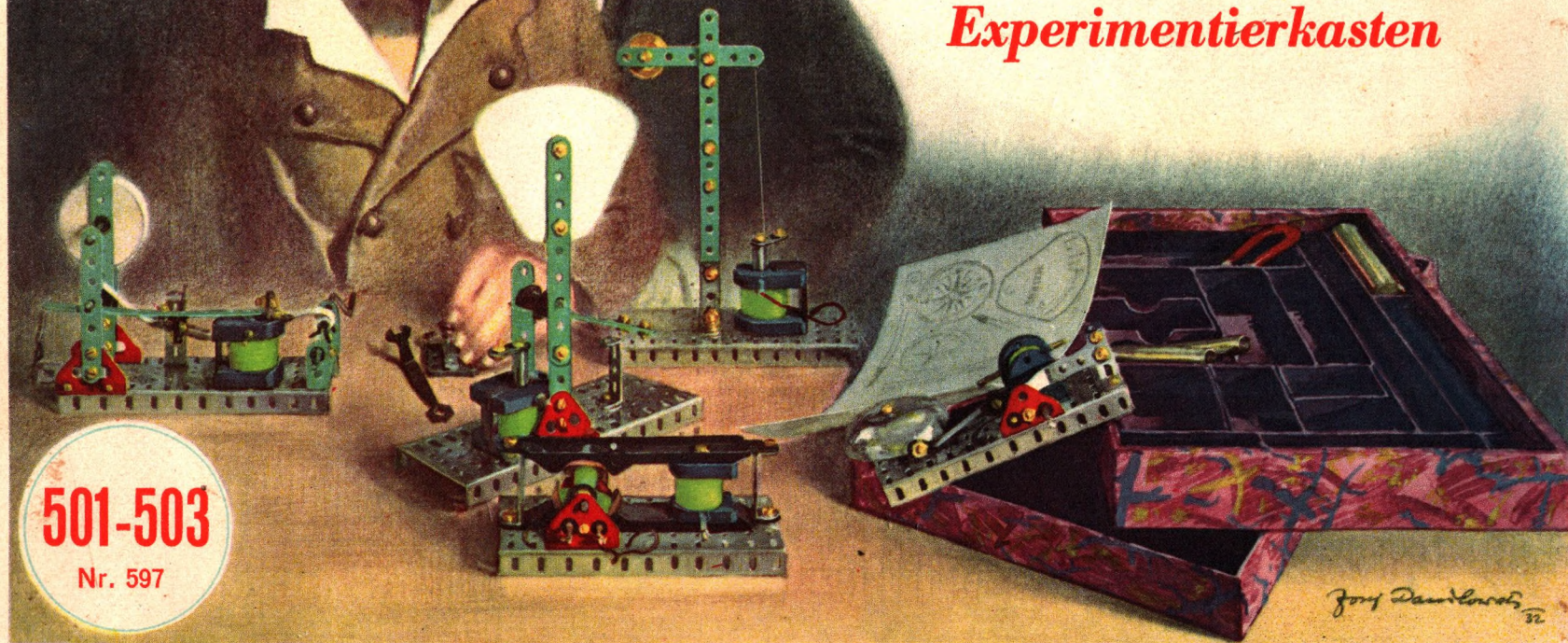


ELEX MÄRKLIN

*Elektrischer
Experimentierkasten*



501-503

Nr. 597

GEBR. MÄRKLIN & CIE. G. M. B. H. • Fabrik feiner Metallspielwaren • GÖPPINGEN (WTTBG.)



MÄRKLIN-ELEX

V o r w o r t

Der vorliegende elektrische Experimentierkasten MÄRKLIN-ELEX, der mit seinen erstklassigen, austauschbaren Teilen aus dem Rahmen unserer bekannten MÄRKLIN-Metallbaukasten herausgewachsen ist, wurde geschaffen, um ein in weitem Maße vorhandenes Bedürfnis nach einem vielseitigen und dennoch leicht zu handhabenden Lehrmittel zu befriedigen, mit welchem die Grundgesetze von Magnetismus und Elektrotechnik auf einfachste Weise abgeleitet werden können. Bedarf es doch keiner besonderen Betonung, daß das Interesse der Jugend gerade an der Elektrotechnik in den letzten Jahren in gleichem Maße gewachsen ist, wie auch die Technik auf elektrischem Gebiet ungeheure Fortschritte gemacht hat.

Der MÄRKLIN-ELEX-Kasten wird in 3 verschiedenen Größen hergestellt. Die kleine Ausführung, mit welcher die Hauptgesetze von Magnetismus und Elektrizität abgeleitet werden können und mit welcher auch Elektromotoren gebaut werden können, führt die Nr. 501; die mittlere Ausführung, Nr. 502, bringt sehr interessante Anwendungen aus dem Gebiet der Elektrizität, z. B. Morsetelegraph, elektrische Meßinstrumente, Signalanlagen usw. Die große Ausführung, Nr. 503, ermöglicht einen tiefen Einblick in die Gebiete der theoretischen und praktischen Elektrotechnik. Durch Versuche, wie z. B. Meßbrücke, Gleichstromtransformator, Relaiskonstruktion und Fernsprechanlagen wird ein lebendiges Verständnis für die Elektrotechnik geweckt und ein Ansporn für weitere Versuche gegeben, die nach eigenem Ermessen der Praxis entnommen werden können. Die MÄRKLIN-ELEX-Kasten sind somit ein vorzügliches Lehrmittel. — Die kleine Ausführung Nr. 501 kann durch Nachbeschaffung des Ergänzungskastens Nr. 501 A jederzeit auf den Inhalt der Ausführung Nr. 502 gebracht werden; ein weiterer Ergänzungskasten Nr. 502 A gibt den Anschluß zu dem großen Kasten Nr. 503.

Die im elektrischen Experimentierkasten MÄRKLIN-ELEX enthaltenen Teile sind mit hoher Präzision gearbeitet und passen ohne Nacharbeit zueinander; der Aufbau der Versuche erfolgt in der Regel durch kinderleichtes Zusammenschrauben, wobei die Kabelverbindungen durch einfaches Ineinanderstecken hergestellt werden. Durch diese Methode wurde der große Vorteil erreicht, daß selbst jüngere Kinder mit dem Kasten leicht arbeiten können. Auch ist noch zu erwähnen, daß die ELEX-Teile sich sehr gut zusammen mit unseren normalen MÄRKLIN-Metallbaukasten verwenden lassen, ja, daß gerade in Verbindung dieser beiden Kasten in ungeahntem Maße Verwendungsmöglichkeiten gefunden werden können.

Die Anleitungen, die die Versuche in leichtverständlicher Weise erläutern, sind streng nach den Gesetzen der Naturwissenschaften gehalten. Mit Recht darf behauptet werden, daß ein Kind, welches mit Ausdauer und Liebe an die beschriebenen Versuche herangeht, ohne erhebliche Schwierigkeiten ein gutes Verständnis für die Gestaltung in der Technik bekommt.

GEBR. MÄRKLIN & CIE. ^{GM}_{BH} · GÖPPINGEN/WTTBG.

Fabrik feiner Metallspielwaren

MÄRKLIN-ELEX

Inhalts-Verzeichnis

An- leitung	Versuch	Seite	An- leitung	Versuch	Seite
	Vorwort	1	22	Wechselwirkungen zwischen zwei Magneten	** 19
	Inhaltsverzeichnis	2	23	Wo ist der Nord- bzw. Südpol am Hufeisenmagneten?	* 19
			24	Inklinationsnadel	** 20
	Bauanleitung		25	Auch die Erdkugel ist ein Magnet	+ 21
	Wie MÄRKLIN-ELEX-Versuche aufgebaut werden	+ 5	26	Erklärung der Inklination	+ 22
	Grundformen:			II. Elektrische Grundbegriffe (Gleichstrom)	
	A. Mechanische Befestigungen	+ 6		A. Spannung	
	B. Federspannungen	+ 6		Elektrische Energiequellen	+ 23
	C. Kontaktverbindungen	+ 7	27	Batterie	* 23
			28	Wie die Kabel angeschlossen werden	* 24
	I. Magnetismus		29	Wie zwei Batterien hintereinandergeschaltet werden	* 24
	A. Natürliche und künstliche Magnete		30		
1	Magnetische Anziehung	* 8		B. Strom	
2	Eisen wird vom Magneten angezogen	* 8	31	Weshalb eine elektrische Leitung aus zwei Drähten besteht	+ 25
3	Magnetisches Feld	* 9	32	Wie zwei Batterien parallelgeschaltet werden	* 26
4	Belastung eines Magneten	* 10	33	Batterie mit Fassung und Glühlampe	** 26
5	Magnetische Kette	** 10	34	Tasterschalter mit Arbeitskontakt	** 27
6	Magnetisches Tunnel	* 11	35	Tasterschalter in Dauerkontakt-Stellung	** 27
7	Auch Nickel wird angezogen	* 11	36	Leiter des elektrischen Stromes	** 28
8	Messing wird nicht angezogen	* 12	37	Nichtleiter des elektrischen Stromes	** 28
9	Eisen im magnetischen Feld	* 12	38	Aufbau des elektrischen Kabels	+ 29
10	Magnetisieren eines Eisenstückes	* 13			
11	Eisen verliert den Magnetismus	* 13		C. Schaltbild	
12	Magnetisieren einer Stricknadel	* 14	39	Elektrische Schaltzeichen	+ 29
13	Magnetisierte Stricknadel zieht Eisenspäne an	* 14	40	Bildliche Darstellung der Anordnung elektrischer Versuche	+ 30
14	Starke Hitze zerstört den Magnetismus	* 15			
15	Magnet mit Anker	* 15		D. Widerstand	
	B. Erdmagnetismus		41	Widerstand bei verschiedenem Querschnitt des Leiters	** 31
16	Aufgehängte magnetisierte Stricknadel zeigt nach Norden	* 16	42	Aufbau eines Regulierwiderstandes	** 32
17	Kompaß	* 16	43	Widerstand und Leiterlänge	** 33
18	Windrose. Ableitung der Himmelsrichtungen	+ 17	44	Elektrische Maßgrößen	+ 34
19	Kompaß wird durch Eisen gestört	* 17	45	Ohm'sches Gesetz	** 35
20	Magnetische Abstoßung	* 18	46	Kurzschluß, Kurzschließen	+ 36
21	Magnetische Anziehung	* 18	47	Spannungsabfall	** 37
			48	Spannungsteiler	** 38

* Ausführbar mit ELEX-Kasten Nr. 501, 502, 503
 ** " " " " " 502, 503
 *** " " " " " 503

+ Diese Anleitungen sind grundlegende Erläuterungen und sind ebenfalls aufmerksam durchzulesen.

MÄRKLIN-ELEX

(Inhalts-Verzeichnis)

An- leitung	Versuch	Seite	An- leitung	Versuch	Seite
	III. Wirkungen des elektr. Stromes				
	A. Wärmeerzeugung durch den elektrischen Strom				
49	Wärmeentwicklung im Widerstandsdraht	*** 39	79	Bahnschranke	** 60
50	Heizsonne	*** 39	80	Signal	** 61
51	Sicherung	*** 40	81	Kran mit Hebemagnet	** 62
52	Elektrischer Schweißapparat	*** 41	82	Gegenseitige Anziehung zweier Elektromagnete	*** 63
53	Elektrischer Signierapparat	*** 42	83	Gegenseitige Abstoßung zweier Elektromagnete	*** 64
54	Lichtbogen	*** 42	84	Stromführender Draht im Magnetfeld	*** 65
	B. Elektrische Beleuchtung		85	Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im elektromagne- tischen Feld	*** 66
55	Wie eine Glühlampe im Innern aussieht	+ 43	86	Gegenseitige Störung magnetischer Felder	*** 67
56	Taschenlampe	** 43		IV. Elektromotoren	
57	Wandarm	** 44	87	Prinzip des Elektromotors	+ 68
58	Uhrenständer	** 44	88	Kommutator, Bürsten, Anker	+ 68
59	Sicherung von Beleuchtungsanlagen	+ 45	89	Dreiteiliger Anker	+ 69
60	Steckdose und Serienschalter	+ 46	90	Nutenanker	+ 69
61	Wechselschalter	+ 47	91	Aufbau des Elektromotors	* 70
	C. Elektrochemische Vorgänge		92	Schaltbild des fremderregten Motors	+ 71
62	Aufbau einer Batterie	* 48	93	Fremderregter Motor im Betrieb	* 71
63	Wasserzersetzung	** 48	94	Umkehr der Drehrichtung des fremderregten Motors	* 72
64	Stromdurchgang durch eine Salzlösung	** 49	95	Remanenter Magnetismus	* 72
65	Akkumulator	+ 49	96	Fremderregter Motor mit Anlaßwiderstand	*** 73
	D. Elektromagnetismus		97	Schaltbild des Nebenschlußmotors	+ 74
	a) Elektromagnetisches Feld		98	Nebenschlußmotor im Betrieb	* 74
66	Stromlose Spule lenkt Magnetnadel nicht ab	* 50	99	Umkehr der Drehrichtung des Nebenschlußmotors	* 74
67	Stromdurchflossene Spule lenkt Magnetnadel ab	* 51	100	Schaltbild des Hauptstrommotors	+ 75
68	Polarität u. Stromrichtung einer stromdurchflossenen Spule	* 51	101	Hauptstrommotor im Betrieb	* 75
69	Kraftlinienbild der stromdurchflossenen Spule	* 52	102	Umkehr der Drehrichtung des Hauptstrommotors	* 76
70	Spule mit offenem Eisenkern	* 53	103	Anschluß von Motoren an Wechselstrom	* 76
71	Spule mit geschlossenem Eisenkern	* 53	104	Drehzahlregelung beim Hauptstrommotor	*** 77
72	Feldbild zweier Elektromagnete mit gleicher Achse	*** 54	105	Kraftvergrößerung durch Zahnräder	** 78
73	Feldbild zweier Elektromagnete mit parallelen Achsen	*** 55	106	Elektrische Bahnen	+ 78
	b) Elektromagnetische Kräfte			V. Elektrische Meßinstrumente	
74	Aufbau eines Elektromagneten	* 56	107	Galvanoskop	* 79
75	Auch ein Elektromagnet hat einen Nord- und einen Südpol	* 57	108	Rechte-Hand-Regel	+ 80
76	Zugkraft einer stromdurchflossenen Spule	* 58	109	Tangentenbussole	* 80
77	Zugkraft der Magnetspule mit Eisenkern	* 58	110	Galvanometer als	
78	Elektromagnet mit Hebelarm	** 59		a) Spannungsmesser	* 81
				b) Strommesser	** 82

* Ausführbar mit ELEX-Kasten Nr. 501, 502, 503
 ** " " " " " 502, 503
 *** " " " " " 503

+ Diese Anleitungen sind grundlegende Erläuterungen
 und sind ebenfalls aufmerksam durchzulesen.

MÄRKLIN-ELEX

(Inhalts-Verzeichnis)

An- leitung	Versuch	Seite	An- leitung	Versuch	Seite
111	Aufbau eines empfindlichen Galvanometers	*** 82		VII. Fernmeldetechnik	
112	Widerstand und Strom in parallelen Stromzweigen	*** 84		A. Elektromagnetisches Relais	
113	Meßbrücke für Gleichstrom	*** 86		Wozu dient ein Relais?	+ 109
114	Aufbau eines Hitzdrahtinstrumentes	*** 88	144	Aufbau eines einfach. Klappenrelais mit Arbeitsstrombetrieb	*** 109
115	Hitzdraht-Voltmeter und Spannungsteiler	*** 89	145	Aufbau eines Minimalrelais	*** 110
116	Aufbau eines Weicheninstrumentes	** 90	146	Minimalrelais mit Ruhestrombetrieb	*** 111
117	Drehspulinstrument	+ 91	147	Aufbau eines Maximalschalters	*** 113
118	Elektrodynamisches Instrument	+ 91	148	Aufbau eines Stromkreises mit Maximalschalter	*** 113
	VI. Elektr. Grundbegriffe (Wechselstrom)		150	Elektrische Klingel	* 114
	A. Induktion		151	Wie eine Klingel von mehreren Zimmern aus bedient wird	+ 115
119	Bewegte Spule im ruhenden elektromagnetischen Feld	*** 92	152	Wie eine Hausklingelanlage geschaltet wird	+ 115
120	Magnet-Dynamo	+ 93	153	Ruhestromwecker in Überwachungsanlage	** 116
121	Fremderregter Dynamo	** 93		B. Telegraphie mit Drahtleitung	
122	Ruhende Spule im veränderlichen Magnetfeld	*** 94	154	Morse-Alphabet	+ 117
123	Induktion zwischen zwei Drähten	+ 94	155	Morse-Telegraph	* 118
124	Induktion zwischen zwei ruhenden Spulen	*** 95	156	Wie zwei Morse-Telegraphen verbunden werden	+ 120
125	Streu Feld	*** 95	157	Blinkgerät	** 121
126	Transformator für Wechselstrom	+ 96	158	Aufbau zweier Stationen für gleichzeitige Verständigung	*** 122
127	Aufbau eines Wechselstrom-Transformators	*** 96	159	Aufbau zweier Stationen für wechselseitige Verständigung	*** 123
128	Dämpfung durch kurzgeschlossene Wicklung	** 97		C. Telephonie mit Drahtleitung	
129	Kraftwirkung auf eine kurzgeschlossene Spule im veränderlichen elektromagnetischen Feld	*** 97	160	Mikrophon	+ 124
130	Aufbau eines Gleichstrom-Transformators	*** 98	161	Telephon	+ 124
131	Spannungsänderung u. Kurzschluß bei einem Gleichstrom-Transformator	*** 99	162	Aufbau einer einfachen Besprechungsanlage	** 125
132	Wirbelströme	+ 100	163	Fernsprecher	+ 126
133	Wirbelstrombremse	*** 100	164	Einfacher Gegensprechbetrieb	*** 127
134	Elektrische Kraftübertragung	+ 101	165	Gegensprechbetrieb mit einseitigem Anruf	
	B. Kapazität			a) Aufbau der anrufenden Station	*** 128
135	Kondensator	+ 102		b) Aufbau der angerufenen Station	*** 129
136	Entstörung eines Motors	*** 102		c) Schaltbild	*** 130
	C. Frequenz			d) Beide Stationen im Betrieb	*** 131
137	Aufbau eines Summers	* 103	166	Gegensprechbetrieb m. gegenseit. Anruf (3fache Fernleit.):	
138	Frequenz	+ 104		a) Aufbau der beiden Stationen	*** 132
139	Summer mit veränderlicher Frequenz	** 105		b) Schaltbild	*** 133
140	Entstörung und Funkenlöschung bei einem Summer	*** 105		c) Beide Stationen im Betrieb	*** 134
141	Elektrischer Apparat	** 106	167	Gegensprechbetrieb m. gegenseit. Anruf (2fache Fernleit.):	
142	Elektrisches Pendel	** 107		a) Aufbau der beiden Stationen	*** 136
143	Pendelmotor	*** 108		b) Schaltbild	*** 136
	* Ausführbar mit ELEX-Kasten Nr. 501, 502, 503			c) Beide Stationen im Betrieb	*** 138
	** " " " " " " 502, 503			Einzelteile für MÄRKLIN-ELEX-Kasten	140
	*** " " " " " " 503			MÄRKLIN-Baukasten, die besten Lehrmittel	143
				Inhalt der MÄRKLIN-ELEX-Kasten	144
				+ Diese Anleitungen sind grundlegende Erläuterungen und sind ebenfalls aufmerksam durchzulesen.	

MARKLIN-ELEX

(Bauanleitung)

Bauanleitung

Wie MARKLIN-ELEX-Versuche aufgebaut werden

Jeder elektrische Experimentierkasten MARKLIN-ELEX enthält die erforderlichen Werkzeuge und Teile, um die beschriebenen Versuche durchzuführen, und so kann jeder Junge ohne besondere Fertigkeit und Unterweisung mit dem Bauen beginnen. Es ist jedoch zu empfehlen, daß die Anleitungen in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Auch würde es zu weit führen, in allen Anleitungen frühere Ausführungen zu wiederholen. Deshalb sind sämtliche Anleitungen (auch die der größeren Kästen) selbst von den Besitzern kleinerer Kästen aufmerksam durchzulesen. Durch die gegebenen Anleitungen und Beispiele wird sich auch der Anfänger rasch mit der Verwendung und Zusammensetzung der Teile vertraut machen, um nach kurzer Übung an die größeren Modelle gehen zu können. Der Junge sollte jedes einzelne Zubehörteil genau betrachten, mit den Abbildungen der Einzelteile vergleichen und sich Nummer und Benennung im Gedächtnis einprägen.

Das Bauen nach Vorlage ist äußerst einfach, denn es brauchen nur die Löcher abgezählt zu werden, um Abstände und Lage der einzelnen Teile zu ermitteln, da die Löcher der Bänder und Platten übereinstimmen.

Besonders wichtig ist aber, daß die Grundformen der nächstfolgenden Seiten genau studiert werden; der Aufbau der Modelle wird dadurch wesentlich erleichtert. Beim Zusammenschrauben der Teile ist besonders zu beachten, daß die Muttern erst völlig angezogen werden, wenn das betreffende Modell vollständig zusammengesetzt ist, damit ein Zusammenpassen und ein Richten der Teile während des Baues möglich bleibt. Auch soll immer frisch drauf los gebaut werden, selbst wenn der erste Bau nicht ganz nach Wunsch ausfallen will. Beim zweiten Versuch geht es schon leichter, und durch die gewonnene Erfahrung wird der Junge bald mit allen kleinen Vorteilen vertraut werden.

Zur Ausführung der elektrischen Versuche wird eine elektrische Stromquelle benötigt, deren Art jeweils in der Anleitung angegeben ist. Im allgemeinen genügt eine oder, bei einigen Versuchen, zwei Taschenlampenbatterien. Diese Batterien werden dem Kasten nicht beigelegt, da sie durch Lagern ihre Frische einbüßen und dann noch kaum zu gebrauchen sind. Sie werden am besten von einem Spezialgeschäft bezogen.

Besonders sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß mit dem **MARKLIN-Transformator Nr. 13470 UG** diejenigen Versuche ausgeführt werden können, die nicht unbedingt an Gleichstrom gebunden sind. Dieser Transformator gibt Einzelspannungen ab von 4, 6, 9, 12, 17 und 20 Volt und hat eine Leistung von 12 VA. Große Kurzschlußfestigkeit läßt es zu, Ströme bis ca. 10 Amp. $\frac{1}{2}$ Stunde lang zu entnehmen.

Sollten beim Aufbau der einen oder anderen Versuchsanordnung sich Schwierigkeiten einstellen, so sind wir jederzeit gerne bereit, Auskunft zu erteilen und mit Ratschlägen zu helfen. Einige der beschriebenen Apparate erfordern zum Aufbau etwas Geduld und Geschicklichkeit; es ist jedoch in den betreffenden Anleitungen die Art und Weise der Zusammensetzung genau angegeben, damit der Aufbau leicht möglich ist.

Elektrische Experimentierkasten MARKLIN-ELEX, Metallbaukasten mit allen Ergänzungskasten, Betriebsmotoren und Einzelteile sind in allen einschlägigen Geschäften erhältlich. Lieferungen von der Fabrik an Private finden nicht statt, doch sind wir erforderlichenfalls gerne bereit, Bezugsquellen aufzugeben.

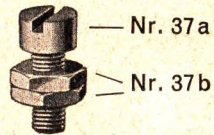
GEBR. MARKLIN & CIE. ^{GM}_{BH} · GÖPPINGEN/WTTBG.

Fabrik feiner Metallspielwaren

Grundformen

Die Grundformen beruhen auf streng technischer Grundlage und erleichtern ganz wesentlich den Aufbau der Modelle.

A. Mechanische Befestigungen



A 1 Schraube mit Mutter und Gegenmutter

Zum Sichern gegen Lockerwerden oder Herausfallen wird eine zweite Mutter Nr. 37 b aufgezogen.



A 2 Schraube als Zapfen

Das Flachband dreht sich leicht auf der Schraube, die durch zwei auf beiden Seiten des Lagerwinkels kräftig gegeneinander gezogene Muttern befestigt ist.



A 3 Überlappung

Die Verbindung zweier Bänder durch Übereinanderlegen auf einer Länge von einem oder mehreren Löchern. (Auf Abbildung 3 Loch überlappt.)

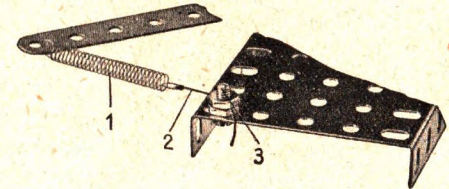


A 4 Schieber

Die Öse wird etwas aufgebogen, so daß sie leicht auf dem Flachband gleitet.

B. Federspannungen

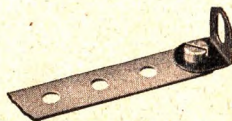
Zum genauen Ausgleich der Federspannung ist an der Feder¹ ein starker Faden² zu befestigen. Die Befestigungsschraube³ wird mit einer Mutter straff angezogen, eine Gegenmutter gibt die Befestigung der einstellbaren Fadenslänge. Die Fadenspannung soll diese zweite Mutter nicht lösen, sondern hemmen.



B Federspannung

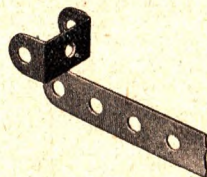
Um das Gewinde in den Flanschen der Magnetspule Nr. 565 zu schonen, sollen zur Befestigung jeweils nur die kurzen Schrauben Nr. 37 ka Verwendung finden.

C. Kontaktverbindungen



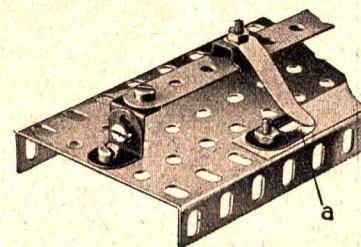
C 1 Kontaktverschraubung

Das Flachband und das Winkelstück sollen Kontakt miteinander haben. Dies ist zu erreichen, indem die isolierende Lackschicht im Loch der Verschraubung beseitigt wird. Die Schraube stellt alsdann die Verbindung her.



C 2 Fester Berührungskontakt

Die Berührungsstellen (Pole) zwischen Flachband und Führungsbügel sind blank zu machen; dadurch erhalten wir Kontakt.



C 3 Federnder Berührungskontakt

Die isolierte Kontaktfeder ist so zu biegen, daß ein leichter Druck auf die Kontaktstelle (Flachstück a) ausgeübt wird. Die Kontaktstelle selbst ist blank zu halten.



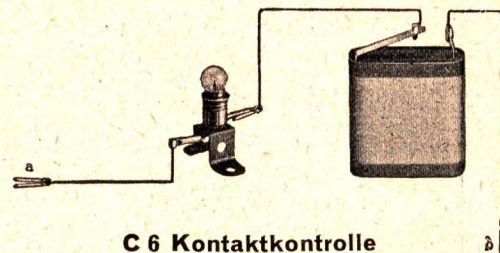
C 4 Kontaktöse

Dieses Metallsteckerchen a ist eine federnde Spezialvorrichtung und paßt in die Buchsen der Transformatoren, ferner läßt sich dasselbe auf Zapfen oder Flachteile aufstecken, so auch besonders auf Batterielaschen. Durch Zusammenpressen bzw. Aufbiegen der Öse läßt sich jeweils der richtige Kontaktdruck zur Kontaktherstellung erreichen.



C 5 Isolierte Befestigung

Zwischen Winkelstück und Führungsbügel bzw. zwischen Führungsbügel und Mutter befindet sich je eine Unterlegscheibe aus Fiber. Dadurch wird erreicht, daß die Schraube keine Berührung mit dem Führungsbügel erhält.



C 6 Kontaktkontrolle

Glühlampe, Batterie und zu prüfende Verbindung liegen hintereinander. — Wenn wir die Kontaktösen a und b, z. B. bei Grundform C 3, einerseits an die Kontaktfeder und andererseits an das Flachstück a anlegen, so leuchtet die Glühlampe auf. Es liegt **Kontakt** (Stromdurchgang) vor. Verbinden wir die Kontaktösen mit dem Winkelstück bzw. dem Führungsbügel der Grundform C 5, so leuchtet die Glühlampe nicht auf. Es liegt **Isolation** (Stromunterbrechung) vor.

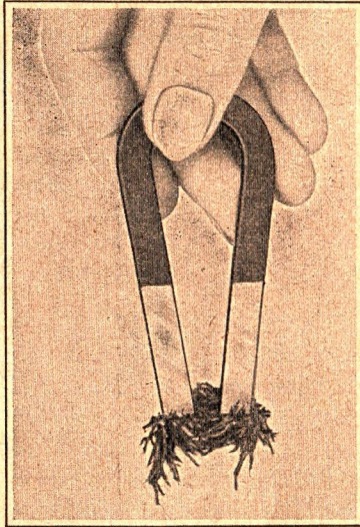
I. Magnetismus

A. Natürliche und künstliche Magnete

Anleitung 1: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetische Anziehung

Erforderliche Teile: 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581



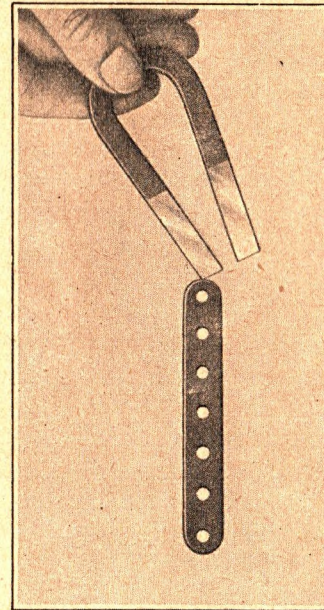
Schon im Altertum war der Magneteisenstein, so genannt nach der Stadt Magnesia in Kleinasien, als natürlicher Magnet bekannt. Derselbe hat die Eigenschaft, leichte Eisenteile (Eisenfeilspäne, Nägel usw.) aus geringer Entfernung anzuziehen und festzuhalten. — Es gibt aber auch künstliche Magnete aus Stahl, die die gleiche Eigenschaft haben. — Nehmen wir unseren Magneten und tauchen denselben in ein Häufchen Eisenfeilspäne ein, so finden wir, daß an den Enden dieses Magnets viele Späne hängenbleiben. — „Diese Stellen der stärksten magnetischen Anziehung heißen Pole.“

Anleitung 2: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Eisen wird vom Magneten angezogen

Erforderliche Teile:

1 Flachband Nr. 1/3
oder 1 Eisenkern Nr. 566
1 Hufeisenmagnet Nr. 554



Nicht nur leichte Späne werden vom Magneten angezogen, sondern auch verhältnismäßig schwere Eisenteile, wie ein Eisenband oder der Eisenkern Nr. 566.

Anleitung 3: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetisches Feld

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 531
- 1 Blatt Papier (Karton 12×18 cm)

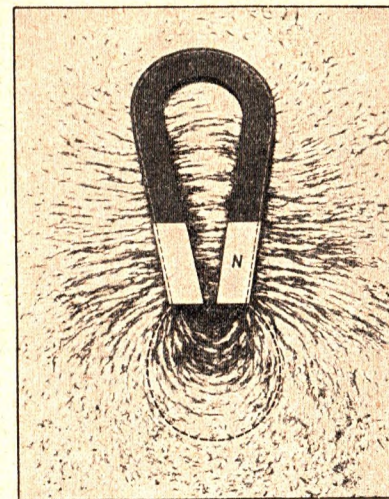
Unseren Magneten, dem wir den Anker abnehmen, legen wir auf ein Kartonblatt und zeichnen seinen Umriß auf. Dann schneiden wir das Bild aus, so daß der Magnet in den Ausschnitt hineingelegt werden kann. Nun bestreuen wir vorsichtig das ganze Blatt mit Eisenfeilspänen, klopfen einige Male leicht auf den Tisch, wobei sich die Späne in bestimmter Ordnung hinlegen.

Das ganze Gebiet, auf das sich die Wirkung des Magneten erstreckt, nennen wir „**magnetisches Feld**“. Die Richtungen, in welche sich die Späne hinlegen, deuten die Richtung der Kräfte an, die im magnetischen Feld unseres Hufeisenmagneten vorhanden sind. Diese Linien werden „**Kraftlinien**“ genannt; sie **gehen außerhalb des Magneten vom Nordpol zum Südpol**, in unserem Falle im umgebenden Luftraum; **im Innern des Magneten vom Südpol zum Nordpol**. Der Magnetismus ist im Innern des Magneten verteilt und strahlt Kräfte in den umgebenden Raum hinaus. Die stärkste Kraftwirkung ist an den Polen; an diesen Stellen sind die Kraftlinien am dichtesten. Es ist nicht möglich, die ganze Kraftwirkung des Magnetismus an den Polen zusammenzufassen, und wir haben daher ein magnetisches Feld auch den Schenkeln des Hufeisenmagneten entlang, aber bedeutend schwächer als an den Polen. Die Kraftlinien selbst sind geschlossene Linienzüge, sie durchstoßen die Magnetoberfläche senkrecht und sind auch im Innern vorhanden. In der Kraftlinienrichtung herrscht eine Zugkraft und quer zur Kraftlinie ein Druck, worauf wir später noch anschaulicher zurückkommen werden.

Legen wir nun auf den Magneten ein Papier und bestreuen dasselbe ebenfalls mit Eisenfeilspänen, so tritt auch hier das Kraftlinienbild in Erscheinung. Die Kraftwirkung geht ungehindert durch das Papier hindurch.

Mit ELEX-Kasten Nr. 503 läßt sich noch folgender Versuch im Anschluß daran ausführen:

Legen wir die Eisenplatte Nr. 541 auf den Magneten und streuen Eisenfeilspäne darauf, so erhalten wir kein Kraftlinienbild mehr. Die Eisenplatte schirmt die magnetischen Kräfte ab, die Messingplatte (Rechteckplatte Nr. 52 M mit eingelegtem Papier) oder die Aluminiumscheibe Nr. 542 dagegen nicht.

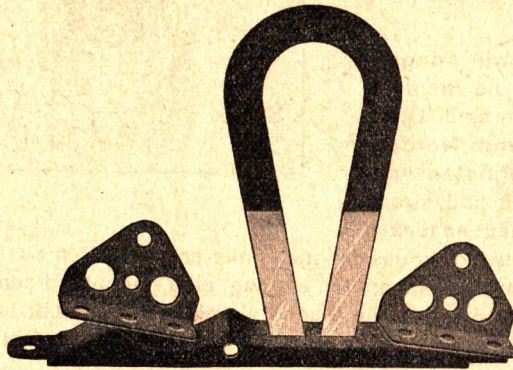


Anleitung 4: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Belastung eines Magneten

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 2 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Feldbügel Nr. 578



Werden die Eisenteile von Pol zu Pol gelegt, so ist die Anziehungskraft größer, und der verwendete Bügel kann stark belastet werden, bis er vom Magneten nicht mehr getragen wird. In Anleitung 9 werden wir sehen, wie sich die Kraftlinien durch das Eisen schließen.

Anleitung 5: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Magnetische Kette

Erforderliche Teile:

- 1 Flachstück Nr. 10
- 1 Doppelwinkel Nr. 47a
- 1 Führungsbügel Nr. 11
- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554



Werden diese drei Eisenteile so an die Pole des Magneten gelegt, daß der magnetische Kraftfluß durch diese Teile gehen muß, so bleiben sie alle haften. Wir nennen diese Versuchsanordnung eine **magnetische Kette**.

MÄRKLIN-ELEX

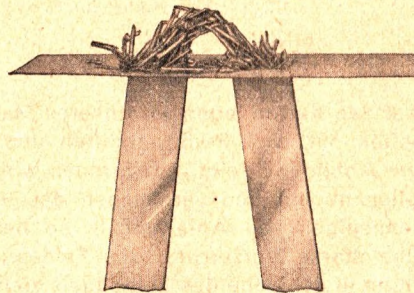
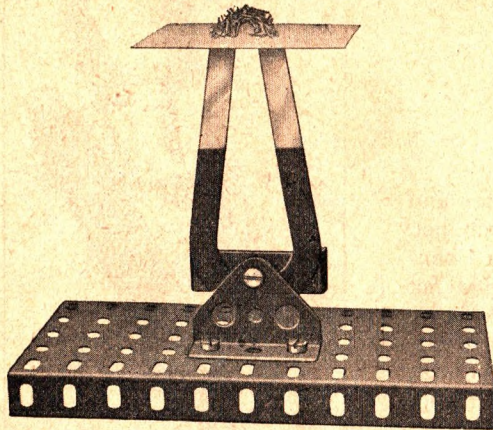
(I. Magnetismus)

Anleitung 6: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetisches Tunnel

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 1 Hufeisenmagnet Nr. 554 |
| 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581 |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5 M | 1 Stück Papier (Karton 3 × 5 cm) |



Der Magnet wird mit Hilfe des Verbindungsbügels Nr. 60/5M und einer Schraube mit Mutter Nr. 37 an dem Lagerwinkel Nr. 564 befestigt, welcher mit der Rechteckplatte Nr. 52M verschraubt wird. Lassen wir die freien Enden des Magnets nach oben stehen, so können wir auf einem Stück Papier ein sehr hübsches Tunnel aus Eisenfeilspänen aufbauen. Um den Aufbau dieses Tunnels zu erleichtern, ist es zweckmäßig, einen Bleistift oder Federhalter zwischen das Papier und die Eisenfeilspäne zu schieben, damit diese nicht sofort herunterfallen. Nach Aufbau des Tunnels kann der Bleistift zurückgezogen werden, und das entstehende Tunnel ist dann, von nahem betrachtet, sehr idyllisch.

Zur Ergänzung des magnetischen Feldbildes in Anleitung 3 streuen wir die Späne, nach Entfernung des Tunnels, auf das Papier. Wir sehen das Feldbild jetzt in einer anderen Schnittrichtung.

Anleitung 7: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Auch Nickel wird angezogen

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 1 Nickelmünze



Die magnetische Anziehungskraft erstreckt sich nicht nur auf Eisen, sondern auch auf Nickel und Kobalt. Reine Nickelmünzen werden ebenfalls vom Magneten angezogen. — Am besten zu diesem Versuch eignet sich die Verwendung eines früheren Nickelstückes zu 50 Reichspfennig.

MÄRKLIN-ELEX

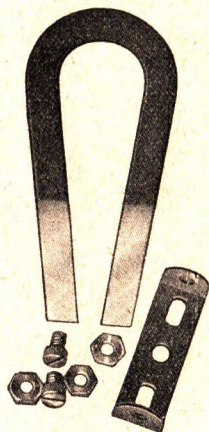
(I. Magnetismus)

Anleitung 8: Ausführbar mit ELEX Nr. 501
oder 502 oder 503

Messing wird nicht angezogen

Erforderliche Teile:

- 3 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5 M
- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554



Eine nützliche Eigenschaft des Magneten ist die, daß wir mit dessen Hilfe unterscheiden können, ob Gegenstände aus Eisen sind oder nicht. Messingteile, wie z. B. Schrauben und Muttern Nr. 37 oder der Bügel Nr. 60/5 M, werden nicht angezogen.

Anleitung 9: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

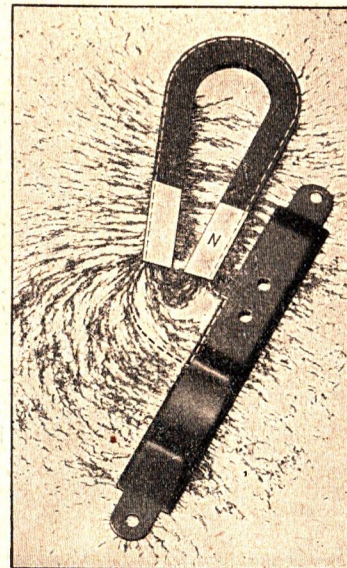
Eisen im magnetischen Feld

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 1 Feldebügel Nr. 578
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581
- 1 Blatt Papier (Karton 15×18 cm)

Auf den Karton legen wir unseren Magneten und heften mit zwei Reißbrettstiften den Feldebügel, wie Abbildung zeigt, an. Streuen wir nun Eisenfeilspäne auf und vergleichen das Feldbild mit demjenigen von Anleitung 3, so bemerken wir eine starke Verzerrung des Feldes. Die Kraftlinien in der Nähe des Feldebügels ziehen sich zusammen und verkleinern somit ihren Luftweg. Sie gehen durch den Feldebügel hindurch, da der magnetische Widerstand im Eisen kleiner ist als in der Luft. Die Zugkraft längs der Kraftlinie kann sich in diesem Falle auswirken.

Die Formveränderung einer Kraftlinie können wir uns an einer ausgespannten Gummischnur klarmachen. Diese übt auch einen Längszug und einen Querdruk aus. Da im Magneten die Gesamtzahl der Kraftlinien einen viel kleineren Querschnitt beansprucht als in der Luft, so ist im Eisen der Querdruk der Kraftlinien viel kleiner als in der Luft (bis zum 5000fachen Wert, je nach der Eisensorte). Alle Kraftlinien, die nicht durch den Feldebügel gehen, tragen zur Anziehung nicht bei. Wir nennen dieses Kraftlinienfeld ein „**Streufeld**“.

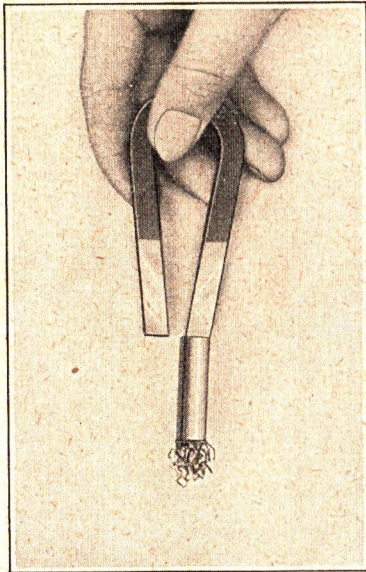


Anleitung 10: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetisieren eines Eisenstückes

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581



Es dürfte uns jetzt schon nichts Neues mehr sein, daß der Eisenkern vom Magneten angezogen wird, wohl aber dürfte es interessieren, daß der Eisenkern, wenn er am Magneten anliegt, selbst magnetisch wird und in der Lage ist, Eisenfeilspäne anzuziehen.

Anleitung 11: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Eisen verliert den Magnetismus

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581



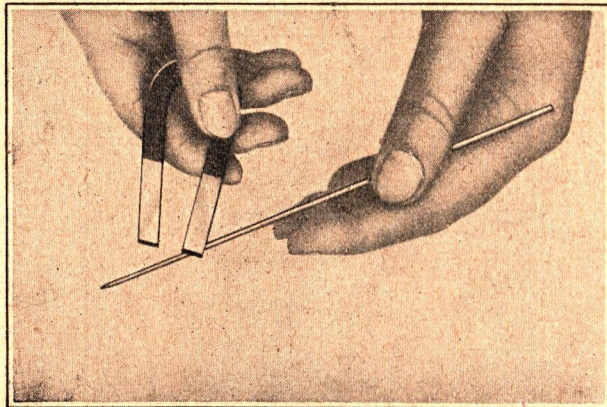
Aber die Freude ist nur von kurzer Dauer. Sobald wir den Eisenkern vom Magneten wegziehen, verliert er seine magnetischen Eigenschaften und läßt die Späne wieder fallen. Wir ersehen daraus, daß Eisen nicht in der Lage ist, magnetische Eigenschaften für die Dauer zu besitzen.

Anleitung 12: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetisieren einer Stricknadel

Erforderliche Teile:

- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 1 Stricknadel



Aus Versuch 10 ersahen wir, daß Eisen vorübergehend magnetische Eigenschaften annehmen kann; Stahl jedoch hat die Eigenschaft, einmal angenommenen Magnetismus zu behalten. Man nennt deshalb einen Stahlmagneten auch einen „**Permanenten Magneten**“.

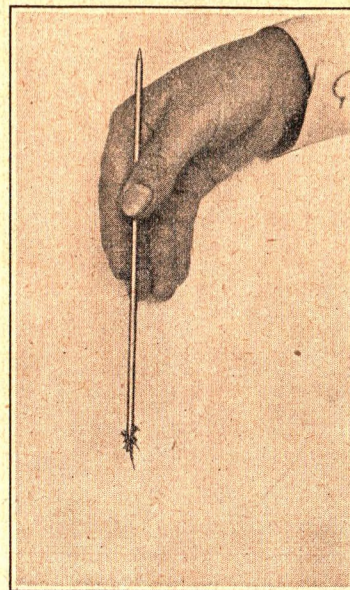
Aus Mutters Nähtisch wird sich sicher eine Stahl-Stricknadel finden, welche wir durch Streichen mit unserem Magneten magnetisch machen oder, wie der technische Ausdruck lautet, magnetisieren können. Die Nadel wird mit dem gleichen Pol des Magneten nach einer Richtung hin öfters bestrichen. Will man die magnetische Wirkung verstärken, so kehrt man die Nadel um und bestreicht auch noch ihr anderes Ende mit dem anderen Pol des Magneten.

Anleitung 13: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetisierte Stricknadel zieht Eisenspäne an

Erforderliche Teile:

- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581
- 1 Stricknadel



Die nach Anleitung 12 magnetisierte Stahl-Stricknadel bleibt magnetisch und hat jetzt auch die Eigenschaft, Eisenfeilspäne anzuziehen und festzuhalten.

Anleitung 14: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Starke Hitze zerstört den Magnetismus

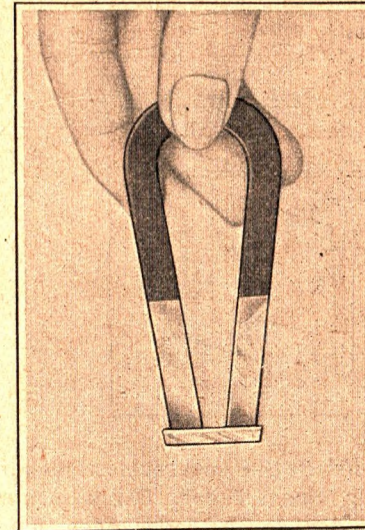
Erforderliche Teile:
1 Stricknadel

Wir bringen die magnetische Stricknadel in einer Gasflamme zum Glühen und tauchen sie nach dem Erkalten in Eisenfeilspäne. Nun zieht die Nadel keine Eisenfeilspäne mehr an; sie hat also durch das Glühen den Magnetismus verloren. — Deshalb ist auch unser Hufeisenmagnet vor zu starker Erhitzung zu schützen.

Anleitung 15: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnet mit Anker

Erforderliche Teile:
1 Hufeisenmagnet mit Anker Nr. 554



Nach Beendigung der Versuche mit unserem Hufeisenmagneten ist es wichtig, beim Aufräumen desselben stets den kleinen Eisenanker vor denselben zu legen, damit die magnetischen Kraftlinien durch denselben geschlossen werden. Hierdurch erreicht man, daß der Magnet jahrelang seine guten magnetischen Eigenschaften behält.

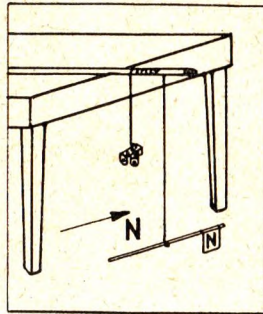
B. Erdmagnetismus

Anleitung 16: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Aufgehängte magnetisierte Stricknadel zeigt nach Norden

Erforderliche Teile:

- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5 M | 1 Stricknadel |
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37k | 1 m Leinenfaden |



Eine stark magnetisierte Stricknadel befestigen wir genau in ihrer Mitte an einem Faden. Durch mehrmaliges Herumschlingen des freien Fadenendes um einen Spazierstock bringen wir die Nadel frei schwebend ins Gleichgewicht; der Faden selbst wird durch Verbindungsbügel am Abgleiten verhindert. In der Ruhestellung nimmt die Nadel Nord-Süd-Richtung ein. Wir bezeichnen nunmehr den Nordpol der magnetisierten Stricknadel mit einer Papierfahne.

„Jeder stabförmige Magnet, der sich frei bewegen kann, stellt sich in Nord-Süd-Richtung ein.“

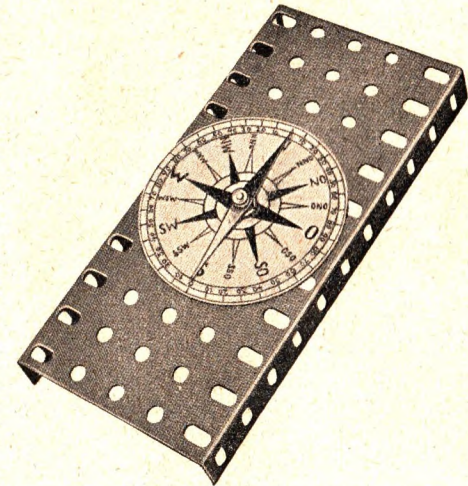
Anleitung 17: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Kompaß

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |

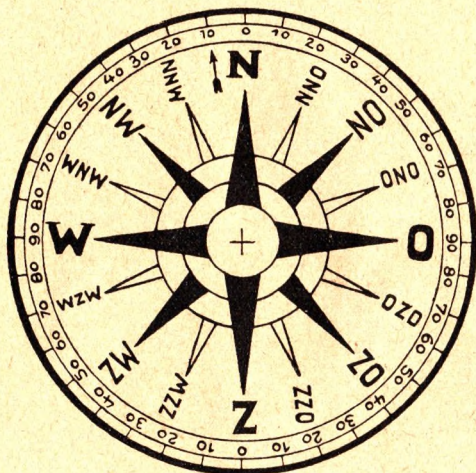
Unser elektrischer Experimentierkasten MARKLIN-ELEX enthält eine fertige Magnetnadel, die weiter nichts ist als ein magnetisches Stahlstück mit Büchse. Diese Nadel läßt sich leicht auf die gelieferte Spitze auflegen. Zweckmäßig ist es auch, mit der Mutter eine Windrose zu befestigen. Dieselbe wird aus dem mitgelieferten Ausschneidebogen Nr. 599 ausgeschnitten. Die beschriebene Versuchsanordnung gibt einen Kompaß wieder. Der dunkle Teil der Nadel stellt sich stets in die Nordrichtung ein. Drehen wir die Magnetnadel aus dieser Lage heraus und lassen sie wieder los, so stellt sie sich abermals in dieselbe Richtung ein. **Der nach Norden gerichtete Pol (dunkel) heißt „Nordpol“; der nach Süden gerichtete Pol (hell) „Südpol“.**



Anleitung 18:

Windrose Ableitung der Himmelsrichtungen

Durch Anleitung 17 ist uns die Haupthimmelsrichtung Nord-Süd gegeben. Im rechten Winkel hierzu läuft die Richtung Ost-West. Die Zwischenrichtungen heißen: Nord-Ost, Süd-Ost, Süd-West und Nord-West. Will man die Teilung noch weiter vornehmen, so finden wir die übrigen Himmelsrichtungen Nord-Nord-Ost, Ost-Nord-Ost usw.



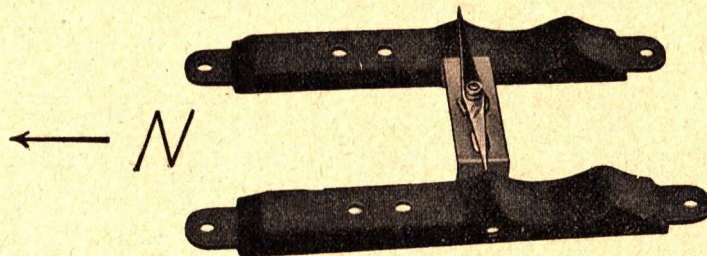
Auf unserer Windrose finden wir auch noch links von Norden einen kleinen Pfeil. Dieser Pfeil gibt die Abweichung an, welche die Magnetnadel von der genauen Nord-Süd-Richtung annimmt (Deklination); jedoch ist diese Abweichung veränderlich nach Ort und Zeit. Um deshalb die Nord-Süd-Richtung genau zu haben, muß der dunkle Pol der Nadel sich oberhalb des kleinen Pfeiles befinden. Näheres über den Grund dafür siehe Anl. 25.

Anleitung 19: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Kompaß wird durch Eisen gestört

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 2 Feldbügel Nr. 578 |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | |



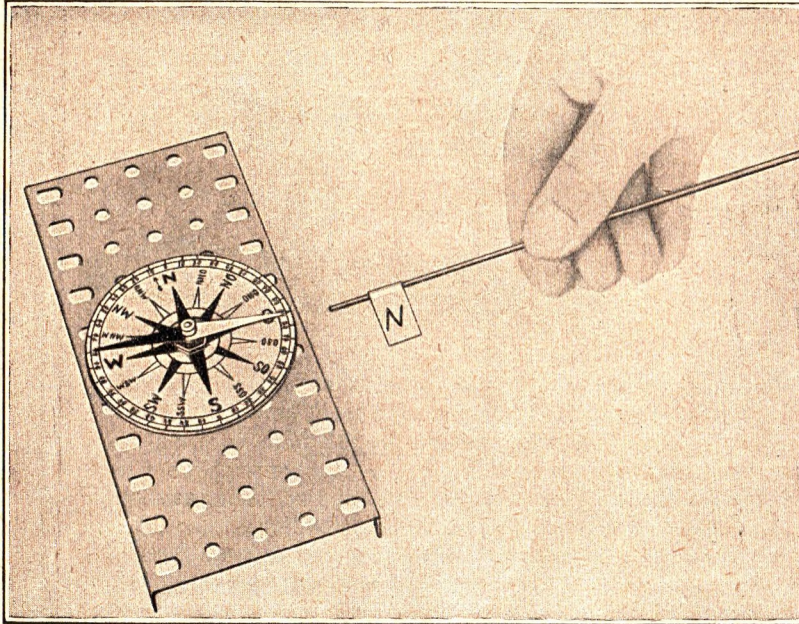
Die wichtigste Anwendung des Kompasses findet sich wohl bei der Navigation eines Schiffes auf See. Schon die Chinesen sollen vor Jahrhunderten Kompassse auf ihren Schiffen besessen haben. Mit der Einführung von Eisenkonstruktionen im Schiffbau wurde die Technik vor schwierige Aufgaben gestellt, denn die vielen Eisenteile des Schiffes beeinflussten den Kompaß stark. Bei modernen Schiffen findet man deshalb Kreiselkompassse, die nicht mehr nach dem magnetischen Prinzip arbeiten und deshalb von den Eisenteilen des Schiffes nicht gestört werden. Das obenstehende Bild zeigt, wie eine Magnetnadel, die auf einem Messingbügel befestigt ist, dennoch nicht genau nach Norden zeigt, weil in der Nähe derselben sich Eisenteile befinden. Sie bleibt fast in jeder beliebigen Lage stehen.

Anleitung 20: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetische Abstoßung

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | 1 Stricknadel |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | |



Nähern wir die nach Anleitung 16 magnetisierte Stricknadel dem Nordpol unseres Kompasses, den wir vorher genau in die Nord-Süd-Richtung haben einspielen lassen, so werden wir finden, daß der Nordpol der Stricknadel den Nordpol der Magnetnadel abstößt, was sich dadurch bemerkbar macht, daß die Magnetnadel sehr kräftig aus der Nord-Süd-Richtung abweicht.

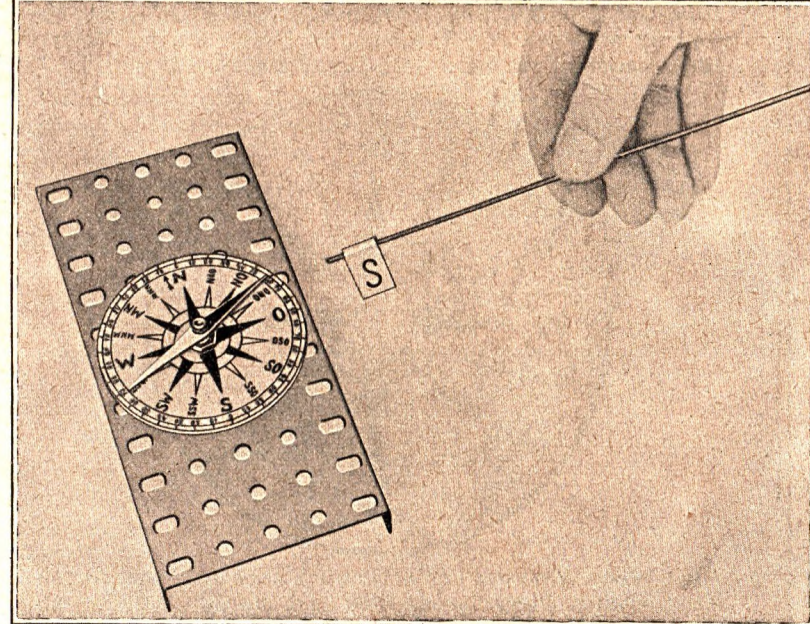
Die gleiche Abstoßung finden wir auch zwischen den zwei Südpolen: wir erkennen daraus ein sehr wichtiges Gesetz aus der Lehre vom Magnetismus: „**Gleichnamige Pole stoßen sich ab**“, also Nord- und Nordpol oder Süd- und Südpol.

Anleitung 21: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Magnetische Anziehung

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | 1 Stricknadel |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | |



Nähern wir dagegen den anderen Pol, also den Südpol der in unserer Hand befindlichen Stricknadel, dem Nordpol des Kompasses, so finden wir, daß zwischen diesen beiden ungleichnamigen Polen eine Anziehung wirkt, die sich so äußert, daß sich der Nordpol der Kompaßnadel dem entgegengehaltenen Südpol nähert, und wenn wir die magnetisierte Stricknadel in unserer Hand nicht schnell genug entfernen, bleiben beide Pole fest aneinander haften. Wir erkennen daraus ein zweites sehr wichtiges magnetisches Gesetz: „**Ungleichnamige Pole ziehen sich an**“, also Nord- und Südpol.

MARKLIN-ELEX

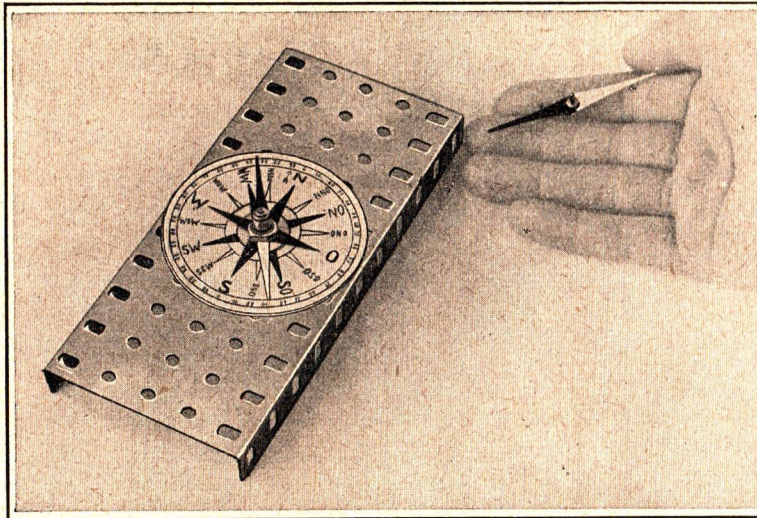
(I. Magnetismus)

Anleitung 22: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Wechselwirkungen zwischen zwei Magneten

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 |
| 1 Magnetnadel, vertikal, Nr. 551 | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | |



Nehmen wir an Stelle der Stricknadel unsere vertikale Magnetnadel Nr. 551 und wiederholen die Versuche nach Anl. 20 u. 21, so erkennen wir auch hier ganz deutlich das Gesetz:

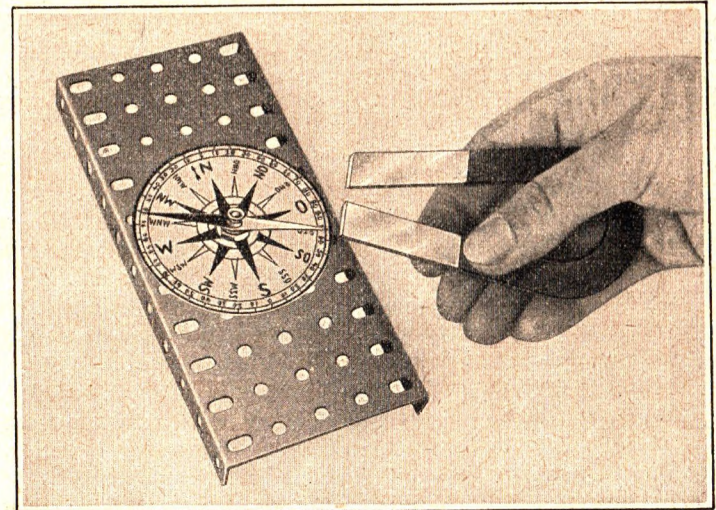
- „Gleichnamige Pole stoßen sich ab.“
- „Ungleichnamige Pole ziehen sich an.“

Anleitung 23: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Wo ist der Nord- bzw. Südpol am Hufeisenmagneten?

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Hufeisenmagnet Nr. 554 |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | |



Aus Anleitung 20 und 21 lernten wir die wichtigsten magnetischen Grundgesetze kennen, nach denen gleichnamige Pole sich abstoßen bzw. ungleichnamige Pole sich anziehen. Diese Gesetze können wir ohne weiteres anwenden, um an unserem Hufeisenmagneten den Nord- und Südpol festzustellen. Wir verwenden unseren Kompaß, der uns aus unseren früheren Versuchen hinreichend bekannt ist, und nähern denselben dem Hufeisenmagneten. Es wird nun die Magnetnadel sich entsprechend einstellen, und zwar wird sich ihr heller Pol (Südpol) dem einen Schenkel des Hufeisenmagnets nähern, während, wenn wir diesen Hufeisenmagneten drehen, der dunkle Pol der Nadel (Nordpol) sich dem andern Schenkel nähern wird. Der Pol des Hufeisenmagnets, welcher den Südpol der Magnetnadel anzieht, ist somit der Nordpol und kann von uns entsprechend gekennzeichnet werden.

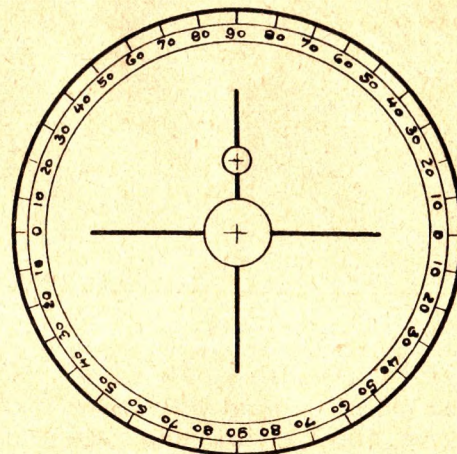
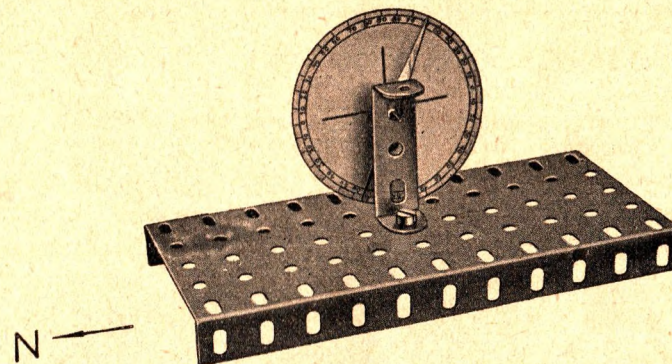
Anleitung 24: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Inklinationsnadel

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 3 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Magnetnadel, vertikal, Nr. 551 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Skala (zum Ausschneiden) |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | |

In Anleitung 17 haben wir eine Magnetnadel waagerecht aufgehängt und sahen dabei, daß ihr dunkles Ende nach Norden zeigt. Jetzt hängen wir die zweite Magnetnadel, mit ihrer Achse leicht drehbar, zwischen zwei Verbindungsbügel auf, wobei wir an dem einen Verbindungsbügel eine Gradeinteilung (siehe beil. Karton) befestigen. — Bei diesem Versuch ist es sehr wichtig, daß das Loch in der Mitte der Skala recht groß ausgeschnitten wird, damit die Magnetnadel unter keinen Umständen am Papier reibt. — Stellen wir jetzt die nebenstehende Apparatur genau in die Nordrichtung ein, so werden wir finden, daß die Inklinationsnadel mit ihrem dunklen Ende nach unten zeigt. Um ein genaues Funktionieren zu erzielen, ist es ratsam, etwas an die Vorrichtung zu klopfen, um die verhältnismäßig große Reibung leichter zu überwinden. Der Winkel, welcher sich einstellt, wird ca. 60—70° betragen.



Anleitung 25:

Auch die Erdkugel ist ein Magnet

Unsere nebenstehende Zeichnung zeigt einen Globus, auf welchem wir einige Kompassnadeln, allerdings übermäßig groß, aufgezeichnet haben. Diese Zeichnung dient als Erläuterung, denn dieser Versuch läßt sich nur auf der wirklichen Erdkugel durchführen und nicht auf einem Globus, wie irrtümlich angenommen werden könnte. Wir finden, daß überall der dunkle Pol der Magnetnadel nach Norden zeigt und der helle Pol nach Süden. Wir sehen aber, daß gerade die in Europa aufgezeichnete Nadel nicht genau nach Norden zeigt, sondern eine geringe Abweichung nach Westen, die man auch „**De-klination**“ nennt, aufweist. Dieses rührt daher, daß der magnetische Pol sich nicht genau am geographischen Nordpol befindet, sondern in einem gewissen Abstand davon.

Aus unserer Anleitung 21 ersahen wir, daß ungleichnamige Pole sich anziehen. Wenn nun der dunkle Pol der Magnetnadel, den wir Nordpol nennen, nach Norden zeigt, so muß sich in der Nähe des Nordpols der Erde eigentlich ein magnetischer Südpol (Sinkstelle der Kraftlinien) befinden; am anderen Ende ein magnetischer Nordpol (Quellstelle der Kraftlinien). Es dürfte unsere Leser noch interessieren, daß die magnetischen Pole nicht festliegen, sondern im Laufe der Jahrhunderte ihre Lage mehrfach verändert haben.

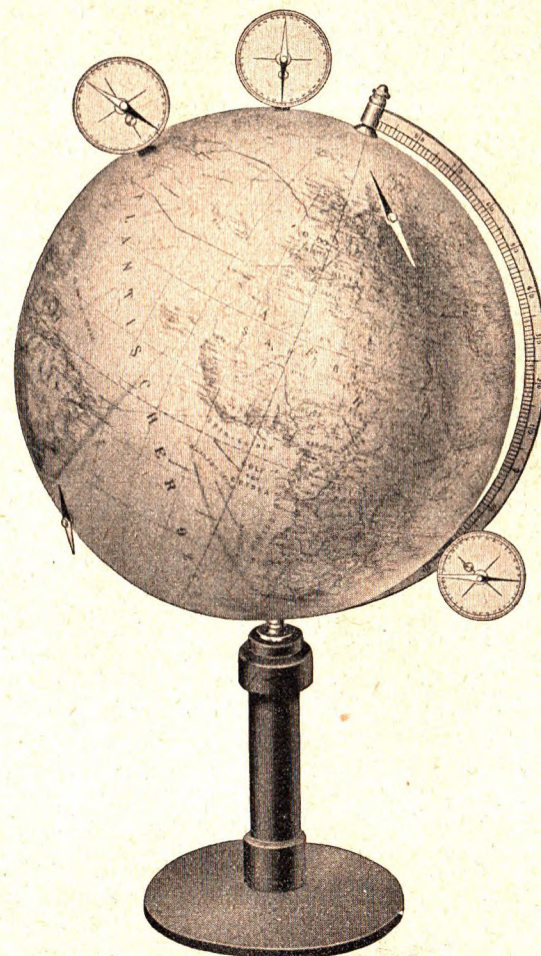


Anleitung 26:

Erklärung der Inklination

Jahrhundertlang nahm man an, daß in der Nähe des magnetischen Pols sich ein Gebirge mit Magneteisenstein befände, doch wurde vor hundert Jahren bei Entdeckung des magnetischen Pols festgestellt, daß diese Annahme nicht auf Tatsachen beruht. Aus unserer Inklinationsnadel können wir auch schon ersehen, daß die oben erwähnte Annahme nicht unbedingt stichhaltig ist, 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.

In diesem Zusammenhang dürfte es auch interessieren, daß die magnetischen Kräfte der Erde von genauen Apparaten in fast allen Ländern aufgezeichnet werden und daß sie nicht immer gleich groß sind.



II. Elektrische Grundbegriffe

(Gleichstrom)

A. Spannung

Anleitung 27:

Elektrische Energiequellen

In Anleitung 1 bis 26 haben wir gesehen, wie sich magnetische Kräfte auswirken; dabei ist der Magnet unser Energiespeicher gewesen, und zwischen zwei Punkten des magnetischen Feldes ist eine magnetische Spannung aufgetreten (beispielsweise zwischen Nord- und Südpol).

Für die nun folgenden elektrischen Versuche benötigen wir ebenfalls eine Energiequelle, nämlich:

**„Taschenlampenbatterie
oder Akkumulator für Gleichspannung“**
(siehe Anleitung 62 u. 65)

bzw.

„Transformator für Wechselspannung“
(siehe Anleitung 126).

Wie diese Energiespeicher gebaut sind und in welchem Falle sie benötigt werden, ersehen wir aus den folgenden Abschnitten.

Zur Abkürzung wollen wir die Zeichen einführen:

== soll Gleichspannung bzw. Gleichstrom bedeuten;

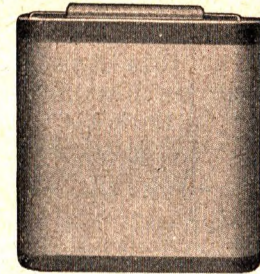
∞ soll Wechselspannung bzw. Wechselstrom bedeuten.

Anleitung 28: Ausführbar mit ELEX Nr. 501
oder 502 oder 503

Batterie

Erforderliche Teile:
1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:
== 4 Volt



Die Batterie wird den ELEX-Kasten **nicht** beigegeben, da durch längeres Lagern Batterien sich erschöpfen. Sie kann in jedem Spezialgeschäft um wenig Geld beschafft werden.

Haben wir unsere Batterie, so werden wir finden, daß nach Abreißen des Prüfstreifens zwei blanke Messingteile herausragen, von denen der eine länger und der andere etwas kürzer ist. Legen wir diese beiden Streifen an unsere Zunge, so empfinden wir ein leichtes Prickeln, verbunden mit einem eigenartigen Geschmack. – **„Es ist darauf zu achten, daß die beiden Batterielaschen sich nicht berühren; Kurzschluß“** (siehe Anleitung 46).

Die Taschenlampenbatterien sind so gebaut, daß die kurze herausragende Lasche den Plus-Pol (+) bildet, während die lange Lasche der Minus-Pol (–) ist. Zwischen diesen beiden Polen haben wir die Batterie-„**Spannung**“. Im umgebenden Luftraum um die Laschen herum befindet sich ein elektrisches Feld, ganz ähnlich, wie bei unserem Magneten ein magnetisches Feld vorhanden ist. Das elektrische Feld läßt sich jedoch nicht so einfach zeigen, und wir wollen deshalb erst in einem anderen Abschnitt darauf zurückkommen. (Siehe Anleitung 54.)

Die elektrische Spannung zwischen den Polen einer Batterie beträgt in unverbrauchtem Zustande derselben ca. 4,5 Volt (siehe Anleitung 62).

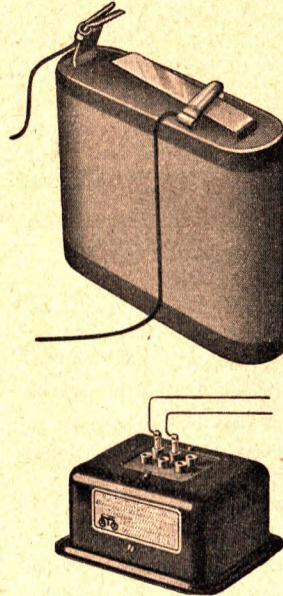
Anleitung 29: Ausführbar mit ELEX
Nr. 501 oder 502 oder 503

Wie die Kabel angeschlossen werden

Erforderliche Teile:
2 Kabel Nr. 560/25
1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Als Verbindungsglied zwischen den einzelnen elektrischen Apparaten verwenden wir die im Kasten mitgelieferten Kabel. Dieselben haben eine sehr sinnreiche Vorrichtung, welche so beschaffen ist, daß die Kabel ohne Schwierigkeit an die Batterie oder an eines der anderen Geräte angeschlossen werden können. Es wird lediglich das Metallsteckerchen auf die Batterielasche aufgeschoben und fest eingedrückt, um sicheren Kontakt zu erhalten. Das gleiche Steckerchen läßt sich auch auf die Stifte, die an den übrigen Apparaten angeordnet sind, aufschieben. Sollten die Steckerchen in ihrer Federung durch häufigen Gebrauch etwas lahm werden, so genügt es, sie durch einen kräftigen Fingerdruck wieder zusammenzudrücken (Grundform C 4).

Bei Transformatoren werden die Steckerchen in die Buchsen gesteckt. Zwischen den beiden freien Enden mit den Metallsteckerchen haben wir beinahe dieselbe Spannung wie zwischen den Batterielaschen. Auch hier muß darauf geachtet werden, daß sich die Steckerchen nicht berühren, da die Stromquelle sonst unbrauchbar wird (**Kurzschluß**).

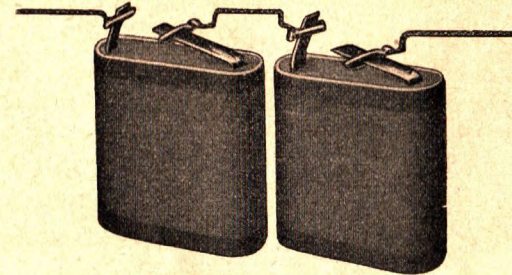


Anleitung 30: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Wie zwei Batterien hintereinander geschaltet werden

Erforderliche Teile:
2 Kabel Nr. 560/25
1 Kabel Nr. 560/15
2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:
= 8 Volt



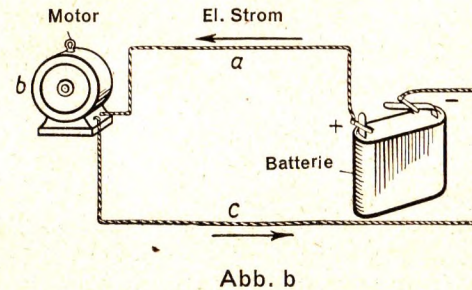
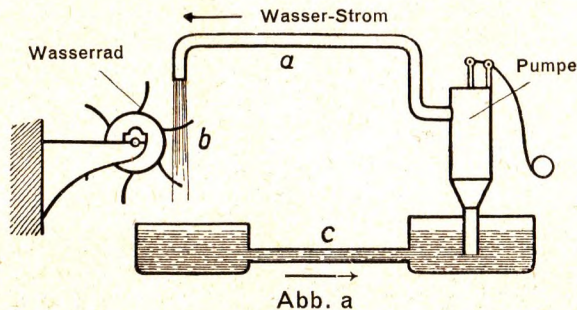
Für manche der folgenden Versuche benötigen wir eine größere Spannung, und eine Batterie reicht hierfür nicht aus. Durch Hintereinanderschaltung zweier solcher Batterien können wir die **Spannung verdoppeln**. Die kurze Lasche der ersten Batterie wird mit dem Kabel zum Stromverbraucher verbunden, dann wird die lange Lasche der ersten Batterie mit der kurzen Lasche der zweiten Batterie verbunden und die lange Lasche der zweiten Batterie wird durch ein Kabel wieder mit dem Stromverbraucher verbunden. Wir können auch auf diese Weise zwei ziemlich erschöpfte Batterien verbinden und haben dann immer noch eine Stromquelle, die ausreicht, um unsere meisten Versuche durchzuführen. Durch diese Schaltung erhalten wir bei neuen Batterien eine Spannung von ca. 9 Volt, bei älteren von ca. 3 Volt.

B. Strom

Anleitung 31:

Weshalb eine elektrische Leitung aus zwei Drähten besteht

Wie wir bei den folgenden Versuchen sehen werden, verwendet man zur Leitung des elektrischen Stromes stets zwei Leitungsdrähte. Um den Grund hierzu leichter zu verstehen, bedienen wir uns des Vergleichs mit einer Wasserpumpanlage. (Abb. a und b). In Abbildung a sehen wir eine Pumpe, durch deren Betätigung Wasser in das Rohr a gedrückt wird. Bei b betreibt das mit Wucht fallende Wasser ein Wasserrad und leistet somit Arbeit. Die Rückleitung des Wassers zur Pumpe erfolgt durch die Leitung c. Wir sehen also bei dieser kleinen Anlage eine Pumpe, eine Leitung, eine Verbrauchsstelle (Wasserrad) und eine Rückleitung. Würde die Rückleitung c fehlen, so würde unsere Pumpe bald kein Wasser mehr pumpen können, und unser Wasserrad stände still. Ganz ähnlich verhält es sich in Abbildung b. Die elektrische Pumpe ist eine Batterie oder eine andere Stromquelle. Die Hinleitung a führt zum Stromverbraucher b (im vorliegenden Fall ein Elektromotor). Die Rückleitung c führt vom Stromverbraucher zurück zur Stromquelle. Eine Unterbrechung der Leitung a oder der Rückleitung c würde den Stillstand des Motors b zur Folge haben. „In einer geschlossenen elektrischen Leitung, welche an eine Stromquelle angeschlossen ist, fließt ein elektrischer Strom.“ Dadurch wird die elektrische Energie in eine andere Energieart umgeformt. (Wärme, Licht, Bewegung, magnetische Energie.)



Anleitung 32: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

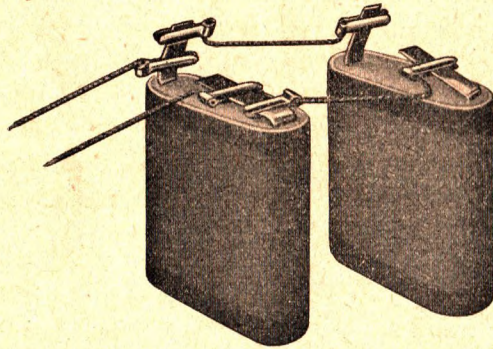
Wie zwei Batterien parallel geschaltet werden

Erforderliche Teile:

- 2 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:

== 4 Volt



Verbinden wir die beiden kurzen Laschen (d. h. positiven Pole) von zwei Taschenlampenbatterien und die beiden langen Laschen der Taschenlampenbatterien (d. h. negativen Pole), so haben wir eine sog. Nebeneinanderschaltung oder auch Parallelschaltung vorgenommen. Auf diese Art und Weise bleibt die Spannung gleich, jedoch können wir den Batterien einen **größeren Strom** entnehmen, ohne dieselben zu beschädigen. Wir haben das gleiche, wie wenn wir von vornherein eine größere, leistungsfähigere Batterie hätten.

Anleitung 33: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

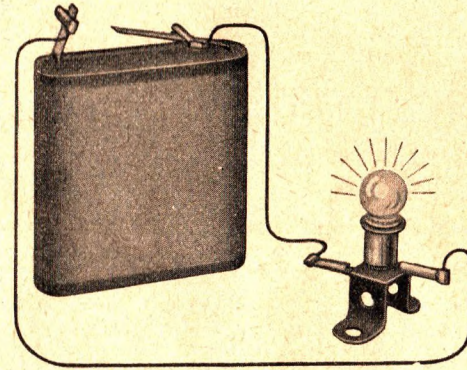
Batterie mit Fassung und Glühlampe

Erforderliche Teile:

- 1 Fassung Nr. 556
- 2 Kabel Nr. 650/25
- 1 Glühlampe 3 1/2 Volt Nr. 557/3 1/2
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:

== 4 Volt



Die erste Anleitung über die praktische Verwertung des elektrischen Stromes soll sich auf die elektrische Beleuchtung beziehen. Die zwei Batterielaschen werden mit den beiden Anschlußzapfen der Fassung verbunden, und das Glühlämpchen wird in die Fassung eingeschraubt. Wenn das Lämpchen den Boden der Fassung berührt, erstrahlt das Licht. Das Aus- und Einschalten bewerkstelligen wir bei diesem einfachsten Versuch durch Aus- und Einschrauben des Lämpchens. Wird das Lämpchen etwas zurückgeschraubt, so wird die Stromzufuhr im Innern der Fassung unterbrochen, und das Licht erlischt.

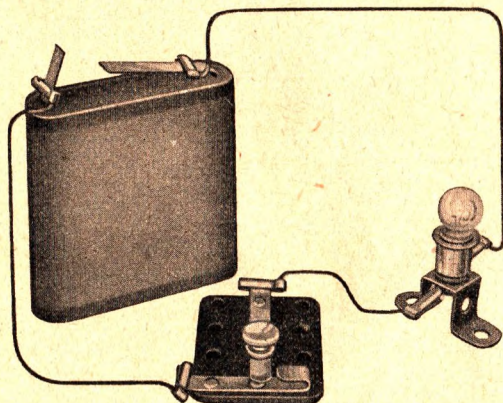
Anleitung 34: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Tasterschalter mit Arbeitskontakt

Erforderliche Teile:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1 Fassung Nr. 556 | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Glühbirne 3½ Volt Nr. 557/3½ | 1 Taschenlampenbatterie |
| 1 Kabel Nr. 560/25 | oder 1 Transformator |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | |

Stromquelle:
 oder  4 Volt



Um das lästige Aus- und Einschrauben der Glühbirne zum Ausschalten zu vermeiden, bedienen wir uns eines Schalters, welcher bei seiner Betätigung das Aus- und Einschalten des Stromes bewirkt. Wir verbinden die eine Lasche unserer Batterie direkt mit der Fassung, während die andere Lasche der Batterie zum Schalter führt und legen von dort eine Verbindung zur Fassung. Beim Drücken auf den Knopf des Schalters wird das Licht aufleuchten, während beim Loslassen des Knopfes die Kontaktfeder hochspringt und den Strom unterbricht, wodurch das Licht erlischt. Der Kontakt am Tasterschalter heißt „**Arbeitskontakt**“.

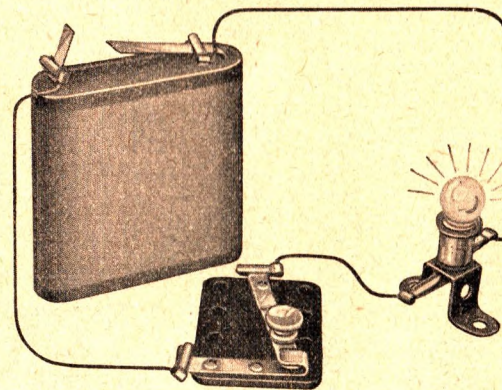
Anleitung 35: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Tasterschalter in Dauerkontaktstellung

Erforderliche Teile:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1 Fassung Nr. 556 | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Glühbirne 3½ Volt Nr. 557/3½ | 1 Taschenlampenbatterie |
| 1 Kabel Nr. 560/25 | oder 1 Transformator |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | |

Stromquelle:
 oder  4 Volt



Es wäre zu ermüdend, dauernd nach Anleitung 34 auf den Schalter zu drücken, um Licht zu haben. Unser Tasterschalter ist deshalb so gebaut, daß er auch für „**Dauerkontakt**“ Verwendung finden kann. Zu diesem Zweck wird der Knopf einfach nach rechts geschoben, wodurch er mit dem hochgestellten, gebogenen Metallstück in Verbindung kommt und Dauerkontakt herstellt.

Anleitung 36: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

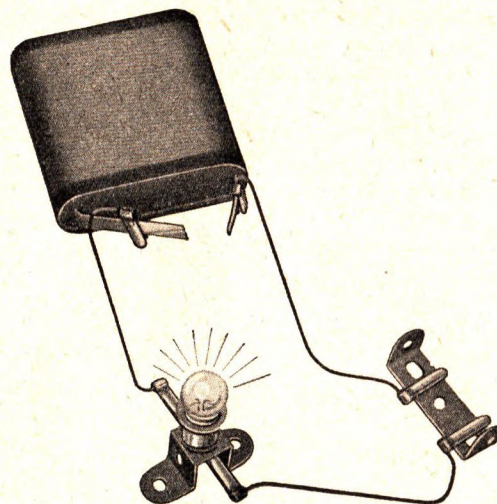
Leiter des elektrischen Stromes

Erforderliche Teile:

- 1 Verbindungsbügel
Nr. 60/5 M
- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühlampe $3\frac{1}{2}$ Volt
Nr. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder $\sim$ 4 Volt



Bevor wir noch Näheres über das elektrische Licht erfahren, müssen wir uns noch einige Gedanken machen über die Möglichkeiten, den elektrischen Strom zu leiten.

Wie wir aus Anleitung 33 gesehen haben, leuchtet die elektrische Glühlampe, wenn sie mit Hilfe von Kabeln an die Batterie angeschlossen ist. Legen wir unsere Kabel in der Anordnung, wie wir es in der obenstehenden Abbildung sehen und verwenden wir innerhalb der Leitung einen Verbindungsbügel Nr. 60/5 M, so werden wir finden, daß auch durch diesen Bügel der elektrische Strom geht, denn die Lampe erstrahlt, wenn beide Kabelklemmen den Bügel berühren. Diesen Versuch können wir noch mit einigen anderen Metallstücken ausführen, und wir werden dann finden, daß Metall, soweit es nicht lackiert ist, den elektrischen Strom leitet.

Anleitung 37: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

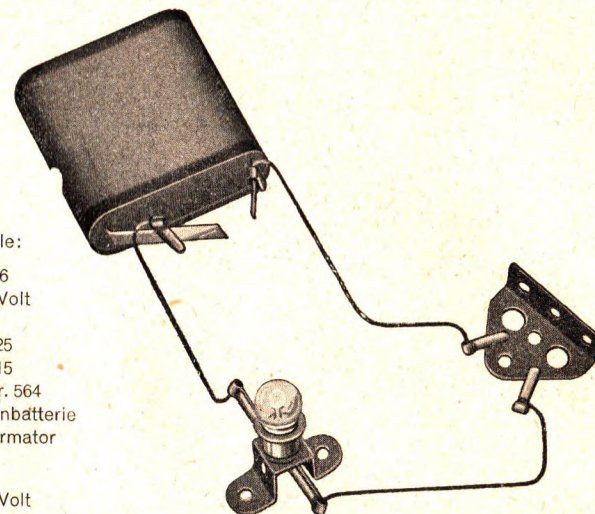
Nichtleiter des elektrischen Stromes

Erforderliche Teile:

- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühlampe $3\frac{1}{2}$ Volt
Nr. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder $\sim$ 4 Volt



Legen wir an Stelle des Metallstückes (Anleitung 36) den lackierten Lagerwinkel Nr. 564, so werden wir finden, daß beim Auflegen der Steckerchen auf unbeschädigte Stellen durch diesen der Strom nicht geleitet wird. Dieses rührt daher, daß die Lackschicht, die auf dem Metallwinkel aufgetragen ist, für den elektrischen Strom nicht durchlässig ist. Nehmen wir an Stelle dieses Lagerwinkels einen anderen Stoff, z. B. Holz, Stein, Glas, Papier, Gummi, Stoffgewebe, so finden wir, daß auch diese Stoffe den Strom nicht leiten. Wir können also die Stoffe unterscheiden in „Leiter“ und „Nichtleiter“ der Elektrizität, die Nichtleiter nennt man auch „Isolierstoffe“.

Anleitung 38:

Aufbau des elektrischen Kabels

Würden wir für unsere Kabel blankes Metall verwenden, so würde dadurch zweifellos die Elektrizität gut geleitet werden, aber es könnte leicht der Fall eintreten, daß zwei blankes Kabel sich berühren, und daß dann der Strom nicht zu der Stelle hingelangt, wo er nutzbringend verwendet werden soll, sondern daß er durch diese Berührungsstelle sofort zur Stromquelle zurückfließt, ohne Nutzarbeit zu leisten. Diesen Fall nennt man Kurzschluß, worauf wir zurückkommen werden (siehe Anl. 46).

Um zu vermeiden, daß zwischen den Kabeln Kurzschluß auftritt, wird die Metallseele des Kabels, die meistens aus Kupfer besteht, durch verschiedene Schichten von Nichtleitern (Isolierstoffen) umgeben, z. B. Baumwolle, Seidenfäden oder Gummi, welche in einer oder mehreren Lagen um das Kabel angebracht sind. Dieses Absondern des Leiters von seiner Umgebung durch einen Nichtleiter nennt man „**isolieren**“.

Das MARKLIN-ELEX-Kabel besteht aus zahlreichen dünnen Kupferdrähtchen, welche mit Baumwolle umspinnen und mit Glanzgarn umklöppelt sind.

C. Schaltbild

Anleitung 39:

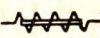
Elektrische Schaltzeichen

In Anleitung 27 haben wir zwei Schaltzeichen angewendet für die Bezeichnung von Gleich- bzw. Wechselspannung. Von den vielen sonstigen Schaltzeichen der Elektrotechnik wollen wir die wichtigsten für unsere Zwecke nun herausgreifen:

Allgemeine Zeichen:

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

Schaltgeräte:

	Schalter
	Regelbarer Widerstand
	Kondensator
	Glühlampe
	Spule mit Eisenkern

Apparate:

	Transformator
	Batterie
	Fernsprecher
	Wecker
	Sicherung

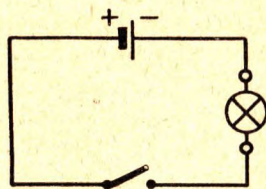
Anleitung 40:

Bildliche Darstellung der Anordnung elektrischer Versuche

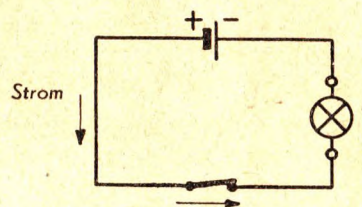
Die folgende Anordnung stellt die Schaltung der Anleitung 34 dar: Hintereinanderschaltung von Batterie, Schalter und Glühlampe.

In diesem Bilde kommt der Weg, den der Strom beim Einschalten nehmen wird, klar zum Ausdruck. Vom Plus-Pol der Batterie geht derselbe über den Schalter und die Glühlampe zum Minus-Pol der Batterie.

Bei etwas schwierigeren Anordnungen leistet das Schaltbild gute Dienste, um zu zeigen, wie die einzelnen Geräte, Apparate und Instrumente miteinander zu verbinden sind. Es ist dann ohne Schwierigkeiten festzustellen, ob der Strom die richtigen Wege geht, oder ob beim Anschluß Schaltfehler (Kurzschlüsse od. dgl.) vorhanden sind.



1. Schalter geöffnet,
Stromkreis unterbrochen,
Glühlampe brennt nicht.



2. Schalter eingelegt,
Stromkreis geschlossen,
Glühlampe brennt.

D. Widerstand

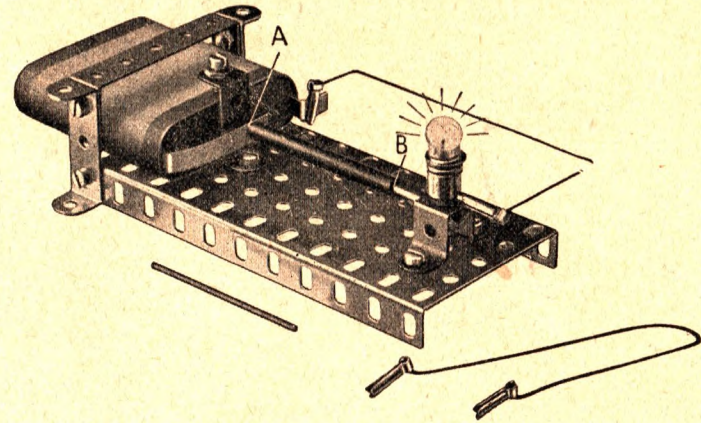
Anleitung 41: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Widerstand bei verschiedenem Querschnitt des Leiters

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 1 Fassung Nr. 556 |
| 7 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Glühbirne 3½ Volt Nr. 557/3½ |
| 2 Muttern Nr. 37b | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Lagerbügel Nr. 46 | 1 Batteriekohle |
| 1 Doppelwinkel Nr. 47a | 1 Bleistiftmine, 5,5 cm lang |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Taschenlampenbatterie |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | |

Stromquelle:
= 4 Volt



In Anl. 37 haben wir gesehen, daß ein Nichtleiter dem Strom den Weg sperrt bzw. einen unüberwindbaren Widerstand darstellt. Wir bauen uns eine Vorrichtung, wie Abbildung zeigt. Aus einer alten Taschenlampenbatterie entfernen wir die Kohlen (s. Anl. 62), und aus einem Bleistift von mittlerer Härte entnehmen wir eine Mine von gleicher Länge (etwa 5,5 cm).

Schalten wir nun zwischen A und B ein Kabel Nr. 560/15 ein, so brennt die Glühbirne hell. Vertauschen wir das Kabel gegen die Batteriekohle, so ist in der Leuchtkraft, d. h. in der Stromstärke des geschlossenen elektrischen Kreises kaum ein Unterschied festzustellen. Die beiden Widerstände sind annähernd gleich groß. Schalten wir an Stelle der Batteriekohle die Bleistiftmine mit ihrem kleinen Querschnitt ein, so leuchtet die Birne wesentlich schwächer; die Mine läßt nur noch einen kleinen Strom hindurch.

Wir erkennen daraus:

„Je kleiner der Querschnitt des Leiters ist, desto größer ist sein Widerstand.“

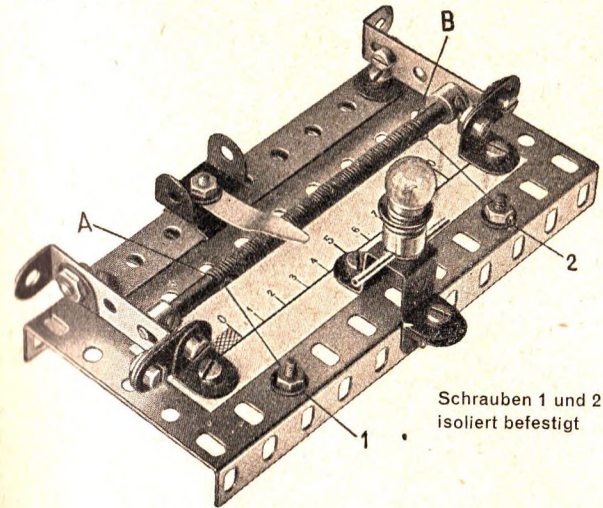
Bei den Grundformen der Bauanleitung sind wir auf die Kontaktfrage etwas eingegangen. Im Anschluß an obige Widerstandsversuche wäre noch zu erwähnen, daß bei Kontakten der Übergangswiderstand, genau wie die soeben ausgeführten Versuche, von dem Querschnitt der gegenseitigen Berührungsflächen abhängt.

Anleitung 42: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines Regulierwiderstandes

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 6 Unterlegscheiben Nr. 537 |
| 5 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Schraube mit Mutter Nr. 538k |
| 1 Welle Nr. 13/11,5 | 2 Schrauben mit Muttern Nr. 538 |
| 9 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Isolierrohr Nr. 539 |
| 4 Schrauben mit Muttern Nr. 37 | 1 Kontaktfeder Nr. 545 |
| 4 Muttern Nr. 37b | 1,5 m Widerstandsdraht Nr. 548 |
| 1 Schieberöse Nr. 51 | 1 Fassung Nr. 556 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Gühbirne 3½ Volt Nr. 557/3½ |
| 2 Stellringe Nr. 59 | 1 Skala (Ausschneidebogen) |



Schrauben 1 und 2
isoliert befestigt

Das beiliegende Isolierrohr mit Widerstandsdraht Nr. 548 stecken wir symmetrisch auf die Welle Nr. 13/11,5 auf. Der Widerstandsdraht Nr. 548 ist nun in ziemlich engen Windungen aufgewickelt, dieselben sollen sich jedoch nicht berühren. Die Anordnung der Windungen geht aus der Abbildung und folgenden Abmessungen hervor:

Abstand: Linker Verbindungsbügel Nr. 60/5M bis Stelle A	2 cm
Rechter " " Nr. 60/5M " " B	1,5 cm
1,5 m Widerstandsdraht Nr. 548 aufgewickelt (A-B)	7,5 cm
Anfang des Widerstandsdrahtes A-1	3,5 cm
Ende " " B-2	3 cm

Die freien Enden des Widerstandsdrahtes werden auf dem Isolierrohr mit der zunächstliegenden Windung verknüpft, damit sich die Windungen nicht lösen können.

Nun folgt der Aufbau des Rahmens. Einer der beiden Verbindungsbügel Nr. 60/5M kann erst befestigt werden, nachdem die Welle mit dem Widerstandsdraht eingeführt worden ist. Die Kontaktfeder wird isoliert befestigt mit einer Schraube und Mutter Nr. 538k und muß einen leichten Druck auf den Draht ausüben. Die Schrauben zur Befestigung des Rahmens auf der Rechteckplatte sind vier lange Schrauben mit Muttern Nr. 37. Der Rahmen selbst sitzt um eine Mutterhöhe über der Rechteckplatte, damit die Schieberöse auf dem Flachband leicht gleiten kann und sich nicht zwischen Flachband und Rechteckplatte festklemmt. Nun setzen wir den fertigen Rahmen auf die Rechteckplatte auf; die Skaleneinteilung soll dabei mit den Enden des Widerstandsdrahtes abschneiden (siehe oben). Die Schrauben 1 und 2 sind isoliert befestigt; die Enden des Widerstandsdrahtes werden jeweils unter die Muttern dieser Schrauben geklemmt. Den übrigen Zusammenbau zeigt die Abbildung und die Grundformen auf Seite 6 und 7.

Anleitung 43: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Widerstand und Leiterlänge

Erforderliche Teile:

Regulierwiderstand nach Anleitung 42

Ferner:

2 Kabel Nr. 560/25

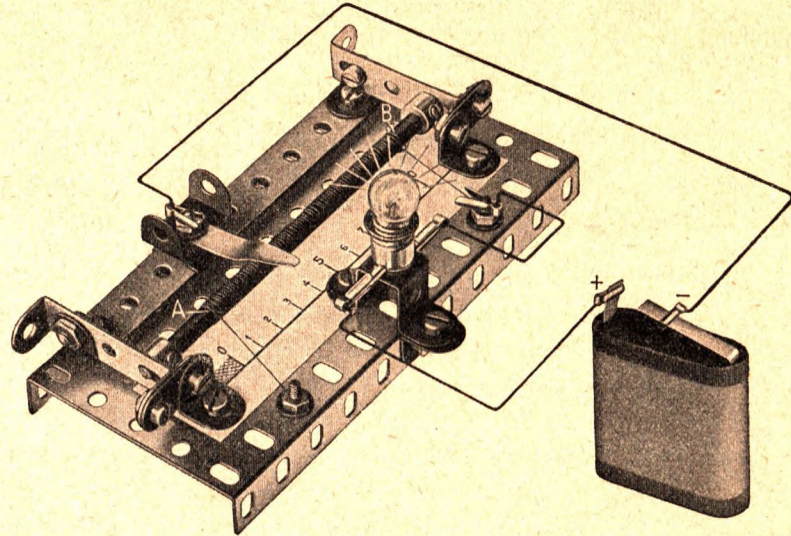
1 Taschenlampenbatterie

1 Kabel Nr. 560/15

oder 1 Transformator

Stromquelle:

== oder ~ 4 Volt



Befindet sich der Schleifkontakt auf dem Isolierrohr vor Stelle A, so ist der Regulierwiderstand abgeschaltet. Bewegen wir die an der Schieberöse befestigte Kontaktfeder in Richtung A-B, so wird bei Stelle A der Stromkreis eingeschaltet, und die Glühlampe leuchtet auf. Führen wir den Schleifkontakt dem Widerstand A-B entlang, so nimmt die Glühlampe an Leuchtkraft zu. Am Ende (Stelle B) haben wir keinen Widerstand mehr vor der Glühlampe, d. h. der Regulierwiderstand ist kurzgeschlossen, und die Glühlampe leuchtet hell auf (vgl. Anleitung 46). Der aufgewickelte Widerstandsdraht besitzt an jeder Stelle denselben Querschnitt. — Aus diesem Versuch sehen wir:

„Je länger ein Leiter ist, desto größer ist sein Widerstand.“

Aus Obigem und der Anleitung 41 folgt, daß der Widerstand eines Leiters direkt proportional seiner Länge und umgekehrt proportional seinem Querschnitt ist. In einer Gleichung ausgedrückt, lautet dies:

$$\begin{aligned} \text{Widerstand} &= \text{Konstante} \cdot \frac{\text{Länge (m)}}{\text{Querschnitt (mm}^2\text{)}} \\ (\text{Ohm}) \end{aligned}$$
$$R = c \cdot \frac{l}{q} \quad (c = 0,0175 \text{ für Kupfer})$$

Anleitung 44:

Elektrische Maßgrößen

Wir denken uns einen Wasserfall als Energiequelle (Abb. 1). Das Gefälle 0–1 ist kleiner als das Gefälle 0–4, infolgedessen herrscht auf der Höhe 1 ein kleinerer Druck als an der Sohle 4. Diesen Druck 0–4 können wir vergleichen mit der zur Verfügung stehenden Spannung unserer Batterie (Abb. 2). Die Leitungen a und c haben einen Widerstand, der die zur Verfügung stehende Spannung an dem Verbraucher b herabsetzt; es tritt ein „**Spannungsabfall**“ in der Leitung auf.

„Die Einheit für die elektrische Spannung ist das Volt“

und die Abkürzung für deren Größe der Buchstabe **E**.

Die Stromstärke des elektrischen Stromes kann verglichen werden mit der Wassermenge, die in der Zeiteinheit in einem Wasserfall befördert wird.

„Die Einheit für die elektrische Stromstärke ist das Ampere“

und die Abkürzung der Buchstabe **I**.

„Der Widerstand wird gemessen in Ohm“

und die Abkürzung ist der Buchstabe **R**.

Es leuchtet ein, daß die Energie eines Wasserfalles um so größer ist, je höher das Gefälle und je größer die in dem gleichen Zeitraum fallende Wassermenge ist. — Genau so verhält es sich mit der Elektrizität. Die elektrische Energie ist um so größer, je höher das elektrische Gefälle (die Spannung) und die Elektrizitätsmenge (die Stromstärke) ist.

„Die Gleichung für die elektrische Energie lautet im allgemeinen:

Volt × Ampere = Watt

$$E \times I = N$$

Die elektrische Energie wird gemessen in Watt."

Anwendung: Das im Kasten mitgelieferte Lämpchen verbraucht bei 3,5 Volt 0,2 Ampere.

Wieviel Watt sind das? Antwort: $3,5 \times 0,2 = 0,7$ Watt.

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

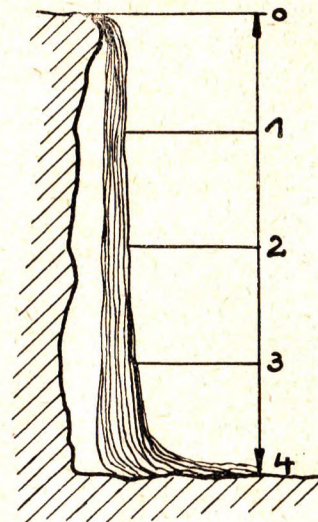


Abb. 1

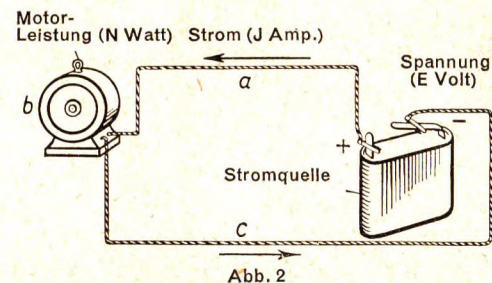


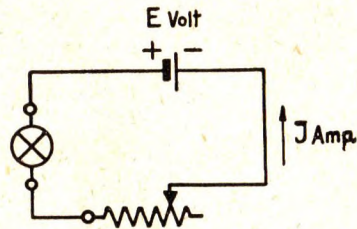
Abb. 2

Anleitung 45: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

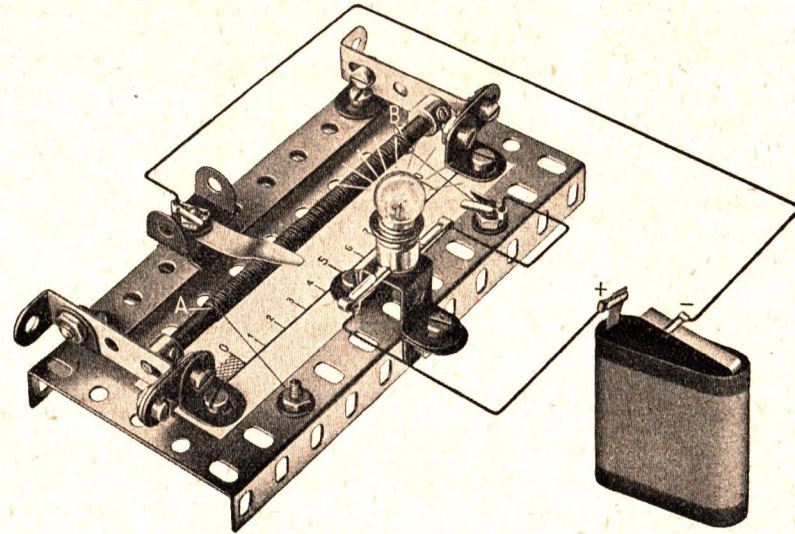
Ohmsches Gesetz

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 43

Stromquelle:
= oder  4 Volt



Gesamtwiderstand R Ohm



Der Versuch nach Anleitung 43 erklärt eine grundlegende elektrische Erscheinung, nämlich den Zusammenhang der Größen **Spannung, Widerstand und Stromstärke** in einem geschlossenen Stromkreis. Das „**Ohmsche Gesetz**“ lautet:

„**Die Spannung ist gleich dem Produkt aus Stromstärke mal Widerstand.**“

$$E = I \cdot R$$

Da die Spannung der Batterie über die kurze Zeit des Versuches als konstant gelten kann, so muß sich der Strom bei Veränderung des Widerstandes in dem aufgebauten Kreise nach obigem Gesetz anpassen. Die Leuchtkraft der Glühbirne gibt ein sichtbares Maß für den Strom. Bei kleinem Widerstand (oder bei Kurzschluß — Stelle B) fließt ein großer Strom (helles Licht); bei großem Widerstand (Stelle A) dagegen ein kleiner Strom (schwaches Licht). Das Produkt $I \cdot R$ nennt man den „**Ohmschen Spannungsabfall**“, und die Spannung E der Stromquelle heißt „**Elektromotorische Kraft**“ (vgl. Anleitung 47).

Anleitung 46:

Kurzschluß

Kurzschluß entsteht, wenn die Pole einer Leitung durch einen zu kleinen Widerstand verbunden werden. Dadurch kann irgendeine **Beschädigung** an der Stromquelle, der Leitung oder in dem umgebenden Raum entstehen. Die Ursache hierzu bildet stets die hervorgerufene Stromstärke. Wir verstehen nun, weshalb die Laschen einer Taschenlampenbatterie nie miteinander direkt verbunden werden dürfen. Bei Anwendungen höherer Spannungen ist aus diesem Grund um so mehr Vorsicht geboten; dasselbe gilt auch für große Energiequellen, wie beispielsweise Akkumulatoren, Transformatoren. Diese Apparate werden **durch Kurzschluß** vollständig zerstört und müssen daher besonders geschützt werden.

Kurzschiießen

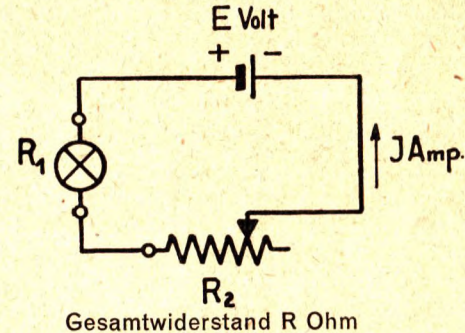
In der Technik begegnen wir des öfteren diesem Begriff. Schalten wir beispielsweise Batterie, Regulierwiderstand und Glühbirne hintereinander (siehe Anleitung 43) und verkleinern allmählich den Regulierwiderstand bis auf den Wert 0 (Stelle B), so nennen wir diesen Vorgang „**Kurzschiießen des Regulierwiderstandes**“. Im Aufbau der Anleitung 43 entsteht dadurch kein gefährlicher Strom, und somit erzeugen wir auch keinen Kurzschluß in unserem Stromkreis.

Anleitung 47: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Spannungsabfall

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 43

Stromquelle:
= oder  4 Volt



Betrachten wir den aufgebauten Stromkreis der Anleitung 43 etwas genauer, so bemerken wir, daß der Widerstand R aus zwei Teilen besteht. Die Glühlampe hat einen konstanten Widerstand R_1 und der andere Teil besteht aus dem veränderlichen Widerstand R_2 . Lassen wir den Widerstand R_2 auf irgendeinem Wert eingestellt, so fließt in dem Kreis ein bestimmter Strom I . An den Widerständen entsteht jeweils ein Spannungsabfall $R_1 I$ bzw. $R_2 I$. Nun lautet ein weiteres Grundgesetz:

„In jedem geschlossenen Stromkreis ist die Summe der elektromotorischen Kräfte (Stromquellen) gleich der Summe aller Ohmschen Spannungsabfälle (Stromverbraucher).“

Es ist dies ein „**Satz von Kirchhoff**“.

$$E = R_1 I + R_2 I$$

Verbinden wir nun diesen Satz mit dem Ohmschen Gesetz $E = R \cdot I$, so erhalten wir

$$E = R I = R_1 I + R_2 I$$

$$\text{oder} \quad R = R_1 + R_2$$

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

Anleitung 48: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Spannungsteiler

Erforderliche Teile:

Regulierwiderstand nach Anleitung 42

Ferner:

3 Kabel Nr. 560/25

1 Tasterschalter Nr. 563

3 Kabel Nr. 560/15

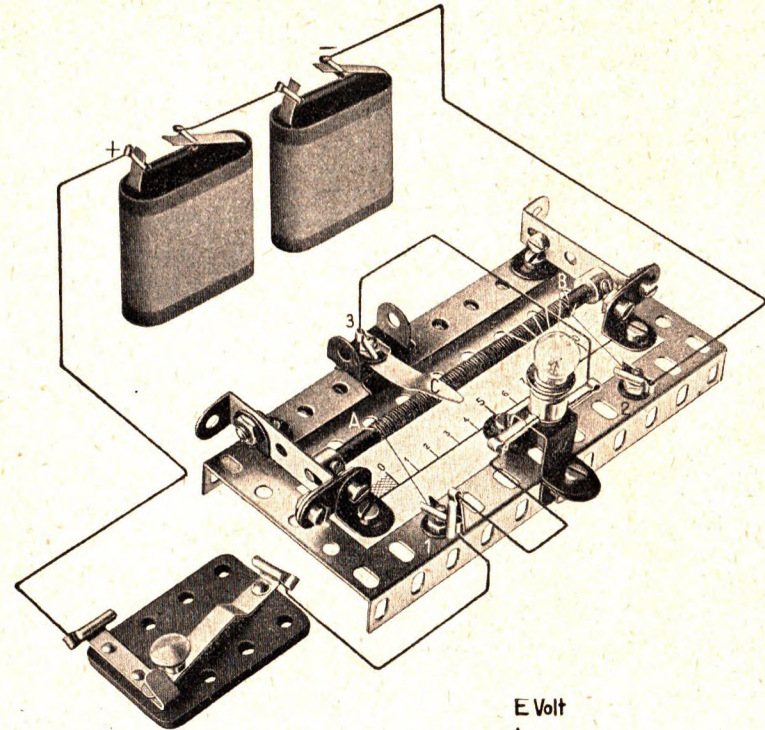
2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:

== oder ~ 8 Volt

Haben wir eine Stromquelle mit höherer Spannung, beispielsweise einen Transformator für 20 Volt oder mehrere Batterien in Hintereinanderschaltung, so können wir den Regulierwiderstand als Spannungsteiler schalten. Da der Widerstand einen Spannungsabfall erzeugt, so können wir an jedem beliebigen Punkt eine Spannung abgreifen. Wir haben die Möglichkeit, eine „**stufenlose Regelung der Spannung**“ durchzuführen und können beispielsweise Versuche mit 4 Volt, 8 Volt, 12 Volt usw. durchführen, je nach der Größe der angelegten Spannung. In unserem Falle haben wir zwei Batterien von ca. 8 Volt zur Verfügung. Diese Spannung legen wir über einen Tasterschalter an den Stellen 1 und 2 an. Wir bringen den Schleifkontakt in Ausschaltstellung links von A und legen den Tasterschalter dann ein. Führen wir nun den Schleifkontakt über die Einschaltstelle A etwa bis zur Stelle C des Widerstandes, so erhält die Glühbirne eine sich allmählich steigende Spannung bis auf 4 Volt. **Würden wir den Schleifkontakt weiterführen nach Stelle B, so würde eine zu hohe Spannung (8 Volt) an der Glühbirne auftreten und letztere infolge Durchbrennens zerstören.**

NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da durch den starken Stromverbrauch die Stromquelle rasch erschöpft wird.

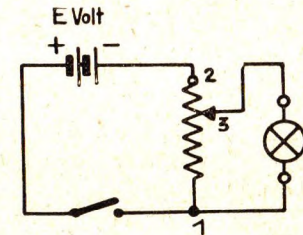


Schaltbild:

1—2 = E Volt

1—3 = $\frac{2}{3}$ E Volt

3—2 = $\frac{1}{3}$ E Volt



III. Wirkungen des elektrischen Stromes

A. Wärmeerzeugung durch den elektrischen Strom

Anleitung 49: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Wärmeentwicklung im Widerstandsdraht

Erforderliche Teile:

Regulierwiderstand nach Anleitung 42, jedoch ohne angebaute Glühbirne

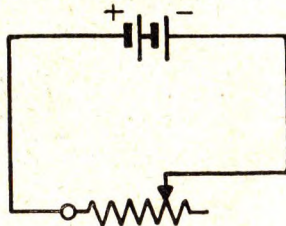
Ferner:

2 Kabel Nr. 560/25
1 Kabel Nr. 560/15

2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:

= 8 Volt oder $\approx$ 12 Volt



Legen wir eine Gleichspannung von ca. 8 Volt (bei Verwendung eines Wechselstromtransformators ca. 12 Volt) an den Widerstand nach obenstehender Schaltung, so bemerken wir nach einiger Zeit eine Erwärmung des Drahtes. **Die aus der Batterie entnommene Energie wird in Wärme umgesetzt** und in Watt ausgedrückt.

$N = E \cdot I$ und da $E = R \cdot I$ ist, so erhalten wir
 $N = R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2$ Watt (s. Anleitung 44 u. 45).

Bei Verkleinerung des Widerstandes wächst die Wärmeentwicklung (Temperatur) im Draht stärker als die Stromzunahme. Bei annäherndem Kurzschluß ist die Wärmeentwicklung so stark, daß ein Anfassen des Drahtes nicht mehr ratsam erscheint.

NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da durch den starken Stromverbrauch die Stromquelle rasch erschöpft wird.

Anleitung 50: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Heizsonne

Erforderliche Teile:

1 Flachband Nr. 1/7
1 Winkelstück Nr. 12
7 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
1 Rechteckplatte Nr. 52M
1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
1 Unterlegscheibe Nr. 536M
2 Unterlegscheiben Nr. 537
1 Schraube mit Mutter Nr. 538k

5 cm Widerstandsdraht Nr. 547

1 Tasterschalter Nr. 563

1 Glockenschlegel Nr. 576

1 Glockenschale Nr. 577

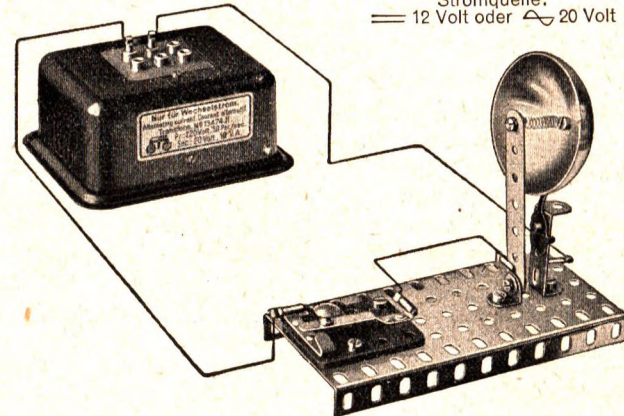
2 Kabel Nr. 560/25

1 Kabel Nr. 560/15

1 Transformator
oder 3 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:

= 12 Volt oder $\approx$ 20 Volt



Eine praktische Anwendung der Wärmeentwicklung bis zur Drahtglut bildet die Heizsonne. Der Versuch benötigt jedoch eine starke Stromquelle ($\approx$ 20 Volt), weshalb hierfür ein Transformator 13470 UG zu empfehlen ist. Für Taschenlampenbatterie-Betrieb sind mindestens 3 Batterien in Serienschaltung erforderlich (= 12–14 V).

Im allgemeinen ist der Aufbau aus der Abbildung klar ersichtlich. Das Flachband Nr. 1/7 ist an dem Winkelstück Nr. 12 isoliert befestigt (Grundform C 5), an den Kontaktstellen ist das Flachband blank zu halten. Damit die Nieten des Tasterschalters von der Rechteckplatte isoliert sind, legen wir ein Papier zwischen beide.

NB. Der Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da die Batterien sonst Schaden nehmen.

Anleitung 52: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

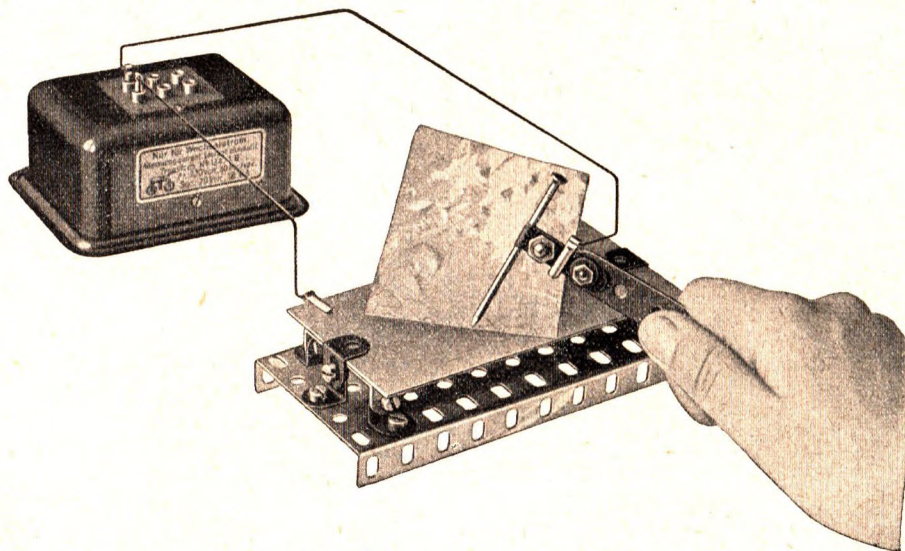
Elektrischer Schweißapparat

Erforderliche Teile:

- 1 Flachband Nr. 1/9
- 8 Winkelstücke Nr. 12
- 13 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5 M
- 1 Unterlegscheibe Nr. 536M
- 2 Unterlegscheiben Nr. 537
- 1 Schraube mit Mutter Nr. 538k
- 1 Eisenplatte Nr. 541
- 1 Nagel Nr. 555
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Minenhalter Nr. 569
- 1 Transformator
oder 1 Akkumulator

Stromquelle:

— oder ~ 3 Volt



In Anleitung 51 haben wir gesehen, daß ein starker Strom, der durch einen Leiter mit kleinem Querschnitt fließt, eine heftige Wärmeentwicklung hervorruft. Diese Erfahrung wird beim elektrischen Schweißen verwertet.

Der Aufbau unseres Apparates ist sehr einfach. Die seitlichen Winkelstücke drücken die Eisenplatte gegen die Verbindungsbügel an. Der Minenhalter ist gegen den Handgriff (Flachband) isoliert befestigt (Grundform Seite 7) und trägt einen Nagel.

Am geeignetsten für diesen Versuch ist der Transformator 13470 UG und 3 Volt Spannung. Ein Pol wird mit der Eisenplatte verbunden, der andere mit dem Minenhalter. Wir legen nun auf die Eisenplatte ein Stück Aluminiumfolie und betupfen dasselbe unter Druck mit der Nagelspitze. Durch die entstehende Hitze verschweißt die Folie mit der Eisenplatte; diese Anordnung ist eine „**Punktschweißvorrichtung**“.

NB. Transformatoren mit Leistungen über 20 VA sind wegen des zu hohen Stromes nicht zu verwenden. Da die Schweißstelle einen Kurzschluß darstellt, so sei nochmals auf Anleitung 46 verwiesen. Der Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden.

MÄRKLIN-ELEX

(III. Wirkungen des el. Stromes)

Anleitung 53: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Elektrischer Signierapparat

Erforderliche Teile:
Vorrichtung mit 1 Transformator
oder 1 Akkumulator nach Anleitung 52

Stromquelle:
== oder ~ 3 Volt



Mit Hilfe der Vorrichtung von Anleitung 52 können wir auch Schriftzeichen in die Eisenplatte einbrennen. Die Betätigung geschieht ebenfalls durch Betupfung mit dem Nagel, der nunmehr einen elektrischen Schreibgriffel darstellt. Über die Stromstärke und die benötigte Spannung gilt dasselbe wie in Anleitung 52.

Anleitung 54: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Lichtbogen

Erforderliche Teile:

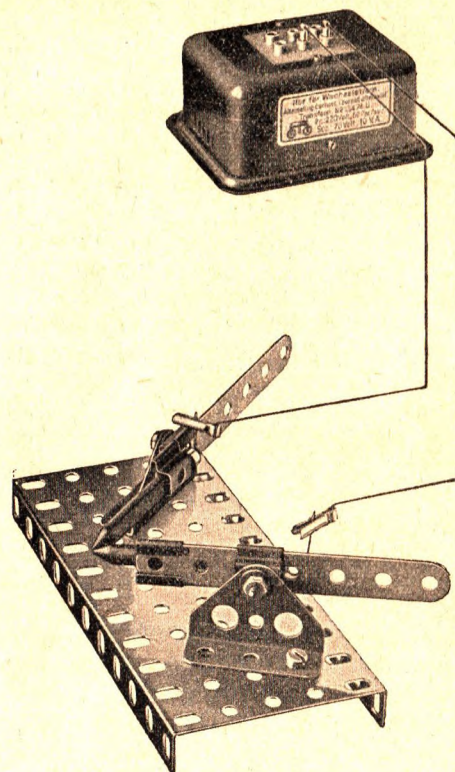
- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 2 Flachbänder Nr. 1/7 | 2 Schrauben mit Muttern |
| 2 Schrauben mit Muttern | Nr. 538k |
| Nr. 37k | 2 Kabel Nr. 560/25 |
| 4 Schieberösen Nr. 51 | 2 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 2 Batteriekohlen |
| 4 Unterlegscheiben Nr. 537 | 1 Transformator |
| | oder 1 Akkumulator |

Stromquelle:
== oder ~ 8 Volt

Aus einer verbrauchten Taschenlampenbatterie entfernen wir die Kohlen; dabei ist zu beachten, daß die angelöteten Verbindungsdrähte nicht abreißen. Wie die Abbildung zeigt, feilen wir die Kohlen vorne spitz zu; seitlich muß eine Fläche angefeilt werden, damit die Kohlen an den Schieberösen festgeklammert werden können. Diejenigen Schieberösen, welche isoliert an die Lagerwinkel montiert werden, dienen als Führung für die Kohlenhalter (Grundformen Seite 6 und 7).

Zum Betrieb ist ein Transformator 13470 UG oder eine Akkumulatoren-Batterie erforderlich. Werden die Kohlen bei 8 bis 12 Volt Betriebsspannung aneinandergestoßen, so erhitzen sich dieselben. Nun werden die Spitzen etwas auseinandergezogen, wodurch ein kleiner Lichtbogen entsteht.

NB. Taschenlampenbatterien sind ungeeignet, bei Gleichstrom kommt nur ein Akkumulator in Frage.



B. Elektrische Beleuchtung

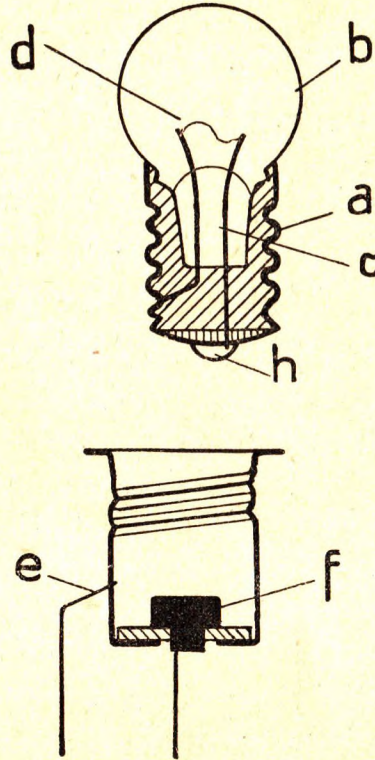
Anleitung 55:

Wie eine Glühbirne im Innern aussieht

Bei der Glühbirne finden wir sehr lehrreiche Anwendungen der elektrischen Leiter und Nichtleiter.

Die Glühlampe besteht aus dem Metallsockel a, dem Glasballon b, den Glühdrahtaltern mit Fuß c und dem Glühdraht d.

Der Metallsockel a hat ein Schraubgewinde, nach seinem Erfinder Edison-Gewinde genannt. Um die Glühlampe mit Strom zu versorgen, wird sie in ihr Gegenstück, die Metallfassung, geschraubt. Das äußere Gewinde e dieser Fassung ist mit dem einen Leitungsdraht verbunden, während sich im Innern der Fassung ein Kontaktstück f befindet, welches mit dem andern Leitungsdraht in Verbindung steht. Wird die Glühlampe in die Fassung eingeschraubt, so bekommt ihr Metallsockel a Kontakt mit der Fassung e und das Kontaktplättchen h Berührung mit dem Gegenstück f, dann ist der Stromkreis geschlossen. Hierdurch bekommt das außerordentlich feine Drähtchen d Strom, wodurch es so stark erwärmt wird, daß es in hellem Licht erstrahlt. Um ein Verbrennen des Drähtchens d zu vermeiden, ist der Glasballon b luftleer gepumpt oder mit solchen Gasen gefüllt, die eine Verbrennung verhindern.



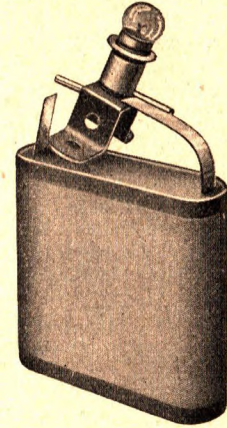
Anleitung 56: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Taschenlampe

Erforderliche Teile:

- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühbirne $3\frac{1}{2}$ Volt
Nr. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:
== 4 Volt



Auf einfachste Weise können wir, wie obenstehende Abbildung zeigt, uns eine kleine Taschenlampe bauen. Wir nehmen die Batterie, schieben auf ihre lange Lasche die obere Anschlußöse der Fassung. Damit die Fassung besser hält, ist es zweckmäßig, die Lasche der Batterie vorher etwas zurechtzubiegen, damit sie sich beim Einspannen klemmt. Drücken wir jetzt die Fassung mit ihrem anderen Kontaktstift auf die kurze Lasche der Batterie, so leuchtet das Lämpchen auf.

MARKLIN-ELEX

(III. Wirkungen des el. Stromes)

Anleitung 57: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Wandarm

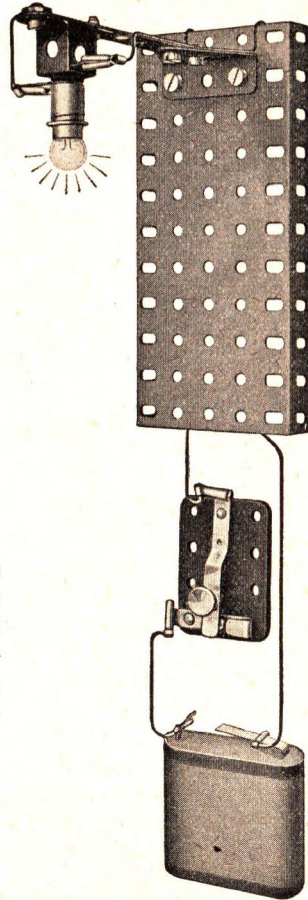
Erforderliche Teile:

- 1 Flachband Nr. 1/7
- 6 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühbirne $3\frac{1}{2}$ Volt Nr. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

== oder $\approx$ 4 Volt

Einen hübschen Wandarm können wir aus unserem Kasten zusammenschrauben, gemäß nebenstehender Abbildung. — Für diese Beleuchtung werden wir zweifellos Anwendungsmöglichkeiten genug finden.



Anleitung 58: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Uhrenständer

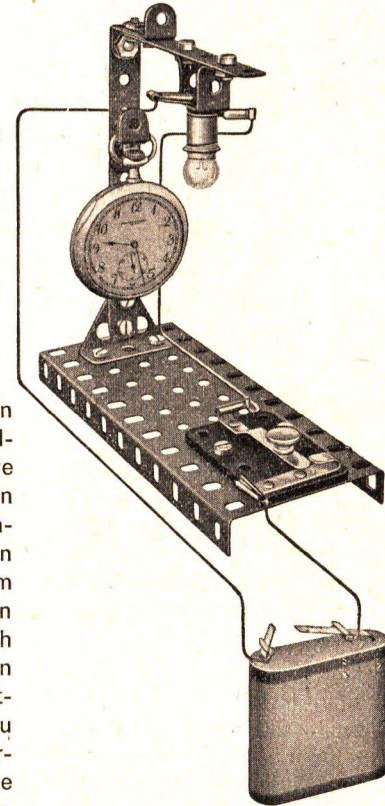
Erforderliche Teile:

- 2 Flachbänder Nr. 1/9
- 1 Flachband Nr. 1/7
- 2 Winkelstücke Nr. 12
- 13 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Doppelwinkel Nr. 47a
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühbirne $3\frac{1}{2}$ Volt Nr. 557/3 $\frac{1}{2}$
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

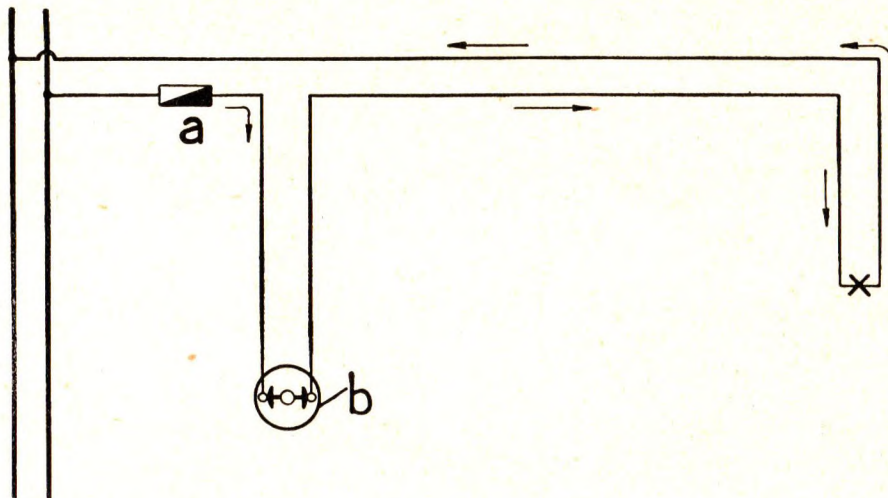
== oder $\approx$ 4 Volt

Der Aufbau dieses praktischen Uhrenständers ist aus der Abbildung leicht ersichtlich. Es wäre noch zu sagen, daß, um den ganzen Arm zu versteifen, die Flachbänder Nr. 1/9 doppelt genommen werden, wobei die Bänder um 8 Loch überlappt sind. Der Haken für die Uhr wird gebildet durch 2 Winkelstücke Nr. 12. Zwischen den Tasterschalter und die Rechteckplatte ist ein Stück Papier zu legen, damit die Niete des Tasterschalters und die Rechteckplatte keinen Kontakt miteinander erhalten.



Anleitung 59:

Sicherung von Beleuchtungsanlagen



Nachdem wir diese grundlegenden Versuche über die Leitung des elektrischen Stromes und über das elektrische Licht ausgeführt haben, können wir jetzt einige Schaltbilder über die gebräuchlichste Hausinstallation näher studieren.

Wir nehmen zunächst den einfachsten Fall eines Schalters mit einer Lampe an. Jedes Kabel wird der Deutlichkeit halber durch eine besondere Linie gekennzeichnet. Die Schalter werden durch Kreise angedeutet und die Lampe durch ein Kreuz. — Wir sehen in der Abbildung links zwei kräftige Drähte. Diese sollen das Lichtnetz andeuten. Von dort kommt der Strom über eine Sicherung a (siehe auch Anleitung 51) zum Schalter b und kann dort zur Glühlampe aus- und eingeschaltet werden. Die Rückleitung erfolgt durch die obere Leitung. **Der Schalter hat zwei Stellungen: „Ausgeschaltet“ und „Eingeschaltet“.**

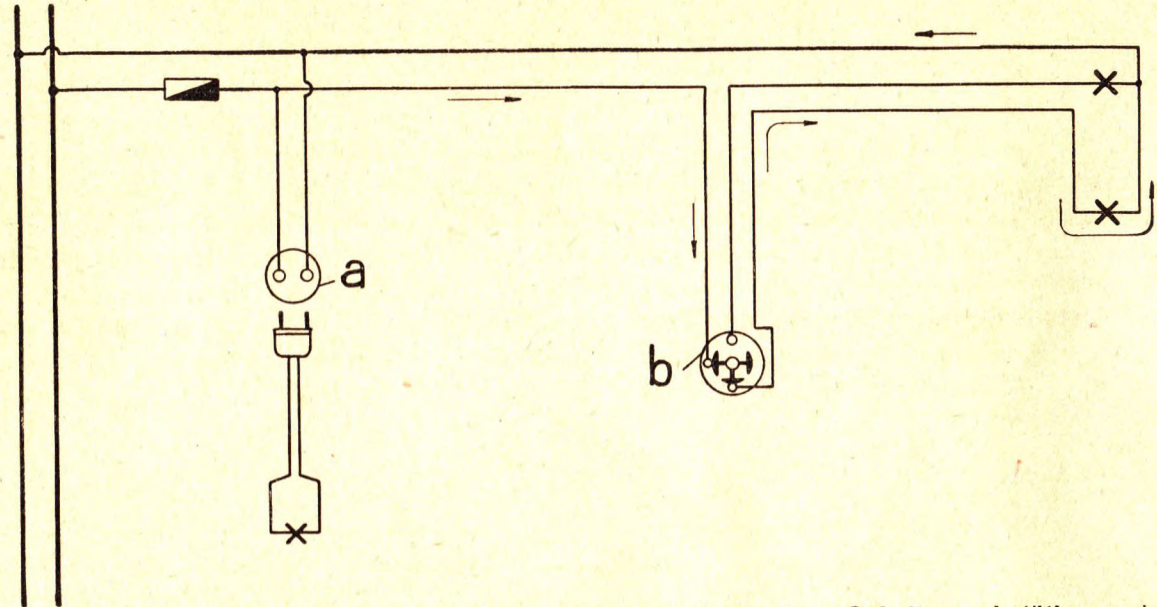
Der Strom muß vor Eintritt vom Netz in die Lichtleitung eine sogenannte Sicherung durchlaufen. Dieser kleine, sehr nützliche Apparat, welcher sich meistens am Elektrizitätszähler befindet, hat den Zweck, bei Auftreten eines unvorhergesehenen starken Stromes, z. B. bei Kurzschluß, die Anlage vom Netz zu trennen. Dies geschieht dadurch, daß bei Kurzschluß die Stromstärke so stark ist, daß ein in der Sicherung angebrachtes feines Drähtchen durchschmilzt, wodurch die Trennung erfolgt. Deshalb ist es **besonders wichtig, daß bei Anlagen stets die Sicherungen in guter Ordnung sind**, damit sie bei Störungen funktionieren können; **unter keinen Umständen dürfen die Sicherungen unsachgemäß instand gesetzt werden**, denn dann gewähren sie keine Sicherheit mehr.

Anleitung 60:

Steckdose und Serienschalter

Auch hier kommen vom Netz zur Anlage zwei Drähte von welchem zunächst eine Abzweigung zur Steckdose a führt.

Eine Steckdose dient dazu, beliebige Stromverbraucher an das Lichtnetz mit Hilfe eines einfachen Steckers anzuschließen. Solche viel verwendeten Stromverbraucher sind z. B. Stehlampen, Bügeleisen, Staubsauger, Radiogeräte usw.



Die Leitung führt weiter zum Serienschalter b. Dieser dient dazu, zwei Lampengruppen durch einen Schalter zu betätigen, wie dies z. B. bei einem Kronleuchter der Fall ist. **Der Serienschalter hat folgende vier Stellungen:**

Ausgeschaltet.

Untere Lampe eingeschaltet.

Untere und obere Lampe eingeschaltet.

Obere Lampe eingeschaltet.

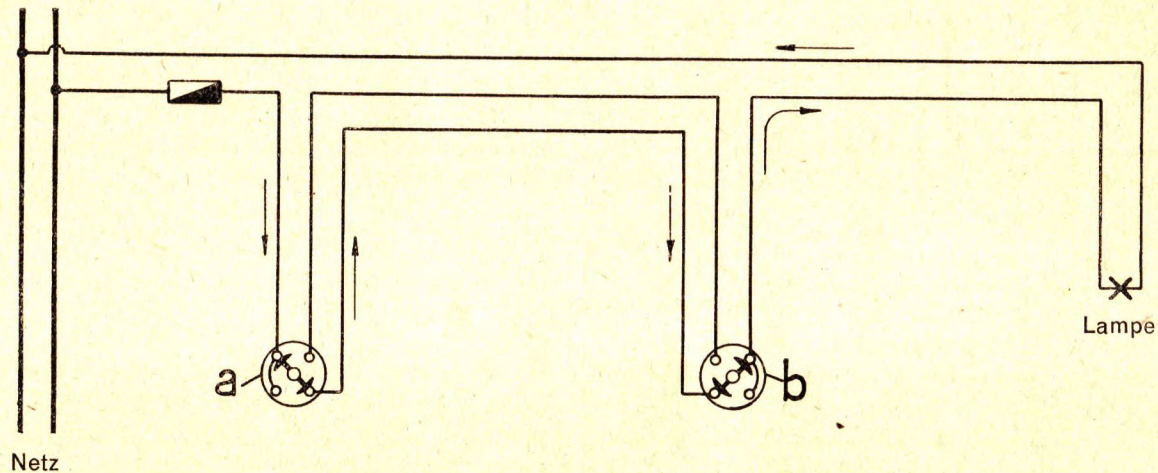
Dann kommt wieder die Stellung „**Ausgeschaltet**“.

Die Wirkungsweise des Serienschalters können wir uns am besten klarmachen, wenn wir ein kleines Stückchen Papier ausschneiden, auf welches wir das Innere des Schalters nach nebenstehender Abbildung  aufzeichnen und dieses Stück Papier mit Hilfe einer Nadel auf den Schalter b legen und uns die einzelnen Schaltstellungen vor Augen führen. — Die in der Abbildung gezeigte Schaltstellung am Schalter b läßt den Strom nur zur unteren Lampe gelangen, während die obere Lampe jetzt keinen Strom bekommt.

Anleitung 61:

Wechselschalter

Häufig kommt der Fall vor, daß es nötig ist, **eine Lampe von 2 Schaltern aus beliebig aus- und einschalten zu können**. Hierzu bedient man sich zweier sogenannter Wechselschalter. Zur Verbindung zwischen den beiden Schaltern ist eine dreifache Leitung notwendig. Auch hier kommen wir mit der Erkenntnis der Funktion der Schalter am schnellsten vorwärts, wenn wir uns zwei Stückchen Papier ausschneiden und hierauf das Innere des Schalters nach nebenstehender Skizze  aufzeichnen und mit einer Nadel drehbar auf die beiden Schalter legen. Wie die Abbildung zeigt, geht jetzt der Strom von Schalter a zum Schalter b und von dort zur Glühlampe und wieder zurück zur Leitung. Der mittlere Strang zwischen den beiden Schaltern a und b ist jetzt stromlos. Wird an Schalter a oder b eine Vierteldrehung ausgeführt, so kann der Strom nicht durch, und die Lampe erlischt.



C. Elektrochemische Vorgänge

Anleitung 62:

Ausführbar mit ELEX Nr. 501
oder 502 oder 503

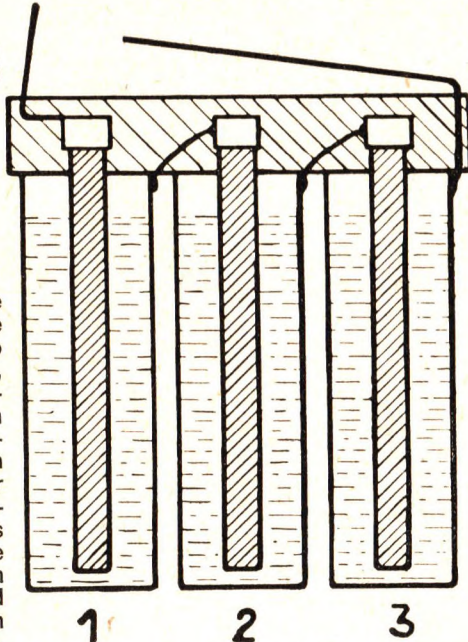
Aufbau der Batterie

Erforderliche Teile:
1 Taschenlampenbatterie

Wenn wir im Laufe der Zeit unsere Batterie erschöpft haben, so dürfte es sich lohnen, dieselbe einmal aufzumachen. Wir werden darin drei Zinkbehälter 1, 2, 3 finden. In jedem Zinkbehälter befindet sich ein Kohlenstift, welcher bis oben in die Gußmasse hineinragt. Zwischen dem Kohlenstift und dem Zink befindet sich noch eine Füllmasse.

Durch die chemische Reaktion zwischen dem Zink, dem Kohlenstift und der Füllmasse entsteht nun eine elektrische Spannung, welche bei einem frischen Element den Betrag von ca. 1,5 Volt (s. auch Anleitung 28) annimmt.

Der Kohlenstift von Element 1 ist in Verbindung mit der kurzen Lasche der Batterie; der Zinkbecher 1 ist verbunden mit dem Kohlenstift 2; der Zinkbecher 2 ist verbunden mit dem Kohlenstift 3 und der Zinkbecher 3 ist wieder verbunden mit der längeren Lasche der Batterie. Wir haben somit bei einer frischen Batterie $3 \times 1,5$ Volt, d. h. rund 4,5 Volt zur Verfügung (vgl. Anleitung 28).



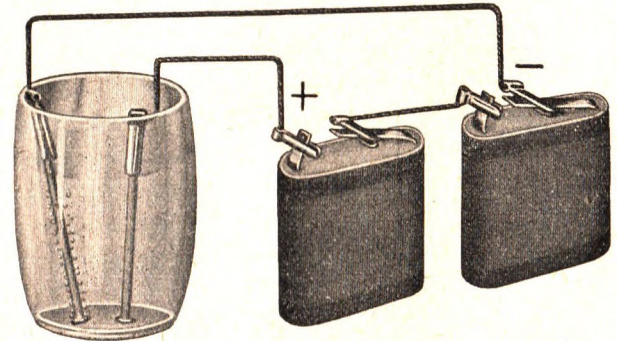
Anleitung 63: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Wasserzersetzung

Erforderliche
Teile:

- 2 Nägel Nr. 555
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Glas
- 2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:
— Volt



Ein interessanter Versuch, welcher schon in das Gebiet der Chemie übergreift, ist die elektrische Wasserzersetzung, auch „**Elektrolyse**“ genannt.

In ein Gefäß mit Wasser werden zwei Nägel eingeführt und an eine Stromquelle angeschlossen. Als Stromquelle eignen sich hierzu am besten zwei hintereinandergeschaltete Taschenlampenbatterien gemäß Anleitung 30. Die beiden eingetauchten Stifte heißen „**Elektroden**“. Derjenige, welcher mit dem Plus-Pol der Batterie verbunden ist, heißt **Anode**, derjenige, der mit dem Minus-Pol in Verbindung steht, **Kathode**. Nach kurzer Zeit sehen wir, daß an der **Kathode** (—) **viele Gasbläschen** aufsteigen, während an der **Anode** (+) **weniger Gasbläschen** aufsteigen. Dieser Unterschied in der Gasentwicklung dient auch zur „**Feststellung der Polarität bei Gleichstrom**“. Bei destilliertem Wasser gelingt der Versuch nicht ohne weiteres, es ist in diesem Falle eine leichte Ansäuerung des Wassers notwendig. Die Gasbläschen bestehen bei dem Minus-Pol aus Wasserstoff, während am Plus-Pol Sauerstoff gebildet wird. Hätten wir genügend Strom zur Verfügung, um das ganze Glas Wasser in seine Elemente aufzulösen, so würden wir die interessante Wahrnehmung machen, daß die Auflösung restlos gelingt und daß das Wasser somit aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht.

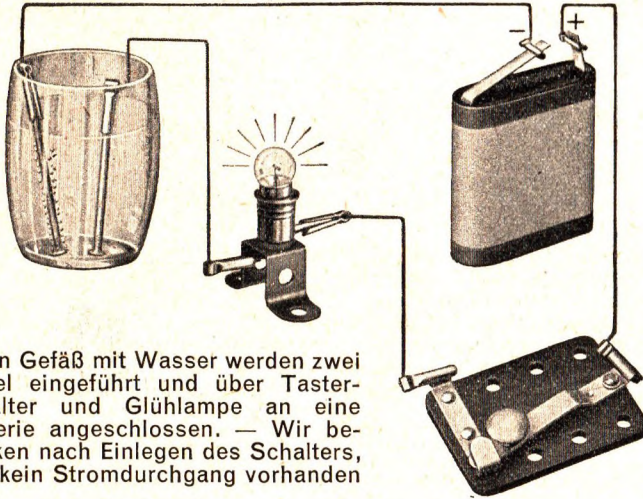
Anleitung 64: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Stromdurchgang durch eine Salzlösung

Erforderliche Teile:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 2 Nägel Nr. 555 | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Fassung Nr. 556 | 1 Tasterhalter Nr. 563 |
| 1 Glühlampe 3½ Volt Nr. 557/3½ | 1 Glas |
| 1 Kabel Nr. 560/25 | 1 Taschenlampenbatterie |

Stromquelle:  4 Volt



In ein Gefäß mit Wasser werden zwei Nägel eingeführt und über Tasterhalter und Glühlampe an eine Batterie angeschlossen. — Wir bemerken nach Einlegen des Schalters, daß kein Stromdurchgang vorhanden ist.

Nun schütten wir Kochsalz in das Wasser, rühren um und stellen eine schwach konzentrierte Kochsalzlösung her, bis das Lämpchen zu glühen beginnt. Machen wir die Konzentration stärker, indem wir noch mehr Salz zugeben, so leitet die Lösung besser. Es läßt sich genau an der Leuchtstärke der Glühlampe beobachten, **wie der Widerstand mit der Konzentration abnimmt**. Verändern wir den Elektrodenabstand, so können wir auch hieran die Widerstandsveränderung beobachten. Das an der Kathode sich entwickelnde Wasserstoffgas ist deutlich zu sehen, jedoch entsteht dasselbe in diesem Falle erst indirekt und nicht auf Grund des elektrolytischen Vorganges.

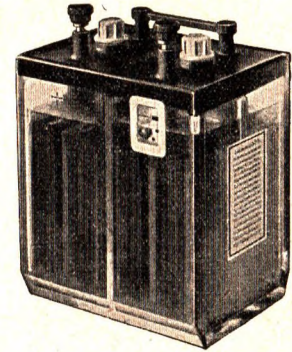
Anleitung 65:

Akkumulator

Ein Akkumulator hat gegenüber einer Taschenlampen-Batterie den Vorteil, daß er sich immer wieder aufladen läßt. **Schicken wir in den Akkumulator Gleichstrom hinein, so speichert er die elektrische Energie auf**, indem er mit derselben zuvor eine Umwandlung in chemische Energie vornimmt und als elektrische Energie wieder abgibt.

Im Innern enthält der Akkumulator verschiedene Arten von Bleiplatten, die in verdünnter Schwefelsäure stehen. In aufgeladenem Zustande besteht die Kathode (—) aus schwammigem Blei und die Anode (+) aus Bleisuperoxyd; in entladenen Zustande bestehen beide Arten von Platten aus Bleisulfat.

Finden wir auf dem Akkumulator die Angabe 15 Ampere-stunden (Ah), so heißt das, wir können den Akkumulator 15 Stunden lang mit 1 Ampere entladen oder 30 Stunden lang mit ½ Ampere. Der Akkumulator darf höchstens mit der von der Fabrik angegebenen Stromstärke entladen werden, um keinen Schaden zu nehmen. **Die abgegebene Spannung beträgt 2 Volt pro Zelle.**



D. Elektromagnetismus

a) Elektromagnetisches Feld

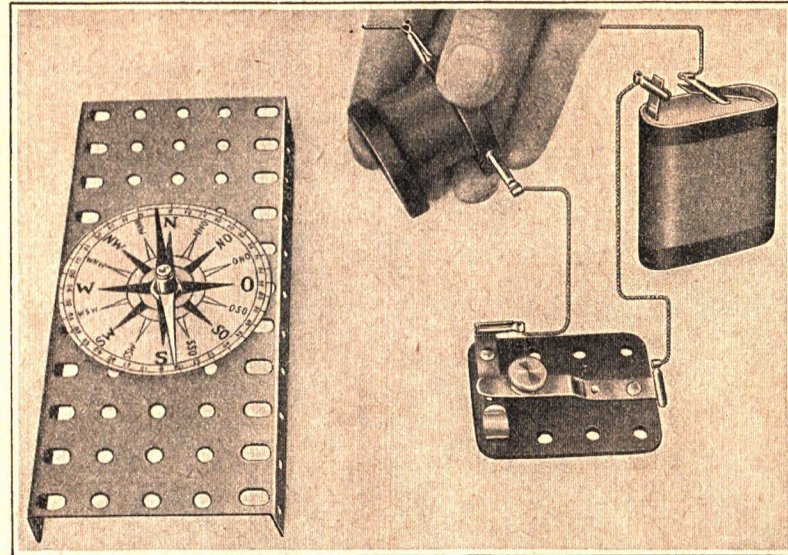
Anleitung 66: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Stromlose Spule lenkt Magnetnadel nicht ab

Erforderliche Teile:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Tasterschalter Nr. 563* |
| 1 Magnetnadel, horizontal Nr. 552 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 1 Kabel Nr. 560/25 | 1 Taschenlampenbatterie |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | |

Stromquelle:
== 4 Volt



* Bei Kasten Nr. 501 erfolgt die Kontaktbetätigung durch Stecken bzw. Ziehen der Kontaktöse eines Kabels direkt an einer der Batterielaschen.

Wir bauen unseren Kompaß nach Anleitung 17 erneut auf; nähern wir demselben unsere Spule, ohne daß Strom durch dieselbe fließt, so wird die Nadel des Kompasses nach wie vor in der Nord-Süd-Richtung stehenbleiben.

NB. Um die Gewinde in den Flanschen der Spulen zu schonen, sollen zur Befestigung jeweils **nur die kurzen Schrauben Nr. 37** Verwendung finden. Die Spule darf nur an die angegebene Spannung angeschlossen werden.

Anleitung 67: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Stromdurchflossene Spule lenkt Magnetnadel ab

Erforderliche Teile:

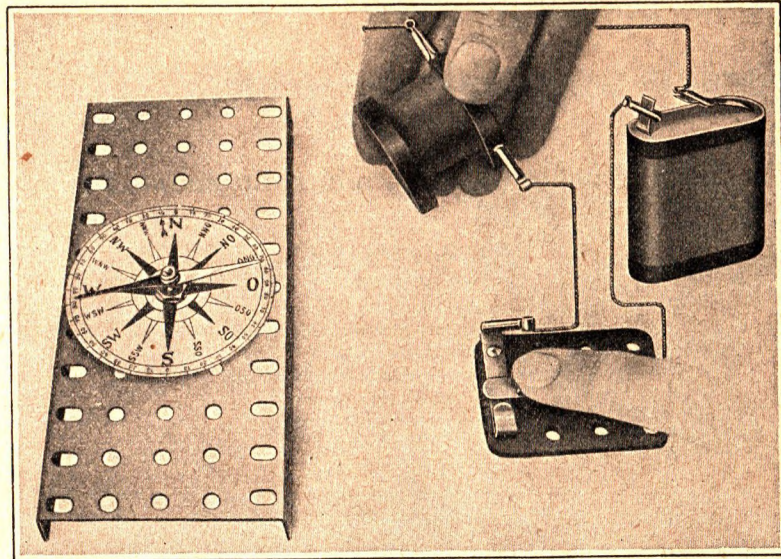
- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Magnetnadel horizontal Nr. 552 | (siehe Anmerkung bei Anl. 66) |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Kabel Nr. 560/25 | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | 1 Taschenlampenbatterie |

Stromquelle:

== 4 Volt

Geben wir mit Hilfe des Tasterschalters Strom in die Spule, so kommt Leben in den Kompaß, und seine Nadel wird kräftig abgelenkt. Auch hier finden wir, daß das eine Ende der stromführenden Spule den Nordpol anzieht und das andere Ende den Nordpol abstößt.

„Die stromdurchflossene Spule wirkt also selbst wie ein Stabmagnet (vgl. Anl. 22) mit zwei verschiedenen Polen. Sie strahlt ein elektromagnetisches Feld aus.“



Anleitung 68: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Polarität und Stromrichtung einer stromdurchflossenen Spule

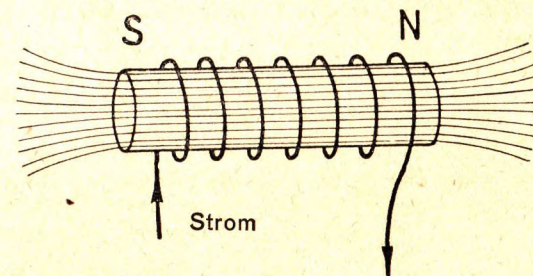
Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 67

Stromquelle:
== 4 Volt

Stellen wir die Wicklungsrichtung der Spule fest und die Richtung des Stromes, so sehen wir, daß das elektromagnetische Feld (Kraftlinien) dem erzeugenden Strom nach einer Rechtsschraube zugeordnet ist.

Innerhalb der Spule gehen die Kraftlinien vom Südpol zum Nordpol und außerhalb der Spule vom Nordpol zum Südpol (vgl. Anleitung 3 und Anleitung 75).

Kraftlinien im Elektromagnet



Anleitung 69: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Kraftlinienbild der stromdurchflossenen Spule

Erforderliche Teile:

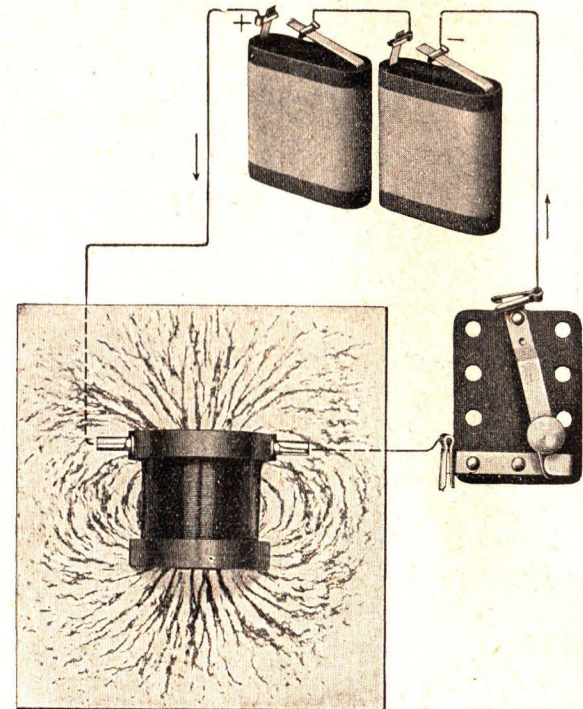
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563 (s. Anm. bei Anl. 66)
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581
- 1 Kartonblatt (12 × 15 cm)
- 2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder  8 Volt

Auf ein Kartonblatt zeichnen wir uns den Umriß der Magnetspule Nr. 565 auf, wie in dem Ausschneidebogen angegeben (**I**). Dann schneiden wir diese Fläche aus und stecken unsere Magnetspule in den Ausschnitt hinein. Drehen wir den Tasterschalter in Dauerkontaktstellung und streuen vorsichtig Eisenfeilspäne auf den Karton, so bemerken wir das Entstehen eines Kraftlinienbildes. Ist dieses Bild deutlich hervorgetreten, so schalten wir den Strom wieder aus, damit die Batterien und die Magnetspule keinen Schaden nehmen.

Die Kraftlinien verlaufen im Innern der Spule geradlinig, treten dann an beiden Seiten aus und schließen sich um die Spule herum. **Im Innern der Spule sind die Kraftlinien am dichtesten;** gemäß Anleitung 68 läßt sich auch hier die Polarität feststellen.



Anleitung 70: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Spule mit offenem Eisenkern

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 69

Ferner:
1 Eisenkern Nr. 566
(siehe Anmerkung bei Anl. 66)

Stromquelle:
= oder  8 Volt

Wir wissen bereits aus Anleitung 9, daß Eisen im magnetischen Felde die in der Nähe befindlichen Kraftlinien aufsaugt. Wir nehmen also unser Kartonblatt mit dem darauf befindlichen Kraftlinienbild nach Anleitung 69 vorsichtig von der Spule ab. Nun stecken wir den Eisenkern Nr. 566 in die Spule hinein und stülpen das Feldbild wieder darüber, jedoch möglichst ohne Erschütterung. Schalten wir jetzt den Strom ein, so ziehen sich die Kraftlinien zusammen und suchen den Weg durch den Eisenkern auf. Das Kraftlinienbüschel wird durch die Spule hindurch viel dichter als in Anleitung 69, d. h. die Streuung wird kleiner.

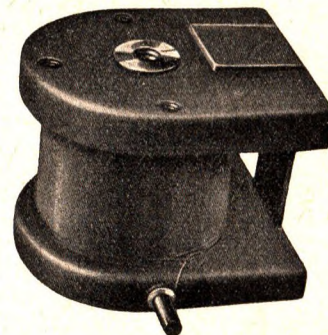
Magnetisieren wir den Eisenkern mit Hilfe einer vom Strom durchflossenen Drahtspule, so nennen wir diese Anordnung „**Elektromagnet**“.

Anleitung 71: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Spule mit geschlossenem Eisenkern

Erforderliche Teile:

- 1 Schraube mit Mutter Nr. 37k
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Magnetbügel Nr. 567



Schieben wir den Magnetbügel um die Spule und verschrauben ihn mit dem Eisenkern, so haben wir, bei stromdurchflossener Spule, zwischen dem freien Ende des Eisenkerns und dem freien Ende des Magnetbügels ein sehr dichtes, elektromagnetisches Feld. Alle Kraftlinien gehen jedoch auch in diesem Falle nicht durch den Magnetbügel, sondern ein kleines Streufeld bleibt außerhalb bestehen. Auf obige Anordnung werden wir noch des öfteren zurückkommen.

Befindet sich im Magnetbügel eine so große Anzahl von Kraftlinien, daß infolge des Querdruckes im Innern keine weiteren Kraftlinien mehr hineingedrückt werden können, so sprechen wir von der „**Sättigung**“ des betr. Eisenteiles. Wollen wir also noch mehr Kraftlinien unterbringen, so geht das nicht; dieselben müssen in das Streufeld (siehe Anleitung 9).

Anleitung 72: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Feldbild zweier Elektromagnete mit gleicher Achse

Erforderliche Teile:

- 1 Welle Nr. 13/11,5
- 4 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Stellringe Nr. 59
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Induktionsspule Nr. 544
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581
- 1 Kartonblatt (12×15 cm)
- 2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

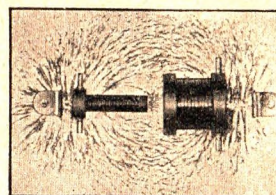
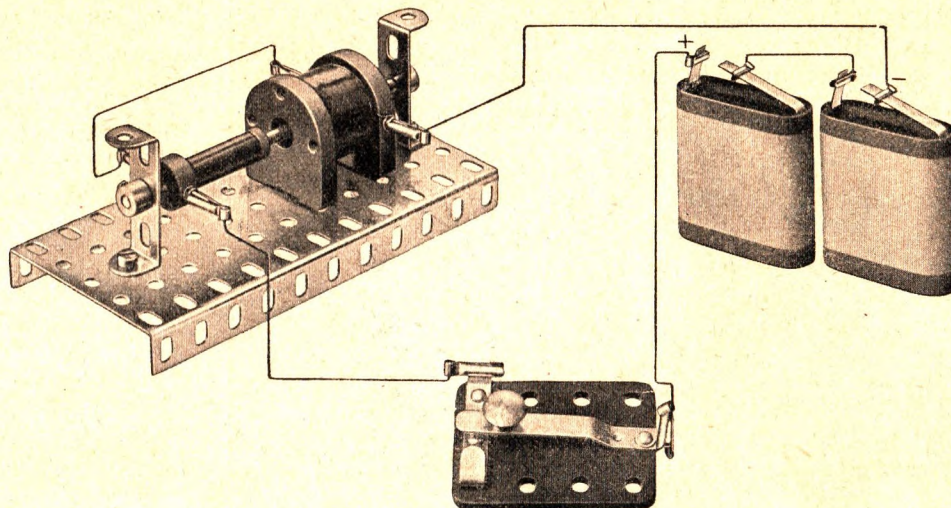
Stromquelle:

— oder  8 Volt

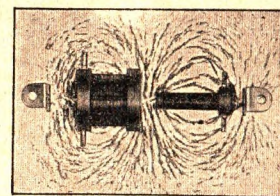
Wir bauen die Vorrichtung, wie Abbildung zeigt. Auf ein Kartonblatt zeichnen wir die Spulenumrisse nach den Angaben des Ausschneidebogens auf und schneiden das Blatt aus. Seitlich schneiden wir zwei Lappen ein, damit das Kartonblatt über die Verbindungsbügel Nr. 60/5M hereingeschoben werden kann; durch die Welle Nr. 13/11,5 und die Spulen ist das Kartonblatt genügend gehalten.

Beim Anschluß der Kabel ist darauf zu achten, daß der Strom die Spulen zunächst gleichsinnig durchfließt. Streuen wir nun die Eisenfeilspäne auf, so bemerken wir, daß das Magnetfeld durch beide Spulen hindurchgeht (Abb. links).

Drehen wir in einer Spule die Stromrichtung um, so bemerken wir nach Wiedereinschalten des Stromes, daß sich die beiden Spulenfelder nunmehr abstoßen (Abb. rechts).



Gleichgerichtete Stromdurchflutung der Spulen



Entgegengesetzte Stromdurchflutung der Spulen

NB. Sind die Kraftlinienfelder bei leichter Erschütterung deutlich hervorgetreten, so ist der Strom jeweils abzuschalten, damit die Stromquelle und die Spulen keinen Schaden nehmen.

Anleitung 73: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

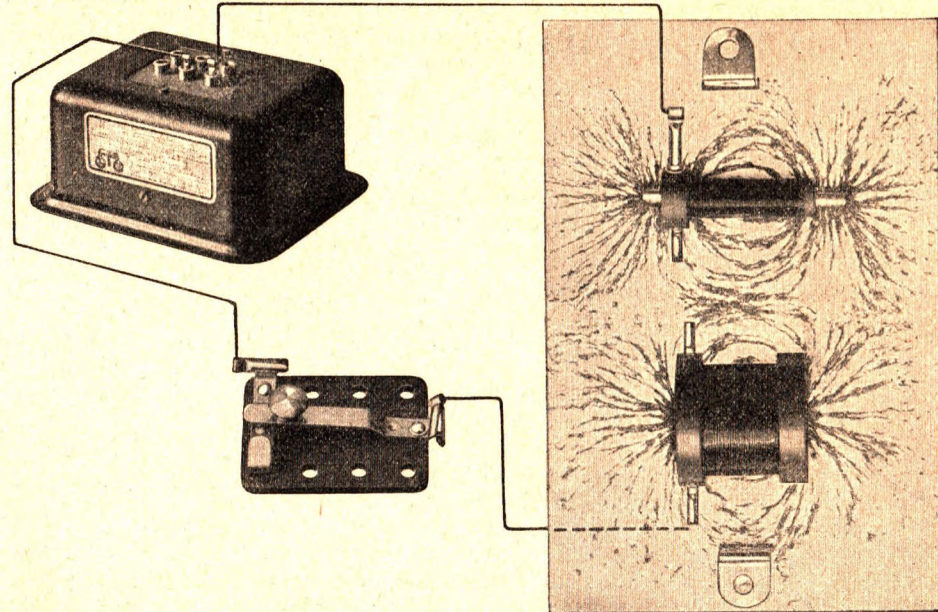
Feldbild zweier Elektromagnete mit parallelen Achsen

Erforderliche Teile:

- 1 Welle Nr. 13/5
- 6 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Induktionsspule Nr. 544
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581
- 1 Kartonblatt (12×15 cm)
- 2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:

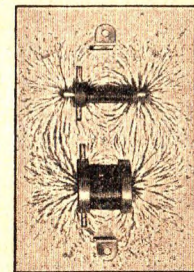
— oder  8 Volt



Auf ein Kartonblatt zeichnen wir die Spulenumrisse nach den Angaben des Ausschneidebogens auf und schneiden das Blatt aus. Seitlich werden zwei Lappen eingeschnitten, jedoch befinden sich die Verbindungsbügel Nr. 60/5 M in diesem Falle an den Enden der Rechteckplatte. In die Magnetspule Nr. 565 wird der Eisenkern Nr. 566 eingeführt und in die kleine Spule Nr. 544 die Welle Nr. 13/5. Das Kartonblatt erhält durch zwei Schrauben mit Muttern, die an den Verbindungsbügeln Nr. 60/5 M befestigt werden, eine Auflage.

Wie in der vorhergehenden Anleitung, so führen wir auch hier zwei Versuche durch, indem wir den Strom in einer Spule umkehren. Ganz deutlich läßt sich der entstehende Querdruck im Kraftlinienbild beobachten (Abb. oben).

NB. Die Versuche dürfen nicht zu lange ausgedehnt werden.



b) Elektromagnetische Kräfte

Anleitung 74: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Aufbau eines Elektromagneten

Erforderliche Teile:

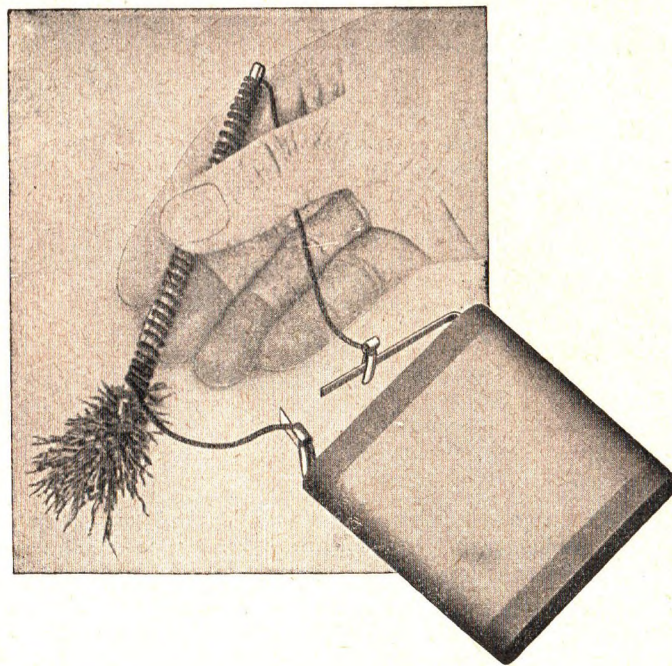
- 1 Welle Nr. 13/5
- 1 Kabel Nr. 560/100
- 1 Packung Eisenfeilspäne Nr. 581
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder  4 Volt

Wir haben in früheren Anleitungen die Wirkungen vom Stahlmagneten kennengelernt und werden im folgenden Näheres über den Elektromagneten erfahren.

Der selbstgebaute Elektromagnet besteht aus der Welle Nr. 13/5, um welche herum wir in zahlreichen Windungen ein Kabel Nr. 560/100 gewickelt haben. Verbinden wir die beiden Enden des Kabels mit der Batterie, so haben wir einen sehr kräftigen Elektromagneten, welcher zahlreiche Eisenspäne oder Eisenteile halten kann.



NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden.

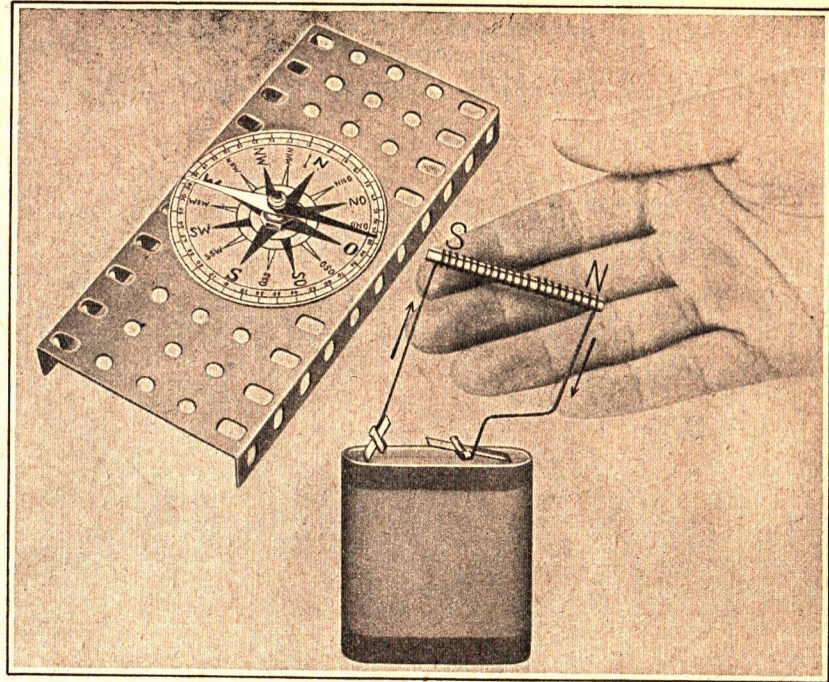
Anleitung 75: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Auch ein Elektromagnet hat einen Nord- und einen Südpol

Erforderliche Teile:

- 1 Welle Nr. 13/5
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552
- 1 Spitze mit Mutter Nr. 553
- 1 Kabel Nr. 560/100
- 1 Windrose (zum Ausschneiden)
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:
== 4 Volt



Legen wir einige Windungen des Kabels um unsere Welle, so finden wir, daß das eine Ende der Welle den Nordpol anzieht und somit selbst ein Südpol ist (s. auch Anleitung 20), während die andere Seite der Welle den Südpol anzieht und somit selbst ein Nordpol ist. — Verfolgen wir genau die Stromrichtung, so finden wir, daß in einem Eisenkern ein magnetischer Nordpol entsteht, wenn der elektrische Strom ihn entgegen dem Uhrzeigersinn umfließt $\downarrow N$; fließt dagegen der elektrische Strom im Uhrzeigersinn $\downarrow S$, so entsteht ein magnetischer Südpol (vgl. Anleitung 68).

NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da durch den starken Stromverbrauch die Batterie rasch erschöpft wird.

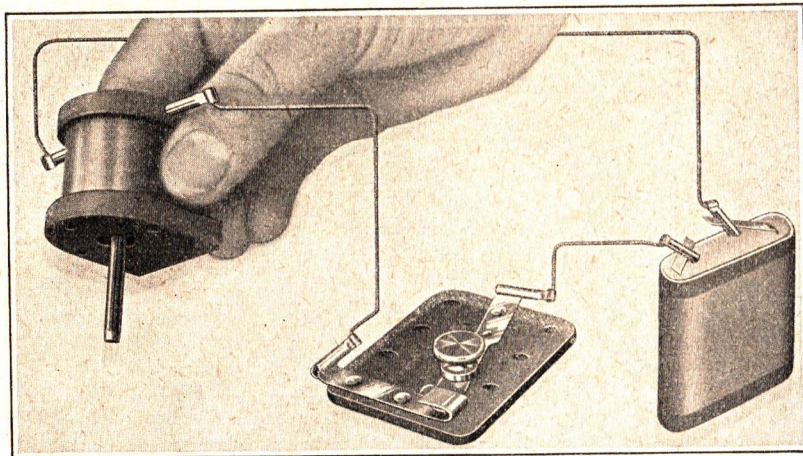
MÄRKLIN-ELEX

(III. Wirkungen des el. Stromes)

Anleitung 76: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Zugkraft der stromdurchflossenen Spule

- Erforderliche Teile:
- | | | |
|--------------------|--|---|
| 1 Welle Nr. 13/5 | 1 Tasterschalter Nr. 563
(siehe Anmerkung bei Anleitung 66) | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Kabel Nr. 560/25 | | 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | | |
- Stromquelle:
 oder  4 Volt



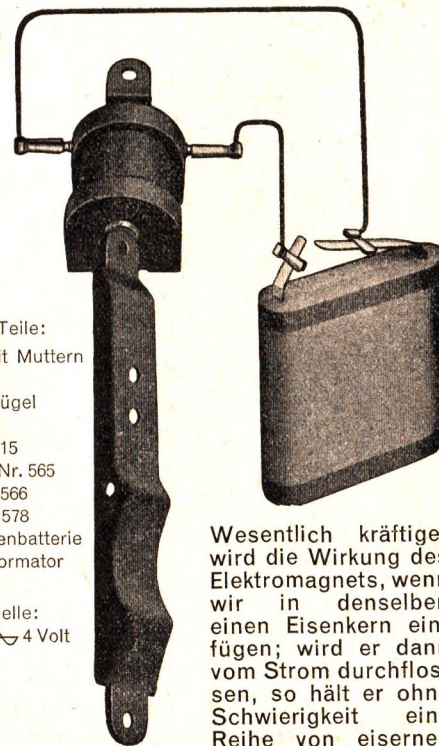
Die MÄRKLIN-ELEX-Magnetspule hat eine große Anzahl von dünnen Windungen und erzeugt ein sehr kräftiges elektromagnetisches Feld, ohne die Batterie zu stark in Mitleidenschaft zu ziehen. In obenstehender Abbildung sehen wir, wie bei Anschluß unserer Magnetspule mit Hilfe des Tasterschalters an unsere Taschenlampenbatterie der Elektromagnetismus in der Spule so stark ist, daß eine Welle Nr. 13/5 gehalten wird; allerdings reicht die Kraft nicht aus, um die Welle in senkrechter Lage zu halten, wohl aber, wenn die ganze Vorrichtung etwas schräg gelegt wird. Wird die Magnetspule ohne Eisenkern benutzt, so ist ihr richtiger Name „**Solenoid**“.

Anleitung 77: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Zugkraft der Magnetspule mit Eisenkern

- Erforderliche Teile:
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
 - 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
 - 2 Kabel Nr. 560/15
 - 1 Magnetspule Nr. 565
 - 1 Eisenkern Nr. 566
 - 1 Feldbügel Nr. 578
 - 1 Taschenlampenbatterie oder 1 Transformator

Stromquelle:
 oder  4 Volt



Wesentlich kräftiger wird die Wirkung des Elektromagnets, wenn wir in denselben einen Eisenkern einfügen; wird er dann vom Strom durchflossen, so hält er ohne Schwierigkeit eine Reihe von eisernen Teilen. — Zur Befestigung des Eisenkerns verwenden wir den Verbindungsbügel Nr. 60/5M, den wir auf der Rückseite der Magnetspule festschrauben.

Anleitung 78: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

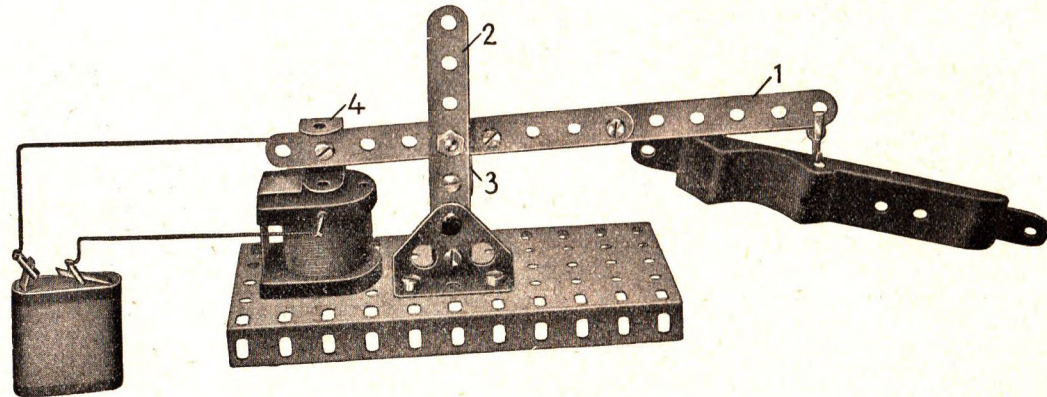
Elektromagnet mit Hebelarm

Erforderliche Teile:

- 2 Flachbänder Nr. 1/9
- 1 Flachband Nr. 1/7
- 1 Führungsbügel Nr. 11
- 1 Winkelstück Nr. 12
- 1 Schraube mit Mutter Nr. 37
- 11 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 1 Feldebügel Nr. 578
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

== oder ~ 4 Volt



Ein Hebelarm¹ wird nach nebenstehender Abbildung mit einer Schraube Nr. 37a und zwei Muttern lose auf den Ständer² verschraubt. In einem Loch unterhalb des Hebelarms wird ein Winkelstück³ befestigt, damit der Hebelarm einen Anschlag hat und nicht zu weit herunterfallen kann. — Geben wir in unsere Magnetspule Strom und drücken wir den Führungsbügel⁴ auf den Magnetkern, so werden wir finden, daß wir den Hebelarm¹ sehr stark belasten können, bis sich der Führungsbügel⁴ vom Magneten löst.

Anleitung 79: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

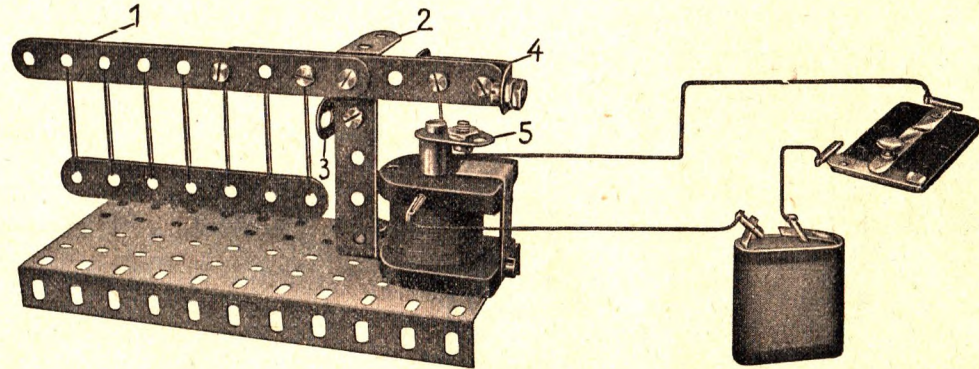
Bahnschranke

Erforderliche Teile:

- 1 Flachband Nr. 1/9
- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 1 Flachstück Nr. 10
- 1 Winkelstück Nr. 12
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37
- 11 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Lagerbügel Nr. 46
- 1 Doppelwinkel Nr. 47a
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taster Schalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder ~ 4 Volt



Ein hübsches Modell, welches wir für unsere Spiel-Eisenbahn benutzen können, ist eine magnetische Bahnschranke. Die Abbildung zeigt, wie die Schranke¹ am Lagerbügel² mit Hilfe einer Schraube Nr. 37 mit zwei Muttern gehalten ist. Das Winkelstück³ begrenzt die Bewegung der Schranke nach unten. — Die Schranke muß, um gut funktionieren zu können, im Gewicht ausgeglichen werden durch einen Doppelwinkel⁴, welcher nach Bedarf noch mit Schrauben belastet wird. — Schicken wir Strom in die Spule, so wird der Magnetkern mit Flachstück⁵ angezogen und der Schlagbaum hebt sich. Damit das Flachstück⁵ auf dem Magnetbügel nicht kleben bleibt, ist eine Schraube mit Mutter Nr. 37k aufzuschrauben. Zu bemerken wäre noch, daß der Magnetkern durch eine Schnur mit dem Schlagbaum zu verbinden ist.

Anleitung 80: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

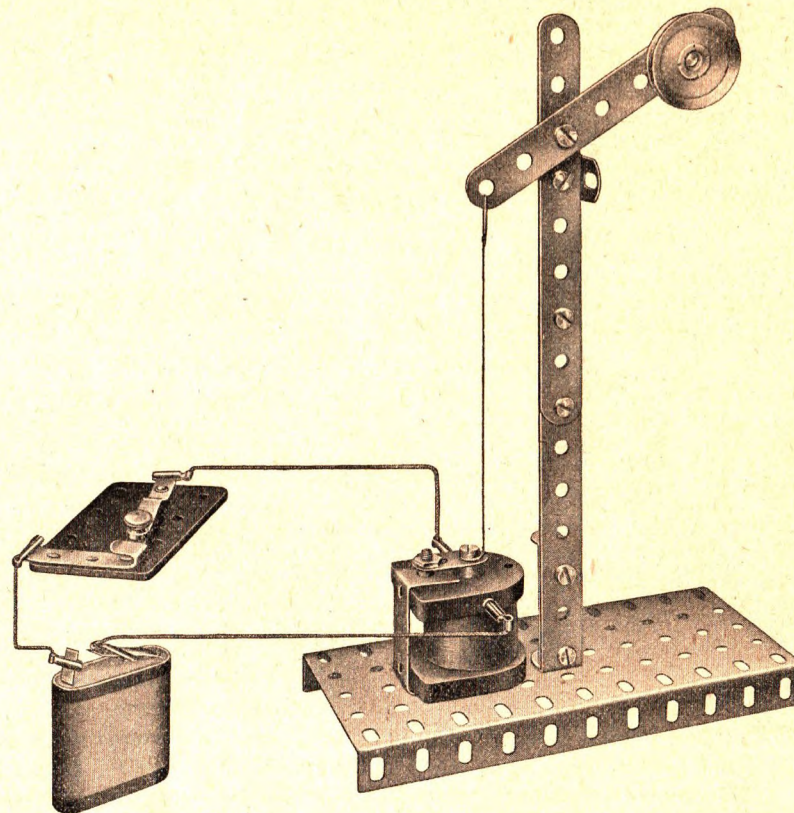
Signal

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Kabel Nr. 560/25 |
| 1 Flachband Nr. 1/7 | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Flachstück Nr. 10 | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Winkelstück Nr. 12 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Schnurlaufrad Nr. 22 | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37 | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 10 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Taschenlampenbatterie |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | oder 1 Transformator |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | |

Stromquelle:
= oder  4 Volt

Auch dieses Stück wird uns beim Betriebe unserer Eisenbahn viel Freude bereiten, denn wir können auf jede beliebige Entfernung bei Verwendung eines entsprechend langen Kabels unser Signal stellen, wie es im Großbetrieb auch der Fall ist. — Die Abbildung ist sehr deutlich gehalten, so daß über den Aufbau nichts zu sagen ist. Bezüglich des Magnetkerns, dem Flachstück und Schraube siehe Anleitung 79.



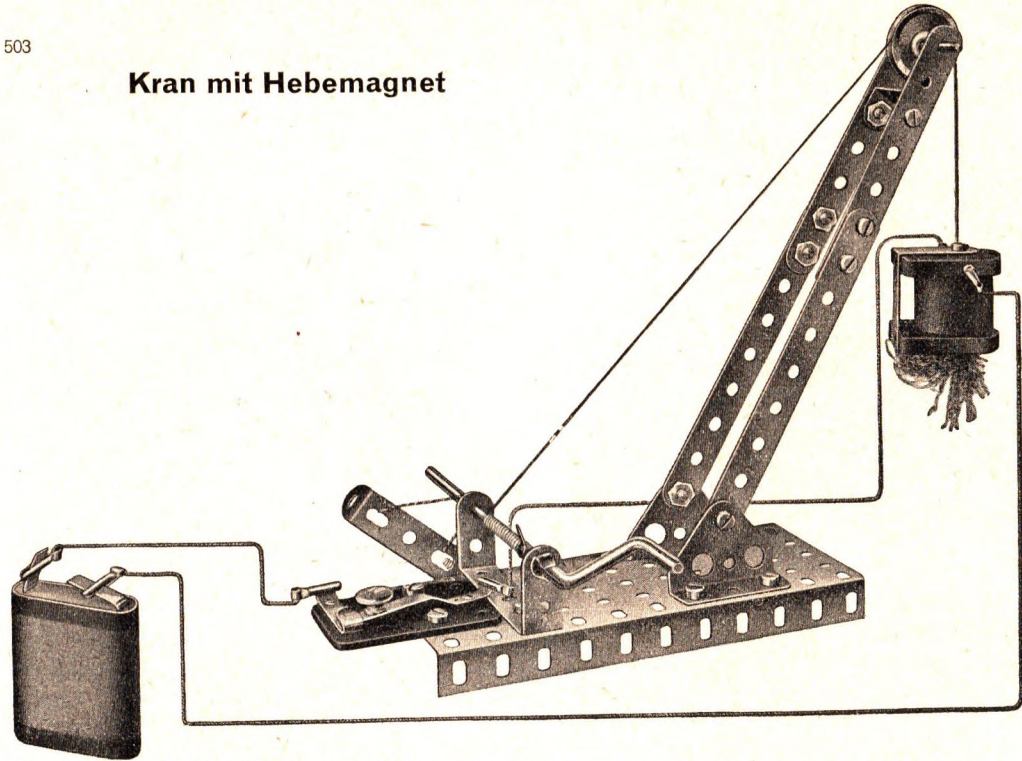
Anleitung 81: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Kran mit Hebemagnet

Erforderliche Teile:

- 2 Flachbänder Nr. 1/9
- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 1 Führungsbügel Nr. 11
- 1 Handkurbel Nr. 19
- 1 Schnurlaufrad Nr. 22
- 2 Klemmuffen Nr. 35
- 2 Klemmuffen Nr. 35a
- 1 Schraube mit Mutter Nr. 37
- 18 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Lagerbügel Nr. 46
- 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5 M
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 2 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:
= oder  4 Volt



Zum Verladen von Eisenteilen werden im Großbetrieb meistens Krane mit Hebemagnet benützt, weil hierdurch das umständliche Befestigen der Teile an ein Hakengeschirr in Wegfall kommt. Unser nebenstehender Kran gibt eine hübsche Wiedergabe des Großbetriebs. Der Aufbau selbst ist äußerst einfach. Die Magnetspule wird mit Kern und Bügel an eine Schnur gehängt und mit Hilfe der Kabel und des Tasterschalters an eine Taschenlampenbatterie angeschlossen. Geben wir mit Hilfe des Tasterschalters Strom in die Spule, so hebt sie Eisenteile, die sie bei Unterbrechung des Stromes wieder fallen läßt. Die Schnur wird mit Hilfe einer Klemmuffe Nr. 35 auf die Handkurbel Nr. 19 festgeklemmt. Der Bügel Nr. 60/5 M wird durch ein Winkelstück verlängert und an die Platte geschraubt. Eine Schnur, welche zweimal um die Handkurbel gewunden wird, dient bei Anziehen des Verbindungsbügels als Bremse.

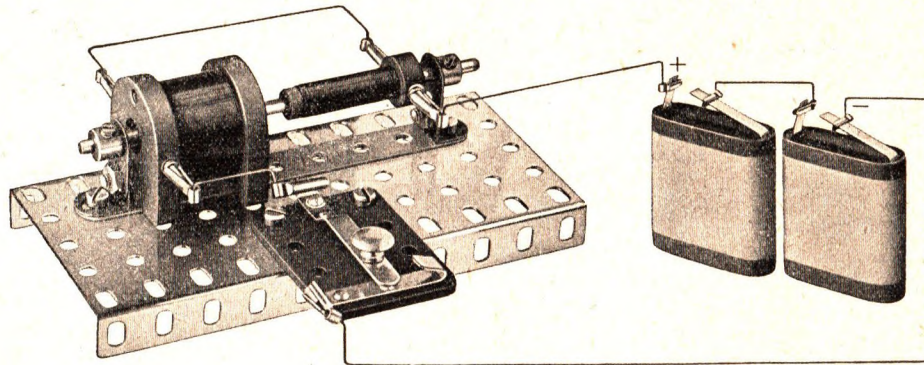
Anleitung 82: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegenseitige Anziehung zweier Elektromagnete

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Induktionsspule Nr. 544 |
| 2 Flachstücke Nr. 10 | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 2 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Welle Nr. 13/11,5 | 3 Kabel Nr. 560/25 |
| 8 Schrauben mit Muttern
Nr. 37k | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 2 Taschenlampen-
batterien |
| 2 Stellringe Nr. 59 | oder 1 Transformator |

Stromquelle:
== oder ~ 8 Volt



Wir bauen uns einen Apparat wie Abbildung zeigt. Es ist dabei zu beachten, daß die kleine Spule Nr. 544 auf der Welle Nr. 13/11,5 leicht innerhalb der Magnetspule Nr. 565 verschiebbar ist; eine gegenseitige Reibung darf auf keinen Fall vorhanden sein. Die beiden Spulen sind so hintereinander zu schalten, daß in der Welle jeweils dieselbe Feldrichtung entsteht. Anleitung 72 hat uns das Kraftlinienbild zu diesem Versuch gezeigt. Große Wege haben die Kraftlinien in diesem Falle in der Luft zu machen, und es treten erhebliche Längszugspannungen in denselben auf. Eine unserer Spulen ist nun beweglich angeordnet, so daß die Zugspannungen sich frei auswirken und die Kraftlinien sich verkürzen können. Beim Niederdrücken des Tasterschalters wird die kleine Spule in die Magnetspule hineingezogen; je größer der Strom in den Spulen ist, desto stärker ist die Wirkung.

Das Gesetz: „Ungleichnamige Pole ziehen sich an“ und die Behauptung:
„In der Kraftlinienrichtung herrscht ein Längszug, der die Kraftlinienwege zu verkürzen sucht“, sind also ganz dasselbe.

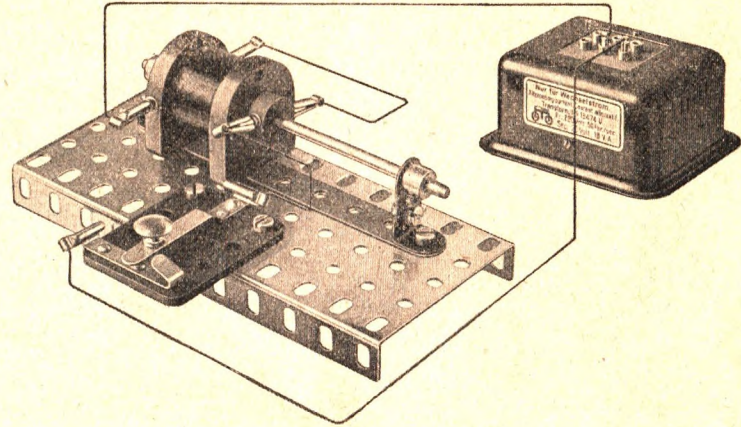
NB. Die Kontaktgabe soll über den Arbeitskontakt des Tasterschalters erfolgen und nicht über den Dauerkontakt, damit die Stromquelle und die Spulen nicht zu sehr belastet werden.

Anleitung 83: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegenseitige Abstoßung zweier Elektromagnete

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 82

Stromquelle:
— oder ~ 8 Volt



Im Aufbau der Anleitung 82 wird nun die Stromrichtung in der kleinen Spule umgekehrt und die Spulen ganz ineinandergeschoben. Beim Niederdrücken des Tasterschalters wird alsdann die kleine Spule herausgeschleudert. Das Kraftlinienbild in Anleitung 72 zeigt deutlich, wie durch den Querdruck die Kraftlinien auseinandergedrückt werden, auch hier sehen wir,

**daß das Gesetz: „Gleichnamige Pole stoßen einander ab“, dasselbe ist
wie die Behauptung: „Durch den Querdruck suchen gleichsinnig gerichtete Kraftlinien
ihren gegenseitigen Abstand zu vergrößern.“**

NB. Die Kontaktgabe soll über den Arbeitskontakt des Tasterschalters erfolgen und nicht über den Dauerkontakt, damit die Stromquelle und die Spulen nicht zu sehr belastet werden.

Anleitung 84: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

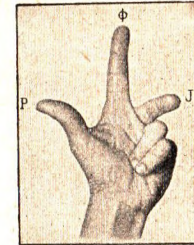
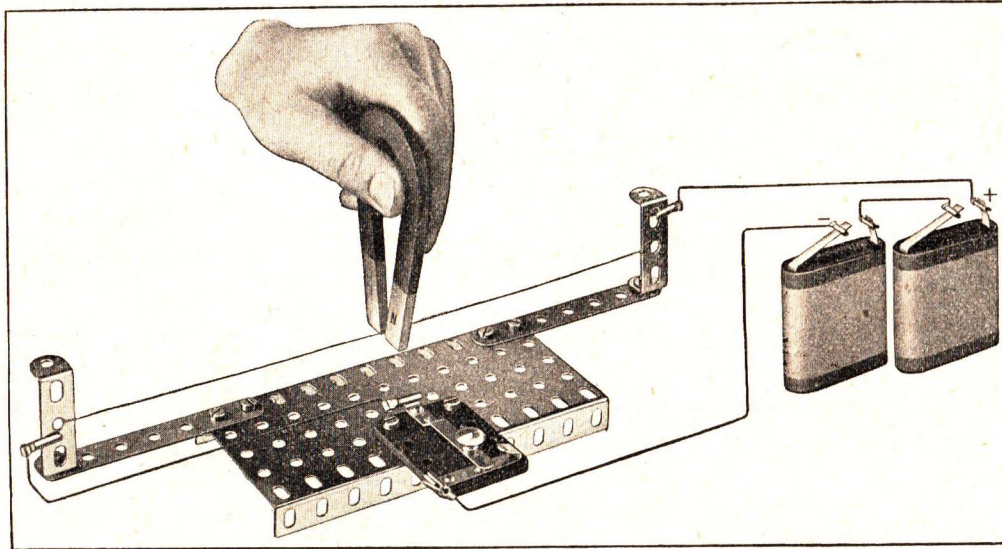
Stromführender Draht im Magnetfeld

Erforderliche Teile:

- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 6 Schrauben mit Muttern
Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel
Nr. 60/5M
- 2 Unterlegscheiben
Nr. 536M
- 4 Unterlegscheiben
Nr. 537
- 2 Schrauben mit Muttern
Nr. 538k
- 1 Lackdraht Nr. 549
- 1 Hufeisenmagnet Nr. 554
- 2 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:

== 8 Volt



P = Bewegungsrichtung

Φ = Kraftlinienrichtung

J = Stromrichtung

Wir bauen uns eine Vorrichtung nach obiger Abbildung; dabei ist zu beachten, daß die Verbindungsbügel Nr. 60/5 M von den Flachbändern Nr. 1/7 isoliert sind (Grundform C 5).

Lassen wir den Draht lose zwischen den Schenkeln des Hufeisenmagneten durchhängen und schalten dann den Strom ein, so wird der stromdurchflossene Draht zwischen den Magnetschenkeln ruckartig nach abwärts gedrückt. Drehen wir den Magneten um, so daß der Südpol nach vorn zeigt, dann wird der Draht emporgeschleudert. Wird die Stromrichtung im Draht umgekehrt und zeigt der Nordpol des Magneten nach vorn, so wird der Draht emporgeschleudert; zeigt jedoch der Südpol des Magneten nach vorn, so wird der Draht nach abwärts gedrückt. Diesen Vorgang bringt die „**Linke-Hand-Regel**“ zum Ausdruck, sie lautet: „**Bringen wir den Zeigefinger der linken Hand in die Richtung der Kraftlinien, den Mittelfinger in die Richtung des Stromes, so gibt der Daumen die Bewegungsrichtung des angespannten Drahtes an.**“

NB. Da der stromdurchflossene Draht für die Batterien einen Kurzschluß darstellt, so ist der Versuch kurzzeitig zu halten.

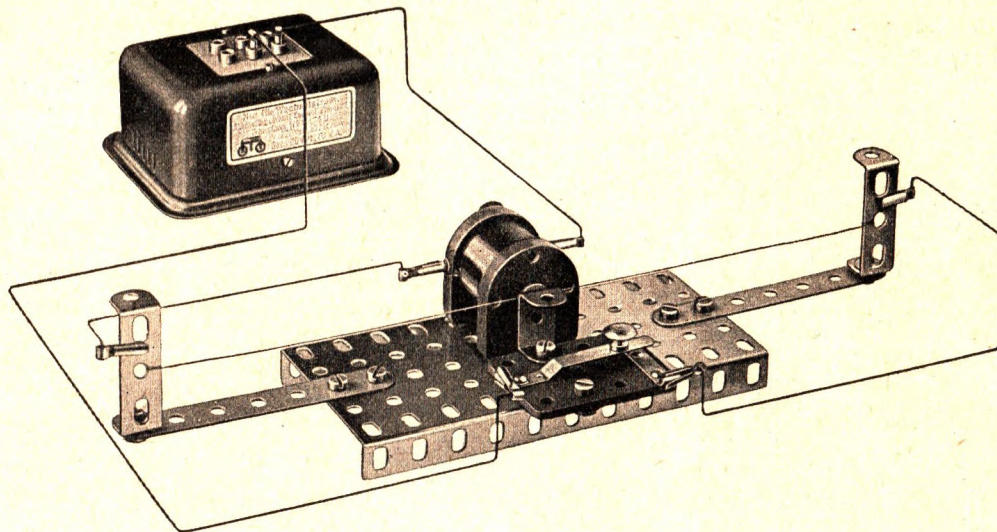
Anleitung 85: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im elektromagnetischen Feld

Erforderliche Teile:

- 3 Flachbänder Nr. 1/7
- 1 Flachband Nr. 1/3
- 1 Führungsbügel Nr. 11
- 1 Schraube mit Mutter Nr. 37
- 9 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Reckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 2 Unterlegscheiben Nr. 536M
- 4 Unterlegscheiben Nr. 537
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 538k
- 1 Lackdraht Nr. 549
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:
— oder  8 Volt



Aus der Abbildung ist der Aufbau des Apparates gut ersichtlich. Es ist darauf zu achten, daß der lose ausgespannte Draht genau im Magnetfeld hängt. Auch hier können wir die „Linke Handregel“ nachweisen und die Stromrichtung bzw. die Magnetfeldrichtung beliebig ändern (vgl. Anleitung 84).

NB. Der Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden.

Anleitung 86: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegenseitige Störung magnetischer Felder

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anl. 84

Stromquelle:
= 8 Volt

J = Strom
 P = Kraft
 ϕ = Magn. Feld

Wir kommen zurück auf den Versuch von Anleitung 84. Um den stromdurchflossenen Draht herum bildet sich ein elektromagnetisches Feld, dessen Kraftlinien konzentrische Kreise sind; dabei bildet der Draht die Achse (Abbildung 1). In den Anleitungen 3 und 6 haben wir zwei aufeinander senkrecht stehende Felder des Hufeisenmagnets kennengelernt (Abbildung 2).

Überlagert sich nun das Feld des stromführenden Drahtes und eines der beiden Hufeisenmagnetfelder in Abbildung 2, so entsteht eine Kraftwirkung auf den beweglichen Draht (vgl. Anleitung 84). Liegt dagegen das elektromagnetische Feld des Drahtes senkrecht zu beiden Hufeisenmagnetfeldern, oder, anders ausgedrückt, liegt der Draht selbst parallel zur Schnittlinie der beiden Hufeisenmagnetfelder, so entsteht keine Kraftwirkung auf den Draht (Abbildung 3).

Wir erkennen daraus: „**Senkrecht zueinander liegende Magnetfelder stören sich nicht**“, weshalb **Leitungskreuzungen möglichst senkrecht zueinander zu führen** sind (siehe Anleitung 39).

Kraftlinien

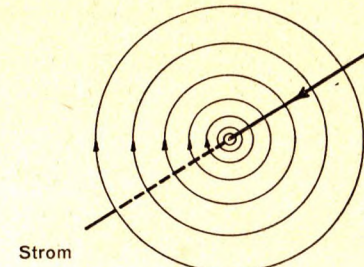


Abb. 1

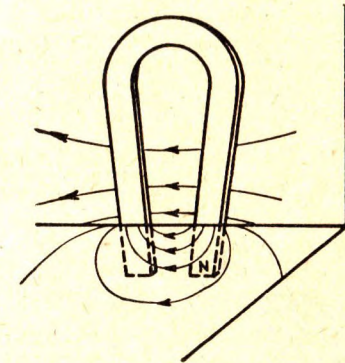


Abb. 2

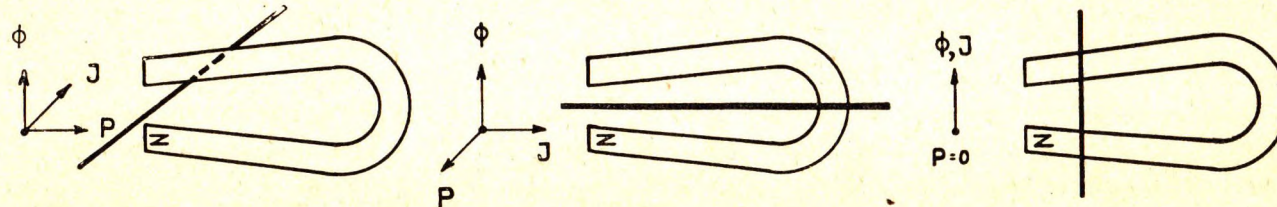


Abb. 3. Hauptlagen von Hufeisenmagnet und stromführendem Leiter

IV. Elektromotoren

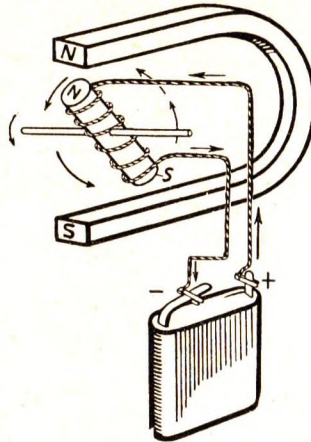
Anleitung 87:

Prinzip des Elektromotors

Jetzt sind unsere Vorkenntnisse schon so weit gediehen, daß wir es ruhig wagen können, uns mit den Vorgängen an einem Elektromotor zu befassen.

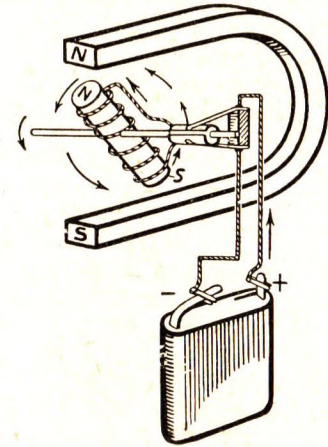
Wir denken uns einen Stahlmagneten, zwischen dessen Polen wir einen Elektromagneten drehbar gelagert angeordnet haben. Schicken wir nun einen elektrischen Strom in diesen Elektromagneten, so wird z. B. oben ein magnetischer Nordpol und unten ein magnetischer Südpol entstehen. Es ist nicht schwer, sich vorzustellen, was jetzt geschehen wird. Der Nordpol des Elektromagnets wird vom Nordpol des permanenten Magnets abgestoßen und vom Südpol angezogen werden. Zugleich wird der Südpol des Elektromagnets vom Südpol des permanenten Magnets abgestoßen und vom Nordpol angezogen. Die Folge wird sein, daß sich der Elektromagnet zu drehen beginnt, bis sein Nordpol unten und sein Südpol oben gelangt ist.

Wenn wir es nun fertigbringen könnten, die Drahtenden an der Batterie schnell genug zu vertauschen oder, wie der technische Ausdruck lautet, „**umzupolen**“, so hätten wir wieder oben am Elektromagneten einen Nordpol und unten einen Südpol; der Elektromagnet würde sich dann weiterdrehen (vgl. Anleitung 82 und 83).



Anleitung 88:

Kommutator Bürsten Anker



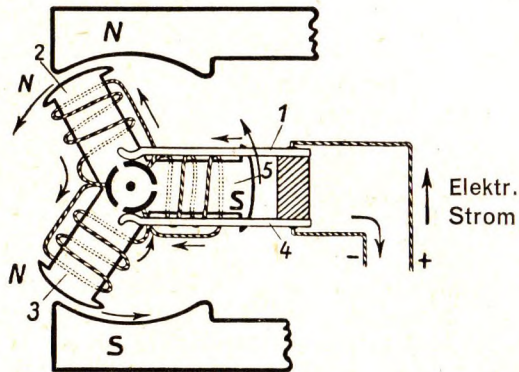
Eine einfache kleine Vorrichtung, die dieses Umpolen ganz automatisch vollführt, ist schon längst erfunden und trägt den Namen „**Kommutator**“ oder „**Kollektor**“.

Die obenstehende Abbildung stellt das Schema eines solchen Kommutatormotors dar. Wir sehen die Drahtenden des Elektromagnets an zwei halbrund gebogenen Metallteilchen endigen. Diese Metallteilchen sind auf der Welle voneinander isoliert befestigt und bilden den Kommutator. Der Strom von der Batterie wird durch zwei Federchen, die man „**Bürsten**“ nennt, auf diesen Kommutator weitergeleitet. Von dort gelangt der Strom zum drehbaren Elektromagneten, den man bei einem Elektromotor „**Anker**“ nennt. — Bei jeder halben Umdrehung des Ankers ändert sich auch die Stellung des Kommutators und mit ihr die Richtung des Stromes im Anker, so daß der Motor in dauernde Drehung versetzt wird (vgl. Anleitung 82 und 83).

Anleitung 89:

Dreiteiliger Anker

Um immer ein gutes Anlaufen des Motors zu erzielen, genügt ein zweiteiliger Anker nicht; wir finden deshalb bei den meisten Spielzeugmotoren einen dreiteiligen Anker, dessen Schaltbild untenstehende Abbildung zeigt. Der Strom fließt über die Bürste¹ durch den Kommutator zum Ankerteil² und³ und wird abermals durch den Kommutator zur Bürste⁴ zurückgeleitet. Ein anderer Teil des Stromes geht von der Bürste¹ über Ankerteil⁵ zur Bürste⁴.



Die Figur erläutert besser als lange Ausführungen den Weg des Stromes, die magnetischen und elektromagnetischen Kräfte und die sich hieraus ergebende Drehrichtung des Motors. Hierbei spielt es keine Rolle, ob die Bürstenhalter waagrecht oder senkrecht angeordnet sind; durch entsprechende Verdrehung des Kollektors gegenüber dem Anker läßt sich auch ohne weiteres eine Querstellung der Bürsten erreichen. In diesem Falle bildet der Anker ein sog. **Polrad** (vgl. Anleitung 82 und 83).

Anleitung 90:

Nutenanker

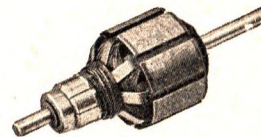


Abb. 1

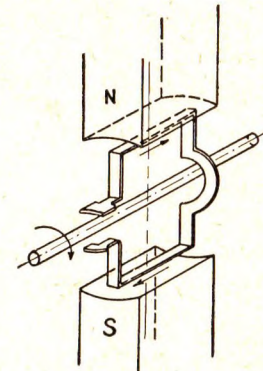


Abb. 2

Die gebräuchlichsten Gleich- und Wechselstrommotoren haben keinen dreiteiligen Anker, sondern einen **Nutenanker** (Abbildung 1). Auf der Welle sitzt ein zylindrischer, aus einzelnen Blechen zusammengeschichteter Eisenkörper, der an seiner Oberfläche Nuten trägt. In diesen Nuten liegt die Wicklung, welche an den Kollektor angeschlossen ist. Von der Wicklung greifen wir nun eine Windung heraus (Abbildung 2). In den Anleitungen 84–86 haben wir die Wirkung von einem elektromagnetischen Feld auf einen stromdurchflossenen Leiter kennengelernt. Beim Nutenanker wird diese Erfahrung praktisch ausgenutzt. Die beiden gleichzeitig auftretenden elektromagnetischen Felder sind das Ankerfeld (herrührend von den stromdurchflossenen Windungen auf dem Anker) und das Magnetfeld (herrührend von den Polen).

Anleitung 91: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Aufbau des Elektromotors

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1 Schnurlaufrad Nr. 22 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 12 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 2 Feldbügel Nr. 578 |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Anker Nr. 579 |
| 2 Lagerwinkel Nr. 564 | 1 Bürstenhalter Nr. 580 |

Der Aufbau des Motors dürfte an Hand der nebenstehenden Abbildungen kaum Schwierigkeiten bereiten. Es wird zuerst auf den unteren Feldbügel¹ Nr. 578 der Eisenkern² Nr. 566 und die Magnetspule³ Nr. 565 festgeschraubt; (in Abbildung a ist der Deutlichkeit halber die Magnetspule weggelassen). Die Lagerung des Ankers⁴ zwischen den beiden Lagerwinkeln ist aus der Abbildung b ersichtlich. Es bleibt noch zu erwähnen, daß auf den einen Lagerwinkel⁵ der Bürstenhalter⁶ festgeschraubt wird und daß darauf zu achten ist, daß die Bürsten⁷ leicht auf dem Kollektor⁸ aufliegen. Dann kann die ganze Konstruktion durch den oberen Feldbügel geschlossen werden, welcher mit Hilfe von zwei Verbindungsbügeln Nr. 60/5M und des Eisenkerns mit dem unteren Gestell fest verbunden wird.

Besonders erwähnt sei, daß die Magnetspule am oberen Feldbügel nicht festgeschraubt wird, sondern nur der Eisenkern. Wenn die Gesamtkonstruktion geschlossen ist, kann das genaue Einpassen des Ankers erfolgen. Sollte der Anker irgendwo an einem Feldbügel streifen, so kann dieses durch leichtes Verschieben der Lagerwinkel auf einfachste Weise behoben werden. Es ist empfehlenswert, die Lager vor Inbetriebsetzung des Motors mit einem Tropfen feinsten Nähmaschinenöls zu schmieren.

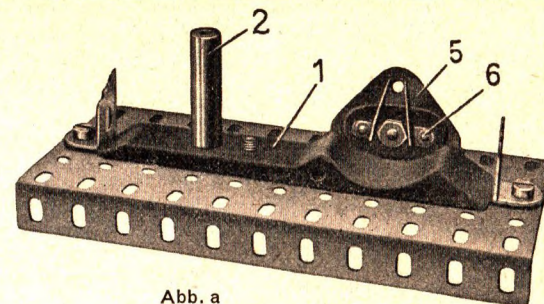


Abb. a

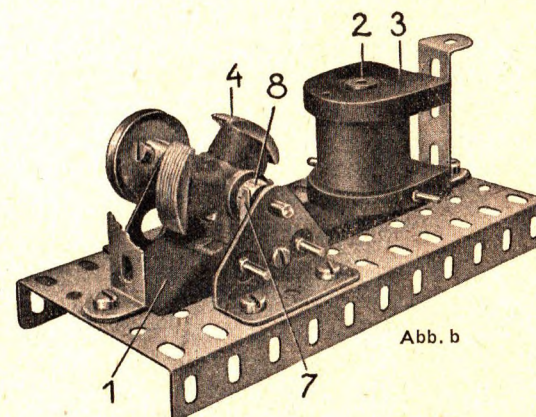


Abb. b

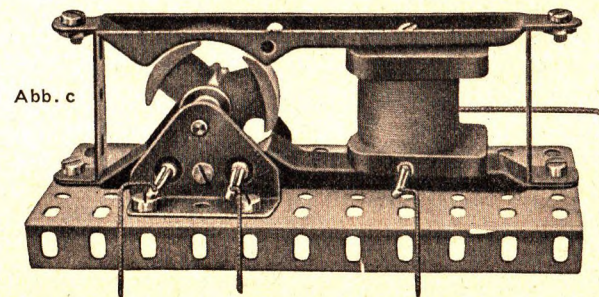
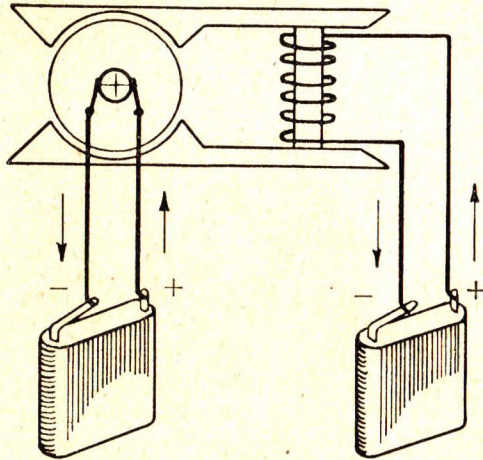


Abb. c

Anleitung 92:

Schaltbild des fremderregten Motors



Aus obenstehendem Schaltbild ist ersichtlich, wie der **Stromkreis der Feldspule und des Ankers, jeder für sich, von einer Batterie gespeist** wird. — Die Pfeile geben die Stromrichtung an. — Der Kommutator ist durch einen kräftigen Kreis hervorgehoben und der Anker durch eine etwas schwächere Kreislinie.

Anleitung 93: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Fremderregter Motor im Betrieb

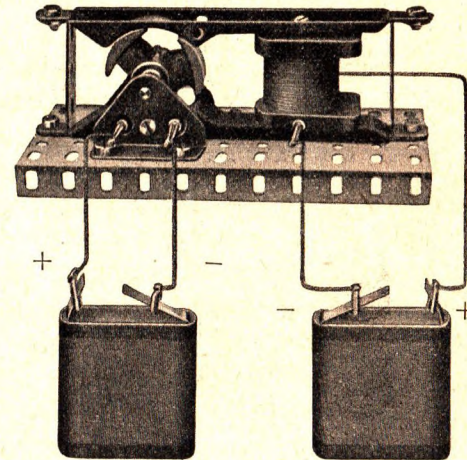
Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende Teile erforderlich:

- 2 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:

Anker: — 4 Volt

Erregung: — 4 Volt



Verbinden wir die beiden Stecker der Magnetspule mit einer Taschenlampenbatterie, so wird die Magnetspule und mit ihr die beiden Feldbügel sehr kräftig magnetisch. Der Anker wird sich aber jetzt noch nicht in Drehung versetzen, da er nur die magnetischen Kraftlinien wieder schließt. Legen wir aber zwei Kabel einer zweiten Batterie an den Bürstenhalter, so wird sofort der Anker in schnelle Drehung geraten; er wird selbst magnetisch, und durch das in Anleitung 89 beschriebene Spiel der magnetischen Kräfte erklärt sich der Vorgang.

MÄRKLIN-ELEX

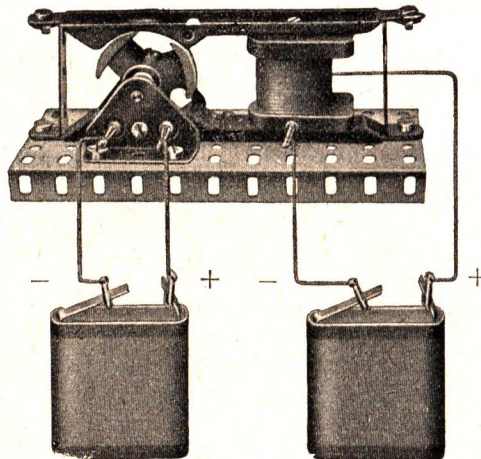
(IV. Elektromotoren)

Anleitung 94: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Umkehr der Drehrichtung des fremderregten Motors

Erforderliche Teile:
Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende Teile erforderlich:
2 Kabel Nr. 560/25
2 Kabel Nr. 560/15
2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:
Anker: — 4 Volt
Erregung: — 4 Volt



Wollen wir die Drehrichtung des Motors ändern, so können wir dieses auf verschiedene Weise erreichen. Vertauschen wir die Anschlüsse an der Batterie, die den Anker mit Strom speist, so läuft der Strom im Anker gerade in entgegengesetzter Richtung wie zuvor, und der Anker wird sich deshalb in entgegengesetzter Richtung drehen; es bleibt hierbei gleichgültig, ob das Umpolen, wie der technische Ausdruck lautet, an den Batterielaschen oder den beiden Steckerchen des Bürstenhalters erfolgt. Wir können die Umkehr der Drehrichtung auch dadurch erzielen, daß wir **die Anschlüsse am Anker** lassen, aber dafür den Strom an der Magnetspule umpolen, sei es, daß wir die Anschlüsse an der Batterie **oder an der Magnetspule wechseln**.

Anleitung 95: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Remanenter Magnetismus

Erforderliche Teile:

Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende Teile erforderlich:
1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:
Anker: — 4 Volt

Haben wir unseren fremderregten Motor einige Zeit in Betrieb gehabt, so können wir noch folgenden interessanten Versuch durchführen: Wir nehmen die beiden Drahtverbindungen von der Magnetspule weg und werden dann finden, daß dennoch der Anker sich weiterdreht, allerdings mit viel weniger Kraft als vorher. Die Erklärung finden wir in dem Umstand, daß das Eisen des Eisenkerns und der beiden Feldbügel bei Ausschaltung des Stromes im Elektromagnet nicht sofort vollkommen seinen Magnetismus verliert, sondern immer noch ein wenig Magnetismus behält, so daß durch diesen der Anker weiter angetrieben wird. — **Dieser übrigbleibende Magnetismus heißt** nach einem der lateinischen Sprache entlehnten Ausdruck „**remanenter Magnetismus**“.

Anleitung 96: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Fremderregter Motor mit Anlaßwiderstand

Erforderliche Teile:

Elektromotor nach Anleitung 91

Regulierwiderstand nach Anleitung 42, jedoch ohne angebaute Glühlampe

Ferner:

2 Flachbänder Nr. 1/7

10 Schrauben mit Muttern
Nr. 37k

2 Kabel Nr. 560/100

3 Kabel Nr. 560/25

3 Kabel Nr. 560/15

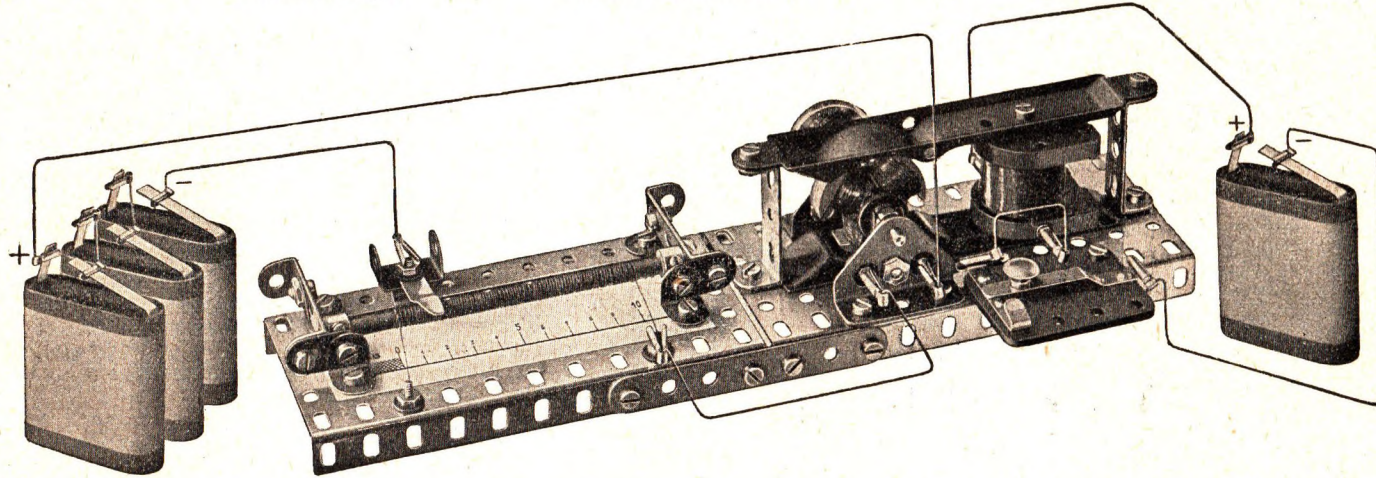
1 Tasterschalter Nr. 565

4 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:

Anker: $\equiv$ 12 Volt

Erregung: $\equiv$ 4 Volt



Vor den Anker des fremderregten Motors schalten wir den Widerstand und in den Erregerkreis der Magnetspule einen Schalter. Die Stromquelle des Ankers besteht aus 3 hintereinandergeschalteten Batterien. Ist das Magnetfeld eingeschaltet, so verkleinern wir allmählich den Anlaßwiderstand, bis der Motor anläuft. Bei weiterer Ausschaltung des Widerstandes wird der Motor beschleunigt, bis die volle Umdrehungszahl des Ankers im Kurzschlußpunkt des Widerstandes erreicht ist. In der praktischen Elektrotechnik wird dem Motor beim Anlassen ein Widerstand vorgeschaltet, damit der Strom den Anker (kleiner Widerstand) nicht zerstört.

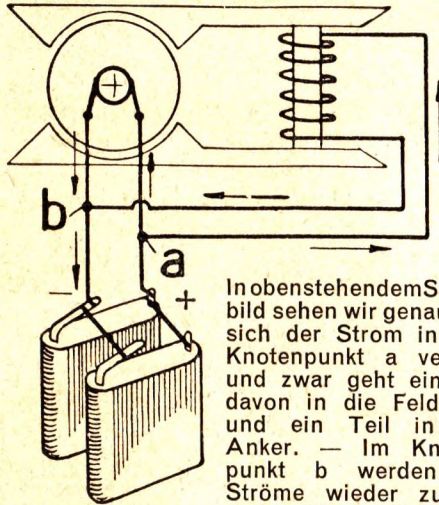
NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da durch den starken Stromverbrauch die Batterien rasch erschöpft werden.

MARKLIN-ELEX

(IV. Elektromotoren)

Anleitung 97:

Schaltbild des Nebenschlußmotors



In obenstehendem Schaltbild sehen wir genau, wie sich der Strom in dem Knotenpunkt a verteilt, und zwar geht ein Teil davon in die Feldspule und ein Teil in den Anker. — Im Knotenpunkt b werden die Ströme wieder zusammengeführt und fließen

zur Batterie zurück. **Feldspule und Anker haben eine gemeinsame Stromquelle und sind parallelgeschaltet.**

Anleitung 99: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Umkehr der Drehrichtung des Nebenschlußmotors

Erforderliche Teile:

Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende Teile erforderlich:

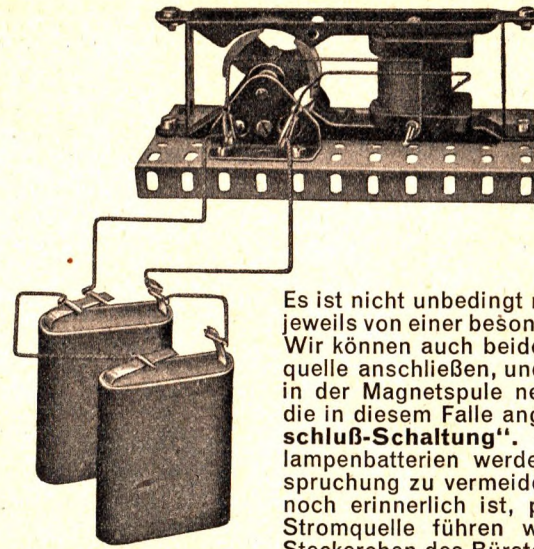
3 Kabel Nr. 560/25
3 Kabel Nr. 560/15

2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Akkumulator

Stromquelle:
= 4 Volt

Anleitung 98: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Nebenschlußmotor im Betrieb



Erforderliche Teile:

Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende

Teile erforderlich:

3 Kabel Nr. 560/25

3 Kabel Nr. 560/15

2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Akkumulator

Stromquelle:

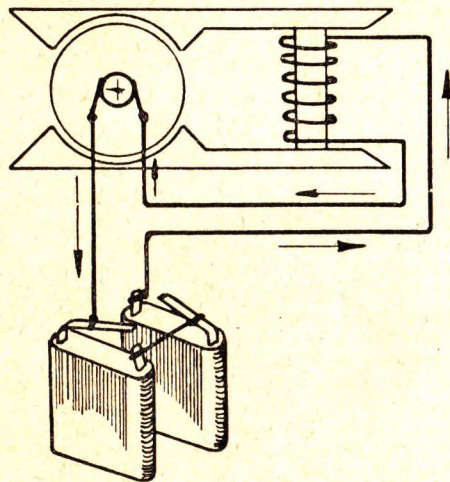
= 4 Volt

Es ist nicht unbedingt nötig, Anker und Magnetspule jeweils von einer besonderen Stromquelle zu speisen. Wir können auch beide an eine gemeinsame Stromquelle anschließen, und da der Strom im Anker und in der Magnetspule nebeneinanderher laufen, heißt die in diesem Falle angewandte Schaltung „**Nebenschluß-Schaltung**“. — Unsere beiden Taschenlampenbatterien werden, um eine zu starke Beanspruchung zu vermeiden, wie dies aus Anleitung 32 noch erinnerlich ist, parallelgeschaltet. Von dieser Stromquelle führen wir jetzt den Strom zu den Steckerchen des Bürstenhalters, und dort stecken wir zwei weitere Kabel auf, die die Verbindung mit der Magnetspule herstellen. Auch so wird nun der Motor sehr gut arbeiten.

Um bei diesem Motor die Drehrichtung umzukehren, genügt es nicht, die Verbindungen an der Batterie zu vertauschen, wie dies an Hand eines einfachen Umpolens leicht ersichtlich ist, und zwar geht es deshalb nicht, weil durch das Umpolen an der Batterie sowohl die Stromrichtung im Anker als auch in der Magnetspule zu gleicher Zeit gewechselt wird. Es werden hierdurch dann an beiden Teilen die Pole vertauscht, aber das Endergebnis der Drehrichtung bleibt das gleiche. — Wir müssen, um die Drehrichtung zu ändern, die **Stromrichtung entweder im Anker oder in der Magnetspule vertauschen**. Am einfachsten ist es in vorliegendem Fall, die Stromrichtung in der Magnetspule durch Umpolen der Kabelanschlüsse zu wechseln. Unser Motor wird sich sofort in umgekehrter Richtung drehen.

Anleitung 100:

Schaltbild des Hauptstrommotors



Hier sehen wir, wie der Strom durch die Feldspule zu einer Bürste seinen Weg nimmt und durch diese über den Kommutator zum Anker fließt. Den Rückweg nimmt er über den Kommutator zur anderen Bürste und von dort zur Batterie. — **Der Feldmagnet (Magnetspule) und der Anker sind somit hintereinandergeschaltet.**

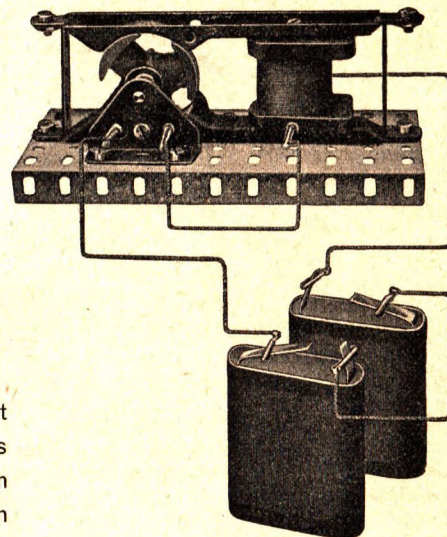
Anleitung 101: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Hauptstrommotor im Betrieb

Erforderliche Teile:
Außer den in Anleitung 91 angeführten
Teilen sind noch folgende Teile
erforderlich:

- 3 Kabel Nr. 560/25
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 2 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:
= 8 Volt
oder ~ 12–17 Volt



Der Name Hauptstrommotor rührt daher, daß sowohl der Anker als auch die Magnetspule von dem gleichen Strom, dem sogenannten Hauptstrom, durchflossen werden.

Der Strom fließt, wie dies aus der Abbildung ersichtlich ist, erst zur Magnetspule, geht durch diese hindurch und kommt dann zum Anker und fließt von dort zur Batterie zurück. „**Reihenschlußschaltung**“.

Um eine gute Leistung des Motors zu erzielen, müssen wir bei diesem Versuch unsere beiden Taschenlampenbatterien hintereinanderschalten, wie wir dieses in Anleitung 30 schon früher gesehen haben.

Anleitung 102: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Umkehr der Drehrichtung des Hauptstrommotors

Erforderliche Teile:

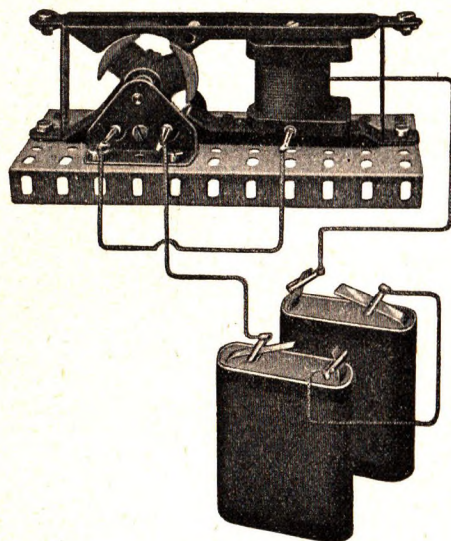
Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende Teile erforderlich:

- 3 Kabel Nr. 560/25
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 2 Taschenlampenbatterien oder
- 1 Transformator

Stromquelle:

— 8 Volt

oder  12—17 Volt



Es genügt nicht, die beiden Anschlußklemmen an der Stromquelle zu vertauschen, da dann die Stromrichtung im Anker und in der Magnetspule gleichzeitig geändert wird, ohne daß eine Änderung der Wechselwirkungen der Magnete eintritt; wir müssen vielmehr hierbei **die Stromrichtung entweder im Anker oder in der Magnetspule ändern**. — Am einfachsten ist es, die beiden Steckerchen am Bürstenhalter zu vertauschen, und in demselben Moment wird sich der Motor in umgekehrter Richtung drehen.

Bei den in der Praxis verwendeten Reihenschlußmotoren (Hauptstrommotoren) mit Nutenanker sinkt die Drehzahl mit steigender Belastung, so daß dieselben bei Entlastung durchgehen. Die Bandagen werden gesprengt, die Wicklungen brechen und machen Kurzschluß; der Anker verbrennt.

Anleitung 103: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Anschluß von Motoren an Wechselstrom

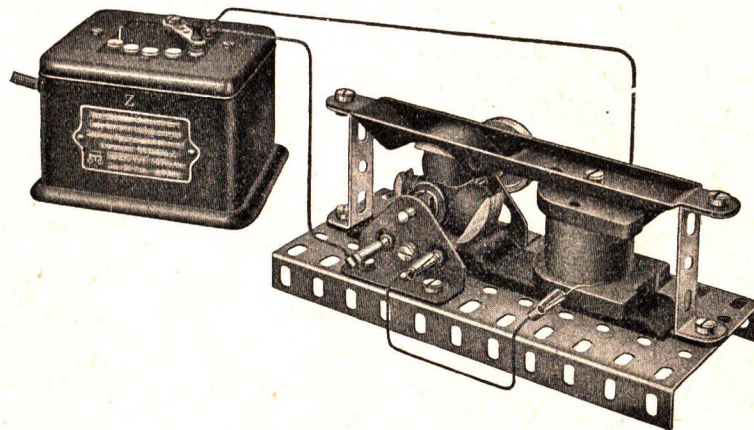
Erforderliche Teile:

Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende Teile erforderlich:

- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 1 Transformator

Stromquelle:

 12—17 Volt



Haben wir etwa von einer Spielzeugeisenbahn her einen kleinen Transformator oder den Transformator 13470 UG, welcher bei Anschluß an das Stromnetz die hohe Spannung desselben in eine niedere von ca. 12—20 Volt bzw. 3—20 Volt verwandelt, so können wir beispielsweise unseren in Anleitung 100—102 beschriebenen Hauptstrommotor auch an diesen Transformator anschließen, um mit ihm längere Zeit irgendwelche Modelle zu betreiben.

Um den Motor nicht zu stark zu belasten, ist es zweckmäßig, am Transformator eine geringe Spannungsstufe (ca. 12 Volt) einzustellen.

Anleitung 104: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Drehzahlregelung beim Hauptstrommotor

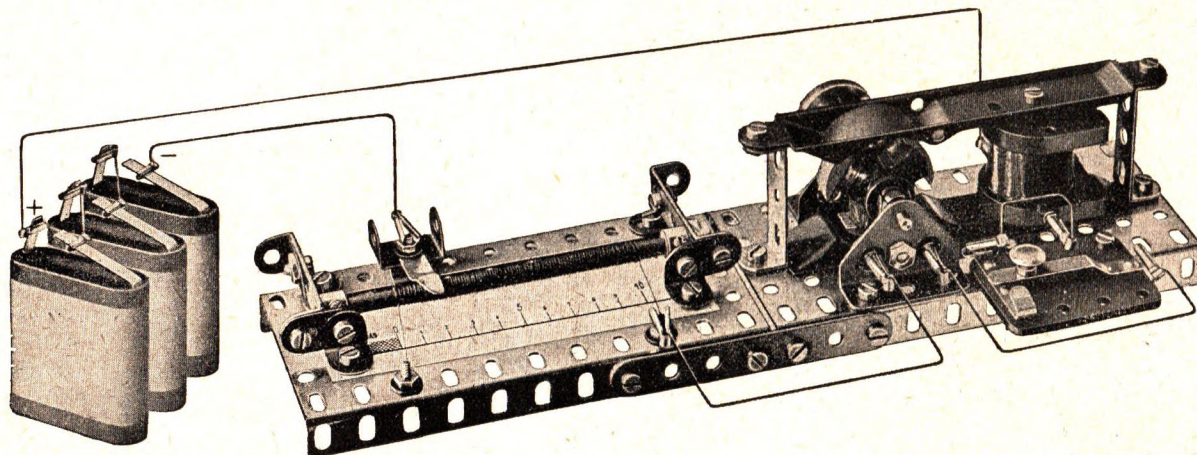
Erforderliche Teile:

Elektromotor nach Anleitung 91
Regulierwiderstand wie in Anl. 96

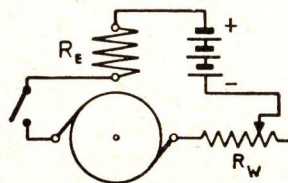
Ferner:

- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 10 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 2 Kabel Nr. 560/25
- 3 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 3 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:
= 12 Volt
oder ~ 20 Volt



Schaltbild



Aus den Abbildungen geht der Aufbau der Schaltung klar hervor. Der Regulierwiderstand R_w ist vor den Anker und die Erregerspule R_e des Magnetfeldes geschaltet. Der Betrieb kann mit Gleichstrom durch 3 hintereinandergeschaltete Batterien oder durch einen 20-Volt-Transformator erfolgen. Verkleinern wir allmählich den Widerstand R_w , so steigt die Umdrehungszahl des Motors. Im elektrischen Bahnbetrieb wird diese Schaltung praktisch verwendet.

NB. Bei Gleichstrom soll der Versuch nicht zu lange ausgedehnt werden, damit sich die Batterien nicht zu stark entladen.

Anleitung 105: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Kraftvergrößerung durch Zahnräder

Erforderliche Teile:

Außer den in Anleitung 91 angeführten Teilen sind noch folgende

Teile erforderlich:

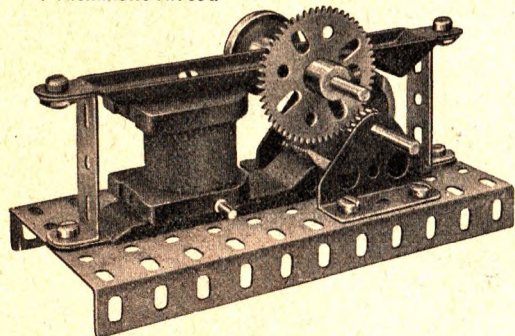
1 Welle Nr. 13/5

1 Zahnrad Nr. 27/50

1 Klemmuffe Nr. 35a

Stromquelle:

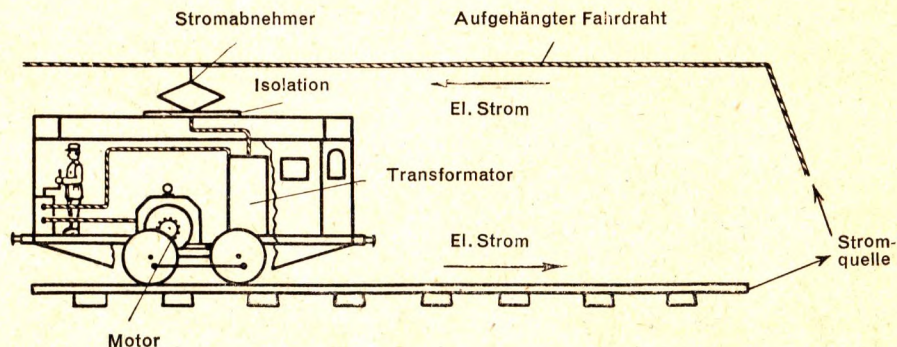
siehe Anleitungen 93—102



Unser selbstgebauter Motor wird, dem schwachen Strom der Batterie entsprechend, auch nur eine geringe Kraft haben; wollen wir ihn zur Kraftabgabe heranziehen, so ist es schon zweckmäßiger, wenn wir die Kraft auf Kosten der Geschwindigkeit steigern. Dies erfolgt dadurch, daß im Loch des oberen Feldbügels eine Welle Nr. 13/5 eingeführt wird, welche ein Schnurlaufrad Nr. 22 und ein Zahnrad Nr. 27/50 trägt. — Das Zahnrad greift bei diesem Versuch in das Ritzel des Ankers ein, und durch die dadurch erzielte Herabminderung der Geschwindigkeit tritt eine Vermehrung der Kraft an der Welle ein, so daß durch den Motor leicht kleinere **MARKLIN-**Baukastenmodelle oder andere Betriebsmodelle in Bewegung gesetzt werden können.

Anleitung 106:

Elektrische Bahnen



Wie wir schon früher gelesen haben, wird der elektrische Strom zu jedem Stromverbraucher in einer Drahtleitung hin- und in einer anderen zurückgeführt (siehe Anleitung 31). Dieses läßt sich bei ortsfesten Motoren, Bogenlampen usw. sehr leicht durchführen; bei fahrenden Lokomotiven aber werden besondere Vorrichtungen erforderlich.

Im Großbetrieb erfolgt die Stromzufuhr nach obenstehender Abbildung. Eine oberhalb der Bahn isoliert aufgehängte Drahtleitung führt den Strom; dieser wird von einem auf dem Dach der Lokomotive isoliert befestigten Bügel abgenommen und von dort meistens über einen Transformator zum Motor, wo er seine Arbeit verrichtet, weitergeleitet. Am Führerstand befinden sich Regulievorrichtungen, mit deren Hilfe der Strom zum Motor auf verschiedene Stärken eingestellt wird, so daß die Bahn langsam oder schnell fahren kann. — Vom Motor gelangt der Strom zu den Rädern und von diesen wird er durch die Schienen zum Elektrizitätswerk zurückgeführt.

V. Elektrische Meßinstrumente

Anleitung 107: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Galvanoskop

Erforderliche Teile:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 4 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Kabel Nr. 560/100 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Kabel Nr. 560/15 |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Magnetonadel, horizontal, Nr. 552 | (s. Anmerkung bei Anleitung 66) |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| | 1 Taschenlampenbatterie |

Stromquelle:

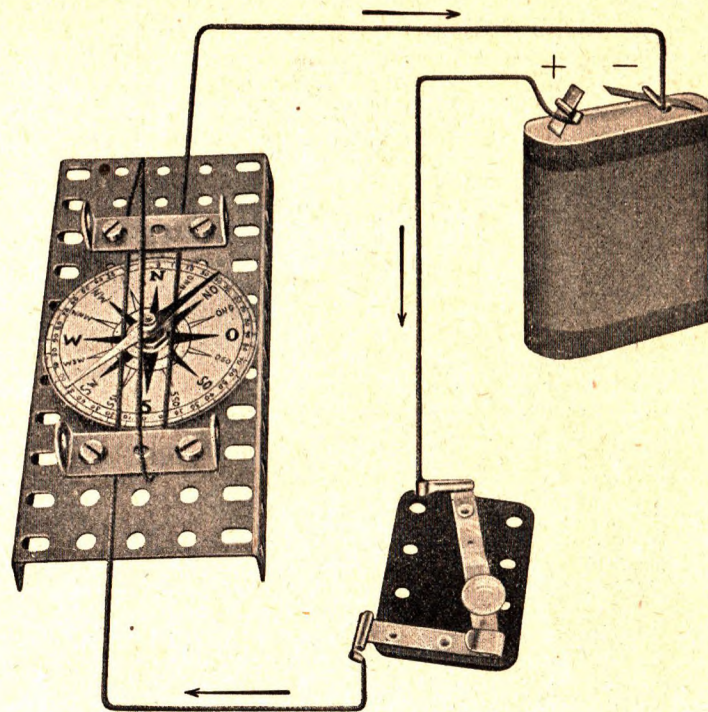
== 4 Volt

Aus den beiden Versuchen nach Anleitungen 66 und 67 ersehen wir, daß eine Magnetonadel von einem Elektromagneten abgelenkt wird, wenn derselbe vom Strom durchflossen ist. Wir können uns deshalb auch einen kleinen Apparat bauen, welcher dazu dient, elektrische Ströme überhaupt nachzuweisen. Ein solcher Apparat heißt „**Galvanoskop**“ und besteht aus einem Kompaß, um welchen herum sich eine Drahtwindung befindet. Die Drahtwindung wird aus dem Kabel Nr. 560/100 ausgeführt und wird durch zwei Verbindungsbügel Nr. 60/5M gehalten. Fließt ein Strom durch diese Drahtwindung, so wird die Magnetonadel stark abgelenkt.

Vor dem Einschalten des Stromes ist das Meßinstrument so zu stellen, daß die Drahtwindung bzw. die Magnetonadel in Nord-Süd-Richtung steht. Eisenteile in der Umgebung sind zu entfernen.

Kehren wir den Strom um, so finden wir, daß die Magnetonadel nach der anderen Richtung abgelenkt wird. — Die Umkehr des Stromes erfolgt durch Vertauschen der Anschlußklemmen an der Batterie; die Richtung des auftretenden Elektromagnetismus ist von der Stromrichtung abhängig.

NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da die Drahtwindung sehr viel Strom verbraucht und die Batterie stark abnützt.

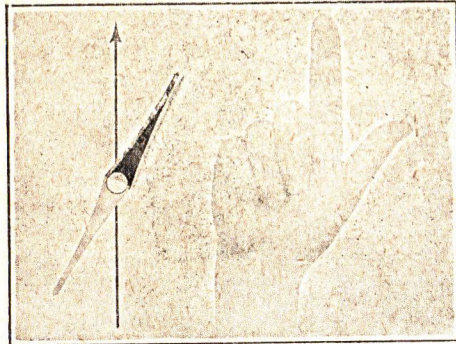
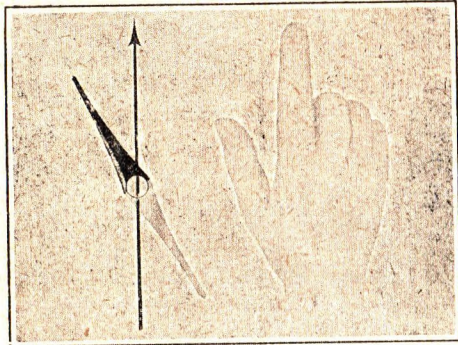


MARKLIN-ELEX

(V. Elektrische Meßinstrumente)

Anleitung 108:

„Rechte-Hand“-Regel



Aus Anleitung 107 haben wir gesehen, wie die Ablenkung der Magnetnadel von der Richtung des Stromes abhängig ist. Um diese Abhängigkeit leicht ins Gedächtnis einprägen zu können, genügt ein Vergleich mit unserer rechten Hand.

„Legen wir den Zeigefinger der rechten Hand in Richtung des fließenden Stromes, wobei wir das Handinnere der Magnetnadel zuwenden, so gibt uns der Daumen die Ablenkung des Nordpols der Magnetnadel wieder.“

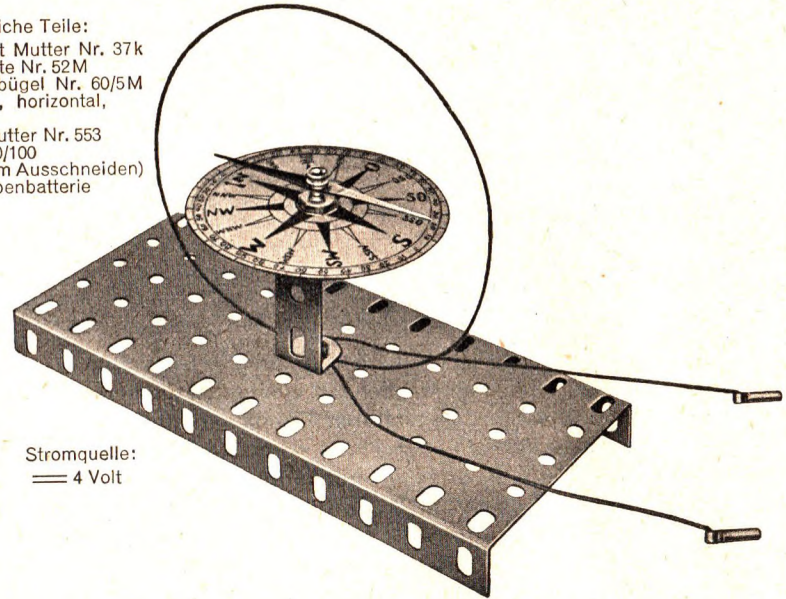
Die beiden obenstehenden Hand- und Strom-Skizzen veranschaulichen dieses sehr deutlich. In dem unteren Bild geht der Strom unterhalb der Magnetnadel und im oberen Bild oberhalb der Magnetnadel vorüber.

Anleitung 109: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Tangentenbussole

Erforderliche Teile:

- 1 Schraube mit Mutter Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552
- 1 Spitze mit Mutter Nr. 553
- 1 Kabel Nr. 560/100
- 1 Windrose (zum Ausschneiden)
- 1 Taschenlampenbatterie



Dieses Instrument, welches im physikalischen Laboratorium eine große Rolle spielt, ist im Prinzip ähnlich wie das Galvanoskop, nur wesentlich feiner ausgebaut. — Wird der Strom in einem Kreis um die Magnetnadel herumgeführt, so steht die Ablenkung in einem genauen mathematischen Verhältnis zur Stärke des Stromes. Bei den Laboratoriums-Apparaten ist natürlich die Aufhängung der Magnetnadel eine wesentlich feinere als bei unserem Versuch, und die Spule besteht aus einem sehr breiten Kupferbügel, damit der Widerstand des Instrumentes annähernd Null ist und die Messung nicht beeinflussen kann. Der Anschluß erfolgt wie in Anleitung 107.

Anleitung 110: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

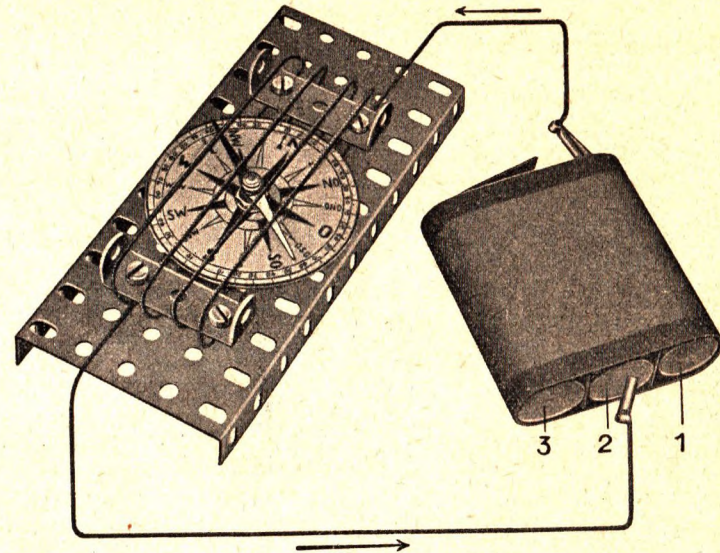
Galvanometer als

a) Spannungsmesser

Erforderliche Teile:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 4 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Kabel Nr. 560/100 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Kabel Nr. 560/15 |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Windrose (zum Ausschneiden) |
| 1 Magnetnadel, horizontal, Nr. 552 | 1 Taschenlampenbatterie |
| 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 | |

Stromquelle:
= 4 Volt



Zur Ausführung dieses Versuchs bauen wir uns ein **Galvanometer**. Dieses ist derselbe Apparat wie das Galvanoskop aus Anleitung 107, jedoch **wird jetzt der Draht mehrmals um die Magnetnadel geschlungen**, um die Wirkung des Stromes und somit die Ablenkung zu verstärken (Multiplikatorwirkung). Die Windungen sind eng zusammenzuschieben. Schneiden wir die Rückseite unserer Batterie auf, so finden wir im Innern 3 Zinkbehälter, von denen, wie Anleitung 62 gezeigt hat, jeder eine kleine Stromquelle darstellt.

Verbinden wir das Galvanometer einmal mit der kurzen Lasche der Batterie und das andere Mal mit den Zinkbehältern 1, 2 oder 3, so werden wir finden, daß die Ablenkung der Magnetnadel bei 1 am kleinsten ist, während sie bei 3 den größten Wert annimmt. Die Ausschläge entsprechen also der angelegten Spannung.

NB. Dieser Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, da durch den starken Stromverbrauch die Batterie rasch erschöpft wird.

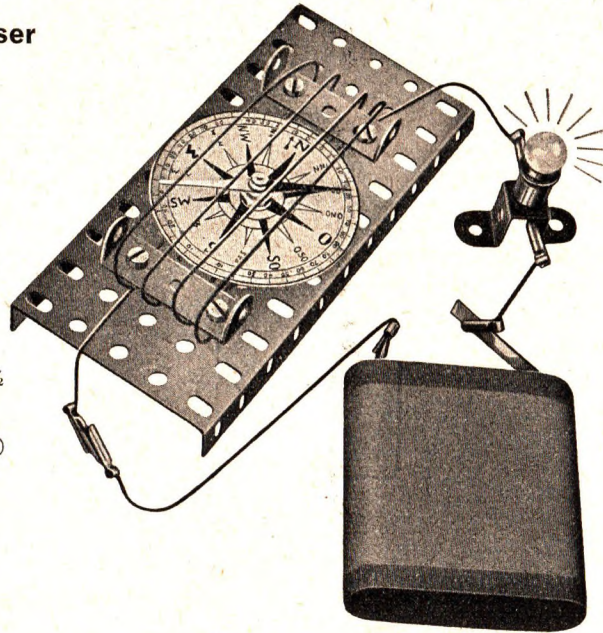
Zu Anleitung 110: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Galvanometer als b) Strommesser

Erforderliche Teile:

- 4 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Magnetnadel, horizontal Nr. 552
- 1 Spitze mit Mutter Nr. 553
- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühbirne, 3½ Volt, Nr. 557/3½
- 1 Kabel Nr. 560/100
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Windrose (zum Ausschneiden)
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:
= 4 Volt



Eine andere Anwendung des Galvanometers sehen wir in obiger Abbildung. Hier sind das Galvanometer und die Glühbirne hintereinandergeschaltet. Der Strom geht zuerst durch das Galvanometer und dann durch die Glühbirne. Die Ablenkung der Magnetnadel kann dazu dienen, den durch die Glühbirne fließenden Strom (Stromstärke) zu messen.

Anleitung 111: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines empfindlichen Galvanometers

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 2 Flachbänder Nr. 1/7 | 1 Magnetnadel, horizontal Nr. 552 |
| 4 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Spitze mit Mutter Nr. 553 |
| 10 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Windrose (z. Ausschneiden) |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 2 Stückchen Karton (2 × 4 cm) |
| 10 m Lackdraht Nr. 550 | |

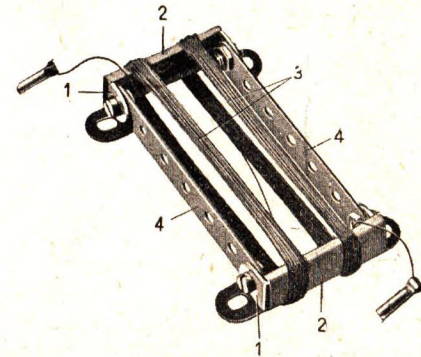


Abb. 1

Zu Anleitung 111:

Aufbau eines empfindlichen Galvanometers

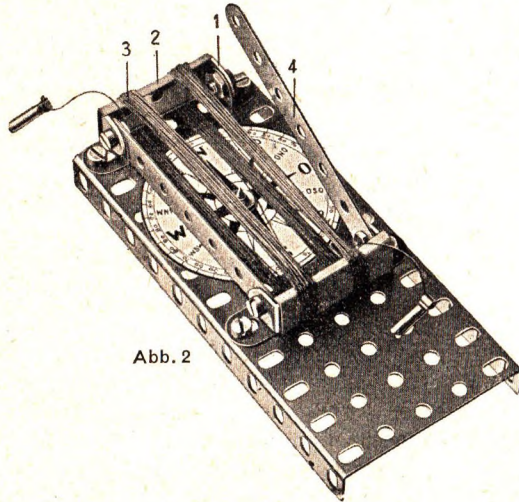


Abb. 2

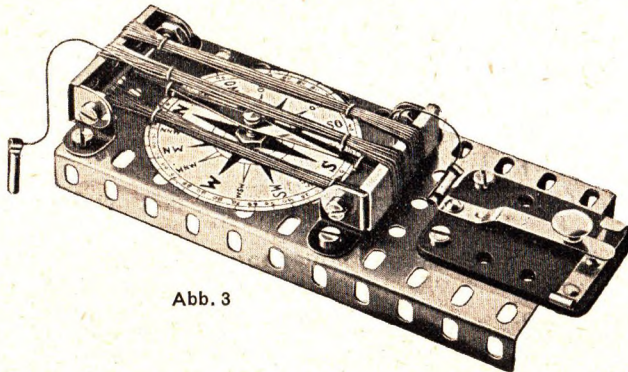


Abb. 3

Zuerst bauen wir uns einen Rahmen, wie aus der Abbildung 1 hervorgeht. Um die Verbindungsbügel¹ klemmen wir Kartonteile² zwecks Isolation des Lackdrahtes³. Der aufgewickelte Draht wird in 2 Bündel unterteilt und abgeknüpft. Nun schrauben wir den Rahmen auf die Platte und nehmen die Flachbänder⁴ wieder ab, die einzeln gelöst werden müssen (Abbildung 2). Bei dem fertigmontierten Galvanometer muß die Magnetnadel spielend leicht schwingen und darf an den Drahtbündeln nicht streifen. Der Abstand der Bündel ist möglichst klein zu halten (ca. 5 mm, siehe Abbildung 3).

Bei der praktischen Anwendung in den folgenden Versuchen ist streng darauf zu achten, daß das **„Aufstellen des Instrumentes stets in Nord-Süd-Richtung“** erfolgt, wodurch das erdmagnetische Feld in senkrechte Lage zum elektromagnetischen Feld der Windungen kommt und seinen störenden Einfluß verliert. Außerdem sind **Eisenteile in der Umgebung zu beseitigen**; ferner sind **elektromagnetische Felder** (beispielsweise von Spulen) durch entsprechende Stellung **unwirksam zu machen**. **„Das Galvanometer ist bei Versuchen etwa 1 m von anderen Apparaten entfernt aufzustellen.“**

Anleitung 112: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Widerstand und Strom in parallelen Stromzweigen

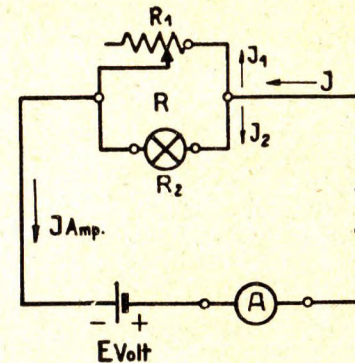
Erforderliche Teile:

Regulierwiderstand nach Anleitung 42
Galvanometer nach Anleitung 111

Ferner:

2 Kabel Nr. 560/100
2 Kabel Nr. 560/25
1 Kabel Nr. 560/15
1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:
= 4 Volt



Nach dem Schaltbild sind der Widerstand R_1 und die Glühlampe mit ihrem Widerstand R_2 parallel zu schalten. Bei diesem Versuch soll das empfindliche Galvanometer den Strom anzeigen. Zunächst sei der Widerstand R_1 in seiner vollen Größe vorhanden; legen wir den Tasterschalter ein, so beobachten wir eine bestimmte Leuchtstärke der Glühlampe und einen Ausschlag (ca. 80°) an der Skala des Galvanometers. Verkleinern wir jetzt den Widerstand R_1 , so läßt die Leuchtkraft der Glühlampe nach, d. h. der Strom durch die Glühlampe hindurch wird kleiner; der Gesamtstrom im Galvanometer jedoch wird größer, wie der Ausschlag (ca. 85°) zeigt. Die angelegte Spannung E bleibt konstant, und somit muß bei Anwachsen des Stromes nach dem Ohmschen 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 Gesamtleitwert ist gleich der Summe der Leitwerte der einzelnen Stromzweige.“

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

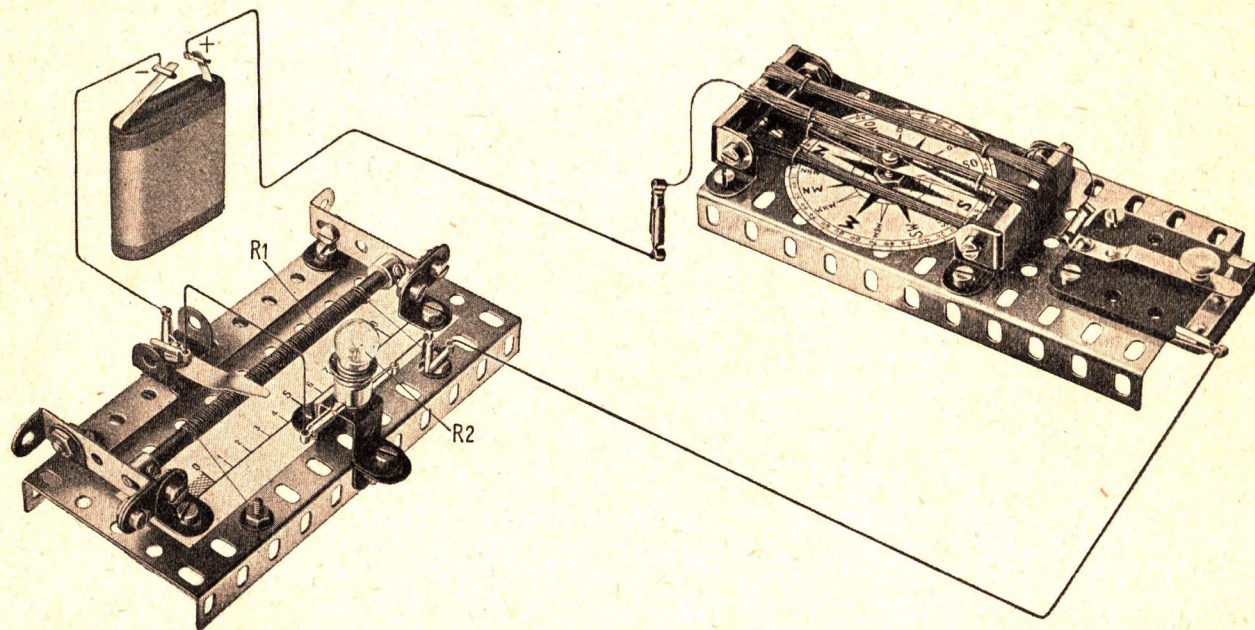
Verändern wir beispielsweise den Widerstand R_1 auf den Wert $\frac{R_1}{4}$, so wird der Gesamtwiderstand $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + 4R_2}$, d. h. der Gesamtwiderstand wird kleiner.

Ein weiterer **Satz von Kirchhoff** 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, $R_1 : R_2 = I_2 : I_1$. Wird also I_2 kleiner, so muß auch R_1 kleiner geworden sein.

NB. Der Abstand zwischen Galvanometer und dem übrigen Aufbau beträgt etwa 1 m.

Zu Anleitung 112:

Widerstand und Strom in parallelen Stromzweigen



Anleitung 113: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Meßbrücke für Gleichstrom

Erforderliche Teile:

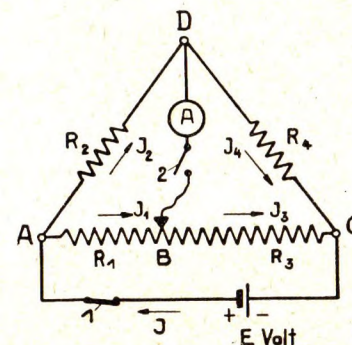
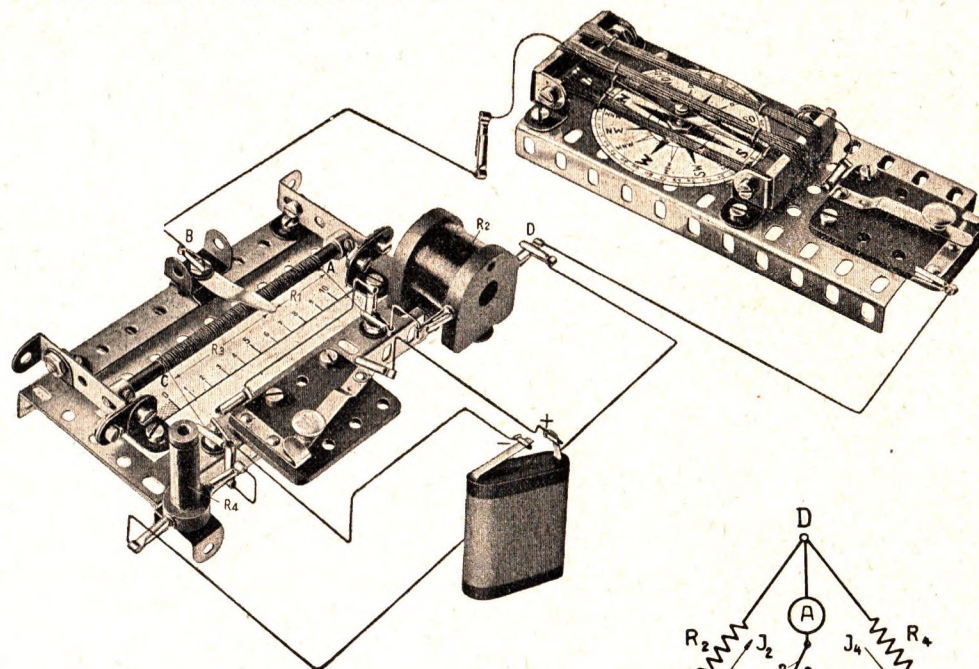
Galvanometer nach Anleitung 111

Ferner:

- 1 Flachband Nr. 1/9
- 1 Flachband Nr. 1/3
- 2 Führungsbügel Nr. 11
- 5 Winkelstücke Nr. 12
- 1 Welle Nr. 13/11,5
- 5 Schrauben mit Muttern Nr. 37
- 13 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 2 Muttern Nr. 37b
- 1 Schieberöse Nr. 51
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Stellringe Nr. 59
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 6 Unterlegscheiben Nr. 537
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 538
- 1 Schraube mit Mutter Nr. 538k
- 1 Isolierrohr Nr. 539
- 1 Induktionsspule Nr. 544
- 1 Kontaktfeder Nr. 545
- 1,5 m Widerstandsdraht Nr. 548
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 3 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Skala (zum Ausschneiden)
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:

— 4 Volt



Zu Anleitung 113:

Meßbrücke für Gleichstrom

An unserem Regulierwiderstand nach Anleitung 42 entfernen wir die Glühbirne und das zur Befestigung derselben dienende Winkelstück und montieren nun den Tasterschalter auf. Die Magnetspule (R_2) sitzt auf einem Flachband Nr. 1/7, welches mit einem Winkelstück Nr. 12 an der Rechteckplatte befestigt ist. Die kleine Induktionsspule (R_4) steckt auf einer Schraube Nr. 37a, welche an einem Führungsbügel Nr. 11 befestigt ist.

Die **Bestimmung eines Widerstandes** erfolgt auf Grund des Kirchhoffschen Gesetzes mit der sog. Brückenschaltung; nach dem Erfinder „**Wheatstonesche Brücke**“ genannt. Ein unbekannter Widerstand wird mit drei bekannten Widerständen verglichen. Der Aufbau der Schaltung geht aus den Abbildungen hervor.

Der Widerstand R_2 sei der Vergleichswiderstand und R_4 der zu messende Widerstand. Wir schalten die Batterie durch Schalter 1 ein, dann ist der Spannungsabfall von **A** nach **C** = **E** Volt.

Schließen wir nun Schalter 2, so fließt im Galvanometerzweig ein Strom, der einen Ausschlag erzeugt infolge des Spannungsunterschiedes zwischen **B** und **D**. Durch Verschieben des Punktes **B** am Schleifkontakt des Widerstandes läßt es sich erreichen, daß der Strom im Galvanometerzweig = **0** wird. Zwischen **B** und **D** ist dann kein Spannungsabfall mehr vorhanden, wir haben dann $I_1 = I_3$ und $I_2 = I_4$; zwei parallele Stromzweige **ABC** und **ADC**. Der dritte Stromzweig **BD** hat keinen Einfluß mehr auf die Stromstärken. Es gelten dann die Beziehungen:

Stromstärken: $I_1 = I_3$
Spannungsabfälle: $R_1 I_1 = R_2 I_2$

$$\begin{aligned} E &= R_1 I_1 + R_3 I_3 \\ \text{und } E &= R_2 I_2 + R_4 I_4 \\ I_2 &= I_4 \\ R_3 I_3 &= R_4 I_4 \\ \text{Aus } R_1 \cdot I_1 &= R_2 \cdot I_2 \\ \text{und } R_3 \cdot I_1 &= R_4 \cdot I_2 \\ \text{folgt } R_1 : R_3 &= R_2 : R_4 \\ R_4 &= R_2 \cdot \frac{R_3}{R_1} \end{aligned}$$

$$I = I_1 + I_2 \\ \text{oder } R_3 I_1 = R_4 I_2$$

$$\text{oder } R_1 : R_2 = R_3 : R_4$$

Ist der Widerstand AC gleichmäßig gewickelt, so können wir an Stelle der Teilwiderstände R_1 und R_3 die Längen **AB** und **BC** der Skala in cm einsetzen und erhalten

$$R_4 = R_2 \frac{BC}{AB}$$

Beispiel: Magnetspule $R_2 = 8 \text{ Ohm}$
 $AB = 4 \text{ cm}, BC = 6 \text{ cm}$

Induktionsspule $R_4 = ? \text{ Ohm}$

$$R_4 = R_2 \frac{BC}{AB} = 8 \cdot \frac{6}{4} = 12 \text{ Ohm}$$

Die Meßbrücke ist also ein Spannungsteiler, der so eingestellt wird, daß die ganze Anordnung zwei parallele Stromzweige darstellt.

NB. Es ist darauf zu achten, daß die Stromquelle nicht zu lange eingeschaltet bleibt, ferner muß das Galvanometer genügend weit von den elektromagnetischen Feldern der Spulen entfernt sein (etwa 1 Meter). Die Spulen selbst sollen sich auch nicht gegenseitig beeinflussen.

Anleitung 114: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines Hitzdrahtinstrumentes (Voltmeter)

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Doppelwinkel Nr. 47a |
| 1 Flachband Nr. 1/7 | 1 Rechteckplatte Nr. 52M |
| 1 Flachband Nr. 1/3 | 2 Unterlegscheiben Nr. 537 |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Schraube mit Mutter Nr. 538 |
| 3 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Mutter Nr. 538b |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 15 cm Widerstandsdraht Nr. 547 |
| 3 Klemmuffen Nr. 35 | 1 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 1 Klemmuffe Nr. 35a | 1 Spiralfeder Nr. 572 |
| 3 Schrauben mit Muttern Nr. 37 | 1 Zeiger (zum Ausschneiden) |
| 13 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Skala (zum Ausschneiden) |
| 6 Muttern Nr. 37b | |

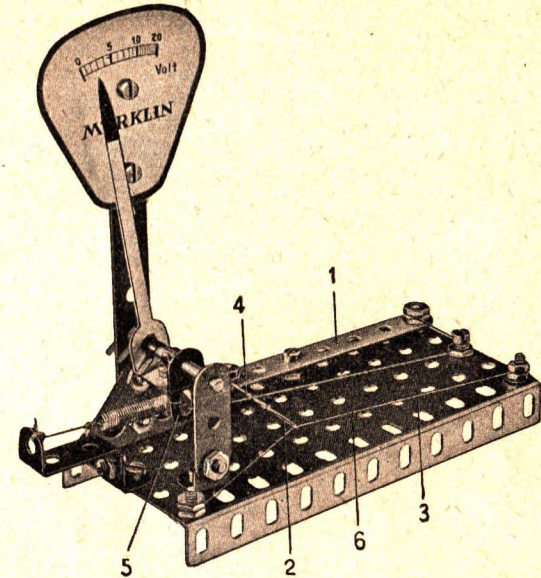
In den Hitzdrahtinstrumenten wird die Ausdehnung des Drahtes durch Wärmeentwicklung dazu benützt, einen Zeiger zu betätigen.

Der Zusammenbau des Instrumentes kann nach der Abbildung erfolgen.

Es ist darauf zu achten, daß der Hebel¹ (Flachband Nr. 1/7) spielend leicht gelagert wird (Grundform A 2). Die Montage der Verspannungen geschieht folgendermaßen: Wir machen uns eine kleine Drahtschleife² (aus Draht Nr. 549) etwa 1 cm lang. Durch diese Schleife legen wir den Hitzdraht³, der

zwischen den beiden Schraubenbolzen straff ausgespannt wird, einer davon ist von der Rechteckplatte isoliert (Grundform C 5). An die Schleife² wird noch ein Stückchen Bindfaden⁴ geknüpft und am Hebel¹ unter eine Mutter geklemmt (Grundform B), hierbei soll der Hebel waagerecht stehen. In das Winkelstück⁵ wird die Spiralfeder eingehakt und am Ende derselben ein Stückchen Bindfaden angeknüpft zur Befestigung am Doppelwinkel. Ein anderer Bindfaden⁶ stellt die Zugverbindung zwischen Winkelstück⁵ und Flachband¹ her. Bei der nun folgenden Verspannung am Flachband¹ muß der Zeiger auf 0 stehen (Grundform B).

Die Hitzdrahtinstrumente finden in der Praxis für Gleich- und Wechselstrom Verwendung. Als Voltmeter werden sie mit großem Vorschaltwiderstand gebaut; als Amperemeter erhalten sie im Innern eine Stromverzweigung, so daß nur ein kleiner Teil des zu messenden Stromes durch den Hitzdraht selbst geht. Diese Instrumente sind selbstverständlich weitaus empfindlicher als das von uns gebaute Modell.



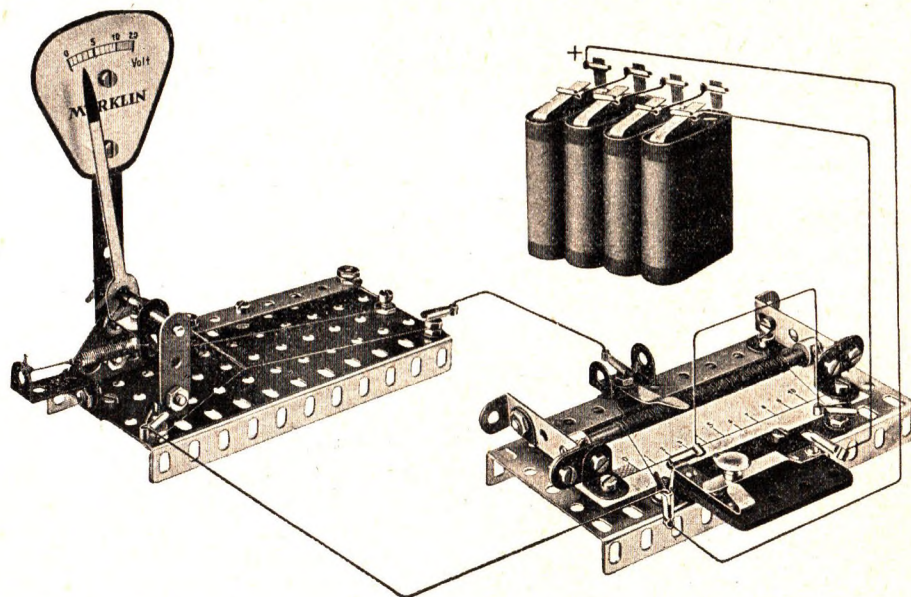
Anleitung 115: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Hitzdraht-Voltmeter und Spannungsteiler

Erforderliche Teile:
Spannungsteiler nach Anleitung 48, jedoch
ohne angebaute Glühlampe
Hitzdrahtinstrument nach Anleitung 114

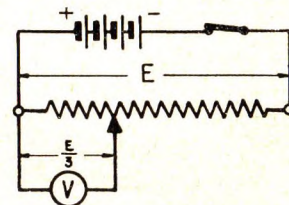
Ferner:
2 Kabel Nr. 560/100
3 Kabel Nr. 560/25
3 Kabel Nr. 560/15
4 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:
— oder  17 Volt



Wir bauen die Anschlüsse nach dem Schaltbild auf. Um gute Ausschläge am Voltmeter zu erzielen, ist eine Stromquelle mit einer Spannung bis etwa 20 Volt zu empfehlen. Legen wir den Schalter ein, so können wir an unserem Hitzdrahtinstrument die mit dem Schieber am Spannungsteiler eingestellte Spannung ablesen (vgl. Anleitung 48).

NB. Dieser Versuch soll bei Anwendung von Batterien nicht zu lange ausgedehnt werden, da durch den starken Stromverbrauch dieselben rasch erschöpft werden.



MARKLIN-ELEX

(V. Elektrische Meßinstrumente)

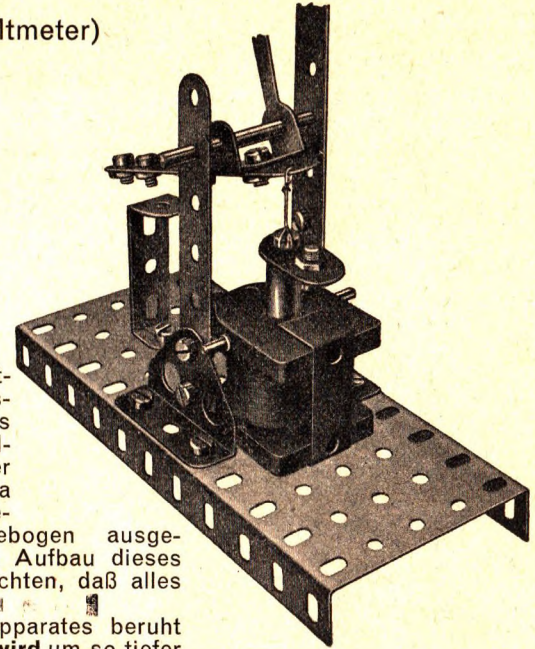
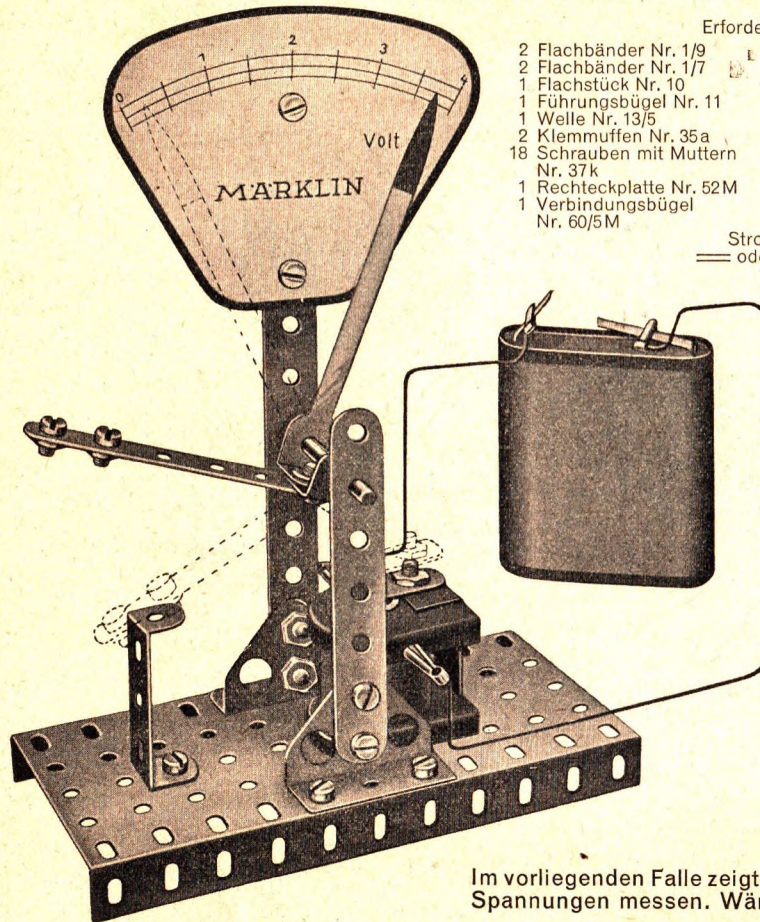
Anleitung 116: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 od. 503

Aufbau eines Weicheiseninstrumentes (Voltmeter)

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|--|
| 2 Flachbänder Nr. 1/9 | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| 2 Flachbänder Nr. 1/7 | 2 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 1 Flachstück Nr. 10 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 2 Klemmuffen Nr. 35a | 1 Skala (zum Ausschneiden) |
| 18 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Zeiger (zum Ausschneiden) |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Taschenlampenbatterie oder 1 Transformator |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | |

Stromquelle:
 oder  4 Volt



Der Aufbau dieses Voltmeters ist verhältnismäßig einfach, wie aus nebenstehenden Abbildungen ersichtlich. Der Zeiger und die Skala werden aus dem mitgegebenen Ausschneidebogen ausgeschnitten. Es ist beim Aufbau dieses Apparates darauf zu achten, daß alles spielend leicht läuft.

Das Prinzip dieses Apparates beruht darauf: **der Eisenkern wird um so tiefer in die Magnetspule hineingezogen**, je größer die angelegte Spannung bzw. der Strom in der Magnetspule ist. Der Kern wird mit Hilfe eines Schnürchens an das Flachband gebunden **und die Bewegung dadurch auf einen Zeiger übertragen**.

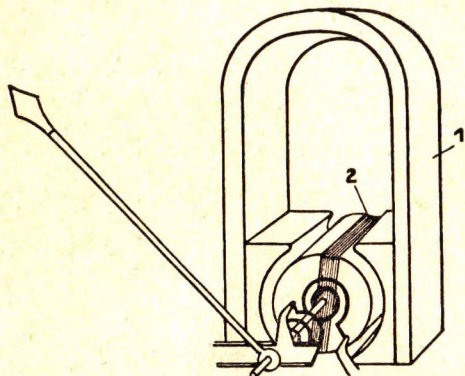
Es ist wichtig, daß an dem Flachstück am Eisenkern eine Schraube (Messing) aufgeschraubt wird, damit das Flachstück nicht dem Magnetbügel zu nahe kommt und dort kleben bleibt. — Eine Taschenlampenbatterie hat in frischem Zustande eine Spannung von 4 bis 4½ Volt, welche im Laufe der Zeit durch die Abnutzung heruntersinkt. Ist sie unter 2 Volt gesunken, so ist die Batterie kaum noch für Versuche zu gebrauchen.

Im vorliegenden Falle zeigt die Skala eine Voltmetereinteilung. Wir können also mit diesem Instrument Spannungen messen. Wäre die Skala nach Ampere geeicht, so könnten wir Ströme messen.

Anleitung 117:

Drehspulinstrument

Mit diesen beiden schematischen Darstellungen soll die Wirkungsweise zweier sehr häufig verwendeter elektrischer Meßinstrumente gezeigt werden. Diese Instrumente lassen sich mit unserem Experimentierkasten nicht ohne weiteres aufbauen.

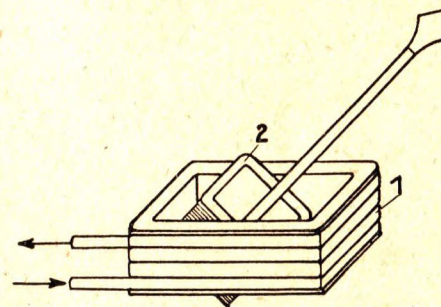


Dieses Instrument besitzt **einen feststehenden permanenten Magneten¹ und eine beweglich angeordnete Spule²**, welche bei Stromdurchgang elektromagnetisch abgelenkt wird. Eine Spiralfeder bringt den Zeiger nach Abschalten des Stromes in seine Nullstellung zurück und eine zweite hält andererseits dem Zeigerausschlag bei Stromdurchgang das Gleichgewicht. Diese Spiralfedern dienen zugleich als Stromzufuhr für die bewegliche Spule.

Da in der Praxis derartige Instrumente von großer Wichtigkeit sind, so sollen dieselben hier im Prinzip angeführt werden; sie werden als Voltmeter und Amperemeter benützt und sind nur für Gleichstrom verwendbar.

Anleitung 118:

Elektrodynamisches Instrument



Bei dieser Bauart haben wir **eine feststehende Spule¹ und eine bewegliche Spule²**, die sich bei Stromdurchgang gegenseitig elektromagnetisch ablenken. Als Gegenkraft dienen, wie in Anleitung 117, Spiralfedern.

Elektrodynamische Instrumente sind Präzisionsinstrumente. Sie werden in der Praxis als Voltmeter, Amperemeter und Wattmeter (Elektrizitätszähler)*benützt und eignen sich für Gleich- und Wechselstrom.

VI. Elektrische Grundbegriffe (Wechselstrom)

A. Induktion

Anleitung 119: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Bewegte Spule im ruhenden elektromagnetischen Feld

Erforderliche Teile:

Galvanometer nach Anleitung 111

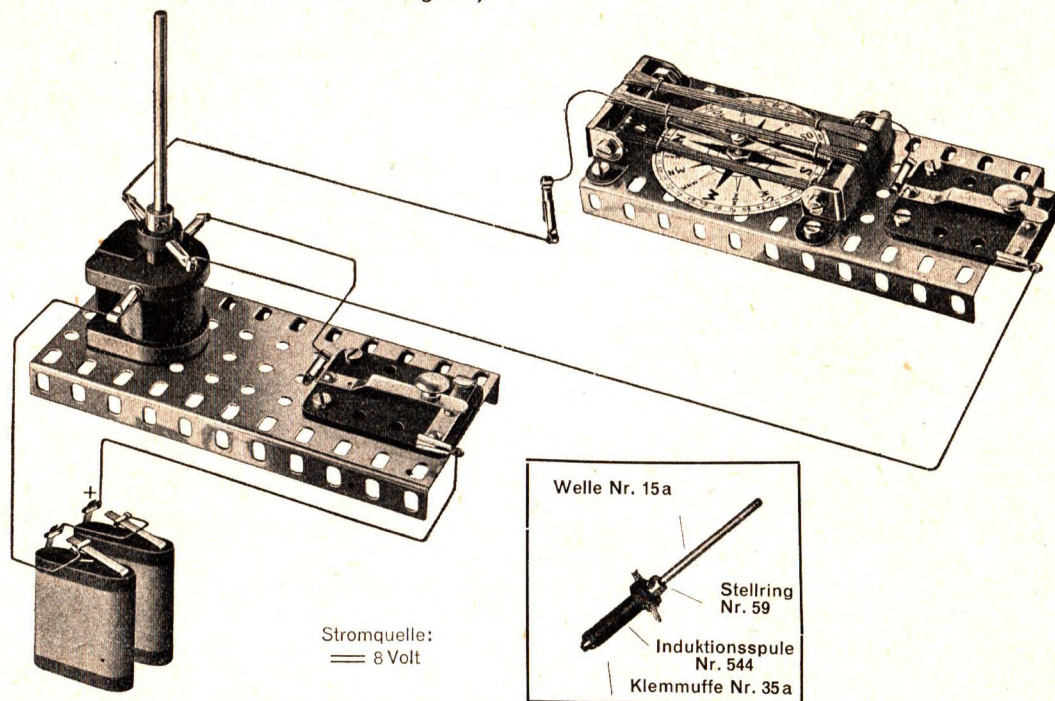
Ferner:

- 1 Welle Nr. 13/11,5
- 1 Klemmuffe Nr. 35a
- 4 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Stelling Nr. 59
- 1 Induktionsspule Nr. 544
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 2 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taster-Schalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 2 Taschenlampenbatterien

Der Aufbau der Schaltung geht aus der Abbildung hervor, dabei ist zu beachten, daß das Galvanometer von keinen störenden Magnetfeldern beeinflusst wird. (Gegenseitige Entfernung der Apparate etwa 1 m). Nun stecken wir die Spulen ineinander und legen zuerst den Taster-Schalter im Batteriekreis ein, alsdann denjenigen am Galvanometer. Ziehen wir die kleine Spule sehr rasch aus der Magnetspule heraus, so bemerken wir am Galvanometer einen Ausschlag. Beim raschen Einführen der kleinen Spule in die Magnetspule entsteht ebenfalls ein Ausschlag, jedoch nach der anderen Richtung. Wir schalten jetzt die Batterien wieder ab. In Anleitung 69 haben wir das Feldbild der stromdurchflossenen Spule gesehen. Deutlich erkennen wir daran, daß in einiger Entfernung von der Magnetspule nur noch ein schwaches Feld vorhanden ist. Beim Herausziehen der kleinen Spule aus der Magnetspule führen wir also die kleine Induktionsspule durch ein Magnetfeld hindurch, das von einem größten Wert abnimmt bis auf Null. Je rascher diese Verschiebung vor sich geht, eine um so größere elektrische Spannung (E.M.K., d. h. Elektromotorische Kraft) wird in der Induktionsspule erzeugt und durch den Galvanometerstrom sichtbar gemacht. Diesen Vorgang nennen wir „Induktion“.

„Die induzierte Spannung in einer Spule ist abhängig von der zeitlichen Feldänderung um die Spule herum.“

NB. Ein weiterer Versuch mit obiger Anordnung ist in Anleitung 122 beschrieben.

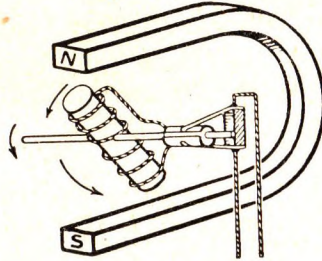


MARKLIN-ELEX

(VI. Elektrische Grundbegriffe)

Anleitung 120:

Magnet-Dynamo



Die wichtigste Anwendung der Induktion ist der sogenannte **Dynamo**. Das ist eine Maschine, mit deren Hilfe durch schnelle Bewegung eines Leiters innerhalb eines Magnetfeldes ein elektrischer Strom erzeugt wird. Die ersten Dynamo-Maschinen bestanden aus kräftigen Stahlmagneten, in deren magnetischem Feld ein Anker in schnelle Drehung versetzt wurde. Die obenstehende Abbildung zeigt die Wirkungsweise einer solchen Maschine. **Hierbei wird der Anker mit seiner Wicklung im magnetischen Feld gedreht**, und so entsteht ein Strom, welcher durch Kollektor und Bürsten abgenommen und an anderer Stelle nutzbringend verwertet werden kann.

Anleitung 121: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Fremderregter Dynamo

Erforderliche Teile:

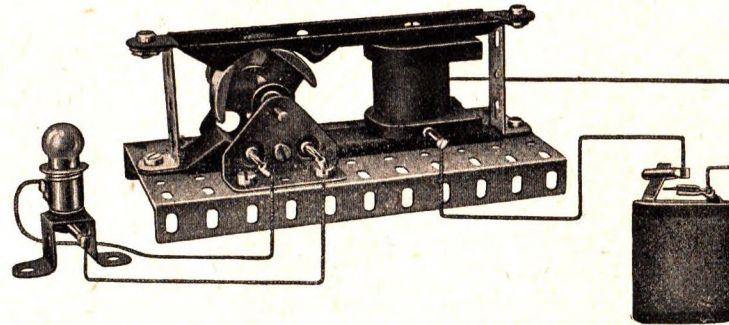
- 1 Schnurlaufrad Nr. 22
- 12 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Fassung Nr. 556

- 1 Glühbirne 3 1/2 Volt Nr. 557 3/4
- 2 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 2 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Magnetspule Nr. 565

- 1 Eisenkern Nr. 566
- 2 Feldbügel Nr. 578
- 1 Anker Nr. 579
- 1 Bürstenhalter Nr. 540
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:

— 4 Volt



Der Aufbau ist derselbe, wie der des Elektromotors in Anleitung 91. Es wird die Magnetspule von einer Batterie mit Strom versorgt, und wenn nun der Anker in schnelle Umdrehung versetzt wird, so leuchtet das Glühbirnchen auf.

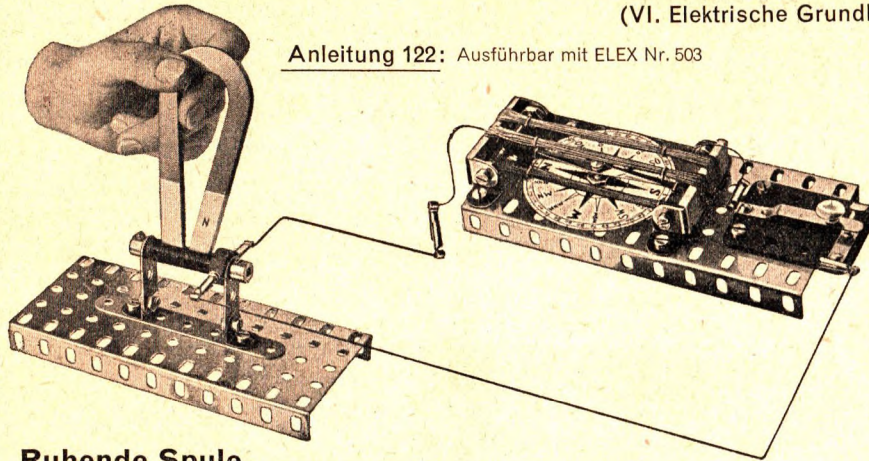
Steht uns eine kräftige Dampfmaschine (Kesseldurchmesser etwa 7 cm) zur Verfügung, so können wir durch Verbindung zwischen Schwungrad der Dampfmaschine und Schnurlaufrad der Dynamomaschine mit Hilfe einer Transmissionsspirale ein kleines Elektrizitätswerk herstellen, in welchem die mechanische Energie der Dampfmaschine in elektrische Energie umgewandelt wird.

Die Besitzer der ELEX-Kasten Nr. 502 bzw. 503 können zwischen Magnetspule und Batterie noch einen Tasterschalter Nr. 563 und ein Kabel Nr. 560/15 legen, damit läßt sich das Erregerfeld abschalten, und die Batterie wird geschont.

MARKLIN-ELEX

(VI. Elektrische Grundbegriffe)

Anleitung 122: Ausführbar mit ELEX Nr. 503



Ruhende Spule im veränderlichen Magnetfeld

Wir bauen eine Spule mit geschlossenem Eisenkern auf, wie Abbildung zeigt, und verbinden die Klemmen mit dem Galvanometer (Abstand = 1 m). Setzen wir unseren Hufeisenmagneten direkt auf die Spule auf, so haben wir in der Spule ein magnetisches Feld. Nun schließen wir den Schalter am Galvanometer und ziehen dann den Magneten rasch weg; dadurch bricht das magnetische Feld in der Spule zusammen, und durch diese Feldveränderung entsteht in der Spule eine induzierte elektrische Spannung (E.M.K.), welche mit dem Galvanometer beobachtet werden kann. Drehen wir den Magneten um und wiederholen den Versuch, so erhalten wir einen Ausschlag nach der anderen Richtung. Dasselbe tritt ein beim raschen Aufsetzen des Magneten auf die Spule. In Anleitung 119 haben wir die Spule bewegt, und bei diesem Versuch bewegen wir das Magnetfeld.

Dieselbe Erscheinung tritt auch bei dem Aufbau nach Anleitung 119 auf. Der Galvanometerkreis bleibt geschlossen, alsdann drücken wir den Taster der Magnetspule nieder, und während diesem Einschaltmoment läßt sich deutlich ein Ausschlag am Galvanometer beobachten. Beim Abschalten wechselt der Ausschlag seine Richtung. Auch hier haben wir in der Spule eine Feldveränderung; beim Einschalten wächst das Feld vom Wert Null auf einen Maximalwert an, beim Ausschalten bricht das Feld zusammen.

Denken wir uns nur **eine** stromdurchflossene Spule, so besitzt dieselbe ein elektromagnetisches Feld. Schalten wir den Strom in derselben ab, so bricht das Feld im Innern der Spule und um dieselbe herum zusammen. Auch in diesem Falle entsteht in der Spule selbst eine E.M.K., nämlich die E.M.K. der „Selbstinduktion“, welche durch den Ausschaltfunken sichtbar wird.

Erforderliche
Teile:

Galvanometer
nach Anl. 111

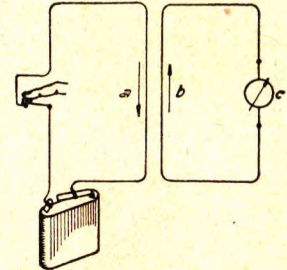
Ferner:

- 1 Flachband Nr.1/7
- 1 Flachband Nr.1/3
- 2 Winkelstücke
Nr. 12
- 1 Welle Nr.13/5
- 4 Schrauben mit
Mutter Nr.37 k
- 1 Rechteckplatte
Nr. 52 M
- 2 Stellringe Nr. 59
- 1 Induktionsspule
Nr. 544
- 1 Hufeisenmagnet
Nr. 554
- 2 Kabel Nr.560/100

Anleitung 123:

Induktion zwischen zwei Drähten

Obiger Versuch läßt sich leider nicht mit unserem Galvanometer durchführen, da dieses für die feinen auftretenden Ströme nicht empfindlich genug ist. — Legen wir zwei Leitungen nebeneinander, von welchen die eine a mit Hilfe eines Tasterschalters mit der Batterie verbunden werden kann und die andere b zum Galvanometer c führt, so würden wir finden, daß beim Ein- und Ausschalten des Stromes am Taster der Zeiger des Galvanometers c kurz und schwach ausschlägt.



In Anleitung 86 haben wir das elektromagnetische Feld um einen ausgespannten Draht herum kennengelernt und verstehen nun auch, daß beim Einschalten des Stromes das elektromagnetische Feld um die Leitung a herum vom Wert Null zu einem größten Wert (Maximum) ansteigt und beim Ausschalten wieder zu Null wird. Die neben a liegende Leitung b befindet sich nun in demselben Felde. Durch die Feldveränderungen werden also in dieser Leitung b elektrische Spannungen induziert, welche beim Ein- bzw. Ausschalten des Stromes jeweils einen Stromstoß in verschiedener Richtung durch das Galvanometer senden.

Anleitung 124: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Induktion zwischen zwei ruhenden Spulen

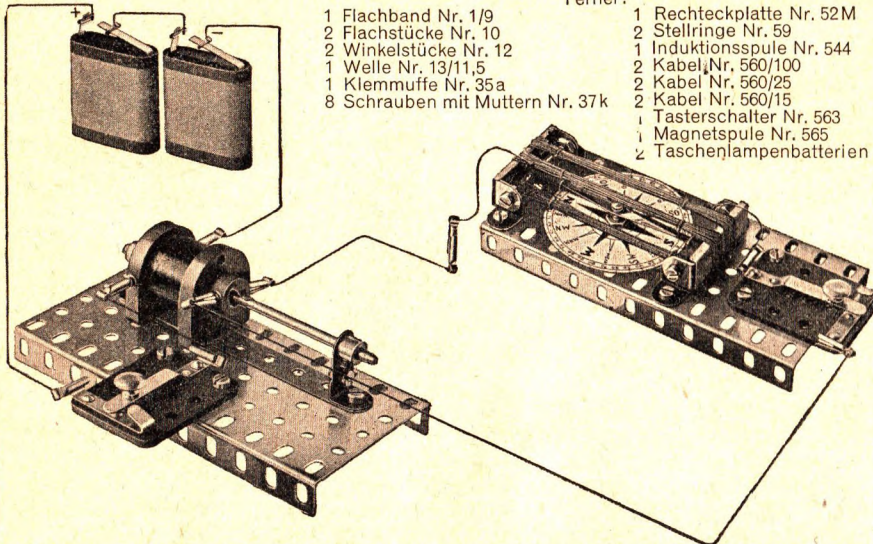
Erforderliche Teile: Galvanometer nach Anleitung 111

Ferner:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Rechteckplatte Nr. 52M |
| 2 Flachstücke Nr. 10 | 2 Stellringe Nr. 59 |
| 2 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Induktionsspule Nr. 544 |
| 1 Welle Nr. 13/11,5 | 2 Kabel Nr. 560/100 |
| 1 Klemmuffe Nr. 35a | 2 Kabel Nr. 560/25 |
| 8 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| | 2 Taschenlampenbatterien |

Stromquelle:
= 8 Volt

Die Wirkung der Anleitung 123 kann wesentlich verstärkt werden, wenn wir nicht 2 nebeneinanderliegende Drähte verwenden, sondern 2 ineinandergeschobene Spulen mit demselben Eisenkern. Die Abbildung zeigt uns einen Apparat, den wir zusammensetzen wollen; dabei soll die Induktionsspule auf der Welle innerhalb der



Magnetspule leicht verschiebbar sein, damit der Draht nicht verletzt wird. Wir schieben die Spule ganz hinein und befestigen dieselbe mit einer Klemmuffe. Die Batterie wird über einen Schalter an die Magnetspule angeschlossen und das 1 m entfernte Galvanometer direkt an die Induktionsspule. Beim Einschalten des Stromes entsteht ein magnetisches Feld, und wir erhalten durch die Induktionsspule einen Ausschlag am Galvanometer, beim Ausschalten wirkt der Stromstoß entgegengesetzt.

Schalten wir in rascher Folge immerzu ein und aus, so kann das Galvanometer infolge seiner Trägheit nicht rasch genug schwingen und zeigt gar keinen Ausschlag. Durch diesen Vorgang haben wir in der Induktionsspule „**Wechselstrom**“ induziert und verstehen jetzt auch, weshalb ein **Galvanometer nur für Gleichstrom zu benutzen** ist.

Wäre im Batteriekreis an Stelle des Schalters ein Polumschalter vorhanden, so könnte in diesem Stromkreise die Stromrichtung rasch gewechselt werden und wir hätten dann auch dort einen sog. Wechselstrom. Das magnetische Feld ist in diesem Falle ein Wechselfeld. Übertragen wir diesen Wechselstrom induktiv auf den zweiten Stromkreis, so nennen wir diese Anordnung einen „**Transformator**“.

Anleitung 125: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Streufeld

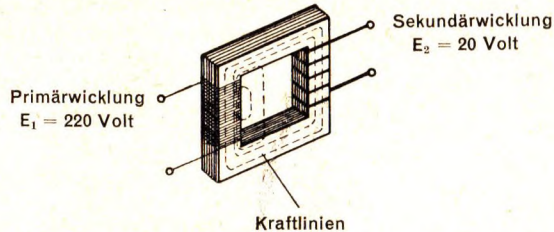
Erforderliche Teile: Aufbau nach Anleitung 124

Stromquelle:
= 8 Volt

Wir ziehen die Spule des vorhergehenden Versuches ganz heraus und beobachten nunmehr die Größe der Ausschläge gegenüber dem vorhergehenden Fall. Wir stellen fest, daß dieselben nur noch etwa $\frac{1}{3}$ so stark sind. In Anleitung 69 haben wir uns die magnetischen Kraftlinien versuchsweise vorgestellt und müssen in unserem Falle hierauf zurückgreifen. Liegt die Induktionsspule ganz im Innern der Magnetspule, so umfaßt dieselbe fast alle Kraftlinien, und beim Ein- bzw. Ausschalten wirkt das ganze Magnetfeld. Ist die Spule außerhalb, so wirken in der Induktionsspule nur diejenigen Kraftlinien, welche durch die Welle gehen; die anderen Kraftlinien schließen sich durch die Luft. Das Feld, welches verlorengeht, heißt Streufeld. Wir lösen nun die beiden Stellringe und ziehen die ganze Welle zurück, so daß nur noch die kleine Induktionsspule auf der Welle sitzt und in dem vorher geschlossenen Eisenweg der Magnetspule ein großer Luftspalt entsteht. Das Flachstück Nr. 10 soll zwischen den beiden Stellringen liegen, wodurch die Welle eine Befestigung erhält. Beim Einschalten können wir am Galvanometer keine Wirkung mehr feststellen, es besteht nur noch ein Streufeld. Ähnlich liegt der Fall, wenn wir die beiden Spulen ohne Eisenkern ineinanderstecken, auch hier haben wir nur ein Streufeld, und zwar im Luftspalt zwischen den beiden Spulen.

Anleitung 126:

Transformator für Wechselstrom



Wir denken uns ein Eisengestell, aus einzelnen Blechen zusammengesetzt. Auf der einen Seite sind viele Windungen aus dünnem Draht und auf der anderen wenige Windungen aus dickem Draht.

Diejenige Wicklung, die mit dem Netz (Stromquelle) in Verbindung steht, heißt „Primärwicklung“ und diejenige Wicklung, die zur Stromabnahme dient, heißt „Sekundärwicklung“.

Legen wir an die Primärwicklung eine Wechselspannung, so entwickelt sich ein magnetisches Wechselfeld mit Kraftlinien. Wenn keine Streuung vorhanden wäre, d. h. wenn die Sekundärwicklung ebenfalls alle Kraftlinien umfassen würde, so wäre die Sekundärspannung

$$E_2 = \frac{w_2}{w_1} \cdot E_1$$

wobei w_1 bzw. w_2 die Windungszahlen sind.

Haben wir primär eine Spannung angelegt und an den Sekundärklemmen ist nichts angeschlossen, so nennen wir diesen Zustand „**Leerlauf**“; hierbei ist der **Sekundärstrom** = 0.

Ein anderer Betriebsfall wäre die normale Belastung.

Überbrücken wir die Sekundärklemmen mit einem dicken Draht, so entsteht „**Kurzschluß**“ bei einem sehr hohen Sekundärstrom (Wärmeentwicklung) und starker Streuung. Die **Spannung** ist **zwischen den Sekundärklemmen** = 0.

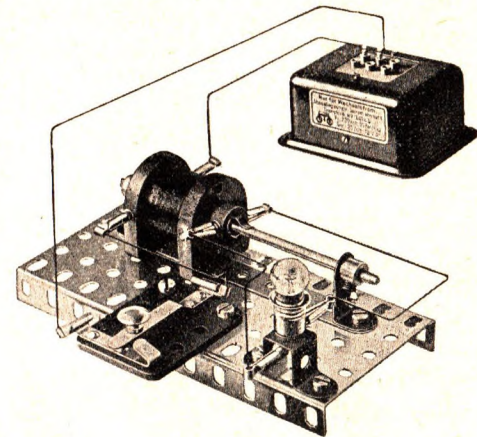
Anleitung 127: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines Wechselstrom-Transformators

Erforderliche Teile:

- 1 Flachband Nr. 1/9
- 2 Flachstücke Nr. 10
- 2 Winkelstücke Nr. 12
- 1 Welle Nr. 13/11,5
- 1 Klemmuffe Nr. 35a
- 10 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Stellringe Nr. 59
- 1 Induktionsspule Nr. 544
- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühbirne Nr. 557/3 1/2
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 3 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Transformator

Stromquelle:
 12 Volt



In Anleitung 124 haben wir uns einen Apparat mit zwei Spulen gebaut und dabei bemerkt, daß derselbe zum Wechselstrom-Transformator wird, sobald wir eine der beiden Spulen an Wechselspannung anschließen und der anderen Spule Strom entnehmen. Wir legen nun an die Magnetspule (Primärwicklung) über einen Tasterschalter eine Wechselspannung von 12 Volt an und schieben die Induktionsspule (Sekundärwicklung) ganz in die Magnetspule hinein. Unsere Beleuchtung für 3 1/2 Volt schließen wir direkt an diese kleine Induktionsspule an. Legen wir den Tasterschalter ein, so leuchtet die Glühbirne hell auf. Durch Verschieben der Induktionsspule (Sekundärwicklung) auf der Welle haben wir die Möglichkeit, die **Sekundärspannung** unseres selbstgebauten Transformators zu **regulieren**; die Ursache für den Spannungsabfall bildet das Anwachsen der Streuung.

NB. Wegen der Erwärmung der Spulen sollen die Versuche nicht zu lange ausgeführt werden.

Anleitung 128: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Dämpfung durch kurzgeschlossene Wicklung

Erforderliche Teile:

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| 1 Fassung Nr. 556 | 1 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Glühbirne Nr. 557/3 ½ | 1 Transformator Nr. 13470 UG |
| 2 Kabel Nr. 560/25 | |

Stromquelle:

 3 und 12 Volt

Mit dem Transformator Nr. 13470 UG läßt sich folgender Versuch durchführen: Wir schließen unsere Glühbirne an die 4-Volt-Buchsen an, so daß dieselbe normal brennt. Machen wir nun mit einem Kabel Nr. 560/15 einen Kurzschluß bei den noch freien 12-Volt-Buchsen, so geht die Leuchtkraft der Birne infolge der auftretenden größeren Streuung im Innern des Transformators wesentlich zurück.

Diese Transformatorkonstruktion fängt den sekundärseitigen Kurzschluß auf. Haben wir jedoch eine Transformatorkonstruktion, bei welcher die Streuung sehr klein ist, so geht der ganze Kurzschlußstromstoß vom Sekundärkreis auf den Primärkreis und in das Starksromnetz über. Um in diesem Falle die schädlichen Kurzschlußströme abzufangen, werden Überstromschalter eingebaut. Im Abschnitt VII kommen wir nochmals hierauf zurück.

Anleitung 129: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Kraftwirkung auf eine kurzgeschlossene Spule im veränderlichen elektromagnetischen Feld

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Induktionsspule Nr. 544 |
| 2 Flachstücke Nr. 10 | 2 Kabel Nr. 560/100 |
| 2 Winkelstücke Nr. 12 | 3 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Welle Nr. 13/11,5 | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 8 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 2 Taschenlampenbatterien |
| 2 Stellringe Nr. 59 | oder 1 Transformator |

Stromquelle:

 8 Volt oder  20 Volt

An dem Wechselstrom-Transformator nach Anleitung 127 entfernen wir die Klemmuffe Nr. 35a zur Befestigung der Induktionsspule Nr. 544, außerdem montieren wir die Beleuchtung ab. Die Primärspule schließen wir über einen Schalter an die Batterien (Gleichstrom) an, wie in Anleitung 124 abgebildet ist. Die bewegliche Spule schließen wir mit einem Kabel Nr. 560/15 kurz und schieben dieselbe ganz in die Magnetspule hinein. Schalten wir nun den Strom ein und aus, so erhalten wir bei jedem Stromstoß, d. h. bei jeder Feldveränderung, eine ruckartige Bewegung der Induktionsspule. **Je rascher die Unterbrechungen folgen und je stärker der Strom ist, um so größer ist die Kraft, mit welcher die kurzgeschlossene Sekundärspule aus der Primärspule herausgetrieben wird.**

Bei direktem Anlegen von Wechselspannung eines Transformators an Stelle der Gleichspannung, ist die Wirkung sehr deutlich wahrzunehmen. Die Spule wird einfach herausgeschleudert.

Bei großen Transformatoren wirken auch bedeutende abstoßende Kräfte dieser Art zwischen den einzelnen Windungen derselben Spule. Die Windungen müssen daher kräftig bandagiert werden, damit sie von den auftretenden Kurzschlußströmen nicht zerrissen werden.

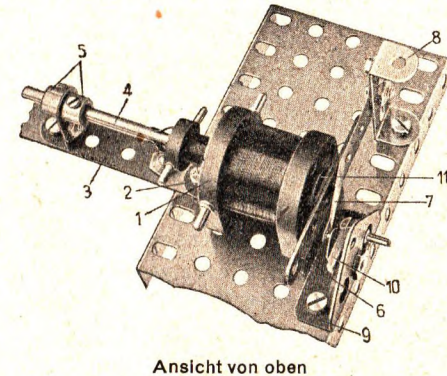
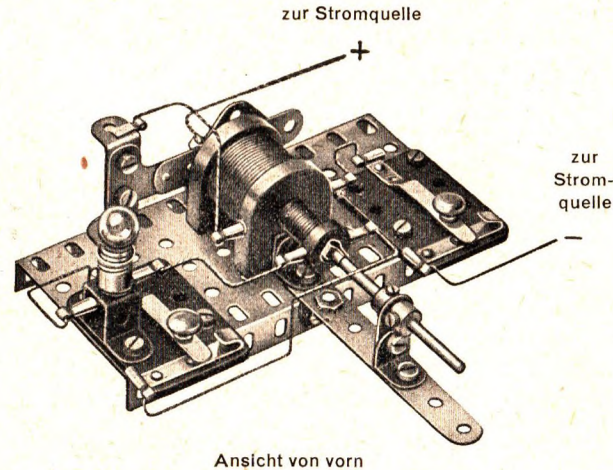
Anleitung 130: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Erforderliche Teile:

- 1 Flachband Nr. 1/7
- 1 Flachstück Nr. 10
- 3 Winkelstücke Nr. 12
- 1 Welle Nr. 13/11,5
- 18 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Stellringe Nr. 59
- 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Induktionsspule Nr. 544
- 1 Fassung Nr. 556
- 1 Glühbirne Nr. 557/3½
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 3 Kabel Nr. 560/15
- 2 Tasterhalter Nr. 563
- 1 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 1 Hammer mit Unterbrecher Nr. 573
- 1 Kontakthalter Nr. 574
- 2 Taschenlampenbatterien

Stromquelle:
 8 Volt

Aufbau eines Gleichstrom-Transformators



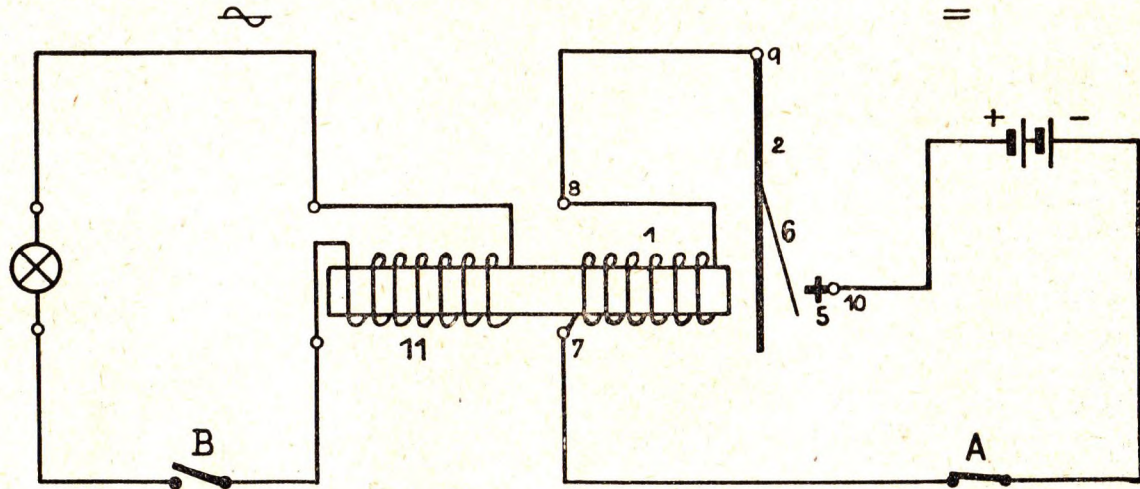
Die Magnetspule¹ wird mit dem Magnetbügel¹¹ auf die Rechteckplatte montiert. Anschließend an den Magnetbügel¹¹ befestigen wir ein Winkelstück² mit Flachband³ Nr. 1/7. Die Lagerung der Welle⁴ erfolgt derart, daß sie im Loch des Magnetbügels¹¹ gerade noch aufliegt und nicht weit herausragt; die Befestigung bilden zwei Stellringe⁵. Die Induktionsspule Nr. 544 muß leicht verschiebbar sein. Gegenüber der Magnetspule¹ ist der Hammer⁶ mit Unterbrecherfeder⁷ an einem Bügel⁸ Nr. 60/5M befestigt. Ferner wird auf der Rechteckplatte ein Lagerwinkel⁹ angebracht, welcher den Kontakthalter¹⁰ trägt. Dabei ist zu beachten, daß die Berührungsstelle der Unterbrecherfeder⁷ auf den Kontakthalter¹⁰ nur einen leichten Druck ausübt und die Entfernung zwischen Hammer⁶ und Magnetbügel¹¹ klein bleibt. Der weitere Aufbau ist aus den Abbildungen ersichtlich; die Wirkungsweise dieses Gleichstrom-Transformators ist in Anleitung 131 beschrieben (vgl. Anleitung 137).

Anleitung 131: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Spannungsänderung und Kurzschluß beim Gleichstrom-Transformator

Erforderliche Teile:
Gleichstrom-Transformator
nach Anleitung 130

Stromquelle:
= 8 Volt



Wir bauen das obige Schaltbild auf. Schließen wir den Schalter A, so wird der Hammer² von der Magnetspule¹ (Primärspule) angezogen, die Unterbrecherfeder⁶ wird sich vom Kontakt⁵ lösen und den Strom unterbrechen. Hierdurch federt der Hammer² wieder zurück, der Unterbrecher bekommt wieder Kontakt, und das Spiel beginnt von neuem. Beim ersten Aufbau wird zumeist die Unterbrechung nicht einwandfrei gelingen, deshalb sind sowohl der Bügel⁸ als auch der Lagerwinkel⁹ (siehe Abbildung Seite 98) in den Schlitzen der Rechteckplatte montiert. Durch Ausnützung des Spielraumes in diesen Schlitzen kann das Spiel für die Bewegung leicht eingestellt werden.

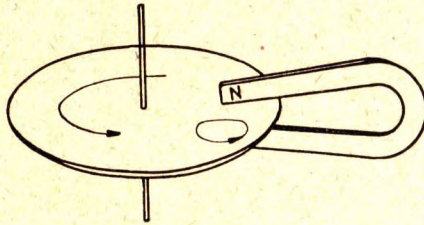
Arbeitet der Primärkreis einwandfrei, so schieben wir die kleine Induktionsspule¹¹ (Sekundärspule) ganz in die Magnetspule¹ (Primärspule) hinein und halten diese Einstellung mit der Klemmuffe fest. Legen wir jetzt den Schalter B ein, so leuchtet die Glühlampe auf, vorausgesetzt, daß der Primärkreis eingeschaltet ist. Ziehen wir die Sekundärspule¹¹ langsam zurück, so wächst die Streuung, und die induzierte Spannung in der kleinen Spule sinkt ab. Durch diese Verschiebung können wir die Sekundärspannung regulieren. **Im Primärkreis fließt ein zerhackter Gleichstrom; im Sekundärkreis ein Wechselstrom.**

Nun nehmen wir die Kabel am Sekundärkreis weg und überbrücken die Steckerchen der kleinen Induktionsspule direkt mit einem Kabel Nr. 560/15; dann schieben wir die Spulen ganz ineinander, jedoch ohne Befestigung mit der Klemmuffe. Schalten wir jetzt den Primärkreis ein, so wird die kurzgeschlossene Sekundärspule herausgeworfen. (Vgl. die Anleitungen 127 und 129.)

MARKLIN-ELEX (VI. Elektrische Grundbegriffe)

Anleitung 132:

Wirbelströme



Wir denken uns eine Metallscheibe und ein Magnetfeld, das die Scheibe senkrecht durchdringt. Wird diese Scheibe in Umdrehung versetzt, so ändert sich im Innern derselben das magnetische Feld, und in der Metallscheibe werden elektromotorische Kräfte induziert, die eine in sich geschlossene Strömung (räumliche Ströme) im Material hervorrufen. Diese Ströme heißen „**Wirbelströme**“; sie wirken dem Magnetfeld entgegen und entwickeln gleichzeitig Wärme. Die entmagnetisierende Kraft wirkt bremsend auf die sich drehende Scheibe.

Anleitung 133: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

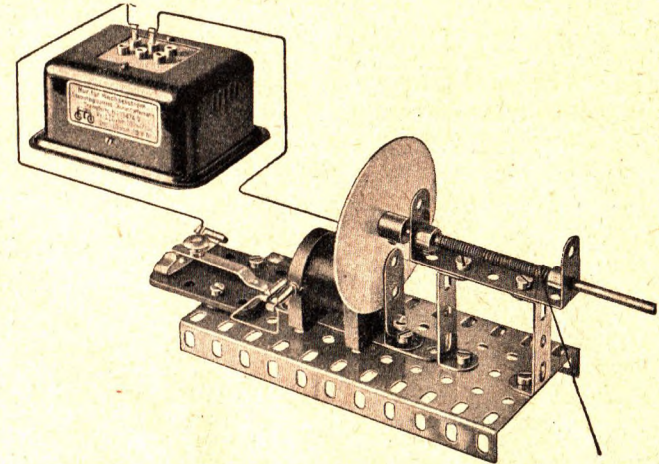
Wirbelstrombremse

Erforderliche Teile:

- 1 Flachband Nr. 1/7
- 2 Flachbänder Nr. 1/3
- 1 Flachstück Nr. 10
- 2 Winkelstücke Nr. 12
- 1 Welle Nr. 13/11,5
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37
- 10 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Lagerbügel Nr. 46
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Stellringe Nr. 59
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Unterlegscheibe Nr. 87
- 1 Al-Scheibe mit Stellring Nr. 542
- 2 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 2 Taschenlampenbatterien oder 1 Transformator

Stromquelle:

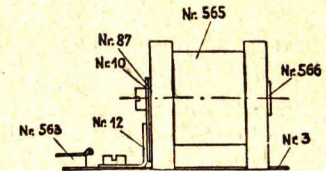
— 8 Volt oder 20 Volt



Beim Aufbau dieses Apparates ist darauf zu achten, daß die Scheibe zwischen dem Eisenkern und dem Flachband, ohne zu streifen, umläuft. Die Abzugschnur wird nicht an der Welle festgeknüpft, sondern nur aufgewickelt. Durch rasches Abziehen der Schnur erhält die Scheibe eine hohe Umdrehungszahl und benötigt einige Zeit zum Auslaufen.

Wiederholen wir den Versuch und schalten sofort nach Abziehen der Schnur den Strom in der Spule ein, so bemerken wir, daß die Auslaufzeit sich stark verringert hat. **Die entstehenden Wirbelströme hemmen die Bewegung und wirken auf die Scheibe wie eine Bremse.** Der Einfluß der Wirbelströme ist um so deutlicher, je stärker unser Magnetfeld ist und je rascher sich die Scheibe dreht. Bei einem Wechselfeld (Transformator als Stromquelle mit ca. 20 Volt) tritt eine sehr heftige Bremsung auf. In Elektrizitätszählern findet die Wirbelstrombremse praktische Anwendung.

NB. Der Strom soll nicht zu lange eingeschaltet bleiben.

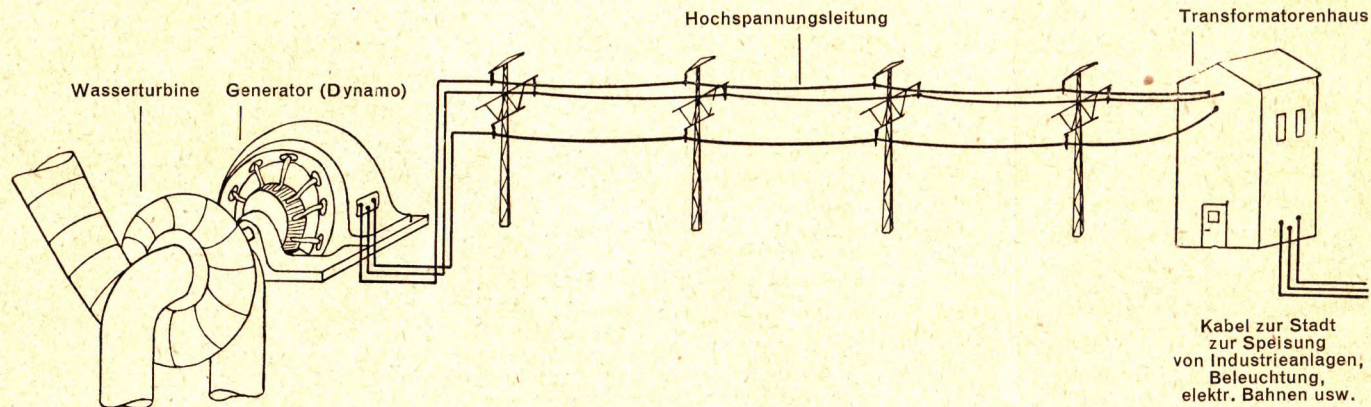


Anleitung 134:

Elektrische Kraftübertragung

In untenstehender Abbildung finden wir eine schematische Skizze, wie die elektrische Krafterzeugung, Kraftübertragung und Nutzabmachung vor sich geht.

Da der elektrische Strom sich äußerst billig und einfach auf beliebig große Entfernungen übertragen läßt, ist es das Bestreben der Elektrotechnik in den letzten Jahrzehnten gewesen, die Stromerzeugung dort vorzunehmen, wo sie am billigsten ist. Ein solches bevorzugtes Gebiet für die Stromerzeugung befindet sich z. B. in Gebirgsgegenden, wo sehr billige Wasserkräfte zur Verfügung stehen.

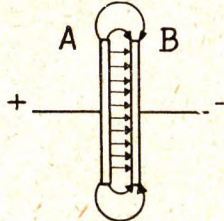


Das Wasser wird von riesigen Sammelbecken durch große Leitungen zur Wasserturbine befördert, und dort leistet es nutzbringende Arbeit, indem es einen Generator treibt. Der Strom dieses Generators wird durch eine „**Hochspannungsleitung**“ meilenweit geführt, bis er an die Stelle kommt, wo er Verwendung finden soll. Im allgemeinen wird hierbei Drehstrom angewandt; dieses ist ein Strom, welcher zu seiner Übertragung ein Dreileitersystem notwendig hat. — Im Transformatorhaus wird der Strom von der Hochspannung herabtransformiert auf die Verbraucherspannung und wird mit Hilfe von Kabeln an seinen eigentlichen Bestimmungsort weitergeführt, wo er nützliche Arbeit verrichtet und allen zugute kommt, sei es zur Speisung von Industrieanlagen, zur Beleuchtung unserer Wohnräume oder zum Betreiben von elektrischen Bahnen.

B. Kapazität

Anleitung 135:

Kondensator



Wir denken uns zwei parallele Metallplatten A und B, welche mit dem positiven bzw. negativen Pol einer Stromquelle verbunden sind. Zwischen den beiden Platten befindet sich ein elektrisches Feld (vgl. Anl. 28), und dieser Raum hat die Eigenschaft, Elektrizität anzusammeln. Die ganze Anordnung wird „**Kondensator**“ genannt. Das Fassungsvermögen für Elektrizität, **Kapazität** genannt, wird um so größer, je größer die Metallplatten sind, je näher sich die Platten gegenüberstehen oder auch, je mehr Platten angebracht sind. Die isolierende Zwischenschicht, **Dielektrikum**, besteht zumeist aus Luft, Glas, Glimmer, Papier oder anderen nicht-leitenden Stoffen.

Die **Drehkondensatoren** von Radioapparaten dürften bekannt sein, diese haben eine veränderliche Kapazität. Unsere Type Nr. 543 im ELEX-Kasten Nr. 502A bzw. Nr. 503 ist ein **Kondensatorwickel** mit fester Kapazität von ca. 0,05 μ F (Mikro Farad).

Schalten wir einen **Kondensator** in einen Stromkreis ein, so **sperrt** derselbe **den Weg für Gleichstrom**; **Wechselstrom hoher Frequenz** (Schwingungszahl) dagegen **wird hindurchgelassen**.

Anleitung 136: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Entstörung eines Motors

Erforderliche Teile:

Aufbau nach Anleitung 101

Ferner:

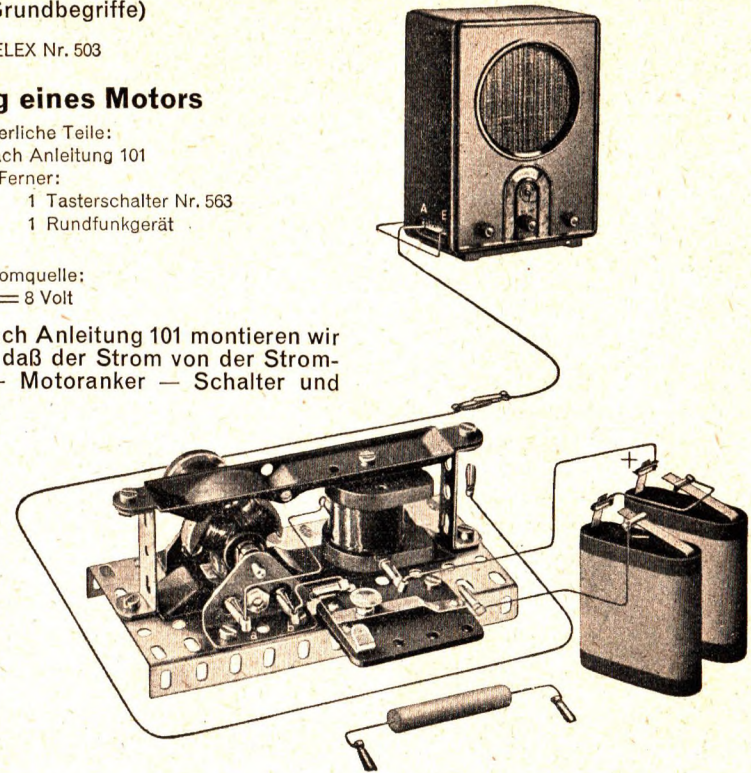
- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 Kondensator Nr. 543 | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 2 Kabel Nr. 560/100 | 1 Rundfunkgerät |
| 1 Kabel Nr. 560/15 | |

Stromquelle:

== 8 Volt

An den Hauptstrommotor nach Anleitung 101 montieren wir einen Tasterschalter an, so daß der Strom von der Stromquelle über Magnetspule — Motoranker — Schalter und wieder zur Batterie zurück geht. Schalten wir den Stromkreis am Motor ein, so entstehen am Kollektor Funken, welche den Motor zu einem **Rundfunk-Störsender** machen. Durch Funken entstehen elektromagnetische Schwingungen, die von der Antenne des Radiogerätes aufgefangen werden.

Besitzen wir ein Rundfunkgerät, so können wir folgenden interessanten Versuch durchführen: Aus zwei Kabeln Nr. 560/100 bilden wir eine Empfangsantenne für den Radioapparat, mit welcher wir die Störwellen um den Motor herum auffangen und auf den Lautsprecher übertragen wollen. Wir legen das eine Ende der Kabel, wie Abbildung zeigt, in einer offenen Schlinge um den Motor herum, das andere Ende stecken wir in die Antennenbuchse des Radioapparates (Ose etwas aufbiegen). Nun schalten wir den Radioapparat und unseren Motor ein; die Störungen sind über die ganze Wellenskala des Radiogerätes verteilt und verschwinden, sobald wir den Motor abschalten. Überbrücken wir noch die Steckerchen a und b am Bürstenhalter des Motors mit einem **Kondensator** Nr. 543 und wiederholen den Versuch, so **werden** wir bemerken, daß **die Störungen abgeschwächt** sind. Die Funkenbildung am Kollektor ist ebenfalls geringer geworden.



C. Frequenz

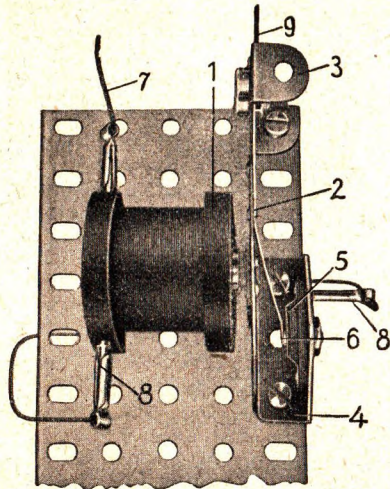
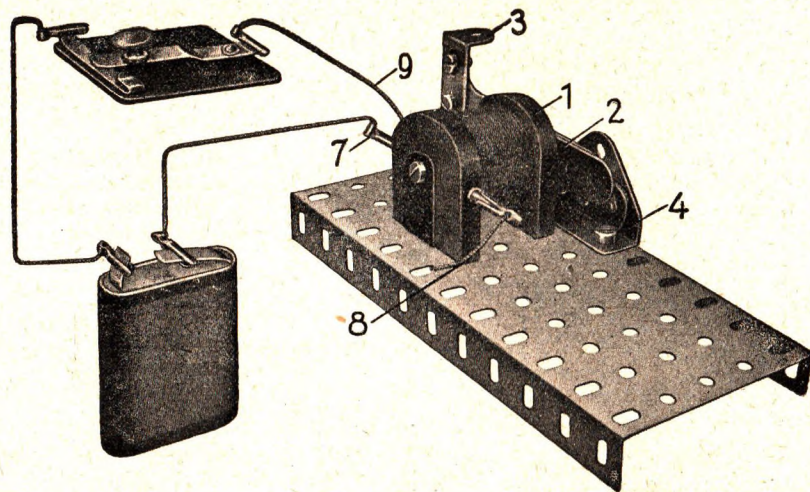
Anleitung 137: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Aufbau eines Summers

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 9 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 2 Kabel Nr. 560/25] | 1 Hammer mit Unterbrecher Nr. 573 |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | 1 Kontakthalter Nr. 574 |
| 1 Tasterschalter Nr. 563 | 1 Taschenlampenbatterie |
| 1 Lagerwinkel Nr. 564 | |

Stromquelle:
 4 Volt



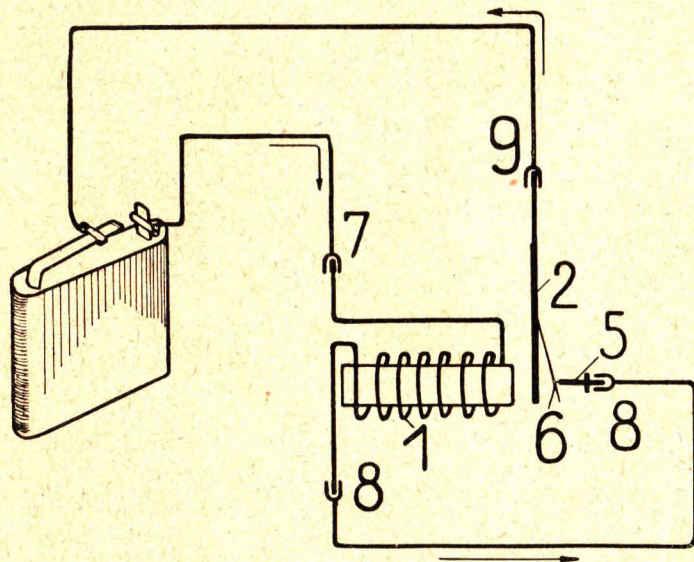
Elektrische Summer sind Apparate, welche durch starke Schwingungen eines Ankers oder einer Membrane ein summendes bzw. pfeifendes Geräusch hervorbringen. Der Aufbau dieses Summers ist aus den beiden Abbildungen ersichtlich. Die Magnetspule wird mit dem Bügel und Kern auf die Rechteckplatte montiert, und ihr gegenüber ist der Hammer¹ mit Unterbrecher² an einem Bügel³ Nr. 60/5M befestigt. Ferner wird auf der Rechteckplatte ein Lagerwinkel⁴ angebracht, welcher den Kontakthalter⁵ trägt. Wird bei eingeschaltetem Strom der Hammer² von der Magnetspule¹ angezogen, so wird sich die Feder⁶ ebenfalls vorwärts bewegen und sich vom Kontakt⁵ lösen, wodurch bei entsprechender Schaltung die Magnetspule¹ stromlos wird. Hierdurch federt der Hammer² zurück, die Feder⁶ bekommt wieder Kontakt, und die Spule zieht den Hammer² wieder an. Dieser kommt durch das Wechselspiel der Kontakte in sehr rasche Schwingungen.

Die Schaltung wird so vorgenommen, daß von der Batterie ein Kabel⁷ zur Spule führt. Das Kabel⁸ wird unterhalb der Rechteckplatte von der Spule zum Kontakthalter herübergeführt, und die Rückleitung erfolgt durch ein Kabel⁹, welches an den Bügel³ angeklemt wird.

Es kann vorkommen, daß beim ersten Aufbau die Kontakte noch nicht richtig unterbrechen. Der Bügel³ als auch der Lagerwinkel⁴ sind in den Schlitzen der Rechteckplatte montiert, damit durch Ausnutzung des Spielraumes in diesen Schlitzen das Spiel für die Bewegung leicht eingestellt werden kann. Dabei ist besonders zu beachten, daß die Berührung des Unterbrecherkontaktes⁶ mit dem Kontakthalter eine ganz leichte ist bei kleiner gegenseitiger Entfernung zwischen Eisenkern und Hammer. (Schaltbild siehe Seite 104.)

Zu Anleitung 137:

Schaltbild des Summers



In obenstehendem Schaltbild sind die gleichen Bezeichnungen gewählt wie beim Aufbau des Summers. Wir sehen, wie der Strom von der Batterie durch Kabel⁷ zur Magnetspule¹ läuft. Von dort wird er zum Unterbrecher⁵ und Feder⁶ geleitet und fließt über den Hammer² durch Kabel⁹ zur Batterie zurück. Wird der Hammer² angezogen, so wird an Stelle⁵ und⁶ der Strom unterbrochen, und der Hammer geht durch Federkraft wieder zurück, so daß das Spiel von neuem beginnen kann. Im Ruhezustand berührt der Kontakt⁸ an dem Hammer² den Unterbrecherkontakt⁵.

Anleitung 138:

Frequenz

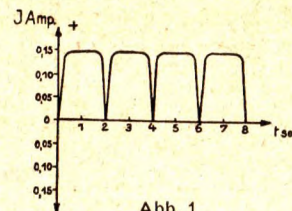


Abb. 1

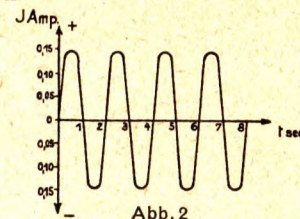


Abb. 2

Wir wollen nun die Begriffe Gleich- und Wechselstrom etwas eingehender betrachten. In den Abbildungen stellt die waagrechte Linie eine Zeitachse dar (t sec.), die senkrechte Linie gibt einen Maßstab für die Größe des Stromes (J Amp.).

Schalten wir beispielsweise in Anleitung 35 den Strom ein, so wächst derselbe von dem Wert 0 sofort auf den Wert 0,15 Amp. an und bleibt auf diesem Wert, solange der Schalter eingelegt ist (**Gleichstrom**). Schalten wir dagegen in Zeitabständen von 2 Sekunden den Strom jeweils mit Hilfe eines Tasterschalters rasch aus und sofort wieder ein, so nimmt der Strom den Verlauf der Kurve von Abb. 1 an (**Zerhackter Gleichstrom**). Würden wir jedoch nach 1 Sekunde jeweils die Stromrichtung umkehren, so würden wir die Kurve von Abb. 2 erhalten (**Wechselstrom**).

In unserem Gleichstrom-Transformator nach Anleitung 130/131 fließt im Primärkreis ein zerhackter Gleichstrom, ähnlich, wie Abb. 1 zeigt, und im Sekundärkreis des Gleichstrom-Transformators fließt ein Wechselstrom nach Abb. 2. Bei obigem Wechselstrom haben wir nach 2 Sekunden wieder dieselbe Lage wie zur Zeit 0; die Zeit zwischen zwei gleichen Lagepunkten nennen wir „**Periode des Wechselstromes**“, und die Anzahl der Perioden in der Sekunde heißt „**Frequenz**“. In Abb. 2 ist die Frequenz: $f = \frac{1}{2}$ Periode/Sek. (oder Hertz).

Jenach der Frequenz unterscheiden wir Nieder- bzw. Hochfrequenzströme.

Elektrische Schwingungen.

Niederfrequenz: Gleichstrom = 0 Perioden/Sek.

Elektr. Bahnbetrieb = $16\frac{2}{3}$ Perioden/Sek.

Techn. Wechselstrom = 50 Perioden/Sek.

Hochfrequenz: Elektr. Schwingungen über 10000 Perioden/Sek.

Akustische Schwingungen.

Menschliches Gehör von 30 Perioden/Sek. bis 20000 Perioden/Sek.

Anleitung 139: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Summer mit veränderlicher Frequenz

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 137

Ferner:

1 Flachband Nr. 1/9	1 Fassung Nr. 556
1 Flachband Nr. 1/7	1 Glühbirne Nr. 557/3 ½
6 Schrauben mit Muttern Nr. 37k	

Stromquelle:
= 4 Volt

Wir schalten eine Glühbirne in den Stromkreis des Summers (Anleitung 137) ein, damit wir im folgenden Versuch die Stromunterbrechungen sichtbar verfolgen können. Nach dem Einschalten bemerken wir kaum ein Flackern des Lichtes. Verlängern wir den Unterbrecherhammer mit Hilfe eines Flachbandes Nr. 1/7, so sehen wir deutlich den Unterschied in der Frequenz, denn die Helligkeit der Glühbirne schwankt mit derselben; bei weiterer Verlängerung mit einem Flachband Nr. 1/9 wird diese Erscheinung noch verstärkt.

Anleitung 140: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Entstörung und Funkenlöschung bei einem Summer

Erforderliche Teile:
Aufbau nach Anleitung 137

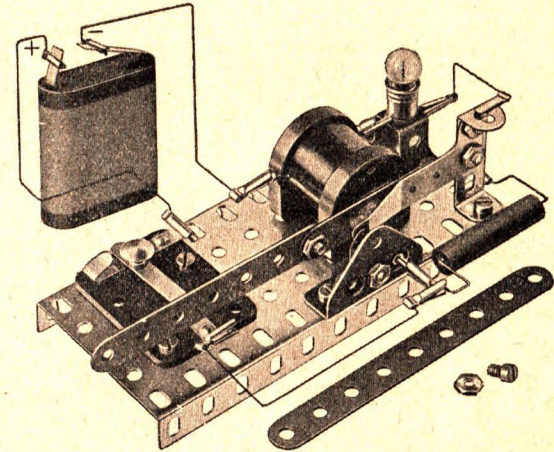
Ferner:

1 Kondensator Nr. 543	1 Radiogerät
2 Kabel Nr. 560/100	

Stromquelle:
= 4 Volt

Ist der Summer in Betrieb, so bemerken wir einen stark ausgeprägten Funken am Unterbrecher. Durch Einbau unseres Kondensators Nr. 543 parallel zur Funkenstrecke läßt sich der Funke fast ganz unterdrücken. (Anschluß des Kondensators zwischen Rechteckplatte Nr. 52 M und Kontakthalter Nr. 574.)

Ähnlich wie in Versuch 136 können wir auch hier die Radiostörung untersuchen mit Hilfe einer Empfangsantenne aus zwei Kabeln Nr. 560/100. Ohne Kondensator stört der Summer das ganze Wellenband. Durch Kontaktstöße (Prellungen) treten in diesem Falle noch Schwingungen auf, die sich der normalen Unterbrecherfrequenz überlagern. Diese Schwingungen können wir beseitigen, indem wir die Prellungen unterdrücken mit Hilfe von Watte, die zwischen die Unterbrecherfeder und den Hammer gesteckt wird. Die Radiostörung umfaßt dann nicht mehr die ganze Wellenskala, der entstehende Strom ist geglättet. Bauen wir nun parallel zur Funkenstrecke den Kondensator ein, so ist die Störung beseitigt.



Anleitung 141: Ausführbar mit ELEX Nr.502 od. 503

Elektrisiert-Apparat

Erforderliche Teile:

- 9 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Magnetspule Nr. 565
- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 1 Hammer mit Unterbrecher Nr. 573
- 1 Kontakthalter Nr. 574
- 2 Griffe Nr. 575
- 1 Taschenlampenbatterie

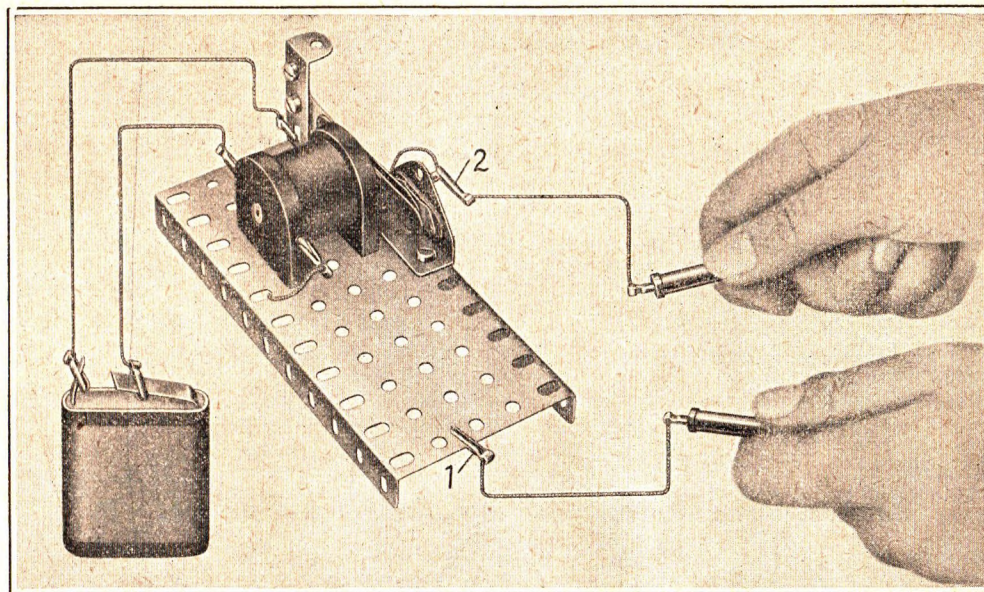
Stromquelle:

== 4 Volt

Schließen wir an unseren Summer zwei Kabel nach nebenstehender Abbildung an, d. h. das eine¹ direkt an die Rechteckplatte und das andere² an das Kabel, welches zum Kontakt führt, und stecken wir in die freien Enden dieser beiden Kabel je einen Griff Nr. 575, so werden wir bei Berührung dieser Griffe ein schwaches Prickeln an den Fingern wahrnehmen. Wenn diese Elektrisierung zu stark vorkommt, kann an Stelle der Griffe Nr. 575 zwei Nägel Nr. 555 wählen.

Beim Elektrisiert-Apparat wird durch die sehr häufig wiederkehrende Unterbrechung im Innern der Spule ein ziemlich starker „Selbst-induktions-Strom hoher Frequenz“ erzeugt, den wir durch die Kabel und Griffe durch unseren Körper führen können: besonders interessant wird es, wenn eine Reihe von Personen einander die Hände geben und die erste und letzte Person die an den Kabeln befestigten Griffe halten.

Größeren Spaß wird folgendes Experiment machen: Den einen Griff des Elektrisiertapparates führen wir in eine mit Wasser gefüllte Schüssel, auf deren Boden wir ein Geldstück gelegt haben. Den anderen Griff geben wir einem unserer Freunde in die Hand mit der Aufforderung, das Geldstück zu nehmen. Da das Wasser die Elektrizität sehr gut leitet, entsteht bei jedesmaliger Berührung des Wassers ein kräftiges Prickeln, welches aber ungefährlich ist und das Herausnehmen des Geldstückes sehr erschwert, wenn nicht unmöglich macht. Noch größer wird die Freude, wenn nicht nur eine Person an diesem Experiment beteiligt ist, sondern wenn mehrere mitmachen. Die erste Person bekommt den Griff in die Hand, alle geben einander die Hände, und die letzte Person greift in die Schüssel. In diesem Augenblick wird die ganze Gesellschaft einen lustigen Tanz aufführen.



Anleitung 142: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Elektrisches Pendel

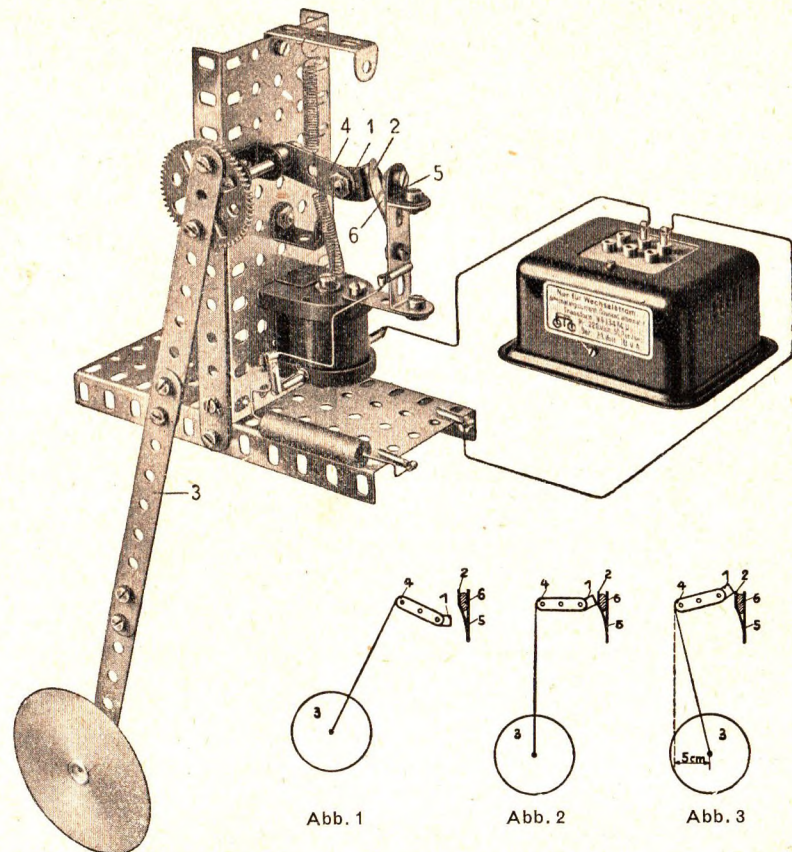
Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 2 Flachbänder Nr. 1/9 | 1 Aluminiumscheibe mit Stellring |
| 3 Flachbänder Nr. 1/7 | Nr. 542 |
| 2 Flachbänder Nr. 1/3 | 1 Kondensator Nr. 543 |
| 2 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Kontaktfeder Nr. 545 |
| 1 Winkelstück Nr. 12 | 1 Kabel Nr. 560/100 |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 2 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Zahnrad Nr. 27/57 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Klemmuffe Nr. 35a | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 24 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 2 Spiralfedern Nr. 572 |
| 2 Rechteckplatten Nr. 52M | 1 Wattebüschel |
| 2 Stellringe Nr. 59 | 1 Transformator |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | |

Stromquelle:
 17 Volt

Beim Aufbau des Apparates ist darauf zu achten, daß das kontaktgebende Winkelstück¹ und die Unterbrecherfeder² die Stellungen der Abb. 1 bis 3 zueinander haben. Pendel³ und Flachband⁴ liegen senkrecht zueinander, und das Winkelstück¹ ist etwas geneigt (Stellringe straff anziehen). Die Kontaktfeder² hat am Ende etwa 1 cm Abstand vom Winkelstück⁵, und in dem sich bildenden Luftraum liegt das Dämpfungswattebüschel⁶. In senkrechter Stellung beginnt die Kontaktgabe und dauert bis zum vollen Ausschlag von 5 cm an. Verlängern wir das Pendel durch ein Flachband Nr. 1/7, so erhalten wir eine kleinere Frequenz. Der übrige Aufbau geht aus den Abbildungen klar hervor. Die Schaltung ist eine Unterbrecherschaltung, und die benötigte Spannung beträgt ca. 17 Volt. Um die Funkenbildung abzuschwächen, legen wir unseren Kondensator parallel zur Funkenstrecke, wie die Abbildung zeigt.

NB. Der Versuch soll nicht zu lange ausgedehnt werden, um eine Beschädigung der Spule zu verhindern.



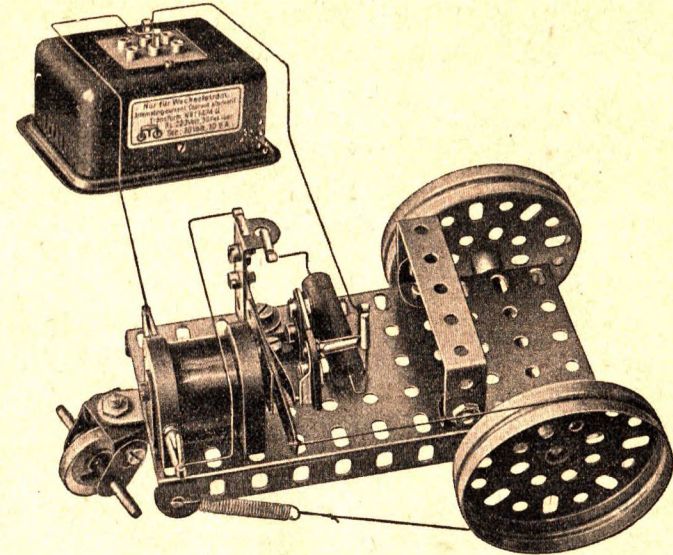
Anleitung 143: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Pendelmotor

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 2 Flachbänder Nr. 1/3 | 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M |
| 3 Flachstücke Nr. 10 | 2 runde Platten Nr. 67 (siehe Text) |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Kondensator Nr. 543 |
| 4 Winkelstücke Nr. 12 | 2 Kabel Nr. 560/100 |
| 1 Welle Nr. 13/11,5 | 3 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Schnurlaufrad Nr. 22 | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Klemmuffe Nr. 35 | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 1 Spiralfeder Nr. 572 |
| 17 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Hammer mit Unterbrecher Nr. 573 |
| 1 Lagerbügel Nr. 46 | 1 Kontakthalter Nr. 574 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 3 Taschenlampenbatterien |
| 1 Stellring Nr. 59 | oder 1 Transformator |

Stromquelle:
 ——— oder  12 Volt



Zum Aufbau sind 2 runde Platten Nr. 67 (Metallbaukasten-Einzelteile) erforderlich, die im ELEX-Kasten nicht enthalten sind, jedoch käuflich in einschlägigen Geschäften erworben werden können. Das eine Rad sitzt lose auf der Achse und wird durch einen Stellring am Abgleiten verhindert, das Antriebsrad dagegen sitzt fest. Die Spannung der Federkraft muß durch Versuche eingestellt werden. Die Schaltung ist diejenige eines Summers (vgl. Anleitung 137), und die Antriebskraft erfordert etwa 12 Volt. Obwohl durch den Kondensator der Funke etwas gelöscht werden kann, ist letzterer immer noch stark genug, um bei anhaltendem Betrieb des Modells den Kontakt an der Unterbrecherfeder zu zerstören. Es ist deshalb dringend zu empfehlen, den Strom nur kurzzeitig einzuschalten.

Die Bewegung des Modells wird durch „Schlüpfung“ des Leinenfadens auf dem Antriebsrad erreicht. Bei stromdurchflossener Spule wird der Anker rasch angezogen und der Faden auf dem Antriebsrad angepreßt, wobei sich dasselbe drehen muß, sofern die magnetische Zugkraft die Federkraft überwindet. Unterbricht nun der Kontakt und zieht die Feder den Anker zurück, so gleitet der Faden über das Rad; hierauf beginnt das Spiel von neuem.

VII. Fernmeldetechnik

A. Elektromagnetisches Relais

Wozu dient ein Relais?

Anleitung 144:

In den Anleitungen Seite 56 und folgende haben wir die elektromagnetischen Kräfte kennengelernt. Elektromagnete werden nun in der praktischen Elektrotechnik dazu benützt, auf optischem oder akustischem Wege Signale zu übermitteln, Schaltvorgänge von der Ferne einzuleiten oder selbsttätig die Überwachung von Betriebsanlagen auszuführen. Diese elektromagnetischen Spezialkonstruktionen nennen wir „**Relais**“.

Anleitung 145: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

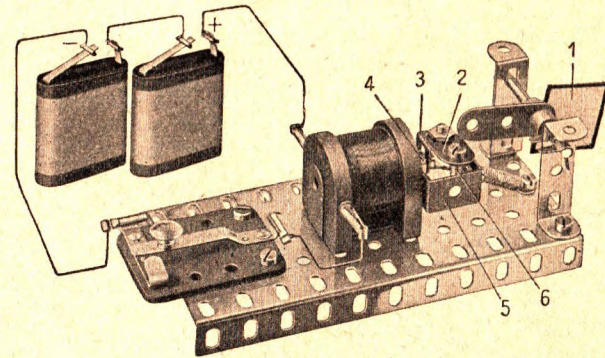
Aufbau eines einfachen Klappenrelais mit Arbeitsstrombetrieb

Erforderliche Teile:

- | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/3 | 11 Schrauben mit Muttern | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Flachstück Nr. 10 | Nr. 37k | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Winkelstück Nr. 12 | 2 Stellringe Nr. 59 | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Spiralfeder Nr. 572 |
| 2 Klemmuffen Nr. 35 | 2 Kabel Nr. 560/25 | 1 Scheibe (Ausschneidebogen) |
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 2 Kabel Nr. 560/15 | 2 Taschenlampenbatterien |
| | | oder 1 Transformator |

Stromquelle:

== oder ~ 8 Volt



In größeren Betrieben (Hotels, Krankenhäusern usw.) befinden sich in den einzelnen Zimmern Drücker zum Anruf für das Bedienungspersonal. Gibt nun der Gast ein kurzes Zeichen, so betätigt er durch den Strom eine Vorrichtung, die den Anruf z. B. durch eine **Fallklappe** sichtbar macht. Ist die angerufene Person augenblicklich abwesend, so ist der Anruf auch noch später festzustellen. Zwecks erneuter Betätigung muß die Fallklappe wieder in die Anfangsstellung zurückgebracht werden. Einen derartigen Apparat wollen wir uns bauen.

Die Abbildung zeigt den Aufbau, wobei die Fallklappe¹ ohne Hemmung gelagert sein muß. Das Flachstück² wird mit einem Winkelstück³ am Eisenkern⁴ befestigt. Das Flachstück² gleitet auf dem Führungsbügel⁵, und eine lange Schraube mit Mutter Nr. 37 dient als Anschlagbolzen. Die Spiralfeder darf nicht zu straff gespannt werden und ist mit einem Bindfaden am Eisenkern⁴ befestigt. Infolge des großen Weges, den der Eisenkern machen muß, ist zum Betrieb eine Spannung von etwa 8 Volt notwendig, und wie bereits erwähnt, erfolgt die Betätigung durch kurzes Niederdrücken des Tasterschalters. Der zur Betätigung erforderliche Strom wird **Arbeitsstrom** genannt.

Anleitung 146: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines Minimalrelais

Erforderliche Teile:

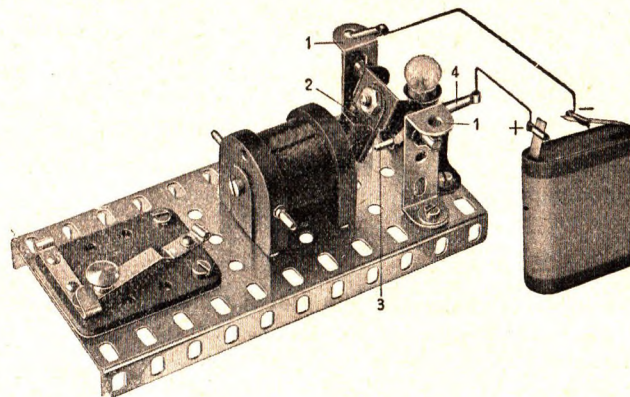
- | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Flachstück Nr. 10 | 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 2 Unterlegscheiben Nr. 536M | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 2 Klemmuffen Nr. 35 | 4 Unterlegscheiben Nr. 537 | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 2 Klemmuffen Nr. 35a | 2 Schrauben mit Muttern Nr. 538k | 1 Isolierband oder Klebestreifen |
| 8 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Fassung Nr. 556 | |
| 1 Schieberöse Nr. 51 | 1 Glühbirne Nr. 557/3½ | |

Ferner:

- 2 Kabel, Nr. 560/25
1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder  4 Volt



Der Aufbau geht aus der Abbildung hervor, dabei sind folgende Punkte zu beachten: Die beiden Verbindungsbügel¹ Nr. 60/5M sind isoliert auf der Rechteckplatte befestigt (Grundform C 5). Die Fallklappe² besteht aus einem Führungsbügel, an welchem ein Flachstück mit aufgesetzter Schieberöse montiert ist. Unter den Tasterschalter legen wir ein Kartonblatt, damit die Nieten desselben keine Berührung mit der Rechteckplatte erhalten. Auf den Eisenkern kleben wir einen Streifen, damit die Fallklappe bei stromlosem Elektromagnet nicht haften bleibt.

Mit Hilfe zweier Kabel Nr. 560/25 und einer Taschenlampenbatterie prüfen wir nun die Kontakte nach: Das Flachstück der Fallklappe² muß in abgefallener Stellung Kontakt³ mit der Glühbirne herstellen. Wir verbinden den Minus-Pol unserer Batterie mit einem Verbindungsbügel¹ Nr. 60/5M; den Plus-Pol der Batterie verbinden wir mit dem freien Stecker⁴ der Glühbirnenfassung, hierbei muß die Glühbirne brennen. Heben wir nun die Fallklappe² von dem Kontakt³ ab, so muß der Stromkreis unterbrochen sein. Wie dieses Minimalrelais in eine Schaltung eingebaut wird, zeigt die Anleitung 147.

Anleitung 147: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Minimalrelais mit Ruhestrombetrieb

Erforderliche Teile:

Spannungsteiler nach Anleitung 48,
jedoch ohne angebaute Glühlampe
Minimalrelais nach Anleitung 146

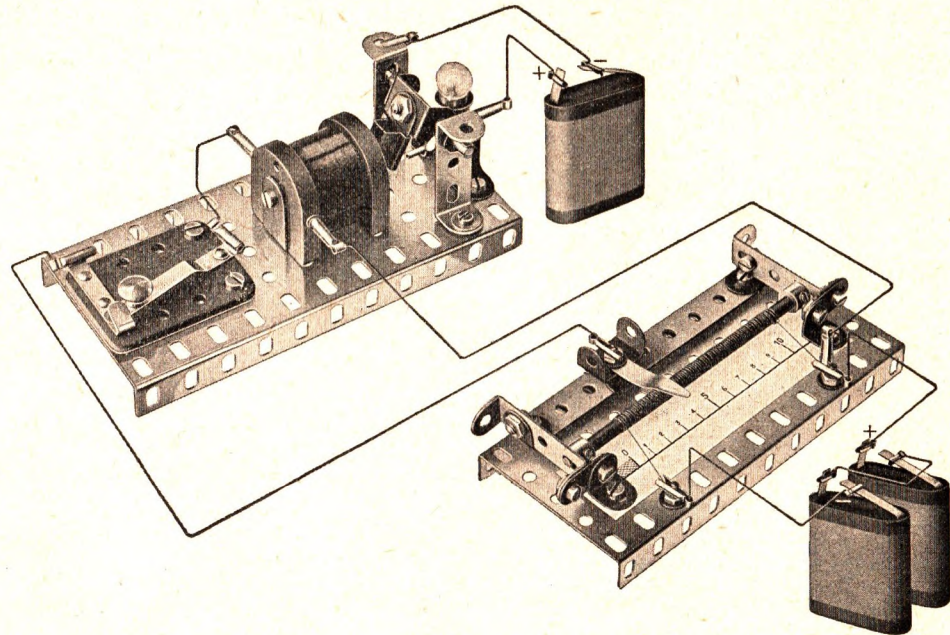
Ferner:

- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 8 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 3 Kabel Nr. 560/15
- 3 Taschenlampenbatterien
oder 1 Transformator

Stromquelle:

Beleuchtung: $\equiv$ oder $\sim$ 4 Volt

Relais: $\equiv$ oder $\sim$ 8 Volt



Wir bauen eine Schaltung nach angegebener Abbildung auf. Den Spannungsteiler stellen wir auf volle Spannung ein (Schieberstellung 0), nehmen die Fallklappe hoch, so daß dieselbe am Eisenkern haftenbleibt und der Glühbirnenstromkreis unterbrochen ist. Gehen wir nun am Spannungsteiler mit der angelegten Spannung zurück (Schieber in Richtung nach Punkt 10), so fällt von einem bestimmten Strom an **die Fallklappe** ab und **schließt den Stromkreis, in den die Glühbirne eingeschaltet ist**.

Praktische Anwendung findet dieses **Minimalrelais** zur optischen Anzeige mittels Glühbirne oder zur akustischen Anzeige mittels Summers für Ströme, die bestimmte Werte nicht unterschreiten sollen. Da bereits in der Ruhestellung im Relais ein Strom fließt, so heißt dieser Strom **Ruhestrom**; die Anzeige bedeutet also ein Warnsignal.

Anleitung 148: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines Maximalschalters

Erforderliche Teile:

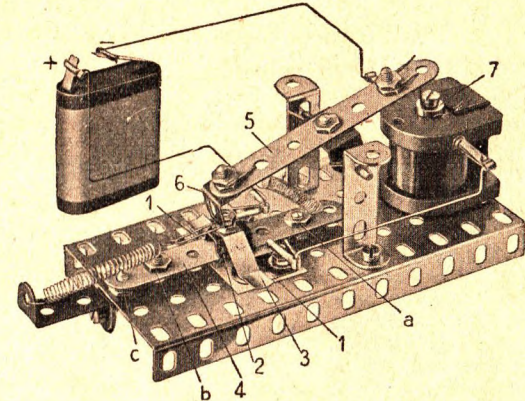
- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 2 Flachbänder Nr. 1/7 | 8 Schrauben mit Muttern
Nr. 37k | 3 Schrauben mit Muttern
Nr. 538 |
| 2 Flachstücke Nr. 10 | 1 Mutter Nr. 37b | 1 Mutter Nr. 538b |
| 1 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Doppelwinkel Nr. 47a | 1 Kontaktfeder Nr. 546 |
| 2 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Schieberöse Nr. 51 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Welle Nr. 13/5 | 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 2 Klemmuffen Nr. 35 | 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 4 Schrauben mit Muttern
Nr. 37 | 2 Unterlegscheiben Nr. 536M | 2 Spiralfedern Nr. 572 |
| | 4 Unterlegscheiben Nr. 537 | 1 Karton (4 × 2,5 cm) |

Ferner:

- 3 Kabel Nr. 560/15
1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator

Stromquelle:

— oder  4 Volt



Beim Aufbau dieses Apparates sei besonders auf die Grundformen Seite 6 und 7 verwiesen. Die Unterbrecherkontakte¹ (Flachstücke Nr. 10) sind auf der Rechteckplatte isoliert zu befestigen. Die Schieberöse² ist von der Kontaktfeder³ isoliert und muß leicht auf dem Flachband⁴ gleiten. Die Schraube a dient zur Befestigung des Flachbandes⁴ auf der Rechteckplatte; zwischen Rechteckplatte und Flachband⁴ trägt die Schraube a zwei Muttern Nr. 37b. Die Schraube b ist eine kurze Schraube mit Mutter Nr. 37k und dient als Anschlag für die Schieberöse²; die Schraube c bildet eine lose Lagerung für das elastische Flachband. Ein Bindfaden stellt die Befestigung der Ausschaltfeder mit der Spiralfeder her. Der Betätigungshebel⁵ trägt auf der einen Seite das Winkelstück⁶, welches an der Befestigungsmutter der Ausschaltfeder³ anliegt, während am anderen Ende des Betätigungshebels⁵ der Eisenkern⁷ an einem Bindfaden noch 3 bis 4 mm aus der Spule herausragt.

Gleichzeitig läßt sich auch nachprüfen, ob der Kontakt an dem Ausschalter einwandfrei arbeitet, indem wir folgende Hintereinanderschaltung aufbauen: Minus-Pol der Batterie — Spule — erster Unterbrecherkontakt — Kontaktfeder — zweiter Unterbrecherkontakt — Plus-Pol der Batterie. Die Federspannung ist nun so einzustellen, daß die Abschaltung mit einer Batterie anspricht.

Anleitung 149: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau eines Stromkreises mit Maximalschalter

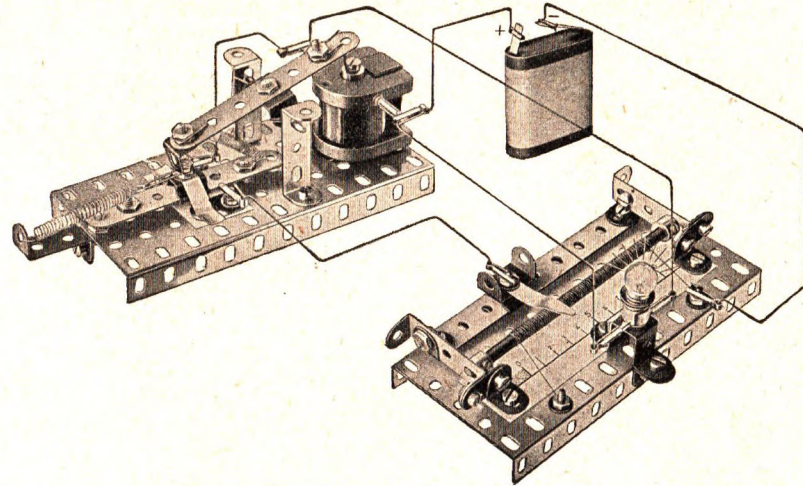
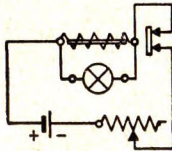
Erforderliche Teile:

Regulierwiderstand nach Anleitung 42
Maximalschalter nach Anleitung 148

Ferner:

3 Kabel Nr. 560/25 1 Taschenlampenbatterie
3 Kabel Nr. 560/15 oder 1 Transformator

Stromquelle:
== oder  4 Volt



Wir schalten den Regulierwiderstand in Serie mit dem Maximalschalter und die Glühlampe parallel zur Magnetspule; dann steigern wir allmählich den Strom, bis der Maximalschalter den Stromkreis unterbricht. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß den Kontaktverhältnissen besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist. Die Unterbrecherkontakte in Anleitung 148 sind auf ihrer gesamten Oberfläche blank zu machen, damit der Übergangswiderstand zwischen Unterlegscheibe Nr. 536 M und Flachstück Nr. 10 klein wird. In jeder größeren Schaltanlage finden wir derartige Maximalschalter eingebaut, um die Anlage bzw. das Netz vor zu hohen Strömen zu schützen. Schlägt beispielsweise in eine Freileitung der Blitz ein, so sprechen in den nächstliegenden Umspannstationen die **Maximalautomaten** an und trennen die zugehörigen Anlagen vom Netz. **Beim Auftreten von gefährlichen Kurzschlüssen innerhalb der Anlage wird der störende Teil** von der übrigen Anlage durch derartige Schalter **abgetrennt** (vgl. Anleitung 128).

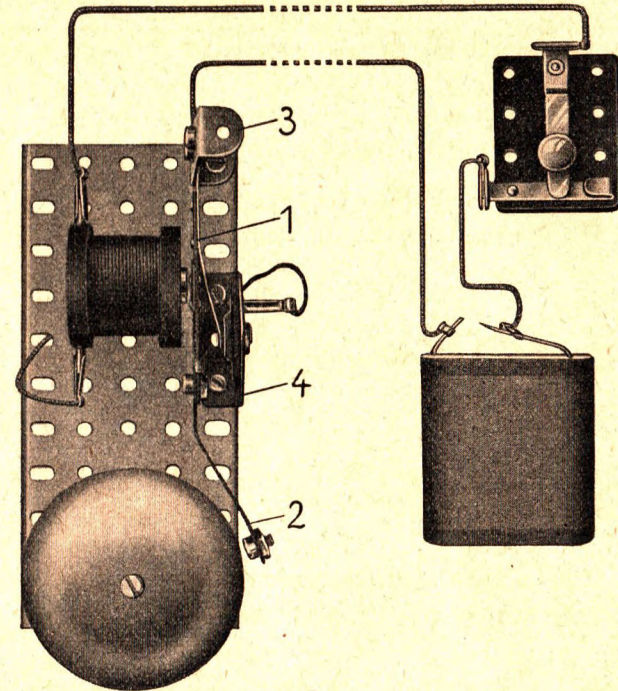
Anleitung 150: Ausführbar mit ELEX Nr. 501 oder 502 oder 503

Elektrische Klingel

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 1 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 12 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 1 Doppelwinkel Nr. 47a | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Hammer mit Unterbrecher Nr. 573 |
| 2 Kabel Nr. 560/25 | 1 Kontakthalter Nr. 574 |
| 2 Kabel Nr. 560/15 | 1 Glockenschlegel Nr. 576 |
| 1 Tasterschalter Nr. 563 | 1 Glockenschale Nr. 577 |
| (siehe Bem. bei Anleitung 66) | 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator |

Stromquelle:
 oder  4 Volt



Verlängern wir den uns vom Summer (siehe Anleitung 137) her genügend bekannten Hammer¹ mit dem Glockenschlegel², an dessen freiem Ende wir eine Schraube befestigt haben, und montieren wir auf die Rechteckplatte mit Hilfe des Doppelwinkels Nr. 47a die Glockenschale Nr. 577, so haben wir auf einfachste Weise eine gut funktionierende elektrische Klingel. Auch hierbei wird es noch notwendig sein, durch eine kleine Verschiebung des Bügels³ und des Lagerwinkels⁴ die richtige Einstellung der Kontakte zueinander vorzunehmen. Der übrige Aufbau und der Anschluß ist der gleiche wie der des Summers in Anleitung 137. Ein Druck auf den Tasterschalter Nr. 563 genügt, um die Klingel ertönen zu lassen.

Mit einem ähnlichen Aufbau wie in Anleitung 140 können wir auch hier die Entstörung und Funkenlöschung untersuchen. Um Prellungen zu unterdrücken, empfiehlt es sich, eine Einlage von Watte zwischen Unterbrecherfeder und Hammer anzubringen (siehe Anleitung 140).

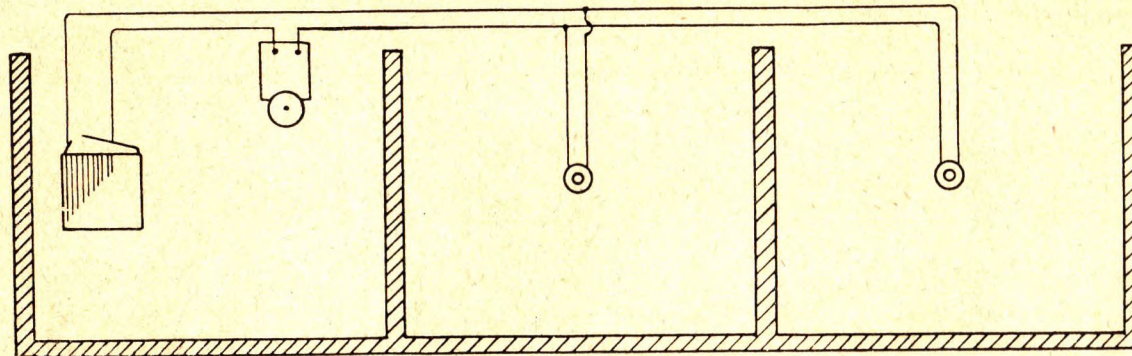


Abb. a

Anleitung 151:

Wie eine Klingel von mehreren Zimmern aus bedient wird

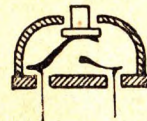


Abb. b

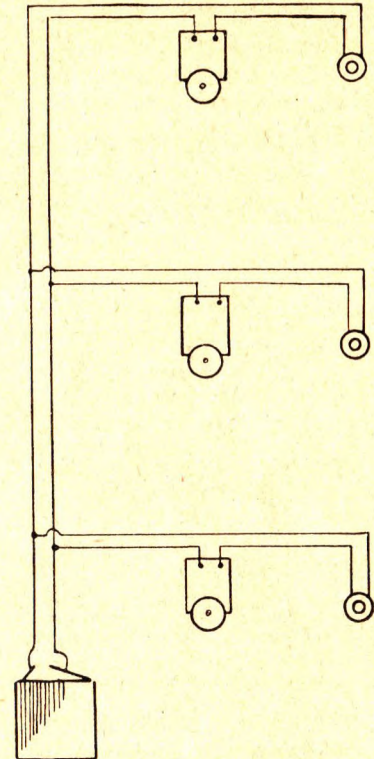
Das hier abgebildete Schaltbild (Abb. a) zeigt, wie die Leitungen zu legen sind, um von mehreren Zimmern aus eine Klingel, etwa in der Küche, ertönen zu lassen.

In den einzelnen Zimmern befinden sich „**Druckknöpfe**“ nach Abb. b. Ein solcher Druckknopf ist ganz ähnlich gebaut wie unser Tasterschalter, nur ist er in ein rundes Gehäuse einmontiert (Abb. b). Wird nun irgendeiner der beiden abgebildeten Druckknöpfe (Abb. a) betätigt, so wird der Stromkreis geschlossen, und der Strom geht von der Batterie über diesen Druckknopf zur Klingel.

Anleitung 152:

Wie eine Hausklingel-Anlage geschaltet wird

Wir nehmen den einfachsten Fall einer Hausklingel-Anlage, in welcher sich die einzelnen Druckknöpfe jeweils vor den Vorplatztüren des Erdgeschosses, des ersten und des zweiten Stockes befinden. Die Stromquelle, welche im allgemeinen aus größeren Elementen oder einem Klingeltransformator besteht, hat ihren Platz im Erdgeschoß, und eine Steigleitung geht durch das ganze Haus. In jedem Geschoß befindet sich eine Klingel mit einem Druckknopf, und es wird unseren jungen Freunden leicht sein, den Stromverlauf in den einzelnen Leitungen zu verfolgen.



Anleitung 153:

Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

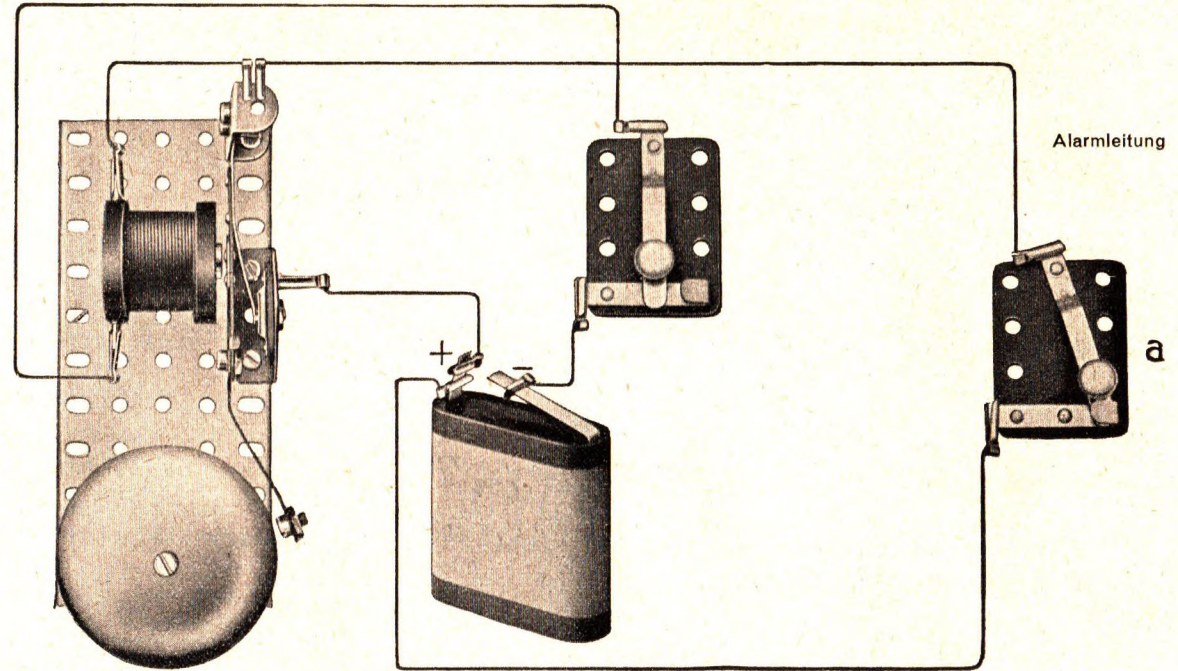
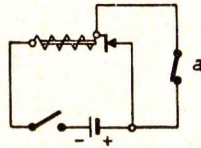
Ruhestromwecker in Überwachungsanlage

Erforderliche Teile:
Klingel nach Anleitung 150

Ferner:

- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563

Stromquelle:
— oder  4 Volt



Wir führen die Verbindungskabel, wie aus der Abbildung ersichtlich. Legen wir die beiden Tasterschalter ein, so bleibt der Anker des Glockenschlegels dauernd angezogen, da die Magnetspule einen Dauerstrom über den Tasterschalter a erhält. Öffnen wir diesen Schalter a, so muß der Strom über den Unterbrecher fließen, und die Glocke ertönt.

In der Praxis wird der Tasterschalter a nicht benützt, sondern die Leitung, welche in obiger Abbildung diesen Schalter enthält, ist nur nachgeahmt. In Wirklichkeit wird diese „**Alarmleitung**“ in dem zu schützenden Raume schwer sichtbar verlegt und muß beim Durchschreiten leicht zerreißbar sein, damit die Betätigung der Alarmvorrichtung gewährleistet wird.

NB. Um die Batterie zu schonen, soll der Versuch nicht über mehrere Stunden ausgedehnt werden.

B. Telegraphie mit Drahtleitung

Anleitung 154:

Morse-Alphabet

Eine sehr wichtige Anwendung der Elektrizität ist die Nachrichtenübermittlung. Man bedient sich hierbei kurzer und langer Stromstöße, welche von einer Sendestation über eine Fernleitung zur Empfangsstation geleitet werden.

Nebenstehend geben wir die gebräuchlichsten **Zeichen des „Morse-Alphabetes“** wieder. Es wird jeder Buchstabe durch eine bestimmte Anzahl von Punkten und Strichen gekennzeichnet. Zwischen zwei Buchstaben wird ein kleiner Abstand gelassen und zwischen zwei Wörtern ein etwas größerer Abstand. — Wir geben untenstehend eine kleine Probe.

d e r e l . e x p e
r i m e n t i e r k a s t e n
m ä r k l i n e l e x
i s t d a s b e s t e
l e h r m i t t e l f ü r
d i e d e n k e n d e
j u g e n d !

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	· — ·	ANRUF CALL APPEL CHIAMATA	} — · — —
s	· · ·		
t	—		
u	· · —		
v	· · · —	VERSTANDEN UNDERSTAND COMPRI CAPISCO	} · · — ·
w	· — —		
x	— · · ·		
y	— · — —		
z	— — · ·	JRRUNG ERASE ERREUR ERRORE	} · · · · ·
ch	— — — —		
ä	· — — —		
ö	— — — —		
ü	· · — —	SCHLUSS END OF MESSAGE SIGNAL DE FIN SIGNAL FINE	} · — — ·
é	· · — ·		

MÄRKLIN-ELEX

(VII. Fernmeldetechnik)

Anleitung 155: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Morse-Telegraph

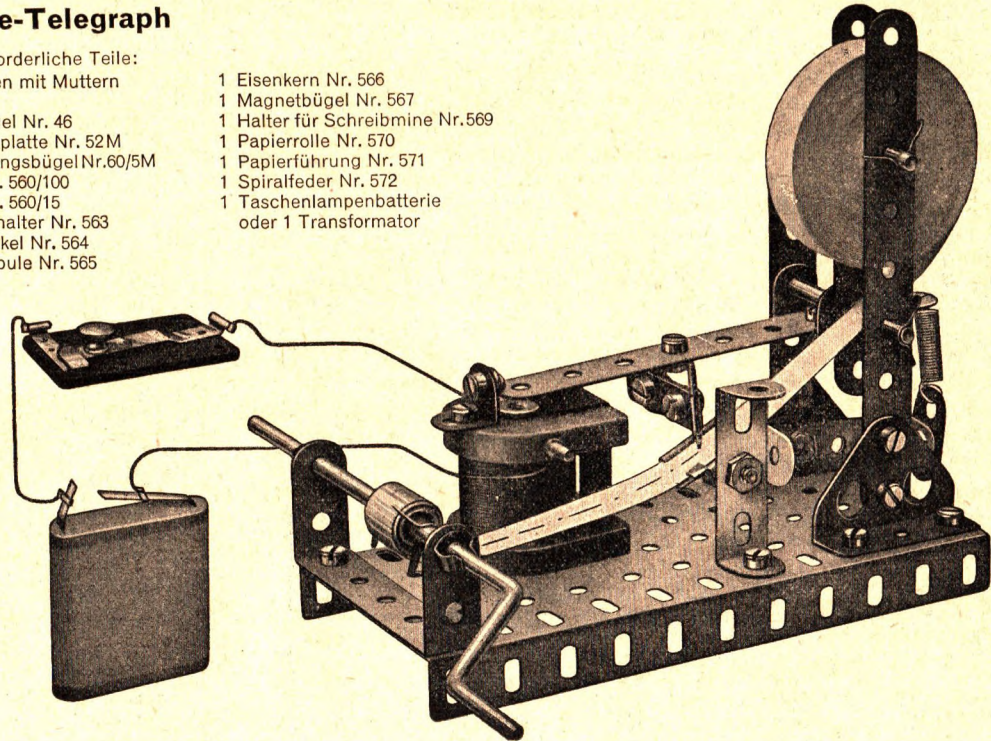
Erforderliche Teile:

- 2 Flachbänder Nr. 1/9
- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 1 Flachstück Nr. 10
- 1 Führungsbügel Nr. 11
- 2 Winkelstücke Nr. 12
- 2 Wellen Nr. 13/5
- 1 Handkurbel Nr. 19
- 4 Klemmuffen Nr. 35
- 4 Klemmuffen Nr. 35a
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37

- 20 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Lagerbügel Nr. 46
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 2 Kabel Nr. 560/100
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 2 Lagerwinkel Nr. 564
- 1 Magnetspule Nr. 565

- 1 Eisenkern Nr. 566
- 1 Magnetbügel Nr. 567
- 1 Halter für Schreibmine Nr. 569
- 1 Papierrolle Nr. 570
- 1 Papierführung Nr. 571
- 1 Spiralfeder Nr. 572
- 1 Taschenlampenbatterie oder 1 Transformator

Stromquelle:
— oder  4 Volt



Besonders bekannt ist der nach seinem Erfinder genannte **Morse-Telegraph**, welcher aus einer **Sende- und Empfangsstation** besteht (Abb. a). Die Sendestation besteht lediglich aus der Batterie und der Taste, während die Empfangsstation aus der Magnetspule, einer Schreibvorrichtung und einem Papierstreifen besteht. Beide Stationen können durch die dem Kasten beigegebenen Kabel in einer Entfernung von 1 Meter verbunden werden.

Zu Anleitung 155:

Morse-Telegraph

Die Magnetspule¹ wird, wie dies die Abbildungen zeigen, auf die Rechteckplatte geschraubt, und ihr gegenüber wird, drehbar gelagert, ein Band² Nr. 1/7 angebracht (Abb. c). Der Anschlag³ wird gebildet durch ein Winkelstück Nr. 12 mit einer Schraube mit Mutter 37k und begrenzt die Bewegung des Bandes². Das Winkelstück ist mit seinem Schlitz nach unten derartig anzuschrauben, daß das Band² an der freien Bewegung nicht gehindert wird. Das Band² wird durch den Führungsbügel⁴ gehalten und durch die Feder⁵ hochgezogen. Die Feder⁵ ist durch Flachstück⁶ am Verbindungsbügel⁷ befestigt. Der Schlitz des Flachstückes⁶ erlaubt es, mit geringster Mühe die Spannung der Spiralfeder so einzustellen, daß sie nicht zu stark und nicht zu schwach ist.

Am Band² wird mit Hilfe eines Winkelstückes der zweiteilige Schreibminenhalter⁸ befestigt (Abb. b), welcher bei stromdurchflossener Spule¹ herabgezogen wird und auf dem Papierstreifen⁹ Schriftzeichen hinterläßt. Mit Hilfe der Papierführung¹⁰ wird der Streifen⁹ so geführt, daß der Schreibstift bei angezogener Schreibmine mit kräftigem Druck berührt wird, während bei stromloser Spule die Schreibmine von dem Papier entfernt ist. — Wird nun die Handkurbel¹¹ langsam und gleichmäßig gedreht, so wird das Papier an dem Schreibstift vorbeigezogen, und es entstehen, je nachdem, ob die Sendestation kurz oder lang auf den Taster drückt, Punkte bzw. Striche auf dem Papierstreifen.

Es muß noch erwähnt werden, daß das Papier⁹ mittels zweier Klemmuffen¹² auf der Handkurbel¹¹ Nr. 19 befestigt wird, und zwar derart, daß zwischen diesen zwei Klemmuffen ein kleiner Pappstreifen eingeschoben wird, in welchen man den Anfang des Papierstreifens einklemmt.

Bei den Apparaten des Großbetriebs wird das Aufspulen des Papiers nicht durch Drehen einer Kurbel bewirkt, sondern durch ein Uhrwerk, welches das Papier automatisch vorschiebt.

Die einzelnen Buchstaben des Morsealphabetes setzen sich, wie dies aus Anleitung 154 ersichtlich sein wird, aus Punkten und Strichen zusammen, und so besteht eine einfache Möglichkeit, sich zu verständigen.

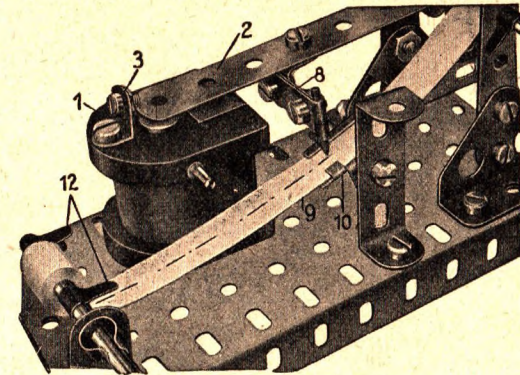


Abb. b

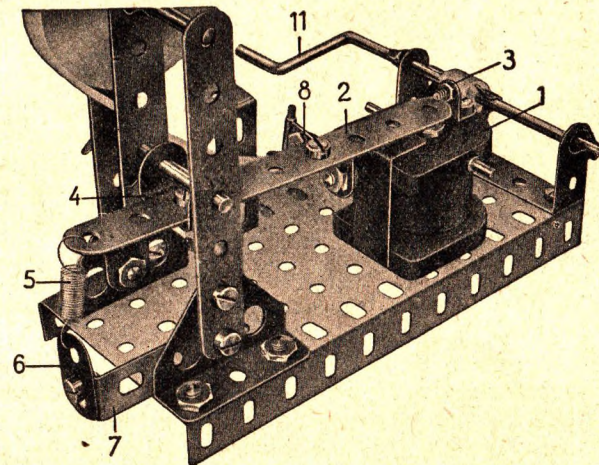
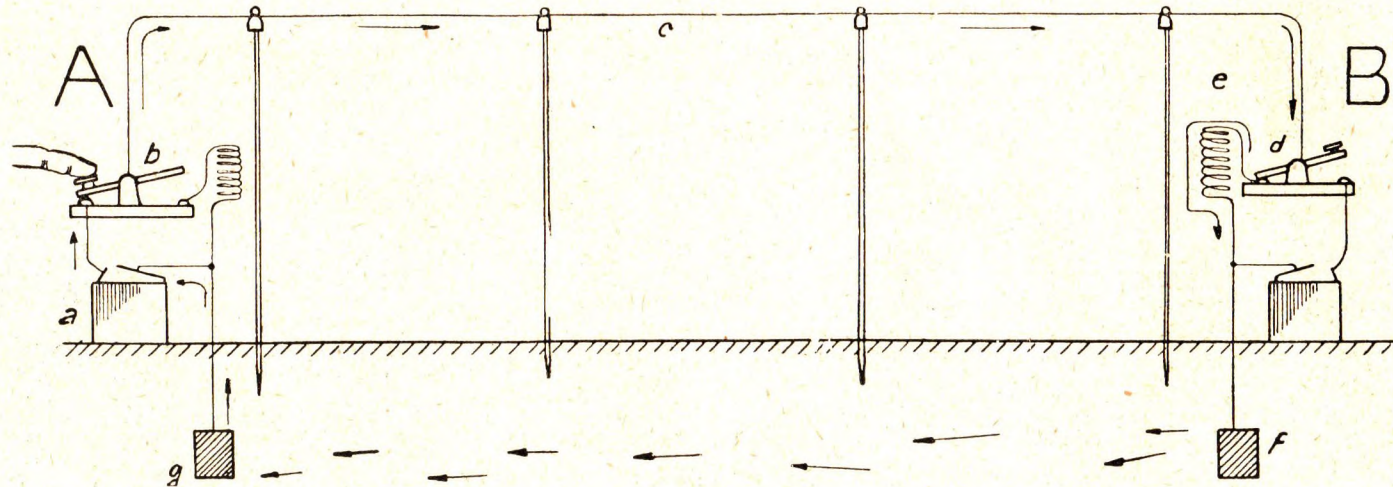


Abb. c

Anleitung 156:

Wie zwei Morse-Telegraphen verbunden werden

Nach der Erfindung des Morse-Telegraphen bereitete es manches Kopferbrechen, eine Lösung zu finden, um mit möglichst geringem Aufwand an Leitungsdraht zwei Stationen miteinander zu verbinden. — Die Lösung wurde so einfach ausgedacht, daß es genügt, nur einen Leitungsdraht zu verwenden; es ist aber dann ein Tasterschalter besonderer Bauart, eine sog. „**Morsetaste**“, notwendig (siehe Anleitung 159). — Die untenstehende Abbildung gibt links die Station A und rechts eine zweite Station B wieder. Jede Station besteht aus einer Batterie mit Spezialtaster und Magnetspule mit Empfangsgerät. — Wenn A telegraphiert, befindet sich der Taster d bei B in



Ruhestellung. Der Strom geht jetzt von der Batterie a über den Taster b zur Leitung c über den Taster d zur Magnetspule e des Empfängers der Station B und nimmt seinen Weg zur Platte f. Diese Platte ist tief in den Erdboden eingelassen, und die Erfahrung hat gelehrt, daß die Rückleitung durch den Erdboden von der Platte f zur Platte g für den praktischen Bedarf vollständig ausreicht, weshalb tatsächlich nur der eine Leitungsdraht c erforderlich ist. Von g geht der Strom zurück zur Batterie a. — Will B telegraphieren, so hat A seinen Taster in Ruhestellung, und unsere jungen Bastler werden sicherlich leicht die jetzt auftretende Stromrichtung verfolgen können.

Anleitung 157: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

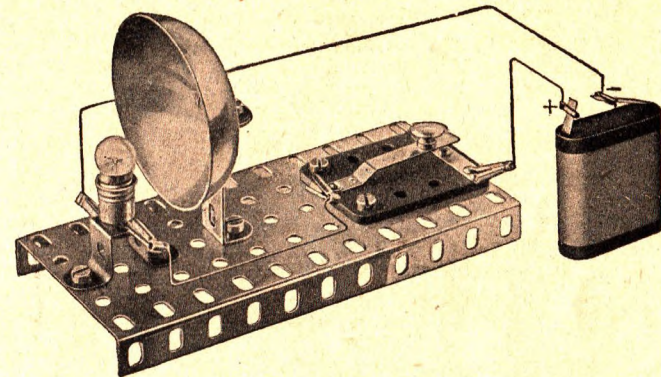
Blinkgerät

Erforderliche Teile:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1 Winkelstück Nr. 12 | 2 Kabel Nr. 560/100 |
| 7 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Glockenschale Nr. 577 |
| 1 Fassung mit Lagerbock Nr. 556 | 1 Aluminiumfolie |
| 1 Glühbirne Nr. 557/3½ | 1 Taschenlampenbatterie
oder 1 Transformator |

Stromquelle:

— oder ~ 4 Volt



Das Blinkgerät ist ein Apparat, bei welchem ohne Drahtleitung Nachrichten übermittelt werden können und wegen seiner Einfachheit große Bedeutung für strategische Zwecke besitzt. Durch einen Hohlspiegel werden Zeichen auf optischem Wege in Richtung der Beobachtungsstation gegeben, welche dann auf größere Entfernungen genau abgelesen werden können. Der Aufbau dieses Gerätes geht aus der Abbildung deutlich hervor; um eine starke Reflexion zu erhalten, ist die Innenwand der Glockenschale mit einer Aluminiumfolie zu belegen, die wir einer Schokoladentafel entnehmen.

Anteilung 158: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau zweier Stationen für gleichzeitige Verständigung

Erforderliche Teile:

1. Station (Optischer Empfang)

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M |
| 9 Schrauben mit Muttern
Nr. 37k | 1 Kondensator Nr. 543 |
| 1 Mutter Nr. 37b | 1 Fassung mit Lagerbock Nr. 556 |
| 1 Lagerbügel Nr. 46 | 1 Glühbirne Nr. 557/3½ |
| 1 Doppelwinkel Nr. 47a | 1 Kabel Nr. 560/15 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| | 1 Taschenlampenbatterie |

2. Station (Akustischer Empfang)

Summer nach Anleitung 137

Ferner:

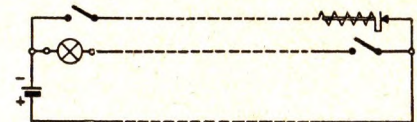
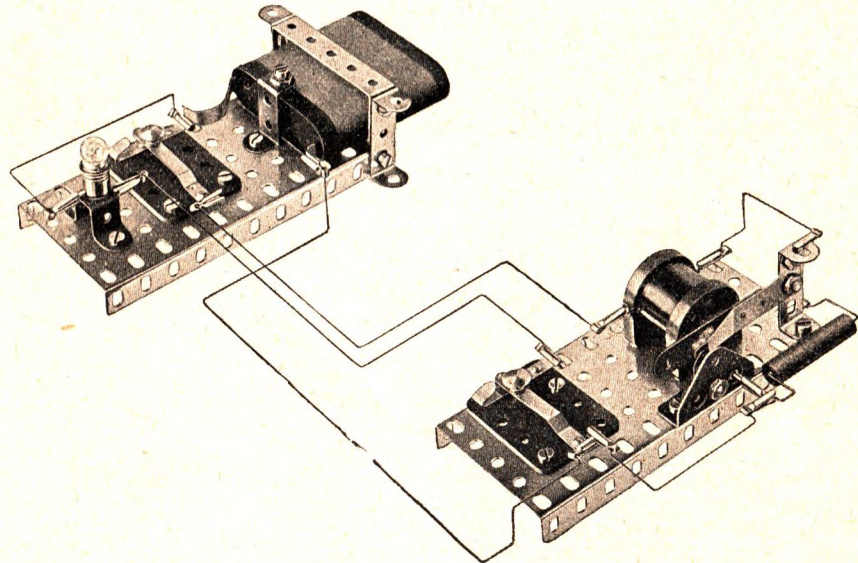
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Tasterschalter Nr. 563

Fernleitung

- 2 Kabel Nr. 560/100
- 3 Kabel Nr. 560/25
- oder ca. 20 m Klingelleitungsdraht

Stromquelle:

— oder  4 Volt



Bei dieser Schaltung empfiehlt es sich, an Stelle unserer Kabelverbindungen beide Stationen auf größere Entfernung zu trennen. Als Verbindung käme Klingelleitungsdraht in Frage, der in jedem Elektrogeschäft erhältlich ist. Die Schaltung geht aus der Abbildung und dem Schaltbild klar hervor. Durch Niederdrücken der Tasterschalter im Rhythmus der Morsezeichen kann eine gegenseitige Verständigung aufgenommen werden. Auch ist es möglich, daß **gleichzeitig beide Stationen empfangen und senden**. Wir haben eine dreifache Fernleitung und eine Stromquelle notwendig.

Diese Schaltung findet auch Anwendung zum Anruf von Personen z. B. in einem anderen Stockwerk. Dieselben geben zum Zeichen, daß der Anruf angekommen ist, bei ihrer Anwesenheit ein Rücksignal. Eine der drei Leitungen könnte durch Erdleitung ersetzt werden, was aber heutzutage wegen der störenden Einflüsse vermieden wird.

Anleitung 159: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Aufbau zweier Stationen für wechselseitige Verständigung

Erforderliche Teile:

Apparate und Kabel der Anleitung 158

Ferner:

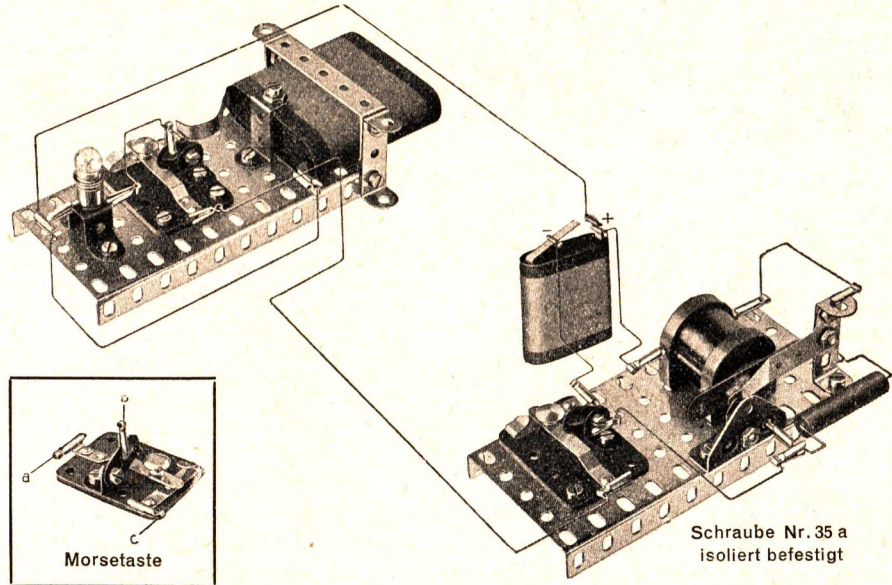
- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 2 Flachstücke Nr. 10 | 2 Unterlegscheiben Nr. 537 |
| 2 Winkelstücke Nr. 12 | 2 Schrauben mit Muttern |
| 2 Schrauben mit Muttern | Nr. 538 |
| Nr. 37k | 1 Taschenlampenbatterie |

Stromquelle:

Jede Station: $\equiv$ oder $\sim$ 4 Volt

In der Anleitung 156 wurden zwei Stationen mit Morsetelegraphen beschrieben und hierbei die Verwendung von **Morse-Spezialtasten** erwähnt. In der folgenden Schaltung benötigen wir derartige Tasten und wollen diese Konstruktion genau kennenlernen. Auf den normalen Tasterschalter bauen wir uns mit Hilfe eines Flach- und eines Winkelstückes einen weiteren Kontakt; damit erreichen wir einen einpoligen Umschalter. Tritt der Strom durch den Zweig a in den Schalter ein, so haben wir die Möglichkeit, denselben über den Zweig b oder c zu leiten. Bei der Morsetaste jedoch soll der Kontakt b in Ruhstellung geschlossen sein und nur durch Niederdrücken der Taste unterbrochen werden können zur Abgabe eines Anrufstromstoßes durch den Zweig c. Den Tasterhebel muß also das Flachstück in Ruhstellung berühren und Kontakt erhalten (Grundform C 2). Die Schraube mit Mutter Nr. 538 dient zur Befestigung des Hilfskontaktes am Tasterschalter, jedoch soll der Hilfskontakt von der Rechteckplatte isoliert sein.

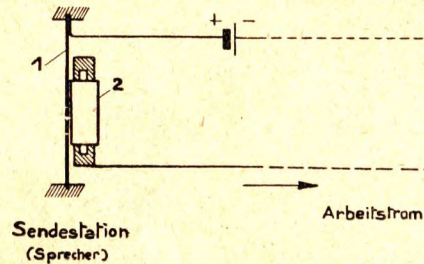
Es empfiehlt sich, die beiden Stationen in größerer Entfernung voneinander aufzubauen. Im Gegensatz zur Schaltung in Anleitung 158 haben wir in diesem Falle nur die Möglichkeit der **wechselseitigen Verständigung**; wir können also an einer Station nur senden oder Nachrichten empfangen und nicht beide Funktionen gleichzeitig ausüben. Zur Übertragung benötigen wir zwei Leitungen und zwei Batterien.



C. Telephonie mit Drahtleitung

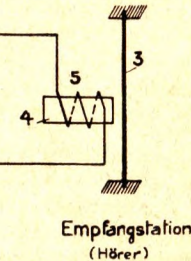
Anleitung 160:

Mikrophon



Anleitung 161:

Telephon



Genau so wichtig wie die Nachrichtenübermittlung durch Morsezeichen ist die Verständigung mittels Fernsprecher. Das gesprochene Wort wird von der Sendestation (**Mikrophon**) auf die Empfangsstation (**Telephon**) übertragen.

Wir denken uns eine Kohlenmembran¹ und dahinter einige Kohlenwalzen², die die Membran berühren. Nun schicken wir mit Hilfe einer Batterie einen Strom über die Kohlenmembran¹ und die Walzen² in die Fernleitung zum Hörer. Wird auf die Kohlenmembran¹ gesprochen, so schwankt der Übergangswiderstand¹ nach² und damit der in diesem Kreis fließende Arbeitsstrom. An Stelle der Kohlenwalzen² werden vielfach auch Kohlenkörnchen benützt.

Das Telephon oder der Hörer besitzt eine Stahlmembran³, die von einem Dauermagneten⁴ angezogen wird. Ferner trägt dieser Dauermagnet⁴ eine Wicklung⁵, welche von dem schwankenden Arbeitsstrom des Mikrophons durchflossen wird. Je nach den Schwankungen dieses Stromes wird das Magnetfeld zwischen der Membran³ und dem Dauermagneten⁴ mehr oder weniger verstärkt, wodurch die Stahlmembran³ in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingungen sind als Ton wahrnehmbar und entsprechen genau denselben, welche in das Mikrophon hineingesprochen werden.

Anleitung 162: Ausführbar mit ELEX Nr. 502 oder 503

Aufbau einer einfachen Besprechungsanlage

Erforderliche Teile:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 5 Schrauben mit | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| Muttern Nr. 37k | 3 Kohlenstifte (aus |
| 1 Verbindungsbügel | einer verbrauchten |
| Nr. 60/5M | Taschenlampen- |
| 2 Kabel Nr. 560/100 | batterie) |
| 1 Kabel Nr. 560/15 | 1 Taschenlampen- |
| 1 Magnetspule Nr. 565 | batterie |

Stromquelle:

== 4 Volt

Die Sendestation (Abb. a links) besteht aus der Batterie und 3 Kohlenstiften, welche wir aus einer verbrauchten Taschenlampenbatterie herausgenommen haben. Die Anordnung dieser 3 Stifte sei unser Mikrophon; sie werden durch das gesprochene Wort oder durch andere Einflüsse in Bewegung gesetzt, so daß ihr Widerstand je nach ihrer veränderlichen Lage schwankt. Um die Lautstärke des Telefons zu steigern, empfiehlt es sich, die Kohlenstifte auf einen Resonanzboden, z.B. die Bildseite des Kastendeckels, zu legen.

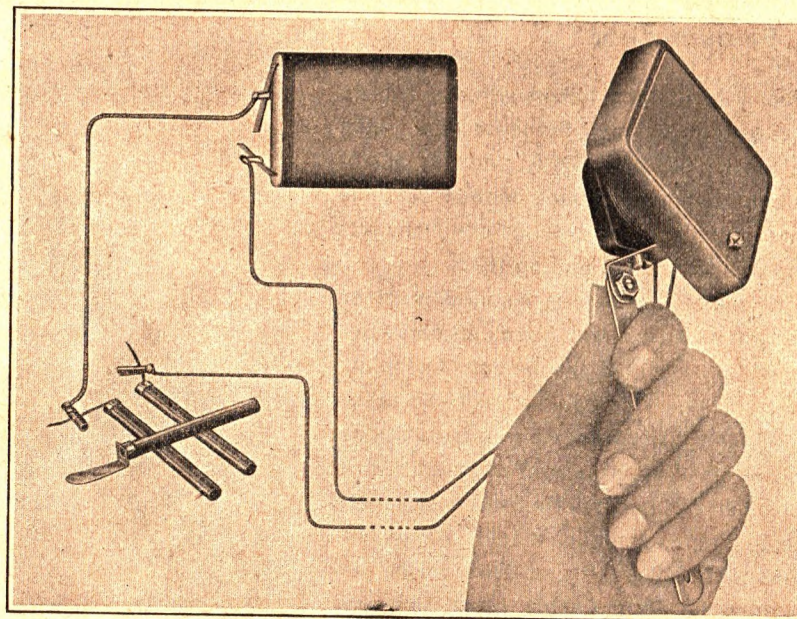


Abb. a

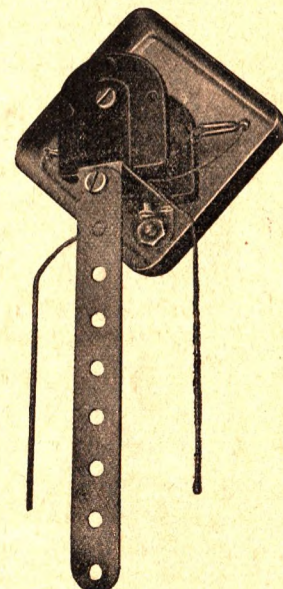


Abb. b

Der Aufbau des Hörers selbst ist aus Abbildung b ersichtlich. Es wird die Magnetspule mit Kern und Bügel auf den Verbindungsbügel Nr. 60/5M geschraubt. Vorn auf diesem Messingbügel wird der Boden des Schraubenkästchens befestigt, so daß dieser Boden sich in einem kleinen Abstand vom Magnetkern befindet. Verbinden wir die Sendestation mit dem Hörer (Abb. a), so werden wir, wenn wir denselben an das Ohr halten, die Geräusche vernehmen, die am Mikrophon hervorgerufen werden. Kratzen oder klopfen wir ein wenig auf den Kastendeckel, so werden wir auch dieses Geräusch im Hörer vernehmen, ja wir können sogar das Geräusch eines kräftig tickenden Weckers weiterkann für dieselbe nicht immer Gewähr geleistet werden. Der mehr oder weniger starke Strom, welcher je nach dem Widerstand des Mikrophons übertragen wird, verstärkt oder schwächt den Magnetismus in der Spule, so daß der Boden des Kästchens in Schwingungen gerät, die den zu übertragenden Tönen entsprechen.

Anleitung 163:

Fernsprecher

In den vorhergehenden Anleitungen haben wir das Prinzip der Telephonie kennengelernt. Bei den Fernsprechapparaten in unserem ELEX-Kasten Nr. 503 bzw. 502 A sind das Mikrophon und das Telephon zusammengebaut, jedoch sind die Besprechungsvorrichtung und der Hörer viel empfindlicher als die selbstgebaute Anordnung nach Anleitung 162.

Damit das Dauermagnetsystem in unseren Apparaten keinen Schaden nimmt, empfiehlt es sich, beim Anschluß derselben auf die Polarität zu achten, weshalb die beiden Anschlußlitzen der Apparate verschiedene Farben haben (weiß/braun = Plus-Pol; braun = Minus-Pol). „**Unter keinen Umständen dürfen die Fernsprecher an Wechselstrom angeschlossen werden**“, da diese Stromart das polarisierte System im Innern zerstört und eine Verständigung unmöglich macht. Die Kohlenmembran des Mikrophons ist sehr hart und daher leicht zerbrechlich; deshalb sollen die Fernsprecher nicht umhergeworfen und auch nicht geöffnet werden. Die Einzelteile und die Schaltung sind dieselben, wie in Anleitung 160—162 angegeben. Ist beim Anschluß der Hörer die Verständigung nicht deutlich wahrnehmbar, so ist durch Umpolen des betr. Hörers eine Verbesserung der Lautstärke bzw. Klangreinheit möglich.



Zur Beachtung

Die Fernsprecher sind während des Sprechens so zu halten, wie es die Abbildung zeigt, da sonst die Kohlenkörner nicht auf der Membrane aufliegen (s. Text der Anleitung 160).

MARKLIN-ELEX

(VII. Fernmeldetechnik)

Anleitung 164: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Einfacher Gegensprechbetrieb

1. Station

- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 2 Winkelstücke Nr. 12
- 8 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 2 Schieberösen Nr. 51
- 1 Rechteckplatte Nr. 52M

- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Fernsprecher Nr. 540
- 1 Tasterschalter Nr. 563
- 1 Taschenlampenbatterie

Erforderliche Teile:

- 2 Flachbänder Nr. 1/7
- 2 Winkelstücke Nr. 12
- 6 Schrauben mit Muttern Nr. 37k

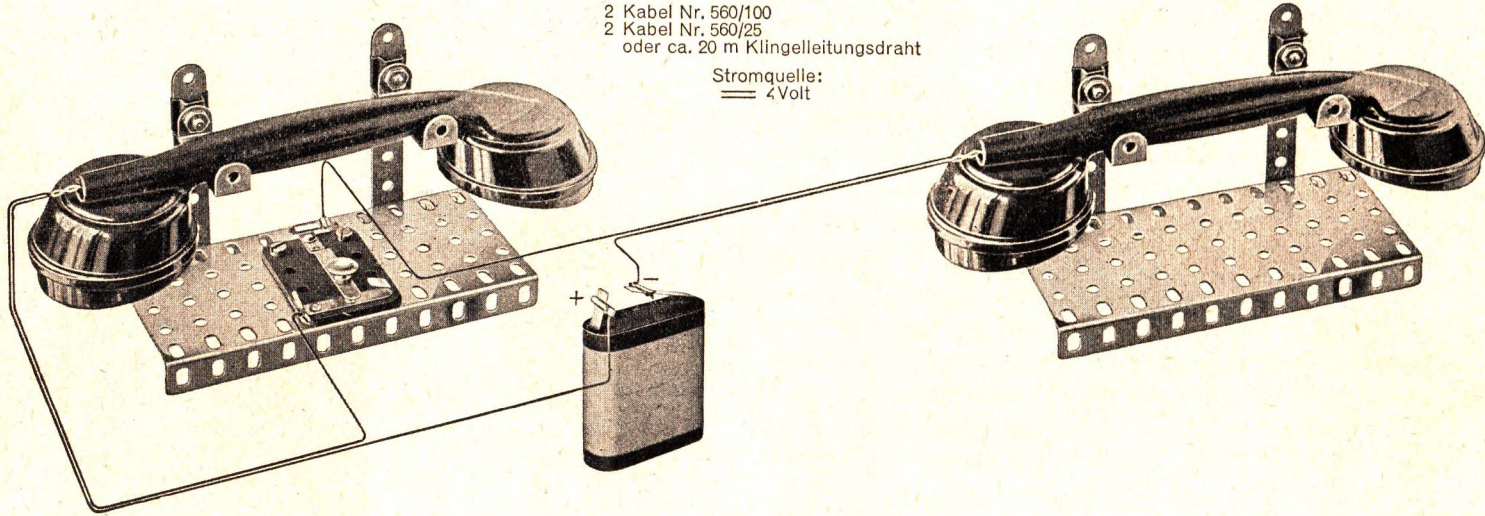
2. Station

- 2 Schieberösen Nr. 51
- 1 Rechteckplatte Nr. 52 M
- 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M
- 1 Fernsprecher Nr. 540

Fernleitung

- 2 Kabel Nr. 560/100
- 2 Kabel Nr. 560/25
- oder ca. 20 m Klingelleitungsdraht

Stromquelle:
== 4Volt



Der Aufbau der Ablegevorrichtungen für die Fernsprecher geht aus der Abbildung hervor. Die Ablegebügel (Verbindungsbügel Nr. 60/5M) werden durch Winkelstücke Nr. 12 gestützt bzw. mit den senkrechten Flachbändern verbunden. — Wir bringen die beiden Fernsprecher in Serienschaltung mit einer Batterie und einem Tasterschalter, wobei auf die Polarität genau zu achten ist. Für die Fernleitung nehmen wir ca. 20 m Klingelleitungsdraht, wie bereits in Anleitung 158 angegeben wurde. Nach Einschalten des Tasterschalters kann die **gegenseitige Verständigung** beginnen.

Wollen wir auf größere Entfernung uns verständigen, so ist die Spannung durch Serienschaltung einer zweiten Batterie zu erhöhen; zumeist dürfte eine Batterie genügen. — Dem Querschnitt und der Länge des Klingelleitungsdrahtes entsprechend ergibt sich ein mehr oder weniger großer Spannungsabfall, der durch Verwendung dieser zweiten Batterie auszugleichen wäre.

Anleitung 165: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegensprechbetrieb mit einseitigem Anruf

a) Aufbau der anrufenden Station

Erforderliche Teile:

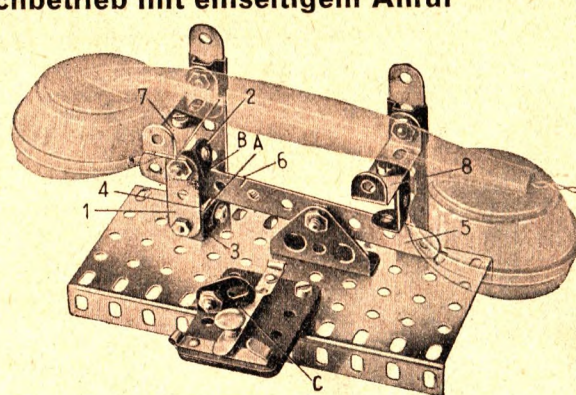
- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 1 Rechteckplatte Nr. 52M |
| 2 Flachbänder Nr. 1/7 | 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M |
| 1 Flachband Nr. 1/3 | 1 Unterlegscheibe Nr. 87 |
| 1 Flachstück Nr. 10 | 1 Unterlegscheibe Nr. 536M |
| 2 Führungsbügel Nr. 11 | 4 Unterlegscheiben Nr. 537 |
| 4 Winkelstücke Nr. 12 | 2 Schrauben mit Muttern Nr. 538k |
| 1 Schraube mit Mutter Nr. 37 | 1 Fernsprecher Nr. 540 |
| 14 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Tasterschalter Nr. 563 |
| 1 Mutter Nr. 37b | 1 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 2 Schieberösen Nr. 51 | 1 Spiralfeder Nr. 572 |

Kontaktkontrolle:

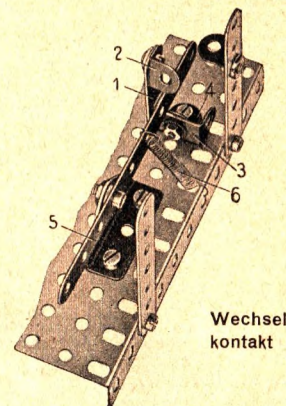
- 1 Fassung mit Lagerbock Nr. 556
- 1 Glühlampe 3½ Volt Nr. 557/3½
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:

— 4 Volt



Ansicht von vorn



Wechselkontakt

Die Ablegevorrichtung für den Fernsprecher stellt einen selbsttätigen Umschalter dar. Auf die Rechteckplatte montieren wir unsere Morsetaste, wobei der Kontakt C mit der Rechteckplatte durch die Schraube am Winkelstück in elektrischer Verbindung stehen muß; die Nieten am Tasterschalter sollen jedoch keinen Kontakt mit der Rechteckplatte haben (Karton unterlegen).

Nun schrauben wir den Wechselkontakt zusammen: An einem Flachband¹ Nr. 1/3 wird, leicht geneigt, ein Winkelstück² Nr. 12 angeschraubt; am anderen Ende des Flachbandes¹ wird, isoliert, ein Führungsbügel³ Nr. 11 befestigt, welcher selbst ein isoliertes Winkelstück⁴ Nr. 12 trägt (Grundform C 5). Die ganze Vorrichtung wird dann auf die Rechteckplatte aufgesetzt.

Die Lagerung des Kontakthebels⁵ zeigt die Grundform A 2. Durch die Feder⁶ wird der Hebel⁵ an den Führungsbügel³ angepreßt und erhält Kontakt (A); beim Niederdrücken am freien Ende soll der Hebel den Kontakt (B) mit Winkelstück² herstellen. Der Hebel⁵ selbst muß über seine Lagerung mit der Rechteckplatte Kontakt haben.

Die Auflage für den Fernsprecher bildet einerseits der starr angebrachte Verbindungsbügel⁷, andererseits der vertikal beweglich angeordnete Verbindungsbügel⁸ (Schieberöse etwas aufbiegen). Legen wir den Fernsprecher auf diese Verbindungsbügel auf, so soll der Kontakt B geschlossen sein; nehmen wir den Hörer ab, so soll der Kontakt A geschlossen sein.

Schaltung zur Kontaktkontrolle nach Grundform C 6.

Kontakt zwischen A und C: Die Kontaktöse a der Grundform C 6 verbinden wir mit dem Führungsbügel³ Nr. 11, und die andere Kontaktöse b der Grundform C 6 verbinden wir mit dem Flachstück Nr. 10 (am Kontakt C) der Morsetaste. Sind die Kontakte in Ordnung, so muß die Kontrollglühlampe bei Abnahme des Hörers aufleuchten.

Kontakt zwischen B und C: Die Kontaktöse a wird nunmehr mit dem Winkelstück² Nr. 12 verbunden, und die Kontaktöse b bleibt mit dem Flachstück Nr. 10 der Morsetaste in Verbindung. Auch hierbei muß die Kontrollglühlampe aufleuchten, wenn der Hörer wieder aufgelegt wird.

Es ist streng darauf zu achten, daß die Kontakte einwandfrei sind.

Zu Anleitung 165: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegensprechbetrieb mit einseitigem Anruf

b) Aufbau der angerufenen Station

Erforderliche Teile:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Flachband Nr. 1/9 | 3 Unterlegscheiben Nr. 536M |
| 2 Flachbänder Nr. 1/7 | 6 Unterlegscheiben Nr. 537 |
| 1 Flachband Nr. 1/3 | 3 Schrauben mit Muttern Nr. 538k |
| 1 Flachstück Nr. 10 | 1 Fernsprecher Nr. 540 |
| 2 Führungsbügel Nr. 11 | 1 Lagerwinkel Nr. 564 |
| 6 Winkelstücke Nr. 12 | 1 Magnetspule Nr. 565 |
| 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37 | 1 Eisenkern Nr. 566 |
| 24 Schrauben mit Muttern Nr. 37k | 1 Magnetbügel Nr. 567 |
| 1 Lagerbügel Nr. 46 | 1 Spiralfeder Nr. 572 |
| 1 Doppelwinkel Nr. 47a | 1 Hammer mit Unterbrecher Nr. 573 |
| 2 Schieberösen Nr. 51 | 1 Kontakthalter Nr. 574 |
| 1 Rechteckplatte Nr. 52M | 1 Glockenschlegel Nr. 576 |
| 2 Verbindungsbügel Nr. 60/5M | 1 Glockenschale Nr. 577 |

Kontaktkontrolle:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1 Fassung mit Lagerbock Nr. 556 | 3 Kabel Nr. 560/25 |
| 1 Glühbirne 3½ Volt Nr. 557/3½ | 1 Taschenlampenbatterie |

Stromquelle:

== 4 Volt

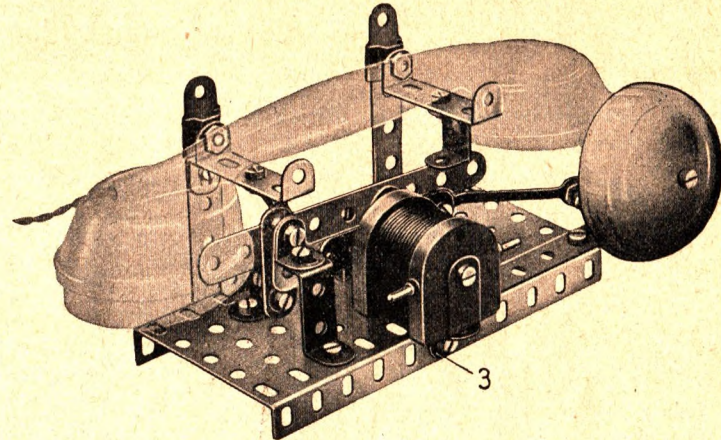
Die Ablegevorrichtung und der Wechselkontakt sind genau wie bei der anrufenden Station nach Anleitung 165a gebaut. Ein Wecker bildet die Anrufvorrichtung. An den Lagerwinkel¹ Nr. 564 des Wechselkontaktes schrauben wir den Kontakthalter² Nr. 574 an. Die Magnetspule mit Eisenkern und Magnetbügel sitzt auf einem Winkelstück³ Nr. 12, welches an der Rechteckplatte befestigt ist. Der Doppelwinkel⁴ zur Befestigung des Hammers ist von der Rechteckplatte isoliert. Die Glockenschale ist mit einem Winkelstück⁵ Nr. 12 und einem Flachstück⁶ Nr. 10 an den Lagerbügel⁷ Nr. 46 anzuschrauben. Die Einstellung des Weckers erfolgt einerseits durch Verschieben des Doppelwinkels⁴ im Schlitz der Rechteckplatte, andererseits durch Verschieben der Magnetspule im Schlitz des Winkelstücks³. Die Anschlüsse zur Betriebskontrolle des Weckers gehen aus Anleitung 150 hervor.

Schaltung zur Kontaktkontrolle nach Grundform C 6:

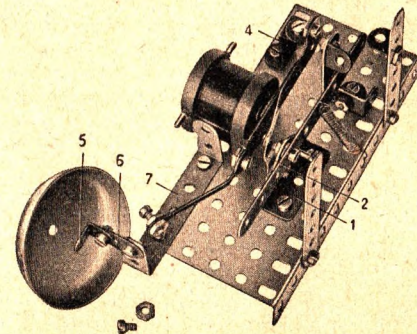
Die Prüfung der Kontaktverhältnisse des Wechselkontakts erfordert einen Anschluß der Kabel einerseits an die Rechteckplatte, andererseits an den Führungsbügel Nr. 11 bzw. an das Winkelstück Nr. 12 (vgl. Anleitung 165a).

Es ist streng darauf zu achten, daß alle Kontakte in Ordnung sind.

NB. Parallel zur Funkenstrecke der Klingel können wir noch unseren Kondensator Nr. 543 legen, um eine ent-störte Anrufvorrichtung am Telefon zu haben (siehe Anleitung 140).



Ansicht von vorn



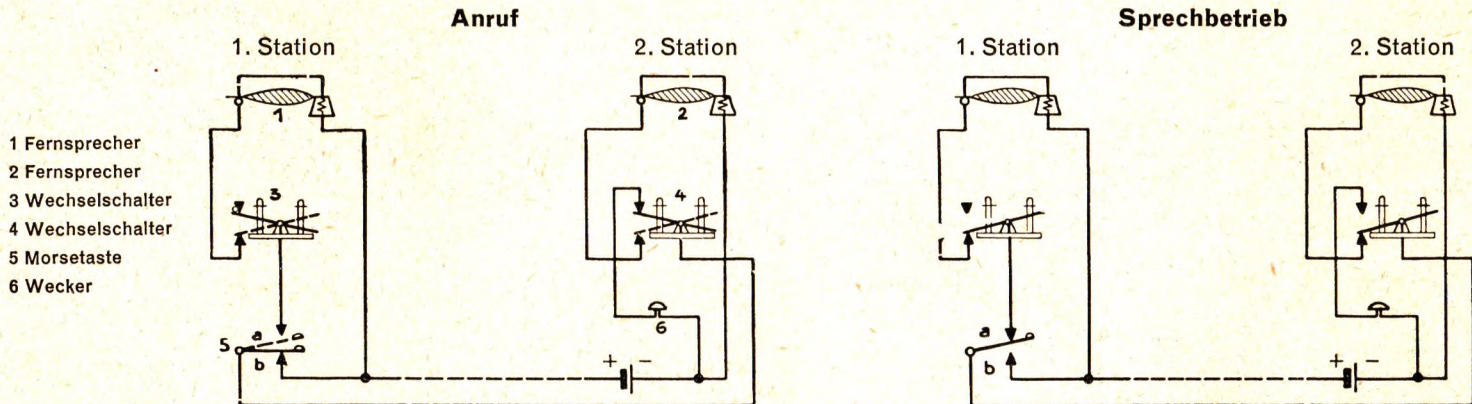
Ansicht von oben

Zu Anleitung 165:

Gegensprechbetrieb mit einseitigem Anruf

c) Schaltbild

Bevor wir unsere beiden Stationen betriebsfertig aufbauen, wollen wir die Schaltung näher betrachten, indem wir den Anruf und Sprechbetrieb voneinander trennen.



Ruhestellung: Die beiden Fernsprecher¹ und² sind aufgelegt, so daß an den Wechselschaltern³ und⁴ jeweils der obere Kontakt geschlossen ist. Die Morsetaste⁵ hält den Kontakt a geschlossen, Kontakt b ist geöffnet. Diese Stellung ist die Ruhestellung; ein Strom kann nicht fließen, da die Leitung unterbrochen ist.

Anruf: Drücken wir die Taste⁵ nieder, so wird Kontakt a geöffnet, Kontakt b geschlossen. Ausgehend von der Batterie, ist der Stromverlauf folgender: Plus-Pol der Batterie — Fernleitung — Kontakt b der Morsetaste⁵ — Fernleitung — Wechselschalter⁴ — Wecker⁶ — zurück zum Minus-Pol der Batterie. Der Wecker⁶ ertönt, und wir haben die Anrufstellung. Die **Hörer müssen für den Anruf immer aufgelegt bleiben**, um den oberen Kontakt an den Wechselschaltern geschlossen zu halten.

Sprechbetrieb: Werden nun beide Fernsprecher abgenommen, wobei die Morsetaste in Ruhestellung bleibt, d. h. den Kontakt a berührt, so kann die Verständigung beginnen. Der Stromverlauf ist aus dem Schaltbild klar zu erkennen.

Zu Anleitung 165:

d) Beide Stationen im Betrieb

Gegensprechbetrieb mit einseitigem Anruf

Erforderliche Teile:

Anrufende Station:

Apparat nach Anleitung 165a

Angerufene Station:

Apparat nach Anleitung 165a

Ferner:

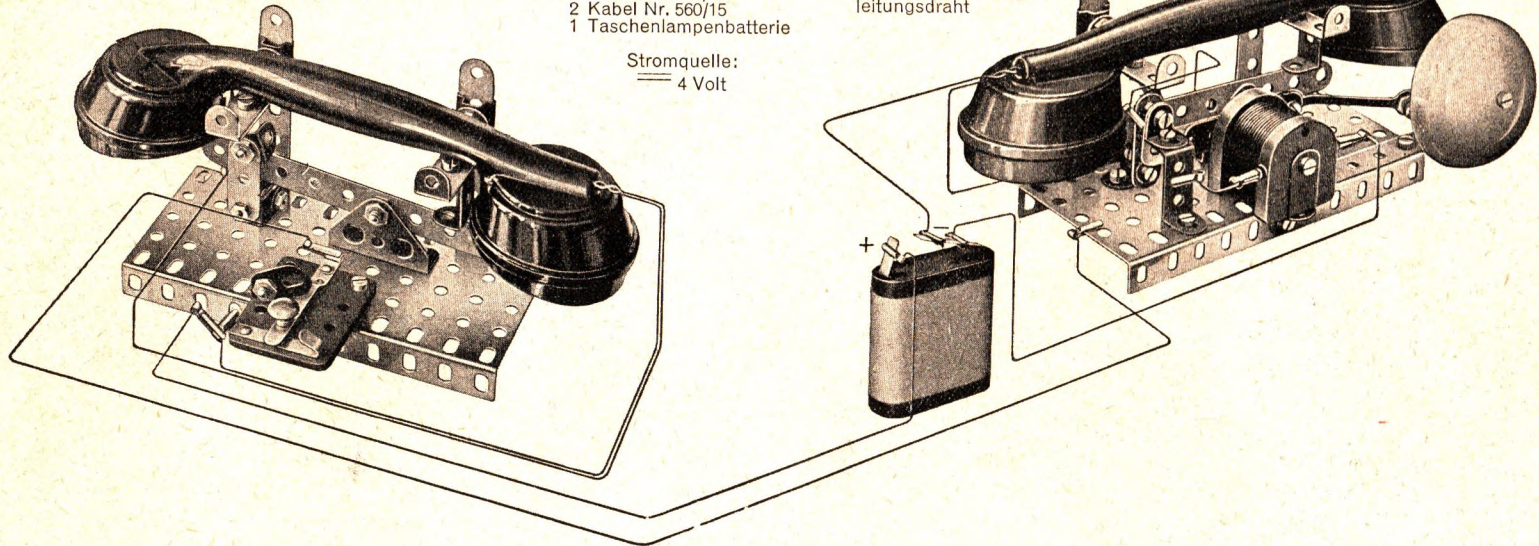
- 1 Kabel Nr. 560/25
- 2 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taschenlampenbatterie

Fernleitung:

- 2 Kabel Nr. 560/100
- 2 Kabel Nr. 560/25
- oder ca. 20 m Klingel-
leitungsdraht

Stromquelle:

— 4 Volt



Auch bei dieser Telephonanlage empfiehlt sich, die Verbindungsleitung der beiden Stationen auf größere Entfernung zu verlegen mit Hilfe von Klingelleitungsdraht. Wie der Anruf und der Sprechbetrieb vor sich gehen, haben wir aus den Schaltbildern ersehen. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Kontaktverhältnisse in Ordnung sein müssen, um ein einwandfreies Arbeiten der Anlage zu gewährleisten, und daß außerdem die Polarität beim Anschluß der Fernsprecher bzw. der Batterie beachtet wird. Besondere Aufmerksamkeit erfordert hierbei die **Stellung der Morsetaste bei Sprechbetrieb, d. h. der Kontakthebel muß das Flachstück am Hilfskontakt berühren**. Wie das Schaltbild zeigt, haben wir bei diesem Aufbau am oberen Kontakt des Wechselschalters keine Anschlüsse; am unteren Kontakt dagegen befindet sich eine Leitung zum Fernhörer.

Anleitung 166: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (dreifache Fernleitung)

a) Aufbau der beiden Stationen

Erforderliche Teile:

1. Station (Optischer Anruf)

Apparat der Anleitung 165a

Ferner:

- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Fassung mit Lagerbock Nr. 556
- 1 Glühbirne 3½ Volt Nr. 557/3½

2. Station (Akustischer Anruf)

Apparat der Anleitung 165b

Ferner:

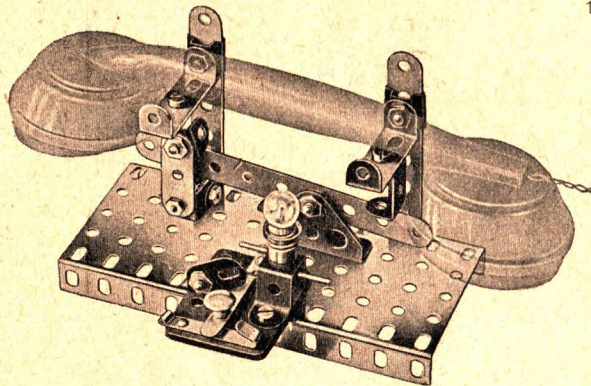
- 1 Flachstück Nr. 10
- 5 Winkelstücke Nr. 12
- 1 Schraube mit Mutter Nr. 37
- 2 Schrauben mit Muttern Nr. 37k
- 1 Tasterschalter Nr. 563

Kontaktkontrolle:

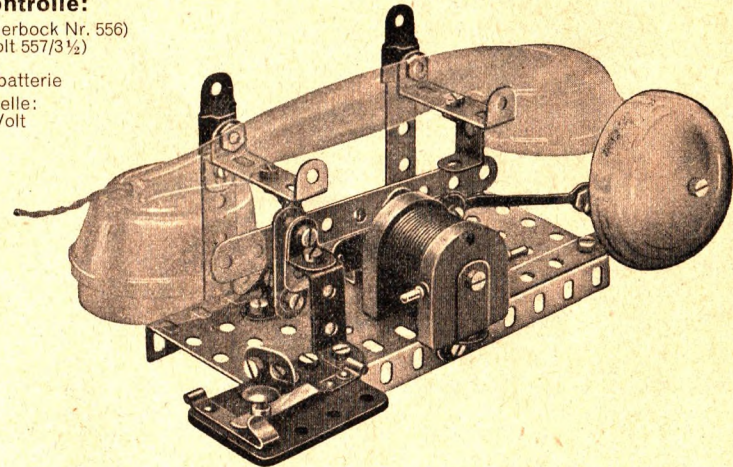
- (1 Fassung mit Lagerbock Nr. 556)
- (1 Glühbirne 3½ Volt 557/3½)
- 3 Kabel Nr. 560/25
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:

— 4 Volt



1. Station (Optischer Anruf)



2. Station (Akustischer Anruf)

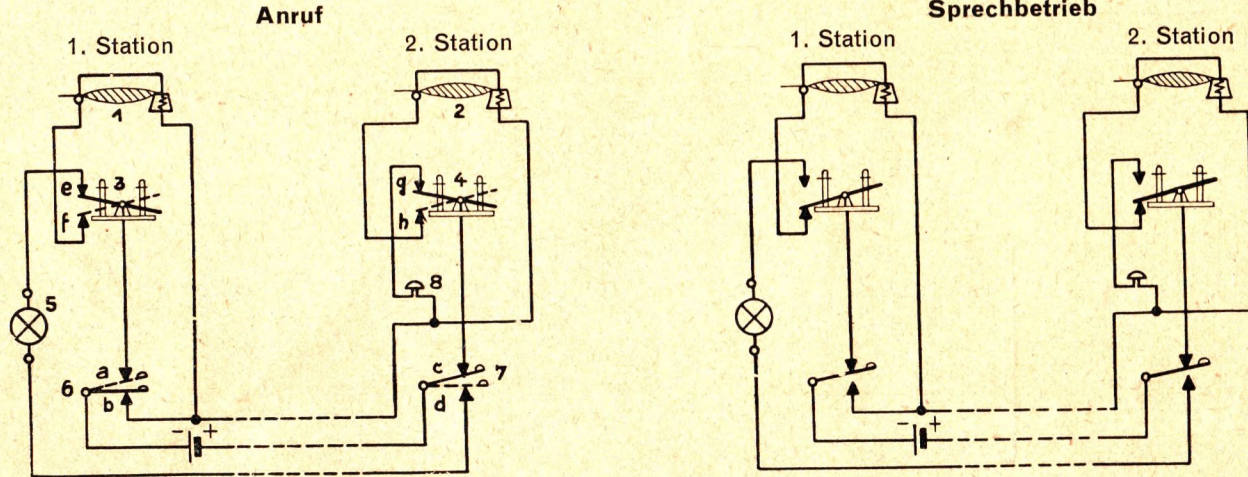
Durch eine kleine Erweiterung der Ablegevorrichtung in Anleitung 165 erhalten wir die Möglichkeit, zwei Stationen für gegenseitigen Anruf zu bauen. An die anrufende Station der Anleitung 165a bauen wir eine Fassung mit Glühbirne an. — Die angerufene Station der Anleitung 165b wird noch mit einer Morsetaste versehen, an welcher der Hilfskontakt durch eine Schraube mit Mutter Nr. 37 mit der Rechteckplatte in elektrischer Verbindung stehen soll. Die Kontaktkontrolle erfolgt, wie in Anleitung 165 bereits angegeben.

Zu Anleitung 166:

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (dreifache Fernleitung)

b) Schaltbild

- 1 Fernsprecher
- 2 Fernsprecher
- 3 Wechselschalter
- 4 Wechselschalter
- 5 Glühbirne
- 6 Morsetaste
- 7 Morsetaste
- 8 Wecker



Ruhestellung:

In der Ruhestellung fließt auch hier kein Strom, genau wie in Anleitung 165.

Station 1 ruft an:

Für den Anruf drücken wir bei aufgelegten Fernhörern die Taste⁶ nieder, so daß Kontakt b geschlossen wird. Nun fließt der Strom von der Batterie — Fernleitung — Kontakt c der Taste⁷ — Kontakt g des Wechselschalters⁴ — Wecker⁸ — Fernleitung — Kontakt b der Taste⁶, zurück zur Batterie. Der Wecker⁸ ertönt.

Station 2 ruft an:

Drücken wir die Taste⁷ nieder bei aufgelegten Fernhörern, so fließt der Strom folgendermaßen: Von der Batterie — Fernleitung — Kontakt d der Taste⁷ — Fernleitung — Glühbirne⁵ — Kontakt e des Wechselschalters³ — Kontakt a der Taste⁶, zurück zur Batterie. Die Glühbirne⁵ leuchtet auf.

Beim **Anruf** muß also **zuerst** die **Morsetaste niedergedrückt** und **dann** der **Hörer abgenommen** werden; dies gilt für beide Stationen.

Sprechbetrieb:

Bei Sprechbetrieb ist der Stromverlauf ohne Schwierigkeit aus dem Schaltbild ersichtlich und erfordert keine weitere Erläuterung.

Zu Anleitung 166:

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (dreifache Fernleitung)

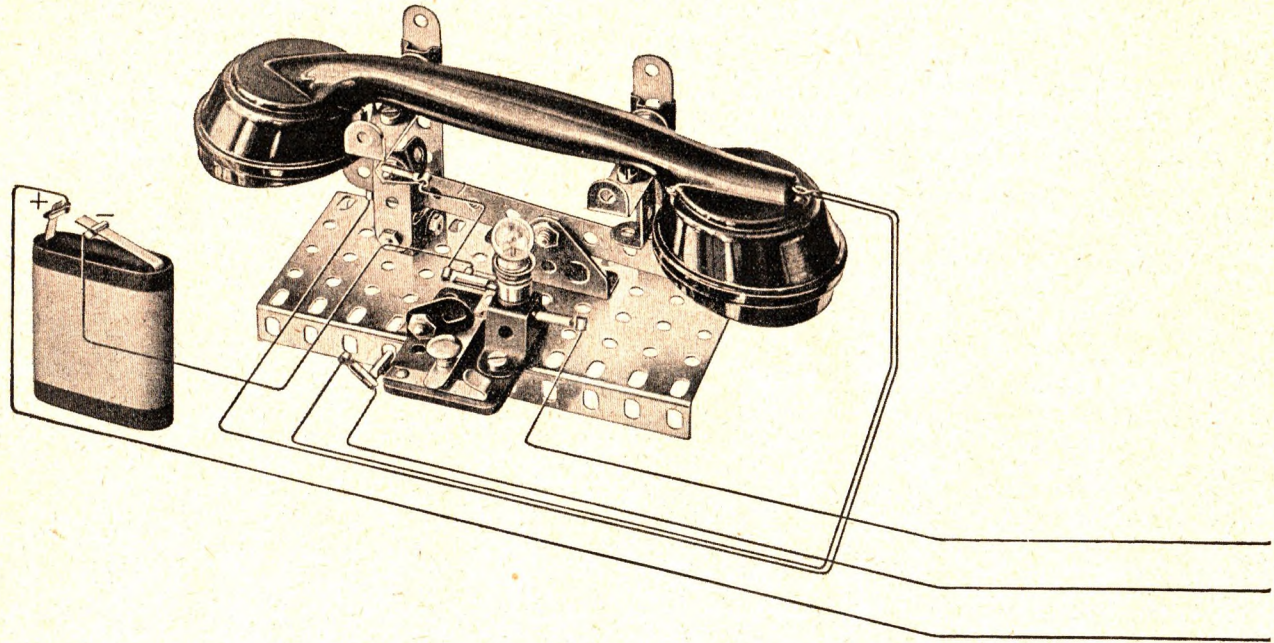
c) Beide Stationen im Betrieb

Erforderliche Teile:

1. Station

- 1 Kabel Nr. 560/25
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taschenlampen-
batterie

Stromquelle:
= 4 Volt

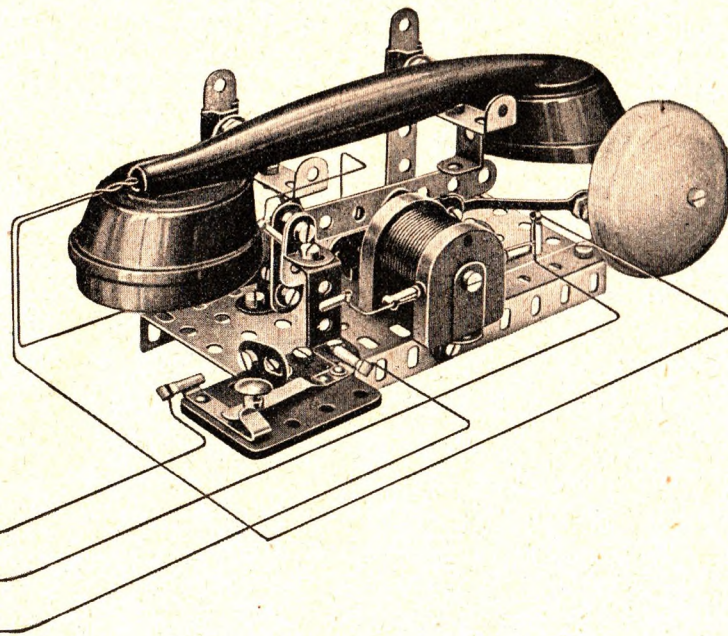


Die Montage der Verbindungsleitungen ist aus den Abbildungen und den vorhergehenden Schaltbildern ersichtlich. Die Kontaktverhältnisse sind genau nachzuprüfen und erfordern etwas Geduld und Aufmerksamkeit. Diese Schaltung ist die gebräuchlichste für Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf; wir benötigen hierzu nur eine Stromquelle und eine dreifache Fernleitung. Die Anlage kann ebenfalls auf größere Entfernung ausgedehnt werden.

Zu Anleitung 166:

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (dreifache Fernleitung)

c) Beide Stationen im Betrieb



Erforderliche Teile:

2. Station

2 Kabel Nr. 560/15

Fernleitung

2 Kabel Nr. 560/100

2 Kabel Nr. 560/25
oder ca. 20 m Klingel-
leitungsdraht

Es ist darauf zu achten, daß die Morsetasten einen dauerhaften Kontakt geben. Zur Unterdrückung des Funkens im Wecker kann noch der Kondensator Nr. 543 nebst einem Stückchen Watte als Dämpfungselement eingebaut werden. Der Kondensator wird zur Funkenstrecke parallel geschaltet, wie dies bereits in Anleitung 140 erläutert wurde. Beim Anschluß der beiden Fernsprecher ist die Polarität zu berücksichtigen.

Anleitung 167: Ausführbar mit ELEX Nr. 503

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (zweifache Fernleitung)

a) Aufbau der beiden Stationen

Der Aufbau der beiden Stationen ist derselbe, wie in Anleitung 166a angegeben. Es ist darauf zu achten, daß die Kontaktkontrolle genau durchgeführt wird.

b) Schaltbild

Ruhestellung: In der Ruhestellung fließt kein Strom.

Station 1 ruft an: Drücken wir bei aufgelegten Fernsprechern die Taste⁶ nieder, so schließen wir über den Kontakt b den Stromkreis. Von der Batterie⁹ ausgehend, ist nun der Stromverlauf folgender: Plus-Pol der Batterie⁹ — Fernleitung — Wecker⁸ — Kontakt g des Wechselschalters⁴ — Kontakt c der Taste⁷ — Fernleitung — Kontakt b der Taste⁶ — Minus-Pol der Batterie⁹.

Station 2 ruft an: Wird die Taste⁷ niedergedrückt bei aufgelegten Fernsprechern, so erhalten wir den Stromverlauf: Plus-Pol der Batterie¹⁰ — Fernleitung — Glühbirne⁵ — Kontakt e des Wechselschalters³ — Kontakt a der Taste⁶ — Fernleitung — Kontakt d der Taste⁷ — Minus-Pol der Batterie¹⁰.

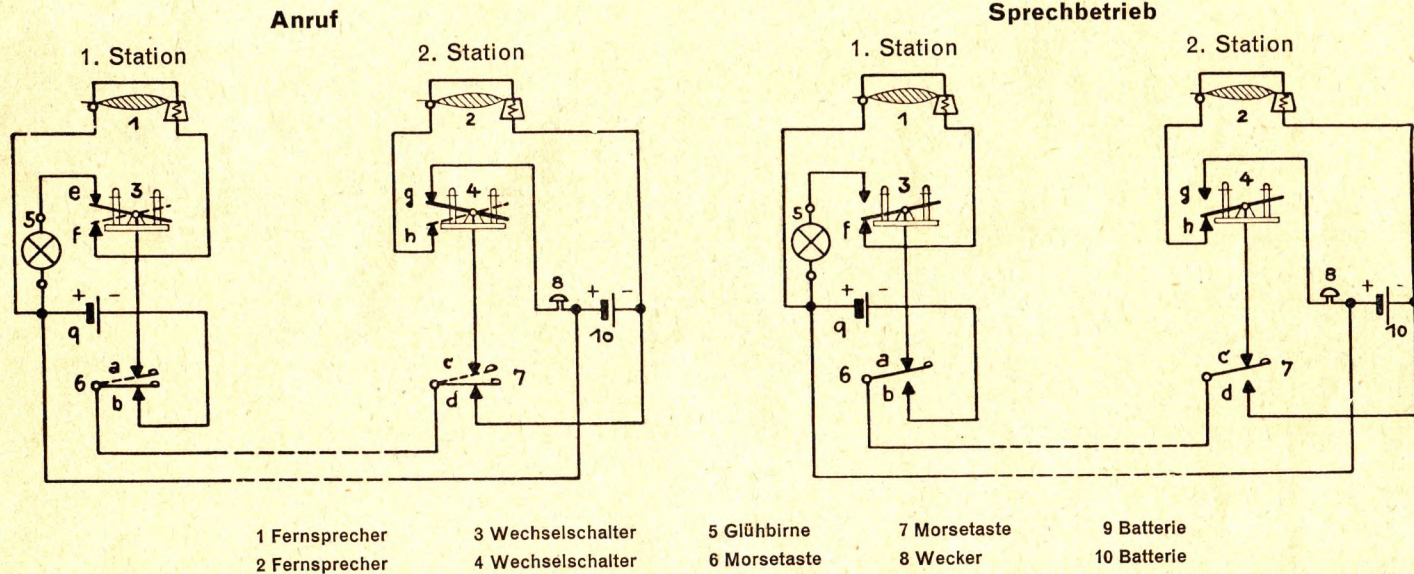
Beim **Anruf** muß also **zuerst** die **Morsetaste niedergedrückt** und **dann** der **Hörer abgenommen** werden; dies gilt für beide Stationen.

Sprechbetrieb: Der Stromverlauf ist folgender: Plus-Pol der Batterie¹⁰ — Fernleitung — Fernsprecher¹ — Kontakt f des Wechselschalters³ — Kontakt a der Taste⁶ — Fernleitung — Kontakt c der Taste⁷ — Kontakt h des Wechselschalters⁴ — Fernsprecher² — Minus-Pol der Batterie¹⁰.

Zu Anleitung 167:

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (zweifache Fernleitung)

b) Schaltbild



Zu Anleitung 167:

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (zweifache Fernleitung)

c) Beide Stationen im Betrieb

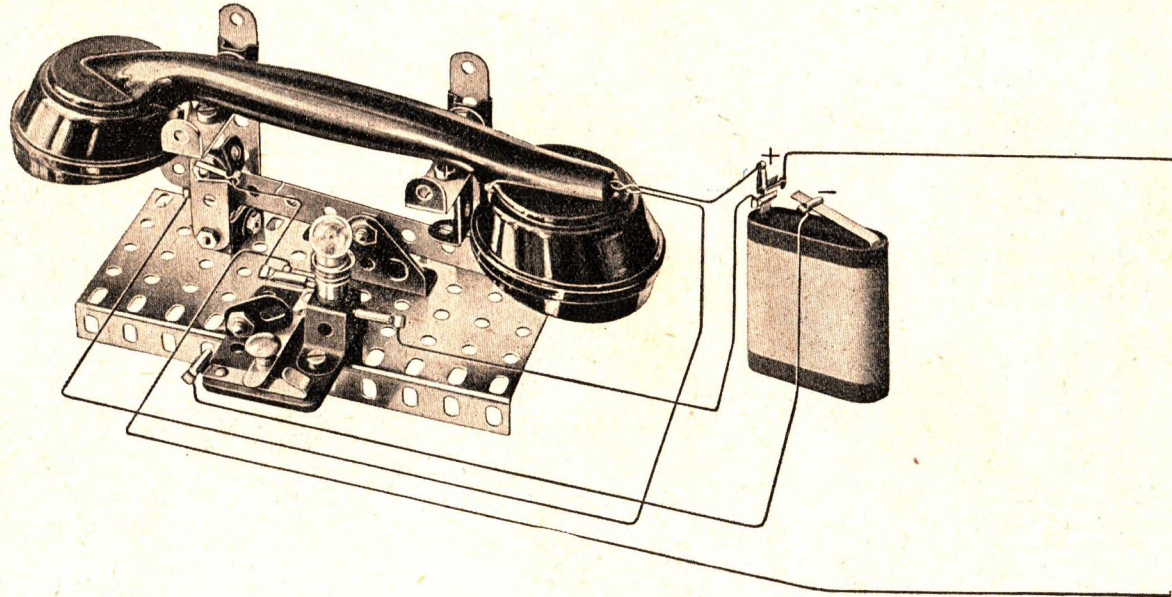
Erforderliche Teile:

1. Station

- 2 Kabel Nr. 560/25
- 1 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taschenlampenbatterie

Stromquelle:

== 4 Volt

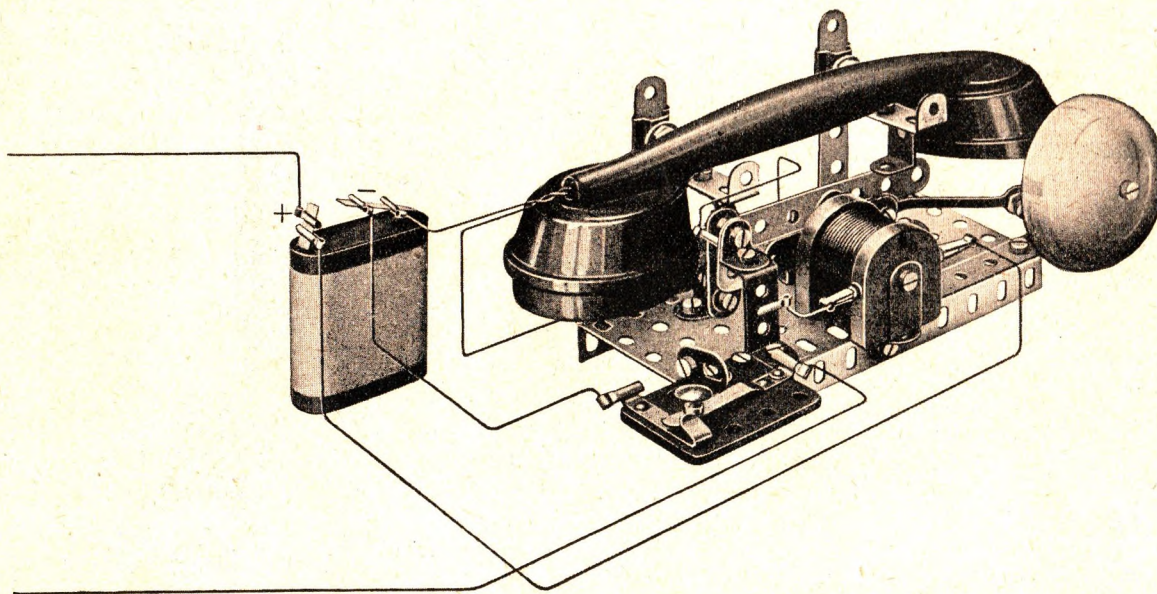


Für den Anschluß gilt dasselbe, wie in Anleitung 166 c bereits erwähnt wurde.

Zu Anleitung 167:

Gegensprechbetrieb mit gegenseitigem Anruf (zweifache Fernleitung)

c) Beide Stationen im Betrieb



Erforderliche Teile:

2. Station

- 1 Kabel Nr. 560/25
- 3 Kabel Nr. 560/15
- 1 Taschenlampenbatterie

Fernleitung

- 2 Kabel Nr. 560/100
oder ca. 20 m Klingel-
leitungsdraht

Stromquelle:
= 4 Volt

Bei dieser Schaltung benötigen wir 2 Batterien und ersparen dadurch im Vergleich zu der Schaltung nach Anleitung 166 eine Fernleitung.

Einzelteile für MARKLIN-ELEX-Kasten



Nr. 1/9 Flachband, 9 Loch, 11 cm
Nr. 1/7 Flachband, 7 Loch, 8 cm
Nr. 1/3 Flachband, 3 Loch, 3,5 cm



Nr. 37a
Schraube, lang (Messing)



Nr. 37b
Mutter
(Messing)



Nr. 539 Isolierrohr



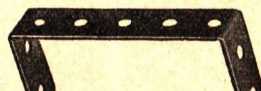
Nr. 10
Flachstück



Nr. 11
Führungsbügel



Nr. 12
Winkelstück



Nr. 46 Lagerbügel



Nr. 47a Doppelwinkel

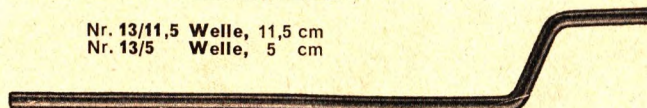


Nr. 538a
Schraube, lang
(Eisen)

Nr. 538ka
Schraube, kurz
(Eisen)



Nr. 13/11,5 Welle, 11,5 cm
Nr. 13/5 Welle, 5 cm



Nr. 19 Handkurbel, 17 cm



Nr. 51 Schieberöse



Nr. 59
Stelling
mit Schraube



Nr. 538b
Mutter
(Messing vernickelt)



Nr. 540
Fernsprecher
komplett



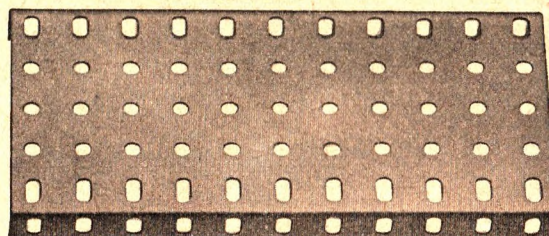
Nr. 22
Schnurlaufrad
25 mm Ø



Nr. 27/57 Zahnrad
39 mm Ø, 57 Zähne



Nr. 34 Schraubenschlüssel



Nr. 52M Rechteckplatte (Messing vernickelt)



Nr. 35
Klemmuffe



Nr. 35a
Klemmuffe



Nr. 36 Schraubenzieher



Nr. 60/5M
Verbindungsbügel
(Messing vernickelt)

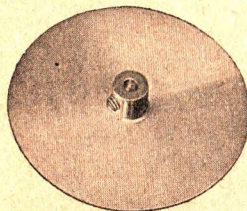


Nr. 87 Unterlegscheibe (Eisen)
Nr. 536M Unterlegscheibe (Messing vernickelt)
Nr. 537 Unterlegscheibe (Fiber)

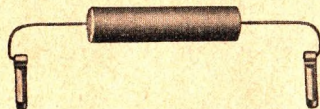
Einzelteile für MARKLIN-ELEX-Kasten



Nr. 541 Eisenplatte ✓



Nr. 542 Aluminiumscheibe mit Stellring ✓



Nr. 543 Kondensator mit Ösen ✓



Nr. 544 Induktionsspule, klein ✓



Nr. 545 Kontaktfeder, flach ✓



Nr. 546 Kontaktfeder, gebogen ✗

Nr. 547 Widerstandsdraht, 0,15 mm Ø

Nr. 548 Widerstandsdraht, 0,35 mm Ø

Nr. 549 Lackdraht, 0,15 mm Ø

Nr. 550 Lackdraht, 0,40 mm Ø



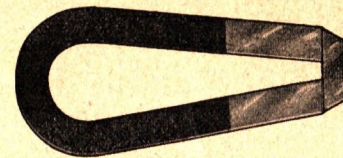
Nr. 551 Magnetnadel, vertikal ✓



Nr. 552 Magnetnadel, horizontal ✓



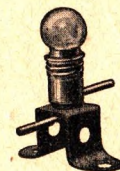
Nr. 553 Spitze mit Mutter ✓



Nr. 554 Hufeisenmagnet mit Anker ✓

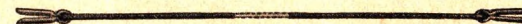


Nr. 555 Nagel ✓



Nr. 556 Fassung mit Lagerbock

Nr. 537/3½ Glühbirne, 3½ Volt

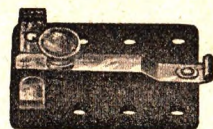


Nr. 560/100 Kabel, 100 cm lang ✓

Nr. 560/25 Kabel, 25 cm lang ✓

Nr. 560/15 Kabel, 15 cm lang ✓

Einzelteile für MARKLIN-ELEX-Kasten



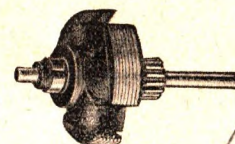
Nr. 563 Tasterschalter ✓



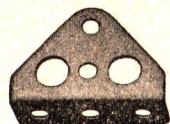
Nr. 568 Schreibmine ✓



Nr. 574
Kontakthalter mit Silberplatinstift ✓



Nr. 579 Anker ✓



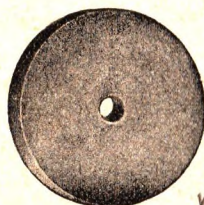
Nr. 564 Lagerwinkel ✓



Nr. 569 Halter
für Schreibmine (zweiteilig) ✓



Nr. 575 Griff ohne Kabel) ✓



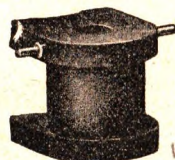
Nr. 570 Papierrolle ✓



Nr. 576 Glockenschlegel ✓



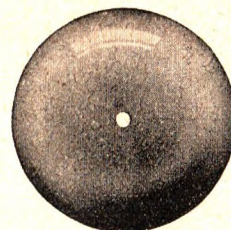
Nr. 580 Bürstenhalter ✓



Nr. 565 Magnetspule ✓



Nr. 571 Papierführung ✓



Nr. 577 Glockenschale ✓



Nr. 581 Eisenfeilspäne in Papphülse



Nr. 566 Eisenkern ✓

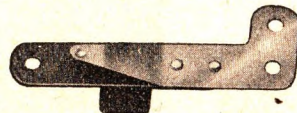


Nr. 572 Spiralfeder ✓

Nr. 597 Anleitungsbuch



Nr. 567 Magnetbügel ✓



Nr. 573 Hammer mit Unterbrecher ✓



Nr. 578 Feldebügel ✓

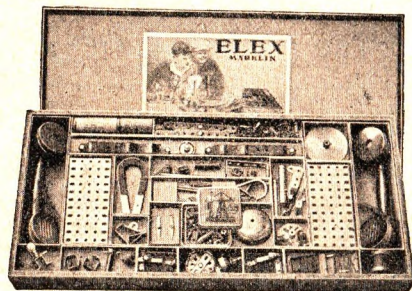
Nr. 598 Ausschneidebogen

Nr. 599 Ausschneidebogen

MÄRKLIN-ELEX

wird in folgenden Ausrüstungen geliefert:

- Nr. 501 Kleine Ausrüstung, für über 60 Versuche (einschl. Motor und Klingel), mit Anleitungsbuch.
- Nr. 502 Mittlere Ausrüstung, für über 100 Versuche (einschl. elektrischer Beleuchtung, Elektrisierapparat und Morsetelegraph), mit Anleitungsbuch.
- Nr. 503 Große Ausrüstung, für über 150 Versuche (einschl. Meßbrücke, Relais und Fernsprecher), mit Anleitungsbuch.
- Nr. 501 A Ergänzungskasten, ergänzt Kasten Nr. 501 zu Nr. 502
- Nr. 502 A Ergänzungskasten, ergänzt Kasten Nr. 502 zu Nr. 503



Märklin-ELEX Nr. 503

MÄRKLIN Experimentier-Transformator Nr. 13470 UG

Leistung etwa 10 VA. Umsteckbar für Spannungen von 3 bis 20 Volt. Hohe Kurzschlußfestigkeit. Vielseitige Verwendungsmöglichkeit. (Als Stromquelle und für Kleinbeleuchtung 2,5 bis 20 Volt; für den Experimentierkasten MÄRKLIN-ELEX.



Märklin-Transformator Nr. 13470 UG

Für den aufgeweckten Jungen

gibt es wohl kaum eine schönere und lehrreichere Betätigung als das Bauen mit dem beliebten und interessanten

MÄRKLIN-METALLBAUKASTEN

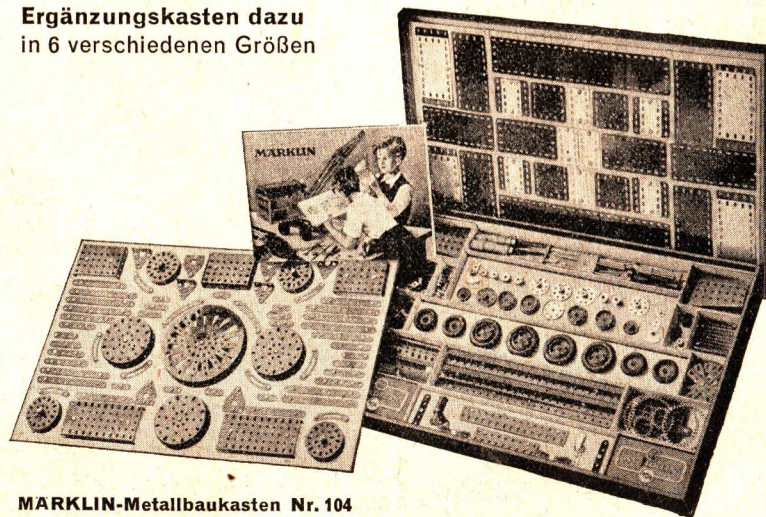
Die Ausstattung der neuen Baukasten ist so vielseitig und umfangreich, daß sich mühelos die schönsten Modelle damit bauen lassen.

Grundkasten

in 7 verschiedenen Größen

Ergänzungskasten dazu

in 6 verschiedenen Größen



MÄRKLIN-Metallbaukasten Nr. 104

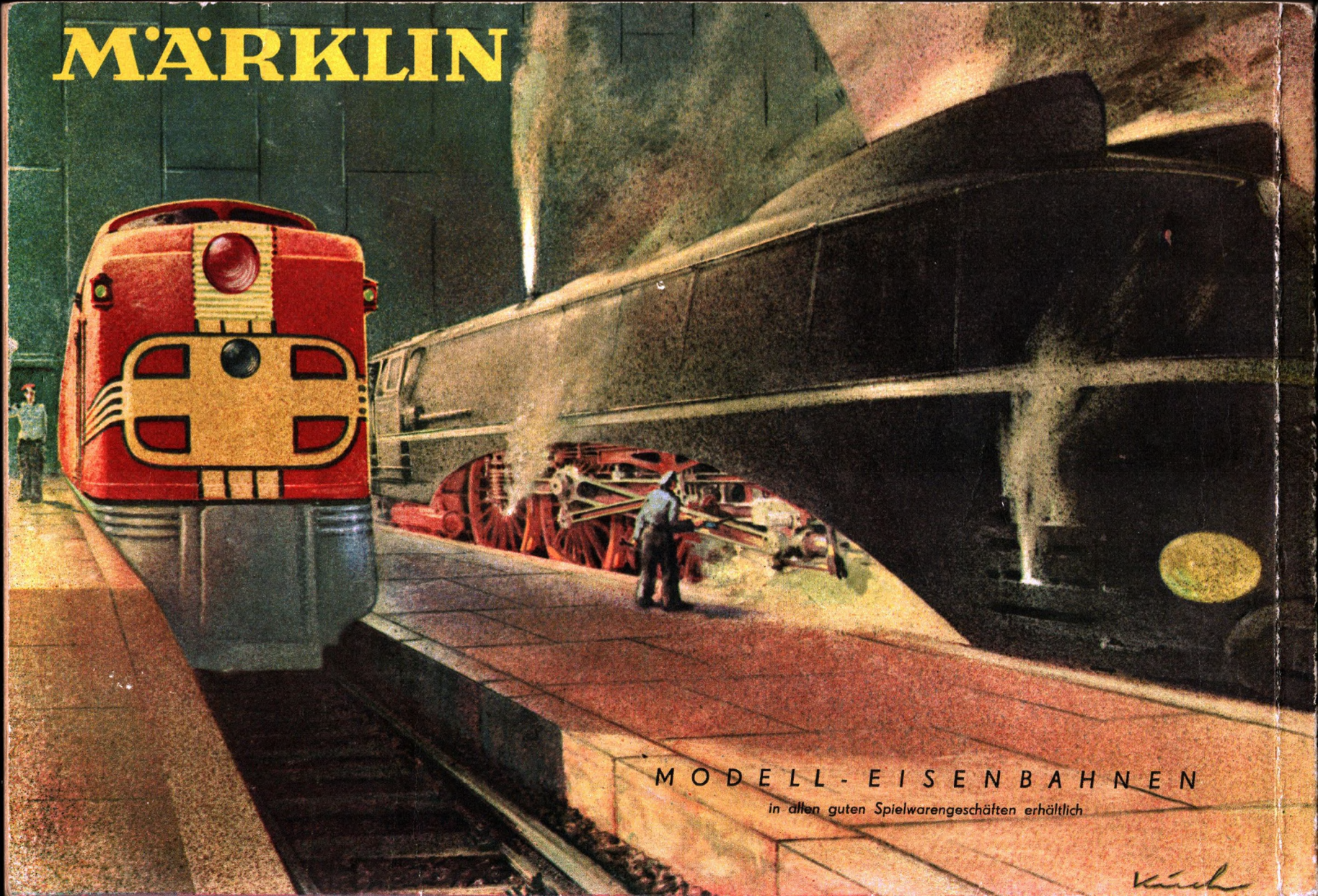
Inhalt 1151 Teile

Inhalt der MÄRKLIN-ELEX-KASTEN

Nr.	Bezeichnung der Teile	501	501 A	502	502 A	503
1/9	Flachband 9 Loch, 11 cm	—	—	—	—	2
1/7	Flachband 7 Loch, 9 cm	—	—	—	—	4
1/3	Flachband 3 Loch, 3,5 cm	—	—	2	2	2
10	Flachstück	—	—	—	3	4
11	Führungsbügel	—	—	2	10	12
12	Winkelstück	—	—	—	1	4
13/11,5	Welle, 11,5 cm	—	—	—	—	1
13/5	Welle, 5 cm	—	—	—	—	2
19	Handkurbel, 17 cm	—	—	—	—	1
22	Schnurlaufrad, 25 mm Durchmesser	—	—	—	—	1
27/57	Zahnrad, 39 mm Durchmesser, 57 Zähne	—	—	—	—	1
34	Schraubenschlüssel	—	—	—	—	1
35a	Klemmuffe	—	—	—	—	1
36	Schraubenzieher	—	—	—	—	4
37a	Schraube, lang (Messing)	—	—	—	—	4
37ka	Schraube, kurz (Messing)	—	—	—	—	1
37b	Mutter (Messing)	—	—	—	—	8
46	Lagerbügel	—	—	—	—	42
47a	Doppelwinkel	—	—	—	—	50
51	Schieberöse	—	—	—	—	1
52M	Rechteckplatte (Messing vernickelt)	—	—	—	—	1
59	Stellring	—	—	—	—	4
60/5M	Verbindungsbügel (Messing vernickelt)	—	—	—	—	2
87	Unterlegscheibe (Eisen)	—	—	—	—	2
536M	Unterlegscheibe (Messing vernickelt)	—	—	—	—	4
537	Unterlegscheibe (Fiber)	—	—	—	—	8
538a	Schraube, lang (Eisen)	—	—	—	—	3
538ka	Schraube, kurz (Eisen)	—	—	—	—	10
538b	Mutter (Messing vernickelt)	—	—	—	—	3
539	Isolierrohr	—	—	—	—	2
540	Fernsprecher, komplett	—	—	—	—	5
541	Eisenplatte	—	—	—	—	1
542	Aluminiumscheibe mit Stellring	—	—	—	—	2
543	Kondensator mit Ösen	—	—	—	—	1
544	Induktionsspule, klein	—	—	—	—	1
545	Kontaktfeder, flach	—	—	—	—	1
546	Kontaktfeder, gebogen	—	—	—	—	1
547	Widerstandsdrabt, 0,15 mm Durchmesser	—	—	—	—	1
548	Widerstandsdrabt, 0,35 mm Durchmesser	—	—	—	—	1
549	Lackdraht, 0,15 mm Durchmesser	—	—	—	—	1
550	Lackdraht, 0,40 mm Durchmesser, mit Ösen	—	—	—	—	1
551	Magnetnadel, vertikal	—	—	—	—	1
552	Magnetnadel, horizontal	—	—	—	—	1
553	Spitze mit Mutter	—	—	—	—	1
554	Hufeisenmagnet mit Anker	—	—	—	—	1
555	Nagel	—	—	—	—	1
556	Fassung mit Lagerbock	—	—	—	—	2
557/31%	Glühbirne, 3½ Volt	—	—	—	—	1
560/100	Kabel, 100 cm lang	—	—	—	—	1
560/25	Kabel, 25 cm lang	—	—	—	—	2
560/15	Kabel, 15 cm lang	—	—	—	—	3
563	Tasterschalter	—	—	—	—	1
564	Lagerwinkel	—	—	—	—	2
565	Magnetspule	—	—	—	—	1
566	Eisenkern	—	—	—	—	1
567	Magnetbügel	—	—	—	—	1
568	Schreibmine	—	—	—	—	2
569	Halter für Schreibmine (zweitellig)	—	—	—	—	1
570	Papierrolle	—	—	—	—	1
571	Papierführung	—	—	—	—	1
572	Spiralfeder	—	—	—	—	1
573	Hammer mit Unterbrecher	—	—	—	—	2
574	Kontakthalter mit Silberplattinstift	—	—	—	—	1
575	Griff	—	—	—	—	1
576	Glockenschlegel	—	—	—	—	2
577	Glockenschale	—	—	—	—	1
578	Feldbügel	—	—	—	—	2
579	Anker	—	—	—	—	1
580	Bürstenhalter	—	—	—	—	1
581	Eisenfeilspäne in Papphülle, Packung	—	—	—	—	1
597	Anleitungsbuch	—	—	—	—	1
598	Ausschneidebogen	—	—	—	—	1
599	Ausschneidebogen	—	—	—	—	1
		Stück	68	55	123	247



MÄRKLIN



MODELL-EISENBAHNEN

in allen guten Spielwarengeschäften erhältlich

Kirsch