

**3A1**

# **Lernbaukästen für Elektrotechnik u-t3 und u-t3/1**

Beschreibung  
Handhabung und  
Verwendungsmöglichkeiten  
der Bauelemente

fischertechnik Schulprogramm

Serie 3 Elektrotechnik  
Reihe A Technische Information  
und Modellbeispiele

Heft 1

# 3 A 1

## Lernbaukästen für Elektrotechnik u-t 3 und u-t 3/1

Beschreibung, Handhabung  
und Verwendungsmöglichkeiten der Bauelemente

### **fischertechnik Schulprogramm**

Serie 3            Elektrotechnik  
Reihe A            Technische Informationen und Modellbeispiele  
Heft 1

Autoren            Armin Keßler, Gerhard Ruckwied  
Beratung            Hans Maier  
Zeichnungen        Dieter Bauer  
Herausgeber        Fischer-Werke Artur Fischer GmbH & Co. KG,  
7244 Tumlingen-Waldachtal 3  
1976

Fischer-Werke Art.-Nr. 6 39312 6

Sämtliche Rechte bei Fischer-Werke Artur Fischer GmbH & Co. KG, Tumlingen  
Technische Änderungen vorbehalten

Herstellung im Druckhaus Rombach+Co GmbH, Freiburg im Breisgau

# Inhalt

	Seite		Seite
Zur Absicht dieses Hefts	3	1.17. Relais-Baustein	31
Die Lernbaukästen u-t 3/1 und u-t 3	4	1.18. Linse	34
<b>1. Bauelemente der Lernbaukästen u-t 3/1 und u-t 3</b>	<b>5</b>	1.19. Fotowiderstand	36
1.1. Verbindungskabel	5	1.20. Störlichtkappe	39
1.2. Lampen	7	<b>2. Besondere Bauelemente des Lernbaukastens u-t 3</b>	<b>40</b>
1.3. Klemmkontakte	9	2.1. Zwischenstecker	40
1.4. Kontaktstücke, Federkontakte	9	2.2. Steckerbuchse	40
1.5. Taster	10	2.3. Kupplungsachse (Achse 180, 235)	40
1.6. Polwendeschalter (Schalter)	11	2.4. Drehschalter	42
1.7. Taster und Schalter aus Bauelementen	13	2.5. Kupplungshülse	44
1.8. Schwingfeder	15	2.6. Schleifring mit Buchsen	44
1.9. Thermo-Bimetall	16	2.7. Unterbrecherstücke	46
1.10. Rückschlußplatte, rechteckig	18	2.8. Schleifring mit Stiften	47
1.11. Elektromagnet	18	2.9. Relais (Rundrelais)	50
1.12. Rückschlußplatte, rund	21	<b>3. Stromversorgung</b>	<b>51</b>
1.13. Dauermagnet	23	<b>4. Schaltzeichen</b>	<b>53</b>
1.14. Reedkontakt	24	<b>5. Verzeichnis der Abbildungen – Beispiele für die Verwendung bestimmter Bauelemente</b>	<b>54</b>
1.15. Schaltscheibe	27		
1.16. Verteilerplatte	30		

## Zur Absicht dieses Heftes

In Heft 1 aus der Reihe A – „Technische Informationen und Modellbeispiele zum Lernbereich Elektrotechnik“ – werden die Bauelemente der beiden fischertechnik-Lernbaukästen u-t 3 und u-t 3/1 beschrieben und unter den Gesichtspunkten „Eigenschaften“, „Montage“ und „Verwendung“ vorgestellt.

Unter dem Stichwort „Montage“ wird gezeigt, in welcher Weise das betreffende Bauelement mit anderen fischertechnik-Bauelementen verbunden werden kann, um wichtige Funktionseinheiten darzustellen.

Unter dem Stichwort „Verwendung“ werden Modelle aufgeführt, bei deren Konstruktion das betreffende Bauelement eine zentrale Funktion hat.

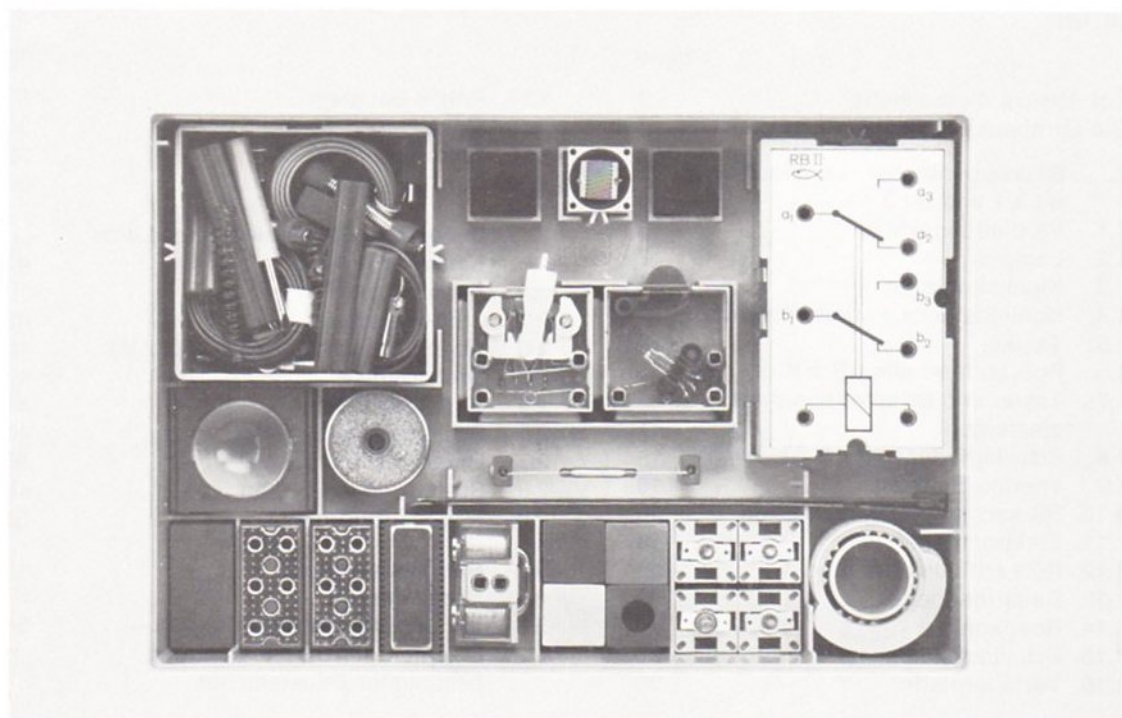
Die Verwendungsmöglichkeiten der Bauelemente sind außerordentlich vielfältig und können im Blick auf den Umfang des Heftes nicht vollständig beschrieben und demonstriert werden. Die wichtigsten werden anhand einfacher

Beispiele gezeigt; dabei wurde in den meisten Fällen auf eine vollständige Darstellung der Modelle verzichtet, um Funktionen oder Funktionseinheiten deutlicher herauszustellen.

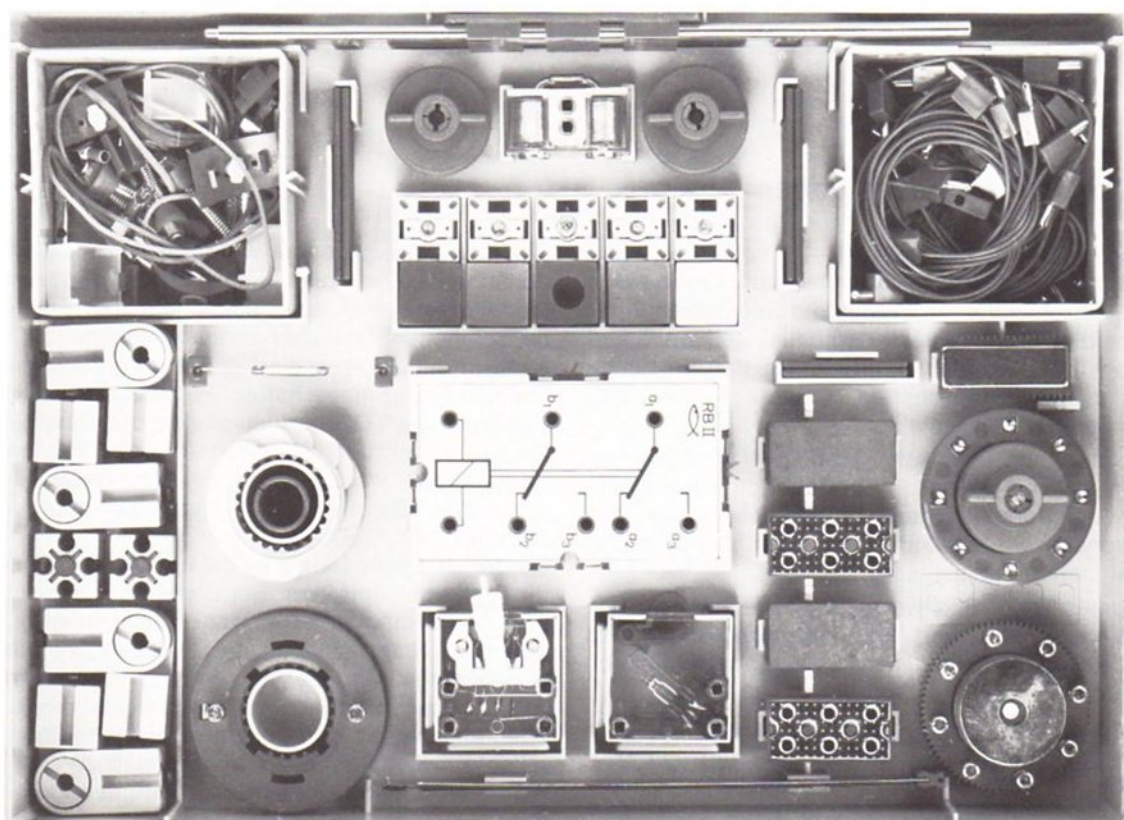
Nicht in allen Fällen sind die oben genannten Stichwörter „Eigenschaften“, „Montage“ und „Verwendung“ Gliederungspunkte der Darstellung; die mit den Stichwörtern bezeichneten Sachverhalte werden aber bei der Beschreibung aller Bauelemente weitgehend berücksichtigt.

Der Inhalt dieses Heftes ist als Information über die elektrotechnischen Bauelemente gedacht. In diesem Rahmen ist es daher nicht möglich, näher auf Unterrichtsbeispiele einzugehen. Die abgebildeten Modelle sind jedoch unter dem Aspekt ausgewählt worden, daß sie in dieser oder ähnlicher Form Gegenstand eines Technikunterrichts sein könnten und daß sie Anregungen für eine Unterrichtsarbeit geben können.





Lernbaukasten u-t 3/1



Lernbaukasten u-t 3

# 1. Bauelemente der Lernbaukästen u-t 3/1 und u-t 3

Im folgenden werden zunächst die Bauelemente des Lernbaukastens u-t 3/1 vorgestellt. Diese sind mit Ausnahme des Fotowiderstands (Abschnitt 1.19.) und der Linse (Abschnitt 1.18.) auch im Lernbaukasten u-t 3 enthalten.

## 1.1. Verbindungskabel

Die Kassette des Lernbaukastens u-t 3/1 enthält u. a. 12 rote und 12 grüne Stecker, zwei Rollen mit einadrigem grünem und rotem Kabel von jeweils 200 cm Länge sowie eine Rolle mit zweiadrigem blauem Kabel von 150 cm Länge. Damit können mehrere Verbindungskabel von unterschiedlicher Länge hergestellt werden.

### 1.1.1. Abmessungen

Für die verschiedenen Modellschaltungen, die mit fischertechnik-Bauelementen aufgebaut werden können, haben sich in der Praxis Fertigungskabel bestimmter Längen bewährt. Es ist daher zweckmäßig, für alle Arbeiten einmalig Kabel mit folgenden Abmessungen herzustellen:

1. Grüne Kabel mit grünen Steckern an beiden Enden:

- 1 Stück von 10 cm Länge
- 2 Stücke von 20 cm Länge
- 1 Stück von 30 cm Länge
- 1 Stück von 50 cm Länge

2. Ebensoviele rote Kabel mit roten Steckern und denselben Abmessungen.

3. Ein zweiadriges Kabel, unverkürzt, mit zwei grünen und zwei roten Steckern. Dieses Kabel dient vorwiegend als Versorgungskabel zwischen Spannungsquelle und Modell. Der Lernbaukasten u-t 2 enthält ein weiteres Kabel, so daß z. B. Gleichspannung und Wechselspannung über größere Distanz den Modellen zugeführt werden können.

Wenn am zweiadrigen Kabel Stecker befestigt werden, so sollte man darauf achten, daß die eine Leitung an den Enden nur rote Stecker, die andere nur grüne Stecker erhält. Man trennt die beiden Leitungen des Doppelkabels an den Enden mit einem Messer auf einer Länge von etwa 5 cm auseinander, isoliert die Kabel ab (wie in der Abb. 3) und befestigt zunächst an einem Ende einen roten und einen grünen Stecker. Dann schließt man das Kabel in einen Prüfstromkreis und stellt fest, welches Ende zum roten Stecker und welches zum grünen gehört (Abb. 1).

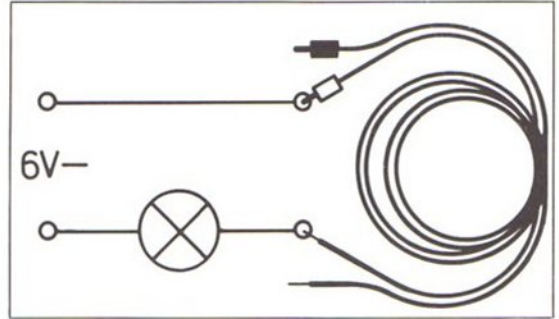


Abb. 1 Doppelkabel in einem Prüfstromkreis.

Die Abb. 2 stellt zusammenfassend eine komplette Kabelausrüstung für den Lernbaukasten u-t 3/1 dar, die sich für alle Arbeiten in der Praxis eignet.

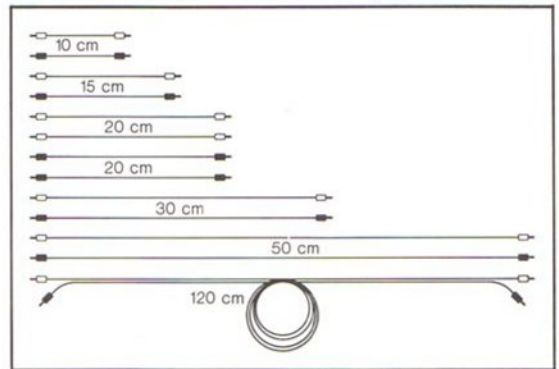


Abb. 2

### 1.1.2. Montage der Stecker

Zur Montage der Stecker wird zunächst die Isolierung an beiden Enden des Kabels mit einem Messer oder einer Abisolierzange auf einer Länge von etwa 5 bis 6 mm entfernt. Dabei ist darauf zu achten, daß die einzelnen Litzendrähtchen nicht beschädigt oder abgeschnitten werden. Die freigelegte Litze wird verdreht, so daß kein Einzeldrätchen absteht, und dann umgelegt.

Nachdem die Schraube eines Steckers mit dem beiliegenden Schraubendreher etwas herausgeschraubt wurde, kann das Kabel in die Steckeröffnung eingeführt und dann festgeschraubt



werden. Diese Befestigung des Kabels hat den Vorteil, daß die Stecker wesentlich besser halten, als wenn lediglich die Kupferlitze von der Schraube festgehalten würde. Die Schraube darf nicht zu fest angezogen werden, damit die Leitung nicht abgequetscht wird.

Die Abb. 3 zeigt, wie ein Kabelende bearbeitet und mit einem Stecker versehen wird. Zum Abisolieren wird hier eine Abisolierzange verwendet.

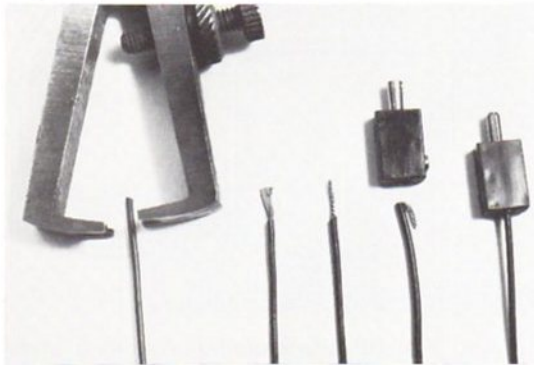


Abb. 3

### 1.1.3. Prüfen der Verbindungskabel

Die hergestellten Kabel müssen auf Leitfähigkeit überprüft werden. Dazu setzt man sie in einen Lampenstromkreis ein. Werden die Kabel in Serie gefertigt, so kann man sie mit einem Prüfmodell wie in der Abb. 4 schnell kontrollieren. Die Steckerstifte werden an die blanken Achsen gehalten. Wenn das zu prüfende Kabel in Ordnung ist, überbrückt es den offenen Stromkreis der Lampe.

Die fertigen Kabel bewahrt man am besten in der Vertiefung der Abdeckfolie des Kastens auf.

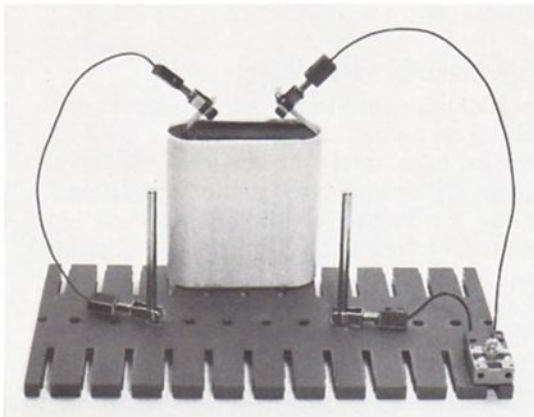


Abb. 4

### 1.1.4. Kuppeln von Steckern

Die Stecker besitzen Querlöcher, so daß sie miteinander verbunden werden können (Abb. 5). Dies ermöglicht es z. B., zwei oder mehrere Kabel aneinanzureihen, wenn relativ lange Kabelstücke benötigt werden.

Die Abb. 6 zeigt, wie zwei Stecker einer anderen fischertechnik-Kabelserie gekuppelt werden. Bei diesen Kabeln sind die Stecker nicht angeschraubt. Reißt ein Stecker ab, so muß er durch einen Stecker mit Schraube ersetzt werden.

Am häufigsten macht man von der Möglichkeit Gebrauch, Stecker zu kuppeln, wenn Parallelschaltungen aufgebaut werden (Abb. 7). Wie die Darstellung in der Abb. 8 zeigt, kann man so in einfacher Weise Leitungen mit gleichem Potential verzweigen.

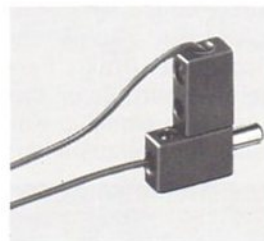


Abb. 5

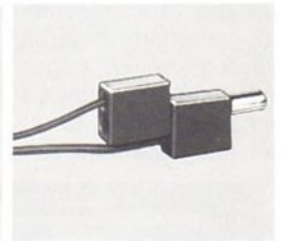


Abb. 6

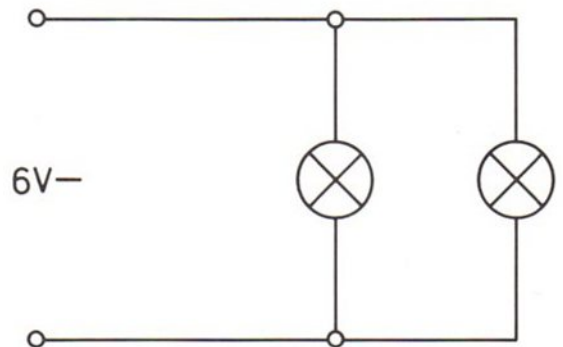


Abb. 7

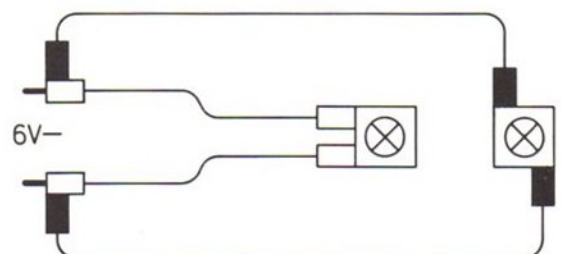


Abb. 8

Wenn die Stecker in den Buchsen im Laufe der Zeit nicht mehr gut sitzen und sich Wackelkontakte ergeben, so kann man die Stifte mit einem Messer etwas aufspreizen.

## 1.2. Lampen

### 1.2.1. Leuchtstein

Der fischertechnik-Leuchtstein hat zwei Anschlußbuchsen, die als Röhrchen ausgebildet sind und von einer Seite des Sockels bis zur anderen durchgehen. Bei der alten Ausführung (Abb. 9a) ist das eine Metallröhrchen mit dem Schraubgewinde, das andere mit dem Fußkontakt verbunden, so daß die zugehörigen Glühlampen (Abb. 13a) über das Sockelplättchen und das Sockelgewinde mit Strom versorgt werden.

Bei der neuen Ausführung (Abb. 9b) fehlen Schraubgewinde und Fußkontakt. Die zugehörigen Glühlampen (Abb. 13b) sind mit einem Kunststoffsockel versehen, der in den Leuchtstein gesteckt wird. Die beiden Anschlußdrähtchen für die Glühwendel treten unten aus dem Sockel heraus und werden an seiner Außenseite nach oben geführt, so daß sie beim Einsetzen der Lampe in den Leuchtstein mit den Metallröhrchen in Kontakt kommen.

Für das Anschließen der Lampen ergeben sich zwei verschiedene Möglichkeiten, die die Abb. 10 und 11 zeigen.

Der Anschluß in der Abb. 12 ist falsch; die Lampe leuchtet nicht, und die Spannungsquelle wird kurzgeschlossen.

### 1.2.2. Glühlampen

fischertechnik-Glühlampen gibt es in verschiedenen Ausführungen. Die Abb. 13a zeigt links eine Kugellampe und rechts eine Linsenlampe mit Metallsockel, die Abb. 13b links eine Stecklampe und rechts eine Linsenstecklampe mit Kunststoffsockel.

Die Kugellampe und die Stecklampe haben einen Widerstand von je 60 Ohm und nehmen bei 6 Volt Spannung einen Strom von etwa 100 Milliampere auf.

Die Linsenlampen leuchten sehr hell. Mit einem Widerstand von 30 Ohm nehmen sie bei einer Spannung von 6 Volt etwa 200 Milliampere Strom auf. Durch die Linse auf dem Glaskolben wird ein gebündelter Lichtstrahl erzeugt (vgl. Abschnitt 1.18.6.).



Abb. 9a

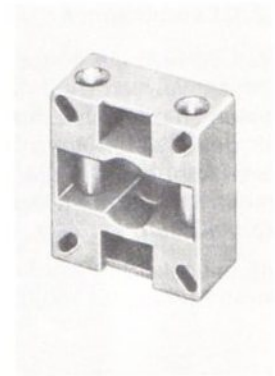


Abb. 9b

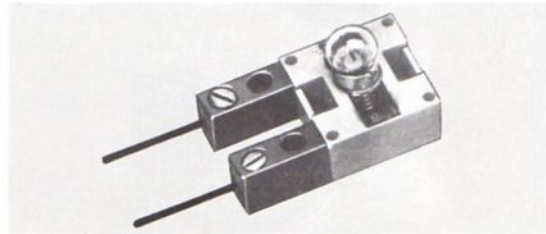


Abb. 10

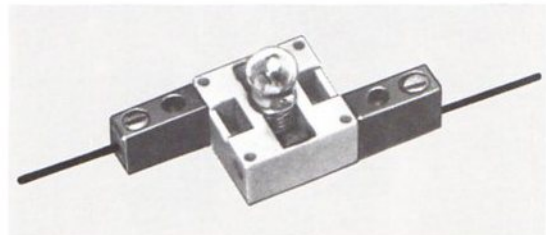


Abb. 11

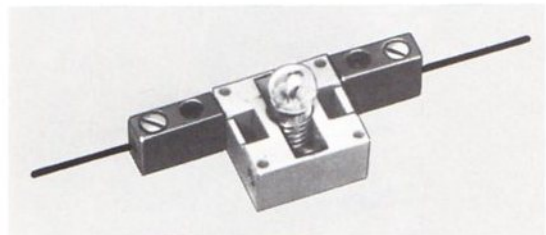


Abb. 12 Falscher Anschluß



Abb. 13a

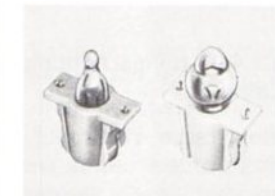


Abb. 13b



### 1.2.3. Leuchtkappen

Die Leuchtsteine können mit Leuchtkappen abgedeckt werden (Abb. 14). Zur Abdeckung einer Linsenlampe sollte nur die rote Leuchtkappe mit der kreisförmigen Öffnung verwendet werden (Abb. 15), da die anderen Leuchtkappen wegen der Hitzeentwicklung an der Linse zerstört würden.

Die Leuchtsteine werden wie Bausteine mit anderen Elementen verbunden (Abb. 16).

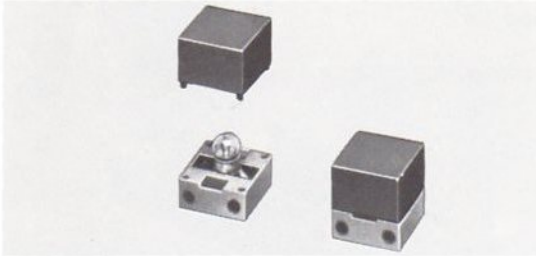


Abb. 14

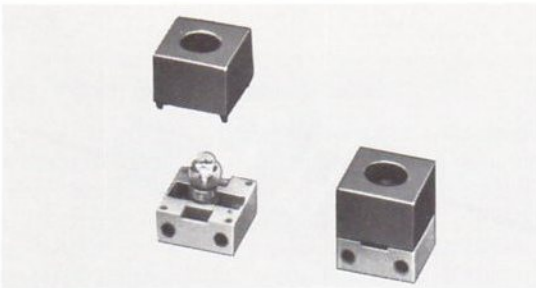


Abb. 15

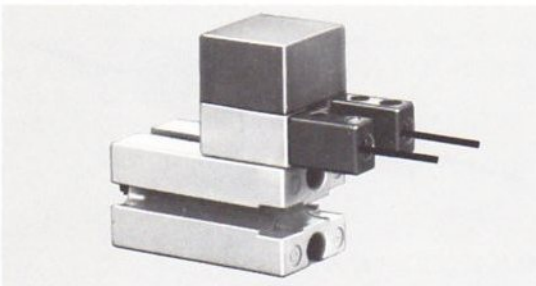


Abb. 16

### 1.2.4. Parallelschaltungen mit fischertechnik-Lampen

Elektrische Verbraucher können grundsätzlich in Parallelschaltung oder in Reihenschaltung angeschlossen werden. Bei der Parallelschaltung liegen alle Verbraucher an derselben Span-

nung an. Schaltet man Lampen parallel, so brennt jede einzelne ebenso hell, wie wenn sie alleine an die Spannungsquelle angeschlossen ist.

Die Abb. 17, 18 und 19 zeigen, in welcher Weise fischertechnik-Lampen in Parallelschaltung angeschlossen werden können.

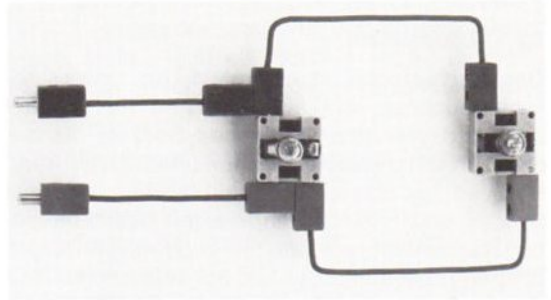


Abb. 17

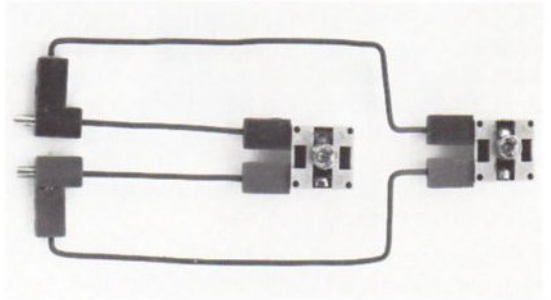


Abb. 18

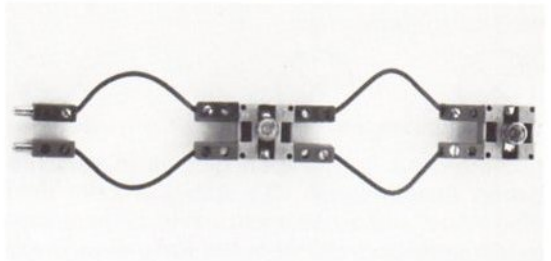


Abb. 19

### 1.2.5. Reihenschaltungen mit fischertechnik-Lampen

Bei der Reihenschaltung steht jedem angeschlossenen Verbraucher lediglich ein Teil der Gesamtspannung der Stromquelle zur Verfügung. Die Höhe der Teilspannung ist abhängig vom Verhältnis der Einzelwiderstände der Verbraucher.

Werden z. B. zwei fischertechnik-Birnchen mit gleichem Widerstand in Reihenschaltung an eine Spannungsquelle mit 6 Volt angeschlossen, so liegen an jeder Birne nur 3 Volt Spannung an. Die Glühwendeln glühen nur schwach.

Die Abb. 20 zeigt die Anordnung der Lampen und die Anschlüsse bei einer Reihenschaltung.

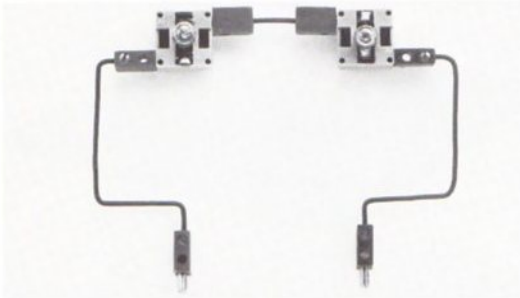


Abb. 20

### 1.2.6. Stromversorgung

Die fischertechnik-Lampen können sowohl an Gleichspannung als auch an Wechselspannung angelegt werden. Höhere Spannungen als 6 Volt sind nicht zweckmäßig, da sich dadurch die Brenndauer der Lampen wesentlich verkürzen würde.

### 1.3. Klemmkontakt

Die Zungen des Klemmkontakts bestehen aus vernickeltem Messing.

Klemmkontakte ermöglichen die Verbindung von Kabeln und Metallteilen. Sie werden vorwiegend zum Anschließen von Kabeln an die Zungen einer Flachbatterie verwendet (Abb. 199), können aber auch an Achsen befestigt werden, die als Stromschienen dienen (Abb. 104, 155), oder in Verbindung mit Bimetallstreifen oder Schwingfedern eingesetzt werden (Abb. 51, 58), wenn diese Teile eines Stromkreises sind.

### 1.4. Kontaktstücke, Federkontakte

#### 1.4.1. Eigenschaften

Kontaktstücke und Federkontakte bestehen aus vernickeltem Messing. Der Schleifkörper des Kontaktstücks ist aus Kupfer.

#### 1.4.2. Verwendung

Die beiden Elemente dienen als Kontakte für Konstruktionen von Schaltern oder Schaltvorrichtungen (Abb. 37 bis 48). Sie können auch als Stromzuführungen für die Übertragung von elektrischer Energie auf rotierende Lampen, Elektromagnete oder Motoren in Verbindung mit Schreifringsen eingesetzt werden (Abb. 78, 175).

#### 1.4.3. Montage

Die Kontakte werden so in Bausteine eingesetzt, daß der vierkantige Teil in die rechteckige Ausparung an der Bausteinnut zu liegen kommt. Dadurch kann sich das Kontaktstück nicht verdrehen. Beim Einbau in Bausteine 15 (Abb. 21 und 22) werden die Kontakte durch die Stecker zusätzlich festgehalten.

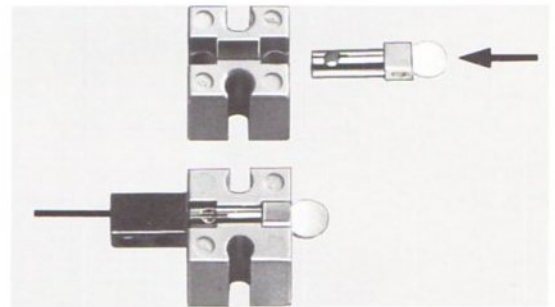


Abb. 21

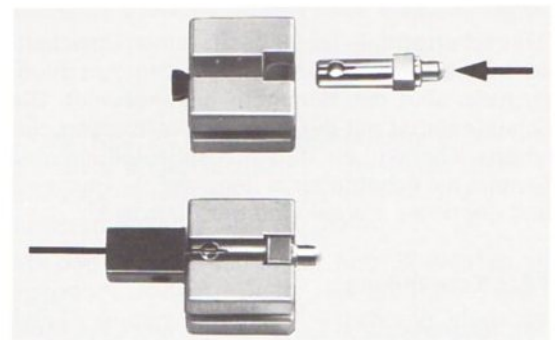


Abb. 22

Bei der Montage in der Längsnut von Bausteinen 30 (Abb. 23) ist dies nicht möglich. Dagegen wird bei Gelenksteinen, die eine etwas engere Nut aufweisen als die übrigen Bausteine, das Kontaktstück gut festgehalten, so daß es z. B. in einem Modell auch hängend angeordnet werden kann (Abb. 24).



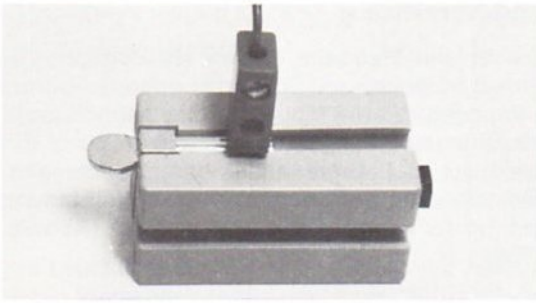


Abb. 23

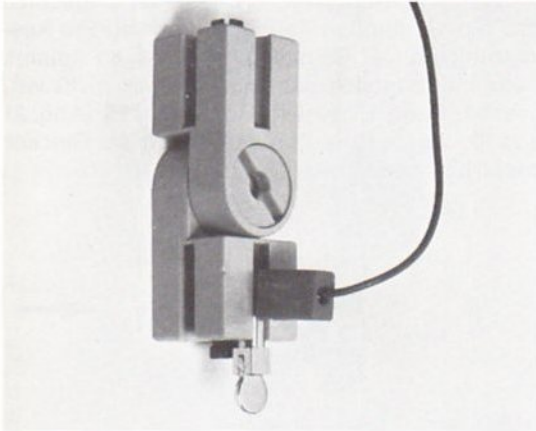


Abb. 24

Im Ruhezustand brennt die Lampe L2. Wird der Tasterknopf betätigt, so erlischt L2 und die Lampe L1 leuchtet auf.

Wie der Taster in seinen verschiedenen Funktionen angeschlossen werden muß, ist aus einem Schaltbild auf der Rückseite des Tastergehäuses ersichtlich.

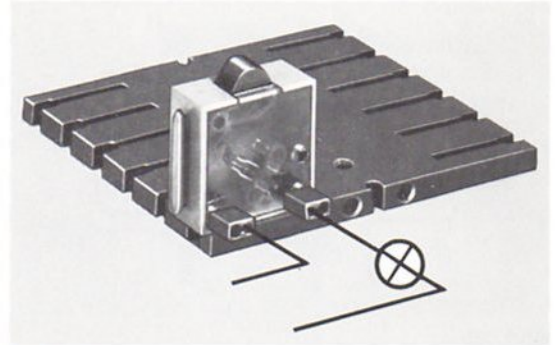


Abb. 25

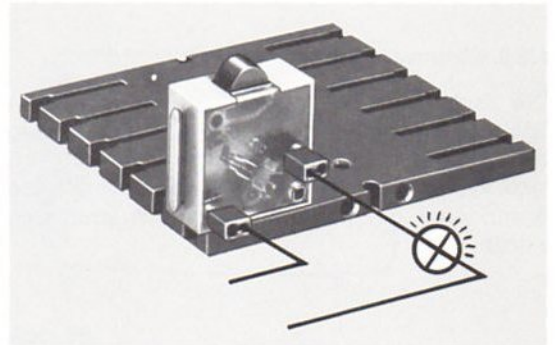


Abb. 26

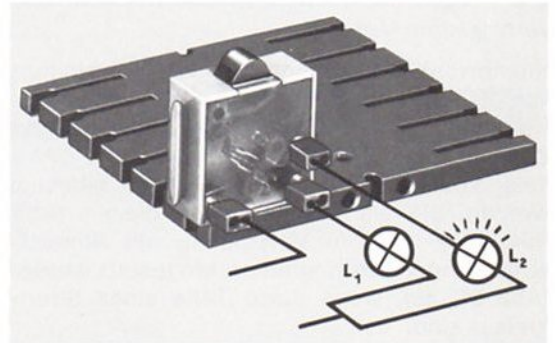


Abb. 27

In der Abb. 28 wird der Tasterknopf durch das freie Ende eines Gelenksteins betätigt. Wird die Verschraubung des Gelenks etwas angezogen (vgl. Handhabung zum u-t 1 Nr. 20), so bleibt der Taster auch nach dem Loslassen des Hebels betätigt. Auf diese Weise kann der Taster zu einem Stellschalter umgebaut werden.

## 1.5. Taster

### 1.5.1. Eigenschaften

Der fischertechnik-Taster besitzt einen Umschaltkontaktsatz mit Sprungkontakt. Die Anschlußbuchsen sind mit Nummern gekennzeichnet. Die Schaltfeder ist mit der Buchse 1 verbunden, der untere Kontakt, an dem in Ruhestellung des Tasters die Schaltfeder anliegt, mit der Buchse 2 und der obere Kontakt mit der Buchse 3.

### 1.5.2. Verwendung

Der fischertechnik-Taster kann als Ein-, Aus- oder Umschalttaster verwendet werden.

In der Abb. 25 ist er als Ein-Taster angeschlossen, d. h. im Ruhezustand ist der Stromkreis geöffnet.

In der Abb. 26 ist er als Aus-Taster verwendet; im Ruhezustand ist der Stromkreis geschlossen.

Mit den Anschlüssen in der Abb. 27 können zwei Stromkreise wechselweise geschaltet werden, der Taster arbeitet also als Umschalter.

Gewöhnlich wird der Taster von Hand betätigt. Er kann aber auch als sog. Endschalter für Maschinenmodelle eingesetzt werden, wo er durch bewegliche Teile der Maschine betätigt wird.

Die Abb. 29 zeigt einen Taster in der Funktion eines Endschalters am Modell einer Sägemaschine. Wenn nach der Durchtrennung des Werkstücks der Sägebügel nach unten fällt, wird der Taster betätigt und die Maschine automatisch abgeschaltet, da der Taster im Motorstromkreis liegt und als Öffner angeschlossen ist.

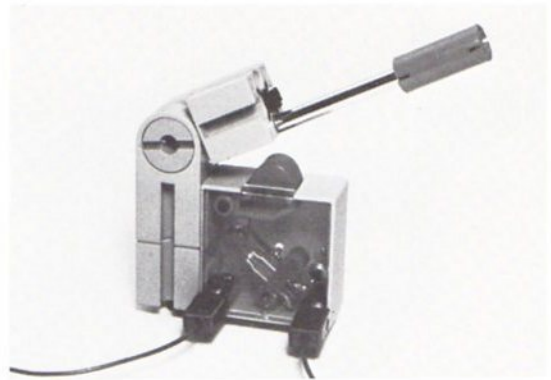


Abb. 28

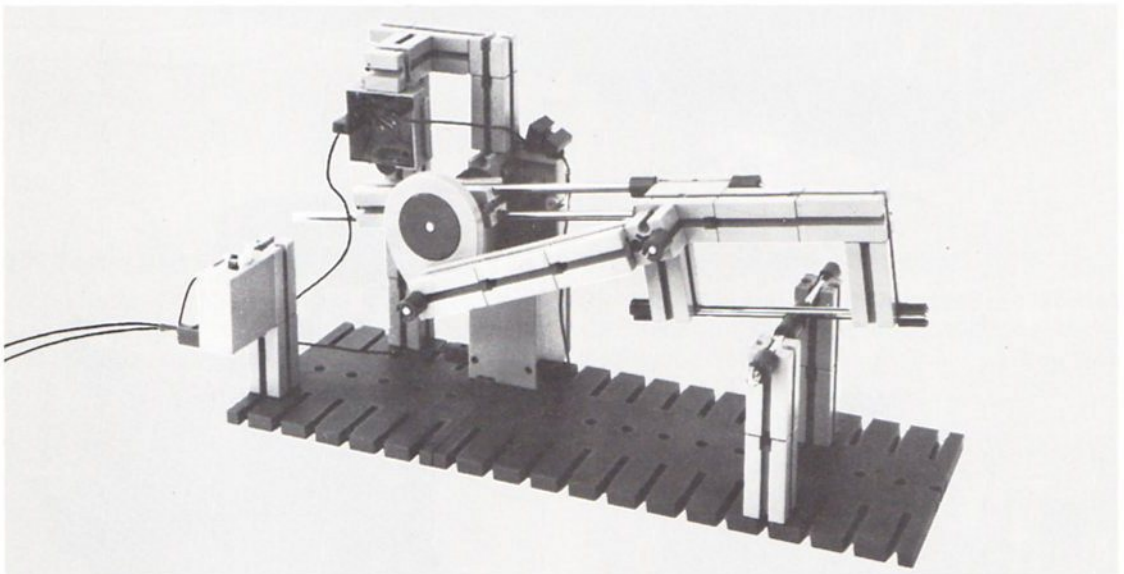


Abb. 29

## 1.6. Polwendeschalter

### 1.6.1. Eigenschaften

Der Polwendeschalter besitzt zwei Kontaktsätze, die als Umschalter ausgelegt sind. Durch eine spezielle Verdrahtung dieser beiden Kontaktsätze kann mit dem Schalter in einem Gleichstromkreis die Stromrichtung geändert werden. Wie dies erreicht wird, zeigen die Darstellungen in den Abb. 33 und 34.

### 1.6.2. Verwendung

Der Polwendeschalter kann verschiedene Aufgaben erfüllen.

Mit den Anschlüssen in der Abb. 30 wird er als Ein-/Aus-Schalter zum Öffnen und Schließen eines Stromkreises verwendet.

In der Abb. 31 ist er in der Funktion eines Umschalters angeschlossen. In der einen Stellung des Kipphebels brennt z. B. eine Lampe, in der anderen Stellung läuft ein Motor.

Mit den Anschlüssen in der Abb. 32 dient er als Polwendeschalter. Beim Umlegen des Kipphebels ändert sich die Drehrichtung eines angeschlossenen Motors. Wie dies erreicht wird, zeigen die beiden Schaltbilder in den Abb. 33 und 34. Bei unveränderter Polung der Spannungsquelle weisen die Ausgangsbuchsen des Schalters nach dem Umschalten umgekehrte Polung auf.

Wie der Schalter in den verschiedenen Funktionen angeschlossen werden muß, ist auch aus dem Schaltbild auf der Rückseite des Schaltergehäuses ersichtlich.



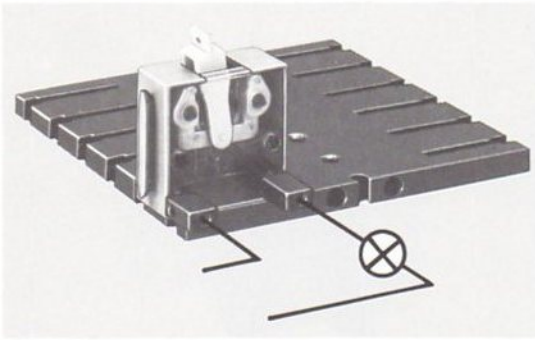


Abb. 30

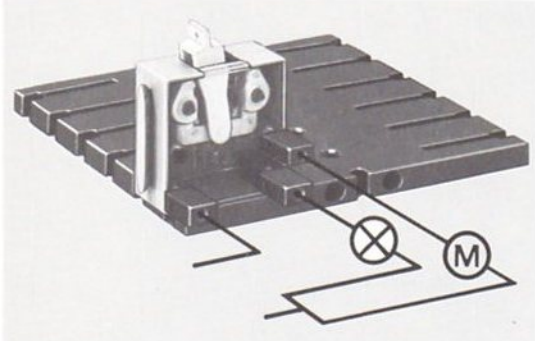


Abb. 31

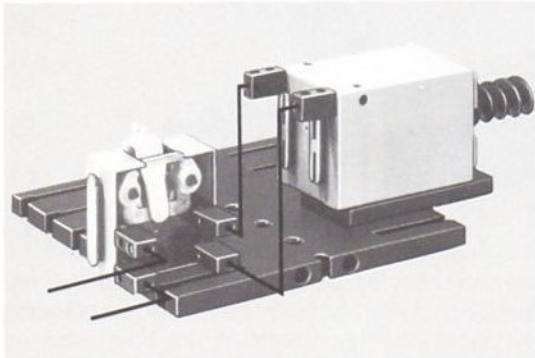


Abb. 32

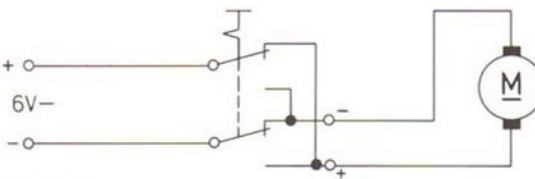


Abb. 33

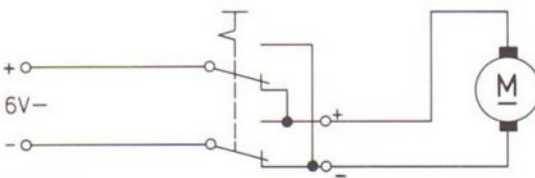


Abb. 34

Ähnlich wie der Taster in der Funktion eines Endschalters bei Maschinen verwendet werden kann, läßt sich auch der Polwendeswitcher in Maschinenmodellen einsetzen. Er kann bei einer entsprechenden Anordnung einen Antriebsmotor automatisch stillsetzen oder seine Drehrichtung ändern.

Die Abb. 35 zeigt dazu ein einfaches Modellbeispiel. Die Scheibe dreht sich zunächst im Uhrzeigersinn, bis die Achse gegen den Kipphebel schlägt und den Schalter umstellt. Dadurch wird der Motor umgepolt, und die Scheibe dreht sich in entgegengesetzter Richtung, bis die Achse nunmehr von der anderen Seite gegen den Kipphebel stößt und den Motor erneut umpolt.

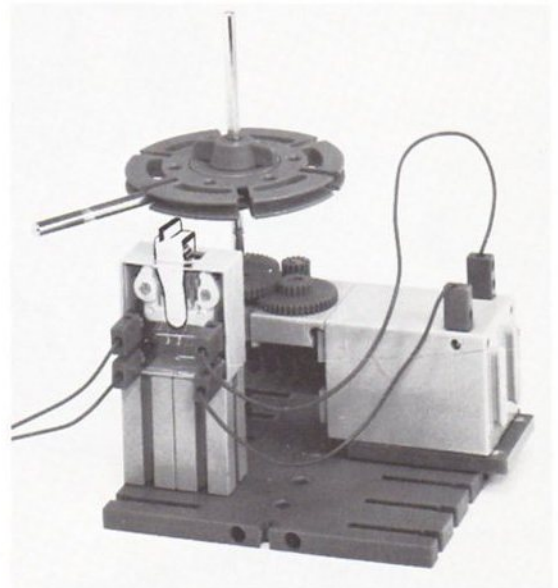


Abb. 35

Der Kipphebel des Schalters ist mit einem kleinen Loch versehen, das für das Einfädeln eines Bindfadens gedacht ist. So kann der Schalter auch aus einer gewissen Entfernung durch einen Faden betätigt werden.

Es ist auch möglich, z. B. die Bewegungsrichtung eines Hub- oder Zugseils mit Hilfe von zwei Knoten automatisch umzusteuern. Bei dem Modell in der Abb. 36 läuft ein Seil mit zwei Knoten zunächst durch das Loch des Schalterhebels in einer bestimmten Richtung, bis der eine Knoten den Kipphebel umlegt. Nun läuft das Seil in entgegengesetzter Richtung durch das Loch, bis der zweite Knoten den Schalter umstellt.

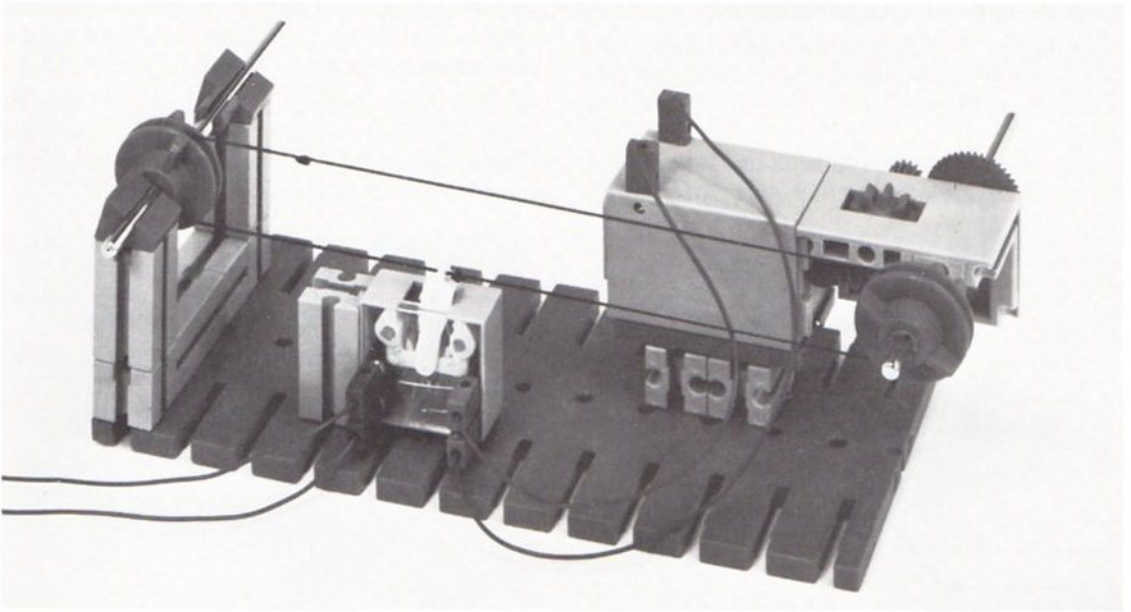


Abb. 36

## 1.7. Taster und Schalter aus Bauelementen

Taster oder Schalter können auch aus Bauelementen hergestellt werden. Sie sind z. B. bei Schaltungen verwendbar, für die man mehrere Schalter benötigt.

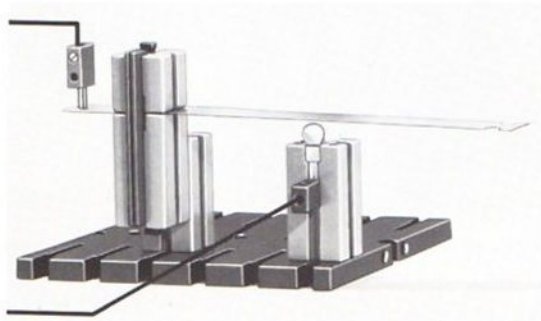


Abb. 37

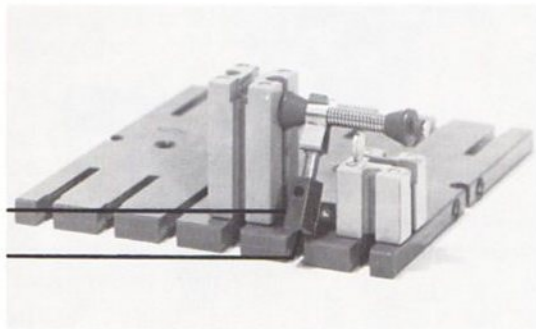


Abb. 39

### 1.7.1. Modellbeispiele von Tastern

Die Abb. 37 bis 40 zeigen verschiedene Modelle von Tastern, deren Schaltkontakte nach der Betätigung sofort wieder getrennt werden (vgl. auch Abb. 114 und 115).

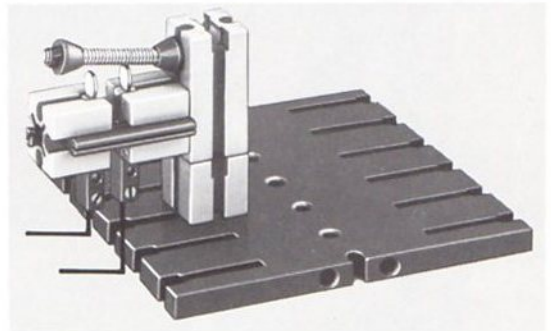


Abb. 38

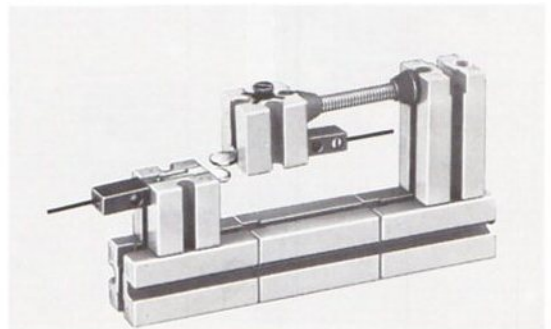


Abb. 40



### 1.7.2. Modellbeispiele von Schaltern

Die Abb. 41 und 42 zeigen zwei Modelle von einfachen Schaltern, deren Kontakte durch Umlegen eines Hebels geöffnet oder geschlossen werden.

Bei dem Modell in den Abb. 43 und 44 ist durch Verwendung eines Gummis eine Art Sprung-

kontakt eingebaut. Der Schalterhebel schnappt aus der senkrechten Stellung entweder in die Aus- oder Ein-Stellung.

Bei dem Schaltermodell in den Abb. 45 und 46 dient eine schwenkbar gelagerte Achse als Brücke. Der zu verdrehende Baustein hat einen roten, runden Zapfen.

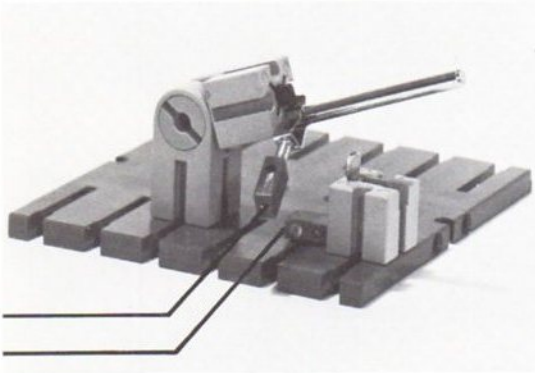


Abb. 41

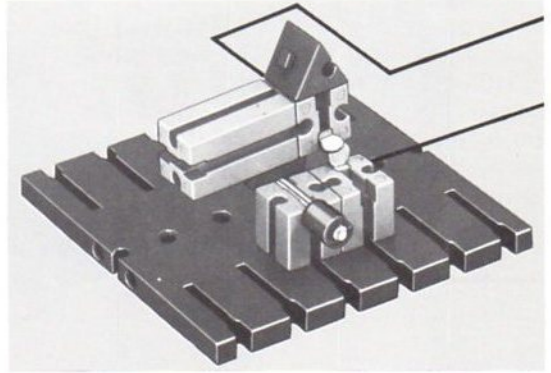


Abb. 42

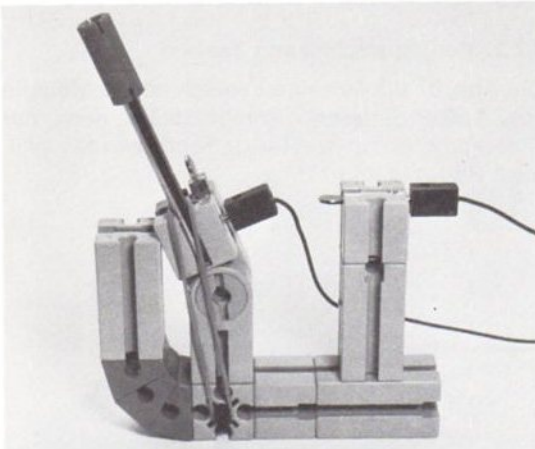


Abb. 43

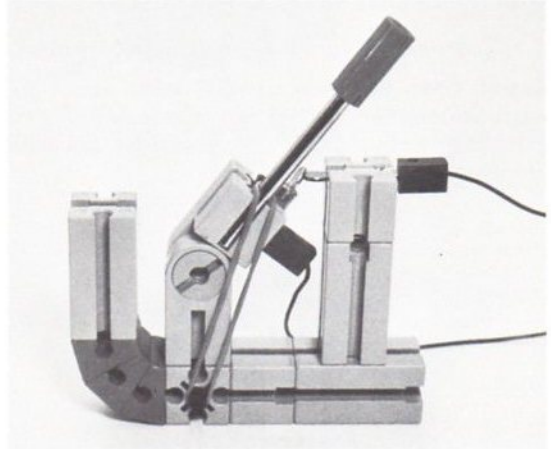


Abb. 44

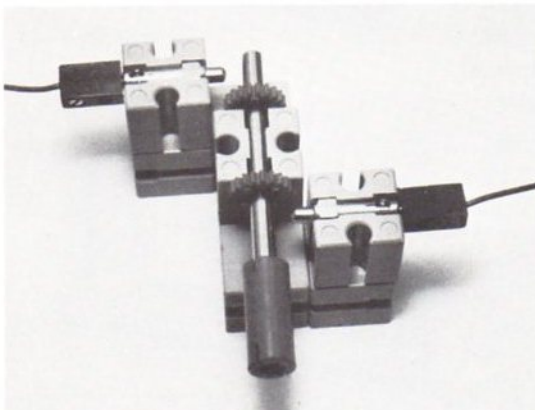


Abb. 45

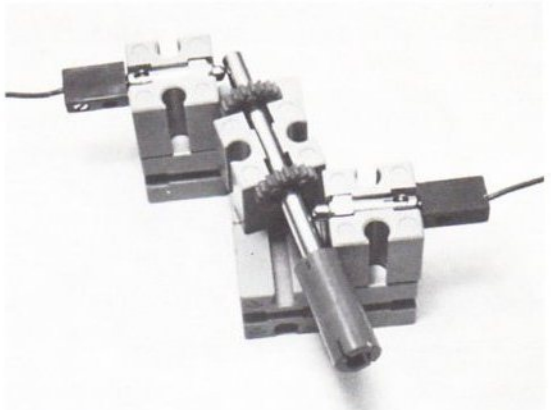


Abb. 46

Der Schalter in den Abb. 47 und 48 kann je nach Anzahl der einsetzbaren Federkontakte als Ein-/Aus-Schalter oder als Umschalter verwendet werden. Die Rückschlußplatte, die als Schaltbrücke dient, ist auf einen Baustein mit einem runden Zapfen montiert und kann daher geschwenkt werden.

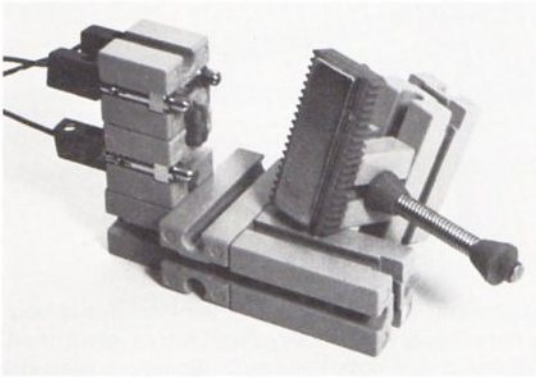


Abb. 47

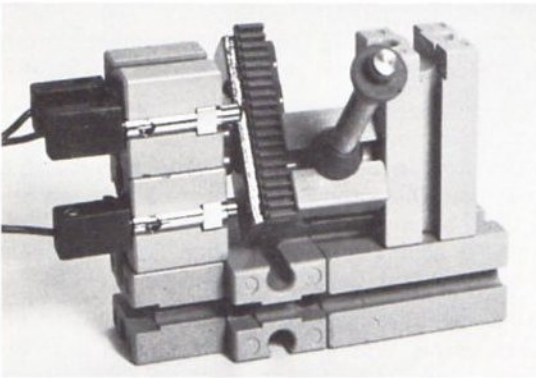


Abb. 48

## 1.8. Schwingfeder

### 1.8.1. Eigenschaften

Die Schwingfeder besteht aus Federstahlblech. An den Enden trägt sie kreisförmige Aussparungen, die zum Durchstecken von Verbindungsstücken dienen (Abb. 49).

### 1.8.2. Montage

Zur Befestigung an anderen Elementen dienen u. a. Verbindungsstücke 45. Die Abb. 49 und 50 zeigen, wie diese eingesetzt werden.

Die Schwingfeder kann aber auch in Fugen zwischen Bausteinen eingeklemmt und somit fixiert werden (Abb. 51).

Bei der Befestigungsart, wie sie die Abb. 52 zeigt, wird die Schwingfeder zwischen zwei

Bausteine gelegt, und diese werden mit einem Verbindungsstück zusammengehalten. In diesem Fall kann die Schwingfeder noch beliebig verschoben und für eine bestimmte Funktion justiert werden (vgl. Abb. 73).

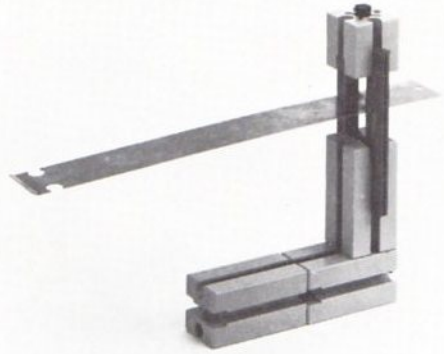


Abb. 49

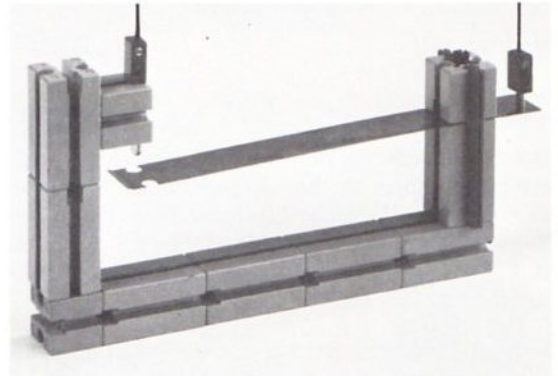


Abb. 50

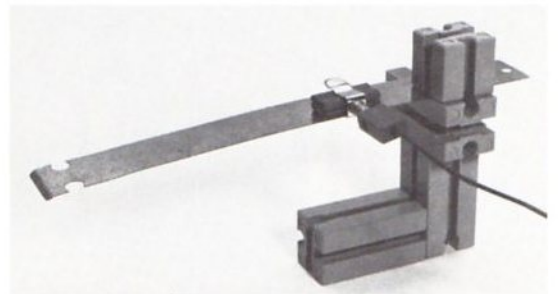


Abb. 51

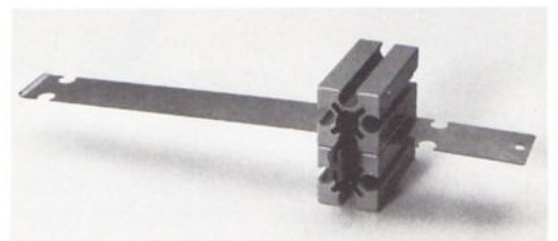


Abb. 52



### 1.8.3. Elektrischer Anschluß

Ein Anschluß mit elektrischen Leitungen ist am Ende des Metallstreifens möglich (Abb. 50, 54). Eine gute Verbindung ergibt sich auch durch Verwendung eines Klemmkontakts und eines Verbindungsstücks in der Form, wie es die Abb. 51 und 53 zeigen.

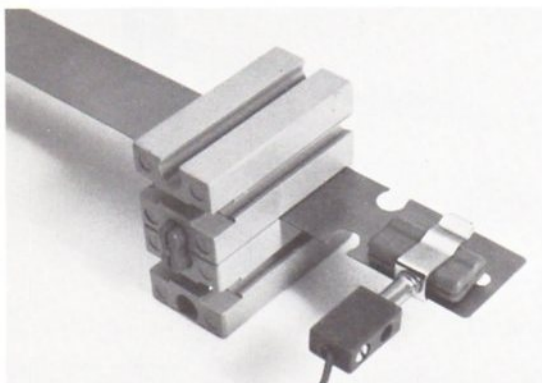


Abb. 53

### 1.8.4. Verwendung

Die Schwingfeder dient vorwiegend als elastische Metallbrücke zum Öffnen und Schließen von Stromkreisen bei Modellen von einfachen Tastschaltern (Abb. 54), Magnetschaltern (Abb. 70) oder Programmgebern bzw. Programmschaltern (Abb. 105).

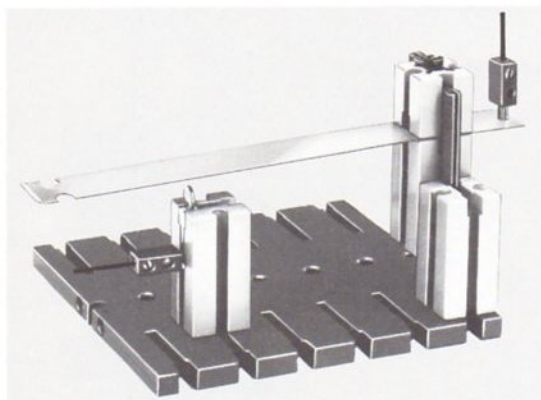


Abb. 54

## 1.9. Thermo-Bimetall

### 1.9.1. Eigenschaften

Das Thermo-Bimetall besteht aus zwei untrennbar aufeinandergewalzten Schichten zweier Nickel-Eisen-Legierungen mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten. Bei Erwärmung dehnt sich die eine Schicht stärker aus als die

andere, wodurch sich der Streifen nach der Seite der Schicht krümmt, die sich weniger stark ausdehnt (Abb. 55).

Wird das fischertechnik-Bimetall auf seiner ganzen Länge gleichmäßig erwärmt, so ergibt sich bei einer Temperaturerhöhung um je ein Grad Celsius am freien Ende eine Ausbiegung von etwa 0,5 mm.



Abb. 55

### 1.9.2. Erwärmung

Man kann das Bimetall mit einem Streichholz, einem Feuerzeug oder einer Kerze erwärmen. Da der dabei entstehende Rußniederschlag die Wärmeleitfähigkeit beeinträchtigt, muß man bei längerem Experimentieren die Rußschicht von Zeit zu Zeit entfernen.

Besonders günstig für das Experimentieren sind Rechaudkerzen (Abb. 59 und 61).

Beim Erhitzen des Bimetalls sollte darauf geachtet werden, daß sich keine Bauelemente aus Kunststoff in unmittelbarer Nähe der Flamme befinden. Die roten Bauelemente aus Nylon beginnen bei einer Temperatur von 150 Grad Celsius zu schmelzen, die grauen Bausteine aus Terluran schon bei 90 Grad Celsius.

Auch mit Hilfe von fischertechnik-Glühlampen und deren Wärmeentwicklung kann das Bimetall erwärmt werden. Dazu müssen aber mindestens vier Glühlampen in unmittelbare Nähe des Bimetalls gebracht werden.

### 1.9.3. Verwendung

Den Ausbiegeeffekt kann man zum Öffnen und Schließen eines Stromkreises nutzen, indem man das Bimetall als Teil eines Stromkreises einsetzt (Abb. 56 u. 57).

Das Anschließen einer elektrischen Leitung erfolgt an einem Loch vor dem Befestigungselement. Wie bei der Schwingfeder kann man eine Leitung aber auch an jeder beliebigen Stelle mit Hilfe eines Klemmkontakts und eines Verbindungsstücks anschließen, wie die Abb. 58 zeigt.

Das Bimetall kann aber auch als Stellglied zur direkten Betätigung von Tastern oder Schaltern

verwendet werden, wie die Abb. 59 und 60 zeigen. Da die Montage wie in der Abb. 56 für eine solche Funktion des Bimetalls nicht stabil genug ist, muß der Streifen zusätzlich gestützt werden.

Bei dem Beispiel in der Abb. 61 betätigt das Bimetall ebenfalls direkt einen Taster. Um eine optimale Wärmeausnützung zu erzielen und damit kurze Schaltzeiten zu erreichen, kann es auch zu einem Winkel gebogen werden.

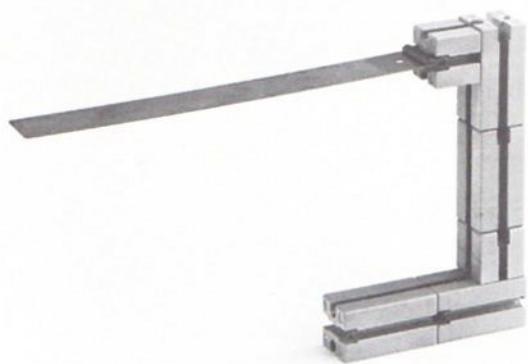


Abb. 56

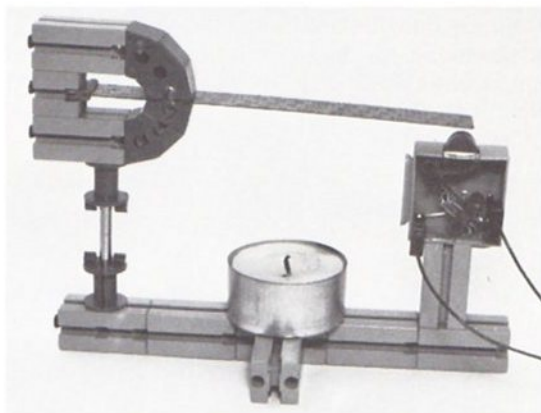


Abb. 59

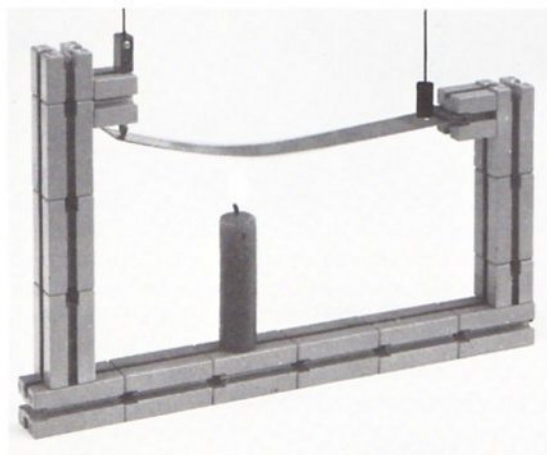


Abb. 57

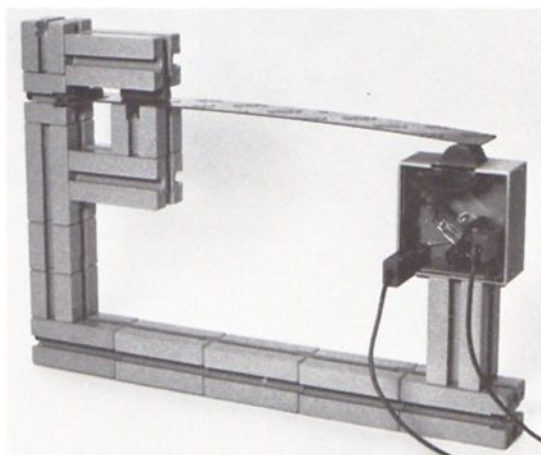


Abb. 60

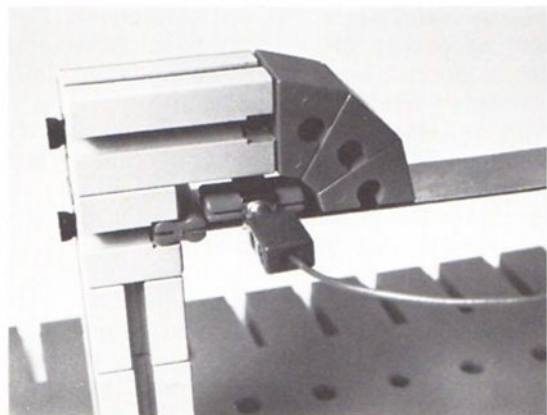


Abb. 58

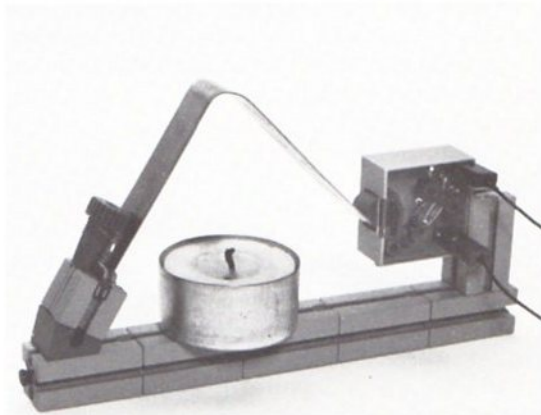


Abb. 61



Die Abb. 62 zeigt das Modell einer einfachen Temperatur-Regelung mit Hilfe eines Bimetallschalters und eines Ventilators.

Hat die Flamme den Raum über der Kerze auf eine bestimmte Temperatur erhitzt, so berührt das Bimetall die Achse, wodurch der Stromkreis für den Elektromotor des Ventilators geschlossen wird. Nun kühlt der Ventilator den Raum über der Kerze ab, das Bimetall streckt sich, löst sich von der Achse und schaltet da-

durch den Ventilator wieder ab. Das Bimetall wird von neuem erwärmt, krümmt sich, schaltet den Motor wieder ein, und der Vorgang wiederholt sich.

Die Schaltfunktion des Bimetallschalters kann verbessert werden, indem man einen Magneten einbaut, wodurch sich die Kontakte wie Sprungkontakte öffnen und schließen. Ein solcher Schalter ist auf Seite 24 (Abb. 85) abgebildet und in seiner Funktion ausführlich beschrieben.

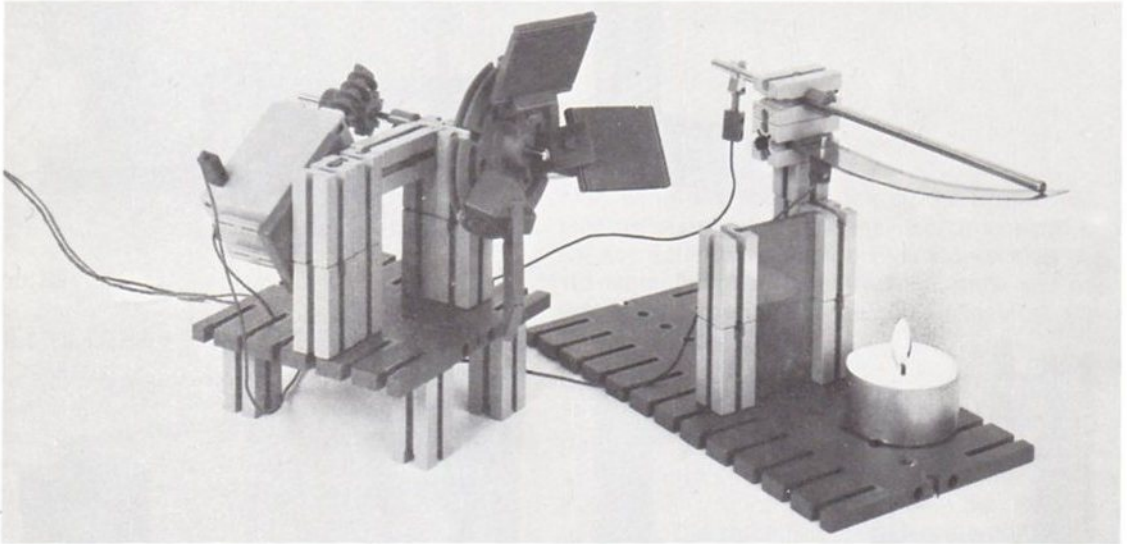


Abb. 62

## 1.10. Rückschlußplatte, rechteckig

### 1.10.1. Eigenschaften

Die Rückschlußplatte besteht aus vernickeltem Stahlblech. Sie ist auf einen Kunststoffsockel aufgeklebt, der eine Verbindung mit anderen Bauelementen ermöglicht.

### 1.10.2. Verwendung

Sie dient vorwiegend als Magnetanker oder Rückschlußplatte für den Elektromagneten (vgl. Abb. 65, 66 und 72).

Sie kann jedoch auch in anderer Weise verwendet werden, z. B. als Metallplatte oder Schalterbrücke in Schaltvorrichtungen, wie die Abb. 47 zeigt.

## 1.11. Elektromagnet

### 1.11.1. Eigenschaften

Der fischertechnik-Elektromagnet hat zwei Spulen aus Kupfer-Lack-Draht von 0,15 mm Durchmesser. Jede Spule hat 900 Windungen. Der Magnet besitzt einen U-förmigen Eisenkern, der auch zur Befestigung an anderen Bauelementen dient (Abb. 63 und 64).

Wird der Magnet eingeschaltet, so bildet sich am einen Ende des Eisenkerns ein Südpol, am andern ein Nordpol aus. Wird die Stromrichtung geändert, so wird der Eisenkern mit entgegengesetzter Polung magnetisiert.

Bei einer Betriebsspannung von 6 Volt haben die beiden Spulen zusammen eine Stromaufnahme von 130 Milliampere. Der Magnet muß an Gleichspannung angeschlossen werden, wenn er einen Anker anziehen und festhalten soll. Spannungen bis 9 Volt schaden den Wicklungen nicht.

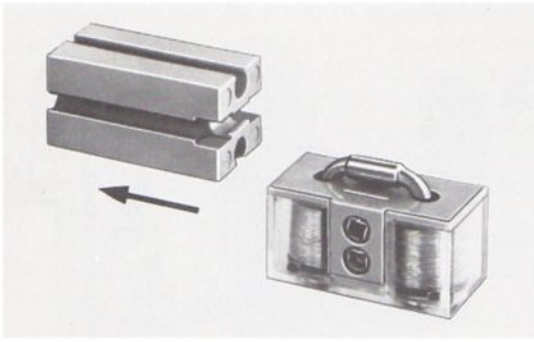


Abb. 63

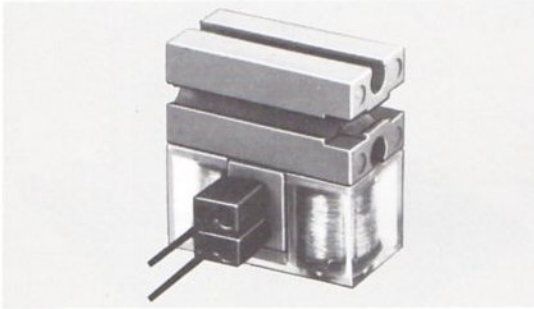


Abb. 64

### 1.11.2. Konstruktion von Magnetankern

Je nach Verwendungszweck des Magneten eignen sich verschiedene Bauelemente als Magnetanker.

Durch den Einbau der rechteckigen Rückschlußplatte können Hebel aus Bausteinen durch Magnetkraft bewegt werden (Abb. 65 und 66, vgl. auch Abb. 72).

Die Abb. 67, 68 und 69 zeigen, wie Achsen, Schwingfedern oder auch Bimetallstreifen in der Funktion eines Magnetankers eingesetzt werden können.

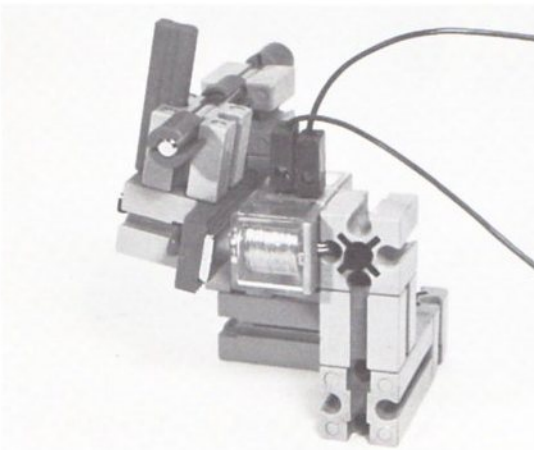


Abb. 65

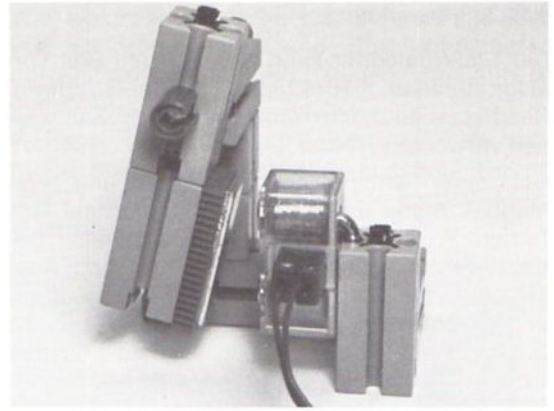


Abb. 66

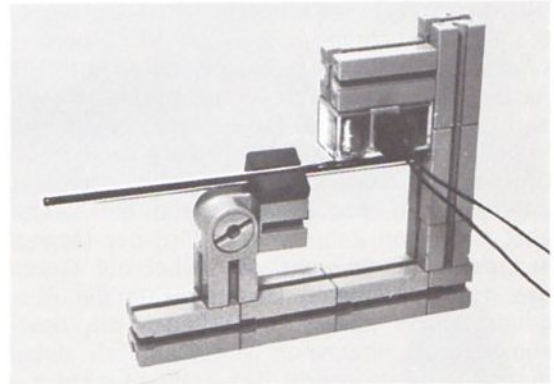


Abb. 67

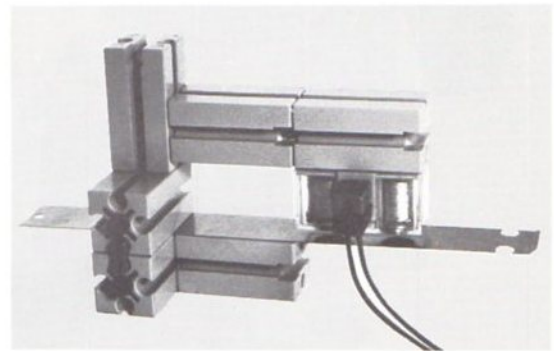


Abb. 68

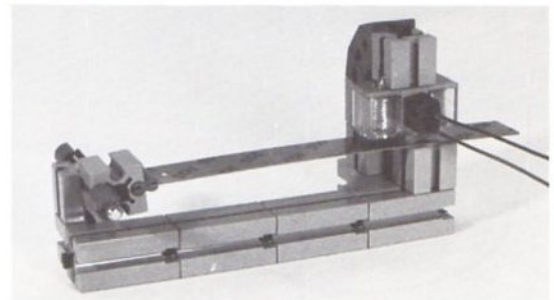


Abb. 69



### 1.11.3. Verwendung

Der Elektromagnet kann z. B. für den Bau von Magnetkränen, Türöffnern, Magnetschaltern, Reedrelais und elektromagnetischen Zählwerken verwendet werden.

Bei einer entsprechenden Anordnung von Magnet, Anker und Kontakten können auf einfachste Weise elektromagnetische Schalter gebaut werden, mit denen durch Ein- und Ausschalten des Magneten Stromkreise geöffnet und geschlossen werden können. Die Abb. 70 zeigt das Modell eines Umschalt-Relais für das Schalten von zwei verschiedenen Stromkreisen. Wie dieses Relais angeschlossen wird, zeigt der Schaltplan in der Abb. 71.

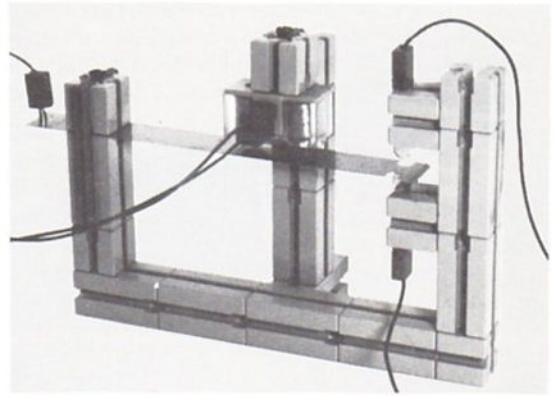


Abb. 70

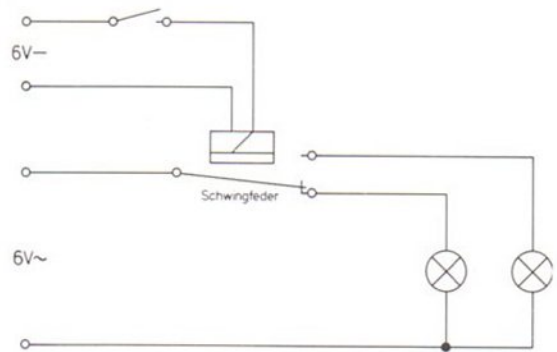


Abb. 71

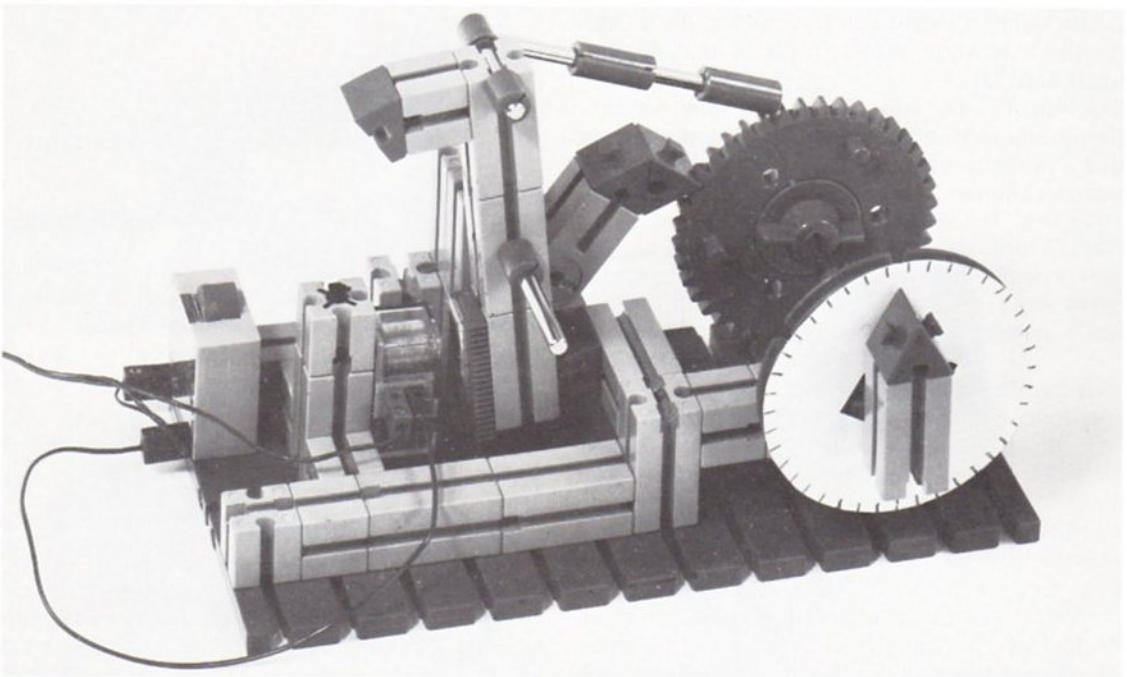


Abb. 72

Schließt man den Elektromagneten an Wechselspannung an, so wird der Magnetanker durch die schwankende Spannungshöhe und wechselnde Polarität ständig angezogen und wieder abgestoßen. Durch diesen Effekt entsteht bei Verwendung einer Schwingfeder als Anker ein Summer (vgl. auch Abschnitt 1.17.2.). Die Abb. 73 zeigt ein solches Modell. Durch Verschieben der Schwingfeder kann man die günstigste Schwinglänge ermitteln und Tonhöhe und Lautstärke des Summers regulieren.

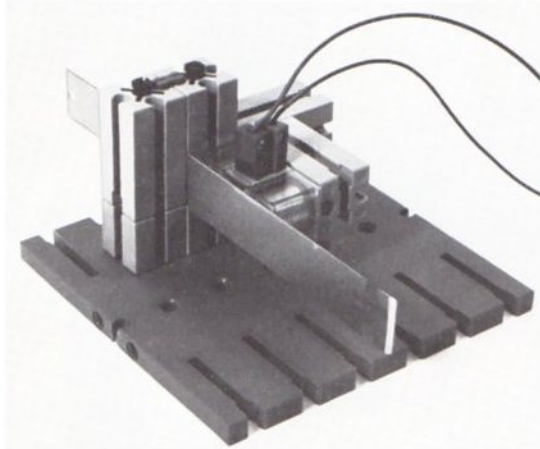


Abb. 73

#### 1.11.4. Maßnahmen gegen die Remanenz-Erscheinung

Bei Elektromagneten tritt oft nach Abschalten des Stroms die sog. Remanenz auf, d. h. die Pole sind noch kurze Zeit magnetisch, so daß sich ein Magnetanker nicht sofort löst. Um dies zu verhindern, klebt man einen Streifen Klebefilm über die Magnetpole. Die magnetische Wirkung wird dadurch in keiner Weise beeinträchtigt. Nach dem Abschalten fällt dann der Magnetanker sofort ab.

#### 1.12. Rückschlußplatte, rund

Die runde Rückschlußplatte besteht aus einer vernickelten Stahlscheibe. Sie dient, wie die rechteckige Rückschlußplatte, vorwiegend als Magnetanker für den Elektromagneten (Abb. 74). Wegen ihrer runden Form eignet sich die Rückschlußplatte besonders für den Bau elektromagnetischer Bremsen und Kupplungen.

Die Abb. 75 zeigt ein einfaches Modell einer Magnetbremse. Bringt man die Welle in Schwung und schaltet dann den Elektromagneten ein, so wird die Drehbewegung abrupt abgebrems.

Wie elektromagnetische Kupplungen mit Hilfe von Elektromagneten und Rückschlußplatten gebaut werden können, zeigen die Abb. 80 und 178.

Weitere Verwendungsmöglichkeiten für die runde Rückschlußplatte sind aus den Abb. 76 und 77 ersichtlich. Hier dient sie als Brücke in einem Taster.

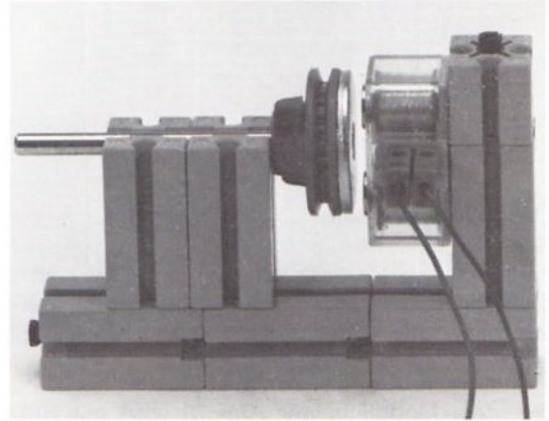


Abb. 74

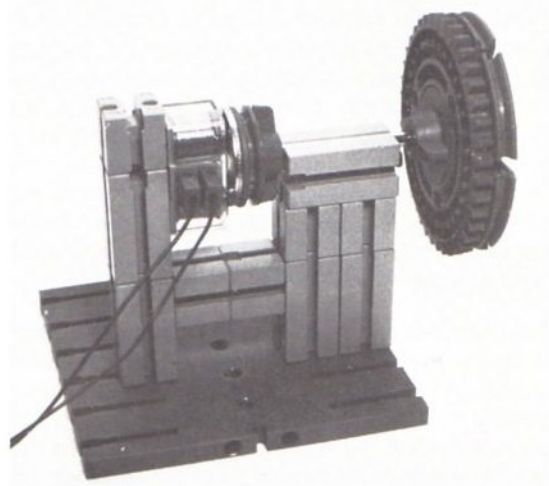


Abb. 75

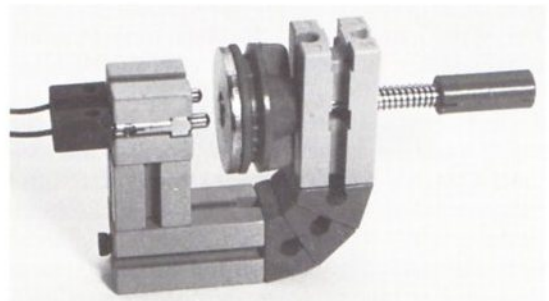


Abb. 76



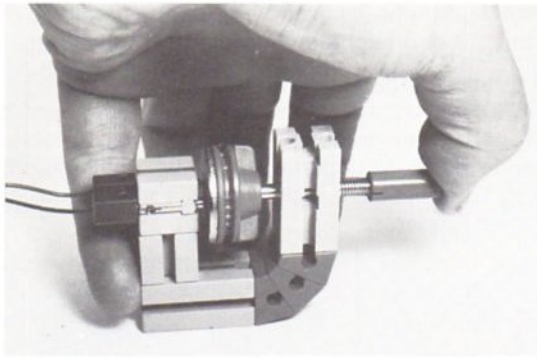


Abb. 77

Die runde Rückschlußplatte kann auch als Schleifring verwendet werden, wenn keine speziellen fischertechnik-Schleifringe (vgl. Abb. 172) vorhanden sind. Die Abb. 78 und 79 zeigen, wie eine rotierende Lampe mit Strom versorgt werden kann (vgl. Abb. 174 und 175).

Bei dem Modell in der Abb. 78 wird mit Hilfe von Federkontakten Spannung an der Drehachse und an der Rückschlußplatte angelegt. Diese ist fest mit der Achse verbunden, elektrisch jedoch durch die Nabe von ihr isoliert. Ein Anschluß der Lampe ist mit der Drehachse, der andere durch eine kurze Achse mit der Rückschlußplatte verbunden. Die Lampe kann somit auch dann leuchten, wenn sie in eine Drehbewegung versetzt wird, da der eine Federkontakt dabei auf dem Umfang der Drehachse, der andere auf dem Rand der Rückschlußplatte schleift.

Bei dem Modell in der Abb. 79 erfolgt die Stromversorgung der Lampe ebenfalls über die Drehachse und die Rückschlußplatte; in diesem Fall steht die Rückschlußplatte jedoch still, und der eine Anschluß der Lampe schleift mit dem Federkontakt auf der Kreisfläche der Rückschlußplatte (vgl. auch Abb. 56 der Beilage des Lernbaukastens u-t 3/1).

Das Modell in der Abb. 80 stellt eine Magnetkupplung dar. Hierbei wurden zwei Rückschlußplatten eingesetzt. Die in der Abbildung linke Rückschlußplatte dient als Magnetanker, die rechte dient als Schleifring. Wird der Motor eingeschaltet, so rotiert der Elektromagnet. Über Federkontakte, die auf der rechten Rückschlußplatte und der Antriebswelle schleifen, kann er auch während der Rotation mit Strom versorgt werden. Der Magnetanker ist durch einen Luftspalt von den Magnetpolen getrennt. Wird der

rotierende Magnet eingeschaltet, so zieht er den Magnetanker an und nimmt dadurch die Kupplungswelle mit.

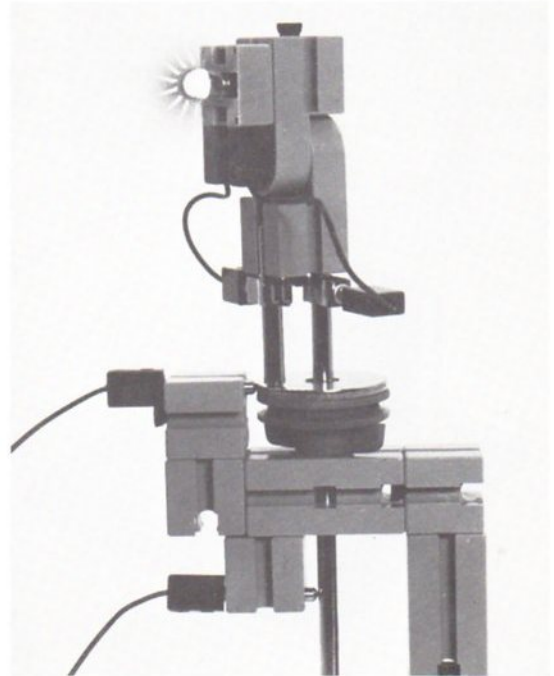


Abb. 78

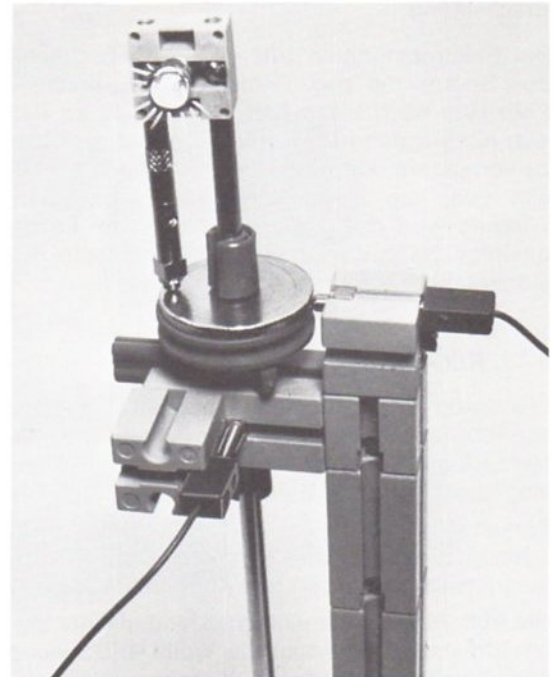


Abb. 79



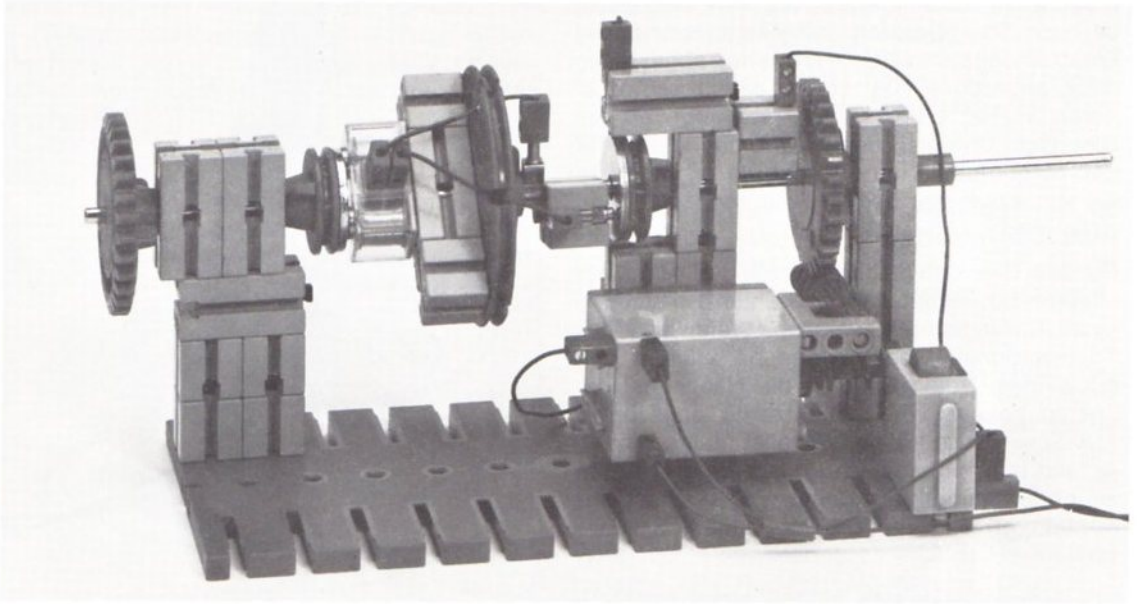


Abb. 80

## 1.13. Dauermagnet

### 1.13.1. Eigenschaften

Der fischertechnik-Dauermagnet ist ein gesinterter Stabmagnet, dessen neutrale Zone in Längsrichtung verläuft (Abb. 81) und dessen Pole an der oberen und unteren Fläche liegen. Der freie Pol ist ein Südpol, der durch die Befestigungsplatte verdeckte Pol ist ein Nordpol. Seine magnetischen Kraftlinien verlaufen demnach so, wie es die Abb. 82 zeigt.

### 1.13.2. Verwendung

In der Abb. 83 hat der Dauermagnet lediglich die Funktion eines Gegengewichts. Da er ver-

schiebbar befestigt werden kann, läßt sich eine genaue Gleichgewichtslage einstellen.

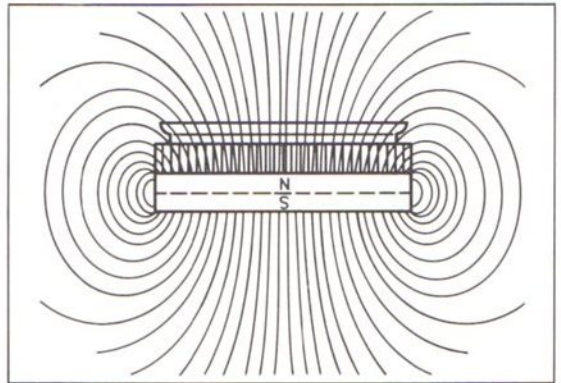


Abb. 82

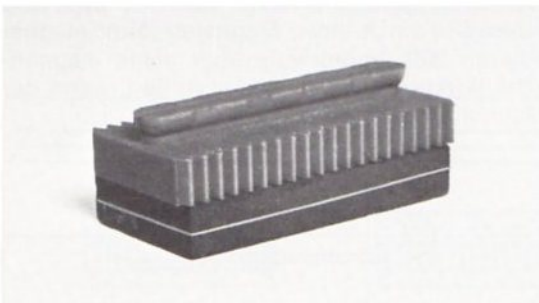


Abb. 81

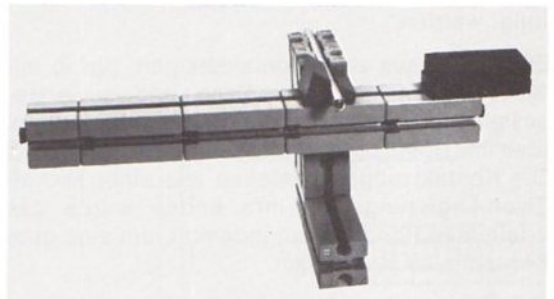


Abb. 83

Bei dem Modell in der Abb. 84 wird der Dauermagnet als Anker mit Magnetpolen eingesetzt. Je nach Stromrichtung und damit Polung des Elektromagneten wird er entweder abgestoßen oder angezogen. Da er an einem schwenkbaren Hebel befestigt ist, schwingt er bei schnellem Umpolen des Elektromagneten über den Magnetpolen hin und her, da er im Wechsel von einem der beiden Pole angezogen und dann wieder abgestoßen wird.

Da das Bimetall magnetisierbar ist, kann der Magnet bei Bimetallschaltern zur Herstellung eines Sprungkontakts dienen. Wenn sich das Thermo-Bimetall bei Erwärmung krümmt und mit seinem freien Ende in die Nähe des Magneten kommt, wird es blitzartig angezogen. Auf diese Weise können Schaltkontakte schneller und mit größerer Kraft geschlossen werden als ohne Magnetkraft. Damit wird ein besserer Kontakt erreicht als z. B. bei einem Schalter wie in der Abb. 62.

Die Abb. 85 zeigt das Modell eines Bimetallschalters in Verbindung mit einem Dauermagneten. Hat sich durch die Erwärmung das Ende des Bimetalls dem Magneten bis auf etwa 3 mm genähert, so schnellt es gegen den Magnetpol, wobei gleichzeitig der Schaltkontakt berührt und der Stromkreis geschlossen wird. Kühlt sich das Bimetall wieder ab, und wird die Haltekraft des Magneten von der Rückstellkraft des sich streckenden Bimetalls übertroffen, dann schnellt es wieder zurück und trennt sich ruckartig vom Schaltkontakt.

Eine besondere Bedeutung hat der Dauermagnet für das Schalten des Reedkontakts. Dies wird im folgenden Abschnitt näher beschrieben.

## 1.14. Reedkontakt

### 1.14.1. Eigenschaften

Der Reedkontakt ist ein Schalter, dessen Schaltkontakte durch magnetische Kräfte betätigt werden.

Er besteht aus zwei Kontaktzungen, die in ein Glasröhrchen eingeschmolzen und so angeordnet sind, daß sich die Enden überlappen, aber im Ruhezustand nicht berühren (Abb. 86). Die Kontaktzungen bestehen aus einer Nickel-Eisen-Legierung. Auf ihre Enden wurde das Edelmetall Rhodium aufgedampft, um eine gute Kontaktgabe zu erzielen.

Um Funkenbildung an den Kontakten zu vermeiden, ist das Glasröhrchen mit einem Stick-

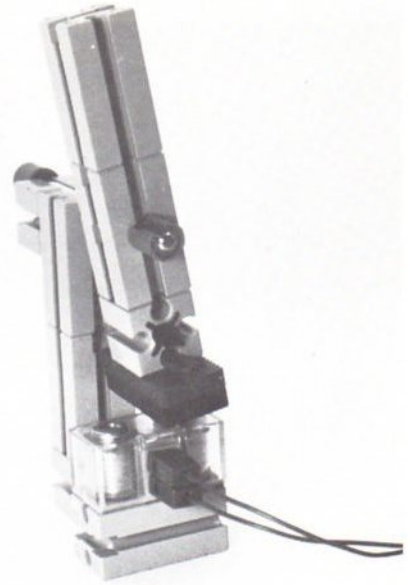


Abb. 84

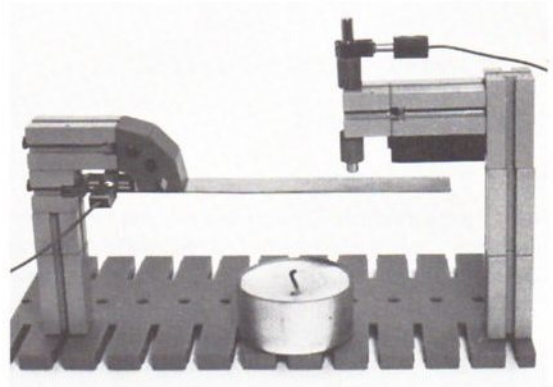


Abb. 85

stoff-Wasserstoff-Gemisch gefüllt.

Die Nickel-Eisen-Legierung der Kontaktzungen ist ein ferromagnetisches Material, das sich einerseits durch einen Magneten leicht magnetisieren läßt, andererseits aber seine magnetische Wirkung schnell wieder verliert, wenn der Magnet entfernt wird.

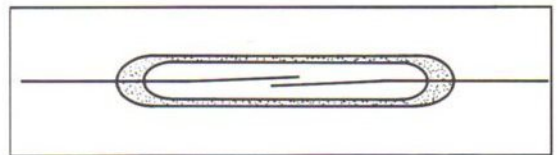


Abb. 86



Wird der Reedkontakt in ein Magnetfeld gebracht (Abb. 87), so nehmen die beiden Kontaktzungen entgegengesetzte Polarität an. Sie ziehen sich dadurch gegenseitig an und stellen am Reedkontakt einen elektrischen Durchgang her.

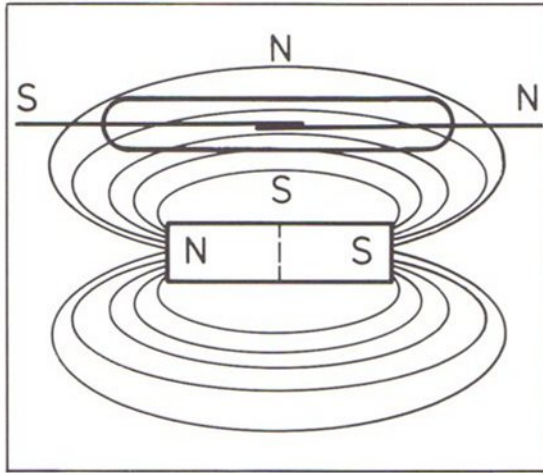


Abb. 87

### 1.14.2. Verhalten im Magnetfeld

Der Reedkontakt schließt nicht zwangsläufig bei der Annäherung eines Magneten. Die Darstellungen in den Abb. 88 bis 94 zeigen, in wel-

chen Stellungen des fischertechnik-Dauermagneten die Kontaktzungen geöffnet bleiben und in welchen sie geschlossen werden.

Bei der Stellung in der Abb. 88 ist der Reedkontakt geschlossen, da die Enden der Kontaktzungen entgegengesetzte Polarität annehmen.

Bewegt man den Magneten wie in der Abb. 89 etwas nach rechts, so öffnen sich die Kontakte, da die linke Kontaktzunge ummagnetisiert wird und dadurch die Kontaktzungenenden gleichnamig gepolt sind.

Wird der Magnet wie in der Abb. 90 noch weiter nach rechts bewegt, so schließen die Kontakte wieder, weil jetzt die rechte Kontaktzunge eine Ummagnetisierung erfahren hat und dadurch die Kontaktzungenenden wieder entgegengesetzt gepolt sind.

Wird der Dauermagnet mit der Längsachse parallel zum Reedkontakt geführt, dann sind die Kontakte geöffnet, wenn der Magnet wie in der Abb. 91 zum Reedkontakt steht. In diesem Fall wirkt der Südpol gleichmäßig stark auf die Kontaktzungenenden, so daß diese gleichnamig polarisiert werden. Der Reedkontakt schließt, wenn man den Magneten wie in Abb. 92 und 93 nach links oder nach rechts bewegt, da dann eine Kontaktzunge umpolarisiert wird.

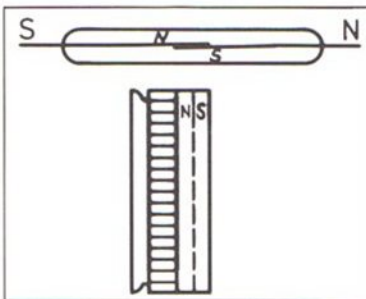


Abb. 88

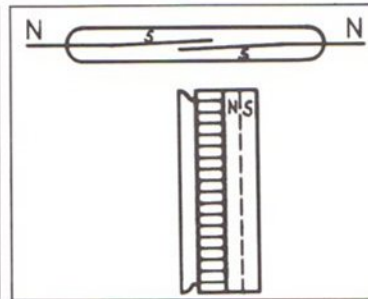


Abb. 89

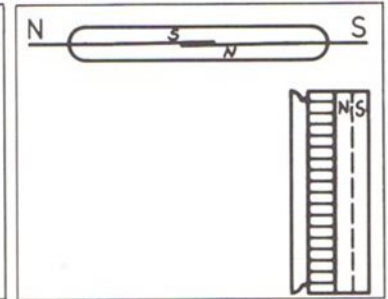


Abb. 90

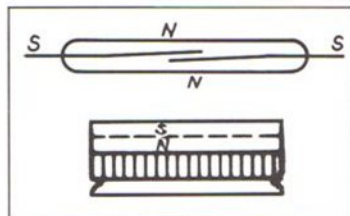


Abb. 91

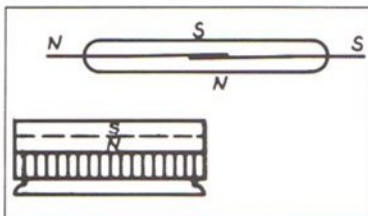


Abb. 92

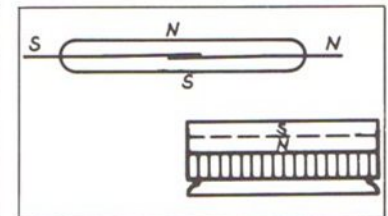


Abb. 93

Wird der Dauermagnet in die Stellung zum Magneten gebracht, wie sie die Abb. 94 zeigt, so bleiben die Kontakte geöffnet, weil die Kontaktzungen in der neutralen Zone des Dauermagneten liegen.

Der Reedkontakt kann auch mit einem Elektromagneten geschaltet werden. Die Stellung in der Abb. 95 entspricht der des Dauermagneten in der Abb. 88. Wird der Reedkontakt durch einen Elektromagneten betätigt, so spricht man auch von einem Reedrelais.

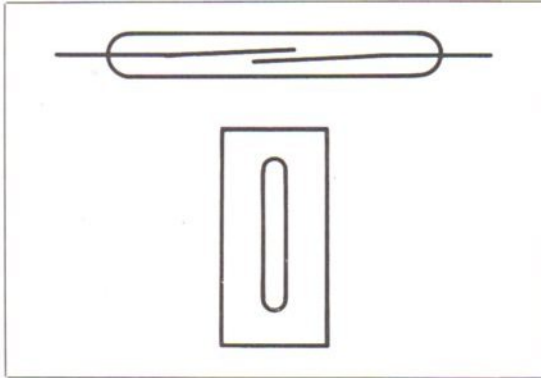


Abb. 94

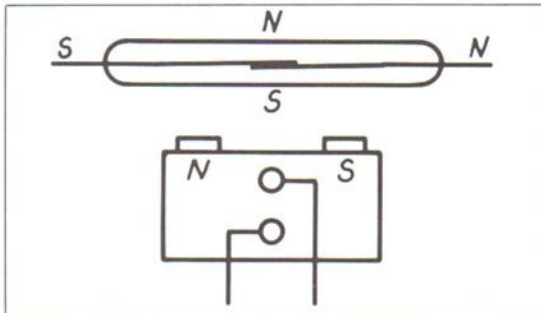


Abb. 95

### 1.14.3. Montage

Der Reedkontakt kann bei unsachgemäßer Behandlung zerbrechen. Es ist daher zweckmäßig, ihn mit einer Halterung zu versehen. Die Abb. 96 und 97 zeigen zwei einfache Möglichkeiten einer Befestigung.

Am sichersten ist der Einbau in die Nut von Bausteinen, wie es die Abb. 98 zeigt, vorausgesetzt, daß man 3 Bausteine auf Dauer entbehren kann. Nach Entfernung der Stecker wird das Glasröhrchen in die Nut des mittleren Bausteins eingesetzt. Dann werden die Anschlußdrähte soweit gekürzt, daß sie nicht mehr überstehen. Schließlich werden die Stecker in die

Aussparungen der Nut geschoben und festgeschraubt. Damit ist der Reedkontakt am besten geschützt.

Eine weitere Kürzung der Anschlußdrähtchen ist nicht zu empfehlen, da sonst die Ansprechempfindlichkeit des Reedkontakts stark reduziert wird.

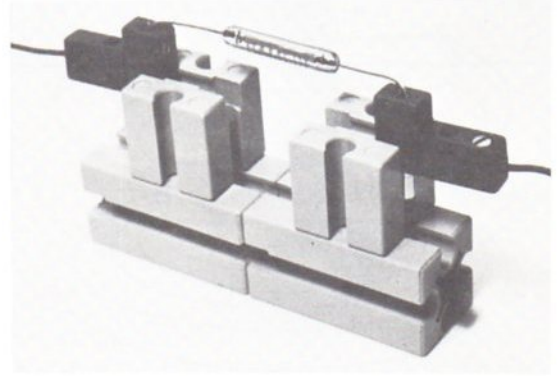


Abb. 96

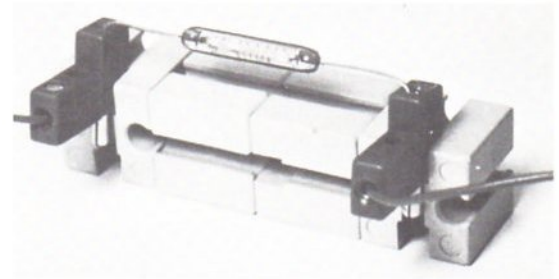


Abb. 97

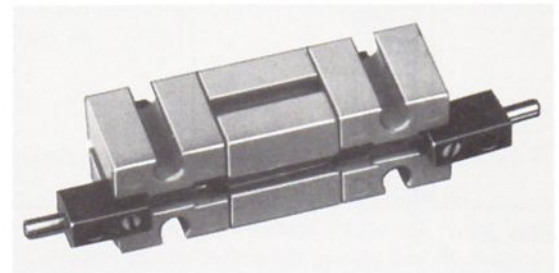


Abb. 98

### 1.14.4. Verwendung

Wird der Reedkontakt in einen Stromkreis eingesetzt, so kann dieser durch die Einwirkung einer magnetischen Kraft geschlossen werden. Der Reedkontakt hat also in einem solchen Fall die Funktion eines Schließers.



Die Abb. 99 und 100 zeigen, wie der Reedkontakt als Schaltvorrichtung in Verbindung mit drehbar gelagerten Permanentmagneten eingesetzt werden kann.

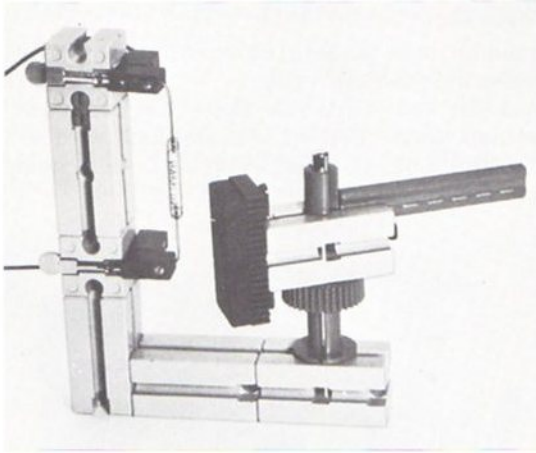


Abb. 99

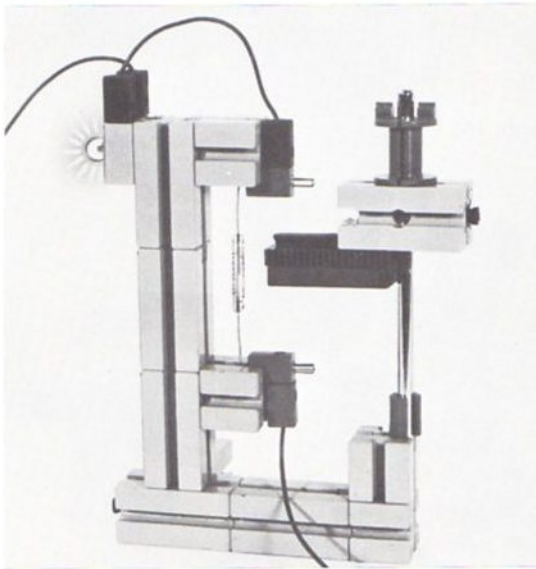


Abb. 100

umgekehrter Polarität nähert, und zwar so, daß sich der Reedkontakt zwischen den beiden Magneten befindet. Dann öffnen sich die Kontaktzungen ebenfalls wieder.

Mit dem Reedkontakt kann man Lampen, Relais, Elektromagnete und Motoren schalten.

Bei zu hohen Belastungen kann es vorkommen, daß die Kontaktzungen kurzzeitig aneinander „kleben“. Nach Abschalten des Stromkreises, in dem der Reedkontakt liegt, lösen sich die Kontaktzungen wieder voneinander.

## 1.15. Schaltscheibe

### 1.15.1. Montage

Für die Herstellung einer Schaltnocke sind zwei Schaltscheiben erforderlich. Diese werden zusammen in eine Nabe eingesetzt (Abb. 101). Je nachdem, in welcher Stellung zueinander die beiden Scheiben fixiert werden, ergeben sich verschieden große Nockenbahnen (Abb. 102).

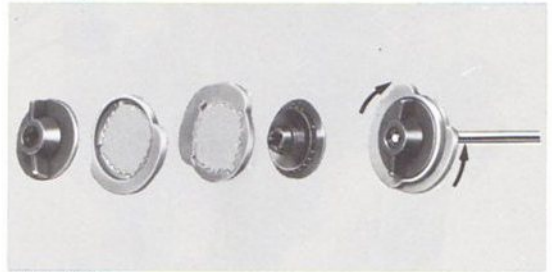


Abb. 101

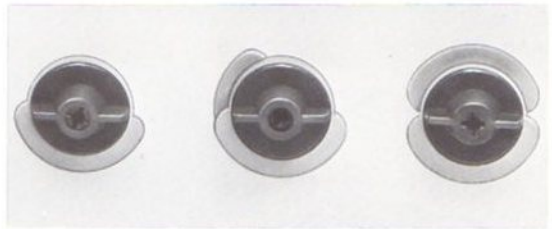


Abb. 102

Soll der Reedkontakt als Öffner arbeiten, so müssen seine Kontakte zunächst durch die Einwirkung eines Magneten geschlossen gehalten werden. Entfernt man den Magneten oder schiebt man zwischen Reedkontakt und Magnet einen Metallstreifen, z. B. eine Schwingfeder oder einen Bimetallstreifen, so wird der geschlossene Stromkreis wieder geöffnet.

Man kann dies auch dadurch erreichen, daß man dem Magneten, der den Reedkontakt geschlossen hält, einen zweiten Magneten mit

### 1.15.2. Verwendung

Die Schaltscheiben dienen zum Bau von Programmschaltern, deren Schaltkontakte durch Nocken betätigt werden, die auf einer sich drehenden Welle sitzen.

Einfache Programmschalter, die Stromkreise in bestimmten Zeitintervallen und für eine bestimmte Zeitdauer öffnen und schließen, können mit verschiedenen Elementen aufgebaut werden. Die Schaltzeiten, während der die Kontakte geschlossen werden, hängen dabei von

der Größe der Nockenbahnen und der Drehzahl der Welle ab.

Die Abb. 103 zeigt ein Modell mit einem Hebel, der einen Kontakt trägt. Dieser Hebel wird durch die Nockenscheibe im Wechsel gehoben und gesenkt.

Bei dem Modell in der Abb. 104 wird ein Federelenkstein bewegt. Dabei wird ein Federkontakt im Wechsel gegen eine an der Spannungsquelle angeschlossene Achse gedrückt und wieder abgehoben.

Das Modell in der Abb. 105 arbeitet als Umschalter, indem die Schwingfeder bei einer Umdrehung der Welle bzw. der Nockenscheibe einmal an den oberen Kontakt gehoben und dann wieder auf den unteren abgesenkt wird.

Ein weiteres Beispiel für einen Programmschalter zeigt die Abb. 117.

Die Schaltscheibe kann auch unmittelbar auf einen Taster wirken, so daß ein Stromkreis geschlossen wird, wenn die Schaltnocke den Tasterknopf betätigt (Abb. 106).

Benötigt man kürzere Einschaltzeiten, als die kleinste Schaltscheibenbahn es ermöglicht, so muß der Taster als Aus-Taster angeschlossen werden (Abb. 107). In diesem Fall wird ein Stromkreis geschlossen, wenn die Schaltscheibe den Tasterknopf freigibt.

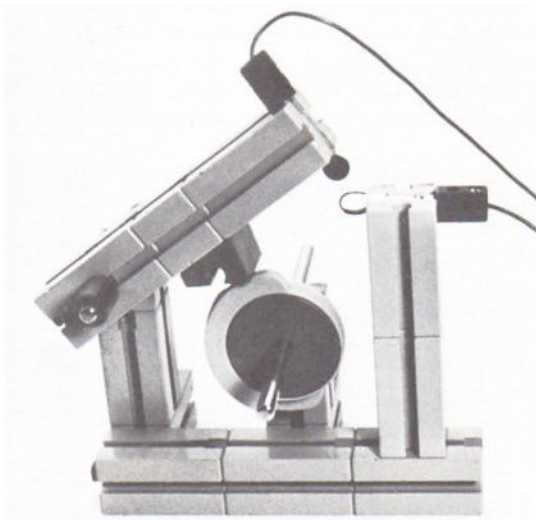


Abb. 103

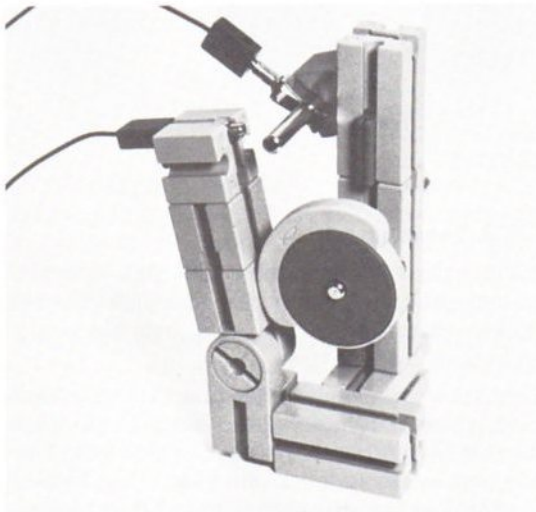


Abb. 104

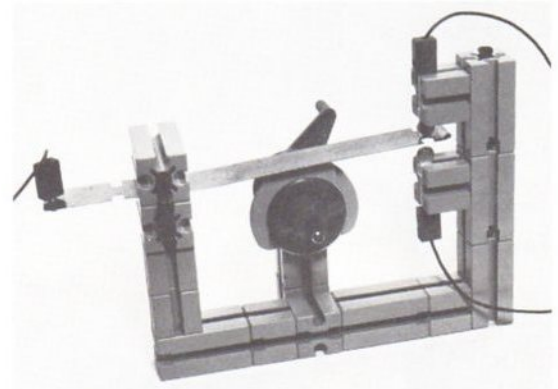


Abb. 105

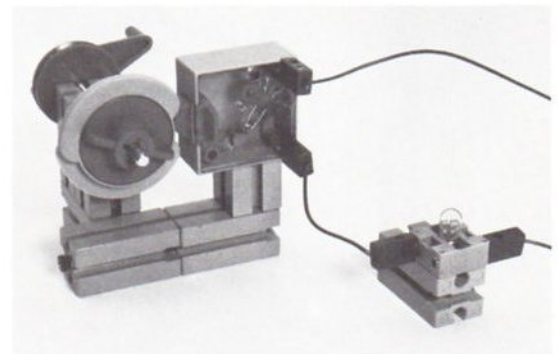


Abb. 106

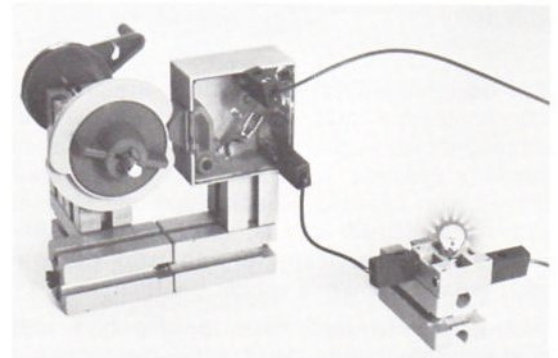


Abb. 107



Um gleichmäßige Steuerzeiten und einen automatischen Ablauf der Schaltvorgänge zu erhalten, treibt man die Steuerscheiben mit einem Motor an. Die Abb. 108 zeigt eine Blinkleinrichtung, bei der der Lampenstromkreis in einem festgelegten Rhythmus automatisch geöffnet und geschlossen wird.

Setzt man mehrere Schaltscheiben auf eine Welle, so kann man auf diese Weise ein Steuergerät für mehrere Stromkreise herstellen. Die Abb. 109 zeigt eine motorgetriebene Welle mit vier Nockenscheiben, die in verschiedenen

Stellungen zueinander und mit verschiedenen großen Nockenbahnen montiert sind.

Jede Nocke betätigt einen Kontakthebel, der im Ruhezustand auf einer Stromschiene liegt, die Spannung führt. Kontakthebel und Stromschiene bilden einen Schalter. Kommt einer der Kontakte mit der Schiene in Berührung, so wird der entsprechende Stromkreis geschlossen. Wird er abgehoben, so wird der Stromkreis geöffnet.

Es ist damit z. B. möglich, bei dem Modell einer Verkehrsampel wie in Abb. 110 Folge und Dauer der Lichtsignale automatisch zu steuern. Der Schaltplan in der Abb. 111 zeigt, wie die automatische Steuerung der drei Lampen erfolgt.

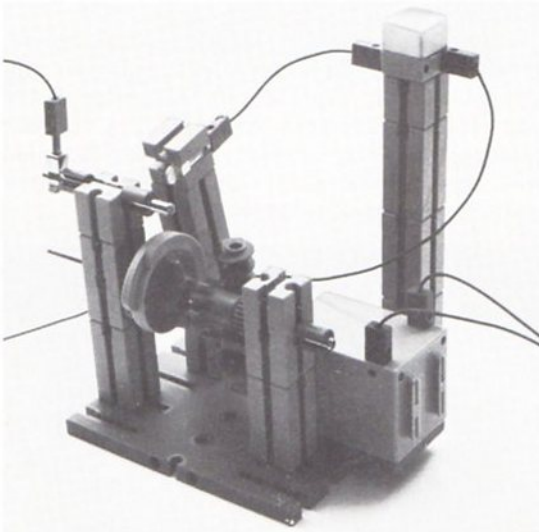


Abb. 108

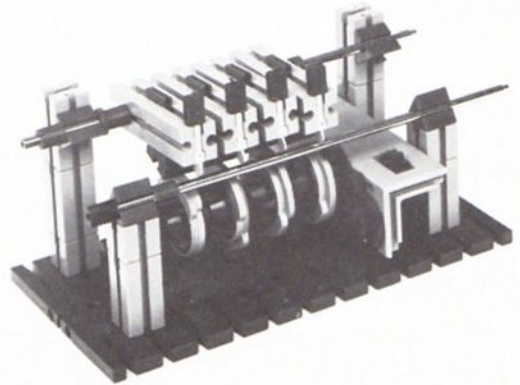


Abb. 109

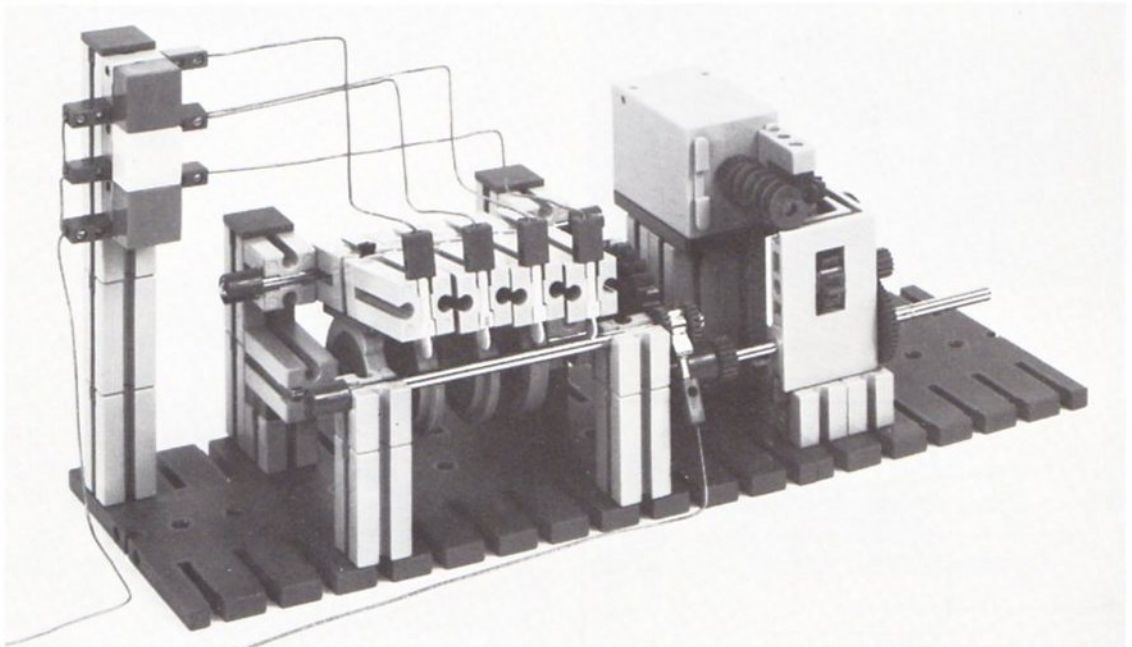


Abb. 110

Da die Schaltscheiben nur jeweils eine Einschaltung bei einer Umdrehung ermöglichen, die Gelbphase bei einem Programmzyklus jedoch zweimal geschaltet werden muß, benötigt man für die gelbe Lampe zwei Schaltkontakte bzw. zwei Nockenscheiben.

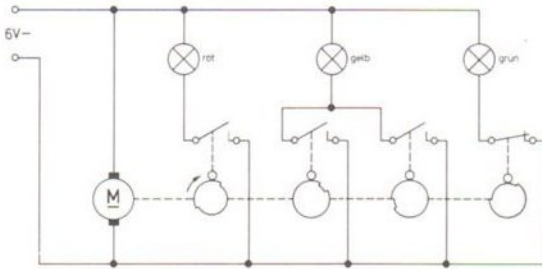


Abb. 111

Im Abschnitt 2.8. ist eine weitere Programmsteuerung beschrieben. Bei dieser erfolgt die Signalsteuerung durch eine Programmwalze.

## 1.16. Verteilerplatte

### 1.16.1. Eigenschaften

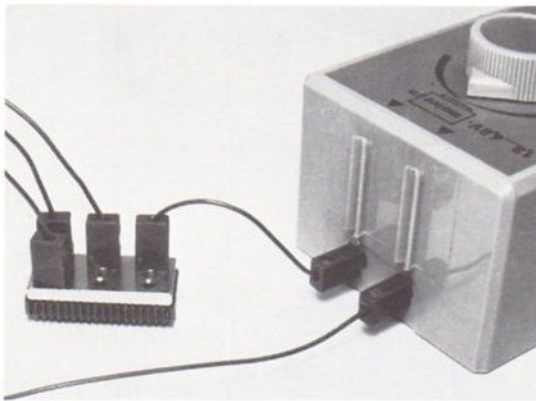


Abb. 112

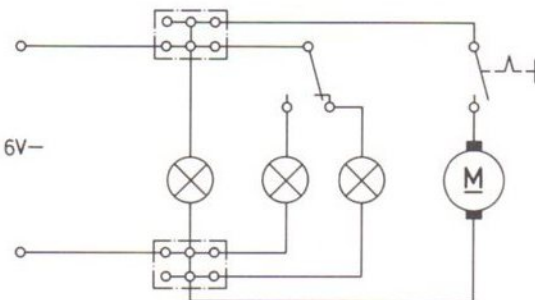


Abb. 113

Die Verteilerplatte besteht aus vernickeltem Messing. Sie ist auf einen Kunststoffsockel montiert, der eine Verbindung mit anderen Elementen ermöglicht.

### 1.16.2. Verwendung

Die Verteilerplatte dient vorwiegend zum Abzweigen von Leitungen, wenn mehrere Stromkreise aufgebaut werden sollen (Abb. 112). Der Schaltplan in der Abb. 113 zeigt, wie Verteilerplatten in einer Schaltung mit mehreren Verbrauchern eingesetzt werden können. Sie ermöglichen einen übersichtlichen Aufbau der Schaltung.

Die Verteilerplatte kann auch als Kontaktplatte in verschiedenartigen Schaltvorrichtungen eingesetzt werden, wie z. B. bei Tastern (Abb. 114 und 115) und Schaltern (Abb. 116). Die Abb. 117 zeigt einen Programmschalter zum Schalten von zwei Stromkreisen, wobei die Verteilerplatte ebenfalls als Kontaktplatte dient.

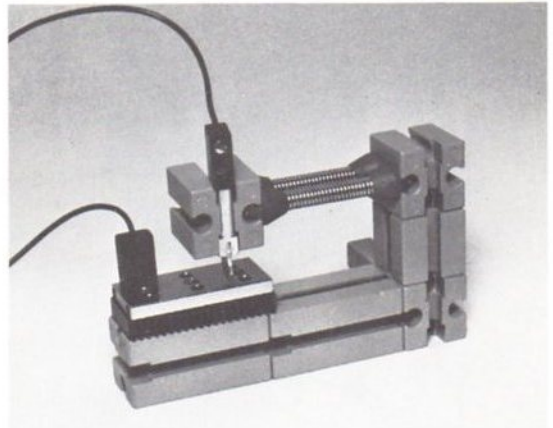


Abb. 114

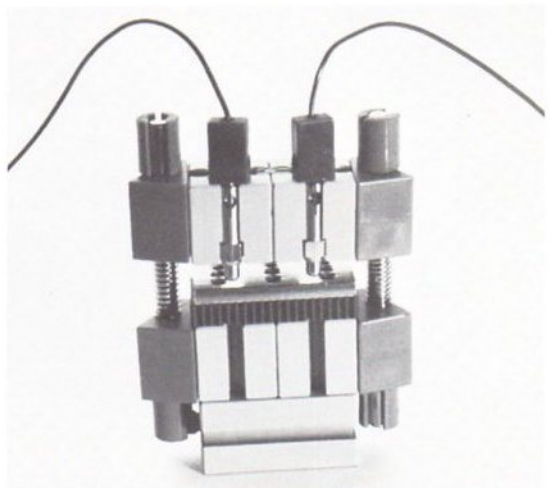


Abb. 115



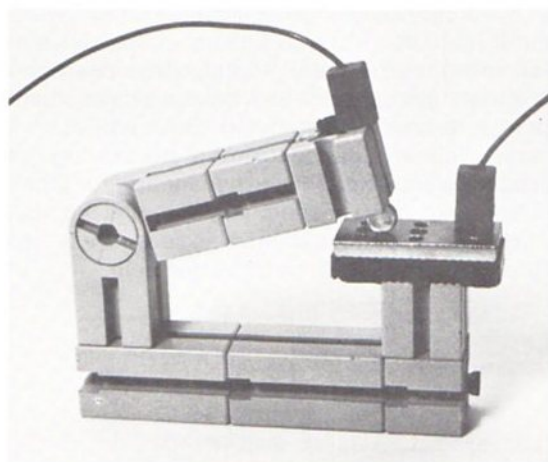


Abb. 116

Die Spule besteht aus Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,09 mm und hat 2400 Windungen. Die Spulenspannung beträgt 6 Volt. Der elektrische Widerstand der Spule liegt bei 150 Ohm. Bei 6 Volt Spannung nimmt das Relais 40 Milliampere Strom auf. Die maximale Kontaktbelastung der Schaltkontakte wird vom Hersteller mit folgenden Werten angegeben: Schaltspannung max. 30 Volt, Schaltstrom max. 1 Ampere, Schaltleistung max. 30 Watt.

Die Abdeckung des Relais-Bausteins weist zwei Anschlußbuchsen für die Relaisspule sowie sechs Buchsen für die Schaltkontakte auf. Auf der Platte ist das Schaltbild des Relais mit seinen zwei Umschaltkontaktsätzen abgebildet.

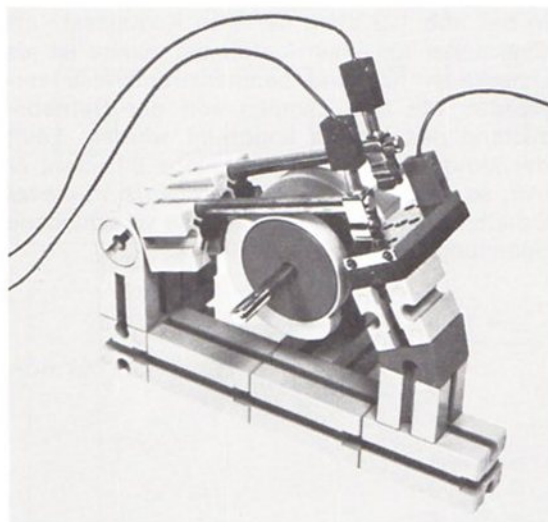


Abb. 117

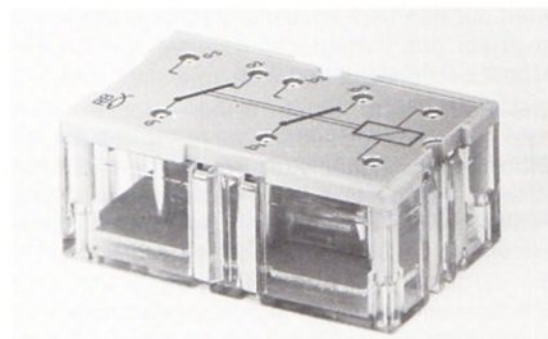


Abb. 118

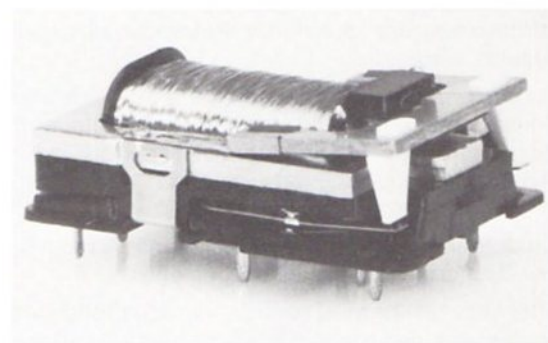


Abb. 119

## 1.17. Relais-Baustein

### 1.17.1. Eigenschaften

Der fischertechnik-Relais-Baustein enthält ein sog. Kartenrelais von besonders flacher Bauform mit zwei Umschaltkontaktsätzen, die mechanisch gekoppelt, elektrisch jedoch getrennt sind. Die Abb. 118 und 119 zeigen dieses Relais mit und ohne Gehäuse.

Die Darstellung in der Abb. 120 verdeutlicht das Bauprinzip. Der flache, bügelförmige Anker (A) wird beim Einschalten auf den Eisenkern (E) gezogen. Ein isolierter Stift (S) bewegt dabei den Mittelkontakt (M).

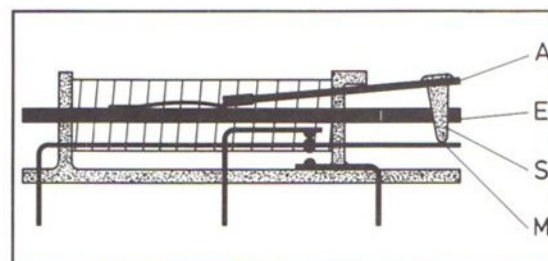


Abb. 120

### 1.17.2. Stromversorgung

Zum Schalten von Stromkreisen muß das Relais an Gleichspannung angeschlossen werden. Legt man Wechselspannung an, so wird der Relaisanker wegen der schwankenden Spannungshöhe und der wechselnden Polarität des Eisenkerns in schnellem Wechsel angezogen und wieder freigegeben. Dadurch eignet sich das Relais nicht mehr als Schaltvorrichtung. Da bei diesem Effekt jedoch Geräusche entstehen, die denen eines Summers ähneln, kann man ein mit Wechselspannung betriebenes Relais als Signalgeber verwenden.

### 1.17.3. Relais-Schaltungen

Die folgenden Ausführungen beziehen sich sowohl auf den fischertechnik-Relais-Baustein als auch auf das fischertechnik-Relais, das im Abschnitt 2.9. beschrieben wird.

Das Relais wird durch Taster oder Schalter oder durch verschiedene Schaltvorrichtungen wie Bimetallschalter oder Programmschalter in Betrieb gesetzt und kann dabei selbst in der Funktion eines Schalters mit mehreren Kontaktsätzen andere Stromkreise öffnen und schließen.

Bei Relaischaltungen unterscheidet man hinsichtlich der Funktion grundsätzlich zwei Stromkreise, und zwar den Schaltstromkreis oder Steuerstromkreis, der die elektrische Energie für die Magnetspule liefert, und den Arbeitsstromkreis, der durch die Relaiskontakte gesteuert wird.

Je nach Anzahl der Schaltkontakte kann ein Relais mehrere Arbeitsstromkreise steuern. Steuerstromkreis und Arbeitsstromkreis oder Arbeitsstromkreise sind elektrisch völlig getrennt (Abb. 122).

Im folgenden sind einige Schaltmöglichkeiten mit fischertechnik-Relais dargestellt.

Die Abb. 121 zeigt zunächst das Schaltbild des Relais mit den beiden Umschaltkontaktsätzen im Ruhezustand. Die geschlossenen Kontakte bezeichnet man als Ruhekontakte oder Ausschaltkontakte, die geöffneten als Arbeitskontakte oder Einschaltkontakte.

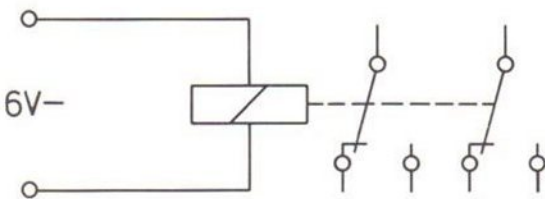


Abb. 121

In der Abb. 122 sind beide Kontaktsätze jeweils als Einschalter für eine Lampe und einen Motor verwendet. Da die Kontaktsätze zwar mechanisch gekoppelt, elektrisch aber voneinander getrennt sind, können Stromkreise mit verschiedenen Spannungsarten gleichzeitig geschaltet werden, z. B. Gleichspannung für einen Motor und Wechselspannung für eine Lampe. Auch die Spannungshöhen in den einzelnen Stromkreisen können verschieden sein.

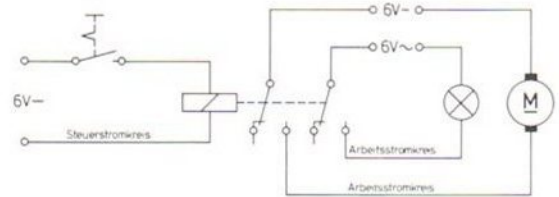


Abb. 122

In der Abb. 123 dient der eine Kontaktsatz als Einschalter für einen Motor, der zweite ist als Umschalter für zwei Lampenstromkreise verwendet. Mit den Lampen soll der Betriebszustand des Motors angezeigt werden. Läuft der Motor, so leuchtet die Lampe L1, steht er still, so leuchtet die Lampe L2. Auch in dieser Schaltung haben die Stromkreise verschiedene Spannungsarten.

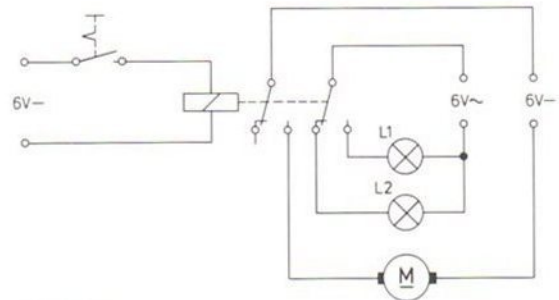


Abb. 123

Die Abb. 124 zeigt eine Polwendeschaltung mit Hilfe des Relais. Im Ruhezustand der Relaiskontakte dreht der Motor in einer bestimmten Drehrichtung. Zieht das Relais an, so werden die Anschlüsse des Motors umgepolt; der Motor läuft nun in entgegengesetzter Drehrichtung.

Das Schaltbild in der Abb. 125 zeigt eine sog. Selbsthalteschaltung, bei der die Relaispule mit einer Hilfsleitung (dicke Linien) über einen Kontaktsatz des Relais unter Spannung gehalten wird, auch wenn der Steuerstromkreis unterbrochen ist. Wird der Steuertaster T1 betätigt, so schließen die Kontakte b1 und b3, so daß die Relaispule in Betrieb bleibt, wenn



T1 freigegeben wird. Da auch die Kontakte a1 und a3 geschlossen sind, läuft der Motor im Arbeitsstromkreis. Soll das Relais bzw. der Motor ausgeschaltet werden, betätigt man den Taster T2, der als Öffner angeschlossen ist und die Hilfsleitung unterbricht.

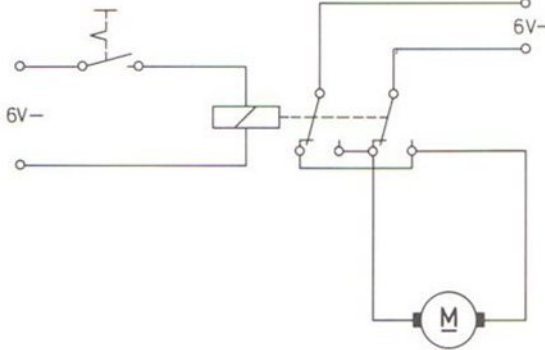


Abb. 124

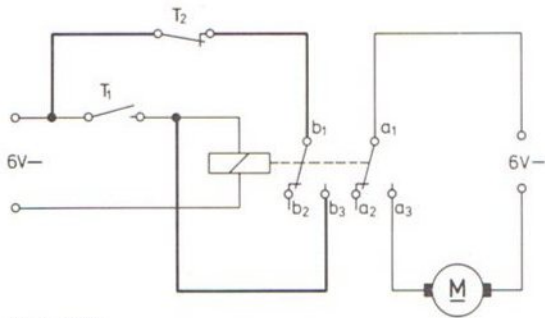


Abb. 125

Wird das Relais so angeschlossen, wie es die Abb. 126 zeigt, dann arbeitet es wie ein Summier nach dem Prinzip des Wagnerschen Hammers. Bei Betätigung des Tasters (T) wird die Spule in schnellem Wechsel automatisch ein- und ausgeschaltet, wobei ein schnarrendes Geräusch entsteht.

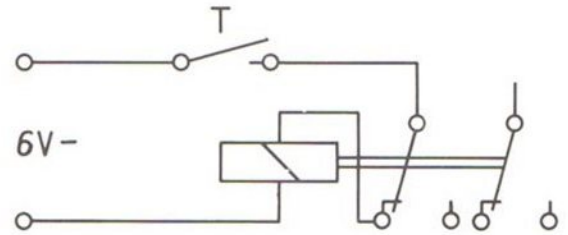


Abb. 126

Die Abb. 127 zeigt die Verwendung des Relais in der Weise, daß mit einem Einschaltimpuls, der an die Spule gegeben wird, über die Kontakte des Relais gleichzeitig vier Stromkreise geschaltet werden können. Das Modell stellt einen automatischen Feuermelder mit Signalanlage dar.

Eine grüne Kontrolllampe zeigt zunächst die Betriebsbereitschaft der Anlage an. Erwärmt sich der Raum um das Thermo-Bimetall, so krümmt es sich nach oben und berührt schließlich die Stromschiene. Dadurch wird der Relaisanker angezogen, und die beiden Umschaltkontakte werden betätigt. Die grüne Kontroll-

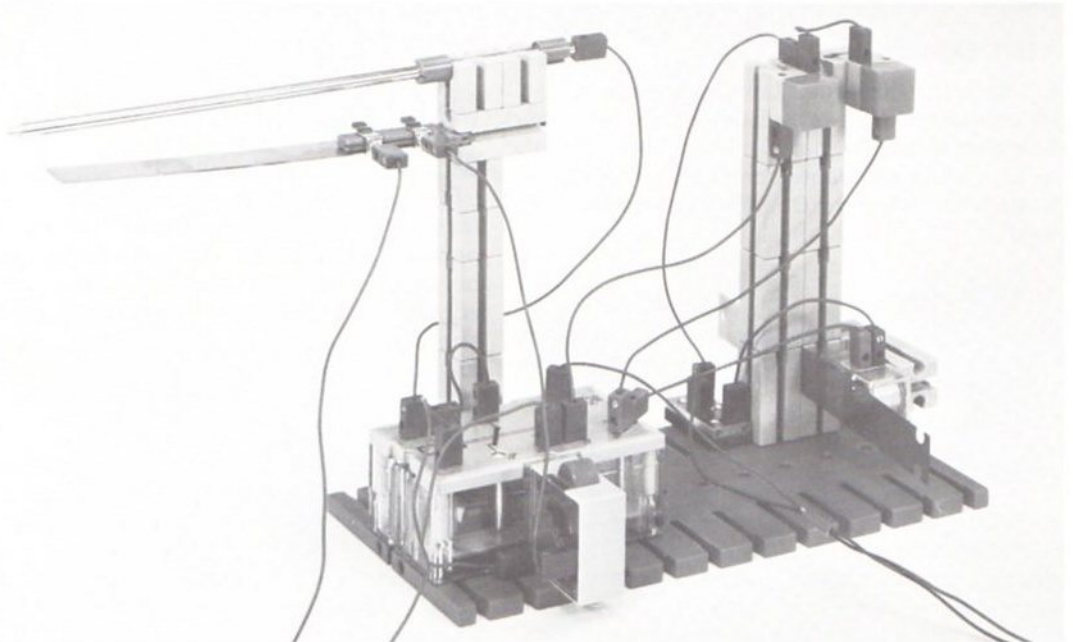


Abb. 127

lampe erlischt, gleichzeitig leuchtet eine rote Alarmlampe auf, und ein Summer gibt ein akustisches Signal.

Über den einen Kontaktsatz des Relais hält sich die Spule selbst unter Spannung (Selbsthaltung), über den zweiten werden die Lampen und der Summer geschaltet. Selbst wenn der Bimetallstreifen die Stromschiene nicht mehr berührt, wird weiterhin Alarm gegeben. Die Signale lassen sich erst wieder abstellen, wenn man den Taster neben dem Relais betätigt, durch den die Leitung für die Selbsthaltung unterbrochen werden kann.

Der Schaltplan in der Abb. 128 verdeutlicht die Funktion.

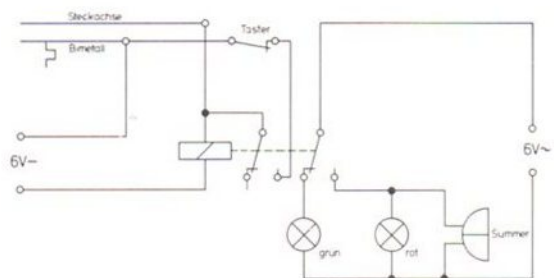


Abb. 128

## 1.18. Linse

(nur im u-t 3/1 enthalten)

### 1.18.1. Eigenschaften

Die optische Linse des Lernbaukastens u-t 3/1 ist eine plan-konvexe Kunststofflinse mit einer Brennweite von 35 mm. Das Material ist relativ weich; man sollte daher sorgfältig mit der Linse umgehen, damit ihre Oberfläche nicht zerkratzt wird.

### 1.18.2. Montage

Um die Linse zu befestigen oder aufzustellen, wird sie in Nuten von Bausteinen eingeschoben (Abb. 129).

### 1.18.3. Funktion

Plan-konvexe Linsen ermöglichen die Bündelung von Lichtstrahlen. Die Glühwendel einer Kugellampe strahlt nach allen Seiten gleichmäßig Licht ab (Abb. 130). Mit Hilfe der fischartigen Linse kann man einen Teil der Lichtstrahlen bündeln und auf eine bestimmte Stelle richten.



Abb. 129

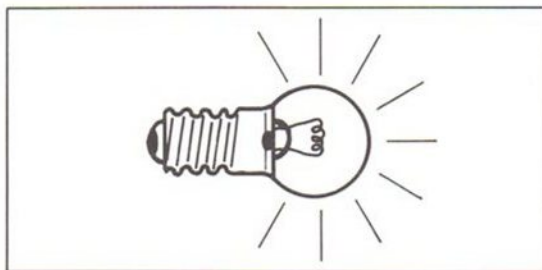


Abb. 130

### 1.18.4. Verwendung

Die Linse dient vorwiegend zum Einrichten von Lichtschranken. Dazu wird das Licht einer Glühbirne durch die Linse gebündelt und auf einen Fotowiderstand (vgl. Abschnitt 1.19.) gelenkt. Durch die Bündelung der Lichtstrahlen erreicht man auch über eine größere Entfernung hinweg eine hohe Lichtintensität auf dem Fotowiderstand.

### 1.18.5. Aufbau von Lichtschranken mit der Kugellampe

Befindet sich die Glühwendel einer Lampe im Brennpunkt der Linse, so werden die divergierenden Strahlen der Glühwendel zu einem parallelen Lichtstrahl gebündelt (Abb. 131). Dabei spielt es keine Rolle, welche Seite der Linse zur Lampe zeigt. Diese Ausrichtung der Lichtstrahlen ist jedoch für eine optimale Beleuchtung des Fotowiderstands noch nicht ausreichend. Sie müssen stärker gebündelt auf den Fotowiderstand auftreffen.

Um dies zu erreichen, muß nach den Gesetzen der Optik die Entfernung zwischen Lampe und Linse größer als die Brennweite sein, also mehr als 35 mm (Abb. 132). Wie groß der Abstand sein muß, damit das Licht der Kugellampe möglichst in einem Lichtpunkt konzentriert auf den Fotowiderstand geworfen wird, hängt von der Entfernung zwischen Linse und Fotowiderstand



ab. Bei einer Entfernung von etwa 30 cm muß der Abstand zwischen Linse und Lampe 40 mm betragen, bei etwa 20 cm 45 mm.

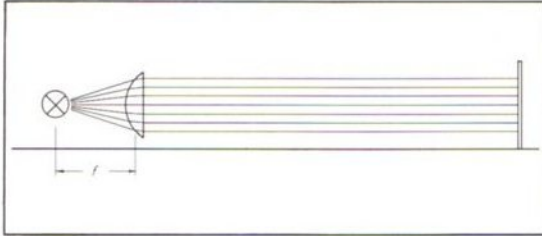


Abb. 131

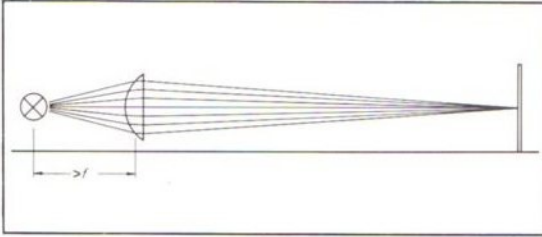


Abb. 132

Die Abbildungen 133 und 134 zeigen Gestelle, die es ermöglichen, den Abstand zwischen Lampe und Linse beliebig zu verändern.

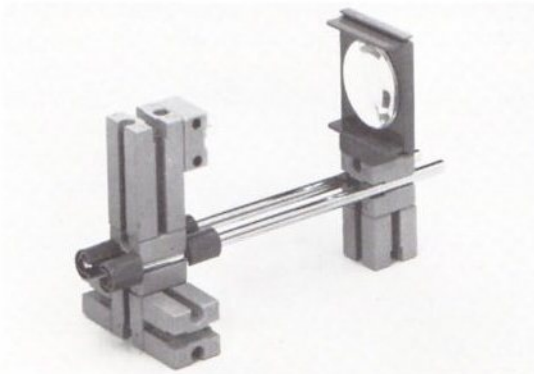


Abb. 133

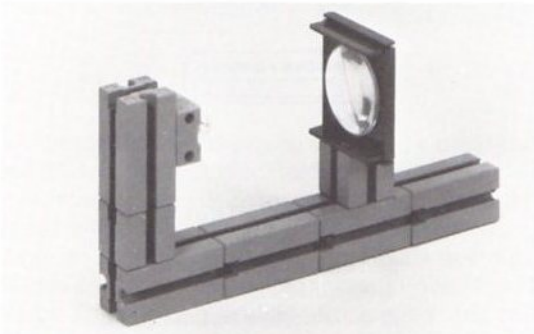


Abb. 134

### 1.18.6. Aufbau von Lichtschranken mit der Linsenlampe

Zum Aufbau von Lichtschranken kann auch die Linsenlampe verwendet werden. Da sie aufgrund ihres niedrigen Widerstandswerts (vgl. Abschnitt 1.2.2.) mehr Licht abstrahlt als die Kugelbirne und darüberhinaus eine auf den Glaskolben aufgeschmolzene Linse besitzt, die das von der Glühwendel abgestrahlte Licht bündelt, können mit dieser Lampe Lichtschranken auch ohne die plan-konvexe Linse aufgebaut werden.

Allerdings liegen die Glühwendel und die Linse im Glaskolben nicht immer genau auf der Mittelachse der Lampe, so daß der gebündelte Lichtstrahl mehr oder weniger stark seitlich abgelenkt wird (Abb. 135). Damit der helle Lichtpunkt auf den Fotowiderstand trifft, muß man die Linsenlampe entsprechend ausrichten.

Die Abb. 136 zeigt, wie die Lampe montiert werden kann, damit sie sowohl um die vertikale als auch um die horizontale Achse drehbar und in der Höhe verstellbar ist. Neben den Grundbausteinen werden hierfür zwei Bausteine 15 mit runden Zapfen benötigt, die im Lernbaukasten u-t 1 enthalten sind.

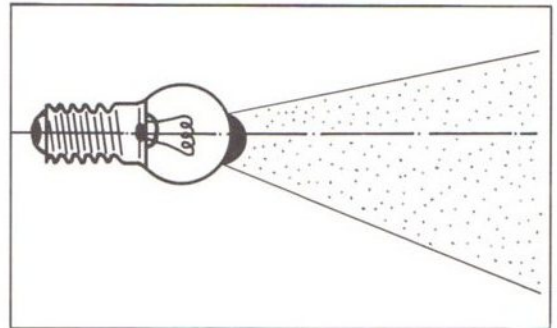


Abb. 135

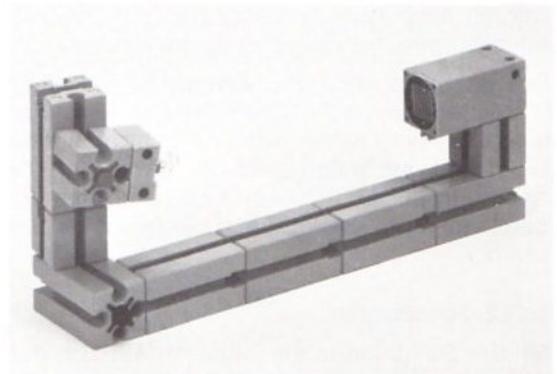


Abb. 136

In vielen Fällen genügt ein Aufbau, wie ihn die Abb. 137 zeigt. Die Lampe kann um die vertikale Achse gedreht und in der Höhe verschoben werden.

dem Fotowiderstand möglichst klein und dabei möglichst hell wird.

Will man besonders große Lichtschrankenweiten erzielen, so bündelt man das Licht der Linsenlampe zusätzlich mit der plan-konvexen Linse. Dazu muß man zunächst die Linsenlampe so ausrichten, daß ihr Licht auf der gedachten Mittelachse Lampe – Linse – Fotowiderstand austritt (Abb. 138). Dann setzt man die Linse vor die Linsenlampe, und zwar – wie im Abschnitt 1.18.5. beschrieben – in einem etwas größeren Abstand als 35 mm. Die Linse wird dann so verschoben, daß der Lichtpunkt auf

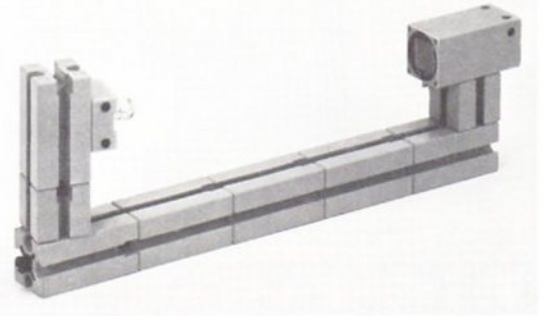


Abb. 137

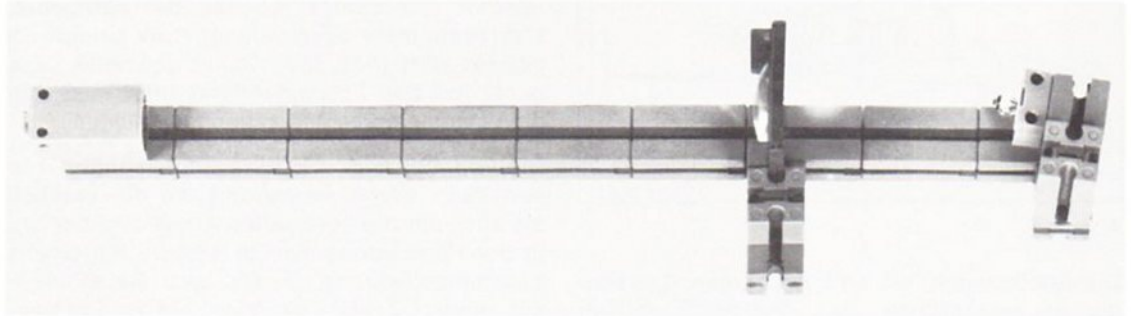


Abb. 138

**1.19. Fotowiderstand** (nur im u-t3/1 – sowie im u-t4 und u-t4/1 – enthalten)

widerstand werden in Reihe geschaltet. Der Fotowiderstand wird durch eine Linsenlampe

### 1.19.1. Eigenschaften

Der Fotowiderstand (Abb. 139) ist ein elektronisches Bauelement, das seinen Widerstandswert in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke ändert. Er besteht aus zwei kammartigen Elektroden, die auf den lichtempfindlichen Stoff Cadmiumsulfid aufgedampft sind. Die Abb. 140 zeigt den Aufbau eines fischer-technik-Fotowiderstands.



Abb. 139

Trifft Licht auf die Cadmiumsulfid-Schicht, so werden darin Ladungsträger frei, die die Leitfähigkeit zwischen den Elektroden erhöhen.

Schaltet man den Fotowiderstand in einen Stromkreis ein, so fließt bei schwacher Beleuchtung nur wenig Strom; wird die Schicht stärker beleuchtet, so steigt auch der Strom an. Die Änderung der Leitfähigkeit und damit des Widerstandswerts erfolgt durch die Intensität des Lichts.

### 1.19.2. Schaltungen

Mit der Schaltung in der Abb. 141 läßt sich das Widerstandsverhalten des Fotowiderstands demonstrieren. Eine Kugellampe und der Foto-

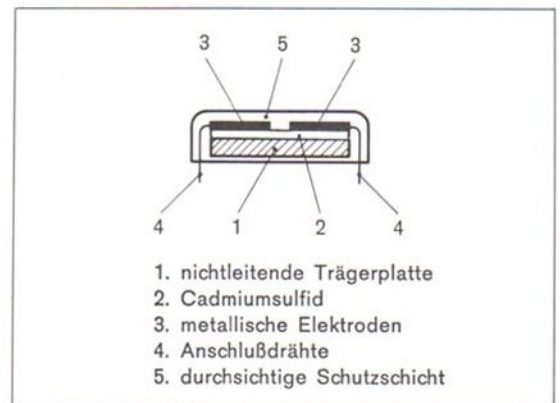


Abb. 140



beleuchtet. Ist die Entfernung zwischen Fotowiderstand und Linsenlampe groß, so glimmt die Lampe im Stromkreis des Fotowiderstands nur leicht. Bei Annäherung der Linsenlampe an den Fotowiderstand leuchtet die Lampe heller. Der Widerstandswert des Fotowiderstands, der die Stromstärke im Stromkreis bestimmt, ist zunächst sehr hoch, so daß zwar Strom fließt, die Lampe aber nur schwach glimmt. Erst eine intensive Beleuchtung des Fotowiderstands senkt dessen Widerstandswert, so daß die Lampe in seinem Stromkreis leuchtet. Dabei zeigt der Fotowiderstand kein eindeutiges Schalterverhalten. Die Lampe wird nicht plötzlich ein- oder ausgeschaltet; vielmehr ändert sich ihre Helligkeit in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke des Fotowiderstands stetig.

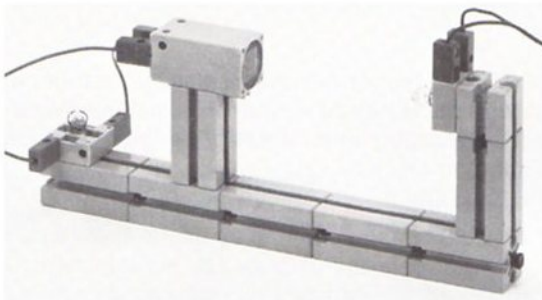


Abb. 141

Will man den Fotowiderstand zum Ein- und Ausschalten eines Motors, eines Magneten oder einer Lampe verwenden, so muß man ihn mit dem Relaisbaustein in Reihe schalten (Abb. 142).

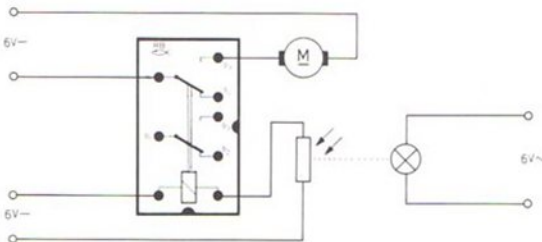


Abb. 142

Bei dieser Reihenschaltung von Fotowiderstand und Relais wird durch Beleuchtung des Fotowiderstands dessen Widerstandswert gesenkt. Damit sinkt auch die an ihm abfallende Spannung, so daß die Spannung am Relais ansteigt, da die angelegte Gesamtspannung unverändert bleibt. Gleichzeitig erhöht sich wegen des geringeren Gesamtwidestands die Stromstärke. Das Relais zieht also an.

Ein Abdunkeln des Fotowiderstands erhöht dessen Widerstandswert, die Spannung am Fotowiderstand steigt an, dafür sinkt sie am Relais; es fällt also ab.

Führt man die Stromkreise der zu schaltenden Verbraucher über die Relaiskontakte, so können sie durch das Zusammenwirken von Fotowiderstand und Relais durch die Relaiskontakte geöffnet und geschlossen werden.

Bei der Schaltung in der Abb. 142 wird der Fotowiderstand von einer Lampe beleuchtet. Diese Anordnung bezeichnet man als Lichtschranke.

Ist die Lichtschranke nicht unterbrochen und der Fotowiderstand hell beleuchtet, so zieht das Relais an. Wird sie unterbrochen und wird dadurch der Fotowiderstand abgedunkelt, so fällt das Relais ab. Man kann also auf diese Weise durch Licht Motoren, Magnete oder Lampen steuern.

### 1.19.3. Verwendung des Fotowiderstands in Verbindung mit dem Relais-Baustein

Mit Hilfe einer Lichtschranke können Steuerungsvorgänge ausgelöst werden, die zur Überwachung verschiedener Einrichtungen dienen.

Die Abb. 143 zeigt das Modell einer Stanzmaschine, die mit einer Lichtschrankensicherung zur Verhütung von Unfällen ausgerüstet ist. In der Abb. 144 ist der Schaltplan dargestellt. Beim Einschalten der Lichtschranke zieht das Relais an. Dadurch wird über einen Arbeitskontakt des Relais der Motor der Maschine eingeschaltet. Unterbricht man die Lichtschranke, wie dies bei einem unbedachten Eingreifen in die Maschine der Fall wäre, so fällt das Relais ab und schaltet den Motor aus.

Um störendes Fremdlicht abzuhalten, trägt der Fotowiderstand eine Störlichtkappe. Ihre Funktion wird im Abschnitt 1.20. näher beschrieben.

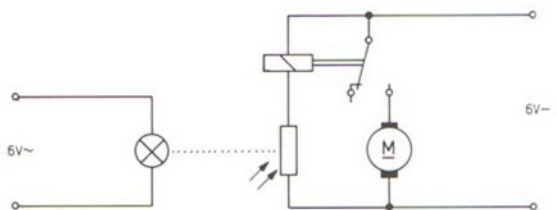


Abb. 144

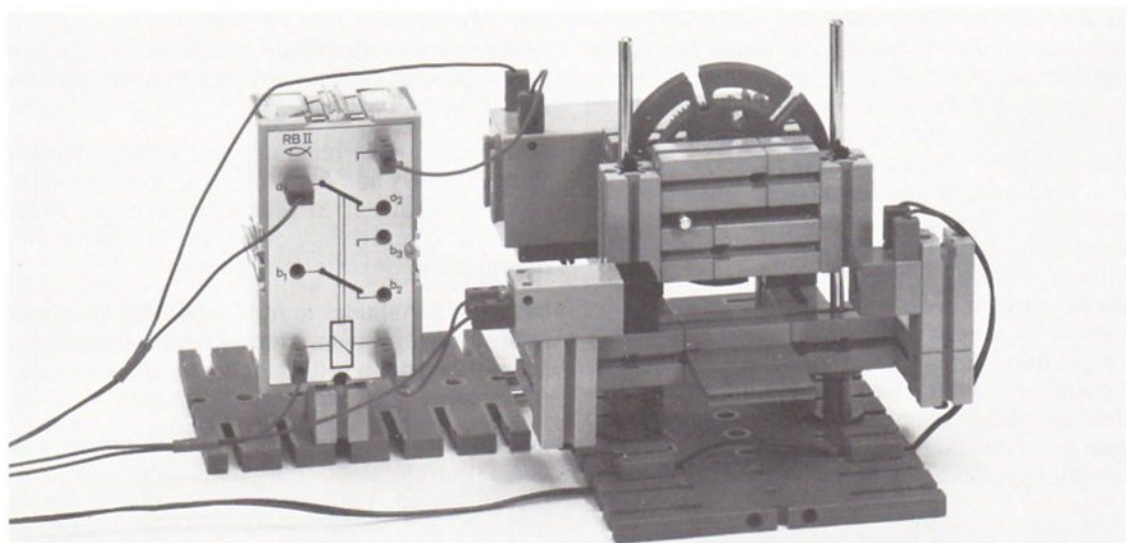


Abb. 143

Das Modell in der Abb. 145 stellt eine einfache Alarmanlage dar, bei der ein Unterbrechen der Lichtschranke durch einen Summer angezeigt wird. Dieser besteht aus einem Elektromagneten mit einer Rückschlußplatte, die leicht federnd über den Magnetpolen aufgehängt ist.

Wird der Magnet mit Wechselstrom betrieben, so wird die Rückschlußplatte in schnellem Wechsel angezogen und abgestoßen, wodurch ein Summton entsteht.

Die Schaltung der Anlage ist in der Abb. 146 dargestellt. Sie funktioniert ähnlich wie die

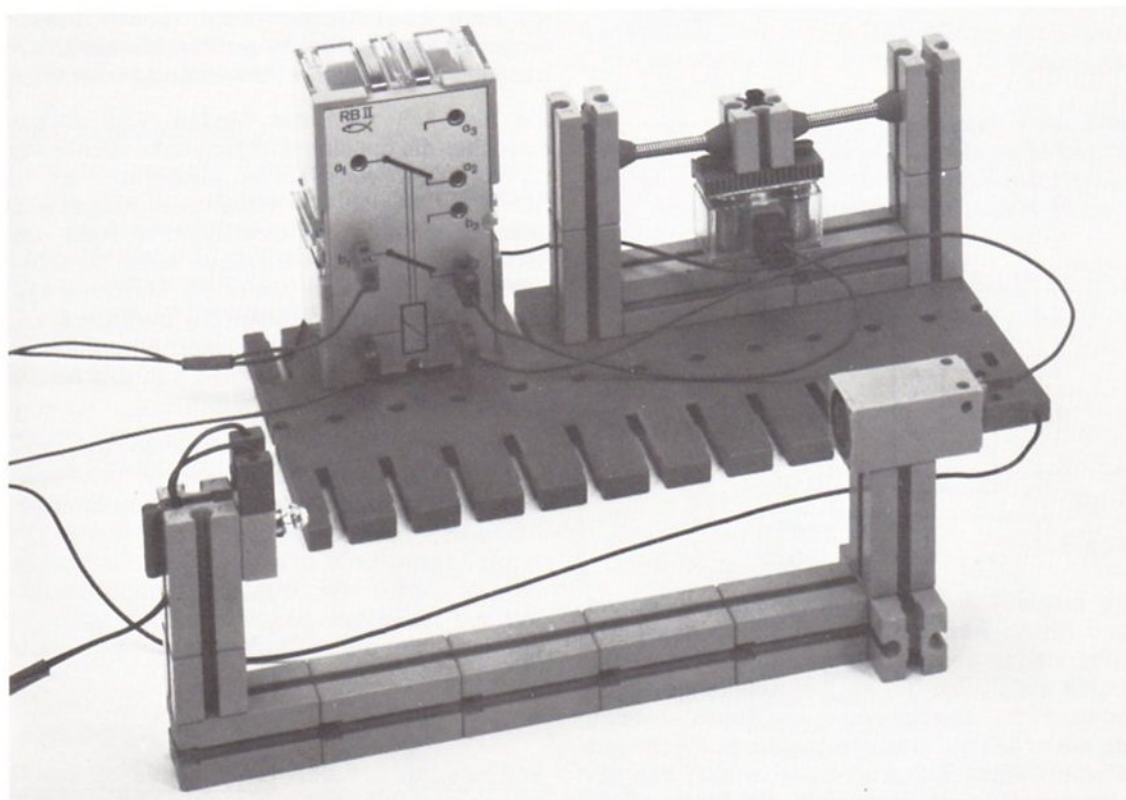


Abb. 145



vorige Schaltung. Wird die Lichtschranke eingeschaltet, so zieht das Relais an. Da der Summer über den Ruhekontakt des Relais gesteuert wird (vgl. Abschnitt 1.17.3.), ist er bei eingeschaltetem Relais außer Betrieb. Wird die Lichtschranke unterbrochen, so fällt das Relais ab; der Ruhekontakt schließt sich und schaltet den Summer ein.

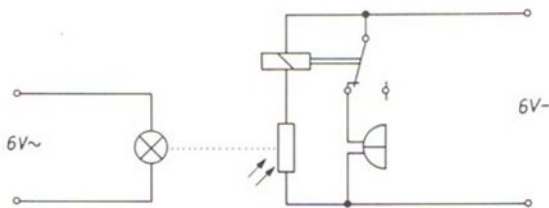


Abb. 146

#### 1.19.4. Lichtschrankenweite

Mit der einfachen Kombination von Lampe und Fotowiderstand erreicht man nur geringe Lichtschrankenweiten, da ungebündeltes Licht den Fotowiderstand auf eine Entfernung von mehr als etwa 6 cm nicht intensiv genug beleuchtet, um ein Anziehen des Relais zu bewirken. Für größere Lichtschrankenweiten ist es erforderlich, das Licht der Lampe durch die plan-konvexe Linse zu bündeln. Wie dies geschieht, wurde im Abschnitt 1.18. beschrieben. Baut man eine Lichtschranke mit Linsenlampe und Linse auf, wie dies die Abb. 138 zeigt, so erreicht man Lichtschrankenweiten bis zu 40 cm.

#### 1.20. Störlichtkappe (nur im u-t3/1 – sowie im u-t4 und u-t4/1 – enthalten)

Störlichtkappen werden in Verbindung mit dem Fotowiderstand verwendet. Sie werden vor die Öffnung des Fotowiderstands gesetzt (Abb. 147 und 148).



Abb. 147

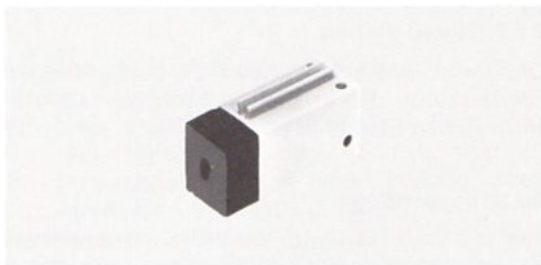


Abb. 148

Bei Schaltungen mit Lichtschranken, wie sie z. B. im Abschnitt 1.19. beschrieben wurden, kann es vorkommen, daß das Relais beim Unterbrechen der Lichtschranke, also beim Abdunkeln des Fotowiderstands, nicht abfällt. Dieser Fehler beruht meist darauf, daß der Fotowiderstand nicht allein durch die Lampe der Lichtschranke beleuchtet wird, sondern auch noch durch eine andere Lichtquelle, z. B. durch helles Licht in der Nähe eines Fensters oder durch eine Lampe im Raum.

Um den Fotowiderstand gegen solches Störlicht abzuschirmen, setzt man eine der beiden schwarzen Störlichtkappen vor den Fotowiderstand. Dieser kann dann nur auf Licht reagieren, das direkt von vorn durch die Öffnung einfällt. Schräg von oben oder von der Seite kommendes Licht wird abgehalten. Die beleuchtete Fläche des Fotowiderstands ist in diesem Fall allerdings kleiner. Reicht jetzt die Lichtintensität nicht aus, um das Relais einzuschalten, so muß die Lichtschrankenweite im Vergleich zur Beleuchtung ohne Störlichtkappe etwas verringert werden.

## 2. Besondere Bauelemente des Lernbaukastens u-t 3

### 2.1. Zwischenstecker

#### 2.1.1. Eigenschaften

Die Zwischenstecker haben an beiden Enden Steckerstifte, die in die Buchsen der elektro-technischen Elemente passen.

#### 2.1.2. Verwendung

Wie die Abb. 149 und 150 zeigen, können damit zwei oder mehr Lampen parallel geschaltet werden. Die Zwischenstecker können ferner auch zur Befestigung von Klemmkontakten (Abb. 151) und zum Verlängern von Kontaktstücken (Abb. 152) verwendet werden.

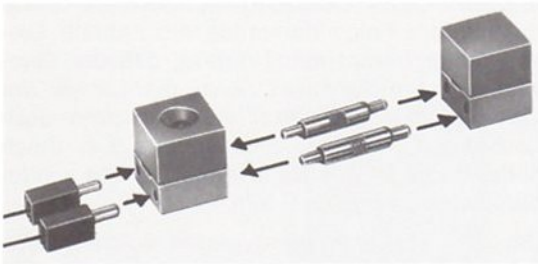


Abb. 149

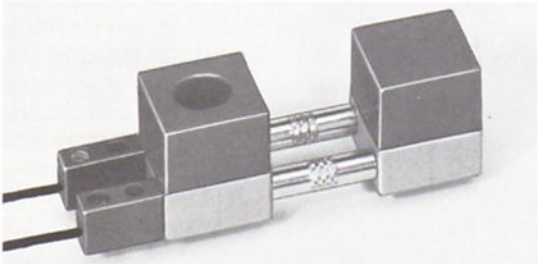


Abb. 150

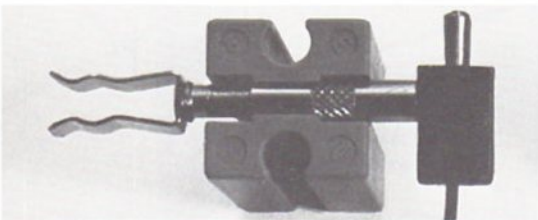


Abb. 151

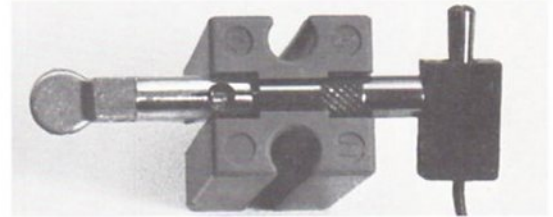


Abb. 152

### 2.2. Steckerbuchsen

Steckerbuchsen dienen hauptsächlich zur Verlängerung von Kontaktstücken oder Zwischensteckern. Die Abb. 153 und 154 zeigen Beispiele für die Verwendung.

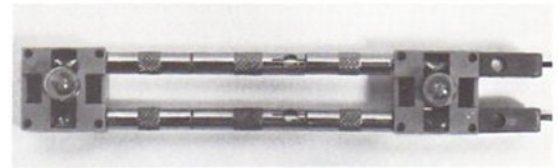


Abb. 153

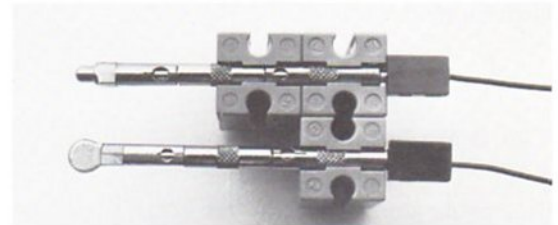


Abb. 154

### 2.3. Kupplungsachse

#### 2.3.1. Eigenschaften

Die Kupplungsachse besteht aus vernickeltem Stahl. An einem Ende ist sie mit einem Stift versehen, am anderen mit einer Buchse. Sie kann dadurch auf einfache Weise als elektrischer Leiter in einem Stromkreis eingesetzt und mit einer zweiten Achse gekuppelt werden.



### 2.3.2. Verwendung

Die Kupplungsachse wird vorwiegend in der Funktion einer Stromschiene verwendet, von der an jeder beliebigen Stelle Spannung abgenommen werden kann. Dies geschieht mit Hilfe von verschiedenen Kontakten (Abb. 155; vgl. auch Abb. 109).

Paarweise eignen sich Kupplungsachsen z. B. auch gut als Zuleitungen für Scheinwerfer, wobei sie gleichzeitig als Stützen fungieren (Abb. 156).

Sie können aber auch als Stromschiene bzw. Schlefschiene bei der Stromversorgung nicht ortsfester elektrischer Verbraucher dienen, die aus verschiedenen Gründen nicht über Kabel mit Strom versorgt werden können. In solchen Fällen werden zwei Schienen an die Stromquelle angeschlossen; über zwei Kontakte, die unter Federdruck stehen und während einer Verschiebung oder Bewegung des betreffenden Verbrauchers auf den Schienen schleifen, wird Spannung aufgenommen und dem Verbraucher zugeführt.

Die Abb. 157 zeigt das Modell einer Lampe, die nicht durch Kabel, sondern durch fest mon-

tierte Schienen mit Strom versorgt wird. Die Stromabnehmer, die an Federgelenksteinen befestigt sind, schleifen beim Verschieben der Lampe auf den Schienen und versorgen die Glühlampe zuverlässig mit elektrischer Energie.

Da die Kupplungsachsen Stecker und Buchsen besitzen, können mehrere Achsen zusammengesteckt werden. Auf diese Weise lassen sich z. B. Stromschiene für Elektrofahrzeuge herstellen, denen die benötigte Energie über Schienen oder Oberleitungen zugeführt werden soll.

Die Abb. 158 zeigt, wie eine einpolige Oberleitung aufgebaut werden kann. Als Stromabnehmer eignen sich verschiedene Elemente, z. B. Schwingfedern. In der Abbildung sind für die Stromabnahme von einer Leitung zwei Schwingfedern vorhanden, weil bei jeder Schwingfeder in der vorliegenden Konstruktion der Kontakt mit der Oberleitung jedesmal kurz unterbrochen wird, wenn sie über die Halterung der Kupplungsachse schleift. Die andere Schwingfeder liegt in diesem Augenblick jedoch fest an der Schiene an, so daß eine ununterbrochene Stromversorgung gewährleistet ist.

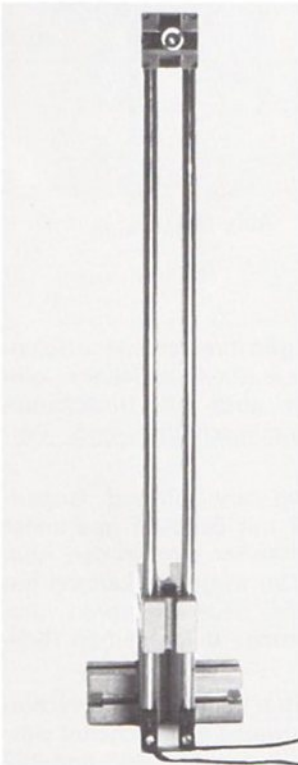


Abb. 156

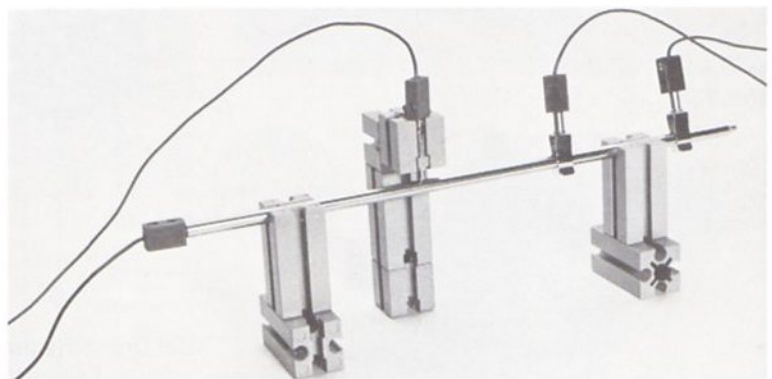


Abb. 155

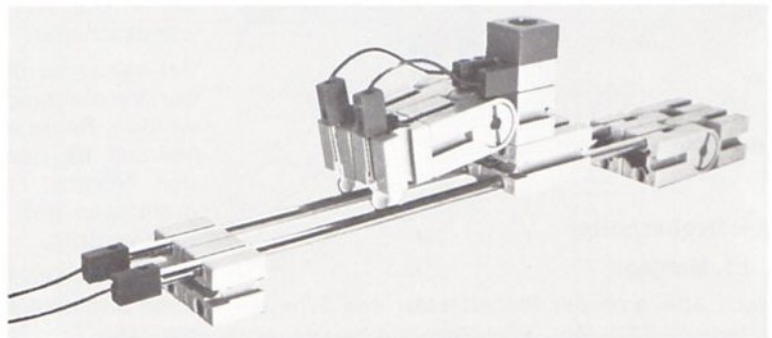


Abb. 157

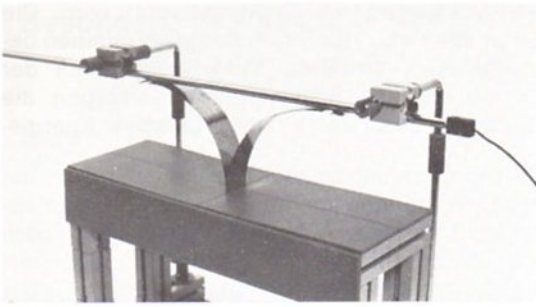


Abb. 158

Die Abb. 159 zeigt das Modell eines Elektrofahrzeugs, das nicht über Kabel, sondern über die Schienen mit Strom versorgt wird. In der Abb. 160 sind die Stromabnehmer zu sehen, die aus Federkontakten bestehen.

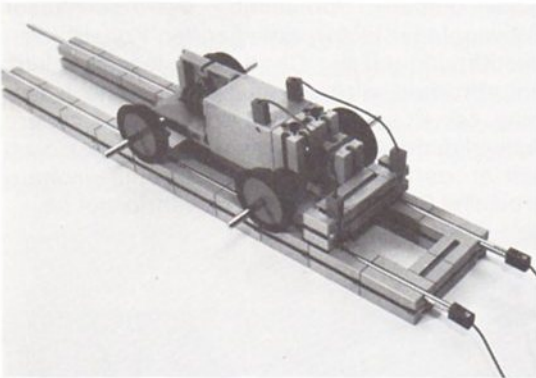


Abb. 159

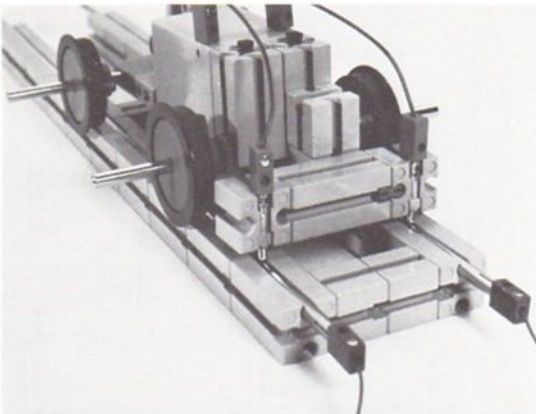


Abb. 160

## 2.4. Drehschalter

### 2.4.1. Montage

Nach Abnahme der Flügelmutter des Schalterunterteils kann der Schaltring mit seinen acht Federkontakten eingesetzt werden (Abb. 161).

Das Schalterunterteil trägt einen Zapfen, durch den der Drehschalter mit anderen Elementen verbunden werden kann (Abb. 162).

Die Federkontakte des Schaltrings können herausgenommen und für andere Zwecke, z. B. als Schleifkontakte, verwendet werden (Abb. 163).



Abb. 161



Abb. 162

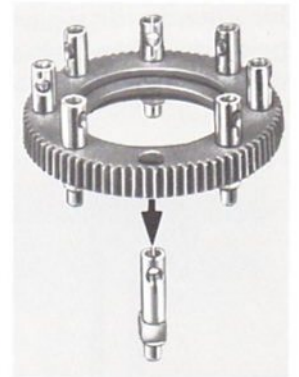


Abb. 163

Der Drehschalter ermöglicht verschiedene Schaltungen. Er kann z. B. als Ein-/Aus-Schalter eingesetzt werden, aber auch als Umschalter, Serienschalter, Programmschalter und Polwendschalter.

Bei seiner Verdrahtung kann mit sog. fliegender Verdrahtung oder mit Brücken gearbeitet werden. Beide Möglichkeiten sind in den Abb. 164 und 165 gezeigt. Die fliegende Leitung hat den Nachteil, daß sie nach mehreren Umdrehungen des Schaltrings in derselben Richtung verdrillt.

Mit beiden Anschlußarten können drei verschiedene Stromkreise wahlweise eingeschaltet werden. Die Schaltbilder in den Abb. 166 und 167 verdeutlichen die Funktion. Dabei stellt der



innere Kreis den Schaltring dar, der äußere das Schalterunterteil. Bei der in den Zeichnungen jeweils vorliegenden Stellung des Schaltrings brennt in Abb. 166 die obere, in Abb. 167 die mittlere der drei Lampen.

Das Schaltbild in der Abb. 168 zeigt die Verdrahtung bei einer Serienschaltung für zwei Lampen, die so wirkt, daß in einer bestimmten Stellung des Schaltrings keine Lampe brennt, in einer anderen eine der beiden Lampen aufleuchtet und in einer weiteren die zweite dazu geschaltet wird.

Um die Ergebnisse der verschiedenen Schalterstellungen ablesen zu können, wurden für diese und die folgende Verdrahtung Tabellen angefertigt. Die Ziffern in der vorderen Spalte geben die Stellung an, die der mit einem schwarzen Punkt gekennzeichnete innere Kontakt jeweils gegenüber den äußeren Kontakten einnimmt. Z. B. bedeutet Stellung 2, daß der gekennzeichnete Kontakt auf Kontakt 2 des Unterteils eingestellt wird.

Das Schaltbild in der Abb. 169 zeigt die Anschlußmöglichkeiten für eine Polwendeschaltung, durch die eine Gleichspannung umgepolt werden kann, so daß z. B. ein Elektromotor mit Linksdrehung oder mit Rechtsdrehung läuft. Die Tabelle gibt Auskunft darüber, in welcher Stellung des Schaltrings eine Polwendung erfolgt.

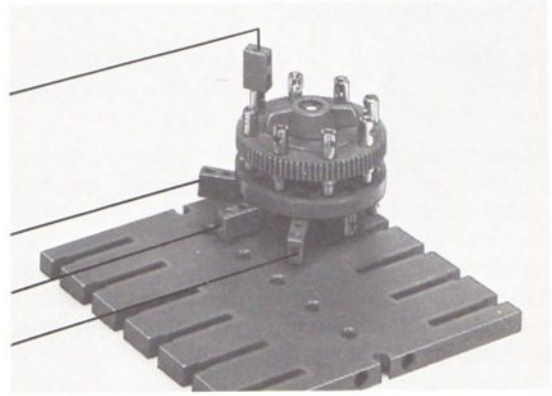


Abb. 164

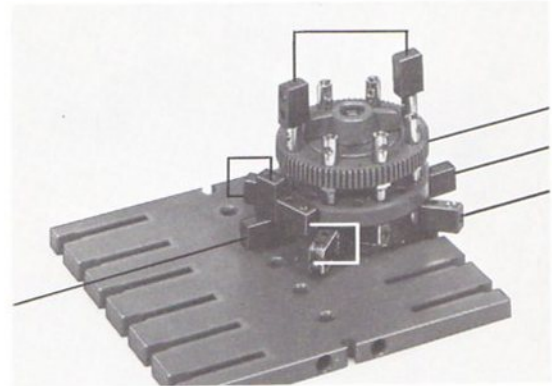


Abb. 165

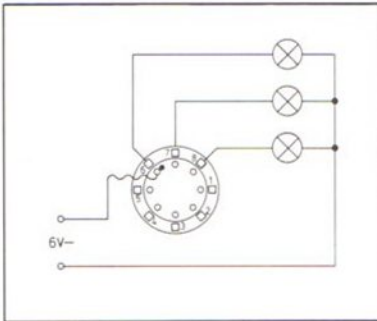


Abb. 166

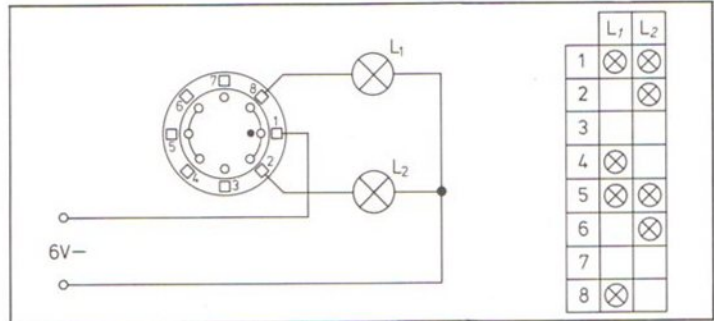


Abb. 168

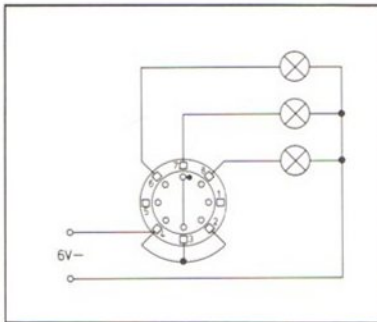


Abb. 167

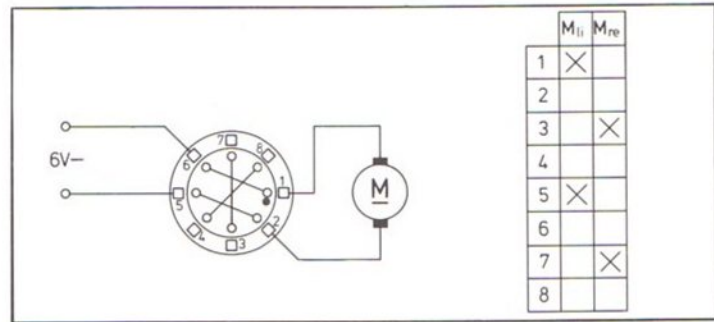


Abb. 169

## 2.5. Kupplungshülse

Die Kupplungshülse dient zum Kuppeln einer Motorschnecke mit Kegelzahnradern oder Zahnradern Z 10 (Abb. 170).

Um die Funktionsweise eines Generators zu demonstrieren, können zwei Motoren mit den beiden Schnecken gekuppelt werden (Abb. 171). Wird der eine Motor eingeschaltet, so dreht er den Anker des zweiten Motors, so daß dieser wie ein Generator arbeitet und durch Induktion Spannung liefert, durch die eine Glühbirne zum Glimmen gebracht werden kann.

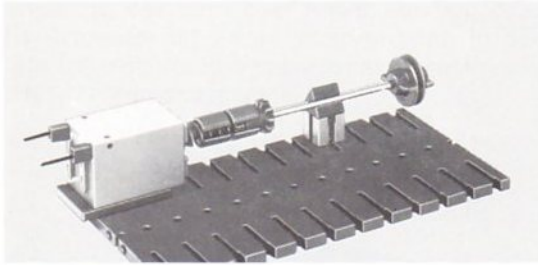


Abb. 170

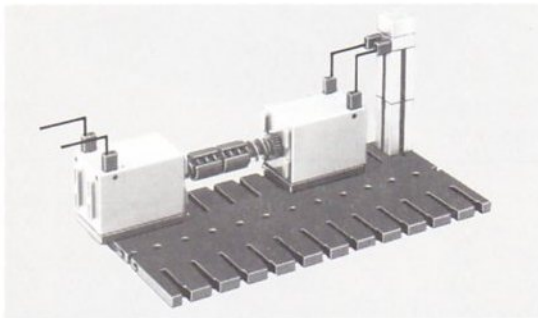


Abb. 171

## 2.6. Schleifring mit Buchsen

### 2.6.1. Eigenschaften

Der Schleifringkörper besteht aus einer Kunststoffscheibe, die mit Hilfe einer Radnabe auf Achsen montiert werden kann (Abb. 172 und 173). Die Schleifbahnen sind aus vernickeltem Messing. Sie sitzen voneinander isoliert auf dem Schleifringkörper. Jede Schleifbahn ist mit einer der beiden Anschlußbuchsen elektrisch leitend verbunden.

Der Schleifring dient vorwiegend zur Übertragung von elektrischer Energie auf Verbraucher, die eine Drehbewegung ausführen und daher nicht mit festen Leitungen angeschlossen wer-

den können; solche Verbraucher können Motoren, Elektromagnete oder Lampen sein (vgl. Abschnitt 1.12.).

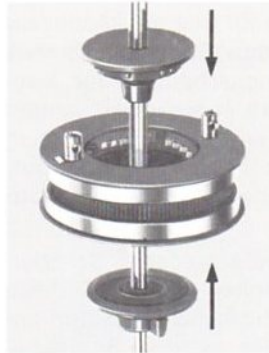


Abb. 172



Abb. 173

### 2.6.2. Stromzuführungen

Die Stromzuführung auf die Schleifringe erfolgt mit Hilfe von Schleifkontakten, die durch Federdruck auf die Schleifbahnen gedrückt werden. Die Abb. 174 und 175 zeigen verschiedene Konstruktionen von Stromzuführungen für die Stromversorgung einer rotierenden Lampe.

In der Abb. 174 werden die Stromzuführungskontakte, zwei Kontaktstücke, mit Federgelenksteinen angedrückt. In der Abb. 175 sind beide Kontakte unmittelbar nebeneinander eingesetzt. Dies ist nur möglich, wenn anstelle der Gelenksteine ein Federfuß verwendet wird. Dieser hat drehbare Zapfen, so daß auch die Halterung der Kontakte verdrehbar ist und beide Stromzuführungen zuverlässig auf die Schleifringe gedrückt werden.

Auch Federkontakte können als Stromzuführungen verwendet werden, wie die Abb. 176 und 177 zeigen.

### 2.6.3. Verwendung

Die Schleifringe können z. B. für die Stromversorgung von sich drehenden Lampen bei Karussells, Riesenrädern und Leuchtfedern eingesetzt werden. Außerdem eignen sie sich für die Stromversorgung bei Drehkränen und Magnetkupplungen.

Die Abb. 178 zeigt die Konstruktion einer elektromagnetischen Kupplung. Der eingebaute Elektromagnet kann während der Rotation über die Schleifringe mit Strom versorgt werden. Wird er eingeschaltet, dreht sich die Welle mit, auf der die runde Rückschlußplatte sitzt (vgl. Abb. 80).



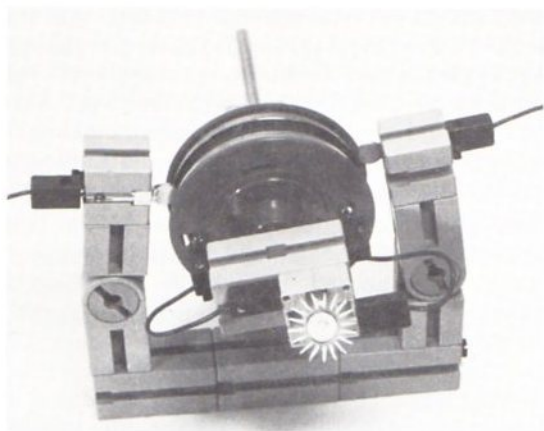


Abb. 174

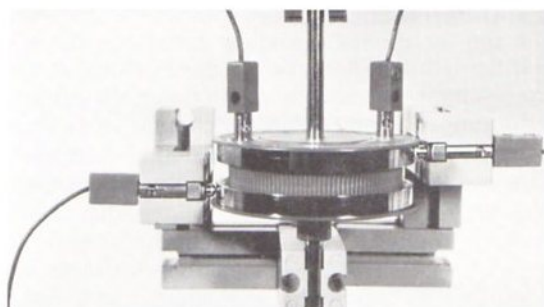


Abb. 176

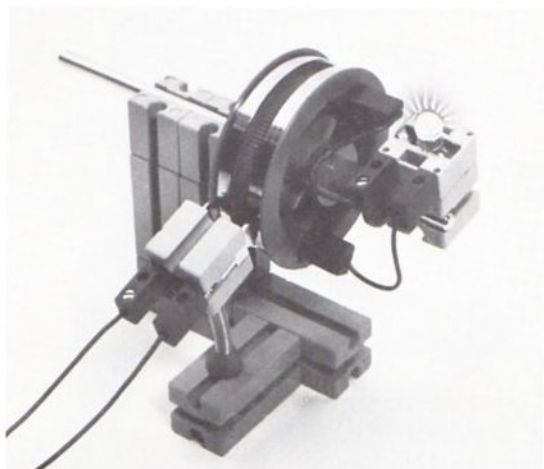


Abb. 175

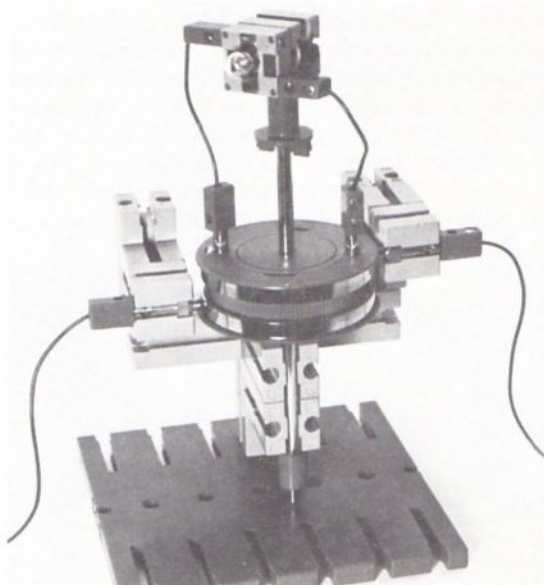


Abb. 177

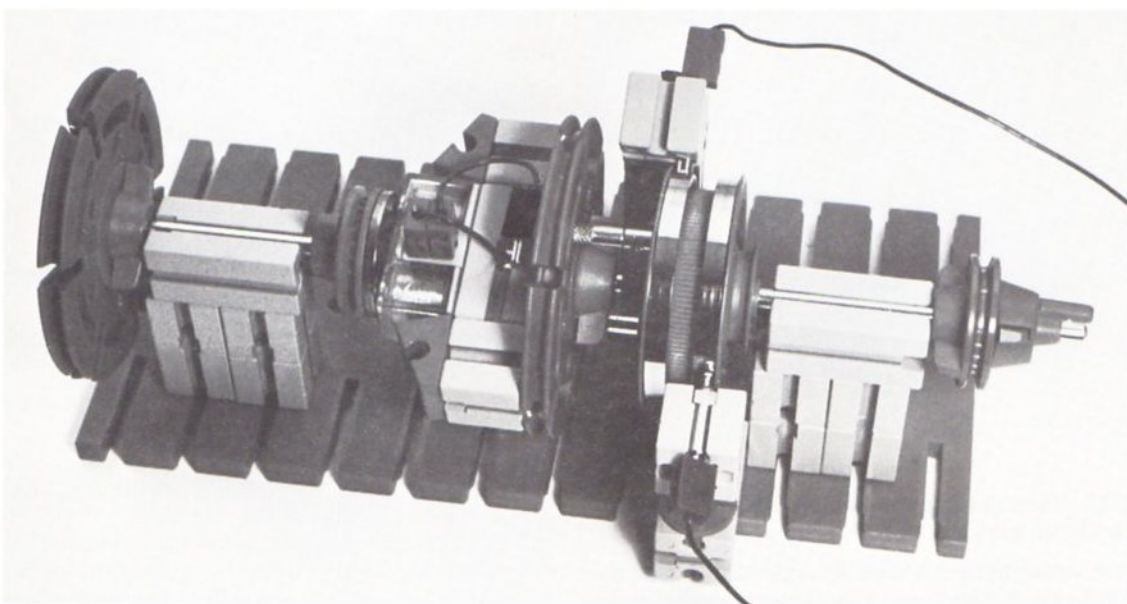


Abb. 178

## 2.7. Unterbrecherstücke

Der Schleifring kann auch in der Funktion einer Programmwalze und in Verbindung mit Stromzuführungen und Stromabnehmern als Programmschalter eingesetzt werden. Für diesen Zweck muß er mit Unterbrecherstücken besetzt werden.

### 2.7.1. Montage

Die Abb. 179 und 180 zeigen, wie Unterbrecherstücke auf Schleifringen befestigt werden. Ein Baustein dient dabei als Werkzeug. Sein Zapfen wird in die Aussparung des runden Einsatzes in der Mitte des Unterbrecherstücks gesetzt und der Riegel durch Drehen des Bausteins in Längsrichtung gestellt. Nun kann das Unterbrecherstück an jeder beliebigen Stelle auf die Schleifbahn gesetzt werden. Nach einer Drehung des Riegels um 90 Grad sitzt es unverschiebbar fest.

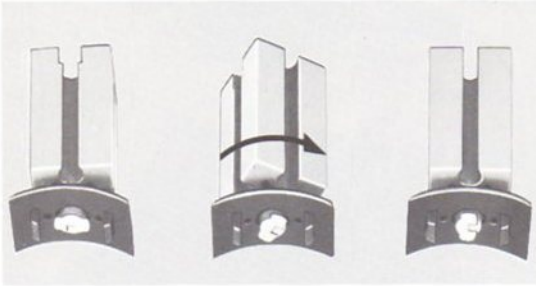


Abb. 179

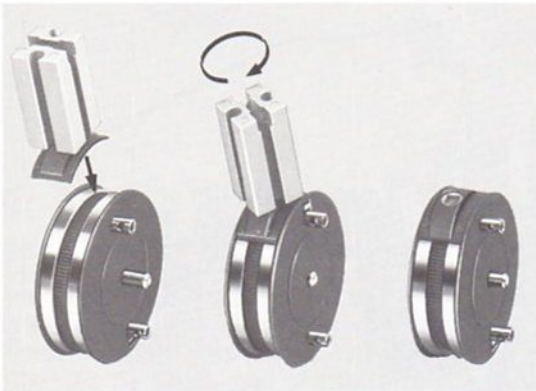


Abb. 180

### 2.7.2. Verwendung von Schleifringen in Verbindung mit Unterbrecherstücken

Die Abb. 181 zeigt den Einsatz eines Schleifrings in Verbindung mit einem zweiseitigen Unterbrecherstück. Verbindet man die Schleif-

ringbuchsen mit einem Kabel und setzt auf die Schleifbahnen zwei Schleifkontakte, so arbeitet das Modell, wenn die Kurbel gedreht wird, wie ein Schalter. Schleifen beide Kontakte auf Metall, so sind die beiden Leitungen elektrisch miteinander verbunden. Schleifen die Kontakte auf dem Unterbrecherstück, so sind sie voneinander getrennt.

Verwendet man einseitige Unterbrecherstücke wie in der Abb. 182, so schleift ein Kontakt ständig auf der einen freien Schleifringbahn, der zweite Kontakt wird entsprechend dem auf der zweiten Schleifbahn vorgegebenen „Programm“ abgehoben oder angelegt, so daß mit diesem Modell ebenfalls ein Stromkreis in einstellbaren Zeitintervallen geöffnet und geschlossen werden kann.

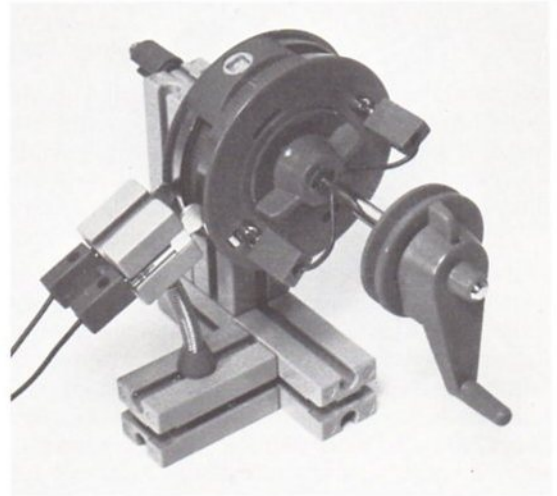


Abb. 181

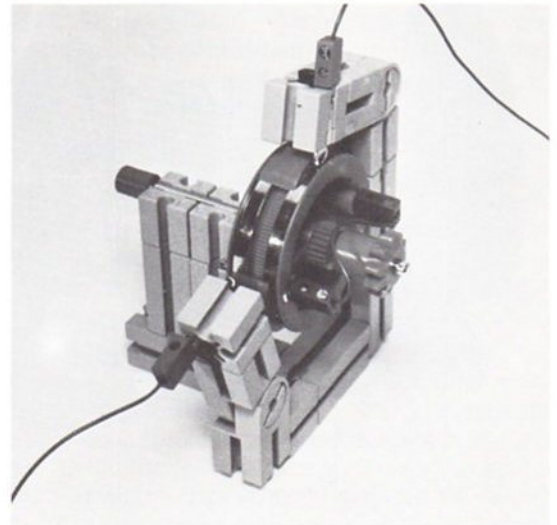


Abb. 182



Die Abb. 183 zeigt das Modell einer Blinkanlage ähnlich wie in der Abb. 108, jedoch werden hier die Schaltzeiten durch Unterbrecherstücke auf den Schleifbahnen und durch die Drehzahl der Welle geregelt.

Schleifringe mit Unterbrecherstücken können auch als Nockenscheiben eingesetzt werden und ähnlich wie die Steuerscheiben (vgl. Abb. 106) Kontakthebel oder einen Taster betätigen (Abb. 184).

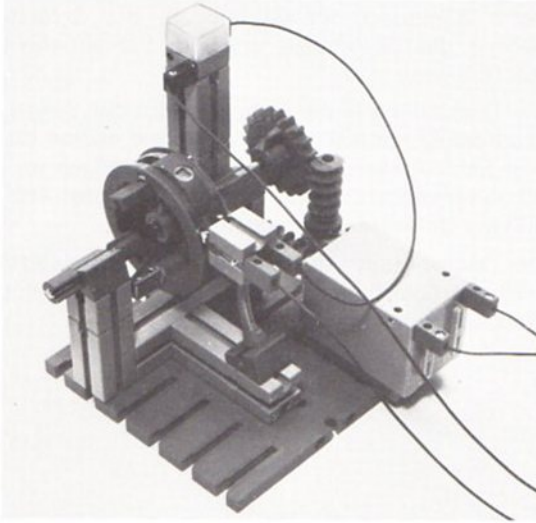


Abb. 183

Der Lernbaukasten u-t 3 enthält in der alten Bestückung einen weiteren Schleifring, der anstelle von Buchsen Stifte trägt. Der Schleifring mit Buchsen kann mit diesem Schleifring gekuppelt werden (Abb. 185 und 186).

Verbindet man nun noch die beiden Buchsen miteinander, so sind alle vier Schleifringe elektrisch miteinander verbunden. Man erhält damit eine Programmwalze zum Schalten von zwei bis drei Stromkreisen (Abb. 187). Eine Schleifbahn bleibt blank und dient der Stromzuführung, die anderen werden der gewünschten Steuerung entsprechend mit Unterbrecherstücken besetzt und von Stromabnehmern abgegriffen. Sollen kleinere Strecken isoliert werden, als es die Größe eines Isolierstücks ermöglicht, so kann man auch Klebestreifen auf die Schleifringe kleben.

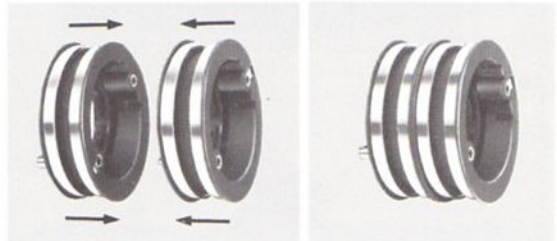


Abb. 185

Abb. 186

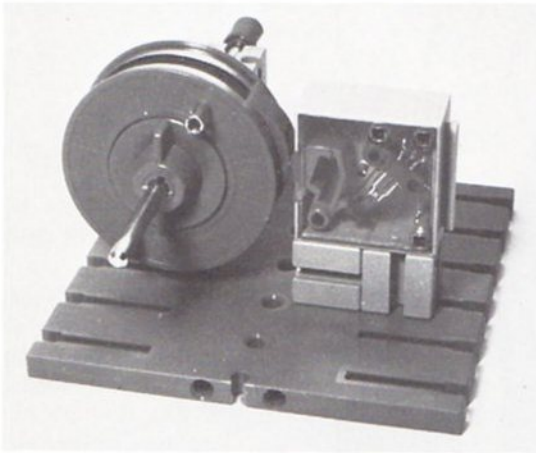


Abb. 184

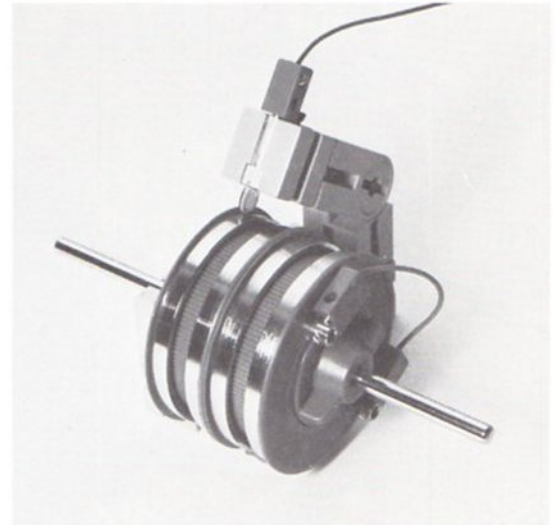


Abb. 187

## 2.8. Schleifring mit Stiften

Im Abschnitt 2.7.2. wurde beschrieben, wie ein Schleifring als einfacher Programmschalter für die automatische Steuerung eines Stromkreises eingesetzt werden kann.

Die Abb. 188 zeigt eine solche Programmwalze als Steuerelement für eine Signallampe mit zwei Lampen.

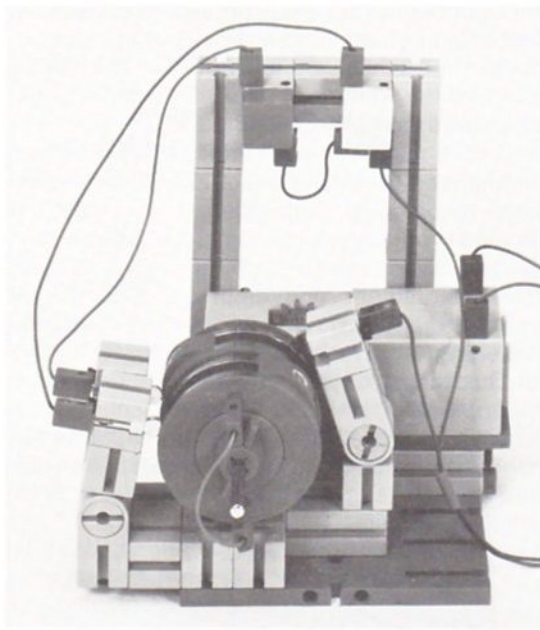


Abb. 188

Bei einer zweckmäßigen Anordnung von Stromabnehmern und Unterbrecherstücken können drei Stromkreise gesteuert werden, wie die Abb. 189 mit dem Modell einer Verkehrsampel zeigt.

Würde man bei diesem Modell die vier Schleifbahnen aufrollen und als gerade Streifen darstellen, so ergäbe sich das Bild der Abb. 190. Die hellen Flächen stellen Unterbrecherstücke dar. Die Schleifbahn 1 dient der Stromzuführung, sie ist daher nicht abgedeckt. Die Schleifbahn 2 steuert die Grünphase, die Schleifbahn 3 die Gelbphase und die Schleifbahn 4 die Rotphase.

Die Darstellung in der Abb. 191 zeigt den Schaltplan des Modells. Die vier Scheiben stellen die vier Schleifbahnen dar. Sie sind elektrisch miteinander verbunden und entsprechend der Abb. 190 mit Unterbrecherstücken besetzt.

Der Motor zum Antrieb der Programmwalze wird mit Gleichstrom, die Lampen werden mit Wechselstrom versorgt.

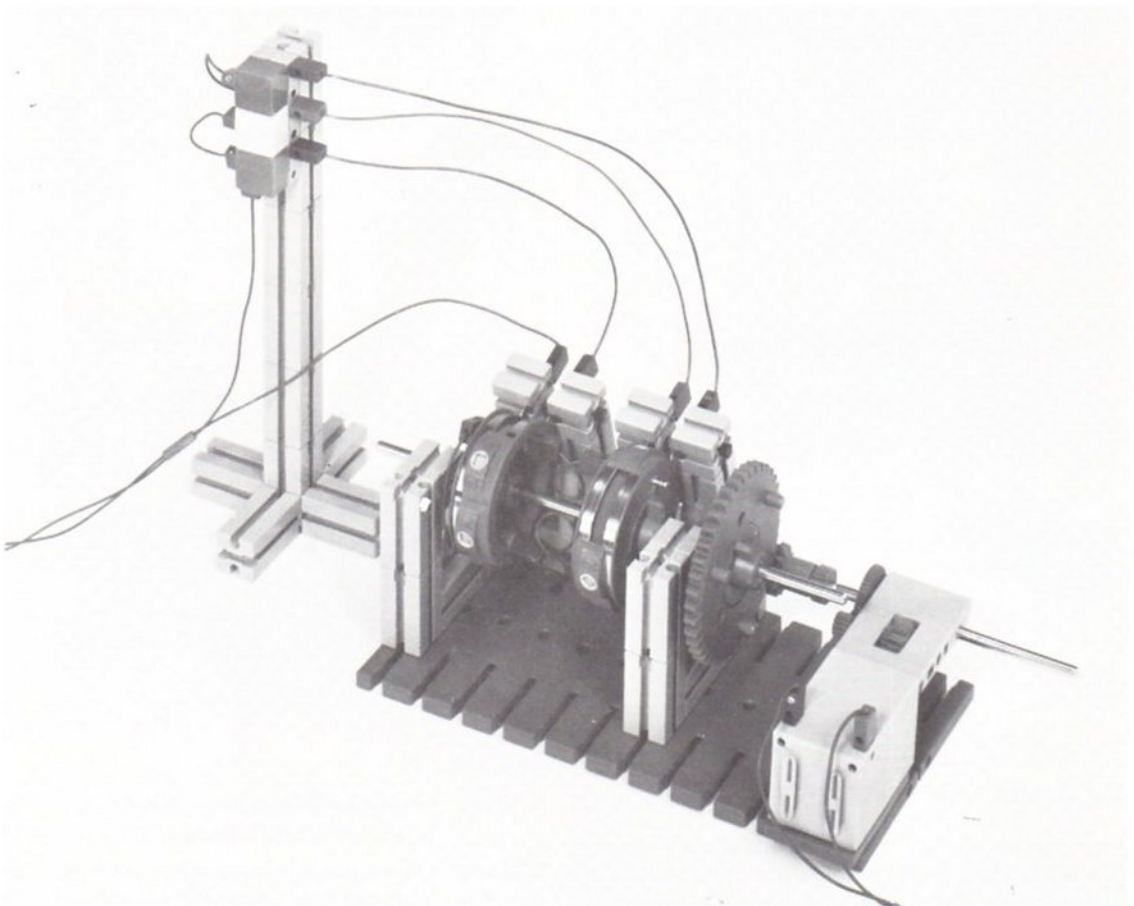


Abb. 189



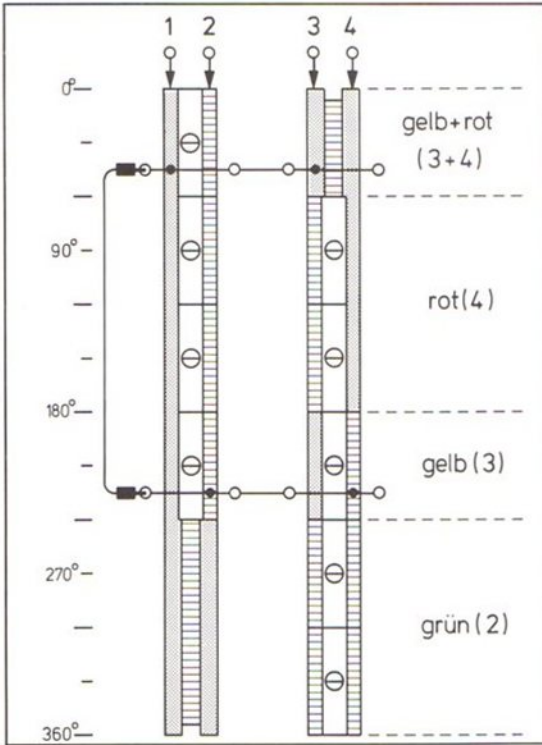


Abb. 190

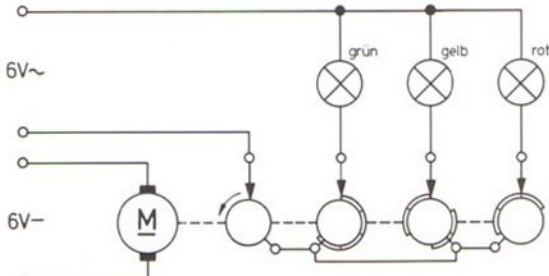


Abb. 191

Der Schleifring mit Stiften kann auch zur Stromversorgung von rotierenden Verbrauchern dienen, wie dies im Abschnitt 2.6.2. beschrieben wurde. Soll nicht nur ein Verbraucher, sondern ein weiterer und zwar unabhängig vom anderen geschaltet werden, so bedarf es mehrerer Schleifbahnen. Dies kann z. B. bei einem Modell eines Drehkrans mit zwei Motoren, die oberhalb des Drehgelenks mit Strom versorgt werden sollen, der Fall sein.

Werden beide Verbraucher von derselben Spannungsquelle versorgt, so können sie über einen Schleifring unabhängig voneinander gesteuert werden, wenn man die Drehachse für die Stromübertragung mit heranzieht. Wie die

Schaltung dann aufgebaut wird, zeigt die Abb. 192.

Hat man allerdings verschiedene Spannungsquellen, z. B. Wechselstrom für eine Beleuchtung und Gleichstrom für einen Motor, so braucht man vier Schleifbahnen. In diesem Fall werden zwei Schleifringe übereinandergesetzt. Die Abgänge des unteren müssen durch die beiden Schlitze des oberen (Abb. 193) an der Drehachse entlang geführt werden. Dazu muß man die Stecker entfernen und nach dem Durchziehen der Kabel wieder anschrauben.

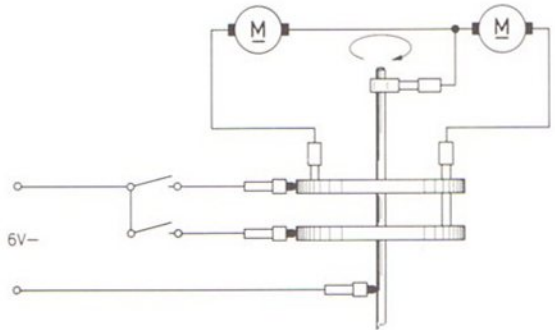


Abb. 192

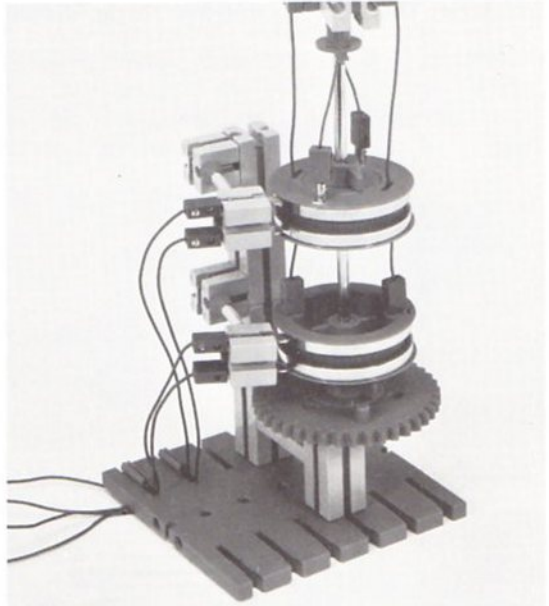


Abb. 193

Die Abb. 194 zeigt, wie zwei rotierende Verbraucher unabhängig voneinander mit Hilfe von Stromzuführungen und vier Schleifbahnen mit Strom versorgt werden können.

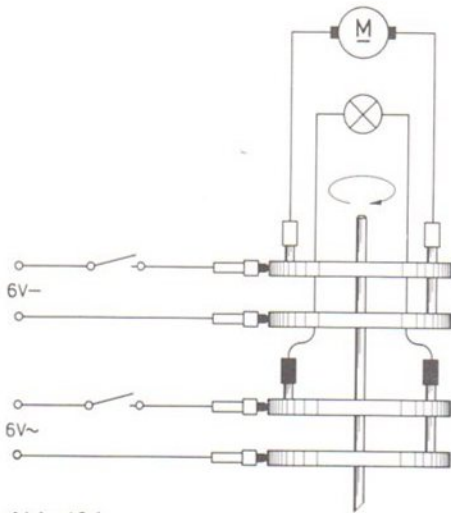


Abb. 194

## 2.9. Relais

Das im folgenden beschriebene Relais ist nur im Lernbaukasten u-t 3 in der älteren Ausführung vorhanden.

### 2.9.1. Eigenschaften

Das fischertechnik-Relais ist ein Rundrelais mit zwei voneinander isolierten Umschalt-Kontaktsätzen. Die Abb. 195 und 196 zeigen dieses

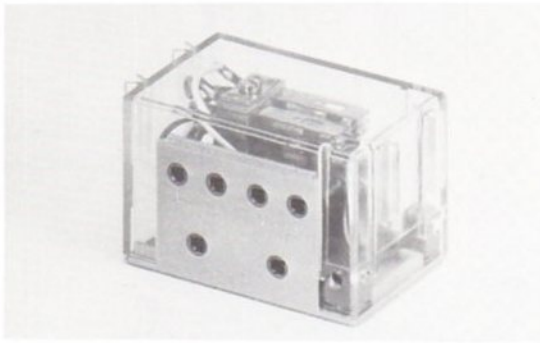


Abb. 195

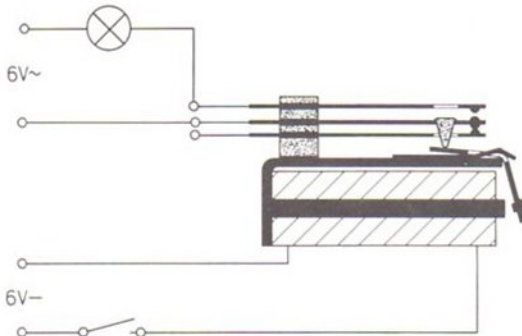


Abb. 197

Relais mit und ohne Gehäuse. Wie es im Prinzip funktioniert, zeigen die Darstellungen in den Abb. 197 und 198.

Die Relaisspule besteht aus Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,12 mm und hat 2800 Windungen. Die Spulenspannung beträgt 4,5 Volt. Mit ihrem Widerstand von 100 Ohm nimmt die Spule bei 4,5 Volt Spannung 45 Milliampere Strom auf.

Wird das Relais in der Funktion eines Schalters mit mehreren Kontaktsätzen (vgl. Abschnitt 1.17.3.) verwendet, so muß es mit Gleichstrom versorgt werden. Die Relaisspule wird an den beiden Mehrfachbuchsen angeschlossen. Auf einer Seite des Gehäuses befindet sich eine Platte mit den Anschlußbuchsen für die Schaltkontakte. Außerdem ist das Schaltbild der Kontaktsätze abgebildet.

Die Relaiskontakte können mit relativ hoher Spannung und Stromstärke belastet werden. Der Hersteller gibt folgende Werte an: Schaltspannung 30 Volt, Schaltstrom 1 Ampere, Schaltleistung 30 Watt.

### 2.9.2. Relaisschaltungen

Mit dem fischertechnik-Relais können dieselben Schaltungen aufgebaut werden wie mit dem fischertechnik-Relais-Baustein (vgl. Abschnitt 1.17.3.).

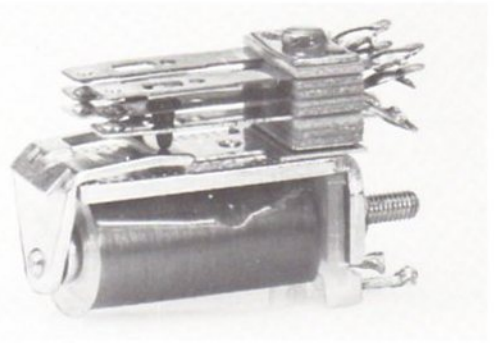


Abb. 196

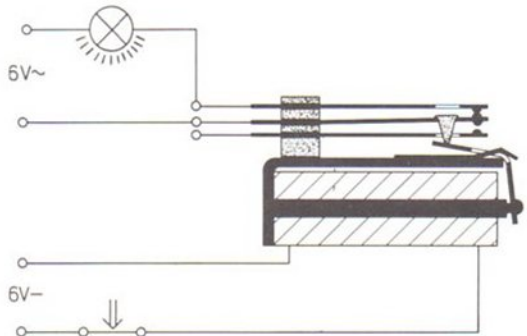


Abb. 198



### 3. Stromversorgung

Für die Stromversorgung der Modelle und elektrischen Anlagen können verschiedene Spannungsquellen eingesetzt werden.

#### 3.1. Flachbatterien

Flachbatterien mit 4,5 Volt Spannung liefern ausreichende Energie für Lampe, Motor und Elektromagnet, wenn diese einzeln eingeschaltet werden. Der Anschluß der Leitungen erfolgt mit Hilfe von Klemmkontakten (Abb. 199). Man kann auch die Enden der Batteriezungen mit einer Zange so einrollen, daß Buchsen für die Steckerstifte entstehen; die Stecker können auch direkt mit den geteilten Stiften auf die Zungen gesteckt werden (Abb. 200).

Für die Stromversorgung von Modellen mit mehreren Verbrauchern ist eine einzige Flachbatterie zu wenig, da bei einer solchen Belastung die Spannung stark absinkt. Durch eine Reihenschaltung von zwei Batterien (Abb. 200)



Abb. 199

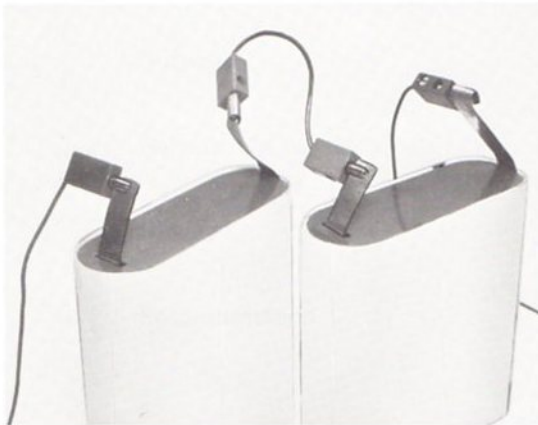


Abb. 200

erhält man eine Spannung von 9 Volt, bei der Motor und Elektromagnet gut arbeiten. Spannungen von mehr als 9 Volt sollten für diese beiden Verbraucher jedoch nicht verwendet werden. Bei der Versorgung der Lampen sollte man, wenn Flachbatterien verwendet werden, keine höhere Spannung als 4,5 Volt anlegen, damit die Lebensdauer der Birnchen nicht beeinträchtigt wird.

#### 3.2. Monozellen

Auch Monozellen können als Spannungsquellen eingesetzt werden. Dazu ist die Herstellung einer geeigneten Halterung erforderlich, wie sie in der Abb. 201 dargestellt ist. Die Spannung wird mit Hilfe von Federkontakten abgenommen.

Speziell für die Stromversorgung der Modelle mit Monozellen ist der Batteriestab fischertechnik-mot 5 (Abb. 202) konstruiert. Er kann drei 1,5-Volt-Babyzellen aufnehmen und ist mit einem Schalter ausgestattet, der sowohl als Ein-/Aus-Schalter als auch als Polwendeschalter für Rechtslauf und Linkslauf eines Motors verwendet werden kann.

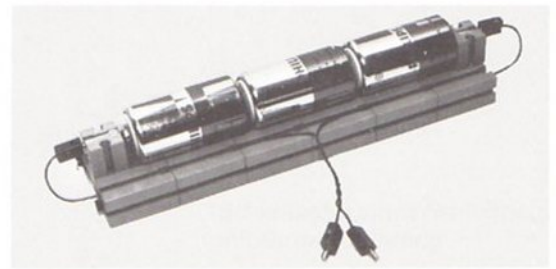


Abb. 201

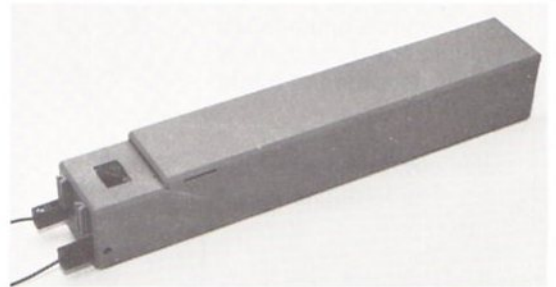


Abb. 202

### 3.3. Netzgerät fischertechnik-mot 4

Am besten eignet sich für die Stromversorgung der Modelle das Netzgerät fischertechnik-mot 4. Es liefert eine stufenweise regelbare, pulsierende Gleichspannung von 2 bis 7 Volt bei mittlerer Belastung (350 bis 400 mA) und eine feste Wechselspannung von 6,8 Volt, ebenfalls bei mittlerer Belastung. Damit können bei einem Modell verschiedene Verbraucher mit verschiedenen Spannungsarten versorgt werden, z. B. ein Motor oder Elektromagnet mit Gleichstrom, die Beleuchtung mit Wechselstrom. Dies hat den Vorteil, daß die Drehzahl eines Motors durch Veränderung der Höhe der Gleichspannung beliebig geändert werden kann, ohne daß sich die Beleuchtungsstärke einer im selben Modell eingebauten Lampe wesentlich ändert.

Lampen können sowohl mit Wechselstrom als auch mit Gleichstrom versorgt werden; der Mo-

tor funktioniert nur mit Gleichstrom, ebenso der Elektromagnet. Die Abb. 203 zeigt, an welchen Buchsen des Netzgeräts die einzelnen Verbraucher angeschlossen werden.

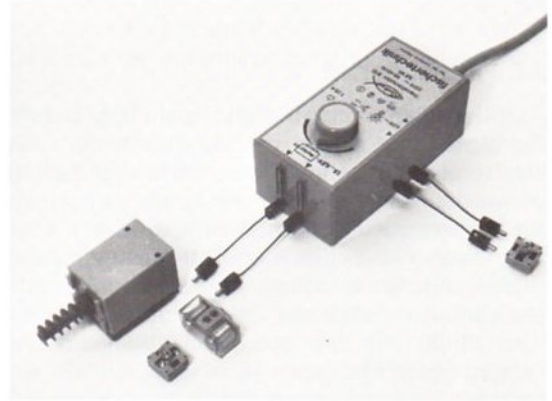


Abb. 203



## 4. Schaltzeichen








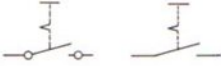

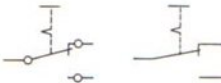

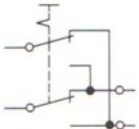

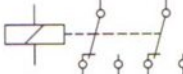









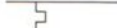




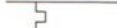


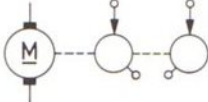
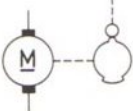
	Batterie		Ein-Taster (Schließer)
	Gleichspannung		Aus-Taster (Öffner)
	Wechselspannung		Umschalt-Taster (Wechsler)
	Gleich- oder Wechselspannung		Ein-/Aus-Schalter
	Leitung mit Abzweigung		Umschalter
	Leitungskreuz (ohne Verbindung)		Polwendeschalter
	Glühlampe		Relais (mit 2 Umschaltkontakten)
	Motor (Gleichstrom)		Dauermagnet
	Elektromagnet		Reedkontakt
	Magnetanker		Summer
	Dauermagnet		Relaispule
	Reedkontakt		Bimetall
	Summer		Fotowiderstand
	Relaispule		Stromschiene mit Stromabnehmer
	Bimetall		Schleifbahn eines Schleifrings mit Stromzuführung
	Fotowiderstand		Schleifring mit 2 Schleifbahnen und Stromzuführungen, von einem Motor angetrieben
			Nockenscheibe, von einem Motor angetrieben

Abb. 204

## 5. Verzeichnis der Abbildungen

Das Verzeichnis verweist auf Abbildungen von Modellen, bei deren Konstruktion die in der linken Spalte aufgeführten Bauelemente verwendet wurden.

Achse	180, 235	siehe Kupplungsachse
Baustein 15 mit rundem Zapfen		Abb. 45–48, 136, 137
Dauermagnet		Abb. 81–85, 99, 100
Drehschalter		Abb. 161–165
Druckfeder		Abb. 76, 77, 115
Elektromagnet		Abb. 63–70, 72–75, 80, 84, 127, 145, 178, 203
Federfuß		Abb. 37–40, 47, 48, 114, 145, 175, 181, 183, 193
Federgelenkstein		Abb. 72, 104, 108, 117, 157, 174, 182, 187–189
Federkontakt		Abb. 22, 45–48, 76–80, 104, 115, 154, 155, 159, 160, 163, 176–178, 201
Fotowiderstand		Abb. 136–141, 143, 145, 147
Klemmkontakt		Abb. 4, 39, 41, 53, 58, 62, 78, 80, 104, 108, 110, 117, 151, 155, 199
Kontaktstück		Abb. 21, 23, 37–44, 50, 70, 103, 105, 108–110, 152, 154, 174, 175, 188, 190
Kugellampe		Abb. 13, 14, 133, 134, 141
Kupplungsachse		Abb. 109, 127, 155–160
Kupplungshülse		Abb. 170, 171
Leuchtkappe		Abb. 14, 15
Leuchtstein		Abb. 4, 10, 11, 12, 17–20, 78, 79, 100, 108, 110, 149, 153, 155, 175
Linse		Abb. 129, 133, 134, 138
Linsenlampe		Abb. 13, 15, 136–138, 141, 143, 145
Polwendeschalter		Abb. 30–32, 35, 36
Reedkontakt		Abb. 96–100
Relais		Abb. 195
Relais-Baustein		Abb. 118, 127, 143, 145
Rückschlußplatte, rechteckig		Abb. 47, 65, 66, 72, 145
Rückschlußplatte, rund		Abb. 74–80, 178
Schalter		siehe Polwendeschalter
Schaltscheibe		Abb. 101–110, 117
Schwingfeder		Abb. 37, 49–54, 68, 70, 73, 105, 127, 158
Schleifring mit Buchsen		Abb. 172–178, 180–189, 193
Schleifring mit Stiften		Abb. 185–189, 193
Stecker		Abb. 3, 5, 6, 98, 200
Steckerbuchse		Abb. 153, 154
Störlichtkappe		Abb. 143, 147
Taster		Abb. 25–29, 59–61, 80, 106, 107, 127, 184
Thermo-Bimetall		Abb. 56–62, 69, 85, 127
Unterbrecherstück		Abb. 179–184, 188, 189
Verbindungskabel		Abb. 2, 3
Verbindungsstück 30, 45		Abb. 37, 38, 49, 50, 54, 65, 73, 99
Verteilerplatte		Abb. 112, 114–117
Zwischenstecker		Abb. 79, 149–154, 178