

fischer[®]technik hobby

das Programm der unbegrenzten Möglichkeiten.

**Anleitung
zur Handhabung der einzelnen Bauelemente
mit Konstruktionsvorschlägen.**



Vorwort

fischertechnik-hobby - das Programm der unbegrenzten Möglichkeiten

Dieses aus mehreren, aufeinander abgestimmten Baukästen bestehende Programm wurde für die anspruchsvollen Wünsche und individuellen technischen Neigungen der hobby-Konstrukteure aller Altersstufen 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 zu elektronisch gesteuerten Konstruktionen. Auch im Bereich der experimentellen Physik bietet das fischertechnik-hobby-System unerschöpfliche Möglichkeiten. Komplizierte Vorgänge der Technik können mit Hilfe der selbstentwickelten fischertechnik-Modelle nach ingenieurmäßigen Gesichtspunkten dargestellt werden.

Das auf den folgenden Seiten vorgestellte komplette fischertechnik-hobby-Programm besteht aus 5 aufeinander abgestimmten Konstruktionsbaukästen. Sie sollten in folgender Reihenfolge beschafft werden:

- hobby 1 Grundkasten: Das Fundament für alle hobby-Baukästen
- hobby 2 Motor und Getriebe: die erste Ergänzung
- 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. Ab Sommer 1971 erscheinen hobby-Bücher für das gesamte fischertechnik-hobby-Programm, in denen weitere Funktionsmodelle aus dem Bereich der Technik, ähnlich wie in den Handbüchern, beschrieben werden.

hobby 3: Elektromechanik: Schalten und Steuern

Das fischertechnik-System folgt den Prinzipien der modernen Technik. Die von der wirklichen technischen Praxis abgeleiteten fischertechnik-Bauelemente ermöglichen den Bau immer neuer Funktionsmodelle.

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.

Mängel, die auf etwaige Fertigungsfehler zurückzuführen sind, werden kostenlos behoben.

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

Der Baukasten hobby 3 enthält alle wesentlichen Grund-Bauelemente der Elektromechanik, die nötig sind zum Schalten und Steuern von Geräten, Maschinen und ganzen Anlagen, die mit hobby 1, hobby 2 und hobby S gebaut sind. Die wichtigsten sind:

Bauelemente, wie Schaltstücke, Federkontakte, Verbindungsstücke, Federgelenksteine und Federn zum Bau von Tastern und Schaltern aller Art.

Taster und Schalter mit Springkontakten.

Schleifbahnen und Schleifringe zur Stromübertragung auf Fahrzeuge und Kräne.

Elektro- und Dauermagnete für Hebezeuge, Kuppelungen und Steuerwerke.

Programmgeber zur Konstruktion von Programmsteuerungen für Aufzüge, Maschinen und Verkehrsanlagen.

Bimetallstreifen für wärme gesteuerte Schaltungen.

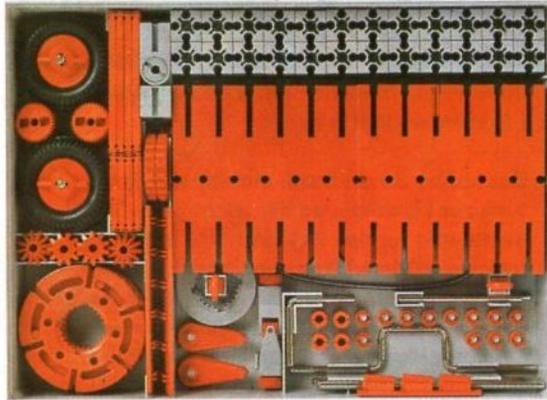
Hochwertiges Relais für Steuer- und Regelschaltungen, z.B. Fernsteuerung oder Spannungsüberwachung.

Sogar das Prinzip des Gleichstrommotors ist mit den Teilen dieses Kastens darstellbar. Darüber hinaus 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 und für den Beginner eine kleine Einführung in die wichtigsten Grundlagen der Schaltungstechnik. Das erste Modell-Beispiel ist leicht nachzubauen. Der Bau des zweiten Modells erfordert dagegen gute Kenntnisse im Umgang mit den Elementen der Baukästen hobby 1 - hobby 2 - hobby S. Zum Betrieb des Programmgebers ist ein weiterer Motor nötig. Um die Zusammenhänge richtig zu begreifen, sind schon etwas Kenntnisse in der Schaltungstechnik erforderlich.

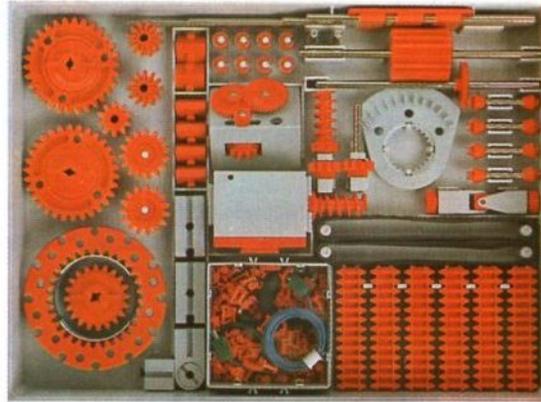
Weitere interessante Themen und entsprechende Modellversuche, abgestimmt u. a. auf den hobby 3-Kasten, werden in dem getrennt herauskommenden hobby-Buch beschrieben. Sie sind teils für den Beginner, teils als Anregung für Fortgeschrittene gedacht.

Einzelbezeichnung der Teile siehe Rückseite des Kastendeckels.



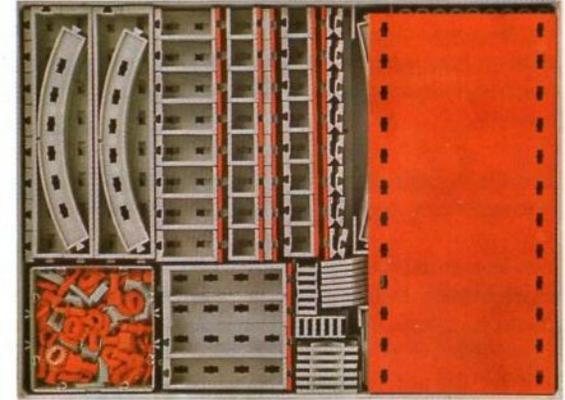
hobby 1 Grundkasten
Das Fundament für alle hobby-Baukästen

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.



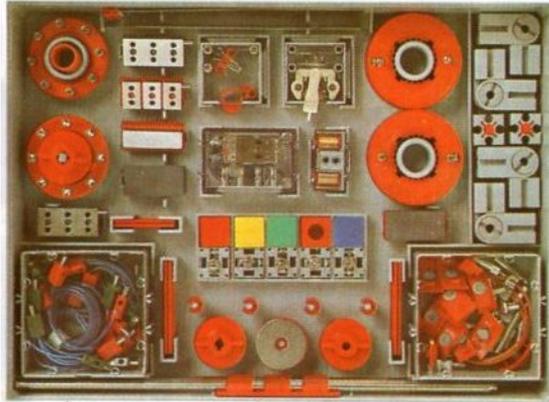
hobby 2 Motor und-Getriebe

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).



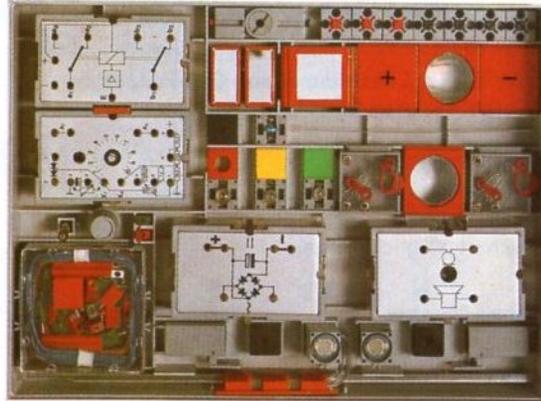
hobby S Statik
Brücken, Kräne, Türme

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 Mikrophon/Lautsprecher. Mit dem Relaisbaustein und mechanischen Tastern lassen sich selbst komplizierte Modellanlagen betreiben.

hobby- PROGRAMM

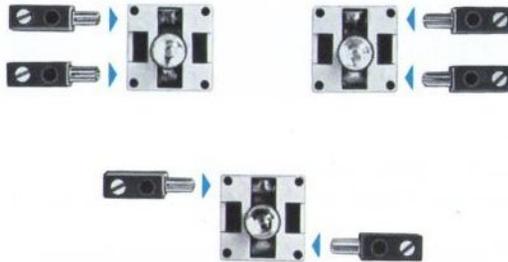
Zur Freizeitgestaltung für Techniker, Tüftler und Bastler entwickelt für die Bereiche Statik, Mechanik, Elektromechanik und Elektronik.

Grundkonstruktionen und Handhabung der Bauelemente

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

Hinweis: Die Lebensdauer von Glühlampen vergrößert sich durch Betrieb mit kleinerer Spannung.

Anschalt-Möglichkeiten:



2 Lampen parallel:



Kabel oder Zwischenstecker



Linsenlampe wegen großer Wärmeentwicklung nur mit durchbrochener Kappe benutzen.

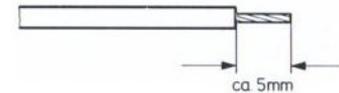
Leuchtsteine und Lampen einzeln auch als fischer-technik e-m 5 erhältlich.

Kabel und Stecker

Kabelstecker befestigen:



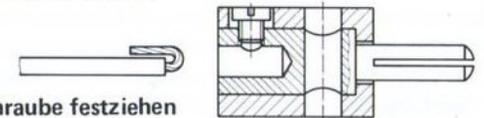
1. Kabel abisolieren (vorsichtig mit Messer, dabei keine Einzeldrähte abscheren)



2. Freies Ende der Litze umlegen



3. Stecker aufsetzen



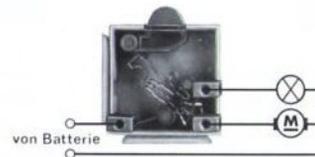
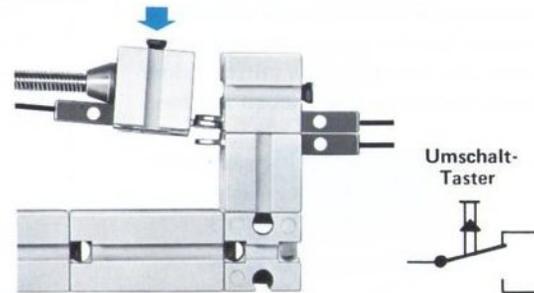
4. Schraube festziehen

Hält der Stecker in Buchsen nicht fest genug, mit dünnem Messer Steckerstift aufspreizen.

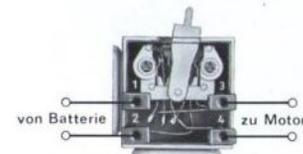
Elektrische Verbindungen



Einfache Taster- und Schalterkonstruktionen



fischertechnik-Umschalt-Taster mit Springkontakten (Wechsler). Bei Druck auf Taster wird von Lampe auf Motor umgeschaltet.



fischertechnik-Polwendeschalter mit Sprinkontakten. Je nach Stellung des Kipphebel läuft Motor links oder rechts.

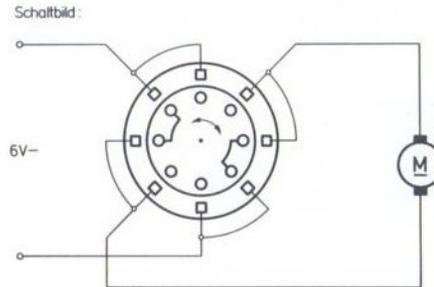
Taster und Polwendeschalter sind unter der Bezeichnung fischertechnik-e-m 3 auch einzeln erhältlich.

Drehschalter, 8-stufig



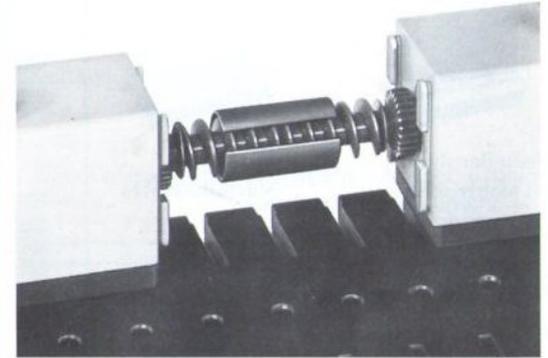
Die 8 Federkontakte im Oberteil können herausgenommen und für andere Zwecke verwendet werden. Das Oberteil kann mittels seiner Verzahnung motorisch angetrieben werden.

Beispiel: Polwendeschalter mit gerasteter Null-Stellung in der Mitte. (Betriebsart-Wahlschalter)



Alle Schaltungen mit dem Drehschalter sollten so ausgelegt sein, daß das Schalteroberteil nur interne Verbindungen benötigt. Damit erreicht man, daß die Leitungen zwischen Schalter und Verbraucher bzw. Energiequelle als feste Verbindungen ausgeführt werden können.

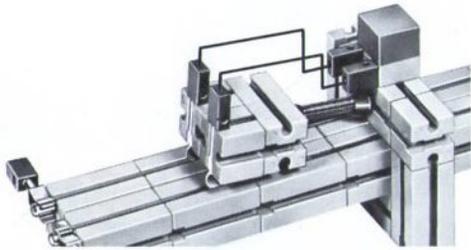
Kupplungshülse



zur elastischen Kupplung zweier Wellen, z. B. zum Ankoppeln eines als Generator arbeitenden E-Motors an einem schnell laufenden Motor.

Stromschienen und Schleifringe zur Stromübertragung

Beispiel einer Doppel-Stromschiene zur Stromübertragung auf eine längsverschiebbare Lampe.



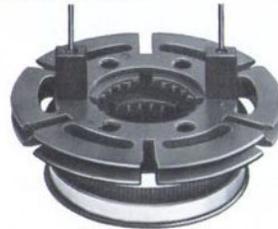
Die fischertechnik-Achsen sind mittels zweier Klemmkontakte und Kabel mit der Energiequelle verbunden. Sie führen also Betriebsspannung. Die Stromweiterleitung zu der Lampe erfolgt über Kontaktstifte, die über eine Federstange federnd angeordnet sind. Der Andruck wird durch das Eigengewicht der Kontakt-Halterung erzeugt.

Bei einer anderen Lösung baut man 2 Federkontakte aus dem Drehschalter-Oberteil direkt an den Lampen-Rahmen an.

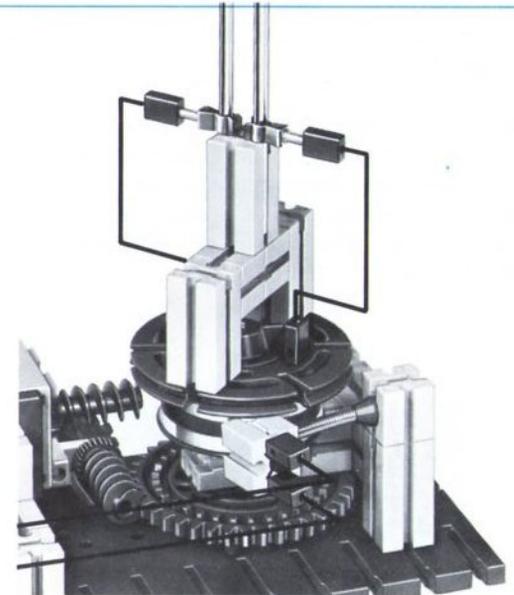
Beispiel eines 2-poligen Schleifringes



Befestigung des Schleifringes durch eine Flachnabe auf einer (nicht abgebildeten) fischertechnik-Achse.



Die Befestigung des Schleifringes erfolgt hier an einer Drehscheibe. Jede der 2 Schleifbahnen ist mit einer Steckenbuchse leitend verbunden.

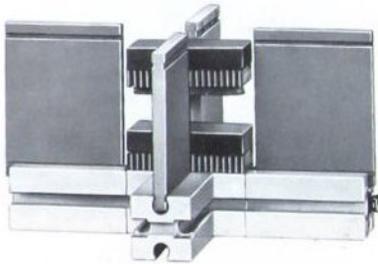


In diesem Beispiel eines „Drehfeuer“-Modells erfolgt die Stromzuführung zu dem sich drehenden Schleifring über 2 Kontaktstifte, die durch eine Federstange an die Schleifbahnen angedrückt werden. Die Weiterleitung zu der Lampe des Drehfeuers besorgen die beiden mit dem Schleifring mechanisch gekoppelten Stromschienen.

Dauer-Magnete

Sie können als Kraft- oder Steuer-Magnete eingesetzt werden.

Bei einem Magneten entspricht die Planfläche einem Magnet-Südpol, beim anderen einem Magnet-Nordpol. Deshalb sind sie auf eine grüne bzw. rote Fassung aufgeklebt. Die Magnete können ohne äußeren „Rückschluß“ aufbewahrt werden.

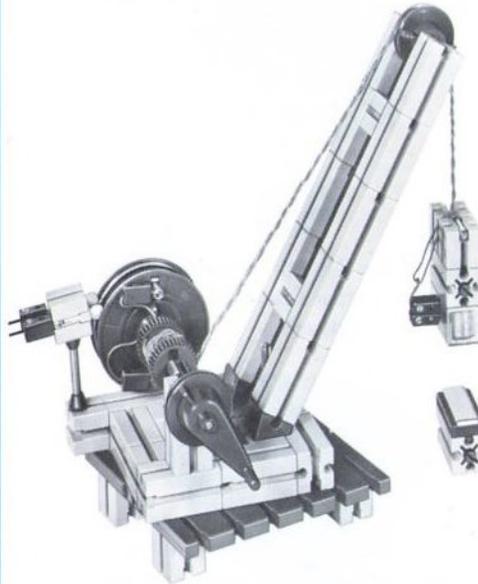


Nachweis der Magnetisierungsrichtung der fischertechnik-Magnete. Bei dieser Versuchsanordnung muß der obere Magnet schweben. Er ist nur seitlich geführt.

Elektromagnet

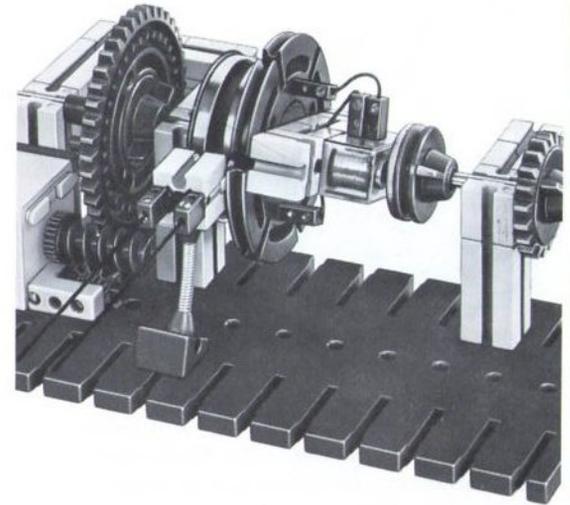
mit U-förmig gebogenem Eisenkern und vorgesetzten Polschuhen.

Der Magnet kann mit max. 10 V Gleich- oder Wechselspannung betrieben werden.



Einsatz als Hubmagnet bzw. elektromagnetischer Lasthaken. Stromzuführung über Kabel und Schleifring.

Verwendung als Kupplungsmagnet in einer elektromechanischen Magnetkupplung.



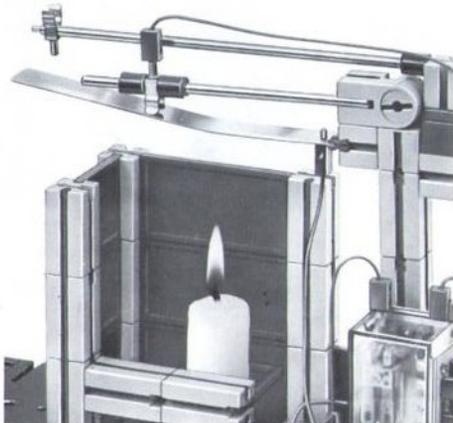
Als „Rückschluß-Platte“ verwendet man in diesem Beispiel besser die runde Eisenscheibe.

Das „Kleben“ des Ankers nach dem Ausschalten des Stromes wird vermieden, wenn an der Berührungsstelle mit den Polschuhen dünnes Papier aufgeklebt wird.

Thermo-Bimetall

als Wärmefühler eingesetzt. Zusammen mit 1 oder mehreren Kontakten wirkt der Bimetall-Streifen als „Thermo-Relais“ (geeignet bis 200° C).

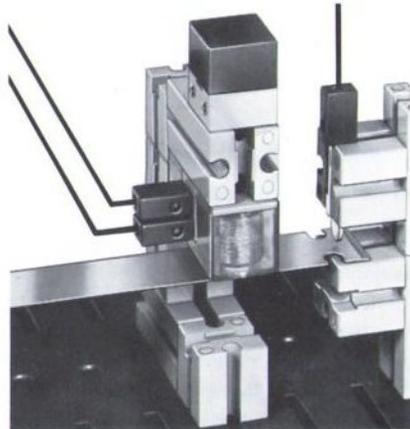
Beispiel:



Die Befestigung des Bimetall-Streifens erfolgt durch Einstecken in einen Schlitz des Verbindungsstückes 15.

Schwingfeder

Sie kann als elektromechanischer Taktgeber oder als Magnetanker oder als sehr flexible Stromzuführung benutzt werden.



In diesem Modell eines einfachen elektromechanischen Relais wirkt die Feder als Magnet-Anker und zugleich als federndes Kontaktglied eines Arbeitskontaktes.

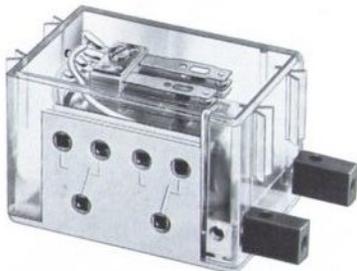
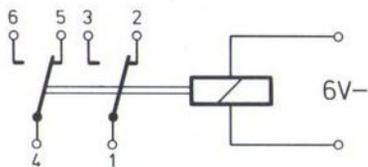
Das „Kleben“ des Ankers nach dem Einschalten des Stromes wird vermieden, wenn an der Berührungsstelle mit den Polschuhen dünnes Papier aufgeklebt wird.



Durch Veränderung des Pendelgewichtes kann die Taktfrequenz verändert werden. Die Befestigung erfolgt mittels durchgesteckte Verbindungsstücke 15 oder 30.

Relais mit 2 Umschaltkontakten

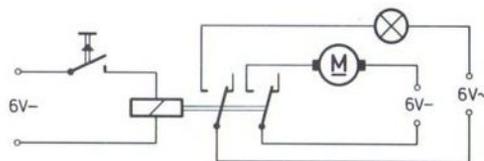
Das Gleichstrom-Relais darf mit maximal 10 Volt Gleichspannung betrieben werden. Die maximale Schalt-Leistung pro Kontaktsatz beträgt 1 Ampere bei 15 Volt.



Die Wirkungsweise eines Relais ist genau erklärt im 1. Band des hobby-Buches zum hobby 3-Baukasten.

Das Relais ist unter der Bezeichnung fischer-technik e-m 5 auch einzeln erhältlich.

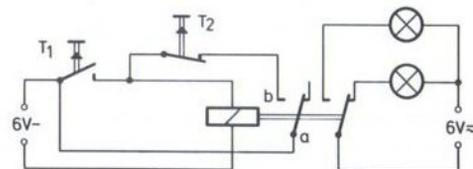
Beispiele: Fernsteuerung mittels Taster.



Der eine Kontakt schaltet einen Gleichstromkreis, der andere einen Wechselstromkreis.

Beispiel: Selbsthalteschaltung

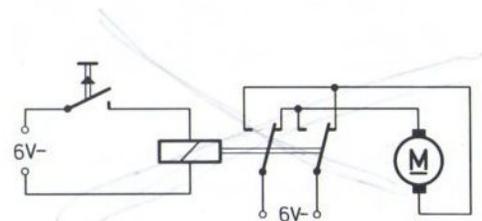
Bei Druck auf Taste 1 zieht das Relais an. Wenn die Taste 1 freigegeben wird, „hält es sich selbst“ (= bleibt angezogen) über seinen Arbeitskontakt a - b.



Erst durch Druck auf die Taste 2 fällt das Relais wieder ab.

Beispiel: Polwenderrelais

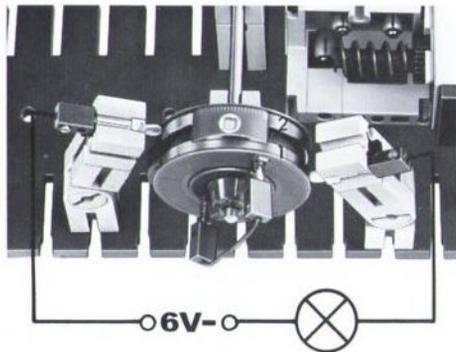
Je nachdem ob der Taster gedrückt ist, läuft der Motor nach links oder rechts.



Programmsteuerung

Setzt man auf die fischertechnik-Schleifringe Unterbrecher auf und treibt den Schleifring motorisch an, so erhält man einen Programmgeber.

Beispiel:



Die Stromzuführung zu Bahn 1 erfolgt über einen in einen Federgelenkstein eingesetzten Kontaktstift. Bahn 1 und 2 sind über ein kurzes Kabel verbunden. Je nachdem, ob der gegen die Schleifbahn 2 drückende Kontaktstift gegen die Schleifbahn selbst oder gegen einen der aufgesetzten Unterbrecher drückt, leuchtet bzw. erlischt die Signal-Lampe.

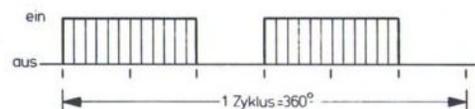


Die Unterbrecher setzt man auf den Schleifring und fixiert sie mit Hilfe eines Zapfen eines Bausteines.

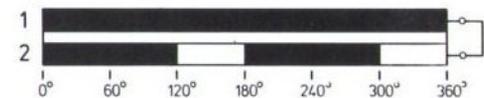
Treibt man den Schleifring durch einen E-Motor an, so erhält man einen Programmgeber, der in unserem Beispiel die Lampe nach einem Programm zum Leuchten bringt. Der Programmablauf wird bestimmt durch die „Belegung“ des Schleifringes mit Unterbrechern und durch die Zeit für eine volle Umdrehung des Schleifringes.

Das Programm stellt man grafisch dar.

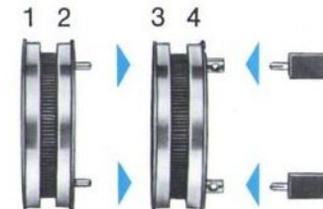
Unser Beispiel:



Der Belegungsplan:



Schwarz bedeutet: leitende Oberfläche



Durch Zusammenstecken der 2 Schleifringe werden die Bahnen 1 und 3 bzw. 2 und 4 zwangsläufig verbunden.

Sollen alle 4 Bahnen elektrische Verbindung bekommen, einfach die 2 Buchsen durch 1 Kabel verbinden.

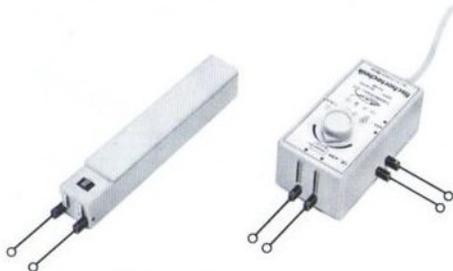
Weitere Informationen an Hand eines Beispiels finden Sie im hobby-Buch, Band 1.

Elektrische Grundschaltungen mit den Bauelementen des hobby 3-Baukastens.

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 aus mot. 1) oder einen fischertechnik-Trafo (mot. 4) besitzen. Letzterer liefert Ihnen eine in Stufen einstellbare Gleichspannung und zugleich eine Wechselspannung.

Batterie
oder Trafo



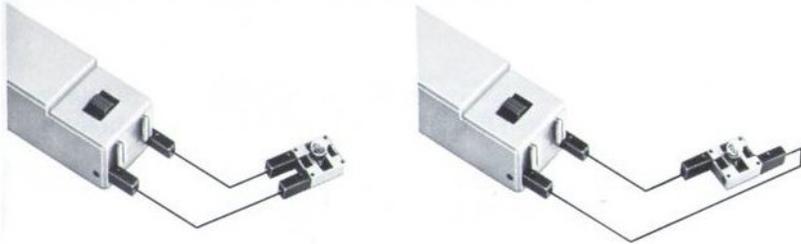
In Batterien steht Ihnen Energie in gespeicherter Form zur Verfügung. Die Energiemenge ist jedoch begrenzt. Ein Trafo ist stets bereit aus der Steckdose über Leitungen vom Elektrizitätswerk Energie zu liefern. Deshalb und wegen der Einstellbarkeit der Spannung sollten Sie sich einen Trafo alsbald beschaffen.

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.

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.

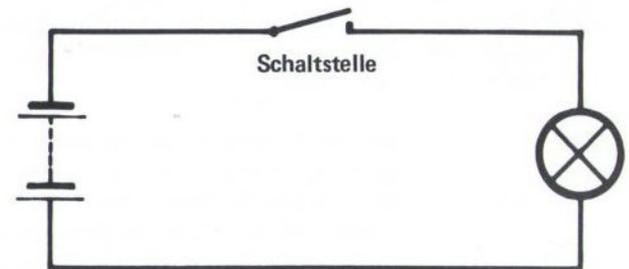
Die Lampe leuchtet erst auf, d. h. sie nimmt erst Energie auf, wenn der Strom zum Verbraucher hin und zurückfließen kann. Der Elektriker sagt: elektrischer Strom kann nur in einem „geschlossenen Stromkreis“ fließen. Trennen Sie den Stromkreis wieder auf! Sie können dies durch Herausziehen eines der vier 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.	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.
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.	Im ersten Fall ist die Batterie vielleicht nach 10 Stunden, im anderen Fall aber schon nach 8 Stunden verbraucht.
	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.	Widerstand Sie wissen bereits den Grund: Die beiden Lampen haben verschieden großen „elektrischen Widerstand“.
	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.	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.
	Zeichen für Gleichspannung: \equiv Wechselspannung: \sim . Das Zeichen \approx bedeutet: Sie können Gleich- oder Wechselspannung verwenden.	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: Ω (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 60Ω .

Spannung in Volt Die elektrische Spannung mißt man in Volt oder Kilovolt oder Millivolt, ja sogar in Mikrovolt. Kurzzeichen: V, kV, mV, μ 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, μ 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:

$$U = I \times R$$

- Erläuterungen
- Dieses Gesetz läßt sich veranschaulichen:
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 V und fließt durch ihn ein Strom von 1 A , so nimmt er eine Leistung von 1 W auf.

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

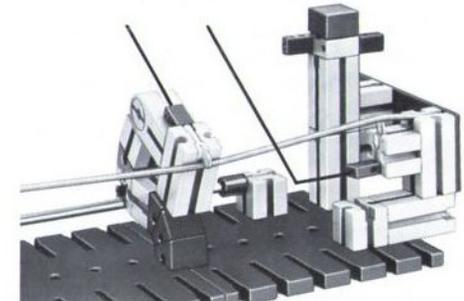
Schaltzeichen für einen Widerstand



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



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:

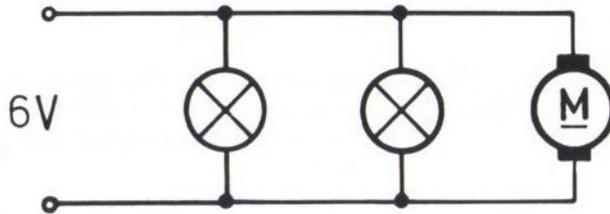
$$R = \varrho \frac{l}{q}$$

Beispiel Je größer die Drahtlänge l und je kleiner der Querschnitt q eines Drahtes, um so größer ist sein elektrischer Widerstand. Die Größe ϱ (griechischer Buchstabe : Rho) ist eine für jedes Material spezifische Zahl. Bei guten Leitern ist ϱ klein, bei schlechter elektrischer Leitfähigkeit dagegen groß. ϱ 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 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:



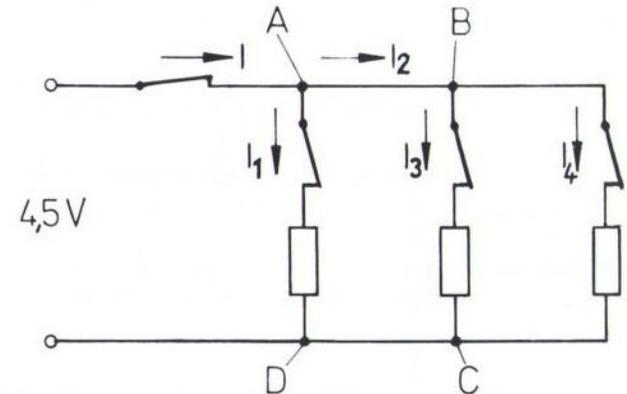
Sie haben drei Verbraucher in „Parallelschaltung“ an die Energiequelle angeschlossen. Durch die Parallelschaltung ist es also möglich, mehrere Verbraucher voneinander unabhängig an das „Netz“ anzuschließen.

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

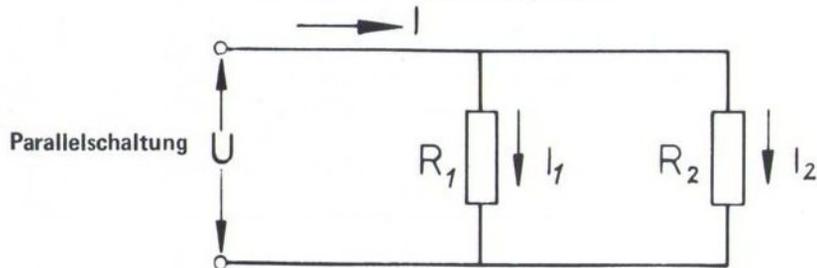


Betrachten wir die Verhältnisse in den Punkten A, B, C, D, wenn alle Schaltstellen geschlossen sind: Der von der

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.)

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



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:

Bei Parallelschaltung

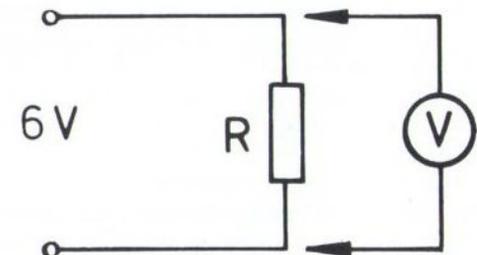
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

In Worten: Verändert man die Werte der 2 Widerstände, so verändern sich die zwei Ströme umgekehrt wie die Widerstandswerte.

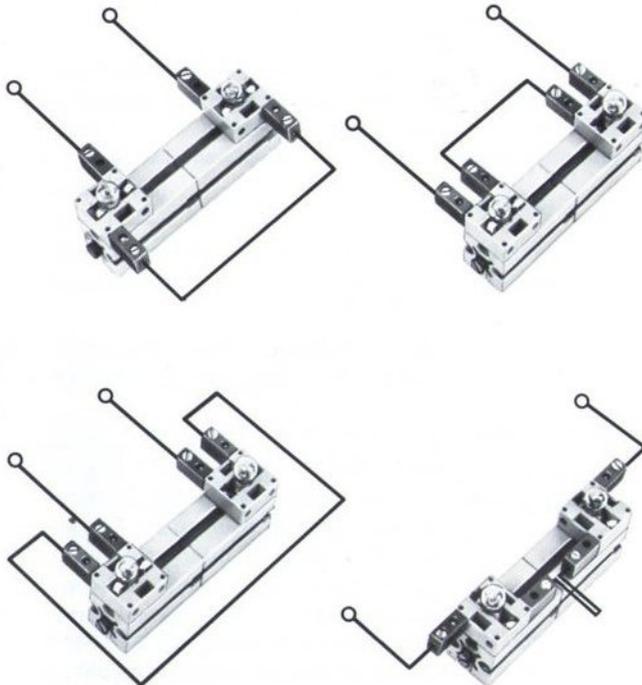
Leitwert Hat man mehr als zwei Widerstände parallelzuschalten, so arbeitet man zur Berechnung der Ströme besser mit dem Kehrwert des Widerstandes, dem Leitwert „G“. ($G = 1 / R$)

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

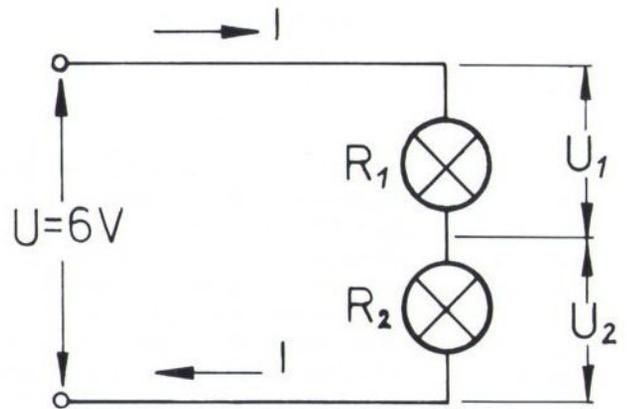
Symbol für Voltmeter



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.



Prinzip:



Der durch einen Widerstand, z. B. unsere Glühlampe fließende Strom bewirkt, daß an den Klemmen dieser Lampe eine Spannung „steht“ (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:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots \quad \text{und} \quad R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

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.

Da
$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$
 ist,

errechnet sich das Verhältnis der Teilspannungen und der Teilwiderstände:

Bei Reihenschaltung

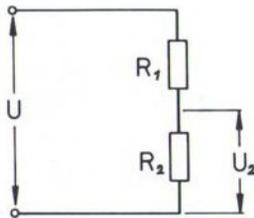
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

In Worten:

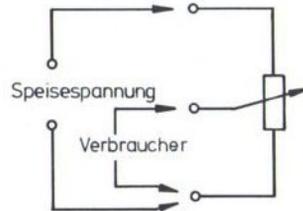
Bei der Reihenschaltung verhalten sich die Teilspannungen wie die zugehörigen Einzelwiderstände.

Spannungsteiler

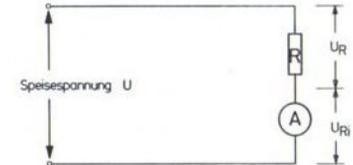
Dieses Gesetz wird ausgenutzt, wenn die zur Verfügung stehende Energiequelle nur eine feste Spannung abgibt und diese Spannung für den jeweiligen Versuch zu hoch ist. Man schaltet dann an die Energiequelle eine Reihenschaltung von zwei oder mehreren Widerständen und „greift“ an einem davon eine Teilspannung „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 jede beliebige Spannung zwischen Null Volt und der Gesamtspannung U abgreifen.



Symbol für Strommesser



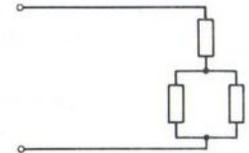
Man sollte Strommesser benutzen, deren „Innenwiderstand“ möglichst klein ist. Unter Innenwiderstand R_i versteht man den elektrischen Widerstand des Instrumentes (einschließlich der dazu parallelgeschalteten Widerstände zur Messbereich-Umschaltung). Ist der Innenwiderstand im Verhältnis zum elektrischen Widerstand des Verbrauchers nicht vernachlässigbar klein, so wird durch das Einsetzen des Strommessers in den Stromkreis die Spannung U_R am Verbraucher merklich kleiner als die Netzspannung U werden. Die angezeigte Stromstärke ist kleiner als die Stromstärke vor dem Einbau des Strommessers.

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 kennen. Dieser „Verbraucherstrom“ und der durch R_2 fließende Strom fließen ja zusammen durch den Widerstand R_1 . Bei Anschaltung des Verbrauchers an den Spannungsteilern ändert sich das Spannungsverhältnis von U_1 zu U_2 !

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

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.

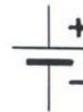
Stromversorgung

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.

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 „Elektroden“ der Batterie.



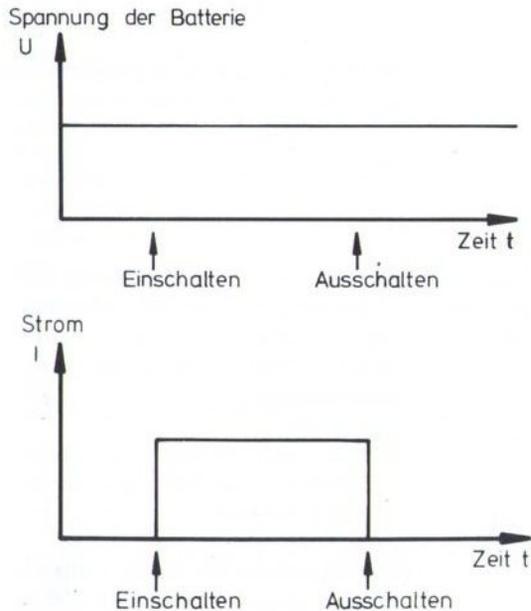
Für das Lesen komplizierterer Schaltbilder, vor allem aber für den richtigen Einbau von Halbleiter-Bauelementen, z. B. von Dioden und Transistoren, ist es wichtig, die Polarität der Spannungsquellen zu kennen.

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.

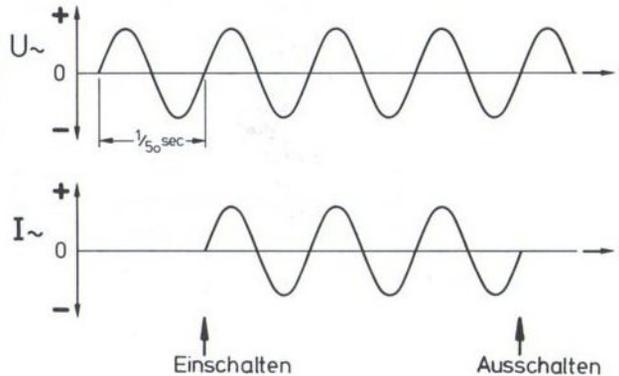
Sie haben mit dieser Methode zwar noch keinen technischen Wechselstrom in Ihrem Schaltkreis erzeugt, aber Sie konnten die Wirkung eines Stromes, der ständig seine Richtung ändert, auf einen Gleichstrommotor gut beobachten.

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 der technischen Wechselspannung und des 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 abscwellender 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.

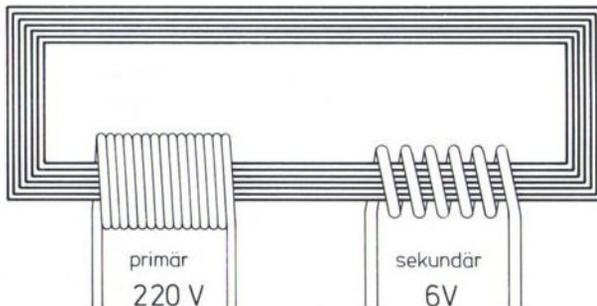
Die ständige Veränderung der Stromstärke können wir mit unserem Auge nicht ohne weiteres verfolgen. Die Gründe dafür sind:

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.

Im fischertechnik-Trafo wird die für Experimentierzwecke viel zu gefährliche Netzspannung von $220\text{ V} \sim$ auf gefahrlose $6\text{ V} \sim$ herabtransformiert. Diese Spannung steht an einer Längsseite des Trafo-Gehäuses zur Verfügung.

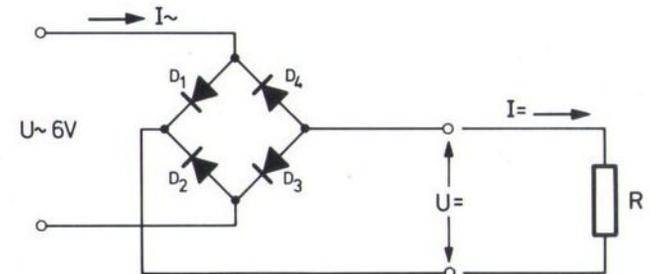
Spannungswandlung · Wie erfolgt nun die Transformation?

Auf den aus einzelnen Blechen geschichteten Eisenkern des Trafos sind 2 von einander unabhängige und allseitig isolierte Kupferdraht-Wicklungen aufgebracht. Die eine Wicklung mit mehreren tausend Windungen wird an die Netz-Wechselspannung angelegt. An der anderen Wicklung – aus wenigen, aber aus dickem Draht gewickelten Windungen bestehend – entsteht eine kleine Wechselspannung. Das Verhältnis der beiden Spannungen kann man in erster Näherung aus dem Verhältnis der Windungszahlen ermitteln.



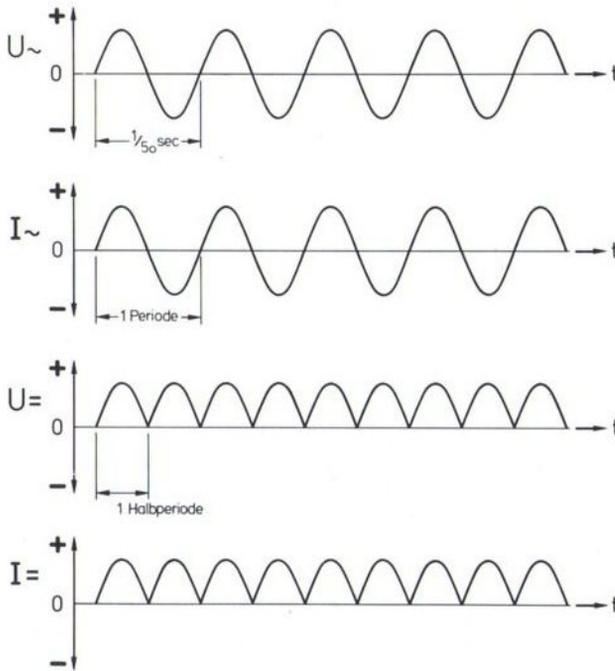
Gleichspannung vom fischertechnik-Trafo Für den Antrieb des fischertechnik-Motors und anderer elektromechanischen Bauelemente ist jedoch eine Gleichspannung erforderlich. Sie wird den Anschlußbuchsen an der Stirnseite des fischertechnik-Trafos entnommen.

Die hier zur Verfügung stehende Spannung kann über den Einstellknopf des Trafos umgepolt und in einer gewünschten Höhe zwischen 0 und 7 Volt eingestellt werden.



Die vier Gleichrichter – auch „Dioden“ genannt – D_1 bis D_4 lassen Strom nur in einer Richtung durch. Deshalb fließt in einer „Halb-Periode“ der Strom über die Diode D_1 zum Verbraucher R und über D_3 zur Energiequelle zurück. In der anderen Halb-Periode fließt der Strom über D_2 und D_4 . Die Stromrichtung im Verbraucher R bleibt hierdurch immer gleich.

Im Zeit-Diagramm für Spannung und Strom erkennen Sie die Zusammenhänge am besten.



Für unsere Anwendungszwecke stört die noch vorhandene „Welligkeit“ des Stromes, d. h. die ständig, aber gleichmäßig verlaufenden Schwankungen von Spannung und Strom nicht.

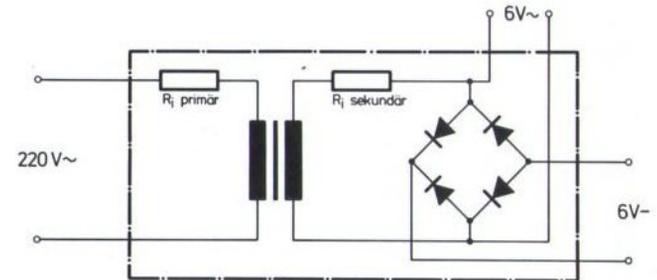
Innenwiderstand eines Transformators

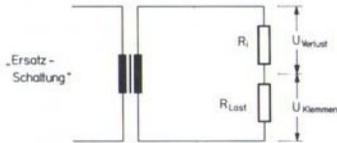
Der Kupferdraht der Wicklungen besitzt einen elektrischen Widerstand, deshalb erwärmt sich der Draht, sobald der Strom durch die Wicklung fließt. Ebenso erwärmt sich das Eisen des Trafos.

Diese Erscheinung berücksichtigt der Techniker bei der Berechnung von Schaltungen als „Innenwiderstand“ R_i des Transformators.

Für grundsätzliche Überlegungen denkt man in den Primär- und den Sekundär-Stromkreis jeweils ein R_i .

Damit sieht das Prinzip-Schaltbild unseres fischertechnik-Trafos so aus:





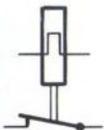
Bei Betrachtung dieser „Ersatz“-Schaltung ist leicht einzusehen, daß mit steigender Belastung des Transformators, also mit kleiner werdendem „Last-Widerstand“ R (z. B. durch Parallelschalten weiterer Lampen zu erreichen) die am „Last-Widerstand“ verfügbare Spannung kleiner wird.

Experimentell können Sie diesen Effekt leicht durch Anschalten einer unterschiedlichen Anzahl von Lampen nachweisen.

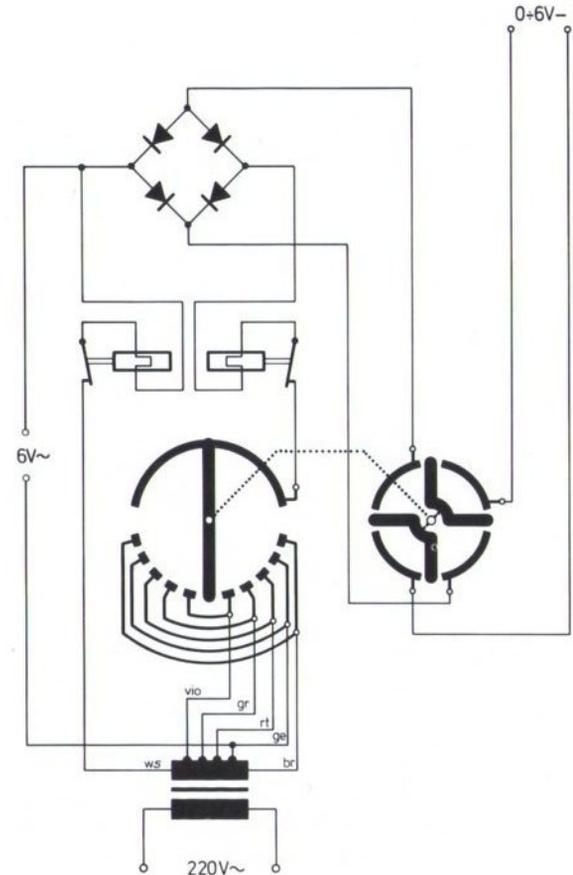
Schutzschaltung

Damit die Erwärmung die zulässige Grenze nicht überschreiten kann und die Gleichrichter nicht überlastet werden, sind beim fischertechnik-Trafo zwei „thermische“ Schutzschalter eingebaut. Diese öffnen den Stromkreis, sobald über längere Zeit ein Strom von mehr als 0,8 Ampere fließt. Nach Abkühlung wird automatisch der Stromkreis wieder geschlossen. Ist in der Zwischenzeit die Ursache der Überlastung nicht beseitigt worden, öffnet der Schalter immer wieder.

Schaltzeichen für thermischen Schutzschalter:



Aus dem Gesamt-Schaltbild des fischertechnik-Trafos kann der Geübte entnehmen, wie sich je nach Stellung des mit dem Drehknopf fest verbundenen „Schleifers“ die Polarität und die Höhe der Spannung an den Gleichspannungsbuchsen ändert.



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. Die das zu fördernde Gut aufnehmende Plattform des Wagens drückt auf den Endausschalter. Der Stromkreis ist offen. 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.

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 Start völlig selbständig einen vollen „Arbeitszyklus“ aus.

Zeitsteuerung oder 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.

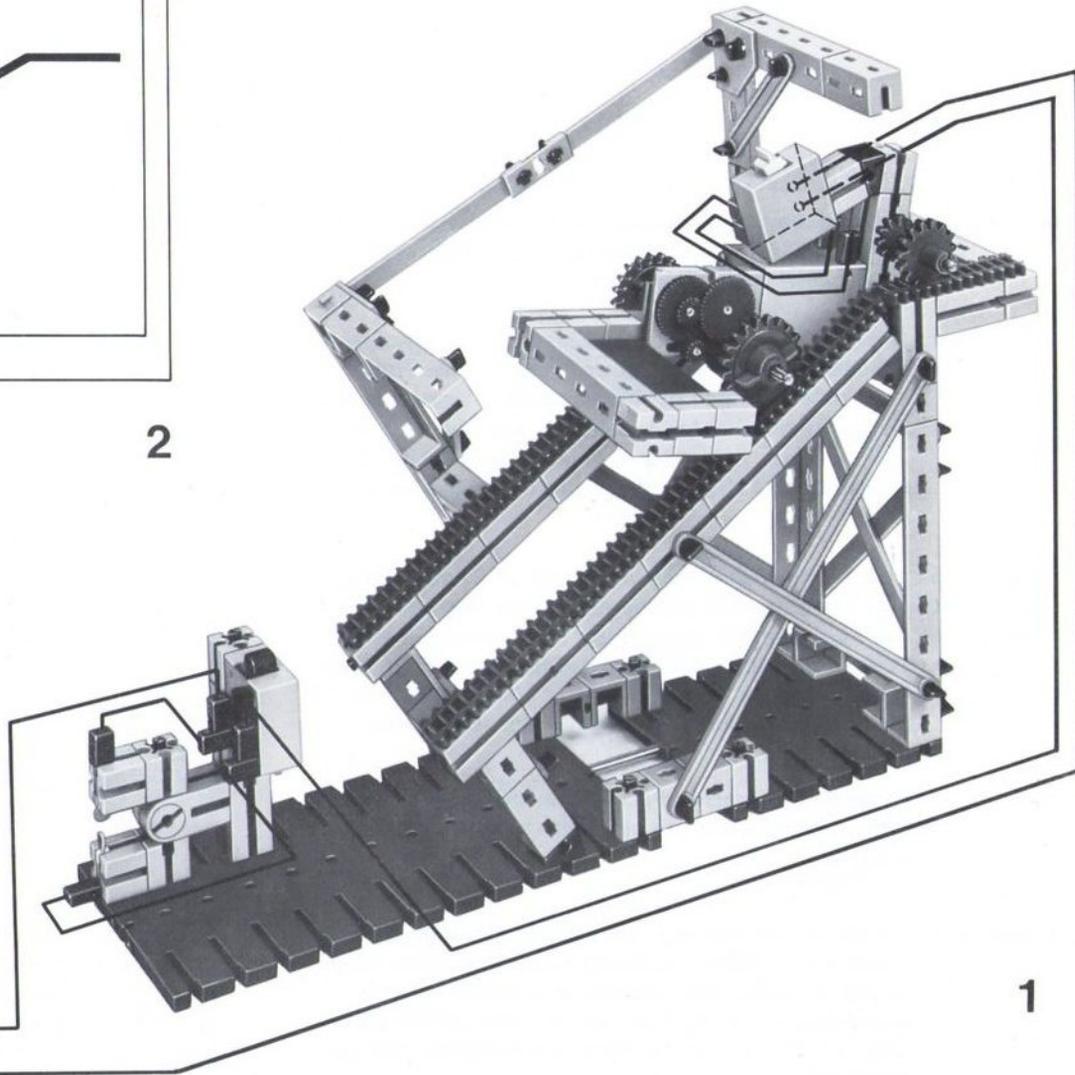
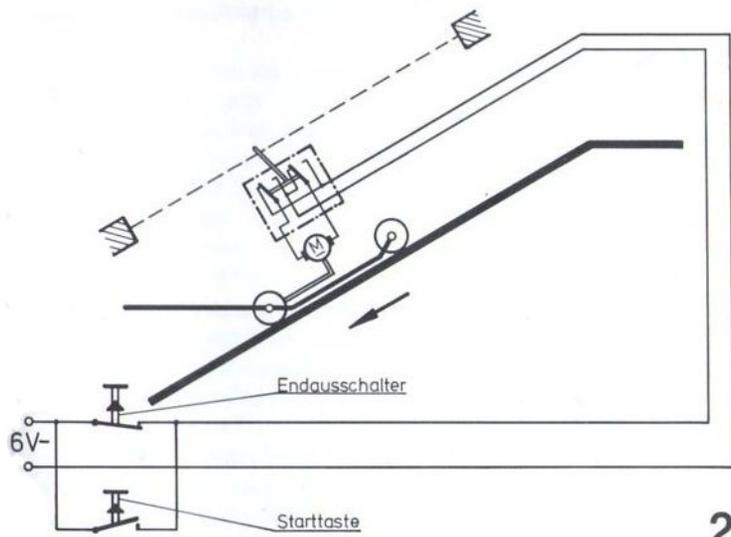
Stellt man einem Steuerungstechniker eine solche Aufgabe, so findet er mehrere Lösungen. Die schaltungsmäßig einfachste ist:

Polwendschalter Die schaltungstechnisch einfachste Lösung arbeitet mit einem auf dem Wagen fest angebauten Polwendschalter. 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 Polwendschalter 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).



Schalter-Justage Zum Justieren der Anlage empfiehlt es sich, den Endausschalter zunächst zu überbrücken und zunächst allein den Polwendeschalter zu justieren.

Nachteil dieser Schaltung Diese Schaltungsart erfordert genaueste Abstimmung der Schaltzeitpunkte des Endausschalters und des Wendeschalters. Außerdem muß der Motor auf der Transportbühne angebaut sein. Dies bedingt den teureren Antrieb mittels Zahnschienen. Bei größeren Anlagen fällt auch der Preis für das flexible Kabel und dessen Aufhängung ins Gewicht.

Einfachere Konstruktion der Seilwinde Mechanisch bedeutend einfacher ist ein Schrägaufzug, bei dem eine Seilwinde den Wagen auf zwei normalen Schienen hochzieht. Bei genügendem Eigengewicht des leeren Wagens hält dieser beim Rücklauf das von der Winde abgspulte Seil stets straff. Bei dieser Lösung ergibt sich ein etwas erhöhter Aufwand auf der elektrischen Seite.

Bauen Sie entsprechend der Skizze von Bild 4 einen einfachen Schrägaufzug mit am Boden angeordneter Seilwinde auf.

Relais-Steuerung Wir wollen von Lösungen mit Polwendeschalter an einem Wendepunkt und mechanischer Koppelung seines Kipphebels über Seile oder Gestänge zum anderen Wendepunkt absehen. Deshalb wenden wir eine „Relais-Steuerung“ an. Gemeint ist die Steuerung durch ein oder mehrere Relais.

Polwende-Kontaktsatz Die Polumschaltung erfolgt dabei durch die Kontakte eines entsprechend verdrahteten zweipoligen Umschaltrlais. Dieses steht in Ihrem Baukasten zur Verfügung. Das Schaltprinzip eines solchen Relais zeigt Bild 3.

Die Wicklung des Polwende-Relais soll durch kurzes Betätigen der an einem Ende der Fahrbahn angebrachten Taste „erregt“ und durch die andere Taste wieder stromlos werden. Da jeweils nur ein kurzer Steuerimpuls gegeben wird, müssen diese jeweils „gespeichert“ werden.

Selbsthalte-Relais Auch dies läßt sich mit einem Relais verwirklichen. Eine solche „Selbsthalte-Schaltung“ zeigt Bild 5. Der Taster 1 bewirkt die Haltung, durch Taster 2 wird sie wieder aufgehoben.

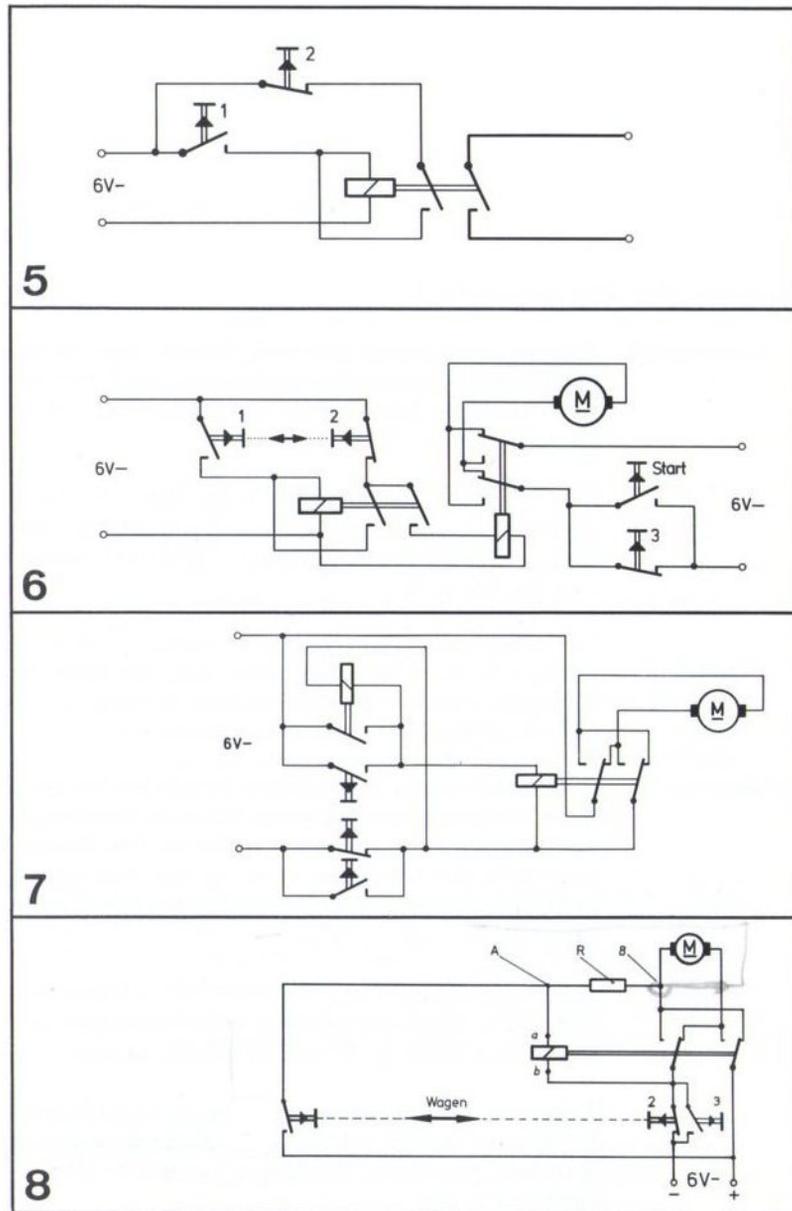
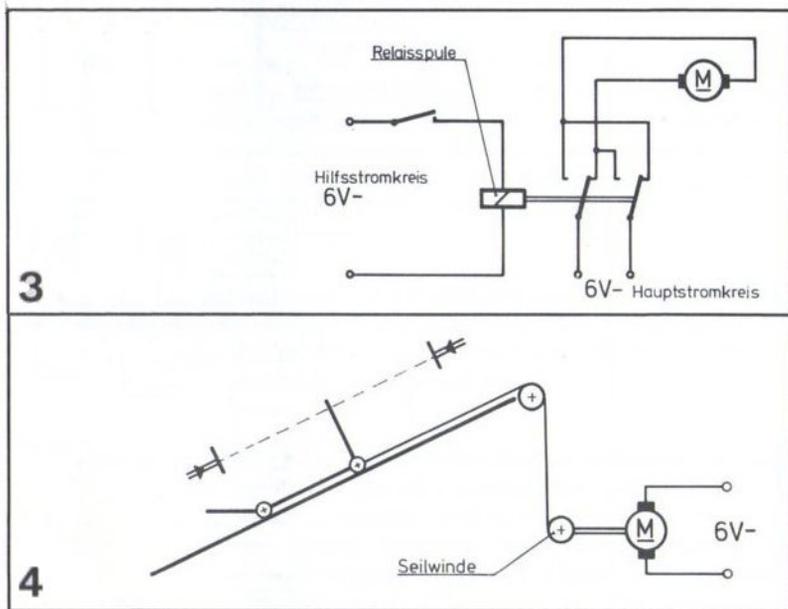
Schaltung mit 2 Relais Die ganze Steuerungsaufgabe erfordert also, nach dem bisher Gesagten, 2 Relais (Bild 6). Der Aufwand an elektrischen Mitteln läßt sich aber noch wesentlich reduzieren:

Der 2. Kontaktsatz des Selbsthalte-Relais entfällt, wenn wir den Hilfsstromkreis mit der Spannung des Hauptstromkreises betreiben (Bild 7). Das Halterelais könnten Sie mit Hilfe des Magneten und einer Blattfeder selbst zusammenstellen. Noch einfacher wird die Schaltung, wenn ein 3-poliges Relais zur Verfügung stünde. Am elegantesten ist aber eine Schaltung nach Bild 8. Zur

Schaltung leichter Beschreibung ist die zunächst willkürlich gewählte Angabe des + und - Potentials vorteilhaft.

Nach dem Start durch kurzen Druck auf Taste 3 fährt der Wagen nach links. Die zwei Enden der Relaiswicklung a und b liegen auf demselben Potential (- Potential). Das Relais ist also stromlos, also „unerregt“. Sobald der Wagen aber den Taster 1 schließt, erhält Punkt A und damit auch der Anschluß a des Relais + Potential. Das Relais „zieht“ und polt die Leitungen zum Motor um. Damit wird Punkt B von - auf + Potential umgeschaltet. Sobald der jetzt zurückfahrende Wagen den Taster 1 freigibt, wird die Verbindung zwischen + Leitung und Punkt A im Taster 1 aufgetrennt. Das Relais fällt trotzdem nicht ab, weil der vom (nun + Potential führenden) Punkt B über den Widerstand R durch die Relaiswicklung fließende Strom die Selbsthaltung des Relais aufrecht erhält.

Der Widerstand R sollte etwa 50 Ohm groß sein. Er läßt sich durch eine Glühlampe darstellen.



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.

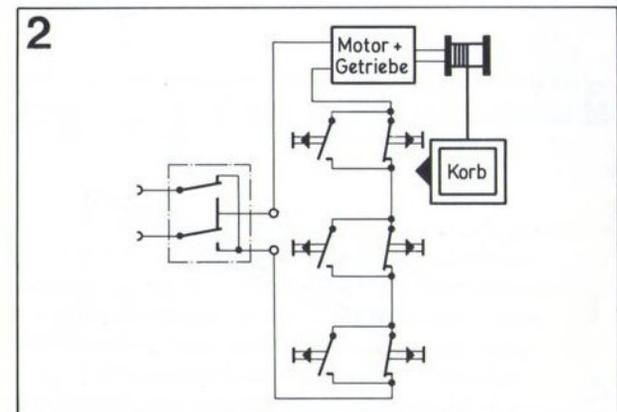
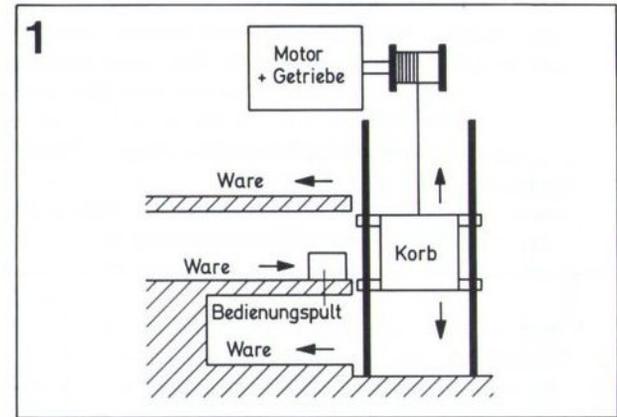
Halb- oder vollautomatisch arbeitende Warenverteilanlagen tragen wesentlich zur Beschleunigung des Arbeitsablaufs, zur Einsparung von Arbeitszeit und zur Erleichterung der Arbeit bei.

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.

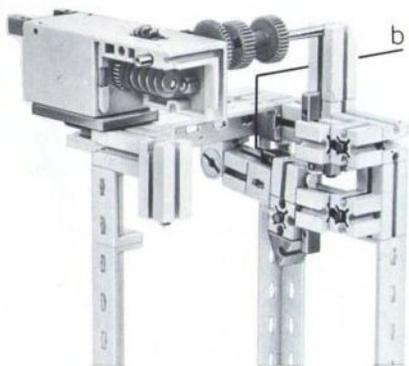
Modellbau: Zum Bau des Modells benötigen Sie einen 2. Motor. Anstelle des im Modell verwendeten Mini-Motors kann auch ein normaler Motor (z. B. mot. 3) benutzt werden.

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.

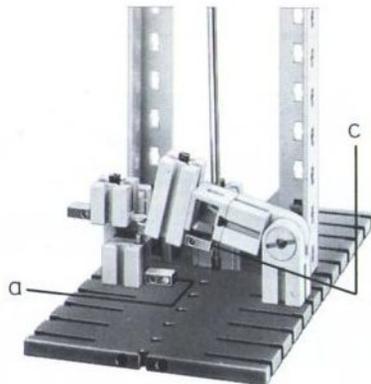


Lösungsschritte: Der mit der Konstruktion der Steuerung beauftragte Techniker wird zunächst die Gesamtaufgabe in Einzelschritte auflösen. Zum Beispiel:	Steuernocken Die Nocken dieser Scheibe drücken innerhalb eines Umlaufes der Scheibe während passend gewählter Zeitabschnitte einen oder mehrere Taster.
Fahrtrichtung vorwählen Die Fahrtrichtung kann in einfacher Weise durch Umpolen der Motorleitungen geändert werden. Die Umpolung wird am einfachsten durch einen Polwendschalter vorgenommen.	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.
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.	Umpolen Während der Schaltpause (= Zeit zwischen dem Anhalten des Förderkorbes am Ziel und dem Wiederanfahren 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.
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.	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.
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.	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.

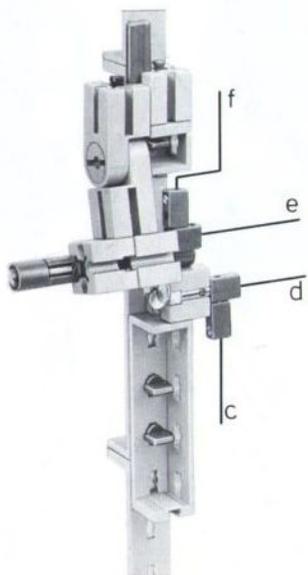
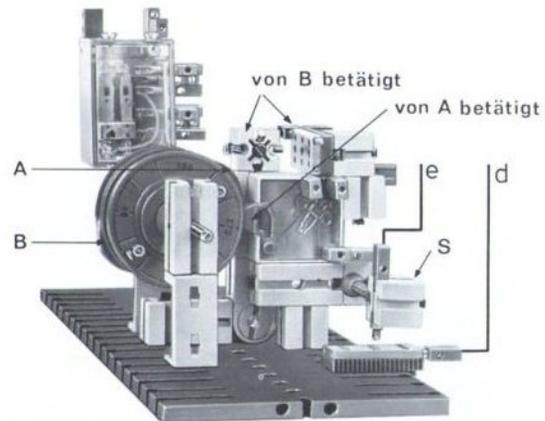
Erneute Umpolung	Gleichzeitig oder kurz vor dem Stop des Programmgebers muß die erneute Umpolung des Relais gesteuert werden. Aufgrund dieser Überlegungen sollten Sie versuchen, eine Steuerschaltung selbständig zu entwerfen. Es gibt mehrere Möglichkeiten.	Umpolung des Seilmotors	Die Kontakte schalten 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.
Schaltbild	Bild 3 zeigt eine der möglichen Lösungen. Die Hauptabbildung des Modells zeigt die Verdrahtung nach diesem Schaltplan.	Haltepause	Die Haltepause des Korbes am Zielort dauert solange der Arbeitskontakt der Taste 5 noch geöffnet ist. Dieser überbrückt die 3 in Reihe geschalteten Taster 1 - 2 - 3. Erst wenn der Steuernocken der Steuerscheibe B auf die Taste 5 drückt, läuft der Seilmotor an.
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.	Rückfahrt	Der Korb beginnt in die Ausgangsposition zurückzufahren. Dadurch wird der vom Korb geöffnete Taster 2 oder 3 schnell freigegeben, so daß die etwas später erfolgende Freigabe der Taste 5 durch den Steuernocken B ohne Einfluß bleibt.
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.	Stopp des Seilmotors	Sobald der Korb in der Ausgangsposition ankommt, öffnet er den Ruhekontakt des Tasters 1. Der Hauptstromkreis wird unterbrochen, der Seilmotor kommt zum Stillstand.
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. Die Anlage läuft ab diesem Augenblick auch weiter, wenn die Starttaste wieder freigegeben wird.	Stopp des Steuerprogrammes	Der noch weiterlaufende Steuermotor setzt sich selbst still, wenn nach Ablauf einer vollen Umdrehung der Steuerscheibe A dessen Steuernocken den Umschalttaster 4 drückt. Das Relais zieht in diesem Augenblick an und polt die Leitungen zum Motor um. Die Anlage ist erneut startbereit.
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 (blaue Leitungen).		
Beginn der Programmsteuerung	Nach einer Drehung der Steuerscheibe A von etwa 20° schaltet der Kontakt 4 um. Die rote Steuerleitung wird dadurch stromlos. Das Relais fällt ab.	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.



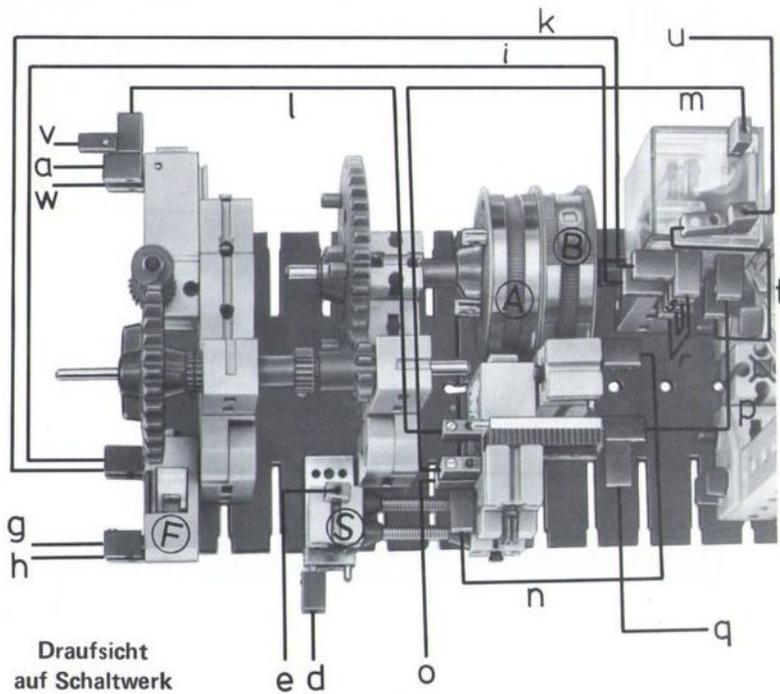
Taster 1



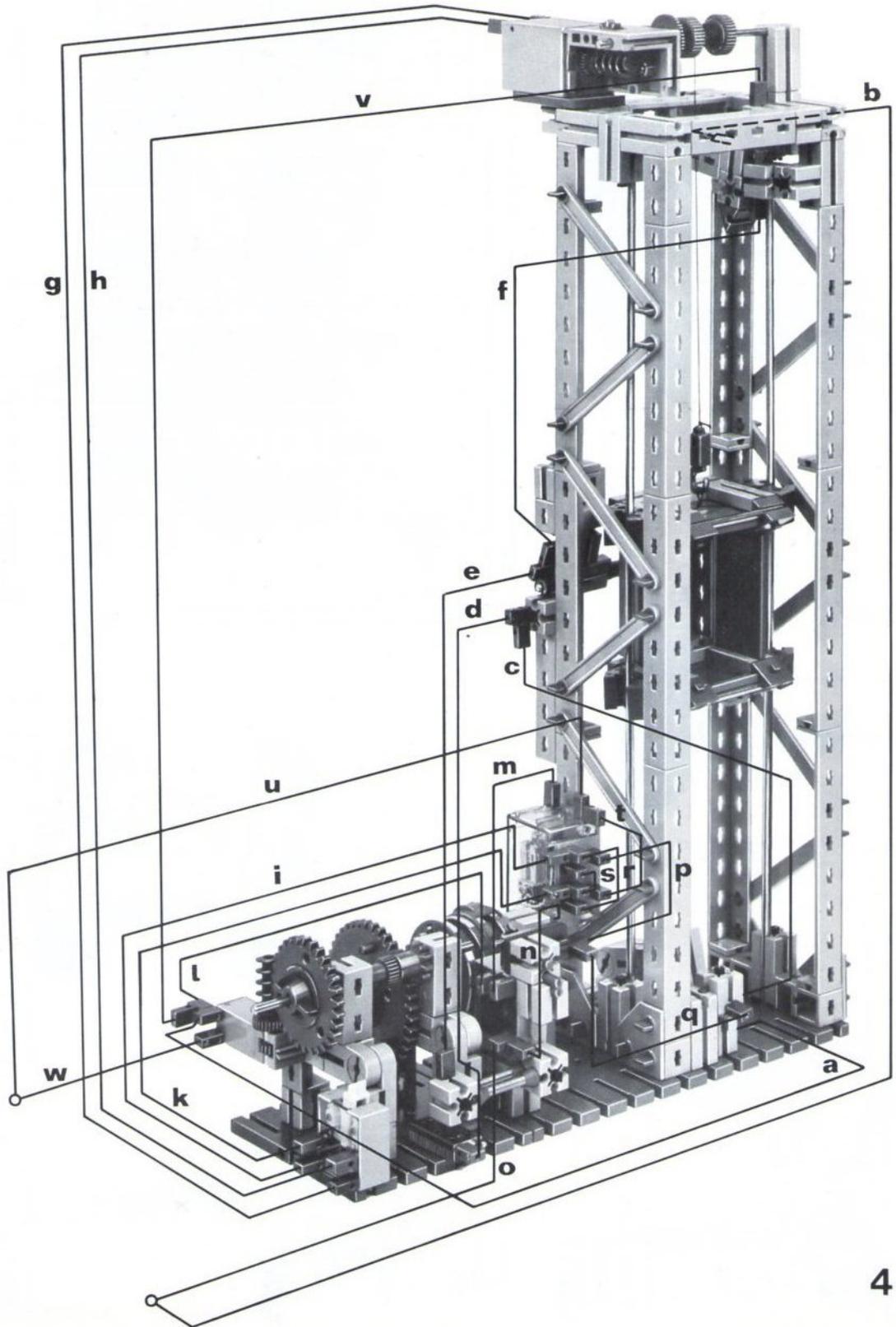
Taster 3



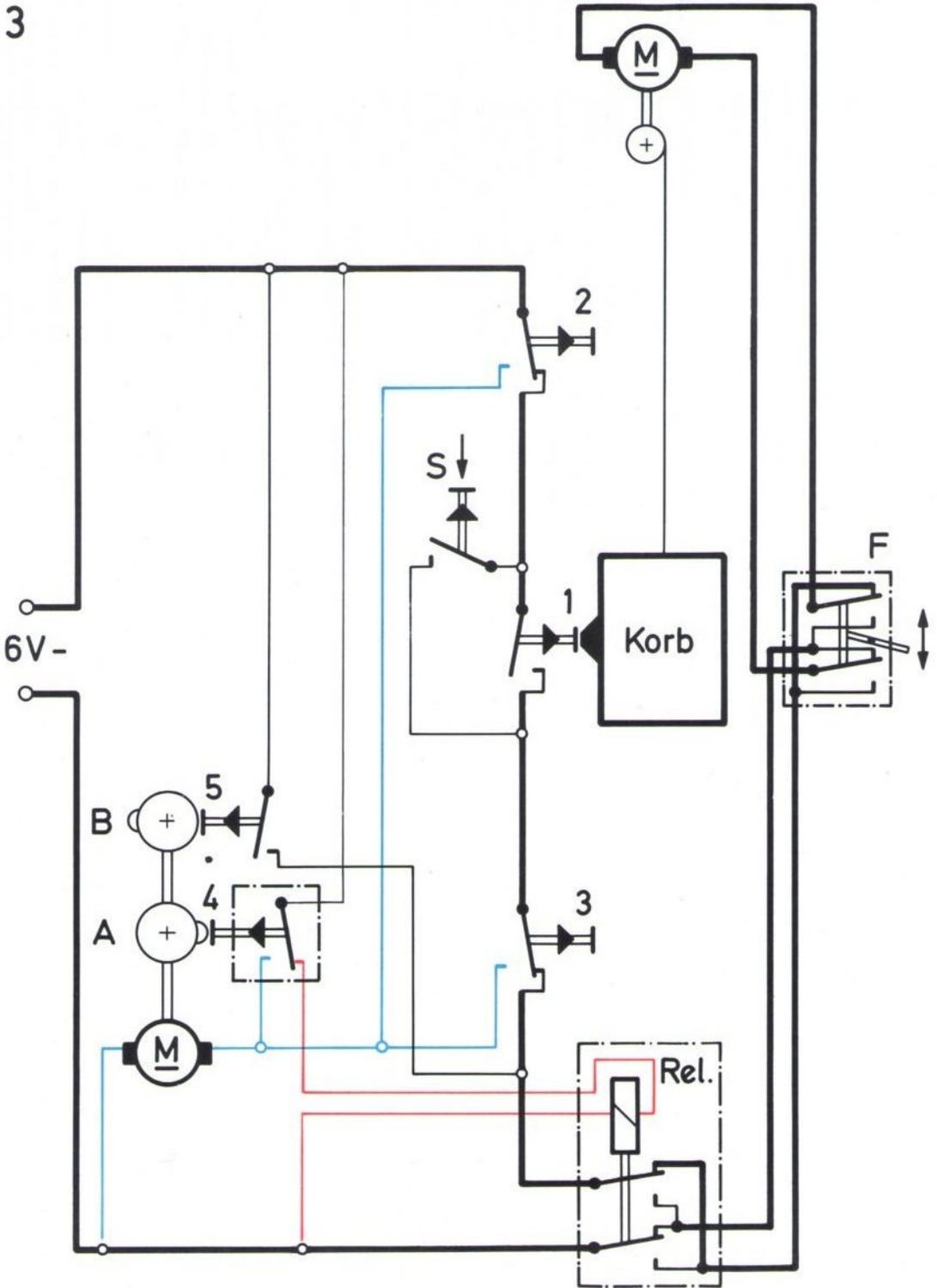
Taster 2



Draufsicht
auf Schaltwerk



3



Zum hobby 3 Baukasten gibt es ein fischer-
technik-hobby-Buch.

In ihm ist das Wesen zahlreicher elektrischer
Schaltmittel dargestellt, die zum Schalten von
Stromkreisen und zum Steuern von Maschinen
und Anlagen benötigt werden. So werden z. B.
die Grundprinzipien der wichtigsten Taster-
und Schalter-Typen, des Relais und des Thermo-
bimetalls erläutert. An den leicht nachzubau-
enden Funktionsmodellen können die jeweils
wichtigen Probleme studiert und gelöst werden.

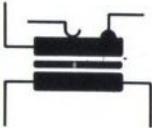
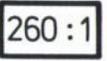
Ein Abschnitt befaßt sich mit Magnetismus und
Elektromagnetismus.

Zahlreiche Modellsteuerungen - z. T. mit mehr-
eren Motoren, aber immer nur auf je 1 Baukasten
 $h_1 - h_2 - h_S$ aufbauend - runden den Inhalt
dieses hobby-Buches ab. Außerdem finden Sie
zusätzliche Anregungen zum Ausbau dieser Mo-
delle.

Interessieren Sie sich für die Probleme des kon-
taktlosen Schaltens mit elektronischen Mitteln,
so können Sie mit dem Baukasten hobby 4
(Elektronik - Steuern und Regeln durch Licht,
Wärme und Schall) Ihr hobby-Programm er-
weitern.

Elektrische Schaltzeichen

	Leitung, einfach
	Leitung, beweglich
	wahlweise anzu- schaltende Leitung
	Leitungskreuzung, ohne Verbindung am Kreuzungspunkt
	Abzweigung
	Leistungsverbindung, nicht lösbar
	Leistungsverbindung, lösbar
	Buchse mit Stecker
	Stecker, beweglich
	Einschaltglied
	Umschaltglied
	Umschaltglied, mit 3 Stellungen
	Ein- Aus-Schalter, handbetätigt
	Einschalt-Taster, handbetätigt
	Gleichstrom
	Wechselstrom
	Gleich- oder Wechselstrom (Allstrom)

	Batterie (galva- nisches Element) mit Polaritätsangabe
	Batterie (galvanisches Element) mit einer nicht angegebenen Anzahl von Zellen.
	Transformator mit Eisen- kern. 1 feste und 1 stufig verstellbare Anzapfung (z. B. fischertechnik-Trafo)
	Meßinstrument, allgemein
	Voltmeter
	Amperemeter
	Glühlampe
	Linienlampe
	Gleichstrom-Motor
	Getriebe mit Übersetzungs- Verhältnis-Angabe

Falls nicht anders angegeben, zeigen alle Schaltbilder den stromlosen Zustand.

	Widerstand, allgemein
	Verstellbarkeit, allgemein
	Widerstand, veränderlich
	Widerstand, stetig
	Potentiometer
	Kondensator, allgemein
	Elektrolyt-Kondensator (Polung beachten)
	Spule mit Eisenkern und Luftspalt
	Relais mit 1 Wicklung, ohne Kontakte dargestellt
	mechanische Wirkverbindung
	Geräteumrahmung
	Trennlinie zwischen 2 Geräten

