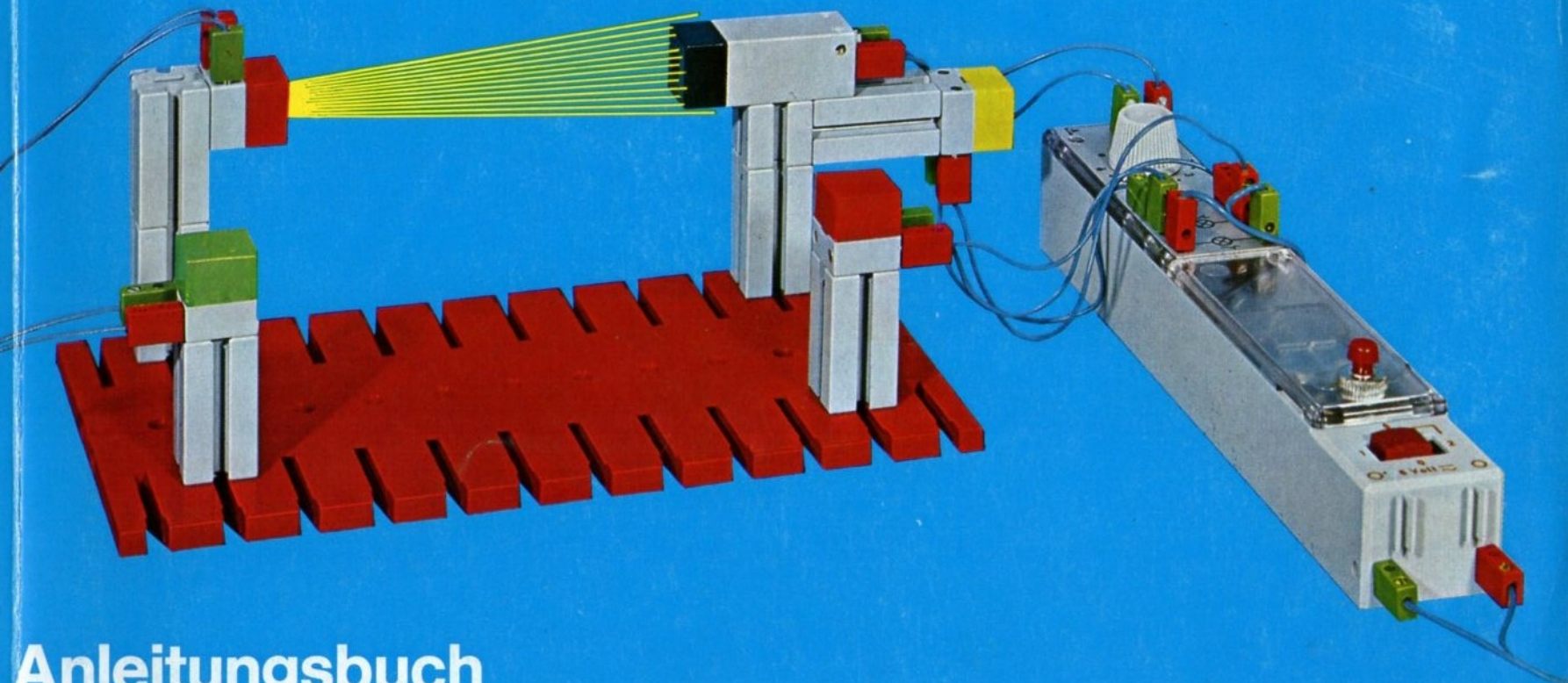


# fischer<sup>®</sup>technik<sup>®</sup>



## licht-elektronik



Anleitungsbuch  
für den kleinen licht-elektronik-Ausbaukasten l-e 2

# **fischertechnik I-e 2**

## **licht-elektronik**

**Eine Ausbaustufe aus dem fischertechnik-System**

Der kleine licht-elektronik-Baukasten I-e 2 mit Lichtschranke, universellem Schaltverstärker und Anzeigelampen zum Bau und Betrieb von einfachen bis schwierigen Steuerungen für fischertechnik-Modelle.

Anleitung für fischertechnik-Modelle mit 1 und 2 Elektronik-Schaltstäben.



Copyright by Fischer-Werke, Artur Fischer, 7241 Tumlingen · West Germany · Ref.Nr. 47-3/71/5

## ZUM GELEIT

Ihr fischertechnik-Baukasten-System soll Sie über viele Jahre hinweg begleiten. Mit den fischertechnik-Grundkästen fängt es an und wer seine schönen Modelle mit Motor und Getriebe bereichert hat, freut sich auf die weiteren Ausbau-Möglichkeiten wie fischertechnik Elektro-Mechanik und fischertechnik Licht-Elektronik.

Die Ausbaustufe: „fischertechnik Licht-Elektronik“ führt Sie in das Gebiet der Steuerung und Regelung von Einzelmodellen und ganzen Modellanlagen durch „Licht-Schranken“. Es stehen der große und der kleine Licht-Elektronik-Baukasten I-e 1 bzw. I-e 2 zur Verfügung. Im kleinen Licht-Elektronik-Baukasten I-e 2 finden Sie die wichtigsten der zum Bau von Steuer- und Regelanrichtungen notwendigen Elemente des großen Licht-Elektronik-Baukastens: einen Elektronik-Schaltstab und einen Lichtaufnehmer und Lampen für die Lichtschranke, die den transistorisierten Schaltverstärker im Elektronik-Schaltstab steuert. (Der große I-e 1 enthält darüber hinaus noch einen zweiten Lichtaufnehmer und weitere Lampen, ein elektro-mechanisches Zählwerk, Linsen, Spiegel und Lichtleitstäbe. Das dazugehörige Anleitungsbuch enthält noch viel mehr Modelle als dieses Buch). Viele Experimente zur Einführung in die Grundlagen der Elektronik und der Lichttechnik finden Sie – auch schon für den I-e 2 – im einzeln erhältlichen Band 2 der Anleitung zum großen I-e 1.

Im ersten und zweiten Abschnitt dieses Anleitungsbuches werden Sie als junger „Steuerungs- und Regel-Techniker“ mit dem elektrischen Stromkreis, der elektrischen Schaltungstechnik und den speziellen Bausteinen der fischertechnik Licht-Elektronik soweit vertraut gemacht, daß Sie auch ohne den Besitz der fischertechnik-Ausbaustufe: „Elektro-Mechanik“ die im dritten Abschnitt dieses Buches ausführlich beschriebenen Modelle bauen können. Schaltbilder und Detailfotos erleichtern Ihnen das Erkennen der Zusammenhänge und den Modellbau.

Sie beginnen mit ganz einfachen, leicht zu überblickenden Modellen. Mit den wachsenden Anforderungen steigern sich Ihre Kenntnisse. Ausführliche Erläuterungen für den Beginner wechseln mit Kurzhinweisen für den Könner, der dadurch zu Eigenschöpfungen angeregt wird. Bei gemeinsamer Arbeit, z.B. mit Ihrem Freund, können Sie Probleme zur Diskussion stellen und Erfahrungen austauschen. Zu Ihrer eigenen Kontrolle stellen wir auch Fragen, die am Ende dieses Buches beantwortet werden.

Zum Bau der Modelle sollten Sie mindestens einen fischertechnik-Grundkasten der Größe 200 und die Motor-Baukästen mot. 1 und mot. 2 besitzen. Zur sicheren und einwandfreien Stromversorgung empfehlen wir den fischertechnik-Trafo mot. 4. Für den Bau differenzierterer Modelle hilft Ihnen ein fischertechnik-Schalter und ein fischertechnik-Taster ein gutes Stück weiter.

Es liegt in der Natur der Sache, daß zur Lösung größerer Steuerungs-Aufgaben mehrere Schaltverstärker erforderlich sind. Deshalb empfehlen wir den kleinen Licht-Elektronik-Baukasten I-e 2 auch, wenn der große Licht-Elektronik-Baukasten nochmals erweitert werden soll. Für diesen Kreis sind die Modelle und Anlagen mit zwei Elektronik-Schaltstäben ab Seite 60 vorgehen.

Und nun viel Spaß beim Steuern und Regeln mit der fischertechnik Licht-Elektronik!

Ihr



## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Zum Geleit	III		
<b>1. Einfache grundlegende Versuche</b>	<b>1</b>	<b>3. Modelle mit 1 Schaltstab:</b>	<b>14</b>
1.1 Der elektrische Stromkreis	1	3.1 Flammenwächter	14
1.2 Die elektrische Energiequelle	1	3.3 Lichtelektronischer Dämmerungsschalter	16
1.3 Der elektrische Verbraucher	2	3.4 Einfacher Rauchmelder	18
1.4 Die elektrische Leitung	2	3.7 Hinweise für weitere Modelle	20
1.5 Der offene und der geschlossene Stromkreis	3	3.9 Maschinensteuerung über ein Vorratsmagazin	22
1.6 Die elektrischen Schaltzeichen	3	3.10 Exzenterpresse mit Lichtschrankenschutz	24
1.7 Der elektrische Strom	4	3.11 Lastenaufzug	26
1.8 Das Parallelschalten von 2 Lampen	4	3.12 Elektrische Schaltuhr mit einstellbarer Schaltzeit	28
1.9 Der elektrische Widerstand	5	3.13 Lichtelektronische Nachlaufsteuerung	30
1.10 Die Reihenschaltung	5	3.14 Einfache Balkenwaage mit Zähler	32
1.11 Die elektrische Spannung	6	3.15 Transportband mit Stückzähler	34
1.12 Weitere Grundlagen der Schaltungstechnik und Elektronik	6	3.16 Automatische Wiegeanlage	36
		3.17 Kontaktloses elektromagnetisches Pendel	38
<b>2. Die Bausteine für die fischertechnik-Lichtelektronik</b>	<b>7</b>	3.26 Raupenfahrzeug mit Gefahrenabschaltung	40
2.1 Der fischertechnik-Trafo	7	3.29 Sicherung wertvoller Ausstellungsstücke	42
2.2 Gleich- oder Wechselspannung?	7	3.31 Lichtelektronisch betätigte Stoppuhr	44
2.3 Der Elektronik-Schaltstab	8	3.32 Garagentor mit einfacher Lichtsteuerung	46
2.4 Der fischertechnik-Lichtaufnehmer	11	3.33 Hubtor mit seilzuggesteuertem Wendeschalter	48
2.5 Einfache Taster und Schalter aus fischertechnik-Steckern	12	3.34 Lichtgesteuertes Lunamobil	50
2.6 Hinweise für Modelle mit 1 und 2 Schaltstäben	13	3.35 Wanderndes Rührwerk	52
		3.37 Lichtgewehr	54
		3.38 Blinkerschaltung	56
		3.39 Gleichlauf von 2 Getrieben	58

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Modelle  
mit 2 Schaltstäben:

3.51	Dämmerungsschalter mit 2 Fühlern	60
3.52	Stufen-Regelung für eine Arbeitsplatzbeleuchtung	62
3.53	Drehzahl-Fernüberwachung	64
3.54	Synchronisier-Einrichtung	66
3.55	Messung von Zwischenzeiten	68
3.56	Geschwindigkeitsmessung	70
3.57	Vorwärts-Zähler	72
3.58	Bedarfs-Verkehrssampel	74
3.59	Lastenaufzug mit Tür-Sicherung	76
3.60	Personen-Aufzug für 3 Stockwerke	78
3.61	Anregungen zum Modell-Bau	79
3.62	Karten-Sortiergerät	80
3.63	Waren-Verteil-Anlage	82
3.64	Steuerung durch Lichtimpulse	84
3.65	Ausfahrt-Sicherung in einem Bahnhof	86
3.66	Steuerung eines Fahrzeuges durch Lichtimpulse	88
3.67	Stückzahlgesteuertes Transportband	90
3.68	Automatische Verlade-Anlage	92
3.69	Code-Leser	95
3.70	Code-Kontroll-Einrichtung	98
3.71	Lochkarten-Leser	100
	Beantwortung der Fragen	104
	Stückliste	108



## INHALTSVERZEICHNIS von I-e 1, Band 2

	Seite		
<b>4.</b>		<b>Grundlagen der Schaltungstechnik und Elektronik</b>	<b>102</b>
4.1		Das ohmsche Gesetz	102
4.2		Die elektrische Leistung und die elektrische Arbeit	102
4.3		Der Spannungsteiler	104
4.4		Die Reihen-Parallelschaltung	106
4.5		Der elektrische Strom und die Elektronen	106
4.6		Aktive und passive Bauelemente	108
4.7		Der Fotowiderstand	108
4.8		Einfache Versuche mit einem Fotowiderstand	110
4.8.1		Erzeugung von Wechsellicht	110
4.8.2		Messung einer pulsierenden Gleichspannung	111
4.8.3		Lichtelektronische Rückkopplung	112
4.9		Das Schaltrelais	113
4.9.1		Allgemeines über das Relais	113
4.9.2		Das Schaltrelais im fischertechnik-Schaltstab	114
4.10		Die Gleichrichtung	116
4.10.1		Die Gleichrichterdiode	116
4.10.2		Zweiweg-Gleichrichtung	116
4.10.3		Glättung einer pulsierenden Gleichspannung	117
4.11		Der Schaltverstärker	118
4.11.1		Seine Aufgabe	118
4.11.2		Der Schalttransistor	118
4.11.3		Die Steuerung durch einen Fotowiderstand	120
4.11.4		Die Stellung „1“ des Schaltstabes	120
4.11.5		Die Stellung „2“ des Schaltstabes	121
4.11.6		Schalbild des Schaltstabes	122
4.11.7		Stückliste	122
<b>5.</b>		<b>Messungen am Transistorverstärker</b>	<b>124</b>
5.1		Zusammenhang zwischen Steuer- und Ausgangsspannung	124
5.2		Messung mit verkleinerter Betriebsspannung	127
5.3		Betrieb des Spannungsteilers mit dem Schaltstab	127
5.4		Einfache Messungen mit Fotowiderstand	128
<b>6.</b>		<b>Grundlagen der Lichttechnik</b>	<b>130</b>
6.1		Lichtquellen	130
6.2		Lichtabsorption	131
6.3		Lichtreflektion	131
6.4		Reflektionswinkel	132
6.5		Parallele Lichtstrahlen	133
6.6		Lichttechnische Begriffe	133
6.6.1		Die Lichtleistung eines Strahlers	133
6.6.2		Die Lichtstärke eines Strahlers	134
6.6.3		Die Beleuchtungsstärke	134
6.6.4		Die Leuchtdichte	134
<b>7.</b>		<b>Messmethoden der Lichttechnik</b>	<b>136</b>
7.1		Visueller Beleuchtungsstärke-Vergleich	136
7.2		Lampenhelligkeit und Betriebsspannung	138
7.3		Ein anderes visuelles Verfahren	139
7.4		Elektrische Beleuchtungsstärke-Messung	140
7.4.1		Prinzip	140
7.4.2		Luxmeter	140
7.4.3		Richtcharakteristik einer Lampe	142
7.4.4		Richtcharakteristik eines Fotowiderstandes	145
7.4.5		Die Brückenschaltung	146
7.4.6		Lampenvergleichsmessung	146
<b>8.</b>		<b>Messung der Ansprechschwelle des Schaltstabes</b>	<b>148</b>

## INHALTSVERZEICHNIS von I-e 1, Band 2

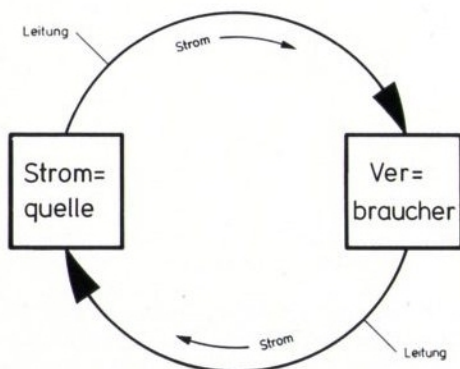
	Seite
<b>9. Die Grundlagen der Beleuchtungsoptik</b>	<b>150</b>
9.1 Die Lichtschrankentechnik	150
9.2 Die optische Achse eines Beleuchtungssystems	150
9.3 Die Sammellinse	152
9.3.1 Einfache Beobachtungen	152
9.3.2 Lichtbrechung	153
9.3.3 Brennweite und Brennpunkt	154
9.3.4 Weitere Linsenformen	154
9.4 Der Dioptriewert einer Linse	155
9.5 Die Lichtstärke von Linsen	155
9.6 Die Hintereinanderschaltung von Linsen	155
9.7 Der Strahlengang von Linsensystemen	156
9.7.1 Allgemeines	156
9.7.2 Das Justieren einer Linsenlampe	156
9.7.3 Der Strahlengang bei einem Linsensystem	157
9.7.4 Lochblende im Strahlengang	159
9.7.5 Abbildung eines Lichtschlitzes oder -kreuzes	159
9.7.6 Strahlenbündelung vor dem Lichtaufnehmer	159
9.8 Planspiegel	160
9.9 Hohlspiegel	161
9.10 Flexibles Spiegelband	161
9.11 Lichtleitstab	163
<b>10. Einführung in die Steuer- und Regeltechnik</b>	<b>166</b>
10.1 Der Begriff Steuerung	166
10.2 Beispiel aus der Steuerungstechnik: Sortieranlage	168
10.3 Der Begriff Regelung	170
10.4 Grenzwert-Regelung	174
<b>11. Beantwortung der gestellten Fragen</b>	<b>178</b>
<b>12. Stichwort-Register</b>	<b>180</b>



## 1. EINFACHE GRUNDLEGENDE VERSUCHE

Bevor Sie sich mit der eigentlichen Lichtelektronik beschäftigen, müssen Sie ein paar einfache Grundlagen der Schaltungstechnik kennenlernen. Wer schon Bescheid weiß – vielleicht durch den fischertechnik-Elektromechanik-Baukasten e-m 1 oder e-m 2 – kann ja schnell darüber hinweglesen.

### 1.1 DER ELEKTRISCHE STROMKREIS

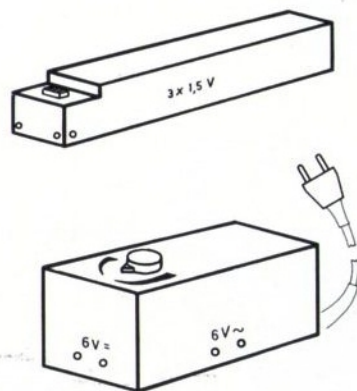


Das Bild zeigt das Prinzip eines elektrischen Stromkreises. Zu seinem Aufbau benötigen wir 2 elektrische „Bauelemente“. Für unser Beispiel einmal eine elektrische Stromquelle und einen elektrischen Verbraucher. Der Stromkreis ist aber erst dann fertig, wenn wir diese 2 Bauele-

mente mit 2 Drähten elektrisch verbinden. Durch diese Drähte kann dann der Strom von der Stromquelle zum Verbraucher und wieder zurück zur Stromquelle fließen. Deshalb sprechen wir von einem „Stromkreis“. Der Strom fließt solange, bis die Leitung unterbrochen wird.

Mit Hilfe des elektrischen Stromes wird elektrische Energie von der „Stromquelle“ zum „Verbraucher“ übertragen. Wir bezeichnen deshalb die „Stromquelle“ besser als „Energiequelle“.

### 1.2 DIE ELEKTRISCHE ENERGIEQUELLE



Als „Energiequelle“ können wir den fischertechnik-Batteriestab aus dem fischertechnik-Baukasten mot.1 oder gleich einen fischertechnik-Transformator benutzen. Dieser wird unter der Bezeichnung fischertechnik-mot.4 geliefert.

Die elektrische Energie, die wir einer Batterie entnehmen, wird durch Umwandlung von chemischen Verbindungen, also aus chemischer Energie gewonnen. Wegen des relativ geringen Vorrates an chemisch aktiven Stoffen erschöpfen sich die Batterien verhältnismäßig schnell. Deshalb empfiehlt sich die Anschaffung eines Transformators. In der Technikersprache sagt man dazu kurz „Trafo“. Mit ihm wird Energie aus dem „elektrischen Lichtnetz“ des Haushalts entnommen.

Der Trafo ist aus Sicherheitsgründen nötig. Er ist betriebsbereit, sobald wir den Netzstecker des Trafos in eine Steckdose stecken.

Beachte: Der Trafo darf nur an 220 V Wechselspannung angeschlossen werden. Im Zweifelsfall überzeugen Sie sich bitte und prüfen die Aufschrift des Elektrizitätszählers.

Wechselspannung bzw. Wechselstrom ist durch das Zeichen  $\sim$  oder  $\approx$  gekennzeichnet.

## 1.3 DER ELEKTRISCHE „VERBRAUCHER“

Eine Glühlampe ist – von der Energiequelle her gesehen – genauso ein elektrischer Verbraucher wie ein Elektromotor oder ein Fernsehgerät. Ein Fernsehgerät oder auch unser fischertechnik-Elektronik-Schaltstab enthält natürlich viele einzelne elektrische „Bauelemente“. Jedes dieser Bauelemente verbraucht wieder elektrische Energie.

Wir stellen fest: Der elektrische Verbraucher ist der Sammelbegriff für elektrische Bauelemente, elektrische Baugruppen und komplette elektrische Geräte.

Wer einen elektrischen „Verbraucher“ als „Strom“-Verbraucher bezeichnet, bedenkt nicht, daß dieser gar keinen Strom „verbrauchen“ kann, sondern allein elektrische Energie. Im Verbraucher wird die ihm zugeführte elektrische Energie in Licht, Wärme, mechanische Energie oder in eine andere Energieform umgewandelt.



fischertechnik-Leuchtstein



Kugellampe



Linsenlampe



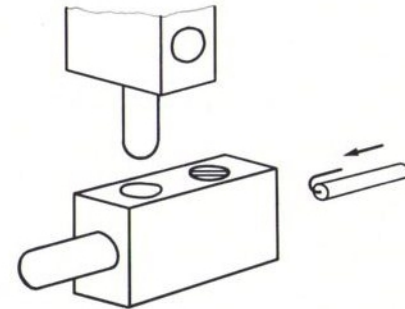
mini-Motor



großer Motor

## 1.4 DIE ELEKTRISCHE LEITUNG

Eine elektrische Leitung hat die Aufgabe, zwei oder mehrere elektrische Bauelemente oder Geräte elektrisch zu verbinden. Man verwendet dazu im allgemeinen Kabel aus isoliertem Kupferdraht.

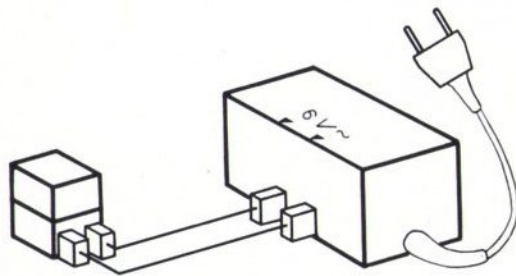


Für unsere Experimentier-Zwecke verwenden wir Kabel mit Steckern. Die fischertechnik-Stecker haben zusätzliche Bohrungen zur Herstellung von Doppel-Verbindungen. Will man ein Kabel kürzen oder neu mit einem Stecker versehen, so entfernt man mit einem Messer vorsichtig die Kabel-Isolation auf eine Länge von 5 mm und legt das blanke Ende um (siehe Skizze). Ein „Verzinnen“ mit Lötkolben und Lötzinn ist nicht unbedingt erforderlich.



## 1.5 DER OFFENE UND DER GESCHLOSSENE STROMKREIS

Wir machen ein einfaches Experiment. Die Abbildung zeigt uns, was wir zusammenschalten wollen.



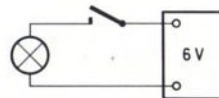
Wir betrachten die an der Längsseite des fischer-technik-Trafos liegenden Buchsen, die mit 6 V ~ bezeichnet sind, als unsere Energiequelle. Als Verbraucher verwenden wir eine fischer-technik-Glühlampe. Unsere Lampe brennt erst, wenn wir alle 4 Stecker (der 2 Leitungen) in die Buchsen gesteckt haben. (Sollte sie nicht brennen, so ist die Lampe in der Fassung lose. Bitte festschrauben!)

Brennt die Lampe, so ist der Stromkreis „geschlossen“. Es kann also Strom von der Quelle zum Verbraucher und wieder zurück fließen.

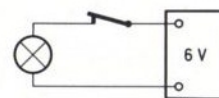
Unterbrechen wir den Stromkreis, z. B. durch Herausziehen eines einzigen Steckers oder durch Herausnehmen der Lampe, so haben wir den Stromkreis geöffnet. Er kann jederzeit wieder geschlossen werden.

Merke: Elektrische Energie kann man nur in einem geschlossenen Stromkreis transportieren!

Der Techniker benutzt meist keine Abbildungen, sondern Schaltbilder, aus denen das Wesentliche hervorgeht. Das Schaltbild für unser erstes Experiment ist leicht zu verstehen:



Schaltstelle geöffnet



Schaltstelle geschlossen

## 1.6 DIE ELEKTRISCHEN SCHALTZEICHEN

Die Techniker haben sich Gedanken darüber gemacht, wie man die elektrischen Bauelemente eines Stromkreises allgemein verständlich darstellen kann. Daraus entstanden die genormten Schaltzeichen. Sie sollten sich die wichtigsten merken:

—	Leitung	Glühlampe	
	Abzweigung	Linse Lampe	
	Knotenpunkt	Widerstand, allgemein	
	Leitungs-Kreuzung	Fotowiderstand	
	Buchse	Elektromotor	
	Stecker	Aus-Taster	
	Aus- Ein- schalter	Ein-Taster	
	Umschalter	Umschal- Taster.	

Schalter und Taster: Betätigt man einen Schalter (z. B. durch Drücken oder Kippen), so ändert sich der Schaltzustand. Dieser neue Zustand ändert sich erst wieder, wenn der Schalter erneut betätigt wird. Im Taster bleibt der Schaltzustand nur solange geändert als der Taster betätigt (z. B. gedrückt) wird.

## 1.7 DER ELEKTRISCHE STROM

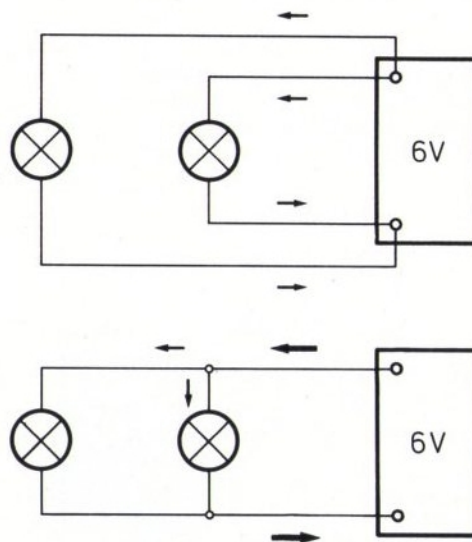
In unserem ersten Versuch haben wir gesehen, daß elektrische Energie nur transportiert werden kann, wenn der Stromkreis geschlossen ist. Der „elektrische Strom“ ist also der Träger der elektrischen Energie. Die Stärke des Stromes kann man mit einem Strom-Messer messen. Die Einheit der Stromstärke ist das „Ampere“; abgekürzt schreibt man Amp. oder A. In der Technik rechnet man außerdem mit dem tausendsten Teil eines Ampères, dem Milliampère; abgekürzt schreibt man mA. Wenn man eine noch kleinere Einheit benötigt, nimmt man das Mikroampere, abgekürzt  $\mu\text{A}$ ; das ist der millionste Teil eines Ampères.

Damit Sie sich 1 A als Maßeinheit besser vorstellen können, sei erwähnt: Durch den Stromkreis, der aus unserem fischertechnik-Trafo und einer fischertechnik-Lampe besteht, fließt bei hellbrennender Lampe ein Strom von etwa  $0,1 \text{ A} = 100 \text{ mA}$ . Glüht die Lampe nur schwach, so fließen etwa  $20 \text{ mA}$ . Durch einen fischertechnik-Motor strömen bei voller Belastung etwa  $300 \text{ mA}$ . Durch ein fischertechnik-Kabel sollte man nicht mehr als  $1 \text{ A}$  schicken und den fischertechnik-Trafo höchstens mit  $800 \text{ mA}$  „belasten“.

## 1.8 DAS PARALLELSCHALTEN VON 2 LAMPEN

Es gibt zwei Möglichkeiten 2 Lampen als elektrische Verbraucher an eine Energiequelle anzuschließen.

Eine davon ist die Parallelschaltung. Dabei wird die zweite Lampe genauso an die Energiequelle angeschlossen wie die erste.



Dabei ist es gleichgültig, ob die zweite Lampe an die Energiequelle (oberes Bild) oder an die erste Lampe angeschlossen wird (unteres Bild). Probieren Sie bitte beide Möglichkeiten aus!

(Beim fischertechnik-Leuchstein sind die zwei gegenüberliegenden Buchsen miteinander verbunden.)

**Versuchsergebnis:** Das Anschalten der zweiten Lampe beeinflusst die erste Lampe nicht. Jede Lampe nimmt etwa soviel Energie aus der Energiequelle wie die andere, wenn wir zwei gleiche Lampen gewählt haben. Der Trafo muß also für die zwei (gleichen) Lampen doppelt soviel Strom wie für eine einzelne Lampe liefern.

Bei Parallelschaltung von 3 Lampen wird die Energiequelle mit der Summe der drei Ströme belastet.

**Merke:** Der Strom, der durch parallelgeschaltete Verbraucher fließt, ist so hoch wie die Summe der durch jeden einzelnen Verbraucher fließenden Teilströme.

Die zweite grundsätzliche Anschaltmöglichkeit wird später (in Abschnitt 1.10) behandelt.



## 1.9 DER ELEKTRISCHE WIDERSTAND

Es ist in unserem letzten Versuch sicher kein Zufall gewesen, daß die 2 parallelgeschalteten gleichen Lampen gleich hell brennen, also gleichviel Energie aufnehmen.

Schauen wir uns einmal das Innere einer Glühlampe an. Wir sehen einen dünnen Draht, der zum Glühen gebracht wurde. Dieser Draht hat einen bestimmten „elektrischen Widerstand“. Die Größe dieses elektrischen Widerstandes messen wir in „Ohm“; abgekürzt schreibt man dafür den griechischen Buchstaben Omega ( $\Omega$ ). 1 000 Ohm nennt man 1 Kiloohm; abgekürzt schreibt man dafür 1 k  $\Omega$ . 1 000 000 Ohm bezeichnet man als 1 Megaohm, abgekürzt 1 M  $\Omega$ .

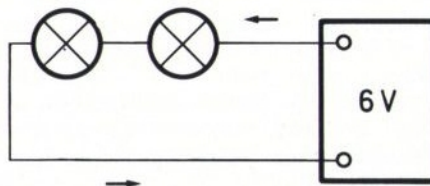
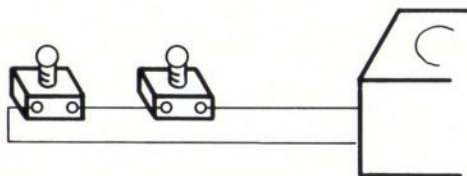
Der Widerstand einer hell leuchtenden fischertechnik-Glühlampe beträgt etwa 60 Ohm.

Je dünner und länger ein Draht, um so größer ist sein elektrischer Widerstand.

Die Größe des Widerstandes ist auch abhängig von der Materialart. Es gibt Materialien, die den Strom mehr oder weniger gut leiten. Es gibt aber auch solche, die ihn gar nicht leiten. Die ersteren nennt man „Leiter“, die letzteren „Nichtleiter“ bzw. Isolatoren. Eine Gruppe, die dazwischen liegt und Besonderheiten aufweist, bezeichnet man als „Halbleiter“. Dazu gehört auch der Fotowiderstand im fischertechnik-Lichtaufnehmer und der Transistor im Elektronik-Schaltstab.

In die Gruppe der „elektrischen Leiter“ gehören alle Metalle.

Merke: Nichtleiter sind z. B. alle Kunststoffe, Glas und Keramik.



## 1.10 DIE REIHENSCHALTUNG

Wir bauen uns ein neues Experiment auf. Das Schaltbild zeigt, daß der Strom – aus der Energiequelle kommend – zuerst durch die Lampe 1 und dann durch die Lampe 2 fließen muß, bevor er wieder zur Energiequelle zurückkehrt. (Wir wissen ja bereits, daß in einem Stromkreis kein Strom verlorengehen kann!)

Die 2 Lampen sind „hintereinander“ geschaltet. Deshalb nennt man dieses Schaltprinzip „Hintereinanderschaltung“ oder auch „Reihenschaltung“.

V Versuchsergebnis: Beide Lampen brennen ganz schwach. Es fließt also viel weniger Strom durch jede Lampe als bei der Parallelschaltung. Der Widerstand der 2 in Reihe geschalteten Lampen muß also höher sein als der Widerstand einer einzelnen Lampe.

Merke: Bei einer Reihenschaltung ist der elektrische Widerstand der in Reihe geschalteten Verbraucher zusammen so groß wie die Summe der Einzelwiderstände.

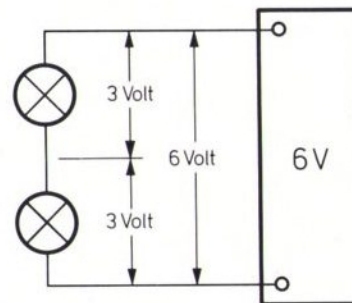
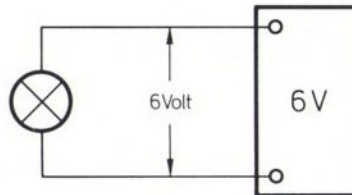
Dreht man eine Lampe aus der Fassung, so hört auch die andere Lampe zu leuchten auf. Damit ist nachgewiesen, daß der Strom der Träger der elektrischen Energie ist.

## 1.11 DIE ELEKTRISCHE SPANNUNG

Bisher haben wir die Wirkung des elektrischen Stromes beim Durchfließen eines elektrischen Widerstandes kennengelernt. Der Strom bringt z. B. den Widerstandsdraht der Glühlampe zum Glühen. Sicher taucht jetzt die Frage auf, warum überhaupt Strom durch einen elektrischen Widerstand, z. B. durch eine Glühlampe oder durch eine Kupferleitung, fließt, wenn man diesen Widerstand an eine elektrische Energiequelle anschließt.

Die Erklärung lautet: In einem geschlossenen, eine Energiequelle enthaltenden Stromkreis fließt Strom, weil die Energiequelle eine elektrische „Spannung“ besitzt. Diese „Spannung“ treibt um so mehr elektrischen Strom durch den Stromkreis, je kleiner der elektrische Widerstand des Stromkreises und je höher die Spannung dieser Energiequelle ist.

Die elektrische Spannung wird in „Volt“ gemessen; abgekürzt schreibt man V.



Jetzt wird Ihnen auch klar, warum die Lampen bei der Reihenschaltung viel dunkler brennen müssen. Der elektrische Widerstand der beiden Lampen zusammen ist doppelt so hoch wie bei Anschaltung einer einzigen Lampe. Da wir in beiden Fällen aber dieselbe Energiequelle benutzt haben, also gleich hohe Spannung am Trafo hatten, kann bei der Reihenschaltung wegen des größeren Widerstandes nur weniger Strom fließen und deshalb brennen die Lampen ganz schwach.

## 1.12 WEITERE GRUNDLAGEN DER SCHALTUNGSTECHNIK UND ELEKTRONIK

Mit den bisher durchgeführten Versuchen und den dabei erworbenen Kenntnissen können Sie schon zur praktischen Anwendung Ihrer fischertechnik-Lichtelektronik übergehen.

Wenn Sie sich aber weitere Grundkenntnisse in der Elektrotechnik und Elektronik aneignen wollen, so beschaffen Sie sich den auch einzeln erhältlichen Band 2 der Anleitung zum großen fischertechnik licht-elektronik-Baukasten I-e 1. Dort finden Sie auf 60 Seiten neben einer Beschreibung der Funktion und der Schaltung des Schaltstabes eine Einführung in die Elektronik und in die Lichttechnik. Mit dem kleinen licht-elektronik-Baukasten I-e 2 können Sie mehr als 30 der dort ausführlich erläuterten Versuche durchführen. Außerdem enthält dieses Buch auch eine Einführung in die Steuer- und Regel-Technik

Bestell-Nr. dieses Bandes: 31383



## 2. DIE BAUSTEINE FÜR DIE FISCHERTECHNIK-LICHTELEKTRONIK

### 2.1 DER FISCHERTECHNIK-TRAFO

Das Lichtnetz im Haushalt wird vom E-Werk mit einer Wechselspannung von 220 V versorgt. Diese Spannung ist zum Experimentieren lebensgefährlich. Würden Sie nämlich gleichzeitig die 2 Drähte berühren oder einen davon – den „spannungsführenden“ – und ein mit der Erde in leitender Verbindung stehendes Teil, so erhielten Sie einen elektrischen „Schlag“. Dabei fließt unter dem Einfluß der angelegten Spannung u. U. soviel Strom durch den menschlichen Körper, daß das Herz zum Stillstand kommt.

Deshalb müssen wir für unsere Versuche auf alle Fälle einen Spannungswandler (= Transformator) benutzen, der die Netzspannung von 220 V in eine gefahrlose Spannung transformiert (= umwandelt).

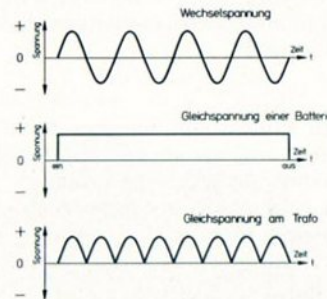
Unser fischertechnik-Trafo hat 2 Ausgänge:

1. An den Klemmen 1,8 ... 6 V – können Sie je nach Stellung des Drehknopfes eine Gleichspannung zwischen 0 und 6 V abnehmen. Die Gleichspannung wird durch den im Trafogehäuse eingebauten Gleichrichter erzeugt.
2. An den Klemmen 6 V  $\sim$  steht eine Wechselspannung von etwa 6 V zur Verfügung.

### 2.2 GLEICH- ODER WECHSELSPANNUNG ?

Unser fischertechnik-Trafo bietet also an dem einen Ausgangsbuchsenpaar Wechselspannung und an dem anderen Gleichspannung an.

Schließt man an die „Wechselspannungs-Quelle“, einen Verbraucher, z. B. eine Glühlampe, an, so fließt Wechselstrom. Dieser Wechselstrom fließt 1/100 Sekunde lang in der einen Richtung. In dieser Zeit steigt der Strom von 0 auf einen Höchstwert und fällt dann wieder auf 0. Dann beginnt der Strom in der entgegengesetzten Richtung zu fließen, steigt auf den umgekehrten Höchstwert und fällt erneut auf 0. Dieser Zyklus mit einer Zeitdauer von  $2 \times 0,01 \text{ Sek.} = 0,02 \text{ Sek.}$  = 1/50 Sek. wiederholt sich, solange Strom fließt.



Bei Gleichspannung fließt der Strom dagegen immer nur in einer ganz bestimmten Richtung. Die beiden Anschlußbuchsen der Stromquelle könnte man also mit „+“ und „-“ beschriften.

An den Gleichspannungsbuchsen des fischertechnik-Trafos steht keine reine Gleichspannung wie bei einer Batterie, sondern eine gleichgerichtete Spannung zur Verfügung. Die fischertechnik-Lampen und den Elektronik-Schalstab können Sie mit Wechselspannung oder mit Gleichspannung betreiben.

fischertechnik-Motoren (und Magnete) dürfen Sie jedoch grundsätzlich nur an Gleichspannung oder gleichgerichtete Spannung anschließen. Die Drehrichtung der Motoren bestimmen Sie einfach, indem Sie den Drehknopf des Trafos von der Null-Stellung an nach links oder rechts drehen. Je nach Drehrichtung wird einmal die eine und zum andernmal die andere Buchse zum Plus- bzw. Minuspol der Energiequelle.

Die Höhe der angelegten Gleichspannung können Sie durch Drehen des Drehknopfes bestimmen. Ein Motor wird also je nach der Höhe der angelegten Spannung mehr oder weniger schnell laufen.

Bei den Schaltbildern unserer Versuche und Modelle ist die benötigte oder zweckmäßige Spannungsart angegeben. Die Höhe der einzustellenden Gleichspannung bestimmen Sie jeweils während des Versuches selbst. Das Zeichen  $\sim$  besagt, daß Sie Gleich- oder Wechselspannung benutzen können. Wie im fischertechnik-Trafo aus Wechselspannung Gleichspannung gemacht wird, ist im Band 2 der Anleitung zu I-e 1 beschrieben.



## 2.3 DER ELEKTRONIK-SCHALTSTAB

Ebensowenig wie der Fernsehgerät-Benutzer etwas über die Technik im Innern des Fernsehgerätes wissen muß, benötigen Sie zum Einsatz des Elektronik-Schaltstabes nicht unbedingt besondere elektronische Kenntnisse.

Der Elektronik-Schaltstab ist ein Steuergerät!



Im Prinzipbild sind die wichtigsten Baugruppen des Schaltstabes hervorgehoben. Die Geräte, die vom Stab gesteuert werden sollen, z. B. Lampen, Motoren, Magnete, Klingeln, werden an das für den jeweiligen Zweck passende Buchsenpaar am „Ausgang“ des Steuergerätes angeschlossen. Die Ausgangsspannung beträgt 6 V —, also Gleichspannung von 6 V.

Zur Steuerung benötigen wir ein Stueerelement, das an den „Eingang“ des Steuergerätes angeschlossen wird. Das Stueerelement ist also nicht

in den Schaltstab eingebaut. Für die erste praktische Erprobung des Elektronik-Schaltstabes benutzen wir ein Kabel, später aber einen in den fischertechnik-Lichtaufnehmer eingebauten Fotowiderstand.


Mit dem Schiebeshalter können Sie die Betriebsart wählen. In der Mittelstellung ist das Gerät ausgeschaltet. Die rote Starttaste wird nur in Sonderfällen benötigt, (siehe spätere Beschreibungen).


Die Versorgung des Schaltstabes und der zu steuernden Geräte mit elektrischer Energie erfolgt im allgemeinen durch Anschluß an die 6 V ~ -Buchsen des fischertechnik-Trafos. Wer bei Fahrzeugmodellen lieber mit Batterien arbeitet, benötigt 6 – 9 V Gleichspannung, z. B. aus zwei hintereinandergeschalteten fischertechnik-Batteriestäben.

Durch den Einbau von Schutzwiderständen ist dafür gesorgt, daß versehentlich falsch gesteckte Kabel keinen Schaden verursachen können. Auch ein Kurzschluß des fischertechnik-Trafos schadet diesem nicht.

Zur ersten Erprobung des Elektronik-Schaltstabes und zur Geräteprüfung, falls einmal eine Schaltung nicht funktionieren sollte, schließen Sie als erstes den Schaltstab an den Trafo an. Dann wählen Sie die Betriebsart.

### 1. Betriebsartschalter in Stellung 1

An die Ausgangsbuchsen 1 - 2 schließen wir eine Lampe an. Sie wird nicht brennen. (Das kurze Aufflackern beim Einschalten des Stabes bedeutet, daß der eingebaute Kondensator in Ordnung ist.) Deshalb hat dieses Buchsenpaar das Zeichen für einen geöffneten Schalter: .

Schließen wir die Lampe aber an das Ausgangsbuchsenpaar 3 - 4 an, so wird sie aufleuchten. Deshalb hat dieses Buchsenpaar das Zeichen für den geschlossenen Schalter: .

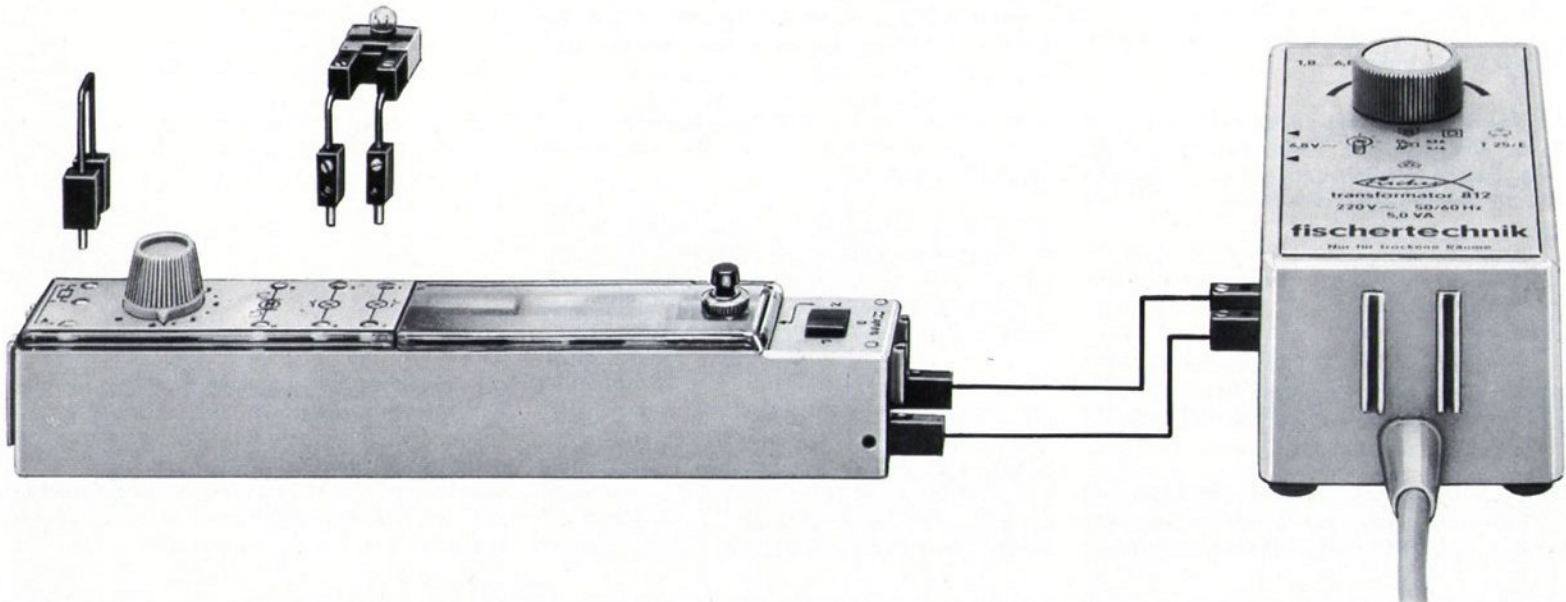
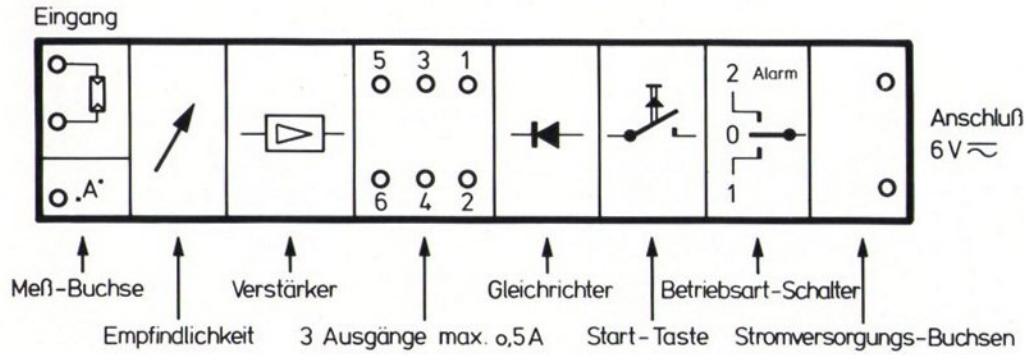
Wir können auch ebensogut 2 Lampen anschalten, eine Lampe an das Buchsenpaar 1 - 2, eine andere an das Buchsenpaar 3 - 4.

Statt der Lampe können wir auch einen Motor anschließen. Versuchen wir es mal. Der Motor dreht in einer Richtung. Soll er sich in der anderen Richtung drehen, so vertauschen wir einfach die 2 Stecker gegeneinander. Wir dürfen auch Lampe und Motor an einen Ausgang parallel anschließen.

Nun nehmen wir ein Kabel und schließen damit – wie in der Abbildung angedeutet – die Eingangsbuchsen kurz. In dem Moment, in dem wir den zweiten Stecker einstecken, leuchtet die bisher nicht brennende Lampe auf und die bisher brennende Lampe erlischt. Zugleich hören wir ein Umschaltgeräusch im Innern des Schaltstabes und wer genau hinsieht, kann sehen, daß die Kontakte des Relais umspringen.



# Prinzip:



Ziehen wir einen Stecker am „Steuereingang“ wieder heraus, so tritt der alte Schaltzustand wieder ein. Den Steuervorgang können wir beliebig oft wiederholen.

Statt den Steuereingang kurzzuschließen, können wir auch die rote Taste drücken. Sie hat in der Betriebsart-Schalterstellung 1 dieselbe Funktion wie ein Kurzschließen des Steuereinganges.

Nun schalten wir einmal einen Motor an das Ausgangsbuchsenpaar 5 - 6. Der Motor dreht in einer ganz bestimmten Richtung. Ändern wir den Schaltzustand am Steuereingang, so dreht die Drehrichtung des Motors sofort um. Diesen Vorgang können wir ebenfalls beliebig oft wiederholen.

Merke: In Stellung „1“ bewirkt jedes Schließen und Öffnen des „Steuereinganges“ eine Umsteuerung der angeschalteten Verbraucher.

## 2. Betriebsartschalter in Stellung „2“

Schließen wir nun den Steuereingang kurz, so erfolgt keine Umschaltung. Diese erfolgt erst, wenn wir die rote Taste drücken, deshalb nennen wir diese rote Taste in Zukunft die Starttaste.

Nun öffnen wir die Leitung am Steuereingang wieder. Die Umsteuerung erfolgt sofort. Ein erneutes Kurzschließen des Steuereinganges bewirkt aber keine Veränderung. Wollen wir eine solche erzielen, so müssen wir wieder die Starttaste drücken.

Drücken wir bei offenem Steuereingang die Starttaste, so erfolgt die Umsteuerung nur solange die Taste gedrückt ist.

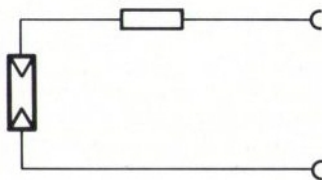
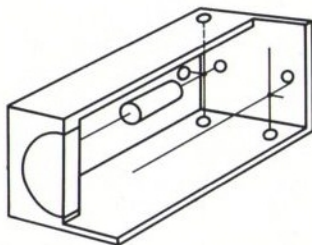
Den Zweck einer solchen Schaltungsart wollen wir uns später klarmachen. Im Augenblick wollen wir uns nur merken, daß die Stellung „2“ des Betriebsartschalters eine „Alarmschaltung“ unseres Elektronik-Schaltstabes bewirkt.

Wir sehen: Ein „Kurzschluß“ der Steuerleitung hat nicht den im Haushalt so gefürchteten Ausfall des Gerätes oder der Stromversorgung zur Folge. Der Kurzschluß hat im Gegenteil den Steuerbefehl ausgelöst. Bei unserem Steuergerät – dem Elektronik-Schaltstab – brauchen wir also nur den Steuereingang kurzzuschließen

oder die Steuerleitung „aufzutrennen“, um einen Schaltbefehl auszulösen. Man könnte also als Steuerelement einen Schalter einsetzen, der mechanisch betätigt werden muß. Wir wollen aber durch „Licht“ steuern, deshalb benötigen wir ein Steuerelement, das auf Lichtstrahlen reagiert.



## 2.4 DER FISCHERTECHNIK-LICHTAUFNEHMER



Der Lichtaufnehmer enthält einen Fotowiderstand. Dieser hat folgende interessante Eigenschaft: Je stärker man seine lichtempfindliche Fläche beleuchtet, um so stärker sinkt der Wert seines elektrischen Widerstandes. (Genaueres finden Sie im 2. Band.)

Bei heller Beleuchtung beträgt der Wert etwa 100 Ohm. Bei Dunkelheit ist der Widerstand 10 000 mal so groß. Deshalb eignet sich der (in ein fischertechnik-Lichtaufnehmergehäuse eingebaute) Fotowiderstand als Steuererlehnent unseres Schaltstabes. Wir schließen ihn statt des zur ersten Erprobung des Schaltstabes benutzten Kurzschlußkabels an den Steuereingang an. Das Lichtaufnehmergehäuse paßt in das fischertechnik-Bausteinsystem. Die Kabel können an jeder Seite angeschlossen werden.

Durch geeignete schaltungstechnische Mittel im Schaltstab ist dafür gesorgt, daß bei Beleuchtung des Fotowiderstandes derselbe Steuereffekt erzielt wird wie bei vollkommenem Kurzschluß des Steuereinganges. Unterbricht man aber die Beleuchtung des Fotowiderstandes oder schwächt sie entsprechend ab, so wirkt dies wie die Unterbrechung der Steuerleitung.

Natürlich kann man bei einem Fotowiderstand durch entsprechende Veränderung der Beleuchtung jeden Zwischenwert seines elektrischen Widerstandes erreichen. Am Ausgang des Schaltstabes sind aber nur die 2 (schon erprobten) stabilen Schaltzustände möglich.

Der fischertechnik-Lichtaufnehmer ist gegen Fehlschaltungen durch einen Schutzwiderstand gesichert. Deshalb können Sie munter drauf los experimentieren. Einzelheiten über den Aufbau und das physikalische Verhalten eines Fotowiderstandes finden Sie im Band 2 der Anleitung zum großen licht-elektronik-Baukasten I-e 1.

## 2.5 EINFACHE TASTER UND SCHALTER aus fischertechnik-Steckern



Einschalt-Taster



Ausschalt-Taster



Nebenstehende Abbildungen zeigen einfache Taster und Schalter aus fischertechnik-Grundelementen. Diese Schaltglieder können Sie anstatt oder zusätzlich zu dem fischertechnik-Taster und -Schalter bei den abgebildeten Modellen einsetzen.

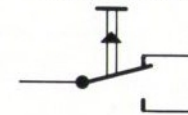
Unter jeder Abbildung ist das genormte Schaltbild angegeben. Der Ein- und der Aus-Taster unterscheiden sich durch die Größe des Gegengewichtes. Den Umschalter und die Umschalttaste können Sie sicher auch ohne Abbildung bauen. Sollten Sie fischertechnik-Gelenksteine verwenden, so können Sie diese durch Lockern der zweiteiligen Gelenkbuchse mit Hilfe von 2 Zehnpfennig-Münzen leichtgängig machen.



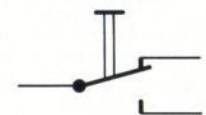
Ein-Aus-Schalter



Umschalt-Taster



Um-Schalter



Können Sie den Unterschied zwischen Schaltern und Tastern genau beschreiben? Notfalls nehmen Sie Seite 3 zu Hilfe.



## 2.6 HINWEISE FÜR MODELLE MIT 1 SCHALTSTAB

Im folgenden, größeren Teil dieses Buches finden Sie Abbildungen von ganz einfachen bis recht anspruchsvollen Modellen. Ihr Nachbau wird mit Hilfe der Anleitungen und Schaltbilder nicht schwerfallen. Soweit die Funktion der Maschine oder der Anlage nicht ohne weiteres aus der Prinzipdarstellung im Schaltbild erkennbar ist, wird die Aufgabe und Wirkungsweise zusätzlich beschrieben. Der Verdrahtungsplan ist bei manchen dafür besonders geeigneten Modellen bewußt nicht angegeben. Wer die davor gezeigten Schaltungen ausgeführt hat, kann diese Aufgabe bestimmt selbständig lösen.

Der Anfänger, der sich in die elektrische Schaltungstechnik erst einarbeiten will, erhält durch den Bau und vor allem durch den Betrieb der ersten Modelle schnell die Sicherheit in der Handhabung von Schaltstab und Lichtschranke. Diese befähigt ihn, die etwas Fingerspitzengefühl erfordernde Justierung der Lichtschranken bei komplizierteren Modellen schnell vorzunehmen. Deshalb empfehlen wir auch dem Experten, der sich in der Schaltungstechnik schon zu Hause fühlt, den Bau der einfachen Modelle nicht vollständig zu überspringen.

Die meisten Modelle sind vereinfachte, das Prinzip herausstellende Nachbildungen von Geräten und Maschinen aus dem technischen Alltag. Es bleibt Ihnen überlassen, ob Sie die Modelle – wie abgebildet – nachbauen oder entsprechend dem Umfang Ihrer fischertechnik-Bausteinsammlung weitere Details ergänzen oder das Modell oder die Anlage von vornherein großzügiger gestalten. Die zwischendurch eingestreuten Modelle mit Teilen aus dem großen Elektromechanik-Baukasten e-m 1 erweitern die Anwendungsmöglichkeiten. Ihr Nachbau ist aber für das Verständnis der Zusammenhänge nicht unbedingt erforderlich. Zweckmäßig erscheint uns aber, spätestens nach dem Bau der Hälfte der Modelle einen Schalter und einen Taster zu beschaffen. Sie sind im e-m 1 Baukasten enthalten. Als Ergänzungspackung e-m 3 sind sie auch allein erhältlich. Sie benötigen diese zwei Bauelemente für den Bau von Steuerungen immer wieder.

## 2.6 HINWEISE FÜR MODELLE MIT 2 SCHALTSTÄBEN

Wer durch seinen großen oder kleinen licht-elektronik-Baukasten so richtig Geschmack an der Steuer- und Regel-Technik mit Lichtschranken gefunden hat, wird alsbald seine erworbenen Fähigkeiten anwenden und seine Kenntnisse erweitern wollen. Dafür wurde ein besonderer Abschnitt geschaffen (ab Modell-Nr. 3.51). Er zeigt die Prinzip-Schaltungen und darauf aufbauende Modelle, ja ganze Steuerungs-Anlagen mit 2 Schaltstäben. Reichliche Anregungen für den Selbstbau weiterer Modelle sind eingefügt.

Die meisten Modelle dieses Abschnitts erfordern neben dem kleinen licht-elektronik-Baukasten l-e 2 den großen licht-elektronik-Baukasten l-e 1.




## MODELLE – mit 1 Schaltstab

### 3.1 FLAMMENWÄCHTER

Unser Modell stellt einen Heizkessel in einem großen Industriebetrieb dar. Unter dem Kessel brennt die Ölflamme – eine fischertechnik-Kugellampe.

Unser fischertechnik-Lichtaufnehmer soll diese Flamme überwachen. Der Heizraum ist nicht besetzt, deshalb muß eine Störung dem Pförtner gemeldet werden. Dieser löst dann den Alarm aus.

Die lichtempfindliche Fläche des Lichtaufnehmers kann nicht von selbst unterscheiden, ob das Licht vom Brenner oder von einer starken Lampe im Raum kommt. Deshalb stecken wir eine schwarze Störlichtkappe auf den Lichtaufnehmer. Dann schließen wir diesen an die Eingangsbuchsen des Schaltstabes. Diese sind – wie wir schon wissen – mit  gekennzeichnet.

Genauso wie der Techniker, der die Anlage in Wirklichkeit plant, müssen wir uns zuerst entscheiden, welche Schaltung sich für die lichtelektronische Überwachung am besten eignet:

**Schaltung 1:** Eine Anzeigelampe soll leuchten, wenn der Brenner in Betrieb ist, und erlöschen, sobald dieser ausfällt. Die Wahl der zweckmäßigsten Lampenfarbe bleibt zunächst Ihnen überlassen.

**Nachteil:** Der Pförtner bemerkt den Ausfall des Brenners nicht sofort, besonders dann, wenn er weitere Lampen neben seiner Pförtnertätigkeit

im Auge behalten soll.

**Schaltung 2:** Eine Lampe soll nur dann aufleuchten, wenn der Brenner ausfällt. Wir wählen eine rote Anzeigelampe.

**Vorteil:** Eine rot aufleuchtende Lampe fällt sofort auf und bedeutet Gefahr.

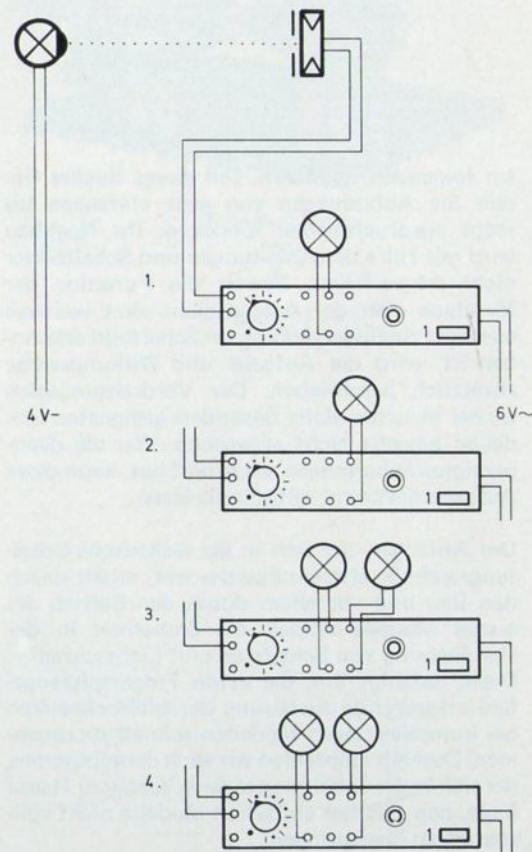
**Nachteil:** Bei ausgeschaltetem oder defektem Steuergerät (Schaltstab) kann der Pförtner die Störung überhaupt nicht bemerken.

**Schaltung 3:** Überwachung durch 2 Lampen; die grüne erlischt, sobald die rote aufleuchtet. Leuchtet keine der Lampen, so ist das Steuergerät defekt oder ausgeschaltet!

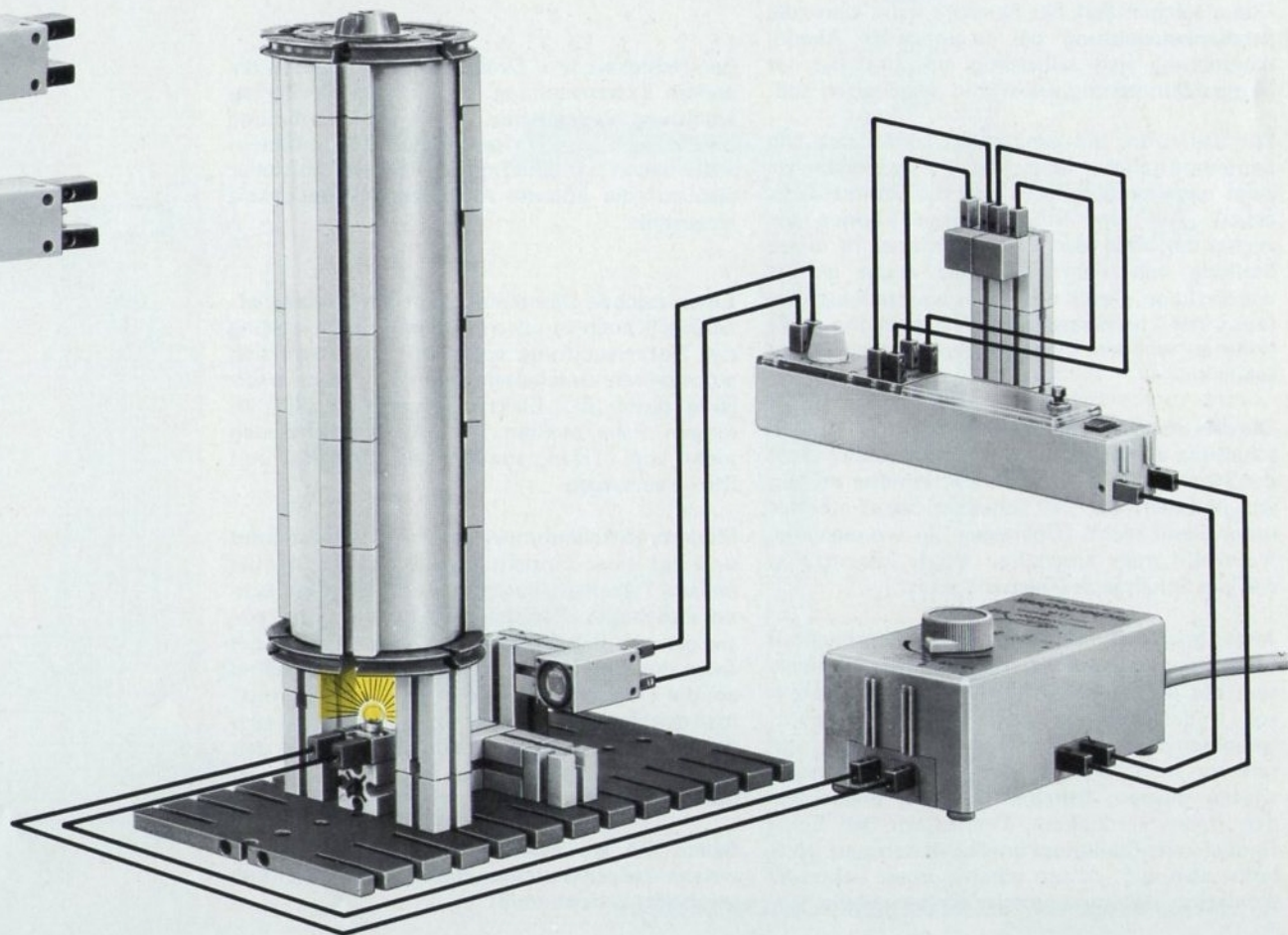
**Schaltung 4:** Überwachung durch 2 Lampen. Eine (weiße) brennt immer, die rote nur bei Alarm.

Wir proben jede Schaltung durch, entscheiden uns jedoch letztlich für Schaltung 3.

Den Betriebsartschalter schieben wir auf „1“, den Drehknopf für die Empfindlichkeit drehen wir ebenfalls auf „1“ und kontrollieren, ob die Lampen den Betriebszustand des Brenners richtig melden. Leuchtet die grüne Lampe trotz brennender Flamme nicht, müssen wir die Empfindlichkeit nachstellen; kommt die rote Lampe nicht, so müssen wir noch vorhandenes Störlicht hinter dem Brenner abschirmen.









## 3.3 LICHELEKTRONISCHER DÄMMERUNGSSCHALTER

Einen solchen Schalter benötigt man, wenn die Straßenbeleuchtung bei beginnender Abenddämmerung sich selbsttätig ein- und bei der Morgendämmerung selbsttätig ausschalten soll.

Wir bauen uns ein ganz einfaches Modell. Die lichtempfindliche Seite des Fotowiderstandes zeigt nach oben; es wird also das Himmelslicht erfaßt. Auf eine Störlichtkappe können wir verzichten, weil der Lichtaufnehmer in dieser Stellung von Fahrzeuglichtern nicht gestört werden kann. Durch eine transparente Bauplatte (aus der fischertechnik-Zusatzpackung 012) könnten wir den Lichtaufnehmer gegen Regen schützen.

Die drei Straßenleuchten schalten wir in Parallelschaltung an das mittlere Ausgangsbuchsenpaar des Schaltstabes. Den Betriebsartschalter müssen wir natürlich auf „1“ schieben, sonst arbeitet unser Gerät nicht. (Überlegen Sie, wo man eine Kontroll-Lampe anschalten müßte, die anzeigt, daß das Schaltgerät eingeschaltet ist.)

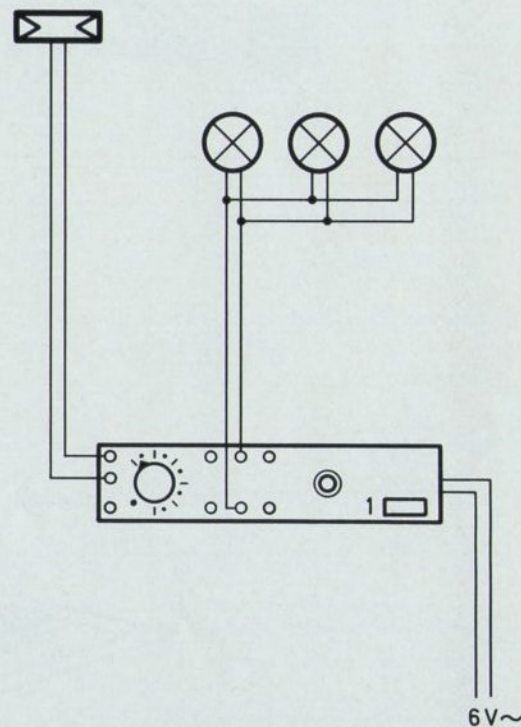
Jetzt brauchen wir nur noch experimentell festzulegen, bei welcher Helligkeit des Himmels sich die Straßenbeleuchtung selbst einschalten soll. In der Technikersprache heißt das: Die Ansprechschwelle des Schaltgerätes festlegen. Damit wir nicht bis zur wirklichen Dämmerung warten müssen, behelfen wir uns, indem wir den Raum verdunkeln. Drehen wir den Empfindlichkeits-Stellknopf am Schaltstab ganz nach links, also auf „1“, so schaltet unser lichtelektronischer Dämmerungsschalter bei relativ gro-

ßer Helligkeit um. Drehen wir ihn aber in die andere Extremstellung, so wird die Straßenbeleuchtung eingeschaltet, wenn die Dämmerung bereits sehr weit fortgeschritten ist. In diesem Falle haben wir den Empfindlichkeits-Einsteller also auf die höchste Ansprechempfindlichkeit eingestellt.

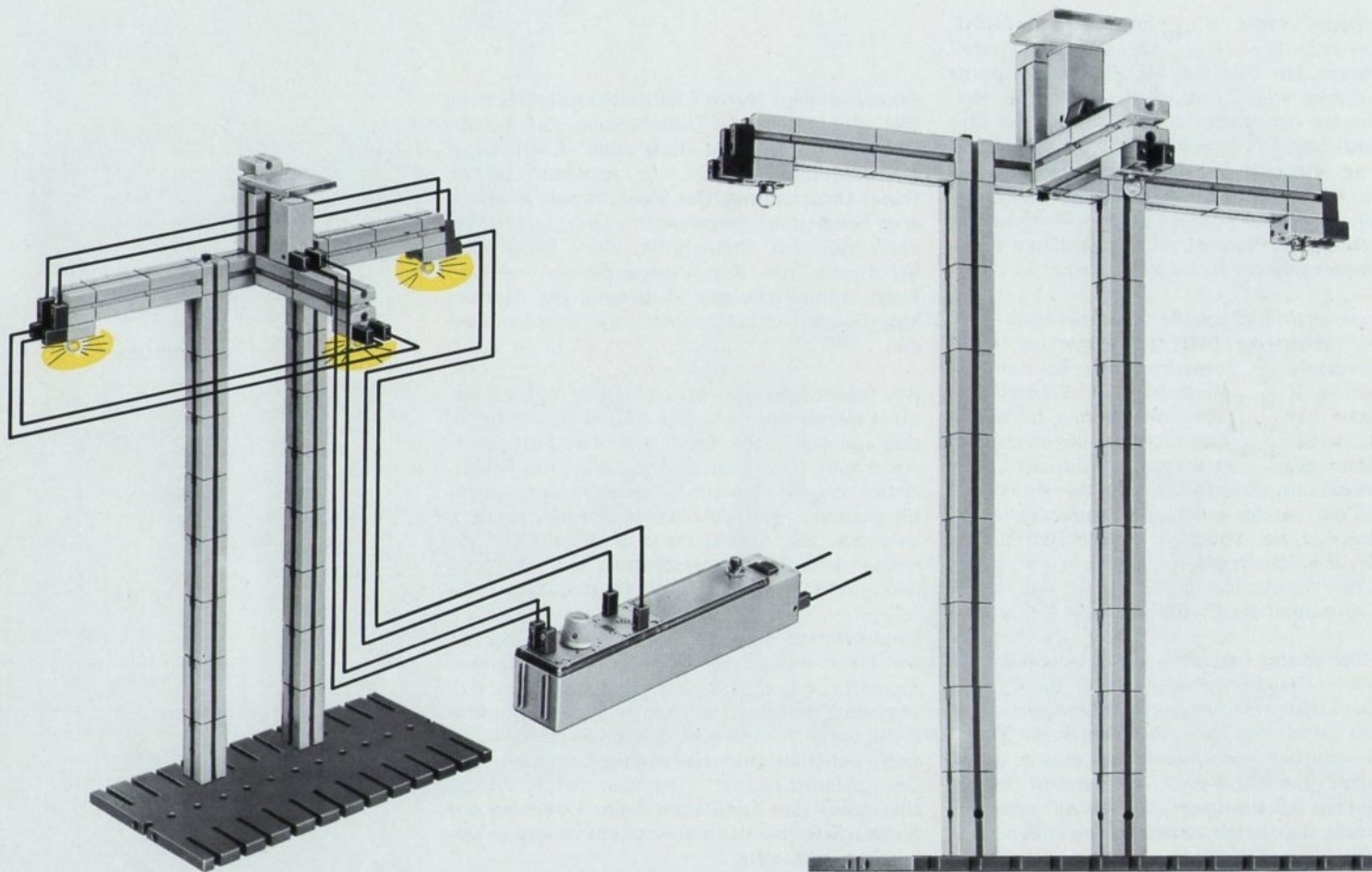
Einen solchen Dämmerungsschalter können wir natürlich auch in unserer Fabrik zur Steuerung der Notbeleuchtung einsetzen. Diese soll sich automatisch einschalten, wenn die Stromversorgung durch das Elektrizitätswerk ausfällt. In diesem Falle müßten Sie also den Schaltstab nicht vom Trafo, sondern aus Batterien mit Strom versorgen.

Moderne Straßentunnels sind heute beleuchtet und mit einer Einrichtung ausgestattet, die bei hellem Tageslicht zusätzliche Lampen im Tunnel einschaltet. Nachts genügt nämlich eine relativ geringe Beleuchtung des Tunnels, weil das Auge des von außen kommenden Fahrers schon an die Dunkelheit gewöhnt ist. Tagsüber muß man den Tunnel zusätzlich beleuchten, weil sich das Auge des Menschen beim Einfahren in den Tunnel nicht schnell genug an die stark verminderte Helligkeit gewöhnen würde.

Bauen Sie ein Modell und überlegen Sie, an welche Ausgangsbuchsen die Zusatzbeleuchtung geschaltet werden muß!







## 3.4 EINFACHER RAUCHMELDER

Das Modell stellt eine sich drehende Röstpfanne dar. Die Draufsicht auf das Gestell erleichtert den Bau des Modelles. Der Motor wird direkt vom Trafo angetrieben. Die Heizung unter der Röstpfanne haben wir der Einfachheit halber weggelassen. Wir nehmen an, daß das Röstgut in dem Augenblick etwas Rauch zu entwickeln beginnt, in dem der Röstprozeß abgeschlossen ist. Ein Mann müßte also ständig die Pfanne beobachten. Diese Tätigkeit nimmt ihm ein Rauchmelder ab.

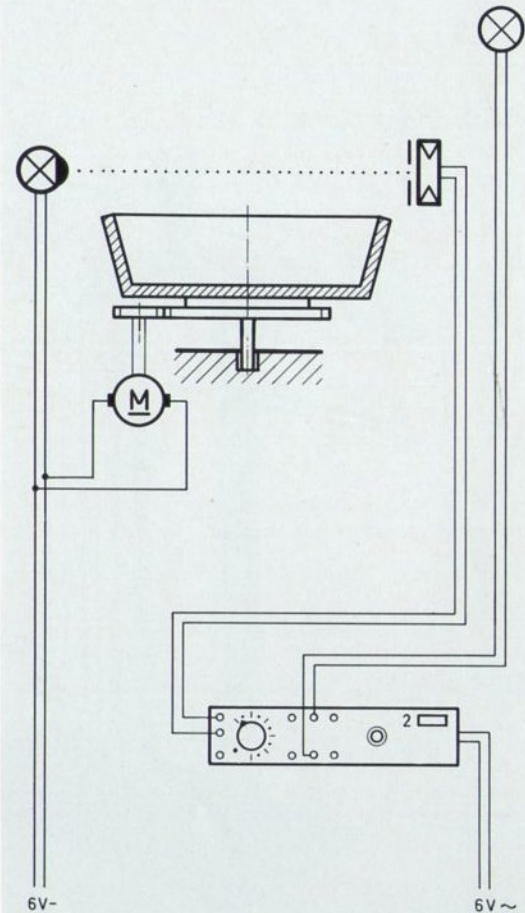
Der von einer Lichtquelle (Linsenlampe) kommende Lichtstrahl trifft auf einen mit einer Kappe versehenen Fotowiderstand. Bei richtiger Einstellung der Empfindlichkeit des Schaltstabes schwächt ein sich über der Pfanne bildender Rauch die Stärke dieses Lichtstrahles so ab, daß das Steuergerät (Schaltstab) „anspricht“. Die Elektronik im Schaltstab schaltet die Warnlampe, die an das mittlere Buchsenpaar angeschlossen ist, ein. Schalten wir den Betriebsartschalter des Schaltstabes in Stellung „1“, so erlischt die Warnlampe wieder, wenn der Rauch den Lichtstrahl wieder freigibt.

Diese Schaltung hat noch einen Nachteil: Bei schwacher Rauchentwicklung über der Pfanne wird der Lichtstrahl nicht ständig unterbrochen. Deshalb könnte das erste Aufleuchten der Warnlampe nicht bemerkt werden. Aus diesem Grunde wählt der Techniker in solchen Fällen eine andere Schaltungsart, die wir mit unserem Elektronik-Schaltstab ebenfalls anwenden können: die Alarm-Schaltung.

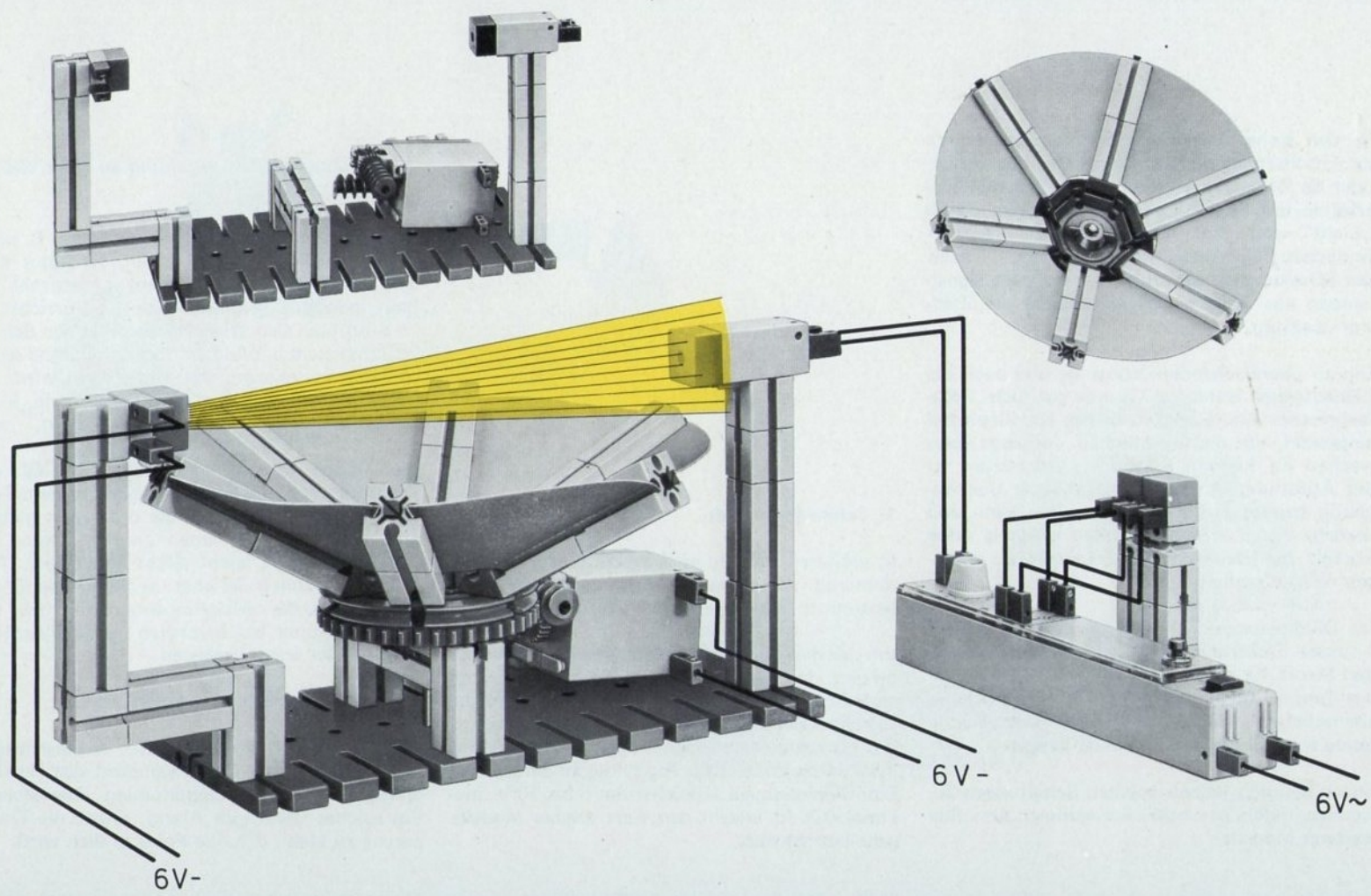
Eine einmalige kurze Lichtstrahlunterbrechung löst eine bleibende Umschaltung des Schaltstabes aus. Man sagt dazu auch: Ein einziger „Steuerimpuls“ genügt zur Auslösung dieser Dauer-Umschaltung. Der Steuerimpuls wird also vom Schaltstab „gespeichert“. Die „Löschung“ kann nur am Steuergerät, dem Elektronik-Schaltstab, von Hand vorgenommen werden. Nach einmal erfolgter Auslösung des Alarms könnte der Lichtaufnehmer sogar entfernt werden.

Bei Inbetriebnahme der Schaltung müssen wir die Linsenlampe über der Pfanne so justieren, daß möglichst viel Licht auf den Fotowiderstand fällt. Den Betriebsartschalter des Schaltstabes schieben wir auf „2“. Ist die Lampe richtig justiert, wird die Alarmlampe sofort aufleuchten. Nun drücken wir die rote Starttaste neben dem Betriebsartschalter. Die Kontrolllampe erlischt, das Gerät ist einsatzbereit.

Unterbrechen wir den Lichtstrahl, z. B. mit der Hand oder dem Rauch einer brennenden Zigarette, so wird die rote Alarmlampe aufleuchten. Erst durch Drücken des Startknopfes (oder durch Ausschalten des Schaltstabes) kann dieser Schaltzustand wieder aufgehoben werden. Der „Alarmzustand“ tritt aber sofort wieder ein, wenn der Lichtstrahl beim Loslassen der Starttaste immer noch oder schon wieder unterbrochen sein sollte.







## 3.7 HINWEISE FÜR WEITERE MODELLE

In den bisher beschriebenen Modellen wurde die fischertechnik-Lichtelektronik als Melde- oder als Zählgerät benutzt. Im einfachsten Fall erfolgte die Steuerung des Schaltstabes durch „Licht“ und „kein Licht“ auf der lichtempfindlichen Fläche des Fotowiderstandes. Je nach der Schaltung wurden eine oder mehrere Signallampen aus- bzw. eingeschaltet oder ein Zählwerk betätigt.

Die zu überwachenden Vorgänge und auch die Zählaufgaben waren im Grunde gar nicht lichttechnischer Art. Licht wurde nur als Hilfsmittel eingesetzt, um die eigentlichen Vorgänge überwachen zu können. Besonders interessant ist die Abtastung durch Licht, weil die Überwachung berührungslos vor sich gehen kann und deshalb dem zu überwachenden Vorgang keine Energie zur Steuerung des Schaltgerätes entzogen werden muß.

Im Dämmerungsschalter hatte das Steuergerät – unser Elektronik-Schaltstab – die Aufgabe, den Strom für die Beleuchtungskörper bei einer bestimmten Allgemeinhelligkeit an- und wieder abzuschalten. Der Schaltstab war hier also im Sinne eines „Leistungsschalters“ eingesetzt.

Bevor Sie sich jedoch solchen Schaltungen zuwenden, noch ein paar Anregungen zum Bau weiterer Modelle.

### 1. Schneefallmelder

In größeren Städten muß im Winter die Schneeräumung schon nachts einsetzen, wenn eine bestimmte Neuschneehöhe überschritten wird.

Ein Modell eines solchen Schneehöhen-Alarmgerätes, das durch Licht oder noch besser durch akustische Signale anzeigt, daß mehr als die vorgegebene „Grenzhöhe“ Schnee gefallen ist, läßt sich ganz leicht bauen. (Den Schnee könnte man durch Watte oder Papierkugeln darstellen.) Eine Alarmklingel (Gleichstrom 6 bis 10 V, maximal 0,3 A) erhöht den Wert solcher Modelle ganz beträchtlich.

### 2. Durchmesser-Überwachung an einer Wickelvorrichtung

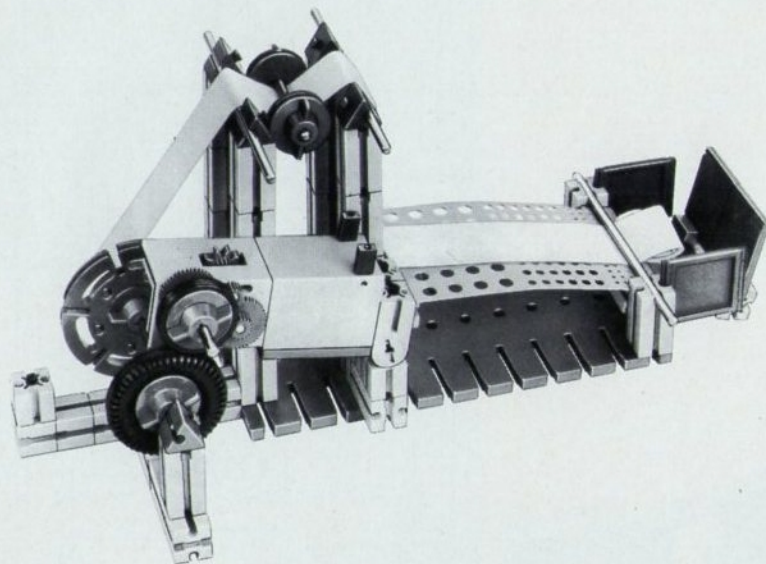
Will man den Wickeldurchmesser – z. B. einer Papiermaschine – überwachen, so tastet man den Durchmesser mit einem Lichtstrahl ab. Baut man eine „Schleife“ vor die Vorrichtung, so kann man den Wickelmotor über den Schaltstab ausschalten, ohne die Papiermaschine selbst anhalten zu müssen. Das Papierband wird von der Schleife aufgenommen, bis die volle Rolle durch einen neuen Wickelkern ersetzt ist.

Das Modell ist sehr vereinfacht. Es fehlt das Transportband, das den Papierbrei aus dem Trog abzieht, und die Walzen, die das Papier glätten und trocknen. Wer einen zweiten Motor besitzt, kann diese leicht selbst hinzufügen. Auf alle Fälle können Sie aber die Steuerung für die Stillsetzung des Wickelmotors mit Hilfe der Lichtelektronik bei Erreichen der gewünschten Wickeldicke selbst ergänzen.

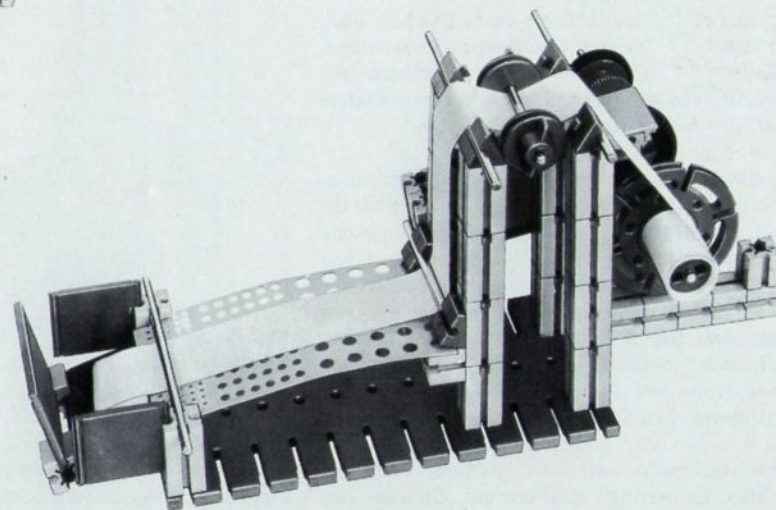
### 3. Überwachung der Foliendicke

Die Stärke von farbigen, aber durchsichtigen Folien kann man schon während des Herstellungsprozesses mit Lichtstrahlen überwachen. Ein solches Gerät gibt Alarm, sobald die Transparenz zu klein, d. h. die Folie zu dick wird.





Modell-Rückseite



## 3.9 MASCHINENSTEUERUNG ÜBER EIN VORRATSMAGAZIN

Die Lichtelektronik läßt sich – wie im letzten Modell bereits gezeigt – also nicht nur zur Überwachung, sondern auch zur Steuerung von Maschinen und Vorrichtungen verwenden. Besonders häufig benutzt man die Lichtsteuerung in der Fertigung von Massenartikeln, also bei der Herstellung großer Stückzahlen des gleichen Teiles oder Gerätes.

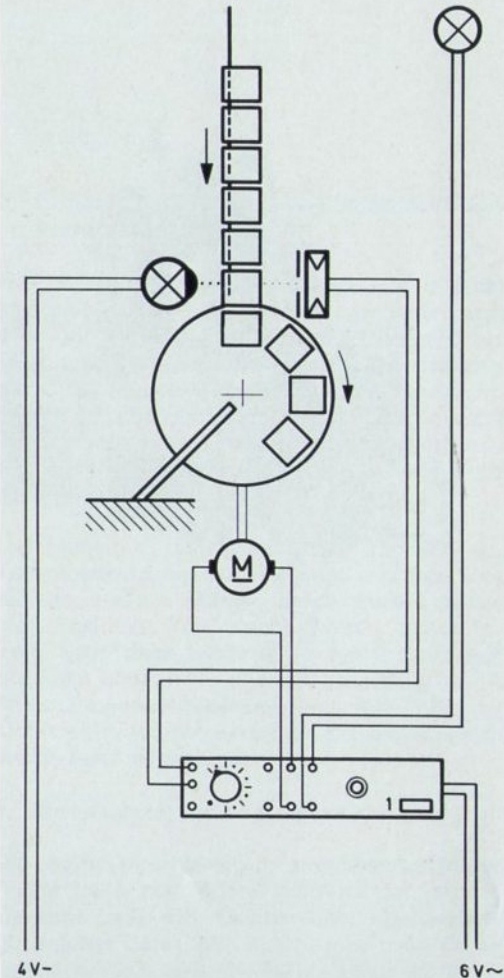
Ein Beispiel dafür ist die im nebenstehenden Modell gezeigte Steuerung eines „Drehtisches“ durch das „Vorratsmagazin“. Auf einem sich ganz langsam drehenden Rundtisch wird durch eine (hier nicht dargestellte) Maschine ein Arbeitsgang, z. B. das Bohren eines Loches, vollautomatisch ausgeführt. Die dort zu bearbeitenden Teile werden aus einem Vorratsmagazin zugeführt. Wir stellen dieses durch eine lange Stange dar, auf der kurze Steine aufgereiht sind.

Nach Einsetzen des Magazines in die Magazinhalterung wird die Stange so justiert, daß ihr unteres Ende etwas mehr als eine Steinbreite vom Drehtisch entfernt ist. Dreht sich dieser Tisch, so wird er jeweils den untersten Stein der Säule mitnehmen. (Wer besonders naturgetreu arbeiten will, befestigt auf dem Drehtisch feines Schleifpapier, damit jeder Stein – unabhängig von der Höhe der Steine im Magazin – sicher mitgenommen wird.)

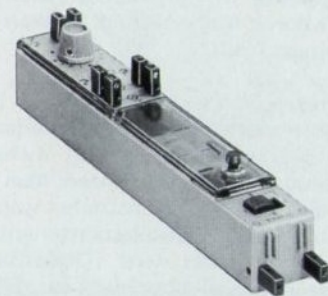
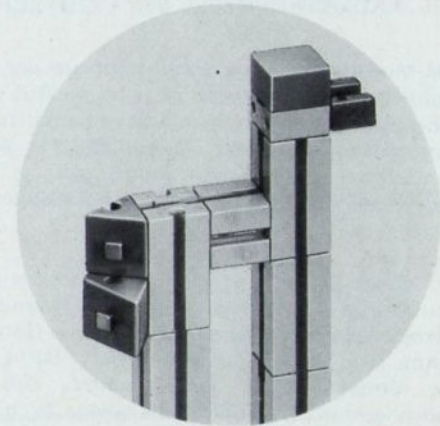
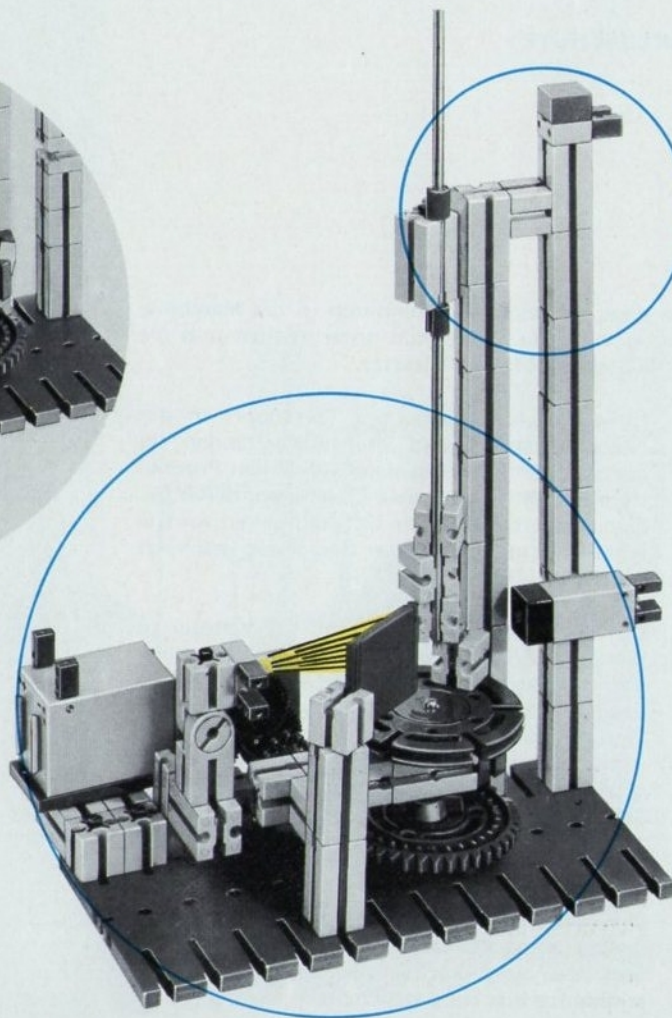
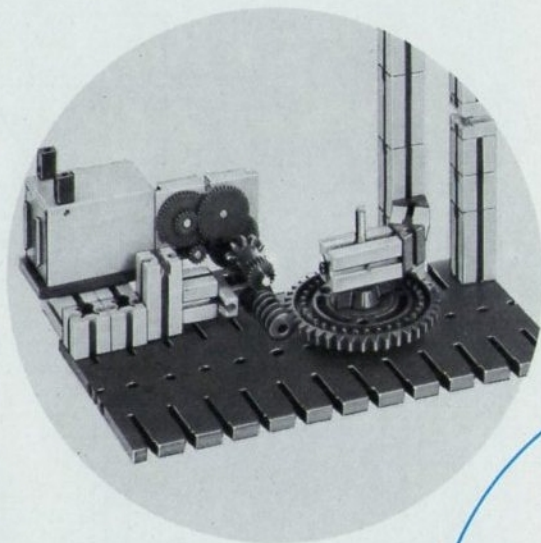
Die Lichtschranke wird so justiert, daß erst nach der Entnahme des letzten Steines der Lichtaufnehmer Licht bekommt. In diesem Augenblick wird der Motor automatisch still-

gesetzt und eine Warnlampe angeschaltet. Setzen wir wieder ein volles Magazin ein, läuft der Motor von selbst wieder an.

Die Lichtsteuerung an solchen Bearbeitungsmaschinen ermöglicht es, daß ein einziger Mann viele solche Maschinen bedienen kann, ohne daß unnötig langer Stillstand einzelner Stationen auftritt.







## 3.10 EXZENTERPRESSE MIT LICHTSCHRANKENSCHUTZ

Das Modell stellt eine Exzenterpresse dar. Ein Motor treibt eine Schwungscheibe an. Auf diese Scheibe ist exzentrisch zur Scheibenmitte ein Lagerbolzen eingesetzt. Dieser Bolzen gleitet im Schlitz einer dicken Führungsplatte. Die Führungsplatte wird seitlich von 2 Säulen geführt.

Mit dieser Anordnung hat man also eine kontinuierliche Drehbewegung in eine Auf- und Abwärtsbewegung verwandelt. Ein solches Getriebe nennt man eine „Kurbelschleife“. Beim Bau des Modelles bitte darauf achten, daß die Führungsplatte auf den Säulen ganz leicht auf und ab gleitet. Erst wenn dies durch Einrichten der 2 Säulen erreicht ist, Exzenterbolzen in Schwungscheibe einsetzen. Auf der Unterseite der Führungsplatte ist ein Stanzwerkzeug (in unserem Falle durch fischertechnik-Winkelsteine dargestellt) eingespannt.

Mit einer Presse von mehreren Metern Höhe kann man ohne weiteres aus Blechstreifen bis zu 10 mm Stärke Blechteile von mehreren Quadratdezimetern Größe ausstanzen. Man muß nur dafür sorgen, daß der Blechstreifen während des Hochgehens der Führungsplatte entsprechend weitertransportiert wird. (Diese Zusatzeinrichtung ist im Modell aber nicht dargestellt.)

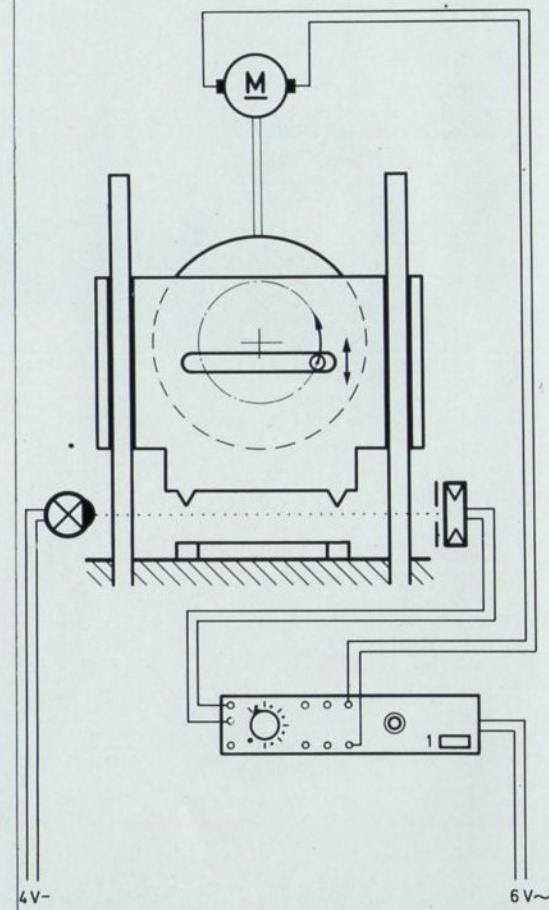
Wer eine solche Maschine bedient, ist erhöhter Gefahr ausgesetzt. Zu seinem Schutz müssen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Besonders geeignet sind hierfür Lichtschranken. Greift jemand bewußt oder unbewußt durch

diese Lichtschranke hindurch in die Maschine, so wird der Lichtstrahl unterbrochen und die Maschine sofort stillgesetzt.

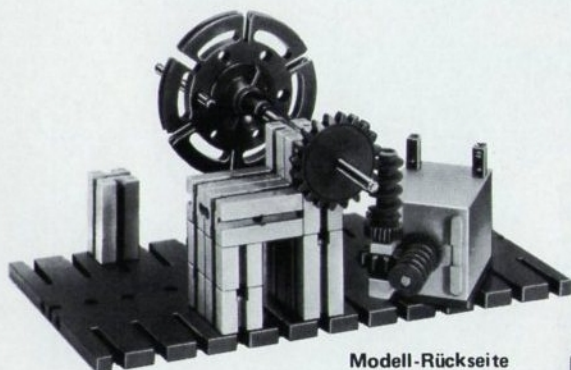
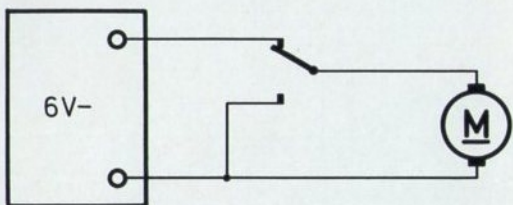
In jedem Industriebetrieb, besonders in der eisenschaffenden und eisenverarbeitenden Industrie, aber auch im handwerklichen Produktionsbetrieb gibt es viele Maschinen, deren Bedienungspersonal durch Lichtschranken vor Gefahren bei unsachgemäßer Bedienung geschützt werden.

Um einen sofortigen Stillstand des Motors zu erreichen, genügt eine einfache Unterbrechung des Motorstromkreises nicht. Der Motor würde langsam „auslaufen“. Deshalb wird bei solchen Sicherheitsschaltungen nicht nur die Stromquelle automatisch abgeschaltet, sondern zusätzlich noch der Motor kurzgeschlossen. Das Schaltprinzip sehen wir nebenan. Der fischertechnik-Schaltstab schaltet nach der gleichen Art.

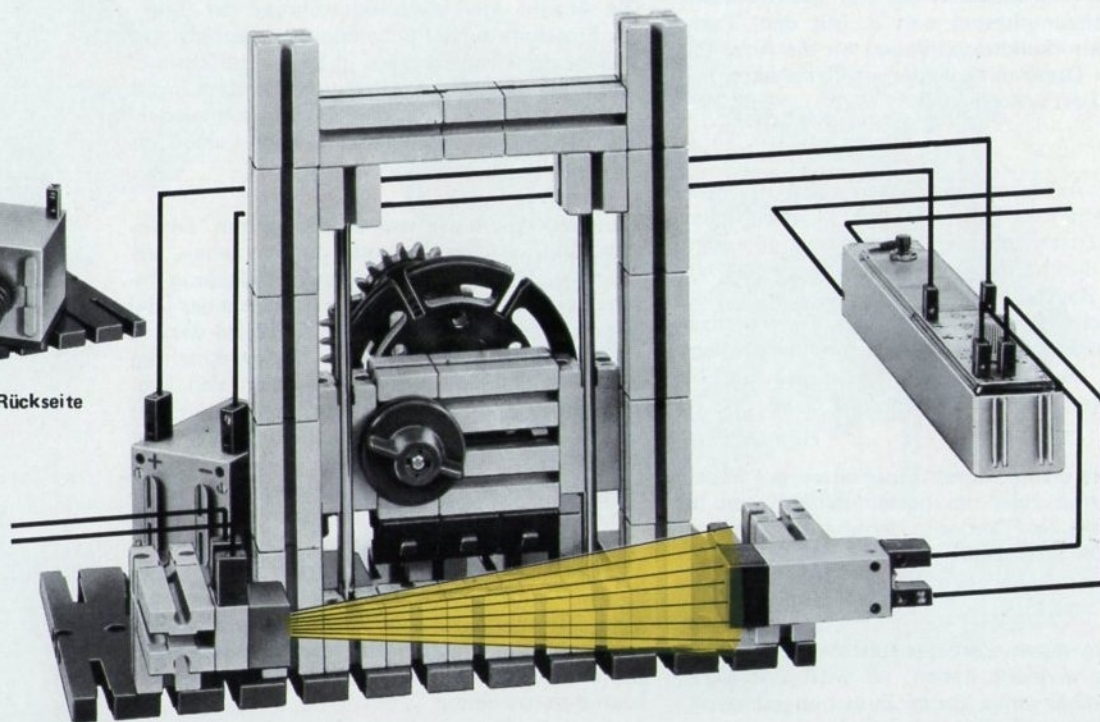
Den Unterschied kann man selbst leicht feststellen, wenn man zuerst den Motor durch Herausziehen eines Steckers und dann durch Lichtstrahlunterbrechung ausschaltet.







Modell-Rückseite



## 3.11 LASTENAUFZUG

In dem abgebildeten Lastenaufzug sichert eine Lichtschranke unter der Seilumlenkrolle den Kran gegen Beschädigung, wenn der Kranführer den Motor versehentlich nicht abschaltet.

Die Drehrichtung des Motors ändert man entweder durch Umstecken am Schaltstab oder mit dem Polumschalter aus dem Elektromechanik-Ergänzungskasten e-m 3. Mit dem Taster aus diesem Baukasten können wir die Abhängigkeit der Drehzahl von der am Kranhaken hängenden Last untersuchen.

Auf der Achse mit der Seiltrommel sitzt eine Nockenscheibe. Diese ist nur in der fischer-technik-Zusatzpackung 06 enthalten. (Sie kann notfalls durch eine Drehplatte mit angesetztem kurzem Baustein ersetzt werden.) Der Nocken unterbricht bei jeder Umdrehung der Seiltrommel den Stromkreis, in dem die Lampe liegt. Das Seil der Seiltrommel wickeln wir ganz ab und hängen eine Last an den Lasthaken.

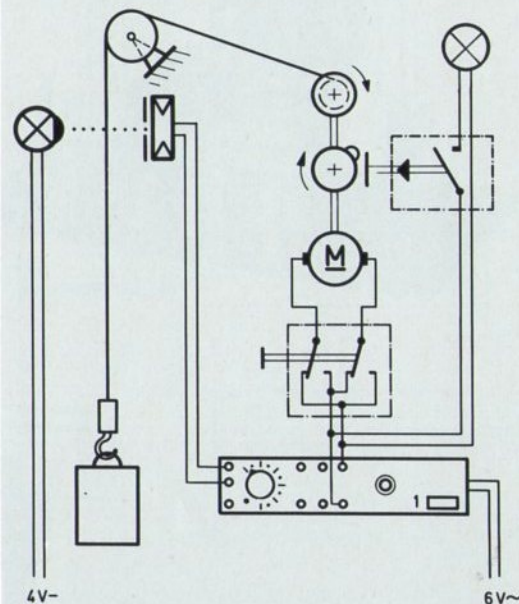
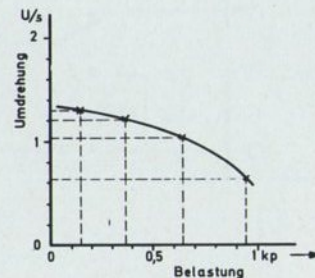
Der Start erfolgt durch Einschalten des Schaltstabes, und zwar am besten dann, wenn der Sekundenzeiger unserer Armbanduhr gerade durch „0“ geht. Nach genau 10 (oder 20) Sekunden schalten wir den Schaltstab wieder aus.

(Sollte in dieser Zeit der Lasthaken die Lichtschranke erreicht haben, so wird der Motor schon früher ohne unser Zutun abgeschaltet.)

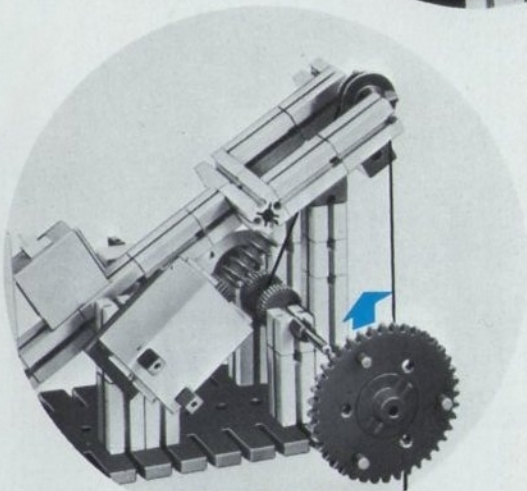
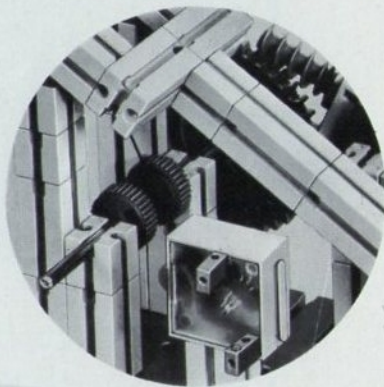
Die Anzahl der Lichtblitze während der Dauer der Einschaltung des Schaltstabes entspricht der Anzahl der Umdrehungen in dieser Zeitspanne. Damit können wir die Anzahl der Umdrehungen pro Sekunde ausrechnen. Den Versuch wiederholen wir mit etwa fünf verschiedenen Lasten am Kranhaken, maximal mit etwa 1 kp.

Dann zeichnen wir uns ein Diagramm. Dieses Schaubild soll uns Auskunft darüber geben, wie sich die Drehzahl mit steigender Belastung ändert. Auf der waagerechten Grundlinie des Diagrammes tragen wir zunächst die Werte der anhängenden Lasten ein. Auf der senkrechten Grundlinie die dazugehörige Anzahl von Umdrehungen pro Sekunde. Dann ziehen wir von jedem dieser Punkte eine Parallele zu den zwei Grundlinien. Den Schnittpunkt zweier zusammengehörenden Linien kennzeichnen wir durch ein Kreuzchen.

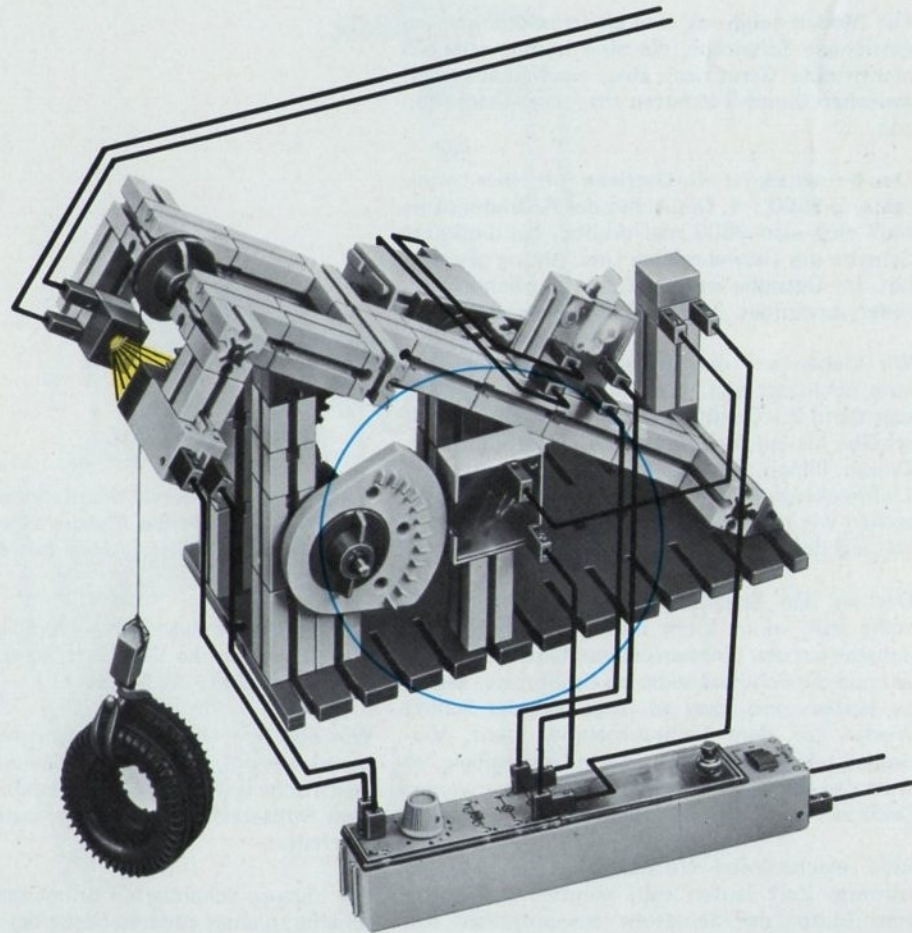
Dann verbinden wir die Kreuzchen durch eine Linie. Das Diagramm ist fertig. Wir können aus dem Diagramm zu jeder beliebigen Belastung zwischen 0 und 1 kp die dazugehörige Drehzahl entnehmen, ohne einen einzigen weiteren Versuch durchzuführen.







Modell-Rückseite



## 3.12 ELEKTRISCHE SCHALTUHR MIT EINSTELLBARER SCHALTZEIT

Das Modell zeigt uns eine elektromotorisch angetriebene Schaltuhr, die eine Lampe oder ein elektrisches Gerät nach einer einstellbaren Zeit zwischen 0 und 3 Minuten ein- oder ausschalten soll.

Das Kernstück ist ein Getriebe mit einer Übersetzung 9600 : 1. Die Achse des Antriebmotors muß sich also 9600 mal drehen, bis die letzte Scheibe des Getriebes eine Umdrehung gemacht hat. Im Getriebe werden Zahn- und Schneckenräder verwendet. Den Aufbau zeigen die Bilder.

Wir kleben auf die Drehscheibe des Modelles eine Schlitzscheibe. (Sie finden diese am Ende von Band 2.) Damit sind alle Löcher der Drehscheibe bis auf einen ganz schmalen Schlitz zu. Diesen fühlen wir mit unserer fischertechnik-Lichtelektronik ab. Die Nabe dieser Scheibe ziehen wir nicht ganz fest, so daß wir sie jederzeit auf der Achse verdrehen können.

Der an den Schaltstab angeschlossene Motor steht still, wenn Licht durch den Schlitz der Scheibe auf den Lichtaufnehmer fällt. Verdrehen wir nun die Schlitzscheibe, so beginnt der Motor zu laufen, und zwar so lange, bis der Schlitz wieder vor dem Lichtaufnehmer steht. Verdrehen wir den Schlitz nur ganz geringfügig, so wird der Motor gut 3 Minuten oder nur wenige Sekunden – je nach Drehrichtung – laufen.

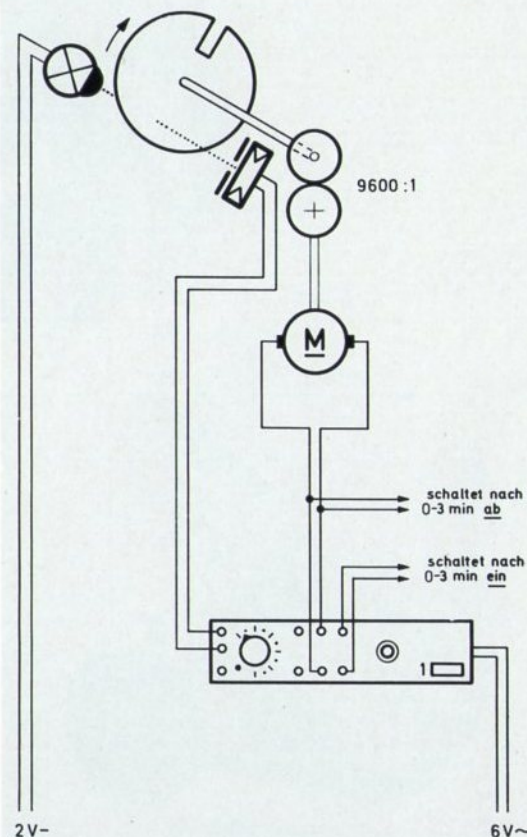
Eine mechanische Vorrichtung, die eine bestimmte Zeit laufen soll, könnte man direkt vom Motor der Schaltuhr aus antreiben. Im

Modell ist dies durch das Zahnrad, das direkt von der Schnecke des Motors angetrieben wird, und die dazugehörige Achse mit dem KreuzgeLenk angedeutet.

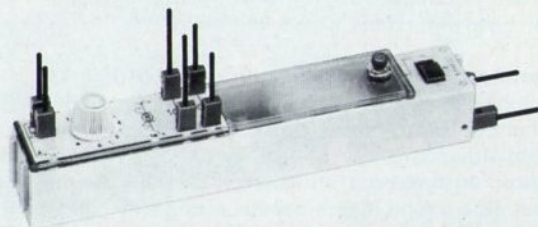
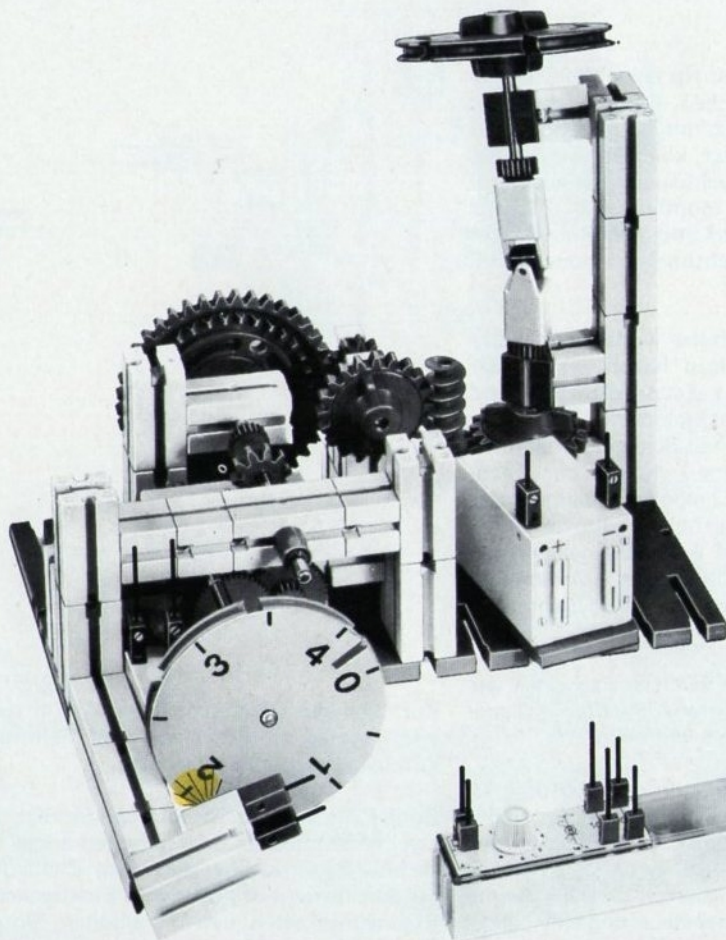
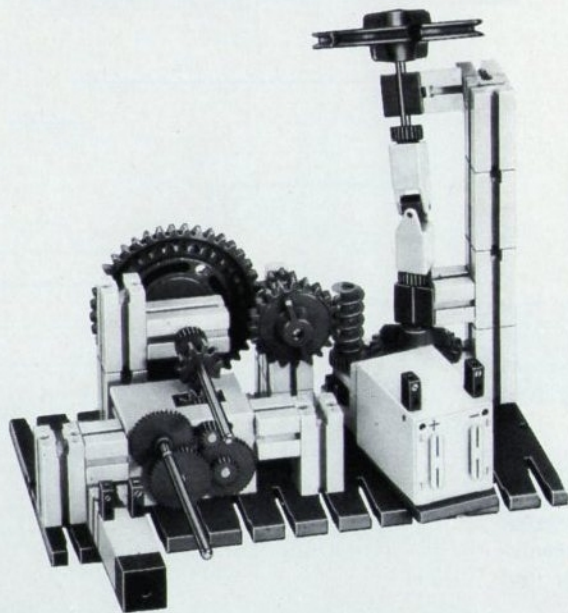
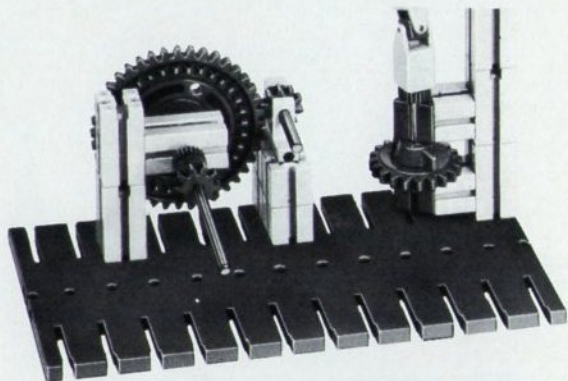
Wollen Sie ein elektrisches Gerät genauso lange betreiben, wie die Uhr läuft, so schalten Sie es einfach parallel zum Motor.

Wer aber die Uhr als Verzögerungs-Schaltwerk benutzen will, der schaltet das zu betreibende elektrische Gerät an den Schaltstab. Es wird nach dem Stillsetzen der Schaltuhr automatisch eingeschaltet.

Für kürzere Schaltzeiten bringt man die Schlitzscheibe an einer anderen Stelle des Getriebes an.







## 3.13 LICHELEKTRONISCHE NACHLAUFSTEUERUNG

Das Modell zeigt das Prinzip einer großen Fräsmaschine. Als eigentlichen Fräser haben wir einen fischertechnik-Minimotor gewählt. (Wer diesen noch nicht besitzt, kann das Modell natürlich auch ohne ihn nachbauen.) Dieser Fräser ist auf einen Schlitten montiert, der zwischen den Zahnschienen geführt und über einen Motor ganz langsam in einer Richtung verschoben wird.

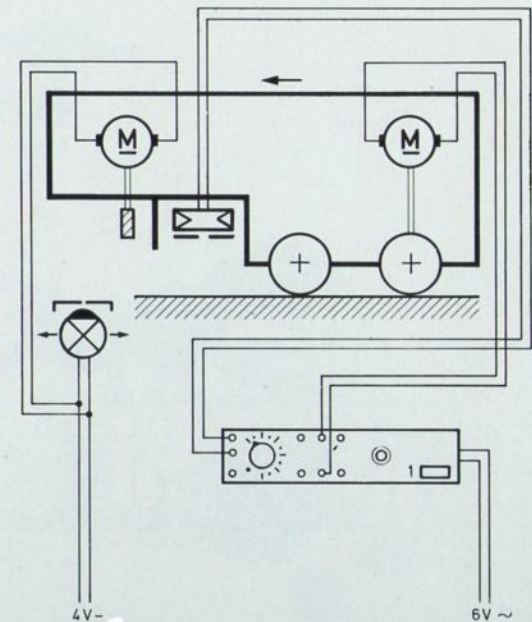
Den Weg dieses Schlittens wollen wir lichtelektronisch steuern. Dazu haben wir auf der Rückseite des Schlittens einen Fotowiderstand so angebracht, daß die lichtempfindliche Fläche nach unten zeigt. Auf einer Schiene können wir eine Lampe (Kugellampe) parallel zur Zahnstange verschieben. Die Lampe betreiben wir mit kleiner Spannung und setzen ihr eine Störlichtkappe auf. Wer Wert auf große Einstellgenauigkeit legt, klebt dann noch die Bohrung der Kappe so ab, daß ein ganz schmaler leuchtender Schlitz entsteht.

Den Antriebsmotor des Schlittens schalten wir an den Schaltstab. Der Motor soll laufen, solange der Fotowiderstand kein Licht bekommt.

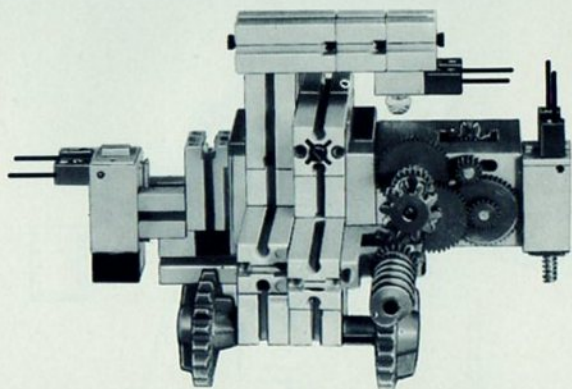
Verschieben wir die Lampe in der Richtung, in welcher der Schlitten gleitet, so läuft der eingeschaltete Motor dem Licht nach. Sobald der Fotowiderstand die Lampe erreicht, wird der Motor automatisch stillgesetzt. Deshalb nennt man eine solche Maschinensteuerung eine Nachlaufschaltung.

Zur sicheren Begrenzung des Schlittenweges könnte man an den Enden der Führung zwei zusätzliche Lampen anbringen.

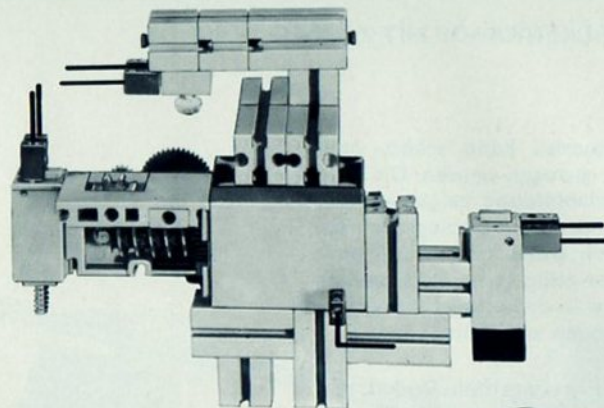
Zum Rücklauf des Motors vertauschen wir die zwei Motorstecker oder schalten einen fischertechnik-Polumschalter aus dem Elektromechanik-Baukasten e-m 1 oder dem Elektromechanik-Ergänzungskasten e-m 3 zwischen Motor und Schaltstab.



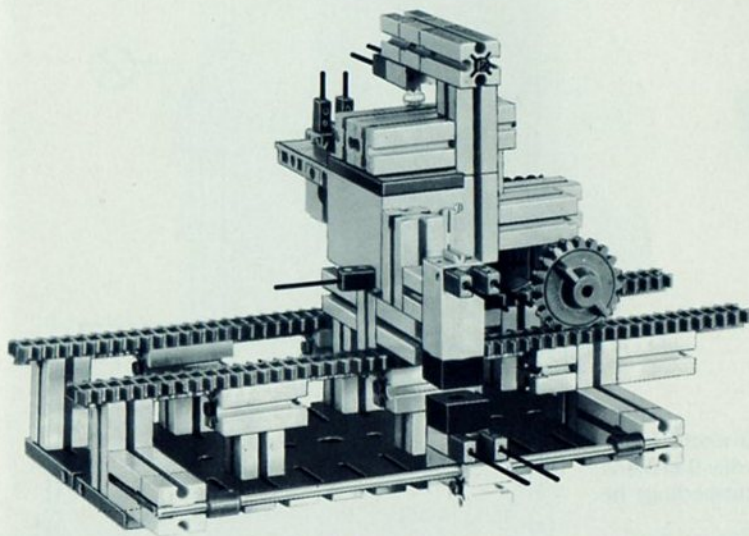




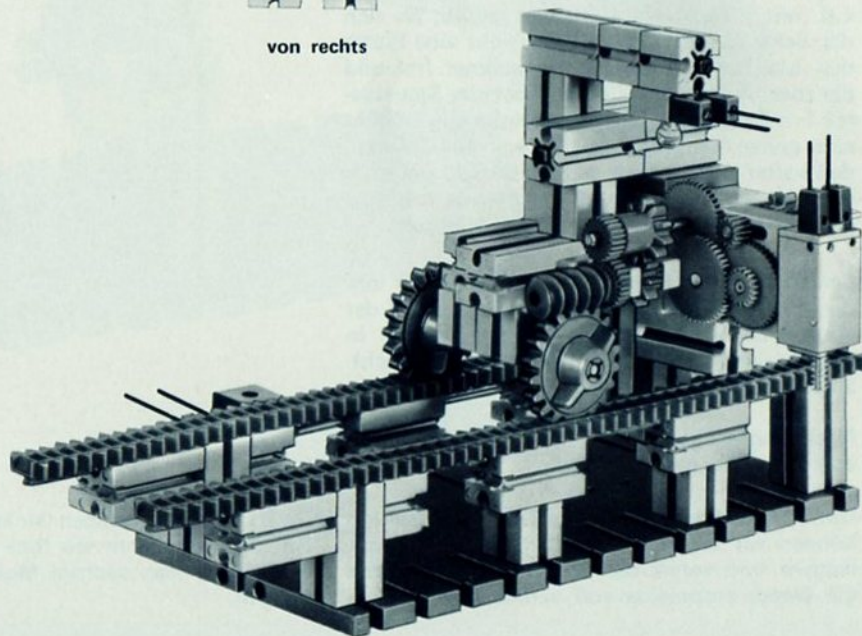
von links



von rechts



von hinten



## 3.14 EINFACHE BALKENWAAGE MIT ZÄHLER

Mit diesem Waagenmodell kann schütt- oder rieselfähiges Material gewogen werden. Die Skizze neben der Modellabbildung zeigt, wie der Boden des Kastens, der das zu wiegende Gut aufnehmen soll, durch einen kurzen Stein mit rotem Zapfen drehbar gelagert ist. Schiebt man den roten Winkelstein in der angegebenen Pfeilrichtung, so ist der Boden verriegelt.

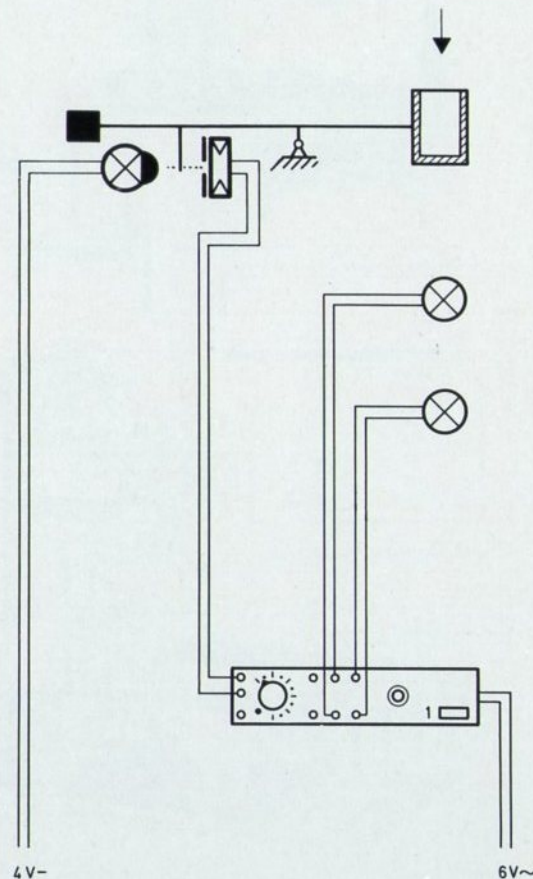
Wird der Kasten bei verriegeltem Boden nun z.B. mit fischertechnik-Steinen gefüllt, bis sich der linke Waagbalken hebt, so gibt eine Platte den Lichtstrahl zum Lichtaufnehmer frei und die rote Signal-Lampe erhält über das Steuergerät (= Schaltstab) Strom. Gleichzeitig erlischt eine grüne Signal-Lampe. Sie war das Zeichen, daß weiter zugeschüttet werden durfte. Die nach der Lichtstrahlfreigabe aufleuchtende rote Signal-Lampe bedeutet: Nicht weiter schütten!

Schiebt man die Bodenverriegelung zurück und dreht den Boden nach unten, so hebt sich der Kasten bei gleichzeitiger Entleerung wieder in die Ausgangslage. Der Lichtstrahl zum Lichtaufnehmer wird unterbrochen.

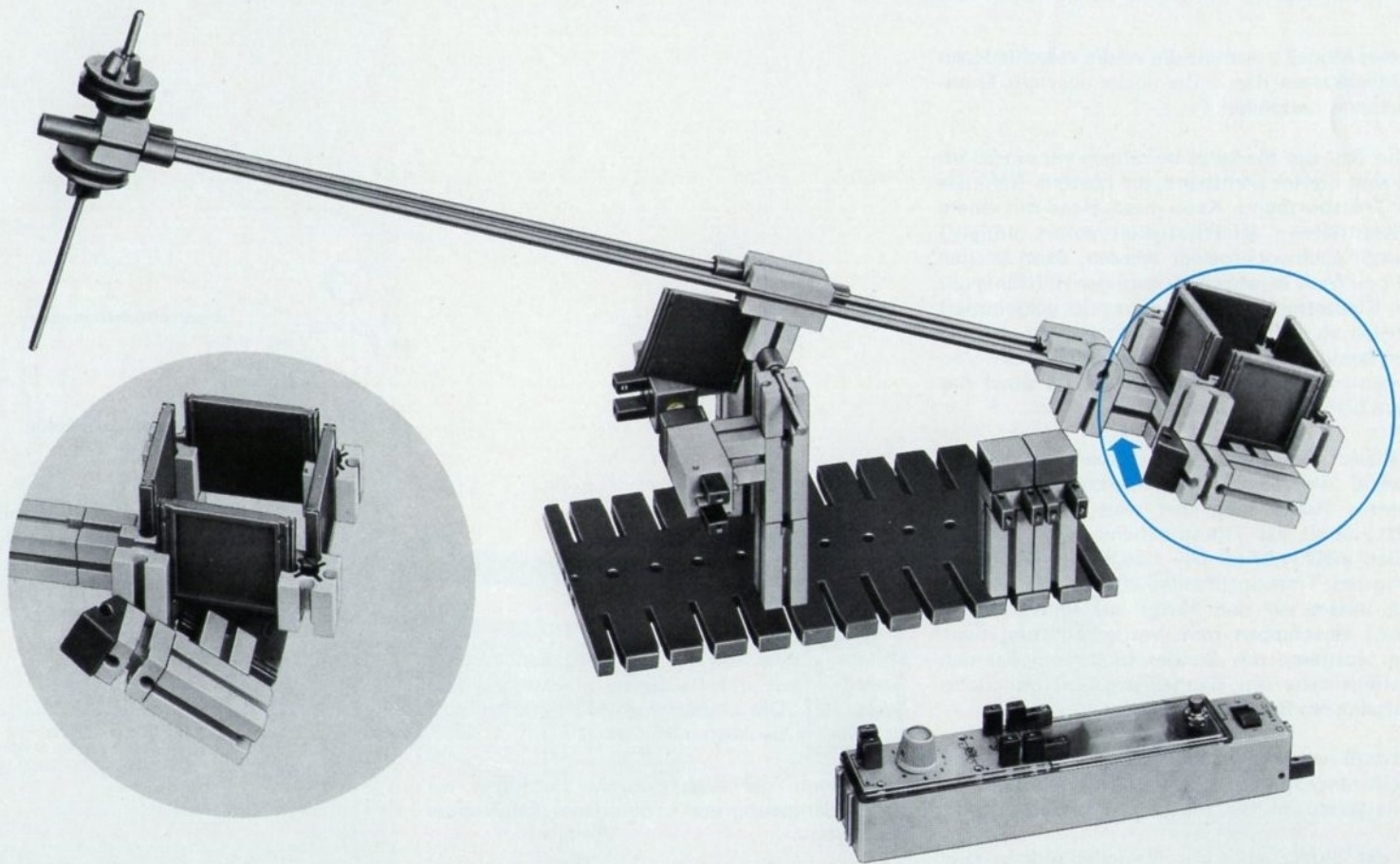
Nach Verriegelung des Bodens kann der Kasten erneut gefüllt werden.

Durch Verschieben des Lagers des Waagbalkens können wir die Hebelarme verkürzen oder verlängern und somit das Soll-Gewicht, bei dem die Waage ansprechen soll, verändern.

Dieses Modell benötigen wir später noch einmal, deshalb entnehmen wir ihm nur die Bausteine, die wir für das nächste Modell unbedingt benötigen.







## 3.15 TRANSPORTBAND MIT STÜCKZÄHLER

Dieses Modell veranschaulicht die verschiedenen Möglichkeiten der Zählung der über ein Transportband laufenden Teile.

Zum Bau des Modelles benötigen wir ein 35 bis 45 mm breites Samtband aus Mutters Nähkiste als Transportband. Kann dieses Band mit einem Klebestreifen (Haftfestigkeit sofort prüfen!) stumpf aneinandergesetzt werden, dann reichen 72 cm. Muß es wegen zu geringer Haftfähigkeit des Klebestreifens aber genäht oder geklammert werden, so nehmen wir etwa 3 cm mehr. Achten Sie darauf, daß beim Zusammenfügen die Verbindungsstelle nicht schief wird, da sonst das Band beim Lauf seitlich taumelt.

Die zwei Transportrollen (Naben mit kleinen Reifen) werden auf der oberen und auf der unteren Achse möglichst weit auseinandergesetzt, damit das Transportband möglichst weit außen geführt wird. Die Längs- und Querspannung des Transportbandes können wir regulieren, indem wir den Motor auf seiner Grundplatte verschieben bzw. verdrehen. Erst nach dem Justieren des Bandes montieren wir den Einfülltrichter am Bandanfang und die Lichtschranke am Bandende.

Wo muß nun der Lichtaufnehmer und die Lichtquelle angebracht werden, damit wirklich alle Teile gezählt werden, die über das Band laufen?

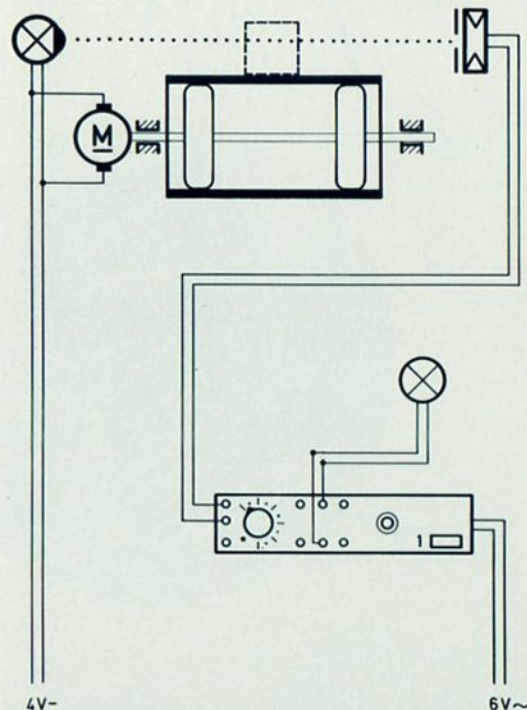
In der Skizze über der Modellabbildung sind vier Möglichkeiten angegeben. Welche ist wohl richtig?

Welche Fehler können uns mit den anderen Anordnungen unterlaufen? (Antwort siehe Seite 104. Das abgebildete Zählwerk befindet sich nur im Baukasten I-e 1.)

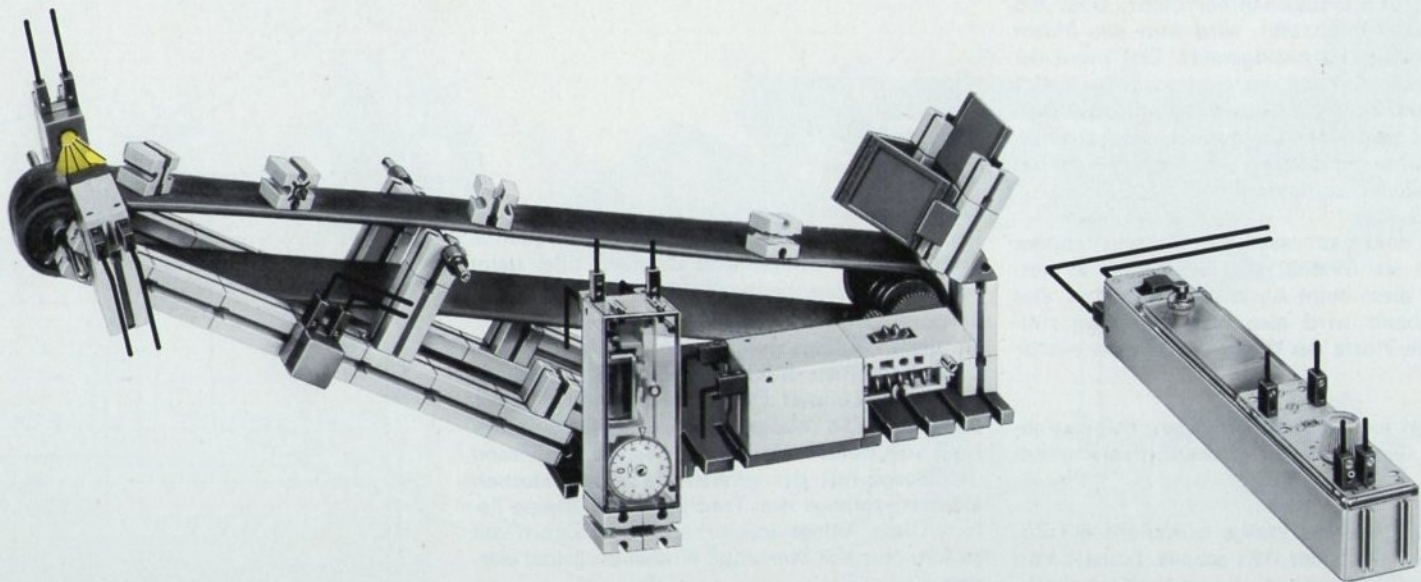
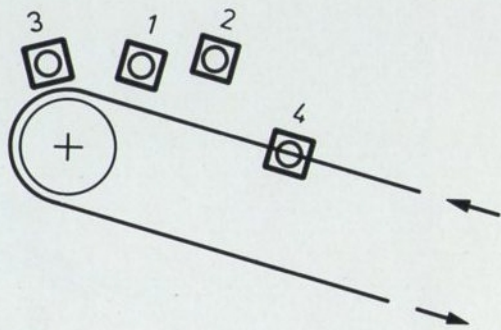
Die Lampe der Lichtschranke betreiben wir zur Verlängerung der Lebensdauer mit kleiner Spannung.

Im nächsten Modell schalten wir das Transportband und die Waage zusammen.

Das abgebildete Zählwerk aus I-e 1 entfällt.







## 3.16 AUTOMATISCHE WIEGEANLAGE

Wir koppeln einfach die zwei letzten Modelle, die Waage und das Transportband, zu einer Anlage. (Wer nur einen Grundkasten 200 besitzt, muß die Zwischenstütze am Transportband und die Schüttvorrichtung des Transportbandes abbauen. Statt der Grundplatte verwenden wir als Lagerblock der Waage die abgebildete Anordnung mit 2 Drehscheiben.)

Im Gegensatz zu der Modellabbildung belassen wir zunächst den Kastenbehälter des ersten Modelles an der Waage. Senkt sich dieser Kasten, so erhält der Lichtaufnehmer Licht. Über das Steuergerät (Schaltstab) wird nun der Motor des Transportbandes stillgesetzt. Erst wenn der Kasten nach Öffnen des Bodens (von Hand) entleert und in die Ausgangsstellung zurückgegangen ist, wird der Lichtstrahl wieder unterbrochen und der Motor des Transportbandes beginnt wieder zu laufen.

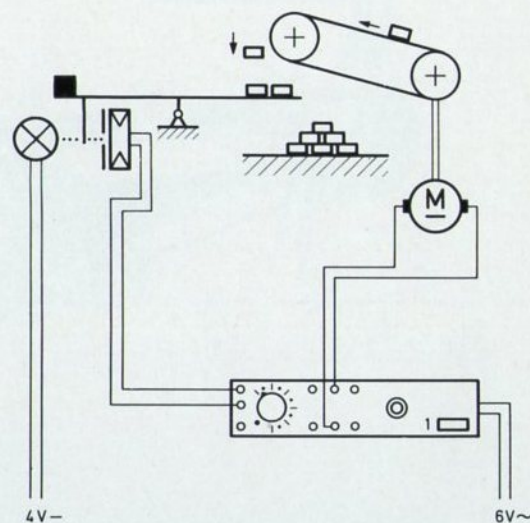
Benützen wir aber statt des Kastens an der Waage die im Modell gezeigte Platte, so entleert sich diese beim Absenken von selbst. Das Transportband wird also nur kurzzeitig stillstehen. Die Platte der Waage wird sofort wieder beladen.

Wir müssen jetzt nur dafür sorgen, daß das abgewogene Gut bis zur nächsten Entleerung entfernt ist.

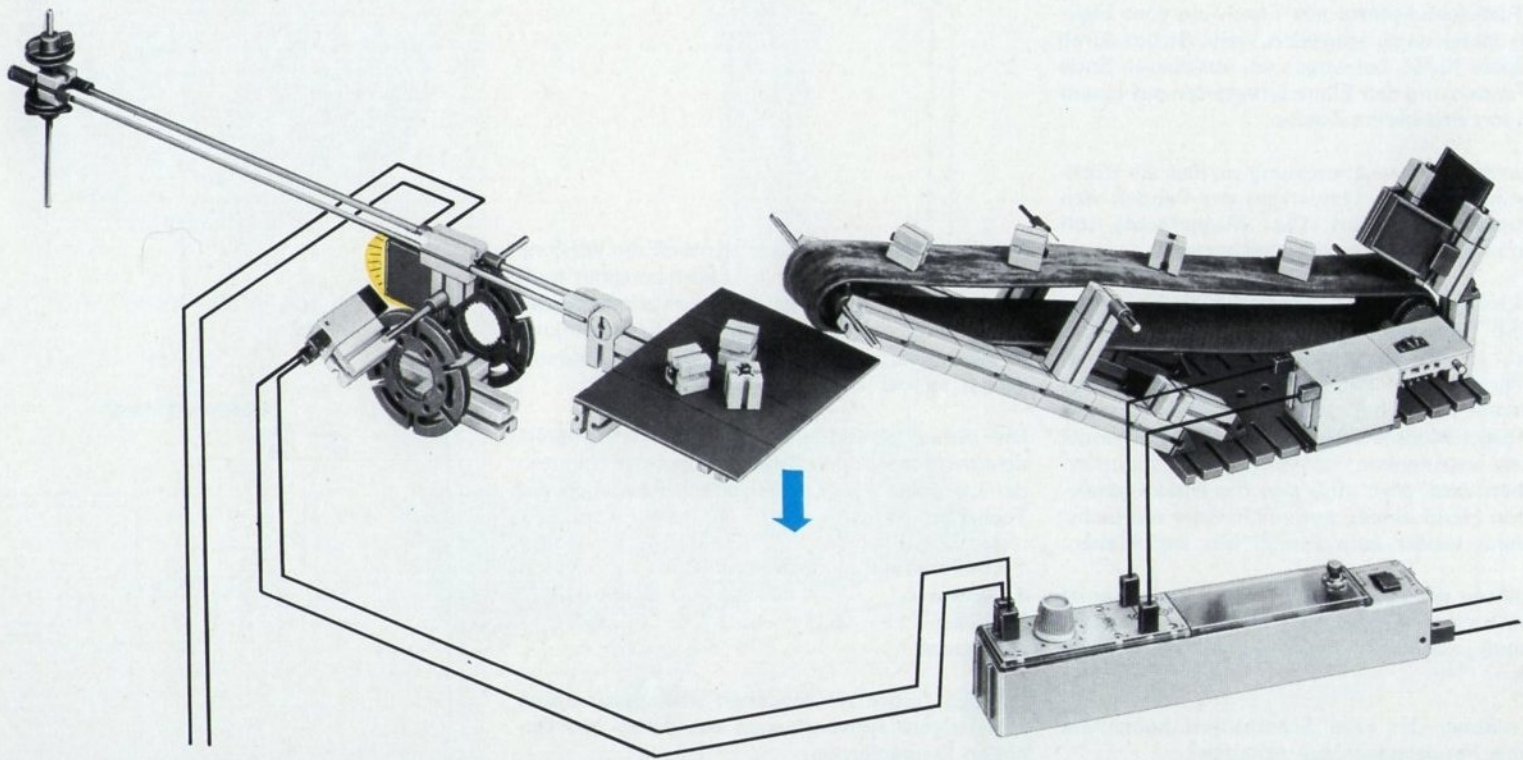
Die ebene Platte der Waage wurde aus der Zusatzpackung 010 oder 013 gebaut. Erstellt man sie aus den Flachsteinen, die im fischertechnik-

Grundkasten enthalten sind, so könnte gelegentlich der eine oder andere vom Band fallende Stein von der Wiegeplatte rutschen oder beim Entleeren hängenbleiben.

In dieser Anlage haben wir zum ersten Mal zwei Maschinen durch die Lichtelektronik miteinander gekoppelt. Die Waage steuert das Transportband. Die Waage mit dem Kastenbehälter muß von Hand zurückgestellt werden, während die Waage mit der großen Platte automatisch arbeitet, solange das Transportband Steine liefert. Diese Anlage arbeitet also ohne Zutun von außen. Nur der Start muß einmal ausgelöst werden.







## 3.17 KONTAKTLOSES ELEKTROMAGNETISCHES PENDEL

Zum Bau dieses Modelles benötigen wir einen Elektromagneten. Wir finden ihn im größeren und im kleineren Elektromechanik-Baukasten e-m 1 bzw. e-m 2.

Die Rückschlußplatte aus Eisen, die vom Elektromagneten angezogen wird, wenn Strom durch die Spule fließt, befestigen wir am oberen Ende des Pendels und den Elektromagneten auf einem Stein mit drehbarem Zapfen.

Wir justieren diese Anordnung so, daß die Rückschlußplatte beim Schwingen des Pendels den Magneten nie berührt. Die Magnetachse soll genau in Richtung Pendelachse zeigen.

Die Lichtschranke ist drehbar. Sie können sie deshalb links oder rechts vom Pendel wirken lassen. In der abgebildeten Stellung schwingt das Pendel nicht von selbst an. Die Kraft des Magneten reicht bei dem eingestellten Abstand zur Rückschlußplatte nicht aus, um das Pendel so weit auszulenken, daß der Lichtstrahl unterbrochen wird. Man muß also das Pendel entweder von Hand einmal auslenken oder die Lichtschranke weiter zum Pendel hin verschieben.

Sie sollten die Lichtschranke dann auch einmal an der rechten Seite des Pendels wirken lassen. Wie muß in diesem Fall der Magnet angeschaltet werden?

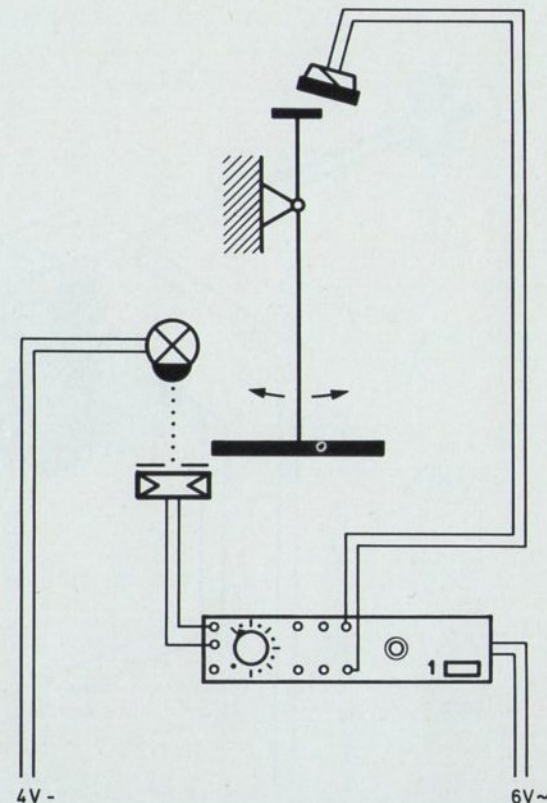
Mit welcher der zwei Schaltungen haben Sie größere Pendelausschläge erhalten?

Der Versuch zeigt uns ganz deutlich die Wirkung des Elektromagneten. Der Elektromagnet muß die infolge der Reibung im Lager verlorengegangene Energie und die Wirkung der Erdanziehung in der richtigen „Phase“ des Schwingungsvorganges wieder zusetzen.

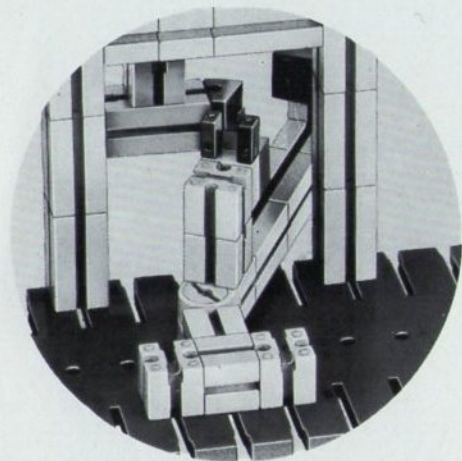
Die bisher gezeigten, meist einfachen Modelle demonstrieren die Anwendungsmöglichkeiten der Lichtelektronik in folgenden Bereichen der Technik:

1. Überwachen
2. Sichern
3. Zählen
4. Steuern

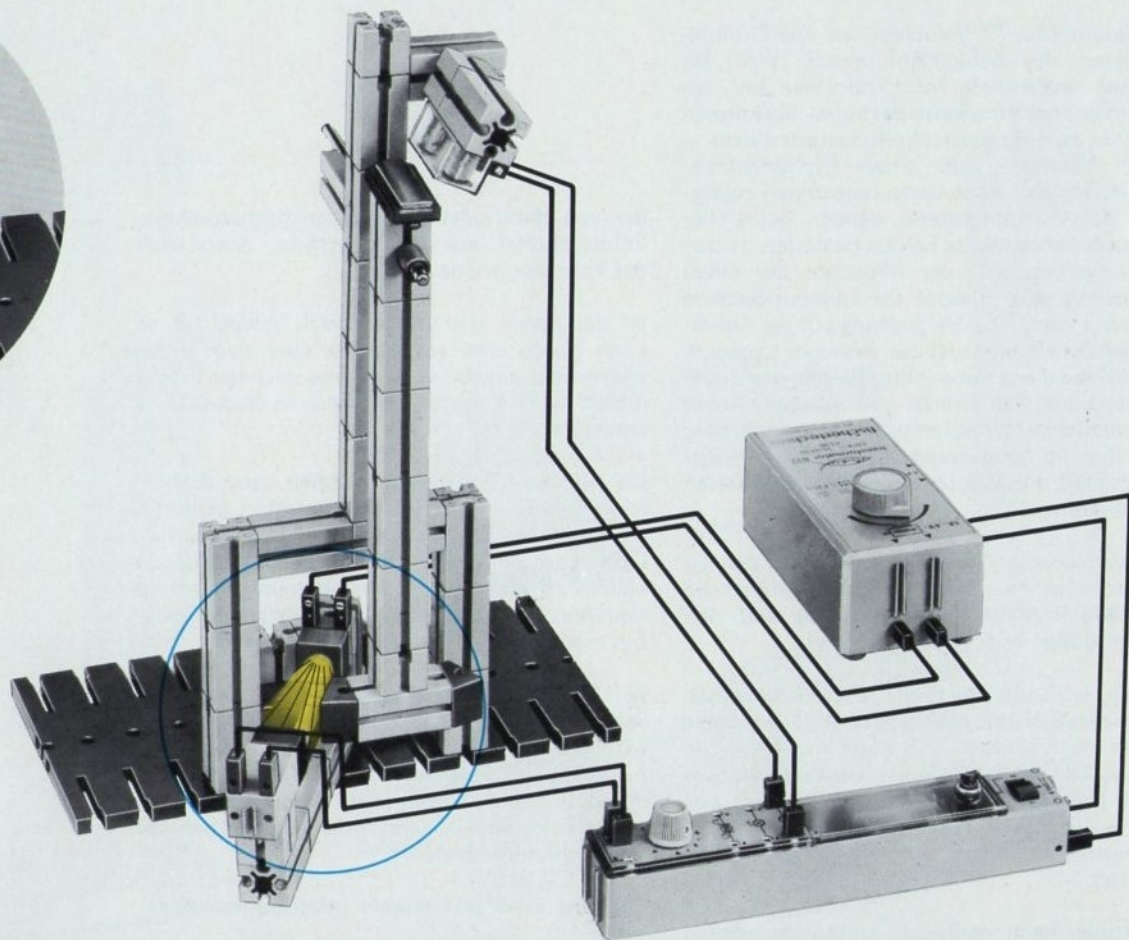
Mit den folgenden Modellen wollen wir etwas schwierigere Anwendungen aus diesen vier Gebieten kennenlernen.







Modell-Rückseite



## 3.26 RAUPENFAHRZEUG MIT GEFAHRENABSCHALTUNG

Bei diesem Modell brauchen wir die Gummigleisketten des Baukastens mot.2. Weil das Fahrzeug unabhängig vom Trafo sein soll, benötigen Sie ausnahmsweise Batterien. Sie können zwischen zwei fischertechnik-Batteriestäben – wie im Modell – oder einem fischertechnik-Batteriestab und einer daran befestigten zusätzlichen 4,5 V Flachbatterie wählen. Beim Hintereinanderschalten der beiden Batterien ist darauf zu achten, daß der Minuspol der einen Batterie mit dem Pluspol der anderen Batterie verbunden wird. Die Versteifung auf der Unterseite des Schaltstabes ist zur besseren Lagerung der Getriebeachse notwendig. Wegen des Zuges der Raupenbänder würde die vordere Achse nicht parallel zu der hinteren sein. Das Fahrzeug würde deshalb nicht geradeaus fahren. Der Bau des Modelles dürfte jetzt keine Schwierigkeiten mehr bereiten.

Beim einfachsten Modell schalten wir den an der Stirnseite montierten Lichtaufnehmer an den Steuereingang des Schaltstabes und den Antriebsmotor an das Buchsenpaar 1 - 2.

Schalten wir nun die zwei Batteriestäbe ein – den einen Schalter nach vorn und den anderen Schalter nach hinten – so läuft das Fahrzeug auf dem Boden des Zimmers vorwärts. Nähert es sich einer Zimmerwand, so wird kurz vor Erreichen der Wand der Fotowiderstand in seinen eigenen Schatten laufen und den Motor stillsetzen.

Drückt man nach vorheriger Umpolung entwe-

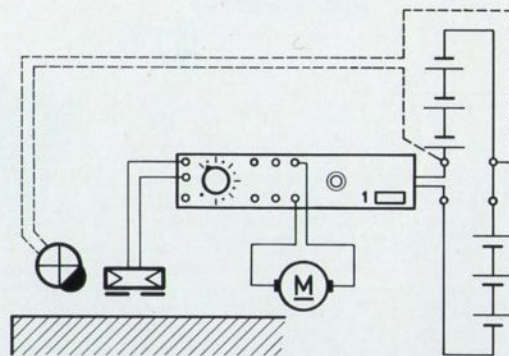
der von Hand oder durch einen fischertechnik-Polumschalter auf die Starttaste, dann läuft das Fahrzeug wieder zurück.

Ist der Raum aber nur schwach beleuchtet, so kann durch eine zusätzliche, über dem Fotowiderstand angebrachte Lampe derselbe Effekt erzielt werden, wenn der Motor an Buchse 3 - 4 geschaltet wird.

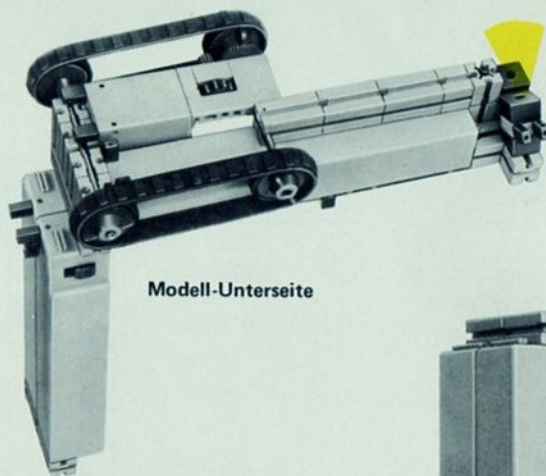
Sie können den Lichtaufnehmer aber auch – wie im linken Modell – nach unten gerichtet einbauen. Im allgemeinen reicht die Zimmerhelligkeit aus, um den Schaltstab bei Übergang von hellem zu dunklem Boden oder umgekehrt zu schalten. Mit aufgesetzter Störlichtkappe benötigt man aber eine zusätzliche Lichtquelle.

Wir können die verschiedenen Steuerungsmöglichkeiten des Schaltstabes ausprobieren. Es wird also z. B. der Motor stillgesetzt, wenn das Fahrzeug ins Helle oder ins Dunkle fährt. Läßt man es in dieser Schaltung auf dem Tisch laufen, so bleibt es stehen, sobald der Lichtaufnehmer die Tischkante überläuft.

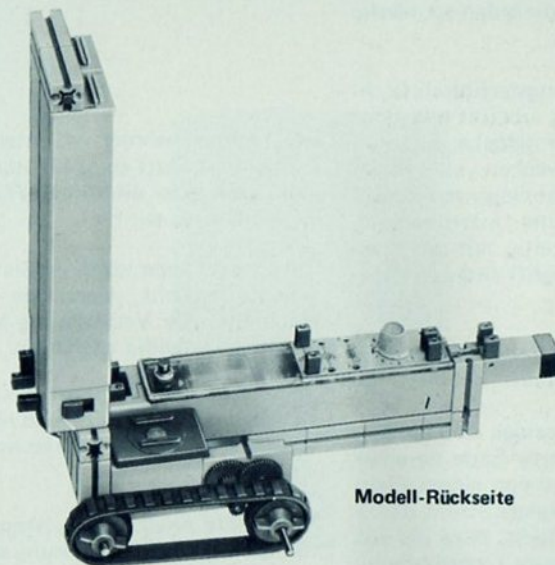
Nun viel Spaß mit diesem interessanten Fahrzeug!



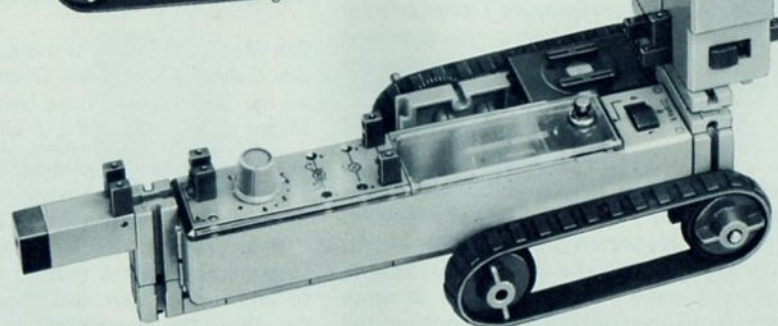
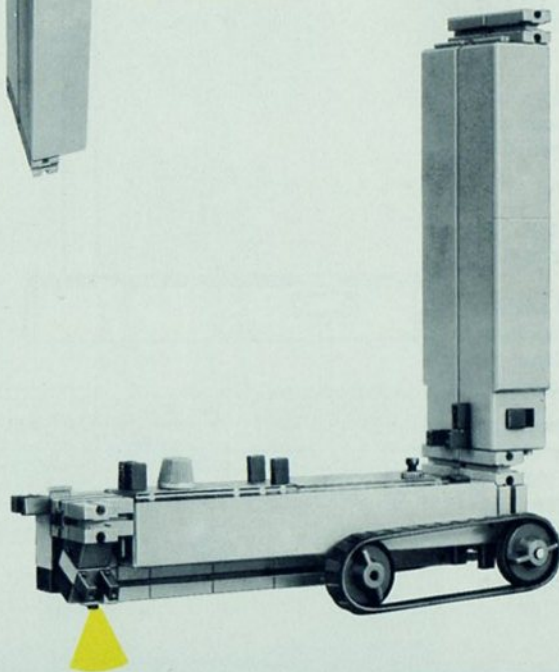




Modell-Unterseite



Modell-Rückseite



## 3.29 SICHERUNG WERTVOLLER AUSSTELLUNGSSTÜCKE (1)

Die Sicherung von Wertgegenständen ist häufig Aufgabe der Lichtelektronik.

Die mechanisch und schaltungstechnisch leichteste und einfachste Lösung arbeitet mit einer Lichtschranke und einer Alarmglocke. Eine solche Anlage kann nur überwachen, aber noch nicht sichern. Ein zu sichernder Gegenstand muß nämlich – ausgelöst durch eine Unterbrechung der Lichtschranke – gleichzeitig mit der Auslösung eines Alarmes dem Zugriff entzogen werden.

Zwei der vielen Möglichkeiten sind in diesem und dem folgenden Modell dargestellt:

Das zu sichernde Ausstellungsstück ist an einem Faden befestigt, dessen anderes Ende zu einer Metallplatte führt. Diese wird von einem Elektromagneten festgehalten, solange Strom durch die Wicklung des Magneten fließt. Wird die vor dem Wertgegenstand aufgebaute Lichtschranke unterbrochen, so soll der Magnet stromlos werden, die Stahlplatte nach unten fallen und dabei den Wertgegenstand wegziehen.

Als Elektromagneten verwenden wir den aus fischertechnik e-m 1 oder e-m 2. Auf die Stahlplatte, die vom Magneten gehalten wird, kleben Sie einen Streifen dünnes Papier; sie könnte nämlich sonst nach Ausschalten des Stromes am Magneten hängenbleiben oder den Bruchteil einer Sekunde später herabfallen.

Der Lichtaufnehmer ist unter der Grundplatte angeordnet. Statt eines Lichtaufnehmers könnte man auch zwei einbauen. Wie muß der zweite angeschlossen sein?

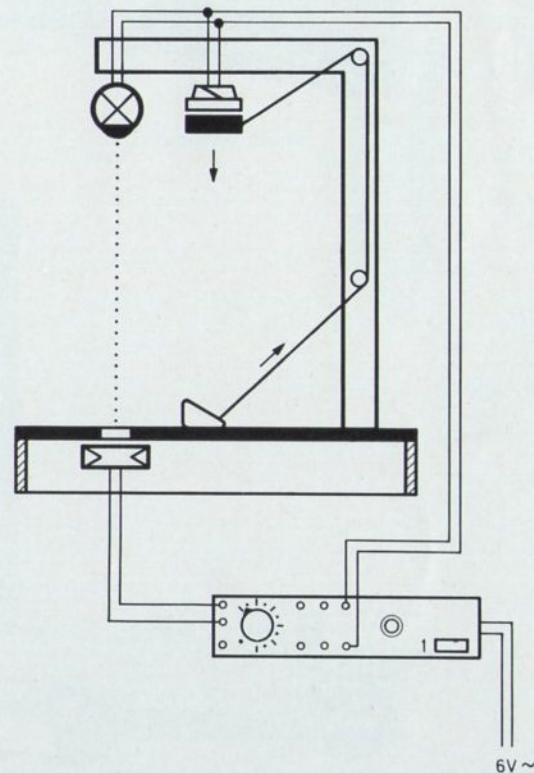
Die Linsenlampe könnten Sie auch so schalten, daß sie erlischt, wenn die Rückschlußplatte herabfällt. Die Verdrahtung können Sie sicher bereits selbständig ausführen.

Damit der Mechanismus nicht gesehen wird, sollten Sie ihn mit Verkleidungsplatten aus den Zusatzpackungen fischertechnik 010 und 011 verkleiden.

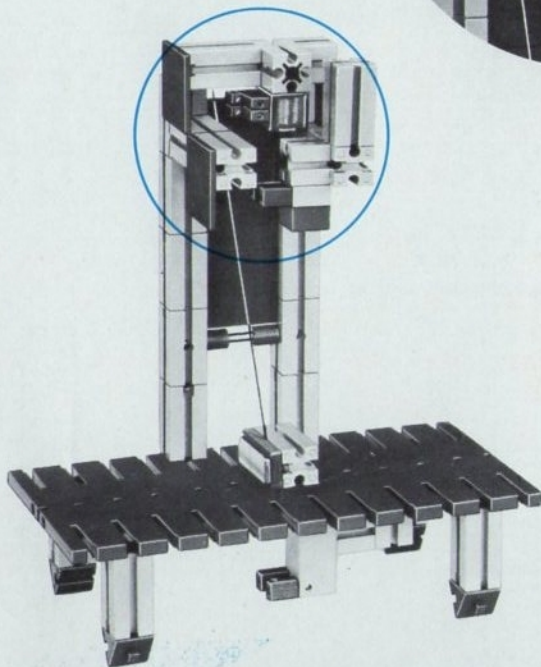
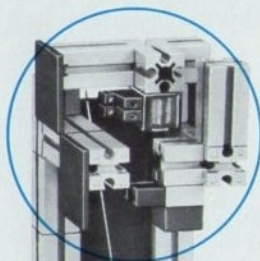
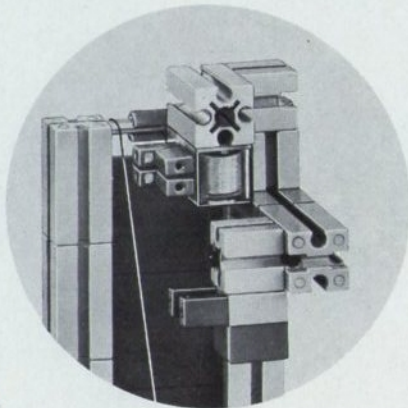
Sollten Sie noch keinen Magneten besitzen, so können Sie folgende Lösung selbst ausarbeiten:

Ein Motor ist über ein möglichst schnell laufendes Getriebe mit einer Drehscheibe gekoppelt, an der eine kleine Platte befestigt ist. Wenn der Motor nicht läuft, steht diese Platte waagrecht.

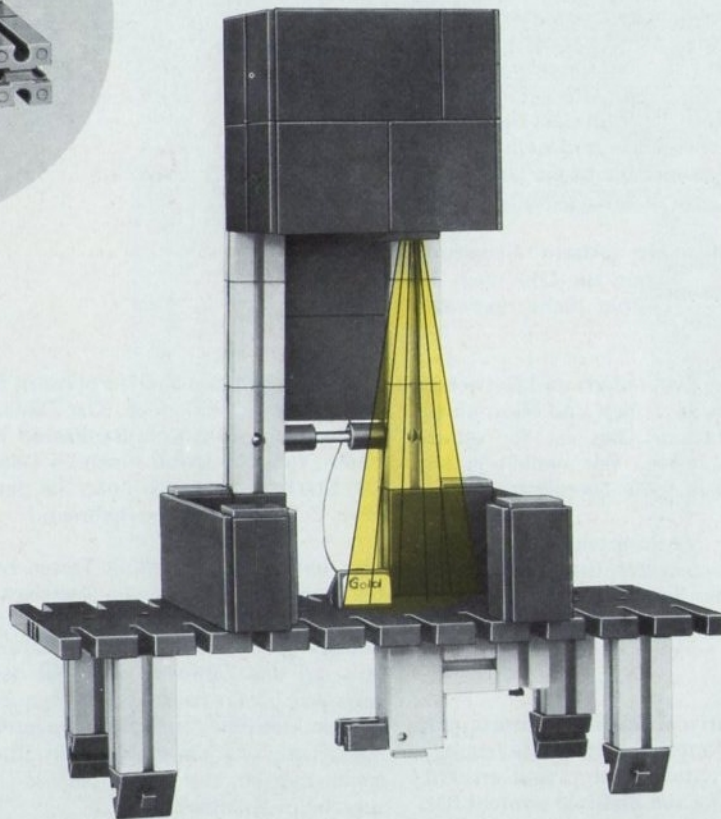
Auf ihr steht ein mit dem Goldstück durch einen Faden verbundener Stein. Sobald – durch die Lichtschranke ausgelöst – der Motor sich zu drehen beginnt, fällt der Stein nach unten. Motor und Drehplatte müssen auch hier räumlich so angeordnet sein, daß die Lichtschranke und die Wirkung einer Unterbrechung nicht von außen erkennbar ist.







Modell ohne Verkleidung



## 3.31 LICHELEKTRONISCH BETÄTIGTE STOPPUHR

Nun wollen wir einmal auf einen Sportplatz mit einer Aschenbahn gehen. Die Ziellinie befindet sich unter der elektromotorisch angetriebenen Stoppuhr. Die Uhr beginnt zu laufen, sobald Sie die Starttaste des Elektronik-Stabes drücken. In dem Augenblick, in dem der Läufer die Ziellinie – durch Lampe und Lichtaufnehmer dargestellt – erreicht, bleibt die Uhr sofort stehen.

Weil wir unser Gerät in der „Alarm“-Schaltung (Stellung 2) betreiben, kann die Uhr nach erneuter Freigabe der Ziellinie nicht nochmals zu laufen beginnen.

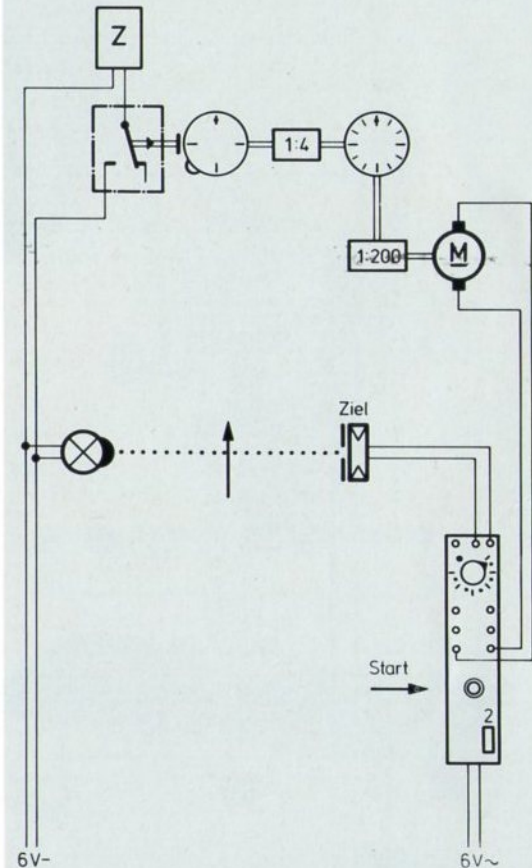
Mit den vorhandenen Zahnrädern und Getrieben können wir keine in Sekunden und Minuten geichete Schaltuhr bauen. Dies ist für unsere Zwecke auch nicht nötig. Wir wollen ja nur das Prinzip einer solchen Uhr begreifen.

Nach Ablesen der „gestoppten“ Zeit stellen Sie die Uhr für den nächsten Start mechanisch (durch Verdrehen der Scheiben) oder elektrisch (durch Rückwärtslauf des Motors) wieder auf „0“.

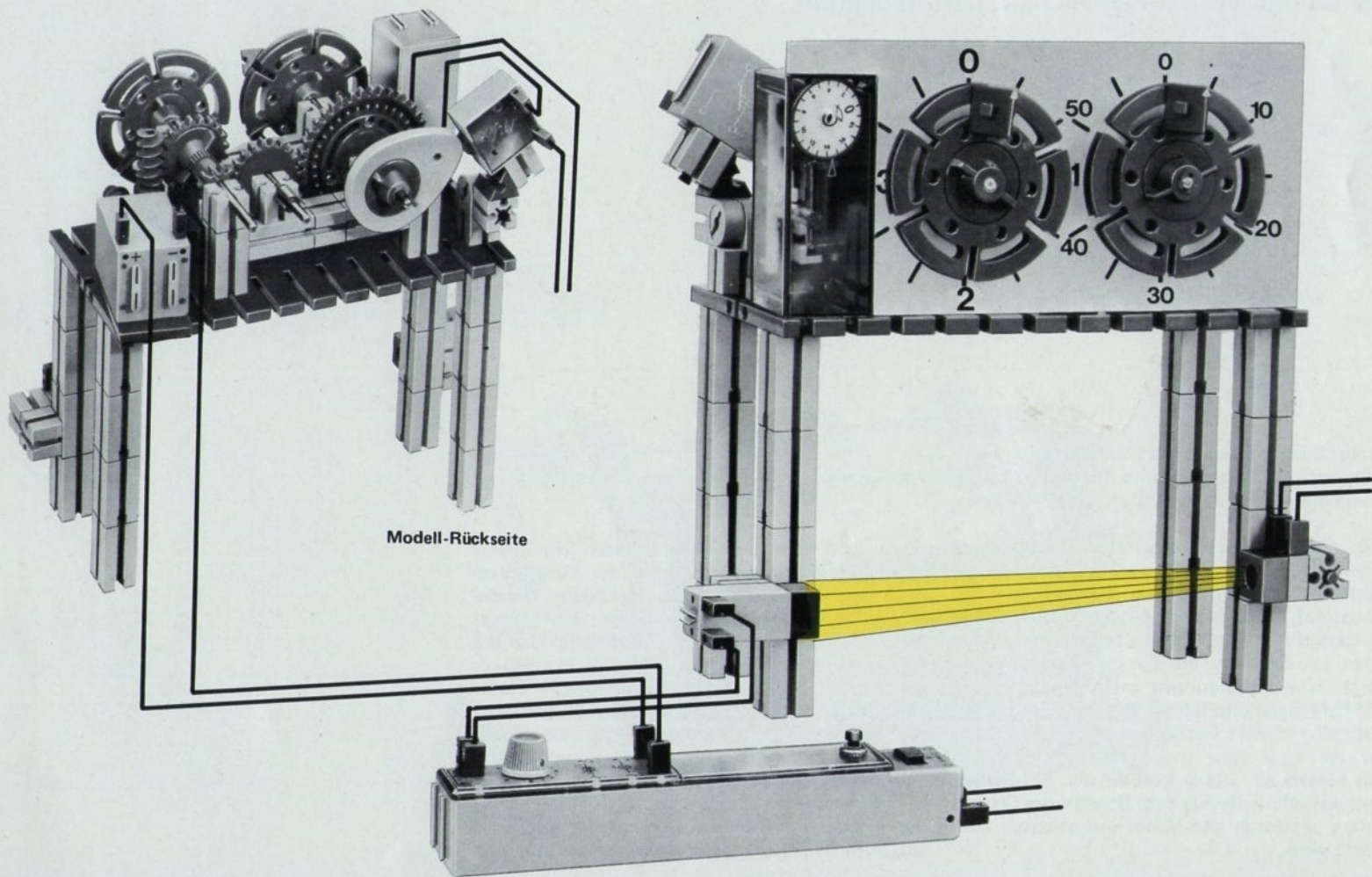
Die Linsenlampe auf der Ziellinie könnte man auch parallel zum Motor schalten. Sie leuchtet erst auf, wenn der Start erfolgt, und erlischt, sobald der erste Läufer die Ziellinie erreicht hat.

Die Platte mit den 2 Zifferblättern finden Sie in der Tasche dieses Buches. (Das Zählwerk aus dem großen licht-elektronik-Baukasten ist mit abgebildet, falls Sie später einen I-e 1 dazu erhalten. Die Start-Auslösung können Sie dann mit Hilfe eines 2. Schaltstabes vornehmen.)

Wer einen fischertechnik-Taster besitzt, kann die langsamere der beiden Anzeigescheiben mit einer Nocke versehen, die bei jedem Scheibenumlauf die Taste betätigt und damit einen Impuls auf das Zählwerk gibt. Mit der im Modell gezeigten Übersetzung kann man Zeiten bis zu einigen Minuten „stoppen“. Wollen Sie schneller ablaufende Vorgänge zwischen Start und Ziel genau messen, so können Sie das Getriebe entsprechend abändern.







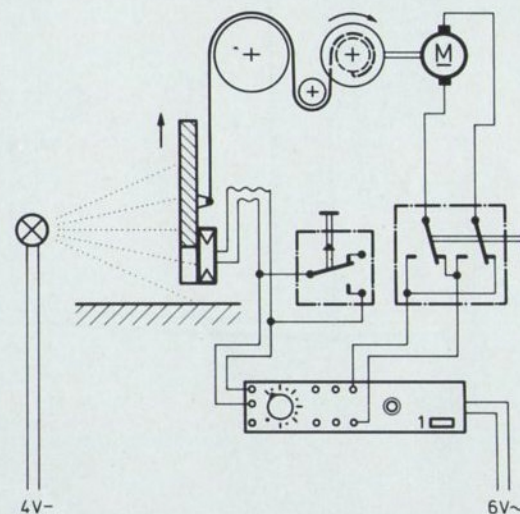
## 3.32 GARAGENTOR MIT EINFACHER LICHTSTEUERUNG

Immer häufiger werden jetzt Garagentore „lichtgesteuert“. Das Schaltbild und das Modell zeigen Ihnen eine ganz einfache Lösung des Problems.

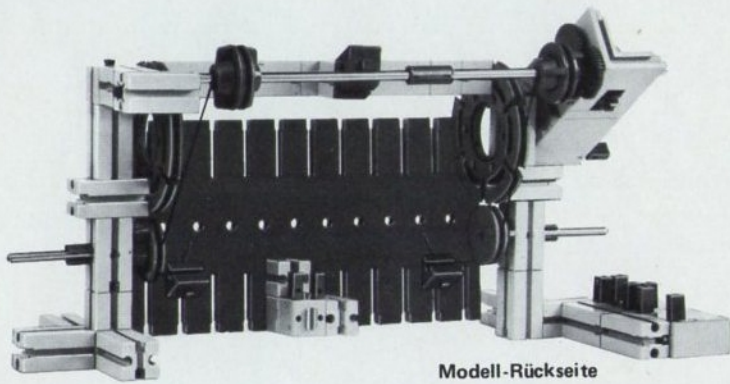
Fällt das vom Scheinwerfer des Fahrzeuges ausgestrahlte Licht durch eine Öffnung des Garagentores auf den dahinter montierten Fotowiderstand, so beginnt der Motor zu laufen, und das Garagentor wird mit Hilfe zweier Seile gehoben. Die Seile sind am Tor in halber Höhe befestigt. (Die Abbildungen zeigen, wie Sie die Seile befestigen und führen können.) Ist das Tor entsprechend weit hochgehoben, dann kippt es über die zwei starr montierten Drehscheiben nach hinten ab. Dabei kommt der Fotowiderstand auf alle Fälle aus dem Bereich des Scheinwerfers, wodurch der Motor automatisch stillgesetzt wird.

Zum Schließen des Tores müssen wir zuerst den Motor umpolen – entweder durch Vertauschen der Stecker oder mit dem Wendschalter aus e-m 1 oder e-m 3. Der Motor läuft wieder an, wenn Sie die Steuerleitung, also die 2 Kabel zum Lichtaufnehmer kurzschließen. Im Modell ist dazu der fischertechnik-Taster eingebaut. Der Taster muß solange gedrückt werden, bis das Garagentor wieder geschlossen ist. Schalter und Taster werden innerhalb des Garagenraumes befestigt.

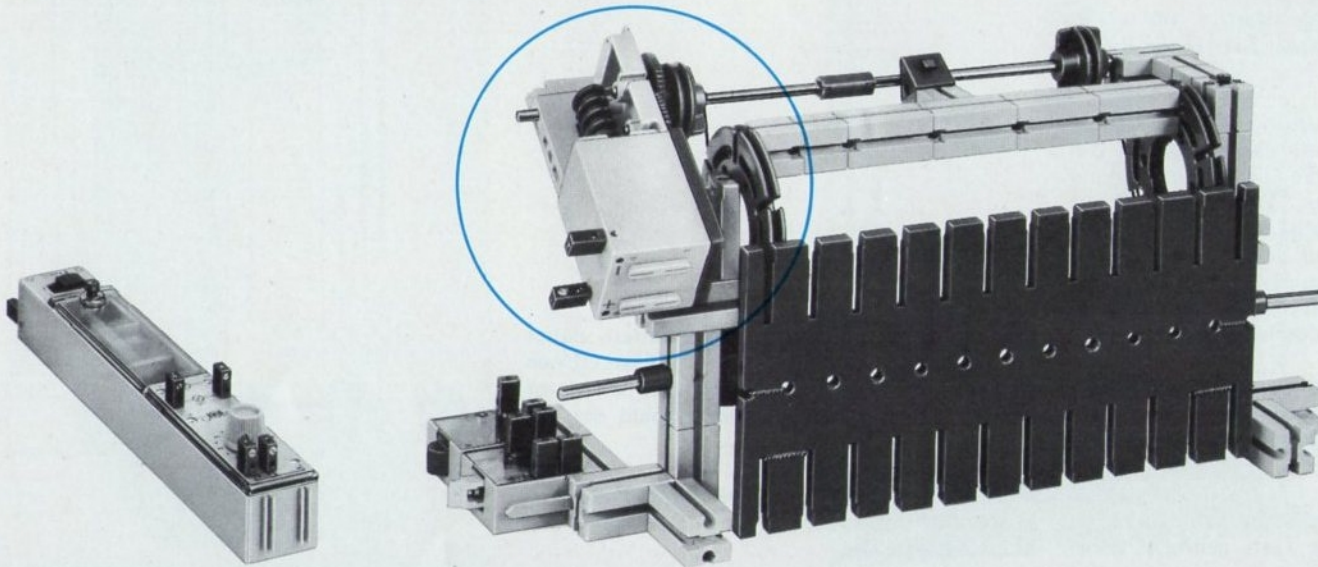
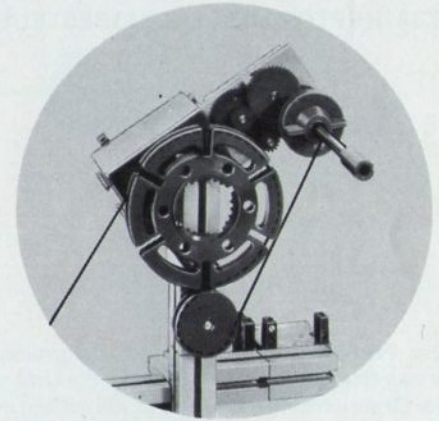
Im nächsten Modell befassen wir uns mit einer eleganteren Lösung dieses Steuerungsproblems.







Modell-Rückseite



## 3.33 HUBTOR MIT SEILZUGGESTEUERTEM WENDESCHALTER

Der Fortschritt dieses Modelles gegenüber dem ersten Garagentor liegt darin, daß die Umkehrung der Drehrichtung des Motors selbsttätig erfolgt.

Als Tor benutzen wir einen Karton, 145 x 155 mm groß, mit 2 Bohrungen. Sie finden ihn in der Tasche von Band 2.

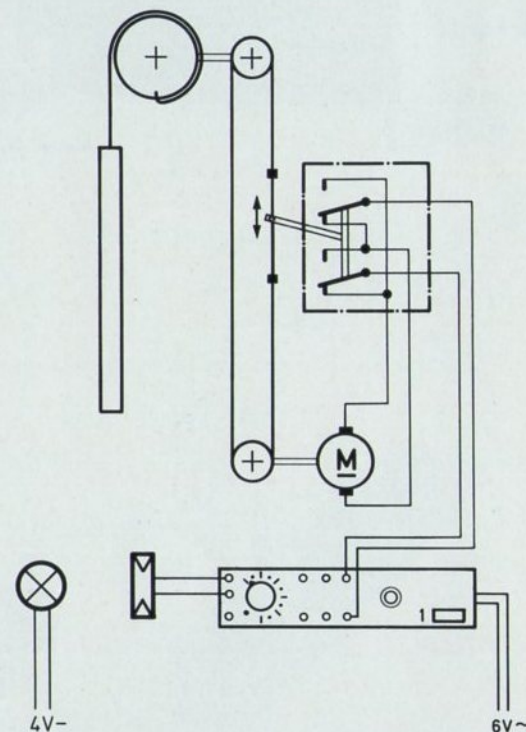
Ein Seilzug überträgt die Kraft des Motors zur Seiltrommel. Das Seil umschlingt die Ge triebeachse viermal. Für die nötige Seilspannung sorgt eine Gummi-Feder. Das Steuerseil ist etwa 560 mm lang. Etwa in der Mitte des Seiles machen wir im Abstand von 120 mm zwei Knoten, die den Polumschalter steuern. Das Seil ist deshalb durch die Bohrung im weißen Kipphebel des Schalters durchgeführt.

Der Antriebsmotor wird entweder durch Beleuchtung des Lichtaufnehmers oder durch Druck auf die rote Starttaste des Elektronik-Schaltstabes gestartet.

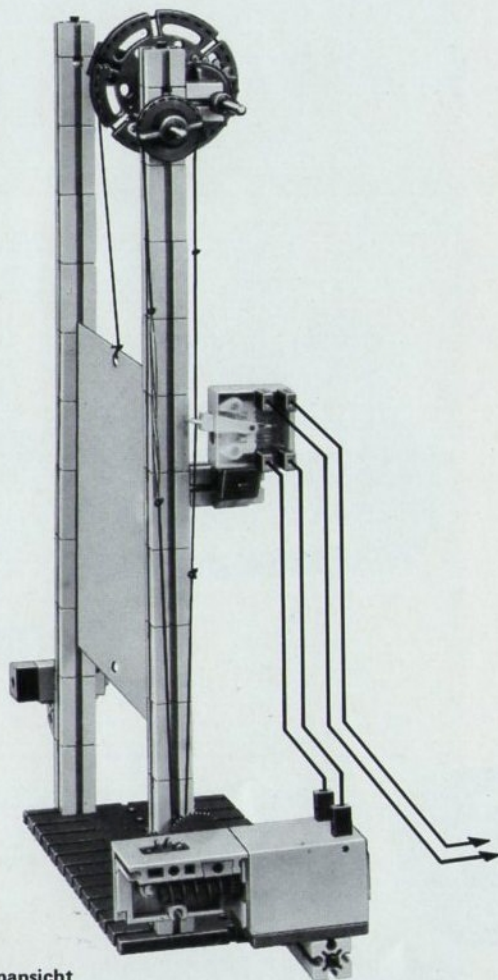
Der Motor läuft, solange Licht auf den Licht-aufnehmer fällt oder die Taste gedrückt wird.

Wie könnte man das Modell umgestalten, damit ein kurzes Lichtsignal zum vollständigen Öffnen und Schließen des Tores genügt und der Motor automatisch abgeschaltet wird, sobald das Tor geschlossen ist?

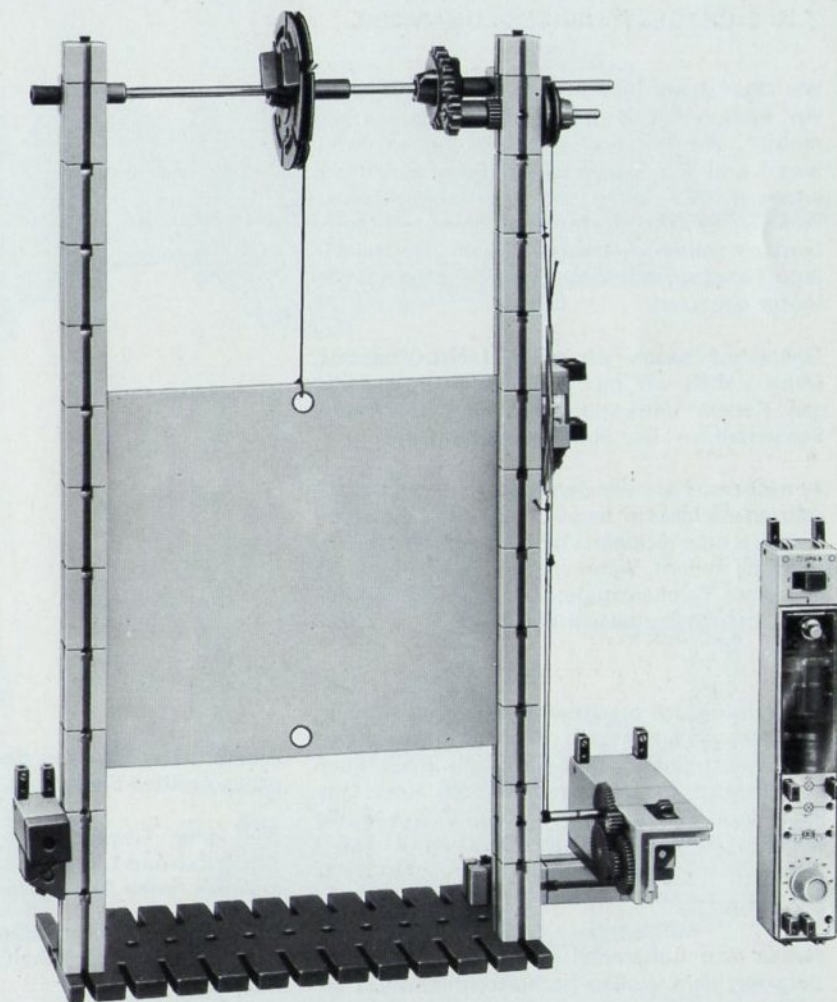
Diese Aufgabe können Sie bestimmt lösen. Zur Kontrolle können Sie die Lösung am Ende von Band 2 nachsehen.







Seitenansicht



## 3.34 LICHTGESTEUERTES LUNAMOBIL

Wie Sie sicher wissen, liefert fischertechnik ein komplettes Raupenfahrzeug, das „Lunamobil“. Wir können es uns mit einem minimot.1 und den Raupenbändern aus der Zusatzpackung 021 leicht selbst zusammenbauen. Wenn Sie noch keinen fischertechnik-mini-Motor besitzen sollten, können Sie auch das abgebildete Fahrzeug mit dem großen fischertechnik-Motor einsetzen.

Obendrauf bauen wir einen Lichtaufnehmer. Dann stellen wir mit zwei langen doppeladriigen Kabeln Verbindung mit dem Elektronik-Schaltstab her. Der Spaß kann beginnen!

Je nachdem, wie wir den Motor an den Schaltstab angeschlossen haben, wird das Lunamobil vorwärts oder rückwärts fahren oder seine Fahrtrichtung ändern, wenn wir den Lichtaufnehmer mit einer Taschenlampe oder einer fischertechnik-Linsenlampe beleuchten.

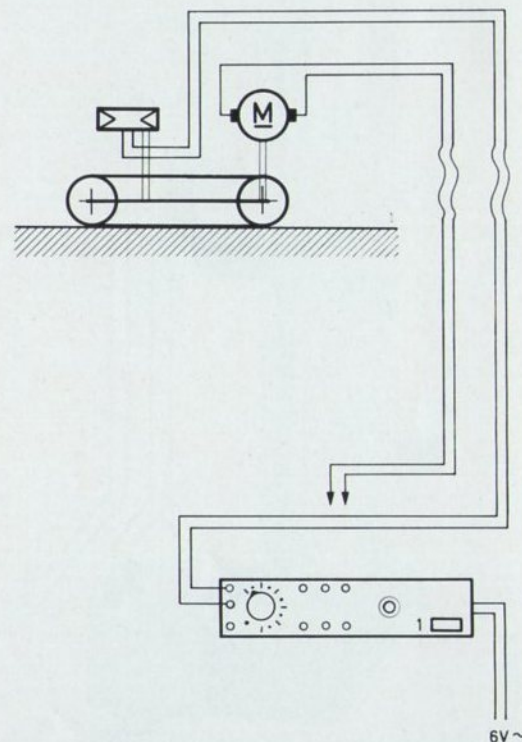
Noch mehr Spaß macht es, wenn wir mit Freunden einen Wettbewerb im Geschicklichkeitsfahren austragen. Damit die Sache noch spannender wird, bringen wir zusätzlich einen Umlenkspiegel an. Schaltet man den Motor an die Buchsen 5 - 6 des Schaltstabes, so läuft das Lunamobil rückwärts, wenn einem Ihrer Freunde das Fahrzeug aus dem Lichtstrahl „entkommt“.

Neben dem Lunamobil ist ein ähnliches Fahrzeug mit dem großen fischertechnik-Motor ab-

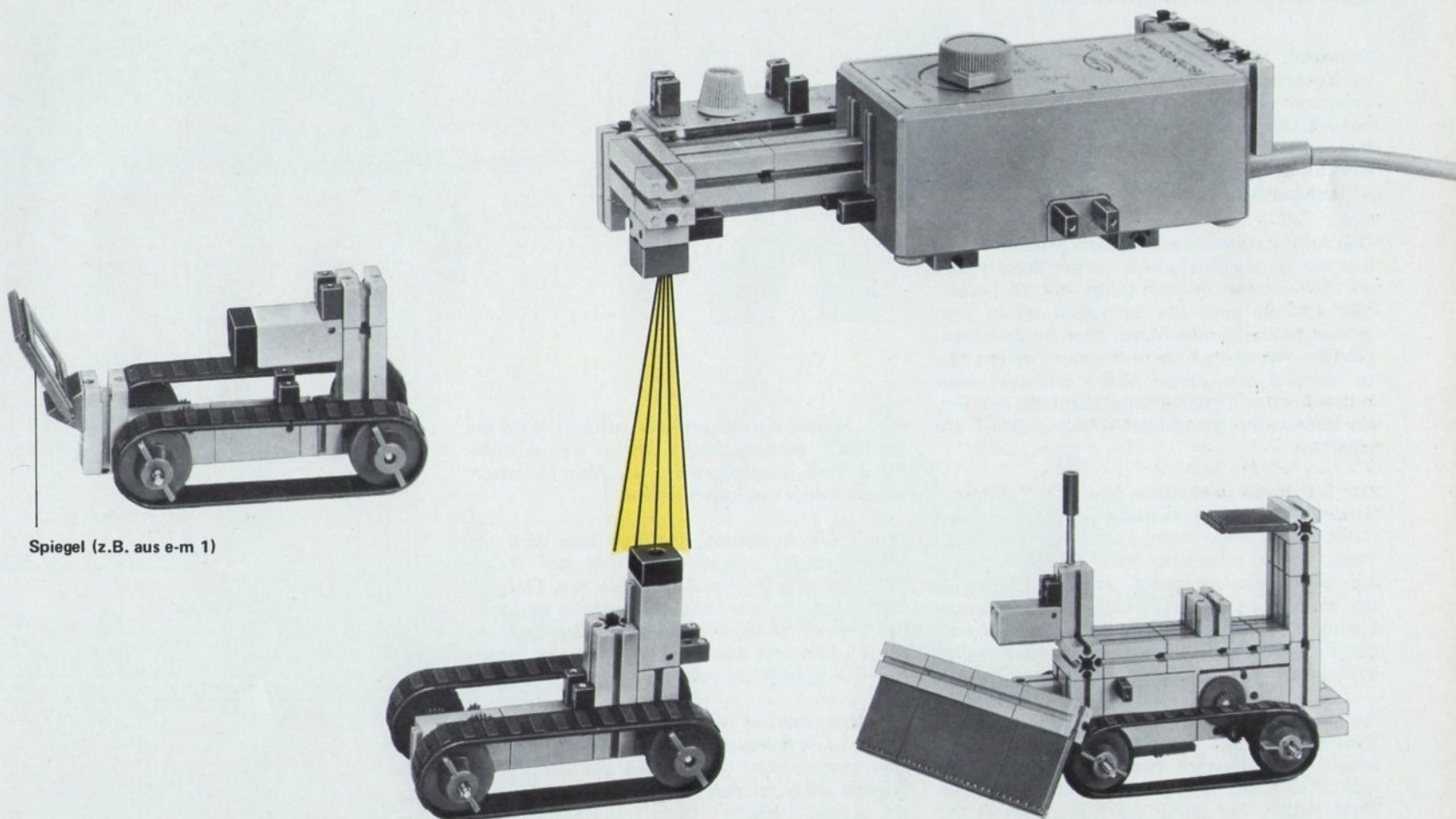
gebildet. Die Wirkung des angebauten Schneepfluges sollten Sie auf alle Fälle erproben!

Wer keine Taschenlampe benutzen will, kann Schaltstab und Linsenlampe direkt an den Trafo anbauen (siehe Abbildung).

Die Steuerung eines Fahrzeuges durch „Lichtblitze“ ist mit zwei Schaltstäben möglich. Siehe Seite 88.







Spiegel (z.B. aus e-m 1)

## 3.35 WANDERNDEN RÜHRWERK

Sicherlich können Sie sich ein großes Rührwerk vorstellen, das sich über einem langen Trog vom einen zum anderen Ende hin und her bewegt. Die Umkehr am Ende des Troges könnte Mechanisch durch einen Schalter erreicht werden. Eleganter ist aber eine Lösung mit unserer Lichtsteuerung.

Den Antriebsmotor des Rührwerkgestelles schließen wir an die Buchsen 5 - 6 des Schaltstabes an. Ein zweiter Motor treibt das Rührwerk. (Sie können auch die Schaufeln direkt vom großen fischertechnik-Motor über ein Zwischengetriebe antreiben.) Wenn Sie den zweiten Motor parallel zum ersten Motor schalten, dann kehrt er seine Drehrichtung ebenfalls mit um. Sie können ihn genausogut direkt an den Trafo schalten.

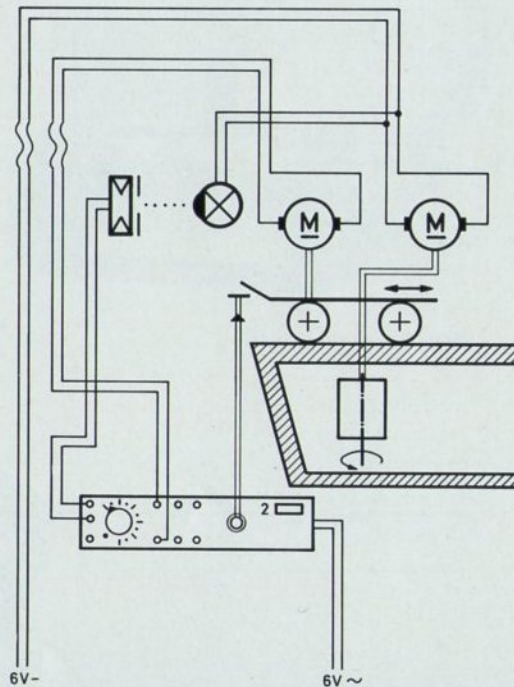
Der Schaltstab wird dieses Mal in der „Alarm“-Schaltung betrieben. Je mehr sich die am Wagen montierte Lampe vom Lichtaufnehmer entfernt, um so schwächer wird die Beleuchtung auf dem Fotowiderstand. Je nach Helligkeit der am Motor montierten Lampe und der eingestellten Ansprechschwelle des Schaltstabes wird das Fahrgestell des Rührers früher oder später umkehren.

An der Stirnseite des Wagens befindet sich ein Baustein, der auf eine schiefe Ebene aufläuft, sobald das Rührwerk zum Ausgangspunkt zurückgekehrt ist. Diese schiefe Ebene ist Teil eines Hebels, der durch die Rückstellkraft der Starttaste des Schaltstabes nach oben gehalten

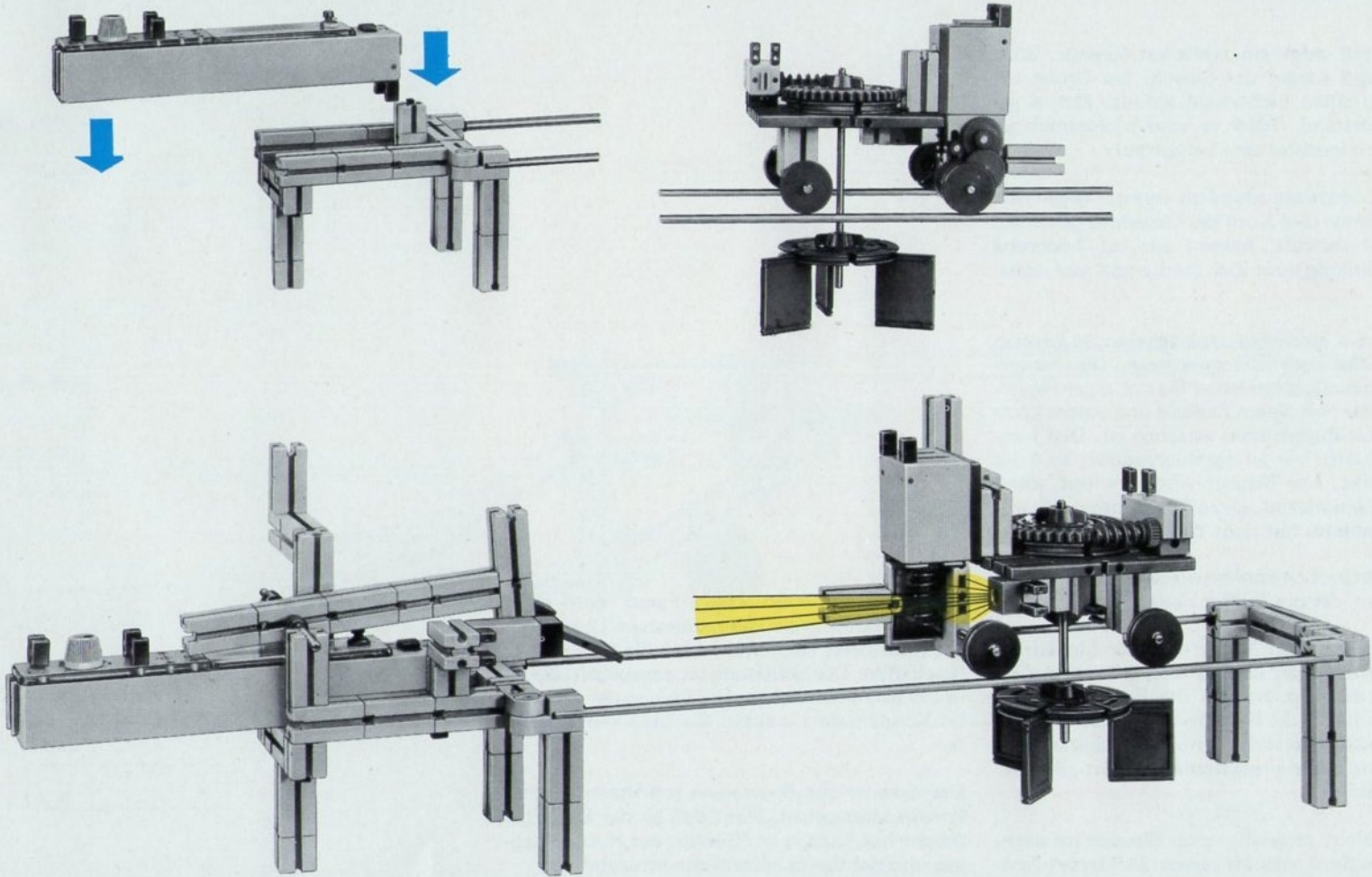
wird. Sobald der Wagen aber aufläuft, wird die Starttaste niedergedrückt. (Beim Bau des Modelles muß möglicherweise der freie Hebelarm verkürzt oder verlängert werden.)

Durch die Auslösung der Starttaste wird der Motor wieder umgeschaltet und der Wagen fährt zurück. Da im Augenblick der Freigabe der Starttaste der Lichtaufnehmer genügend hell beleuchtet ist, ändert sich die Drehrichtung des Motors erst wieder, wenn sich der Wagen weit genug entfernt hat.

Die Umsteuerung des Motors erfolgt also an einem Ende lichtelektronisch, am anderen Ende aber mechanisch. Dürften Sie die Lampe des Wagens auch an den Schaltstab anschließen? An welche Buchsen? Bitte erst überlegen und dann überprüfen!







## 3.37 LICHTGEWEHR

Das Modell zeigt ein einfaches Gewehr. Statt einer Kugel sendet das Gewehr bei Druck auf die Taste einen Lichtstrahl auf das Ziel, einen Fotowiderstand. Wird es vom Lichtstrahl getroffen, so leuchtet eine Lampe auf.

Da der Lichtstrahl räumlich versetzt gegen den durch Kimme und Korn des Gewehres gehenden Zielstrahl verläuft, müssen wir bei Änderung der Entfernung zum Ziel die Lampe neu justieren.

Besitzen Sie einen Elektromagneten, so können Sie ihn über dem Ziel montieren. Die dazugehörige Eisenplatte bekleben Sie mit einer Papierscheibe, die mit einem Zielbild und einem Loch für den Lichtaufnehmer versehen ist. Den Magneten schalten wir an das Buchsenpaar 3 - 4 des Schaltstabes. Der Magnet wird stromlos, wenn der Fotowiderstand „getroffen“ worden ist, und die Eisenplatte mit dem Zielbild fällt herunter.

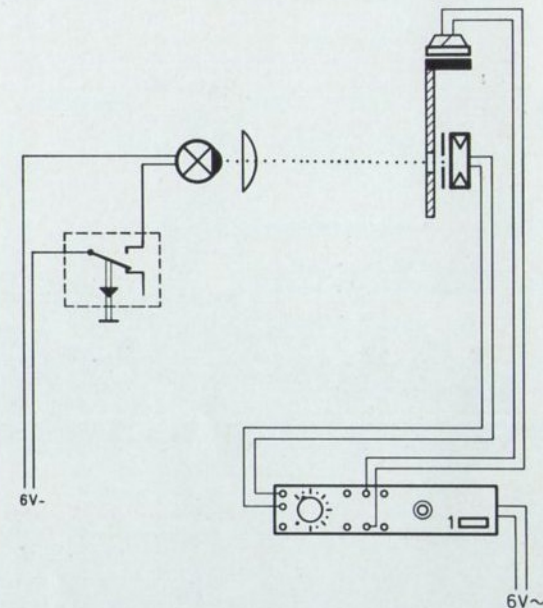
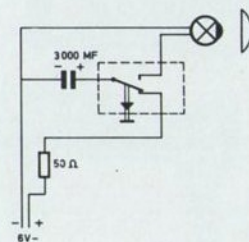
Selbstverständlich können wir auch einen Zähler anschalten, der die Treffer zählt.

Bei Druck auf den Taster wird der Lichtstrahl eingeschaltet. Man könnte also – falls man im Moment des Einschaltens das Ziel noch nicht getroffen hat – die Gewehrstellung etwas korrigieren und dann erst den Fotowiderstand treffen. Man sollte daher einen richtigen Licht-„Schuß“ abgeben können.

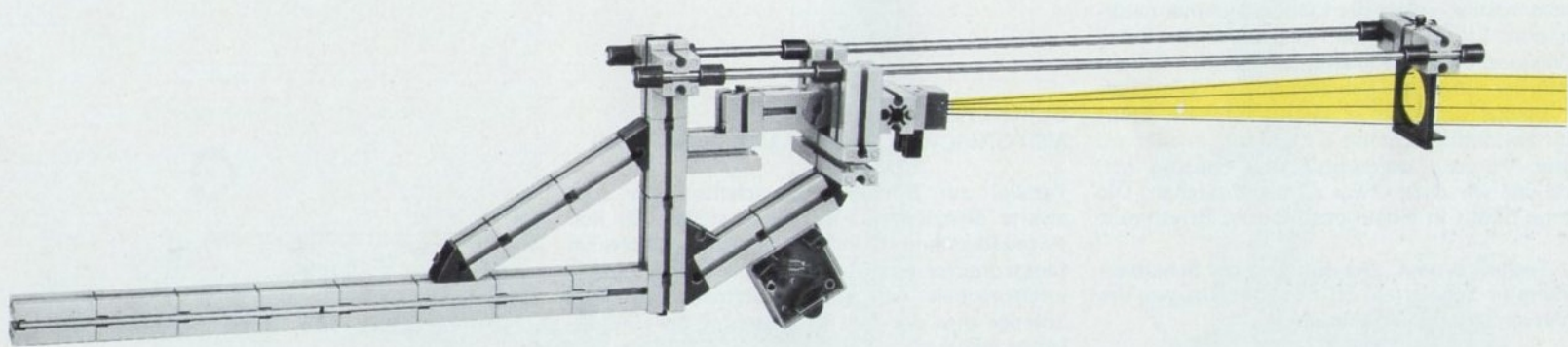
Das ist leicht möglich, wenn Sie sich im nächsten Rundfunkgeschäft einen Elektrolyt-Kon-

densator mit 3000 Mikro-Farad und einer Spannungsfestigkeit von mindestens 12 V sowie einen 50 Ohm Widerstand (1/4 Watt belastbar) beschaffen. Die Schaltung ist angegeben. Sie ist leicht zu verwirklichen. Die Polung des Elektrolyt-Kondensators müssen Sie besonders beachten.

Das Gewehr aus Bausteinen soll Ihnen nur das Prinzip klarmachen. Wer Spaß an der Sache gefunden hat, kann ja das Gewehr aus Holz anfertigen und richtige Schützenfeste veranstalten!







## 3.38 BLINKERSCHALTUNG

Wir schalten eine Linsenlampe an das Ausgangsbuchsenpaar 3 - 4. Die Lampe leuchtet, wenn der Lichtaufnehmer kein Licht bekommt. Wird er aber beleuchtet, so erlischt die Lampe. Diese Tatsache können wir in einer „Blinkerschaltung“ ausnutzen.

Wir verwenden einen kleinen Bruchteil des von der Linsenlampe ausgehenden Lichtes, um den Lichtaufnehmer zu beleuchten. Um Fremdlicht auszuschalten, erhält der Lichtaufnehmer natürlich eine Störlichtkappe. Bekommt der Fotowiderstand Licht, so schaltet er über den Schaltverstärker und das Schaltrelais im Schaltstab die Lampe ab. Weil er aber jetzt kein Licht mehr bekommt, schaltet er das Licht wieder an. Dieser Vorgang wiederholt sich beliebig oft, ohne daß wir dazu etwas zu tun brauchen. Die Lampe blinkt in einem bestimmten Rhythmus.

Der Techniker sagt: Der Eingang des Schaltverstärkers (= Schaltstab) ist mit dem Ausgang des Schaltverstärkers rückgekoppelt.

Die Häufigkeit des Aufleuchtens der Lampe in einer Sekunde – oder die Frequenz, wie der Techniker sagt – können wir in gewissen Grenzen durch Veränderung des Abstandes zwischen Lichtaufnehmer und Lampe und durch den Empfindlichkeits-Einsteller am Schaltstab verändern.

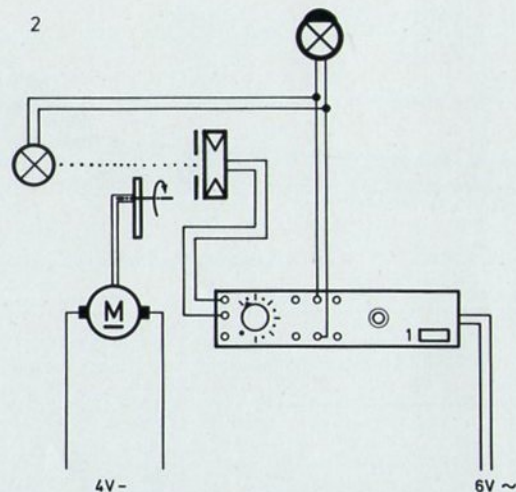
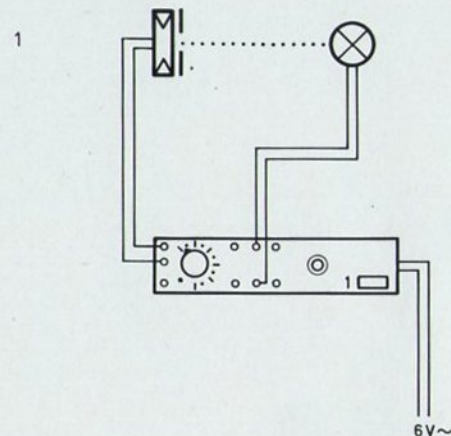
Die Blinkerschaltung ist eine typische 2-Punkt-Regelung.

## BLINKERSCHALTUNG MIT MOTORISCHER PROGRAMMSTEUERUNG

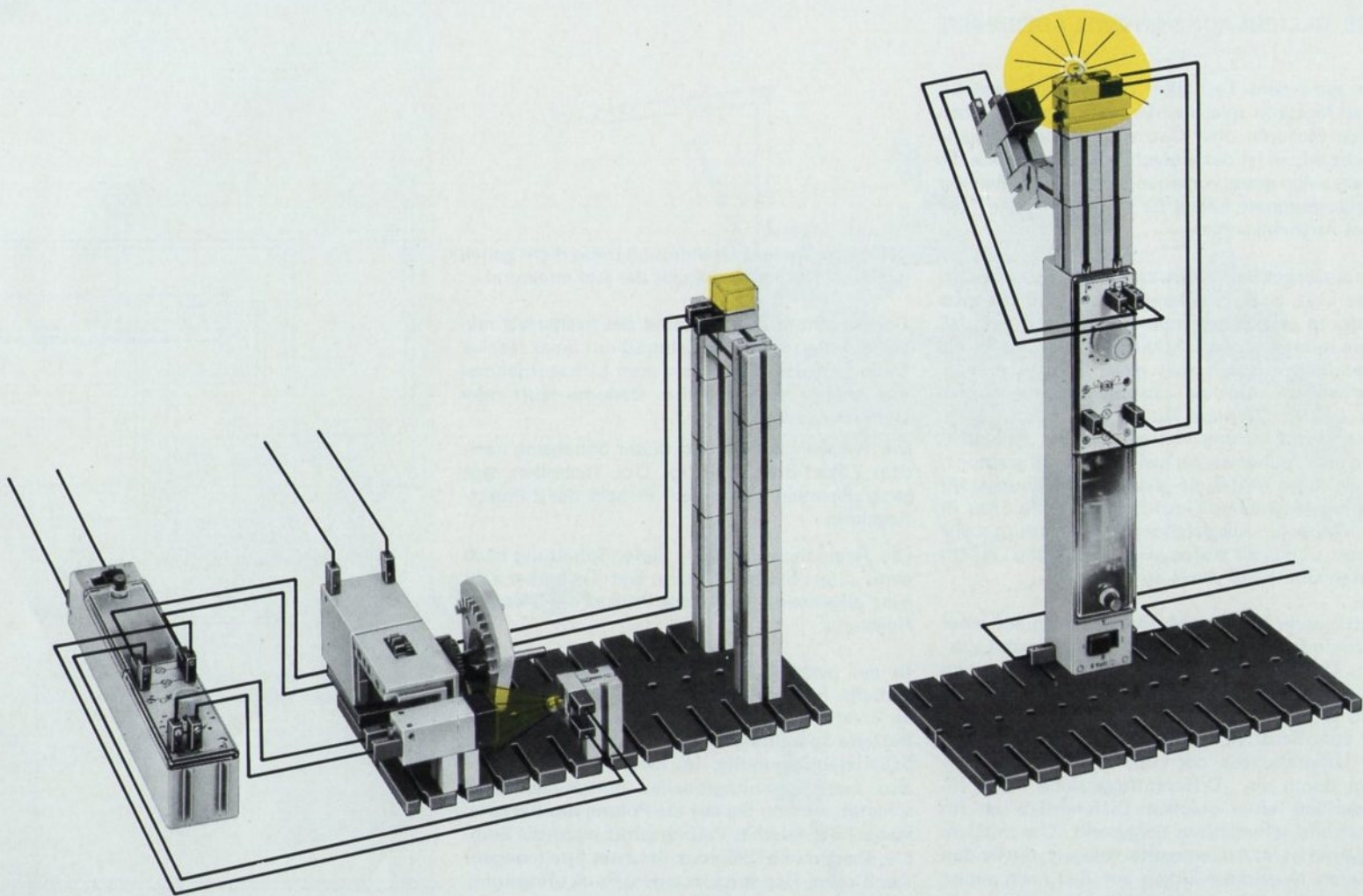
Parallel zur Blinkerlampe schalten wir eine zweite Signallampe. Vor diese stellen wir den Fotowiderstand. Durch einen ständig laufenden Elektromotor mit Getriebe und Nockenscheibe unterbrechen wir den Lichtstrahl zeitweise. Solange dies der Fall ist, leuchtet die Blinkerlampe ständig.

Statt einer einzelnen Nockenscheibe kann man natürlich auch mehrere auf die Achse des Getriebes setzen und diese Achse eventuell mit Hilfe eines weiteren Getriebes ganz langsam laufen lassen.

An die Buchsen 1 - 2 des Schaltstabes können Sie eine weitere Lampe anschalten; dadurch erhöht sich der Blinkereffekt noch einmal.







## 3.39 GLEICHLAUF VON ZWEI GETRIEBEN

Oft wird dem Techniker die Aufgabe gestellt, zwei Motoren miteinander zu koppeln. Haben beide Motoren oder Getriebe die exakt gleiche Drehzahl, so ist das einfach. Weichen jedoch die Drehzahlen etwas voneinander ab, so können wir durch geeignete Mittel für den „Gleichlauf“ der zwei Antriebe sorgen.

Ein einfaches Beispiel ist im Modell verwirklicht: Eine Last, z. B. eine lange Achse, soll von zwei Motoren so gehoben oder gesenkt werden, daß diese immer waagrecht bleibt. Dazu müssen die zwei Seiltrommeln sich gleich schnell drehen. Wir wählen folgende Lösung: Das langsamere der beiden Getriebe läuft „ungeregelt“, d. h. ohne Beeinflussung von außen. Das schnellere wird aber immer wieder zwischendurch gestoppt, damit es im Mittel die gleiche Umdrehungszahl wie das langsamere Getriebe macht. Je öfter in der Minute ein Ausgleich stattfindet, um so mehr nähert sich diese stufenweise „Regelung“ einem echten Gleichlauf der 2 Seiltrommeln.

Statt zweier gleicher Motoren könnte auf einer Seite ein fischertechnik-mini-Motor benutzt werden. Den linken Motor des Modelles betreiben wir mit der kleinsten Trafospannung. Deshalb wird er langsamer laufen als der rechte Motor, der vom Schaltstab gespeist wird. Der Vergleich der Umdrehungen der zwei Getriebewellen erfolgt durch ein „Differentialgetriebe“. Der Innenaufbau eines solchen Differentials ist im Schaltbild schematisch dargestellt. Das mittlere Kegelrad ist im Außenmantel gelagert; die beiden äußeren Kegelräder sitzen auf den nach außen

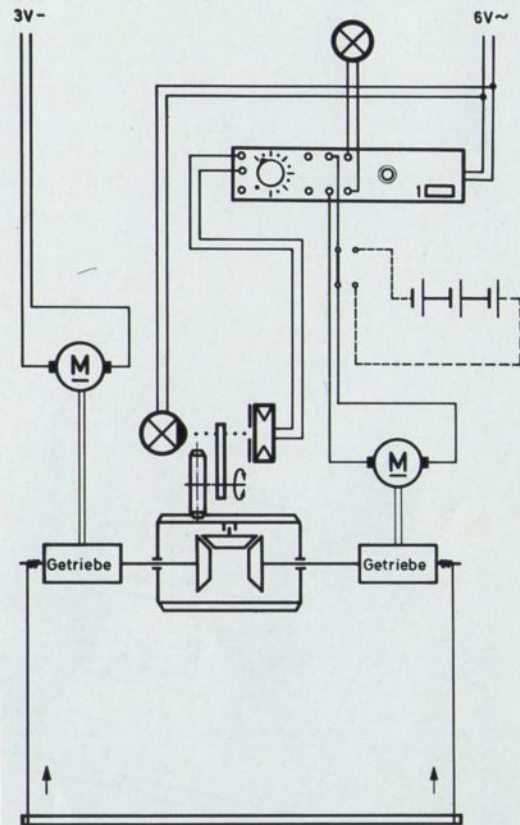
geführten Wellen. Drehen sich diese nicht genau gleich schnell, so dreht sich der Außenmantel.

Der verzahnte Außenmantel des fischertechnik-Differentials treibt ein Zahnrad mit einer Nocke. Diese gibt den Lichtstrahl zum Lichtaufnehmer frei oder unterbricht ihn. Dadurch läuft oder steht der rechte Motor.

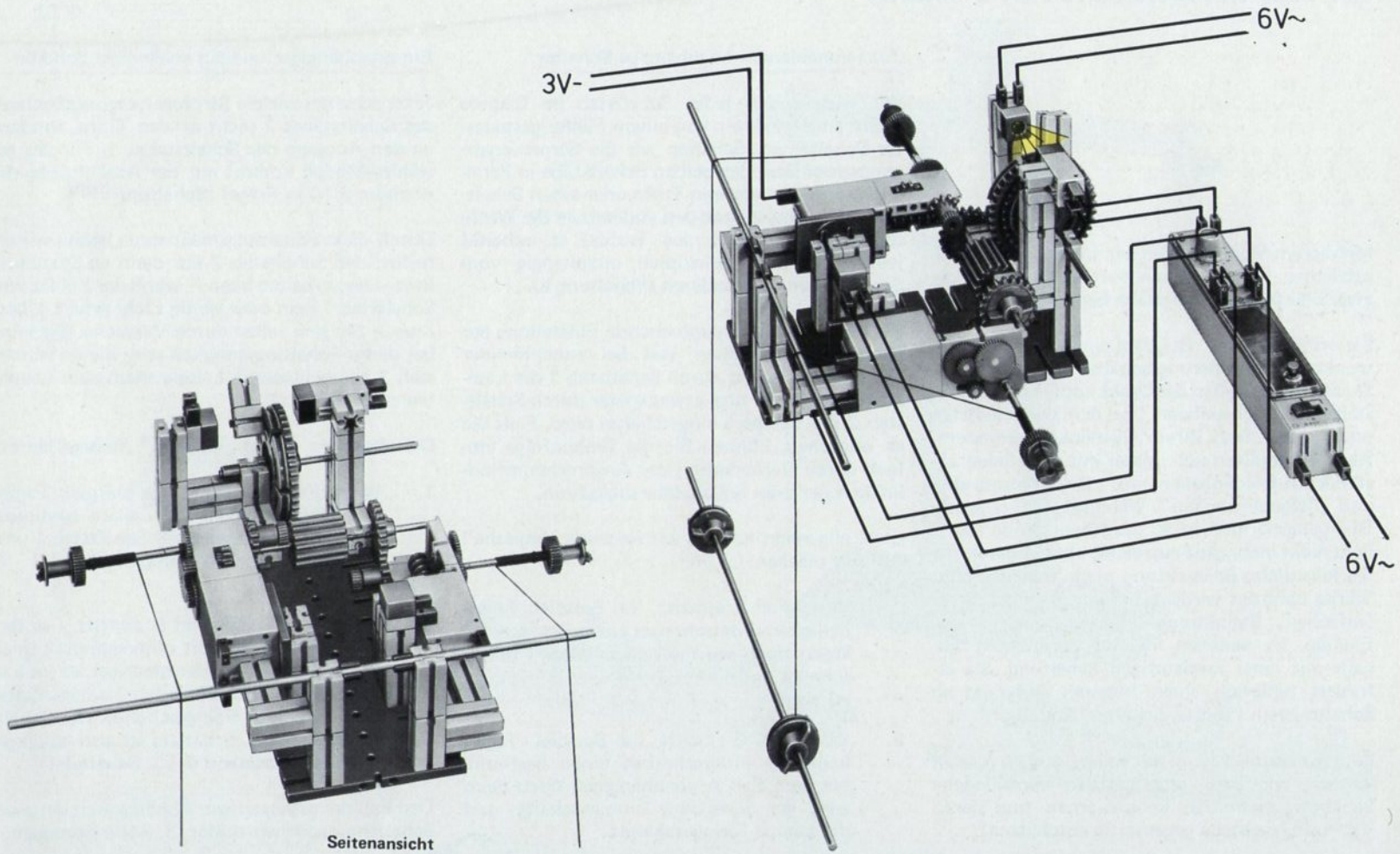
Die Regelung erfolgt bei dieser Schaltung nach dem „Start-Stop“-Prinzip. Der Techniker sagt ganz allgemein: Nach dem Prinzip der 2 Punkt-Regelung.

Die Regelung erfolgt bei dieser Schaltung nach dem „Start-Stop“-Prinzip. Der Techniker sagt ganz allgemein: Nach dem Prinzip der 2 Punkt-Regelung.

In der gestrichelt eingezeichneten Schaltungsvariante liegt der geregelte Motor abwechselnd an 2 verschiedenen hohen Spannungen. Einmal an Batterie-Spannung und dann an Batterie- plus Schaltstab-Spannung. Im zweiten Falle werden also zwei Spannungsquellen hintereinandergeschaltet. Achten Sie auf die Polung des Batterie-stabes. Bei falscher Polung wirkt nicht die Summe, sondern die Differenz der zwei Spannungen! Auch diese Regelung ist eine 2 Punkt-Regelung







Seitenansicht



MODELLE – mit 2 Schaltstäben

## 3.51 DÄMMERUNGSSCHALTER MIT 2 FÜHLERN

Mit diesem Modell wollen wir uns mit den grundsätzlichen Möglichkeiten vertraut machen, die zwei Elektronik-Schaltstäbe bieten.

Sie erinnern sich: Bei dem einfachen lichtelektronischen Dämmerungsschalter (S. 16) konnten Sie durch Verstellen des Drehknopfes des Schaltstabes den „Schwellwert“, bei dem der Schaltstab umschaltet, nach Ihrem Gutdünken verändern. Aber Sie mußten sich immer mit zwei Schaltzuständen zufriedengeben, mit: „Beleuchtung ein“ und „Beleuchtung aus“. Während einer längeren Übergangsperiode, in der das schwindende Tageslicht nicht mehr ganz ausreicht, aber andererseits die künstliche Beleuchtung noch nicht in voller Stärke benötigt wird, verbraucht man bei dieser einfachen Steuerungs-Methode unnötig viel Energie. In manchen Fällen arbeitet man deshalb mit einer zweistufigen Schaltung. Sie erfordert natürlich einen höheren Aufwand an Schaltmitteln (Fühler, Schalter, Kabel).

Beim Experimentieren mit einem solchen Modell können wir zwei grundsätzlich verschiedene Schaltungsmethoden kennenlernen und deren Vor- und Nachteile gegenseitig abschätzen!

### Zwei voneinander unabhängige Schalter

Wir wissen, daß jeder Schaltstab im Grunde nichts anderes als ein von einem Fühler gesteuerter Schalter ist. Schalten wir die Stromversorgungsanschlüsse der beiden Schaltstäbe in Parallelschaltung an unseren Trafo oder einen Schaltstab an die Gleich- und den anderen an die Wechselspannungsbuchsen des Trafos, so arbeitet jeder Schaltstab prinzipiell unabhängig vom Schaltzustand des anderen (Schaltung a).

Wir können durch entsprechende Einstellung der Drehknöpfe erreichen, daß bei zunehmender Dämmerung zuerst durch Schaltstab 1 die Lampengruppe 3 - 4 und etwas später durch Schaltstab 2 die Lampe 5 eingeschaltet wird. Falls Sie es wünschen, können Sie die Reihenfolge einfach durch Veränderung der Ansprechempfindlichkeit der zwei Schaltstäbe umkehren.

Ganz allgemein können wir folgende „logische“ Aussage machen:

1. Wenn Fall A eintritt, (im Beispiel: Tageshelligkeit unterschreitet einen bestimmten Wert) dann wird der Schaltstab 1 umgeschaltet und die Lampengruppe 3 - 4 eingeschaltet.
2. Wenn Fall B eintritt, (im Beispiel: Tageshelligkeit unterschreitet einen bestimmten, von Fall A unabhängigen Wert) dann wird der Schaltstab 2 umgeschaltet und die Lampe 5 eingeschaltet.

### Ein unabhängiger und ein abhängiger Schalter

Jetzt schalten wir die Stromversorgungsbuchsen des Schaltstabes 2 nicht an den Trafo, sondern an den Ausgang des Schaltstabes 1. Für das gewählte Modell kommt nur der Anschluß an die Buchsen 3 - 4 in Frage! (Schaltung b)

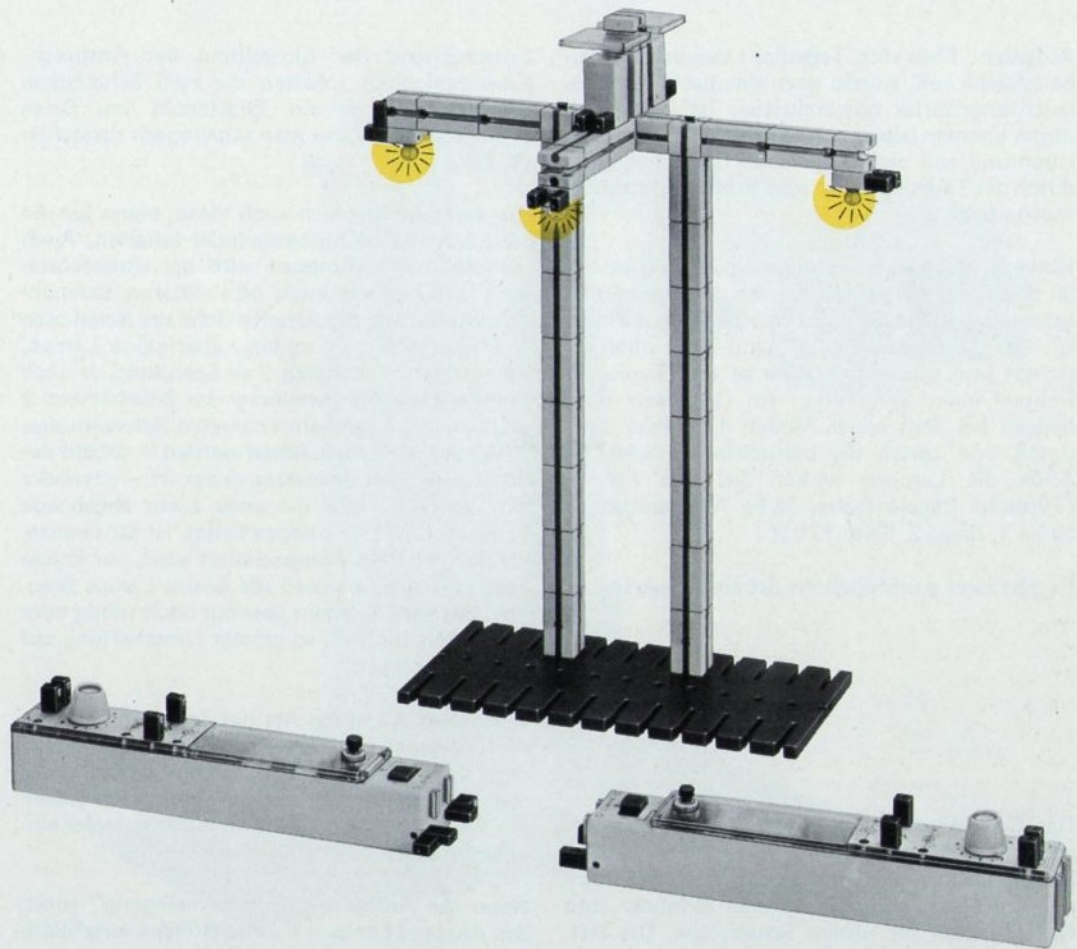
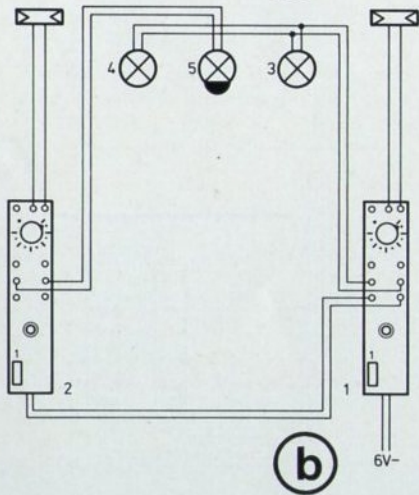
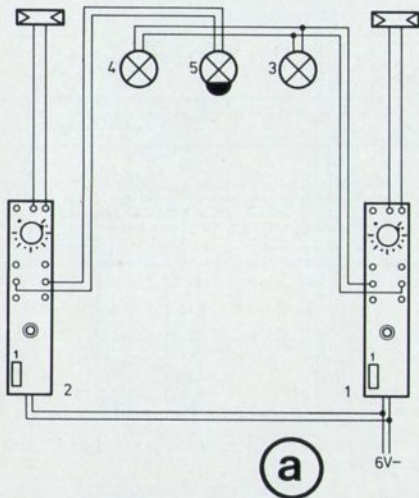
Durch diese Schaltungsmaßnahme haben wir erreicht, daß Schaltstab 2 nur dann an Spannung liegt – also arbeiten kann – wenn der Fühler von Schaltstab 1 kein oder wenig Licht erhält. Überzeugen Sie sich selbst durch Versuche. Nie wird bei dieser Schaltung möglich sein, die an Schaltstab 2 angeschlossene Lampe allein zum Leuchten zu bringen.

Die allgemein gültige „logische“ Aussage lautet:

1. Wenn Fall A eintritt, (im Beispiel: Tageshelligkeit unterschreitet einen bestimmten Wert) dann wird der Schaltstab 1 umgeschaltet und die Lampengruppe 3 - 4 eingeschaltet.
2. Nur wenn Fall A und B eintritt, (im Beispiel: Tageshelligkeit unterschreitet einen bestimmten Wert, der niedriger als im Fall A ist) dann wird Schaltstab 2 umgeschaltet und die Lampe 5 eingeschaltet. Der Schaltzustand des 2. Schalters ist also abhängig vom Schaltzustand des 1. Schalters!

Den Fall der gegenseitigen Abhängigkeit der zwei Schalter werden wir später (S. 84) besprechen.





## 3.52 STUFEN - REGELUNG EINER ARBEITSPLATZBELEUCHTUNG

**Aufgabe:** Eine vom Tageslicht beleuchtete Arbeitsfläche soll, sobald dort eine bestimmte Beleuchtungsstärke unterschritten ist, zusätzlich durch Lampen beleuchtet werden. Die Zusatzbeleuchtung soll sich – je nach Grundhelligkeit durch das Tageslicht – in zwei Stufen selbständig zuschalten.

**Hinweis:** Beim Dämmerungsschalter wird keinerlei Rücksicht darauf genommen, wie hell die zu beleuchtende Fläche unter den Lampen wirklich ist. Die „Helligkeitsfühler“ sind nach oben gerichtet und tasten den Himmel ab. (Typisches Beispiel einer Steuerung.) Im Gegensatz dazu hängen bei dem neuen Modell die Fühler nach unten und tasten die beleuchtete Fläche ab. Auch die Lampen wirken auf den Fühler! (Typische Regelaufgabe. Siehe Anleitungsbuch zu I-e 1, Band 2, Seite 170 ff.)

Es gibt zwei grundsätzliche Schaltungs-Arten:



Das Schaltbild für die Parallel-Schaltung zeigt uns: Jeder Schalter ist vom anderen völlig unabhängig. Wir könnten sogar zwei getrennte Stromquellen benutzen. Die Schalter-Symbole sind Kurz-Zeichen für unsere Schaltstäbe. Die Art, wie sie betätigt werden, ist dabei offengelassen.

Entsprechend der Einstellung der Ansprech-Empfindlichkeit schalten die zwei Schaltstäbe gegebenenfalls je ein Zusatzlicht an. Diese Stufenregelung kann man tabellarisch darstellen (Tabelle 1).

Die Aufgabe läßt sich auch lösen, wenn Sie die zwei Schaltstäbe hintereinander schalten. Auch bei dieser Schaltungsart wird bei Unterschreitung einer bestimmten einstellbaren Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche der Schaltstab 1 umgeschaltet. Er schaltet aber keine Lampe, sondern den Schaltstab 2 an Spannung. Je nach Empfindlichkeitseinstellung des Schaltstabes 2 und der vom Tageslicht erzeugten Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche werden – sobald der Schaltstab 2 an Spannung gelegt ist – entweder die Lampe 3 oder die mehr Licht abgebende Lampengruppe 4 - 5 angeschaltet. Ist die Grenze, bei der der Stab 2 angeschaltet wird, nur knapp unterschritten, so wird die Einzel-Lampe brennen. Hat das Tageslicht aber nur noch wenig oder keinen Einfluß, so erfolgt Umschaltung auf die zwei Lampen.

Versuchen Sie, diese Art der Schaltung tabellarisch darzustellen. Überlegen Sie, wodurch sich diese Schaltung von der Reihen-Schaltung bei dem Dämmerungsschalter unterscheidet. Können Sie diese Art auch bei dem Stufenregler einsetzen? Lösung siehe Seite 104.

Wenn die Anlage in „Eigenschwingung“ gerät, den Abstand Lampen – Arbeitsfläche vergrößern oder Trafo-Spannung verkleinern.

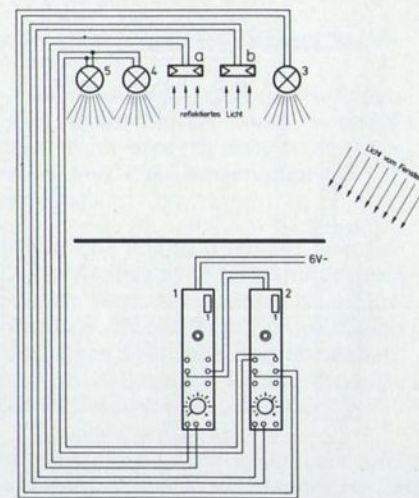
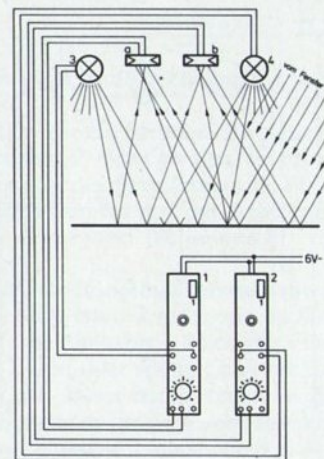
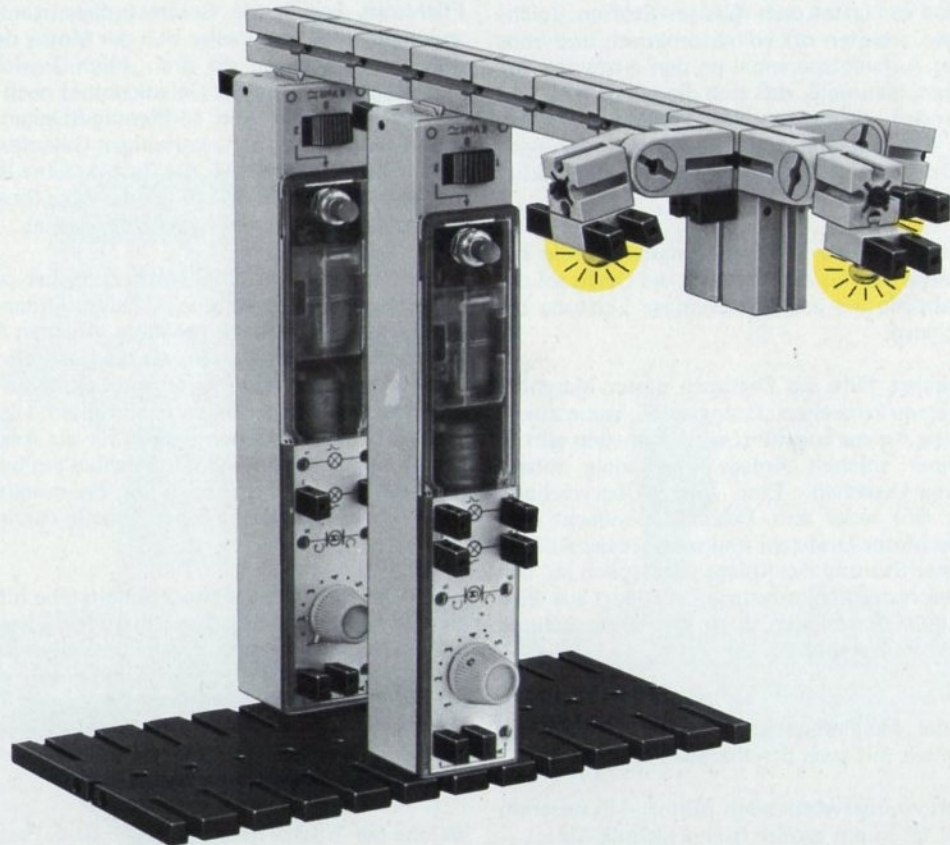




Tabelle 1

Stufe	Tageslicht	Spannung an Buchsen Stab 1	Spannung an Buchsen Stab 2	Zusätzlich durch Lampen
1	gut	1-2	1-2	–
2	mittel	3-4	1-2	Nr. 3
3	schlecht	3-4	3-4	Nr. 3 + 4



## 3.53 DREHZAHL - FERNÜBERWACHUNG

Vor allem in der chemischen Industrie benötigt man Anlagen zur Zerkleinerung oder zum Mischen von festen oder flüssigen Stoffen. Solche Anlagen arbeiten oft vollautomatisch und ohne eigenes Aufsichtspersonal an den einzelnen Aggregaten. Man weiß, daß sich die nie ganz zu vermeidenden Störungen im Produktionsablauf meist durch kleine oder große Veränderungen der Drehzahl des Antriebs-Motors bemerkbar machen.

Fällt z.B. in einer Zerkleinerungsanlage die Zufuhr eines Stoffes aus, so steigt die Drehzahl des Antriebs-Motors an, weil weniger Leistung benötigt wird.

Umgekehrt fällt die Drehzahl dieser Maschine unter einen kritischen „Grenzwert“, wenn zuviel Stoff der Anlage zugeführt wird. Daneben gibt es bei einer solchen Anlage noch viele andere Störungs-Ursachen. Eine Einzel-Überwachung würde sehr teuer sein. Deshalb überwacht man nur die Motor-Drehzahl und schaltet bei Auftreten einer Störung die Anlage vorsorglich ab. Die Überwachung erfolgt zentral. Von dort aus wird nach dem Abschalten auch die Untersuchung der Störung veranlaßt.

Eine der Möglichkeiten der Fernüberwachung wollen wir mit zwei Schaltstäben verwirklichen.

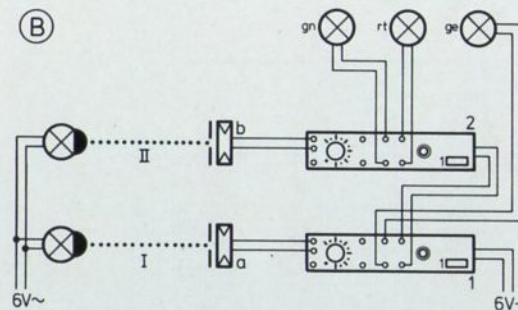
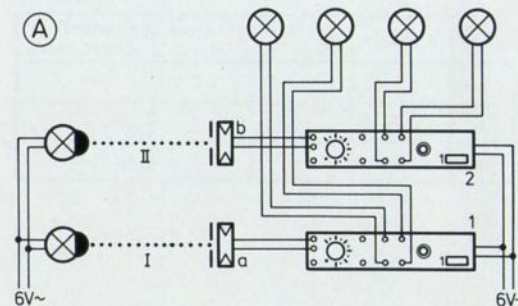
An den zu überwachenden Motor – in unserem Modell ist es ein großer fischertechnik-Motor – ist eine drehzahlabhängige, auf dem Gesetz der

Fliehkraft beruhende Geschwindigkeitsanzeige angeschlossen: je schneller sich der Motor dreht, umso weiter fliegen die drei „Flieh-Gewichte“ (= bewegliche Arme der Gelenksteine) nach außen. Mit Hilfe von zwei 10-Pfennig-Stücken, die wir in die Schlitze der zweiteiligen Gelenkbuchsen stecken, können wir die Gelenksteine leicht beweglich einstellen. Die Flughöhe der „Gewichte“ tasten wir mit zwei Lichtschranken ab.

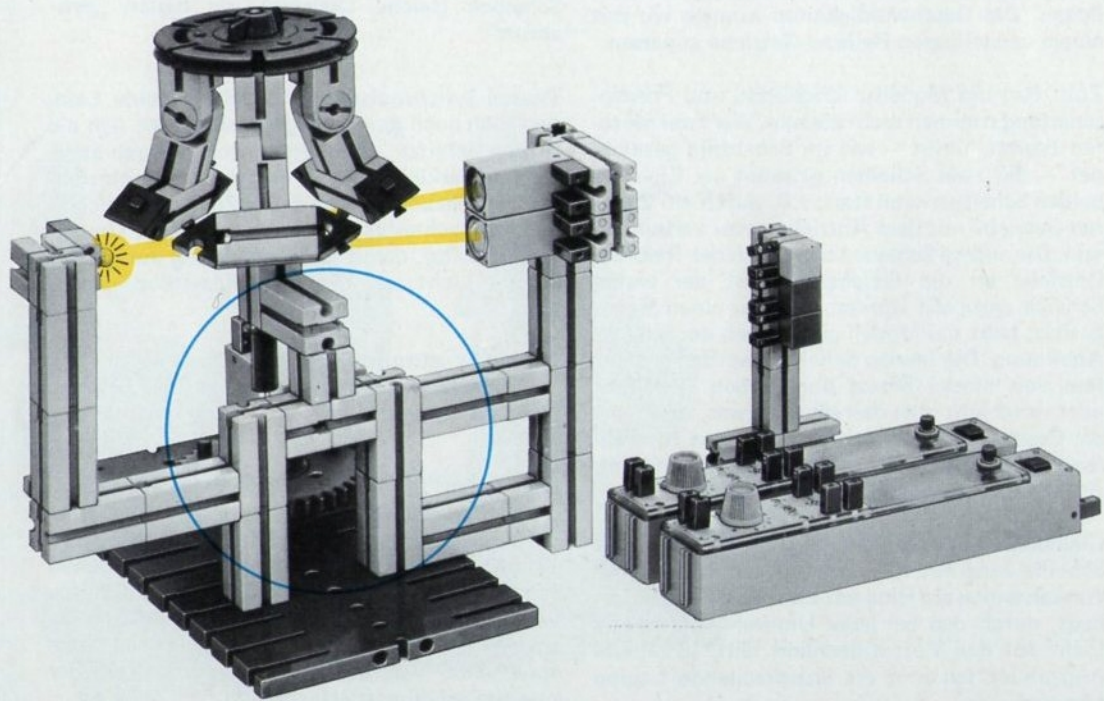
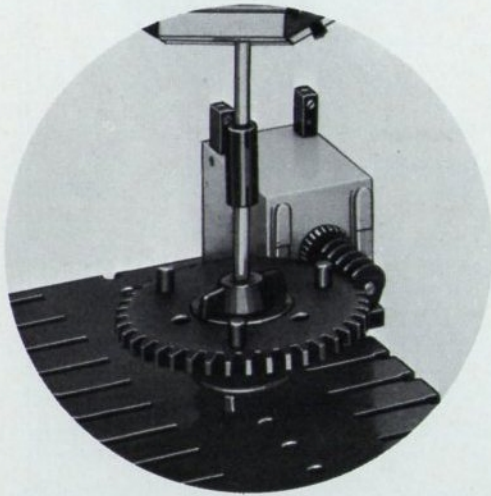
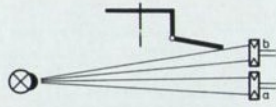
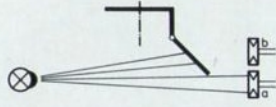
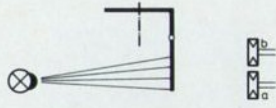
Wir schalten die 2 Schaltstäbe zunächst parallel an den Trafo (Schaltung A). Sie sind dann also völlig voneinander unabhängig. Aus den Skizzen können Sie entnehmen, wie die Geschwindigkeit des Motors über die augenblickliche Flughöhe die 2 Lichtschranken beeinflussen. Überlegen Sie, welche Lampen-Farben für die Anzeige zu niedriger und zu hoher Drehzahlen am besten geeignet sind und versuchen Sie, die möglichen Farb-Kombinationen in einer Tabelle darzustellen.

Erst dann schalten Sie die 2 Schaltstäbe hintereinander (Schaltung B). Der Schaltstab 2 liegt also nur an Spannung, wenn der Fotowiderstand a Licht bekommt. Die gelbe Lampe soll dann leuchten, wenn der Motor steht oder ganz langsam läuft und die rote Lampe, wenn er ganz schnell – für unsere Aufgabe aber zu schnell – läuft.

Welche der 2 Schaltarten (Reihen- bzw. Parallelschaltung) ist für unsere Zwecke besser geeignet?









## 3.54 SYNCHRONISIER - EINRICHTUNG

Will man zwei Antriebe, z.B. zwei von verschiedenen Gleichstrom-Motoren angetriebene Scheiben ohne direkte Kopplung der beiden Motore gleich schnell laufen lassen, so muß man den „Gleichlauf“ und seine Abweichung irgendwie anzeigen und eine Möglichkeit der Nachstellung schaffen. Wir wollen dies an einem Modell berührungslos durch Lichtabtastung verwirklichen. Die Geschwindigkeiten können wir mit einem verstellbaren Reibrad-Getriebe anpassen.

Zum Bau des Modells: Modellbild und Prinzipschaltung stimmen nicht überein. Wer zwei Motoren besitzt, treibt – wie im Schaltbild gezeichnet – die zwei Scheiben getrennt an. Eine der beiden Scheiben kann starr, z.B. durch ein Zahnrad-Getriebe mit dem Antriebsmotor verbunden sein. Die andere Scheibe kann durch das Reibrad-Getriebe an die Geschwindigkeit der ersten Scheibe angepaßt werden. Wer nur einen Motor besitzt, baut das Modell genau nach der Modell-Abbildung. Die beiden Scheiben werden gemeinsam von einem Motor angetrieben. Verdreht oder verschiebt man den Motor etwas, so nimmt die Geschwindigkeit der einen Scheibe zu, während die Geschwindigkeit der anderen abnimmt. (Prinzip des Reibrad-Verstell-Getriebes.)

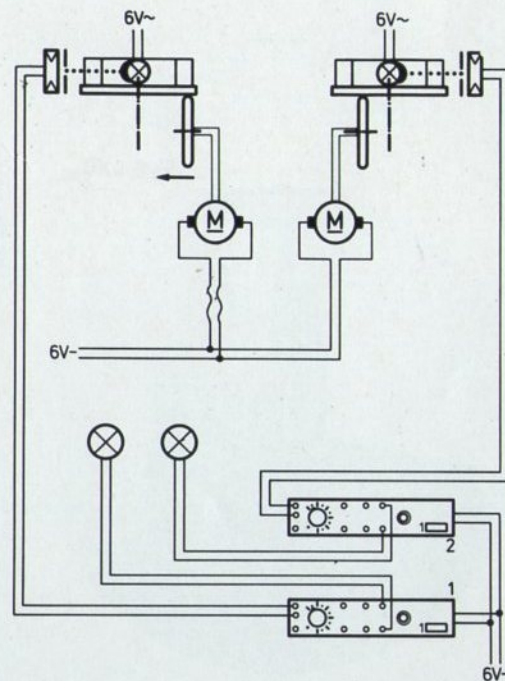
**Gleichlauf-Anzeige:** Auf der Oberseite jeder Scheibe wird mit Hilfe von kurzen Steinen und Winkelsteinen ein Ring mit zwei Schlitzen aufgebaut, durch den bei jeder Umdrehung zweimal Licht auf den Fotowiderstand fällt. In diesem Augenblick leuchtet die entsprechende Lampe kurz auf.

**Synchronisation:** Zur Herstellung des Gleichlaufes der beiden Scheiben verändert man die Drehgeschwindigkeiten so lange, bis beide Lampen gleich häufig aufleuchten. Dann haben beide Scheiben gleiche Drehzahl, sie laufen „synchron“.

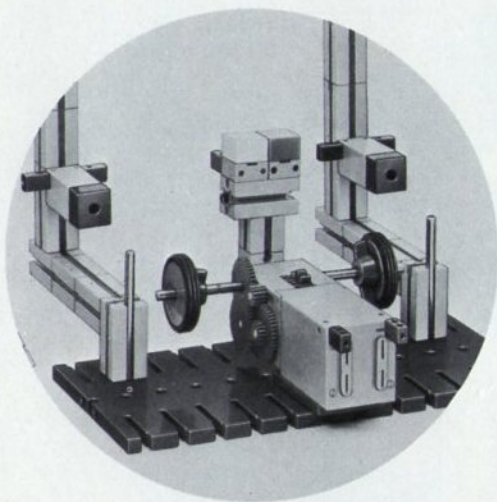
**Phasen-Synchronisation:** Leuchten beide Lampen auch noch gleichzeitig auf, so drehen sich die beiden Schlitze „phasensynchron“. Durch kurzzeitiges Verkleinern oder Vergrößern der einstellbaren Drehzahl läßt sich dieser Zustand erreichen und aufrechterhalten. Voraussetzung: Umbau des Modelles, damit pro Umdrehung nur jeweils einmal Licht auf die Fotowiderstände fallen kann.

**Phasen-Synchronisation heißt:** Die Drehzahl beider Scheiben und der Drehwinkel der Schlitze stimmen bezogen auf eine feste Markierung überein.

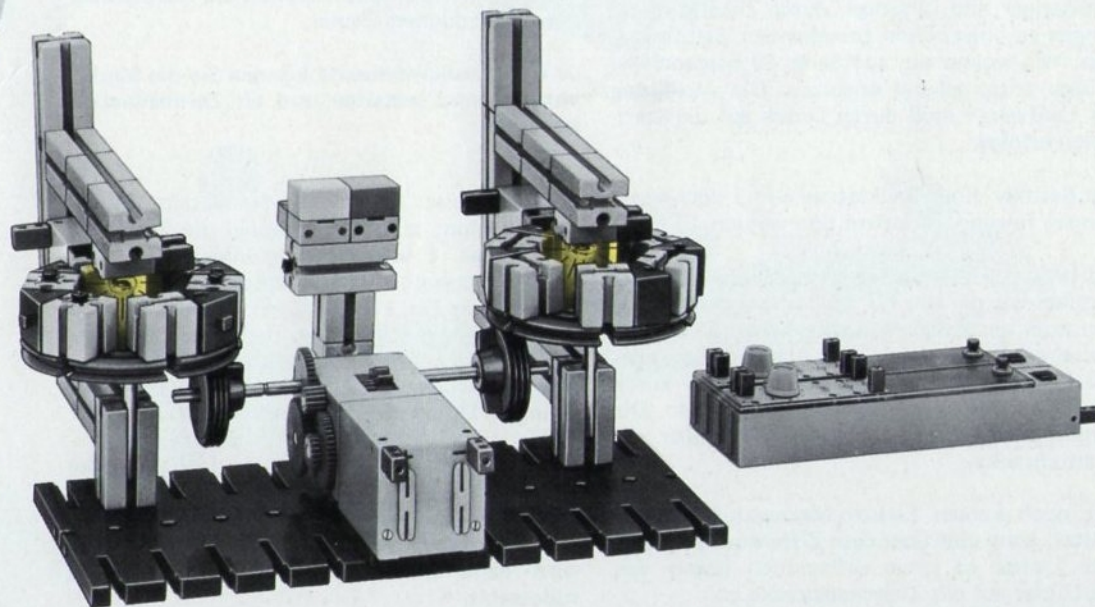
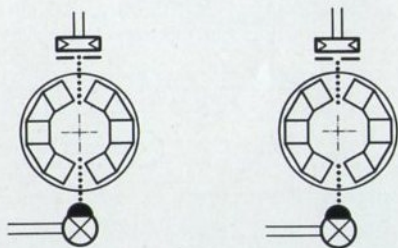
Sie können die Lichtschranken wie im Modell oder in der Skizze gezeigt anordnen. Bauen Sie die Anlage so um, daß die Lichtschranken pro Umdrehung nur ganz kurzzeitig unterbrochen werden. Die Besitzer von zwei Motoren können eine Scheibe auch doppelt oder dreimal so schnell als die andere laufen lassen. Eine entsprechende Veränderung der Schlitzanzahl der zweiten Scheibe ist erforderlich.







von oben gesehen





## 3.55 MESSUNG VON „ZWISCHENZEITEN“

Bei Sportveranstaltungen, bei denen die Läufer nacheinander starten, will man manchmal die „Zwischenzeiten“ für einen bestimmten Streckenabschnitt wissen. Die einfachste, aber auch teuerste Lösung des Problems ist das Aufstellen einer zweiten Meßanlage, die von der ersten völlig unabhängig ist. Preisgünstiger, aber technisch schwieriger sind Lösungen durch Zusatzeinrichtungen zu einer schon bestehenden Zeitmeßanlage. Wir wollen die auf Seite 46 besprochene Anlage entsprechend ergänzen. Die Auslösung der Laufwerke muß durch Druck auf die Starttasten erfolgen.

Die Besitzer eines Baukastens e-m 1 oder e-m 2 können folgende Konstruktion wählen:

Mit Hilfe des Elektromagneten dieser Baukästen koppeln wir die Uhr für die Zwischenzeit an die Hauptuhr an. Je nach Aufgabenstellung kann die Zwischenzeituhr gleich beim Start oder an jeder beliebigen anderen Stelle der Strecke durch Druck auf die Taste eingekoppelt werden. Die Auskopplung erfolgt auf alle Fälle über die Lichtschranke.

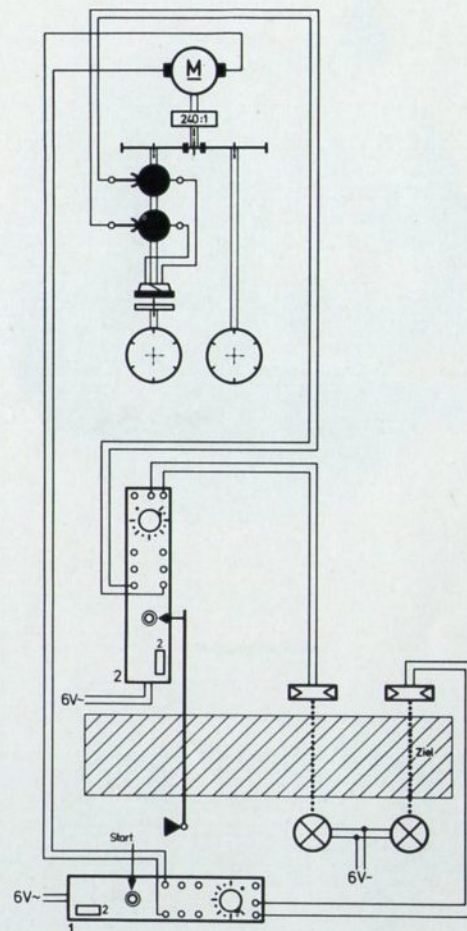
Wer noch keinen Elektro-Mechanik-Baukasten besitzt, kann eine über dem Zifferblatt angeordnete Lampe so lange aufleuchten lassen wie der Läufer auf der Zwischenstrecke ist.

Nebenstehendes Modell ist mit einem Grundkasten 400 gebaut. Zusätzlich benötigt man die großen Bauplatten aus der Zusatzpackung 014. Die beiden Zifferblätter können Sie leicht selbst herstellen. Beim Zusammenbau ist darauf zu achten, daß die Welle mit der magnetischen Rückschlußplatte ganz leicht läuft und die Rückschlußplatte bei ausgeschaltetem Strom die Polschuhe des Magneten nicht berührt. Um das „Kleben“ der Rückschlußplatte an den Polschuhen nach Abschalten des Stromes zu vermeiden, bekleben Sie am besten die Rückschlußplatte mit dünnem Papier.

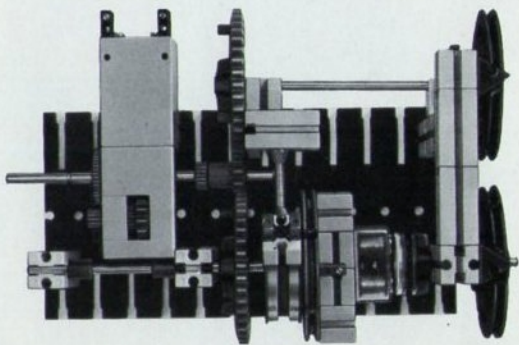
Je nach Baukastenbesitz können Sie das Modell entsprechend gestalten und als Zeitmeßanlage benutzen.

Wirkungsweise: Der Motor der Gesamt-Zeitanzeige beginnt zu laufen, sobald die Starttaste des Stabes 1 von Hand gedrückt wird. Die Magnetkupplung zieht an, sobald die Starttaste des Schaltstabes 2 durch Gewichtsbelastung der drehbar gelagerten ersten Bauplatte niedergedrückt wird. Durch Verschieben des Gegengewichtes läßt es sich ermöglichen, daß schon bei geringem Druck die Auslösung erfolgt.

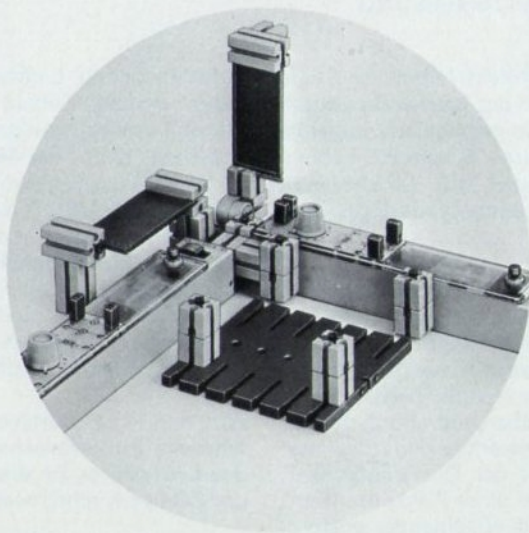
Sobald das Fahrzeug die erste Lichtschranke erreicht, wird der Kupplungsmagnet stromlos und die Scheibe für die Zwischenzeit angehalten. Mit Unterbrechung der zweiten Lichtschranke wird dann die Scheibe für die Gesamtzeit stillgesetzt.



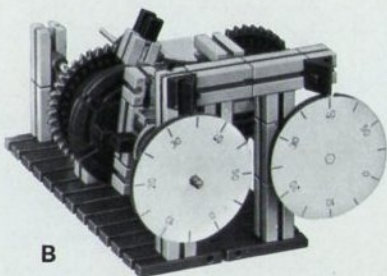




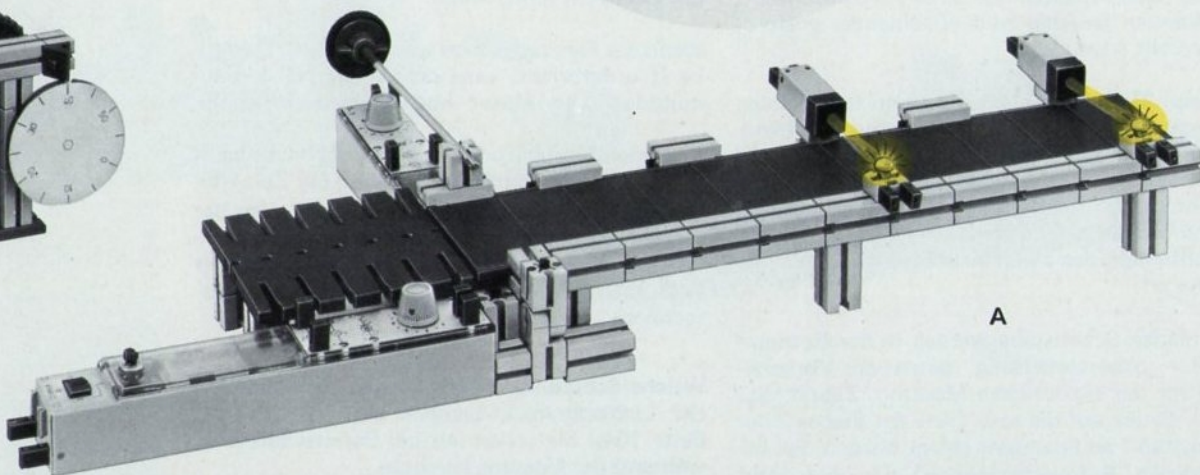
Teil B von oben



Teil A Rückseite



B



A



## 3.56 GESCHWINDIGKEITSMESSUNG

Bei dem Modell: „lichtelektronisch betätigte Stoppuhr“ muß der Start des Laufwerkes durch Druck auf eine Taste, also mechanisch ausgelöst werden. Mit einem zweiten Schaltstab können wir die Anlage so umbauen, daß das Laufwerk durch Lichtschranken gestartet und gestoppt wird.

Sie können das auf Seite 46 beschriebene Modell benutzen oder – wie in nebenstehendem Modell – als Laufwerk einen mini-mot. verwenden. Mit Hilfe zweier Segmentscheiben (fischertechnik 06) und eines fischertechnik-Tasters (e-m 1 oder e-m 3) wird jede halbe Umdrehung der Getriebe-Welle mit dem Zählwerk gezählt. Die zwei Lichtschranken sind nur der Übersichtlichkeit halber nebeneinander auf einer Platte montiert. Sie können beliebig weit voneinander entfernt aufgestellt werden.

Prinzip: Die zwei Schaltstäbe sind hintereinander geschaltet. Das Fahrzeug, dessen Geschwindigkeit gemessen werden soll, muß zuerst die Lichtschranke I und dann die Lichtschranke II durchfahren. Beim Durchfahren der ersten Schranke wird das Laufwerk eingeschaltet, beim Durchfahren der zweiten Schranke wieder abgeschaltet.

Die beiden Schaltstäbe werden in der Betriebsart 2 = „Alarmschaltung“ betrieben. Vorbereitung vor der eigentlichen Messung: Zuerst muß durch Druck auf die rote Taste des Stabes 2 der Schaltstab 1 an Spannung gelegt werden. Bei beleuchteten Fotowiderständen, d.h. bei nicht

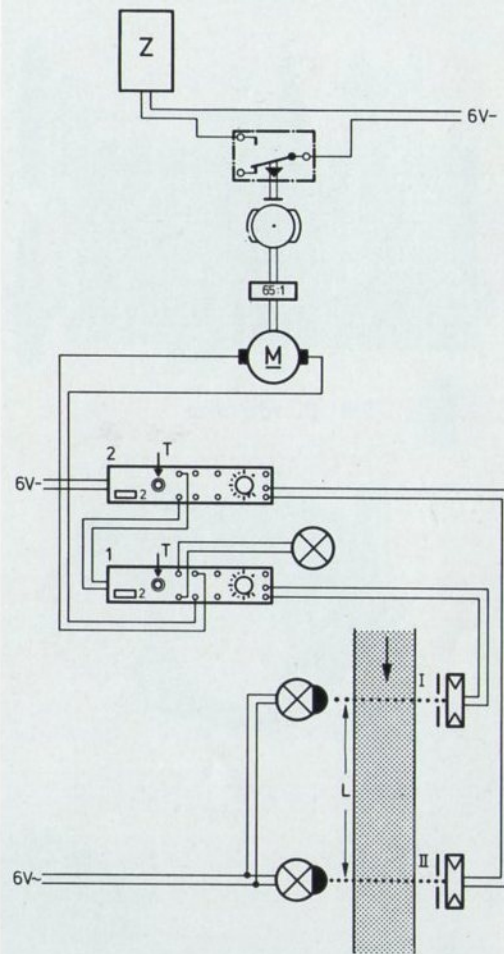
unterbrochenen Lichtschranken, muß sich der Motor drehen. Sobald Sie aber die Taste des Stabes 1 drücken und damit die Startbereitschaft bewirken, bleibt der Motor stehen. (Diesen Effekt nutzt man aus, wenn das Laufwerk vor einer Messung auf „Null“ gestellt werden soll.) Hinweis: Fällt nach dem Loslassen einer roten Taste der dazugehörige Schaltstab wieder in den alten Schaltzustand zurück, so ist die Empfindlichkeitseinstellung zu niedrig gewählt. Zur Anzeige der Startbereitschaft ist an den Schaltstab 1 eine grüne Signallampe geschaltet.

Wird nun – z.B. durch ein Fahrzeug – die Lichtschranke I unterbrochen, so beginnt der Motor des Laufwerkes zu drehen. Der Taster schaltet das Zählwerk schrittweise.

Wenn das Fahrzeug etwas später die Lichtschranke II unterbricht, wird der Schaltstab 1 spannungslos. Der Motor kommt zum Stillstand.

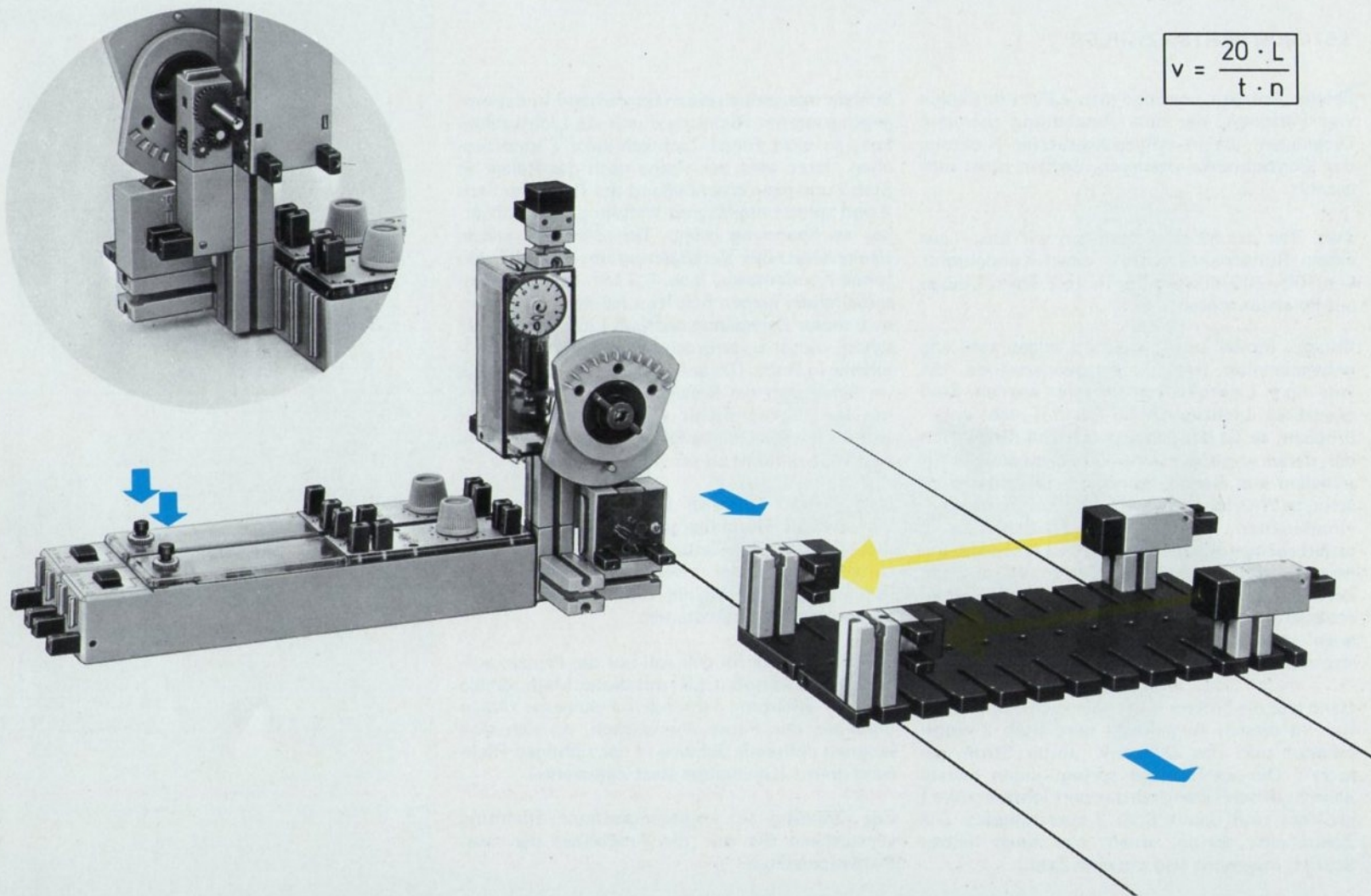
Hat man vorher oder nachher das Laufwerk „geeicht“, z.B. durch Bestimmung der Zeit  $t$  für 20 Zählwerks-Schaltungen, so kann man aus der Anzahl der Schaltungen  $n$  während des Durchfahrens der Meßstrecke und dem Abstand  $L$  der zwei Lichtschranken die Geschwindigkeit  $v$  berechnen.

Welche Schaltungs-Möglichkeiten zur Schonung der Lichtschranken-Lampen gibt es? (Lösung Seite 104.) Sie sollen nur bei Bereitschaft bzw. während der Messung leuchten.





$$v = \frac{20 \cdot L}{t \cdot n}$$





## 3.57 VORWÄRTS - ZÄHLER

Solche Anlagen benötigt man z.B. zum Zählen von Personen, die eine Ausstellung betreten. Diejenigen, die in entgegengesetzter Richtung die Lichtschranke passieren, werden nicht mitgezählt.

Zum Bau des Modells besorgen wir uns – aus einem Rundfunkgeschäft – einen Kondensator von 100 - 200 Mikروفarad, 15 Volt. Beim Einbau auf Polarität achten!

Prinzip: Modell und Schaltbild zeigen zwei nebeneinander liegende Fotowiderstände, die von einer Lichtquelle angestrahlt werden. Sind die beiden Lichtschranken I und II nicht unterbrochen, so ist der Schaltstab 2 und damit auch der daran angeschlossene Zähler stromlos. Wir schieben nun einen Gegenstand, z.B. einen Baustein, in Pfeilrichtung durch die Lichtschranken-Kombination. Zuerst wird Lichtschranke II unterbrochen. Für das Zählwerk ist dies ohne Bedeutung, da ja Stab 2 ohne Spannung ist. Dann wird Lichtschranke I unterbrochen. Stab 1 schaltet Stab 2 an Spannung. Da aber Lichtschranke II auch unterbrochen ist, bleibt das Zählwerk stromlos.

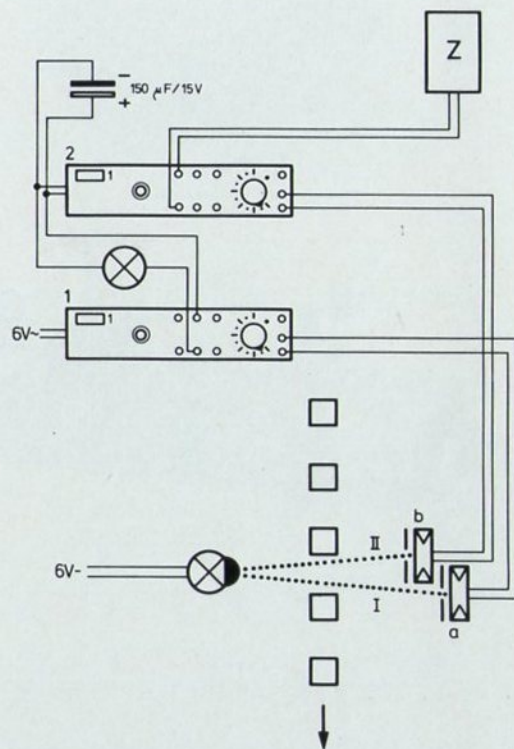
Dann gibt die hintere Kante die Lichtschranke II frei. In diesem Augenblick wird Stab 2 umgeschaltet und das Zählwerk „unter Strom gesetzt“. Die Zählscheibe springt einen halben Schritt. Anschließend wird auch Lichtschranke I geöffnet und damit Stab 2 spannungslos. Die Zählscheibe springt erneut um einen halben Schritt, insgesamt also um eine Zahl.

Schiebt man jedoch einen Gegenstand in der entgegengesetzten Richtung durch die Lichtschranken, so wird zuerst Lichtschranke I unterbrochen. Jetzt wird der Reihe nach das Relais im Stab 1 und dann anschließend das Relais im Stab 2 und zuletzt die Magnet-Wicklung des Zählwerkes an Spannung gelegt. Das Zählwerk würde also erst mit einer Verzögerung von etwa 0,1 sek. (ohne Kondensator) bzw. 0,2 sek. (mit Kondensator) einen halben Schritt schalten. Wird innerhalb dieser Zeitspanne aber die Lichtschranke II schon wieder unterbrochen, so bleibt die Zählscheibe in Ruhe. (Da beim Umschalten des Relais im Schaltstab die Relaiskontakte kurzgeschlossen werden, empfiehlt sich zur Schonung der Kontakte eine Glühlampe als Schutzwiderstand in den Stromkreis zu schalten.)

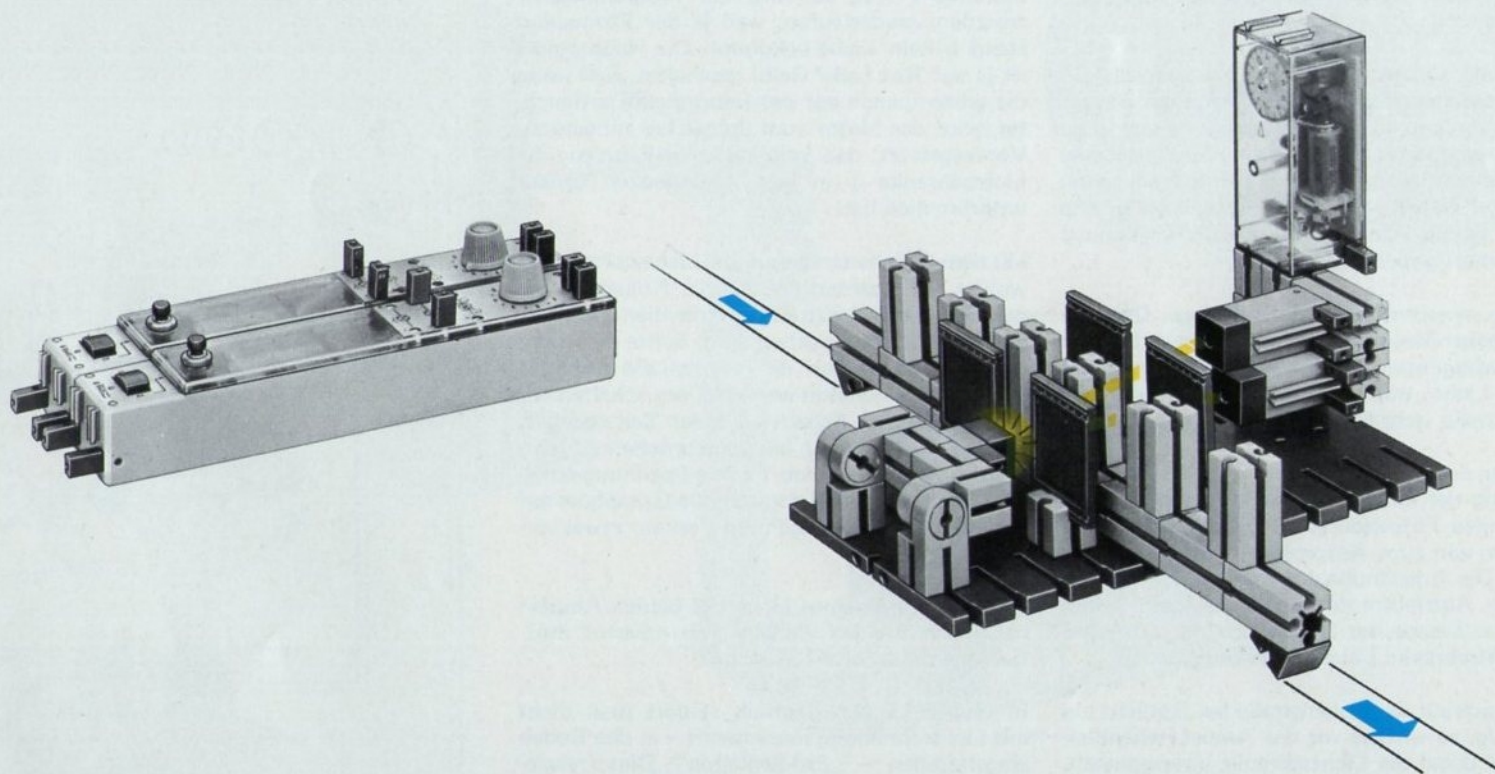
Den „Versatz“ der zwei Lichtaufnehmer müssen Sie mit der Durchlaufgeschwindigkeit abstimmen. Da es auf den Zeitunterschied zwischen der Unterbrechung der zwei Lichtschranken ankommt, gilt: Je kleiner die Geschwindigkeit, umso geringer die Abstände.

Das abgebildete Modell soll nur das Prinzip aufzeigen. Sie könnten z.B. mit dieser Methode die in einer Richtung fahrenden Fahrzeuge zählen oder aus der Ferne überwachen, ob sich eine langsam drehende Scheibe in der richtigen Richtung dreht! (Glühlampe statt Zählwerk!)

Zur Zählung in entgegengesetzter Richtung vertauschen Sie nur die Anschlüsse der zwei Fotowiderstände.







## 3.58 BEDARFS-VERKEHRSAMPEL

Zum Bau dieses Modells braucht man unbedingt den Elektro-Mechanik-Baukasten e-m 1. Wer diesen interessanten Kasten noch nicht besitzt, sollte trotzdem das Schaltbild und die Abbildung gut studieren.

Wir bauen die Anlage mit zwei Verkehrsampeln und Programmgeber zunächst nach der Bauanleitung von e-m 1. Der Antrieb erfolgt aber über das Getriebe von mot. 2. Die eine Straße sei eine vielbefahrene Hauptstraße, die andere ein selten benutzter Nebenweg. Eine programmgesteuerte Ampel würde also die Hauptstraße manchmal völlig unnötig sperren.

Deshalb erweitern wir unsere Anlage. Der Programmgeber-Motor soll stillgesetzt sein, solange zwei Bedingungen erfüllt sind: Hauptstraße hat grünes Licht, und vor dem roten Licht der Nebenstraße steht kein wartendes Fahrzeug.

Wir lösen das Problem durch die Hintereinanderschaltung der zu den Lichtschranken I und II gehörenden Fotowiderstände. Den Schaltstab 1 schalten wir zum Ausprobieren direkt an den Trafo. Die Empfindlichkeit stellen wir so ein, daß der Antriebsmotor nur dann steht, wenn die grüne Lampe der Hauptampel leuchtet und die Lichtschranke I nicht unterbrochen ist.

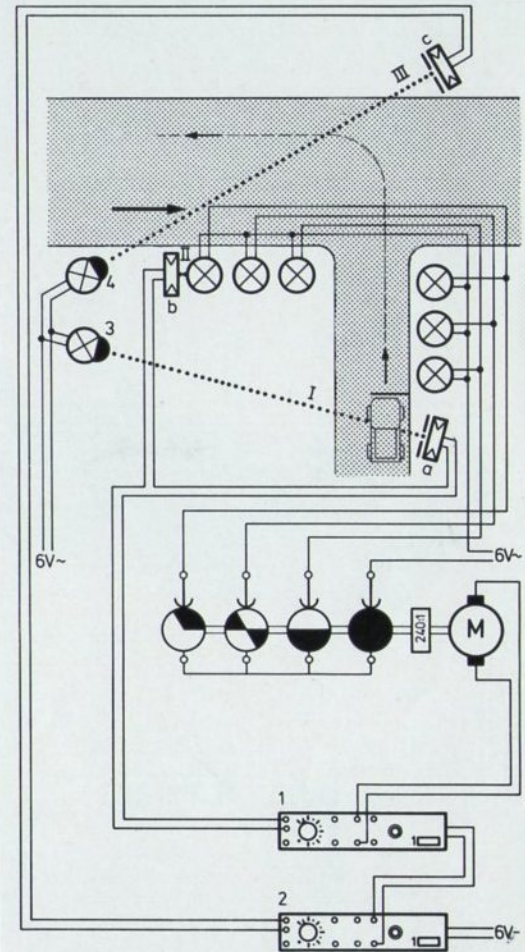
Nähert sich auf der Nebenstraße bei Rotlicht ein Fahrzeug, so wird es vor der Ampel stehenbleiben und dabei die Lichtschranke unterbrechen. Der Motor beginnt zu laufen. Nach einiger Zeit wird er die Ampeln umschalten.

Gibt der jetzt anfahrende Wagen die Lichtschranke I frei, so wird der Programmgeber trotzdem weiterlaufen, weil ja der Fotowiderstand b kein Licht bekommt. Die Hauptampel ist ja auf Rot (oder Gelb) geschaltet. Erst wenn die grüne Lampe auf der Hauptstraße aufleuchtet, wird der Motor vom Schaltstab stillgesetzt. Vorausgesetzt, daß kein weiteres Fahrzeug die Lichtschranke I in der Zwischenzeit erneut unterbrochen hat!

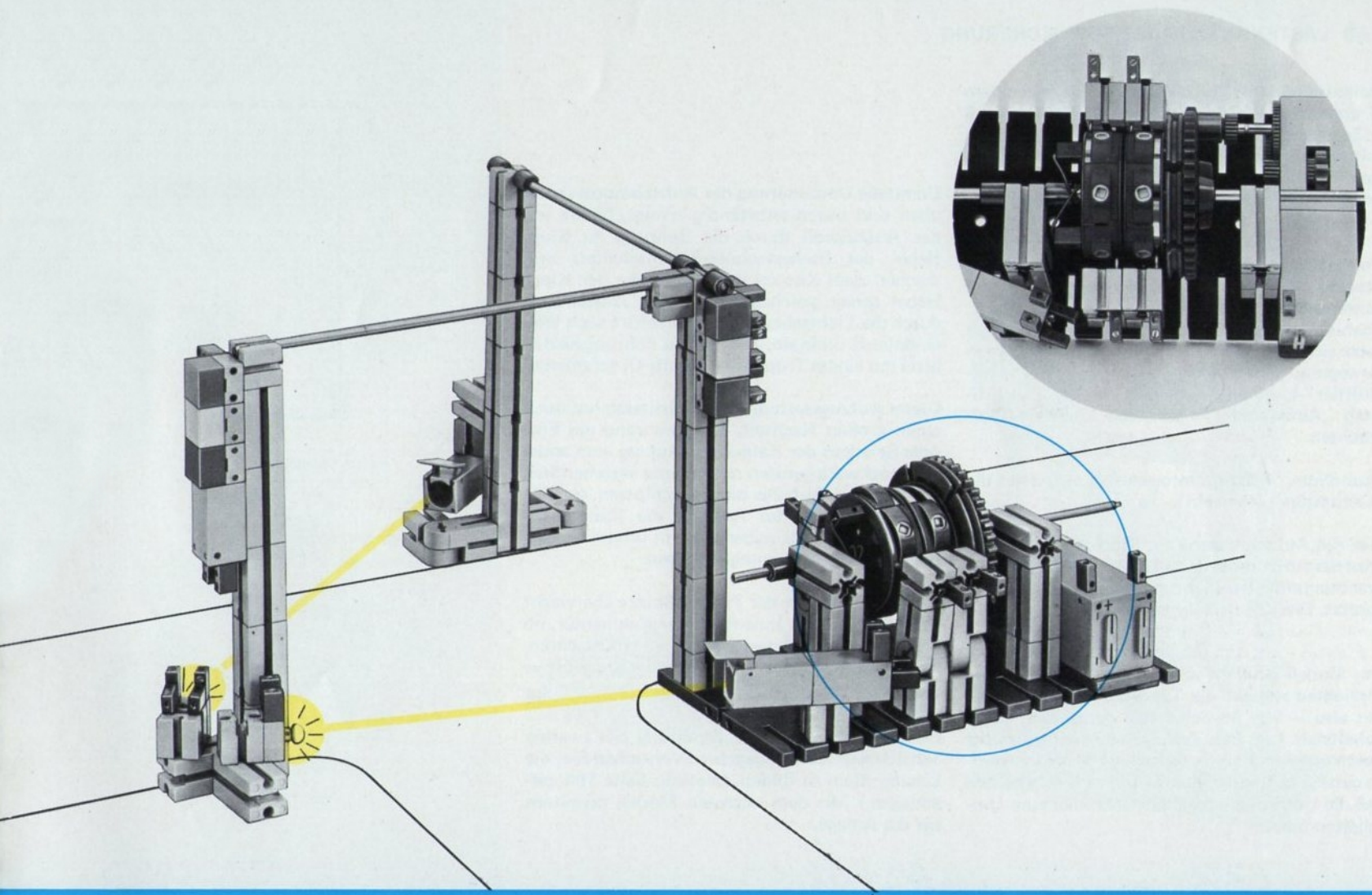
Mit dem 2. Schaltstab und der Lichtschranke III wollen wir überwachen, ob die Kreuzung von dem aus der Seitenstraße kommenden Fahrzeug auch wirklich freigegeben wird. Sollte dies nicht der Fall sein, so darf die Hauptstraße nicht auf Grün weitergeschaltet werden. Dazu schalten wir einfach vor den Schaltstab 1 den Schaltstab 2. Mit seiner Hilfe kann bei unterbrochener Lichtschranke III Schaltstab 1 keine Spannung erhalten. Außerdem wird dadurch die Grünphase auf der Hauptstraße bei dichtem Verkehr etwas verlängert.

Das Steuerprogramm einer der beiden Ampeln hat einen kleinen Fehler. Wer erkennt ihn? (Lösung siehe Seite 104.)

In der wirklichen Technik steuert man nicht mit Lichtschranken, sondern mit – in den Boden eingelassenen – „Erd-Schleifen“. Diese reagieren, wenn sich darüber Metall, z.B. eine Autokarosserie, befindet.







## 3.59 LASTENAUFZUG MIT TÜR-SICHERUNG

Nebenstehendes Modell ist gebaut mit einem Grundkasten 200 + Ausbaukasten Statik 200 S + Zusatzpackung 014. Das Prinzip könnte auch mit einem Grundkasten 400 (ohne Statik-Zusatz) dargestellt werden. Zur Steuerung wird ein Polwendschalter und ein Taster aus e-m 1 oder e-m 3 benötigt.

**Funktion:** Drückt man in einem der beiden Stockwerke kurzzeitig die „Aufzugs-Ruf“-Taste (unteres Stockwerk: Starttaste am Schaltstab 1, oberes Stockwerk: fischertechnik-Taster), so setzt sich der führerlose Aufzug automatisch in Bewegung. Gleichzeitig werden die zwei „Ruf-Quittier“-Lampen – die man mit der Beschriftung „Aufzug fährt“ versehen könnte – aufleuchten.

**Ausnahme:** Aufzugsmotor läuft nicht, wenn die Aufzugstüre offensteht!

Hat die Aufzugskabine ein Stockwerk erreicht, wird der Aufzugsmotor selbständig durch Unterbrechung einer der Lichtschranken I oder II stillgesetzt. Die Kontrolllampen erlöschen.

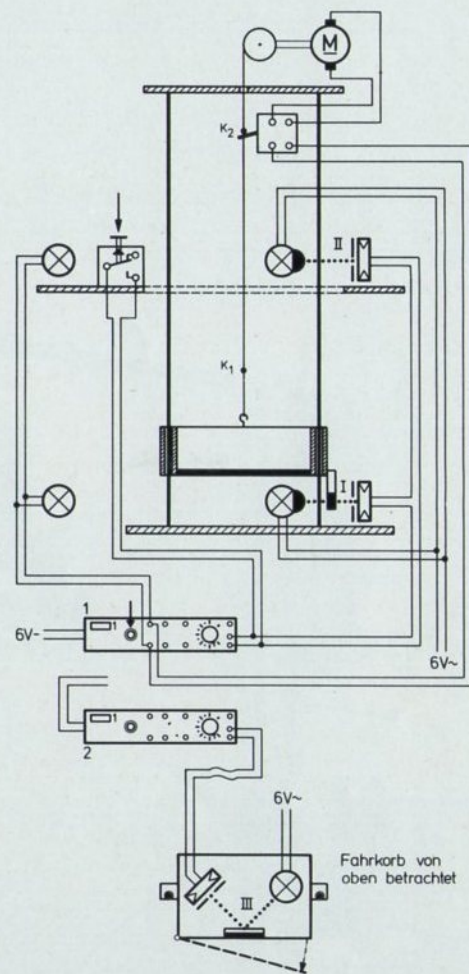
Das Modell ist nicht schwer zu bauen. Zunächst verzichten wir auf die Tür-Sicherung. Wir schalten also – wie im Schaltbild dargestellt – nur Schaltstab 1 an den Trafo. Der Schaltstab wird durch zwei in Reihe geschaltete Fotowiderstände gesteuert. Empfindlichkeit bitte so einstellen, daß die Unterbrechung einer Schranke zum Umschalten führt.

Damit die Umsteuerung des Antriebmotors nach oben und unten selbständig erfolgt, führen wir das Aufzugsseil durch die Bohrung im Kipp-Hebel des fischertechnik-Polumschalters und machen zwei Knoten in das Seil, die den Kipp-Hebel genau gleichzeitig mit dem Ausschalten durch die Lichtschranken (oder sofort nach Wiederanlauf) umlegen. Die beiden Führungssäulen bitte mit einem Tropfen Haushalts-Öl schmieren.

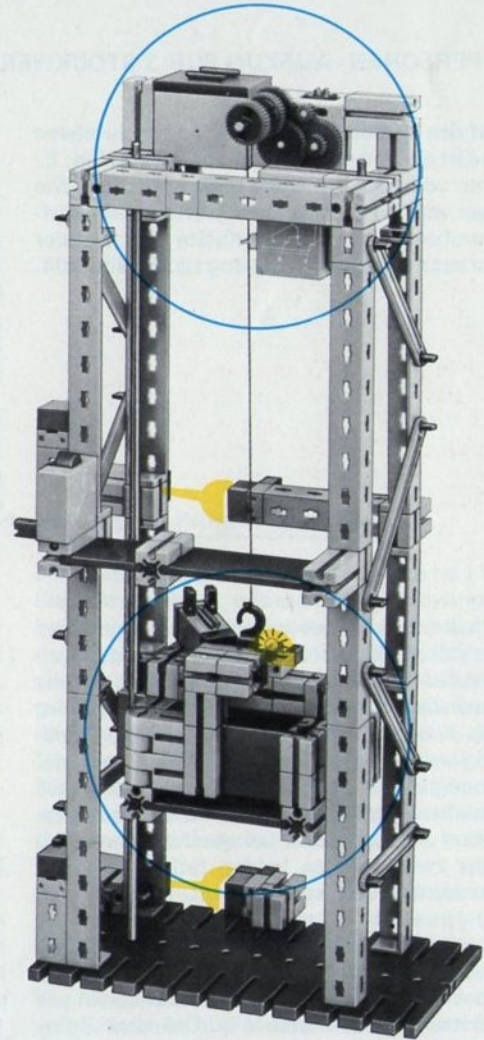
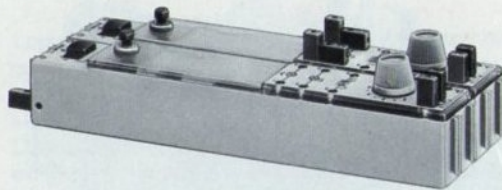
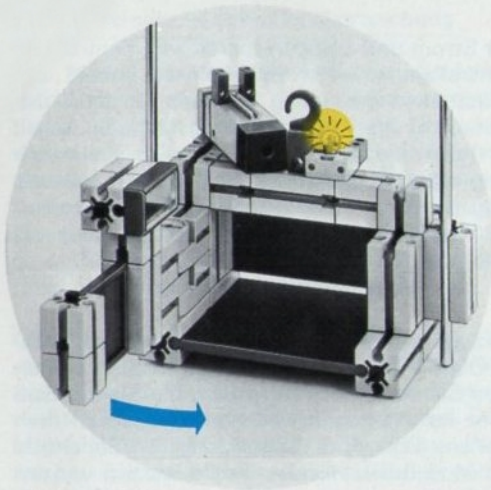
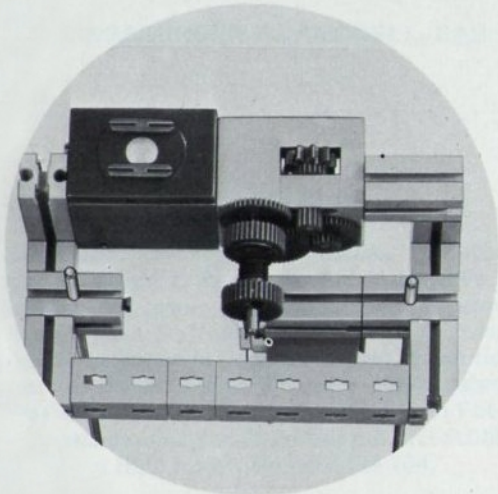
Dieses Aufzugssystem mit 1 Schaltstab hat noch einen großen Nachteil: Wird während des Ent- oder Beladens der Kabine der Aufzug vom anderen Stockwerk gerufen oder wurde versehentlich die Türe des Aufzugs nicht geschlossen, so wird beim Anfahren des Aufzugs die Kabine beschädigt! Deshalb müssen wir in unsere Anlage noch eine Tür-Sicherung einbauen:

Im Modell und in der Prinzip-Skizze überwacht ein Spiegel auf der Innenseite der Kabinentür, ob die Türe wirklich geschlossen ist (Lichtschranke III). Die Zusatz-Abbildung zeigt die geöffnete Türe.

Im Schaltbild ist die Verdrahtung des zweiten Schaltstabes nicht angegeben. Versuchen Sie, die Lösung allein zu finden. (Notfalls Seite 104 aufschlagen.) Mit dem nächsten Modell erweitern wir die Anlage.







## 3.60 PERSONEN - AUFZUG FÜR 3 STOCKWERKE

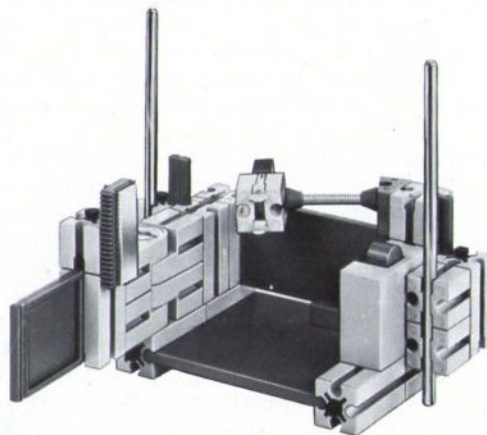
Der auf den vorhergehenden Seiten beschriebene Aufzug ist als reiner Lastenaufzug entworfen. Er kann nur von außen in Gang gesetzt werden. Wie könnten wir den Aufzug zum „Selbstfahrer-Aufzug“ umbauen? Der Start müßte also von der Kabine aus möglich sein. Lösung siehe Seite 104.

widerstände zum Steuern des Schaltstabes können in Reihe oder parallel zueinander geschaltet werden. Bitte beide Möglichkeiten ausprobieren. In jedem Fall ist genaues Einstellen der Ansprechempfindlichkeit des Schaltstabes notwendig, weil ja jeweils nur eine Lichtschranke unterbrochen wird. Die Unterbrechung der Lichtschranken erfolgt auch hier durch eine auf der Rückseite des Kabinenbodens herausragende fischertechnik-Achse.

Zusätzlich benötigen wir einen Taster, der im Zwischengeschoß als „Aufzugs-Ruf“ dient. Wir bauen ihn ähnlich wie im Fahrstuhl aus Einzelteilen zusammen.

Damit wir unser Modell nochmals erweitern können, ersetzen wir die Lichtschranke in der Aufzugskabine durch einen „Tür-Kontakt“, der die Stromversorgung des Schaltstabes unterbricht, falls die Türe geöffnet ist. Nebenstehende Abbildung eines Fahrstuhles zeigt Ihnen eine der vielen möglichen Lösungen. Die an der Türe starr angebrachte Metallplatte (= Rückschlußplatte aus e-m 1 oder 2) stellt bei geschlossener Türe Kontakt zwischen den beiden federnd gelagerten Kontaktstücken her.

Nun fügen wir zwischen den beiden Stockwerken ein Zwischengeschoß ein. Der Aufzug soll hier jedesmal automatisch anhalten. Dazu bauen wir eine dritte Lichtschranke ein. Die drei Foto-



Wer Strom und Lampen sparen will, benutzt die Kontrolllampen, die aufleuchten, sobald der Fahrstuhl in Bewegung ist, auch für die Lichtschranken! Aber bitte nur Kugellampen, wegen der Gefahr der Überlastung der Stäbe. Falls noch nötig oder zur Kontrolle für diejenigen, die die Aufgabe nur mit einem Schaltbild lösen wollen: das komplette Schaltbild finden Sie auf Seite 104.

Aufzugs-Anlagen sind ein leicht zu überblickendes Übungsfeld für die Steuerungstechnik. Überlegen Sie sich selbst Aufgaben, die Sie mit dem Ihnen zur Verfügung stehenden Material lösen können. Über Ihre Einsendung mit Schaltbild und Modellskizzen oder -Fotos würden wir uns sehr freuen.



### 3.61 ANREGUNGEN ZUM MODELL - BAU

#### Lichtelektronische Tor-Sicherung

Das Modell der lichtelektronischen Tor-Sicherung auf Seite 52, Band 1 der Anleitung zu I-e 1, arbeitet mit zwei „Lichtschlüsseln“. Darunter versteht man die zwei Lampen, die zwei genau definierte Stellen beleuchten müssen, damit sich das Tor öffnet. Bauen Sie unter Zuhilfenahme des zweiten Schaltstabes und eines dritten Fotowiderstandes eine Tor-Sicherung mit drei Schlüsseln. Eine Hilfe finden Sie auf Seite 104.

#### Lichtelektronische Schleifenüberwachung

Das Modell der lichtelektronischen Schleifenüberwachung an einer Filmklebevorrichtung (Seite 28, Band 1 der Anleitung zu I-e 1) können wir durch einen zweiten Schaltstab noch vervollkommen. So können wir z.B. am unteren Ende der Führungsbahn für die bewegliche Rolle eine Lichtschranke einbauen, die über eine Lampe das Bedienungspersonal warnt, wenn die Vorratsschleife nichts mehr aufnehmen kann.

Oder man baut eine zweite Lichtschranke ein, mit deren Hilfe signalisiert wird, daß in wenigen Sekunden die Schleife ganz aufgezehrt ist und deshalb der Motor gleich stillgesetzt wird. Diese zusätzliche Lichtschranke bringt eine Warnlampe – eventuell mit entsprechend gewählter Beschriftung – zum Aufleuchten.

#### Automatische Wiegeanlage

Das auf Seite 36 beschriebene Modell mit Transportband und Waage kann mit einem zweiten Schaltstab erweitert werden. Zählen Sie z.B. lichtelektronisch die Anzahl der pro Ladung abgewogenen Steine.

Sie können mit Hilfe des zweiten Schaltstabes überwachen, ob die abgewogene Ladung nach dem Herunterfallen von der Wiegeplatte tatsächlich abtransportiert worden ist. Ergänzen Sie die Anlage so, daß der Motor nicht anlaufen kann, solange die abgewogene Ladung nicht weggenommen worden ist. Außerdem soll durch eine Warnlampe auf diesen Zustand hingewiesen werden.

#### Impulzzähler mit Lichtschranken-Auslösung

Auf Seite 56 haben wir eine Blinkerschaltung mit veränderlicher Pulsfrequenz kennengelernt. Wenn Sie an das Buchsenpaar 1 - 2 oder 3 - 4 das fischertechnik-Zählwerk schalten, so wird die Anzahl der Impulse mitgezählt.

Legen wir den Schaltstab für die Impulserzeugung und Zählung statt an den Transformator an das Ausgangsbuchsenpaar 1 - 2 oder 3 - 4 eines zweiten Schaltstabes, so können wir die Dauer der Beleuchtung eines Fotowiderstandes oder der Unterbrechung einer Lichtschranke oder die Zeit zwischen Drücken der Starttaste und Unterbrechung einer Lichtschranke ohne Einsatz eines Motors bestimmen.

#### Messung von Pendel-Frequenzen

Auf Seite 24, Band 1 der Anleitung zu I-e 1 haben Sie kennengelernt, wie man Pendelschwingungen berührungslos zählen kann. Die dort beschriebene Methode hat den Nachteil, daß die Zeitspanne während der die Anzahl der „Halb-Schwingungen“ gezählt wird, nicht automatisch begrenzt ist. Mit Hilfe eines zweiten Schaltstabes, den wir für eine Zeit-Begrenzer-Schaltung ähnlich dem Modell auf Seite 28 dieses Buches einsetzen, können wir jedoch die Versuchsanordnung für Schwingungs-Versuche entsprechend ausbauen.

Die Getriebe-Übersetzung der Schaltuhr wählen wir so, daß die Schaltuhr mit einstellbaren Schaltzeiten zwischen 0 und etwa 25 Sekunden betrieben werden kann. Versuchen Sie selbst, ein Modell zu bauen. Vergleichen Sie erst dann mit Schaltbild und Modellfoto auf Seite 106.



## 3.62 KARTEN-SORTIERGERÄT

In der Tasche dieses Buches finden Sie vorgestanzte, gelochte Karten 21 x 35 mm. Sie unterscheiden sich durch die Stelle der Lochung. Wir wollen uns ein Sortiergerät bauen, das uns alle Karten mit einer bestimmten Lochung herausucht.

Eine wesentliche Baugruppe des Gerätes ist die Kartenführung 3 mit den Führungsschlitzen 4. Sie ist drehbar um die Achse 5 im Gestell gelagert (2 kurze Achsen). Sie wird von der Exzenter-scheibe 6 (aus fischertechnik 06) nach links oder rechts ausgelenkt. Die Steuerscheibe – aus der Tasche dieses Buches – wird entsprechend dem Schaltbild auf die Exzenter-scheibe aufgeklebt.

Die Ruhelage der Anlage (= Motor steht still, keine Karte im Schlitz der Kartenführung, Fotowiderstand a und b über den Hohlspiegel und durch den Schlitz der Steuerscheibe von der Linse-lampe beleuchtet) zeigt das Schaltbild. Wird der Motor eingeschaltet, so lenkt die Exzenter-scheibe 6 die Kartenführung je nach Drehrichtung nach links oder rechts kurzzeitig aus.

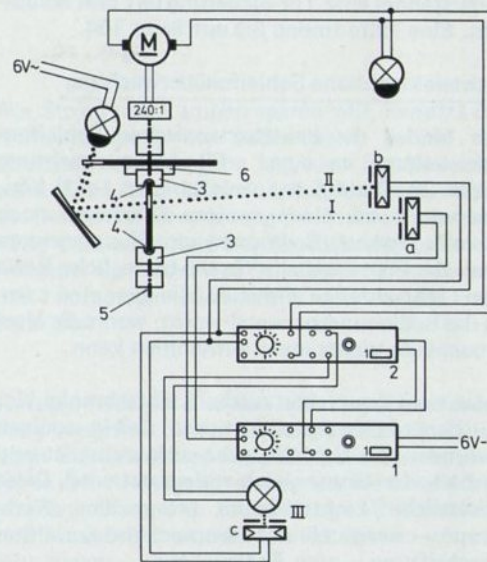
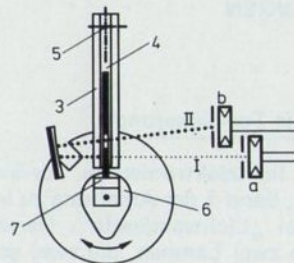
Läßt man eine Karte in den Schlitz der Kartenführung gleiten, so wird sie mit ihrem unteren Ende auf dem Anschlag 7 aufliegen. Sie unterbricht auf alle Fälle Lichtschranke I. Dadurch wird der Schaltstab 2 an Spannung gelegt. Je nachdem, ob in diesem Augenblick auch die Lichtschranke II unterbrochen oder nicht unterbrochen ist, beginnt der Motor nach links oder rechts zu drehen. Falls Fotowiderstand b durch

ein Loch in der Karte Licht bekommt, übernimmt Lichtschranke III die „Selbsthaltung“. Eine spätere Unterbrechung von II bleibt deshalb ohne Wirkung. Zuerst unterbricht die Steuerscheibe den Lichtstrahl zum Spiegel. Das etwas später erfolgende Herausfallen der Karte hat deshalb keinen Einfluß auf den Schaltstab 1. Dann gibt der Exzenter die Kartenführung frei.

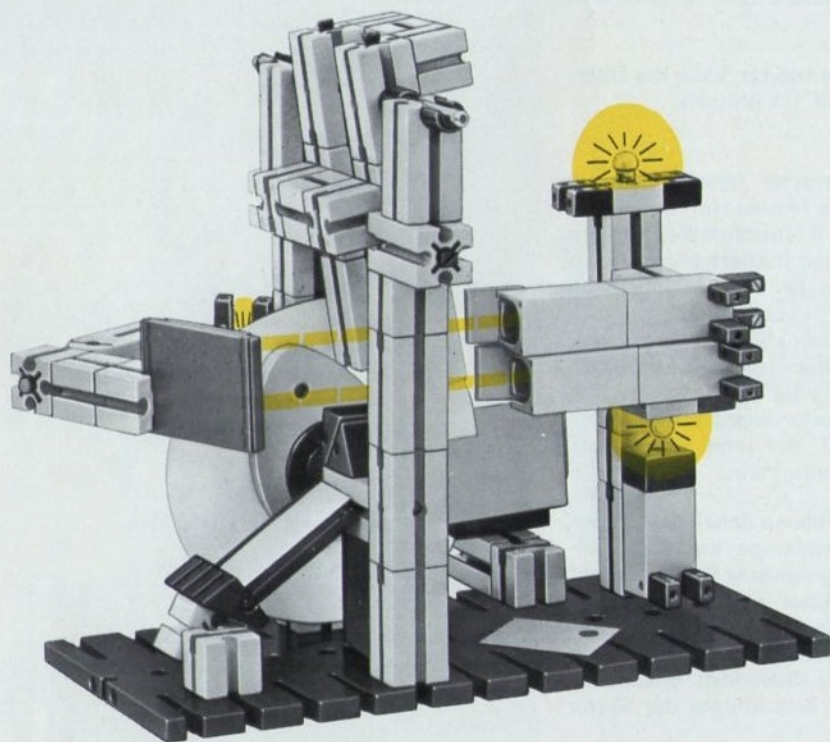
Nach knapp einer Umdrehung kann wieder Licht durch den Schlitz der Steuerscheibe über den Spiegel auf Fotowiderstand a fallen. Die Anlage wird stillgesetzt. Sie ist für den nächsten Karteneinwurf bereit. Die Lichtschranke I steuert also Start und Stop der Anlage.

Würde eine Karte in den Schlitz geworfen, die die Lochung an einer anderen Stelle aufweist, so hätte der Fotowiderstand b kein Licht erhalten und der Motor hätte sich nach dem Einschalten durch die Lichtschranke I in entgegengesetzter Richtung gedreht. Damit wäre die Karte nach der anderen Seite ausgeworfen worden. Mit der Lage der Lichtschranke II legt man also fest, welche Karten nach rechts ausgeworfen werden.

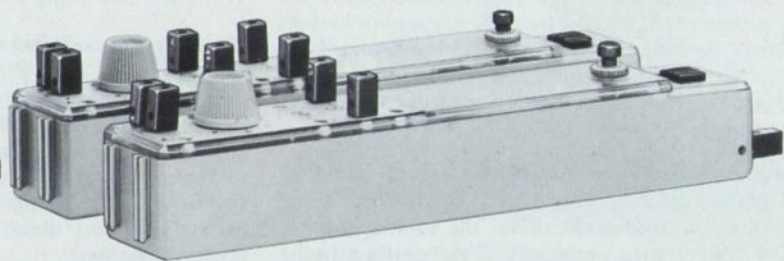
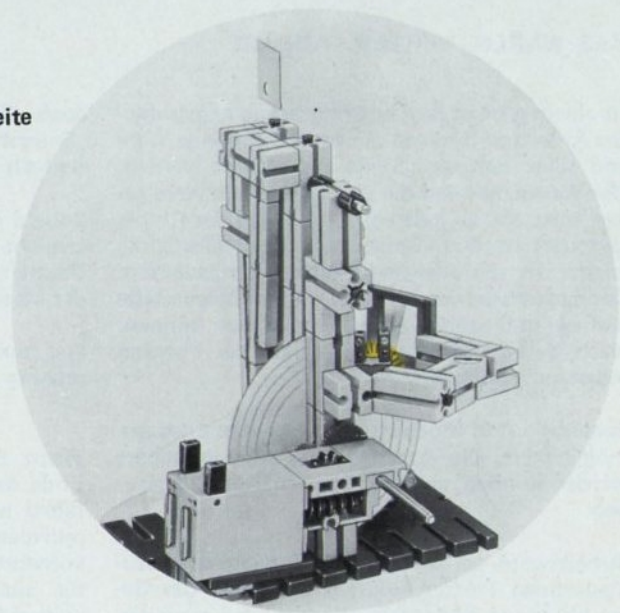
Zum Justieren der Lichtschranken I und II koppelt man den Motor ab. Die parallel zum Motor geschaltete Lampe arbeitet als Kurzschluß-Widerstand für den Motor, wenn Schaltstab 2 abgeschaltet wird. Der Motor kommt dadurch schneller zum Stillstand.







Rückseite





## 3.63 WAREN - VERTEIL - ANLAGE

In einem großen Saal mit ringförmig angeordneten Arbeitsplätzen soll die zu bearbeitende Ware von einer zentralen Stelle aus verteilt werden. Der Wagen, auf den die zu befördernde Ware gelegt wird, soll an jede beliebige Stelle des Ringes gesteuert werden können und dann selbständig wieder in die Ausgangsposition zurücklaufen. Der anzusteuern Ort soll an der Beladestelle einfach und schnell eingestellt werden können. Nach Betätigung einer Taste muß der Vorgang selbständig ablaufen.

Schaltbild und Modell zeigen uns eine Lösungsmöglichkeit. Die Arbeitsplätze, die angesteuert werden können, sind nur im Schaltbild angegeben.

Arbeitsweise der Anlage: Zur Vorwahl des anzusteuern Platzes verdreht man über das Getriebe den Unterbrecherstift 3 so, daß er zu diesem Arbeitsplatz zeigt. Drückt man auf die Start-Tasten der zwei Schaltstäbe, so setzt sich der Motor in Bewegung. (Die Polung ist richtig, wenn sich das Fahrzeug im Uhrzeigersinn bewegt.) Gleichzeitig muß die Lampe 4 der Lichtschranke I aufleuchten. Sobald sich der Wagen ein kleines Stück bewegt hat und die Wagenführung 6 die Lichtschranke II freigegeben hat, können Sie die Start-Taste loslassen. Der Vorgang läuft von jetzt an automatisch ab.

Hat die mit der Wagenführung sich mitdrehende Lichtschranke I den Unterbrecherstift 3 erreicht, so unterbricht dieser die Lichtschranke. Der Motor wird umgepolt. Gleichzeitig erlischt

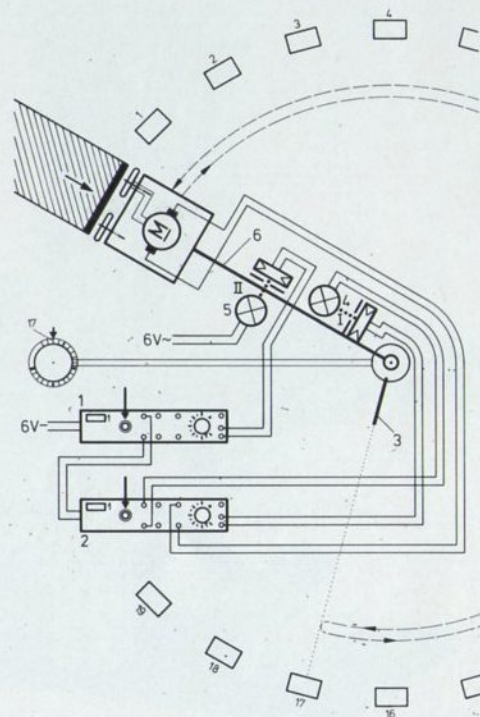
auch die Lampe 4, die den Schaltstab 2 in „Selbsthaltung“ betrieben hat. Der Motor läuft deshalb weiterhin rückwärts.

Sobald die Wagenführung die Ausgangsstellung erreicht hat, unterbricht sie die Lichtschranke II. Damit wird der Schaltstab 2 spannungslos und der Motor stillgesetzt.

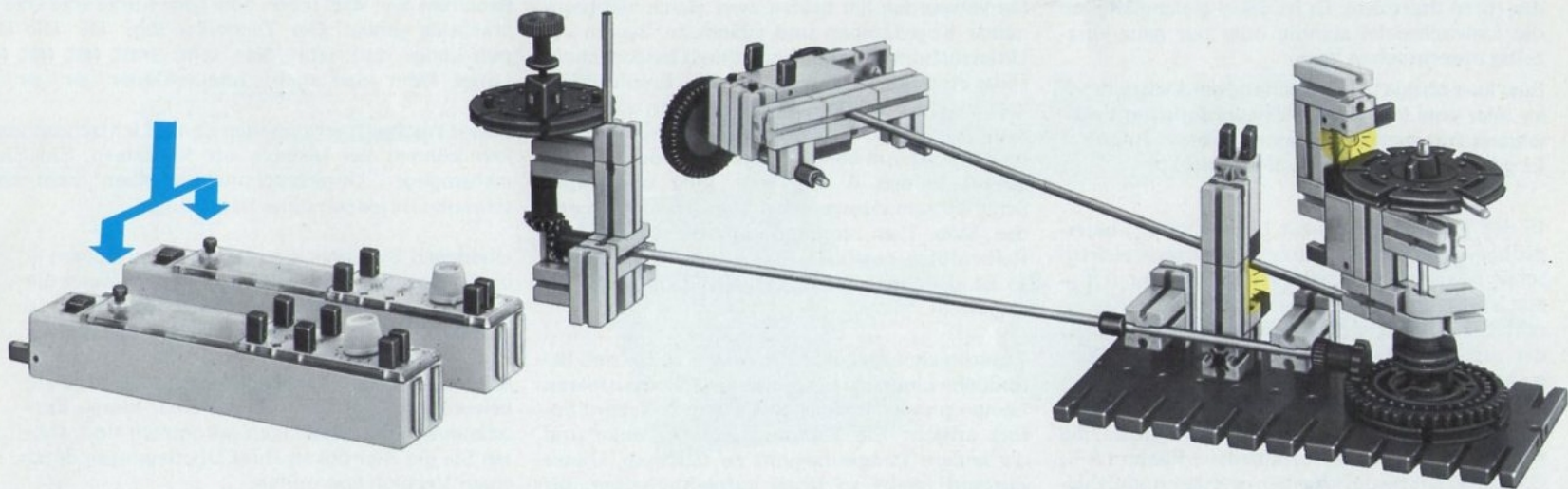
Wer genügend Zahnräder besitzt, kann die Übersetzung des Getriebes auf 1:1 bringen.

Wenn Sie die automatische Abschaltung am Ende des Verteil-Zyklus (= eine Hin- und Rückfahrt) nicht durch eine Lichtschranke, sondern rein mechanisch über einen fischertechnik-Taster vornehmen, können Sie den zweiten Schaltstab für weitere Aufgaben einsetzen. Zum Start müssen Sie dann den Taster durch einen zweiten Taster, der aus Einzelteilen (siehe Seite 13) gebaut sein kann, kurzzeitig überbrücken. Die parallel geschalteten Taster liegen in der Zuleitung zum Schaltstab 2, der jetzt direkt vom Trafo mit Spannung versorgt wird.

Mit Hilfe des frei gewordenen Schaltstabes können Sie z.B. eine Blinklampe kurzzeitig anschalten, sobald die angesteuerte Stelle erreicht ist. Ein zusätzlicher Motor mit Steuerscheibe (zur Unterbrechung der Selbsthaltung der Zusatzlampe) sorgt dafür, daß dieses Zeichen für die Ankunft nach wenigen Sekunden wieder erlischt. Während dieser Zeit könnte der Motor sogar stillstehen.







## 3.64 STEUERUNG DURCH LICHTIMPULSE

In allen bis hierher besprochenen Modell-Schaltungen schaltet der Schaltstab nur solange in den anderen Schaltzustand um, solange die als Steuerquelle angeschaltete Lichtschranke unterbrochen bzw. nicht unterbrochen ist. (Beispiel: Das Buchsenpaar 1 - 2 führte Spannung oder ist kurzgeschlossen und damit spannungslos, solange der dazugehörige Fotowiderstand beleuchtet bzw. nicht beleuchtet ist.)

Lediglich in der Betriebsart „Alarm“ trifft diese Art der Steuerung nicht zu. Hier kann nach einer einzigen Unterbrechung der Lichtschranke der frühere Schaltzustand nicht wieder hergestellt werden – außer durch mechanische Betätigung der roten Starttaste. Es ist dabei gleichgültig, ob die Lichtschranke ständig oder nur ganz kurzzeitig unterbrochen wird.

Eine kurzzeitige Unterbrechung der Lichtschranke oder eine kurzzeitige Beleuchtung des Fotowiderstandes nennt man einen „Steuer-Impuls“. Es gibt „Dunkel“ und „Hell-Impulse“.

In der Technik stehen zur Lösung vieler Steuerprobleme nur solche kurzen Impulse – elektrischer oder lichttechnischer oder anderer Art – zur Verfügung. Im Gegensatz zu unserer Alarmschaltung muß aber durch einen weiteren Impuls der ursprüngliche Ausgangszustand wieder hergestellt sein. Die Umsteuerung muß also beliebig oft wiederholt werden können. Man unterscheidet zwischen Schaltungen für Steuerimpulse, die nacheinander auf zwei verschiedene Fühler (z. B. 2 Fotowiderstände) gegeben werden und Schal-

tungen, bei denen die zwei Impulse nacheinander auf denselben Fühler treffen. Letztere Methode verwirklicht man durch sogenannte „Flip-Flop“-Schaltungen.

Mit zwei fischertechnik-Schaltstäben können wir die erste Steuerungsart leicht darstellen. Um das Prinzip zu begreifen, bauen wir zunächst nebenstehende ganz einfache Versuchsordnung auf.

Wir sehen am Schaltbild: Der Ausgang des Schaltstabes 1 wirkt auf den Eingang des Schaltstabes 2 und umgekehrt! Beide Stäbe sind also miteinander „verkoppelt“.

Sie verwenden am besten zwei gleich hell brennende Kugellampen und stellen zu Beginn der Untersuchung die Empfindlichkeit beider Schaltstäbe etwa auf Stellung „3“. Die Empfindlichkeit ist etwa richtig eingestellt, wenn nach dem Einschalten des Stabes 1 die dazugehörige Lampe 3 brennt und beim Dazuschalten des Stabes 2 dessen Lampe 4 nur ganz kurz aufglimmt. Schaltet man dagegen den Stab 2 und dann erst den Stab 1 an, so muß sich die umgekehrte Reihenfolge ergeben. Brennen beide Lampen, so ist die Empfindlichkeit der Stäbe zu niedrig eingestellt.

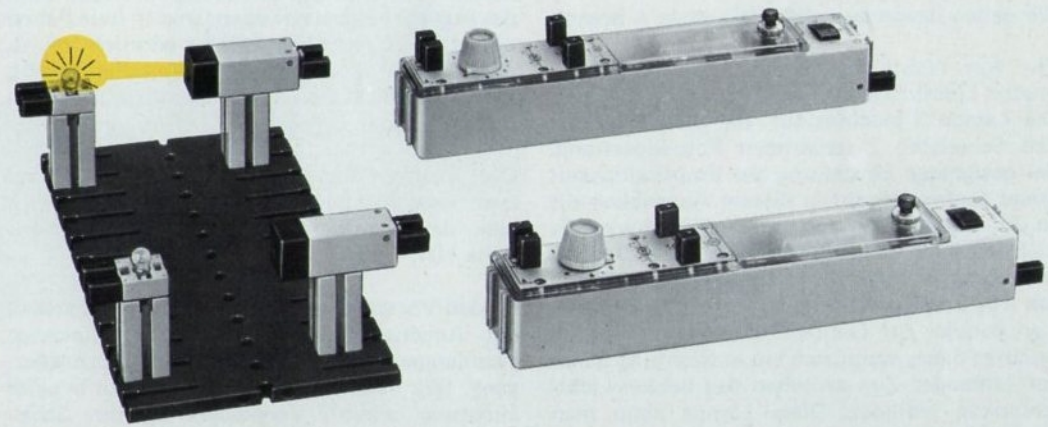
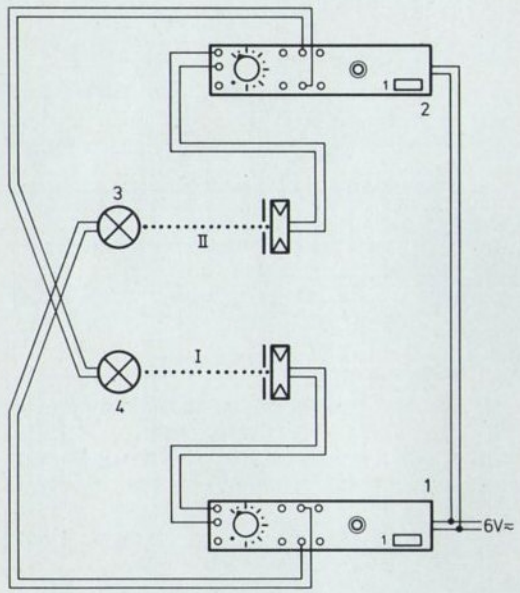
Unterbrechen wir nun die gerade in Betrieb befindliche Lichtschranke, also die Schranke, deren Lampe gerade leuchtet, mit einem Baustein! Sofort erlischt die Lampe dieser Schranke und die andere Lampe beginnt zu leuchten. Dieser Zustand bleibt so lange aufrechterhalten, bis

wir die andere Lichtschranke unterbrechen. Beachten Sie, daß schon eine ganz kurze Unterbrechung genügt. Der Techniker sagt: Die Impuls-Länge darf sehr klein sein. Statt Impuls-Länge kann man auch „Impuls-Dauer“ sagen.

Dieses Wechselspiel zwischen den 2 Lichtschranken können wir beliebig oft fortsetzen. Eine mehrmalige Unterbrechung derselben Lichtschranke ist jedoch ohne Bedeutung.

Überlegen Sie zunächst – ohne zu probieren – ob die Umsteuerung auch dann erfolgt, wenn Sie – statt den gerade beleuchteten Fotowiderstand zu verdunkeln – den gerade nicht beleuchteten Fotowiderstand mit einer zusätzlichen, nicht an Schaltstab 1 oder 2 angeschlossenen Lichtquelle beleuchten. Erst wenn Sie zu einer klaren Entscheidung Ihrer Gedanken gekommen sind, sollten Sie die Richtigkeit Ihrer Überlegungen durch einen Versuch überprüfen.





## 3.65 AUSFAHRT - SICHERUNG IN EINEM BAHNHOF

Auf einer eingleisigen Bahnstrecke soll sichergestellt werden, daß das Ausfahrtsignal eines Bahnhofes nur dann auf „Freie Fahrt“ gestellt wird wenn kein Gegenzug auf der Strecke ist.

Das nebenstehende Modell ist so einfach wie möglich gehalten, es soll ja nur das Prinzip zeigen. Als Ausfahrt-Signale verwenden wir Rot-Grün-Lichter. Die Schaltung entspricht dem auf der letzten Seite kennengelernten Prinzip der gegenseitigen Verriegelung zweier Schalter.

Wir gehen davon aus, daß die Lampe 4 brennt.

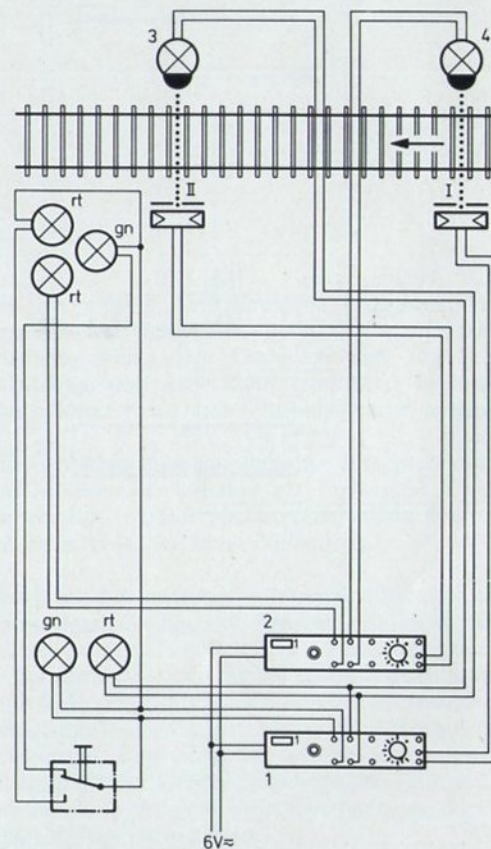
Ein von rechts kommender Zug durchfährt unsere Lichtschanke I und steuert Stab 1 um. Die Lampe 3 leuchtet auf. Sie beleuchtet den den Schaltstab 2 steuernden Fotowiderstand. Bei geeigneter Einstellung der Empfindlichkeit dieses Stabes erlischt in diesem Augenblick die an ihn angeschlossene Lampe 4. Damit wird die Lichtschanke I außer Betrieb gesetzt! Deshalb verändert sich der Schaltzustand nicht, wenn das Zug-Ende die Schranke I freigibt. Schaltet man parallel zur Lampe 3 eine Warnlampe, so leuchtet diese, wenn sich ein in Richtung Bahnhof fahrender Zug zwischen den beiden Lichtschanken befindet. Diese Lampe kann man über dem Signal-Schalter anordnen.

Durchfährt der Kopf des Zuges bei der Einfahrt in den Bahnhof die Lichtschanke II, so wiederholt sich der anfangs beschriebene Vorgang am anderen Schaltstab. Versuchen Sie doch einmal, die Reihenfolge der Einzelschritte selbst zu beschreiben.

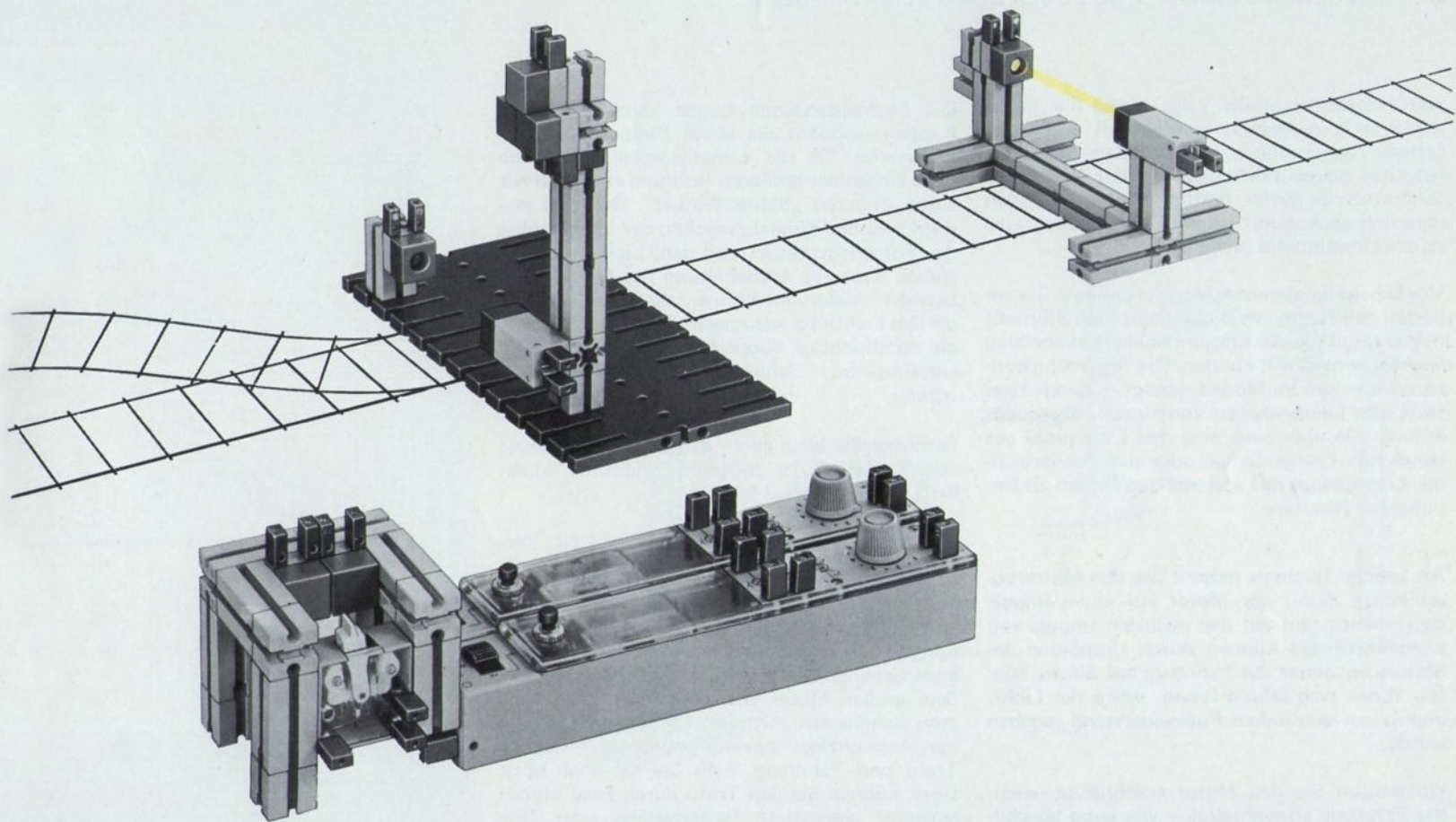
Ganz sicher wird die Anordnung aber erst, wenn das Ausfahrt-Signal nur dann Grün (= freie Fahrt) zeigen kann, wenn die Strecke wirklich frei ist. Dies ist im Modell auch dann sichergestellt, wenn der Schalthebel versehentlich auf Grün gestellt wird.

Das Ausfahrt-Signal benötigt eine grüne und zwei rote Lampen. Es kann aber jeweils nur eine davon leuchten. Warum? Lösung siehe Seite 105.

Modell-Vorschlag: Bauen Sie eine automatisch bei Annäherung eines Zuges rot blinkende Warnlampe für einen schrankenlosen Bahnübergang. (Wir nehmen an, daß die Züge nur in einer Richtung fahren!) Vergleichen Sie Ihre Schaltung mit der Lösung auf Seite 105.







## 3.66 STEUERUNG EINES FAHRZEUGES DURCH LICHTIMPULSE

Nebenstehendes Modell zeigt – weil hier ja nur das Prinzip dargestellt werden soll – die einfachste Ausführung eines mit einem mini-mot. gebauten Raupenfahrzeuges. Wer nur den großen fischertechnik-Motor besitzt, kann das Modell natürlich auch damit bauen. Das Fahrzeug wird durch Lichtimpulse gesteuert.

Vor Inbetriebnahme des Modells dunkeln Sie am besten den Raum etwas ab, damit kein Störlicht irritiert und Sie die Empfindlichkeitseinstellung leichter vornehmen können. Die Steuerung können Sie – wie im Modell gezeigt – durch zwei stationäre Lampenketteln vornehmen. Ebensogut können Sie aber auch eine den Lichtstrahl gut bündelnde Taschenlampe oder eine fischertechnik-Linsenlampe mit vorgesetzten Linsen als Impulsgeber benutzen.

An welche Buchsen müssen Sie den Motor anschließen, damit der Motor auf einen Impuls stehenbleibt und auf den nächsten Impuls vorwärtsfährt? Sie können durch Umpolung des Motors entweder das Fahrzeug auf Sie zu oder von Ihnen weg fahren lassen, wenn der Lichtimpuls auf den linken Fotowiderstand gegeben wurde.

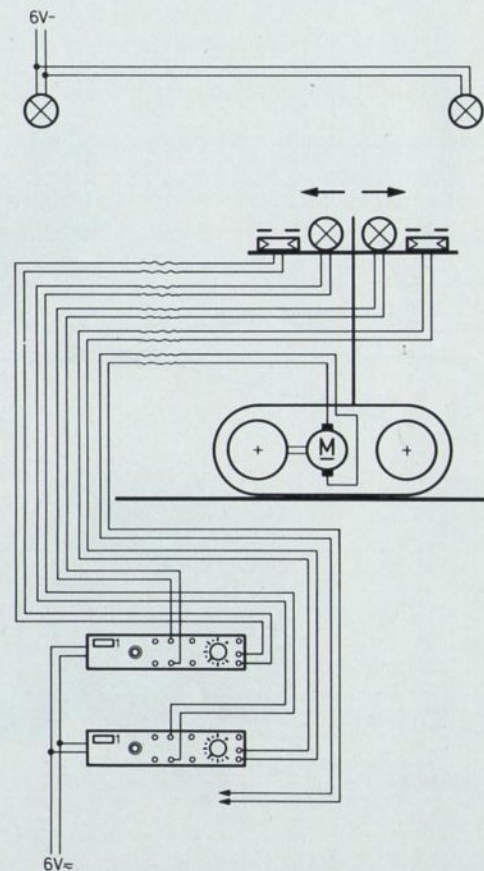
Wo müssen Sie den Motor anschließen, wenn das Fahrzeug abwechselnd – wie beim abgebildeten Modell – vorwärts und rückwärts fahren soll?

Die Fotowiderstände tragen keine schwarzen Kappen, sondern die roten Kappen, die normalerweise für die Linsenlampen vorgesehen sind. Wegen der größeren Bohrung erreichen wir einen größeren „Steuer-Winkel“. Darunter versteht man den Winkel zwischen der Längs-Achse des Fotowiderstandes und dem Lichtstrahl, der gerade noch die Umschaltung des Schaltstabes bewirkt. Außerdem können die zwei Lampen, die den Lichtblitz sozusagen „festhalten“, durch die durchsichtige Kappe hindurch auf die lichtempfindliche Schicht des Fotowiderstandes wirken.

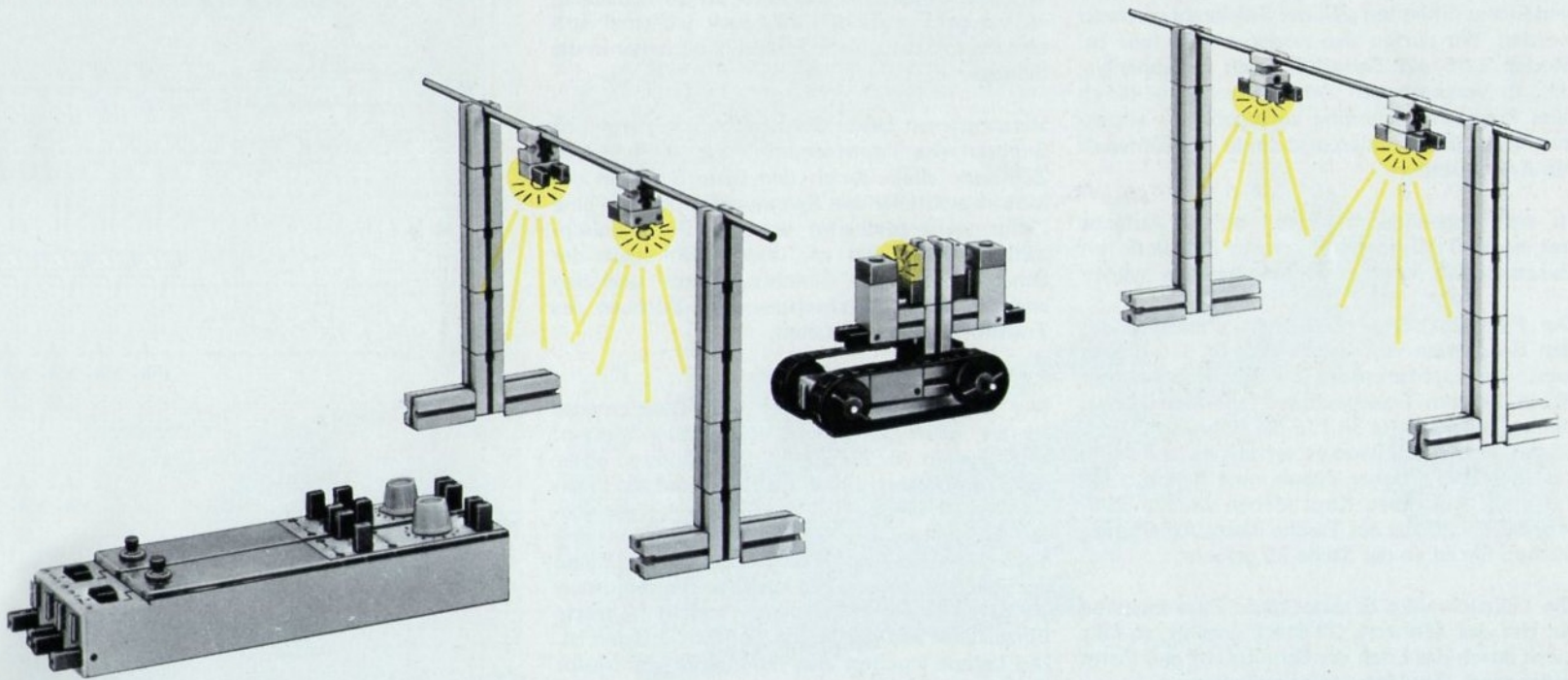
Beachten Sie bitte auch, daß die Zug-Spannung der Raupenbänder möglichst klein ist, dann läuft der Motor ganz leicht.

Vorschlag für Besitzer von zwei Motoren: Verwenden Sie die Fernsteuerung durch Lichtimpulse für die Lenkung Ihres Fahrzeuges!

Vielleicht stören Sie die relativ vielen Verbindungskabel zwischen dem Fahrzeug und den zwei Schaltstäben. Bauen Sie doch einmal mit dem großen Motor eine Raupe, die gleich die zwei Schaltstäbe mitträgt. Dann benötigen Sie nur ein einziges zweiadriges Kabel zwischen Trafo und Fahrzeug. Falls Sie das auch noch stört, können Sie den Trafo durch zwei hintereinander geschaltete Batteriestäbe oder eine 9 Volt Batterie ersetzen. Dann sind Sie völlig unabhängig vom Kabel!







## 3.67 STÜCKZAHLGESTEUERTES TRANSPORTBAND

Wir wollen folgende Aufgabe lösen: Diskontinuierlich, d.h. in ungleichen Zeitabständen, anfallende Stückgüter ungleicher Größe sollen laufend zu Einheiten gleicher Stückzahl verpackt werden. Wir dürfen also weder wiegen (wie bei Modell 3.16 auf Seite 36) noch zeitabhängig, d.h. in vorgegebenen Zeit-Intervallen – durch eine Programmsteuerung vorgegeben – abpacken. Wir müssen zählen und durch das Zählwerk die Anlage steuern.

In dem abgebildeten Modell ist die Aufgabe mit einem Transportband, einem Zählwerk mit Zusatzscheibe und zwei Schaltstäben gelöst.

Die Füllvorrichtung muß nicht unbedingt aus den Bauplatten von fischertechnik 014 gebaut sein. Die Lichtschranke I zählt in bekannter Weise die vom Transportband fallenden Stücke. (Siehe Beispiel Seite 34.) In die Bohrung auf der Stirnseite des Zählwerkes setzen wir mit Hilfe des kleinsten Fischer-Dübels eine Schraube M 1,6 x 15. Auf deren Kopf kleben wir die Zehlscheibe 1 - 20 aus der Tasche dieses Anleitungsbuches. Sie ist an der Stelle 20 gelocht.

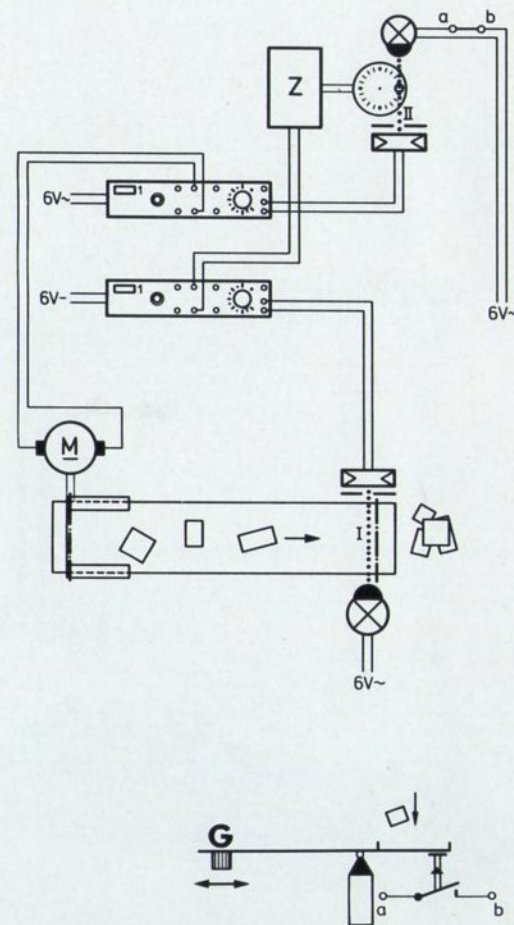
Die Lichtschranke II tastet diese Zusatzscheibe ab. Hat das Zählwerk 20 Stück gezählt, so fällt Licht durch das Loch der Scheibe auf den Fotowiderstand. Der Motor wird stillgesetzt.

Nach Entfernen der abgezählten Stücke schaltet man die Anlage von Hand wieder ein: Entweder durch kurzzeitiges Ausschalten der Lampe der Lichtschranke II oder durch Verdrehen der Zehlscheibe. Achtung, Zählwerk nicht gewaltsam verdrehen!

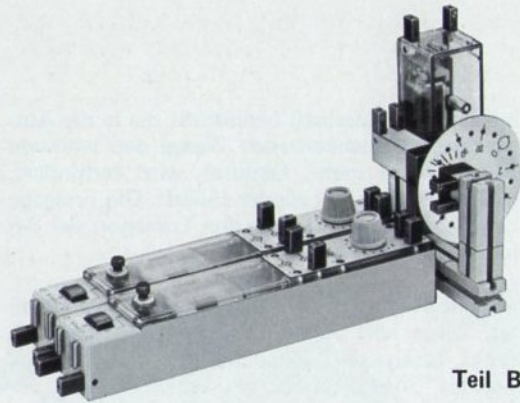
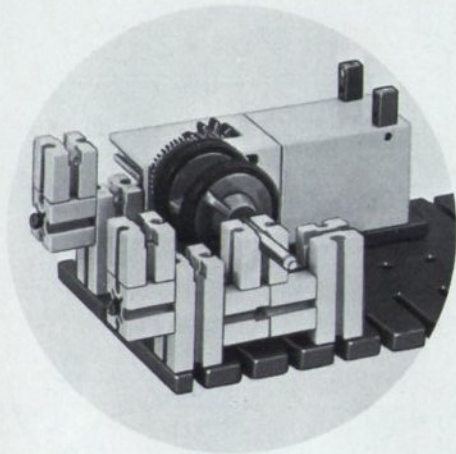
Will man andere Stückzahlen als 20 abpacken, so verdreht man das Zählwerk jedesmal entsprechend oder stanzt zusätzliche Löcher in die Scheibe.

Versorgt man beide Schaltstäbe von denselben Buchsen des Transformators aus, so kann das Zählwerk allein durch den beim Schalten des Motors entstehenden Spannungsimpuls um eine Ziffer weitergeschaltet werden. Diese Falschzählung vermeiden wir, indem wir einen der Schaltstäbe an die Gleichspannungs- und den anderen an die Wechselspannungs-Buchsen des Transformators anschalten.

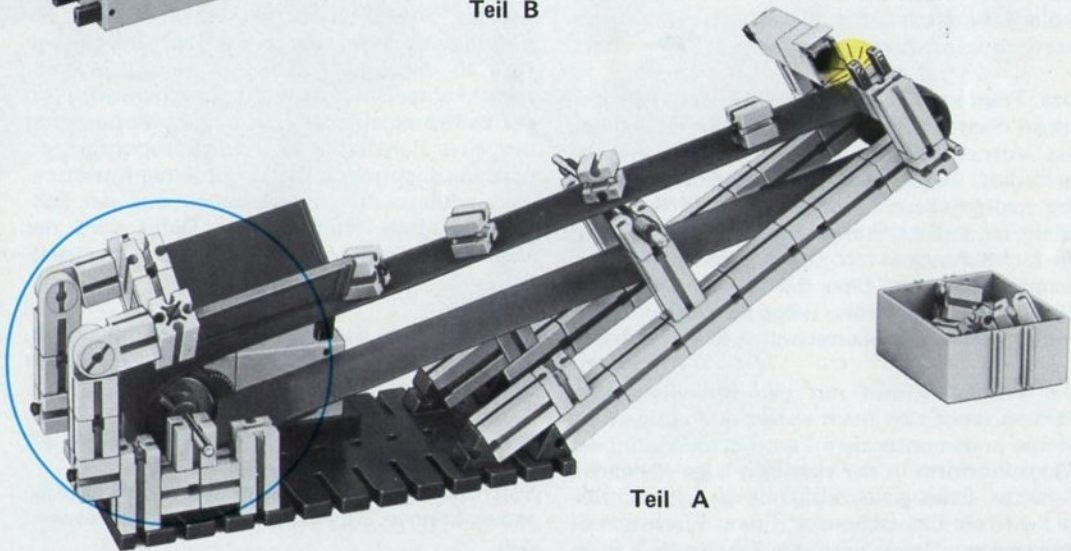
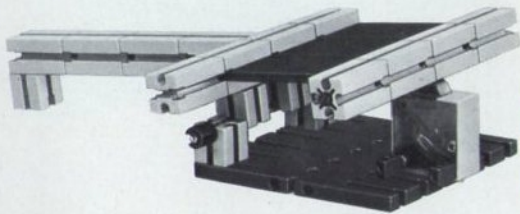
Wer noch weitere fischertechnik-Bauelemente besitzt, kann die Anlage automatisch starten. Dazu stellen wir die abgebildete Wippe so unter das Transportband, daß die Steine auf die Plattform fallen. Diese drückt dadurch – bei geeigneter Einstellung des Gegengewichtes G – den Taster nieder. Dieser in die Zuleitung zur Lampe der Lichtschranke II geschaltete Taster unterbricht die Stromzufuhr wieder, sobald das letzte Einzelstück von der Wippe entfernt worden ist. Die Lampe leuchtet also nicht mehr, der Motor beginnt zu laufen.







Teil B



Teil A



## 3.68 AUTOMATISCHE VERLADE - ANLAGE

Bei der Verladung oder Verpackung von Schüttgut (z.B. Kies oder Kohlen) soll das von einem Vorratsbehälter kommende Gut „portioniert“, d.h. zu Portionen abgewogen und abtransportiert werden. Aus Kostengründen soll die Anlage möglichst vollautomatisch, d.h. ohne Einsatz von menschlicher Arbeitskraft arbeiten. Der Mensch soll lediglich noch das Ein- und Ausschalten vornehmen und die Anlage überwachen.

Nebenstehendes Modell ist mit dem Grundkasten 400 und der Zusatzpackung 014 gebaut. Ferner benötigen wir einen zweiten Motor, z.B. den fischertechnik mini-mot. Mit dieser Anlage können wir z.B. fischertechnik-Steine portionsweise abtransportieren.

Das Transportband (35 mm breites, 760 mm langes Samtband) zieht aus der Bodenöffnung des Vorratsbehälters 3 die Steine heraus und befördert sie auf die Wiegeplattform. Sobald das „vorgegebene“ Gewicht auf der Platte erreicht ist, senkt sich diese. Der Flachstein 4 gibt die Lichtschanke I frei. Das Transportband wird damit stillgesetzt. (Wer die Waage ganz genau baut, wiegt jeweils Portionen von drei kurzen fischertechnik-Steinen ab.)

Die Wiegeplattform mit den daraufliegenden Steinen senkt sich noch weiter und entleert die Steine in den unter dem Transportband und der Wiegeplattform in der richtigen Lage stehenden Behälter. Etwa gleichzeitig mit der Lichtschanke I wird die Lichtschanke II (von Flachstein 5) freigegeben. Damit wird der Schaltstab 2 span-

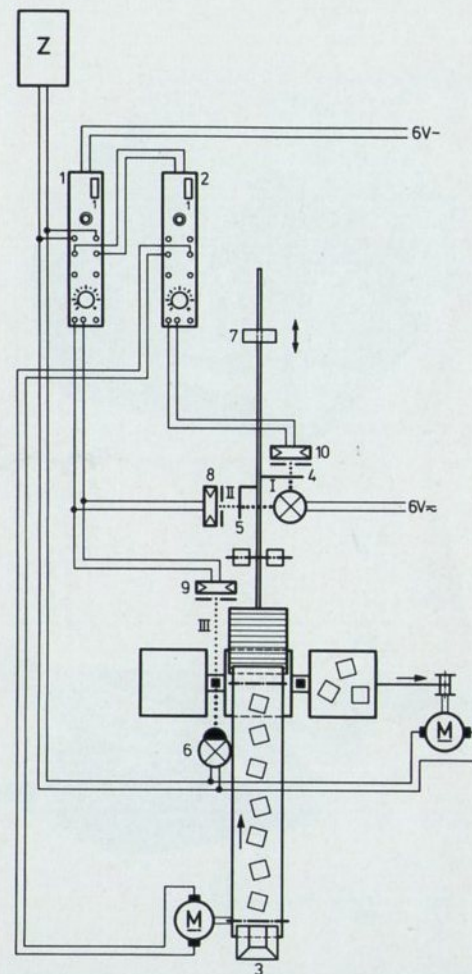
nungslos und deshalb beeinflusst die in die Ausgangslage zurückkehrende Waage den weiteren Ablauf nicht mehr. Dadurch wird verhindert, daß das Band sofort wieder anläuft. Die Freigabe der Lichtschanke II setzt den Transport der Behälterkette in Gang.

Gleichzeitig wird die Linse Lampe 6 angeschaltet. Diese hält diesen Zustand fest (Selbsthaltung), sofern die Lichtschanke III früher (von den als Unterbrechern wirkenden Zapfen der Verbindungssteine der Kassetten) freigegeben wird als die Lichtschanke II von der langsam zurückkehrenden Waage unterbrochen. Hat der Seiltrommel-Motor die Behälterkette genau um eine Behälterlänge weitertransportiert, so wird die Lichtschanke III durch die Kassetten-Verbindungssteine unterbrochen und der Seiltrommel-Motor stillgesetzt. Dafür wird der Motor des Transportbandes wieder eingeschaltet.

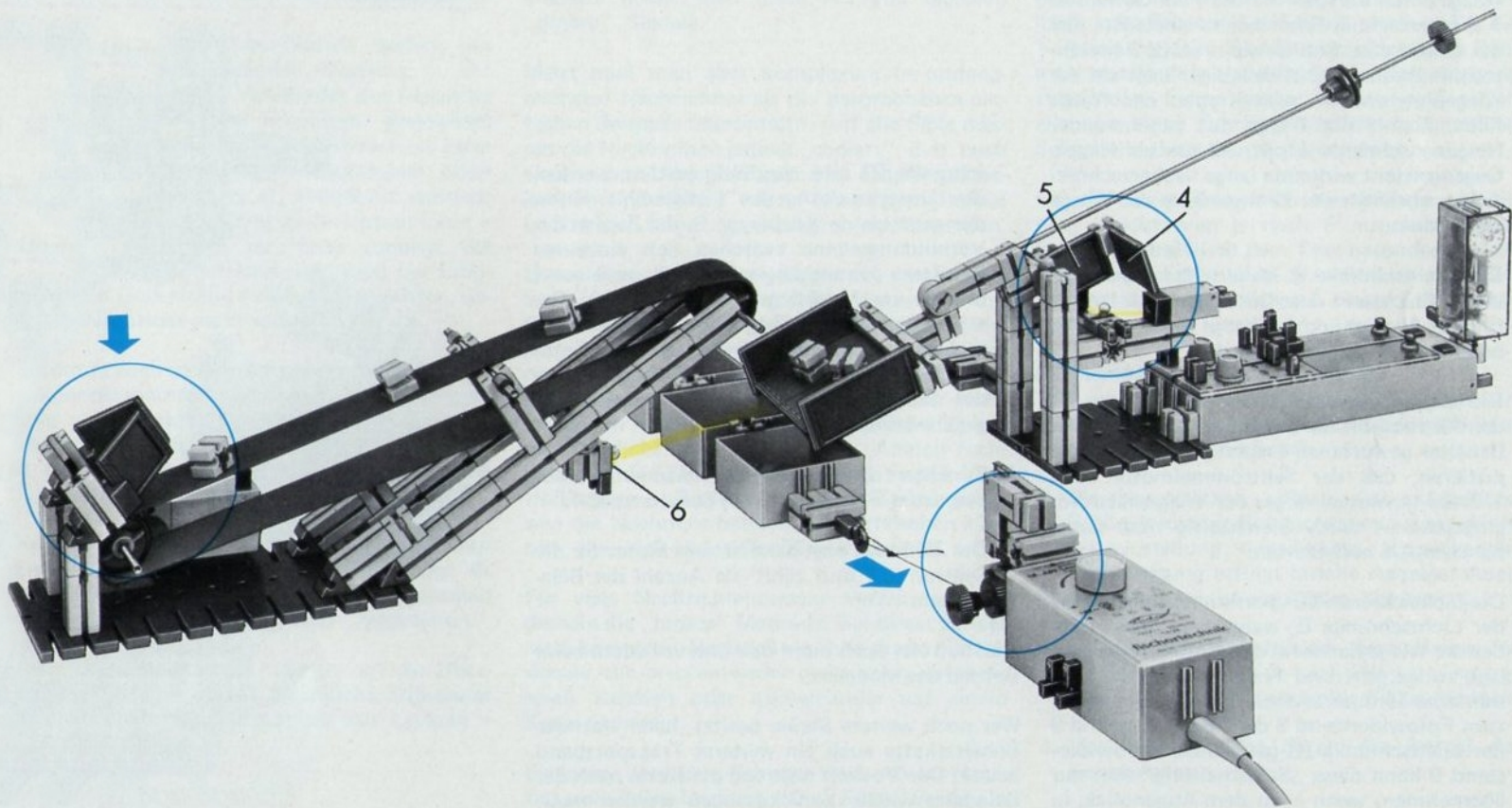
Der Vorgang des Beladens wiederholt sich, solange noch leere Behälter in der Behälterkette sind.

Hinweise für die Justage finden Sie auf Seite 94.

Statt der drei abgebildeten fischertechnik-Kassetten können Sie auch Pappschachteln verwenden.







## WICHTIGE HINWEISE ZUM JUSTIEREN DER VERLADEANLAGE

1. Waage durch Verschieben des Fein-Gewichtes 7 (fischertechnik-Radnabe) so einstellen, daß das gewünschte Soll-Gewicht (z. B. 3 fischertechnik-Steine) – bei beliebiger Lage auf der Wiegeplattform – zum Kippen der Waage führt. Damit die Waage mit zunehmender Neigung schneller kippt, ist die als Haupt-Gegengewicht wirkende lange fischertechnik-Achse oberhalb des Drehpunktes der Waage angeordnet.
2. Die Lichtschranke I steuert das Transportband. Flachstein 4 so justieren, daß bei geringster Auslenkung der Waage das Transportband bereits stillgesetzt wird.
3. Die Lichtschranke II steuert den Motor für den Abtransport der portionierten und in den Behälter geworfenen Steine. Flachsteine 5 so justieren, daß der Seiltrommelmotor nach 1/3 des gesamten Weges der Wiegeplattform eingeschaltet wird. Gleichzeitig muß dabei die Lampe 6 aufleuchten.
4. Die Lichtschranke III übernimmt die Aufgabe der Lichtschranke II, wenn nach dem Entladen der Wiegeplattform diese in die Ausgangslage zurückgeht und Flachstein 5 die Lichtschranke II unterbricht. Deshalb ist parallel zum Fotowiderstand 8 der Fotowiderstand 9 der Lichtschranke III geschaltet. Fotowiderstand 9 kann diese „Selbsthaltung“ aber nur übernehmen, wenn er in dem Augenblick, in dem die Lichtschranke II unterbrochen wird, bereits beleuchtet ist. Deshalb muß die Licht-

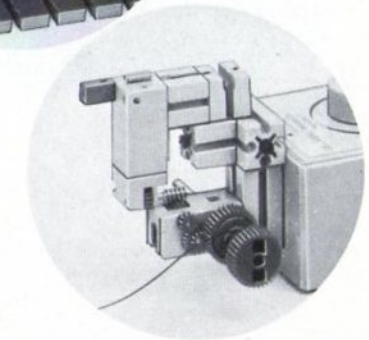
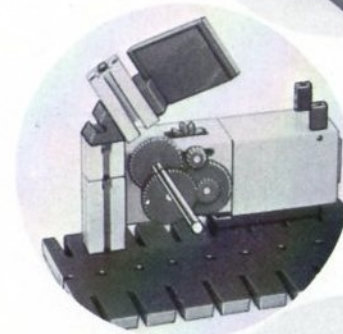
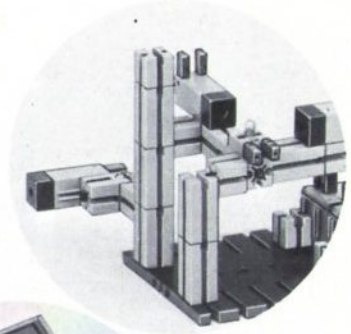
schranke III sehr sorgfältig justiert werden. Zur Unterbrechung des Lichtstrahls dürfen nur ganz kleine Körper, z. B. die Zapfen der Verbindungssteine zwischen den einzelnen Behältern herangezogen werden, weil sonst bei der im Modell gewählten geringen Geschwindigkeit des Zugseils der Lichtstrahl nicht schnell genug freigegeben wird. Fotowiderstand 9, Linsenlampe 6 und Zapfen der Steine an den Behältern müssen auf gleiche Höhe justiert werden.

5. Zum Start der Anlage drückt man einfach auf den roten Tastknopf T des Schaltstabes 1.
6. Das Zählwerk liegt parallel zum Motor für die Seiltrommel und zählt die Anzahl der Beladungen.

Und nun viel Spaß beim Bau und vor allem beim Betrieb des Modelles.

Wer noch weitere Steine besitzt, kann statt der Behälterkette auch ein weiteres Transportband bauen. Der Vorteil: während die Kette nach der Beladung wieder zurückgezogen werden muß, kann man beim Transportband die Behälter einfach am Ende abnehmen.

zu Seite 93





### 3.69 CODE-LESER

#### 1. Gedanken zur Übermittlung von Nachrichten

Die kleinste Nachrichten-Einheit besteht aus zwei sich unterscheidenden Signalen, z. B.: Signal – kein Signal. Verabredet der Absender (Signal-Geber) und der Empfänger gemeinsam eine Deutung solcher einfachen Zeichen, so kann man ohne großen Aufwand Nachrichten übermitteln. Es könnte z. B. vereinbart werden: Kein Licht = nichts Neues zu berichten; Licht = neue Nachricht liegt vor, bitte abholen. Bei einer solchen Art der Nachricht muß der Empfänger die Geberstation ständig beobachten, damit die Nachricht nicht verlorengeht.

Es könnte auch vereinbart werden: Roter Punkt an einer bestimmten Stelle einer weißen Verpackung = Verpackung enthält einen bestimmten Gegenstand (z. B. Farbfilm). Kein roter Punkt an dieser Stelle = Verpackung enthält diesen Gegenstand nicht.

Diese Nachricht kann auch noch zu einem Zeitpunkt gelesen werden, der viel später liegt als das Aufkleben der roten Marke vorgenommen wurde. Die Nachricht ist also „gespeichert“.

Oder: Ölbrenner brennt = Strom auf der Übertragungsleitung = grünes Signallicht; Ölbrenner brennt nicht = kein Strom auf der Leitung = rotes Signallicht.

Alle 3 Beispiele haben eines gemeinsam: Es gibt nur zwei Signalzustände!

Deshalb nennt man diese Art von Signalen „binäre“ Signale.

Meist muß man aber komplexere (= umfangreichere) Nachrichten als die besprochenen einfachen Beispiele übermitteln. Auf alle Fälle müssen die Nachrichten jedoch „codiert“, d. h. nach einem, dem Absender und dem Empfänger bekannten „Schlüssel“ dem Übertragungsmittel (z. B. Licht, Strom, Spannung) angepaßt werden.

Komplexere Nachrichten kann man durch „analoge“ Signale übermitteln. Bei dieser Art der Nachrichtenübermittlung kann man aus der Signalgröße, z. B. aus der Helligkeit einer Lichtquelle oder der Höhe der elektrischen Spannung oder der unterschiedlichen Sättigung einer Farbe (etwa von hell – über mittel – bis dunkelgrau) die Nachricht entnehmen. Diese „Analog-Technik“ hat den Nachteil, daß – meist nicht kontrollierbare – Einflüsse auf dem Übertragungsweg die Nachricht beträchtlich verfälschen können, ohne daß es der Empfänger bemerkt.

Für viele Nachrichtenzwecke verwendet man deshalb die „binäre“ Methode. Bei dieser zerlegt man komplexe Nachrichten in mehrere Einzelsignale, die man entweder gleichzeitig auf mehreren Kanälen oder nacheinander auf einem Kanal überträgt.

Einfaches Beispiel: Schwarz-weiß-, Color-Negativ- und Color-Umkehr- (Dia) Filme werden in derselben Fabrik hergestellt. Sie werden in jeweils gleich große Schachteln verpackt. Damit

ganz sicher Verwechslungen vermieden werden, muß jede Schachtel überprüft werden. Da die Verpackung jeder Filmsorte in getrennten Räumen stattfindet, also hier keine Verwechslung stattfinden kann, genügt es, zu prüfen, ob alle von einer Fabrikationsstraße kommenden Schachteln denselben Aufdruck haben.

Um die Überprüfung leicht durchführen zu können, drückt man je nach Filmsorte auf jede Schachtel zusätzlich zum Text besondere Unterscheidungszeichen. Nun braucht man nur noch automatisch jedes Stück auf dieses Zeichen hin überprüfen.

Möglichkeiten zur Kennzeichnung:

1. Kennzeichen unterscheiden sich durch verschiedene Farben. Nachteil: Der Abtastfühler muß farbig lesen können.
2. Die Kennzeichen haben unterschiedliche Größe. Nachteil: Bei ungenauer Empfindlichkeitseinstellung oder etwas abweichender Farbsättigung erfolgt falsche Anzeige! Auch diese Methode ist ein Analog-Verfahren.
3. Es wird ein einheitliches Kennzeichen für alle Sorten benutzt. Je nach Filmsorte erfolgt der Aufdruck an unterschiedlichen Stellen.
4. Man unterscheidet durch die Anzahl der Kennzeichen.

Die dritte und vierte Methode sind gleich gut für die lichtelektronische Abtastung geeignet.



## 2. Modell eines Code-Lesers

Bauen wir uns ein einfaches Modell, an dem wir die Codier-Möglichkeiten untersuchen. Anstelle von Schachteln verwenden wir die Karten 52 x 80 mm mit schwarzen Farb-Punkten aus der Tasche dieses Buches.

In der angegebenen Schaltung wird – sobald die Karte in die Schlitz der Führung geschoben wird und die Unterkante der Karte den fischer-technik-Taster nach unten drückt – jeweils eine Lampe aufleuchten. Je nachdem, wieviel vom Lichtstrom der Lampen 3 bzw. 4 nach Reflexion auf der weißen bzw. schwarzen Oberfläche der Karte zu den zugehörigen Lichtaufnehmern gelangt, wird die blaue, gelbe oder grüne Lampe aufleuchten.

Der Taster verhindert, daß der Code-Leser arbeitet, wenn keine Karte in der Führung ist oder die Karte den richtigen Platz noch nicht erreicht hat.

Überlegen Sie, wie Sie verhindern können, daß die Karte seitenverkehrt oder kopfstehend eingelegt wird. (Lösung siehe Seite 105.)

Hinweise: Wegen der Wärmeentwicklung nur Kugellampen verwenden. Die Ansprechempfindlichkeit der Schaltstäbe kann durch die Klappe im Streulichttubus verändert werden.

Mit dieser Schaltung können wir maximal drei Signale unterscheiden. Wir wollen dies in Tabellenform aufschreiben (Tabelle 4).

Wer das Modell noch weiter ausgestalten will, verwendet statt der farbigen Leuchtsteinkappen transparente beschriftete Papierstreifen.

Nun wollen wir die Hintereinanderschaltung der zwei Schaltstäbe durch eine Parallel-Schaltung ersetzen. Es wird jetzt eine vierte Lampe benötigt, z. B. eine rote.

Wir schieben eine beliebige Karte in die Kartenaufnahme. Nach dem Einschalten der Anlage durch den unteren Kartenrand leuchten immer zwei Lampen auf. Es gibt damit vier Kombinationsmöglichkeiten und vier verschiedene Kennzeichen bei zwei Codebahnen. Zeichnen Sie die Tabelle dazu.

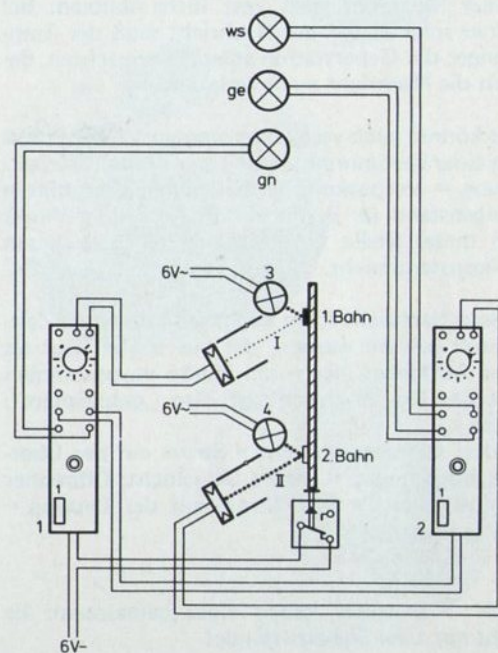
Wir müssen uns als Code Farb-Kombinationen merken. Im Gegensatz dazu kommen wir bei der Hintereinanderschaltung ohne Zuhilfenahme von Farb-Kombinationen aus, können aber nur drei Kennzeichen unterscheiden.

Könnte man mit den beiden Schaltstäben einen dritten kombinieren, so erhält man bei Parallel-Schaltung sieben Möglichkeiten. Wir müßten uns jedoch jeweils Kombinationen von drei Farben merken. Wieviele Möglichkeiten könnte man bei Reihen-Schaltung der drei Schaltstäbe unterscheiden? Zeichnen Sie die Tabelle dazu.

Modell-Anregung: Bauen Sie eine Aufnahme für Streichholzschachteln, die auf zwei Codebahnen mit sehr hellen (oder dunklen) Papierstreifen beklebt sind.

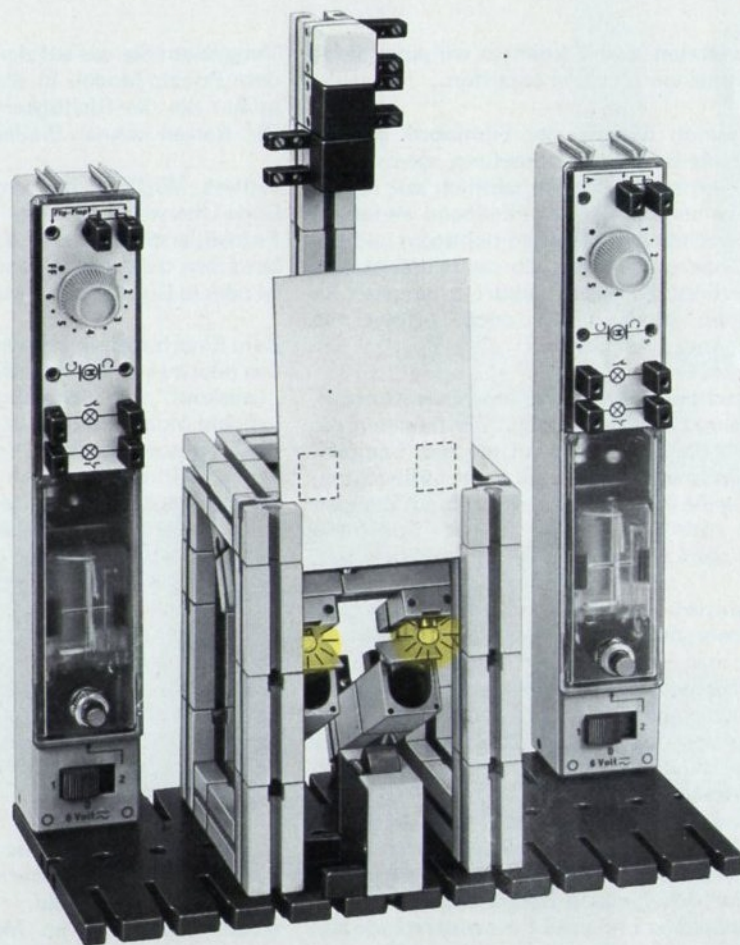
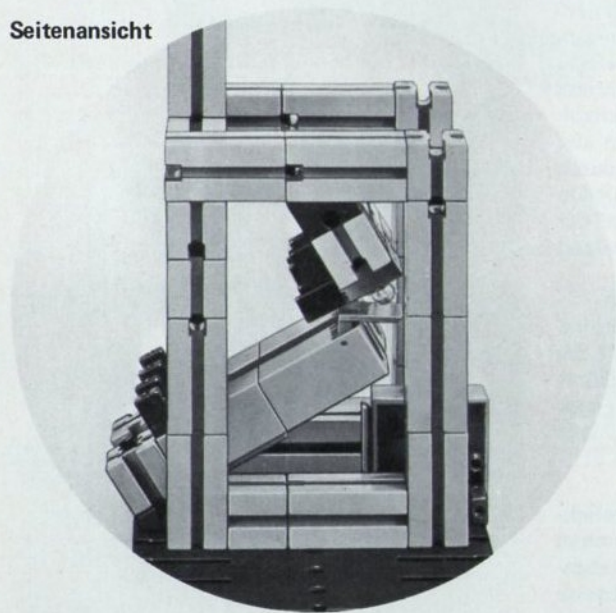
Tabelle 4

Codebahn I	Codebahn II	Code-lampe	Code-Nr.
■	■	weiß	1
■	□	gelb	2
□	□	grün	3





Seitenansicht





## 3.70 CODE - KONTROLLE

Mit dem letzten Modell konnten wir einen Code mit maximal vier Zeichen entziffern.

Im genannten Beispiel der Filmfabrik geht es nicht um die Code-Entschlüsselung, sondern nur um die Kontrolle, ob auch wirklich nur richtig bedruckte Schachteln das Fließband verlassen. Die Unterscheidung zwischen richtigem und falschem Code genügt also. Zu welcher Sorte die falsch codierte Schachtel gehört, interessiert im allgemeinen nicht. (Falls doch, erfolgt die De-Codierung „von Hand“.)

Die einfachste Lösung beim Bau einer Kontroll-Einrichtung für vier Zeichen: Wir behalten die Schaltung bei und setzen auf die zwei Lampen, die bei Prüfung der richtigen Sorte aufleuchten, je eine weiße Kappe. Die zwei anderen Lampen erhalten rote Kappen. Bei falscher Codierung leuchtet dann mindestens eine rote Lampe auf.

Muß man mehr als vier Kennzeichen einsetzen, weil es mehr als vier verschiedene Typen gibt, so arbeitet man mit drei oder noch mehr Codebahnen. Bedruckt man jeweils nur zwei davon, so kommt man bei der Kontroll-Einrichtung trotzdem mit zwei Fotowiderständen aus. Je nachdem, welche Codezeichen überprüft werden, verschiebt man die zwei Lampen und Fotowiderstände auf die entsprechenden Codebahnen.

Überlegen Sie, wieviel verschiedene Zeichen auf Richtigkeit kontrolliert werden können, wenn Ihnen vier verschiedene Codebahnen, aber nur zwei Schaltstäbe und zwei Fotowiderstände zur Verfügung stehen. Lösung siehe Seite 105.

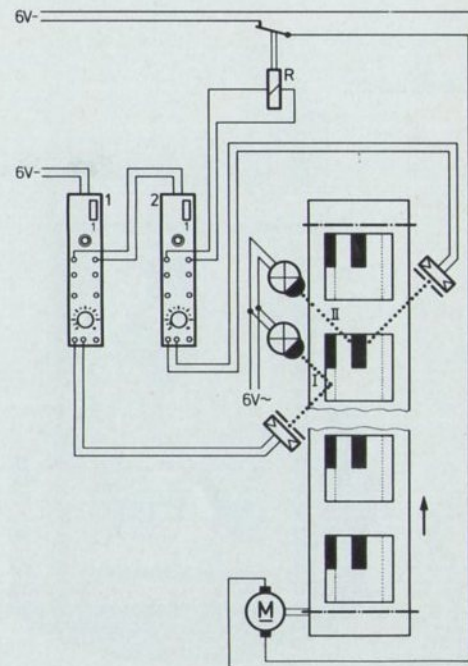
Vergrößern Sie das auf der letzten Seite abgebildete Prinzip-Modell in diesem Sinne und überprüfen Sie die Richtigkeit Ihrer Überlegungen. Die Karten können Sie leicht selbst anfertigen.

Weitere Möglichkeiten ergeben sich, wenn zur Code-Überwachung zwei Schaltstäbe mit drei Fotowiderständen zur Verfügung stehen. Wir betreiben dann einen Schaltstab mit zwei parallel oder in Reihe geschalteten Fotowiderständen.

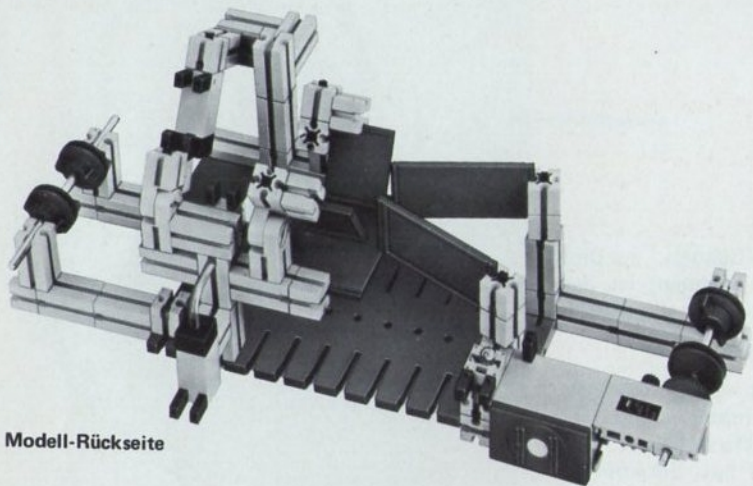
Zum Einarbeiten haben wir die zu entschlüsseln oder zu kontrollierenden Schachteln vor den „Lesekopf“ von Hand zugeführt. Mit nebenstehendem Modell können wir Schachteln während des Transportes auf dem Transportband kontrollieren. Wir ersetzen den Taster, der von der Unterkante der Karte eingeschaltet wurde, durch einen Schaltstab. Er schaltet den eigentlichen Lesekopf nur an, solange ein helles Feld auf der Seite der Schachtel vor dem Fotowiderstand vorbeiläuft.

Der Code-Leser enthält einen Fotowiderstand zur Abtastung des Codezeichens. Entdeckt die lichtelektronische Kontrolle eine falsch codierte Schachtel, so wird der Antriebsmotor des Transportbandes automatisch über ein Relais (aus e-m Teilen) stillgesetzt.

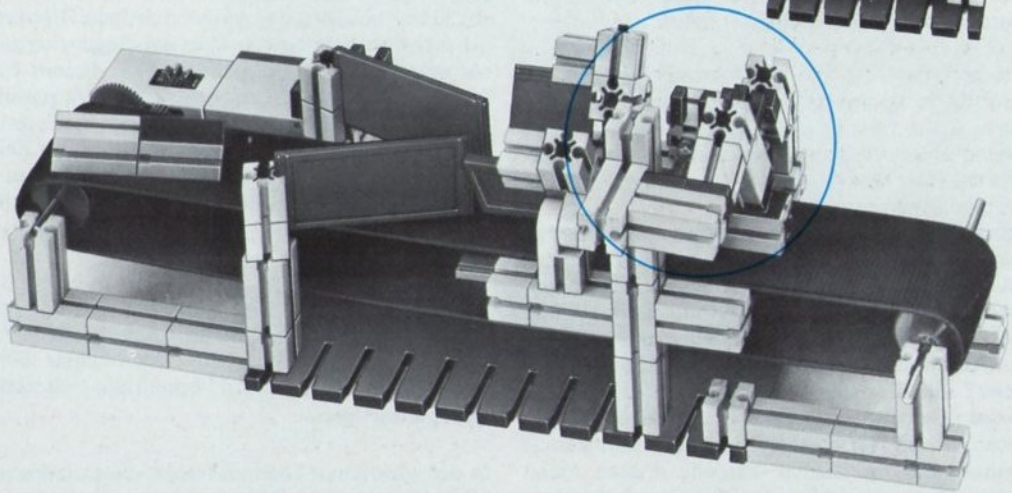
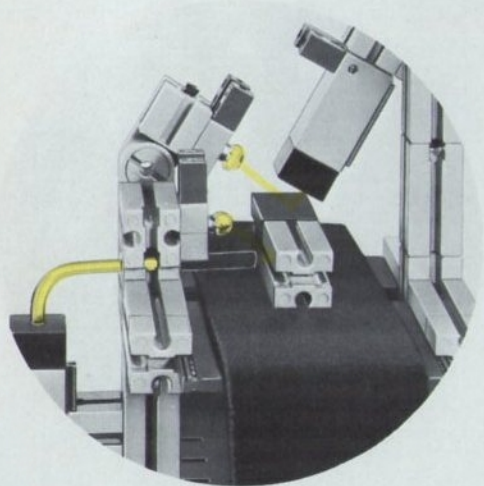
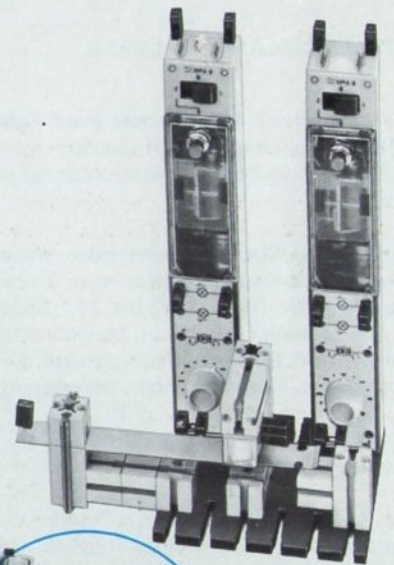
Das von der Seitenfläche der Schachtel reflektierte Licht der Lichtschranke I wird über einen – schwarz abgeklebten – Lichtleitwinkel abgetastet. (Schachtel im Modell: zwei teilweise schwarz abgeklebte fischertechnik-Bausteine.)







Modell-Rückseite





## 3.71 LOCHKARTEN - LESER

Als letztes der Modelle mit zwei Schaltstäben wollen wir eine Anlage bauen, mit der wir mehrere Code-Zeichen hintereinander lesen können.

Als Zeichen-Speicher verwenden wir eine sogenannte „Lochkarte“ (aus der Tasche dieses Buches). Wir finden auf ihr 14 „Spalten“ mit je drei „Zeilen“ (a - b - c). Im Schnittpunkt der Zeilen- und Spaltenhilfslinien sind z.T. Löcher eingestanzt. Zeile c ist nicht benutzt.

Wir legen einen Code-Schlüssel fest (z.B. nach Tabelle 5. ● = Loch ausgestanzt).

Die Ziffernfolge auf der Lochkarte beginnt also mit den Zahlen: 1 - 3 - 2 - 4 - 2 usw.

Nun tasten wir die auf den Kartenrahmen aufgelegte Karte Spalte für Spalte ab. Wir können die Karte nicht falsch einlegen, weil eine Ecke des Kartenrahmens mit einem Winkelstein ausgefüllt ist.

Wir können die Kartenaufnahme schrittweise jeweils um eine Spalte weitertransportieren oder sie gleichmäßig vorschieben (Motorantrieb). Damit wir nur dann eine Anzeige erhalten, wenn sich die Code-Zeichen genau unter dem Lesekopf befinden, setzen wir einen „Taktgeber“ ein, der den Lesekopf bzw. die dazugehörigen Schaltstäbe jeweils im richtigen Augenblick an den Trafo anschaltet. Sie könnten – ähnlich wie im letzten Modell – dazu einen Fotowiderstand und einen Schaltstab verwenden.

Damit Sie aber zwei Code-Bahnen (= a und b) lichtelektronisch abtasten können, ist das abgebildete Modell mit einem mechanischen Taktgeber versehen.

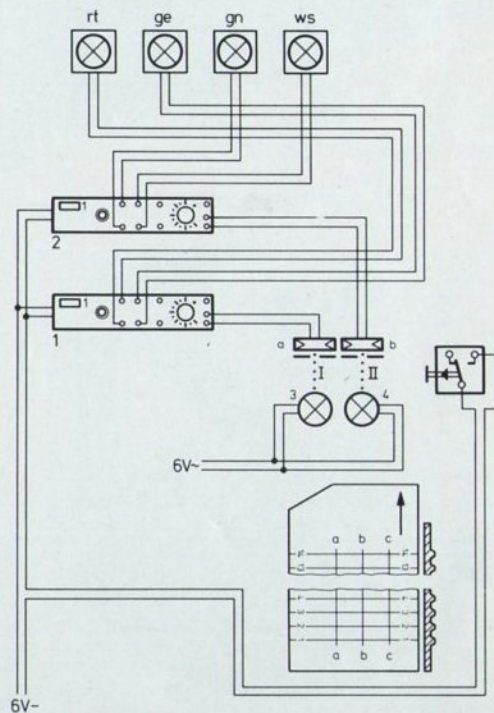
Die Abstände auf der Lochkarte sind so gewählt, daß nach einer Drehung der Drehscheibe von jeweils 60° einer der sechs Winkelsteine den fischertechnik-Taster gedrückt hat. Sie können den Taster so justieren, daß das federnde Taststück nur bei Drehung in der richtigen Richtung gedrückt werden kann und in der Gegenrichtung als mechanische Sperre wirkt. In diesem Fall können Sie das fischertechnik-Zählwerk parallel zu den beiden Schaltstäben anschalten. Es zeigt dann die Nummer der gerade abgetasteten Zeile an. Um das Zählwerk zu Beginn der Abtastung auf 0 stellen zu können, schalten Sie parallel zum fischertechnik-Taster einen einfachen Taster.

Die Abbildung der vier Signallampen und des Zählwerkes ist bewußt weggelassen worden. Vor dem Bau des Modells bitte die nächste Seite lesen. Weitere Lochkarten können Sie sich sicher selbst anfertigen.

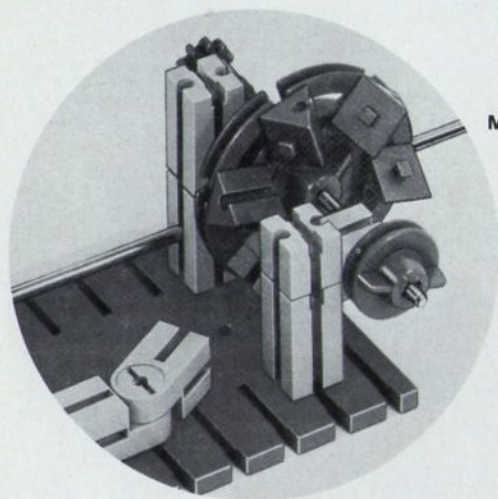
In der wirklichen Technik haben die Lochkarten 80 Spalten und 10 Zeilen.

Tabelle 5

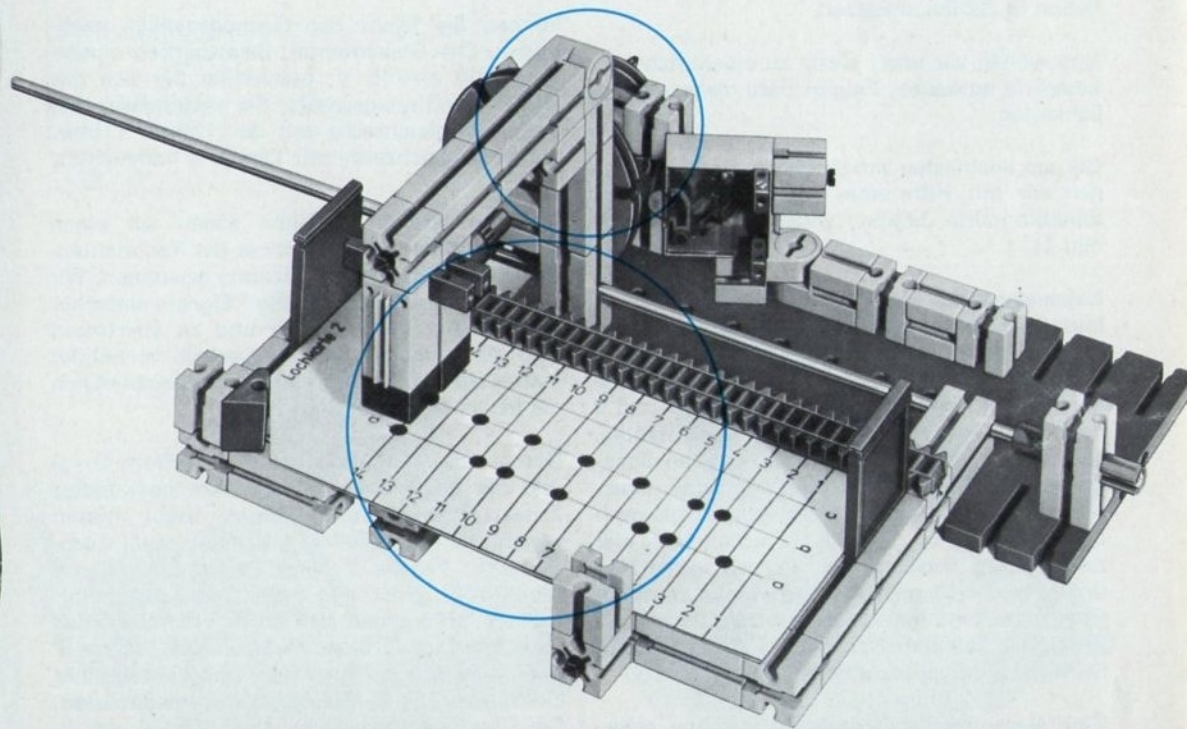
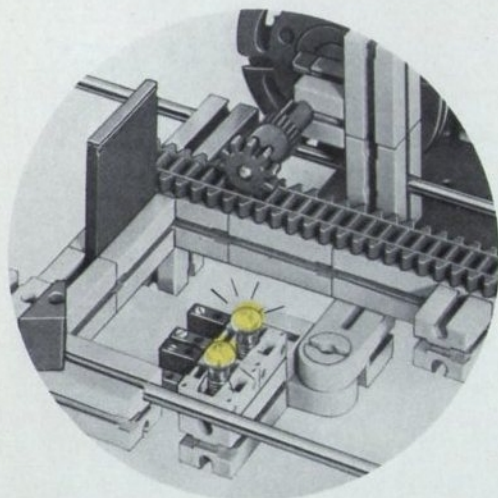
Ziffer	Code-Farbe	Lochung	
		Zeile a	Zeile b
1	weiß-gelb		
2	weiß-rot		●
3	grün-gelb	●	
4	grün-rot	●	●







Modell-Rückseite





## 3.72 ZIFFERN - ANZEIGE ZUM LOCHKARTEN - LESER

Unser Kartenleser-Modell auf der letzten Seite kann die codierten Ziffern 1 - 4 nicht als Zahlen, sondern nur als Farbkombinationen anzeigen. Der Benutzer des Gerätes muß jede Farbkombination in Zahlen umsetzen.

Nun wollen wir unser Gerät zu einem richtigen Lesegerät ausbauen. Es gibt dazu mehrere Möglichkeiten.

Die am leichtesten verständliche Methode können wir mit Hilfe eines Relais, das zwei Umschaltkontakte besitzt, verwirklichen (Schaltbild 1). Das Relais ist einzeln unter der Bezeichnung e-m 5 erhältlich.

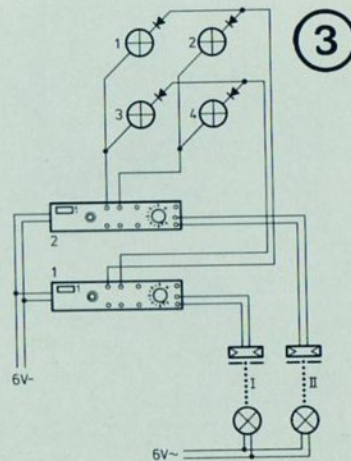
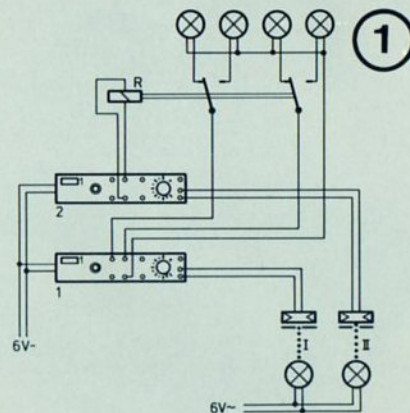
Nebenstehendes Modell entspricht dem Schaltbild 2. Es brennen entweder die Lampen mit den Ziffern 1 und 2 oder die mit den Ziffern 3 und 4. Je nach Stellung der vom Motor getriebenen Abdeck-Fahne werden die Ziffern 1 und 3 oder 2 und 4 verdeckt. Der Motor läuft ständig, solange der dazugehörige Schaltstab an Spannung liegt. Die Nabe der fischertechnik-Drehscheibe ist nur schwach angezogen, so daß nach dem Anschlag der Abdeck-Fahne an einer der zwei kurzen fischertechnik-Achsen rechts und links von den Lampen die Verbindung zwischen Triebwelle und Nabe als „Rutsch-Kupplung“ wirkt. Den Papierstreifen mit den Ziffern finden Sie in der Tasche dieses Buches.

Eine elegantere, aber vier Gleichrichter erfordernde Lösung zeigt das Schaltbild 3. Mit dessen Hilfe und der in Tabelle 6 angegebenen Polari-

tät der Ausgangsbuchsen der zwei Schaltstäbe können Sie leicht den Grundgedanken nachprüfen. Die Gleichrichter, Belastbarkeit mindestens 100 mA/15 V, beschaffen Sie sich aus einem Rundfunkgeschäft. Sie verhindern, daß Lampe 4 gleichzeitig mit der Lampe 1 bzw. Lampe 2 gleichzeitig mit Lampe 3 aufleuchtet.

Mit den letzten Modellen haben wir einen ersten Einblick in die Technik der Nachrichtenspeicherung und -Übermittlung gewonnen. Wir haben erfahren, daß „binäre“ Signale einfacher und sicherer zu speichern und zu übertragen sind als „analoge“ Signale. Deshalb verwendet man in der Computer-Technik fast ausschließlich die binäre Methode.

Die in unserer Sprache üblichen Ziffern 0 - 9 und die Buchstaben A - Z sowie notwendige Zusatzzeichen (Punkt, Komma usw.) müssen verschlüsselt werden. Es gibt dafür viele Code-Systeme. Tabelle 7 zeigt Ihnen eines davon (Seite 107). Dort sind sechs Codebahnen notwendig. Sie können sich leicht vorstellen, daß zur Übertragung einer mehrseitigen Textnachricht bereits ungeheuer viele Impulse auf einer elektrischen Leitung übertragen werden müssen. Die Übermittlung geht heute so schnell, daß in Extremfällen gewöhnliche Schreibmaschinen der Übertragung nicht mehr folgen könnten. Dank der Elektronik!





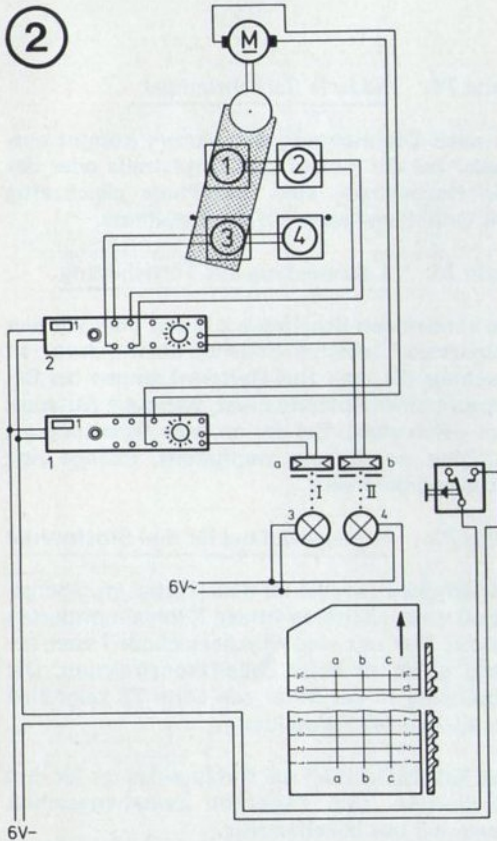
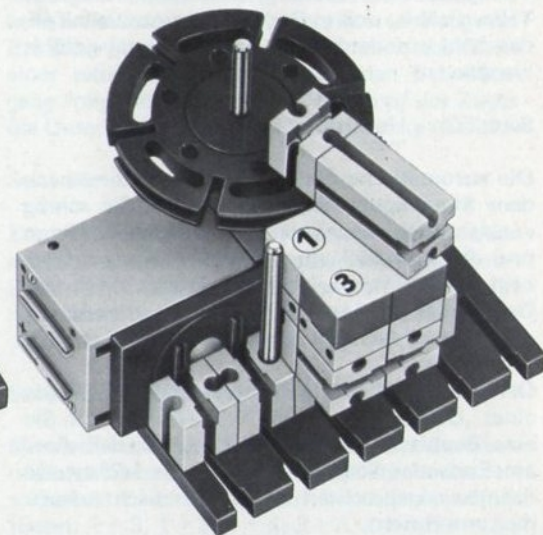
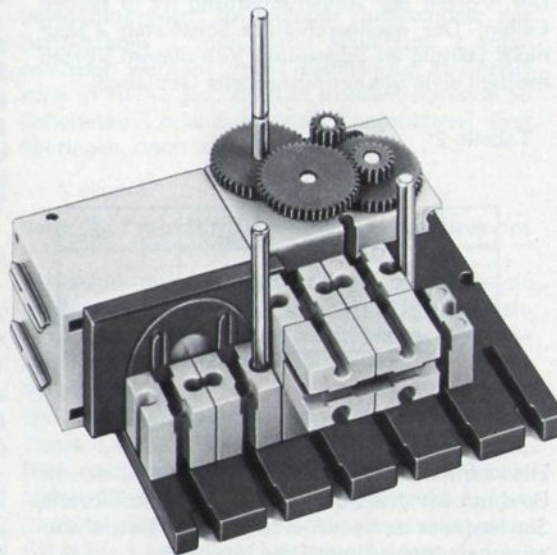


Tabelle 6

Ziffer	Lichtschränke		Polarität an				Lampenschluß an: *
			Stab 1		Stab 2		
			Buchse 2	Buchse 4	Buchse 2	Buchse 4	
1	nicht unterbrochen	unterbrochen	+	-	-	+	12 - 22
2	nicht unterbrochen	nicht unterbr.	+	-	+	-	12 24
3	unterbrochen	unterbrochen	-	+	-	+	14 22
4	unterbrochen	nicht unterbr.	-	+	+	-	14 24

\* 1. Ziffer = Stab-Nr.  
2. Ziffer = Buchsen-Nr.





## BEANTWORTUNG DER FRAGEN

### Seite 34: Transportband mit Stückzähler

Den richtigen Standort der Lichtschranke zeigt Stellung 3. In Stellung 1 werden Teile, die auf dem Band sich überlappen, nur als ein einziges Teil gezählt. In Stellung 2 werden nur große Teile gezählt, und in Stellung 4 könnte ein Teil, das hohl auf dem Band liegt, zweimal gezählt werden.

### Seite 50: Hubtor

Die automatische Steuerung des Hubtores nach dem Startimpuls ist möglich, wenn Sie schräg vor dem Lichtaufnehmer eine Lampe montieren und diese parallel zum Motor schalten. Es genügt dann ein kurzer Lichtimpuls oder ein kurzer Druck auf die Start-Taste, um die Lampe vor dem Fotowiderstand zum Leuchten zu bringen.

Der Motor schaltet sich selbständig am Ende eines „Öffnungs-Zyklus“ wieder aus, wenn Sie eine Bauplatte so am Tor befestigen, daß diese am Ende des Schließvorganges den Lichtstrahl der neu angebrachten Lampe zum Lichtaufnehmer unterbricht.

### Seite 62: Stufenregelung einer Arbeitsplatzbeleuchtung

Der wesentliche Unterschied zwischen der Parallel- und der gewählten Art der Reihenschaltung ist: Bei dieser Reihenschaltung werden drei Lampen benötigt. Es können aber gleichzeitig höchstens zwei davon brennen. Die Bereitstellung einer dritten Lampe erübrigt sich, wenn man einer dritten Lampe erübrigt sich, wenn man Lampe 3 parallel zum Schaltstab 2 schaltet.

Der Vorteil der Reihenschaltung ist in beiden Fällen: Der nachgeschaltete Schaltstab 2 liegt nicht ständig an Spannung! Von diesem Vorteil machen viele Steuerungsmodelle Gebrauch.

Tabelle 2:

Tabelle 2

Stufe	Tageslicht	Spannung an Buchsen		Zusatzlicht durch Lampen
		Stab 1	Stab 2	
1	gut	1-2	–	–
2	mittel	3-4	1-2	Nr. 3
3	schlecht	3-4	3-4	Nr. 4+5

### Seite 70: Geschwindigkeitsmessung

Die Lampe der Lichtschranke I wird an die Buchsen 3 - 4 des Schaltstabes 2 angeschlossen. Sie leuchtet dann nur während der Betriebsbereitschaft und während der Messung.

### Seite 74: Bedarfs-Verkehrsampel

Je nach Drehrichtung des Motors kommt entweder bei der Ampel der Hauptstraße oder der der Nebenstraße eine Gelb-Phase gleichzeitig mit Grün-Phase statt mit der Rot-Phase.

### Seite 76: Lastenaufzug mit Türsicherung

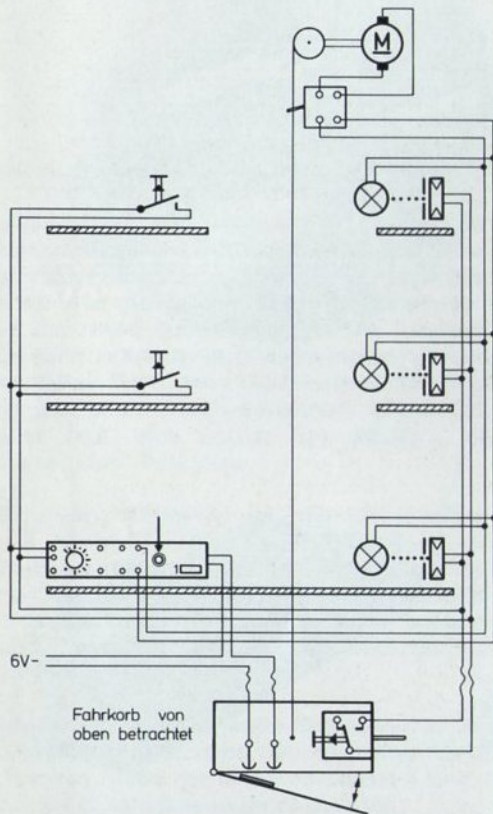
Sie können den Schaltstab 2 hinter oder vor den Schaltstab 1 schalten. Schalten Sie ihn davor, so leuchten die zwei Ruf-Quittier-Lampen bei Betätigung einer Ruftaste nicht, wenn die Aufzugstüre offen steht. Bei der anderen Schaltungsart leuchten sie dagegen wenigstens, solange eine Taste gedrückt wird.

### Seite 78: Personenaufzug für drei Stockwerke

Wir schalten parallel zu dem Taster im Obergeschoß einen weiteren in der Kabine montierten Taster. Wer nur einen fischertechnik-Taster besitzt, greift zu einer Behelfskonstruktion. Die Abbildung in der Mitte von Seite 78 zeigt eine der Einbau-Möglichkeiten.

Das Schaltbild zeigt die Aufzugs-Anlage für drei Stockwerke. Den Taster im Zwischengeschoß bauen wir uns behelfsmäßig.





### Seite 79: Lichtelektronische Torsicherung

Man schaltet die zwei Schaltstäbe hintereinander. Stab 2 liegt also nur dann an Spannung, wenn der zum Stab 1 gehörende Fotowiderstand beleuchtet wird. An welches Buchsenpaar des Schaltstabes 1 muß dann Schaltstab 2 angeschlossen werden? Ist es gleichgültig, ob Sie die zwei in Reihe geschalteten Fotowiderstände an Schaltstab 1 oder Schaltstab 2 anschalten? Erst überlegen, dann ausprobieren!

### Seite 86: Ausfahrtsicherung in einem Bahnhof

Aufgrund der Schaltung führen entweder die Buchsen 1 - 2 des Schaltstabes 1 oder die Buchsen 1 - 2 des Schaltstabes 2 Spannung. Führt das Buchsenpaar 1 - 2 des Schaltstabes 2 Spannung, so leuchtet die untere rote Lampe und die über den Schalter wahlweise vom Beamten bedienbaren Lampen des Signals sind spannungslos. Nur wenn das Buchsenpaar 1 - 2 des Schaltstabes 1 Spannung führt, also die Strecke frei ist, kann der Beamte durch Betätigen des Schalters die grüne Lampe zum Leuchten bringen.

### Seite 86: Blinkanlage für Bahnübergang

Die Schaltung arbeitet nach dem Prinzip der zwei sich gegenseitig beeinflussenden Schalter. An das Buchsenpaar 1 - 2 des Schaltstabes 1 wird eine weiße und an das Buchsenpaar 1 - 2 des Schaltstabes 2 eine rote Lampe angeschlossen. Zur Erzielung eines Blink-Effektes unterbrechen wir die Leitungen im Rhythmus eines motorgetriebenen Unterbrechers.

Wir müssen darauf achten, daß die das rote Blinklicht ausschaltende Lichtschranke so weit vom Bahnübergang entfernt ist, daß auch das Ende einer sehr langen Zug-Garnitur den Bahnübergang freigegeben hat, bevor der Kopf des Zuges die Unterbrechung dieser Lichtschranke bewirkt.

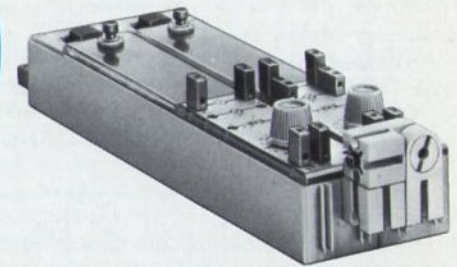
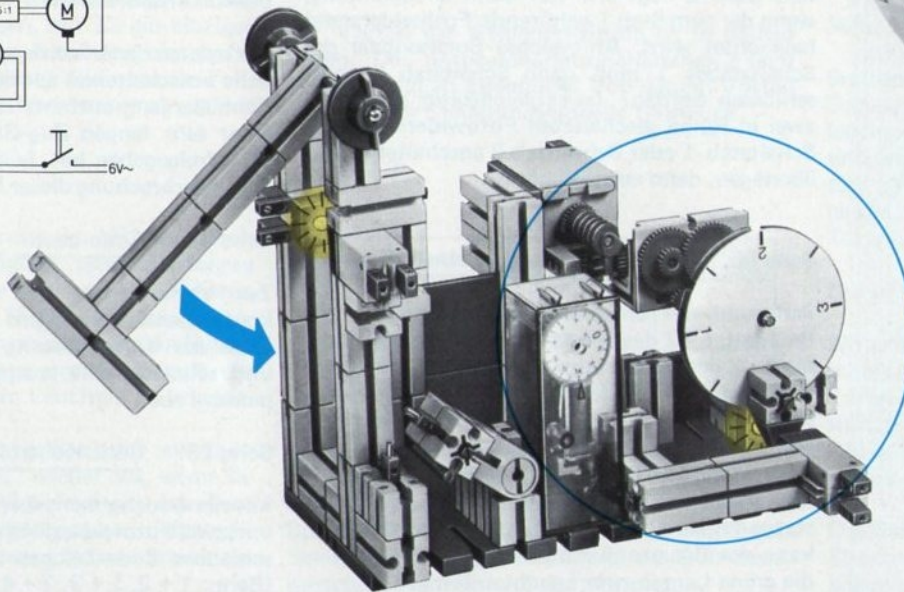
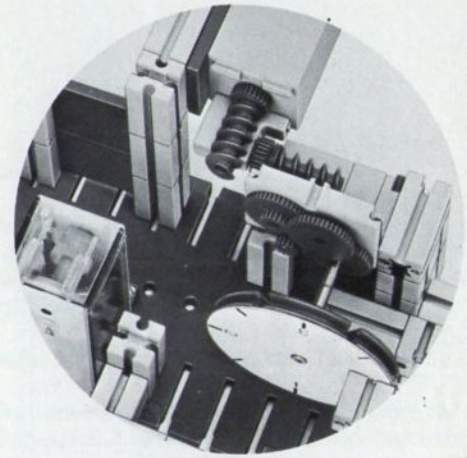
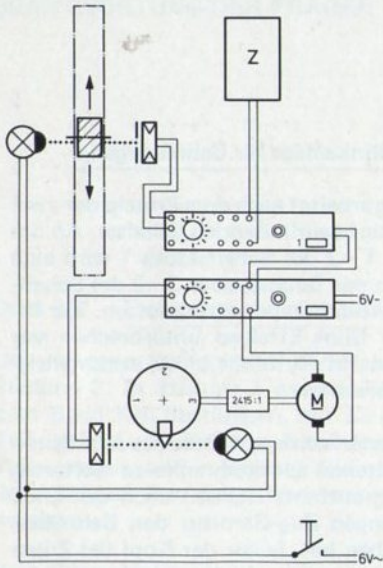
### Seite 96: Code-Leser

Zur Verhinderung des seitenverkehrten oder kopfstehenden Einlegens setzen wir am unteren Ende der Kartenführung einen Winkelstein ein und schneiden die entsprechende Karten-Ecke passend ab!

### Seite 98: Code-Kontrolle

Mit vier Codebahnen, aber nur zwei Schaltstäben und zwei Fotowiderständen kann man sechs verschiedene Code-Zeichen auf Richtigkeit prüfen. (Bahn: 1 + 2, 1 + 3, 1 + 4, 2 + 3, 2 + 4, 3 + 4.)

Lösung zu Seite 79



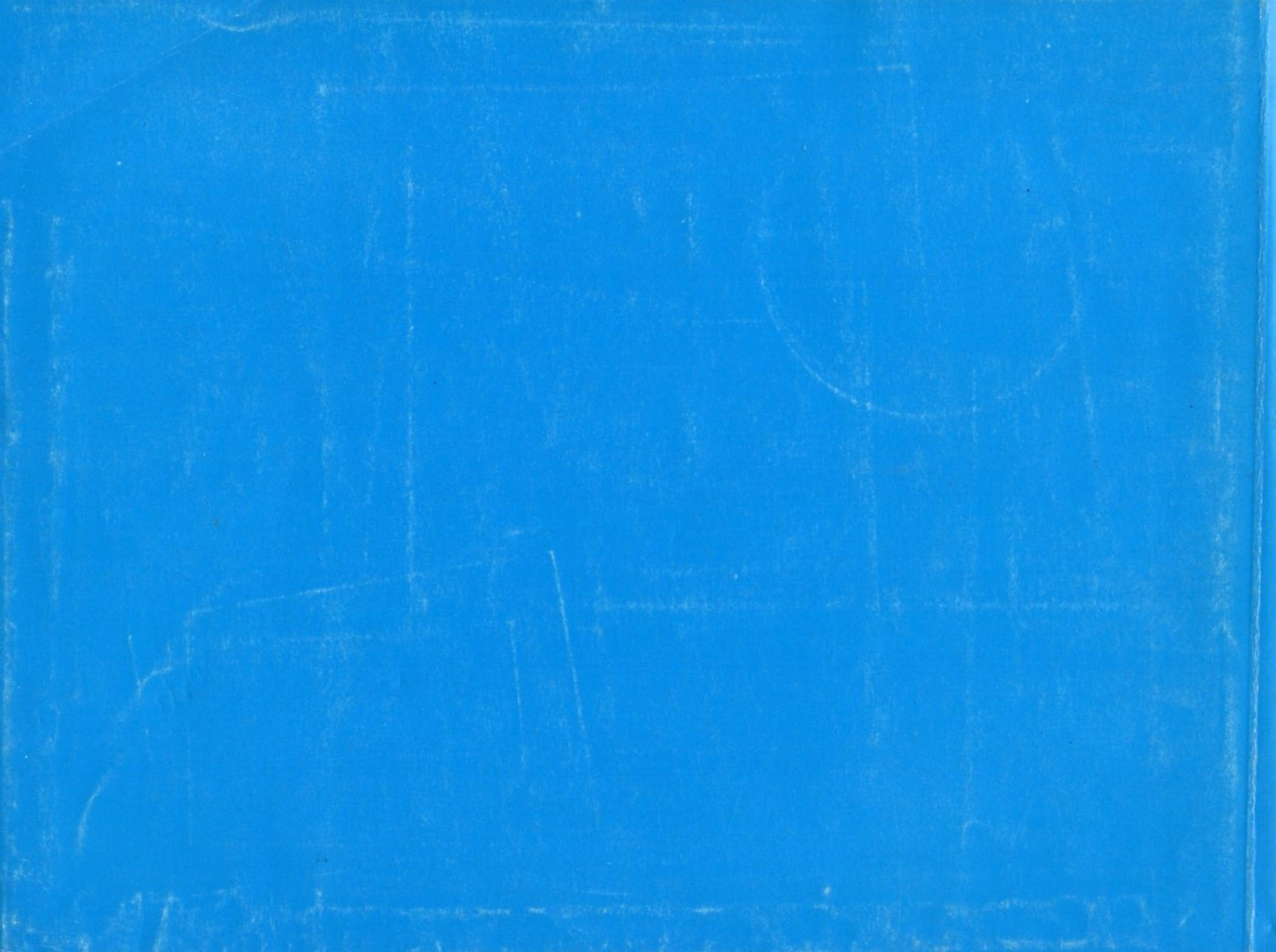


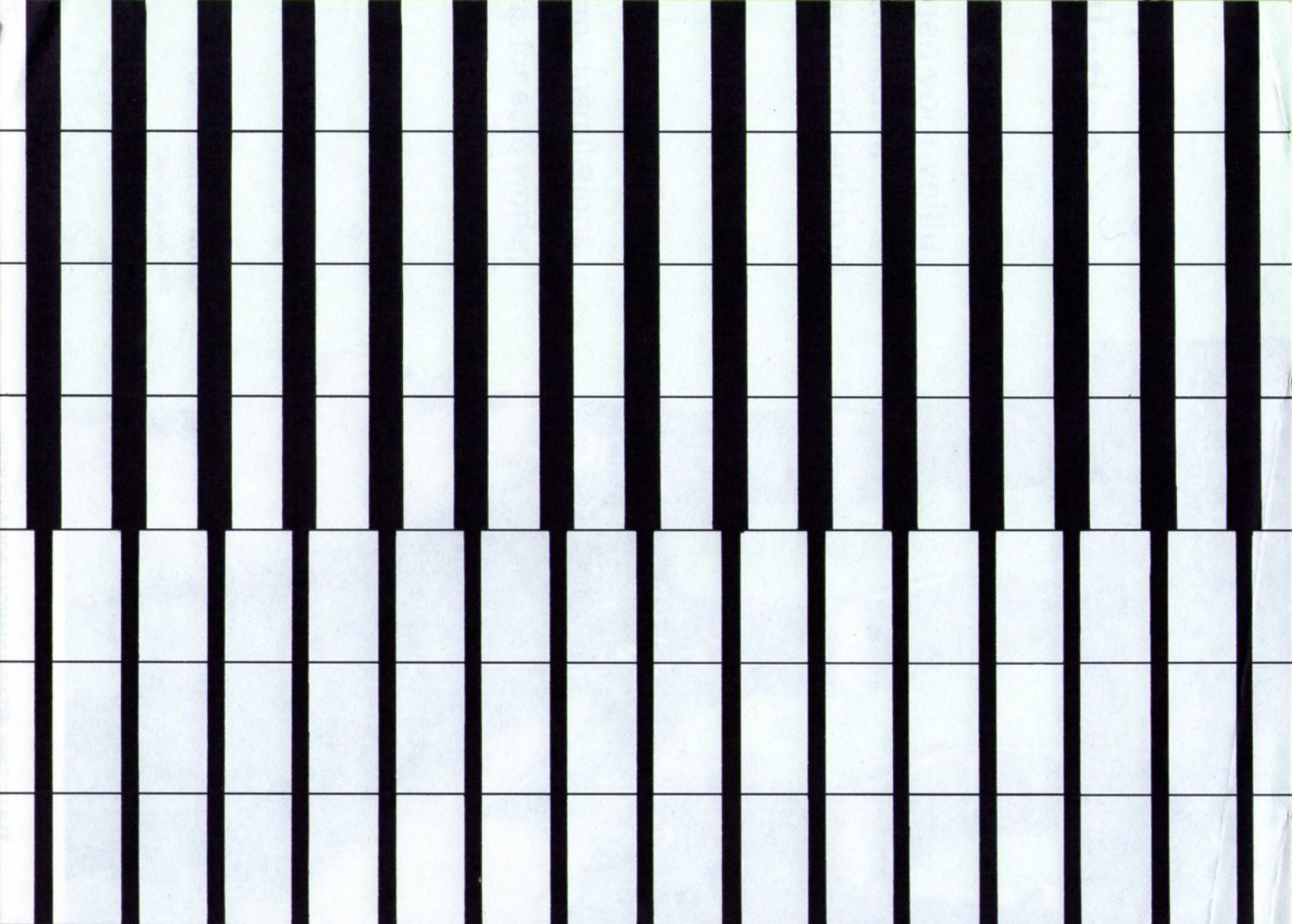


## STÜCKLISTE LICHELEKTRONIK-BAUKÄSTEN

Artikel-Nr.	Bezeichnung:	Stückzahl		Artikel-Nr.	Bezeichnung:	Stückzahl	
		l-e 1	l-e 2			l-e 1	l-e 2
31 360	Elektronik-Schaltstab · 6 – 10 Volt $\approx$	1	1	31 316	Leuchtsteinkappe, rot	1	1
31 361	Lichtaufnehmer mit Schutzwiderstand	2	1	31 317	Leuchtsteinkappe, gelb	1	1
31 362	Störlicht-Kappe, schwarz, mit Bohrung	2	1	31 318	Leuchtsteinkappe, grün	1	1
31 363	Störlicht-Tubus mit Klappe	2	-	31 321	Leuchtsteinkappe für Linsenlampe, rot	1	1
31 364	Elektromechanisches Zählwerk, 5 – 10 V – 100 $\Omega$	1	-	31 378	Kassette mit:	1	-
31 365	Linse Nr. 1, f = 35 mm	1	-	31 379	Kabel mit Stecker, 300 mm lang, grün	3	2
31 366	Linse Nr. 2, f = 70 mm	1	-	31 380	Kabel mit Stecker, 300 mm lang, rot	3	2
31 367	Linse Nr. 3, f = 140 mm	1	-	31 042	Doppelkabel mit Stecker, 1,0 m lang	1	-
31 368	Planspiegel, 15 x 30 mm	2	-	31 381	Kabel ohne Stecker, 3.000 mm lang	1	1
31 369	Hohlspiegel, r = 400 mm	1	-	31 357	Doppelkabel ohne Stecker, 1,5 m lang	1	-
31 370	Spiegelband, 100 x 15 mm, flexibel	1	-	31 336	Stecker, lose, grün	4	4
31 371	Lochblende	1	-	31 337	Stecker, lose, rot	4	4
31 372	Schlitzblende	1	-	31 008	Gelenkstein mit 2 schwarzen Zapfen	1	-
31 373	Kreuzschlitzblende	1	-	31 009	Gelenkstein mit 1 schw. und roten Zapfen	2	-
31 374	Lichtleitstab, gerade	2	-	31 005	Baustein 15	4	-
31 375	Lichtleitstab, gebogen	1	-	31 059	Baustein 15 R mit runden Zapfen	4	-
31 376	Zentrierplatte	1	-	31 382	Modell-Bauanleitung l-e 1	1	-
31 377	Achse, 360 mm	2	-	31 383	Experimentieranleitung l-e 1	-	-
35 782	Fischer-Dübel P 3	-	1	31 690	Anleitungsbuch l-e 2	-	1
35 783	Schraube	-	1	30 073	e-m 3 Taster + Schalter		
31 313	Leuchtstein, ohne Lampe und Kappe	3	3	30 074	e-m 4 Leuchtsteine		
31 314	Kugellampe, Sockel E 5,5; 6 V, 100 mA	2	3	30 075	e-m 5 Relais		
31 315	Linsenlampe, Sockel E 5,5; 6 V, 100 mA	2	2	30 083	l-e 3 Voltmeter		











1

2

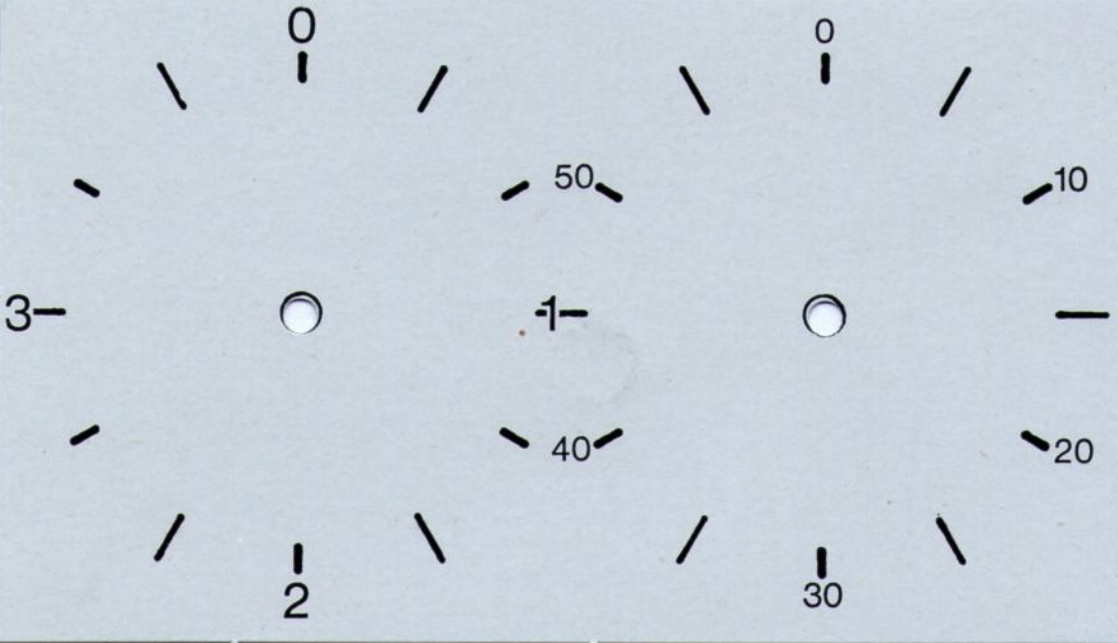


3

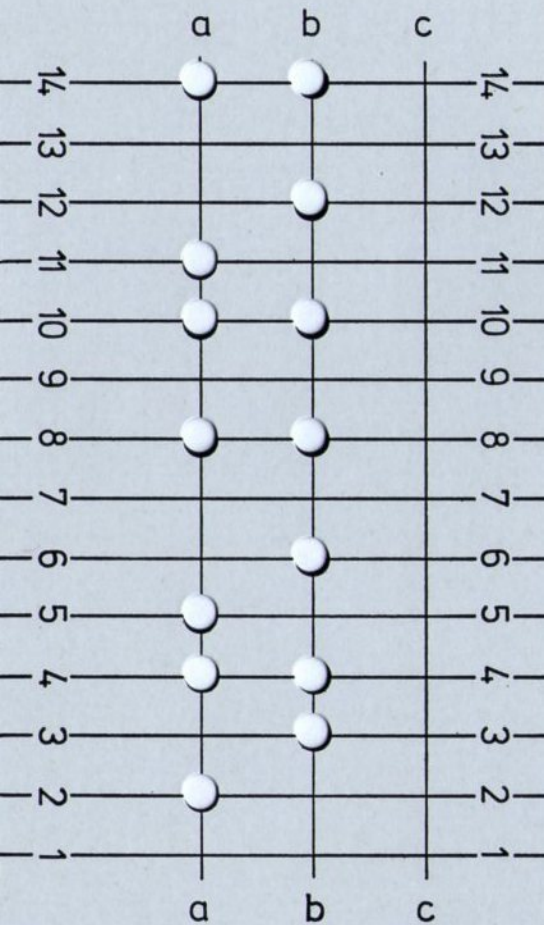
4



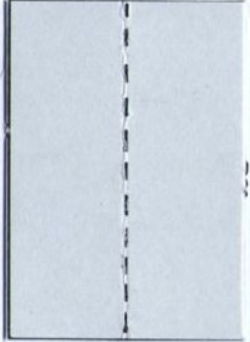


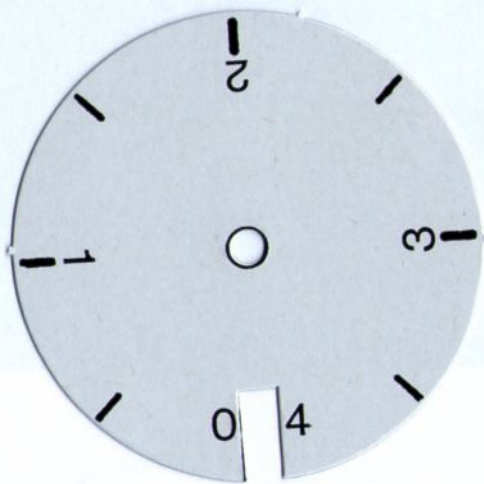


# Lochkarte 2

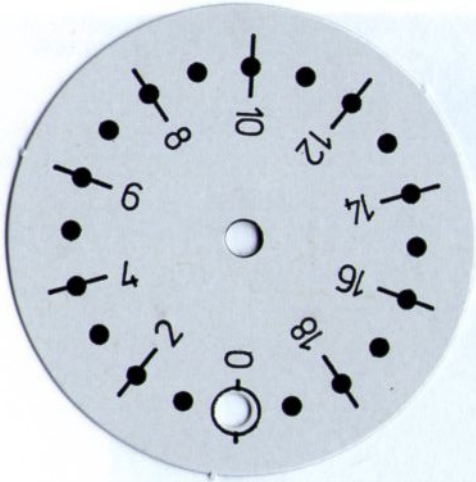












0

2

4

6

8

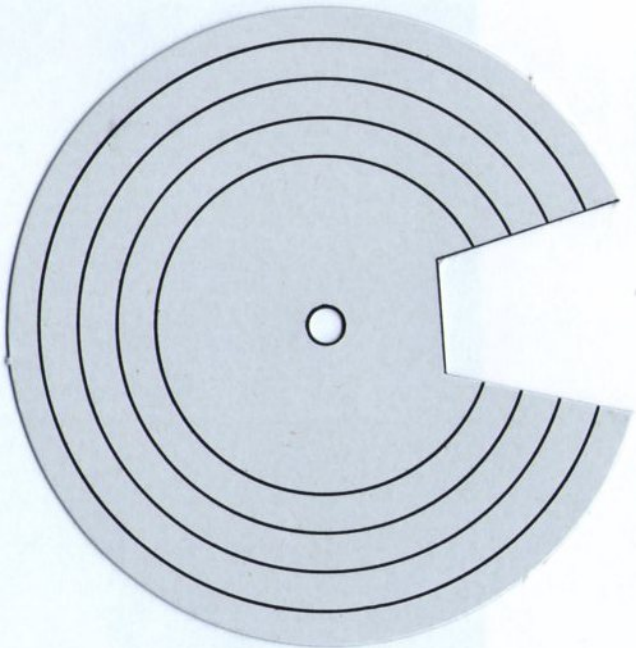
10

12

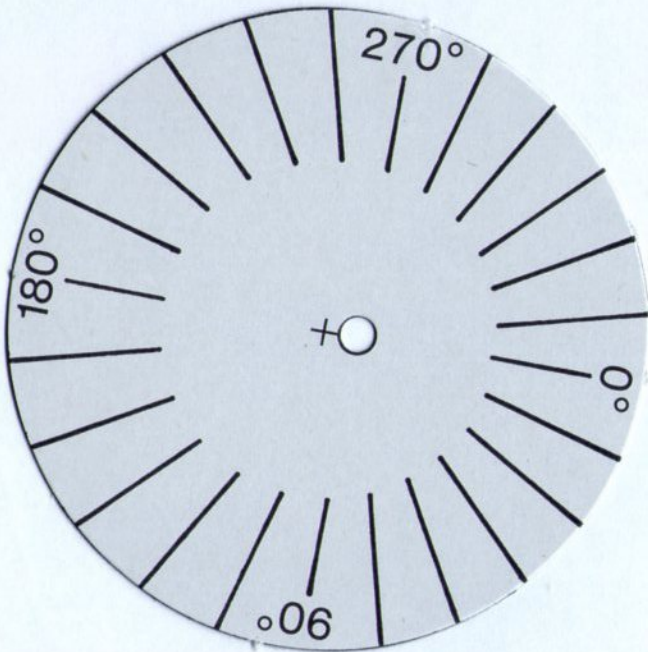
14

16

18







270°

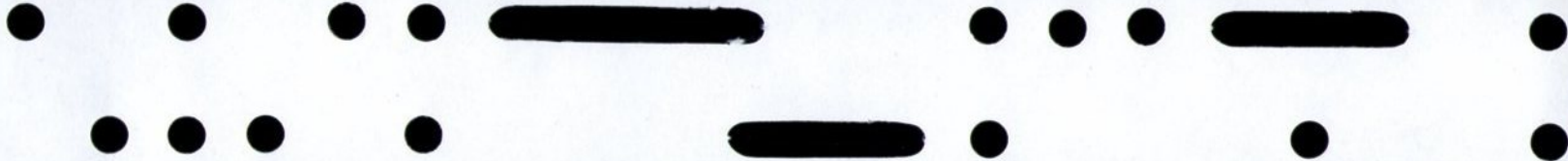
180°

0.0

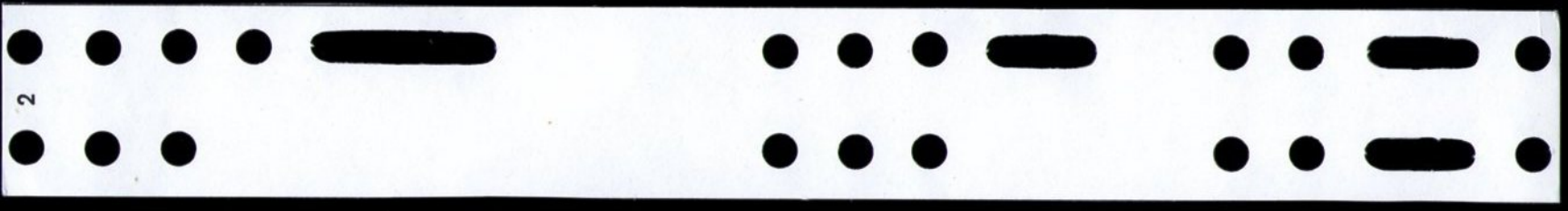
0.06



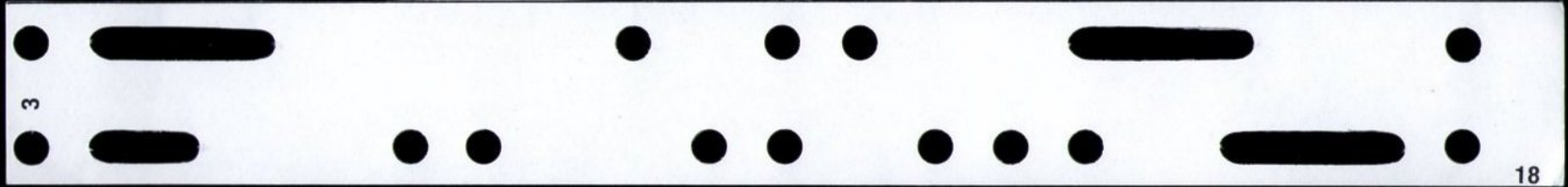
1







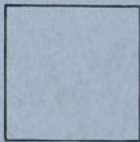
2



3

18





II

I







II



I











