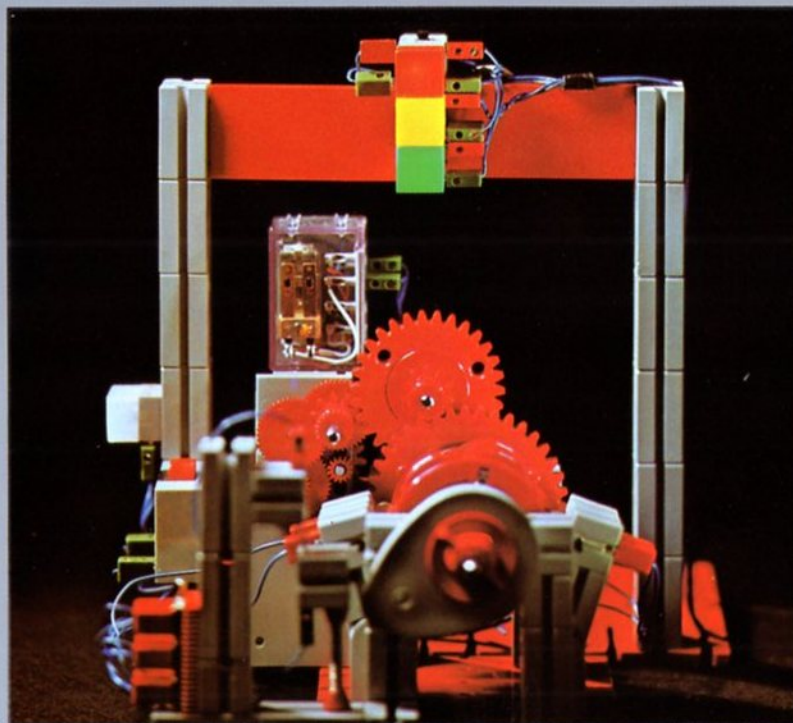


fischer[®]technik hobby

Experimente + Modelle



für
Grundkasten 300
Motor + Getriebe mot. 1+2+3
Elektromechanik em 1+2+3

Zusätze siehe Rückseite

oder

hobby 1+2+3

Elektrische Grundschaltungen
Schaltgeräte – Magnete – Elektromagnet
Bimetall – Thermoschalter
Programmsteuerungen – Signalspeicherung
Relaisschaltungen – Garagentorsteuerung

Art.-Nr. 6 39531 7

hobby 3
Band 1

fischertechnik[®]hobby

Experimente und Modelle

Elektrische Grundschaltungen – Schaltgeräte
Magnete – Elektromagnet – Bimetall
Thermoschalter – Relais
Programmsteuerungen – Signalspeicherung
Relaisschaltungen – Garagentorsteuerung

Mit hobby 1 + 2 + 3

Zusatz:

Bausteine 5 (Zusatzpackung 017)	ab Seite 15
Netzgerät mot. 4	spätestens ab Seite 54
Schaltscheiben (Zusatzpackung 06)	ab Seite 32

(in Baukästen ab 1976 sind Schaltscheiben bereits enthalten)

hobby 3

Band 1



Der Elektromechanik-Baukasten hobby 3 enthält zahlreiche Bauelemente zum Schalten und Steuern von fischertechnik-Modellen. Dem in der Schaltungstechnik Erfahrenen genügen zum Kennenlernen dieser Elemente die kurz gehaltenen Hinweise im Baukastenbuch. Wer dagegen noch wenig mit elektrischen Schaltungen in Berührung gekommen ist, kann mit Hilfe der Reihe 3 der hobby-Experimentier- und Modellbücher die grundlegenden elektrischen Schaltungen und elektromechanischen Steuerungen für sich allein studieren und somit die Zusammenhänge besser verstehen.

Der vorliegende, völlig neu bearbeitete Band 3-1 behandelt einfache Schaltungen und verwendet sie in Modellen, die auch den Experten interessieren. Für den Anfänger ist es zweckmäßig, die Schaltungen in der angegebenen Reihenfolge zu behandeln. Mit diesem ersten Buch der Reihe 3 der fischertechnik-hobby-Experimentier- und Modellbücher werden diejenigen angesprochen, die schon den Grundkasten hobby 1 sowie den Motor- und Getriebebaukasten hobby 2 besitzen und nun mit hobby 3 in das Gebiet der elektrischen Schaltungen und Steuerungen vordringen wollen. Dieses Buch ist außerdem gedacht für die aus dem fischertechnik-Spielprogramm (Baukästen em 1 bis em 3) Herausgewachsenen. Auf diese Weise sind die Bauelemente aus dem Spielbereich auch noch für ein ernsthaftes und interessantes Hobby einzusetzen.

Als Spannungsquelle sollte ein fischertechnik-Netzgerät mot. 4 verwendet werden. Für den Anfang genügt eine 4,5 V Flachbatterie oder der Batteriestab mot. 5 mit $3 \times 1,5$ V Babyzellen. Von Vorteil ist der Besitz von einigen Bausteinen 5 aus der Zusatzpackung 017. Die auf Seite 32 und später verwendeten Schaltscheiben sind in den ab 1976 ausgelieferten hobby 3-Baukästen (an Stelle eines 2. Schleifringes mit Buchsen) enthalten. Sie können auch einzeln mit der ab 1975 ausgelieferten Zusatzpackung 06 beschafft werden.

Sie werden einfache Schaltungen und die verschiedenen Arten von Schaltern und Tastern kennenlernen. Damit Sie Stromkreise nicht nur von Hand, sondern auch mit Wärme und Kälte öffnen und schließen können, werden Sie mit den entsprechenden Hilfsmitteln vertraut gemacht. Durch Experimente mit Dauer- und Elektromagneten sammeln Sie praktische

Kenntnisse mit diesen Hilfsmitteln der Technik. Ein großer Abschnitt dieses Buches befaßt sich mit dem Relais und seinen prinzipiellen Anwendungsmöglichkeiten.

Sollten Sie zwischendurch Lust verspüren, selbstausedachte Anwendungen dieser Schaltungen an eigenen Modellen zu erproben, dem wünschen wir viel Spaß und Erfolg. Gehören Sie schon zu den Fortgeschrittenen, dann werden Sie sicher sehr bald dem Band 3-2 zuwenden. Dort finden Sie Anregungen für schwierigere Modellsteuerungen.

Wer die beschriebenen Schaltungen und die Modelle dieses Buches gebaut und verstanden hat, kann in der elektrischen Steuerungstechnik schon etwas mitreden; denn Sie werden nicht etwa nur besondere Modellsteuerungen kennenlernen. Es werden die allgemein üblichen Grundschaltungen der elektrischen Steuerungstechnik erklärt und experimentell erprobt. Schwierige Schaltungen werden erst in den folgenden Bänden behandelt.

Und nun viel Spaß und Erfolg

Ihr



Inhalt

Eine Übersicht über die verwendeten Schaltzeichen finden Sie auf der letzten Seite des Baukastenbuches zu hobby 3.

	Seite		Seite
		Tastschalter mit Öffner	11
		Innenbeleuchtung eines Kraftfahrzeuges	12
		Tastschalter mit Wechsler	14
		Ein/Aus-Schalter – Umschalter	16
		Zweipoliger Schalter	18
		Polwendeschalter	20
		Springkontakt – Schnappschalter	21
		Schnellstop des Motors	22
		Halbautomatische Waage	23
		Hubtor mit seilzuggesteuertem Wendeschalter	26
		Wendesteuerung	28
		Mehrstellungsschalter	29
		Programmgesteuerte Verkehrsampel	32
		Garagentorsteuerung mit Endschalter	35
		Einpreß-Automat	38
		Die Dauermagnete Ihres Baukastens	41
		Der Elektromagnet Ihres Baukastens	45
		Magnetkupplungen	47
		Wechselspannung – gleichgerichtete Spannung – Gleichspannung	54
		Wechselstrom- und Gleichstrom-Summer	55
		Vibrationskontakt – Signalspeicherung	57
		Thermokontakt	61
		Umlaufendes Licht	64
		Tippschalter	64
		Schaltuhren	70
		Elektromagnetische Schalter	72
		fischertechnik-Relais	74
		Relais-Schaltungen	75
		Speicherung von getasteten Signalen	76
		Lagegesteuerte Abschaltung eines Motors	77
		Presse mit 2-Hand-Einrückung	78
		Übersicht über hobby-Bücherei	80
	Seite		
Schaltstellen im Stromkreis	4		
Das ft-Netzgerät erfüllt alle Forderungen	5		
Tastschalter mit Schließer	6		
Parallel- und Reihenschaltung –			
Stromlaufplan – Verdrahtungsplan	7		
Überbrücken – Kurzschließen – Kurzschluß	10		

Schaltstellen im Stromkreis

Stromkreis Damit eine Glühlampe leuchtet, muß durch ihren „Glühdraht“ Strom einer bestimmten Stärke fließen. Durch jedes Ihrer Kugellämpchen fließt ein Strom mit einer Stärke von etwa 80 mA (Milliampere), wenn es an eine 4,5 V-Batterie oder nach Bild 4.1 an das ft-Netzgerät mot. 4 in einer mittleren Stellung des Drehknopfes angeschlossen wird. Den Aufbau eines wirklichen Stromkreises mit Batterie, Lampe und zwei Leitungen anhand des „Stromlaufplanes“ von Bild 4.2 wird Ihnen nicht schwerfallen.

Stromlaufplan nennt man die Zeichnung, aus der man entnehmen kann, wie der Strom durch die Schaltung fließt. Er braucht keine Rücksicht auf die wirkliche Anordnung der Bauelemente zu nehmen. Bei einfachen Schaltungen ergeben sich jedoch kaum Schwierigkeiten, die Bauelemente entsprechend dem Stromlaufplan anzuordnen. So wird es kein Problem sein, zu erkennen, daß Bild 4.2 dasselbe aussagt wie Bild 4.1, obwohl die „Stromquelle“ im Foto rechts von der Lampe steht und im Stromlaufplan links davon. Sicher haben Sie auch erkannt, daß die Stromquelle – oder die „Spannungsquelle“, wenn Ihnen diese Bezeichnung besser gefällt – im Stromlaufplan einfach als Batterie gezeichnet ist, obwohl im Bild 4.1 als „Quelle“ ein Netzgerät verwendet ist.

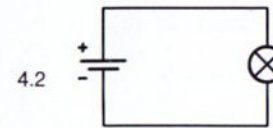
Stromlauf Man verfolgt den Strom, beim + Pol der Spannungsquelle beginnend, wie er durch die Leitung zur Lampe und von dort zurück zum – Pol der Batterie fließt. Der Strom fließt sozusagen „im Kreise“; daher kommt der Name Stromkreis. Weiß man nicht, welcher der beiden Anschlußbuchsen der „Quelle“ (Batterie oder Netzgerät) der + - bzw. der – Pol ist, beginnt man bei irgendeinem der beiden Pole.

Schaltstellen Damit die Lampe bequem aus- und wieder einzuschalten ist, sollten Sie „in den Stromkreis hinein“ eine Schaltstelle einbauen. Fragt sich nur, welche! Sie haben im Prinzip mehrere grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten:

- Die Lampe soll nur leuchten, solange Ihre Hand die sogenannte „Handhabe“, z. B. einen Hebel oder Knopf, betätigt. Ein typischer Vertreter ist der Klingelknopf an der Wohnungstüre.

- Die Lampe soll leuchten, solange Sie die „Handhabe“ z. B. den roten Tastknopf des fischertechnik-Tasters, nicht betätigen. Ein typischer Vertreter ist der Türkontakt am Auto, der die Innenbeleuchtung bei offener Türe einschaltet und bei geschlossener Türe ausgeschaltet hält.
- Die Lampe soll zu leuchten beginnen, wenn Sie die „Handhabe“ (z. B. den Hebel eines Schalters) verschieben, kippen oder drehen, allgemein: betätigen bzw. in eine andere Stellung bringen. Sie soll weiterleuchten, wenn Sie die Handhabe loslassen. Erst eine erneute Betätigung der Handhabe, z. B. das Zurückschieben, Zurückkippen oder das Weiterdrehen des Schalthebels, bringt die Lampe zum Erlöschen. Ein typisches Beispiel dafür ist der Lichtschalter in Wohn- und Arbeitsräumen.

Im zuletzt genannten Fall haben wir es mit einem „Stellschalter“ – kurz und einfach „Schalter“ genannt – zu tun. In den beiden ersten Fällen benötigen Sie einen „Tastschalter“, kurz „Taster“ genannt. Taster haben somit eine Ruhestellung (= nicht betätigt) und eine Arbeitsstellung (betätigt). Beim Stellschalter sind dagegen beide Schaltstellungen gleichwertig zu behandeln. Es gibt keine Ruhe- und keine Arbeitsstellung.



4.1 Netzgerät mot. 4

Das fischertechnik – Netzgerät erfüllt alle Forderungen

Vorteile Wer noch mit einer 4,5 V-Flachbatterie oder mit einem fischertechnik-Batteriestab mit 3×1,5 V-Babyzellen arbeitet oder gearbeitet hat, wird deren Vorteile, (Beweglichkeit), aber auch deren Nachteile (schnell erschöpft) kennen. Auf jeden Fall kann mit der kleinen Spannung von 4,5 V und den kleinen elektrischen Leistungen, die diesen Batterien entnommen werden können, sicherheitsmäßig kaum etwas passieren. Dies gilt auch im Falle eines unbeabsichtigten Kurzschlusses, mit dem man beim Experimentieren immer einmal rechnen muß. Den Nachteil der Batterie – ständiger Ersatzbedarf – vermeidet man durch Verwendung eines Netzgerätes. Über diese – oft, aber nicht ganz zutreffend „Trafo“ genannten – Geräte sollte man ein wenig Bescheid wissen.

Zuerst soll auf die zwingende Notwendigkeit der Verwendung unfallsicherer Netzgeräte hingewiesen werden. – Die direkte Benutzung der im Haushalt üblichen 220 Volt Wechselspannung verbietet sich von selbst. Nicht nur Ihre Bauelemente, auch Ihr Leben wären in größter Gefahr. Lassen Sie sich auf keinen Fall verleiten, irgendeinen Draht direkt in die Netzsteckdose oder in eine sogenannte Abzweigdose einzuführen. Auch dann nicht, wenn Ihr Nachbar oder Freund nichts dabei findet, weil er die Zusammenhänge (hoffentlich) kennt – oder zu kennen glaubt.

Wegen der Gefährlichkeit der Netzspannung – wie die in den Steckdosen zur Verfügung stehende Spannung wegen ihrer Zugehörigkeit zum Versorgungsnetz der Elektrizitätswerke genannt wird – schreibt der Gesetzgeber für Geräte, die damit betrieben werden, besondere Schutzmaßnahmen vor. Für Experimentierzwecke sind diese Maßnahmen jedoch nicht einzuhalten, weil man beim Umgang mit Steckern, Buchsen und Bauelementen immer wieder spannungsführende Teile berühren wird. Deshalb darf für solche Zwecke nur eine Spannungsquelle mit entsprechend kleiner Spannung verwendet werden. So ist für unsere Baukästen und übrigens auch für Modelleisenbahnen höchstens eine Spannung von 24 V zugelassen. Außerdem darf natürlich keine direkte Verbindung zu einer der Leitungen, die zur Steckdose führen, bestehen.

Kurzschlußfest Netzgeräte müssen außerdem kurzschlußfest sein, d. h. bei Kurzschließen der beiden Leitungen darf sich das Netzgerät nicht über eine bestimmte Grenze hinaus erwärmen oder sonstige Brandgefahr entstehen. Diese Forderung ist nur durch besondere Schutzmaßnahmen im Netzgerät zu erfüllen. Aus diesem Grunde sollten Sie ausschließlich das fischertechnik-Netzgerät mot. 4 verwenden. Es liefert eine Gleichspannung (genau: eine gleichgerichtete Spannung), die mit einem Drehknopf zwischen 0 und etwa 7 V in Stufen einstellbar ist. Auch die Polarität kann mit dem Drehknopf geändert werden. Zusätzlich steht Ihnen noch eine Wechsel-

spannung von ca. 7 V für Beleuchtungszwecke oder ähnliches zur Verfügung. Die Symbole sind „=“ oder „-“ für Gleichspannung und „~“ für Wechselspannung.

Übrigens: Auch in der Technik benutzt man für industrielle Steuerungen kaum eine Spannung von 220 V, sondern eine sogenannte „Schutzkleinspannung“, wie der Fachmann alle Spannungen unter 42 V bezeichnet.

VDE-Zeichen Vielleicht ist es für Sie von Interesse, zu wissen, daß die Prototypen elektrischer Geräte – also auch von Netzgeräten – und von Installationsmaterial für 220 V von einer eigens dafür geschaffenen Stelle geprüft werden müssen, bevor mit dem Verkauf begonnen werden darf. Sind die einschlägigen VDE-Vorschriften (VDE= Verein Deutscher Elektrotechniker) beachtet, dann erteilt diese Prüfstelle die Erlaubnis, das VDE-Prüfzeichen (Bild 5.1 links) zu führen. In anderen Ländern wird nach ähnlichen Vorschriften geprüft. Einige dieser Prüfzeichen sind in Bild 5.1 rechts zu sehen.

galvanische Trennung Die beiden ineinandergreifenden Kreise in einem Kästchen bedeuten ein Gerät mit Trafo, der sicherstellt, daß zwischen den „Ausgangsbuchsen“ (für unsere Experimente) und den zur Steckdose führenden Leitungen keine direkte (der Fachmann sagt: galvanische) elektrische Verbindung besteht. Deshalb dürfen Sie beim Experimentieren die Stecker und Buchsen mit der Hand anfassen.

Schutzisolation Das fischertechnik-Netzgerät mot. 4 zeigt noch weitere Zeichen. Die zwei ineinanderliegenden Quadrate bedeuten, daß die Teile, die Netzspannung führen, zweifach vor Berührung geschützt sind. Das wird z. B. durch Verwendung eines Gehäuses aus schlagfestem Kunststoff und entsprechende Isolation des Transformators und seiner Anschlüsse erreicht. Für Geräte mit diesen Zeichen braucht kein Schukostecker (=Stecker mit „Schutzkontakt“) verwendet zu werden. Es genügt ein einfacher Stecker.

Außerdem finden Sie auf dem Netzgerät das Symbol einer elektrischen Modellokomotive. Dieses Zeichen sagt, daß das Gerät für Spielzwecke geeignet ist.

5.1



VDE-Zeichen



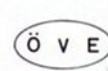
gekapselter Sicherheits-Transformator



doppelte Isolation



für Spielzwecke



Österreich



Schweiz



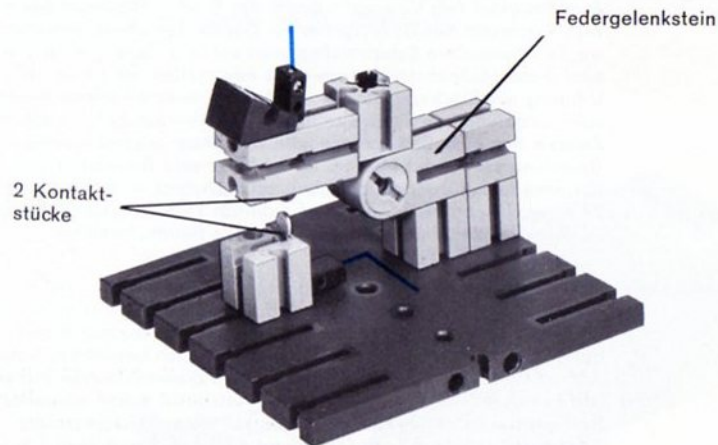
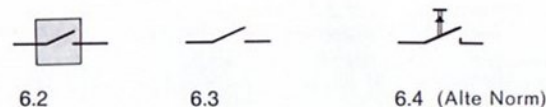
Schweden
Dänemark
Norwegen

Tastschalter mit Schließer

Modell Als ersten der vorher nur erwähnten Taster und Schalter wollen wir einen Taster à la Klingelknopf bauen. Ein einfaches Modell mit einem Federgelenkstein zeigt Bild 6.1. Sie könnten dieses Modell z. B. als Morsetaster verwenden und damit eine Lampe kürzer oder länger – entsprechend den Strichen und Punkten des Morsecodes – zum Leuchten bringen. Die Feder im Federgelenkstein sorgt dafür, daß die beiden Kontaktstücke sich im Ruhezustand nicht berühren. Über diesen Kontakt besteht nur dann eine elektrisch leitende Verbindung, wenn er betätigt (=in Arbeit) ist. Unser Taster ist also mit einem sogenannten „Arbeitskontakt“ bestückt. Anstelle des Begriffes Arbeitskontakt bevorzugen wir die ebenso anschauliche Bezeichnung „Schließer“.

Schaltzeichen Das Schaltzeichen eines solchen Tastschalters zeigt Bild 6.2. Auf die Darstellung des Drehpunktes des beweglichen Kontaktstückes ist verzichtet. Das feststehende Kontaktstück ist einfach als Verlängerung der Leitung gezeichnet. Soll angedeutet werden, daß es sich um ein ganzes Schaltgerät handelt, so wird der Kontakt oft mit einer strichpunktierten Umrandung versehen. In den hobby-Büchern ist zur Hervorhebung dieses Kästchen oft grau unterlegt. Im Stromlaufplan interessiert uns das weniger; deshalb wird die Umrandung dort weggelassen, siehe Bild 6.3. Man findet oft das in Bild 6.4 gezeichnete ältere Schaltzeichen. Die Pfeilspitze deutet an, in welche Richtung die bewegliche „Schaltzunge“ (= bewegliches Kontaktstück) von der eingebauten Feder – oder bei einfachen Modellen durch die Schwerkraft – gedrückt wird, wenn keine Kraft von außen einwirkt, d. h. wenn der Taster nicht betätigt ist. Dieses alte Normzeichen hat man vor ein paar Jahren vereinfacht, weil man Kontakte – falls nicht besonders angegeben – stets im unbetätigten Zustand zeichnet und infolgedessen auf die Federdarstellung verzichten kann. Ausnahmen davon sind leicht erkennbar, wie wir später sehen werden. Es kann also keine Verwechslung geben.

In einfachen Schaltungen wird beim Betätigen eines Schließers fast immer eine Lampe aufleuchten oder ein Gerät an eine Spannungsquelle angeschlossen. Deshalb nennt man einen Taster, der mit einem Schließer ausgestattet ist – nicht immer ganz richtig – „Ein-Taster“.



6.1 Tastschalter mit Schließer (Eintaster)

Parallel- und Reihenschaltung – Stromlaufplan – Verdrahtungsplan

2 und mehr Lampen Sicher haben Sie schon gleichzeitig zwei oder drei Lampen an Ihre Spannungsquelle angeschlossen und gleichzeitig zum Leuchten gebracht. Es gibt zwei Möglichkeiten dazu. Die eine nennt man Parallelschaltung (Bild 7.1), die andere Reihenschaltung (Bild 7.2). Die Reihenschaltung nennt man auch „Hintereinanderschaltung“.

Die parallel bzw. in Reihe geschalteten Lampen leuchten natürlich nur, wenn sie an eine Spannungsquelle angeschlossen werden, siehe Bild 7.3 bzw. 7.4. Nur dann fließt Strom. Bei Bild 7.4 finden Sie eine zweite Darstellung der Reihenschaltung. Sicher werden Sie schon wissen, daß es gleichgültig ist, in welchem Abschnitt der Stromkreiszeichnung die Lampe bzw. die Lampen eingezeichnet werden. Man muß aus der Darstellung nur ersehen, daß der Strom auf seinem Wege vom +Pol der Batterie zum –Pol der Batterie sozusagen „hintereinander“ durch die beiden Lampen fließt.

Bei der Parallelschaltung dagegen teilt sich der vom +Pol der Quelle kommende Strom in zwei Teilströme und vereinigt sich wieder vor dem –Pol der Quelle. Deshalb sind die beiden Lampen von Bild 7.5 in Parallelschaltung an die Quelle angeschlossen, auch wenn es auf den ersten Blick nicht so aussieht.

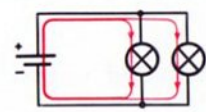
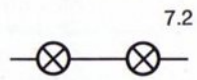
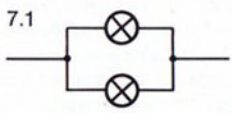
Die Stromstärke berechnet man nach dem Ohmschen Gesetz. Es lautet:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{dabei ist:}$$

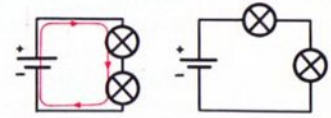
- I = das Formelzeichen für den elektrischen Strom (gemessen in Ampère)
- U = das Formelzeichen für die Spannung (gemessen in Volt)
- R = das Formelzeichen für den elektrischen Widerstand (gemessen in Ohm)

gemeint.) Von der Batterie her gesehen hat die Reihenschaltung einen Widerstandswert, der der Summe der einzelnen Widerstandswerte entspricht.

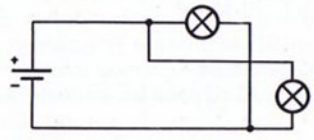
Die Spannungsquelle stellt eine bestimmte Spannung, z. B. 4,5 oder 6 V, zur Verfügung. Strom fließt erst, wenn der Stromkreis geschlossen ist. Hat der Stromkreis stets den gleichen Widerstandswert, so fließt um so mehr Strom, je höher die angelegte Spannung ist. Ein optisch gut erkennbares Maß für die im Stromkreis fließende Stromstärke ist die Leuchtkraft der eingeschalteten Lampen. Weniger hell brennende Lampen bedeuten also: weniger Strom.



7.3



7.4



7.5

Reihenschaltung Bei der Reihenschaltung leuchten die Lampen um so schwächer, je mehr Lampen Sie in den Stromkreis einsetzen. Jede Lampe hat einen bestimmten „elektrischen Widerstand“. (Achtung! Man muß unterscheiden zwischen dem Widerstand als Bauelement und dem Wert des Widerstandes, der in Ohm gemessen wird. In unserem Fall ist der Widerstandswert

Die Reihenschaltung von Lampen wird z. B. bei der Christbaumbeleuchtung angewandt. Man kommt mit weniger Leitungen als bei Parallelschaltung aus. Der Nachteil der Reihenschaltung von Glühlampen: Brennt der Glühfaden einer einzigen Lampe durch, so erlöschen sämtliche Lampen. Es kann kein Strom mehr fließen. Bei modernen Christbaumbeleuchtungen sorgt man allerdings durch Verwendung von Heißleitern dafür, daß dieser Mangel nicht ins Gewicht fällt. Über Heißleiter hören Sie mehr im hobby-4-Baukasten.

Stromrichtung Es wird Ihnen bekannt sein, daß man sich den Strom vom + Pol zum - Pol fließend denkt, weil man zu Beginn der Elektrotechnik noch nicht erkannt hatte, daß die für den Stromfluß verantwortlichen Elektronen von „-“ nach „+“ fließen. Eine Umstellung würde heute wahrscheinlich mehr Schaden als Nutzen verursachen.

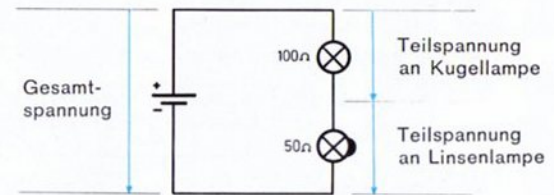
2 ungleiche Lampen Nun wollen wir zwei ungleiche Lampen in Reihe schalten, nämlich eine Linsenlampe und eine Kugellampe. Wer sich schon ein bißchen mit den elektrischen Gesetzmäßigkeiten auskennt, sollte überlegen, welche der beiden Lampen heller brennen wird, die Linsenlampe oder die Kugellampe. Für den Anfänger ist es überraschend, daß bei der Reihenschaltung einer Kugellampe und einer Linsenlampe die Linsenlampe wesentlich schwächer leuchtet als die Kugellampe, obwohl bei Parallelschaltung die Linsenlampe wesentlich mehr Licht abgibt als die Kugellampe. Das liegt daran, daß die Linsenlampe einen kleineren Widerstandswert hat als die Kugellampe.

Wir haben durch die Reihenschaltung von zwei Lampen einen Spannungsteiler gebildet. Die insgesamt (von der Spannungsquelle) zur Verfügung gestellte Spannung wird auf zwei Teilspannungen, nämlich auf die Spannung an der Kugellampe und auf die Spannung an der Linsenlampe aufgeteilt, siehe Bild 8.1. Die Lampe mit dem größeren Widerstandswert erhält die größere Teilspannung! Deshalb leuchtet unsere Kugellampe heller als die Linsenlampe, denn ihr Widerstand ist etwa doppelt so groß als der der Linsenlampe.

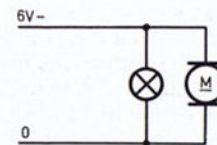
Vielleicht ist es für Sie interessant zu wissen, daß Glühlampen im kalten Zustand (nicht leuchtend) einen wesentlich kleineren

Widerstandswert als im Betriebszustand (= leuchtend) haben. So beträgt bei unseren Kugellampen der Innenwiderstand im kalten Zustand 10Ω und im Betriebszustand etwa 100Ω . Die Linsenlampe hat einen Betriebswiderstand von etwa 50Ω .

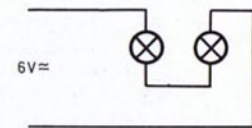
Parallelschaltung Bei der Parallelschaltung wird jeder der Lampen die volle Spannung der Spannungsquelle zugeführt. Der durch eine Lampe fließende Strom ist also davon unabhängig, ob und wieviel Strom in den anderen „Zweigen“ der Schaltung fließt. Aus der Batterie fließt ein Strom, der der Summe der einzelnen Teilströme entspricht. Von der Spannungsquelle her gesehen ist der elektrische Widerstand einer Parallelschaltung auf alle Fälle kleiner als der kleinste Wert der einzelnen Widerstände. Sind zwei gleiche Lampen parallel an eine Spannungsquelle geschaltet, so ist ihr Gesamtwiderstand halb so groß wie der Widerstand jeder einzelnen Lampe.



8.1 Die Pfeile symbolisieren die Spannungen!



8.2



8.3

Spannungsangaben

Es ist bei Experimentierschaltungen nicht nötig, die Spannungsquelle immer wieder genau zu zeichnen; man weiß, ohne Quelle „geht nichts“. Deshalb gibt man lediglich die Art und die Höhe der Spannung an und – falls nötig – auch die Polarität. Bild 8.2 zeigt als einfaches Beispiel die Parallelschaltung einer Lampe und eines Motors an eine Spannungsquelle, die 6 V Gleichspannung liefert. Es sind hier nur zwei „Sammelschienen“ statt der +- und -Anschlüsse der Quelle gezeichnet. An die eine Sammelschiene schreibt man „0“ und an die andere die Art und die Höhe der Spannung an. Daß eine Gleichspannung gemeint ist, sieht man an dem geraden Strich hinter der Spannungsangabe (in Volt). Manchmal benutzt man auch statt eines Striches zwei Striche, a'so ein Gleichheitszeichen.

Ebenso gut könnte man die Spannungsangabe statt an den Sammelschienen in der Mitte zwischen den beiden Schienen anschreiben, siehe Bild 8.3. In diesem Beispiel ist es nicht vorgeschrieben, welcher der beiden Pole der Quelle mit der oberen bzw. unteren Schiene verbunden werden soll. Sind die Lampen der Schaltung in Reihe oder parallel geschaltet?

Wenn aus irgendwelchen Gründen die beiden Stromschienen eine ganz bestimmte Polarität haben müssen, so wird nach Bild 9.1 „+“ und „-“ entsprechend angegeben. Ist es für das Verständnis der Schaltung unwichtig, wie hoch die Spannung ist, so verzichtet man auf deren Angabe.

Soll die Schaltung an Wechselspannung „gelegt“ werden, das heißt, an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen werden, so kennzeichnet man dies durch ein Wellensymbol. Ist es gleichgültig, ob die gezeichnete Schaltung mit Gleich- oder Wechselspannung betrieben wird, so gibt man beide Symbole übereinander an, siehe Bild 9.2.

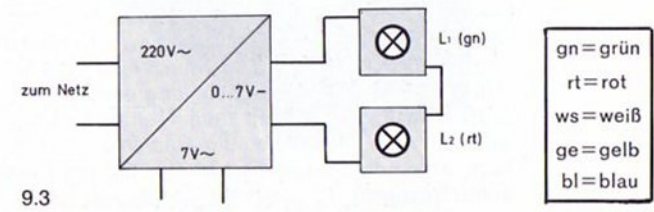
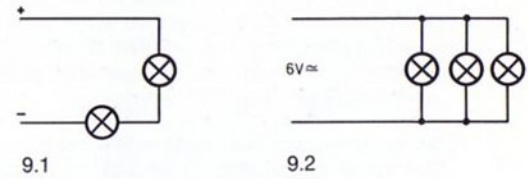
Stromlaufplan

Bei dieser Gelegenheit soll auch geklärt werden, wozu man Schaltpläne braucht. Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Arten. In einem Fall will man vor allem wissen, wie die Schaltung funktioniert. Dann zeichnet man einen Stromlaufplan. Ein andermal interessiert vor allem, wie man die Bauelemente des Stromkreises (Batterie, Schalter, Leitungen, Lampen, Motor usw.) räumlich anordnen soll und welche Verbindungen herzustellen sind. Dazu dient der „Verdrahtungsplan“. Allerdings ist bei diesen Verdrahtungsplänen der

Verdrahtungsplan

Verlauf des Stromes nicht so ohne weiteres zu erkennen. In den fischertechnik-hobby-Büchern werden deshalb meist Stromlauf- und Verdrahtungsplan angegeben. Anhand der Verdrahtungspläne kann man – auch ohne Verständnis für die Wirkungsweise der Schaltung – die abgebildeten Modelle in Gang setzen. Es empfiehlt sich, bei größeren Schaltungen die gerade hergestellte Leitungsverbindung mit einem Bleistiftstrich im Verdrahtungsplan abzuhaken. Mit dieser Methode behält man die gute Übersicht über die noch herzustellenden Verbindungen.

Bild 9.3 zeigt einen Verdrahtungsplan, entsprechend einem der Stromlaufpläne von Seite 7 und 8. Überlegen Sie bitte, welcher mit dem Verdrahtungsplan 9.3 übereinstimmt. Sie finden an dieser Stelle auch das Symbol für das fischertechnik-Netzgerät mit dem einstellbaren Gleichspannungs- und dem Wechselspannungs-„Ausgang“. So nennt man die Buchsen an der Stirn- bzw. Längsseite des Netzgerätes. Für unsere Versuchsschaltungen genügt im allgemeinen jedoch allein die Angabe der Spannung, weil wir ja stets die gleiche Quelle benutzen.



Überbrücken – Kurzschließen – Kurzschluß

Diese oft miteinander verwechselten Begriffe sollten Sie gut auseinanderhalten.

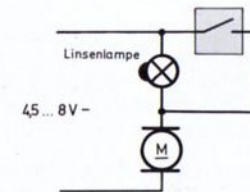
Überbrücken Bauen Sie bitte die Schaltung nach Bild 10.1 auf. Eine Lampe und ein Motor sind in Reihe geschaltet. Verwenden Sie bitte eine Linsenlampe. Parallel zur Linsenlampe ist ein Taster mit Schließer geschaltet. Die Lampe ist also bei betätigtem Taster „überbrückt“ oder – wie man auch gerne sagt – „kurzgeschlossen“. Das hat mit dem gefürchteten Kurzschluß im Versorgungsnetz oder in Ihren Experimentierschaltungen nichts zu tun.

Kurzschluß Bild 10.2 zeigt einen echten Kurzschluß. Dabei werden die beiden spannungsführenden Leitungen miteinander in Berührung gebracht, und dann fließt soviel Strom, daß die Sicherung – falls eine solche eingebaut ist – „anspricht“ und die Leitung unterbricht. Man unterscheidet mehrere Sicherungsarten, nämlich „Schmelzsicherungen“ und „Sicherungsautomaten“ einerseits und „Thermokontakte“ andererseits. Die ersteren bewirken eine Dauerabschaltung; Thermokontakte schließen den Stromkreis nach Abkühlung immer wieder.

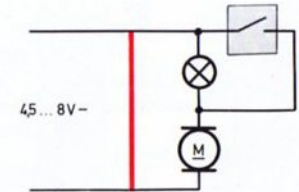
Für die Sicherung des 220 V-Netzes wird meist das Prinzip der Schmelzsicherung verwendet. Das Sicherungselement ist ein sehr dünner Draht (in einem Keramikzylinder), der bei entsprechend hoher Stromstärke so warm wird, daß er schmilzt und somit die Leitung unterbricht. Sein Prinzip zeigt Bild 10.3. Ist ein Kurzschluß eingetreten, muß der sogenannte „Schmelzeinsatz“ erneuert werden.

Das fischertechnik-Netzgerät mot. 4 hat einen sogenannten „Thermoschutzkontakt“. Er unterbricht die Leitung – allerdings nur vorübergehend bis zu seiner Abkühlung –, wenn infolge Kurzschluß oder Überlastung durch zu viele angeschaltete Lampen und Motore die Gefahr der Überhitzung des Netzgerätes besteht. Sein Prinzip wird auf Seite 60 erprobt.

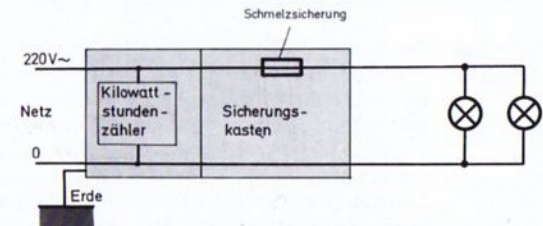
Dieses Prinzip wird auch beim „Sicherungsautomaten“, der oft an die Stelle einer Schmelzsicherung verwendet ist, angewandt. Hier ist allerdings durch eine mechanische Sperre dafür gesorgt, daß nach Abkühlung des Thermokontaktes nicht erneut Strom fließen kann. Man muß dazu einen Knopf drücken. Außerdem haben die Automaten noch eine magnetisch wirkende Schnellabschaltung, die bei Kurzschluß sofort anspricht.



10.1 Lampe kann überbrückt werden



10.2 Kurzschluß (rote Verbindung)



10.3

Tastschalter mit Öffner

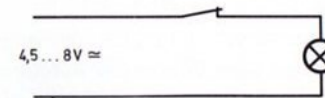
Prinzip Dieser Taster bewirkt genau das Gegenteil wie der auf Seite 6 behandelte Taster mit Schließer. Solange er nicht betätigt wird, oder anders ausgedrückt: solange er in Ruhe ist, kann über seinen Kontakt Strom fließen. Dieser Taster besitzt somit einen „Ruhekontakt“. In der Ruhestellung müssen sich Kontaktzunge und festes Kontaktstück berühren. Bild 11.1 zeigt ein Modell unter Verwendung eines Federgelenksteines. Als Kontaktstücke werden ein festes ft-Kontaktstück und eine ft-Steckerbuchse verwendet.

Man benutzt anstelle des Begriffes Ruhekontakt lieber den Begriff „Öffner“. Weil solchen Öffnern bei einfachen Schaltungen fast immer die Aufgabe zufällt, ein Gerät o. ä. auszuschalten, wird dieser Typ manchmal – aber nicht immer ganz richtig – Aus-Taster genannt. Öffner kommen in der Technik häufiger vor als man zunächst denkt.

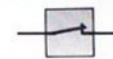
Übrigens: Die bloße Berührung der beiden Kontaktstücke (Steckerbuchse und Kontaktstück) reicht nicht aus, sie müssen mit ausreichendem Druck aufeinander gepreßt werden. Die Flächen, die sich tatsächlich berühren, müssen „groß genug“ sein. Wir wollen an dieser Stelle jedoch nicht untersuchen, was wir unter „ausreichend“ und „groß genug“ im einzelnen Fall zu verstehen haben. Für unsere Modellzwecke reicht der vom Federgelenkstein ausgeübte Druck aus.

Schaltzeichen Das neue und das alte genormte Schaltzeichen für einen Öffner zeigen die Bilder 11.2 und 11.3. Auch aus diesen Zeichen geht hervor, daß im nichtbetätigten, also im gezeichneten Zustand Strom fließen kann. Wir sagen: „fließen kann“ und nicht etwa „fließt“, weil tatsächlich nur dann Strom fließt, wenn im Stromkreis keine andere Unterbrechung eingebaut ist.

Einen Stromkreis mit einer Spannungsquelle, einer Lampe und einem Öffner zeigt Bild 11.4, wobei der Einfachheit halber wieder auf die genaue Darstellung der Stromquelle verzichtet ist. Auch hier ist nur die Art und die Höhe der Spannung angegeben. $4,5 \dots 8V \approx$ bedeutet, daß die Spannungsquelle eine Gleich- oder eine Wechselfspannung zwischen 4,5 und 8 V liefern soll.



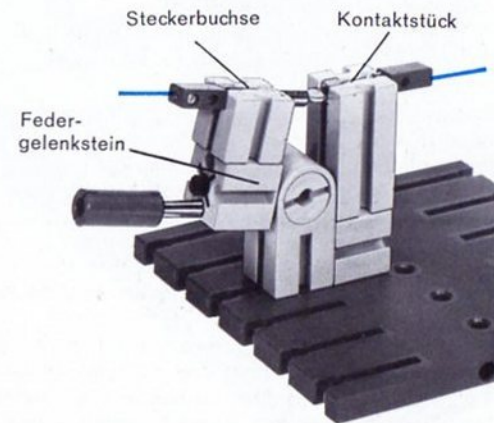
11.4



11.2



10.3 alte Norm



11.1 Tastschalter mit Öffner (Aus-Taster)

Innenbeleuchtung eines Kraftfahrzeuges

Türkontakt Die Türkontakte, die beim Öffnen der Autotüren automatisch die Innenbeleuchtung einschalten, sind nicht etwa Ein-Schalter, sondern Tastschalter mit Öffner. Über einen, meist im Türholm gelagerten Stift oder Hebel hält die geschlossene Tür den Kontakt dieses Tastschalters geöffnet. Wird die Tür geöffnet, so gibt sie den Tastschalter frei.

Hier könnte es vielleicht etwas Verwirrung geben. Sie werden die geschlossene Türe wahrscheinlich als den Normalzustand und damit vielleicht als „Ruhezustand“ ansehen. Daraus dürfen Sie jedoch keinesfalls den Schluß ziehen, dies sei auch der Ruhezustand des Tasters und seines Kontaktes. Unter Ruhezustand eines Kontaktes ist stets derjenige Schaltzustand zu verstehen, der sich einstellt, wenn von außen keine Kraft auf den Kontakt einwirkt. Diese Verwechslungsgefahr ist mit ein Grund, warum man die Begriffe Schließer und Öffner den Bezeichnungen Arbeitskontakt und Ruhekontakt vorzieht.

Betätigungselement Das Element, das von der Türe direkt betätigt wird, können wir natürlich nicht mehr wie beim handbetätigten Taster Handhabe nennen. Deshalb nennt man die Handhabe ganz allgemein „Betätigungsorgan“ oder „Betätigungselement“. Soll es im Schaltzeichen ebenfalls mit dargestellt werden, so zeichnet man dafür einen kleinen Kreis, der mit der Kontaktzunge durch eine gestrichelte Linie oder manchmal auch durch einen oder zwei dünne Striche verbunden ist, siehe Bild 12.1.

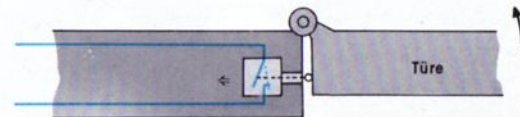
„betätigt“ gezeichnet Elektriker und Elektroniker unterhalten sich gerne anhand von Zeichnungen. Man versteht sich mit deren Hilfe leichter. Manche Schaltungen erfordern für das leichtere Verständnis die Darstellung der Taster, z. B. der Türkontakte des Autos, im betätigten Zustand. Diese Sonderbedingung muß man natürlich aus der Zeichnung sofort erkennen. Deshalb zeichnet

man das nebenstehend abgebildete Pfeilzeichen neben den Kontakt. Außerdem wird bei fischertechnik die Ruhestellung gestrichelt dazu gezeichnet. Bild 12.2 ist die Einbauzeichnung eines Türkontaktes bei geschlossener Türe. In der gestrichelten Stellung ist der Kontakt geschlossen. Daraus ersieht man, daß der Kontakt nicht etwa ein Schließer, sondern ein Öffner ist.

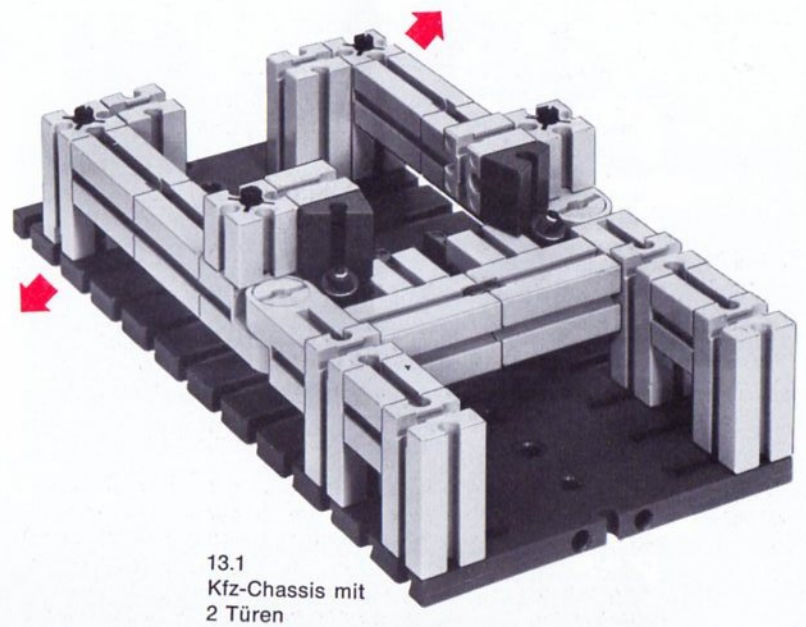
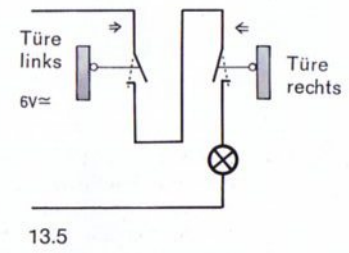
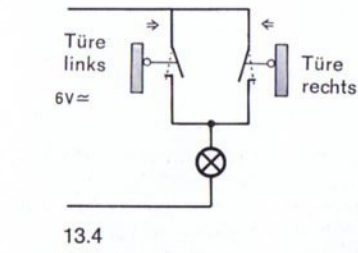
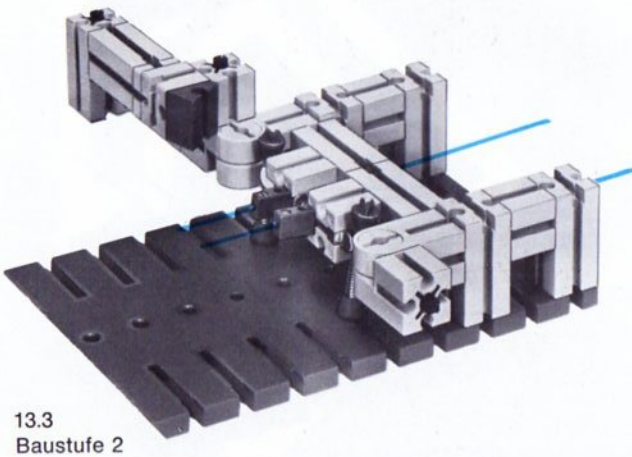
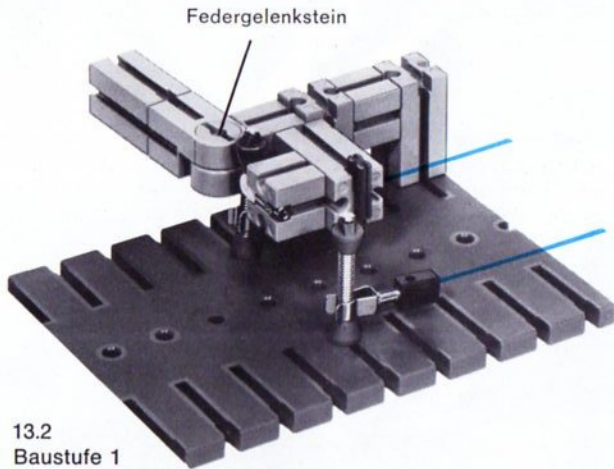
Ein Auto hat mehr als eine Türe. Das einfache Modell einer Fahrzeugkarosse nach Bild 13.1 besitzt zwei Türen und damit zwei Türkontakte. Vielleicht überlegen Sie sich selbst, ob die beiden Öffner nach Bild 13.4 (=parallel) oder nach Bild 13.5 (= in Reihe) geschaltet werden müssen. Überzeugen Sie sich am Modell von der Richtigkeit Ihrer theoretischen Überlegungen.



12.1



12.2



Tastschalter mit Wechsler

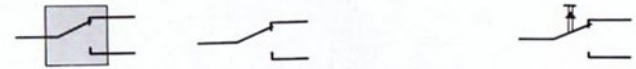
Umschaltkontakt Für viele Zwecke benötigt man einen Schließer, der mit einem Öffner kombiniert ist; so z. B. für eine Signallampe, bei der statt der normalerweise leuchtenden grünen Signallampe eine rote aufleuchtet, solange der Taster betätigt wird. (Auf keinen Fall jedoch dürfen beide Lampen zugleich leuchten.) Solche Taster sind mit einem sog. „Wechsler“ ausgerüstet. Manche sagen statt Wechsler „Umschaltkontakt“.

Beim Modell 14.1 trägt der Federgelenkstein eine Steckerbuchse als bewegliches Schaltelement. Wird die Handhabe nicht gedrückt, so besteht Verbindung zum oberen festen Kontaktstück. Wird sie betätigt, so ist dagegen eine Verbindung zum unteren festen Kontaktstück hergestellt.

Schaltzeichen Bild 14.3 zeigt das jetzt gültige Schaltzeichen mit und ohne Darstellung des Tastergehäuses, Bild 14.4 das ältere Symbolsymbol. Zeichnen und bauen Sie bitte eine Schaltung mit einem Wechsler, bei der in Ruhestellung eine Lampe leuchtet, während im betätigten Zustand ein Motor läuft.

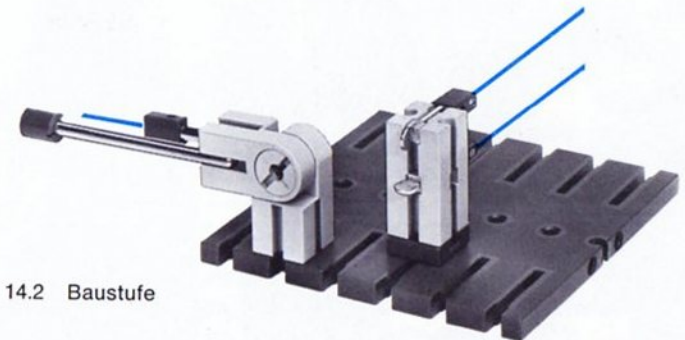
Beispiel Das auf Seite 15 abgebildete Modell mit drei voneinander unabhängig zu betätigenden Wechslern können Sie einzeln verwenden oder zu einem interessanten Spiel heranziehen. Wenn Sie die Verdrahtung nach Bild 15.4 vornehmen, leuchtet die Lampe nur, wenn Sie die Taster T_2 und T_3 drücken. Betätigen Sie nur einen Taster oder alle drei oder T_1 und T_2 bzw. T_1 und T_3 , so leuchtet die Lampe nicht. Überlegen Sie, wieviele falsche Einstellmöglichkeiten es gibt. Beachten Sie bitte, daß die Enden der Kabel, die zu den beweglichen Kontakten (fischertechnik-Achsen) führen, ohne Verwendung von Steckern in die Nuten des Bausteines eingeklemmt sind. Die zum Modell benötigten Bausteine 5 finden Sie in der Zusatzpackung 017. Sie sind vielseitig verwendbar.

Versuchen Sie auch andere Taster-Kombinationen. Sind nur die Tasthebel selbst sichtbar, so kann man nicht erkennen, ob Schließer oder Öffner benutzt sind. Deshalb könnten Sie mit Freunden ein richtiges Ratespiel veranstalten.

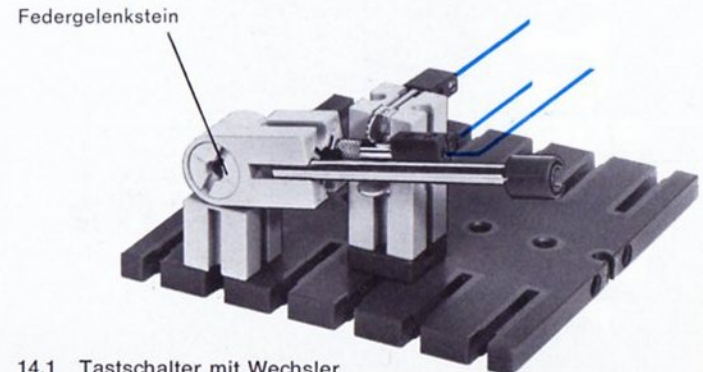


14.3

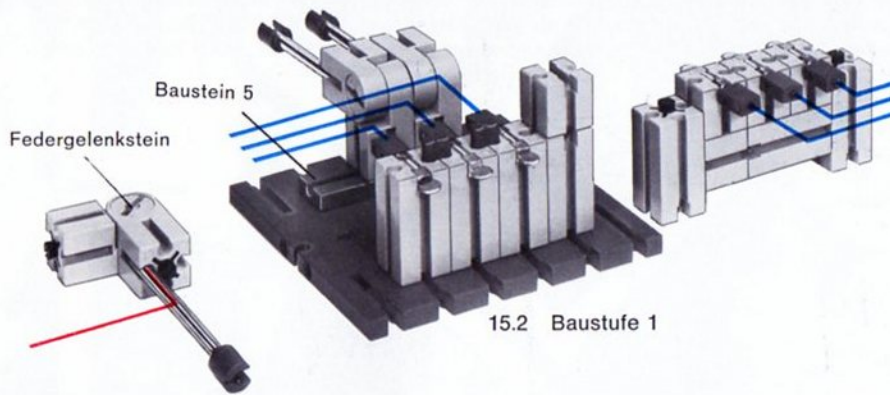
14.4 alte Norm



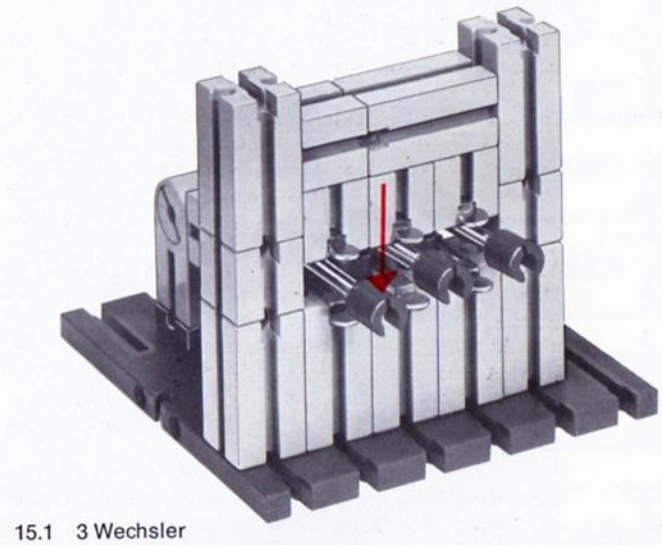
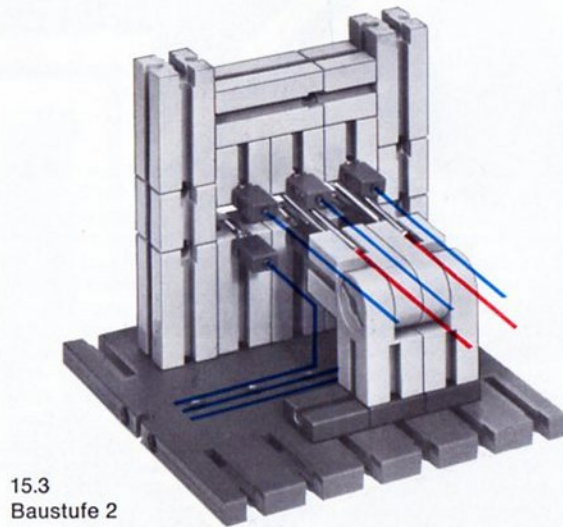
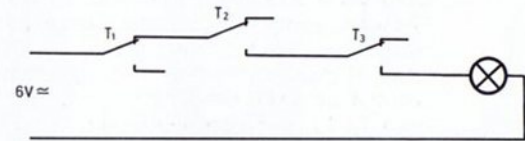
14.2 Baustufe



14.1 Tastschalter mit Wechsler



Mini-Taster, ausgerüstet mit Wechsler und Springkontakt, im Format 30×15×7,5 mm bietet das fischertechnik-Serviceprogramm, das Ihr Fachhändler mit Servicebox führt.



Ein/Aus-Schalter – Umschalter

Unterschied zum Taster Die Kontakte von Tastern (Schließer, Öffner, Wechsler) nehmen ihre Ruhelage ein, sobald das unter Federdruck stehende Betätigungselement (bei unseren Modellen jeweils ein Feder-gelenkstein) freigegeben wird. Sie stellen sich somit selbst in die Ruhelage zurück. Durch diese Eigenschaft unterscheiden sich die Taster (genau: Tastschalter) von den Schaltern (genau: Stellschaltern), die ja durch eine erneute Betätigung, z. B. durch Zurückschieben eines Hebels, zurückgestellt werden müssen. Das bedeutet, daß jeder Taster zum Schalter gemacht werden kann, wenn man das zurückfedernde Element durch eine Verriegelung in der „betätigten Stellung“ festhält. Die Verriegelung kann auf die verschiedenartigste Weise erfolgen.

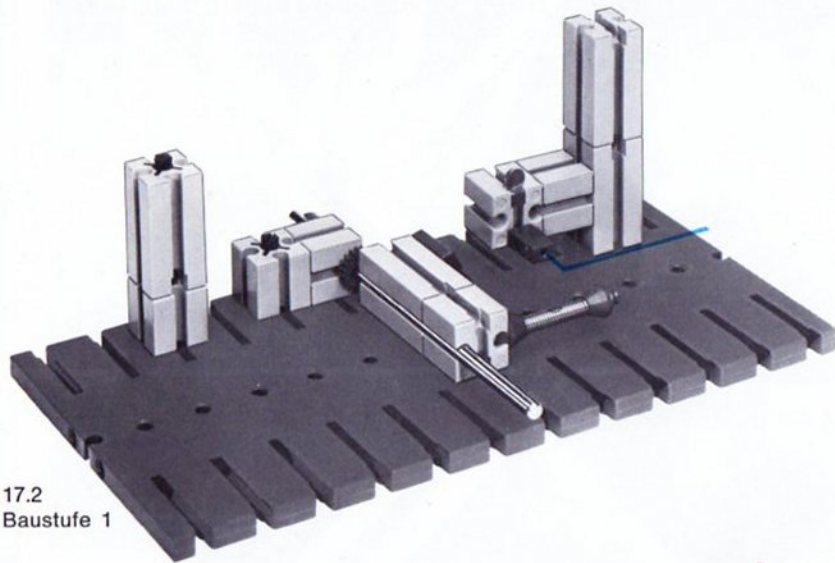
Modell Bild 17.1 zeigt das Modell eines Schalters, der mit einem Wechsler ausgestattet ist. Eine fischertechnik-Schwingfeder dient als bewegliches Kontaktstück. Ein eingekerbtes Ende der Feder wird mit einem Winkelstein gegen einen Baustein 30 geklemmt. Dieser Baustein und die beiden Bausteine, die die festen Kontaktstücke tragen, müssen so justiert werden, daß die Feder auf das untere Kontaktstück drückt, solange der Schaltnocken die Feder nicht berührt. Dieser Zustand ist im Bild 17.1 festgehalten. Die Konstruktion des Schaltnockens (gleichschenkliger Winkelstein) zeigt das Bild 17.2. Läßt man das obere oder das untere feste Kontaktstück weg oder unbeschaltet, so erhält man einen einfachen Ein/Aus-Schalter.

Schaltzeichen Das genormte Schaltzeichen eines Ein/Aus-Schalters zeigt Bild 17.4. Es unterscheidet sich vom Taster (Schließer, Öffner) durch das zusätzliche Symbol für eine Rastung: eine Rastnase. (Diese Rastnase dürfte man übrigens aus Vereinfachungsgründen weglassen, wenn aus dem Schaltbild eindeutig hervorgeht, daß an dieser Stelle kein Taster, sondern ein Schalter benötigt wird. In den hobby-Büchern ist von dieser Möglichkeit jedoch kein Gebrauch gemacht.)

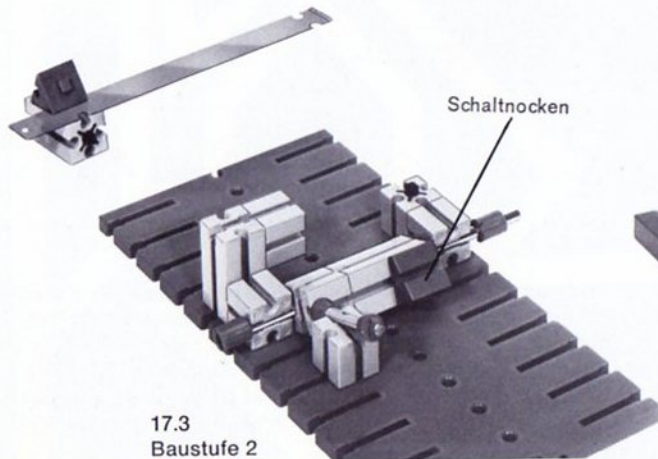
Häufig findet man in der Literatur noch das in Bild 17.5 gezeigte ältere Schaltzeichen für einen Ein/Aus-Schalter. Der Unterschied zum alten Symbol des Tasters ist leicht zu merken: Das alte Zeichen muß eine Pfeilspitze aufweisen, die die Rückstellrichtung anzeigt.

Bild 17.6 zeigt das Schaltzeichen für einen Stellschalter, dessen Kontakt als Wechsler ausgebildet ist. Statt Stellschalter mit Wechsler sagen wir einfacher „Umschalter“. Bild 17.7 zeigt das ältere Schaltzeichen.

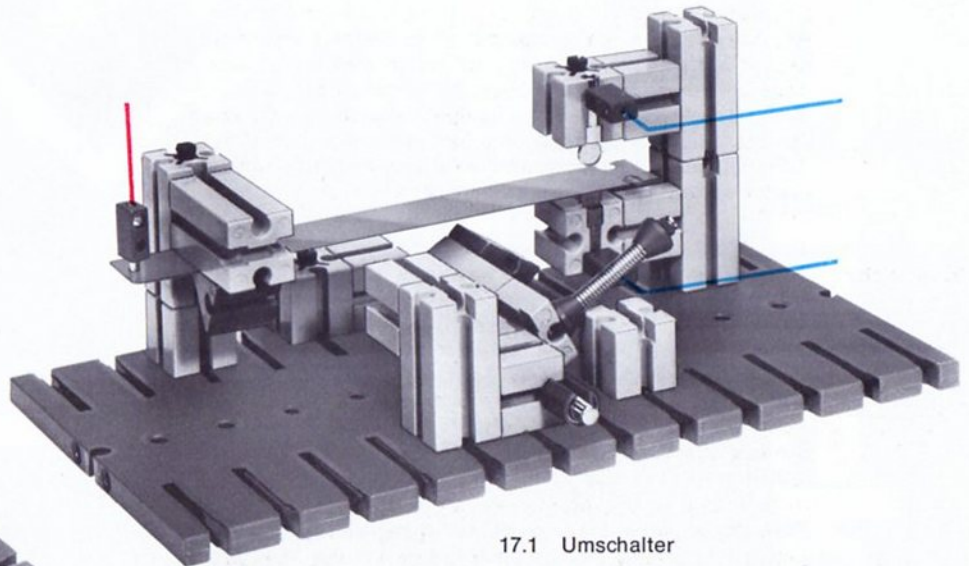
federndes Kontaktstück Versuchen Sie doch einmal, aus dem Modell von Bild 6.1, das einen Taster mit Schließer zeigt, einen Ein/Aus-Schalter zu machen, indem Sie den Tasthebel durch eine Nockenscheibe in der geöffneten und in der geschlossenen Stellung fixieren. Schalten Sie damit eine Lampe oder einen Motor mehrmals ein und aus. Es wird Ihnen nicht recht gelungen sein, den Nocken so zu justieren, daß die Kontakte einwandfrei schließen. Es reichte entweder nur zum „Wackelkontakt“ oder es kam zu unzulässigen Verklemmungen. Sollten Sie es trotzdem geschafft haben, so kommt der Schiffbruch garantiert nach etlichen „Schaltspielen“. (Unter einem Schaltspiel versteht man eine Ein- und eine Ausschaltung.) Sie brauchen zusätzlich ein federndes Element, das den Ausgleich für kleine Abstandsänderungen vornimmt und den notwendigen Druck zwischen den sich berührenden Kontaktflächen herstellt. Abhilfe schafft z. B. die Verwendung eines Federkontaktes aus dem fischertechnik-Drehschalter anstelle eines festen Kontaktstückes. Es läßt sich nach Abnahme des Schalteroberteils leicht herausnehmen.



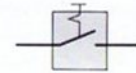
17.2
Baustufe 1



17.3
Baustufe 2



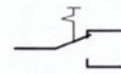
17.1 Umschalter



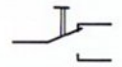
17.4 Ein/Aus-Schalter



17.5 alte Norm



17.6 Umschalter



17.7 alte Norm

Zweipoliger Schalter

Zweck In der Schaltungstechnik muß man oft zwei voneinander völlig unabhängige Stromkreise ein- bzw. ausschalten, kurz: schalten. Man braucht „zwei-polige“ Schalter oder Taster. Die beiden Ein-Aus-Kontakte dürfen natürlich nicht miteinander elektrisch verbunden sein, müssen jedoch zur gleichen Zeit geschaltet werden. An drei Beispielen soll dies leichter verständlich werden.

2 Stromkreise schalten Die Besitzer eines Netzgerätes mit 4 werden manchmal die Geschwindigkeit ihres Motors ändern wollen, ohne daß sich gleichzeitig die Helligkeit der Glühlampen, die ebenfalls vom Netzgerät gespeist werden, verändern soll. Die Lösung haben Sie sicher schon selbst gefunden: Der Motor wird mit Gleichspannung, die Glühlampen mit Wechselspannung „betrieben“. Nun möchten Sie einen Schalter, der beide Stromkreise gleichzeitig ein- bzw. ausschaltet. Das Schaltungsprinzip zeigt Bild 19.3.

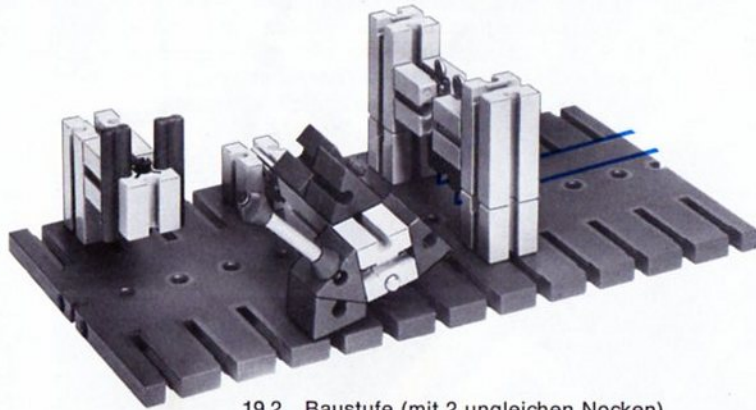
Wir haben also zwei voneinander unabhängige Stromkreise und brauchen in jedem einen eigenen Kontakt. Im Schalter-symbol koppelt man durch eine gestrichelte oder dünn ausgezogene Verbindung die beiden Kontaktzungen aneinander. Diese Verbindung ist natürlich keine elektrische Leitung, sondern eine nur mechanisch wirksame Verbindung. Daher der Ausdruck „Wirkverbindung“.

Das vorher gebaute Schaltermodell mit einer fischertechnik-Schwingfeder als Schaltzunge wird nach Bild 19.1 durch eine zweite Feder ergänzt und der Schaltnocken entsprechend verbreitert.

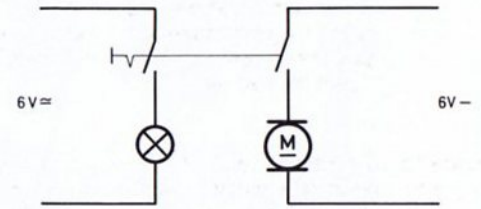
Da das Modell des einpoligen Schalters schon mit Umschaltkontakten ausgestattet war, wird es Ihnen sicher nicht schwerfallen, auch die Schaltung 19.4 zu verwirklichen. Jetzt muß die Lampe leuchten, wenn der Motor stillsteht. Die beiden Schalter arbeiten also „gegenläufig“.

Vielleicht ergänzen Sie dann die Schaltung so, daß eine weiße Lampe leuchtet, solange der Motor ausgeschaltet ist, während eine rote Warnlampe anzeigt, daß der Motor läuft. Zeichnen Sie bitte zuerst den Stromlaufplan.

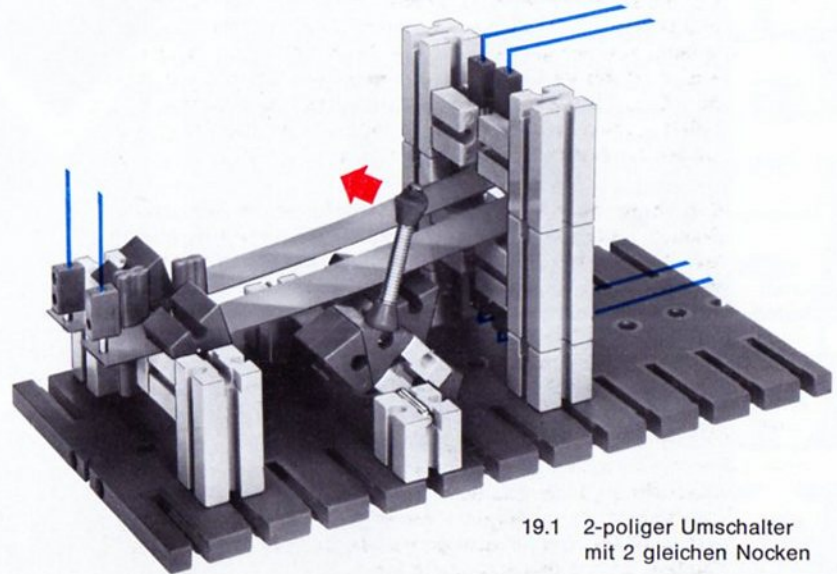
Kontakt-Voreilung Verwenden Sie – wie in Bild 19.2 gezeigt – zwei verschiedene Winkelsteine für die Schaltnocken, so schalten die beiden Kontakte nicht zu gleicher Zeit, sondern nacheinander. Solche Schalter werden in einem späteren Band benötigt. Überzeugen Sie sich davon, daß man auf diese Weise tatsächlich 2 Lampen zwar schnell hintereinander, aber nie gleichzeitig einschalten kann.



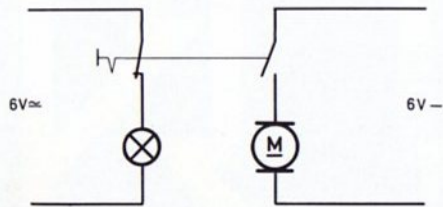
19.2 Baustufe (mit 2 ungleichen Nocken)



19.3



19.1 2-poliger Umschalter mit 2 gleichen Nocken



19.4

Polwendeschalter

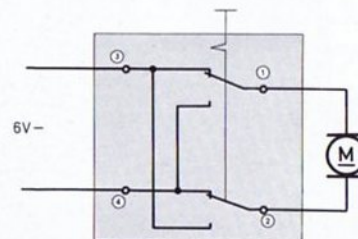
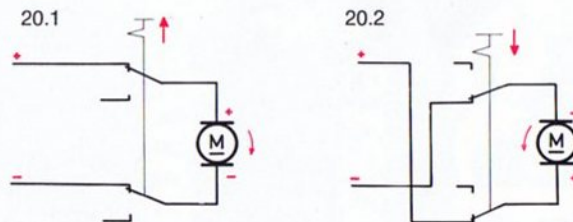
Prinzip Vielleicht haben Sie sich nach der Erprobung der letzten Schaltung schon Gedanken gemacht, ob die Drehrichtungsänderung Ihres Gleichstrommotors nach einem ähnlichen Prinzip erfolgt. Sie benötigen tatsächlich einen zweipoligen Umschalter dazu. Am selbstgebauten Modell können Sie die Probleme gut studieren. Vorher sollten Sie sich aber das Prinzip anhand der Bilder 20.1 bis 20.3 ansehen.

Stellung 1 Das Gerät – unser Motor – ist an die beiden Schaltungen angeschlossen. Bild 20.1 zeigt die Stellung 1 des Schalters. Es sind zunächst nur zwei der 4 festen Kontakte „beschaltet“, also nur zwei Leitungen angeschlossen. Der Strom, der – wie schon gesagt – von „+“ nach „-“ fließt, läuft im Schaltbild von oben nach unten durch den Motor.

Stellung 2 In Bild 20.2 sind dagegen die beiden vorher freien Kontaktanschlüsse „beschaltet“. Die gerade nicht benötigten Anschlußleitungen sind weggelassen. Wenn Sie den Stromlauf – wieder von „+“ beginnend – verfolgen, so finden Sie, daß jetzt der Motor in entgegengesetzter Richtung wie vorher durchflossen wird. Damit ist der gewünschte Zweck erreicht. Wir haben einen Polwendeschalter gebaut. Der fischertechnik-Kippschalter Ihres Baukastens ist ein solcher Polwendeschalter, obwohl er nur 4 Anschlußbuchsen hat, siehe Bild 20.3.

Einschaltstromstoß Vielleicht ist Ihnen schon aufgefallen, daß eine an den Batteriestab oder an das Netzgerät angeschlossene Lampe kurzzeitig stark an Helligkeit verliert, wenn Sie Ihren Elektromotor dazuschalten. Man sagt, „die Spannung geht kurzzeitig in die Knie“. Das ist übrigens auch bei den Glühlampen in Ihrem Haushalt festzustellen, wenn das Backrohr oder – ein allerdings größerer – Motor dazugeschaltet wird. Besonders schlimm wird diese Erscheinung, wenn der Motor umgepolt wird. Bei der Elektronik mit hobby 4 erfordert dies unter Umständen sogar besondere Gegenmaßnahmen. Je stärker der verwendete Motor ist, um so mehr stört dieser Effekt.

Durch einen Trick gelingt es, unseren selbstgebauten Polwendeschalter so zu verbessern, daß diese Erscheinung fast verschwindet. Wir sorgen dafür, daß der eine Umschaltkontakt später umschaltet als der andere! Wir müssen nur darauf achten, daß die Kontaktzungen mit dem Motor verbunden sind und nicht etwa mit dem Netzgerät. Im letzteren Fall würde nämlich das Netzgerät vorübergehend „kurzgeschlossen“, also der gegenteilige Effekt eintreten.



20.3

Springkontakte – Schnappschalter

Nachteile
einfacher
Schaltssysteme

Auch wenn Sie den Abstand der beiden festen Kontaktstücke eines selbstgebauten Wechslers oder Umschalters sehr klein machen, finden Sie bei sehr langsamer Betätigung des Schalthebels eine Stellung, in der das bewegliche Kontaktstück, die „Schaltzunge“, keines der beiden festen Kontaktstücke berührt. Das ist bei einfachen Modellen nicht weiter schlimm, kann aber bei Steuerschaltungen und bei großer Strombelastung der Kontakte zu erheblichen Schwierigkeiten führen.

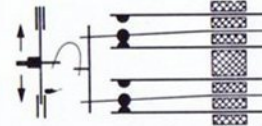
Schalten Sie bitte einen Motor über einen Kontakt des vorher gebauten Schalters an eine Gleichspannungsquelle und beobachten Sie – bei möglichst abgedunkeltem Zimmer – den beim „Öffnen“ des Kontaktes entstehenden Funken. Er bleibt um so länger „stehen“, je langsamer Sie den Kontakt öffnen. Der Kontaktabbbrand ist hoch, auch wenn Edelmetall-Kontaktplättchen – wie bei richtigen Schaltern und Tastern üblich – verwendet werden.

Prinzip

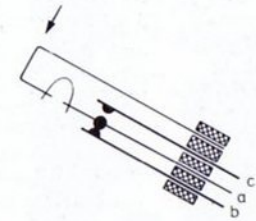
Eine geniale Erfindung schafft Abhilfe, der Springkontakt. Es gibt viele Varianten; alle Systeme beruhen aber darauf, daß eine Hilfsfeder (meist Blattfeder) benutzt wird. Am Modell nach Bild 21.1 sollten Sie eines der Prinzipien erproben. Wichtig ist, daß die Feder in Längsrichtung vorgespannt ist, also in keiner Stellung ganz gestreckt ist. Versuchen Sie, die Feder mit Hilfe des linken drehbar gelagerten Hebels langsam in die andere Richtung durchzudrücken, so formt sich die Feder zunächst zu einem S. Das heißt, daß sich das andere Ende der Feder zunächst kaum verändert und ein dort angebrachter Kontakt mit unverändertem Druck an der Feder anliegen wird.

Erst wenn der Hebel weit über die Mittelstellung hinaus bewegt wird, schnappt die Feder sprunghaft in die andere Endlage. Dasselbe Sprungverhalten finden Sie beim Zurückkippen des Hebels in seine Ausgangsstellung. Wird der Hebel jedoch vor dem Springen der Feder wieder freigegeben, dreht sich die Feder in die Ausgangslage zurück. Es erfolgt also keine Umschaltung.

Ein ähnliches Schnapp-Prinzip ist bei den fischertechnik-Tastern und Kippschaltern angewandt. Überprüfen Sie die Kontakte und vergleichen Sie mit den Bildern 21.2 und 21.3. Die Schnappfeder ist hier bügelförmig gebogen.



21.2



21.3



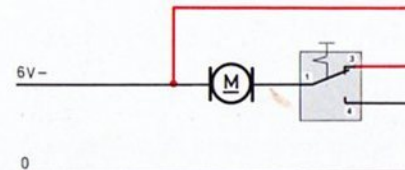
21.1 Prinzip des Schnappschalters

Schnellstop des Motors

fischertechnik Polwende-
schalter Der fischertechnik-Polwendeschal-
ter ist im Prinzip ein zwei-
poliger Umschalter, bei dem im Inneren allerdings zwei
„antiparallele“ Anschlüsse zusammengeschlossen sind, so daß
er nur vier Buchsen benötigt, siehe Bild 20.3. Die Buchsen
sind hier als Ringe, die nicht zugänglichen Lötstellen als
Punkte angegeben. Sie könnten das linke Buchsenpaar als
Eingangs- und das rechte Buchsenpaar als Ausgangsbuchsen
bezeichnen. Sie dürfen selbstverständlich auch die Buchsen
1 und 2 an das Netzgerät und den Motor an die Buchsen 3
und 4 anschließen.

Natürlich können Sie diesen Kippschalter auch als einpoligen
Umschalter oder als einpoligen Ein/Aus-Schalter verwenden.
Vielleicht verfolgen Sie die Anschlußdrähte unter dem
transparenten Deckel und merken sich, welche Buchsen
miteinander verbunden (= durchgeschaltet) sind, wenn der
Kipphebel in Richtung des Buchsenpaares 1-2 zeigt.

Motor als
Generator Im Baukastenbuch finden Sie auf S. 35 einen Versuch, der
zeigt, wie der Motor schnell gebremst werden kann: Der
Stromkreis wird nicht etwa bloß geöffnet, sondern der Motor
wird nach dem Abschalten der Spannungsquelle als Strom-
erzeuger geschaltet. Dadurch wird die in ihm vorhandene
Energie – sie steckt in den sich drehenden Massen des
Motorankers – nicht langsam in Reibungswärme in den
Lagern und angeschlossenen Getrieben, sondern schnell in
elektrische Energie und diese wieder in Wärme verwandelt.
Bild 22.1 zeigt die Schaltung, die Sie nochmals erproben
sollten. Am besten sehen Sie den Effekt, wenn der Motor ohne
Belastung, also ohne Getriebe, läuft. Schätzen Sie die Zeit,
die der Motor bis zum Stillstand braucht, ohne und mit der
rot gezeichneten Kurzschlußleitung. Als Schalter verwenden
Sie am besten den fischertechnik-Polwendeschal-
ter.



22.1

Halbautomatische Waage

Prinzip Bild 23.1 zeigt eine einfache Waage, auf deren Tisch an genau fixierter Stelle eine Kasette steht. Sie wird über ein Förderband mit rieselfähigem Material, z. B. Reiskörnern, beschickt. Dieses Material wird aus einer keilförmigen Einschütte abgezogen. Das Modell hat ein kurzes, aber schnell laufendes Förderband. Es sollte dafür Ripsband mit 40 mm Breite verwendet werden. Wer das Modell exakt nachbaut, benötigt eine Länge von genau 240 mm; das Band sollte an der Nahtstelle nicht überlappend, sondern Stoß an Stoß genäht sein.

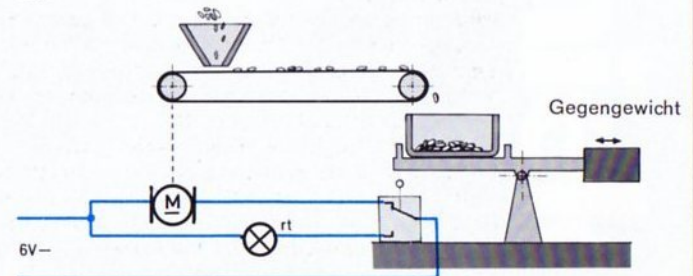
Ist genügend Reis in die Kasette gefallen und der Tisch dadurch entsprechend schwer geworden, senkt sich der Tisch (Platte 90×90) auf die rote Taste des fischertechnik-Tasters und schaltet damit laut Stromlaufplan 23.1 den Motor aus und eine rote Lampe (rt = rot) ein. Der Bedienungsmann hat nun Zeit, die volle Kasette gegen eine leere auszutauschen, indem er mit der leeren die volle nach hinten wegschiebt und letztere dann ganz entfernt. In diesem Augenblick startet der Motor erneut. Weil die Waage zwar automatisch abschaltet, aber nicht automatisch den Behälter entfernt, ist das System nur „halbautomatisch“.

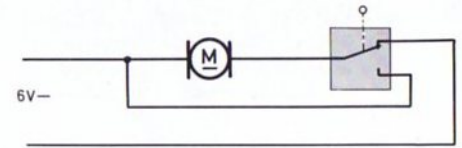
Schnellstop Vielleicht kommt Ihnen der Motor nicht schnell genug zum Stillstand. Dann müssen Sie die gerade besprochene Kurzschlußbremsung anwenden. Bild 24.1 zeigt Ihnen die schon bekannte Schaltung. Sie benötigt alle Anschlüsse des Tasters! Wo bleibt da noch eine Möglichkeit für den Anschluß der Signallampe? Vielleicht knobeln Sie selbständig, bevor Sie sich Bild 25.1 ansehen, das die 2 möglichen Schaltzustände der verbesserten Schaltung zeigt.

Das hier besprochene Wiegeverfahren arbeitet bei den in Frage kommenden Gewichten wegen der in den Lagerstellen und am Taster nicht zu vermeidenden unterschiedlichen Reibung nicht sehr genau. Da der fischertechnik-Taster mit Springkontakten ausgestattet ist, erfolgt die Umschaltung schlagartig. Überlegen Sie, was geschehen könnte, wenn man einen einfachen Wechsler, d. h. einen ohne Springkontakt, verwenden müßte.

Zum Bau des Modells Das Band sollte relativ straff auf den Reifen sitzen und die zwei Reifen auf einer Achse den größtmöglichen Abstand haben, damit das Band sich in der Mitte einsatteln kann und somit eine Rinne bildet. Baut man die Einschütte aus Karton, so kann sie relativ viel Vorrat aufnehmen. In diesem Fall empfiehlt es sich aber, unter das Band eine Stütze zu bauen, so daß es nicht durchhängt.

23.1





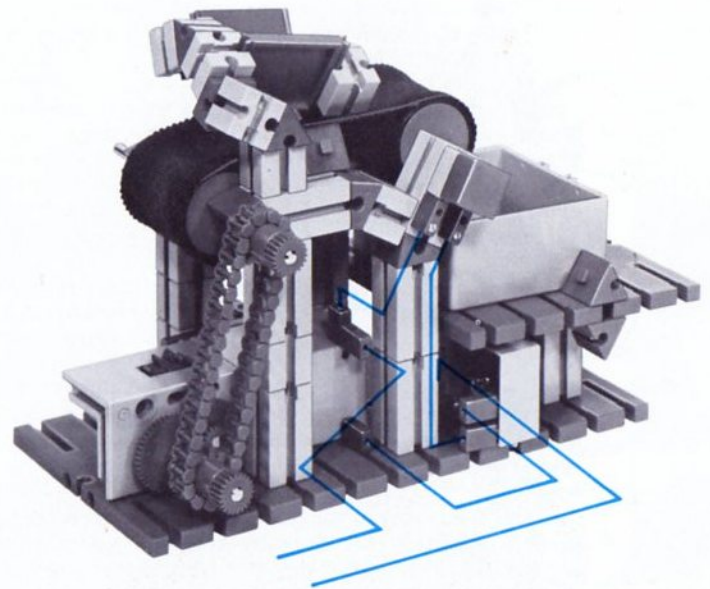
24.1 Kurzschlußbremsung



24.4
Einschütte, Baustufe



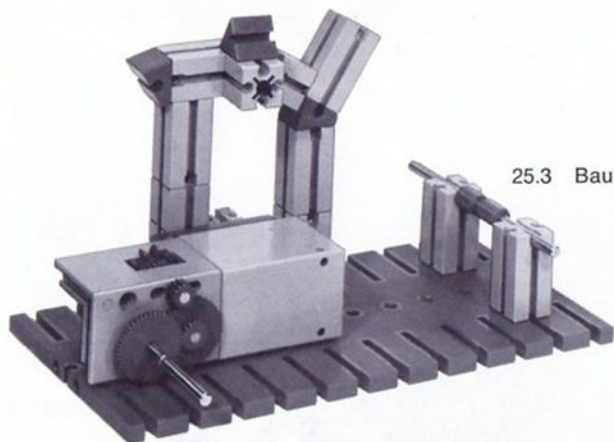
24.3
Wiegeteller von unten



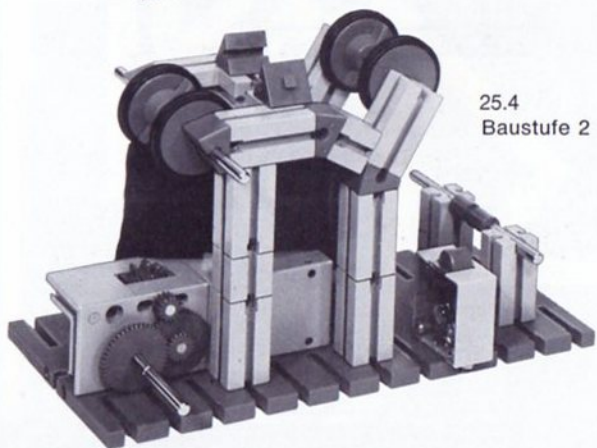
24.2 halbautomatische Waage



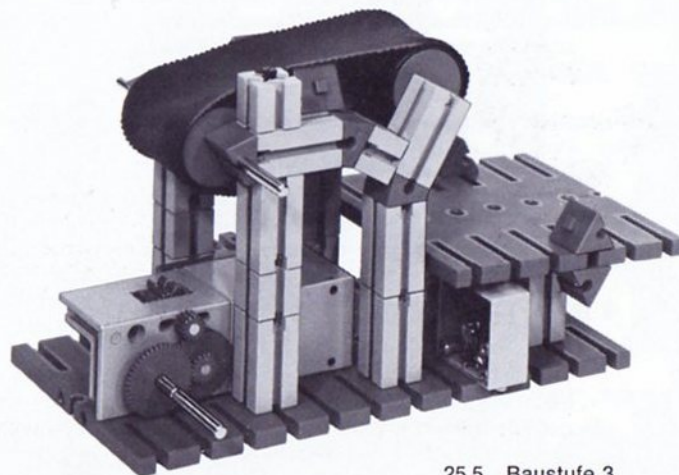
25.2
Transportband



25.3 Baustufe 1

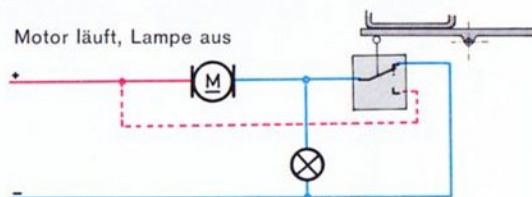


25.4
Baustufe 2



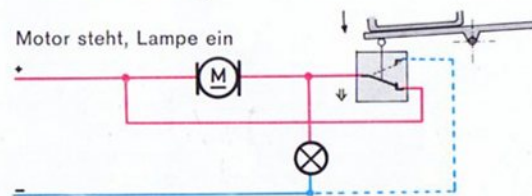
25.5 Baustufe 3

Motor läuft, Lampe aus



25.1 Schnellbremsung

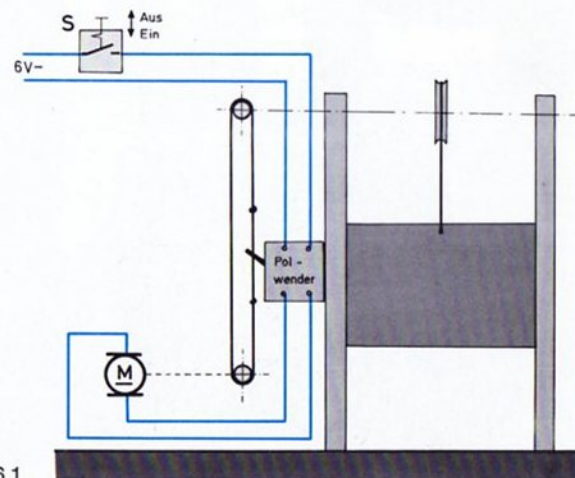
Motor steht, Lampe ein



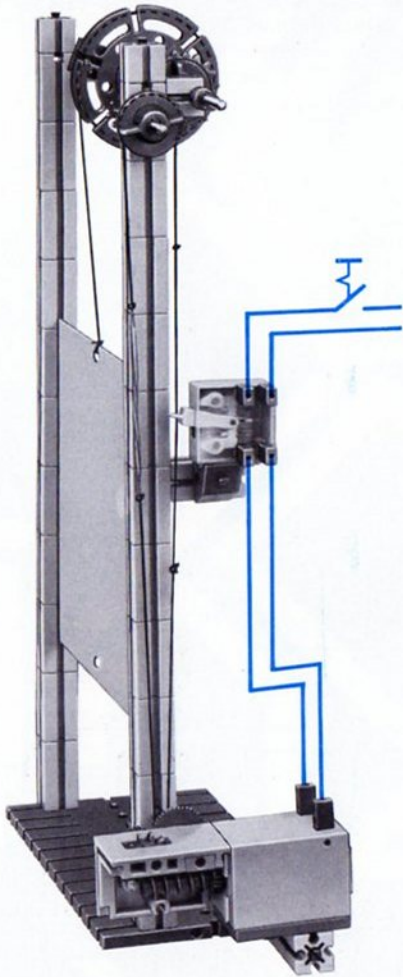
Hubtor mit seilgesteuertem Wendeschalter

Prinzip Einfache motorgetriebene Garagentore arbeiten nach dem in Bild 26.1 dargestellten Prinzip. Dabei ist es gleichgültig, ob das Tor als Hubtor – wie beim Modell 27.1 – oder als Kipptor ausgeführt ist. Ein Motor hebt oder senkt über ein Seil oder eine Kette das Tor. Auf dem Seil sind zwei sogenannte „Mitnehmer“ befestigt, die einen Polwendschalter umschalten. Wird der Hauptschalter S eingeschaltet, so bewegt sich das Tor von einer Endlage in die andere, und zwar so lange, bis der Hauptschalter wieder ausgeschaltet wird. Erst bei einem später beschriebenen Modell wird automatisch in den Endlagen abgeschaltet.

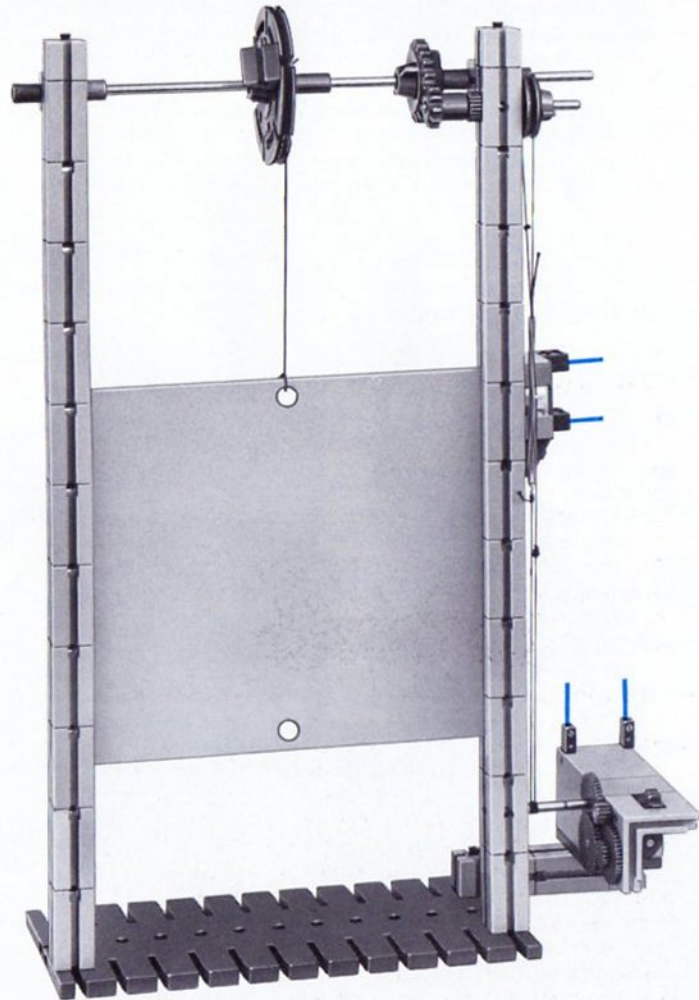
Zum Bau des Modells Beim Modell wird das etwa 560 mm lange Zugseil durch die Bohrung im Kipphebel des fischertechnik-Polwendschalters geführt und im Abstand von 120 mm je ein kräftiger Knoten gefügt. Um die notwendige Seilreibung zu erzielen, ist das Seil dreimal um die Antriebsachse geschlungen. Eine Gummifeder (Gummiring) bringt den notwendigen Seilzug. Das Tor besteht beim Modell aus einer 145×155 mm großen und maximal 2 mm starken Pappe, die in den Nuten der beiden Bausteinsäulen läuft. Durch Verdrehen der als Seiltrommel wirkenden großen Drehscheibe gegen das auf derselben Welle sitzende Zahnrad wird das Tor so justiert, daß es genau im Umschaltpunkt des Polwendschalters voll geschlossen ist. Achten Sie bitte auf die richtige Polung des Netzgerätes. Bei falscher Polung schaltet der Kippschalter nicht um.



26.1



27.2 Seitenansicht



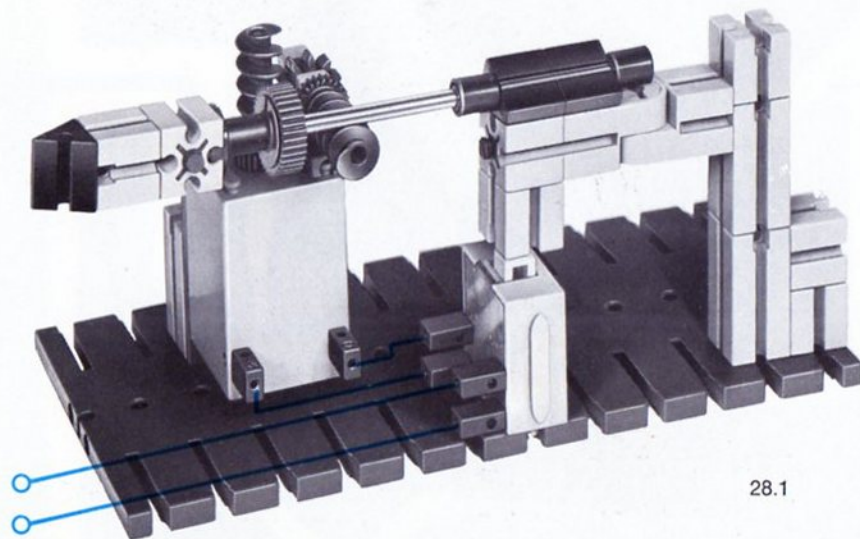
27.1 Hubtor

Wendesteuerung

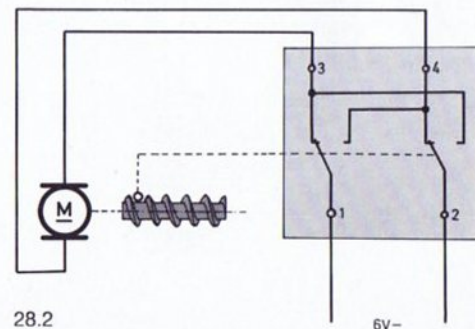
Prinzip Das Modell 28.1 zeigt eine der vielen Möglichkeiten zur Selbststeuerung der Drehrichtung eines Motors. Der Motor ist über einen Polwendschalter an das Netzgerät angeschlossen. Ein um eine senkrechte Achse schwenkbarer Hebel (Achse 110 auf Gelenkstein) wird in der waagrecht liegenden Schnecke eines Getriebes geführt. Ein auf der Unterseite dieses Hebels angebauter Mitnehmer (Baustein 15) betätigt mit seiner Stirnut jeweils den Polwendschalter, kurz bevor die von der Schnecke geführte Achse das Gewindeende erreicht hat.

Das Prinzip dieser Anordnung zeigt Bild 28.2. Das Getriebe zwischen Motor und Schnecke ist weggelassen, aber durch die gestrichelte Verbindung angedeutet.

Erweiterung Sie sollten nach der ersten Erprobung die Schalthäufigkeit dieses Modells herabsetzen, indem Sie zwischen Motor und Steuerschnecke ein weiteres Getriebe einbauen. Solche Steuerungen verwendet man im Prinzip auch für Faden- oder Drahtführer von Wickelautomaten. Durch Verändern des Abstandes zwischen Polwendschalter und Hebeldrehpunkt können Sie die Wickelbreite in gewissen Grenzen einstellen.



28.1



28.2

Mehrstellungsschalter

2 Schaltstellen Allen bisher benutzten Schaltern und Tastern ist eines gemeinsam: Es gibt nur zwei Schaltstellungen. In der Technik benötigt man darüber hinaus auch Schalter mit viel mehr Schaltstellungen. Man nennt sie ganz allgemein: Mehrstellungsschalter. Dazu gehört auch der fischertechnik-Stufen-Drehschalter. Er besitzt acht Raststellungen.

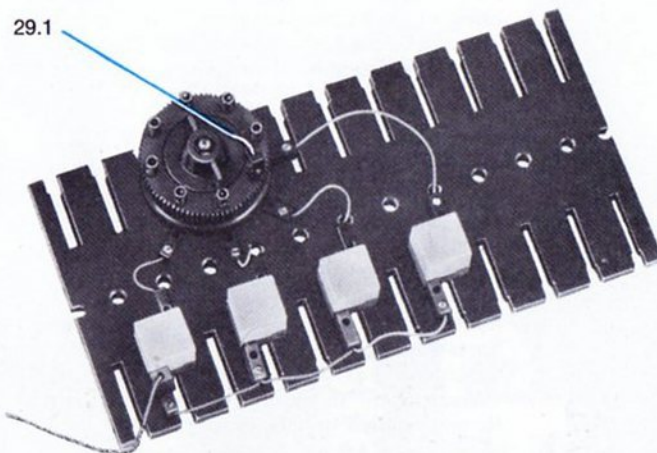
Im einfachsten Falle schaltet ein solcher Schalter wahlweise eine von mehreren Lampen oder verschiedene Lampenkombinationen an die Spannungsquelle. Er wird somit als „Wahlschalter“ eingesetzt.

Federkontakt Der Schalter sollte stets in einer gerasteten Stellung aufbewahrt werden, damit die unteren Kontaktstücke festgehalten werden und sich nicht nach oben bewegen können. Die oberen Kontaktstücke federn. Sie können herausgenommen und für solche Spezialaufgaben herangezogen werden, bei denen federnde Kontaktelemente nötig sind.

1 von 4 Lampen Jede der 4 Lampen des Modells nach Bild 29.1 soll durch einen Wahlschalter einzeln an 6 V angeschlossen werden können. Das Bild zeigt die technisch einfachste, aber nur als Provisorium anzusehende Lösung. Die Leitung zum drehbaren Schalteroberteil kann nämlich bei häufigem Drehen des Schalteroberteils irgendwo hängen bleiben. Solche fliegenden Leitungen liebt man in der Technik nicht, besonders wenn der Schalter keine Anschläge besitzt, also beliebig durchdrehbar ist. Und das ist unser Drehschalter ja!

Deshalb wird die Verdrahtung besser nach Bild 29.2 ausgeführt. Die von außen kommenden Leitungen führen nur

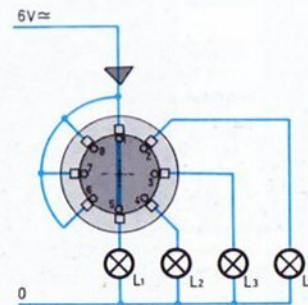
zum Schalterunterteil. Deshalb können sie fest montiert werden. Der Schaltstern, wie man das drehbare Schaltoberteil gerne nennt, hat nur interne Verbindungen. Er kann daher beliebig gedreht werden.



	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
1	⊗			
2		⊗		
3			⊗	
4				⊗
5	⊗			
6		⊗		
7			⊗	
8				⊗

⊗ = Lampe leuchtet

29.3



29.2

Schaltzeichen Das feste Schalterunterteil, das man auch Stator nennt, entspricht im Verdrahtungsplan dem äußeren Ring. Der Schaltstern (= drehbares Schalteroberteil) erscheint im Verdrahtungsplan als innere Scheibe.

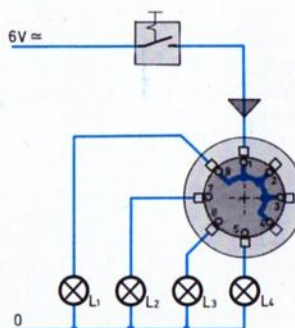
Funktions-tabelle Aufgaben, die in den verschiedenen Schaltstellungen jeweils zu erfüllen sind, hält man am besten in Form einer Funktions-tabelle fest. Bild 29.3 zeigt, welche Funktionen sich in den 8 Schaltstellungen des nach Bild 29.2 verdrahteten Schalters ergeben. Damit man die gewünschte Stellung ohne Probieren findet, sind die Stellungen mit den Ziffern 1 bis 8 gekennzeichnet. Sie finden diese Nummern auf dem Schalteroberteil.

Es empfiehlt sich, die eingesenkten Nummern mit schwarzer Farbe auszulegen. Dazu Farbe auftragen und mit hartem Tuch darüberwischen, so daß die Farbe in der Vertiefung bleibt. Eine Zuordnung zu den Bildern dieses Buches ist nur möglich, wenn Sie außerdem eine Index-Marke anbringen. Im einfachsten Falle kleben Sie auf den Rand des Schalterunterteils einen schmalen Selbstklebestreifen – genau unter eine Nummer des Schalteroberteils, nachdem der Schalter in eine Raststellung gedreht wurde. Beachten Sie bitte, daß Sie den Schalter nach links drehen müssen, wenn Sie auf eine Stellung mit der nächsthöheren Nummer gehen wollen.

1 bis 4 Lampen Oft benötigt man einen Wahlschalter, der es gestattet, vorab festzulegen, ob durch den eigentlichen und jedermann zugänglichen Betriebsschalter 1, 2, 3 oder 4 Lampen eingeschaltet werden können. Die Verdrahtung eines Wahlschalters, der diese Forderungen erfüllt, zeigt Bild 30.1, das Gerüst des Funktionsplanes Bild 30.2.

Bitte tragen Sie vor der Erprobung die bei den Stellungen 1 bis 8 zu erwartenden Ergebnisse in die Funktionstabelle ein. Geben Sie durch das Symbol einer Lampe an, welche Lampen in den 8 Stellungen jeweils leuchten – ähnlich Bild 29.3 für die Schaltung 29.2.

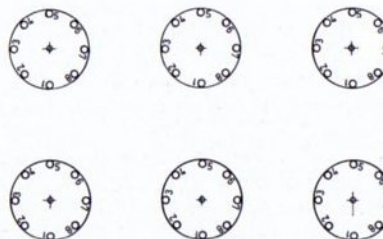
30.1



30.2

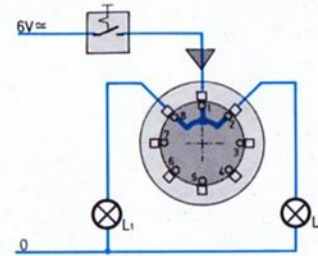
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

30.3 Schaltsterne (zum Ausschneiden für Ihre eigenen Entwürfe)



Hinweis Das Lesen der Verdrahtungspläne, die Mehrstellungsschalter enthalten, ist nicht ganz einfach. Am leichtesten geht es, wenn man sich aus Papier einen zweiten Schaltstern in der Größe der Zeichnung herstellt und die entsprechenden Verbindungen sowie die dazugehörigen Nummern einträgt. Nach Auflegen dieser Scheibe und Drehen in die gewünschte Schaltstellung kann man sofort die gerade gültigen Verbindungen aus der Zeichnung entnehmen. Vielleicht hilft Ihnen einer der in Bild 30.3 einzeln herausgezeichneten Schaltsterne.

Beispiel Bild 31.1 zeigt eine weitere Schaltung mit dem Stufenschalter. Bitte überlegen Sie, welche Lampen in den verschiedenen Stellungen leuchten werden, und tragen Sie das Ergebnis in Tabelle 31.2 ein.
Überzeugen Sie sich bitte am Ende Ihrer Überlegungen durch einen Versuch, daß Sie es richtig gemacht haben.



31.1

	L ₁	L ₂
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

31.2

mehrpoliger Schalter Für manche Schaltaufgaben benötigt man zwei- oder mehrpolige Verbindungen im Schaltstern. Ein Beispiel zeigt Bild 31.3. Hier sind zwei Spannungsquellen vorgesehen, eine mit Gleichspannung für den Motor und eine mit Wechselspannung für die Signallampen. In der gezeichneten Schalterstellung fließt nur Strom durch die im Verdrahtungsplan links eingezeichnete Lampe mit dem Kennzeichen ws. Diese Abkürzung steht für weiß. Das bedeutet, daß der Leuchtstein mit dieser Lampe eine weiße Kappe erhalten soll. Dreht man den Schalter um 45° (= 1 Schalterstellung weiter von 1 auf 2) nach links, so leuchtet statt der weißen Lampe eine rote (Kurzzeichen rt), und der Motor dreht sich. Was passiert in den anderen 6 Schaltstellungen? Ergänzen Sie bitte die Funktionstabelle von Bild 31.4. Den laufenden Motor symbolisieren Sie durch das Schaltzeichen für einen Motor.

Polwender Tabelle 31.5 schreibt vor, daß sich ein Motor in Schalterstellung 1 nach rechts drehen soll. In Stellung 2 soll er sich entgegengesetzt drehen. Diese Aufgabe soll mit einem Schaltstern verwirklicht werden, der nach Bild 31.6 verdrahtet ist.

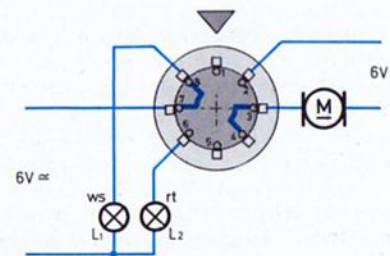
Die Erstellung von Verdrahtungsplänen für den Stufendreh- schalter ist bei schwierigeren Schaltaufgaben oft harter Denksport. Weitere Anregungen finden Sie im Laufe dieses Buches und vor allem im Band 3-3.

	Motor
1	↻
2	↺
3	↺
4	↻

31.5



31.6



31.3

	M	L ₁	L ₂
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

31.4

Programmgesteuerte Verkehrsampel

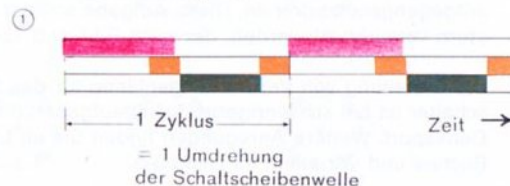
Programm Das Baukastenbuch zu hobby 3 zeigt auf Seite 53 eine handgeschaltete Verkehrsampel. Mit Hilfe von vier Nockenscheiben und einem Motor kann die Anlage automatisiert werden. Bild 32.1 zeigt das Schaltprogramm in zeitlicher Abfolge.

Der grünen und der roten Lampe sind je ein Taster, der gelben Lampe dagegen zwei Taster zugeordnet, weil die gelbe Lampe ja zweimal innerhalb eines Zyklus geschaltet werden muß. Bild 33.5 zeigt die Schaltung. Wir benötigen Taster mit Ruhekontakt (Öffner). Sie werden nach Bild 33.1 aus vier Hebeln und einer Achse 180 als gemeinsamer Stromschiene gebaut. Die Hebel werden von den Nocken der vier auf einer gemeinsamen Welle sitzenden Scheiben (Bild 33.2) abgehoben, siehe Bild 33.4. Eine Lampe leuchtet nicht, solange der Nocken den Hebel mit dem Kontaktstück von der Schiene abhebt.

fischertechnik-Schalt-scheiben Als Nockenscheiben mit einstellbarer Nockenbreite werden jeweils zwei fischertechnik-Schalt-scheiben verwendet. Bis 1975/76 gefertigte hobby 3-Baukästen enthalten diese Schalt-scheiben noch nicht, dafür zwei Schleifringe! Die Schalt-scheiben sind jedoch in den ab Mitte 1975 ausgelieferten Zusatz-packungen 06 enthalten. (Achten Sie beim Kauf auf den Inhalt.) Aus Bild 33.5 können Sie die notwendige Breite der Nocken und die Zuordnung zueinander entnehmen. Auf die Zykluszeit (Zeit für eine Umdrehung der Nockenscheiben) kommt es zunächst nicht an.

Erweiterung Verkehrsampeln werden vielfach nachts auf Blinkbetrieb umgeschaltet. Nach Bild 33.6 können Sie dies mit Hilfe eines zweipoligen Schalters (ft-Stufendreheschalter) verwirklichen. Außerdem brauchen Sie noch eine schnellrotierende Nockenscheibe als Unterbrecher. Die Bilder auf Seite 34 zeigen Ihnen ein geeignetes Getriebe. Die Hauptwelle mit den vier Nockenscheiben läuft relativ langsam.

32.1 Schaltzyklus

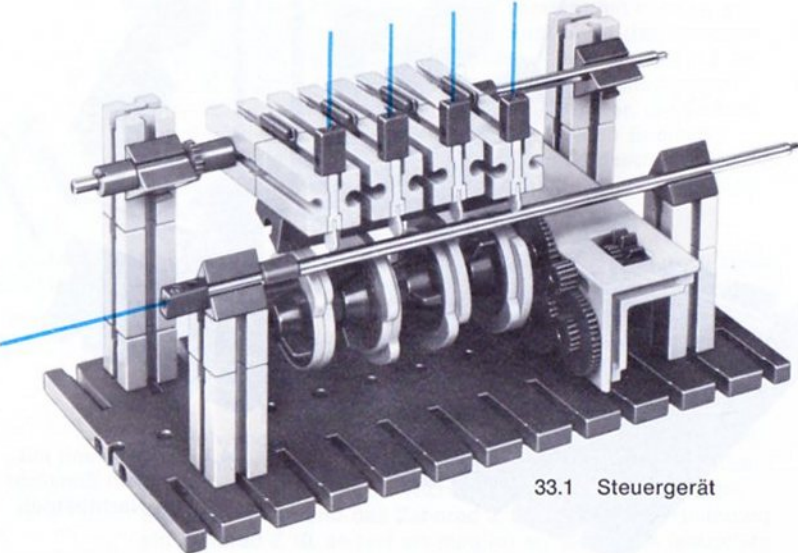




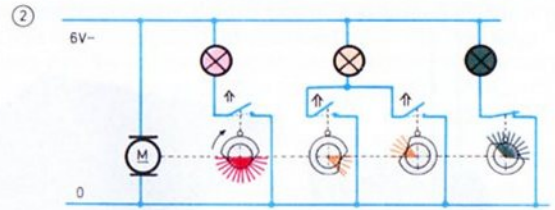
33.3 Ampel



33.4 Tasterhebel und Nockenscheibe



33.1 Steuergerät

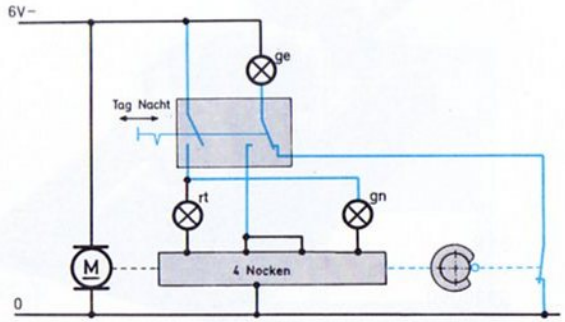


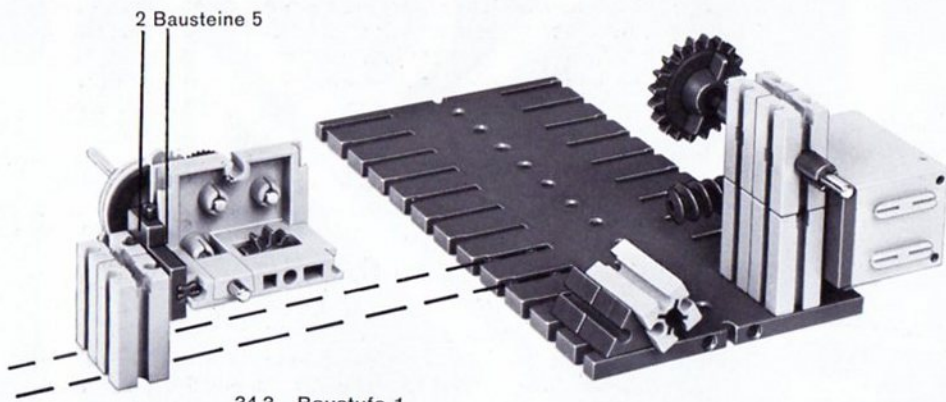
33.5 Stromlaufplan



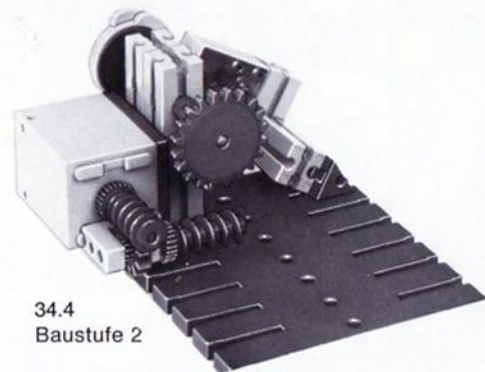
33.2 Nockenscheiben

33.6 mit Umschalter für Blinkbetrieb

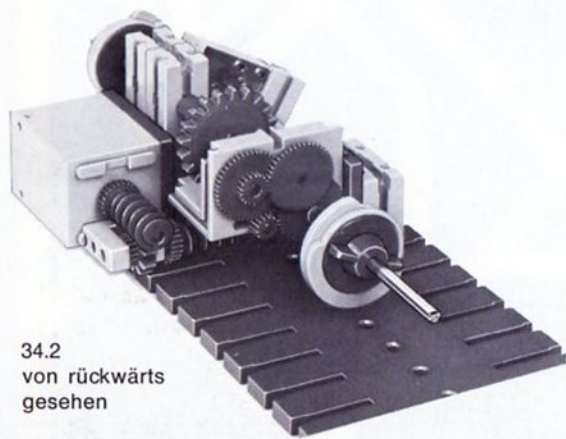




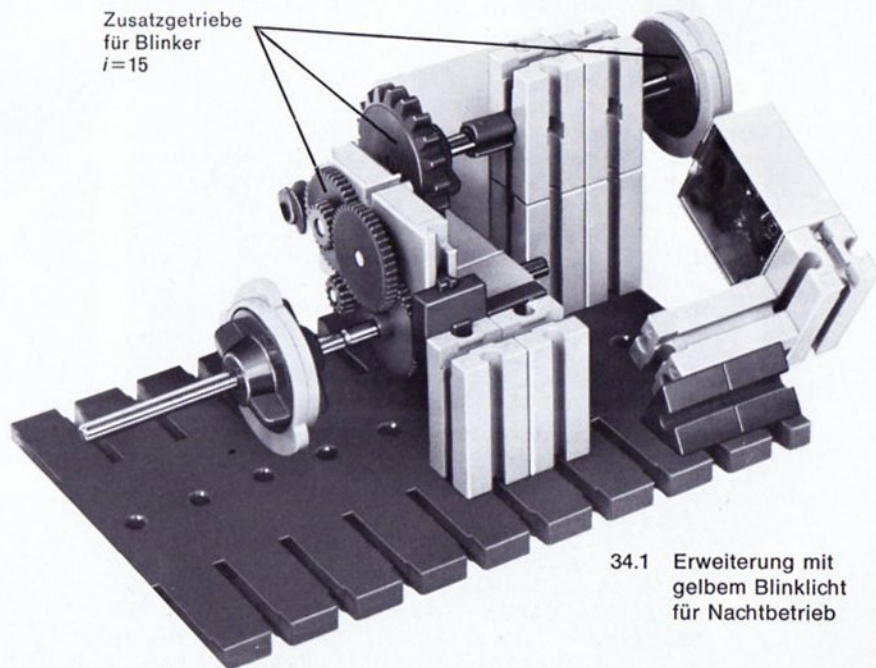
34.3 Baustufe 1



34.4
Baustufe 2



34.2
von rückwärts
gesehen



34.1 Erweiterung mit
gelbem Blinklicht
für Nachtbetrieb

Garagentorsteuerung mit Endschalter

Prinzip Einen seilzuggesteuerten Wendeschalter für einen Torantrieb haben Sie bereits auf Seite 26 kennengelernt. Nun soll eine steuerungsmäßig elegantere, aber auch etwas aufwendigere Schaltung erprobt werden. Der Motor startet auf Knopfdruck und schaltet sich in der oberen bzw. unteren Endlage selbst ab. Dazu wird in den Stromkreis ein Taster eingebaut, dessen Kontakt in dem Augenblick, in dem das Tor die oberste bzw. unterste Stellung erreicht hat, den Stromkreis unterbricht. Sie benötigen einen Öffner, siehe Bild 35.1. Solche Kontakte nennt man „Endschalter“. Zum Wiederanlauf muß der geöffnete Kontakt des Endschalters überbrückt werden. Deshalb legt man parallel zum Endschalter einen Schließer, siehe Bild 35.1. Er kann die Bezeichnung „Start-Taster“ oder – kürzer – „Starter“ erhalten.

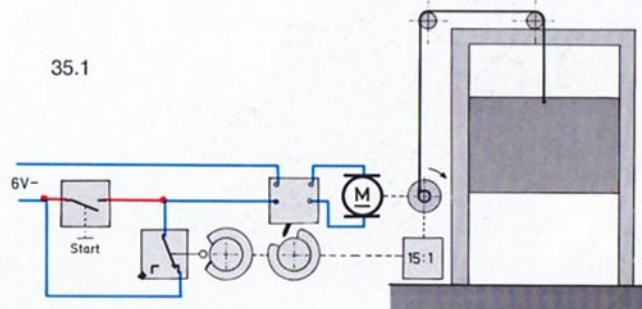
Bild 37.1 zeigt das vollständige Modell. Die Polwendung wird nicht durch zwei Mitnehmer im Seil, sondern mit Hilfe einer Schaltscheibe vorgenommen. Dazu wird hinter das Getriebe für die Seiltrommel ein Zusatzgetriebe – beim Modell mit der Übersetzung $i = 15$ – gesetzt, das zwei Schaltscheiben antreibt. Die eine steuert den Polwendeschalter, die andere den Endschalter, der den Motor in den beiden Endlagen stillsetzt. Da die beiden Schalter gleichzeitig geschaltet werden müssen, ist eine sehr genaue Abstimmung der „Schaltpunkte“ (Umpolen bzw. Stop) nötig.

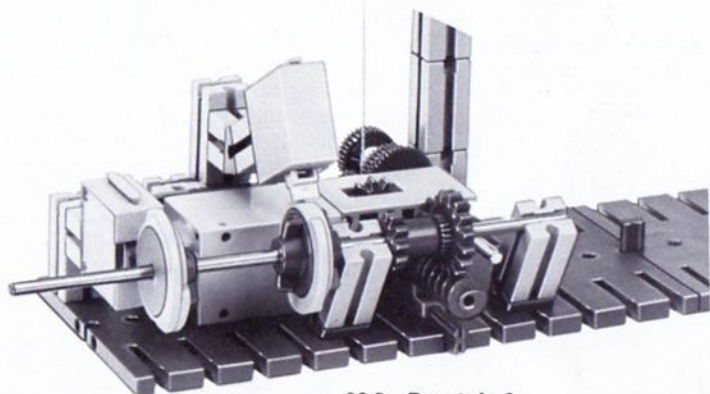
Zum Bau des Modells Das Zusatzgetriebe mit $i = 15$ erhalten Sie durch Anbau einer Schnecke, in die ein auf der Welle mit den beiden Nockenscheiben montiertes Zahnrad Z 15 eingreift. Sollte Ihr hobby 3-Baukasten noch keine Schaltscheiben enthalten, so können Sie diese durch die Zusatzpackung 06 beschaffen. Achten Sie bitte beim Kauf auf den Inhalt dieser Packung.

Der Polwendeschalter muß sehr genau justiert werden, damit die Flanken des Nockens der Schaltscheibe auch tatsächlich den Kippschalter betätigen. Wichtig ist auch, daß Sie die zwei Steuerscheiben und das Zahnrad Z 15 bzw. dessen Halterung, ein Zahnrad Z 10, so fest als möglich auf der Welle festziehen.

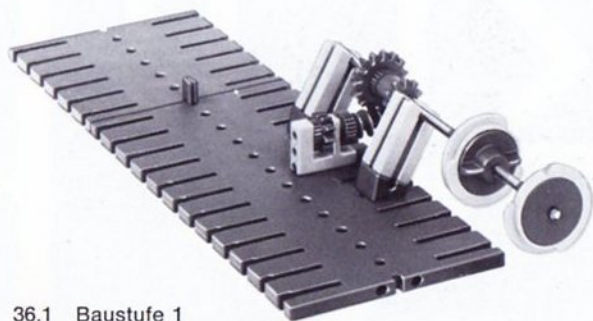
Kopiersteuerung Die Schaltung funktioniert nur dann einwandfrei, wenn die Enden der Nocken der beiden Schaltscheiben – bezogen auf die Lage des Schalters und des Tasters – die wirkliche Stellung des Tores genau nachbilden, „kopieren“. Deshalb nennt man solche Steuerungen auch „Kopiersteuerungen“.

gemeinsame Steuerscheibe Genauer wird die Steuerung, wenn Sie den Stoptaster (= Endschalter) nicht von einer zweiten Steuerscheibe aus, sondern von der Steuerscheibe für den Polwendeschalter aus mitsteuern. Diese Scheibe sollte dann am besten zwei Nocken und damit auch zwei Einschnitte besitzen. Dies läßt sich leicht verwirklichen, wenn Sie statt der zusammengesetzten und damit in der Nockenbreite einstellbaren Schaltscheibe aus dem hobby 3-Baukasten einen Ihrer Spurkränze aus hobby 2 opfern. Sie schneiden dazu zwei entsprechend breite Kerben aus dem Spurkranz heraus. Fangen Sie lieber mit zu schmalen Ausschnitten an, „hinzuschneiden“ kann man nicht!

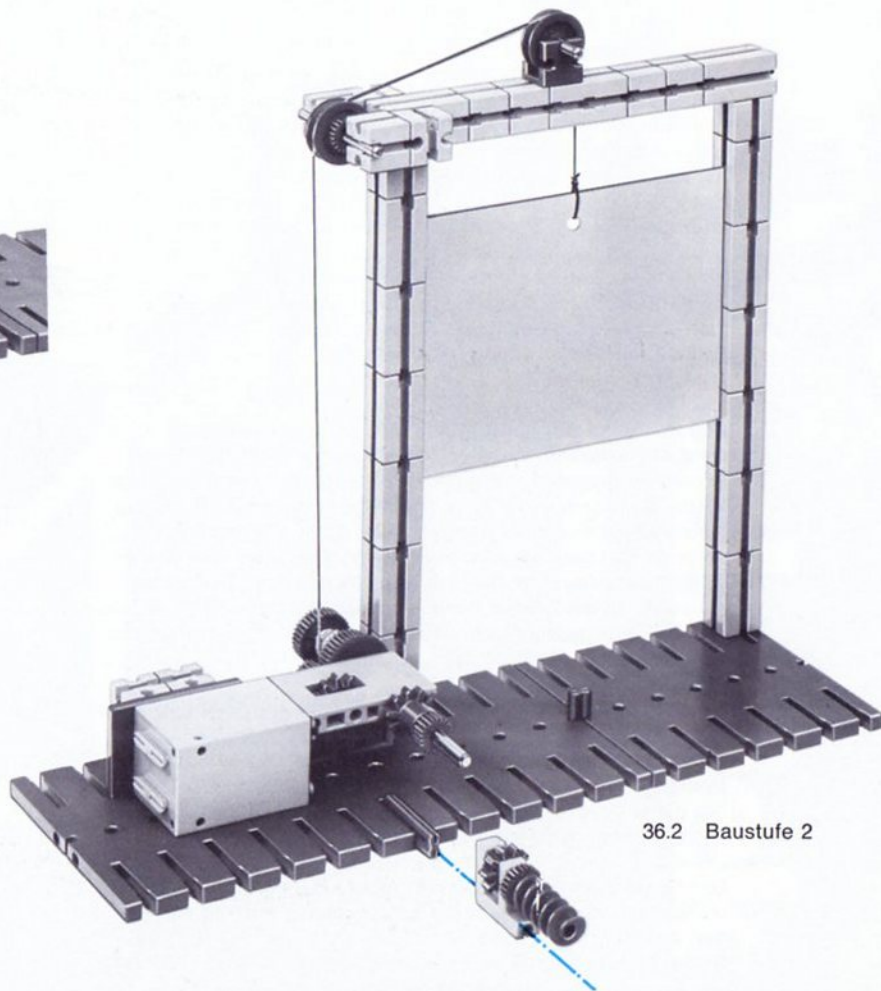




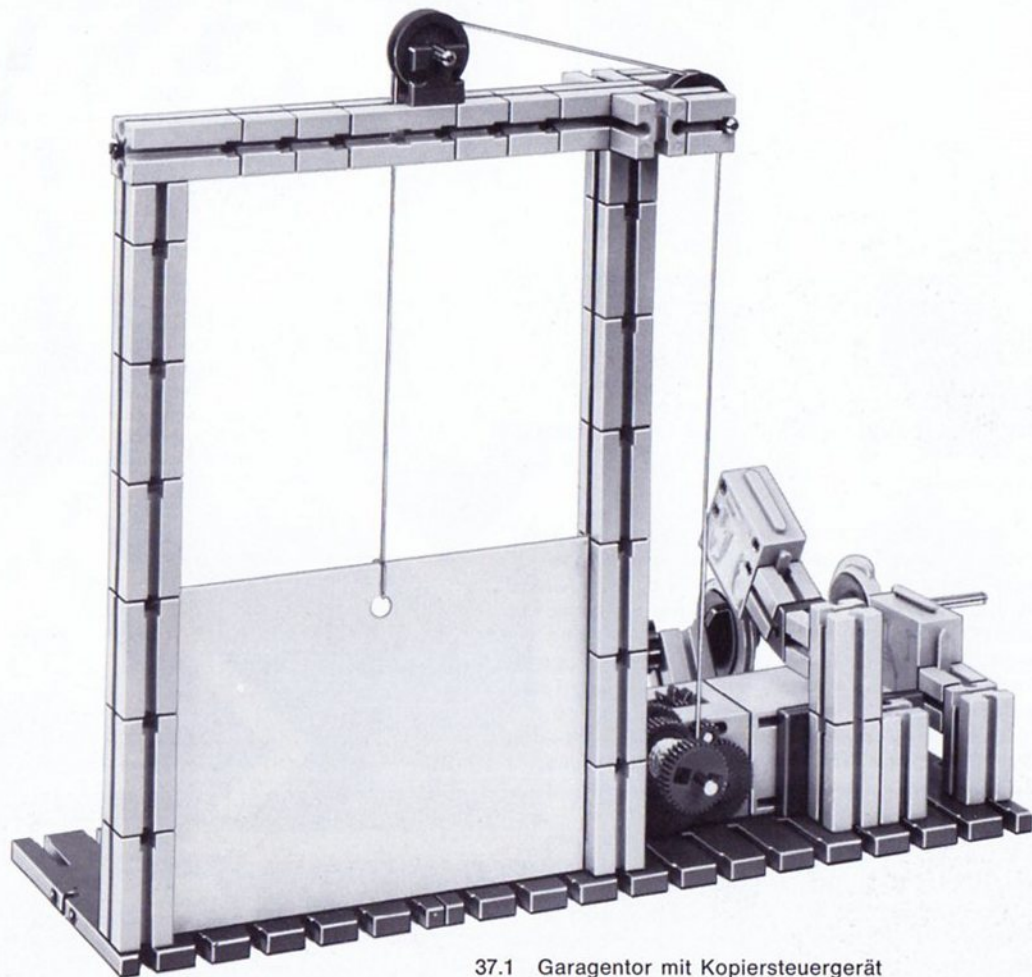
36.3 Baustufe 3



36.1 Baustufe 1



36.2 Baustufe 2



37.1 Garagentor mit Kopiersteuergerät

Einpreß-Automat

Prinzip der Presse Bild 38.1 zeigt das Prinzip einer „liegenden“ (=horizontal arbeitenden) Einpreßvorrichtung, Bild 39.1 ein einfaches Modell. In der Technik verwendet man solche einfachen Pressen zum Einsetzen von Stiften oder Hohlknoten usw. oder zum Räumen von Bohrungen. Legt man das „Werkstück“, einen Baustein 30, in die Werkstückaufnahme und betätigt kurz den Starttaster T, so beginnt der Motor zu laufen und schiebt den mit einer Zahnstange versehenen Pressenstempel nach links in die obere Nut dieses Bausteins.

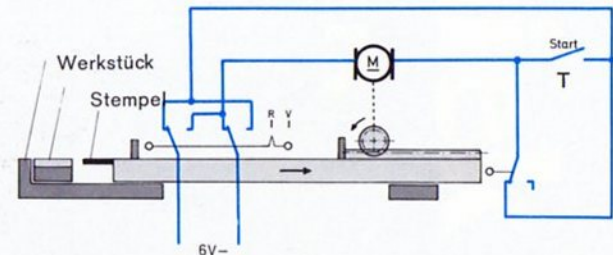
Ein im Zahnstangenträger verschiebbar angeordnetes Verbindungsstück 30 betätigt den Kipphebel des Polwendschalters. Der Motor wird umgepolt, der Stempel läuft wieder zurück. Wenn die Rückseite des Stempelhalters (Baustein 30) den Kipphebel des Polwendschalters erreicht hat und betätigt, wird der Motor erneut umgepolt. In diesem Augenblick muß das rechte Ende des Zahnstangenträgers die rote Taste des als Endschalter wirkenden fischertechnik-Tasters so weit gedrückt haben, daß dessen Springkontakt umspringt und den Motorstromkreis öffnet. Der Motor bleibt stehen. In Bild 39.2 ist dieser Zustand gerade noch nicht erreicht. – Zum erneuten Start muß der geöffnete Kontakt des Endschalters durch den Start-Taster T überbrückt werden.

Zum Bau des Modells Die als Einpreßstempel benutzte Achse 60 wird durch Beilegen eines Fadens in der Nut des Stempelhalters (Baustein 30) fixiert. Die Werkstückaufnahme muß genau ausgerichtet sein und genau der Größe des Werkstückes angepaßt werden, damit der Stempel leicht in die Bohrung des Werkstückes findet.

Erweiterung Wer einen zweiten fischertechnik-Taster (zwei Stück in der neuen Zusatzpackung em 5) oder fischertechnik Minitaster aus dem Serviceprogramm (erhältlich bei Ihrem nächsten Fachhändler mit fischertechnik-Servicebox) besitzt, kann erreichen, daß die Presse nach dem Einlegen des Werkstückes in die Aufnahme automatisch anläuft. Zur Erprobung bauen Sie bitte die Werkstückaufnahme und auch die Stempelführung – aus Sicherheitsgründen – nach Bild 40.3 um. Der Starttaster wird in die Werkstückaufnahme mit einbezogen, an der Schaltung selbst ändert sich nichts. Wird das Werkstück – diesmal mit zwei Winkelsteinen als Haltegriff – gegen den Taster gedrückt, so startet der Motor. Der Mann an der Presse muß das Werkstück entfernen, bevor der Stempel seine äußere Umkehrposition erreicht hat. Andernfalls läuft der Motor weiter.

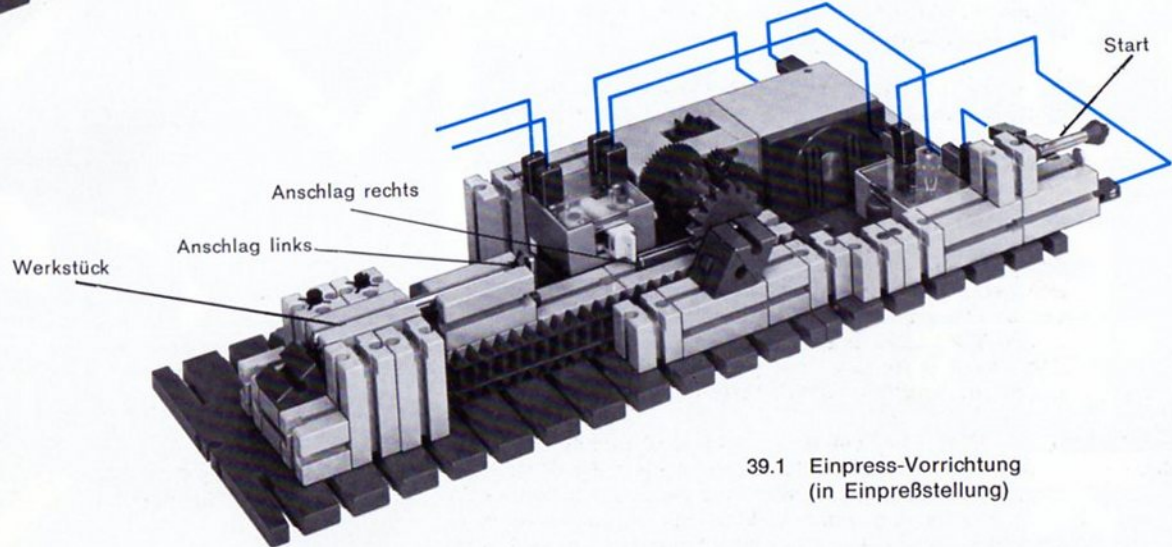
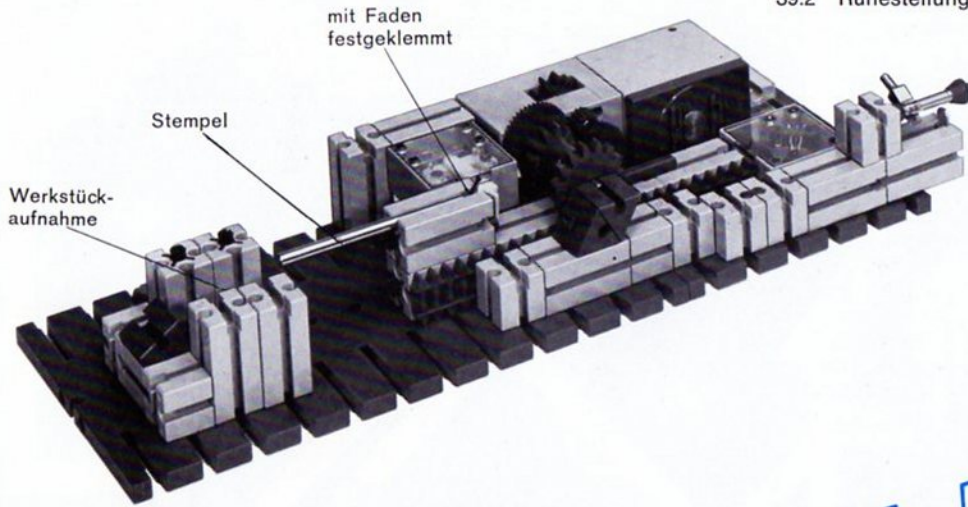
Schnellstop Sie haben sicher beobachtet, daß der Kipphebel des Polwendschalters beim Abschaltvorgang jeweils einen gehörigen Stoß bekommt. Der Motor kommt nicht schnell genug zum Stillstand. Abhilfe schafft die in Bild 40.4 rot eingezeichnete Kurzschlußbremsung. Jetzt benötigen Sie auch für den Starttaster einen Wechsler. Diese Schaltung werden Sie noch häufig anwenden. Vielleicht zeichnen Sie den Stromlaufplan für sich allein getrennt auf. Eigenhändiges Zeichnen des Stromlaufplanes stärkt das Gedächtnis!

38.1

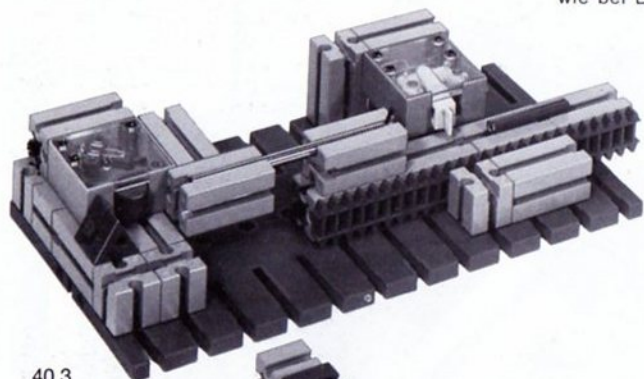


39.2 Ruhestellung

Baustufen
siehe Seite 40



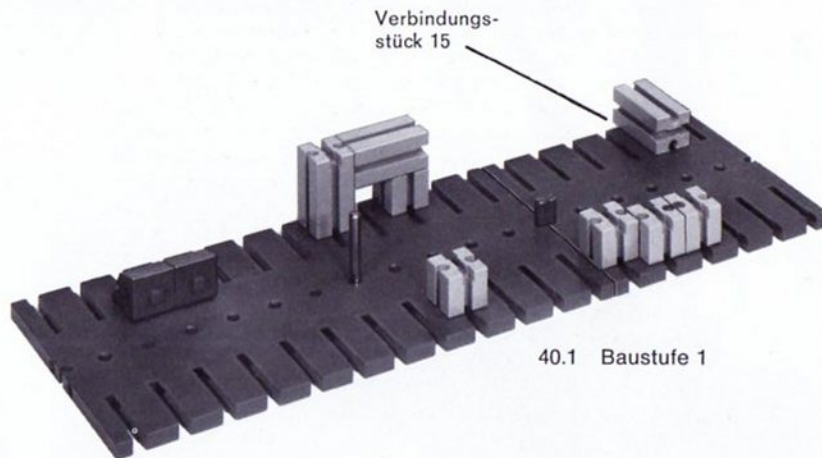
39.1 Einpress-Vorrichtung
(in Einpreßstellung)



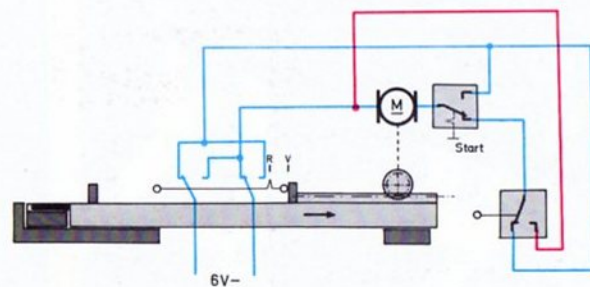
40.3
mit Selbstanlauf

Handgriff
am Werkstück

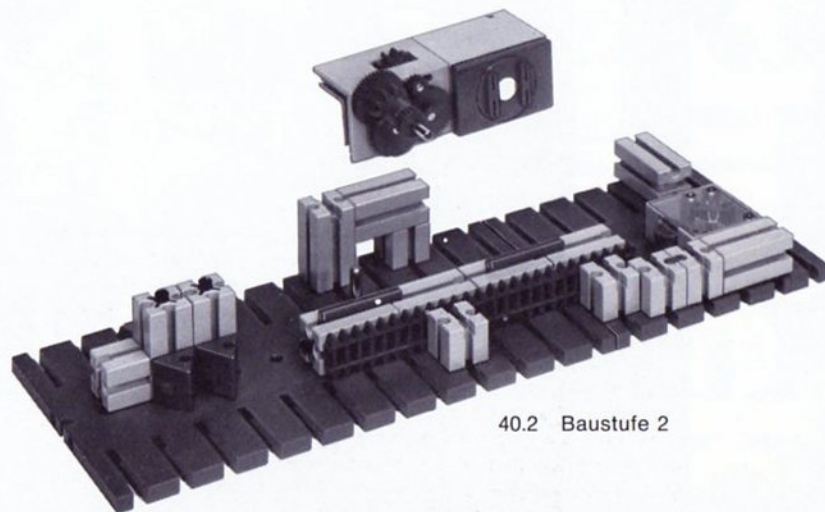
Antriebsteil
wie bei Bild 39.2



40.1 Baustufe 1



40.4 mit Schnellstop



40.2 Baustufe 2

Die Dauermagnete Ihres Baukastens

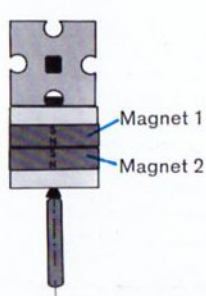
Pole Ihr Baukasten enthält zwei Dauermagnete und einen Elektromagneten. Zunächst wollen wir nur die Dauermagnete näher untersuchen. Daß sie sich gegenseitig anziehen und fest aneinander haften, haben Sie sicher schon festgestellt. Sie wissen sicher: zwei ungleichnamige Pole (Nordpol und Südpol) ziehen sich an. Gleichnamige Pole, z. B. zwei Nordpole oder zwei Südpole, stoßen sich dagegen ab. Deshalb haben Sie sicher auch schon erkannt, daß die Plattenoberfläche des „roten“ Magneten und die des „grünen“ Magneten entgegengesetzte Pole haben. Die zwei Dauermagneten Ihres Baukastens sind natürlich für sich allein gleich; jedoch ist der eine mit dem Nordpol, der andere mit dem Südpol auf die Halterung aufgeklebt. Daher wurden unterschiedliche Farben für die Halterungen verwendet. Wegen dieser unterschiedlichen Polung kommt auch der im Baukastenbuch S. 39 Bild 72 gezeigte Schwebeeffekt zustande. Der eine Magnet ist mit seiner Halterungsseite über der freien Fläche des anderen Magneten angeordnet, und damit stehen sich zwei gleichnamige Pole gegenüber. Bild 41.1 zeigt nochmals das Prinzip. Notwendig ist natürlich eine seitliche Führung, sonst würde der obere Magnet nach der Seite abkippen. Das magnetische Feld ist durch blaue Feldlinien angedeutet.

Zunächst wollen wir feststellen, wo die Zentren der Pole liegen. Dazu bauen Sie die in Bild 41.2 gezeigte Haltevorrichtung. Es ist gleichgültig, welcher der beiden Dauermagnete auf die Unterseite des Tragarmes geschoben wird.

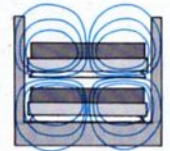
Jedes an den Magneten angenäherte Eisenteil, z. B. eine fischertechnik-Achse 30 aus Stahl oder eine Büroklammer, wird vom Magneten angezogen und festgehalten. Auch wenn Sie das andere Ende der Achse dem Magneten nähern, wird es angezogen. Geben Sie der an einem Ende an der Unterseite des Magneten hängenden Achse einen Stoß. Sie pendelt überraschend lange. Sollten Sie die Achse beim Start zufälligerweise nicht in die Mitte, sondern an den Rand des Magneten gehängt haben, so konnten Sie beobachten, daß schon nach wenigen Pendelschlägen der Aufhängepunkt in die Mitte des Magneten wandert. Mit anderen Worten: In der Mitte hat der Magnet seine stärkste Anziehungskraft; dort ist einer seiner magnetischen Pole.

2 Magnete Noch deutlicher wird das, wenn Sie statt der Achse den zweiten Magneten anhängen. Schieben Sie diesen seitlich weg. Er kehrt selbständig in die Ausgangslage zurück. Die Magneten suchen sich also eine Lage, die den kleinsten Abstand der Pole ergibt.

Da es keinen Magneten mit nur einem einzigen Pol gibt, muß auch unser Magnet einen zweiten Pol besitzen. Den einen nennt man Nord-, den anderen Südpol. Der zweite Pol befindet sich in der Mitte der Fläche, die auf die grüne bzw. rote Halterung angeklebt ist. Den Nachweis erbringt man, indem man den zweiten Magneten nach Bild 41.3 unter den ersten legt und mit einer Achse 30 die Rückseite der Halterung untersucht. Der aus zwei einzelnen Magneten zusammengesetzte Magnet ist so stark, daß die Stahlachse trotz des durch die Halterung gegebenen Abstandes vom Magneten gehalten wird.



41.3 Stab hält ohne direkte Berührung eines Poles



41.1 Schwebender Magnet



41.2 Versuchsvorrichtung

Magnetspiele Die Fernwirkung eines einzelnen Magneten können Sie z. B. dazu ausnutzen, Stahlteile auf einer dünnen Pappscheibe „tanzen“ zu lassen. Sie brauchen dazu nur einen oder zwei Magnete von Hand oder mit einer entsprechenden Vorrichtung unter der Pappscheibe zu bewegen. Die Stahlteile folgen! Bei entsprechender Verkleidung des Antriebsmechanismus ergeben sich bei einer Vorführung vor Uneingeweihten überraschende Effekte! Als Anregung dient Ihnen das Modell nach Bild 43.1 mit einem Planetengetriebe. Damit die Stahlachsen leicht rollen, wird auf ein Ende eine Achskupplung oder eine Riegelscheibe aufgesetzt.

Sekundär-Magnet Kehren wir zu unserer einfachen Haltevorrichtung mit 1 Magneten nach Bild 41.2 zurück. Hängen Sie eine Achse an den Magneten. An das freie Ende dieser Achse können Sie eine weitere Achse hängen. Damit ist bewiesen, daß die erste Achse selbst zu einem Magneten mit Nord- und Südpol geworden ist. Sie können sogar an diese zweite Achse eine Büroklammer oder einen kleinen Nagel hängen. Vielleicht bestimmen Sie das Gewicht, das von der 1. Achse, die zum „Sekundär“-Magneten geworden ist, gerade noch gehalten wird.

Der so erzeugte Magnetismus in den Achsen verschwindet allerdings (fast ganz), wenn Sie die Achse vom Magneten abnehmen. Ein kleiner Rest bleibt jedoch erhalten. Diesen können wir nachweisen, wenn Sie die obere Achse vorsichtig vom Magneten entfernen. Die untere Achse wird an der oberen hängenbleiben, vielleicht auch noch die Büroklammer. Der auch dafür verantwortliche Restmagnetismus macht in der Technik oft Kummer; auch beim Elektromagneten müssen wir ihn durch einen Trick unwirksam machen.

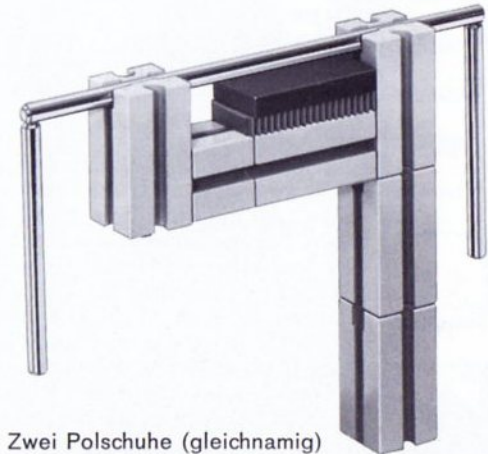
2 Sekundär-Magnete Wenn Sie zwei gleichlange Achsen, z. B. zwei Achsen 60, an den Magneten hängen und beide etwas anstoßen, so daß sie sich in die richtige „Lage“ einpendeln können, werden Sie eine interessante Beobachtung machen. Warum halten die beiden Achsen einen bestimmten Abstand und warum sind die beiden freien Enden etwas weiter voneinander entfernt als die oberen Enden? Zur Kontrolle finden Sie die Antwort auf Seite 44.

Was ist zu erwarten, wenn Sie drei Achsen anhängen? Überzeugen Sie sich bitte von der Richtigkeit Ihrer Vorhersage am Modell. Noch deutlicher wird die gegenseitige Beeinflussung der selbst zu schwachen Magneten gewordenen Achsen, wenn Sie die Vorrichtung etwas neigen, damit die Achsenenden den Magneten nur punktförmig berühren.

Polschuhe Bei den im folgenden Abschnitt zu behandelnden Elektromagneten spielen Polschuhe eine große Rolle. Deshalb wollen wir nach

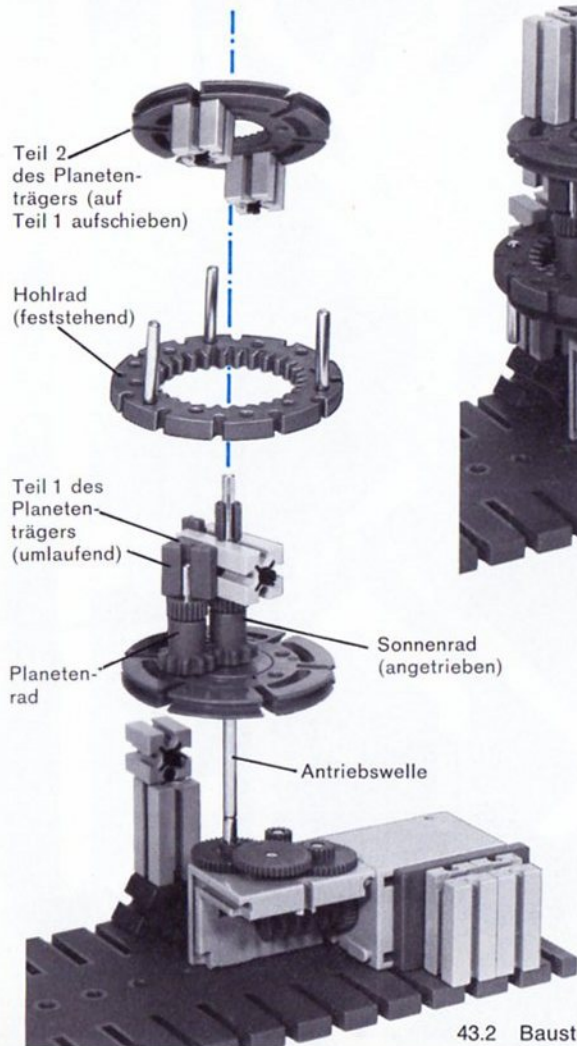
Bild 42.1 eine Achse 110 auf einen Dauermagneten aufliegen lassen und halten. An den freien Enden können wir je eine weitere Achse anhängen. Der nach oben gekehrte Pol unseres Magneten hat auf diese Weise 2 Polschuhe bekommen. In diesem Fall haben beide Polschuhe gleichnamige Polarität. Später werden wir einen Polschuh für den Nord- und einen für den Südpol verwenden.

Bei den heute zur Verfügung stehenden modernen Magnetwerkstoffen ist es möglich, die Pole an fast beliebigen Stellen des Magnetkörpers zu erzeugen. Deshalb gibt es nicht nur stabförmige Magnete mit Nord- und Südpol an den Stabenden, sondern auch plattenförmige Magnete wie die Magnete des Baukastens mit den Polen in der Mitte der Plattenflächen.

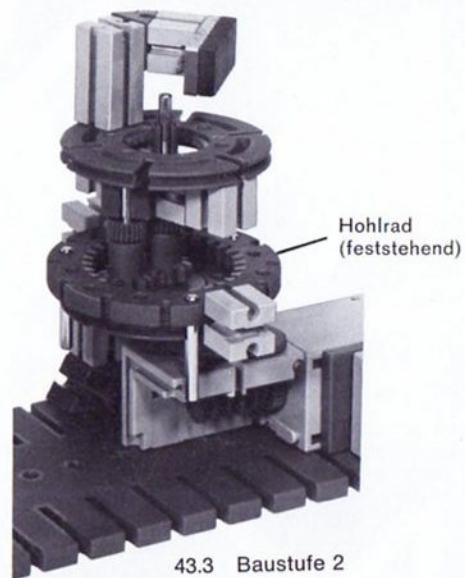


42.1 Zwei Polschuhe (gleichnamig)

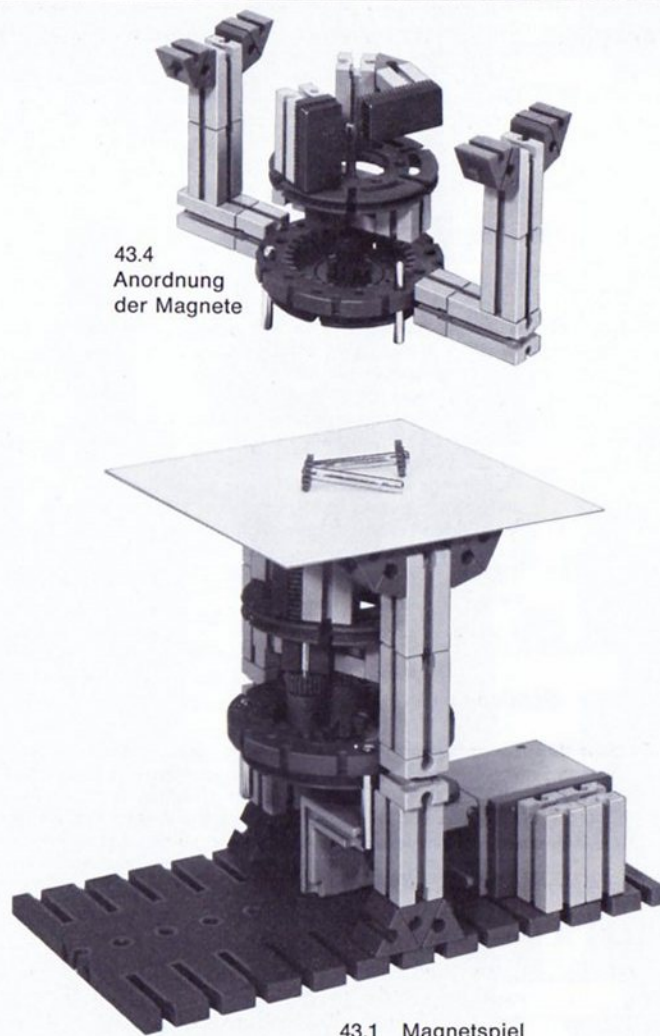
Planetengetriebe siehe Band 2-6



43.2 Baustufe 1



43.3 Baustufe 2



43.1 Magnetspiel

gekoppelte Schwingung

Zum Nachweis, daß die Stäbe sich gegenseitig beeinflussen, könnten Sie folgenden interessanten Schwingungsversuch durchführen. Zuerst hängt man ein Ende einer Achse 50 an den Magneten und läßt sie schwingen. Dann bestimmt man die Schwingungsdauer für 10 Schwingungen. Dasselbe macht man mit einer 60 mm langen Achse. Die gemessenen Zeiten sind verschieden, da die Länge der Achse in die Schwingung mit eingeht. Nun hängen Sie die beiden Achsen gleichzeitig an den Magneten und bringen sie zum Schwingen. Zu Ihrer Überraschung stellen Sie fest, daß die Stäbe jetzt synchron schwingen. Es tritt also eine Zwangssynchronisation ein. Das ist nur möglich, weil über die Magnetkräfte in den beiden Achsen eine Koppelung stattfindet.

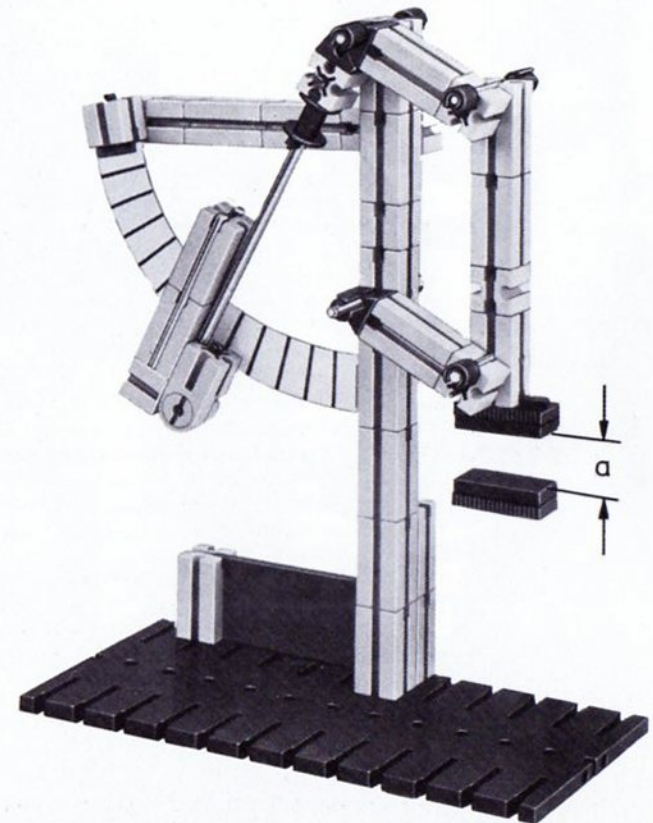
Magnetkraftmessung

Mit einer Vorrichtung nach Bild 44.1 können Sie die Kräfte, die zwischen den beiden Magneten oder zwischen einem Magneten und einem sogenannten „Magnetanker“, z. B. dem runden oder dem rechteckigen Magnetanker des Baukastens, in Abhängigkeit von dem Abstand a der beiden Magnete bzw. des Ankers vom Magneten, als Diagramm darstellen. Sie legen einfach zwischen die zu messenden Körper entsprechend starke nichtmagnetische Platten aus Papier, Pappe, Holz oder Kunststoff und ziehen den unteren Magneten bzw. den Anker nach unten weg. Der Ausschlag des Hebels ist ein Maß für die Kraft. Die Eichung erfolgt vorher oder nachher durch Anhängen von Bausteinen an den Träger des fest montierten Magneten. Ein Baustein 30 entspricht etwa 5 g.

Antwort auf die Frage von Seite 42:

Die Achsen hängen am gleichen Magnetpol, z. B. am Nordpol. Deshalb entsteht in jedem Stab gleichartige Polarität. Angenommen, die Stabenden würden am Nordpol des Dauermagneten hängen, dann entsteht in den damit in Berührung stehenden Stabenden jeweils ein Südpol und an den freien Stabenden jeweils ein Nordpol. Da sich gleichnamige Pole abstoßen, entfernen sich die beiden an dem Magneten haftenden Stabenden so weit voneinander, wie es die Magnetkräfte des Dauermagneten zulassen. Die beiden freien Enden der Achsen entfernen sich, soweit es die Schwerkraft der Erde zuläßt.

Führen Sie bitte von unten her an die freien Enden der zwei oder drei Achsen den zweiten Dauermagneten heran, ohne daß es zur Berührung kommt. Sofort hängen die Stäbe parallel. Da die Kraft dieses Dauermagneten viel größer ist als die Kräfte der Stabenden, treten letztere nicht mehr in Erscheinung.



44.1 Magnetkraftmessung

Der Elektromagnet

orientierender Versuch Ihr Baukasten enthält einen Magneten, der ganz nach Wunsch als Magnet wirkt oder nicht: einen Elektromagneten. Auch dieser hat zwei ungleichnamige Pole, wenn auch in anderer Anordnung als bei den zwei Plattenmagneten. Die freien Enden seines hufeisenförmig gebogenen Eisenkerns sind die Pole, auf die zwei Scheiben als Polschuhe aufgesetzt sind. Auf jedem der beiden Schenkel des Eisenkerns ist eine „Spule“ aus vielen Windungen dünnen, lackierten Kupferdrahtes aufgesteckt. Fließt Strom durch diese Spulen, so entsteht an einem Polschuh ein Nord- und am anderen Polschuh ein Südpol. Mit der auf S. 39 des Baukastenbuches gezeigten Vorrichtung (Bild 74), deren Prinzip Bild 45.1 nochmal zeigt, können Sie nachweisen, daß die entstehende Polarität von der Richtung des Stromes, der durch die Spulen fließt, abhängt.

Vertauschen Sie dazu die Kabelstecker an der Gleichspannungsquelle. Dasselbe erreichen Sie, wenn Sie den Schiebeshalter des Batteriestabes bzw. den Drehknopf des Netzgerätes in die entgegengesetzte Richtung stellen. Auf diese Weise haben Sie auch die Drehrichtung Ihres fischertechnik-Motors geändert; denn auch die Drehrichtung eines Motors hängt von der Polarität des von der Wicklung des Motors erzeugten Magnetfeldes ab. (Was bei der Umpolung – oder Polwendung – in diesen Schaltern vor sich geht, haben Sie schon auf Seite 20 erfahren.)

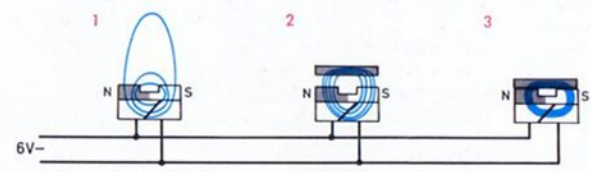
Das Pendel mit dem Dauermagneten kann sich in der Vorrichtung nach Bild 45.1 um eine Achse drehen. Deshalb wird es entsprechend der Polarität der beiden Polschuhe einmal von dem einen oder dem anderen Polschuh angezogen bzw. abgestoßen.

Wichtig ist es für eigene Versuche zu wissen, daß die magnetische Wirkung, die Ihr Elektromagnet ausüben kann, sehr viel kleiner ist als die Ihrer Dauermagnete. Sie können dies bei der direkten Berührung zwischen einem Polschuh und einem Dauermagneten feststellen.

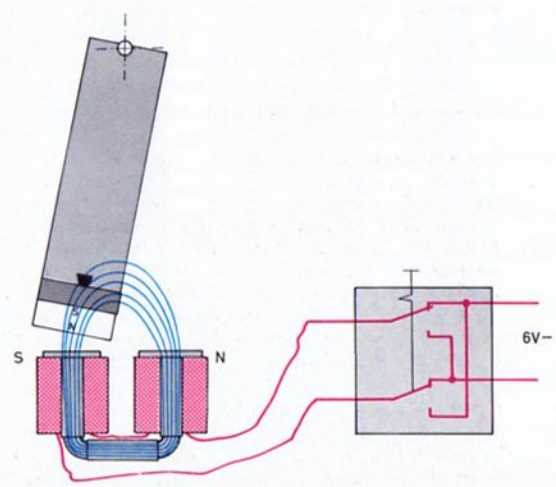
Kraftlinien Die Wirkung eines Elektro- oder Dauermagneten veranschaulicht man sich anhand von „Kraftlinien“. Bild 45.2 zeigt den Verlauf der magnetischen Kraftlinien, wenn

- ① sich vor den Polschuhen kein Eisen befindet,
- ② eine Eisenplatte angenähert wird,
- ③ die Platte fest auf den Polschuhen aufliegt.

Ist kein Eisen in der Nähe, so ist die magnetische Kraft gering, je näher man den Anker den beiden Polschuhen nähert, um so größer ist die „Anzugskraft“ der beiden Polschuhe. Die



45.2



45.1

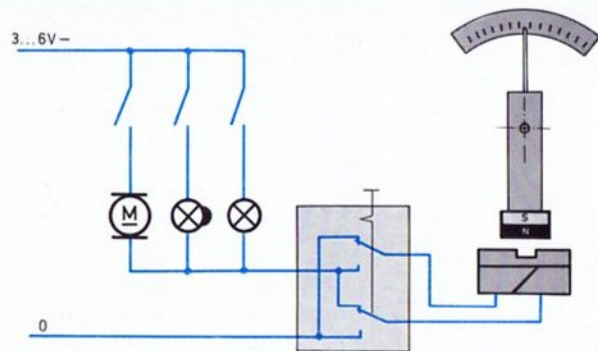
größte Anzahl von Kraftlinien entsteht bei direktem Anliegen des Ankers an den Polschuhen. Deshalb werden Sie auch eine hohe „Haltekraft“ des Magneten feststellen. Die Anzahl und Stärke der blauen Magnetflußlinien gibt die unterschiedliche Stärke der Magnetkräfte bei den 3 Beispielen nur andeutungsweise wieder.

Restmagnetismus Schaltet man den elektrischen Strom aus, so bleibt der Magnetanker hängen, es sei denn, er hat ein entsprechend großes Gewicht. Die Wirkung dieses Restmagnetismus vermeidet man, indem man auf die beiden Polschuhe oder den Anker eine dünne Schicht Lack aufbringt oder ganz dünnes Papier aufklebt.

Technische Daten U-förmiger Eisenkern, in allen Nuten von fischertechnik-Bausteinen einschiebbar. 1800 Windungen Kupferlackdraht, zwei Spulen in Reihe geschaltet, Gesamtwiderstand 50 Ω. Maximal zulässige Betriebsspannung 10 Volt – bei Dauerbetrieb, kurzzeitig höher; bei Wechselspannung ca. 7 V Dauerbetrieb.

Anwendungen Ihren fischertechnik-Elektromagneten können Sie in Hebezeugen als „Lasthebemagnet“ zum Aufnehmen von Eisenteilen einsetzen. Die für die elektrische Schaltungstechnik wohl wichtigste Anwendung des Elektromagneten ist das „elektromagnetische Relais“, ein Schalter, dessen Kontakte durch einen Elektromagneten betätigt werden. Es wird später besprochen.

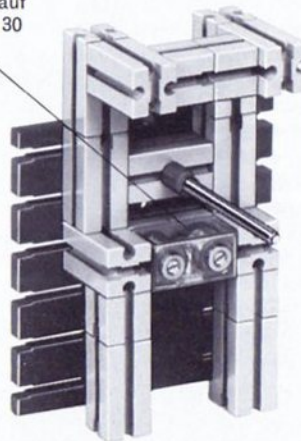
Strommessung Die von einer stromdurchflossenen Spule auf einen Dauermagneten ausgehende Wirkung wird beim Drehspul-Meßwerk zur Anzeige der Stromstärke ausgenutzt. Das umgekehrte Prinzip, nämlich die Beeinflussung eines drehbar gelagerten Dauermagneten durch das Magnetfeld der 2 Spulen Ihres E-Magneten kann mit dem Modell nach Bild 46.1 gezeigt werden. Je nachdem, welche Richtung der Strom in den Spulen hat und wieviel Strom fließt, schlägt der „Zeiger“ mehr oder weniger weit nach rechts oder links aus. Aus dem Bild 46.3 können Sie die Verdrahtung des Modells und das Schaltzeichen unseres E-Magneten entnehmen. Die Skala ergänzen Sie bitte am Modell selbst. Als Taster könnten Sie das Modell von Seite 15 verwenden.



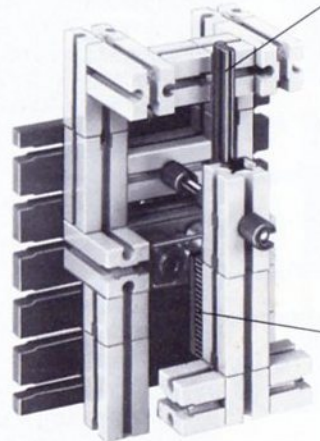
46.3

E-Magnet, montiert auf Baustein 30

Zeiger



46.2 Baustufe



Dauermagnet

46.1 einfache Strommesser

Magnetkupplungen

Modell mit Gewichtsbremse Im Band 2-2 finden Sie eine Aufstellung der Kupplungsbaarten. In die Gruppe der elastischen Kupplungen gehört das Kupplungsmodell von Bild 48.1. Es besitzt als Kupplungselemente 2 Dauermagnete. Stellen Sie bitte zunächst einen relativ großen (1 mm) Abstand zwischen den beiden Magneten ein. Dies bedingt eine relativ große achsiale Belastung der Lager. Dreht man die Handkurbel auf der Antriebsseite der Kupplung, so wird durch die aufeinander wirkenden Magnetkräfte die Abtriebswelle mitgenommen. Voraussetzung dafür ist, daß sie nicht allzu stark abgebremst wird. Als Brems-einrichtung ist eine Scheibe vorgesehen, die durch einen gewichtsbelasteten Hebel gebremst wird. Durch Verändern der Gewichte (Bausteine 30) kann man das Bremsmoment verändern.

Übertragbares Moment Gibt man der Abtriebswelle genügend Längsspiel, so berühren sich die beiden Magnete. Jede Welle muß genau in der Verlängerung der anderen stehen. Nur dann entsteht großflächige Berührung zwischen den beiden Magneten. Durch Anhängen weiterer Bausteine an den Bremshebel sollten Sie die Belastung herausfinden, bei der die Abtriebswelle gerade nicht mehr mitgenommen wird.

Die Kupplung wirkt als Sicherheitskupplung; außerdem fängt sie innerhalb des Bereiches, in dem die Kupplung ein Drehmoment übertragen kann, schnelle stoßartige Laständerungen elastisch auf.

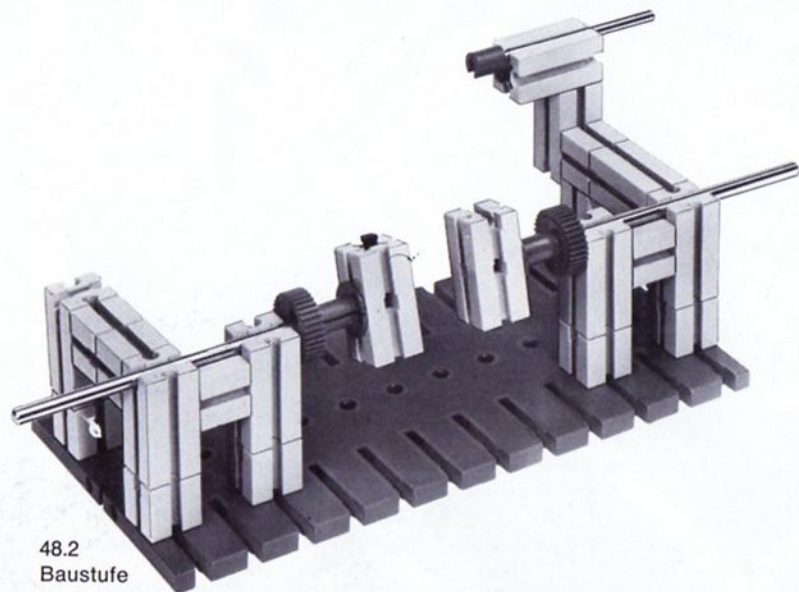
Ersetzen Sie bitte den Handbetrieb durch einen Motor und Getriebe, so daß Sie verschiedene Antriebsdrehzahlen einstellen können, und untersuchen Sie das Verhalten bei hoher Drehzahl.

Motorwinde mit Überlastschutz Bild 49.1 zeigt eine Seilwinde mit einem ähnlichen Kupplungstyp. Hier sind die beiden Magnete auf der Antriebsseite montiert. Den langen Stirnseiten der beiden Magnete steht auf der Abtriebsseite eine sogenannte „Rückschlußplatte“ aus Stahl gegenüber. Über sie schließen sich die magnetischen Kreise der beiden Magnete. Bild 49.3 zeigt den ungefähren Verlauf der beiden Magnetfelder bei direkter Berührung der Magnete mit der Platte. (Unter Umständen müssen Sie die Kunststoffhalterungen der beiden Magnete etwas abschleifen,

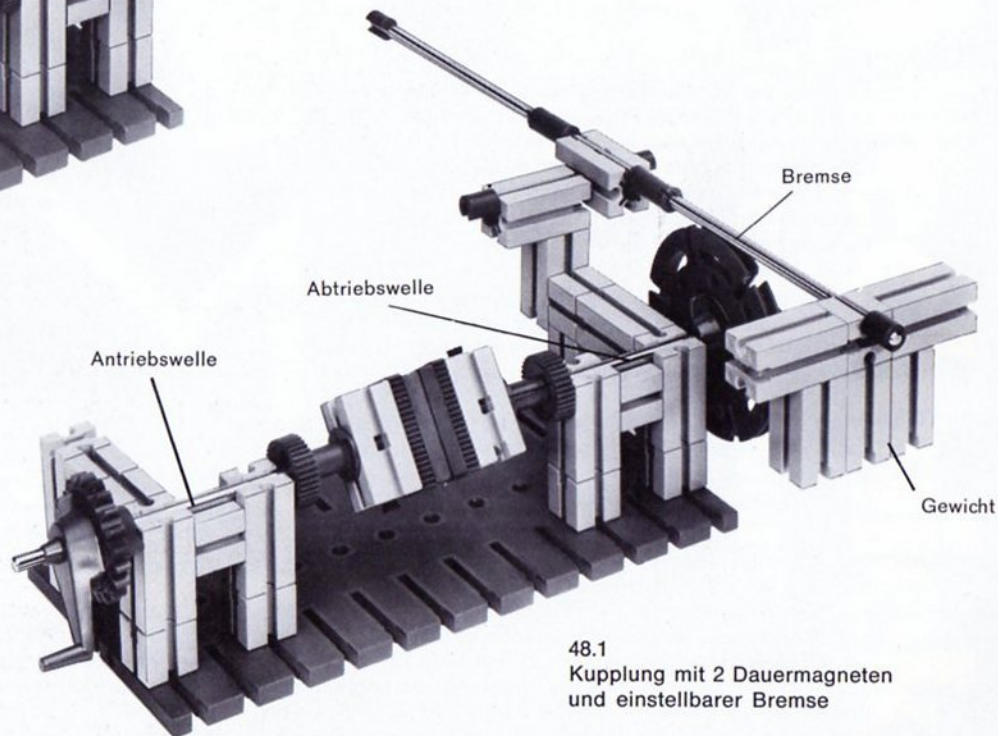
falls zwischen Magnet und Rückschlußplatte ein Luftspalt entstehen sollte.) Wer sich unter „magnetischem Kreis“ noch nichts vorstellen kann, findet dazu ausführlich beschriebene Versuche im hobby-Labor 1. Deshalb wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen.

Zur Erprobung ist auf der Abtriebsseite eine Winde mit Seil und Lasthaken montiert. Solche Motorwinden sind überlastungssicher, weil die Magnetkupplung bei zu großer Last am Haken durchrutscht. Die Magnetkupplung muß in diesem Fall so dimensioniert werden, daß eine für den Motor und das Getriebe zu schwere Last nicht angehoben wird. Solche Sicherheitskupplungen mit Dauermagneten werden für kleinere Maschinen tatsächlich verwendet; bei größeren Hebezeugen und Kranen sind sie jedoch nicht üblich, weil die dort auftretenden hohen Kräfte sehr große und damit teure Magnete erfordern würden.

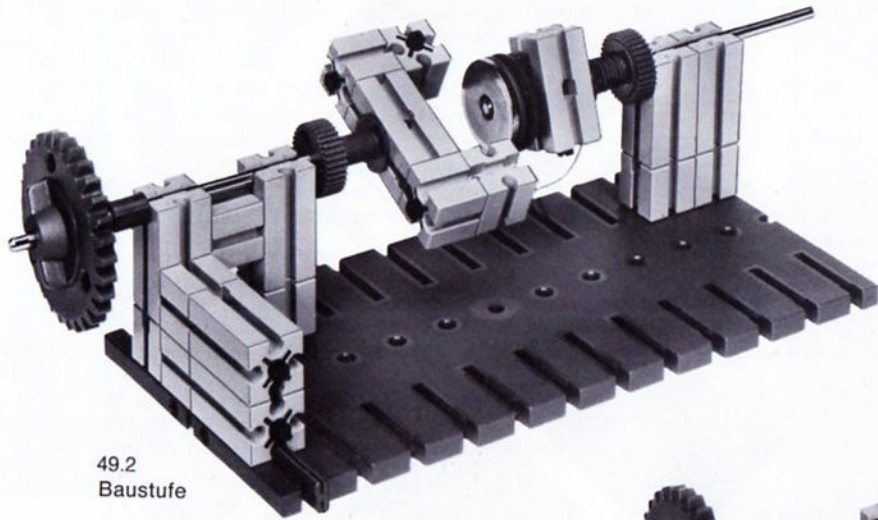
Auch das Anschlagen des Seilhakens an der Traverse der Seilrolle führt nicht zur Überlastung des Motors oder zum Seilriß. Beim schnellen Anfahren mit großer Last tritt ein sogenannter „Schlupf“ zwischen den beiden Kupplungshälften auf, so daß weder das Seil noch die mechanische Konstruktion (z. B. Ausleger beim Kran) ruckartig belastet werden.



48.2
Baustufe

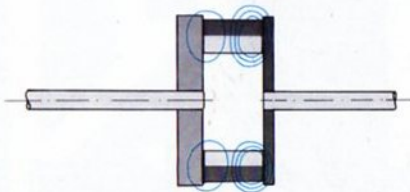
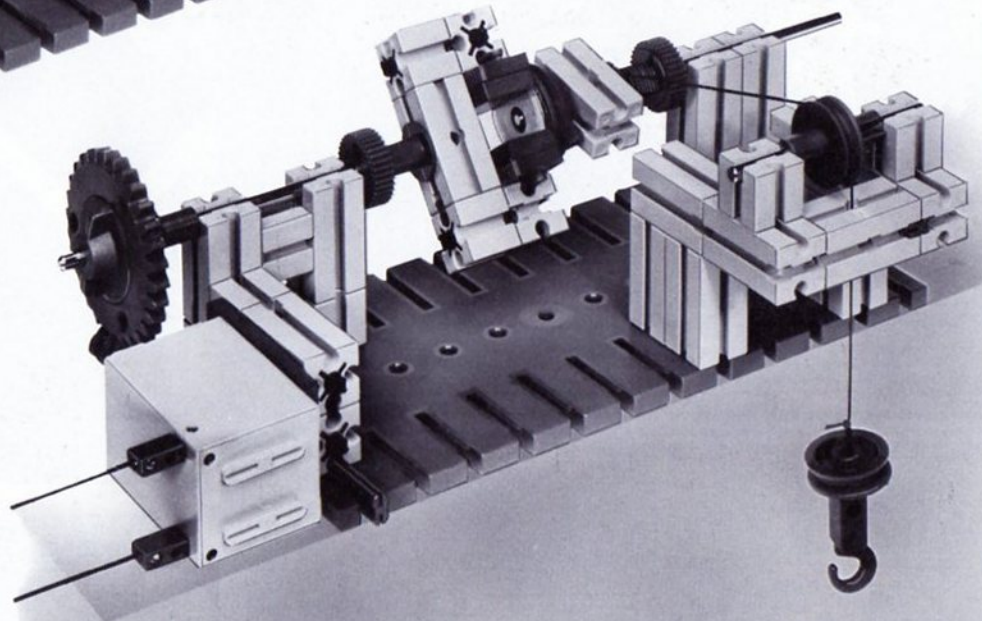


48.1
Kupplung mit 2 Dauermagneten
und einstellbarer Bremse



49.2
Baustufe

49.1
Motorwinde mit
magnetischem Überlastschutz



49.3 Kraftlinienverlauf

Lösbare Magnetkupplung

Ersetzt man in einer Magnetkupplung den Dauermagneten durch einen Elektromagneten, so kann diese Kupplung als Schaltkupplung eingesetzt werden. Bild 51.1 zeigt ein Modell, an dem Sie das Prinzip und die Probleme studieren können. Die Stromzuführung zum sich drehenden Magneten auf der Antriebsseite erfolgt über einen Schleifring, siehe Bild 50.1. Die Bilder auf Seite 51 zeigen die Verbindung zwischen den Buchsen des Schleifringes und dem Magneten durch zwei kurze Kabel. Die Stromzuführung zu den beiden Schleifbahnen des Schleifringes erfolgt über zwei in einem Baustein 30 gelagerte Kontaktstücke, wobei ein Federfuß für gleichmäßigen Andruck sorgt. Der Druck soll so klein wie möglich sein, damit die Kontaktflächen nicht unnötig schnell abnutzen und der Motor nicht übermäßig belastet wird.

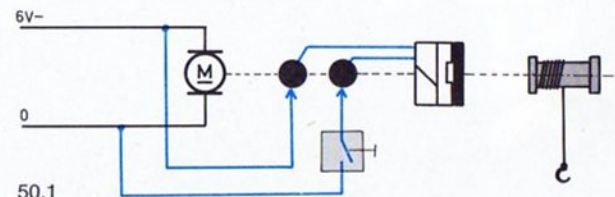
Das Ein- und Ausschalten des Elektromagneten und damit das „Ein- und Auskuppeln“ erfolgt durch Betätigen bzw. Nichtbetätigen des in eine Leitung eingesetzten Tasters. Überlegen Sie vor dem Probieren, ob Sie die Buchsen 1–2 oder 1–3 des fischertechnik-Tasters benutzen müssen, wenn ausgekuppelt sein soll, solange der Taster gedrückt wird. Ist ein Schließer oder ein Öffner nötig? Was ist im Bild 50.1 gezeichnet?

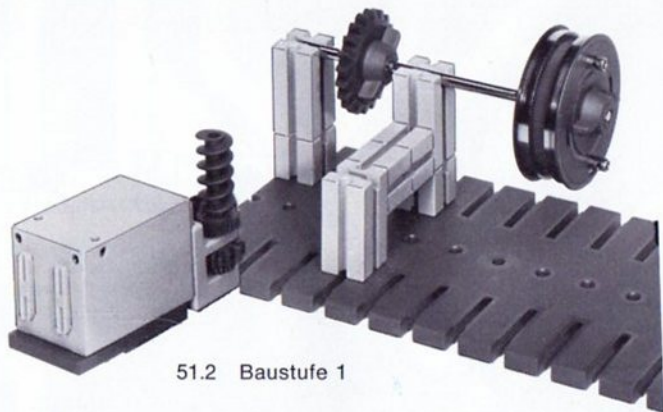
Eine derartige Kupplung ist in Wirklichkeit nicht für Seilwinden geeignet, weil bei Stromausfall die Last sofort absacken würde. Für andere Anwendungszwecke, z. B. in Maschinen, bei denen bei Stromausfall kein Schaden entstehen kann, wird sie jedoch häufig verwendet. Unsere Versuchsanordnung mit Wellrad und Lasthaken (siehe Band 1-1) hat den Vorteil, daß Sie das von der Kupplung zu übertragende Moment leicht verändern können. Durch Anhängen verschieden großer Lasten (Bausteine, Platten, Reifen) können Sie ermitteln, welche Last gerade noch gehoben wird bzw. welches Drehmoment übertragen werden kann. Besonders interessant wird die Untersuchung, wenn Ihnen für den Betrieb des Motors eine eigene Spannungsquelle zur Verfügung steht, so daß Sie die Spannung für den Magneten unabhängig von der Spannung für den Motor einstellen können.

Senkbremse

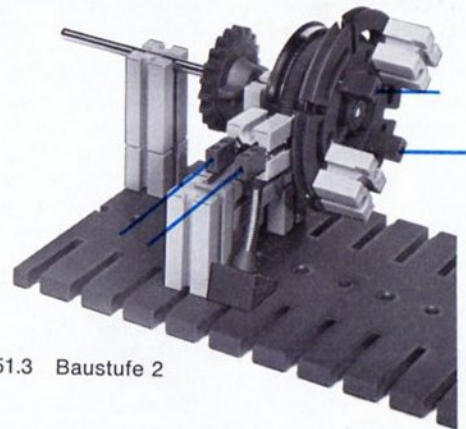
Bild 52.1 zeigt Ihnen eine andere Schaltungs-Variante des Modells. Der Magnet ist ständig eingeschaltet. In Reihe zu ihm liegen 5 Lampen. Jetzt fließt wegen des höheren Widerstandswertes der Reihenschaltung weniger Strom durch den E-Magneten als bei der Schaltung ohne diese Lampen. Der Magnet entwickelt wesentlich weniger Kraft. Hängen Sie nun bitte so viele Gewichte an den Haken, daß die Magnetkupplung bei laufendem Motor durchrutscht. Vergrößern Sie das Gewicht noch mehr, so wird sich sogar die Rückschlußplatte und damit die Seiltrommel entgegen der Richtung des Elektromagneten drehen und die Last sich langsam senken.

Drücken Sie nun auf den Taster, so wird die Reihenschaltung der 5 Lampen überbrückt, und der Elektromagnet liegt an voller Spannung. Er entwickelt jetzt so viel Kraft, daß die Rückschlußplatte (auch „Anker“ oder „Ankerplatte“ genannt) mitgenommen wird. Bei Druck auf den Taster muß sich die Last erneut senken. Damit haben Sie eine einfache elektromagnetische Senkbremse gebaut.

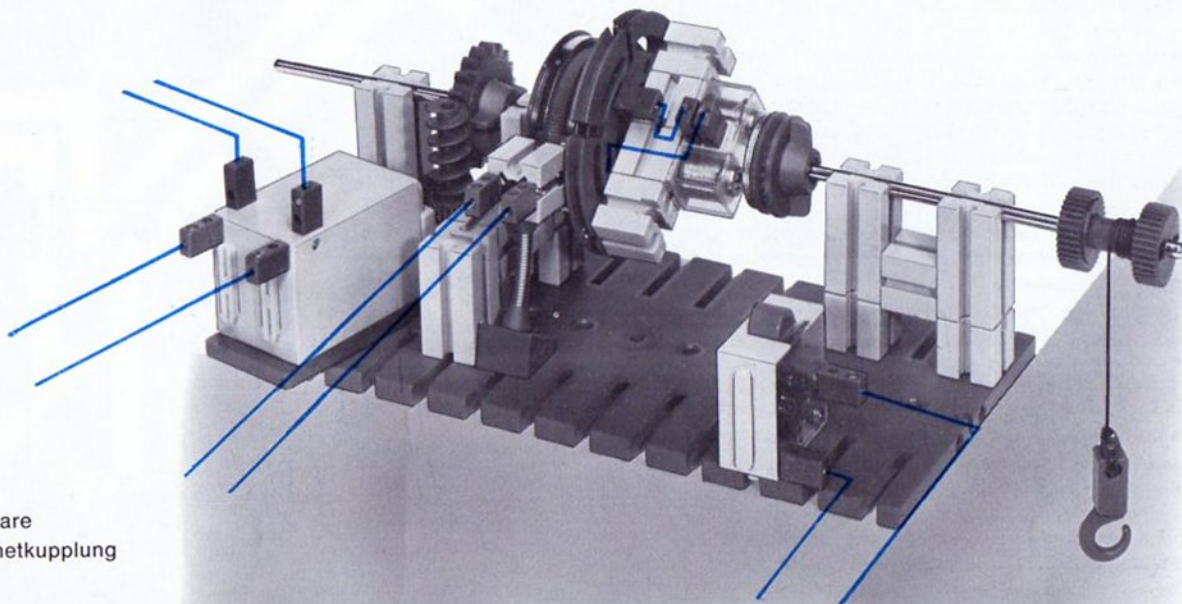




51.2 Baustufe 1



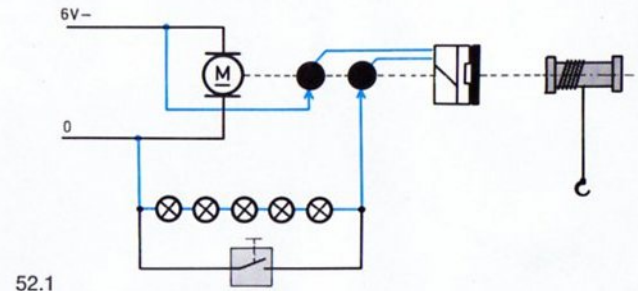
51.3 Baustufe 2



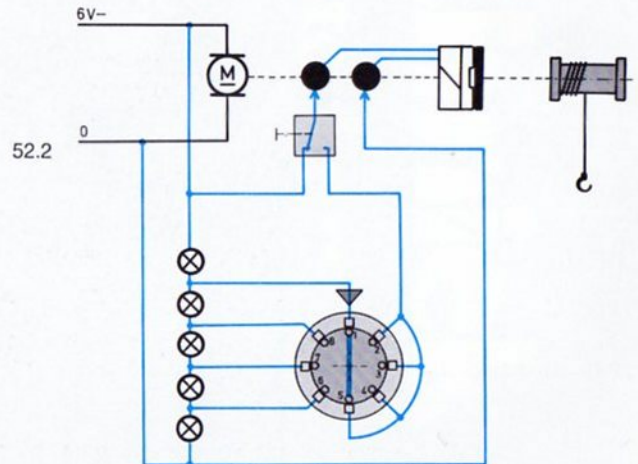
51.1 Lösbare
Magnetkupplung

Natürlich wird man als Vorwiderstand für den Magneten nicht unbedingt Glühlampen verwenden. Außerdem soll die Größe dieses Vorwiderstandes einstellbar sein, weil man ja nicht immer die gleiche Last am Haken hat. Welchen Trick man in der Technik anwendet, damit bei Stromausfall die Last gehalten wird und nicht, wie beim Modell, schnell absinkt, wird in Band 3-3 behandelt.

Übrigens: Der Elektromagnet arbeitet auch mit Wechselspannung. Überzeugen Sie sich bitte, daß die Magnetkraft jedoch dann viel kleiner ist als bei Gleichstrombetrieb. (Ursache: durch das hundertmal in jeder Sekunde erfolgende Umpolen des Magneten kann sich sein Magnetfeld nicht voll aufbauen, auch wenn die angelegte Wechselspannung – in Volt gemessen – annähernd so groß ist wie die vorher verwendete gleichgerichtete Spannung des Netzgerätes.)



52.1

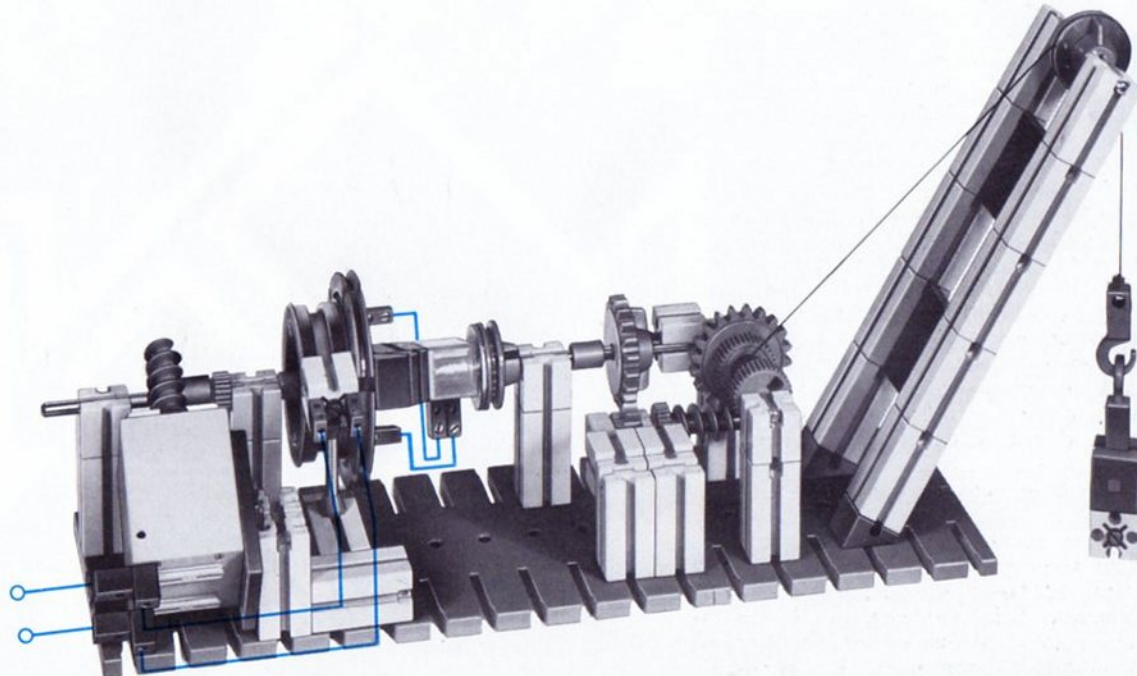


52.2

**Spannungs-
teiler** Bild 52.2 zeigt eine andere Art, die Kraft des Elektromagneten auf Wunsch zu verkleinern. Man benutzt einen – in unserem Fall aus 5 Lampen bestehenden – „Spannungsteiler“. Solange der Taster nicht gedrückt wird, erhält der Magnet die volle Gleichspannung des Netzgerätes. Die Kupplung kann das maximale Drehmoment auf die Seilwinde übertragen. Wird der Taster gedrückt, so liegt eine kleinere Spannung an den Spulen des Magneten. Die Kupplung kann jetzt nur ein kleineres Drehmoment übertragen. Je nach Stellung des Stufendrehhalters kann man vom Spannungsteiler eine Spannung von etwa 1,5 – 3 – 4,5 – 6 V abgreifen. Entsprechend groß ist die Kraft des Magneten und das übertragbare Moment. Je nach Schalterstellung wird die Last verschieden schnell gehoben bzw. gesenkt.

Achtung! Wird der Drehschalter bei gedrücktem Taster geschaltet, so erhält der Magnet während des Schaltvorganges keine Spannung. Das heißt, wenn Sie nicht sehr schnell schalten oder während des Schaltvorganges den Taster loslassen, wird die angehängte Last schnell nach unten sinken. (Wer sich mit Spannungsteilern noch nicht näher auskennt, sollte sich anhand des hobby Labor 1 in dieses ebenso interessante Gebiet einarbeiten.)

Getriebe mit Selbstsperrung Bild 53.1 zeigt ein „Selbstsperrendes Krangetriebe“. Durch den Einbau einer Getriebeschnecke wird erreicht, daß sich die Last auf keinen Fall infolge ihres Eigengewichtes selbsttätig senken kann. Bei der Erprobung dieses Getriebes werden Sie sehr schnell erkennen, daß solche Schneckenradgetriebe hohe Reibungsverluste aufweisen. Es kann wesentlich weniger Last an den Haken angehängt werden als bei Verwendung eines Rädergetriebes. Das von der Magnetkupplung übertragbare Drehmoment ist zwar gleich geblieben, das Nutzdrehmoment ist jedoch infolge der „Verluste“ im Getriebe wesentlich kleiner als vorher.



53.1 Krangetriebe mit Selbstsperrung und Magnetkupplung

Wechselspannung – gleichgerichtete Spannung – Gleichspannung

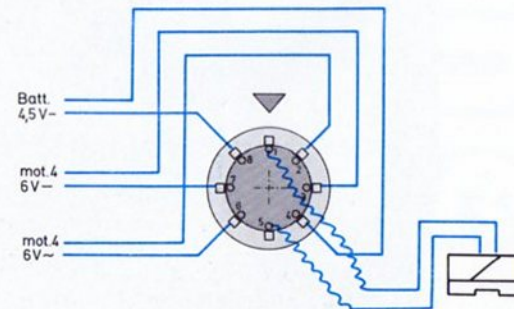
Netzgerät und Batterie Für diesen Vergleich benötigen Sie das fischertechnik-Netzgerät mot. 4 und eine Batterie. Falls eine der beiden Quellen nicht zur Verfügung steht, holen Sie diesen Versuch später nach. Ausführen sollten Sie ihn auf jeden Fall.

Schalter Eine in einem Labor immer wieder vorkommende Aufgabe besteht darin, ein Gerät wahlweise an zwei oder mehr verschiedene Spannungsquellen anzuschließen. Damit dieser Wechsel nicht zu zeitraubend ist, soll die Umschaltung möglichst einfach und schnell vorgenommen werden können; besonders dann, wenn zum Vergleich mehrmals hin und her geschaltet werden muß. Eine solche Umschaltmöglichkeit ist z. B. zweckmäßig bei der vergleichenden Untersuchung eines Elektromagneten, wenn dieser einmal an eine Batterie und damit an Gleichspannung und zum anderen an die Gleich- oder die Wechselspannung des fischertechnik-Netzgerätes angeschlossen werden soll. Bild 54.1 zeigt, wie Sie dazu Ihren Stufenschalter verdrahten müssen. Die „fliegende“ Verdrahtung des Schalteroberteils soll uns dabei nicht stören.

Versuche am Elektromagneten Betrachten Sie zuerst die Verhältnisse bei reiner Batteriespannung und reinem Wechselstrombetrieb, indem Sie einen Magnetanker (die runde oder rechteckige Eisenplatte des Baukastens) an die Polschuhe hängen und von Hand langsam zu entfernen versuchen. Bei Wechselspannung geht das viel leichter, weil an jedem Polschuh – 50mal in jeder Sekunde – abwechselnd ein Nord- und dann wieder ein Südpol entsteht und bei jeder „Umorientierung“ für eine allerdings nur sehr kurze Zeit überhaupt kein Magnetismus vorhanden ist. Einen noch interessanteren Effekt finden Sie, wenn Sie eine Achse 60 an einen oder beide Polschuhe hängen. Bei Batteriebetrieb ist das bei Wechselspannungsbetrieb deutlich hörbare Summen verschwunden.

Wie ist das nun bei Verwendung der Gleichspannung, die uns aus dem Netzgerät zur Verfügung steht?

Die vom Netzgerät mot. 4 gelieferte Gleichspannung ist keine reine Gleichspannung wie die von Batterien. Sie ändert ihre Polarität zwar nicht wie eine Wechselspannung, aber sie ändert ihre Stärke ständig zwischen Null und einem Höchstwert, sie „pulsiert“. Eine angehängte Achse 60 „zittert“; man fühlt es bei Berührung und vor allem bei Annäherung der Achse. Beim Netzgerät mot. 4 erreicht die Spannung 100mal in jeder Sekunde den Wert Null und ebensooft ihren Höchstwert, die „Spitzenspannung“. Diese beträgt etwa 10 Volt. „Im gewogenen Mittel“ hat die Spannung jedoch nur einen Wert von etwa 7 Volt.



54.1

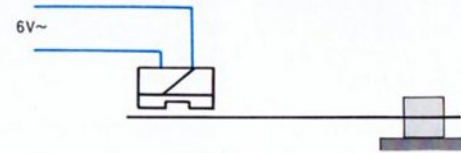
Wechselstrom- und Gleichstrom-Summer

Modell für Wechselstrom Zunächst bauen wir nach Bild 55.3 einen Summer für eine Wechselspannung oder eine „pulsierende“ Gleichspannung, wie sie das Netzgerät mot. 4 zur Verfügung stellt. Vor die Pole des Elektromagneten bringen Sie nach Bild 55.1 eine Schwingfeder. Sie ist einseitig fest eingespannt, die freie Länge kann durch Verschieben der Feder beliebig gewählt werden.

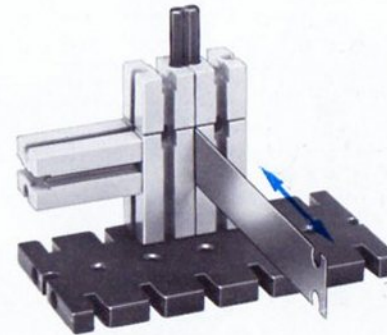
Der Abstand der Feder zu den Polschuhen des Elektromagneten sollte im Ruhezustand einige Millimeter betragen. Läßt man nun Strom durch die Spulen des Elektromagneten fließen, so entsteht an den Polen bei Betrieb mit Wechselspannung abwechselnd ein Nord- und ein Südpol. Bei Betrieb mit der pulsierenden Gleichspannung des Netzgerätes ändert sich zwar nicht die Polarität, aber die Stärke des Magnetfeldes pendelt 100mal in jeder Sekunde zwischen einem Höchstwert und fast Null. (Fast Null, weil ein Restmagnetismus bleibt, wenn der Strom Null wird.) Die Feder beginnt zu schwingen. Durch Verschieben der Feder kann man eine so große Schwingungsweite erreichen, daß die Feder bei jeder Schwingung gegen das Magnetgehäuse schlägt. Dadurch entsteht ein schnarrendes Geräusch. Wer Spaß daran findet, kann durch Anbau eines Resonanzkörpers, z. B. einer Kassette oder des Oberteils einer alten Fahrradglocke, das Geräusch weithin hörbar machen.

Modell für Batteriebetrieb Wer nur eine Batterie als Spannungsquelle besitzt, bringt die Feder nicht zum Schwingen, denn es entsteht ja ein Dauermagnet mit stets gleichbleibender magnetischer Kraft. Er wird die Feder anziehen und festhalten. Erst wenn man den Stromkreis wieder öffnet, wird die Feder zurückschwingen. Das reicht aber nicht zur Erzeugung eines kräftigen Summertons.

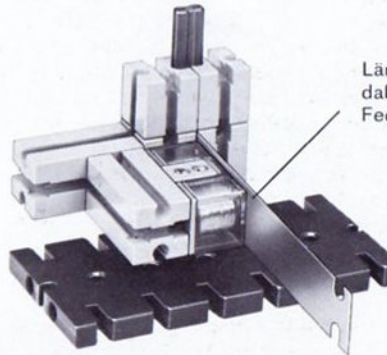
Wir müssen einen besonderen Trick anwenden: Wir lassen den Magneten den Stromkreis selbst unterbrechen. Bauen Sie dazu bitte das Modell nach Bild 55.1 auf und verdrahten Sie es nach Bild 56.3. Die Schwingfeder muß in der Ausgangsstellung (= nicht eingeschaltet) das feste Kontaktstück berühren. Deshalb wird nach dem Einschalten Strom durch die Spule fließen; die Feder wird angezogen. Bei richtiger Einstellung des Kontaktstückes wird dadurch der Stromfluß unterbrochen, und der Magnet kann die Feder nicht mehr



55.3



55.2 Baustufe 1



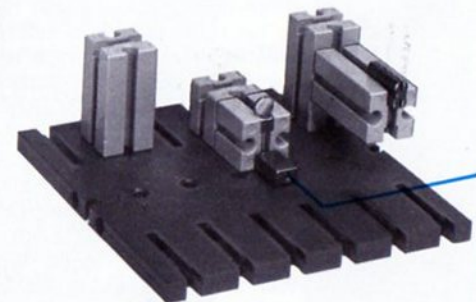
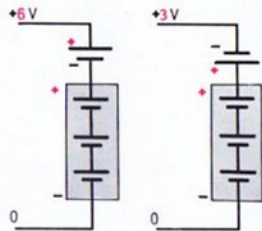
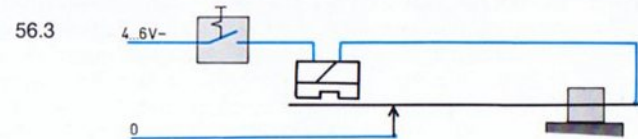
55.1 Wechselstrom-Summer

Länge der Feder so wählen, daß maximaler Ausschlag des Federendes erreicht wird.

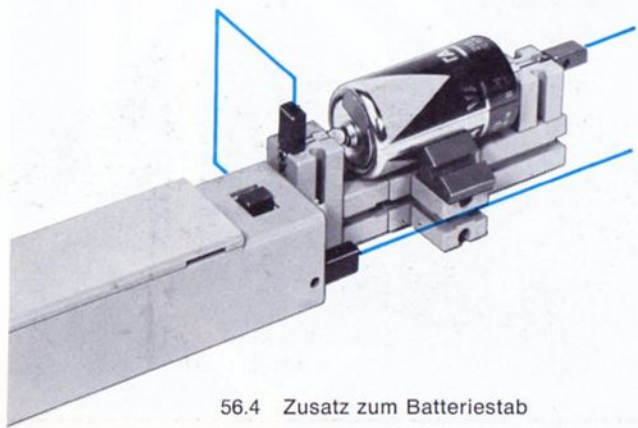
anziehen; sie schnell in die Ausgangslage zurück. Damit ist die Ausgangsstellung wieder erreicht und der Magnet zieht erneut an. Man schaltet den Magneten also in Reihe mit einem von ihm selbst betätigten Kontakt.

Dieser Kontakt muß genau das Gegenteil des Kontaktes im Klingelknopf bewirken. Er ist geschlossen, solange er nicht betätigt wird. Einen solchen Kontakt nennt man, wie Sie wissen, Öffner. Kontaktzunge und festes Kontaktstück müssen sich in der Ruhestellung berühren. Nur dann startet die Anlage von selbst.

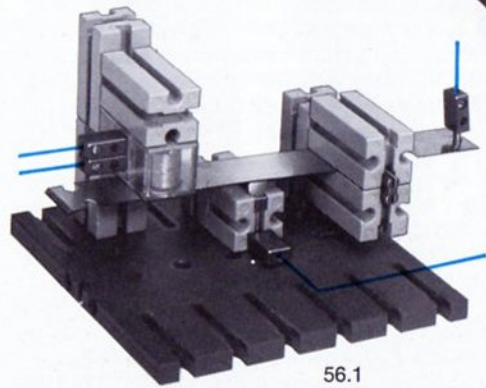
Zusatz-
Zelle Das Geräusch, das dieser „Selbstunterbrecher“ liefert, ist gering, besonders wenn er mit reiner Batteriespannung betrieben wird. Mit 6 Volt würde die Feder wesentlich besser schwingen. Deshalb zeigt Bild 56.4, wie man eine 1,5 V-Batterie an den Batteriestab anbauen kann. Wichtig ist, daß der Schiebeshalter des Batteriestabes in die richtige Richtung geschoben wird. Andernfalls ist die zur Verfügung stehende Spannung nicht 6 Volt, sondern nur 3 Volt, wie Bild 56.5 zeigt.



56.2 Baustufe



56.4 Zusatz zum Batteriestab



56.1 Gleichstrom-Summer

Vibrationskontakt – Signalspeicherung

**Signal-
speicherung** Für Überwachungs- und Alarmanlagen benötigt man die verschiedenartigsten Fühler, die bei Eintritt eines bestimmten Ereignisses einen elektrischen Stromkreis öffnen bzw. schließen. Bei praktisch allen Alarmanlagen muß dafür gesorgt sein, daß ein einmal ausgelöster Alarm vom Verursacher nicht wieder rückgängig gemacht werden kann. Der Alarmzustand soll somit „gespeichert“ werden. So könnte man ein Kraftfahrzeug oder eine Türe mit einer Alarmeinrichtung ausstatten, die Daueralarm gibt, sobald am Fahrzeug oder an der Tür gerüttelt wird, z. B. weil jemand das Fahrzeug oder die Tür gewaltsam öffnen will. Solche Geräte nennt man Erschütterungsmelder. Ihr wichtigstes Bauelement ist der sog. Vibrationskontakt. In einfachen Fällen wird man die Signalspeicherung gleich am Kontakt selbst vornehmen; meist benutzt man jedoch ein Relais in der Alarmzentrale.

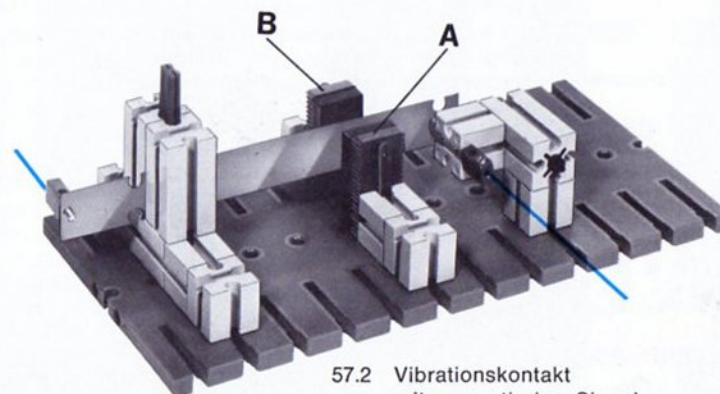
**Erschütte-
rungsmelder** Bild 57.1 zeigt eine einfache Vorrichtung, bei der ein einmal auftretender Stoß zum Daueralarm führt. Der zweiarmige Hebel ist so gelagert und so ausgewogen, daß er kippt und den fischertechnik-Taster drückt, wenn ein kräftiger Stoß auf die Tischplatte mit dem Modell erfolgt. Durch Verschieben des Bausteines 30 auf der Oberseite des Hebels läßt sich die „Ansprechempfindlichkeit“ verschieden groß einstellen. Dieser Typ eines Erschütterungsmelders ist lageempfindlich, denn bei einer Änderung der Neigung des Tisches um die Drehachse muß das Gegengewicht neu eingestellt werden.

**Vibrations-
kontakt
mit Signal-
speicherung** Deshalb arbeitet man in solchen Fällen gern mit einer Kontaktfeder, die unter Einwirkung eines oder zweier Dauermagnete steht und deshalb praktisch nicht von der Richtung der Schwerkraft der Erde abhängig ist. Bild 57.2 zeigt ein Modell. Da die fischertechnik-Schwingfeder praktisch nur in einer Richtung schwingen kann, spricht dieser Vibrationskontakt nicht auf senkrechte Stöße an. Dazu müßte er um 90° gedreht werden. Justieren Sie zunächst Feder und festes Kontaktstück so, daß sich auch ohne Magnete ein Öffner ergibt. Der Magnet A bewirkt guten Kontaktdruck im Ruhezustand, der Magnet B muß nach dem Stoß die Schwingfeder festhalten und so den Alarm speichern.

Einen im Normalzustand offenen Vibrationskontakt erhält man, wenn man das feste Kontaktstück lediglich als „Anschlag“ für die Feder benutzt und zur Kontaktierung ein zweites Kontaktstück neben den Magneten B setzt.



57.1



57.2 Vibrationskontakt
mit magnetischer Signal-
speicherung

Thermokontakt

Thermo- bimetall Für viele Steuer- und Regelschaltungen benötigt man einen Steuerfühler, der auf Temperaturänderungen anspricht. Dazu benutzt man ein sogenanntes „Thermobimetall“. Damit kann man einen elektrischen Stromkreis in Abhängigkeit von der Temperatur öffnen und schließen.

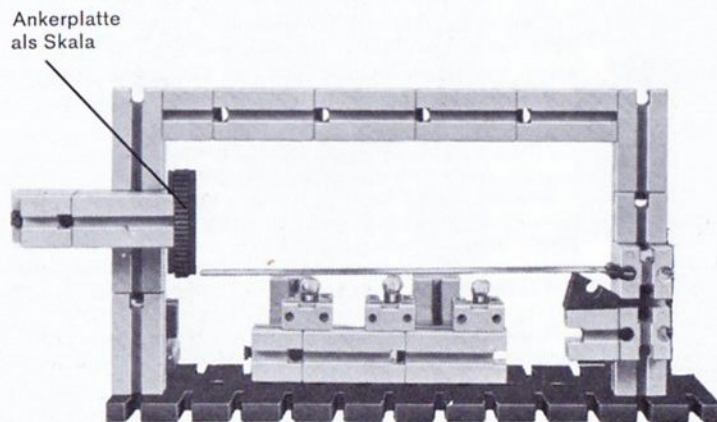
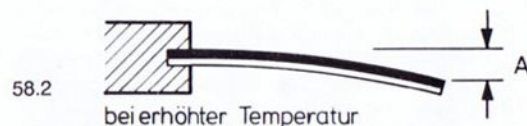
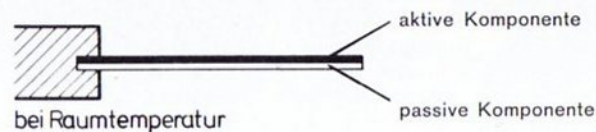
Unter einem Thermobimetall versteht man einen Metallstreifen oder eine Platte, die aus zwei untrennbar miteinander verbundenen Blechen aus Werkstoffen mit unterschiedlichen Wärme-Ausdehnungskoeffizienten besteht. Früher schweißte man zu diesem Zweck einen Eisen- und einen Messingstreifen zusammen. Heute walzt man bei hohen Temperaturen und hohem Druck 2 verschiedene Eisen-Nickel-Legierungen in Bandform zusammen. Diesen Verbindungsvorgang nennt man „plattieren“. Erwärmt man einen solchen Bimetallstreifen, so verändert er seine Form, er biegt sich. Diese Formänderung benutzt man zum Öffnen und Schließen von Kontakten.

Spannen Sie den fischertechnik-Bimetallstreifen nach Bild 58.1 unter Weglassen der Lampen einseitig ein und erwärmen Sie das freie Ende mit einem Streichholz oder Feuerzeug.

Sie beobachten mit zunehmender Erwärmung eine steigende Krümmung. Stellen Sie die ganze Anordnung in einen Kühlschrank. Schon nach kurzer Verweilzeit in der Kälte krümmt sich der Bimetallstreifen in entgegengesetzter Richtung. Dieser Effekt tritt auf, weil bei Erwärmung des Streifens sich die eine Komponente stärker ausdehnt als die andere, siehe Bild 58.2. Bei Abkühlung zieht sie sich dagegen stärker zusammen.

Bringt man Glühlampen unter das Thermobimetall, so krümmt sich das freie Ende um so stärker, je mehr Lampen angeschaltet werden und je kleiner der Abstand zwischen Lampen und Streifen ist. Bestimmen Sie diese Auslenkung für 1 – 2 – 3 Lampen. Die links im Bild sichtbare Ankerplatte wird als Skala benutzt.

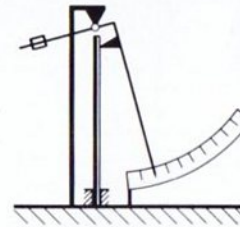
Prinzip Jeder Körper ändert seine Abmessungen, wenn sich seine Temperatur ändert. Diese „Wärme-Ausdehnung“ ist bei Gasen am stärksten und bei festen Körpern am wenigsten ausgeprägt. Als Maß für die Wärme-Ausdehnung benutzt man den „linearen



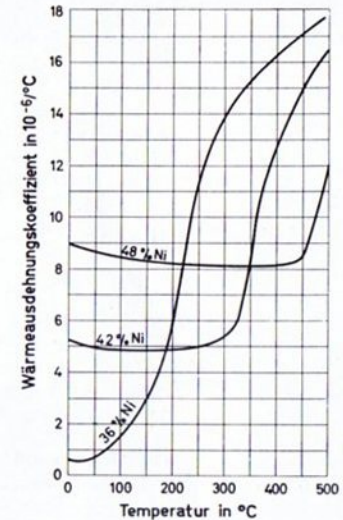
58.1

Wärmeausdehnungskoeffizienten“. Er gibt die relative Längenänderung eines Stabes pro 1° Temperaturänderung an. Das Diagramm 59.1 zeigt die Werte für drei Metallegierungen aus Eisen und Nickel, die für Thermobimetalle benutzt werden, in Abhängigkeit von der Temperatur. Sie ersehen daraus z. B.: Ein Stab aus einer Legierung mit 36% Nickel (und damit ca. 64% Eisen) ändert zwischen 0° und 50° Celsius seine Abmessungen nur ganz wenig im Vergleich zu einem Streifen mit 48% Ni und 52% Fe. (Fe = Symbol für reines Eisen in der Sprache der Chemiker). Letzterer ändert in diesem Temperaturbereich seine Länge um den Faktor 8×10^{-6} pro 1° C.

Bringt man je einen Streifen aus diesen beiden Legierungen mit der Länge 100 mm in einen Raum, der um 1° wärmer ist, so längt sich der Streifen 48% Ni um etwa $100 \times 8 \times 10^{-6} = 0,0008$ mm, während sich der Streifen 36% Ni nur etwa um 0,0001 mm längt. Erwärmt man nicht zwei einzelne, sondern einen aus zwei solchen Blechen plattierten Streifen, so muß sich dieses Thermobimetal über seine ganze Länge gleichmäßig krümmen, weil die „aktive“ Komponente 48% Ni sich stärker längt als die „passive“ Komponente 36% Ni.



59.3



59.1

Ausbiegung Die thermische Ausbiegung A eines Thermobimetalls bestimmt man in erster Näherung nach der Formel:

$$A = \frac{a \cdot l^2 \cdot \Delta T}{s} \quad \text{in mm}$$

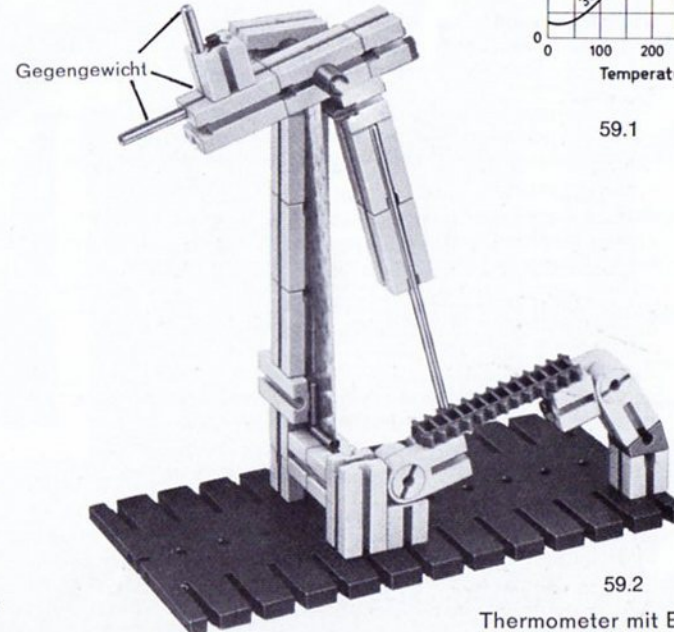
wobei a = spezifische thermische Ausbiegung pro 1° C (für unseren fischertechnik-Streifen etwa 15×10^{-6} pro 1°)

- l = Streifenlänge in mm
- ΔT = Temperaturänderung
- s = Blechstreifenstärke in mm

Thermometer Aus dieser Formel kann man umgekehrt auch die Temperaturänderung errechnen, wenn man die Ausbiegung A kennt. Auf diese Weise kann man das Thermobimetal als Temperaturmesser benutzen.

Überlegen Sie auf Grund Ihrer Versuche mit dem Kühlschrank oder einem Streichholz, ob die bedruckte Seite die aktive oder die passive Seite des Thermobimetalls ist.

Mit der genannten Formel können Sie die thermische Ausbiegung Ihres Bimetalstreifens pro 1° Temperaturänderung errechnen (Materialstärke 0,5 mm). Ihre einfache Prüfvorrichtung 58.1 mit der nur zur groben Beobachtung der Ausbiegung angebrachten



59.2

Thermometer mit Bimetal

Ankerplatte könnten Sie mit Hilfe einer errechneten Papierskala zu einem richtigen Thermometer umbauen. Dazu sollte aber der Streifen möglichst nahe an seinem Befestigungspunkt noch zusätzlich mit Hilfe von zwei Winkelsteinen genau fixiert werden.

Mit Hilfe einer einfachen Hebelübersetzung, z. B. nach Bild 59.2 und 59.3, können Sie die Zeigerauslenkung pro 1° Temperaturänderung noch bedeutend vergrößern. Bedenken Sie dabei, daß auf das freie Ende des Bimetalls möglichst geringe Kräfte einwirken dürfen, weil die Formel für die Berechnung der Skala davon ausgeht, daß das freie Ende des Streifens nicht durch zusätzliche Kräfte belastet wird.

Am besten eichen Sie dieses Modell durch Vergleich mit einem richtigen Thermometer bei verschiedenen Temperaturen. Extremtemperaturen finden Sie im Kühlschrank und unter einer Kaffeehaube. Mit Rücksicht auf Ihre Bausteine sollten Sie Dauertemperaturen über 50°C vermeiden.

Die thermische Ausbiegung steigt mit dem Quadrat der freien Streifenlänge. Deshalb verwendet man für Bimetallthermometer ganz lange Streifen, die zu einer Spirale aufgewickelt sind. Ihren fischertechnik-Bimetallstreifen sollten Sie jedoch mit Rücksicht auf weitere Versuche nicht in diese Form bringen.

Thermobimetall-Spiralen benutzt man auch für die Starterklappen von Kraftfahrzeugen mit Startautomatik. Mit zunehmender Erwärmung des Motors öffnen sie die Klappe für die Luftzufuhr.

Thermo-Schalter Sehr häufig werden Thermobimetalle und elektrische Kontakte miteinander gekoppelt. Es gibt zwei Möglichkeiten: Das Thermobimetall wirkt als bewegliche Kontaktzunge, die direkt mit einem festen Kontaktstück zusammenarbeitet, oder die Kontaktabgabe erfolgt getrennt. Der Thermobimetallstreifen ist dann der Antrieb des Schalters, siehe das Modell im Baukastenbuch (ab 1976).

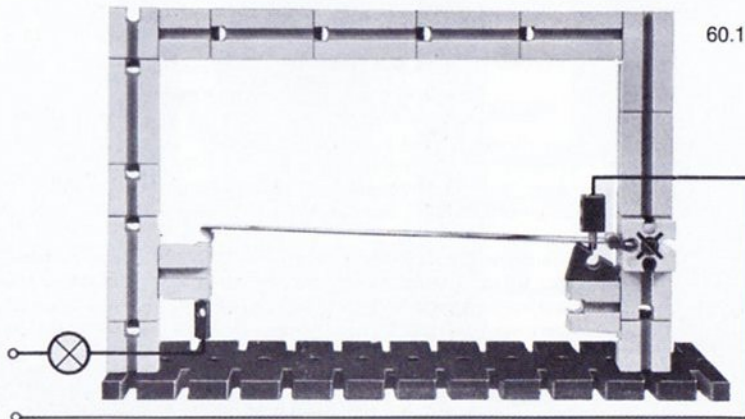
An zwei einfachen Beispielen sollen die Möglichkeiten, aber auch die Probleme aufgezeigt werden, die sich beim Schalten von Kontakten durch Thermobimetalle ergeben.

Um bei einem Modell nach Bild 60.1 eine exakte Einspannung des Thermobimetalls zu erreichen, ist die Grundplatte durch einen Rahmen versteift. Ein Winkelstein drückt den Streifen schon in der Ruhestellung etwas nach oben. Damit wird ausreichende Stabilität erreicht. Wir benutzen das Thermobimetall als bewegliches Kontaktstück. Durch Höher- und Tieferstellen des Bausteines mit einem Festkontakt läßt sich die Temperatur einstellen, bei der der Schalter öffnen soll. Diese Temperatur nennen wir

„Solltemperatur“. Befindet sich die aktive Seite des Thermobimetalls oben, so öffnet der Kontakt bei Absinken der Temperatur unter den (durch den gewählten Kontaktdruck bestimmten) Sollwert.

Viel häufiger benötigt man jedoch einen Schalter, der genau umgekehrt arbeitet, also bei Unterschreiten der Solltemperatur schließt. Durch Umdrehen des Streifens (bedruckte Seite nach unten) können Sie einen solchen Schalter leicht selbst realisieren. Er könnte dann z. B. als Frostmeldegerät oder als Schalter für eine elektrische Heizung benutzt werden. Im ersten Fall könnte er eine Klingel betätigen, die anzeigt, daß die Temperatur z. B. unter 0° abgesunken ist. Im zweiten Fall schaltet er die Heizung bei Kälte ein und erst dann wieder ab, sobald die Temperatur des Streifens (= die Isttemperatur) die Solltemperatur überschreitet.

Um das Verhalten der Kontakte studieren zu können, setzen wir drei Glühlampen möglichst dicht unter das Thermobimetall. Beobachten Sie bitte die Funkenbildung beim Öffnen des Kontaktes. Wenn Sie den Kontaktdruck bei Raumtemperatur ganz nieder eingestellt haben, können Sie einen Dauerfunken zwischen festem und beweglichem Kontakt erzeugen. Er erwärmt unter Umständen das Thermobimetall so stark, daß die beiden Kontakte nie mehr direkte Berührung bekommen. Durch Erhöhung der Vorspannung, also durch geringfügiges Höherstellen des festen Kontaktes, kann dieser Fehler nur in Grenzen beseitigt werden. Besonders deutlich wird das Problem der Kontaktierung, wenn Sie parallel zu der Zange einen Elektromotor anschließen.



Thermo-Schnappschalter

Thermo-
bimetal
und
Dauermagnete

Die im letzten Kapitel aufscheinenden Kontaktprobleme vermindern sich wesentlich bei Zuhilfenahme eines oder zweier Dauermagnete. Man kann damit richtige Schnappschalter bauen, die schlagartig schalten. An dem Modell von Bild 61.2 sollten Sie das Prinzip ausgiebig erproben. Bild 61.1 zeigt, wie der Bimetallstreifen montiert wird. Für die ersten Versuche legen Sie den Streifen bitte so ein, daß die bedruckte Seite im Bild nach hinten zeigt.

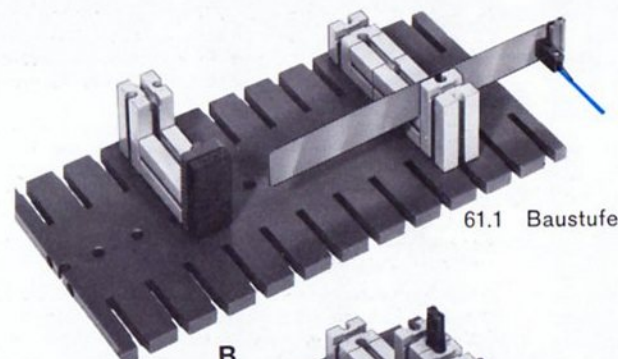
Zunächst lassen Sie die Dauermagnete weg und justieren das feste Kontaktstück so, daß der Streifen mit nur ganz geringem Druck anliegt. Erst dann schieben Sie den hinteren Magneten bis etwa 2 mm an den Bimetallstreifen heran. Dadurch wird der Kontaktdruck erhöht. Nun schieben Sie den im Bilde vorderen Magneten so weit in Richtung Bimetallstreifen, bis dieser schon auf ganz schwache Berührung mit dem Finger vom Magneten angezogen und festgehalten wird.

Signal-
speicherung

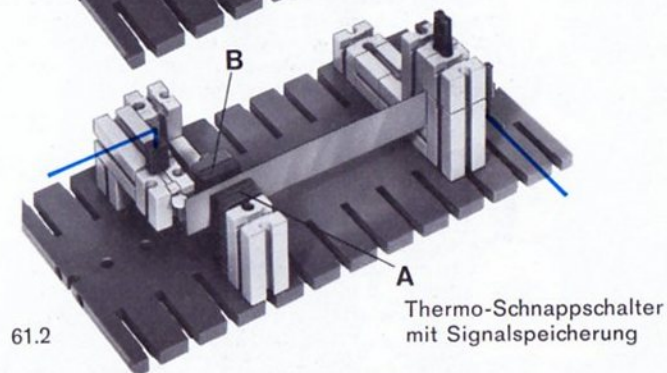
Das System arbeitet also im Prinzip wie der Vibrationskontakt mit Magnet von Seite 57. Während dort ein Stoß den Sprung des Federstreifens von einem Magneten zum anderen bewirkt, geschieht dies beim Thermobimetal durch eine geringfügige Änderung der Ausbiegung des Streifens. Diese tritt als Folge einer geringen Temperaturänderung auf, z. B. durch kurzes Erwärmen mit einem brennenden Streichholz. Bei sorgfältiger Einstellung wird es Ihnen sogar gelingen, die Umschaltung durch Erwärmung mittels dreier Glühlampen zu erreichen. Der Bimetallstreifen wird zum Dauermagneten hin schnappen. Eine Rückstellung wird jedoch nicht erfolgen. Der Kontakt bleibt geöffnet. Das durch die Erwärmung über eine bestimmte Grenztemperatur gegebene Signal wird somit gespeichert. Sie müssen den Streifen von Hand in die Ausgangslage zurückdrücken.

Schalt-
hysterese

Etwas anders ist es beim Modell 61.3. Hier verhindert ein Anschlag (Verbindungsstück 30) die direkte Berührung mit dem im Bild vorderen Magneten. Wenn Sie damit den Weg des Bimetalls entsprechend begrenzen, schließt der Kontakt bei Abkühlung wieder. Die Temperatur, bei der diese „Rückstellung“ des Bimetallstreifens erfolgt, ist stets etwas niedriger als die Temperatur, bei der das Schalten des Kontaktes – beim Modell das Öffnen des Kontaktes – erfolgt. Diesen Effekt nennt man „Schalthysterese“. Je kleiner der Abstand der beiden Dauermagnete ist, um so kleiner ist die Temperatur-

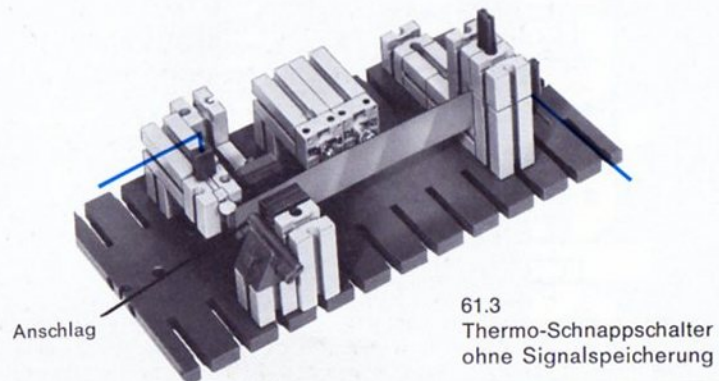


61.1 Baustufe



61.2

Thermo-Schnappschalter
mit Signalspeicherung



Anschlag

61.3
Thermo-Schnappschalter
ohne Signalspeicherung

differenz, die für die Auslösung zweier aufeinanderfolgender Schaltvorgänge notwendig ist. Justiert man einen der beiden Magnete so, daß sein Abstand zum Streifen viel kleiner ist als der Abstand zum anderen Magneten, so wird die Schalthysterese so groß, daß der Streifen nicht mehr zurückspringen wird.

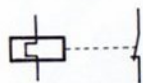
Je nachdem, welchen der Anschlüsse des Wechslers Sie verwenden, schließt oder öffnet Ihr Theroschalter den Stromkreis, wenn eine bestimmte Temperatur („Grenztemperatur“ genannt) überschritten oder unterschritten wird.

Mechanische Wiedereinschaltsperr

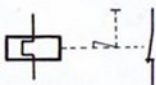
Sollen keine Magnete zu Hilfe genommen werden, so können Sie nach Bild 62.1 die Rückstellung nach Abkühlung unter die Auslösetemperatur durch Einbau einer mechanischen Sperre verhindern. Dieses Gerät schließt einen Stromkreis mit akustischen und optischen Alarmzeichen, sobald sein Thermofühler über die Grenztemperatur erwärmt wird.

Das bewegliche Schaltstück sitzt auf der Rückseite des Kontaktträgers. Dieser ist auf zwei Säulen (= fischertechnik-Achsen) geführt und wird von einer Schraubenfeder nach oben gedrückt.

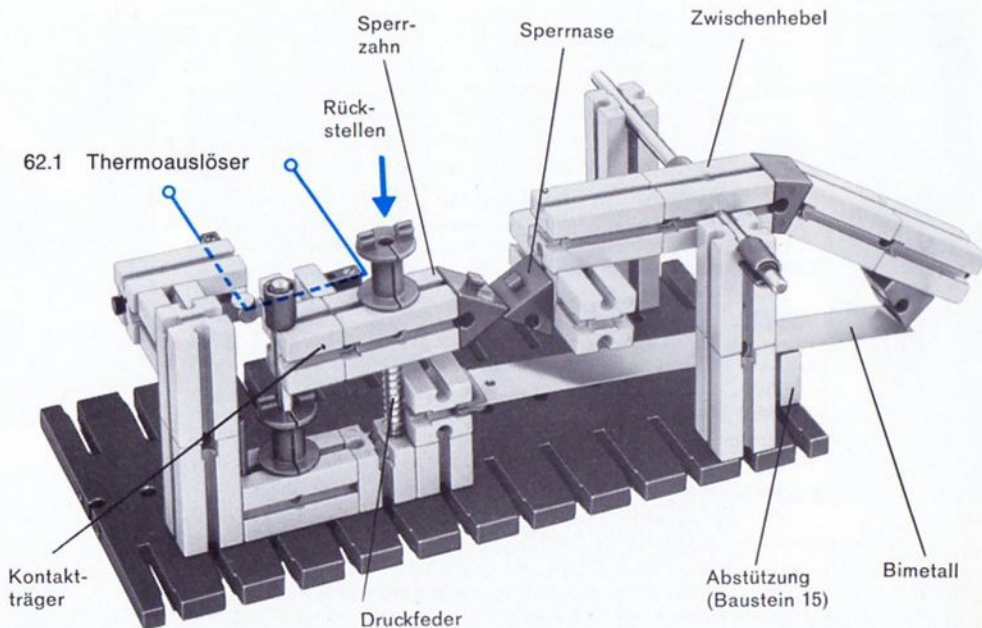
Im abgebildeten Zustand ist der Kontakt geschlossen. Zuerst müssen Sie auf den Knopf (= Seiltrommel) drücken. Der Kontakt wird damit geöffnet. Während des Niedergehens des Kontaktträgers drückt der Sperrzahn des Kontaktträgers (= Winkelstein) auf die Sperrnase des Zwischenhebels. Kurz bevor der Kontaktträger die unterste Stellung erreicht, fällt der Sperrzahn unter die Sperrnase des Zwischenhebels. Geben Sie nun den Auslöseknopf frei, so kann die Schraubenfeder den Kontaktträger nicht in die Ausgangslage zurückdrücken, da das im Bild rechte Ende des Zwischenhebels sich gegen das Thermobimetall gelegt hat. Der Kontakt bleibt offen, der Temperaturwächter ist einsatzbereit.



62.2
Theroschalter mit Öffner, der bei Überschreitung einer Grenztemperatur öffnet und bei deren Unterschreitung wieder schließt.



62.3
Thermoauslöser mit einer von Hand rückstellbaren Wiedereinschaltsperr



Wird das Thermobimetall, z. B. wegen eines in der Nähe entstehenden Brandes, stärker erwärmt, so biegt sich sein nicht eingespanntes Ende nach oben und nimmt den Zwischenhebel mit. Dessen Sperrnase gibt bei entsprechender Ausbiegung des Bimetalls den Sperrzahn frei. Der Kontaktträger gibt Kontakt und löst den Alarm aus. Das Alarmsignal bleibt gespeichert. Eine erneute Rastung des Kontaktträgers ist erst möglich, nachdem der Bimetallstreifen sich abgekühlt hat.

Zum Bau des Modells Die Überlappung von Sperrzahn und Sperrnase sollte nur wenige Zehntel Millimeter betragen. Durch Verschieben des Bausteins 15, der die Sperrnase trägt, kann die Auslösetemperatur eingestellt werden. Das Gerät spricht nur auf höhere Temperaturen an, ist also nicht sehr empfindlich.

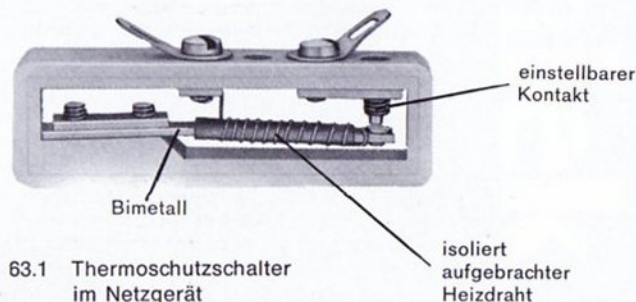
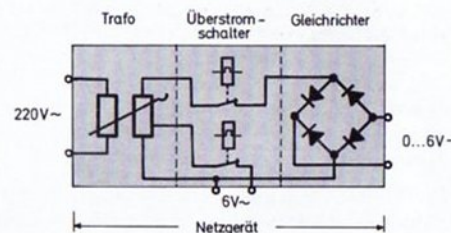
Erwärmung durch Strom Bei allen unseren Versuchen wurde das Thermobimetall von der umgebenden Luft erwärmt bzw. abgekühlt und bei Über- bzw. Unterschreiten einer Grenztemperatur umgeschaltet. Versieht man einen Bimetallstreifen mit einer möglichst dünnen Isolation und wickelt darüber einen Heizdraht (Draht mit möglichst großem Widerstand), so ist in erster Linie der durch den Heizdraht fließende Strom für die Größe der Ausbiegung des Thermobimetalls verantwortlich.

Wer einen Heizdraht aus fischertechnik-hobby-Welt besitzt, kann ihn nach Zwischenlegen von Glimmer oder hitzebeständigem Kunststoff über den Bimetallstreifen wickeln und entsprechende Versuche durchführen. Der Heizdraht ist auch einzeln aus der Servicebox Ihres fischertechnik-Fachhändlers erhältlich.

Überstrom-Schalter Das beschriebene Prinzip wendet man u. a. zum Schutz von Netzgeräten gegen Überlastung an. Auch das fischertechnik-Netzgerät mot. 4 enthält einen solchen Thermoschutzschalter. Bild 63.1 zeigt eine Großaufnahme, Bild 63.2 die Schaltung. Der Wechsel- und der Gleichspannungsausgang des Netzgerätes sind auf diese Weise geschützt. Nachdem der Thermoschalter den überlasteten Stromkreis geöffnet hat, kühlt sich das Bimetall langsam ab. Der Stromkreis wird wieder geschlossen, wenn die für den Transformator höchstzulässige Temperatur unterschritten ist. Ist die Belastung (z. B. infolge Kurzschluß in der Versuchsschaltung) immer noch zu groß, so öffnet der Thermoschutzkontakt nach kurzer Zeit erneut den Stromkreis. Das System arbeitet – wie die meisten thermischen Steuer- und Regelsysteme – relativ träge.

Thermischer Überstrom-auslöser Sicherungsautomaten für das 220-V-Netz besitzen einen ähnlichen Thermoschalter, jedoch sorgt eine Wiedereinschaltsperrung dafür, daß ein einmal unterbrochener Stromkreis nicht von selbst wieder geschlossen wird. Das Prinzip der Wiedereinschaltsperrung haben Sie beim Modell von S. 62 schon kennengelernt.

63.2



63.1 Thermoschutzschalter im Netzgerät

Umlaufendes Licht

Rotierender Schleifring Mit Hilfe eines fischertechnik-Schleifrings gelingt es Ihnen, rotierenden elektrischen Bauelementen Strom zuzuführen, siehe Magnetkupplungsmodell Seite 51. Auch bei dem Modell eines einfachen Karussells auf S. 65 ist das erprobte Übertragungsprinzip mit zwei rotierenden Schleifbahnen und ortsfesten, aber federnden Schleifkontakten angewandt. Mit Rücksicht auf die relativ hohe Umfangsgeschwindigkeit des Schleifrings und der damit verbundenen Gefahr eines Wackelkontakts oder eines zu geringen Andrucks werden die beiden festen Kontaktstücke bzw. der sie tragende Baustein 15 durch zwei Federfüße angedrückt. Bild 65.4 zeigt, wie Sie verdrahten müssen. Das ganze Karussell kann zusätzlich um eine waagrechte Achse gehoben werden.

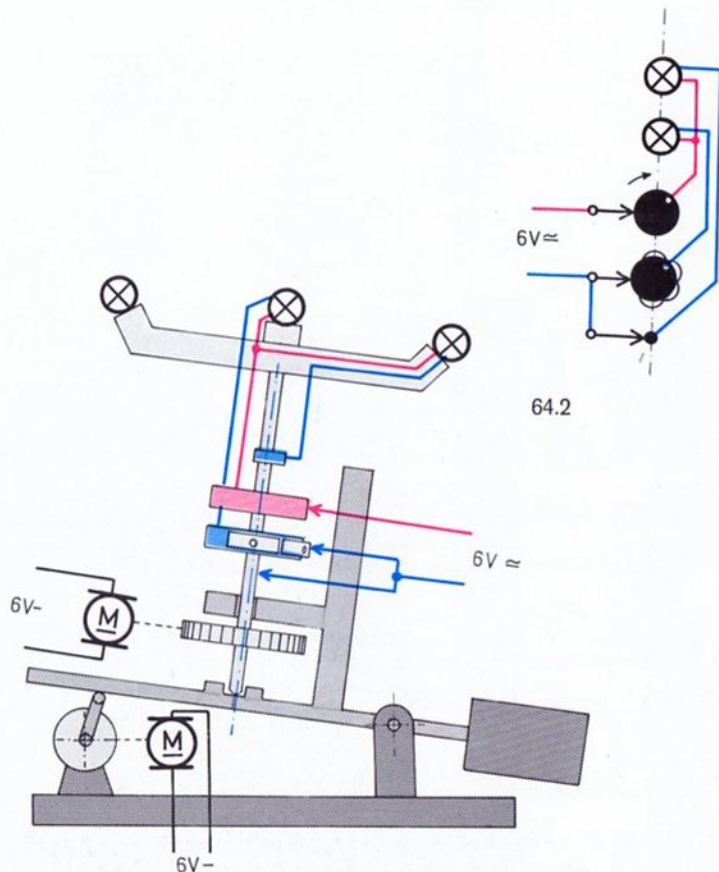
Rotierende Kontakte Das Modell auf Seite 68 zeigt das umgekehrte Übertragungsprinzip. Dort steht der Schleifring mit den beiden Schleifbahnen still, und die zwei Kontakte rotieren mit den Lampen mit. Achten Sie bitte darauf, daß Sie die Flachnabe, die den Schleifring auf der umlaufenden Achse zentriert, überhaupt nicht anziehen. Die Achse muß sich leicht drehen können. Die als umlaufende Kontakte verwendeten Federfüße müssen sehr sorgfältig justiert werden.

Ebenso könnten Sie zwei Federgelenksteine als Kontaktträger verwenden. Zur Vermeidung einer größeren Unwucht müssen die Federgelenksteine jedoch diagonal gegenüber montiert werden.

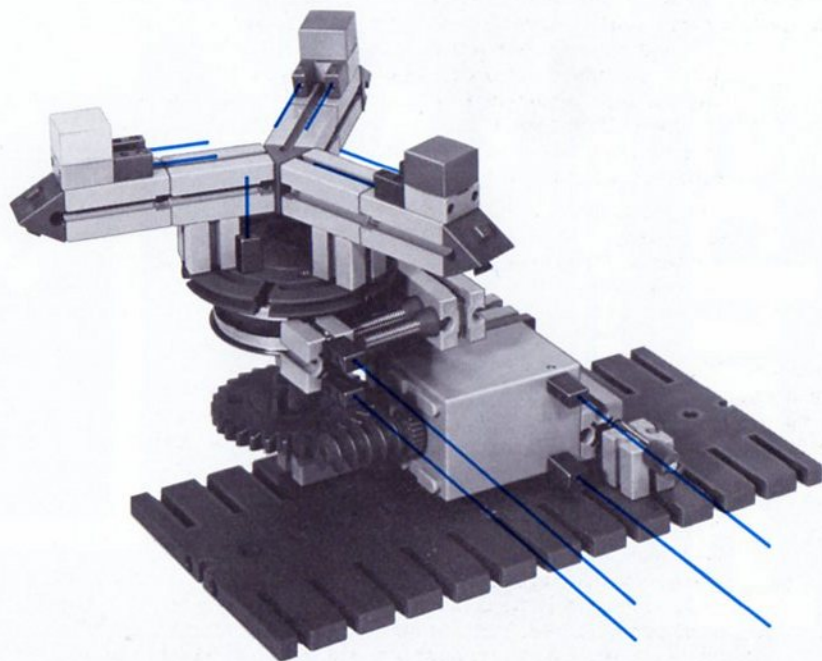
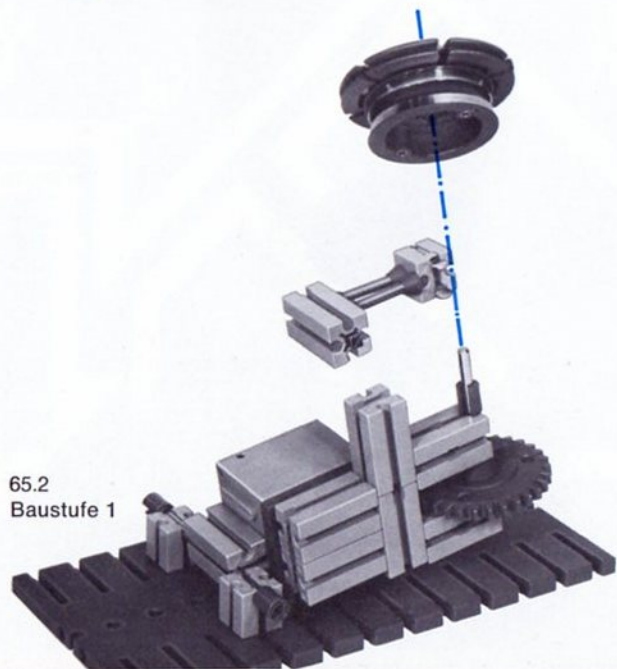
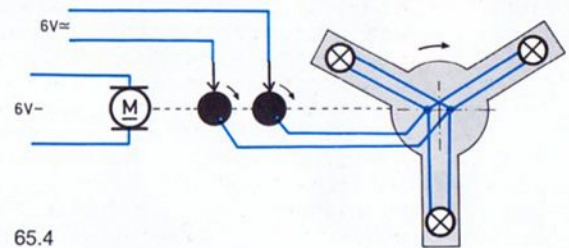
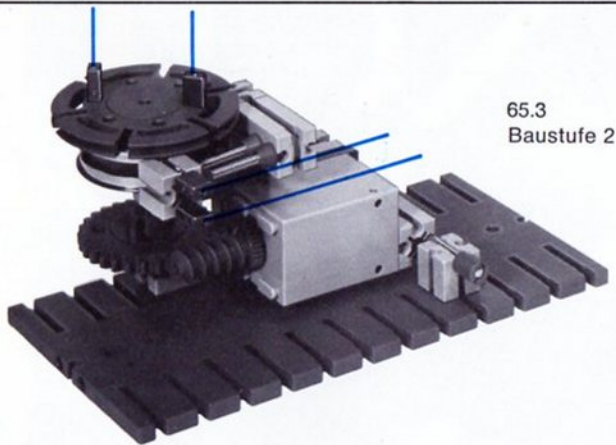
2 Stromkreise mit gemeinsamer Rückleitung Das auf den Seiten 66/67 gezeigte Modell ist etwas schwieriger zu bauen. Sollten Sie noch keinen mini-motor besitzen, lassen Sie den Antrieb für die Auf-und-Ab-Bewegung des Karussells weg. Dann kann auch das Gegengewicht entfallen, das zur Verminderung der von der fischertechnik-Kurbelwelle aufzubringenden Kraft unbedingt notwendig ist.

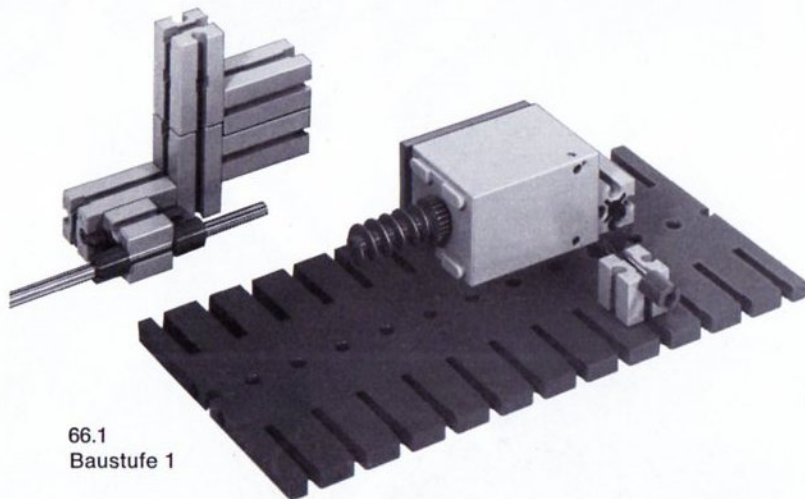
Das wesentlich Neue gegenüber den beiden anderen Modellen ist einmal, daß eine der breiten Schleifbahnen mit Unterbrecherstücken bestückt ist, so daß die daran angeschlossene, in der Mitte befestigte Lampe blinkt. Außerdem ist eine weitere, in dieser einfachen Form nur für Modellzwecke empfehlenswerte Übertragungsart angewandt. Bild 64.1 zeigt das Prinzip. Es wird die rotierende Achse als Stromleiter benutzt. Die Übertragung erfolgt durch einen gegen Mitdrehen gesicherten

Klemmkontakt, siehe Bild 66.3. Der obere Klemmkontakt, der die Verbindung zu einem Lampenanschluß herstellt, dreht sich dagegen mit. Bild 64.2 zeigt den Stromlaufplan. Statt eines Klemmkontaktes könnten Sie auch einen Federkontakt aus dem Stufenschalter als „Schleifkontakt“ verwenden.

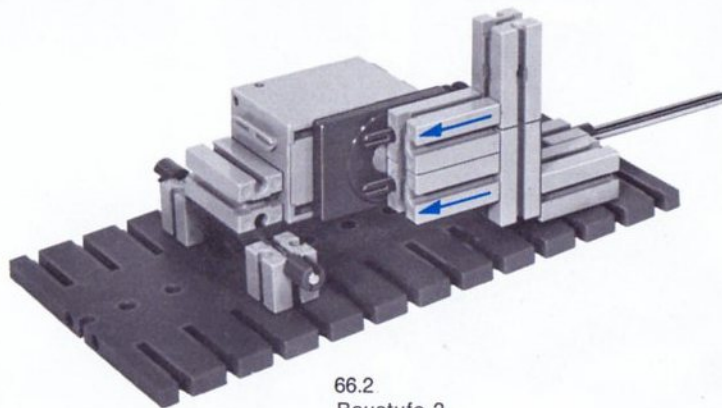


64.1 Prinzip des Modells von Seite 66/67.



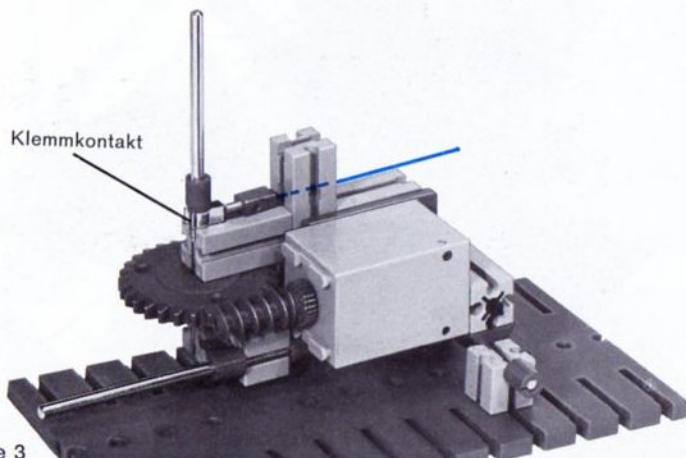


66.1
Baustufe 1

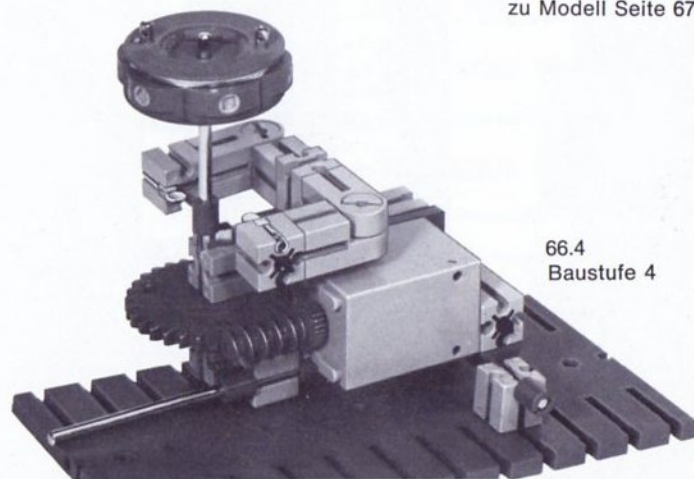


66.2
Baustufe 2

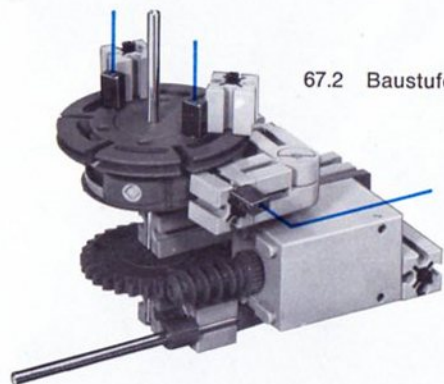
zu Modell Seite 67



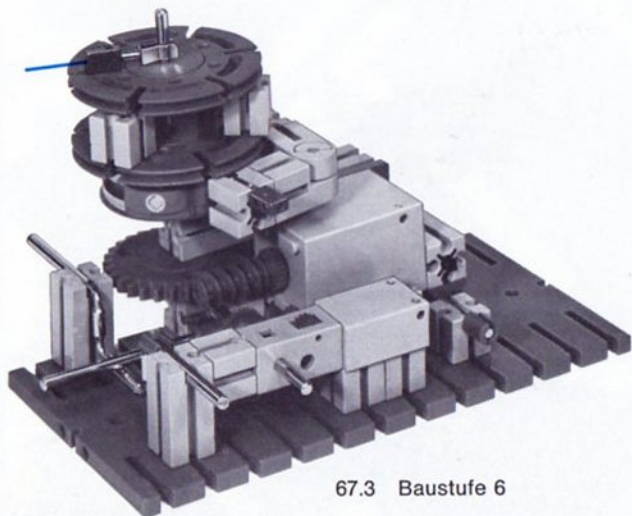
66.3
Baustufe 3



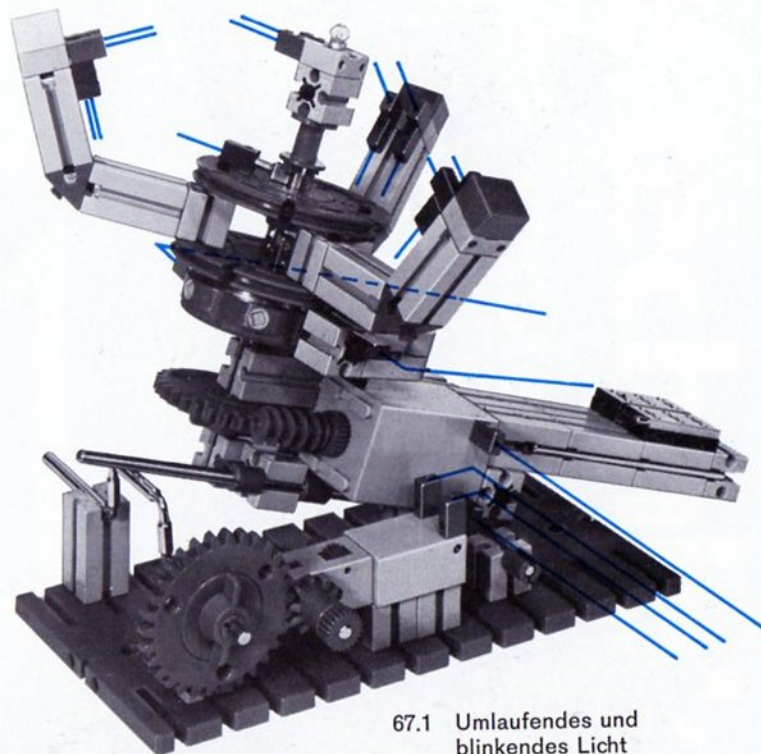
66.4
Baustufe 4



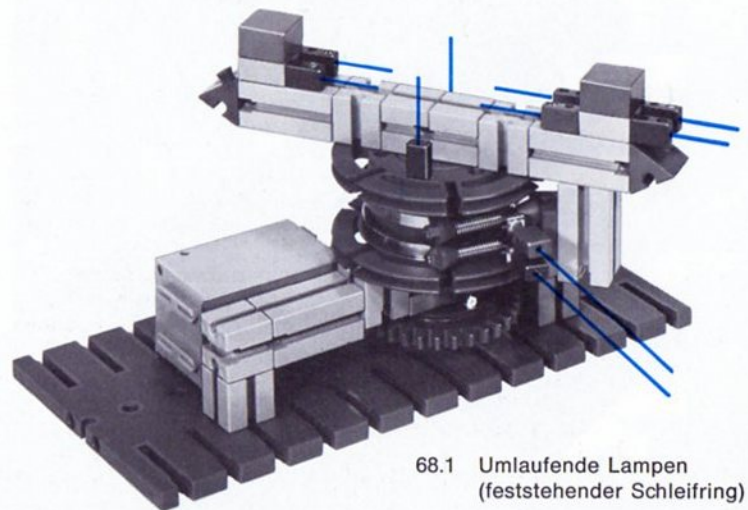
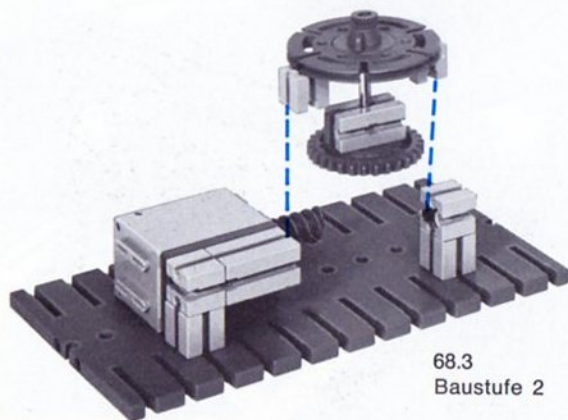
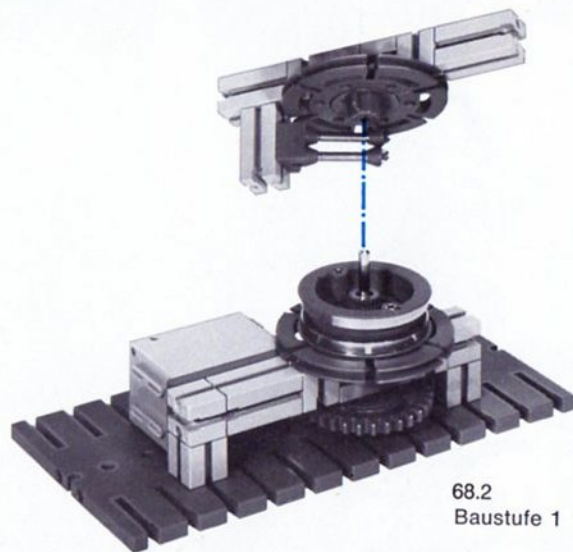
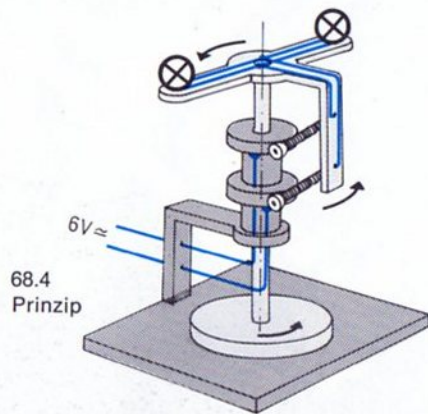
67.2 Baustufe 5



67.3 Baustufe 6



67.1 Umlaufendes und blinkendes Licht



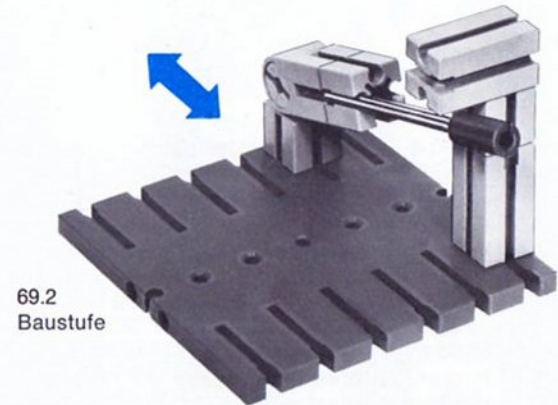
Tippschalter

Zweck Manche Modelle oder Geräte, z. B. Scheibenwischer, möchte man einmal mit einem Taster und ein andermal mit einem Schalter einschalten. Im ersteren Fall ist der Stromkreis nur so lange geschlossen, wie der Bedienungshebel gedrückt wird. Im zweiten Fall bleibt er auch nach dem Loslassen des Bedienungshebels geschlossen. Ein „Tippschalter“ ähnlich dem Modell 69.1 ermöglicht wahlweise beides. Ein Scheibenwischermodell zeigt das Baukastenbuch auf Seite 57.

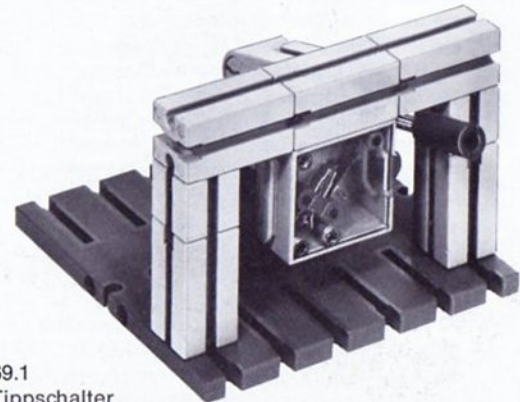
Tippen Wird der in einem Federgelenkstein gelagerte Hebel (Achse 60 mit Klemmkupplung als Handhabe) nur so weit nach unten gedrückt – man sagt „angetippt“ –, daß er die rote Taste des fischertechnik-Tasters betätigt, so geht der Hebel nach dem Loslassen infolge der Federkraft des Federgelenksteins in die Ausgangslage zurück. Die rote Taste wird wieder freigegeben, der Kontakt des fischertechnik-Tasters geht in die Ruhestellung zurück.

Schalten Drückt man den Hebel aber ganz nach unten bis zum Anschlag, so gelangt die Achse 60 unter die Kuppe der roten Taste. Da der Drehpunkt dieser Taste fast senkrecht über dem Kraftangriffspunkt der Achse steht und außerdem diese Seite der roten Taste steiler ausgebildet ist als die andere, reicht nach dem Loslassen des Hebels die Kraft des Federgelenksteins allein nicht zur Rückstellung des Hebels aus. Die rote Taste bleibt betätigt – und falls Sie den fischertechnik-Taster als Schließer benutzt haben – der Stromkreis geschlossen. Durch Verschieben des Federgelenksteines in Pfeilrichtung (Bild 69.2) müssen Sie sicherstellen, daß die Achse 60 bei Erreichen des Anschlages die rote Taste nicht schon so weit freigegeben hat, daß der Springkontakt des fischertechnik-Tasters zurückspringt.

Zum Zurückschalten müssen Sie mit der Hand etwas nachhelfen.



69.2
Baustufe

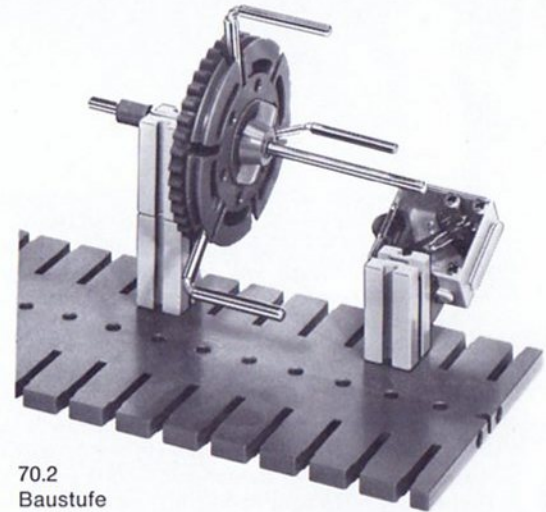


69.1
Tippschalter

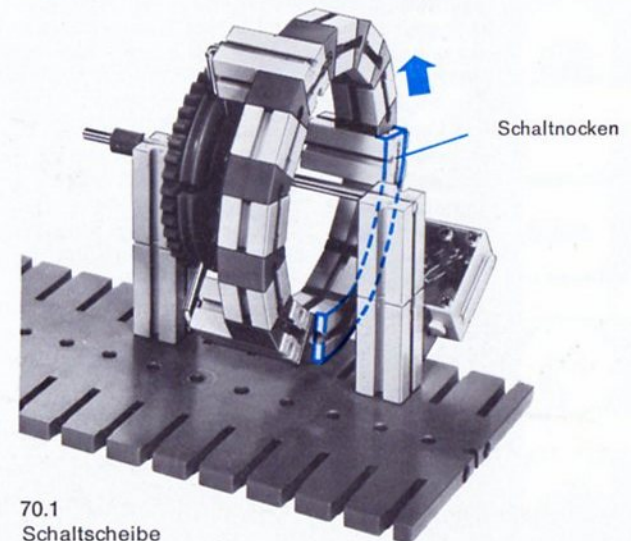
Prinzip Schaltuhren sind meist elektrisch angetriebene Laufwerke, die während eines Umlaufs ihrer Schaltscheibe selbständig ein- oder mehrmals Kontakte öffnen und schließen. Die Schaltscheibe – auch Programmscheibe genannt – ist das letzte Glied eines Rädergetriebes. Die Übersetzung ist entsprechend der gestellten Aufgabe meist so gewählt, daß die Schaltscheibe innerhalb einer Stunde oder eines Tages eine Umdrehung macht. Auf einer Stirnseite oder am äußeren Rand trägt die Schaltscheibe einstell- oder aufsteckbare Nocken, die einen oder mehrere der rund um die Schaltscheibe montierten Kontakte betätigen.

Eine Schaltscheibe mit Nocken an der Stirnseite zeigt Bild 70.1. Durch Verschieben der Bausteine können Sie eine oder mehrere Nocken mit unterschiedlicher Nockenbreite herstellen. Sie betätigen einen oder mehrere fischertechnik-Taster. Im Bild hat der Nocken einen Einschaltwinkel von etwa 120° . Den Antrieb können Sie entsprechend Ihrem Besitz an fischertechnik-Bauelementen selbst gestalten. Achten Sie auf die angegebene Drehrichtung. Vielleicht bauen Sie eine Schaltuhr mit drei Nocken zu je 30° Einschaltwinkel. Die Ausschaltwinkel sollen $60^\circ - 90^\circ - 30^\circ$ sein.

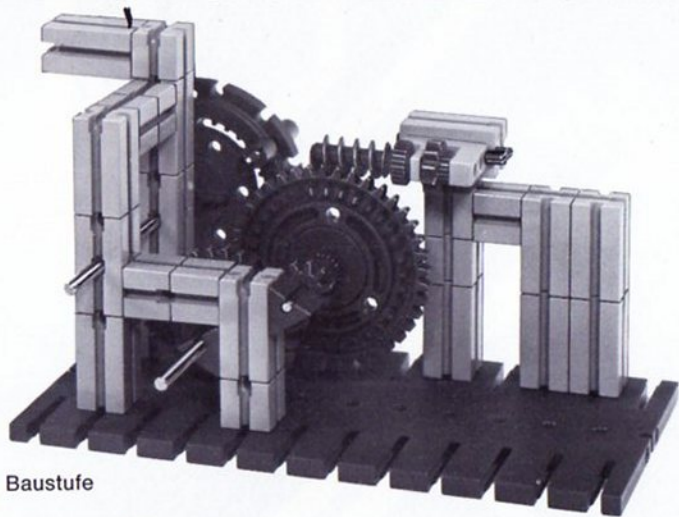
Modell Das Modell von Seite 71 besitzt ein Getriebe mit einer Übersetzung von $i = 241 \times 1 \times 40 \times 3 \times 4 = 115600$. Läuft der Motor mit etwa 5000 U/min, so benötigt die Schaltscheibe rund 20 Minuten für einen Umlauf. Als Nocken sind Bausteine 5 (aus der Zusatzpackung 017) verwendet. Bei genügend kleinem Abstand des Tasters von diesen Bausteinen bleibt der Taster beim Übergang zum nächsten Baustein 5 betätigt.



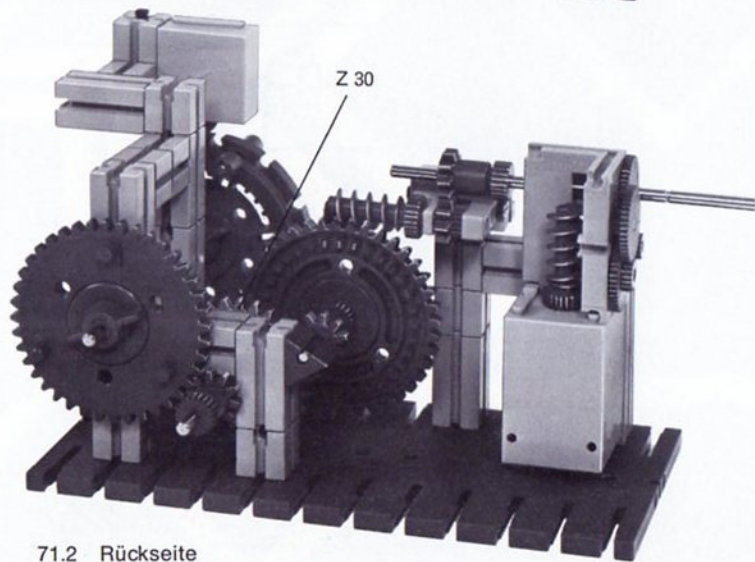
70.2
Baustufe



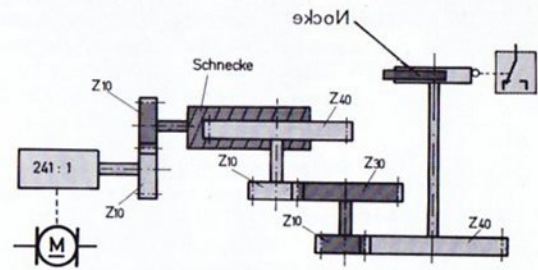
70.1
Schaltscheibe



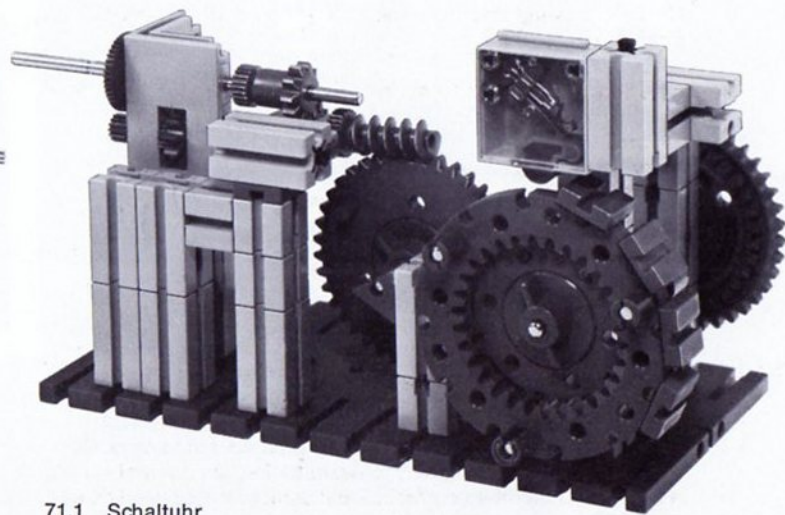
71.3 Baustufe



71.2 Rückseite



71.4 Getriebe



71.1 Schaltuhr

Elektromagnetischer Schalter

Relais Die für die elektrische Schaltungstechnik wohl interessanteste Anwendung des Elektromagneten ist der Magnetschalter. Man nennt ihn auch „Relais“ oder „Schalterschütz“. Die Betätigung seines Schaltkontaktes (Öffner, Schließer oder Wechsler) erfolgt durch einen Elektromagneten.

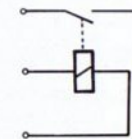
Sie sollten, bevor Sie sich den Relaisschaltungen zuwenden, das Prinzip des Relais an einem Modell nach Bild 73.1 selbst erproben. Bild 72.1 zeigt die Wirkungsweise. Der bewegliche Teil des Systems mit dem rechteckigen Magnetanker und dem Verbindungsstück 45 sowie der darauf verschiebbaren Klemmbuchse muß gewichtsmäßig so ausbalanciert werden, daß schon wenige Pond Magnetkraft genügen, um die Ankerplatte an die Polschuhe zu ziehen. Die Klemmbuchse wirkt nur als mechanisches Bauteil. Als bewegliche „Kontaktzunge“ ist eine fischertechnik-Schwingfeder eingesetzt. Sie wird beim Anzug des Ankers durch die Klemmbuchse nach oben gedrückt. Dadurch wird zwischen der Schwingfeder und dem festen Kontaktstück B eine elektrisch leitende Verbindung hergestellt.

Bei diesem Modell eines Relais besteht zwischen den Anschlüssen A und B keine leitende Verbindung, solange kein Strom durch die Magnetspule fließt und deshalb der Magnetanker „abgefallen“ ist. Fließt durch die Magnetspule dagegen genügend Strom, so zieht der Anker an, und zwischen A und B besteht eine elektrische Verbindung. Ein solches Relais-Modell ist also mit einem Schließer bestückt.

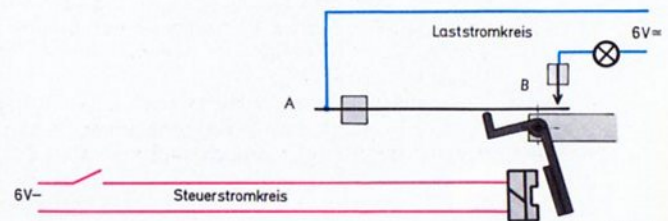
Anker klebt Wird der Magnet stromlos, so geht der Magnetanker durch sein Eigengewicht wieder in die Ausgangslage zurück. Sollte der Anker nach dem Stromloswerden der Spule „kleben“, so hilft man sich durch Aufkleben eines dünnen Papierstreifens auf die Ankerplatte. Damit wird die direkte Berührung zwischen den Polschuhen und dem Anker verhindert. Der nach dem Abschalten verbleibende „Restmagnetismus“ reicht dann nicht mehr aus, um den Anker an den Polschuhen zu halten.

Durch Verschieben des Klemmkontaktes können Sie die Rückstellkraft des Ankers und den Kontaktdruck verändern.

Steuer- und Lastkreis Legen Sie bitte entsprechend Bild 72.1 die Magnetspule über einen Taster an Gleichspannung. Diesen Stromkreis nennt



72.2



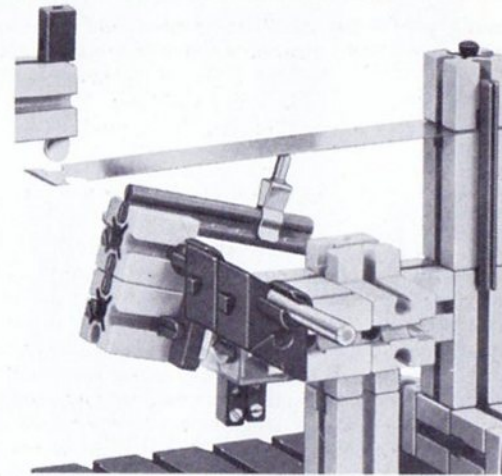
72.1

man „Steuerstromkreis“. Der Relaiskontakt liegt in Bild 72.1 in einem anderen Stromkreis, den man „Laststromkreis“ oder auch „Arbeitsstromkreis“ nennt. Er kann von einer anderen Spannungsquelle, z. B. der Wechselspannungsquelle des Netzgerätes, versorgt werden.

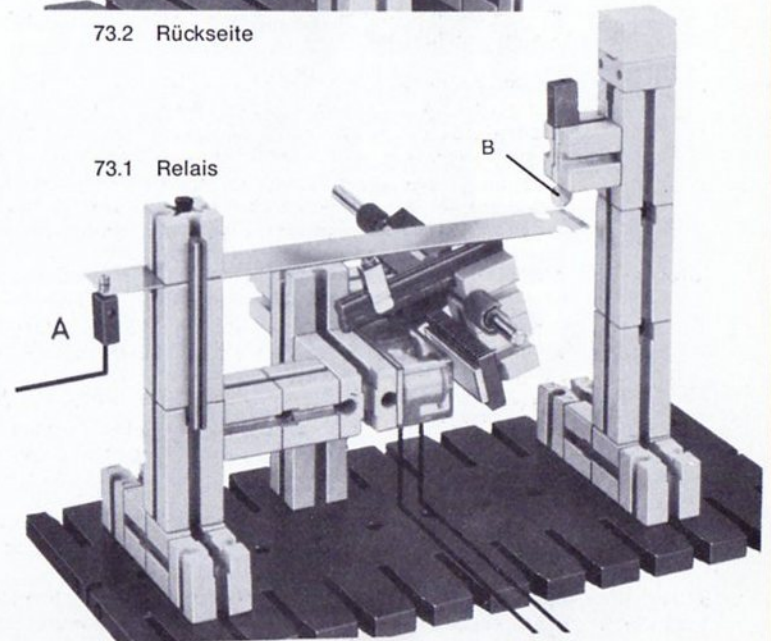
Schaltzeichen Techniker symbolisieren einen solchen Magnetschalter viel einfacher, als dies aus Gründen der Verständlichkeit in Bild 72.1 dargestellt ist. Der Magnet wird einfach als Rechteck, die Verbindung zwischen Magnet und Kontaktsatz in Form von einer gestrichelten oder zwei voll ausgezogenen dünnen parallelen Linien gezeichnet. Auch hier gilt wieder, daß Schaltbilder im stromlosen Zustand gezeichnet werden. Soll das Relais mit angezogenem Anker dargestellt werden, so muß dies extra durch einen dicken, nach oben zeigenden Pfeil hervorgehoben werden. In den fischertechnik-hobby-Büchern ist zusätzlich noch die Ruhestellung der Kontakte gestrichelt eingezeichnet (siehe auch Seite 12!).

Bild 72.2 zeigt das Schaltsymbol eines Relais mit einem Schließer. Für andere Aufgaben können Sie Ihr Modell mit einem anderen Kontakt, z. B. einem Öffner oder einem Wechsler, versehen.

Fließt kein Strom durch die Magnetspule, so sagt man, sie ist „nicht erregt“, und der Magnetanker ist abgefallen. Im technischen Sprachgebrauch sagt man einfach, „das Relais“ ist abgefallen bzw. nicht erregt. Ebenso abgekürzt spricht man von einem angezogenen bzw. erregten Relais.



73.2 Rückseite



73.1 Relais

fischertechnik-Relais

Das Prinzip eines Relais haben Sie bereits auf den vorhergehenden zwei Seiten kennengelernt. Das aus Einzelteilen zusammengebaute Modell ist jedoch lageempfindlich, da die Rückstellung des Kontaktes durch die Schwerkraft erfolgt. Richtige Relais arbeiten mit Anker-Rückstellung durch Federkraft. Sie sind deshalb lage-unabhängig.

3 fischertechnik- Typen Es gibt bei fischertechnik verschiedene Relaisausführungen. Das im Bild 74.3 dargestellte Relais besitzt einen Verstärker und gehört zu den Elektronikbausteinen. Es wird hier nicht behandelt. Das Relais des Relaisbausteins nach Bild 74.2 ist ein sogenanntes Flachrelais, es arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie das ältere Relais von Bild 74.1. Bild 74.4 zeigt einen Schnitt durch dieses ältere Relais.

Triebsystem Die zwei wichtigsten Baugruppen eines Relais oder Schütz sind das Kontaktsystem und das Triebsystem. Um den Eisenkern (2) ist ein aus Isoliermaterial gefertigter Spulenkörper geschoben. Auf diesem sind – ähnlich wie beim fischertechnik-Elektromagneten – viele Windungen dünnen lackierten Kupferdrahtes gewickelt (1). An einer Seite des Eisenkerns ist das Joch (8) angeschraubt. Beide Teile ergeben – im Schnitt gesehen – ein großes U. Am Ende (3) des Joches ist der zwischenkelige Anker (4) mit Hilfe der Feder (9) drehbar gelagert. Im stromlosen Zustand ist zwischen dem Anker (4) und dem freien Ende (12) des Eisenkerns ein Luftspalt von einigen Zehntel Millimeter.

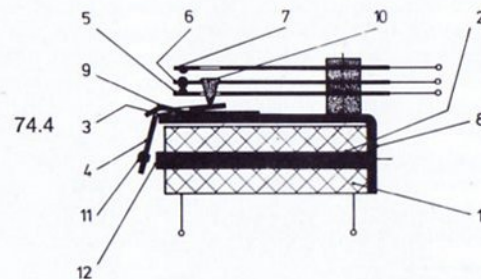
Fließt Strom durch die Wicklung, so entsteht am freien Ende des Eisenkerns ein Magnetpol und im davorliegenden Teil des Ankers der andere Pol. Der Anker wird angezogen. Sein anderes Ende drückt auf den aus Isoliermaterial gefertigten Stift (10), der an der mittleren Kontaktfeder (6) befestigt ist. (In Wirklichkeit sind zwei Kontaktfedern mit je einem solchen „Stift“ vorhanden.)

Kontaktsystem Sobald Strom ausreichender Stärke durch die Spule fließt, wird die mittlere Kontaktfeder, die „Kontaktzunge“ (6), von (5) auf (7) umgeschaltet. Jedes der genannten Relais besitzt als „Kontaktsatz“ zwei Wechsler. Der Klebestift (11) aus nichtmagnetischem Material, z. B. Bronze, verhindert, daß sich Anker (4) und Eisenkern (12) direkt berühren. Sobald der Strom in der Spule abgeschaltet wird, stellt sich unter der Wirkung der Kontaktfedern (6) der Ausgangszustand von selbst wieder her.

Netzschalt- gerät Ab 1976 ist ein fischertechnik-Netzschaltgerät mit einem Relais lieferbar, das Geräte für 220 V Netzspannung schalten kann. Somit können mit fischertechnik zahlreiche Steuerschaltungen für normale Haushaltgeräte gebaut werden.

Hinweis Sollten Sie statt mit einem Netzgerät noch mit Batterien arbeiten, so wird das Relais nach Bild 74.2 möglicherweise nicht anziehen. Ihr Relais benötigt eine höhere Anzugsspannung als 4,5 V. Sie können sich leicht helfen, indem Sie in Reihe zur Batterie eine 1,5-V-Zelle schalten. Einen Vorschlag zur Befestigung finden Sie auf S. 56.

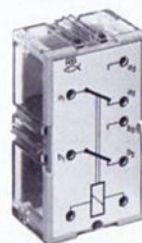
Technische Daten	hobby 3 (bis 76) em 5 (bis 75) (Bild 74.1)	hobby 3 (ab 76) em 3 (ab 75) em 10 (Bild 74.2)
Max. zul. Spannung	12 V –	14 V –
Spulenwiderstand	150 Ω	150 Ω
Anzugsspannung	4 V ± 10 %	5 V ± 10 %
Abfallspannung	2 V ± 10 %	1,5 V ± 10 %
Kontaktbelastung	max. 1 Amp.	max. 1 Amp.
Schaltspannung	max. 40 V	max. 40 V
Schaltleistung	30 VA	30 VA



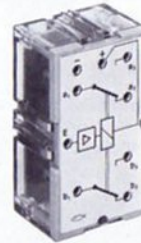
74.1 früherer Relaisbaustein



74.2 neuer Relaisbaustein



74.3 Relais mit Vorverstärker



Einfache Relaisschaltungen

Kopplung von Stromkreisen Mit einem Relais koppelt man zwei verschiedene Stromkreise, z. B. einen Wechselstromkreis und einen Gleichstromkreis, ohne daß zwischen diesen beiden Kreisen eine leitende Verbindung besteht. Ein Beispiel (Bild 72.1) haben Sie bereits kennengelernt.

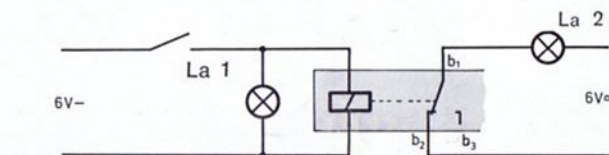
Negation eines Signals Soll im „gesteuerten“ Stromkreis – wir können auch Laststromkreis sagen – kein Strom fließen, solange im Steuerstromkreis Strom fließt, und umgekehrt, dann benutzt man nicht einen Schließer, sondern einen Öffner als Relaiskontakt. Das Relais hält somit den Laststromkreis geöffnet, wenn im Steuerstromkreis Strom fließt.

Bild 75.1 zeigt ein Beispiel. Parallel zur Relaisspule ist eine Lampe angeschlossen. Sie leuchtet, wenn das Relais angezogen ist. Der Relaiskontakt hält den Laststromkreis geöffnet. Deshalb kann bei erregtem Relais die von ihm geschaltete Lampe nicht leuchten. Die Lichtsignale der Lampe 2 (Licht – kein Licht) sind gegensätzlich zu den Lichtsignalen der Lampe 1. Oder anders ausgedrückt: Mit der Schaltung 75.1 wird eine Negation der Signale der Lampe 1 vorgenommen. Statt der Signale „Licht“ – „kein Licht“ können Sie natürlich genauso gut „Strom“ – „kein Strom“ als Signal ansehen.

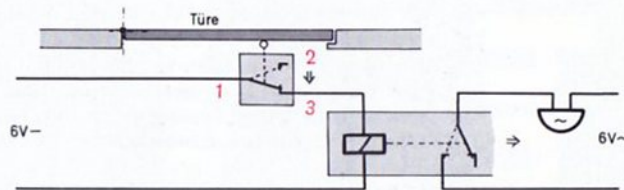
Ruhestrom-Alarm-schaltung Das gerade erprobte Prinzip nutzt man u. a. für Alarmanlagen. Man nennt es dann Ruhestromprinzip. Bild 75.2 zeigt eine solche Schaltung, bei der ein fischertechnik-Taster als Türsicherungskontakt eingesetzt wird. Solange die Tür geschlossen ist, fließt über den Arbeitskontakt 1–3 des Tasters Strom. Das Relais ist angezogen und hält den Alarmstromkreis mit dem Summer geöffnet. Als Summer können Sie eine Eigenkonstruktion nach Bild 55.1 verwenden. Wird die Tür geöffnet oder ist an irgendeiner Stelle eine Leitung des Steuerstromkreises auf andere Art und Weise unterbrochen, fällt das Relais ab. Über seinen Öffner fließt jetzt Strom, der Summer ertönt und gibt Alarm.

Polwende-relais Wie Sie Ihr Relais verdrahten müssen, damit es als Polwende-relais arbeitet, zeigt Bild 75.3. Die von Ihnen herzustellen Verbindungen der Relaiskontakte sind – ebenso wie die Motor- und Batterieanschlüsse – blau gezeichnet. Batterie- und Motoranschlüsse können auch Platz tauschen.

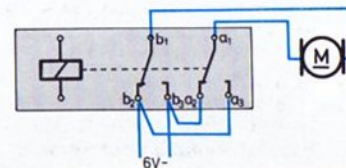
Fernbetätigung Mit Hilfe eines Relais lassen sich Stromkreise, in denen große Ströme fließen, aus beliebiger Entfernung durch kleine Ströme mit ungefährlicher Spannung steuern. Das ist z. B. bei elektrischen Heizungen der Fall, die über ein Relais von einem weit entfernt montierten Bimetallkontakt gesteuert werden (Thermostat).



75.1



75.2



75.3

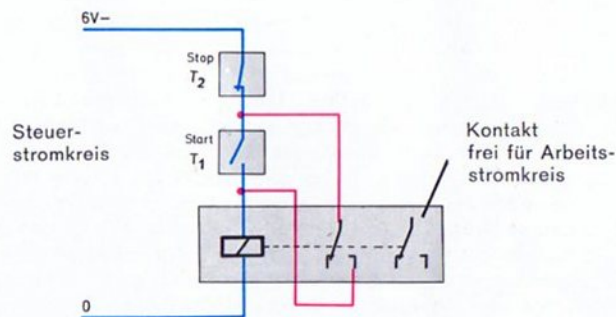
Speicherung von getasteten Signalen

Selbsthaltung Bei den einfachen, gerade erprobten Steuerschaltungen mit Relais kehren die Relaiskontakte in die Ruhelage zurück, sobald der Steuerkontakt den Steuerstromkreis öffnet. Mit Hilfe eines Tricks, den man „Selbsthaltung“ nennt, kann man verhindern, daß das Relais nach dem Öffnen des Steuerkontaktes wieder abfällt.

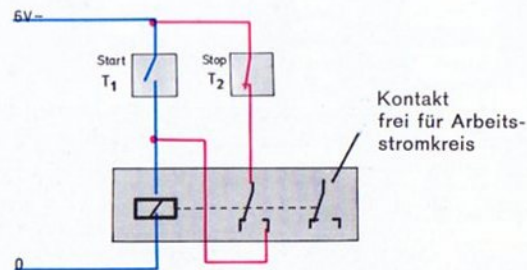
Bild 76.1 zeigt eine Lösung: Ein (rot gezeichneter) Hilfsstromkreis mit einem Schließer des Relais wird parallel zum Steuerkontakt (Schließer) geschaltet. Sobald T_1 , den man Ein- oder Start-Taster nennen könnte, betätigt wird, zieht das Relais an. Sofort wird über die rot gezeichnete „Selbsthalteleitung“ der Kontakt von T_1 überbrückt. Ein Loslassen des Tasters T_1 bleibt somit unwirksam.

Aus-Signal dominierend Die Löschung der Selbsthaltung erfolgt durch den Taster T_2 , der mit einem Öffner bestückt sein muß. Man kann ihn Aus- oder Stop-Taster nennen. Da eine Betätigung des Start-Tasters ohne Wirkung bleibt, solange dieser Aus-Taster betätigt ist, nennt man diese Schaltung: Selbsthalte-Schaltung, Aus-Signal dominierend.

Ein-Signal dominierend Soll dagegen das Relais auf alle Fälle anziehen, wenn der Start-(Ein)-Taster betätigt wird – also auch dann, wenn zugleich der Aus-Taster gedrückt wird –, dann muß man den Aus-Taster in die Selbsthalteleitung legen, siehe Bild 76.2. Jetzt ist das Ein-Signal dominierend.



76.1
Aus-Signal dominierend



76.2
Ein-Signal dominierend

Lagegesteuerte Abschaltung eines Motors

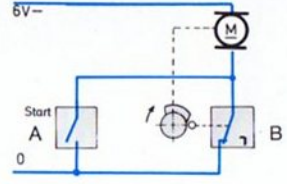
3 verschiedene Schaltungen

In der Technik muß sehr häufig ein Motor genau dann ausgeschaltet werden, wenn das von ihm angetriebene Element, z. B. ein Scheibenwischerarm oder eine Drehscheibe, eine bestimmte Lage erreicht hat. Bild 77.1 zeigt einen Ring, der in der abgebildeten Stellung automatisch ausgeschaltet werden soll. Der Start des Motors soll auf Tastendruck erfolgen, der Ring nach einer Umdrehung stillstehen. Im Gegensatz dazu wird bei der Scheibenwischerschaltung ein Ein/Aus-Schalter benötigt; erst nachdem dieser Schalter auf Aus gestellt wurde, soll die Ausschaltung lagerichtig erfolgen.

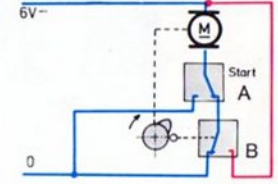
Bild 77.2 zeigt die einfachste Schaltung. Sie wird nur funktionieren, wenn Sie als Schaltnocken statt des Verbindungsstückes im Winkelstein einen viel breiteren Schaltnocken verwenden. Auch die Schnellbremsung nach Bild 77.3 wird einen etwas breiteren Nocken erfordern. Abhilfe schafft die Relaischaltung von Bild 77.4.

Pressenmodell

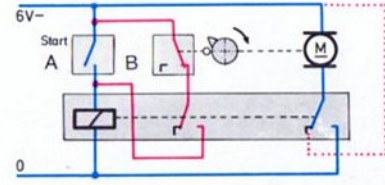
Das Pressenmodell auf den Seiten 78/79 besitzt eine sogenannte „Zweihand-Einrückung“ mit den beiden Tastern T₁ und T₂, damit der Bedienende beim Starten des Motors auf keinen Fall seine Hand unter den Pressenstempel bringen kann. Nach dem Loslassen eines oder beider Taster muß der Stempel in der obersten Stellung stehen bleiben. Bei der Schaltung nach Bild 79.3 ist ein breiter Steuernocken, z. B. ein Baustein 5, erforderlich, auch wenn Sie eine Kurzschlußbremsung einbauen. Überlegen Sie, wie das geht. Mit einem schmalen Steuernocken kommt man aus, wenn eine Relaischaltung nach Bild 78.4 benutzt wird. Die Presse muß in diesem Fall so schnell laufen, daß der Bedienende auch bei sehr kurzem Antippen der Taster nicht unter den Pressenstempel greifen kann.



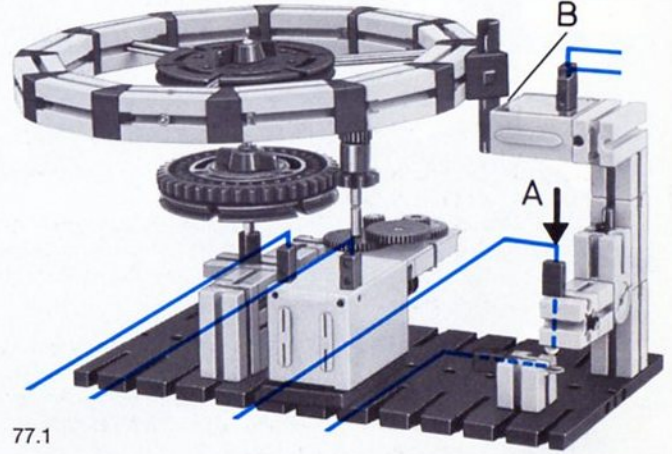
77.2



77.3

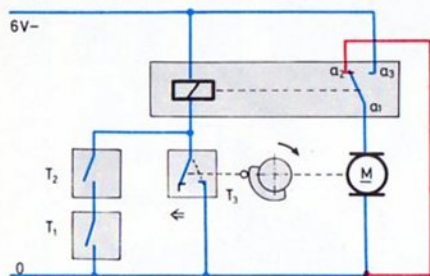


77.4

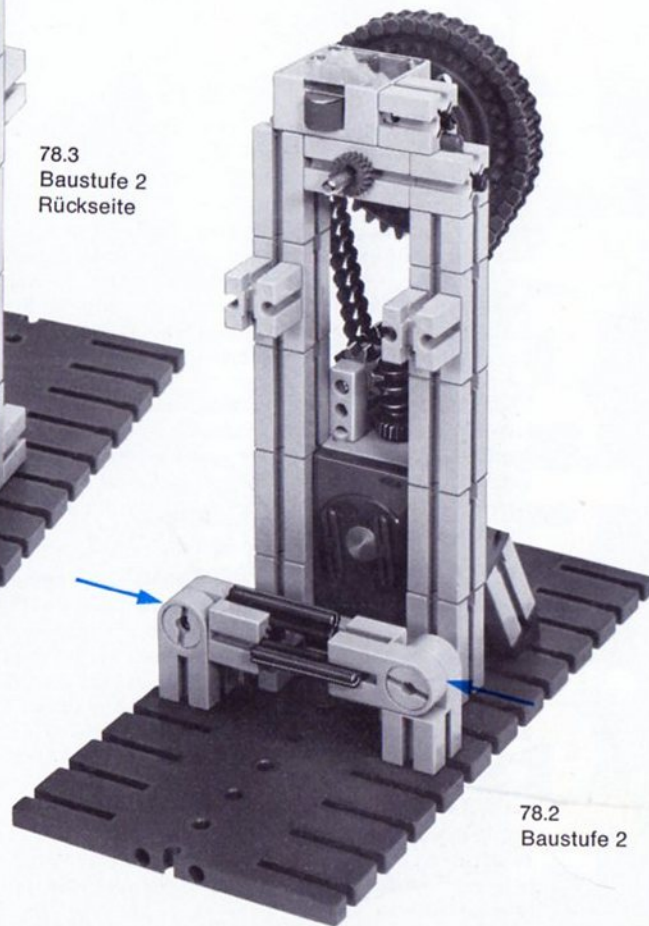
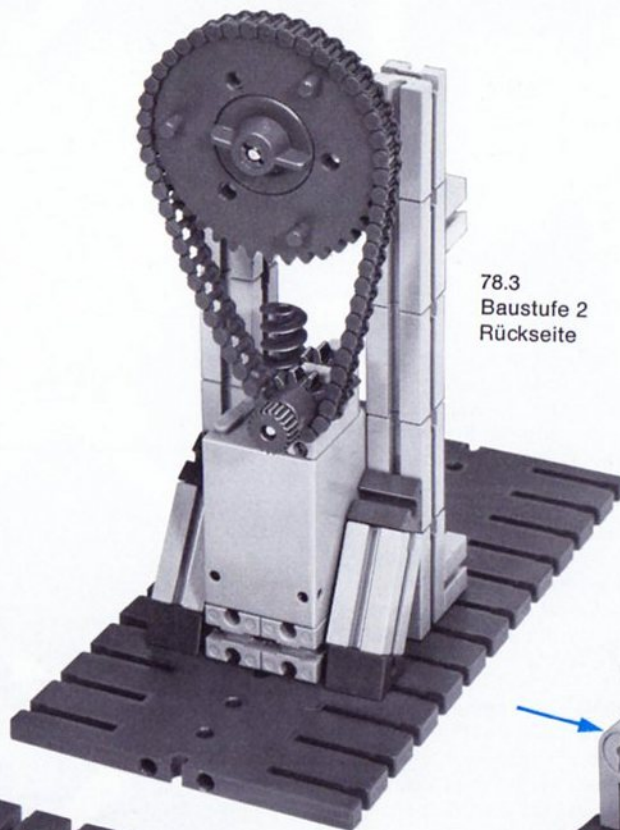
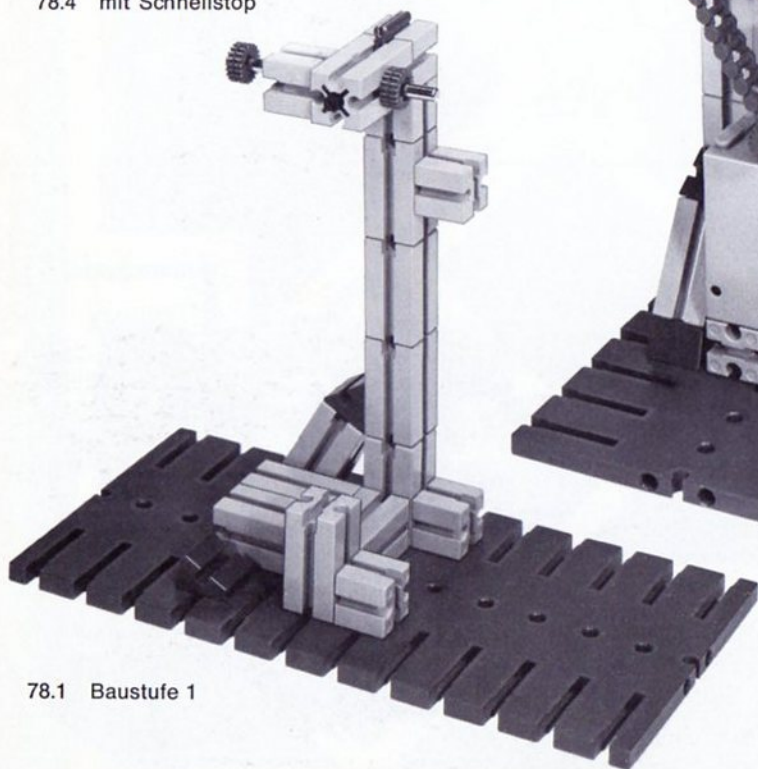


77.1

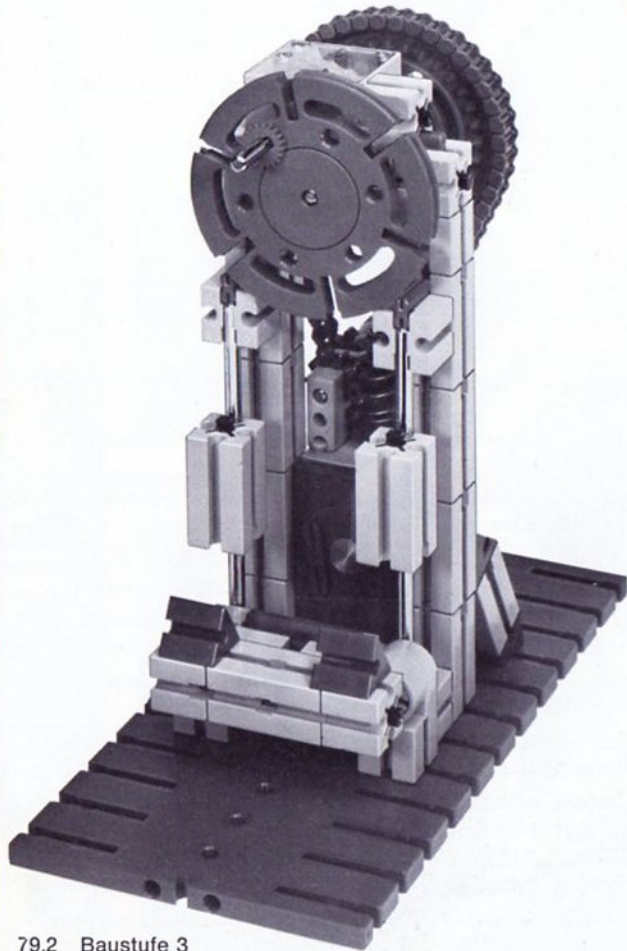
Presse mit 2-Hand-Eintrückung



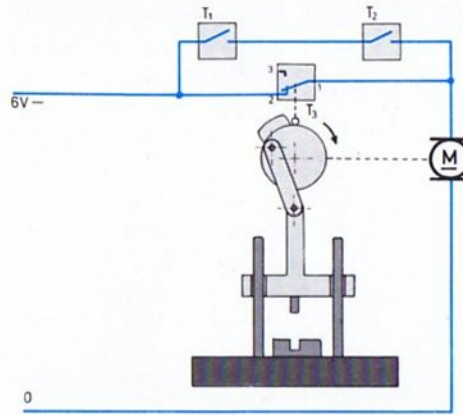
78.4 mit Schnellstop



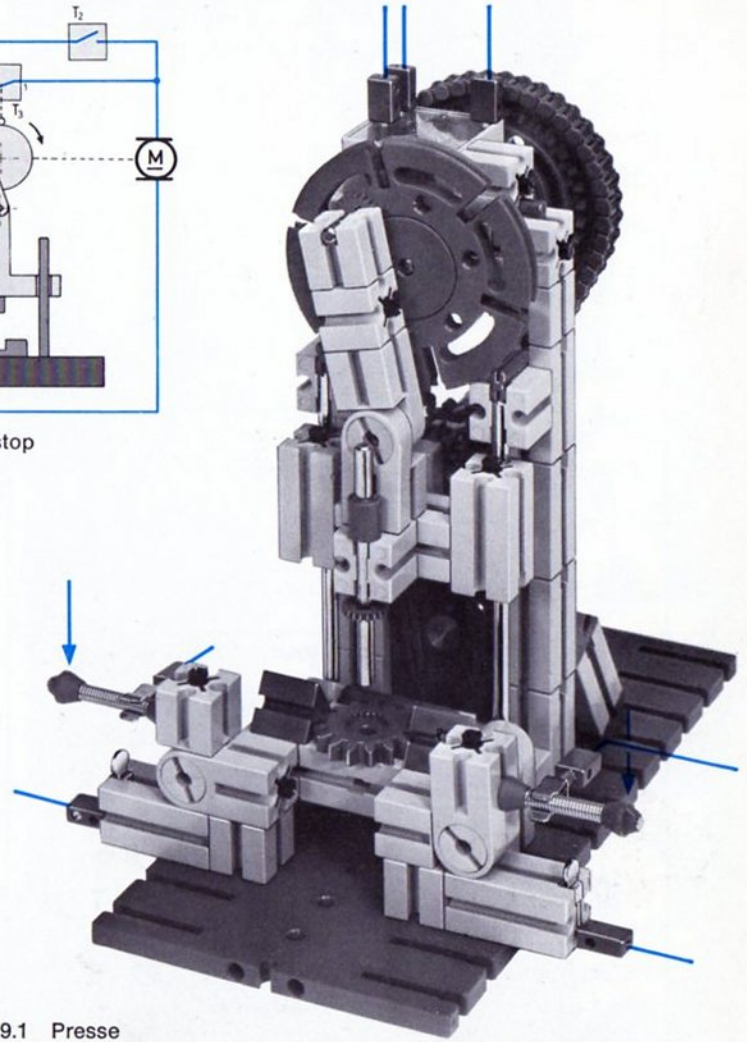
Beschreibung
siehe Seite 77



79.2 Baustufe 3



79.3 Prinzip ohne Schnellstop



79.1 Presse
mit Zweihand-einrückung und lagerichtiger Abschaltung

Hobby-Bücher, Übersicht

* Der theoretische Teil dieser Bücher verlangt größere Vorkenntnisse

Band	für Baukasten		Inhalt	
1 - 1	Grundkasten 300 oder hobby 1	-	Maschinenkunde I	Kräfte – Hebel – Waagen – Flaschenzüge – Wellrad – Winden – Sperren – Schaltwerk – Zahnradgetriebe – Riemengetriebe – Hebezeuge
1 - 2			Steuerungen I	Energiespeicher – Bremsen – Pendeluhren – ungleichförmig übersetzende Getriebe – Transporteinrichtungen – Turbinen
1 - 3	300+ Statik 300 S oder hobby 1+S	+ Großbau- platte 1000-0	Statik I	Kräfte – Gleichgewichtsbedingungen – Freiheitsgrade – Lagerung von Körpern – Hub-, Dreh- und Klappbrücken
1 - 4			Festigkeitslehre I	Beanspruchungsarten – Belastungsfälle – Materialprüfmaschinen – Hängewerke – Schachtförderanlagen – Seilbahnen – Blechbearbeitungsmaschinen
1 - 5			Statik II	Standfestigkeit – Tragwerke – Fachwerke – Balkenbrücken – Bogenbrücken – Hängebrücken – Türme und Masten – Kabelkran
2 - 1	300+ mot. 1+2+3 oder hobby 1+2	+ Statik+ Großbauplatte	Maschinenkunde II	Motorisch angetriebene Maschinen – größere Getriebe – Werkzeugmaschinen – Transportmittel – Fördermittel
2 - 2			Maschinenkunde III	Feste, bewegliche und winkelbewegliche Kupplungen – Schaltkupplungen – Freilauf – Nietmaschine – Aufzüge – Zählwerke
2 - 3*			Größen und Einheiten der Mechanik – Kfz-Technik I	Definition der wichtigsten Maßeinheiten der Mechanik – Kurbeltrieb – Ventiltrieb – Kupplung – Getriebe – Kreuzgelenk – homokinetische Gelenke
2 - 4			Hebezeuge I	Historische Krane – Auslegerkrane – Drehkrane – Brückenkrane – Turmdrehkrane – Schwimmkrane
2 - 5*			Kraftfahrzeugtechnik II	Viergelenkgetriebe – Parallelkurbelgetriebe – Scheibenwischer – Dreirad-fahrzeuge – Fahrzeuglenkungen
2 - 6			Fördertechnik I	1- und 2-Seilgreifer – Zangen – Windwerke – Kippeinrichtungen – Becherwerke – Stückgutförderer – Schleppkettenförderer – Schreitwerk
3 - 1	300+ mot. 1+2+3 + em 1+2+3 oder hobby 1+2+3	Netzgerät	Elektrische Grundschaltungen	Schaltgeräte – Magnete – Elektromagnet – Bimetall – Thermoschalter – Programm-steuerungen – Signalspeicherung – Relais-schaltungen – Garagentorsteuerung
3 - 2			Steuerschaltungen I und Logische Verknüpfungen	Tag-Nacht-Schaltuhr – Polarisiertes Relais – Stromstoßschalter – Alarmschaltungen – Türöffner – Kran- und Pressensteuerungen – Bohrautomat – logische Verknüpfungen
3 - 3			Steuerschaltungen II	Senkbremse – Motorzündung – Personenruf – automatische Türen – Zähler mit Schnellrücklauf – Stromstoß-, Zeitfolge- und Schrittfolgeschaltungen
4 - 1	300+ mot. 1+2+3 + em 1+2 + ec 1+2+3 oder hobby 1+2+3+4	Netzgerät	Grundlagen der Steuerung mit Elektronik-Bausteinen	Steuerschaltungen – Lichtschranken – Alarmschaltungen – Sicherung von Mensch und Maschine – Operationsverstärker – Temperaturwächter
4 - 2			Elektronisch gesteuerte Maschinen und Anlagen I	Automation durch Lichtschranken – Impulsspeicherung – Steuerung durch Schall – Zweipunktregler – Verzögerungsglieder – Taktgeber – Tongenerator
4 - 3			Elektronisch gesteuerte Maschinen und Anlagen II	Licht-, wärme-, schallgesteuerte Taktgeber – digitale Zeitmessung – automatische Positionierung – Signaldefinition – Codeprüfer – Flipflop – Monoflop
4 - 4			Elektronisch gesteuerte Maschinen und Anlagen III	Transportsteuerungen – OR-NOR – AND-NAND – Scheibenwischersteuerungen – Verkehrsampel – Dynamisch AND – Zählleinrichtung
4 - 5			Steuern – Regeln	Dreipunktregelung – Nachführregelung – Filmkopier-Automat – Flipflopschaltungen – Zähler-schaltungen – Längenprüfautomat – elektronische Taktgeber

Aus dem Inhalt

Mit diesem 1. Band der Reihe 3 der fischertechnik hobby-Experimentier- und Modellbücher werden diejenigen angesprochen, die schon den Grundkasten 300 oder hobby 1 sowie die Motor- und Getriebekästen mot. 1+2+3 oder hobby 2 besitzen und nun in das Gebiet der elektrischen Schaltungen und Steuerungen vordringen wollen. Der Weg führt entweder über die Elektromechanik-Baukästen em 1+2+3 oder über den Baukasten hobby 3.

Der vorliegende, völlig neu bearbeitete Band 3-1 behandelt einfache Schaltungen und verwendet sie in Modellen, die auch den Experten interessieren. Für den Anfänger ist es zweckmäßig, die Schaltungen in der angegebenen Reihenfolge zu behandeln. Auf den Bau der wichtigen Taster- und Schaltertypen folgen Modelle, in denen diese praktisch eingesetzt werden. Dann werden Stromkreise durch Wärme oder Kälte oder durch Einwirkung magnetischer Kräfte geschaltet. Ein großer Abschnitt befaßt sich mit dem Relais und seinen praktischen Anwendungsmöglichkeiten.

Den em-Kästen liegen ausführliche Anleitungen zum Bau von Modellen bei; auf grundsätzliche Fragen ist dort weniger eingegangen. Dafür sind die hobby-Bücher vorgesehen. Auf diese Weise sind die Bauelemente aus dem Spielbereich auch noch für ein ernsthaftes und interessantes Hobby einzusetzen. Dem Elektromechanik-Baukasten hobby 3 sind dagegen nur kurz gehaltene Hinweise beigegeben, die dem in der Schaltungstechnik erfahrenen Modellbauer zum Kennenlernen dieser Elemente genügen. Wer dagegen noch wenig mit elektrischen Schaltungen in Berührung gekommen ist, sollte mit Hilfe der Reihe 3 der hobby-Experimentier- und Modellbücher die grundlegenden elektrischen Schaltungen und elektromechanischen Steuerungen für sich allein studieren.

Den Besitzern älterer Baukästen wird empfohlen, sich Bausteine 5 (Zusatzpackung 017) und Schaltscheiben (Zusatzpackung 06) zu beschaffen.

Titelbild: Programmsteuerung einer Verkehrsampel

Taster und Schalter

- Parallel- und Reihenschaltung
- Stromlaufplan – Verdrahtungsplan
- Überbrücken – Kurzschließen – Kurzschluß
- Öffner – Schließer – Wechsler
- Innenbeleuchtung eines Kraftfahrzeuges
- Ein/Aus-Schalter – Umschalter
- Zweipoliger Schalter – Polwendeschalter
- Springkontakt – Schnappschalter
- Mehrstellungsschalter

Dauermagnete – Elektromagnet – Thermokontakt

- Magnetkupplungen – Schaltuhren

Spannungsarten

- Wechsel-, Gleich-, gleichgerichtete Spannung
- Wechselstrom- und Gleichstrom-Summe

Relaisschaltungen

- Elektromagnetische Schalter
- Speicherung von getasteten Signalen

Schaltungen für Modelle

- Schnellstop des Motors
- Halbautomatische Waage
- Hubtor mit seilzuggesteuertem Wendeschalter
- Programmgesteuerte Verkehrsampel
- Garagentorsteuerung mit Endschalter
- Einpreß-Automat – Presse mit 2-Hand-Einrückung
- Lagegesteuerte Abschaltung eines Motors

Als **Spannungsquelle** sollte ein fischertechnik-Netzgerät mot. 4 verwendet werden. Für den Anfang genügt eine 4,5 V Flachbatterie oder der Batteriestab mot. 5 mit 3 × 1,5 V Babyzellen.