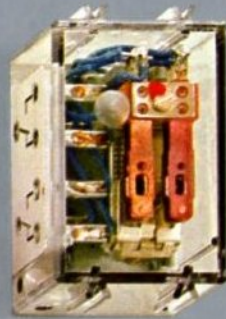
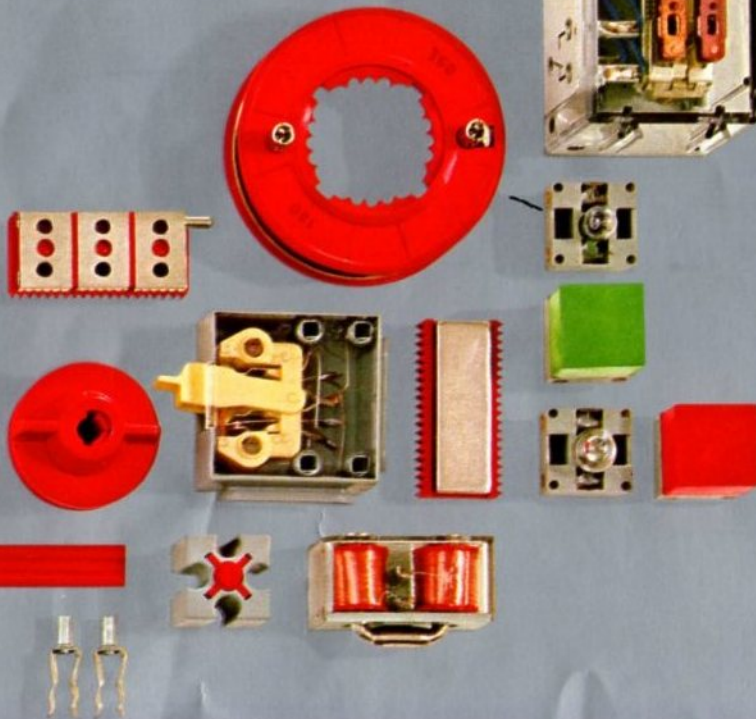


# fischer<sup>®</sup>technik hobby 3



**Elektromechanik** Schalten und Steuern  
**electro-mechanics** switches and controls  
**electro-mécanique** commutation et commande  
**elettromeccanica** commutare e comandare  
**elektromechanika** schakelen en sturen



# fischer<sup>®</sup>technik hobby

das Programm der unbegrenzten Möglichkeiten.

Anleitung  
zur Handhabung der einzelnen Bauelemente  
mit Konstruktionsvorschlägen.



## Vorwort

### fischertechnik-hobby - das Programm der unbegrenzten Möglichkeiten

Für die anspruchsvollen Wünsche und individuellen technischen Neigungen der hobby-Konstrukteure wurde dieses, dem Ingenieurbau entsprechende System geschaffen. Mit den fischertechnik-hobby-Baukästen können unzählige Modelle nach dem Vorbild der Großtechnik oder nach eigenen Entwürfen entwickelt werden: statische oder mechanische, motorgetriebene oder elektromechanische bis zur elektronisch gesteuerten Konstruktion. Auch im Bereich der experimentellen Physik bietet das fischertechnik-hobby-System unerschöpfliche Möglichkeiten. Komplizierte Vorgänge der Technik können mit Hilfe der selbstentwickelten fischertechnik-Modelle dargestellt werden.

Das auf den folgenden Seiten vorgestellte komplette fischertechnik-hobby-Programm besteht aus 5 aufeinander abgestimmten Konstruktionsbaukästen:

hobby 1 Grundkasten: Das Fundament für alle hobby-Baukästen

hobby 2 Motor und Getriebe

hobby S Statik: Brücken, Kräne, Türme

hobby 3 Elektromechanik: Schalten und Steuern

hobby 4 Elektronik: Steuern und Regeln durch Licht, Wärme und Schall

Jeder Kasten enthält ein auf den jeweiligen Baukastentyp abgestimmtes hobby-Handbuch, in dem die Handhabung, die Funktion der Bauelemente und ihr Zusammenwirken ausführlich dargestellt werden. Außerdem wird eine Anleitung zum Bau interessanter Funktionsmodelle gegeben, z. B. zum Thema Kraftfahrzeugtechnik, Werkzeugmaschinen, Automation, Hebezeuge, Steuer- und Regeltechnik oder Stahlbau. Es ist vorgesehen, in Kürze ein umfassendes hobby-Buch für das gesamte fischertechnik-hobby-Programm herauszubringen, in dem wei-

tere Funktionsmodelle aus dem Bereich der Technik, ähnlich wie in den Handbüchern, beschrieben werden. Das fischertechnik-System folgt den Prinzipien der modernen Technik. Die der Praxis entsprechenden völlig neuartigen Bauelemente machen dem Ingenieurbau gerecht werdende Konstruktionen möglich. Sämtliche Teile sind Präzisionselemente und aus hochwertigem Nylon und Terluran hergestellt.

Was ebenso wichtig ist - alle Verbindungen haben einen idealen Halt und die Modelle können ohne Werkzeuge schnell auf- und abgebaut werden.

fischertechnik-hobby ist die neue faszinierende Freizeit-Idee für alle, die ihre technisch konstruktiven Ambitionen verwirklichen möchten und ein Hobby mit unbegrenzten Möglichkeiten suchen.

## hobby 3 Elektromechanik Schalten und Steuern

In der modernen Technik steuert man Maschinen und Betriebsabläufe sehr häufig auf elektromechanischem Wege. Für diese Funktionen sind die Elemente des Baukastens hobby 3 entwickelt. Er enthält vorwiegend elektrische Bauteile. Hier die wesentlichen:

Je ein hochwertiger elektrischer Taster und Schalter, Schleifringe, die durch aufsteckbare Isolierstücke zu Programmgebern ausgebaut werden können, Dauer- und Elektromagnete.

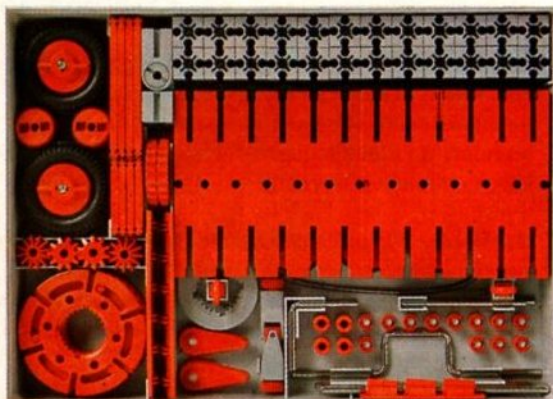
Leuchtsteine mit verschiedenfarbigen Leucht-kappen für Signal- und Beleuchtungszwecke.

Mit einem temperaturempfindlichen Bimetall-Streifen und einem hochwertigen Relais lassen sich die Probleme der Steuer- und Regeltechnik lösen.

Sogar das Prinzip des Gleichstrommotors ist mit den Teilen dieses Kastens darstellbar. Darüberhinaus können — je nach Wunsch und Neigung — interessante Modelle nach Vorlagen oder eigenen Ideen entwickelt werden.

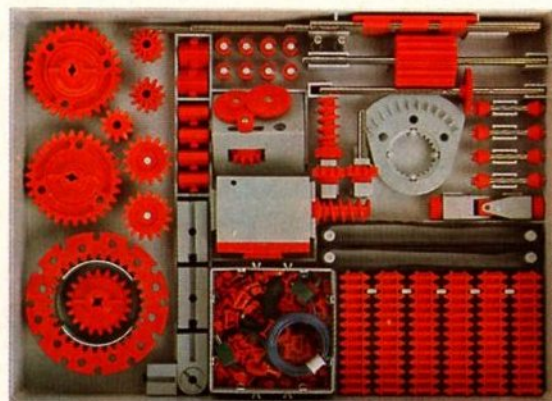
Das hobby 3-Handbuch enthält eine Anleitung zur Handhabung der wichtigsten Bauelemente, eine Beschreibung der elektromechanischen Grundschaltungen sowie zwei spezielle Experimente.

Weitere interessante Themen und entsprechende Modellversuche, abgestimmt u. a. auf den hobby 3-Kasten, werden in dem getrennt herauskommen- den hobby-Buch beschrieben.



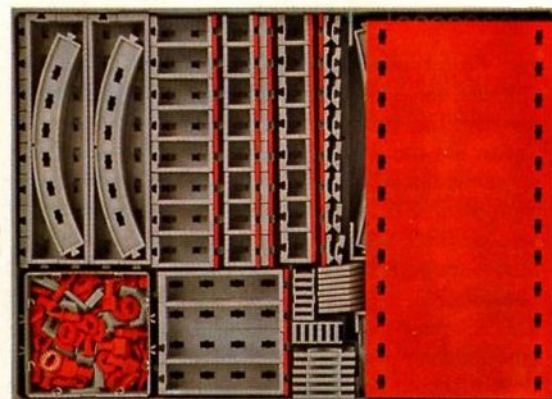
**hobby 1 Grundkasten**  
Das Fundament für alle hobby-Baukästen

Große und kleine Grundplatte als Basis zum Aufbau von Konstruktionen. Die Nuten der Bausteine nehmen die Verbindungszapfen auf und dienen gleichzeitig als Lager für Achsen und Wellen einschließlich Kurbelwelle. Radnaben, große und kleine Reifen, Drehscheiben, verschiedene Zahnräder einschließlich Zahnstangen sowie Seiltrommeln, Haken, Handkurbeln, Exzentrerscheiben und Gelenke ermöglichen den Bau von Getrieben, Hebezeugen, Fahrzeugen und Maschinen.



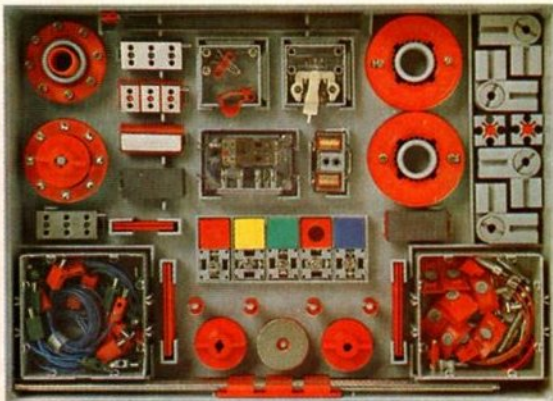
**hobby 2 Motor und Getriebe**

Motor mit aufsteckbarem Getriebewinkel mit Stufengetriebe, zahlreiche Zahnräder u. a. für ein Planetengetriebe, eine Getriebeschnecke, lange Achsen, Federfüße, Zahnstangen, Druckfedern und ein Kardangelenke. 4 Spurkranzräder, 2 Raupenbänder, eine in ihrer Länge beliebig regulierbare Gliederkette und ein komplettes Differentialgetriebe für den Bau von Fahrzeugen, Kränen und Maschinen. Der Motor ist für Gleichspannung 4,5 bis 8 Volt ausgelegt (Batteriestab fischertechnik mot.5 oder Trafo fischertechnik mot.4).



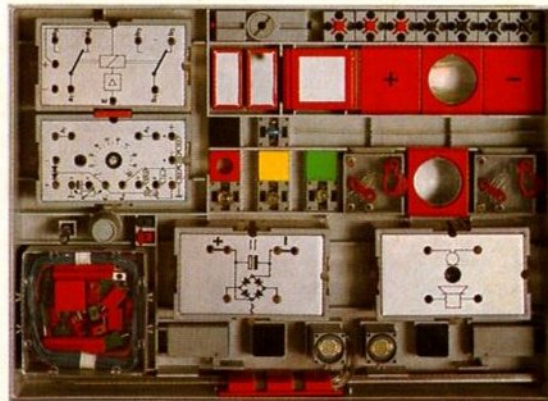
**hobby S Statik**  
Brücken, Kräne, Türme

Seine Winkel- und Flachträger, Bogenstücke und Streben können mit den Bausteinen der anderen Baukästen beliebig kombiniert werden. Damit und in Verbindung mit den verschiedenen Knotenblechen, Laschen und den 3 großen Flachbauplatten lassen sich alle Konstruktionen des Stahlbaus verwirklichen. Die Montage aller Versteifungselemente erfolgt einfach durch den Schnellspannriegel. Die neuen Elemente eignen sich ebenso als Hebel, Stützen oder Verbindungselemente beim Bau von Maschinen und für die Steuerungstechnik.



hobby 3 Elektromechanik  
Schalten und Steuern

Als Schaltelemente stehen Taster und Schalter mit Springkontakten sowie ein Drehschalter zur Verfügung, ebenso aus Einzelteilen zu bauende einfache Schalter. Ein Bimetallstreifen, eine Blattfeder und ein Relais ermöglichen thermische, mechanische und elektrische Steuerungen von Stromkreisen. Die Schleifringe dienen als Kontaktgeber für drehbare Teile und mit Hilfe von Unterbrechern als Programmgeber. Leuchtsteine in verschiedenen Farben für Beleuchtungs- und Signalzwecke, Dauer- und Elektromagnete für zahlreiche Modelle. Empfohlene Energiequelle: Trafo fischertechnik mot.4.



hobby 4 Elektronik  
Steuern und Regeln durch Licht, Wärme und Schall

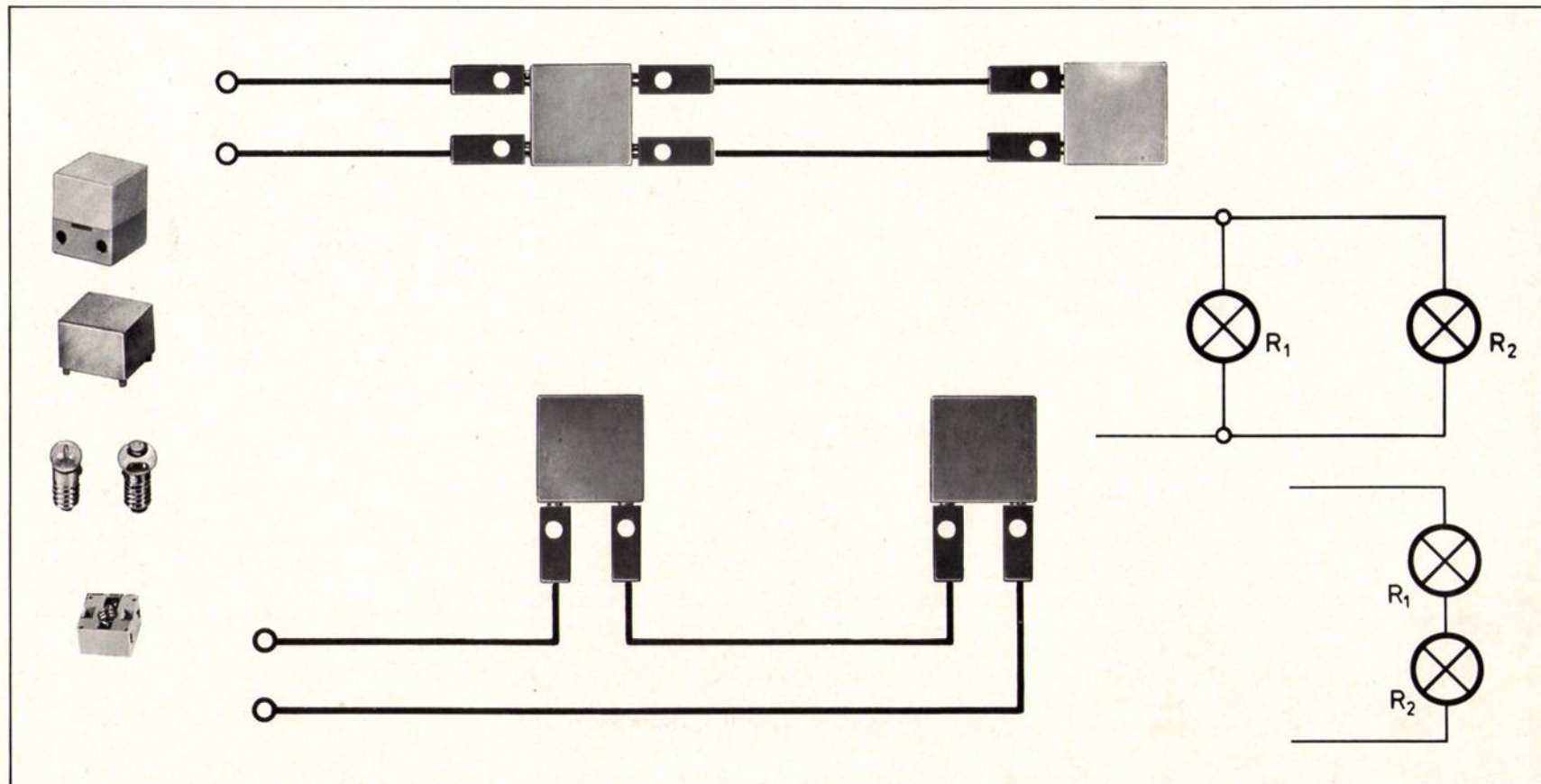
Das Kernstück, der komplett verdrahtete Grundbaustein, arbeitet als Steuerverstärker, elektronischer Schalter, Taktgeber oder Verzögerungsglied. Der Gleichrichterbaustein liefert Strom aus dem Trafo fischertechnik mot.4. Als berührungslose Fühler für Steuer- und Regelaufgaben stehen Lichtschranken mit Lampen, Linsen, Spiegeln und Blenden zur Verfügung, dazu ein Wärmefühler und ein Mikrofon/Lautsprecher. Mit dem Relaisbaustein und mechanischen Tastern lassen sich selbst komplizierte Modellanlagen betreiben.

# hobby- PROGRAMM

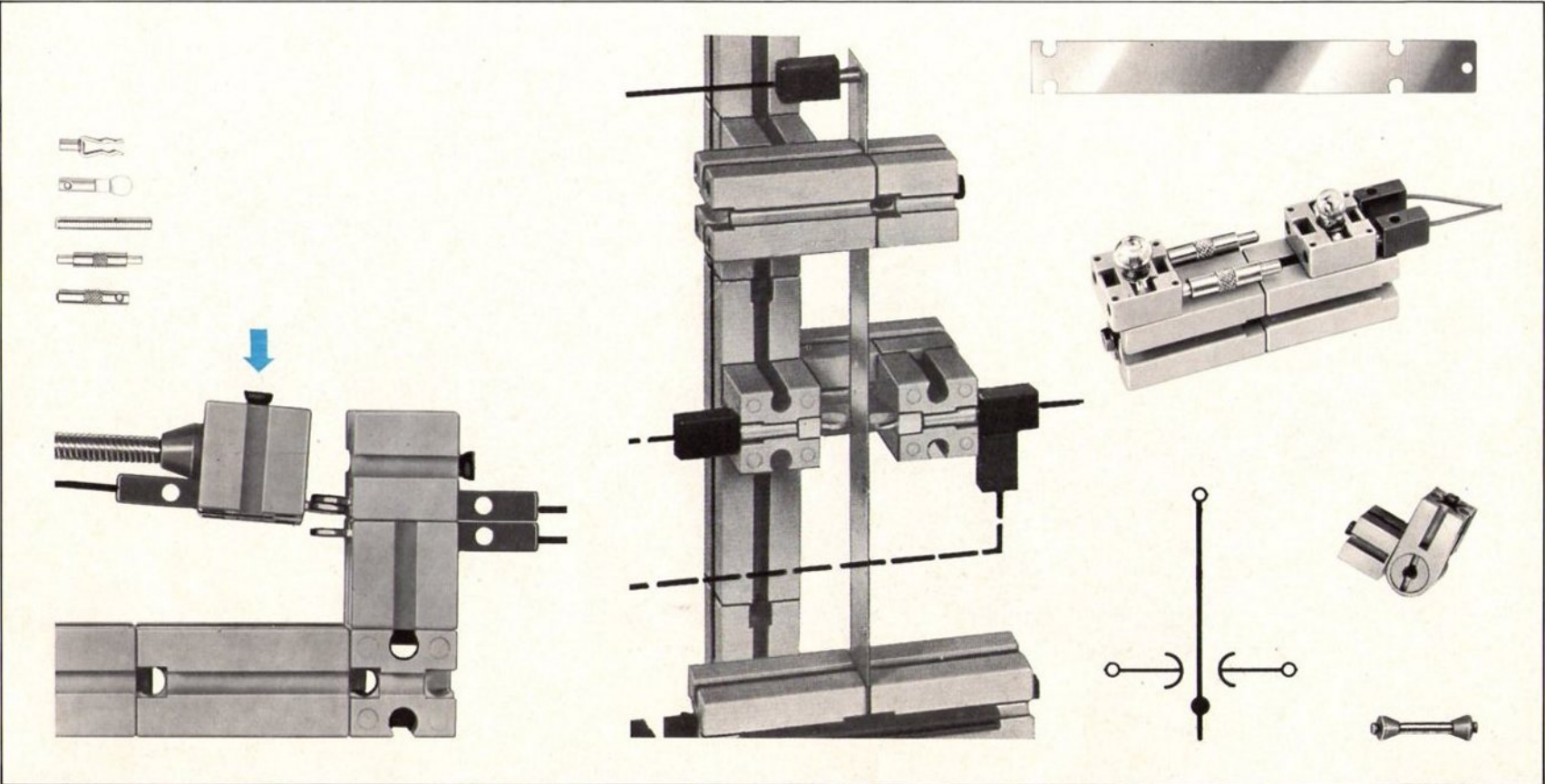
Zur Freizeitgestaltung für Techniker, Tüftler und Bastler entwickelt für die Bereiche Statik, Mechanik, Elektromechanik und Elektronik.

## Grundkonstruktionen und Handhabung der Bauelemente

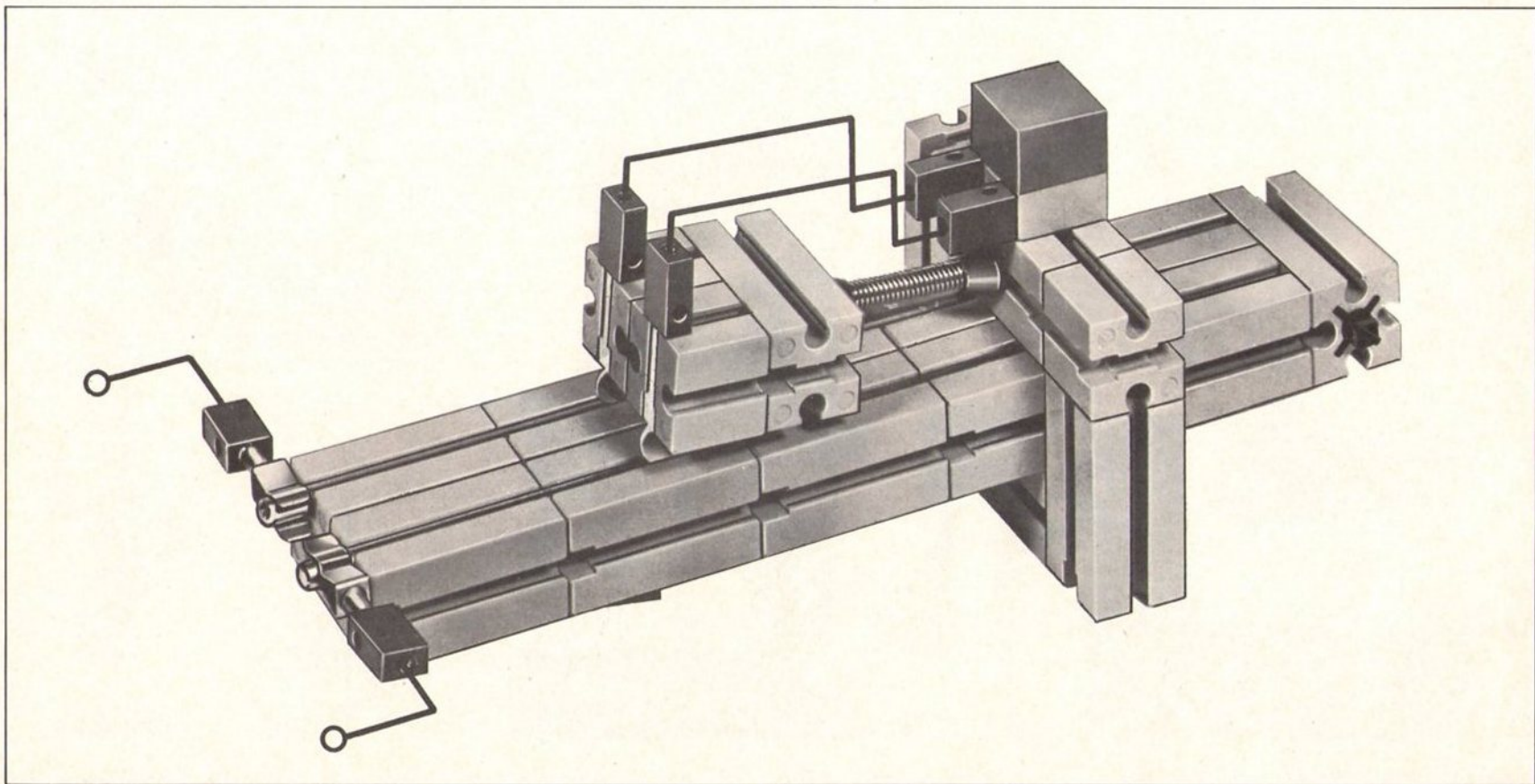
Leuchtsteine mit abnehmbaren farbigen Kappen für  
Kugellampen (0,1 A) und Linienlampen (0,2 A) 6 Volt.  
E 5-Fassung.



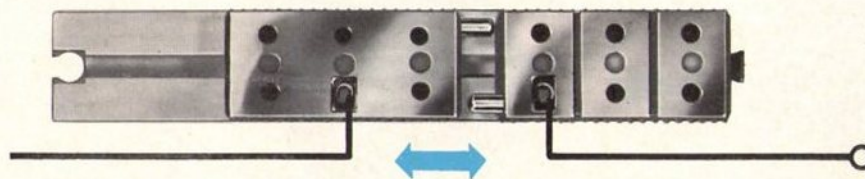
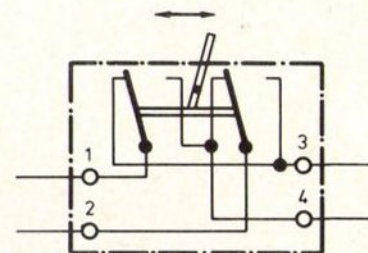
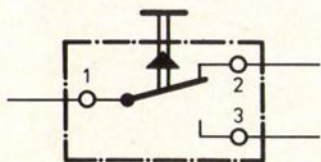
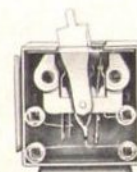
Feste und federnde Elemente für feste und fliegende elektrische Verbindungen. Zum Bau von Tastern und Schaltern.



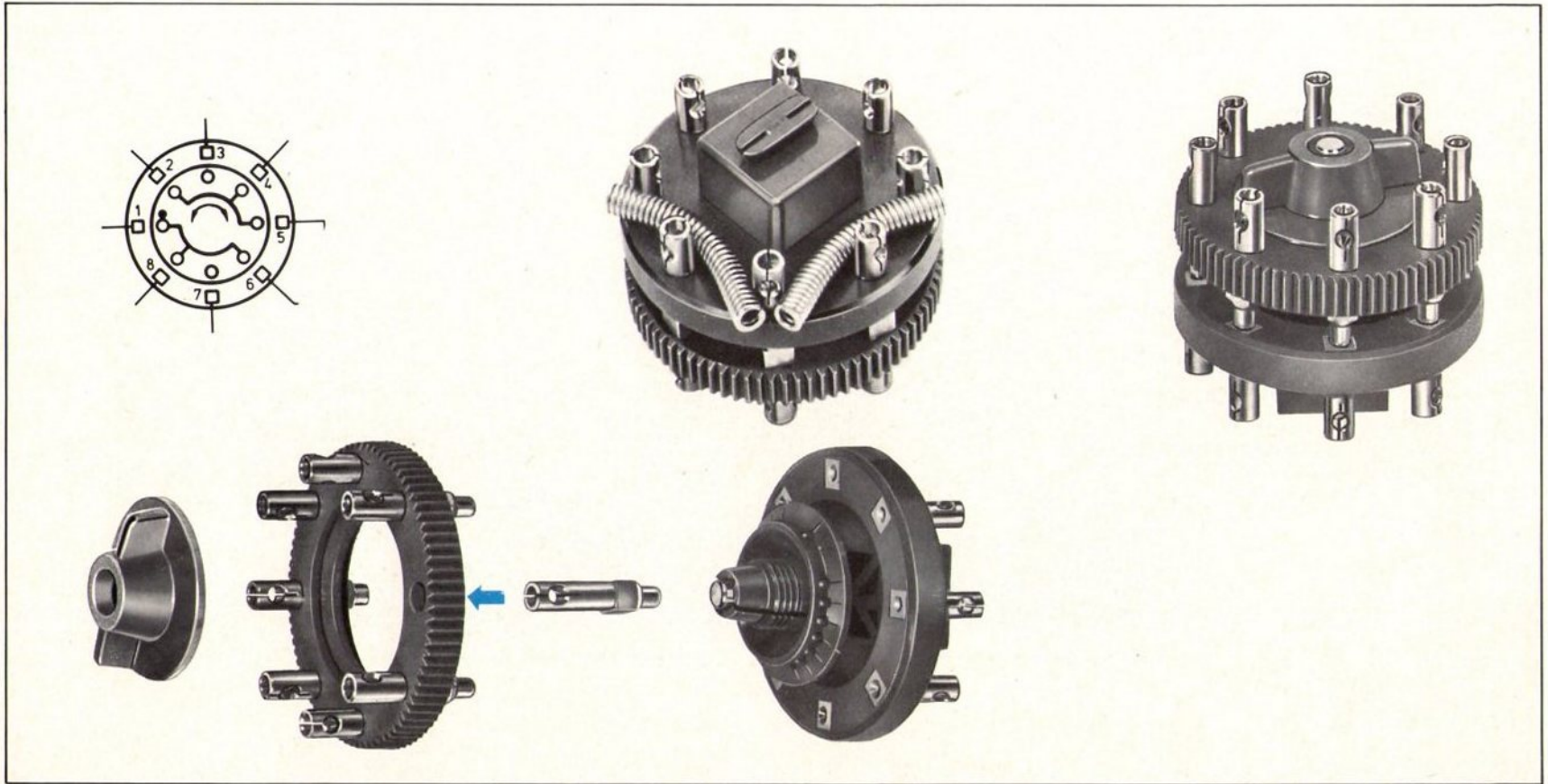




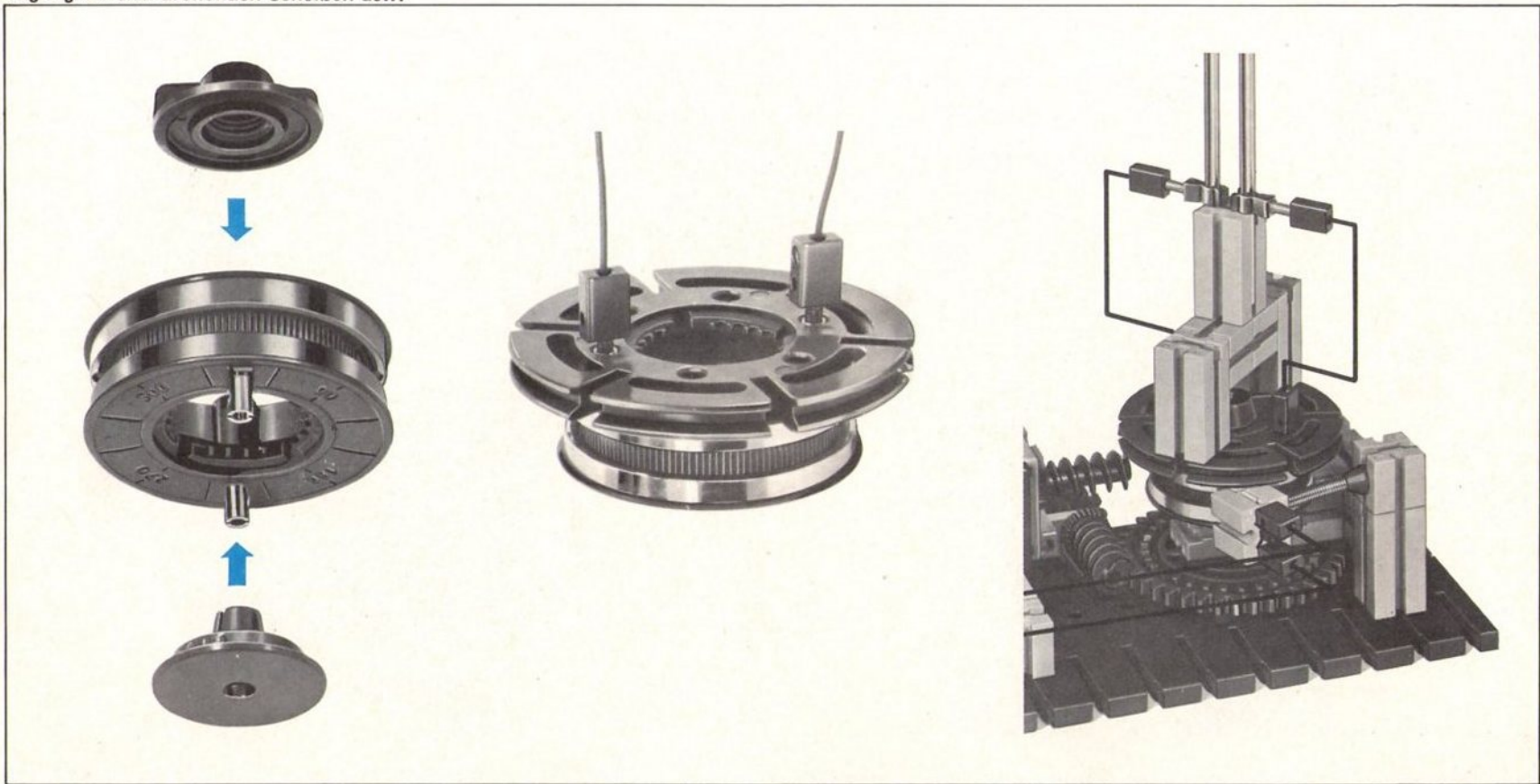
Taster und Kippschalter mit Springkontakten zum universellen Einbau in Modelle. Die Verteilerplatten für zentrale Kabelführung können auch als Schiebeschalter benutzt werden.



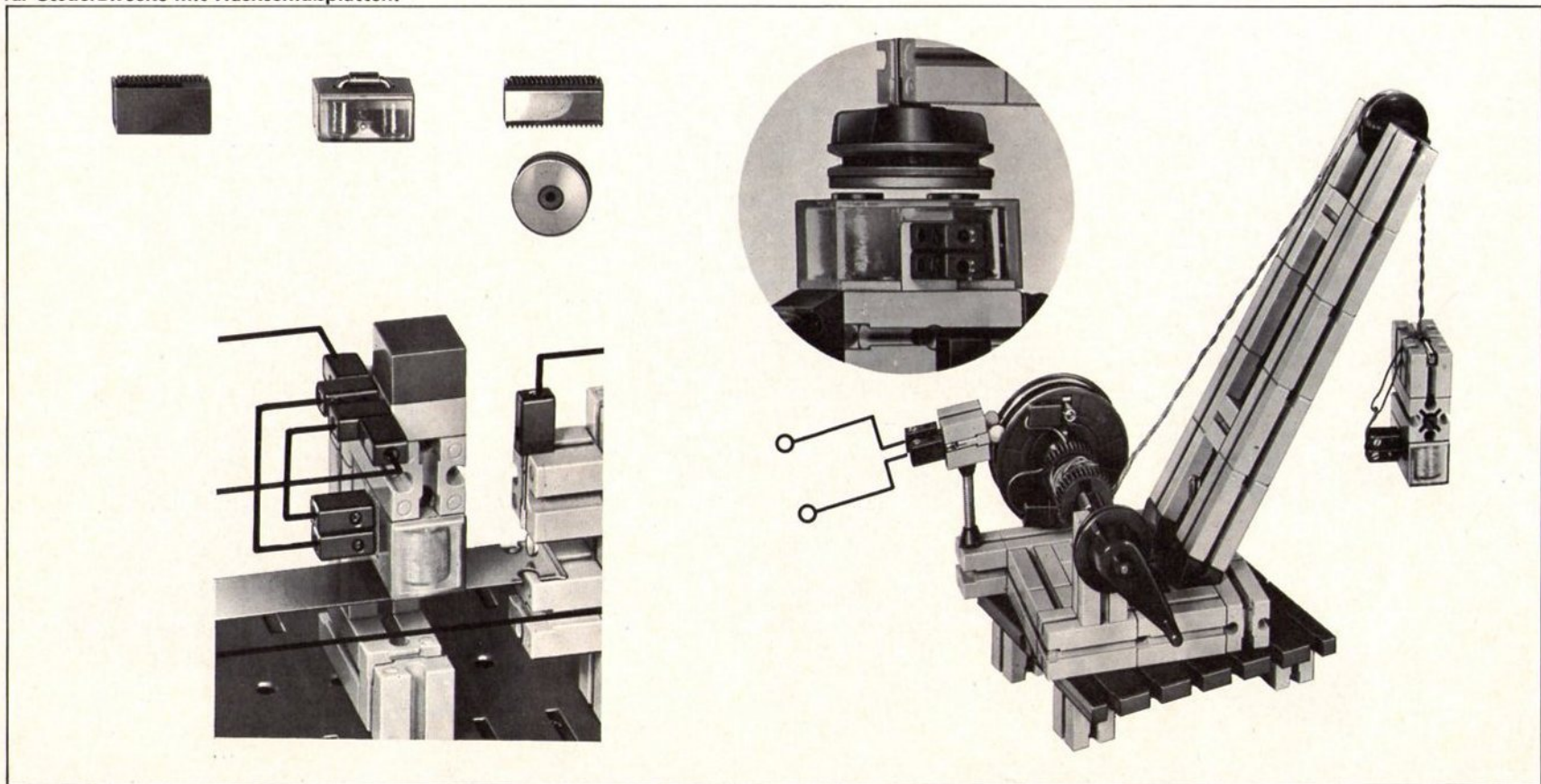
8-stufiger Drehschalter für universelle Anwendung. Das Oberteil hat eine Verzahnung für motorischen Antrieb. Die 8 Federkontakte sind herausnehmbar.

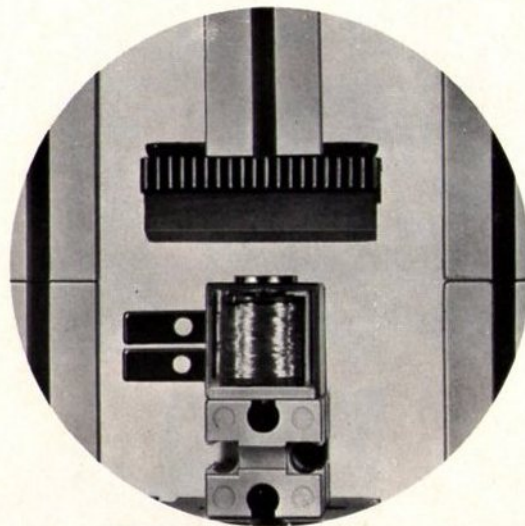
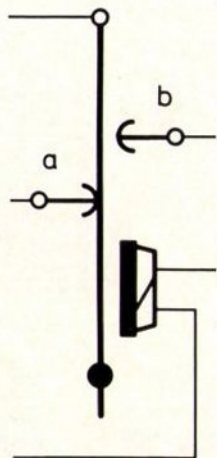
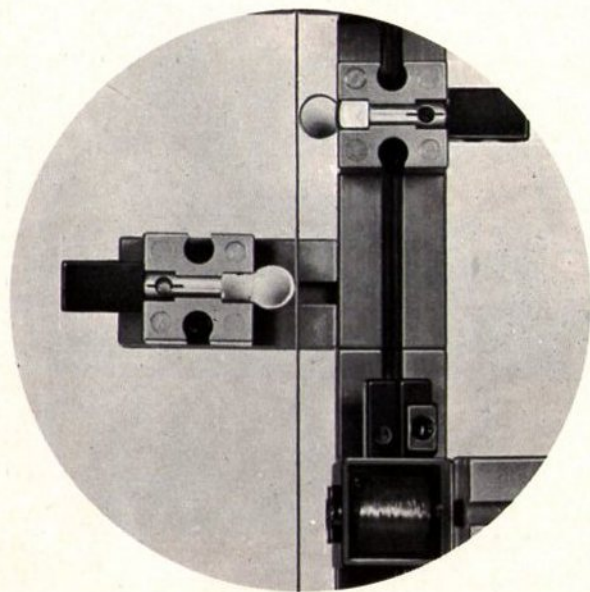


Schleifring, 2-polig. 1 Stück mit vorstehenden Steckerstiften, 1 Stück mit Steckerbuchsen. Zur Stromübertragung auf sich drehenden Scheiben usw.



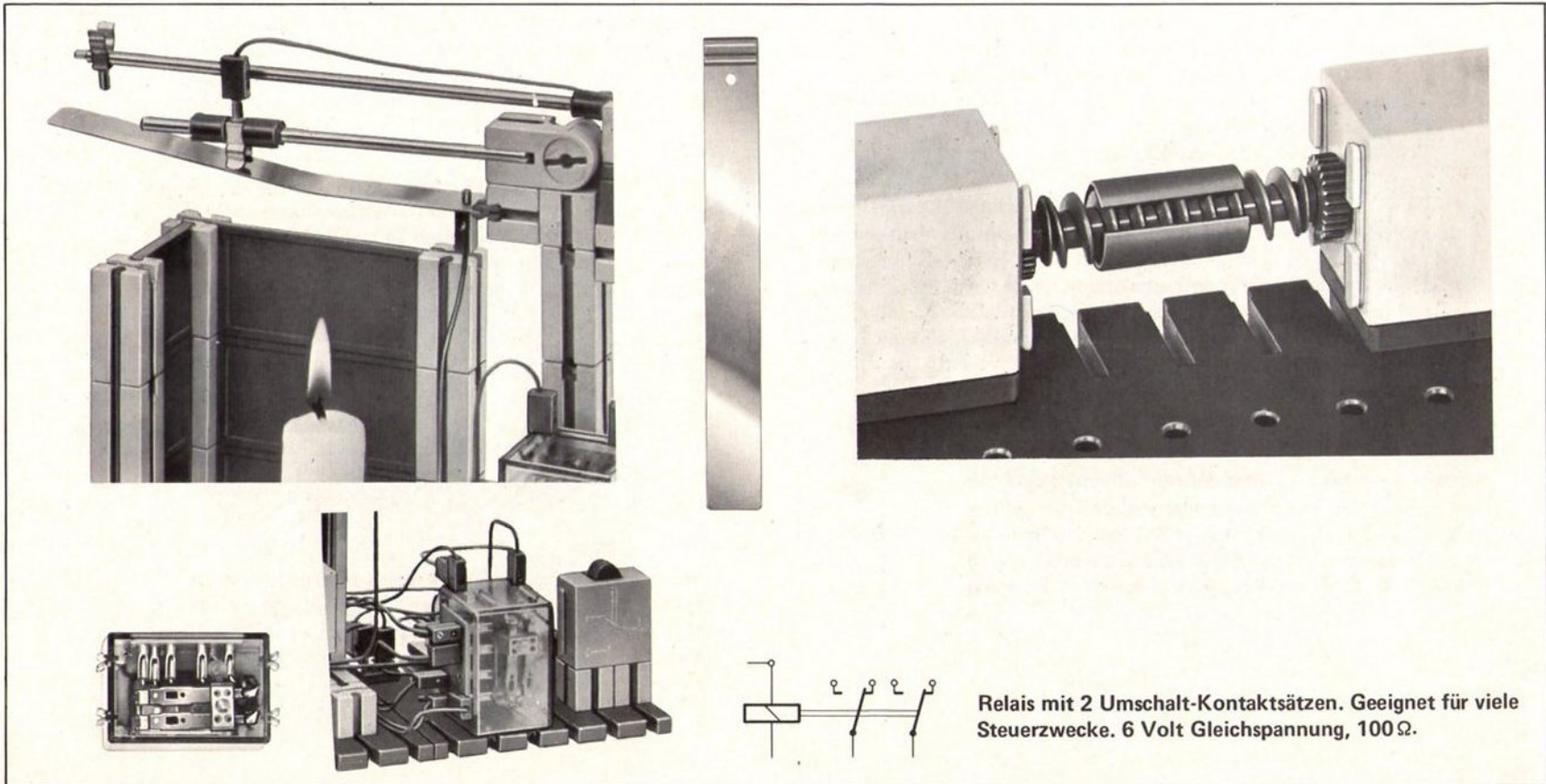
Dauer- und Elektromagnete zum Heben von Lasten und für Steuerzwecke mit Rückschlußplatten.



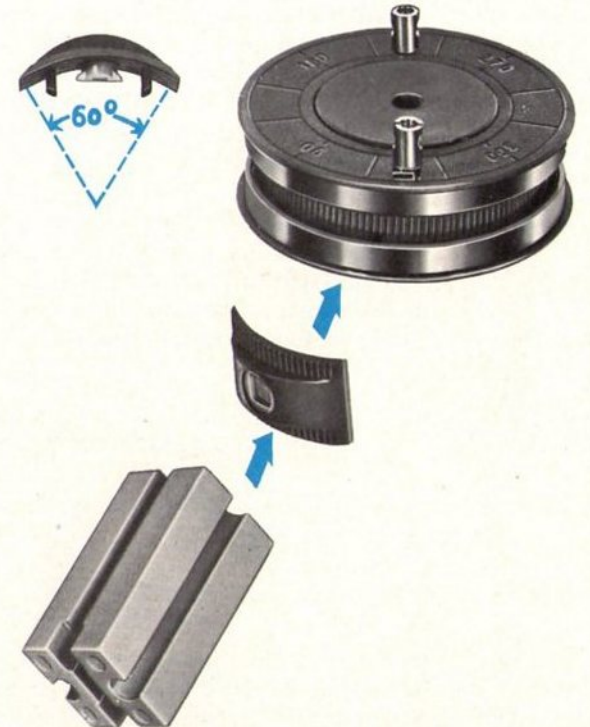
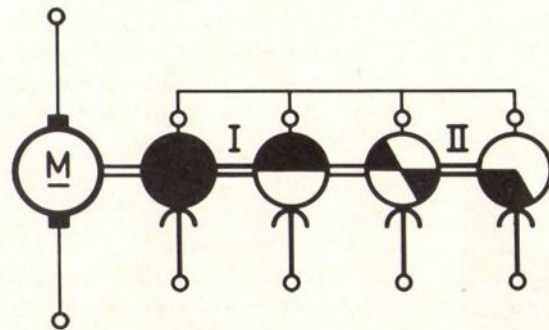
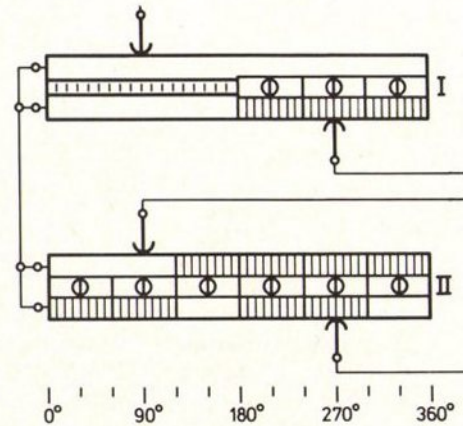
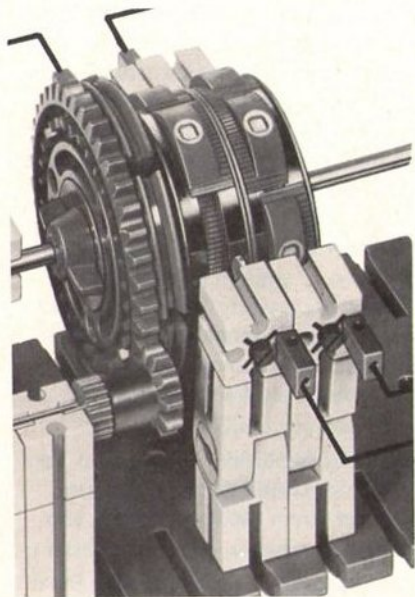


Der Bimetall-Streifen biegt sich bei Erwärmung und Abkühlung. Für wärme gesteuerte Schaltungen, z. B. Heizungen und Alarmschaltungen.

Kupplungshülse zum Kuppeln von Motor und Generator. Der fischertechnik-Motor ist als Generator verwendbar.



Die Schleifringe können mit ein- oder doppelseitig wirkenden Unterbrecherstücken bestückt werden. Damit sind Programmsteuerungen realisierbar.





## Elektrische Grundschaltungen mit den Bauelementen des hobby-Kastens h 3

**Aufbau eines Stromkreises** Zum Aufbau eines elektrischen Stromkreises benötigen Sie mindestens eine Stromquelle, einen elektrischen Verbraucher und zwei Kabel. Damit verbinden Sie die zwei Anschlußklemmen oder -buchsen des Verbrauchers mit den Anschlußklemmen oder -buchsen der Stromquelle. Das Wort „Stromquelle“ sollten Sie bitte immer durch „Energiequelle“ ersetzen. Den Grund dafür werden Sie bald entdecken.

**Energiequelle** Als Energiequelle für Ihre Versuche sollten Sie einen fischertechnik-Batteriestab (mot.5) oder einen fischertechnik-Trafo (mot.4) besitzen. Damit steht Ihnen eine in Stufen einstellbare Gleichspannung und zugleich eine Wechselspannung zur Verfügung.

Batterie  
oder Trafo



In Batterien steht Ihnen Energie in gespeicherter Form zur Verfügung. Die Energiemenge ist jedoch begrenzt. Ein Trafo ist stets bereit, aus der Steckdose über Leitungen vom Elektrizitätswerk Energie zu liefern. Deshalb und wegen der Einstellbarkeit der Spannung sollten Sie sich einen Trafo alsbald beschaffen.

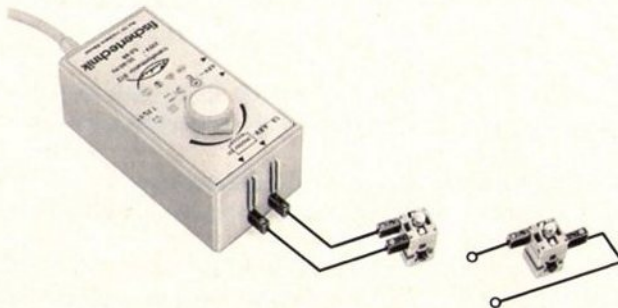
**Verbraucher** Als elektrische Verbraucher bezeichnet man elektrische Bauelemente und Geräte, die elektrische Energie aufnehmen können und diese in anderer Form, z. B. als Licht, Wärme, mechanische oder chemische Energie wieder abgeben. Unser einfachster, seinen Betriebszustand anzeigender Verbraucher ist eine Glühlampe. Sie finden in Ihrem Baukasten Kugel- und Linsenlampen. Auf den Glaskolben der letzteren ist eine Linse aufgeschmolzen, die das Licht der „Glühwendel“ bündelt.

**Glühlampen**

**Energieformen:** In der Glühlampe wird der weitaus größte Teil der aufgenommenen elektrischen Energie in Wärme und nur ein Rest in Lichtstrahlen umgesetzt. Elektromotoren setzen die elektrische Energie in mechanische Energie, Elektromagnete in magnetische Energie um; Heizkörper geben die elektrische Energie als Wärme wieder ab.

Damit die elektrische Energie von der Quelle zum Verbraucher „kommen“ kann, brauchen wir Leitungen, mindestens zwei! Auf der einen fließt der Strom von der Energiequelle zum Verbraucher, auf der anderen wieder zur Energiequelle zurück. Der elektrische Strom ist dabei nur der Träger der elektrischen Energie. Vergessen Sie nie beim Aufbau einer Schaltung: der elektrische Strom muß zum Ausgangspunkt zurückfließen.

**Leuchtwürfel** Schrauben Sie eine Ihrer fischertechnik-Lampen in ein „Leuchtwürfel“- Unterteil und verbinden Sie Verbraucher und Energiequelle. Es gibt 2 Möglichkeiten:



Daraus ersehen Sie, daß jeweils die zwei in einer Linie liegenden Anschlußbuchsen des Leuchtwürfels elektrisch zusammengehören, also schaltungstechnisch „identisch“ sind.

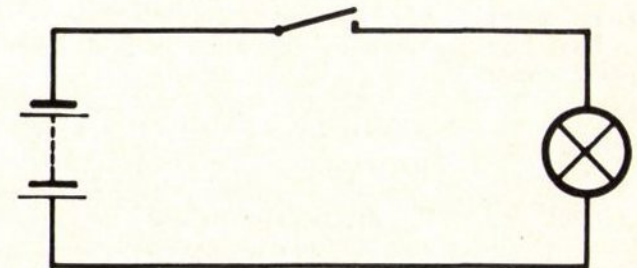
Die Lampe leuchtet erst auf, d. h. sie nimmt erst Energie auf, wenn der Strom zum Verbraucher hin und zurückfließen kann. Der Elektriker sagt: elektrischer Strom kann nur in einem „geschlossenen Stromkreis“ fließen. Trennen Sie den Stromkreis wieder auf! Sie können dies durch Herausziehen eines der vier Stecker oder durch Lockerdrehen der Lampe in der Lampenfassung (= Leuchtwürfel-Unterteil) erreichen.

**Geschlossener Stromkreis**

**Schaltzeichen**

Damit sich alle Interessierten miteinander nicht nur durch Worte, sondern im Schnellverfahren in der Bildersprache über mehr oder weniger große Entfernung verständigen können, hat man die bildliche Darstellung (= Symbolik) der elektrischen Bauelemente „genormt“, d. h. vereinheitlicht.

Unsere erste Schaltung mit Batterie und Lampe sieht mit Symbolen dargestellt so aus:



Links im Bild das Symbol für Batterie mit nichtgenannter Anzahl von Zellen.

**Schaltstelle**

Da wir nicht gesagt haben, wie die Unterbrechung des Stromkreises vorgenommen werden soll, ist im Schaltbild das Zeichen für eine „Schaltstelle“ angegeben. Die verschiedenen Möglichkeiten, wie diese Schaltstelle wirklich aussehen kann, werden wir später kennenlernen.

**Spannung** Vom Verbraucher her betrachtet, besteht der Unterschied zwischen einer neuen und einer verbrauchten Batterie darin, daß die eine „Spannung“ und die andere keine Spannung mehr hat. Hat die Batterie eine elektrische Spannung, dann fließt bei geschlossenem Stromkreis Strom, hat sie keine, dann fließt kein Strom. Spannung und Strom sind also bei geschlossenem Stromkreis untrennbar miteinander verbunden.

**Strom kann nur fließen, wenn eine Spannung vorhanden ist.** Jede elektrische Energiequelle hat zu jeder Zeit eine elektrische Spannung, Strom fließt aus dieser Energiequelle aber nur, wenn sie in einem geschlossenen Stromkreis liegt.

Schalten Sie eine fischertechnik-Lampe an die Gleichspannungsbuchsen Ihres Trafos, und steigern Sie die Spannung durch Rechts- oder Linksdrehen des Drehknopfes. Mit zunehmender Drehung steigt die Spannung an den Trafo-Buchsen. Erkennbar ist dies am helleren Glühen des Wolframdrahtes der Lampenwendel.

Bei den zukünftigen Schaltbildern ist nur noch in Ausnahmefällen die Energiequelle direkt gezeichnet. Es genügt, wenn die Höhe der Spannung und die Art (Gleich- oder Wechselspannung, siehe später) angegeben ist.

Zeichen für Gleichspannung:  $\text{—}$  Wechselspannung:  $\sim$ .  
Das Zeichen  $\approx$  bedeutet: Sie können Gleich- oder Wechselspannung verwenden.

Nun wollen wir – allerdings nur in Gedanken – folgenden Versuch durchführen: Wir beschaffen uns zwei neue, völlig gleichwertige Batterien und schließen an die eine eine weniger hell brennende Lampe und an die andere eine heller brennende, aber sonst gleich aufgebaute Glühlampe an.

Im ersten Fall ist die Batterie vielleicht nach 10 Stunden, im anderen Fall aber schon nach 8 Stunden verbraucht.

**Widerstand** Sie wissen bereits den Grund: Die beiden Lampen haben verschieden großen „elektrischen Widerstand“.

**Nichtleiter  
Isolator** Der elektrische Widerstand eines Körpers kann so groß sein, daß bei Anlegung einer elektrischen Spannung an diesen Körper kein mit normalen Meßgeräten meßbarer Strom fließt. Solche Materialien nennt man Nichtleiter oder Isolatoren.

**Leitungen sollen  
möglichst gute  
Leiter sein.** Für die Fortleitung des Stromes, also für seine Hin- und Rückleitung zwischen Quelle und Verbraucher verwendet man Materialien mit möglichst kleinem elektrischen Widerstand, z. B. dicke Kupferleitungen. Exakt ausgedrückt: Leitungen mit möglichst gut leitendem Material, zumindest Kupfer, und großem Materialquerschnitt.

**Widerstand von  
Verbrauchern** Verbraucher dagegen haben einen genau auf den Einsatzbereich und den Verwendungszweck abgestimmten elektrischen Widerstand.

**Widerstand in Ohm** Die Größe des elektrischen Widerstandes eines Körpers mißt man in „Ohm“ oder „Kilo-Ohm“, gelegentlich auch in „Mega-Ohm“ oder „Milli-Ohm“. Das Kurzzeichen für Ohm ist:  $\Omega$  (vom griechischen Buchstaben Omega).

$1 \text{ M } \Omega = 1\,000 \text{ k } \Omega = 1\,000\,000 \Omega$   
 $1 \text{ m } \Omega = 0,001 \Omega$

Zur Orientierung: Ihre fischertechnik-Kugellampen haben einen Widerstand von etwa  $60 \Omega$ .

**Spannung in Volt** Die elektrische Spannung mißt man in Volt oder Kilovolt oder Millivolt, ja sogar in Mikrovolt. Kurzzeichen: V, kV, mV,  $\mu$  V.  
 $1 \mu \text{ V} = 0,000\,001 \text{ Volt}$ , also der millionste Teil von 1 V!

**Strom in Ampere** Der elektrische Strom wird in Ampere, Milliampere, Mikroampere usw. gemessen. Kurzzeichen: A, mA,  $\mu$  A.  
 Die für die Widerstands-, Spannungs- und Strommessung benötigten Meßgeräte heißen Ohmmeter, Voltmeter, Amperemeter.  
 Der durch einen Widerstand (Formelzeichen „R“) fließende Strom „I“ hängt von der Höhe der angelegten, d. h. an seinen Klemmen meßbaren Spannung „U“ ab.

**Ohm'sches Gesetz** Die Zusammenhänge zwischen diesen drei Größen finden Sie im berühmten Ohm'schen Gesetz:

$$U = I \times R$$

Dieses Gesetz läßt sich veranschaulichen:

**Erläuterungen** 1. Soll durch einen Verbraucher mit einem Widerstand gegebener Größe (z. B. 100 Ohm) ein größerer Strom fließen, so ist die angelegte Spannung zu erhöhen. Soll dagegen weniger Strom fließen, so muß die Spannung verkleinert werden. Beispiel: Glühlampe, an Gleichspannungsbuchsen des fischertechnik-Trafos angeschlossen.

2. Soll in einem Stromkreis mit vorgegebener elektrischer Spannung der Energiequelle (z. B. 6 Volt) die Stromstärke erhöht werden, so muß der elektrische Widerstand des Verbrauchers verkleinert werden. Soll dagegen weniger Strom fließen, so ist der elektrische Widerstand zu vergrößern.

3. Kennt man zwei von den drei durch das Ohm'sche Gesetz dargestellten Größen (z. B. durch Messung), so kann man die dritte Größe durch Rechnung bestimmen.

Der erste Fall läßt sich für unsere Versuche verwirklichen bei Verwendung eines fischertechnik-Trafos, dessen Gleichspannung einstellbar ist. Der zweite Fall kommt z. B. bei Heizkörpern mit veränderlicher Heizleistung vor. Die wichtigste Anwendung dieser Erkenntnis erfolgt in den Entwicklungslabors der Industrie bei der „Dimensionierung“ (= Festlegung der Ohm-Werte der Widerstände) elektrischer Geräte. Der dritte Fall ist besonders wichtig für die einfache Bestimmung der Größe eines Widerstandes, weil Strom und Spannung wesentlich einfacher gemessen werden können.

**Elektrische Leistung** Die Leistung ist die Energiemenge, die man in einer Zeiteinheit (z. B. in 1 sek.) aus der Energiequelle „herausholt“ oder in einen Verbraucher „hineinsteckt“. Sie ist nichts anderes als das Produkt von zur Verfügung stehender bzw. angelegter elektrischer Spannung  $U$  und durchfließendem Strom  $I$ .

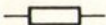
**Leistung in Watt** Die Leistung (Formelzeichen  $N$ ) mißt man in Watt (Kurzzeichen  $W$ ).

$$N = U \times I$$

**Beispiel** Liegt an einem Verbraucher die Spannung  $1\text{ V}$  und fließt durch ihn ein Strom von  $1\text{ A}$ , so nimmt er eine Leistung von  $1\text{ W}$  auf.

$1\ 000\text{ Watt}$  sind  $1\text{ Kilowatt}$  (Kurzzeichen  $kW$ )

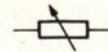
Schaltzeichen für einen Widerstand



Soll ein Heizkörper mehr Energie, d. h. mehr Wärme abgeben, so muß mehr elektrische Energie „hingesteckt“ werden. Bei gegebenem elektrischem Widerstand muß also die angelegte Spannung erhöht werden. Kann dies nicht durchgeführt werden, so muß der elektrische Widerstand verkleinert werden.

**Veränderlicher Widerstand** Als veränderlicher elektrischer Widerstand für Versuche eignet sich die Peese (Antriebsfeder) des hobby-Grundkastens.

Schaltzeichen für einen veränderlichen Widerstand

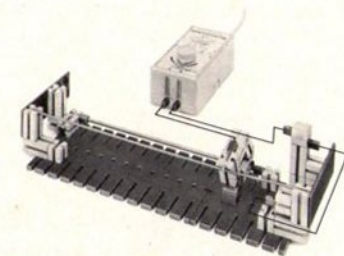


Widerstand eines Körpers

Je nach Länge des Drahtstückes zwischen den zwei Kabelsteckern fließt bei gegebener Spannung mehr oder weniger Strom durch den Draht. Entsprechend hoch ist die Erwärmung. Das Gesetz für die Widerstandsgröße lautet:

$$R = \varrho \frac{L}{q}$$

**Beispiel** Je größer die Drahtlänge  $L$  und je kleiner der Querschnitt  $q$  eines Drahtes, um so größer ist sein elektrischer Widerstand. Die Größe  $\varrho$  (griechischer Buchstabe : Rho) ist eine für jedes Material spezifische Zahl. Bei guten Leitern ist  $\varrho$  klein, bei schlechter elektrischer Leitfähigkeit dagegen groß.  $\varrho$  ist der „spezifische Widerstand“ eines Materials. Der Wert wird meist angegeben für einen Draht

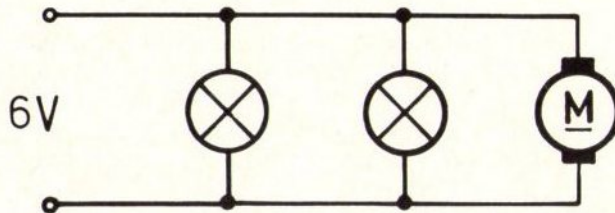


aus dem betreffenden Material mit einer Länge von 1 Meter und einer Querschnittsfläche von  $1 \text{ mm}^2$ .

**Parallelschaltung** Schalten Sie bitte an Ihre Energiequelle zuerst eine und dann noch eine Lampe. Durch die Anschaltung der zweiten Lampe soll die Helligkeit der ersten Lampe nicht wesentlich beeinflusst werden. Nun schalten Sie noch einen dritten Verbraucher, z. B. einen Motor, in derselben Weise dazu.

Das entsprechende Schaltbild können Sie bestimmt schon alleine zeichnen.

Schaltzeichen für Motor:



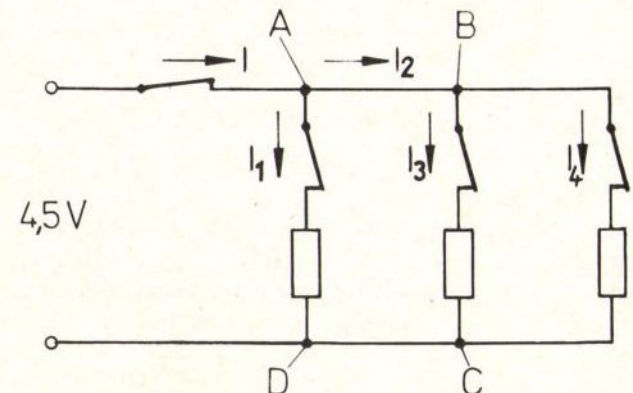
Sie haben drei Verbraucher in „Parallelschaltung“ an die Energiequelle angeschlossen. Durch die Parallelschaltung ist es also möglich, mehrere Verbraucher voneinander unabhängig an das „Netz“ anzuschließen.

Wo müßten Sie nun einen Schalter einbauen, der alle drei Verbraucher gemeinsam abschaltet? Dieser Schalter hätte

**Hauptschalter** die Funktion eines „Hauptschalters“. Wo müssen Sie jedoch Schalter einbauen, wenn Sie jeden Verbraucher einzeln abschalten wollen?  
**Einzelschalter**

Bis jetzt haben wir in unseren Schaltbildern die Symbole für die wirklich benutzten Verbraucher angegeben. In Zukunft verwenden wir wegen der größeren Allgemeingültigkeit besser das Symbol eines elektrischen Widerstandes, ein Rechteck mit zwei abgehenden Leitungen.

Eine Parallelanschlutung dreier Verbraucher an eine 4,5 Volt-Batterie einschließlich Haupt- und Einzelschaltstellen sieht dann so aus:

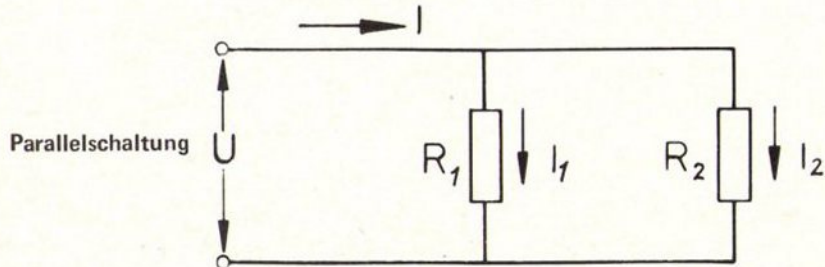


Betrachten wir die Verhältnisse in den Punkten A, B, C, D, wenn alle Schaltstellen geschlossen sind: Der von der

**Stromverzweigung** Batterie kommende Strom  $I$  verzweigt sich im Punkt „A“ in die Teilströme  $I_1$  und  $I_2$ . Da kein Strom verlorengehen kann, muß  $I = I_1 + I_2$  sein. Im Punkt B „verzweigt“ sich  $I_2$  in  $I_3$  und  $I_4$ . Bei „C“ fließen  $I_3$  und  $I_4$  wieder zusammen. Im Punkt „D“ gilt entsprechend:  $I_1 + I_2 = I$ .

Es findet also an allen Verbindungspunkten der Leitungen eines „Netzes“ eine Stromverzweigung statt. (Sofern die Stromkreise geschlossen sind.) Beachten Sie: Es gibt jetzt mehrere Stromkreise.

Untersuchen wir die Verhältnisse bei der Parallelschaltung von zwei Widerständen etwas genauer:



Parallelschaltung

Da an den parallelgeschalteten Widerständen die gleiche Spannung anliegt, ergibt sich:  $U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$ .

Das Verhältnis der beiden Teilströme zu den beiden Teilwiderständen ergibt sich daraus:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

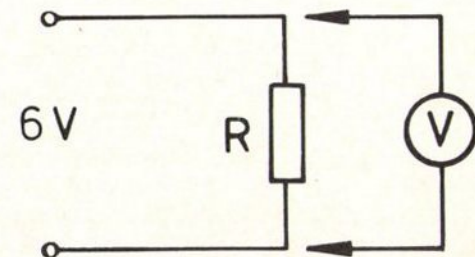
Bei Parallelschaltung

In Worten: Die zwei Ströme verhalten sich umgekehrt wie die dazugehörigen Widerstandswerte.

**Leitwert** Hat man mehr als zwei Widerstände parallelzuschalten, so arbeitet man zur Berechnung der Ströme besser mit dem Kehrwert des Widerstandes, dem Leitwert „G“. ( $G = 1 / R$ )

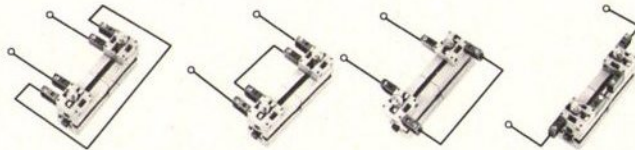
**Anwendung der Parallelschaltung** Elektrische Spannungsmesser werden immer parallel zum Verbraucher oder zur Energiequelle geschaltet.

Symbol für Voltmeter



### Parallelschalten von Energiequellen

Zur Vergrößerung der Belastbarkeit von Energiequellen kann man zwei oder mehrere parallelschalten. Das Parallelschalten von Trafos oder eines Trafos mit einer Batterie, hat nur aber dann einen Sinn, wenn beide gleich hohe Spannung besitzen. Sind die Spannungen der beiden Quellen sehr unterschiedlich, so stellt die Quelle mit der kleineren Spannung meistens eine zusätzliche Belastung für die Energiequelle mit der größeren Spannung dar. In diesem Fall nützt die zweite Stromquelle nichts, ganz im Gegenteil, sie schadet.

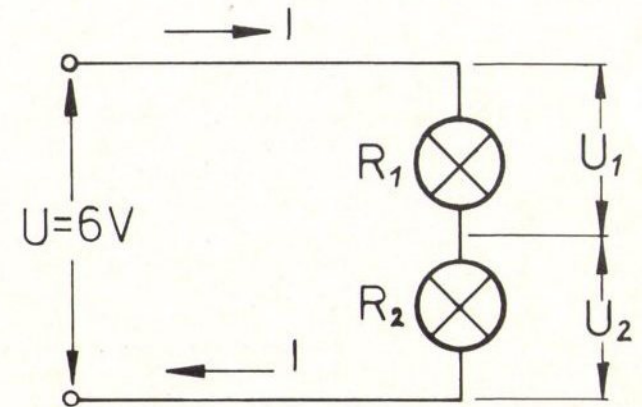


### Reihenschaltung

Der im Stromkreis fließende Strom muß bei dieser Schaltung im Gegensatz zur Parallelschaltung zwangsläufig nacheinander durch die zwei Verbraucher, d. h. unsere Glühlampen fließen. Das Foto zeigt die verschiedenen Möglichkeiten.

Deshalb nennt man diese Schaltung auch Hintereinanderschaltung.

Prinzip:



Der durch einen Widerstand, z. B. unsere Glühlampe fließende Strom bewirkt, daß an den Klemmen dieser Lampe Spannung „abfällt“ (siehe Ohm'sches Gesetz). An der zweiten Lampe muß dies ebenso der Fall sein. Die beiden „Teil“-Spannungen nennt man  $U_1$  und  $U_2$ . Ihre Summe entspricht der angelegten Gesamtspannung  $U$ .

### Reihenschaltung

$$U = U_1 + U_2$$



Die elektrischen Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  der beiden Lampen kann man für weitere Berechnungen zum Gesamtwiderstand  $R$  zusammenfassen.

Reihenschaltung

$$R = R_1 + R_2$$

Bei der Durchführung des Versuches werden Sie festgestellt haben, daß die beiden Lampen nur ganz schwach glühen. Das ist leicht einzusehen. Jede Lampe erhält ja nur eine im Vergleich zur direkten Anschaltung an die Energiequelle kleine Spannung. Sind die elektrischen Widerstände der zwei Lampen gleich groß (und der Lampentyp derselbe), so brennen beide Lampen gleich schwach. Jede Lampe erhält die gleiche Spannung. Sind jedoch die Widerstandswerte verschieden groß, so erhält die Lampe mit dem größeren Widerstand mehr Spannung, sie brennt heller.

Versuche mit mehreren Lampen

Untersuchen Sie Ihre Lampen unter diesem Gesichtspunkt. Welche Lampe hat den kleinsten elektrischen Widerstand? Gibt diese Lampe bei direkter Anschaltung mehr Licht als die anderen ab oder weniger? Überlegen Sie erst, bevor Sie den Versuch durchführen.

Reihenschaltung mehrerer Widerstände

Sie können selbstverständlich auch mehr als zwei Verbraucher hintereinanderschalten. Es gilt dann ganz allgemein:

$$\begin{aligned} U &= U_1 + U_2 + U_3 + \dots \\ R &= R_1 + R_2 + R_3 + \dots \end{aligned}$$

In Worten:

Bei der Reihenschaltung ist die Summe der Teilspannungen so groß wie die Gesamtspannung. Bei der Reihenschaltung ist der Gesamtwiderstand so groß wie die Summe der Einzelwiderstände.

Es gilt:

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

Daraus errechnet sich das Verhältnis der Teilspannungen und der Teilwiderstände:

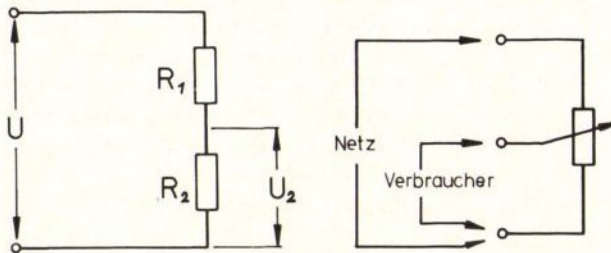
Bei Reihenschaltung

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

In Worten:

Bei der Reihenschaltung verhalten sich die Teilspannungen wie die zugehörigen Einzelwiderstände.

**Spannungsteiler** Dieses Gesetz wird ausgenutzt, wenn die zur Verfügung stehende Energiequelle nur eine feste Spannung abgibt und diese Spannung für den jeweiligen Versuch zu hoch ist. Man schaltet dann an die Energiequelle eine Reihenschaltung von zwei oder mehreren Widerständen und „greift“ an einem davon eine Teilspannung „ab“. Diese Anordnung nennt man Spannungsteiler. Durch die geeignete Wahl der Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  läßt sich jede gewünschte Teilspannung  $U_2$  abgreifen.



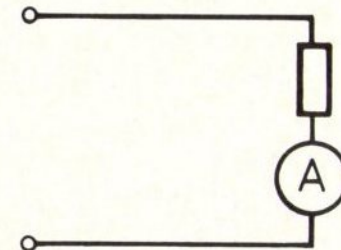
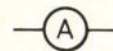
In der Technik baut man oft  $R_1$  und  $R_2$  aus einem Stück. Man bewickelt z. B. einen Keramik-Ring mit Widerstandsdraht. Mit einem „Schleifer“ kann man dann an jeder beliebigen Spannung zwischen Null und der Gesamtspannung  $U$  abgreifen.

**Potentiometer** In der elektrischen Steuerungstechnik benötigt man solche „Potentiometer“ jedoch nur für besondere Zwecke.

**Dimensionierung eines Spannungsteilers** Bei der Dimensionierung von Spannungsteilern muß man die spätere „Belastung“, d. h. die Stromstärke, die durch den parallel zu  $R_2$  liegenden Verbraucher fließt, wenigstens ungefähr erkennen. Dieser „Verbraucherstrom“ fließt ja zusammen mit dem durch  $R_2$  fließenden Strom durch den Widerstand  $R_1$ . Deshalb ändert sich bei Anschaltung des Verbrauchers das Spannungsverhältnis von  $U_1$  zu  $U_2$ .

**Weitere Anwendung der Reihenschaltung** Elektrische Strommesser werden immer in Reihe mit dem Verbraucher in den Stromkreis eingeschaltet.

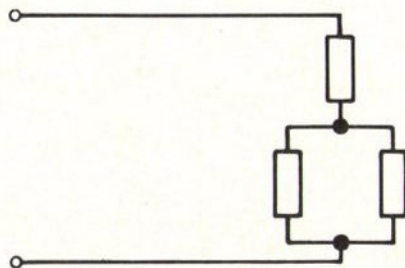
Symbol für Strommesser



Man sollte Strommesser benutzen, deren „Innenwiderstand“ möglichst klein ist. Unter Innenwiderstand versteht man den elektrischen Widerstand des Messwerkes einschließlich der dazu parallelgeschalteten Widerstände zur Messbereich-Umschaltung. Ist der Innenwiderstand im Verhältnis zum elektrischen Widerstand des Verbrauchers nicht vernachlässigbar klein, so wird durch das Einschalten des Strommessers die Spannung am Verbraucher

etwas vermindert. Der angezeigte Gesamtstrom ist etwas kleiner als der wirkliche Strom ohne eingeschaltetem Amperemeter.

Die Reihenparallel-  
schaltung



Schalten Sie bitte drei gleiche Lampen wie in oben angegebener Schaltung an einen Trafo.

Bevor Sie die letzte Verbindung herstellen, sollten Sie überlegen, ob die drei Lampen gleich hell bzw. gleich schwach leuchten werden. Vielleicht sollten Sie sogar die Ströme und Spannungen berechnen. Nehmen Sie dabei an, daß jede Lampe einen elektrischen Widerstand von 60 Ohm besitzt.

**Polarität** Schalten Sie bitte Ihren fischertechnik-E-Motor an Ihre „Gleichspannungs“-Quelle, also an die Batterie oder an die Gleichspannungsbuchsen Ihres Trafos. Ein mit dem Motor verbundenes Getriebe erleichtert Ihnen die Beobachtung der Drehrichtung des Motors.

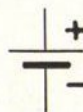
Je nachdem, ob Sie den Schalter bzw. den Drehknopf nach links oder rechts vom 0-Punkt aus drehen, wird der Motor vorwärts oder rückwärts laufen.

Sie wissen vom Modellbau her bereits, daß nicht nur durch Rechts- oder Linksdrehen des Trafo-Drehknopfes, sondern auch durch Vertauschen der Anschlüsse am Motor oder an der Spannungsquelle die Drehrichtung umgekehrt werden kann. Tauschen Sie sowohl an der Spannungsquelle als auch am Motor Ihre Kabel, so ändert sich jedoch nichts.

**Polarität von  
Batterien**

Ein Techniker würde Ihre Beobachtung so erläutern: Die zwei Pole (= Anschlüsse) einer Gleichspannungsquelle haben unterschiedliche elektrische „Polarität“. Der eine Pol wird als „Minus“-Pol, der andere als „Plus“-Pol bezeichnet. Der + Pol führt „Plus-Potential“, der - Pol „Minus-Potential“.

**Symbol einer  
Batterie mit 1 Zelle**



Im Schaltbild einer Batterie steht das + Zeichen bei dem langen, dünnen Strich und das - Zeichen bei dem kurzen, dicken Strich. Diese beiden Striche symbolisieren die 2 „Anoden“ der Batterie.

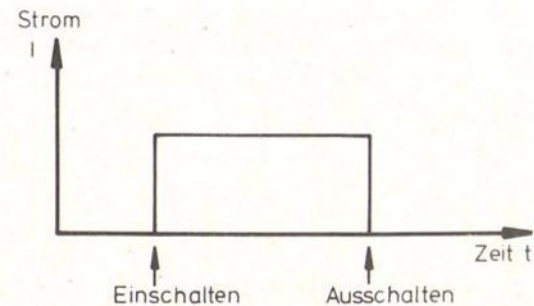
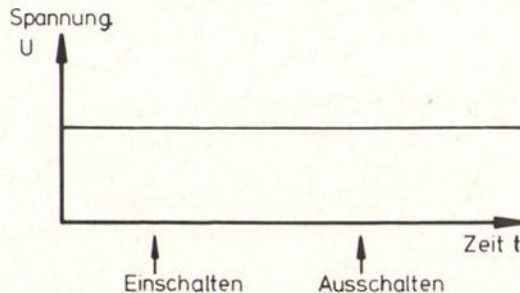
Für das Lesen komplizierterer Schaltbilder, vor allem aber für den richtigen Einbau von Halbleiter-Bauelementen, z. B. von Dioden und Transistoren, ist es wichtig, die Polarität der Spannungsquellen zu kennen.

Bei symmetrisch aufgebauten Batterien liegt der + Pol immer oben in der Mitte. Die Flachbatterien mit 4,5 Volt enthalten drei in Reihe geschaltete Rundzellen. Der kleinere, kurze Blechstreifen führt + Potential, der lange - Potential.

**Richtung des Stromes** In welcher Richtung fließt der Strom? Am Anfang der Entwicklung der Elektrotechnik hatte man noch keine Kenntnis von den inneren Vorgängen in einem Stromkreis. Deshalb hat man willkürlich festgelegt, daß der Strom von + nach - fließen soll. Diese Festsetzung hat man bis heute unter dem Namen „technische Stromrichtung“ beibehalten. Heute weiß man, daß die freien Elektronen im Leiter von - nach + wandern.

**Gleichstrom, Gleichspannung** Man spricht von „reiner“ Gleichspannung und „reinem“ Gleichstrom, wenn der Strom im angeschlossenen Stromkreis sich zeitlich nicht verändert, also gleich groß bleibt und immer in derselben Richtung fließt.

**Zeit-Diagramm von Gleichspannung und Gleichstrom**



**Wechselstrom, Wechselspannung** Wechselspannung und Wechselstrom liegt dagegen vor, wenn bei gleichbleibendem Widerstand im Stromkreis Strom und Spannung sich hinsichtlich Polarität und Höhe laufend ändern.

**Versuch** Schalten Sie Ihren E-Motor an einen Batteriestab und polen Sie so schnell als möglich den Anschluß um, z. B. durch schnelles Hin- und Herbewegen des Schalters am Batteriestab. Sie beobachten: der Motor bewegt sich nur noch ruckweise ganz kurz nach links und rechts. Wenn Sie sehr schnell schalten, ruckt er nur noch ein bißchen, weil der Anker des Motors infolge seiner Trägheit nicht schnell genug den Schaltvorgängen folgen kann.

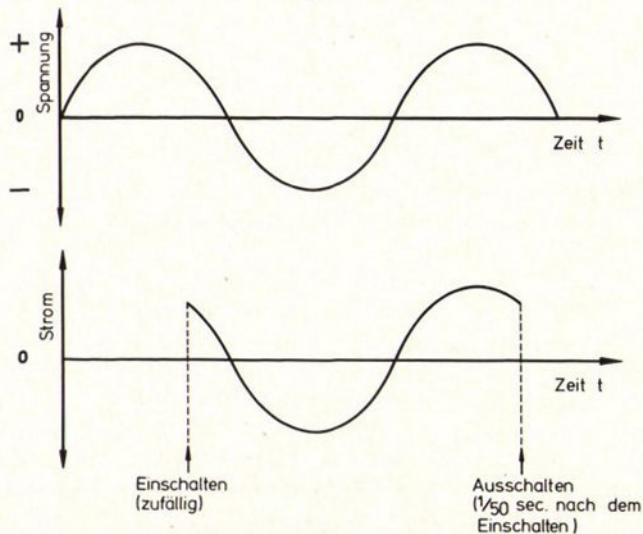
Sie haben mit dieser Methode zwar noch keinen technischen Wechselstrom in Ihrem Schaltkreis erzeugt, aber Sie konnten die Wirkung eines Stromes, der ständig seine Richtung ändert, auf einen Gleichstrommotor gut beobachten.

Technischer Wechselstrom

Hertz = Anzahl voller Hin- und Her-Schwingungen pro Sekunde

Bei uns in Mitteleuropa hat der technische Wechselstrom eine Frequenz von 50 „Hertz“. Die Wechselspannung des Generators, der diese Spannung erzeugt, ändert 100 mal in der Sekunde ihre Polarität. Allerdings nicht schlagartig wie bei Ihrem Versuch, sondern schön gleichmäßig langsam an- und absteigend. Den zeitlichen Verlauf können Sie aus untenstehendem Diagramm entnehmen.

Zeit-Diagramm des technischen Wechselstromes



Betrachtet man die eine Klemme des Generators als Bezugspunkt mit dem Potential Null Volt, so hat die andere Klemme 10 Millisekunden lang (= 1/100 sek.) im Vergleich dazu + Potential mit an- und dann abschwellender Höhe.

Über einen ganz kurzen Augenblick besteht dann kein Potentialunterschied zwischen den beiden Klemmen. Diesen Augenblick nennt man auch „Null-Durchgang“. Anschließend führt die gleiche Klemme ebenfalls 10 Millisekunden lang - Potential mit genau gleichem Rhythmus wie vorher. Nach erneutem Null-Durchgang wiederholt sich der Vorgang immer wieder.

Schließt man an eine Wechselspannungsquelle einen Widerstand, z. B. einen Heizwiderstand oder eine Glühlampe an, so folgt der Stromverlauf genau dem Spannungsverlauf.

Wechselspannung vom fischertechnik-Trafo

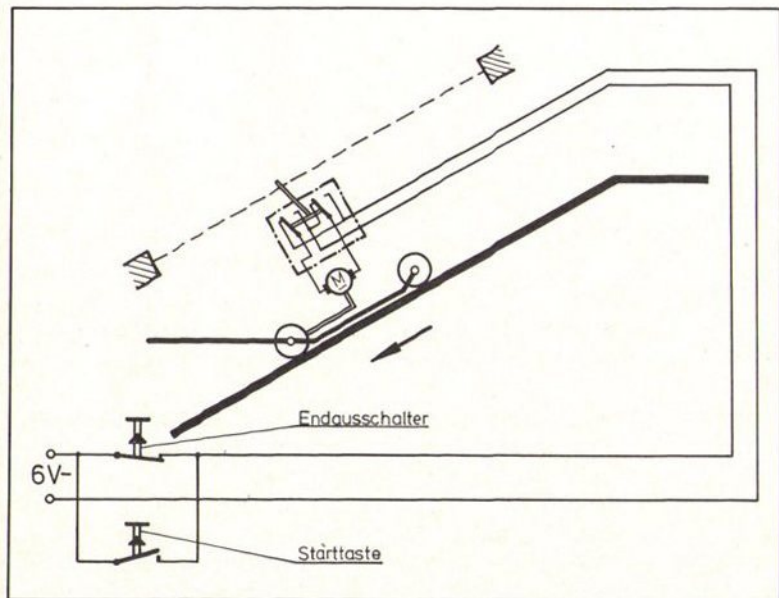
Eine derartige Wechselspannung steht uns an den Wechselspannungsbuchsen des fischertechnik-Trafos zur Verfügung. Durchfließt dieser Strom eine Lampe, so spielt für die Aufheizung der Lampenwendel die Stromrichtung keine Rolle.

Die ständige Veränderung der Stromstärke können wir mit unserem Auge nicht ohne weiteres verfolgen. Die Gründe dafür sind:

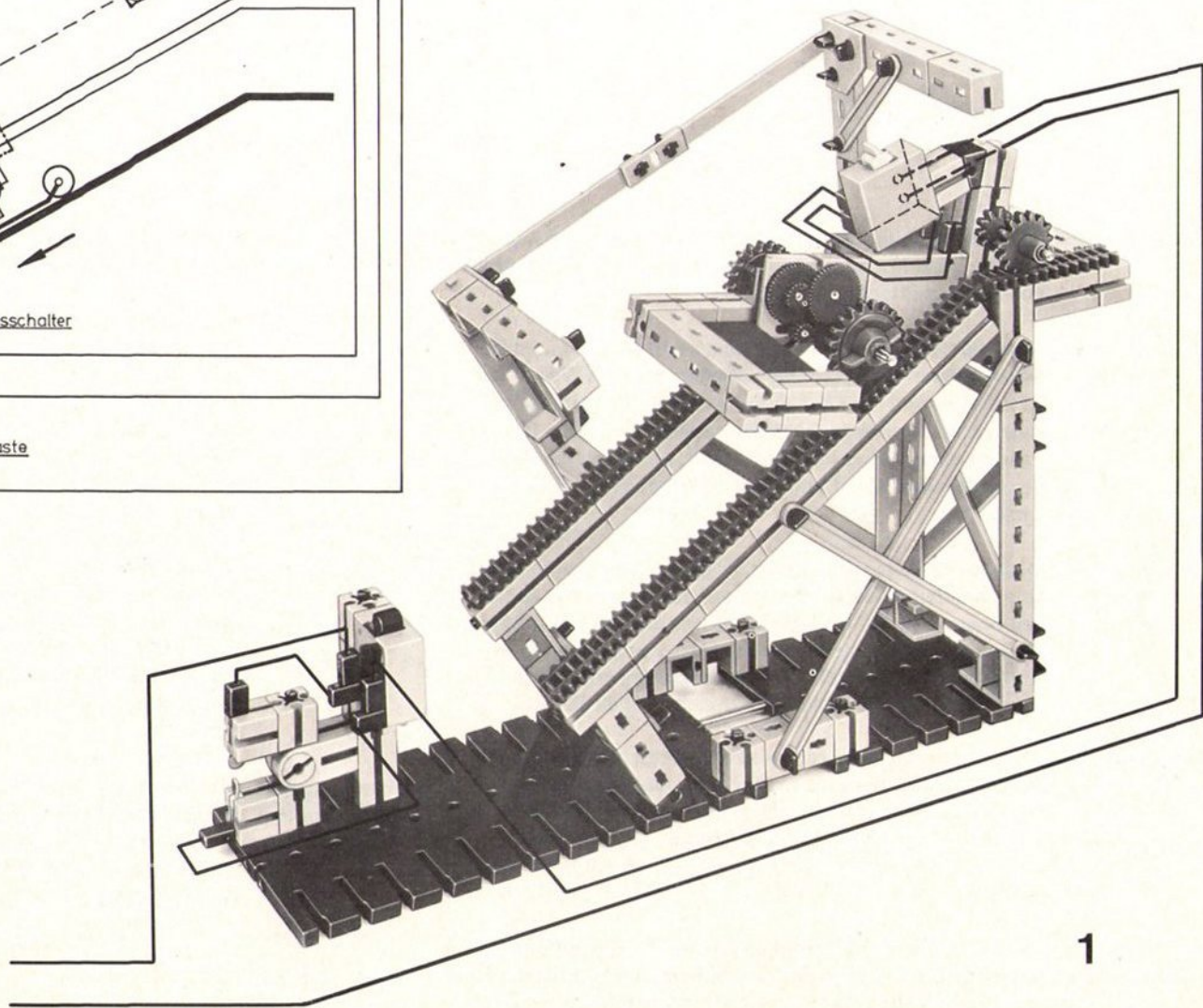
Die Glühwendel der Lampe kühlt sich infolge ihrer Masse nicht so schnell ab, so daß sie während des Null-Durchganges nicht ganz dunkel werden kann. Außerdem kann unser Auge einem so schnellen Bildwechsel, sofern er am gleichen Ort abläuft, nicht folgen.

## Zyklus-Steuerung eines Schrägaufzuges

- Schrägaufzug** Das abgebildete Modell eines Schrägaufzuges (Bild 1) ist Teil einer halb- oder vollautomatisch arbeitenden Entlade- oder Beladeanlage von Massengütern, z. B. von Kohle oder Erz. Das Prinzip zeigt Bild 2.
- Zyklusablauf** Der Transportwagen steht am unteren Ende der Bahn und wird dort in Wirklichkeit von einem Kran oder einem Transportband beladen. Bei unserem Modell legen Sie auf die Ladebühne von Hand einen oder mehrere fischertechnik-Bausteine. Durch Druck auf die „Start-Taste“ setzt sich der Wagen nach oben in Bewegung. Kurz vor Erreichen des Endpunktes seiner Bahn neigt sich die Ladebühne und entlädt damit seine Ladung in einen (im Modell nicht dargestellten) Kohle- oder Erzbunker oder in ein bereitstehendes Fahrzeug.
- Zurückfahren** Anschließend wird die Drehrichtung des Motors selbständig umgesteuert und der Wagen fährt in die Ausgangsstellung zurück. Dort hält er ohne weiteres Zutun von selbst an.  
Der Wagen fährt also nach dem Startzeichen völlig selbständig einen vollen „Arbeitszyklus“ aus.
- Ablaufsteuerung** Bei Steuerung nach einem Zeitprogramm wäre nicht mit Sicherheit die vollständige Entladung und die Umschaltung an der obersten Stelle gewährleistet. Deshalb arbeiten wir mit einer sog. „Ablauf-Steuerung“. Durch geeignete elektrische Befehlsgeber, die längs der Wegstrecke des Wagens aufgebaut sind, wird - unabhängig von der Geschwindigkeit des Wagens - das Umschalten und später dann das Stillsetzen des Motors erreicht.
- Der Kippvorgang ergibt sich durch die Anordnung der Zahnstangen zwangsweise.**
- Die Steueraufgabe kann auf mehreren Wegen gelöst werden.**
- Die schaltungstechnisch einfachste Lösung arbeitet mit einem auf dem Wagen fest angebauten Polwendeschalter. Bei Erreichen der beiden Endpunkte läuft der Schalter jeweils gegen einen Anschlag. Diese Anschläge sind in Fahrtrichtung und in der Höhe justierbar (Bild 1).**
- Anschläge für den Polwendeschalter** Läuft der Motor Ihres Modells mit kleiner Spannung, also ganz langsam, so werden die beiden Anschläge während des Umschaltens nur wenig zurückfedern. Fährt der Wagen dagegen mit Höchstgeschwindigkeit, so ist die Energie des Wagens so groß, daß die Anschläge einige Millimeter zurückgedrückt werden.
- End-Ausschalter** Die Beendigung des Wagenrücklaufs erfolgt durch einen in den Motorstromkreis geschalteten „End-Ausschalter“. Er wird durch den Wagen selbst betätigt, sobald dieser die Ausgangslage erreicht hat. Dieser End-Ausschalter ist ein „Aus-Taster“. Er hat also einen Ruhekontakt.
- Starttaste** Zum Start muß der am Ende des Zyklus vom Wagen geöffnete Taster elektrisch überbrückt werden. Dies geschieht durch einen (im Modell aus zwei Kontaktstiften bestehenden) „Ein-Taster“. Die Anlage können Sie nach dem Schaltbild (Bild 2) verdrahten (oder entsprechend dem Kabelplan in Bild 1).



2

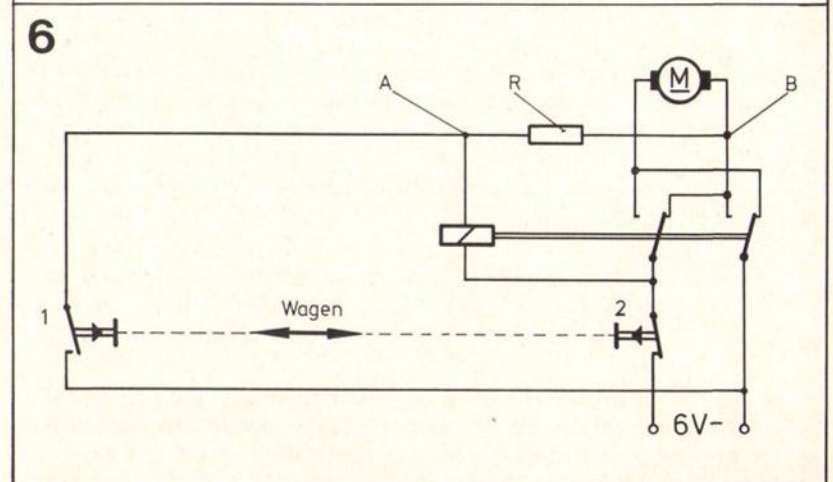
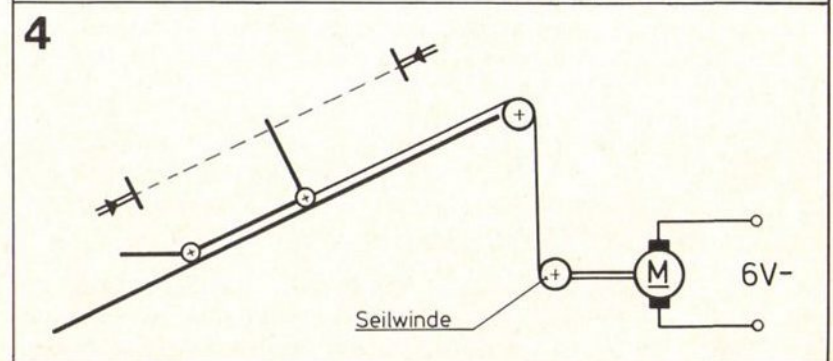
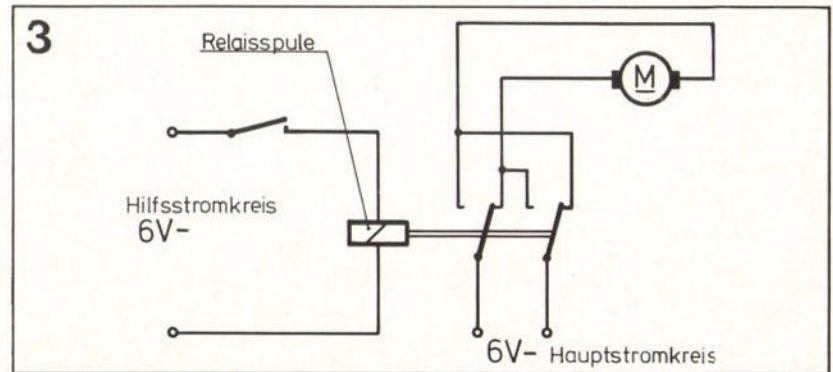
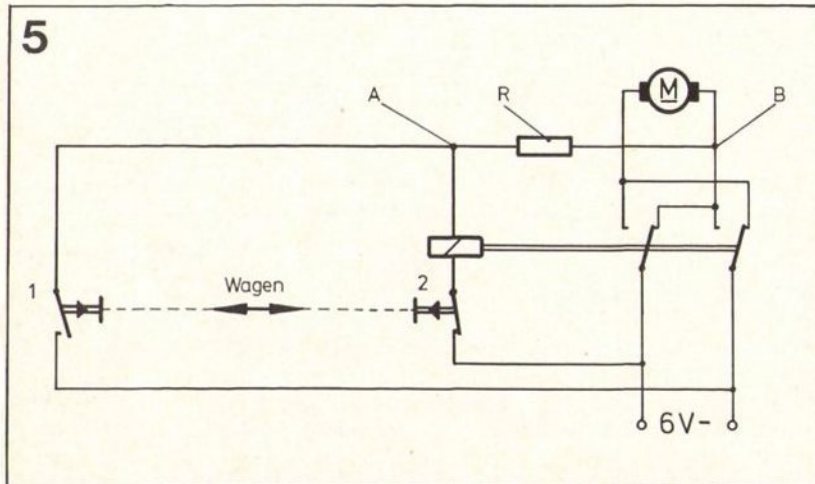


1

Schalter-Justage	Zum Justieren der Anlage empfiehlt es sich, den Endaus- schalter zunächst zu überbrücken und zunächst allein den Polwendeschalter zu justieren.	Je nach dem, ob der Strom im Hilfsstromkreis fließt oder nicht, dreht der Motor nach links oder rechts.
Nachteil dieser Schaltung	Diese Schaltungsart erfordert genaueste Abstimmung der Schaltzeitpunkte des Endauschalters und des Wendeschal- ters. Außerdem muß der Motor auf der Transportbühne angebaut sein. Dies bedingt den teuren Antrieb mittels Zahnschienen. Bei größeren Anlagen fällt auch der Preis für das flexible Kabel und dessen Aufhängung ins Ge- wicht.	Einfaches Modell Bauen Sie entsprechend der Skizze von Bild 4 einen ein- fachen Schrägaufzug mit am Boden angeordneter Seil- winde auf.
Einfachere Konstruktion der Seilwinde	Mechanisch bedeutend einfacher ist ein Schrägaufzug, bei dem eine Seilwinde den Wagen auf zwei normalen Schie- nen hochzieht. Bei genügendem Eigengewicht des leeren Wagens hält dieser beim Rücklauf das von der Winde ab- gespulte Seil stets straff. Bei dieser Lösung ergibt sich ein etwas erhöhter Aufwand auf der elektrischen Seite.	Selbsthaltung des Relais Die an den beiden Enden der Fahrtstrecke angeordneten Taster müssen die Umsteuerung bewirken. Da die Taster jeweils nur ganz kurze Zeit betätigt werden, wenden wir die sog. „Selbthalte-Schaltung“ an. Ein Taster leitet da- bei die Umsteuerung ein, die „Selbsthaltung“ hält sie über die Freigabe dieses Tasters hinaus aufrecht. Erst bei Betätigung des zweiten Tasters wird die Selbsthaltung wieder aufgelöst. Falls der Motor am Ende eines Zyklus nicht stillgesetzt werden soll, arbeitet man nach Schal- tung Bild 5. Als Widerstand verwenden wir die Peese des Baukastens hobby 1 (Relais im stromlosen Zustand ge- zeichnet).
Relais-Steuerung	Wir wollen von Lösungen mit Polwendeschalter an einem Wendepunkt und mechanischer Koppelung seines Kipp- hebels über Seile oder Gestänge zum anderen Wende- punkt absehen. Deshalb wenden wir eine „Relais-Steue- rung“ an. Gemeint ist die Steuerung durch ein oder meh- rere Relais.	Unterbrechung des Stromkreises am Ende eines Zyklus In unserem speziellen Fall soll der Motor am Ende eines Zyklus außer Betrieb gesetzt werden. Deshalb setzen wir den Taster 2 in den Hauptstromkreis. Zum Starten über- brückt man den Taster 2 kurzzeitig durch Drücken des Tasters 3. Bild 6 zeigt das Schaltbild.
Polwende- Kontaktsatz	Die Polumschaltung erfolgt dabei durch die Kontakte ei- nes entsprechend verdrahteten zweipoligen Umschaltre- lais. Dieses steht in Ihrem Baukasten zur Verfügung. Das Schaltprinzip eines solchen Relais zeigt Bild 3.	



**Größe von R** Der Widerstand R ist so zu bemessen, daß im Augenblick des Einschaltens von Taster 1 zwischen den Punkten A und B kein Kurzschluß entsteht. A führt im Schaltplan in diesem Fall -Potential, Punkt B +Potential. R sollte also für diesen Fall möglichst groß sein. Da nach einigen Millisekunden die zwei Kontaktsätze des Relais umschalten, erhält Punkt B -Potential. Nach Öffnen des Kontaktes 1 zu Beginn der Rückfahrt muß also über den Widerstand R und das Relais so viel Strom fließen, daß das Relais nicht abfällt. R darf deshalb nicht größer als etwa 50 Ohm sein.



## Stockwerk-Warenverteiler

**Warenverteiler** Transport- und Lagerprobleme in Fabrikations-, Handels- und Dienstleistungsbetrieben gehören zu den Problemen, deren Lösung in Zukunft noch viel Leerlauf und viel Arbeitszeit einsparen hilft.

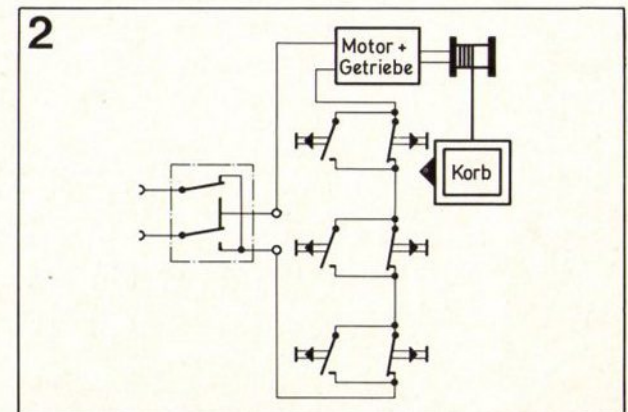
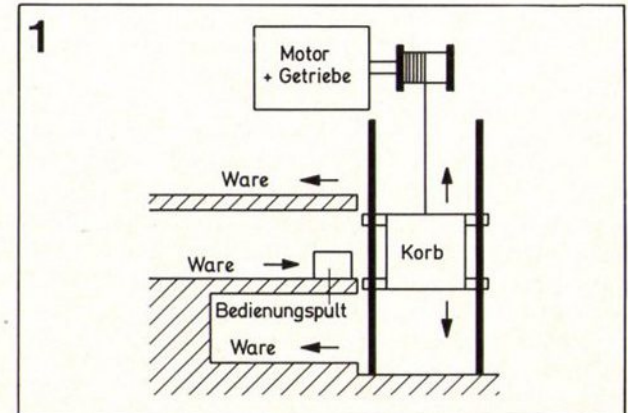
Halb- oder vollautomatisch arbeitende Warenverteilanlagen tragen wesentlich zur Beschleunigung des Arbeitsablaufs, zur Einsparung von Arbeitszeit und zur Erleichterung der Arbeit bei.

Man unterscheidet zwischen Warenverteilung in einer Ebene, z. B. durch Transportbänder u. ä. oder Warenverteilung über mehrere Stockwerke durch Aufzüge, also in horizontaler und vertikaler Transportrichtung.

**Aufgabenstellung** Im folgenden, näher besprochenen Modell werden die in einen Förderkorb gelegten Waren auf einen Knopfdruck hin eine Etage höher oder tiefer befördert. Der Förderkorb bleibt dort zur Entleerung einige Zeit stehen und kehrt dann selbständig in die Verteileretage zurück. Bild 1 zeigt das Prinzip.

**Modellbau:** Zum Bau des Modells benötigen Sie einen 2. Motor. Anstelle des im Modell verwendeten Mini-Motors kann auch ein normaler Motor (z. B. mot. 3) benutzt werden.

Da fast alle Grundbausteine der Kästen h 1 und 2 im Modell benötigt werden, sollten Sie den Nachbau genau nach Abbildung vornehmen. Zusätzliche Taster (e-m 3) erleichtern den Bau.



- Lösungsschritte:** Der mit der Konstruktion der Steuerung beauftragte Techniker wird zunächst die Gesamtaufgabe in Einzelschritte auflösen. Zum Beispiel:
- Fahrtrichtung vorwählen** Die Fahrtrichtung kann in einfacher Weise durch Umpolen der Motorleitungen geändert werden. Die Umpolung wird am einfachsten durch einen Polwendeschalter vorgenommen.
- Haltepunkte** Die Fahrt soll an jedem Endpunkt und nach dem Rücklauf des Förderkorbes auch in der Ausgangsstellung selbsttätig unterbrochen werden. Drei in Reihe in den Motorstromkreis geschaltete Taster lösen diese Aufgabe. Die Taster werden durch den Förderkorb im Vorbeifahren betätigt. Bild 2 zeigt das Schaltprinzip.
- Starten** Im Schaltbild ist jeder der drei den Halt selbsttätig auslösenden Aus-Taster durch einen Ein-Taster überbrückt. Auf diese Weise kann der haltende Förderkorb durch Tastendruck gestartet werden.
- Steuerprogramm** Da der Korb im Ziel einige Zeit stehenbleiben und nach dieser Pause selbsttätig zurückkehren soll, muß eine Steuerung eingebaut werden, die nach einem Zeitprogramm abläuft. Am besten eignet sich dazu eine von einem eigenen Motor getriebene, langsam laufende Welle mit Steuernocken.
- Steuernocken** Die Nocken dieser Scheiben drücken innerhalb eines Umlaufes der Scheibe während passend gewählter Zeitabschnitte einen oder mehrere Taster.
- Den Beginn und die Länge der einzelnen Zeitabschnitte legt man durch die Form der Nocken und deren Lage - bezogen auf Ausgangspunkt beim Start - fest. Die Steuer-scheibe muß sich nach einer Umdrehung selbst stillsetzen und zugleich die erneute Startbereitschaft bewirken.
- Umpolen** Während der Schaltpause (= Zeit zwischen dem Anhalten des Förderkorbes am Ziel und dem Wiederauffahren nach Programm) müssen die Leitungen zum Motor umgepolt werden. Dazu eignet sich ein Relais am besten. Die Spule des Relais wird nach Steuerprogramm „erregt“ oder „nicht erregt“, als an Spannung gelegt oder abgeschaltet.
- Start zur Rückfahrt** Auch der Startzeitpunkt der Rückfahrt wird durch den Programmgeber gesteuert. Zum Start werden einfach die in Reihe liegenden Kontakte im Hauptstromkreis überbrückt. Die Überbrückung braucht nur von kurzer Dauer zu sein, weil sofort nach dem Anlaufen des Förderkorbes der geöffnete Fahrkontakt von selbst schließt.
- Stopp des Förderkorbes** Der Start zum Rücklauf muß so festgelegt werden, daß der Förderkorb auf alle Fälle seine Ausgangsstellung erreicht hat und damit der Hauptmotor abgeschaltet wird, bevor die Programmsteuerung sich selbst stillsetzt.

**Erneute Umpolung** Gleichzeitig oder kurz vor dem Stopp des Programmgebers muß die erneute Umpolung des Relais gesteuert werden.

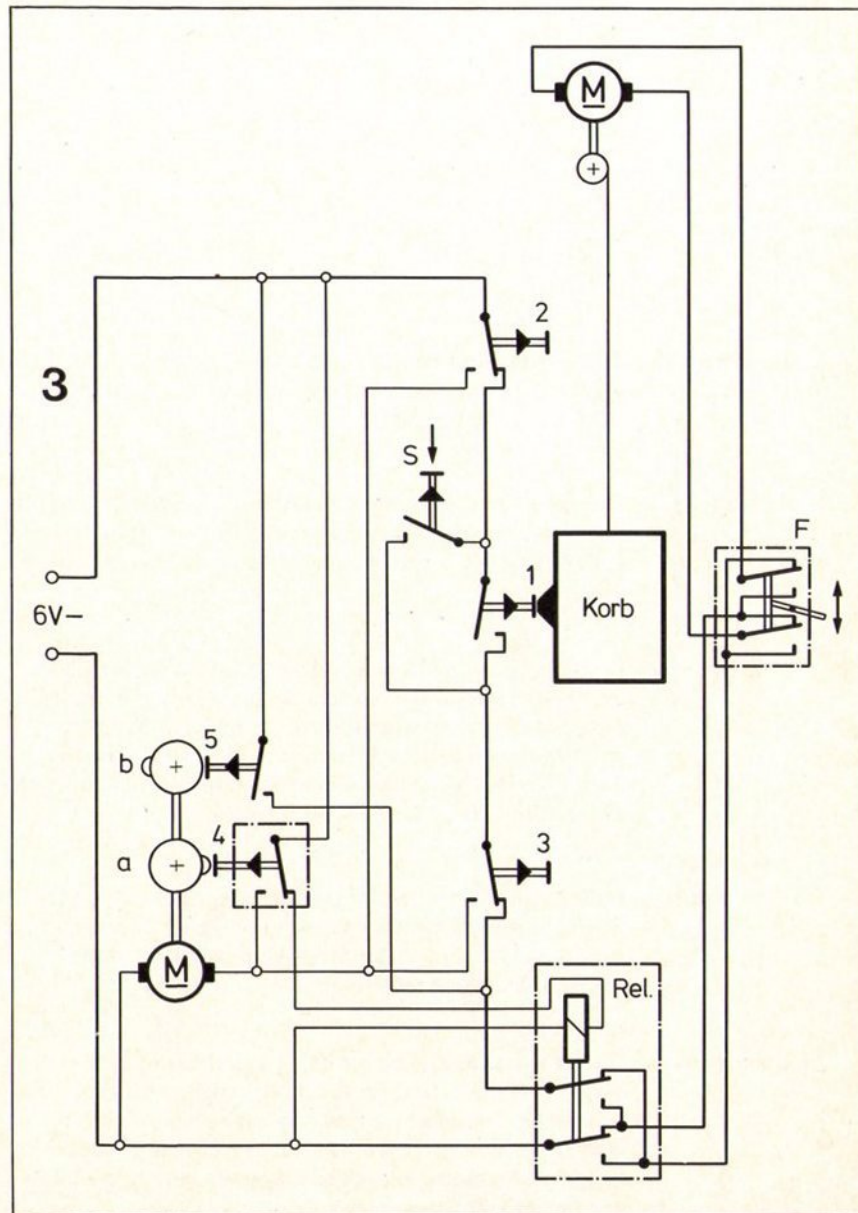
Aufgrund dieser Überlegungen sollten Sie versuchen, eine Steuerschaltung selbständig zu entwerfen. Es gibt mehrere Möglichkeiten.

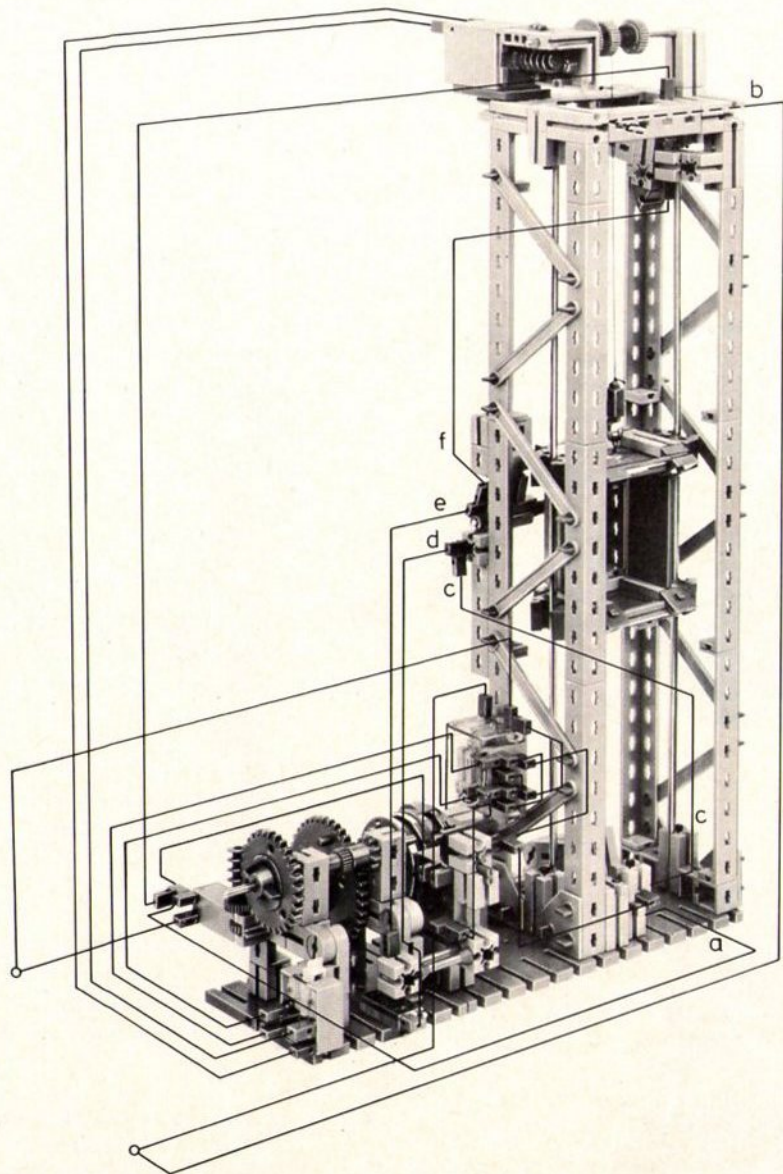
**Schaltbild** Bild 3 zeigt eine der möglichen Lösungen. Die Hauptabbildung des Modells zeigt die Verdrahtung nach diesem Schaltplan.

**Hinweise zum Modellbau** Als Steuerscheiben sind die Schleifringe des Baukastens verwendet. Als Steuernocken ist je 1 Unterbrecher aufgesetzt. Die Lage des Nockens, der den Rücktransport steuert, richtet sich nach dem Übersetzungsverhältnis des Getriebes und der Fahrzeit des Förderkorbes.

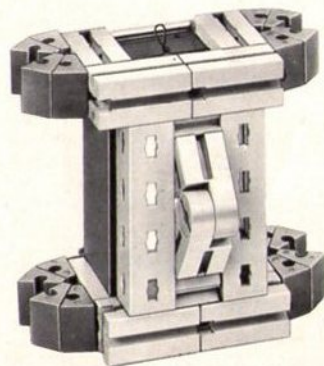
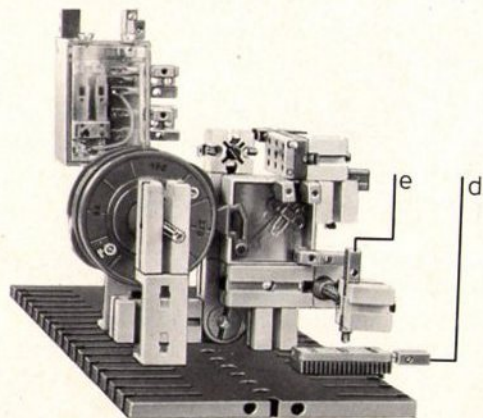
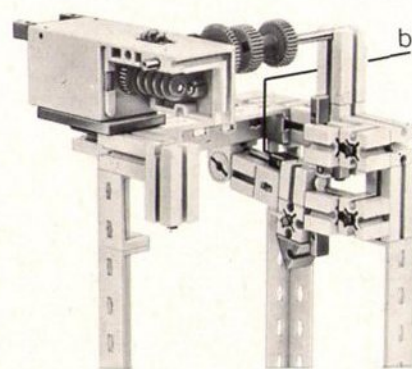
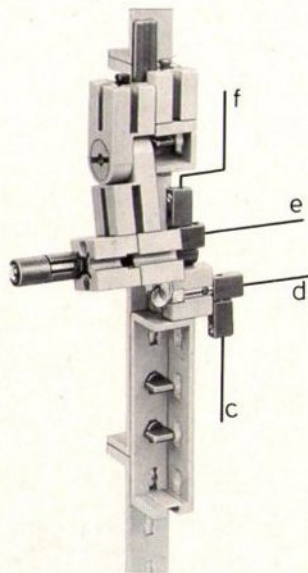
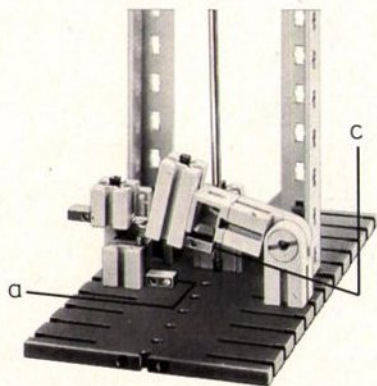
**Wirkungsweise der Steuerung** In Startbereitschaft kann im Hauptstromkreis (dick ausgezogene Linien) kein Strom fließen, weil der Korb in der Ausgangsstellung in der Zwischenetage den Taster 1 geöffnet hält. Auch der Steuermotor ist stromlos.

**Start** Durch Druck auf die Starttaste S wird der geöffnete Taster 1 überbrückt. Der Seilmotor beginnt zu laufen. Je nach der gewählten Stellung des Fahrtrichtungs-Wählschalters F senkt oder hebt sich der Fahrkorb. Schon nach kurzer Fahrt gibt der Korb die Taste 1 frei, der Kontakt schließt wieder. Die Anlage läuft ab diesem Augenblick auch weiter, wenn die Starttaste wieder freigegeben wird.





5-9



Ankunft am Ziel	Am Ziel schaltet der Korb entweder den Taster 2 oder den Taster 3 um. Der Hauptstromkreis wird stromlos, der Seilmotor kommt zum stehen. Dafür beginnt der Motor der Programmsteuerung zu laufen.	Stopp des Steuerprogrammes	Der noch weiterlaufende Steuermotor setzt sich selbst still, wenn nach Ablauf einer vollen Umdrehung der Steuerscheibe a der Steuernocken den Umschalttaster 4 drückt. Das Relais zieht in diesem Augenblick an und polt die Leitungen zum Motor um. Die Anlage ist erneut startbereit.
Beginn der Programmsteuerung	Nach einer Drehung der Steuerscheibe a von etwa 20° schaltet der Kontakt 4 um.		
Umpolung des Seilmotors	Durch die Umschaltung dieses Kontaktes wird die Relaispule stromlos. Die Kontakte schalten um. Damit werden die Leitungen zum Motor vertauscht. Diese Maßnahme wirkt sich allerdings erst aus bei Wiederanlauf des Seilmotors. Durch die Umpolung läuft er später in entgegengesetzter Richtung an.	Vereinfachung der Programmsteuerung	Die beiden Nockenscheiben kann man durch eine einzige ersetzen, wenn man die Taster entsprechend gegeneinander verdreht. Eine solche Vereinfachung können Sie leicht selbst anbringen.
Haltepause	Die Haltepause des Korbes am Zielort dauert solange die Taste 5 noch geöffnet ist. Deren Kontakte liegen parallel zu den Tastern 1 - 2 - 3. Erst wenn der Steuernocken der Steuerscheibe b diese Taste schließt, läuft der Seilmotor an.		
Rückfahrt	Der Korb beginnt in die Ausgangsstellung zurückzufahren. Dadurch wird der vom Korb geöffnete Taster 2 und 3 schnell freigegeben, so daß die etwas später erfolgte Freigabe der Taste 5 durch den Steuernocken b ohne Einfluß bleibt.		
Stopp des Seilmotors	Sobald der Korb in der Ausgangsposition angekommen ist, öffnet er den Taster 1. Der Hauptstromkreis wird unterbrochen, der Seilmotor kommt zum Stillstand.		

Im Vorwort wurde bereits auf die jedem Kasten beiliegenden hobby-Handbücher hingewiesen. Die Themen sind sorgfältig auf die jeweiligen Kästen abgestimmt.

hobby 1: Anleitung zur Handhabung der Bauelemente  
Der Kurbeltrieb beim Verbrennungsmotor  
Die Hobelmaschine (Shaping)

hobby 2: Anleitung zur Handhabung der Bauelemente  
Die Ventilsteuerung beim Kraftfahrzeug  
(untenliegende Nockenwelle)  
Der Teilkopf

hobby S: Anleitung zur Handhabung der Bauelemente  
Kran mit Zweiseilgreifer  
Bedruckungsautomat  
Die Stahlbrücke

hobby 3: Anleitung zur Handhabung der Bauelemente  
Elektrische Grundsaltungen  
Zyklus-Steuerung eines Schrägaufzuges  
Stockwerk-Warenverteiler

hobby 4: Grundlagen der elektrischen Schaltungstechnik  
Elektronische Grundsaltungen  
Schaltungsmöglichkeiten mit dem  
Elektronik-Grundbaustein  
Automatische Sortieranlage  
Die Zündung im Kraftfahrzeug

Ein umfassendes hobby-Buch für das gesamte fischertechnik-hobby-Programm mit weiteren Themen aus dem Bereich der Technik wird in Kürze erscheinen.



