung rasch auf zirka 1,9 Volt, bleibt dann längere Zeit annähernd gleich und sinkt dann schnell weiter. Bei 1,8 Volt soll die Ladung unterbrochen werden, da der Akkumulator sonst Schaden leidet.

Der Akkumulator **darf nur mit Gleichstrom geladen werden**, wobei die auf der Behandlungsvorschrift angegebene **Höchstladestromstärke** nicht überschritten werden darf. Ist beispielsweise eine **Ladestromstärke** von 1 Ampère vorgeschrieben, so muß ein Widerstand zwischen Gleichstromquelle und Akkumulator geschaltet werden, der eben nur diese Ladestromstärke hindurchläßt. Meistens benutzt man hierfür Kohlenfadenglühlampen, die zu mehreren parallel geschaltet werden, oder andere im Handel käufliche Vorschaltwiderstände.

Beim Laden ist zu beachten, daß der positive Pol der Stromquelle mit dem positiven Pol des Akkumulators verbunden wird und ebenso die beiden negativen Pole. Da die beiden Polklemmen des Akkumulators bezeichnet sind, läßt sich der Anschluß an das Netz, vorausgesetzt, daß auch das Netz bezeichnet ist, einfach durchführen. Sind die Pole des Gleichstromnetzes nicht bezeichnet, so müssen wir die Pole entweder mittels einer **Elektrolyse** oder mit einem **Polreagenzpapier** feststellen.

Bei Beginn der Ladung steigt nun die Spannung anfangs rasch auf 2,15 Volt, von da ab langsamer auf 2,4 Volt. Das Ende der Ladung erkennt man an der starken Gasentwicklung, dem sogenannten „Kochen“ der Säure, wobei die Spannung auf 2,7 Volt ansteigt. Bei Ausschaltung des Ladestromes sinkt die Spannung auf etwa 2,3 Volt und kurze Zeit später auf 2,1 Volt.

Wollen wir unseren Akkumulator aus dem Wechselstromnetz laden, so brauchen wir ein Kleinaltgerät, das aus einem Transformator und einem Trockengleichrichter besteht.

2. WIRKUNGEN DES GALVANISCHEN STROMES

a) Wärmewirkung

Infolge des durchfließenden galvanischen Stromes durch einen dünnen Platindraht, entsteht Wärme. Diese Wärmewirkung hängt ab:

1. Von der Stärke des galvanischen Stromes.
2. Von dem Querschnitt des Drahtes oder Leiters.
3. Von der Zeit.

Die Erwärmung ist unabhängig von der Stromrichtung.

Verwendung: Sicherungen und Leitungen.

Der Fachmann gern Metallum wählt, da diese zu den besten zählt

b) Chemische Wirkung

Galvanisieren (Elektrolyse)

Beim Galvanisieren werden Gegenstände aus Metall mit einem anderen Metall überzogen. Metalle haben die Eigenschaft, sich mit bestimmten chemischen Stoffen zu Metallsalzen zu vereinigen. Diese lassen sich im Wasser oder bestimmten anderen Flüssigkeiten, zum Beispiel in Säuren, auflösen. Hängen wir in eine derartige Lösung (Elektrolyt) zwei mit einer Gleichstromquelle in Verbindung stehende Platinbleche (Elektroden), so setzt sich nach einiger Zeit der Stromeinwirkung an der negativen Elektrode (Kathode) das Metall in reinsten Form ab. Der elektrische Strom hat also die Eigenschaft, Metalle aus den Elektrolyten auszuscheiden. Beim Galvanisieren wird die Platinkathode durch einen anderen metallenen Gegenstand ersetzt, zum Beispiel einen Löffel. Das in der Lösung befindliche Metall (zum Beispiel Silber) schlägt sich auf diesen nieder; wir können den Gegenstand also versilbern. Andere Metalle, die sich auf diese Weise aufbringen lassen, sind Nickel, Eisen, Kupfer, Zink, Kadmium und Chrom.

c) Magnetische Wirkung

Fließt durch einen Draht ein galvanischer Strom, so wird eine Magnetnadel infolge Einwirkung des galvanischen Stromes abgelenkt. Die Ablenkung wird mit der rechten Handregel bestimmt.

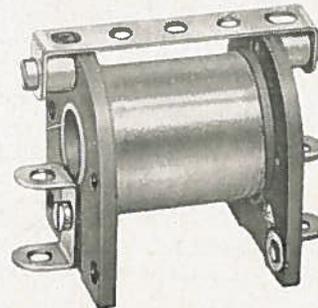
Rechte Handregel

Legt man die rechte Hand so auf den Draht, daß die Handfläche der Magnetnadel zugekehrt ist und die Finger die Stromrichtung zeigen, so wird der Nordpol der Magnetnadel nach jener Seite abgelenkt, wohin der Daumen zeigt.

Die Größe der Ablenkung hängt ab:

1. Von der Stärke des galvanischen Stromes.
2. Von dem Magnetismus der Magnetnadel.
3. Von der Entfernung des Leiters von der Magnetnadel. Je kleiner die Entfernung der beiden, desto größer die Ablenkung.
4. Von der Anzahl der Leiter (Multiplikationsgewinde). Um die Ablenkung zu vergrößern, ordnet man unter der Magnetnadel mehrere Windungen an (Galvanoskop).

Das Galvanoskop dient zur Bestimmung der Stromrichtung und der Stromstärke.



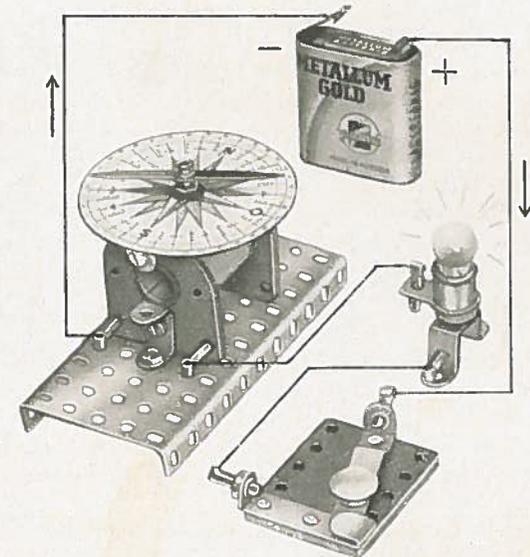
Polbestimmung bei Gleichstrom. Die Gasbläschen bestehen beim Minuspol aus Wasserstoff, während am Pluspol Sauerstoff gebildet wird. Wäre genügend Strom zur Verfügung, könnten wir das Wasser im Glase in seine Elemente zerlegen, und zwar in Wasserstoff und Sauerstoff.

VERSUCH NR. 10

GALVANOSKOP

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------|---------|
| 1 Rechteckplatte | Nr. 52 |
| 1 Magnetspule | Nr. 465 |



2 Führungsbügel	Nr. 11
1 Verbindungsbügel	Nr. 60/7 M
2 Stellringe	Nr. 59
2 Messingschrauben	Nr. 37/M
1 Spitze mit Mutter	Nr. 437/S
1 Windrose	Nr. 490
1 Tasterschalter	Nr. 463
1 Kabel	Nr. 460/25
2 Kabel	Nr. 460/15
2 Batterien	
Stromquelle = 8 Volt	

Der Aufbau des Galvanoskops ist aus der bildlichen Darstellung Nr. 9a leicht ersichtlich. Beim Befestigen der Führungsbügel auf der Rechteckplatte sind Unterlagsscheiben aus Fiber dazwischen zu legen. Beim Einschalten des Schalters wird man einen Ausschlag des Galvanoskops nach einer Richtung beobachten können. Wechselt man die Kabel an der Batterie (Polwendung), so wird das Galvanoskop nach der anderen Richtung ausschlagen. Das Galvanoskop zeigt somit jene Richtung an, nach welcher der Strom im Leiter (Spule) fließt.

Schalten wir eine Batterie ab und wiederholen den Versuch, so wird der Ausschlag des Galvanoskops nicht so groß sein wie bei zwei Batterien, und somit können wir unser Galvanoskop auch zur Stromspannungs- und Stromstärkemessung als Galvanometer verwenden.

Um die Batterie vor raschem Verbrauch zu schützen, soll der Versuch nicht zu lange ausgedehnt werden.

C) DIE ELEKTROMAGNETISCHEN WIRKUNGEN

1. DAS ELEKTROMAGNETISCHE FELD

Ausschlaggebend für die Entwicklung der Elektrotechnik war eine bedeutsame Entdeckung **Oersted's**. Er stellte fest, daß der in einem Leiter fließende Strom auf eine in der Nähe befindliche Magnetnadel ablenkend wirkt, daß also zwischen den elektrischen und magnetischen Kräften wechselseitige Beziehungen stehen.

Der galvanische Strom wirkt auf die Magnetnadel ein, ohne daß eine wahrnehmbare Verbindung zwischen Leiter und Magnetnadel besteht. Man muß daher annehmen, daß der in einem Leiter fließende Strom in seiner Umgebung einen besonders gearteten Zustand hervorruft, indem sich die Magnetnadel neu einstellt. Den gewissermaßen magnetisch gewordenen Raum bezeichnet man als „**magnetisches Feld**“ oder „**elektromagnetisches Feld**“. Aber nicht nur Magnetnadeln, sondern auch andere Eisenteile werden vom elektromagnetischen Felde beeinflusst.

Aus dem Versuch mit den Eisenfeilspänen entwickelte **Faraday** die anschauliche Darstellung von magnetischen Feldern mittels Kraftlinien oder besser gesagt **Feldlinien**.

Weniger einfache Linienformen erhält man bei Verwendung von Spulen mit mehreren Drahtwindungen ohne Eisenkern (Solenoid genannt). In jedem Fall zeigen auch diese Linien an, in welcher Richtung sich Magnetnadel und Eisenfeilspäne einstellen. Die Ablenkung der Magnetnadel ist noch von der Stromrichtung abhängig.

2. WIRKUNG DES EISENS — ELEKTROMAGNETE

Um eine bedeutende Verstärkung des Magnetfeldes zu erreichen, schiebt man in den Hohlraum der Drahtspule einen Eisenkern. Damit haben wir einen Elektromagneten. Die Vergrößerung des Magnetfeldes und seiner Wirkung beträgt je nach der Anordnung, Beschaffenheit des Eisens usw. etwa das 10- bis 10.000fache. Die magnetische Leitfähigkeit (**Permeabilität**) ist für das magnetische Feldlinienbündel, den magnetischen Fluß im Eisen, um diesen Betrag größer als die Luft. Daraus ergibt sich auch, daß die Feldlinien das Eisen bevorzugen und daher durch entsprechend gestaltete Eisenteile in bestimmte Formen gebracht werden können.

3. POLE

Zur Kennzeichnung der Stellen, an denen die Feldlinien herauskommen und in diese zurückgehen, verwendet man die Bezeichnung „**Nordpol**“ und „**Südpol**“; dabei heißt derjenige Teil

der Eisenoberfläche Nordpol, durch den die Feldlinien aus dem Eisen heraus in die Luft übertreten, während man die Übergangsfläche von Luft nach Eisen als Südpol bezeichnet. Durch die Buchstaben **N** und **S** ist die Lage von Nord- und Südpol bekanntzugeben.

D) ERZEUGUNG VON KRÄFTEN UND SPANNUNGEN

1. MAGNETISCHES GRUNDGESETZ

Von den Wirkungen, die das magnetische Feld ausübt, ist die Erzeugung von Kräften die bekannteste. Jeder Dauer- oder Elektromagnet in Stab- oder Hufeisenform vermag Eisenteile anzuziehen. Die Einstellung der Magnetnadel, das heißt eines freischwebenden aufgehängten Magneten auf Nord und Südrichtung ist ebenfalls als eine Folge einer Anziehung zu erklären. Die Erde selbst stellt einen großen Magneten dar, der auf unsere Magnetnadel richtunggebenden Einfluß nimmt.

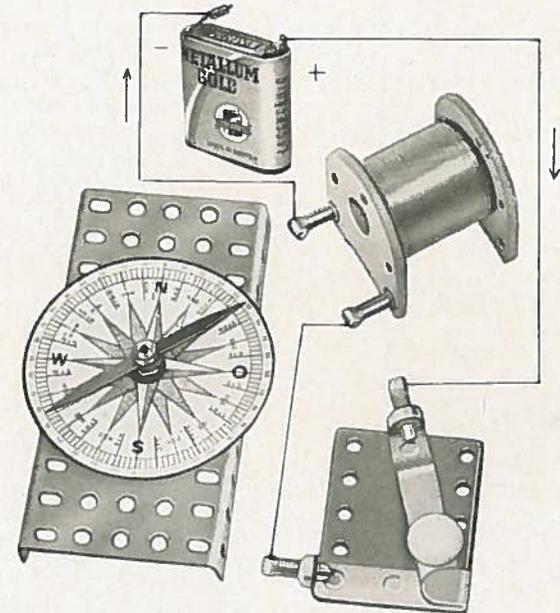
2. AMPEREWINDUNGEN

Die Stärke eines Elektromagneten hängt zunächst von seiner stofflichen Beschaffenheit und von seinen Abmessungen ab. Insbesondere aber wird seine Stärke von dem Aufbau der Magnetspule, nämlich der Zahl der Spulenwindungen, und von der hindurchfließenden Stromstärke bestimmt. Die Zahl der Feldlinien, die den Eisenkern durchdringen, sogenannter Feldlinienfluß, ist umso stärker, je größer der Strom in der Spule ist und je größer die Windungszahl gewählt wird. Das Produkt aus Stromstärke (**Ampère**) und Windungszahl nennt man **Ampèrewindungszahl**. Diese ruft den Kraftlinienfluß hervor, wie die elektromotorische Kraft, zum Beispiel des galvanischen Elementes, den Stromfluß im Widerstandskreis bewirkt.

Setzen wir den Vergleich zwischen magnetischen und elektrischen Vorgängen fort, so erkennen wir, daß es auch einen magnetischen Widerstand wie vorher einen elektrischen gibt. Wir haben bereits festgestellt, daß Eisen den Magnetfluß besonders gut leitet, ähnlich wie Kupfer den elektrischen Strom, daß hingegen Luft ein schlechter Leiter des magnetischen Flusses ist.

VERSUCH NR. 11

WIRKUNG DES ELEKTROMAGNETISCHEN FELDES



Erforderliche Teile:

- | | |
|---|---------|
| 1 Kompaß nach Anleitung von Versuch Nr. 1 | |
| 1 Magnetspule | Nr. 465 |
| 1 Tasterschalter | Nr. 463 |

Es ist kein Witz und nicht gelogen, gut ist Metallum mit dem Regenbogen

1 Kabel Nr. 460/25

2 Kabel Nr. 460/15

1 Batterie

Stromquelle = 4 Volt

Bringen wir in die Nähe unseres Kompasses die Magnetspule ohne Eisenkern und schalten mit dem Schalter Strom ein, so werden wir beobachten, daß das eine Ende der stromführenden Spule den Nordpol der Magnetnadel anzieht und das andere Ende der Spule den Nordpol abstößt. Somit finden wir die Bestätigung, daß eine stromdurchflossene Spule wie ein Stabmagnet, mit zwei verschiedenen Polen, wirkt und ein elektromagnetisches Feld ausstrahlt. Eine stromlose Spule lenkt die Magnetnadel nicht ab.

VERSUCH NR. 12

Erforderliche Teile:

Aufbau wie bei Versuch Nr. 13

Stromquelle = 4 Volt

Wenn wir die Wicklungsrichtung der Spule feststellen sowie auch die Richtung des Stromes, so erkennen wir, daß das elektromagnetische Feld (Kraftlinien) dem erzeugenden Strom nach einer Rechtsschraube zugeordnet ist.

3. GESETZ DER MAGNETISCHEN INDUKTION

Wird ein Leiter im Magnetfeld so bewegt, daß er Feldlinien schneidet, so wird im Leiter Spannung erzeugt (**induziert**). Bei starkem magnetischen Felde kann man fühlen, daß die Bewegung Kraft erfordert.

Schließt man an den Leiterenden einen Stromkreis mit Widerstand an, so erzeugt die induzierte Spannung während der Bewegung einen Strom. Die gleiche Wirkung tritt ein, wenn der Leiter in Ruhe bleibt und der Magnet (Magnetfeld) bewegt wird. Die Größe der induzierten Spannung, die der Arbeit nach der elektromotorischen Kraft des galvanischen Elementes entspricht, hängt, abgesehen von der Länge des Leiters und der Stärke des Magnetfeldes, von der Geschwindigkeit ab, von der die Feldlinien geschnitten werden. Feldlinienrichtung und Bewegungsrichtung sind für die Stromrichtung maßgebend. Die Stromrichtung kann durch Anwendung der „Rechten Handregel“ ermittelt werden.

4. MESSGERÄTE

Man unterscheidet Weicheisen- und Drehspulen-Meßgeräte.

Die meisten Meßgeräte zum Messen von Stromstärke, Spannung, Leistung und Arbeit beruhen auf elektromagnetischer Grundlage. Als Strom- und Spannungsmesser für Kleinspannungen genügt oft ein einfaches Weicheisenmeßgerät.

Zur Messung der Spannung wird das Gerät an je einer Stelle der beiden Leiter des Stromkreises unter Vorschaltung eines Widerstandes, dessen Spannungsunterschied bekannt sein muß, angeklemt. Es wird im Nebenzweig gelegt oder wie man sagt, in Nebenschluß geschaltet. Es gestattet, den Spannungsunterschied der Abzweigstellen des Nebenschlusses bei in Volt geeichter Stellung abzulesen.

Zur Messung der Stromstärke schalten wir das Instrument an irgend einer Stelle im Stromkreis in Reihe oder wie man sagt hintereinander.

Zusammenfassend können wir auch im elektromagnetischen Kreis drei den Begriffen Spannung, Widerstand, Stromstärke entsprechende Größen feststellen: Ampèrewindungszahl, magnetischer Widerstand und Kraftfluß. Auch diese letzteren Werte stehen miteinander durch ein Gesetz in Beziehung, das wegen seiner großen Ähnlichkeit zweckmäßig das Ohmsche Gesetz für den Elektromagneten genannt werden kann.

E) LEISTUNG UND ARBEIT

Die Leistung ist die Arbeit pro Sekunde. Die Einheit der Leistung wird „Watt“ genannt, nach dem Erfinder der Dampfmaschine **James Watt**. Die Einheit der Leistung ist dann vorhanden, wenn durch eine Leitung bei einer vorhandenen Spannungsdifferenz von 1 Volt und einer Stromstärke von 1 Ampère pro Sekunde Strom durchfließt, oder die jede Sekunde verrichtete elektrische Arbeit als Produkt aus Spannung U in Volt mal Stromstärke I in Ampère, also Leistung $N = U \cdot I$.

Die Angaben des Widerstandes und der Stromaufnahme eines Gerätes sind entbehrlich, weil sie aus Leistungsangabe und Spannung in Volt zwangsläufig bestimmt sind und sich mit Hilfe der Gleichungen für die Leistung und das Ohmsche Gesetz berechnen lassen.

Beispiel:

Ist eine Glühlampe für 60 Watt, 220 Volt, hergestellt, so erhält man den von ihr aufgenommenen Strom aus der Beziehung $N = U \times I$, oder $60 = 220 \times I$, das heißt $220 I = 60$ oder

$$I = \frac{60}{220} = 0.27 \text{ A, also als Formel: } I = \frac{N}{U}.$$

Für den Widerstand R findet man nach dem Ohmschen Gesetz

$$\frac{U}{R} = I, \text{ im Beispiel } \frac{220}{R} = 0.27, \text{ den Wert } R = \frac{220}{0.27} = 815 \text{ Ohm, also als Formel } R = \frac{U}{I}.$$

Weil diese „Watt“-Einheit sehr klein ist, gebraucht man daneben häufig noch die tausendmal so große Einheit, das Kilowatt, bezeichnet kW.

$$W = V \cdot A, 1 W = \frac{1}{981} \text{ mkg/sek.}$$

$$1 \text{ mkg/sek} = 9.81 \text{ W. } 1 \text{ PS} = 75 \text{ mkg/sek.}$$

$$1 \text{ PS} = 75 \times 9.81 = 736 \text{ W.}$$

$$100 \text{ W} = \text{HW} = \text{Hektowatt,}$$

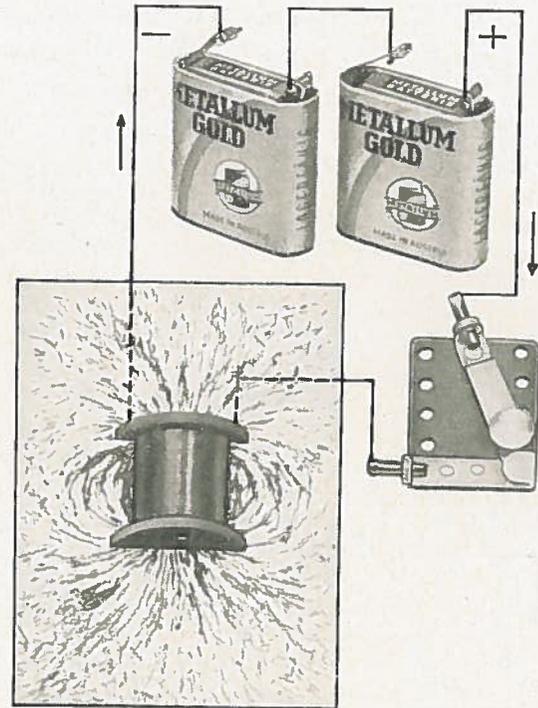
$$1000 \text{ W} = \text{kW} = \text{Kilowatt.}$$

$$1 \text{ kW} = 1.36 \text{ PS, } 1 \text{ PS} = 0.736 \text{ kW.}$$

VERSUCH NR. 13

KRAFTLINIENBILD

EINER STROMDURCHFLOSSENEN SPULE



D a m i t n u n a l l e s f u n k t i o n i e r t , m a n n u r M e t a l l u m i n s t a l l i e r t

Erforderliche Teile:

2 Kabel	Nr. 460/15
2 Kabel	Nr. 460/25
1 Tasterschalter	Nr. 463
1 Magnetspule	Nr. 465
1 Eisenkern	Nr. 466
1 Magnetbügel	Nr. 467
1 Packung Eisenfeilspäne	Nr. 481
2 Taschenbatterien oder ein Transformator	
Stromquelle = oder \approx 8 Volt	

a) Wir zeichnen auf einen Karton die Umrisse unserer Magnetspule Nr. 465 auf, schneiden die abgezeichnete Figur aus und schieben die Magnetspule ungefähr bis zur Hälfte vorsichtig hinein. Nun schalten wir den Hebel des Tasterschalters auf Dauerkontakt, streuen vorsichtig Eisenfeilspäne über die Magnetspule und verfolgen die Entstehung eines elektromagnetischen Kraftfeldes. Die Kraftlinien verlaufen im Innern der Spule geradlinig, treten an beiden Seiten heraus und schließen sich um die Spule herum. Im Innern sind die Kraftlinien am dichtesten.

b) Denselben Versuch können wir mit der Magnetspule, jedoch mit einem eingeschobenen Eisenkern Nr. 466 durchführen. Wir werden bemerken, daß sich die Kraftlinien zusammenziehen, den Weg durch den Eisenkern nehmen und infolge ihrer Dichte die Streuung verringern.

Schieben wir den Magnetbügel Nr. 467 auf die Spule und verschrauben ihn mit dem Eisenkern, so haben wir bei stromdurchflossener Spule zwischen

F) DAS OHM'SCHE GESETZ

Den Forschungen von **Ohm** verdanken wir die wichtige, für die Untersuchung der elektrischen Erscheinungen grundlegende Erkenntnis, daß die drei Größen: Spannung, Widerstand und Stromstärke in ganz bestimmter Weise miteinander zusammenhängen. Er hat durch Versuche gezeigt, daß die Stromstärke im gleichen Verhältnis mit wachsender Spannung und mit abnehmendem Widerstand ansteigt. Diese Bezeichnung ist das **Ohmsche Gesetz**.

Diese Vorgänge kann man auf einfache Weise rechnerisch verfolgen.

$$\frac{\text{Gesamtspannung}}{\text{Gesamtwiderstand}} = \text{Stromstärke oder } \frac{U}{R} = I.$$

Diese Gleichung gibt uns die Möglichkeit, eine der drei Größen zu berechnen, sobald uns die anderen bekannt sind.

1. SPANNUNG

Die Einheit der Spannung (Bezeichnung E) ist ein **Volt**, abgekürzt **1 V**, benannt nach dem **italienischen Forscher Volta**. Die Spannungsdifferenz von 1 Volt ist dann vorhanden, wenn durch einen Draht von 1 Ohm Widerstand ein Strom von der Stärke von 1 Ampère fließt. Die Einheit der Stromstärke ist der Strom, welcher durch einen Draht von 1 Ohm Widerstand fließt und an seinem Ende eine Spannungsdifferenz von 1 Volt aufweist.

2. WIDERSTAND

Der Widerstand, abgekürzt **R**, einer Leitung, der von Stoff, Länge, Querschnitt und Temperatur abhängt, wird in Ohm, abgekürzt Ω (sprich: Omega) angegeben. Messen wir den Widerstand, den verschiedene Stoffe von 1 Quadratmillimeter Querschnitt je 1 Meter Länge bei 20 Grad Celsius haben, so erhalten wir die Vergleichswerte, die als **spezifischer Widerstand**, abgekürzt ρ (sprich: Rho) bezeichnet werden. Hiermit ergibt sich die Möglichkeit zur

Berechnung von Leitungswiderständen durch die Formel: Gesamtwiderstand $R = \rho \cdot \frac{l}{F}$ wenn

l die Gesamtlänge in Meter, F = der Querschnitt eines Drahtes in Quadratmillimeter oder auch $R = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{l}{F}$ wenn κ (sprich: Kappa) das Maß für die Leitfähigkeit $\kappa = \frac{1}{\rho}$ ist.

Man unterscheidet Verlust- und Nutzwiderstände.

Bei Dunkelheit enttäuscht dich nie, die Regenbogen-Batterie

Verlustwiderstände sind jene Widerstände, die ein Stromfluß zu überwinden hat, ohne daß er in Energie umgewandelt wird.

Nutzwiderstände sind solche Widerstände, wo Strom in elektrische Energie umgewandelt wird, also in **Licht, Wärme, elektromagnetische und elektromotorische Kraft.**

3. STROMSTARKE

Die elektrische Stromstärke (**Intensität**), abgekürzt I , ist das Maß für die in einem Leiterquerschnitt sekundlich hindurchfließende Elektronenmenge oder Strom genannt. Die dafür geschaffene Maßeinheit ist ein **Ampère**, abgekürzt **1 A**. Genannt nach dem französischen Physiker Ampère.

Die Stromstärke I hängt ab:

- Von der herrschenden Spannungsdifferenz (zum Beispiel in den Klemmen eines galvanischen Elementes).
- Von dem Querschnitt eines Leiters, **also je kleiner der Querschnitt eines Leiters, desto größer der Widerstand.** Der Widerstand eines Leiters ist proportional seiner Länge und umgekehrt proportional seines Querschnittes. Zu berechnen nach der Formel:

$$\text{Widerstand (Ohm)} = \text{Konstante} \cdot \frac{\text{Länge (m)}}{\text{Querschnitt (mm}^2\text{)}} \text{ oder } R = c \cdot \frac{l}{q}$$

c = spezifischer Widerstand.

Elektronen.

Nach den heute herrschenden Vorstellungen über das Wesen der Elektrizität besteht der Strom aus Elektronen.

Diese sind mehrere tausendmal kleiner als Atome, die wir bei den chemischen Vorgängen als die kleinsten wirksamen Teile ansehen müssen.

4. ELEKTRISCHE ENERGIE

Die Gleichung für elektrische Energie lautet im allgemeinen:

$$\text{Volt mal Ampère} = \text{Watt, oder } E \cdot I = W.$$

Das im Versuchsbaukasten mitgelieferte Lämpchen verbraucht bei 3.5 Volt 0.2 Ampère. Wieviel Watt verbraucht das Lämpchen?

$$3.5 \text{ mal } 0.2 = 0.7 \text{ Watt.}$$

dem freien Ende des Eisenkerns und dem freien Ende des Magnetbügels ein sehr dichtes elektromagnetisches Feld. Da auch durch diese Anordnung nicht alle Kraftlinien durch den Magnetbügel fließen können, bleibt außerhalb desselben noch ein kleines Streufeld bestehen. Dies nennt man **Sättigung** des betreffenden Eisenteiles.

Allgemeine Zeichen:

-  Gleichstrom oder Gleichspannung
-  Wechselstrom od. Wechselspannung
-  Leitungskreuzung ohne Verbindung
-  Leitungskreuzung mit Verbindung
-  Klemme
-  Spannungsmesser (Voltmeter)
-  Strommesser (Ampèremeter)

Apparate:



Transformator



Batterie



Fernsprecher



Wecker



Sicherung

Schaltgeräte:



Schalter



Regelbarer Widerstand



Kondensator



Glühlampe



Spule mit Eisenkern

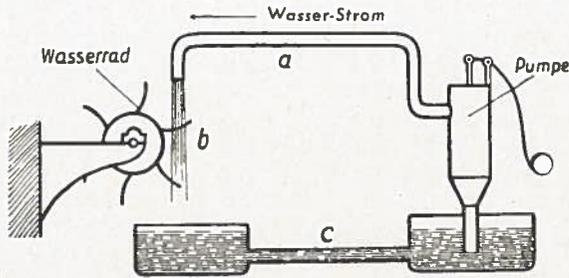


Abb. a

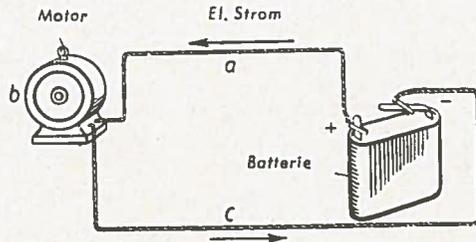


Abb. b

Haben wir einen Verbraucher mit einer Leistung von 1000 Watt und schließen denselben eine Stunde lang an das Netz (Stromnetz) an, so verbraucht derselbe in dieser Zeit eine Elektrizitätsmenge von 1 Kilowattstunde (kWh).

G) STROM

1. LEITUNG

Bei unseren Versuchen, wie auch bei der großen zentralen Stromverteilung, wo Strom zu den Verbrauchsstellen zugeführt und in elektrische Energie umgewandelt wird, sei es in Licht, Wärme, magnetische oder motorische Kraft, muß immer eine Leitung, in der Strom hin- und rückfließen kann, vorhanden sein.

Eine Leitung, in der Strom fließt, besteht aus zwei Drähten oder Leitern. Bei Gleich- und Wechselstrom zwei, bei Drehstrom drei. Jeder Leiter, dessen Metallseele (meistens aus Kupfer, selten Aluminium) mit Isolierstoffen umgeben ist, muß gegen Kurzschluß gesichert sein. Bei Kurzschluß, der hauptsächlich durch Berühren zweier blanker Stellen der Leiter oder an den Verbrauchsstellen zurückzuführen ist, fließt der Strom an der Kurzschlußstelle sofort wieder zur Stromquelle zurück, ohne Nutzarbeit geleistet zu haben, beschädigt dieselbe, macht sie sogar unbrauchbar, falls keine Sicherungen in Leitungsabzweigungen und vor Nutzwiderständen eingebaut sind. Vorsicht bei unseren Versuchsbatterien, daß sich die beiden Laschen (Minus- und Pluspol) nicht berühren, sonst werden sie unbrauchbar. Kurzschluß entsteht auch durch übermäßige Stromstärke im Leiter (zu große Wärmeentwicklung) bei zu geringem Querschnitt.

2. KREISLAUF — VERGLEICH

Um einen Kreislauf des Stromes in einer aus zwei Leitern bestehenden Leitung sich richtig vorstellen zu können, bedienen wir uns eines Vergleiches mit einer Pumpanlage.

Wie wir aus Abbildung a) ersehen, drückt die Pumpe das Wasser (aus dem Behälter) durch die Rohrleitung a) (Hinleitung); am Ende derselben stürzt das Wasser auf das Wasserrad, das durch seine rotierende Bewegung Arbeit leistet. Vom Wasserrad gelangt das Wasser in das Auffangbecken und durch die Rohrleitung c) (Rückleitung) in den Behälter, wo der Kreislauf des Wassers von neuem beginnt. Würde man die Rückleitung c) entfernen, so würde die Pumpe infolge Wassermangel kein Wasser mehr fördern können und das Wasserrad käme somit zum Stillstand. Ähnlich verhält es sich mit dem Stromkreislauf nach Abbildung b). Die elek-

frische Pumpe ist eine Batterie oder eine andere Stromquelle. Die Hinleitung a) führt zum Verbraucher b) (in vorliegendem Fall ein Elektromotor). Die Rückleitung c) führt vom Stromverbraucher zurück zur Stromquelle. Eine Unterbrechung der Leitung a) oder der Rückleitung c) hätte zur Folge, daß der Motor b) zum Stillstand kommen würde.

Somit erkennen wir, daß zum Fließen eines Stromes eine geschlossene Leitung vorhanden sein muß (Stromkreislauf), also Hin- und Rückleitung.

H) SPANNUNGABFALL

Wenn wir das Schaltbild genau betrachten, so sehen wir, daß der Widerstand R aus zwei Teilen besteht. Die Glühlampe aus dem konstanten Widerstand R₁, und der variable, veränderliche Widerstand (Potentiometer) R₂. Lassen wir den Widerstand R₂ auf irgend einen Wert eingestellt, so fließt in dem Kreis ein bestimmter Strom I. An den Widerständen entsteht jeweils ein Spannungsabfall R₁, beziehungsweise R₂ I. Für diese Erscheinung lautet folgendes Grundgesetz:

„In jedem geschlossenen Stromkreis ist die Summe der elektromagnetischen Kräfte (Stromquellen) gleich der Summe aller Ohm'schen Spannungsabfälle (Stromverbraucher).“ Dies ist ein Satz von Kirchhof. $E = R_1 I + R_2 I$.

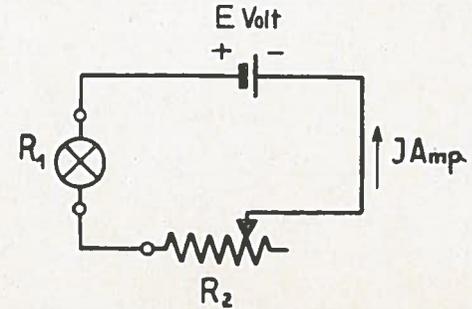
Verbinden wir den Satz mit dem Ohm'schen Gesetz $E = R \cdot I$, so erhalten wir $E = R_1 I + R_2 I$ oder $R = R_1 + R_2$, das heißt:

„Schalten wir zwei Widerstände hintereinander, so ist der Gesamtwiderstand gleich der Summe der Widerstände.“

I) WIDERSTAND UND STROM in parallelen Stromzweigen

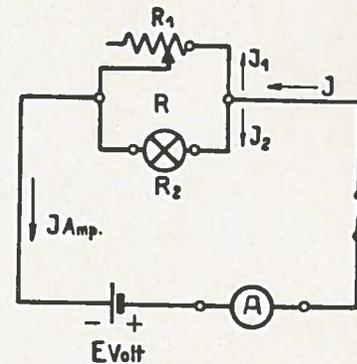
Nach dem Schaltbild sind der Widerstand R₁ und die Glühlampe mit ihrem Widerstand R₂ parallel zu schalten. Bei diesem Versuch soll das empfindliche Galvanometer den Strom anzeigen. Zunächst sei der Widerstand R₁ in seiner vollen Größe vorhanden; legen wir den Tasterschalter ein, so beobachten wir eine bestimmte Leuchtstärke der Glühlampe und einen Ausschlag des Galvanometers. Verkleinern wir den Widerstand R₁, so läßt die Leuchtkraft der Glühlampe nach, das heißt, der Strom durch die Glühlampe wird kleiner, der Gesamtstrom im

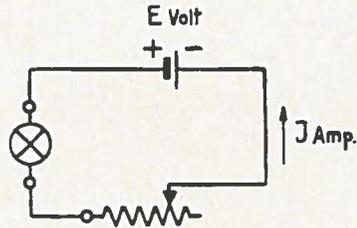
Spannung ist gleich dem Produkt aus Stromstärke mal Widerstand $E = I \times R$.



Gesamtwiderstand R Ohm

Widerstand und Strom in parallelen Stromzweigen





Gesamtwiderstand R Ohm

Galvanometer jedoch wird größer wie der Ausschlag zeigt. Die angelegte Spannung E bleibt konstant, und somit muß bei Anwachsen des Stromes nach dem Ohm'schen Gesetz $E = R \cdot I$ der Gesamtwiderstand R des Stromkreises kleiner geworden sein.

Den reziproken Wert des Widerstandes $\frac{1}{R}$ nennen wir „Leitwert“.

Für parallele Stromzweige gilt:

„Der Gesamtwert ist gleich der Summe der Leitwerte der einzelnen Stromzweige.“

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ oder anders geschrieben: } R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Verändern wir den Widerstand R1 auf den Wert $\frac{R_1}{4}$, so wird der Gesamtwiderstand $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + 4R_2}$

das heißt, der Gesamtwiderstand wird kleiner. Ein weiterer Satz von Kirchhof lautet:

„An einer Stromverzweigung ist die Summe der ankommenden Ströme gleich derjenigen, welche weggehen“, also $I = I_1 + I_2$. Ferner sind in parallelen Stromzweigen die Widerstände umgekehrt proportional den Strömen, $R_1 : R_2 = I_1 : I_2$. Wird also I2 kleiner, so muß auch R1 kleiner geworden sein.

J) TRANSFORMATOR FÜR WECHSELSPANNUNG

⚡ Kennzeichen für Wechselspannung oder Wechselstrom.

Schon **Faraday** erkannte, daß es bei der von ihm erfundenen Erzeugung von Wechselstrom leicht möglich ist, je nach der Wahl der Windungszahl der auf einem gemeinsamen Eisenkern vereinigten Spulen die sekundäre Spannung hinauf- oder herabzusetzen. Aber erst nachdem im Jahre 1882 die bedeutsame Erfindung des Transformators oder Umspanners gemacht worden war, konnte man den von der Maschine kommenden Wechselstrom von niederer Spannung in einen solchen von hoher Spannung oder umgekehrt verwandeln (umspannen oder transformieren).

Der Umspanner oder Transformator besitzt zwei Wicklungen, die völlig getrennt (isoliert) auf einen gemeinsamen Eisenkern gewickelt sind. In der einen Wicklung (**primäre Wicklung**) fließt der von der Maschine, respektive der von der Netzleitung (110 oder 220 Volt) kommende Strom mit hoher Spannung, während in der zweiten (**sekundären Wicklung**) durch elektromagnetische Induktion ein nieder gespannter Strom mit einer Spannung von 2—24 Volt induziert wird. (Wie bei unserem Versuchstransformator.)

K) ELEKTROMOTOREN

1. PRINZIP DES ELEKTROMOTORS

Nachdem wir uns die Vorkenntnisse über die Gesetze des Magnetismus und Elektromagnetismus angeeignet haben, wollen wir uns mit dem Prinzip des Elektromotors näher befassen.

Wenn wir zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten (Permanenter Magnet) einen drehbar gelagerten Elektromagneten anbringen und in denselben Strom hineinschicken, so wird in der Richtung des Stromflusses oben ein magnetischer Nordpol und unten ein magnetischer Südpol entstehen. Die Folge davon ist, daß der Nordpol des Elektromagneten vom Nordpol des Hufeisenmagneten abgestoßen und vom Südpol angezogen wird. Zur selben Zeit wird der Südpol des Elektromagneten vom Südpol des Hufeisenmagneten abgestoßen und vom Nordpol angezogen. Dadurch wird sich der Elektromagnet zu drehen beginnen, bis sein Nordpol unten und sein Südpol oben angelangt ist. Hätten wir die Fertigkeit, die Drahtenden rasch genug zu wechseln oder wie man sich technisch ausdrückt **umzupolen**, dann würden die Pole des Elektromagneten, so oft wir umpolen, ihre Lage wechseln und der Elektromagnet würde sich weiterdrehen.

2. KOMMUTATOR, BURSTEN UND ANKER

Eine längst bekannte Vorrichtung, die dieses Umpolen zwangsläufig durchführt, heißt **Kommutator oder Kollektor**. Unser Motor besitzt einen Scheibenkollektor. (Große Motoren besitzen Walzenkollektoren.) Er besteht aus einer Fiber- und einer Kupferscheibe; beide sind zusammengenietet und isoliert auf der Ankerwelle aufgezogen. Die Kupferscheibe ist in drei Teile geteilt, an deren äußeren Rändern die Drahtenden der Ankerwicklung angelötet sind. Der Strom fließt von der Stromquelle durch zwei von einander isoliert angebrachte **Bürsten (Lamellen)**, deren Enden auf dem Kollektor aufliegen, zu diesem über.

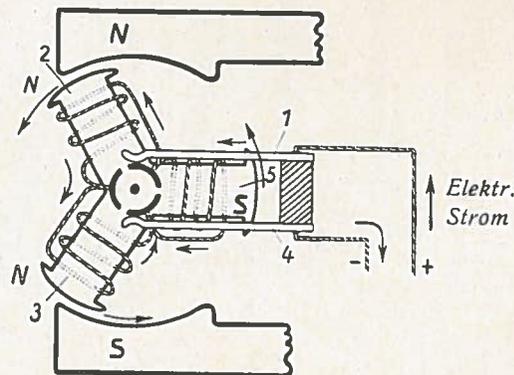
Vom Kollektor gelangt der Strom zu den drehbaren Elektromagneten, bei

Elektromotoren **Anker** genannt. Bei jeder Drittel-Umdrehung des Ankers ändert sich auch die Stellung des Kollektors und somit auch die Stromrichtung im Anker, so daß derselbe in dauernde Drehung versetzt wird.

2a. DREITEILIGER ANKER UND FELDMAGNET

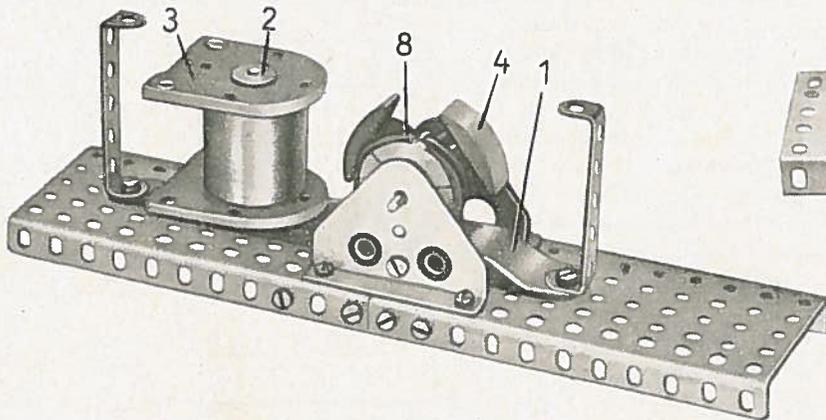
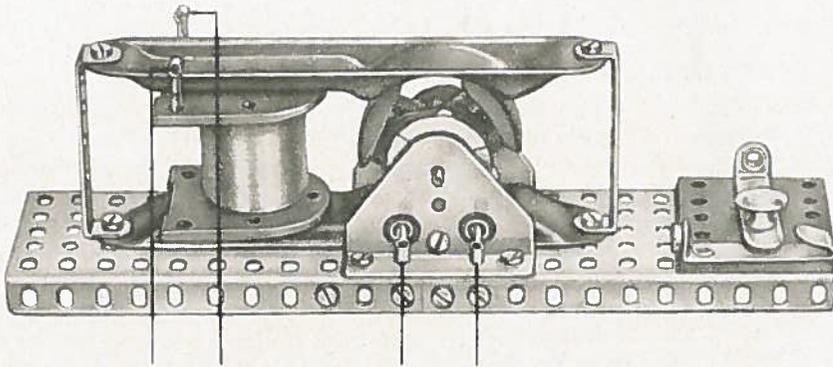
Obwohl wir im Abschnitt „Prinzip des Elektromotors“ von einem Elektromagneten mit einem Nord- und einem Südpol gesprochen haben (**zweiteiliger Anker**), erwähnten wir bereits im Folgeabschnitt den **dreiteiligen Anker**. Da die meisten Kleinmotoren, auch unsere Allstrommotore, mit solchen ausgestattet sind. Man erzielt mit ihnen ein weitaus besseres Anlaufen des Motors als mit einem zweiteiligen **Anker**. Aus der Figur ersehen wir den Weg des Stromes, die magnetischen und elektromagnetischen Wirkungen und die sich daraus ergebende Drehrichtung des Motors. Die Anordnung der Bürstenhalter ist nicht von Bedeutung, da bei einer Querstellung derselben der Kollektor entsprechend einer zeitgerechten Umpolung verdreht werden müßte.

Unsere Motoren besitzen keine **Permanente Magnete** (Hufeisen- oder Stahlmagnete), sondern **Feldmagnete**. Auf dem Eisenkern ist eine Spule mit vielen Wicklungen feiner Kupferdrähte aufgesetzt (Elektromagnete). Sie haben den Vorteil gegenüber den **Permanenten Magneten**, die nur mit Gleichstrom in Betrieb zu setzen sind, auch Wechselstrom verwenden zu können.



Dreiteiliger Anker

Elektromotor



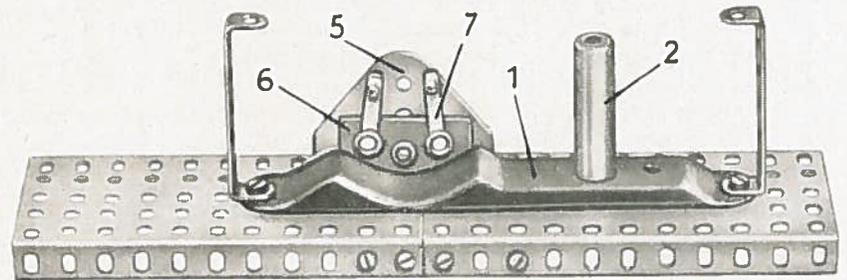
Elektromotor, offene Vorderansicht

3. AUFBAU DES ELEKTROMOTORS

Erforderliche Teile:

2 Rechteckplatten	Nr. 52
2 Flachband 6 Loch	Nr. 4
2 Feldbügel	Nr. 478
2 Verbindungsbügel	Nr. 60/7 M
2 Lagerwinkel	Nr. 464/2.5
1 Bürstenhalter	Nr. 480
1 Magnetspule	Nr. 465
1 Eisenkern	Nr. 466
1 Anker	Nr. 479
2 Taschenlampenbatterien oder ein Transformator und Kabel	

Stromquelle = 8 Volt oder \approx 8 Volt



Elektromotor, offene Rückansicht

„METEOR“ ELEKTRO-VERSUCHSBAUKASTEN NR. 401

Der Aufbau des Elektromotors ist aus der Abbildung leicht ersichtlich. Es wird zuerst auf dem unteren Feldbügel 1, Nr. 478, der Eisenkern 2, Nr. 466, und die Magnetspule 3, Nr. 465, festgeschraubt. Der mit Eisenkern und Spule versehene Feldbügel wird jetzt mit den beiden Verbindungsbügeln 60/7 M auf der Rechteckplatte Nr. 52 befestigt. Der Anker 4, Nr. 479, ist zwischen beiden Lagerwinkeln 5, Nr. 464/2.5, gelagert. Auf dem vorderen Lagerwinkel ist noch der Bürstenhalter 6, Nr. 480, anzuschrauben. Die Lamellen 7 des Bürstenhalters müssen sehr leicht auf dem Kollektor aufliegen. Mit dem

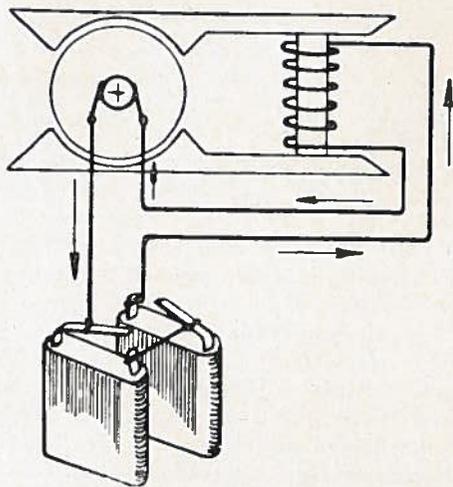
oberen Feldbügel wird der Rahmen geschlossen. Selbstverständlich muß auch der Eisenkern mit dem oberen Feldbügel fest verschraubt werden. Zur Befestigung der Magnetspule, die nur am unteren Feldbügel befestigt wird, dürfen nur kurze Schrauben (damit die Wicklung nicht beschädigt wird) verwendet werden. Nach der Zusammenstellung muß noch der Anker genau eingepaßt werden, damit dieser nicht an den Feldbügel streift. Außerdem ist noch zu beachten, daß die Lagerwinkel, die mit je zwei Schrauben auf der Grundplatte befestigt sind, mit ihrem Langloch nach außen gerückt werden, damit die

Bürsten genug Federspiel haben und nicht zu stark auf den Kollektor drücken. Vor Inbetriebsetzung sind die Ankerachslager mit einem Tropfen feinsten Nähmaschinenöls zu schmieren. Um ein starkes Funken der Bürsten zu vermeiden, kann man mit einem Rollkondensator 50.000pF die beiden Stecker an den Bürstenhaltern überbrücken.

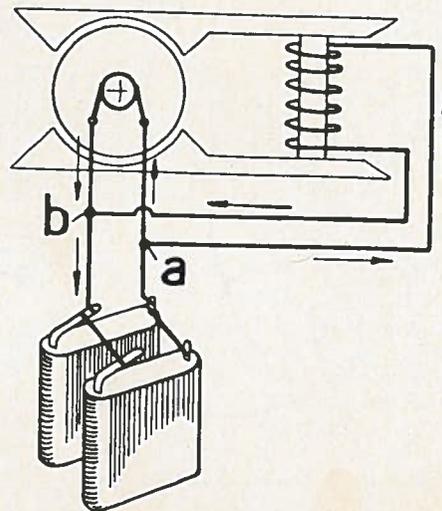
Je nach den Stromschlußarten an unserem Elektromotor unterscheiden wir:

- Hauptschluß-Motore
- Nebenschluß-Motore
- Fremderregte Motore

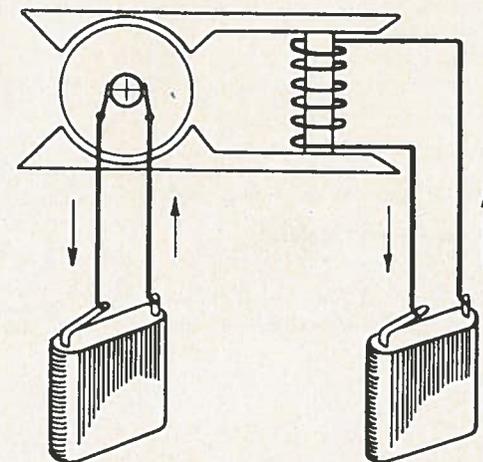
Hauptschluß-Motor



Nebenschluß-Motor



Fremderregter Motor



**Umkehr der Drehrichtung beim
Hauptschluß-Motor:**

Stromrichtung entweder im Anker oder Magnetspule ändern.

**Umkehr der Drehrichtung beim
Nebenschluß-Motor:**

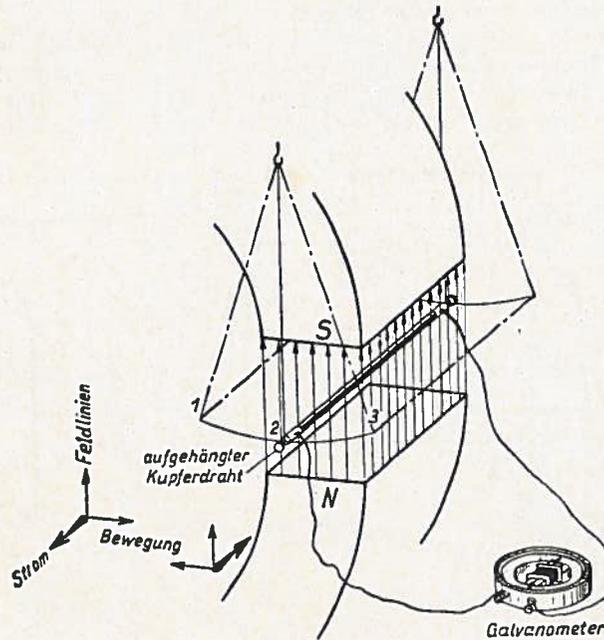
Stromrichtung (Anschlüsse) entweder im Anker oder Magnetspule ändern.

**Umkehr der Drehrichtung bei
Fremderregtem Motor:**

Anschlüsse am Anker bleiben, an Magnetspule oder Batterie umspulen.

Bewegung eines Leiters im Magnetfeld

Durch Bewegung eines Leiters im Magnetfeld wird eine Spannung im Leiter induziert. Bewegungsenergie wird in elektrische Energie umgewandelt.



**L) GRUNDGEDANKE DER
DYNAMOMASCHINE**

Die Gesetze des Elektromagnetismus sind grundlegend für die neuzeitliche Gewinnung elektrischer Energie geworden. Das erkennen wir am besten aus nachstehender bildlicher Darstellung. In dem Magnetfeld des Elektromagneten ist ein Kupferdraht aufgehängt, dessen Enden durch bewegliche Zuführungsdrähte mit einem Galvanoskop verbunden sind.

Wenn wir nun den Leiter schnell durch das Magnetfeld hindurchbewegen, so schlägt der Zeiger des Galvanoskops aus, ebenso bei der umgekehrten Bewegung, jedoch nach der entgegengesetzten Seite. Wird der Draht zum Beispiel aus der Stellung 1 über 2 nach 3 bewegt, so schlägt der Zeiger nach rechts aus, wird er von 3 nach 1 zurück bewegt, so wird er nach links ausschlagen.

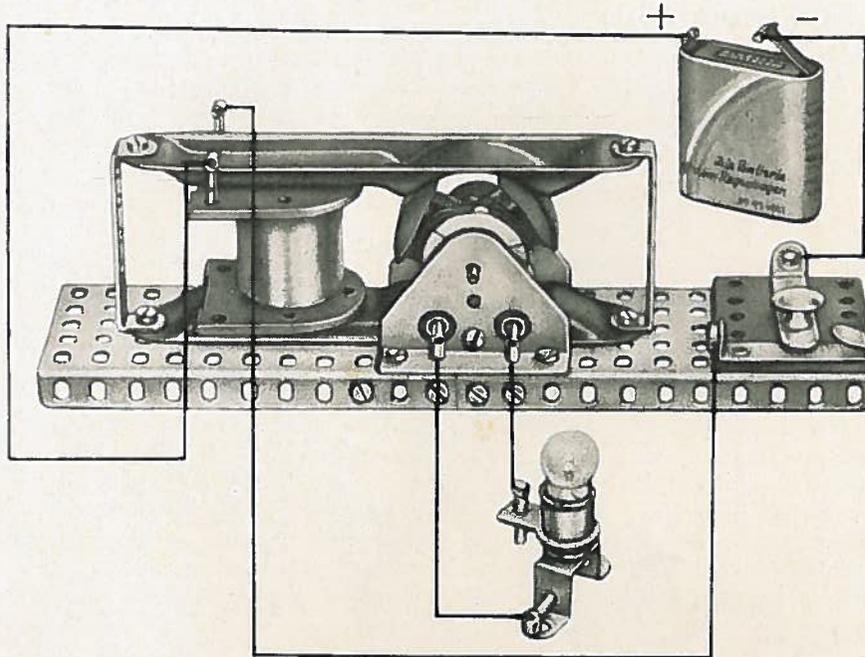
Wir erkennen, daß während der Bewegung eines Leiters im Magnetfeld eines Elektromagneten, im Leiter eine elektrische Spannung, und damit bei geschlossenem Stromkreis ein Stromfluß im Stromkreise hervorgerufen wird. Es ergibt sich: **Durch Bewegung eines Leiters im Magnetfeld wird eine Spannung im Leiter induziert.** Bewegungsenergie wird in elektrische Energie umgeformt. Ebenso ist es bei den sogenannten Magnet-Dynamos. Im magnetischen Feld eines kräftigen Stahlmagneten wird ein Anker mit einer Wicklung in schnelle Drehung versetzt und hierbei wird Strom induziert, welcher durch den Kollektor und die Bürsten abgenommen und an anderer Stelle in Licht (Fahrraddynamo) umgewandelt wird.

1. FREMDERREGTER DYNAMO

Erforderliche Teile:

- Wie Elektromotor, außerdem:
- 1 Fassung m. Lagerbock Nr. 456
- 1 Glühbirne Nr. 457
- Stromquelle = 4 Volt
- 1 Taschenlampenbatterie und Kabel

Die Magnetspule muß von einer Batterie mit Strom versorgt werden (Erreger-Strom). Versetzen wir den Anker in rasche Drehung, so wird das Glühlämpchen aufleuchten. Somit verwandeln wir mechanische Energie in elektrische Energie. Große Dynamo oder auch Generatoren induzieren ihren notwendigen Erregerstrom selbst.



M) FREQUENZ

Elektrischen Strom, der ständig in einem Leiter seine **Polarität** beibehält, nennt man Gleichstrom. Die Hinleitung bleibt immer der **Plus-Pol**, die Rückleitung der **Minus-Pol**.

Elektrischer Strom, der in einem Leiter seine **Polarität** ständig wechselt, nennt man Wechselstrom. Die während des Umlaufes des Ankers im Dynamo erzeugte Spannung (EMK) vom Plus-Anfangspunkt über den Richtungswechsel der Spannung zum Minus-Endpunkt heißt man **Periode**; das ist die Zeitdauer der Umpolung von einem Lagepunkt zum andern. Die Anzahl der **Perioden** in der Sekunde heißt **Frequenz**.

Die **Perioden** werden zu Ehren des großen deutschen Physikers **Hertz**, der sich um die Erzeugung und den Nachweis elektromagnetischer Schwingungen verdient gemacht hat, auch mit „Hertz“ = Hz bezeichnet. Man sagt also, die übliche Frequenz unseres Wechselstromes beträgt 50 Hz. Wenn wir im Hause eine Wechselstromleitung haben, so finden wir auf dem Schild des Elektrizitätszählers die Angaben: Wechselstromzähler 220 Volt, das ist die Spannung, 5 Ampère, das ist höchstzulässige Entnahme der Strommenge oder -stärke, und 50 Hz, das ist die Periodenzahl in der Sekunde.

Frequenz-Berechnung: $F = \text{Hz pro Sekunde}$, $f = \frac{1}{2} \text{ Hz pro Sekunde}$. Je nach der Frequenz unterscheiden wir Nieder- und Hochfrequenzströme.

Elektrische Schwingungen:

Niederfrequenz: Gleichstrom 0 Perioden/Sek.
Wechselstrom 50 Perioden/Sek.

Hochfrequenz: Elektrische Schwingungen über 10.000 Perioden/Sek.

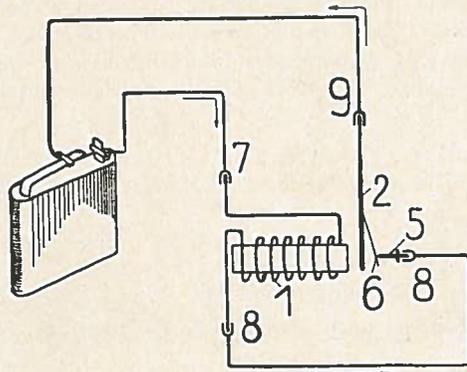
Akustische Schwingungen:

Das menschliche Gehör vermag von 30 Perioden/Sek. bis 20.000 Perioden/Sek. zu vernehmen.

1. SUMMER

Elektrische Summer sind Apparate, die hauptsächlich in Signalanlagen verwendet werden. Ihr summendes Geräusch wird durch rasche Schwingungen eines Hammers oder einer Membrane hervorgerufen. Die Schwingungen (Frequenz) sind durch Verstellen der Unterbrecherkontakte veränderlich (variabel). Durch schnelle Schwingungen des Hammers werden hohe, durch langsamere Schwingungen tiefere Töne wahrnehmbar sein.

Erforderliche Teile:		1 Eisenkern	Nr. 466
2 Rechteckplatten	Nr. 52	1 Magnetbügel	Nr. 467
1 Verbindungsbügel	Nr. 60/7 M	1 Hammer mit Unterbrecher	Nr. 473
1 Tasterschalter	Nr. 462	1 Kontakthalter	Nr. 474
1 Lagerwinkel	Nr. 464/8	1 Taschenlampenbatterie und Kabel	
1 Flachband 7 Loch	Nr. 403		
1 Magnetspule	Nr. 465		
		Stromquelle = 4 Volt	



Schaltbild des Summer, des Elektrisierapparates und der Klingel

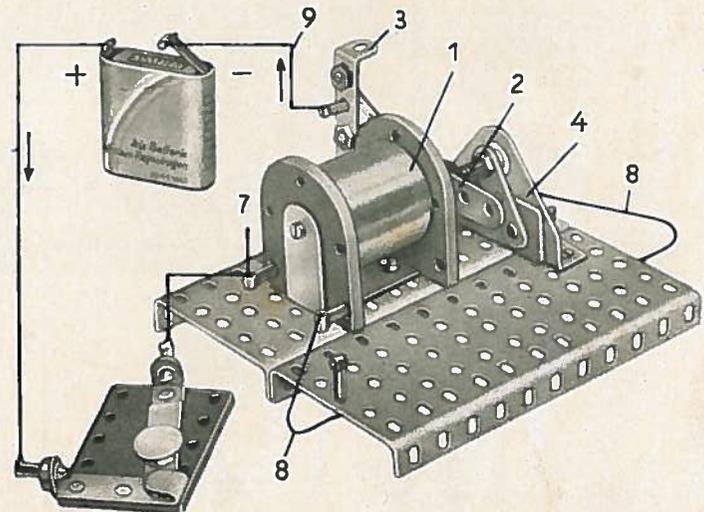
Auch der Aufbau des Summers ist aus der bildlichen Darstellung leicht ersichtlich. Die Magnetspule wird mit dem Bügel und dem Kern auf die Rechteckplatte angeschraubt. Gegenüber ist der Hammer mit dem Unterbrecher an einem stehenden Verbindungsbügel befestigt, der zwecks Versteifung mit einem prismaförmig aufgebogenen Flachband (7 Loch) schräg verbunden ist. Außerdem ist noch ein Lagerwinkel auf der Rechteckplatte befestigt, der den Kontakthalter trägt.

Wenn wir nun den Strom einschalten, fließt derselbe von der Batterie durch das Kabel 7 zur Magnetspule 1, von dort zum Unterbrecher 5 und Feder 6, sowie über den Hammer 2 und durch des Kabel 9 wieder in die Batterie zurück. Wird der Hammer angezogen, so wird der Strom am Unterbrecher unterbrochen und der Hammer geht durch die Federkraft wieder in seine ursprüngliche Lage zurück. Darauf beginnt der Vorgang von neuem. Wenn der Summer stromlos ist, muß der Kontakt an der Feder am Unterbrecherkontakt anliegen.

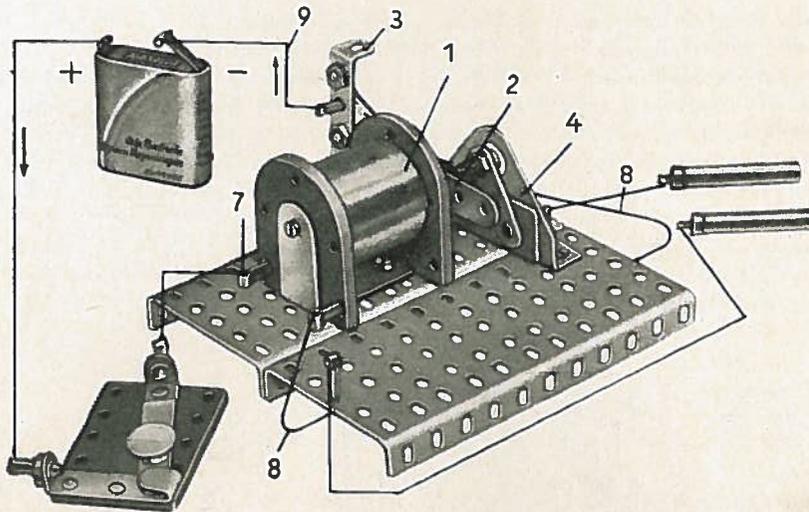
2. ELEKTRISIERAPPARAT

Aufbau wie Summer

Schließen wir an den Summer zwei Kabel, und zwar das eine an die Rechteckplatte (Masse) und das andere an die leere Öse am Kontakt-



Elektrischer Apparat



halter, sowie an bei den freien Enden der Kabel die kleinen Handgriffe an, so werden wir durch das Berühren der Handgriffe mit beiden Händen, bei eingeschaltetem Strom, ein feines **Prickeln** in den Fingern verspüren. Beim **Elektrischer Apparat** wird durch die sehr häufig wiederkehrende Unterbrechung im Innern der Spule ein ziemlich starker **Selbst-Induktionsstrom hoher Frequenz erzeugt**, den wir durch die Kabel und Griffe durch unseren Körper führen können. Man kann denselben auch durch mehrere Personen durchgehen lassen, wenn sich dieselben die Hände reichen, dabei die erste und letzte Person je einen, der an den Kabel befestigten Griffe halten.

Erforderliche Teile:

Wie bei Summer, außerdem:

- 2 Handgriffe Nr. 475
- 2 Lange Kabel Nr. 460/80
- Stromquelle = 4 Volt

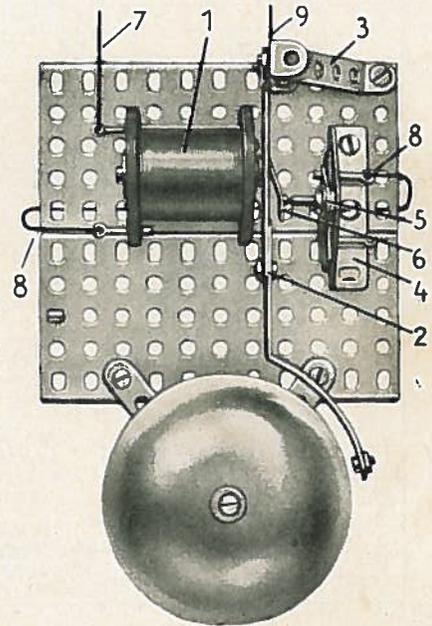
Elektrische Klingel

Erforderliche Teile:

- 1 Verbindungsbügel Nr. 60/7 M
- 2 Flachband 6 Loch Nr. 4
- 1 Glockenschlegel Nr. 476
- 1 Glockenschale Nr. 477
- Stromquelle = 4 Volt

Wir verlängern den uns vom Summer her bekannten Hammer mit einem Glockenschlegel, an dessen freien Enden wir eine Schraube anbringen und befestigen. An der Rechteckplatte die zwei 6-Loch-Flachbänder, deren Enden wir zusammen mit einem stehenden Verbindungsbügel verschrauben. Darauf befestigen wir die Glockenschale. Der übrige Aufbau und Anschluß ist wie beim Summer. Ist die Zusammensetzung und Schaltung richtig vor sich gegangen, genügt ein Druck auf den Tasterschalter und die

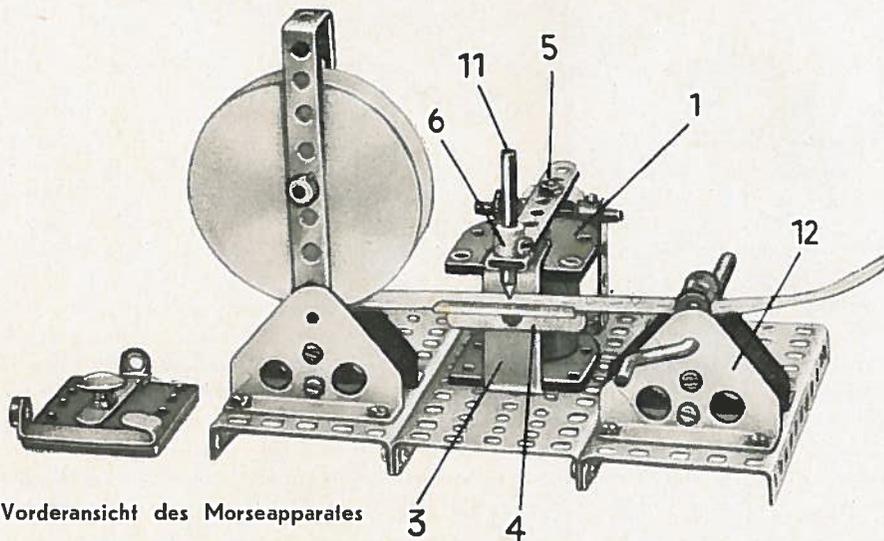
Klingel wird ertönen. Selbstverständlich muß man auch bei der Klingel wie bei dem Summer, um ein reines, gleichmäßiges Schwingen des Hammers zu erreichen, den Lagerwinkel mit dem Unterbrecherkontakt so lange einstellen, bis nur ein kleiner Funke an den Kontakten sichtbar wird.



N) FERNMELEDETECHNIK

Ein wichtiges und ein umfangreiches Gebiet, ohne den unsere Wirtschafts-, Verkehrs- und Sicherheitseinrichtungen bei dem heutigen Stand der Technik den Anforderungen nicht entsprechen könnten, ist die **Fernmeldetechnik**. Ob die Nachrichten durch den Draht (Leitung), Telefon, Fernschreiber, Morsefernschreiber, oder ohne Draht (Äther), drahtlose Telegraphie und Radio übermittelt werden, ist nicht das Wesentliche, sondern die zeitsparende und verlässliche Art der Übermittlung von Meldungen, Warnungen und Berichten, sei es aus Sicherheitsgründen oder wirtschaftlicher Natur, ist der Kernpunkt der Fernmeldetechnik.

Man unterscheidet direkte oder indirekte Nachrichtenübermittlung. Zu der direkten gehört das Telephon und das Radio, zu der indirekten Fernschreiber, Morsefernschreiber und die drahtlose Telegraphie.



Vorderansicht des Morseapparates

Morse ABC

a	.-.-	1	..-.-.-
b	---...	2	..-.-.-
c	---..	3	...-.-
d	---.	4-
e	.	5
f	..-.-	6	-----
g	---.	7	-----
h	8	-----
i	..	9	-----
j	.-.-.-	0	-----
k	-.-		
l	.-...
m	---	,	-----
n	-. .	:	-----
o	---	;	-----
p	.-.-.	?	-----
q	---.-	!	-----
r	.-.-		
s	...	ANRUF	} -----
t	-	CALL	
u	...-	APPEL	
		CHIAMATA	
v	...-	VERSTANDEN	}-
w	---.	UNDERSTAND	
x	---.-	COMPRES	
		CAPISCO	
y	---.-	JRRUNG	}-
z	---..	ERASE	
ch	---.-	ERREUR	
		ERRORE	
ä	...-	SCHLUSS	} -----
ö	...-	END OF MESSAGE	
ü	...-	SIGNAL DE FIN	
e	...-	SIGNAL FINE	

Morsezeichen

Alle ihre Einrichtungen bestehen zwecks gleichzeitiger gegenseitiger Verständigung aus Sende- (Sprechanlage beim Telephon) und Empfangsanlage. Sendeanlagen sind Apparate, bei denen entweder durch Sprache oder Musik erzeugte elektrische Schwingungen in den Empfangsanlagen (beim Telephon oder Radio durch den Hörer) wieder als Sprache oder Musik hörbar werden, oder bei Morsefernschreibern und Fernschreibern die von der Sendeanlage durchgegebenen Stromstöße in der Empfangsanlage als Zeichen auf Papierstreifen niedergeschrieben werden. Außerdem gibt es noch Verstärkeranlagen, die die Aufgabe haben, die durch weite Entfernung geschwächten elektrischen Schwingungen zu verstärken und zur Empfangsanlage weiterzuleiten.

1. MORSEFERNSCHREIBER

Erforderliche Teile:

2 Flachband 11 Loch Nr. 2	1 Tasterschalter	Nr. 463
1 Flachband 9 Loch Nr. 2a	1 Handkurbel	Nr. 19
2 Flachband 4 Loch	6 Stellringe	Nr. 59
(1 Loch oval) Nr. 406	1 Gummiwalze	Nr. 459
2 Führungsbügel Nr. 11	1 Magnetspule	Nr. 465
3 Lagerstützen Nr. 88	1 Eisenkern	Nr. 466
1 Schiebeöse Nr. 51a	1 Magnetbügel	Nr. 467
2 Lagerwinkel Nr. 464/3	1 Bleistift	Nr. 468
2 Lagerwinkel Nr. 464/2.	1 Papierrolle	Nr. 470
2 Wellen 3.5 cm Nr. 17	1 Papierführung	Nr. 471
1 Welle 1.2 cm Nr. 418	1 Taschenlampenbatterie und	
3 Rechteckplatten Nr. 52	Kabel	

Stromquelle = oder \approx 4 Volt

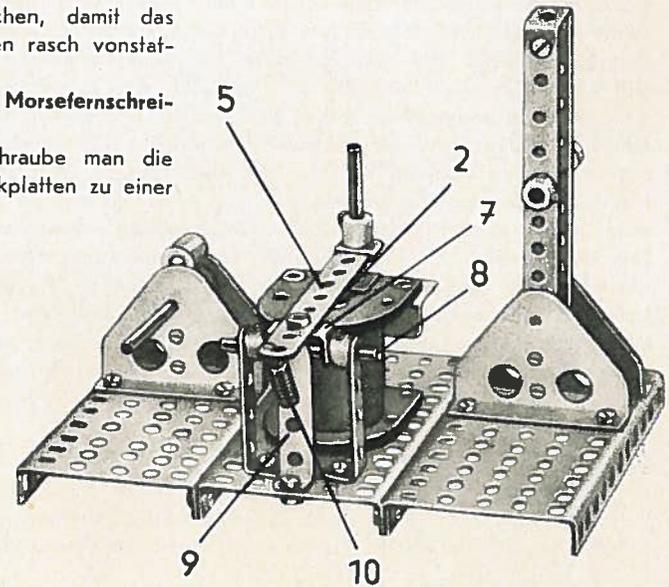
Das einfachste Nachrichten-Sende- und Empfangsgerät, das wir aus unserem Versuchsbaukasten bauen können, ist der **Morsefernschreiber**; genannt nach dem Erfinder **Morse**. Mittels der von ihm auch erfundenen **Morsezeichen**, die aus Strichen und Punkten bestehen und durch kurze und lange Stromstöße von einer Schreibvorrichtung auf Papierstreifen übertragen werden, wird die Verständigung durchgeführt. Mit diesen

Zeichen müssen wir uns sehr vertraut machen, damit das Telegraphieren rasch vonstatten geht.

Aufbau des Morsefernschreibers

Zuerst verschraube man die drei Rechteckplatten zu einer Grundplatte.

Rückansicht des Morseapparates

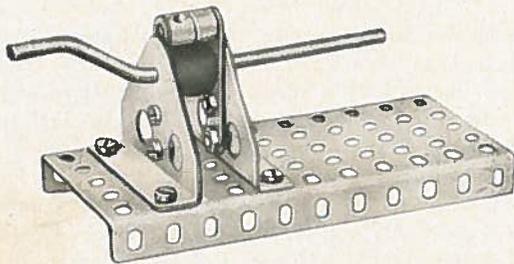


Auf der mittleren Rechteckplatte befestige man die Magnetspule 1 mit Eisenkern 2 und Bügel 3 und an demselben die Papierführung 4 (laut Abbildung). Auf der linken Rechteckplatte rückwärts schraube man den Tasterschalter und vorne den Papier-Rollenständer an. Auf der rechten Rechteckplatte befestige man den Transporteur. Rückwärts an der Magnetspule befestige man (wie Abbildung zeigt) stehend drei Lagerstützen. Am Schreibhebel (9-Loch-Flachband) wird vorne eine Schiebeöse 6 aufgezogen, die als Bleistifthalter dient. Am drittletzten Loch des Schreibhebels wird ein Führungsbügel 7 angeschraubt, und vor dem Durchstecken der 3.5-Wellen 8 links und rechts vom Führungsbügel je 1 Stellring

dazwischen gelegt und gegen seitliche Verschiebung der Welle mit Stell-schrauben befestigt. Der Schreibhebel muß jedoch leicht drehbar an der Welle gelagert sein. Die mittlere Lagerstütze 9 dient als Begrenzung für den Schreibhebel und zum Einhängen der Rückzugsfeder 10. Der Bleistift 11 muß in die Schiebeöse so eingesetzt und mit der Schraube festgezogen sein, wenn seine Spitze die Papierführung berührt und zwischen dem Magnetbügel und dem 9-Loch-Flachband des Schreibhebels ein 1 mm breiter Luftspalt entsteht, da sonst das Flachband am Magnetbügel haften bleibt. Der Transporteur besteht aus zwei Lagerwinkeln, an deren Innenseite je ein 4-Loch-Flachband Nr. 406 (Langloch oben) befestigt wird. Nun ziehe man auf die Handkurbel die Gummiwalze und stecke beiderseits derselben die Lagerwinkel mit den angeschraubten Flachbändern an, befestige die Lagerwinkel an der Rechteckplatte und lege die 1,2-mm-Welle mit den zwei aufgezogenen Stellringen in die Langlöcher der 4-Loch-Flachbänder. Die Lagerwinkel sind so einzustellen und zu befestigen, daß die Welle mit den zwei Stellringen nicht herausfallen kann.

Schaltung des Morseschreibers

Von der Batterie fließt der Strom durch das Kabel zum Tasterschalter und von demselben zur Magnetspule. Von dieser durch das Kabel zur Batterie zurück. Striche am Papierstreifen erfolgen durch längeres Niederdrücken des Tasterschalters, Punkte durch kurzes Niederdrücken.



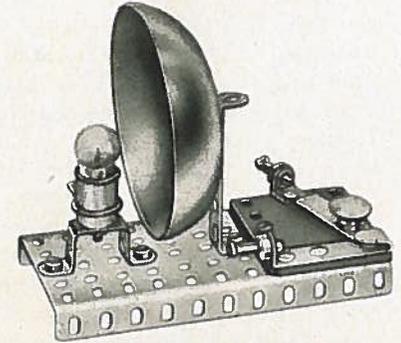
Transporteur

Blinkgerät

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1 Rechteckplatte | Nr. 52 |
| 1 Fassung mit Lagerbock | Nr. 456 |
| 1 Glühbirne | Nr. 457 |
| 1 Tasterschalter | Nr. 463 |
| 1 Verbindungsbügel | Nr. 60/ZM |
| Staniolpapier, Kabel | |
| 1 Taschenlampenbatterie oder | |
| 1 Klingeltransformator KT 3 | |

Stromquelle = oder \approx 4 Volt



Blinkgeräte sind Apparate, bei welchen mit optischen Zeichen, Lichtstrahlen aus dem Hohlspiegel in der Richtung der Beobachtungsstation, ohne Drahtleitung Nachrichten übermittelt werden können. Ein kurzes Aufleuchten bedeutet einen Punkt, ein langes einen Strich. Sie sind wegen ihrer Einfachheit für strategische Zwecke von großer Bedeutung. Um einen starken Reflex mit dem Hohlspiegel zu erreichen, ist es von Vorteil, denselben mit Staniolpapier auszukleiden. Der Aufbau ist aus der bildlichen Darstellung leicht ersichtlich.

3. FERNMELDE-AUTOMATEN

Fernmelde-Automaten sind Apparate, die durch bestimmte Einflüsse, zum Beispiel **lichtempfindliche Photozellen (Selenzellen)**, **wärmeempfindliche Metalle (Bimetall)**, Relais in Tätigkeit setzen und damit einen Stromkreis schließen. Dadurch werden in der Aufsichtszentrale Signallämpchen aufleuchten und die Gefahrenstelle anzeigen. Tresor-Sicherungs-Automaten, Feuer-Melde-Automaten, Verkehrssicherungsanlagen im Bahnverkehr, Sicherungsanlagen in Energie- und Kraftwerken. Alle diese Einrichtungen, die zum Schutze von Gesundheit und Leben sowie des Eigentums dienen, sind ein Beweis der Präzision und Verlässlichkeit mit der der Strom durch die Elektrotechnik für die Menschheit dienstbar gemacht wurde.

„METEOR“

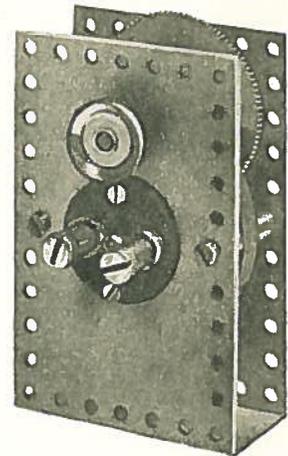
Der österreichische Ganzmetall-Konstruktionsbaukasten und Allstrom Motore — die neuzeitlichen unentbehrlichen Lehrbehelfe für den darstellenden Unterricht.

Unsere Erzeugnisse, die in Form und Güte Friedensstand erreicht haben, bieten Ihnen Qualitätsartikel, die früher aus dem Auslande bezogen werden mußten. Wir sind bemüht, Ihr Sortiment durch Herstellung weiterer, neuer Metall-Spielwaren ständig zu vergrößern. Unsere „Meteor“-Ganzmetall-Konstruktionsbaukasten sind dem Zeitalter der Technik als pädagogisches Lehr- und Erziehungsmittel für die Jugend vollkommen angepaßt. Durch die aus den verschiedenen Bauelementen konstruierten, wirklichkeitsnahen und formvollendeten beweglichen Modelle gewinnt die Jugend Einblick in die Grundbegriffe der Mechanik im Maschinen- und Fahrzeugbau. Es ist in den Lehrfächern der Physik und Mechanik ein unentbehrliches Experimentiermittel zur Vervollkommnung des praktischen Studiums.

Jeder Baukasten enthält die erforderlichen Werkzeuge. Ohne besondere Fähigkeit oder Unterweisung kann jeder Junge mit dem Bauen beginnen.

Der „Meteor“ Allstrom-Betriebsmotor für 6 bis 24 Volt

Die „Meteor“ Elektro-Betriebsmotore sind interessante und lehrreiche Ergänzungen für die „Meteor“ Metallbaukasten. Jeder Junge trachte darnach, als Ergänzung einen dieser Betriebsmotore zu erhalten, denn durch sie kommt Leben in die Modelle.



Unterteilung der „Meteor“ Metallbaukasten: Grundkasten 1, 2, 3 und 4 /
Ergänzungskasten 1a, 2a und 3a / Zusatzkasten für den Autobau Nr. 101

ABBILDUNGEN VERSCHIEDENER BATTERIEN- UND ELEMENTE-TYPEN
DER



GES. M. B. H. / WIEN VII



BD 4,5 V



BJ 4,5 V



EJ 1,5 V



BC 3 V



COL 1,5 V



EA 1,5



ELT 1,5 V