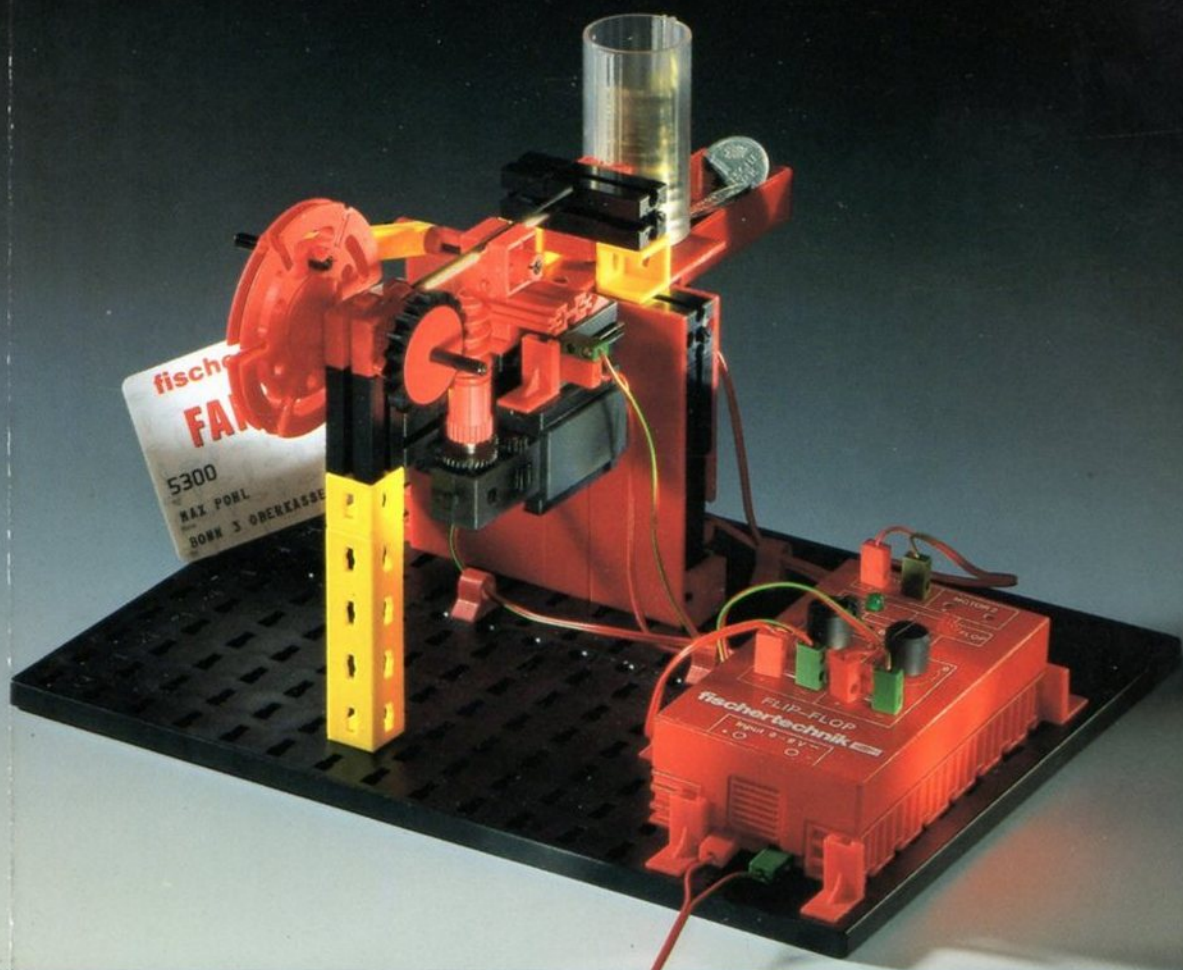


EXPERIMENTIERBUCH

PROFI SENSORIC



fischertechnik® 

INSORIG

INSORIG

Experimentierbuch

PROFI SENSORIC

fischer technik 

Pflaum Verlag München

ISBN 3-7905-0623-0

Copyright 1991 by Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG, München · Bad Kissingen · Baden-Baden · Berlin · Düsseldorf · Heidelberg

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

© für die Abbildungen fischerwerke Arthur Fischer GmbH & Co. KG, Tümlingen

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Satz und Aufbindung: Pustet, Regensburg

Druck: Pflaum Verlag München

Inhalt

Sensoren	7
Bevor Du anfängst	8
Kabel mit Steckern versehen	8
Stromversorgung	9
Montage des Alarmsummers	9
Ein wenig Elektronik	11
Der Strom fließt im Kreis	11
Elektronik „nach Fahrplan“	12
Bauteilebeschreibung	16
Erste Versuche mit dem Flip-Flop	17
Flip und Flop per Taster	18
Flip-Flop mit Lichtsensor	19
Wie funktioniert?	20
Aufbau der Modelle	21
Händetrockner	23
Geldautomat	29
Eierkühlmaschine	37
Schatztruhe als Tresor	43
Presse oder Stempelmaschine	49
Sortierband	55
Reaktionsspiel	61
Dosieranlage	67
Garageneinfahrt mit Schranke	73
Bonbonautomat	79
Stückliste	85

Sensoren . . .

... unter diesem Begriff findest Du im Lexikon eine ganze Reihe von Erklärungen: Meßwandler, Meßwertgeber, Signalgeber, ... – ganz allgemein versteht man in der Technik darunter ein Bauelement, das z.B. Temperatur, Helligkeit oder Magnetismus in elektrischen Strom umwandelt. Der Techniker sagt dazu: Eine physikalische Größe wird in eine elektrische Größe umgesetzt.

Viele solcher Sensoren (zu deutsch „Fühler“) kennt man schon seit vielen Jahren. Durch die Fortschritte der Automatisierung und der Computertechnik sind in der heutigen Zeit Sensoren sehr wichtige Bauelemente: ein Industrie-Roboter, der Autokarosserien zusammenschweißt, kann ohne Tastsensoren nicht gesteuert werden. Aber auch zu Hause findest Du Sensoren, die sich allerdings in den Geräten „verstecken“. In der Waschmaschine gibt es Sensoren, die den Wasserstand in der Trommel oder die Wassertemperatur messen. Auch moderne Elektroherde besitzen Temperatursensoren, die verhindern, daß die Herdplatte zu heiß wird. Ohne Sensoren kommt man in fast keinem Bereich der Technik mehr aus.

Dieser fischertechnik-Baukasten verwendet verschiedene elektrische Sensoren: NTC-Widerstand als Wärmesensor, Fototransistor als Lichtsensor und Reedkontakt als Magnetsensor und natürlich Taster als „Bediener-Sensoren“ (die einzelnen Sensoren werden weiter hinten noch genauer vorgestellt). Die verschiedenen Modelle vermitteln Dir dann einen Eindruck von den vielfältigen Anwendungsbereichen für Sensoren – und die Modelle haben erstaunliche Fähigkeiten.

Um mit den Sensoren Motoren und Lämpchen zu schalten, braucht man etwas Elektronik: den Flip-Flop-Baustein, der die Signale der Sensoren verstärkt und die Motoren oder Lämpchen schaltet. Mehr über die einzelnen Sensoren und das Flip-Flop erfährst Du auf den folgenden Seiten. Diese Seiten solltest Du sorgfältig durchlesen, damit beim ersten Modell auch alles gleich richtig funktioniert.

Bevor Du anfängst

Danach werden die Enden der zweiadrigen Kabel mit der Schere ca. 3 cm vorsichtig aufgetrennt (**Bild 2**). Die Enden der Kabel müssen abisoliert werden. Dazu wird die Isolierung ca. 4 mm vom Ende mit dem Taschenmesser vorsichtig rundherum eingeschnitten. Achte dabei darauf, daß nur die Isolierung eingeschnitten wird und die feinen Kupferadern des Kabels nicht verletzt werden.

... noch ein paar wichtige „Kleinigkeiten“ und Tips, die Du vor dem Aufbauen der Modelle unbedingt durchlesen solltest.

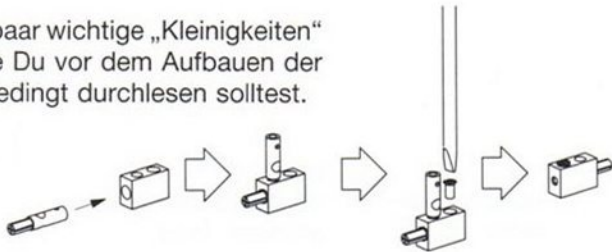


Bild 1



Bild 2

Kabel mit Steckern versehen

Zunächst bereitest Du die Stecker vor, wie es in **Bild 1** gezeigt ist. Für die Verbindung von Motoren, Lampen, Sensoren und Stromversorgung werden verschiedene lange Kabel gebraucht. Dazu schneidest Du vom zweiadrigen Kabel im Baukasten sechs Teile ab

- 4 Stücke 30 cm lang
- 2 Stücke 40 cm lang

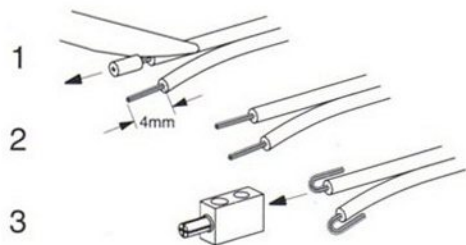


Bild 3

Bild 4



Danach werden die Kupferdrähtchen nach hinten über die Isolierung gebogen und an jedes Ende ein Stecker montiert. Dazu wird die Schraube des Steckers gelöst und das Kabelende eingeschoben. Nun die Schraube sanft anziehen, damit die Isolierung nicht zu stark gequetscht wird (**Bild 3**).

Bei einigen Schaltungen ist die Polung der Bauteile wichtig, es ist also nicht immer egal, wie herum ein Bauteil angeschlossen wird. Damit es später beim Anschluß keine Verwechslung gibt, enthält der Baukasten rote und grüne Stecker, und wir legen jetzt gleich fest (**Bild 4**)

- Roter Stecker = (+)
- Grüner Stecker = (-)

An eine Kabelader kommen also an beide Enden Stecker mit der gleichen Farbe – an die eine Ader grüne und an die andere Ader rote.

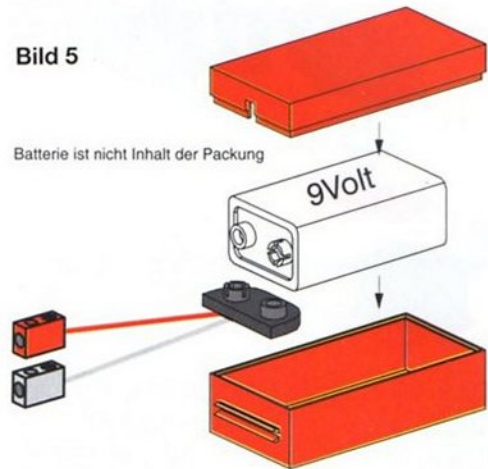
Stromversorgung

Die Stromversorgung der Modelle erfolgt über den Batteriehalter und eine 9-Volt-Batterie (**Bild 5**), oder durch das Netzgerät Art. Nr. 30180 (**Bild 6**). Es besitzt zwei Buchsenpaare (also insgesamt vier Buchsen), die mit (+) und (-) beschriftet sind. Die beiden Plusbuchsen und die beiden Minusbuchsen sind im Netzteil miteinander verbunden; es spielt also keine Rolle, welche der beiden Buchsen Du verwendest. Der richtige Anschluß des Netzteils spielt eine wichtige Rolle; bei falscher Polung funktioniert das Modell nicht, und es können sogar Bauteile beschädigt werden.

Montage des Alarmsummers

Bevor Du ihn verwenden kannst, muß der Summer auf eine Bauplatte 15 x 30 geklebt werden. Dazu liegt ein Klebepunkt

Bild 5



Achte auf ausgelaufene Batterien! Bei längeren Betriebspausen empfiehlt es sich, sie aus dem Batteriegehäuse zu entfernen und dem Sondermüll zuzuführen.

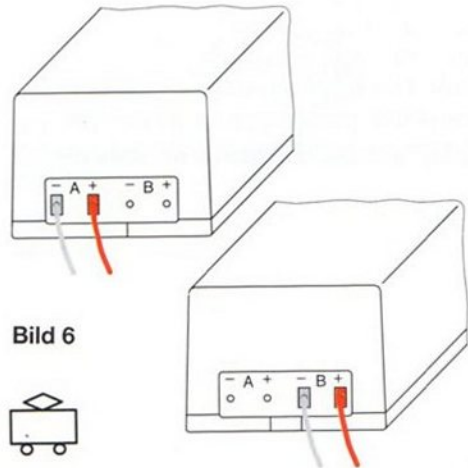
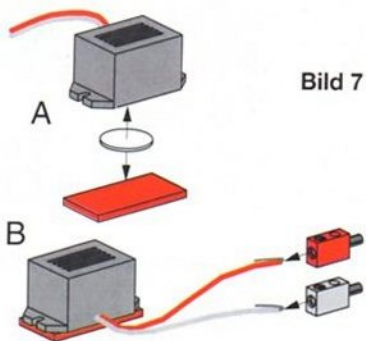


Bild 6

Wir weisen darauf hin, daß das Netzgerät regelmäßig auf mögliche Gefahren zu untersuchen ist, wie z. B. Schäden an der Leitung, am Stecker, am Gehäuse oder an anderen Teilen und daß, falls derartige Schäden festgestellt werden, das Spielzeug nicht weiter benutzt werden darf, bis der Schaden ordnungsgemäß behoben ist.

bei, der auf beiden Seiten mit einer Klebeschicht versehen ist. Zuerst ziehst Du das Schutzpapier auf einer Seite des Punktes ab, klebst ihn auf die Unterseite des Summers und drückst ihn gut fest.

Bevor Du anfängst



Dann wird das verbliebene Schutzpapier abgezogen und der Summer auf die Bauplatte geklebt (**Bild 7**). An die Kabelenden gehört je ein roter und grüner Stecker (rotes Kabel = (+)).

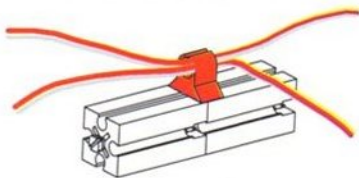


Bild 8 Reedkontakthalter als Kabelclips

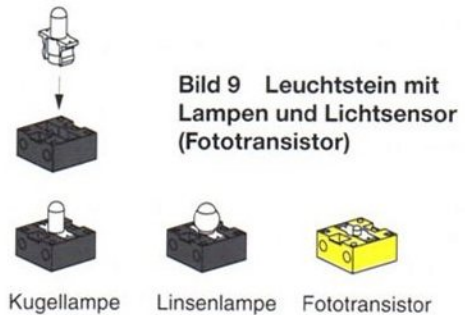
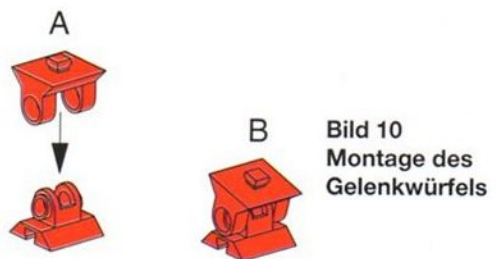


Bild 8 zeigt Dir, daß der Reedkontakthalter auch zum Bündeln von Kabeln gut geeignet ist und **Bild 9**, wie Du die Leuchtsteine zusammensetzen kannst.



Ein wenig Elektrotechnik

Der Strom fließt im Kreis

Nicht alle Stoffe leiten den Strom gleich gut. Besonders gut fließt er durch Metalle, wie z. B. die dünnen Kupferleitungen, die beim fischertechnik-Baukasten verwendet werden. Aber auch Messing, Eisen, Blei, Zinn oder die fischertechnik-Metallachsen sind gute Leiter. Berühren sich zwei Leiter, kann der Strom auch über die Kontaktstelle fließen (wir nutzen das z. B. bei Steckern und Buchsen aus). Übrigens leitet auch Wasser den Strom, wenn auch nicht ganz so gut. Deshalb müssen elektrische Geräte und Schaltungen immer trocken gehalten werden.

Andere Stoffe leiten den Strom schlecht oder gar nicht. Darum werden auch die Kupferadern der Kabel gegen zufällige Berührung durch Kunststoff geschützt, denn der Kunststoff ist ein ausgesprochener Nichtleiter oder Isolator. Auch Luft, Glas, trockenes Holz und die meisten nichtmetallischen Stoffe sind Nichtleiter.

Für den Betrieb von elektrischen Verbrauchern (Lampen, Elektro-Magnete, Motoren) braucht man eine Stromquelle, z. B. eine Batterie oder ein Netzteil. Die Stromquelle kann man sich wie eine Wasserpumpe vorstellen, die den Strom durch die Leitungen und Verbraucher drückt. Wie bei der Pumpe vom Aquarium ist ein geschlossener Kreislauf nötig, damit der Strom fließen kann (**Bild 11**). Der Strom fließt über die „Hinleitung“ zum Verbraucher und über die „Rückleitung“ wieder zum Netzteil. Wird der Stromkreis an irgendeiner Stelle unterbrochen, kann kein Strom mehr fließen.

So wie die Pumpe, je nach Leistungsfähigkeit, einen bestimmten Wasserdruck erzeugen kann, liefern die verschiedenen Stromquellen eine bestimmte Spannung (die in Volt gemessen wird). Das Netzteil liefert z. B. 8 Volt, aus der Steckdose kommen 220 Volt und für spezielle Zwecke sogar 380 Volt. Ab einer bestimmten Höhe (etwa 50–60 Volt) wird die Spannung für den Menschen lebens-

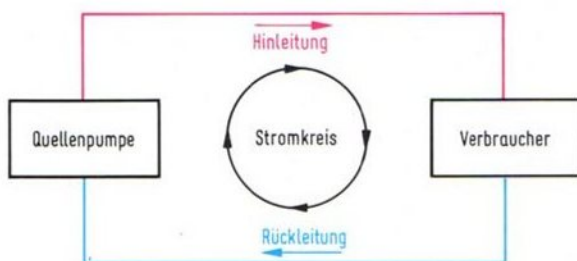


Bild 11

gefährlich. Die Bausteine aus dem fischertechnik-Baukasten arbeiten mit einer ungefährlichen Spannung von 6–9 Volt; sie dürfen auch nicht mit einer höheren Spannung betrieben werden, da sie sonst zerstört werden. Jetzt ist auch klar, wozu das Netzteil dient: Es macht aus den 220 Volt der Steckdose die passende und ungefährliche Spannung für die fischertechnik-Modelle.

Jeder Verbraucher benötigt einen bestimmten elektrischen Strom – so wie durch eine Leitung Wasser strömt. Und genauso, wie ein Wasserhahn dem Wasser einen Widerstand entgegensetzt, bildet auch der Verbraucher einen Widerstand für den elektrischen Strom. Je kleiner der Widerstand des Verbrauchers ist, desto größer wird der Strom und umgekehrt. Die Stärke des Stroms wird in der Elektrotechnik in „Ampere“ (abgekürzt „A“) angegeben, z. B. findest Du auf den Sicherungsautomaten in Deiner Wohnung meist die Angabe „10 A“ oder „16 A“. Das fischertechnik-Netzteil liefert bis zu 1,5 A Strom. Später beim Flip-Flop wirst Du Bauteile kennenlernen, deren Widerstand einstellbar ist: sogenannte Stellwiderstände oder Potentiometer, wie sie der Techniker nennt. Auch einige der Sensoren verhalten sich wie veränderliche Widerstände, z.B: der Temperatursensor.

Wenn eine Schaltung einmal nicht funktioniert, solltest Du daher erst alle Kontaktstellen überprüfen, z.B. locker sitzende Stecker oder lose Kabelanschlüsse in den Steckern. Auch wenn oft zu fest an einem Kabel gezogen wird, kann die Kupferseele brechen oder reißen. Das führt dann zu einem heimtückischen „Wackelkontakt“, bei dem es nur manchmal zu Störungen kommt – die sich aber umso schwerer finden lassen.

Elektrotechnik „nach Fahrplan“

So wie man einen Stadtplan braucht, um sich in einer fremden Stadt zurechtzufinden, so geht es auch bei der Elektronik nicht ohne „Schaltplan“. Und so, wie man beim Stadtplan kein Foto aus der Vogelschau mit Häusern und Bäumen zeigt (was den Plan nur unübersichtlich machen würde), zeigt man beim Schaltplan keine realen Abbildungen von Kabeln, Lampen, Tastern und Motoren. Die einzelnen Bauteile werden vielmehr durch einfache Symbole dargestellt und die Verbindungskabel durch Linien zwischen den Bauteilen. Damit man erkennt, ob zwei Kabel elektrisch verbunden sind, setzt man einen kräftigen Punkt auf die Verbindungen. Bei einer Linienkreuzung ohne Punkt gibt es auch keine elektrische Verbindung.

Ganz so weit wie die Ingenieure müssen wir die Vereinfachung des Schaltplans aber nicht treiben. Bei den fischertechnik-Schaltungen wirst Du immer noch auf einen Blick erkennen können, um welches Bauteil es sich handelt.

Die Stückliste im Anhang zeigt die verwendeten fischertechnik-Schaltsymbole.

Die Taster besitzen drei Anschlüsse: der mittlere Anschluß (1) ist beweglich und bildet im nicht betätigten Zustand eine Verbindung mit dem unteren Anschluß (2), der deshalb Ruhekontakt heißt. Wird der Taster gedrückt, springt der Kontakt um, und es ergibt sich eine Verbindung zwischen dem Mittenanschluß (1) und dem oberen Anschluß (3), dem Arbeitskontakt (**Bild 12**).

Der Leuchtstein besteht aus einem Kunststoffsockel mit zwei Röhrchen, zwischen denen die Lampe eingesteckt wird. Du kannst die Stromversorgung also auf einer Seite oder auf beiden Sei-



Bild 12

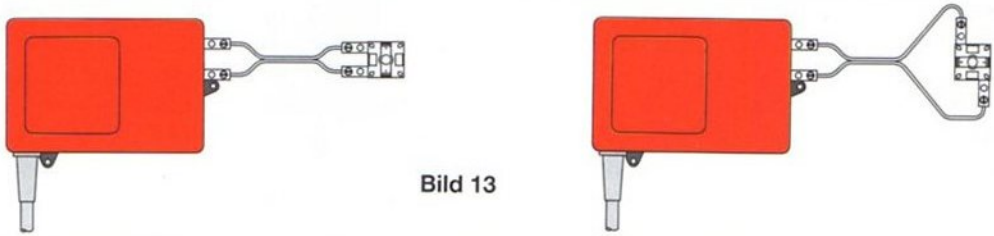


Bild 13

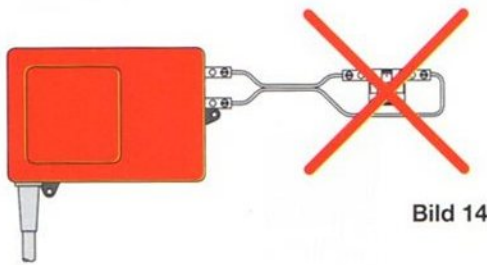


Bild 14

Bei den Motoren gibt es noch eine Besonderheit. Bei einer Lampe spielt es keine Rolle, „wie herum“ der Anschluß erfolgt; bei geschlossenem Stromkreis leuchtet die Lampe. Beim Motor hängt die Drehrichtung von der Polarität des Anschlusses ab, also wo (+) und (-) angeschlossen werden. Das kann man mit dem Netzteil und einem Motor ganz einfach testen. Der Motor wird ans Netzteil

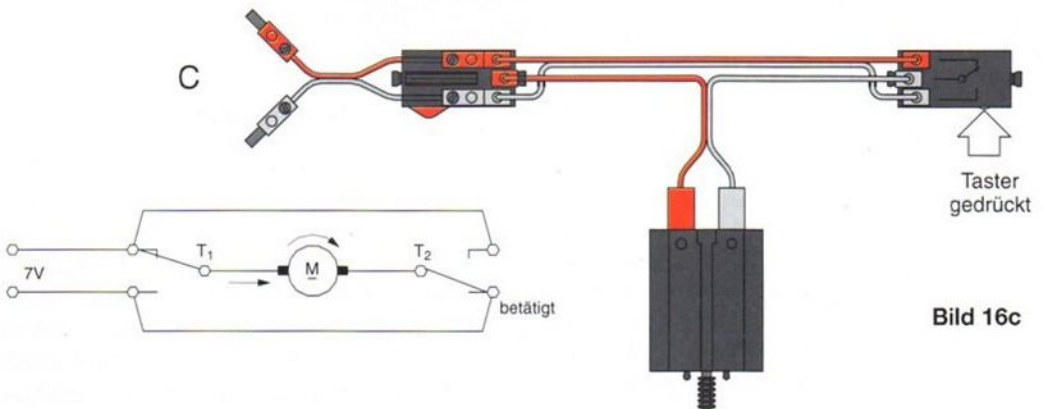
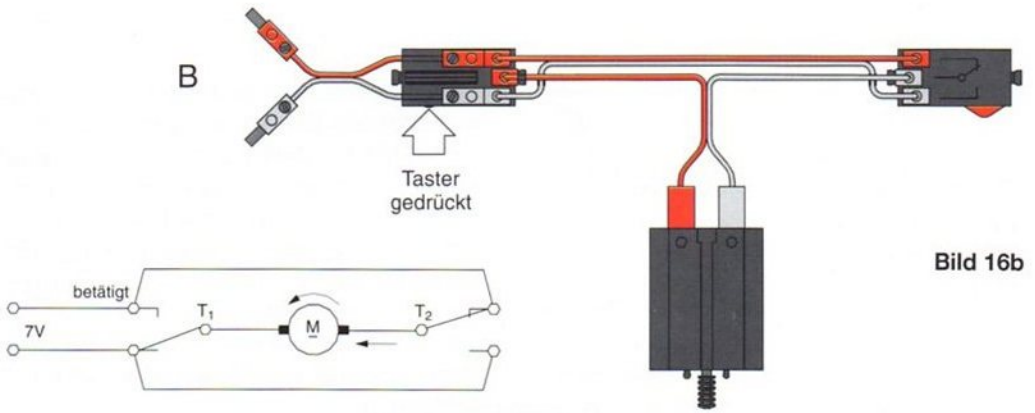
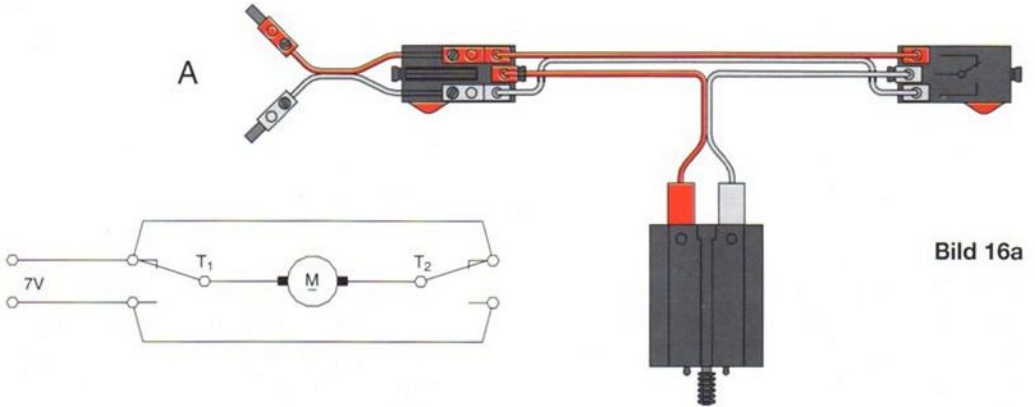


Bild 15

ten anschließen (Bild 13). Wenn aber beide Stecker vom Netzteil an das gleiche Röhrchen angeschlossen werden gibt es einen Kurzschluß (Bild 14)! Da die Röhrchen wie Buchsenverbinder funktionieren, kannst Du beim Anschluß von zwei Lampen Kabel sparen, wenn die Verbindung wie in Bild 15 unten erfolgt.

angeschlossen. Er dreht dann in eine Richtung. Wenn Du die Anschlüsse am Motor vertauschst, dreht er in die entgegengesetzte Richtung. Wenn ein Motor in die falsche Richtung dreht, brauchst Du nur die Anschlußstecker zu vertauschen.

Mit dem Motor kannst Du gleich noch ein kleines Experiment durchführen, das



Dich mit der Schaltungstechnik etwas vertrauter macht: die Motorsteuerung mit zwei Drehrichtungen. Das Umstecken der Anschlüsse kehrt die Drehrichtung um. Aber das ist doch recht umständlich. Viel praktischer ist da die Schaltung von **Bild 16**. Für den Aufbau brauchst Du das Netzteil, zwei Taster und einen Motor. Die Bauteile werden so verbunden, wie es ganz oben (**Bild 16a**) zu sehen ist. Zusätzlich zu dem Verdrahtungsplan, wie er in diesem Experimentierbuch dargestellt wird, ist noch gezeigt, wie ein Techniker den Plan zeichnet.

Wenn nach dem Einstecken des Netzteils der Motor gleich läuft, ist ein Taster ver-

kehrt angeschlossen – dann bitte umpolen, denn bei beiden Tastern in Ruhelage soll der Motor still stehen.

Wird der linke Taster betätigt (im mittleren **Bild 16b**), fließt der Strom von rechts nach links, und der Motor dreht in der einen Richtung. Wenn Du dagegen den rechten Taster betätigst (unten, **Bild 16c**), fließt der Strom nach rechts, und der Motor dreht in entgegengesetzter Richtung. Wenn beide Taster gedrückt sind, bleibt der Motor wieder stehen, da nun der Stromkreis nicht mehr geschlossen ist. Mit dieser Wechselschaltung kannst Du dann z. B. einen Kran steuern.

Bauteile- beschreibung

- 1. Motor** Gleichspannungs-Elektromotor
Betrieb mit Gleichspannung direkt aus dem Netzteil (6–9 Volt).
 - 2. Getriebe** Untersetzungsgetriebe 65:1
Ohne das Getriebe würden die Modelle viel zu schnell laufen, und der Motor hätte auch nicht genügend Kraft.
 - 3. Wärmesensor** NTC-Widerstand
Dieser Widerstand verändert seinen Wert mit der Temperatur. Er wird kleiner, wenn die Temperatur steigt – er leitet den Strom besser, wenn die Umgebung heiß ist, deshalb wird er auch „Heißleiter“ genannt. Techniker sagen dazu: „Der Widerstand hat einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC ist die Abkürzung für diesen technischen Begriff). Widerstand 60 kΩ bei 20 °C.
 - 4. Lichtsensor** Fototransistor
Der Fototransistor leitet den Strom umso besser, je heller es ist. Er ist das einzige Bauelement, bei dem auf die richtige Polung geachtet werden muß. Der Fototransistor darf auch nur an den Eingang des Flip-Flop angeschlossen werden, da er den starken Strom von Motoren oder Lampen nicht aufbringen kann. Maximale Spannung: 12 Volt.
 - 5. Magnetsensor** Reedkontakt
Der Reedkontakt ist ein Röhrchen, in dem sich ein magnetempfindlicher Schalter befindet. Bringt man einen Magneten nahe genug an den Reedkontakt, schließt der Schalter. Maximale Spannung: 12 Volt.
 - 6. Taster** Mit dem Taster können Schaltfunktionen von Hand ausgelöst werden. Der Taster besitzt einen Umschaltkontakt.
 - 7. Summer** Gleichstromsummer, maximale Spannung 12 Volt.
 - 8. Flip-Flop** Elektronischer Umschalter mit Verstärker
Das Flip-Flop enthält zwei Eingangsverstärker für die Sensoren, einen elektronischen Umschalter und ein Relais (das ist ein elektrisch gesteuerter Umschalter) für den Anschluß von Lampen und Motoren. Im Kapitel „Erste Versuche mit dem Flip-Flop“ erfährst Du mehr darüber.
- Hinweis:** Alle elektrischen Bauteile dürfen nur mit den fischertechnik-Stromversorgungen (Netzteil, Batterien) betrieben werden, damit sie nicht durch eine zu hohe Betriebsspannung zerstört werden.

Erste Versuche mit dem Flip-Flop

Das Flip-Flop ist der wichtigste Baustein in diesem fischertechnik-Baukasten, denn es sind gleich mehrere elektronische Funktionen eingebaut. Weil sich aber die gesamte Elektronik in einem Baustein befindet, sind dann die Schaltungen für die Modelle umso einfacher.

Für die folgenden Versuche baust Du erst einmal die Schaltung in **Bild 17** auf. Achte beim Anschluß des Flip-Flop auch auf die richtige Polung bei der Verbindung zum Netzteil – sonst funktioniert es nicht.

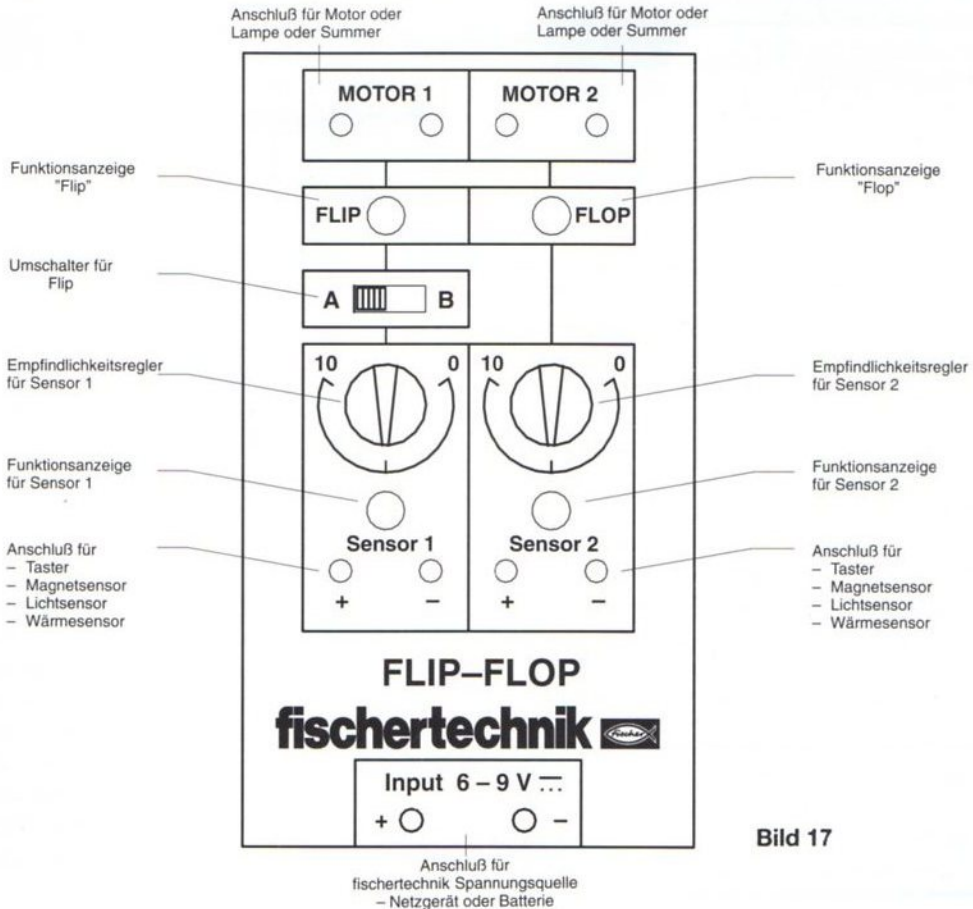


Bild 17

Für das erste Experiment stellst Du die Empfindlichkeitsregler erst einmal auf Mittelstellung (die Markierung zeigt dann auf die Lampe) und den Schalter am Flip-Flop-Baustein auf Position „A“ (was es mit dem Schalter auf sich hat, erfährst Du im zweiten Versuch). Die Empfindlichkeitsregler sind veränderliche Widerstände; der Fachmann nennt sie „Potentiometer“.

Flip und Flop per Taster

Wenn Du jetzt die Schaltung **Bild 18** mit dem Netzteil verbindest, darf keine von den Lampen bei den Sensoreingängen leuchten (sonst klappt es nicht). Das Flip-Flop steht in Stellung „Flop“, und die rote Lampe leuchtet. Jetzt drückst Du einmal ganz kurz die Flip-Taste. Was geschieht?

Der elektronische Umschalter springt auf die Stellung „Flip“, die rote Lampe geht aus und die grüne an. Gleichzeitig läuft der Motor an. Auch wenn Du die Taste losläßt, bleibt das Flip-Flop in dieser Stellung. Der Fachmann sagt dazu: „Das Flip-Flop wurde gesetzt“. Sicher ahnst Du schon, wie der Motor wieder ausgeschaltet wird. Richtig! Wenn Du die Flop-Taste drückst, springt der Schalter wieder um auf „Flop“, und der Motor bleibt stehen – in der Fachsprache: „Das Flip-Flop wurde rückgesetzt“. Also merken:

- Flip-Taste betätigen
= Setzen des Flip-Flop
- Flop-Taste betätigen
= Rücksetzen des Flip-Flop

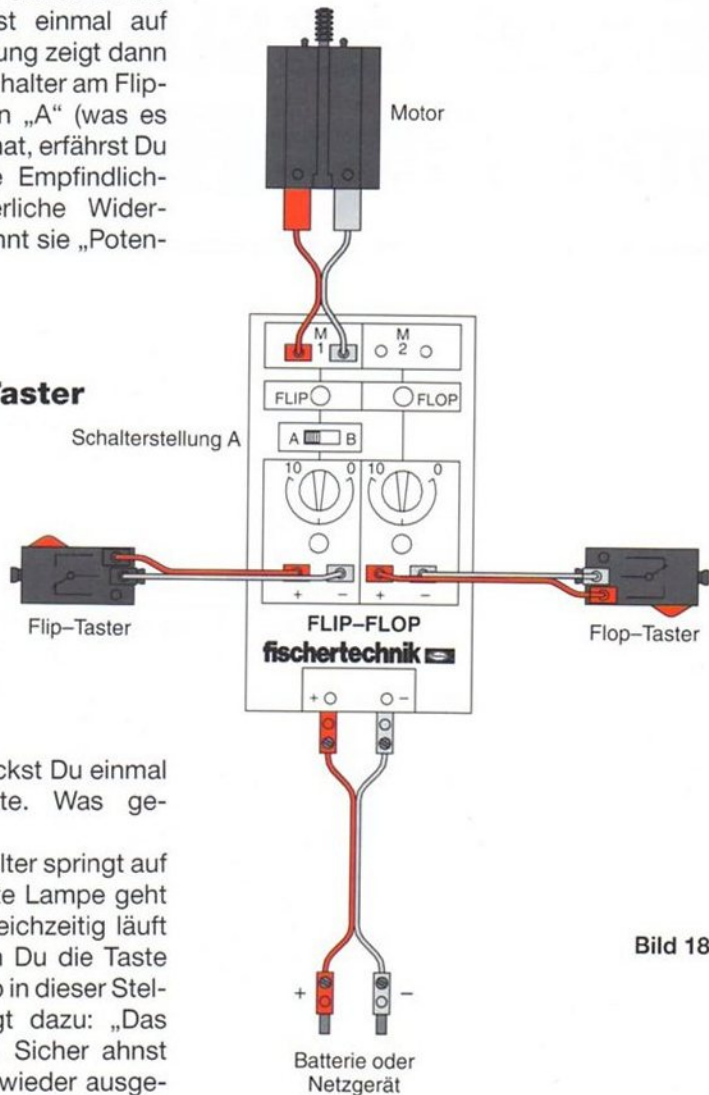


Bild 18

Jetzt drücke doch einmal beide Taster gleichzeitig. Beide Lampen leuchten, und der Motor läuft. Dies ist der sogenannte „verbotene“ Zustand (keine Angst – es geht dabei nichts kaputt). Es heißt so, weil dieser Zustand nicht stabil ist. Je nachdem, welche der beiden Tasten zuerst losgelassen wird, bleibt das Flip-Flop in dem „Flip“- oder „Flop“-Zustand.

Jetzt steckst Du den Motor auf den Ausgang „Motor 2“ um. Nun läuft alles umgekehrt: bei „Flip“ bleibt er stehen, bei „Flop“ läuft er – klar! Nun wird der Motor wieder auf den Ausgang „Motor 1“ zurückgesteckt, und es geht weiter mit dem zweiten Experiment.

Flip-Flop mit Lichtsensor

Der Schalter macht es möglich, die Funktion des angeschlossenen Sensors umzukehren – z. B. kann man so beim Lichtsensor das Flip-Flop sowohl durch Verdunkelung (Schalterstellung B), als auch durch Beleuchtung (Schalterstellung A) setzen.

Jetzt schließt Du anstelle des Flip-Tasters den Lichtsensor an, wie es in **Bild 19** zu sehen ist.

- Achte beim Lichtsensor auch auf die richtige Polung beim Anschließen – „Sensor 1“ (+)-Anschluß an die markierte Seite des Fototransistors.

Den Schalter des Flip-Flop schiebst Du in Stellung „B“. Der Lichtsensor wird jetzt durch das Raumlicht (Sonnenlicht oder Lampe) beleuchtet, die Lampe am Eingang „Sensor 1“ muß leuchten. Wenn Du

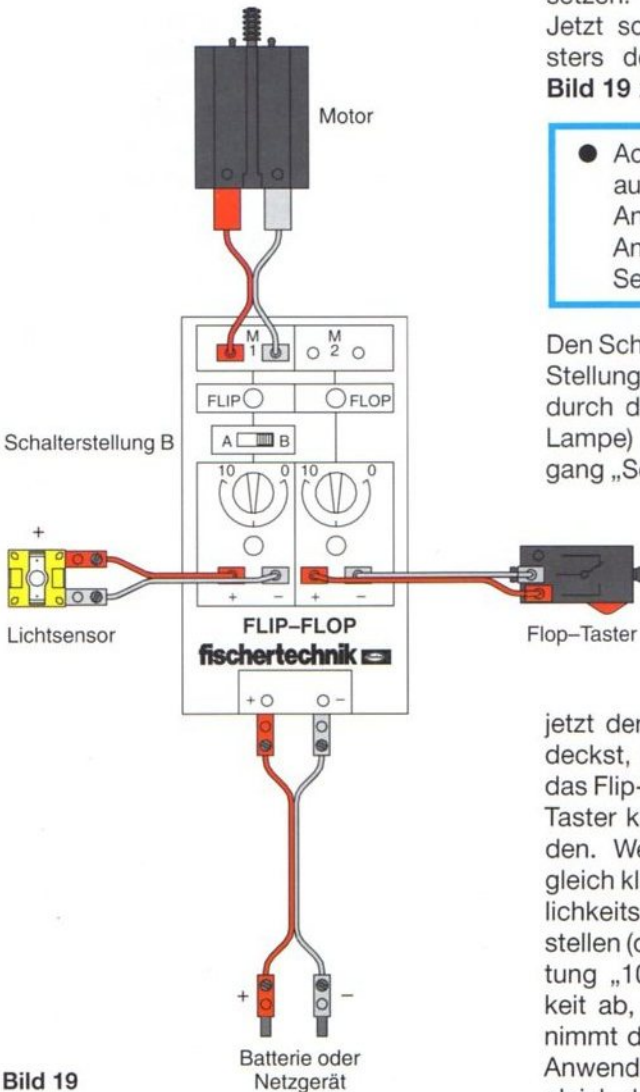


Bild 19

jetzt den Lichtsensor mit der Hand abdeckst, geht die Sensorlampe aus, und das Flip-Flop wird gesetzt. Mit dem Flop-Taster kann es wieder rückgesetzt werden. Wenn es beim ersten Mal nicht gleich klappt, muß Du mit dem Empfindlichkeitsregler die Schaltschwelle verstellen (drehst Du den Drehknopf in Richtung „10“, nimmt die Lichtempfindlichkeit ab, drehst Du ihn in Richtung „0“, nimmt die Lichtempfindlichkeit zu). Eine Anwendung für den Lichtsensor zeigt gleich das erste Modell.

Wie funktioniert?

Jetzt sollst Du aber erst einmal erfahren, was sich im Inneren des Flip-Flop abspielt. Es besteht aus zwei Teilen: zwei Verstärker für die Sensoren und einem elektronischen Umschalter.

Bleiben wir gleich beim Teil mit dem Umschalter, der eine besondere und für die Modelle wichtige Eigenschaft hat. Es genügt nämlich ein ganz kurzer Stromstoß, um das Flip-Flop umschalten zu lassen. Es „merkt“ sich dann diese Schalterstellung, bis es erneut umgeschaltet wird (daher kommt auch sein Name, denn es bleibt immer in einer Stellung stehen; Flip oder Flop). Zum Hin- und Herschalten braucht das Flip-Flop zwei Eingänge, die mit „Sensor 1“ und „Sensor 2“ bezeichnet sind. Die Stellung des Flip-Flop kannst Du an den beiden Lampen in den Feldern „Flip“ und „Flop“ erkennen – und

natürlich daran, ob der Motor am Ausgang 1 läuft oder nicht. Wie Du siehst, gibt es auch für jede Stellung des elektronischen Schalters einen eigenen Ausgang.

Zwischen den Sensor-Eingängen und dem elektronischen Umschalter befinden sich noch zwei Verstärker, die den schwachen Strom, den die verschiedenen Sensoren liefern (z. B. Lichtsensor, Temperatur-Sensor), genügend verstärken. Der Verstärker hat aber noch eine zweite Aufgabe; er sorgt dafür, daß bei einem ganz bestimmten Sensorstrom umgeschaltet wird. Diesen Sensorstrom kannst Du mit dem Empfindlichkeitsregler einstellen und so z. B. bei dem Modell „Eierkühler“ eine ganz bestimmte Temperatur wählen. Wenn der Sensorstrom groß genug ist, leuchtet auch die Leuchtdiode zwischen Regler und Ausgangsbuchsen auf.

Aufbau der Modelle

Die Modelle selbst werden Schritt für Schritt nach den Bauplänen aufgebaut. Bei jedem Bauabschnitt werden die neu hinzukommenden Bauteile farbig gezeichnet. Wenn auf einem vorhergehenden aufgebaut wird, ist dieser Abschnitt weiß gezeichnet. Suche vor jedem Bauabschnitt zuerst die benötigten Bauteile heraus und baue diese anschließend ein. Der nächste Bauabschnitt wird erst in Angriff genommen, wenn alle Teile verarbeitet sind. Achte bei den Bausteinen auch auf die Einbaulage, damit Dir in

späteren Abschnitten nicht der Weg verbaut ist.

Wichtig ist auch, daß die Achsverschraubungen (z. B. Naben) gut festgezogen werden.

Die Vorbereitungen sind nun erledigt. Jetzt kannst Du dieses Anleitungsbuch ruhig einmal durchblättern und hier und da etwas schmökern. Da das Flip-Flop der Steuerbaustein für alle Sensoric-Modelle ist, solltest Du mit dem Kapitel „Erste Versuche mit dem Flip-Flop“ anfangen und Dir erst dann das erste Modell zum Aufbauen aussuchen.



Hände- trockner



Wenn Du Dir zu Hause die Hände wäschst, nimmst Du Dein Handtuch zum Abtrocknen. In den Toiletten von Hotels und Gaststätten, wo täglich viele Leute kommen, geht das nicht so einfach, denn ein Handtuch für alle Gäste wird recht schnell naß und schmutzig. Oft wird dann ein Händetrockner verwendet, der wie ein Haarfön arbeitet und die Hände mit warmer Luft trocknet. Zum Einschalten muß man einen Knopf drücken. Der Trockner schaltet sich dann durch einen eingebauten Zeitschalter nach einer bestimmten Zeit automatisch aus.

Das fischertechnik-Modell arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip – auch hier werden die Hände mit einem Luftstrom getrocknet, aber das Einschalten funktioniert ohne jeden Knopfdruck über den Lichtsensor. So muß man mit nassen Händen nicht irgendwo hantieren. Zum Ausschalten (nun mit trockenen Händen) wird eine Taste gedrückt.

Übrigens gibt es beim Modell auch keine Heizung, denn das Netzteil wäre viel zu schwach für den hohen Stromverbrauch von elektrischen Heizdrähten. Du wirst aber bemerken, daß auch die Luft bei Zimmertemperatur einen guten Trockeneffekt hat.

Natürlich läßt sich der Händetrockner auch zum Trocknen von anderen Dingen verwenden, z. B. wenn Du ein Bild mit Wasserfarben gemalt oder ein Foto selbst vergrößert hast. Eventuell muß das Modell dafür etwas umgebaut werden. Doch jetzt geht es erst einmal an den Aufbau.

Das „Gebläse“ des Modells ist nicht weiter kompliziert, es besteht nur aus einem Motor mit Luftschaube, der leicht nach vorne geneigt an einer Säule aus fischertechnik-Bausteinen aufgehängt ist. Für das automatische Einschalten verwenden wir den Lichtsensor als Lichtschranke. Am runden Rahmen des Propellers befindet sich unten ein Leuchtstein mit Linsenstecklampe und oben der Lichtsensor im gelben Leuchtstein mit Störlichtkappe.

Nach dem Aufbau des Modells (die einzelnen Bauphasen findest Du auf den folgenden Seiten) geht es an die Verdrahtung der elektrischen Bauteile – mit dem Schaltplan ist das nicht schwer.

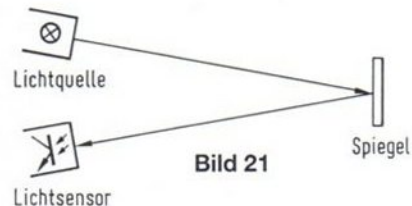
- Achte beim Lichtsensor auch auf die richtige Polung beim Anschließen – sonst funktioniert der Händetrockner nicht.

Jetzt kannst Du das Netzteil anschließen und den ersten Test starten. Sobald Du die Hände in den freien Raum zwischen Leuchtstein und Lichtsensor bringst, wird das Flip-Flop gesetzt und so der Motor automatisch gestartet. Damit die Lichtschranke richtig funktioniert, mußst Du die Empfindlichkeit mit dem Drehknopf am Flip-Flop richtig einstellen. Wenn der Motor in die falsche Richtung dreht, „saugt“ der Propeller anstatt zu „blasen“. In diesem Fall mußst Du den Motor umpolen. Sind die Hände trocken, drückst Du die Taste zum Rücksetzen des Flip-Flops, und der Motor stoppt wieder.

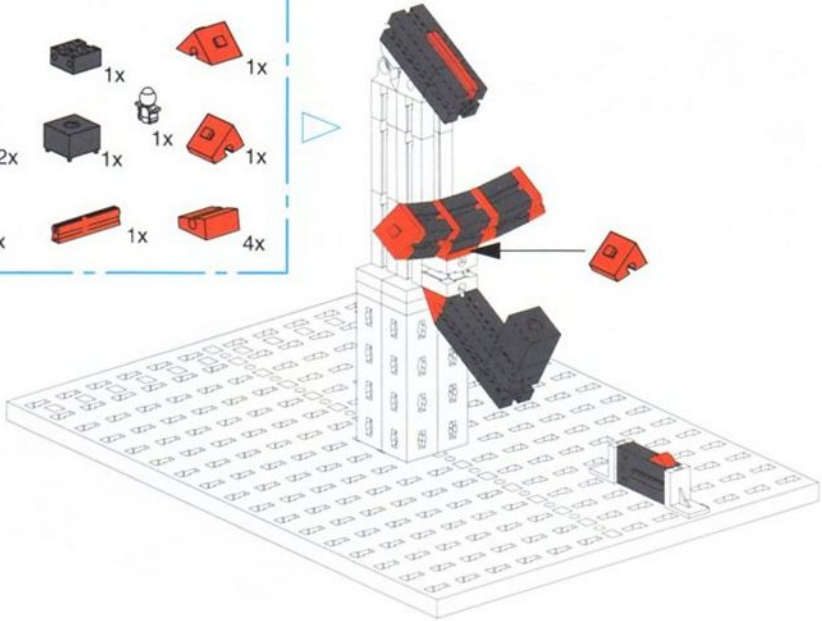
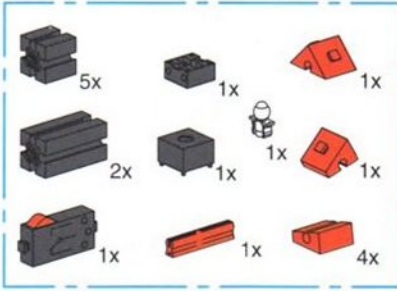
Wenn es nicht gleich klappt, die Schaltung überprüfen: Ist alles so, wie im Schaltplan vorgegeben? Sind vielleicht irgendwo Stecker locker? Leiten alle Kabel? Hast Du auf die Polung geachtet? Ist überhaupt Spannung vom Netzteil da?

Wie funktioniert?

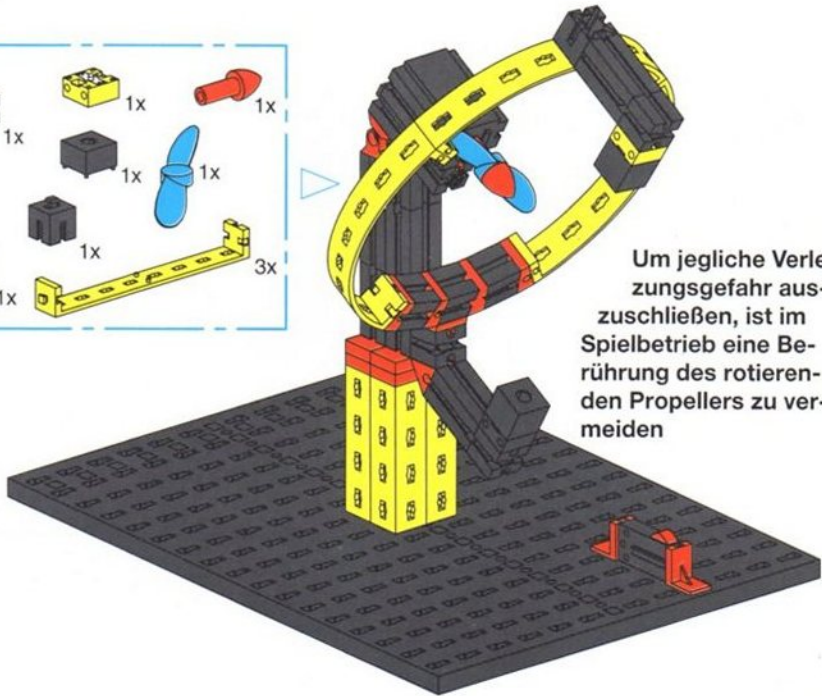
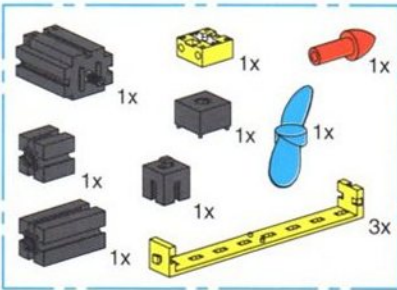
Bei diesem Modell wird der Lichtsensor (= Fototransistor) als Lichtschranke eingesetzt. Eine Lichtschranke besteht immer aus einer Lichtquelle (Lampe, Leuchtdiode, usw.) und einem Lichtsensor (Fototransistor, Fotodiode, Fotowiderstand, usw.). Die Lichtquelle und der Lichtsensor liegen dabei immer auf einer Linie, also in direkter „Sichtverbindung“ (Bild 20, 21). Man kann auch Lichtquelle



3



4



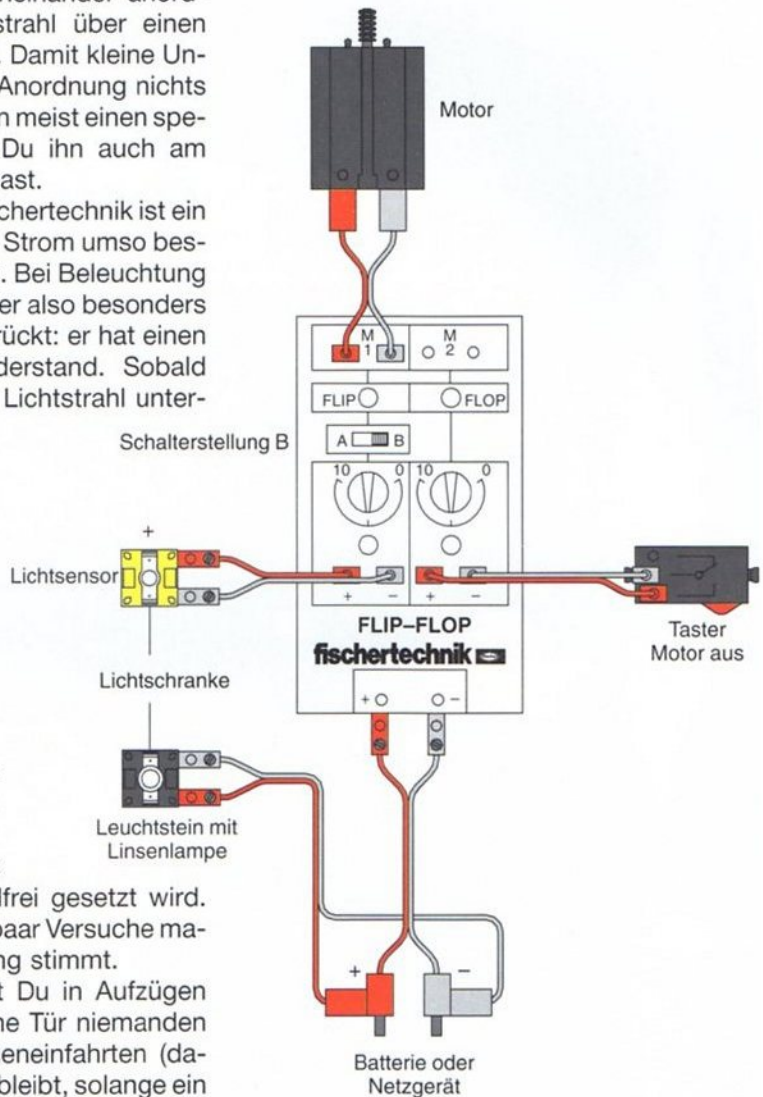
Um jegliche Verletzungsgefahr auszuschließen, ist im Spielbetrieb eine Berührung des rotierenden Propellers zu vermeiden

und Lichtsensor nebeneinander anordnen, wenn der Lichtstrahl über einen Spiegel reflektiert wird. Damit kleine Ungenauigkeiten bei der Anordnung nichts ausmachen, nimmt man meist einen speziellen Reflektor, wie Du ihn auch am Fahrrad (nach vorne) hast.

Der Lichtsensor von fischertechnik ist ein Fototransistor, der den Strom umso besser leitet, je heller es ist. Bei Beleuchtung durch die Lampe leitet er also besonders gut; technisch ausgedrückt: er hat einen niedrigen inneren Widerstand. Sobald nun irgend etwas den Lichtstrahl unterbricht, steigt der innere Widerstand an, und das angeschlossene Flip-Flop wird gesetzt. Damit das Setzen einwandfrei erfolgen kann, ist der Drehknopf für die Empfindlichkeit am Flip-Flop-Eingang so einzustellen, daß bei durchgehendem Lichtstrahl alles ruhig bleibt und bei Unterbrechung des Lichtstrahls das Flip-Flop einwandfrei gesetzt wird. Eventuell muß Du ein paar Versuche machen, bis die Einstellung stimmt.

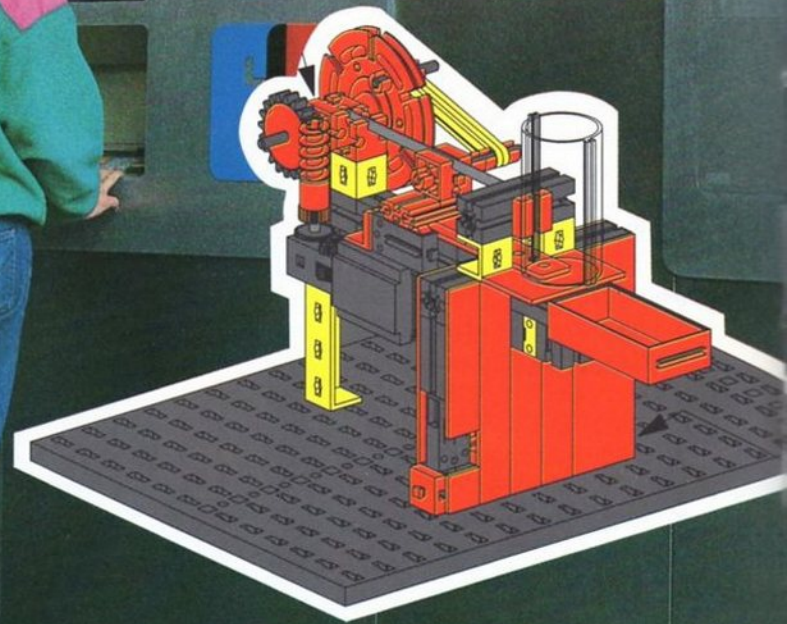
Lichtschranken findest Du in Aufzügen (damit die automatische Tür niemanden einklemmt), bei Garageneinfahrten (damit die Schranke offen bleibt, solange ein Auto durchfährt), bei automatischen Türöffnern oder bei Alarmanlagen (wenn ein Eindringling den Lichtstrahl unterbricht, wird der Alarm ausgelöst).

Natürlich bleibt der Widerstand vom Fototransistor auch dann niedrig, wenn Sonnenlicht oder das Licht einer Lampe auf ihn fällt (daher ist der Fototransistor im Modell auch oben angeordnet). Profi-Anlagen arbeiten daher oft mit Infrarotlicht, das für den Menschen nicht sicht-



bar ist, und sie liefern kein Dauerlicht, sondern senden kurze Lichtblitze in schneller Folge (bis zu 40 000 Blitze in einer Sekunde). Der Techniker sagt dazu: „Das Licht wird mit einer Frequenz von 40 000 Hertz getaktet). Vor dem Lichtsensor ist dann ein Filter angeordnet, der nur Infrarotlicht durchläßt, und die Verstärkerschaltung reagiert nur auf Lichtblitze mit der richtigen Frequenz.

Geldautomat





Geld- automat

Sicher kennst Du die Geldautomaten von Banken und Sparkassen, bei denen man Geld abheben kann, wenn man eine Scheckkarte besitzt und die Geheimnummer dazu kennt. Die Scheckkarte wird in den Bankautomaten geschoben, die Geheimnummer und der gewünschte Geldbetrag eingetippt, und schon wird das Geld ausgezahlt.

Für das fischertechnik-Modell brauchst Du aber keine echte Scheckkarte. Hier kannst Du die „Scheckkarte“ selbst aus Karton herstellen. Doch zuvor mußt Du das Modell aufbauen. Die Aufbauphasen findest Du wieder auf den folgenden Seiten. Achte darauf, daß die Röhre nicht ganz auf der darunterliegenden Platte aufliegt; es muß noch Platz genug sein, daß eine Münze waagrecht herausgleiten kann.

In die Röhre werden Münzen eingefüllt. Wenn dann die Scheckkarte in das Fach gesteckt und so eine Zahlung ausgelöst wird (Flip-Flop wird gesetzt), dreht sich der Motor, und der Kurbelantrieb bewegt den Schieber nach vorne. Dadurch wird die unterste Münze aus der Röhre nach vorne geschoben und fällt in die Auffangschale. Der Motor dreht nun weiter, bis er durch den Schaltnocken den Taster betätigt, wodurch das Flip-Flop wieder zurückgesetzt und so der Motorstrom abgeschaltet wird (vorausgesetzt, Du hast die Karte bereits wieder herausgezogen, nachdem der Rücksetz-Taster freigegeben wurde). Du kannst die mechanische Funktion ohne Flip-Flop testen, indem Du den Motor direkt mit dem Netzteil verbindest. Nun werden die elektrischen Bauteile so miteinander verbunden, wie es der Schaltplan zeigt. Ein Tip: Die Motor-kabel vor dem Einbau des Motors anschließen, denn bei eingebautem Motor kommst Du nicht so gut an die Anschlüsse.

- Achte beim Lichtsensor auch auf die richtige Polung beim Anschließen – sonst funktioniert der Geldautomat nicht.

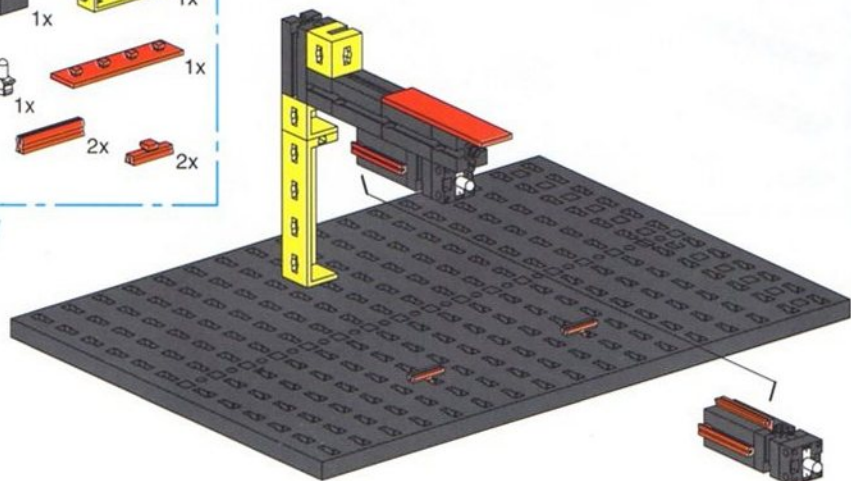
Zum Erkennen der „Scheckkarte“ dient wieder die Lichtschranke, die Du schon beim Händetrockner kennengelernt hast. Zur „Verschlüsselung“ der Scheckkarte wird eine Kerbe an einer bestimmten Stelle so angebracht, daß bei eingesteckter Karte der Lichtstrahl vom Lampenstein ungehindert auf den Lichtsensor fallen und die Zahlung auslösen kann. Löcher an einer anderen Stelle der Karte haben keine Wirkung (die Position der Lichtschranke bildet sozusagen die „Verschlüsselung“). Die Position der Kerbe ist im **Bild** auf Seite 33 eingezeichnet. Um die Karte anzufertigen, trennst Du ein Stück in der Größe der abgebildeten Telefonkarte aus einem dunklen Karton heraus und schneidest die Kerbe an der eingezeichneten Stelle hinein (Aber auf keinen Fall die Scheckkarte oder Kreditkarte der Eltern für diesen Zweck verwenden!).

Moment mal! Wenn keine Karte im Fach steckt, kann der Lichtstrahl doch auch ungehindert auf den Sensor fallen – also dauernde Auszahlung ohne jegliche Karte? Nein – denn das wird durch den Taster am Ende des Fachs verhindert. Erst, wenn die eingeschobene Karte den Taster betätigt, wird die Lichtschranke ausgewertet. Die Bedingung für die Geldausgabe lautet also:

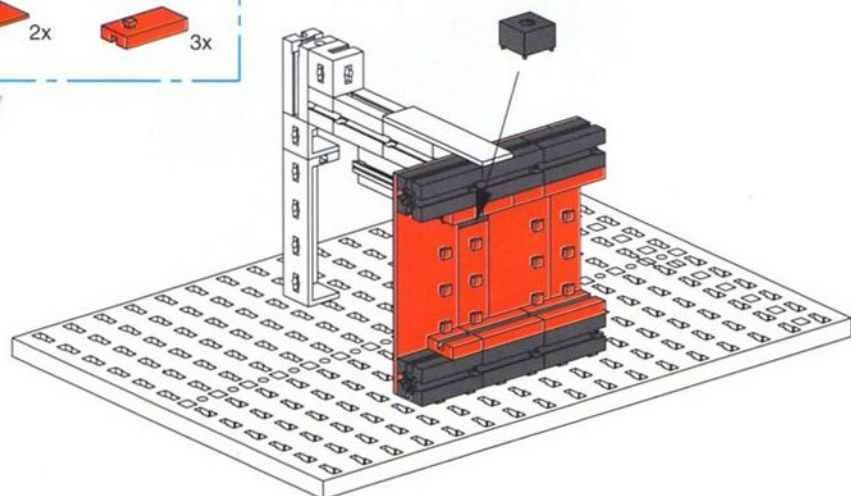
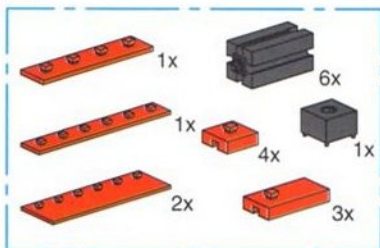
- Taster gedrückt UND Loch in der Karte an der richtigen Stelle

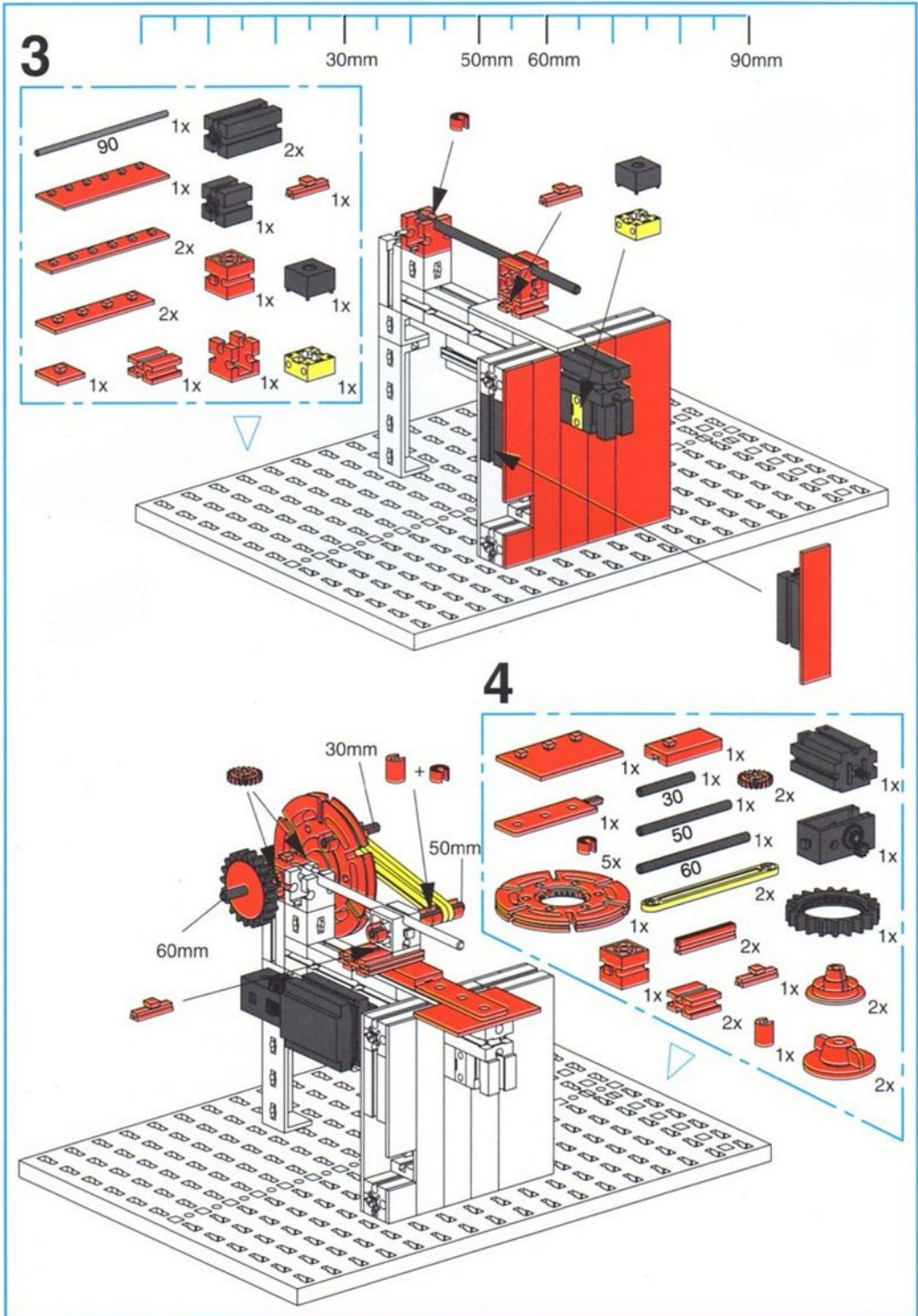
Der Taster und die Lampe sind also hintereinander geschaltet. Der Strom durch die Lampe kann erst fließen, wenn der Taster gedrückt ist (solange der Taster nicht betätigt ist, „sieht“ der Lichtsensor nichts).

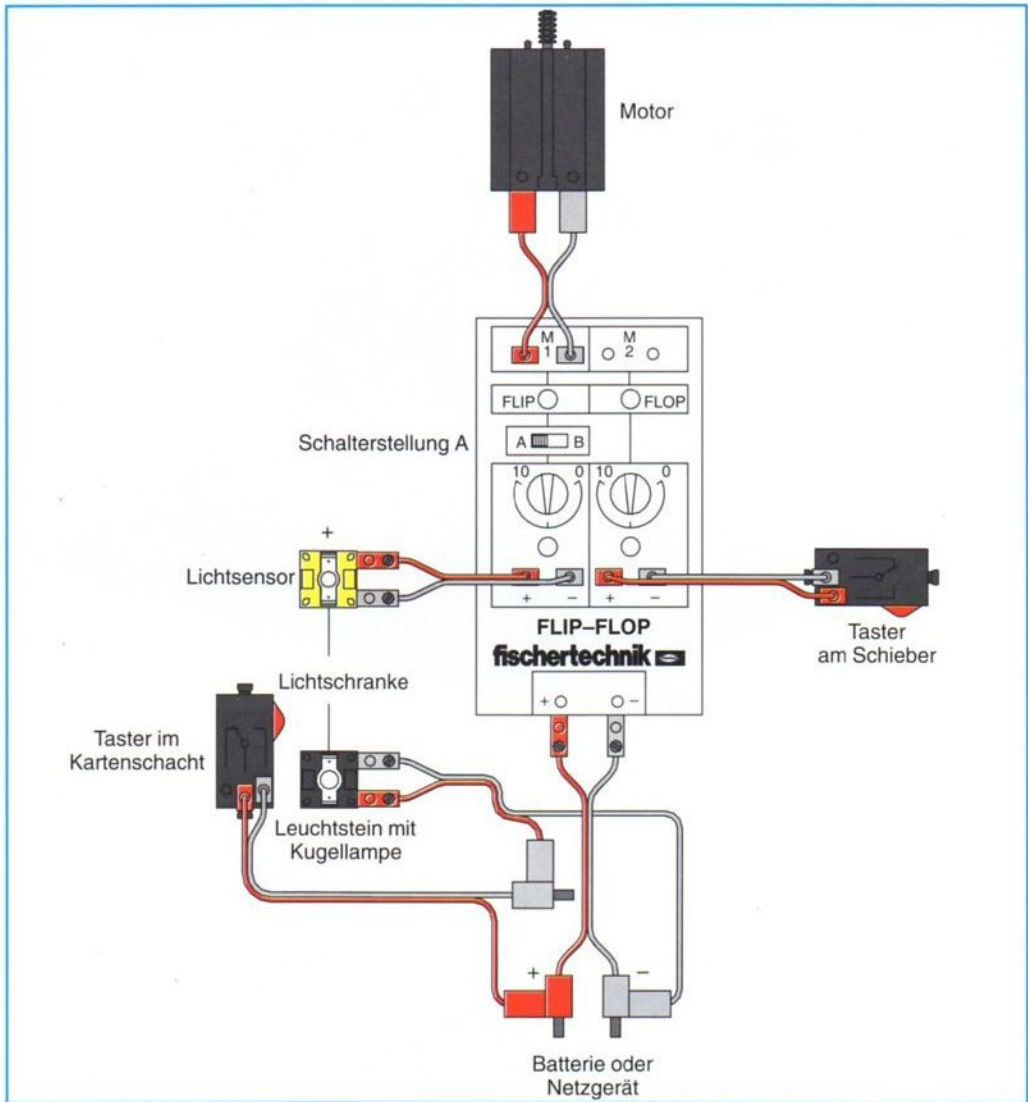
1



2







Wie funktioniert?

Bei der echten Scheckkarte wird mehr Aufwand getrieben als im Modell – schließlich geht es ja auch um mehr Geld. Auf der Rückseite der Scheckkarte ist ein Magnetstreifen aufgeklebt, auf dem Informationen wie Kontonummer, Bankleitzahl (die Kennnummer der Bank), Datum der letzten Abhebung und auch die

Geheimnummer gespeichert sind. Die Daten werden dabei so ähnlich auf dem Magnetstreifen gespeichert wie die Musik auf einer Cassette, nur daß bei der Scheckkarte ein Computer im Geldautomaten die Karte „lesen“ kann.

Damit nicht jemand, der die Scheckkarte zufällig findet, die Geheimnummer lesen kann, werden die Daten wie ein Geheim-



Bild 22



Bild 23

code verschlüsselt. Auch wer einen Computer und ein Magnetkarten-Lesegerät besitzt, kommt nicht an die Geheimnummer heran. Im Geldautomaten liest der Computer die Karte und entschlüsselt die Geheimnummer. Wer Geld abheben will, muß die Nummer am Automaten eintippen, und der Computer vergleicht dann die eingetippte Nummer mit der Nummer auf der Karte. Und nur wenn beide Nummern übereinstimmen, gib't's auch Bares.

Es muß aber nicht unbedingt ein Magnetstreifen zum Speichern der Daten verwendet werden, es gibt noch etliche andere Methoden:

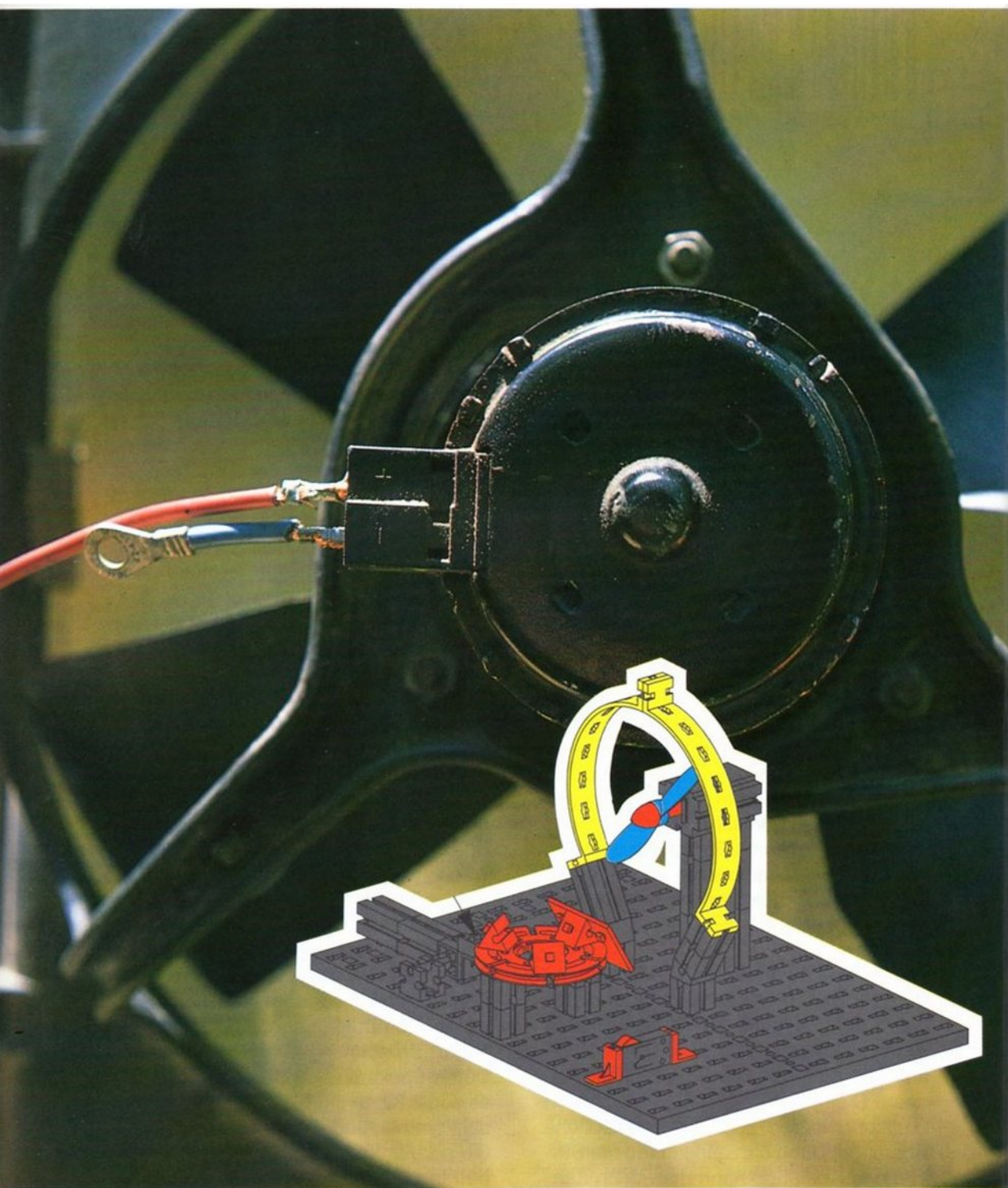
Der Aufdruck auf der Karte erfolgt mit einer speziellen Schrift, die vom Computer gelesen werden kann. Bei den neuen, fälschungssicheren Personalausweisen ist die Personnummer am unteren Rand mit einer solchen Schrift gedruckt. Man sagt auch „der Ausweis ist maschinenlesbar“.

Wenn keine so große Sicherheit nötig ist (z. B. bei der Zufahrt zu einem Parkplatz), kann man auf die Karte auch einen Strichcode aufdrucken, wie Du ihn auch auf vielen Lebensmittelpackungen findest. Die Striche sind unterschiedlich breit und haben auch unterschiedliche Abstände. Durch die Reihenfolge der Striche und Abstände kann man dann Zah-

len darstellen. Mit einer speziellen Lichtschranke kann der Strichcode dann gelesen werden. Durch verschiedene Linsen wird der Lichtstrahl gebündelt, und mit dem schmalen Strahl kann dann die Strichdicke erkannt werden. Im **Bild 22** siehst Du ein Beispiel.

Vielleicht hast Du auch schon am Flughafen oder Bahnhof runde Telefone gesehen, die keinen Geldeinwurf haben, sondern einen schmalen Schlitz an der Vorderseite. Diese „Kartentelefone“ werden mit einer „Chipkarte“ bezahlt, die bei der Post gekauft werden kann. Die Karte ist so groß wie eine Scheckkarte, sie hat aber ein Feld mit Kontakten, über das eine elektrische Verbindung hergestellt wird (**Bild 23**). In der Karte ist ein kleiner, nur wenige hundertstel Millimeter hoher Speicherbaustein eingebaut. Jedesmal, wenn Telefongebühren anfallen, wird ein kleiner Teil des Speichers gelöscht, bis schließlich die Karte „verbraucht“ ist.

Für die allerhöchste Sicherheitsstufe gibt es schließlich Chipkarten, in die nicht nur ein Speicher, sondern ein kompletter kleiner Computer eingebaut ist, der dann sogar Berechnungen durchführen und Daten speichern kann. Inzwischen gibt es sogar Karten, die ganz ohne Kontakte auskommen und die Daten wie beim Radio per Funk übertragen (die Reichweite beträgt aber nur etwa einen Meter).





Eierkühl- maschine

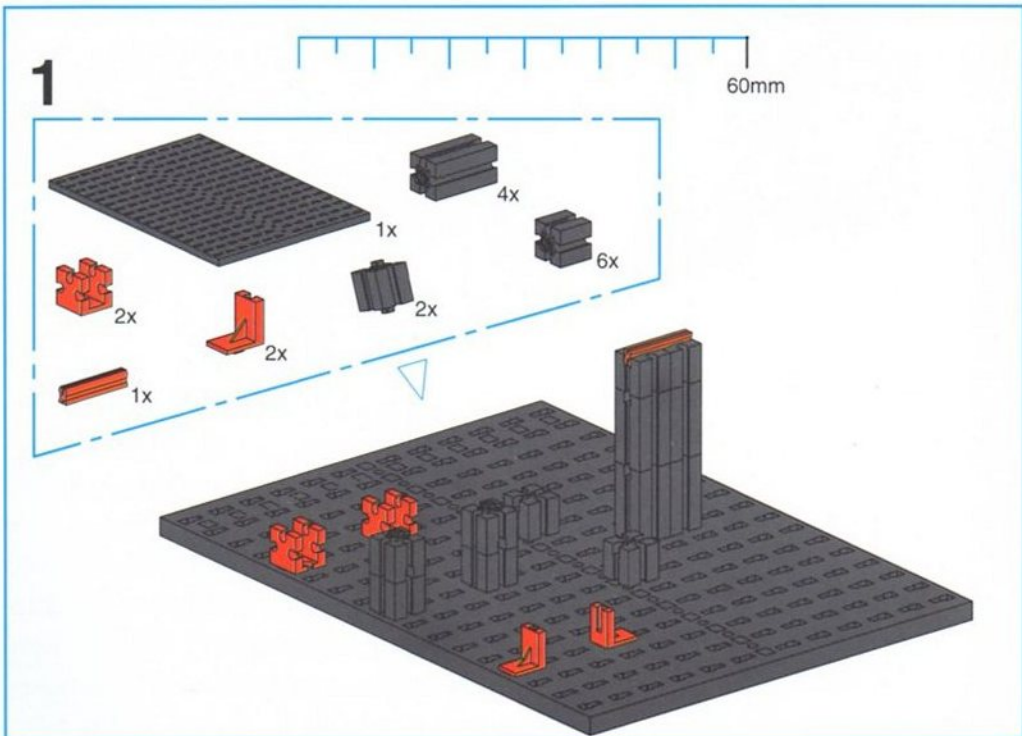
Wenn es im Sommer recht heiß ist, nimmt man einen Ventilator, um sich abzukühlen. Das Kühlwasser im Auto wird durch ein Gebläse zusätzlich gekühlt, wenn der Fahrtwind alleine nicht ausreicht. Sicher kennst Du noch andere Beispiele für die Kühlung durch ein Gebläse. Wir wollen jetzt einen vollautomatischen, sensor-gesteuerten Eierkühler bauen.

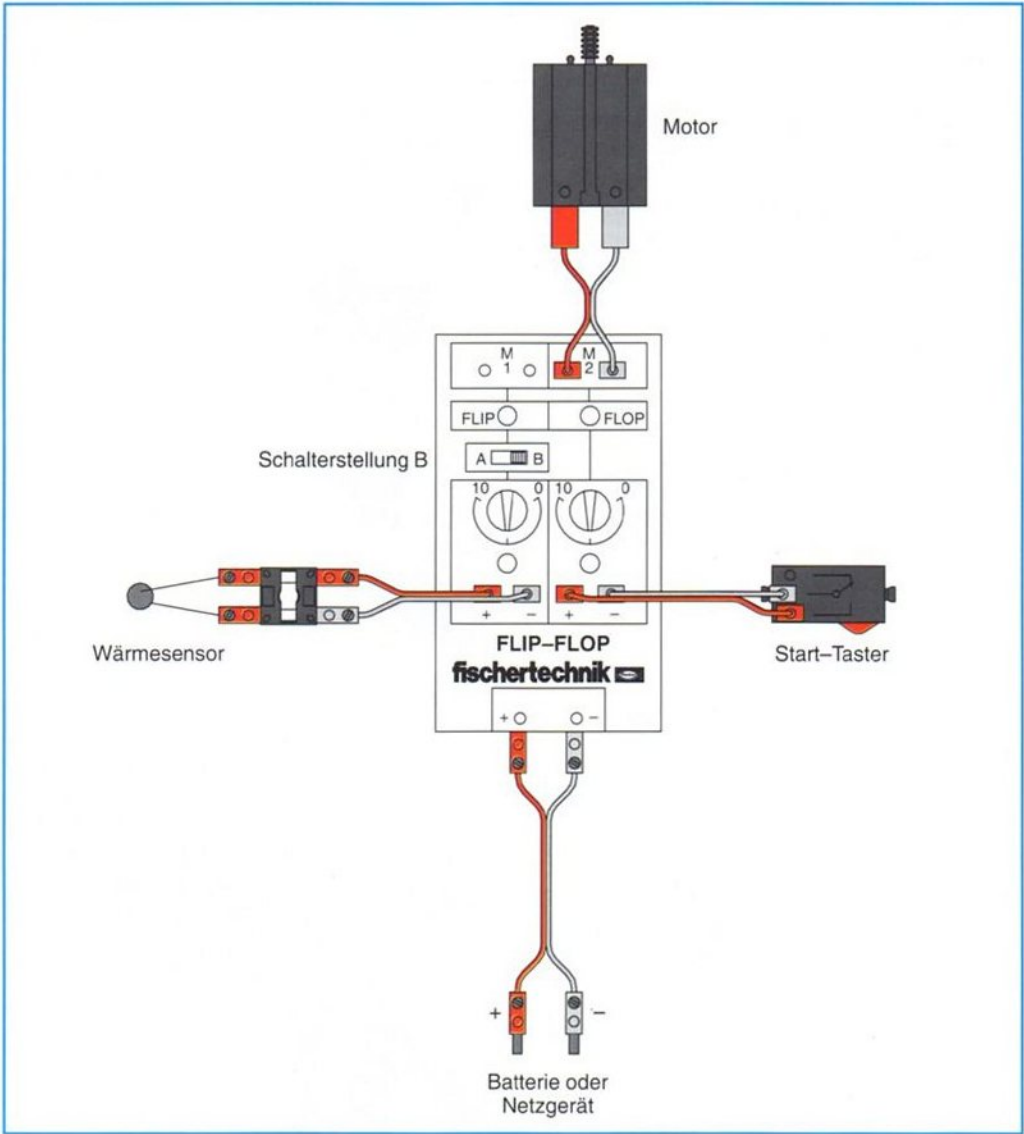
Die Eierkühlmaschine sieht so ähnlich aus wie das erste Modell, der Händetrockner – nur mit waagrechttem Luftstrom und ohne Lichtschranke. Dafür kommt nun ein neuer Sensor ins Spiel, der Wärmesensor. Vor dem Propeller ist ein Sockel für das zu kühlende Ei angeordnet. In diesem Sockel verbirgt sich der Wärmesensor, der mit dem aufgesetztem Ei Kontakt hat, damit er die Ei-Temperatur erfassen kann. Die Baustufen für das Modell und der Schaltplan sind auf den folgenden Seiten abgebildet – also an die Arbeit.

Wenn das heiße Ei auf die Halterung gesetzt wird, sinkt der Widerstand des Wärmesensors. Zunächst wird das Flip-Flop mit dem Taster gesetzt (Du erinnerst Dich, es handelt sich ja um einen „Heißleiter“). Nun dreht der Motor, und der daran befestigte Propeller erzeugt einen Luftstrom, der das Ei abkühlt. Ist die gewünschte Ei-Temperatur erreicht, wird

das Flip-Flop vom Wärmesensor zurückgesetzt, und der Propeller bleibt stehen.

Zunächst wird der Aufbau einmal getestet: Heißes Ei aufsetzen und Taste drücken. Der Motor muß nun laufen. Dann das Ei wegnehmen. Nach kurzer Zeit (der Heißleiter muß auch erst abkühlen) bleibt der Motor stehen. Nun kann der Abgleich auf die gewünschte Ei-Temperatur erfolgen. Zunächst den Drehknopf am Sensor 1 (an dem der Wärmesensor angeschlossen ist) so einstellen, daß der Motor auch bei einem Ei von Raumtemperatur läuft. Dann setzt Du ein Ei auf, das bereits die richtige Temperatur besitzt, und startest den Eierkühler. Dann etwas warten, bis der Wärmesensor die Ei-Temperatur angenommen hat. Nun drehst Du das Potentiometer langsam zurück, bis der Motor gerade stoppt. Eventuell muß die Einstellung später noch etwas korrigiert werden.





Wie funktioniert?

Bei der Bauteilebeschreibung wurde es schon kurz erwähnt: der Wärmesensor ist ein NTC-Widerstand. Der Widerstand hat, wie die Techniker sagen, einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC ist die Abkürzung für die englische Bezeichnung „negative temperature coefficient“), was nichts anderes bedeutet, als daß der Widerstandswert mit zunehmender Temperatur abnimmt (die Widerstandsänderung ist dabei recht beträchtlich). Man nennt solche Widerstände auch „Heißeleiter“, weil sie eben bei Hitze besser leiten.

Wie der Fototransistor als Lichtsensor (der bei Helligkeit gut leitet), kann der

NTC-Widerstand sehr gut als Sensor für Temperaturen verwendet werden. Temperatursensoren findest Du auch beim Schalten des Auto-Kühlgebläses, das nach demselben Prinzip gesteuert wird wie die Eierkühlmaschine. Auch bei Heizungs- und Klimaanlage werden Wärmesensoren verwendet, um den Heizkessel zu steuern.

Das hast Du sicher beim Test des Modells bemerkt: Wenn Du das heiße Ei wegnimmst, dauert es eine kurze Zeit, bis die Elektronik reagiert, denn der aufgeheizte NTC-Widerstand muß selbst auch erst abkühlen. Der Techniker sagt dazu: NTC-Widerstände haben eine thermische Trägheit.

Übrigens lassen sich mit dem Wärmesensor noch andere Experimente anstellen. Wenn er am Sensor 2-Eingang des Flip-Flops angeschlossen wird (wo jetzt die Start-Taste sitzt), kann eine Lampe oder ein Motor durch Wärme eingeschaltet werden. Bei richtiger Einstellung der Empfindlichkeit kann das Flip-Flop durch

Tip:

Wenn Du am Anschluß M 1 zusätzlich den Summer anschließt, meldet sich lautstark der Eierkühler, sobald das Ei die richtige Temperatur erreicht hat.

Berühren des Wärmesensors mit dem Finger durch die Körpertemperatur gesetzt werden.

Normale Metalle (Eisen, Kupfer, usw.) haben einen genau entgegengesetzten (= positiven) Temperaturkoeffizienten, denn hier nimmt mit Erwärmung der Widerstand zu. Es gibt aber auch spezielle Wärmesensoren, bei denen der positive Temperaturkoeffizient stärker ausgeprägt ist als beim Metall: die PTC-Widerstände. Für sehr hohe Temperaturen nimmt man Wärmesensoren, die aus zwei verschiedenen Metallen bestehen, die an einer Stelle miteinander verschweißt sind. Ein solches „Thermoelement“ wird z. B. in Eiswasser getaucht (als 0°-Referenz, das andere Element wird erhitzt; siehe **Bild 24**). Zwischen den Thermoelementen kann man eine elektrische Spannung messen, die bei ca. 7–70 millionstel Volt pro Grad liegt. Zur Anzeige braucht man dann aber einen aufwendigen Verstärker.

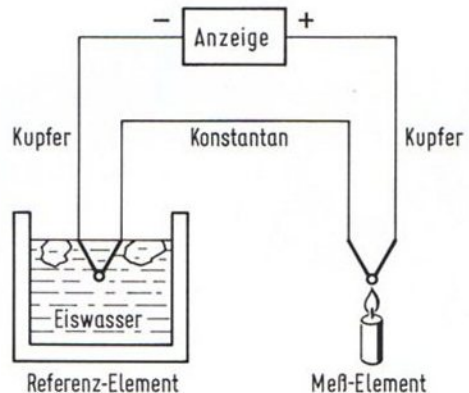
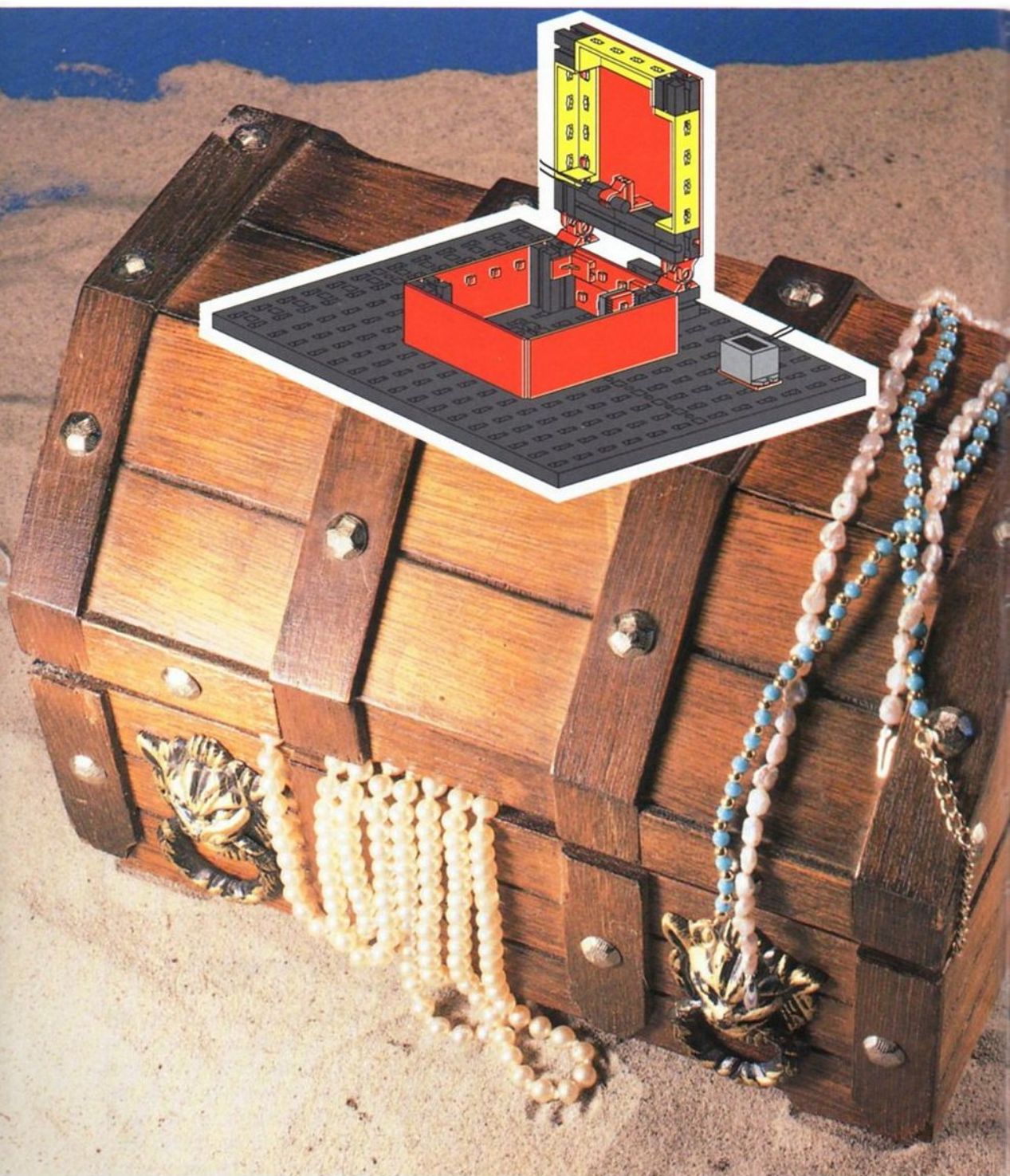


Bild 24



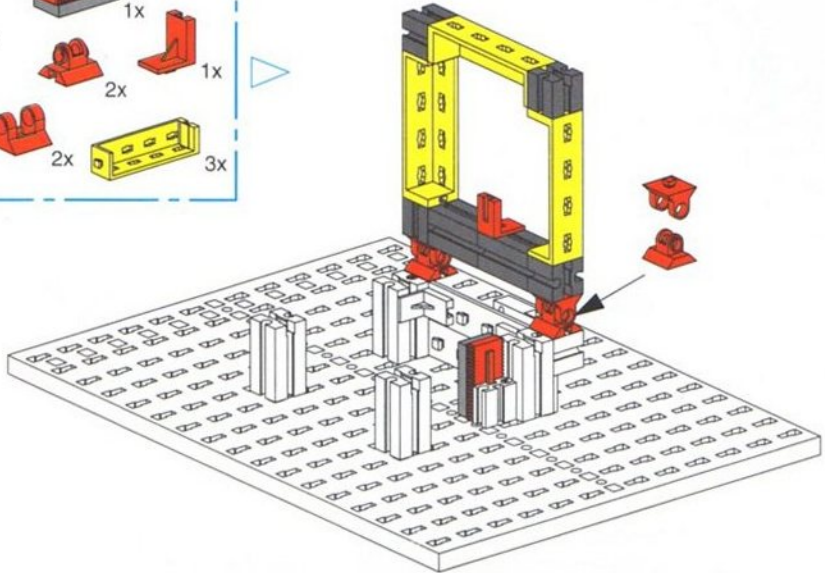
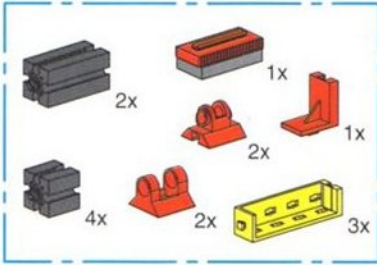


Schatztruhe als Tresor

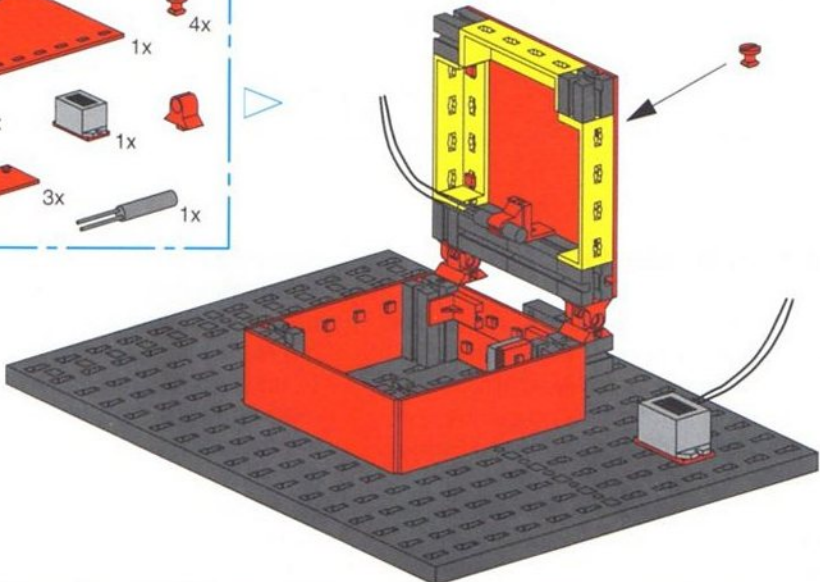
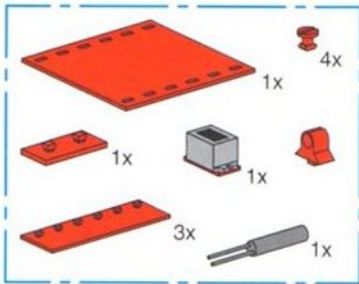
Besonders wertvolle Gegenstände bewahrt man in einem sicher geschlossenen Behälter oder einem Tresor auf. Oder es soll ein Alarm ausgelöst werden, wenn ein Dieb den Verschuß öffnet. Um einen Alarm auszulösen, brauchst Du einen Mechanismus, der einen Schalter betätigt.

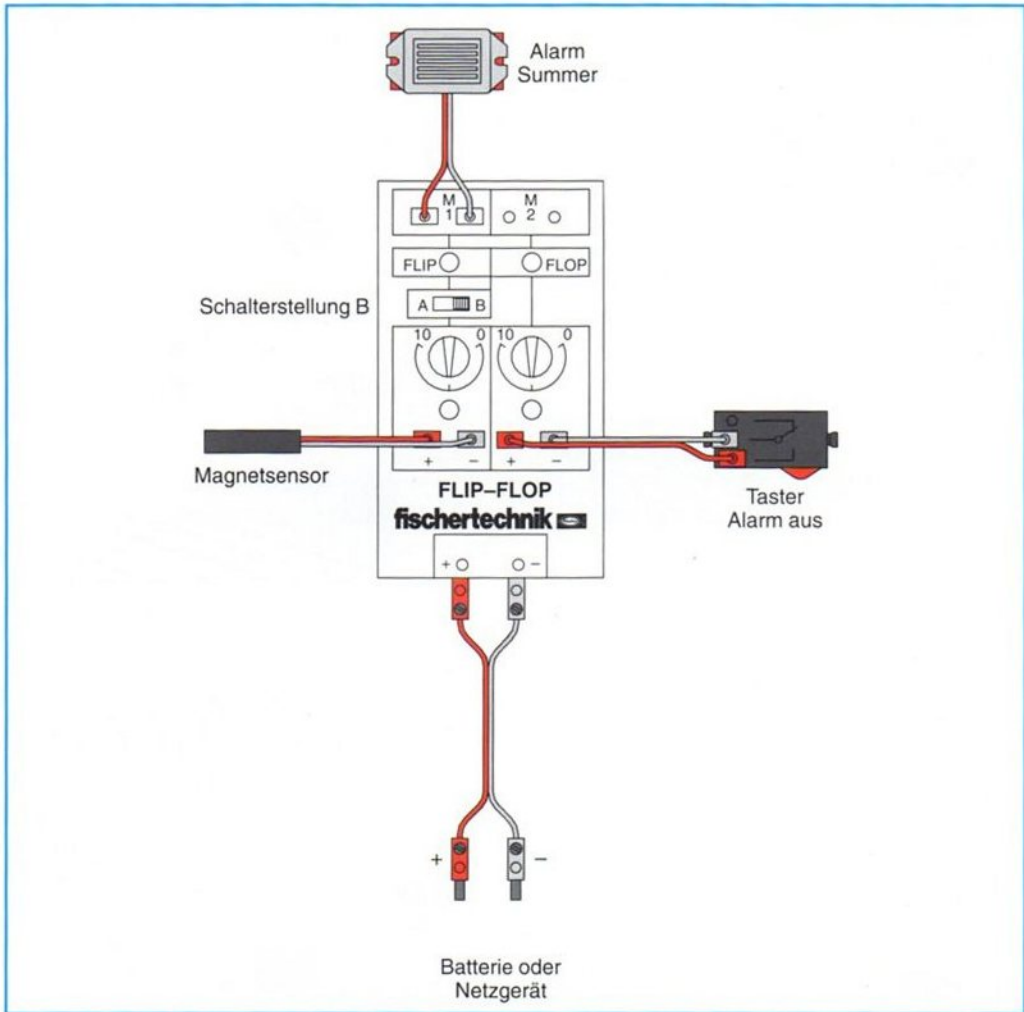
Dieses Modell zeigt Dir, wie man schalten kann, ohne daß der Schalter direkt berührt werden muß. Dazu verwenden wir einen Magnetsensor, der auch dann noch schaltet, wenn sich der Steuermagnet etliche Millimeter davon entfernt befindet.

2



3





Wie funktioniert?

Der Magnetsensor ist ein sogenannter Reed-Kontakt, bei dem zwei Schaltungen aus magnetischem Material in einem Glasröhrchen luftdicht eingeschmolzen sind (**Bild 25**). Bringt man einen Magneten in die Nähe des Röhrchens, ziehen sich die Schaltungen an und schließen den Kontakt. Zum Schutz des Glasröhrchens ist dieses noch zusätzlich in

Kunststoff eingegossen. Der Vorteil des Magnetsensors ist, daß er berührungslos arbeitet: Es genügt also, den Magneten in die Nähe des Sensors zu bringen.

Rund um einen Magneten breitet sich ein magnetisches Feld aus, das man mit Eisenfeilspänen sichtbar machen kann (**Bild 26**). Das magnetische Feld durchdringt den Schalter und magnetisiert die Kontakte (**Bild 27**), die sich dadurch schließen. Es gibt daher auch keine me-

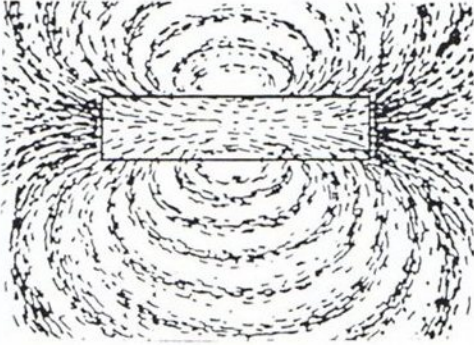


Bild 26

chanische Abnutzung von beweglichen Teilen.

Man kann den Reed-Kontakt aber auch auf die umgekehrte Weise verwenden. Wenn man zwischen Magnet und Reed-Kontakt ein Stück Eisenblech bringt, laufen die Feldlinien nicht mehr durch den Reed-Kontakt, sondern durch das Eisenstück – sie werden gewissermaßen kurzgeschlossen – und der Kontakt öffnet sich.

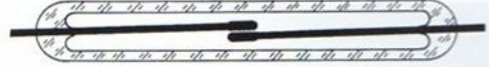


Bild 25

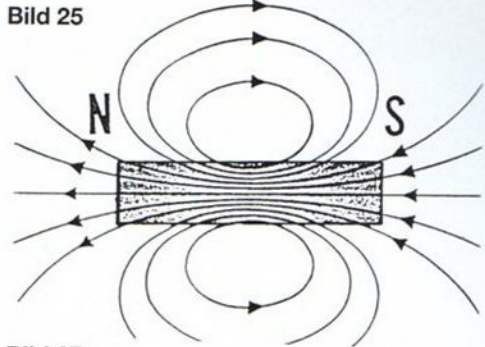
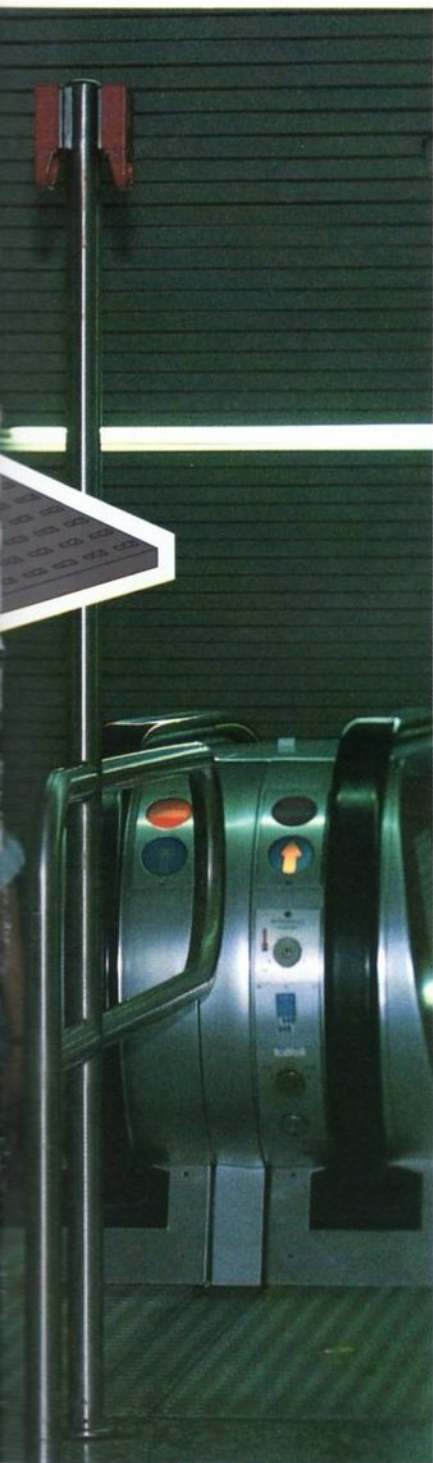


Bild 27

Es gibt auch Magnetsensoren, die wie die Transistoren aus Halbleitermaterialien hergestellt werden. Solche Sensoren haben zwar eine größere Reichweite (sie sind empfindlicher), sie brauchen aber fast immer eine aufwendige elektronische Verstärkerschaltung – daher ist für uns der Reed-Kontakt am besten geeignet.





Presse oder Stempel- maschine

Die meisten Fahrkartenentwerter bei Bus, Straßenbahn, S- oder U-Bahn arbeiten automatisch. Man steckt die Fahrkarte in einen Schlitz – und schon wird sie automatisch gestempelt. Auch hier verbirgt sich oft eine Lichtschranke im Inneren des Gerätes, die den Stempel auslöst.

Bei großen Pressen in der Industrie wird die Funktion der Lichtschranke umgekehrt: solange der Bediener zum Einlegen des Werkstücks unter der Presse arbeitet, kann die Presse nicht betätigt werden. Hier werden auch oft mehrere Lichtschranken verwendet, die einen „Lichtvorhang“ bilden und so dafür sorgen, daß sich niemand verletzen kann. Erst wenn der Lichtvorhang nirgends unterbrochen ist, kann die Presse betätigt werden.

Unser fischertechnik-Modell arbeitet als Fahrkartentwerter, es stempelt also automatisch, wenn eine Karte oder ein Blatt Papier zwischen Lampe und Lichtsensor gebracht wird. (Wenn es fertig aufgebaut ist, kannst Du Dir ja einmal überlegen, wie die Schutzfunktion für eine Presse verdrahtet werden muß – die Lichtschranke muß dann natürlich vor der Presse angeordnet werden.)

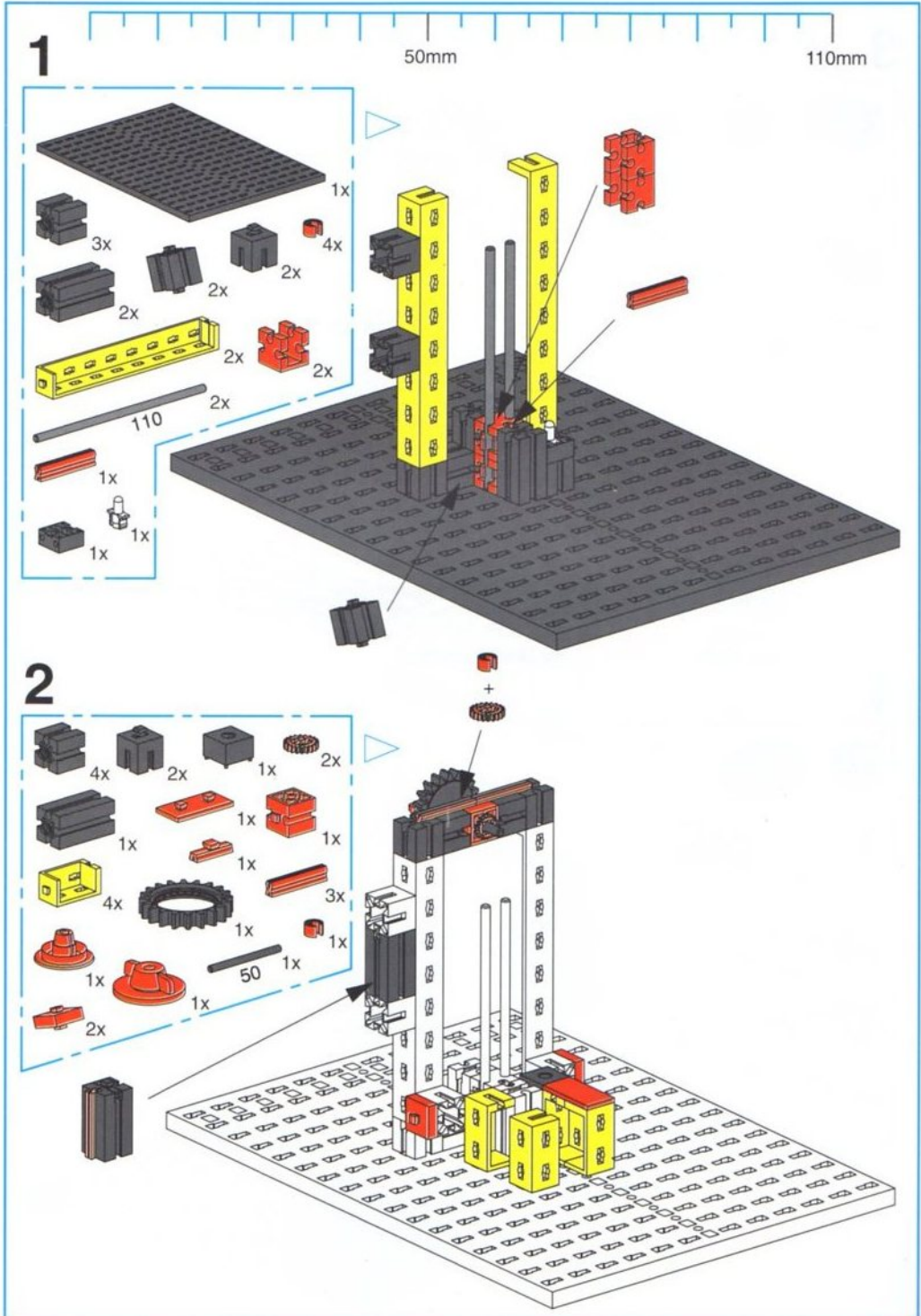
Der Motor bewegt das Rad über das Getriebe im Kreis herum. Über die Schubstange am Rad wird der Stempel an den Führungsachsen auf und ab bewegt. Unterbricht das Papier den Strahl der Lichtschranke, wird das Flip-Flop gesetzt, wodurch sich der Motor zu drehen beginnt und den Stempel abwärts auf das Papier bewegt. Danach wird der Stempel wieder nach oben bewegt, bis über den Schaltnocken am Rad und den Taster das Flip-Flop zurückgesetzt wird und dadurch der Motor stoppt.

Beim Aufbau des Modells nach dem Bauphasen auf den folgenden Seiten solltest Du den Taster so einbauen, daß das Rad sich so weit dreht, daß die Schubstange leicht schräg steht. Wenn die Schubstange genau senkrecht steht (im „oberen Totpunkt“), braucht der Motor beim Starten sehr viel Kraft, und es kann vorkommen, daß das Modell nicht anläuft.



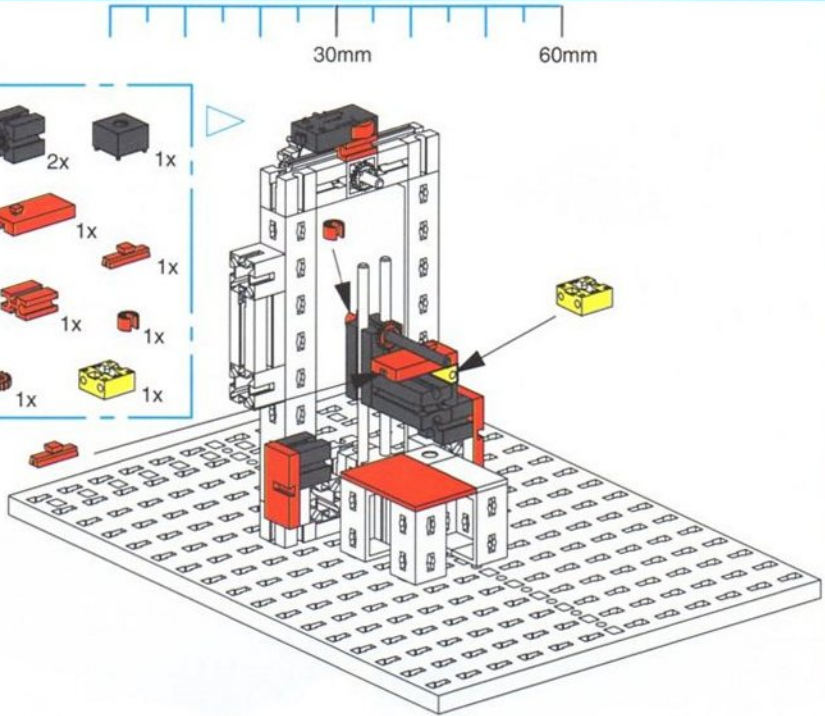
Tip:

Als Stempel kannst Du Bilderstempel aus dem Spielwarengeschäft nehmen (Dicke etwa 2 mm) und unter dem Querbalken der Presse ankleben.



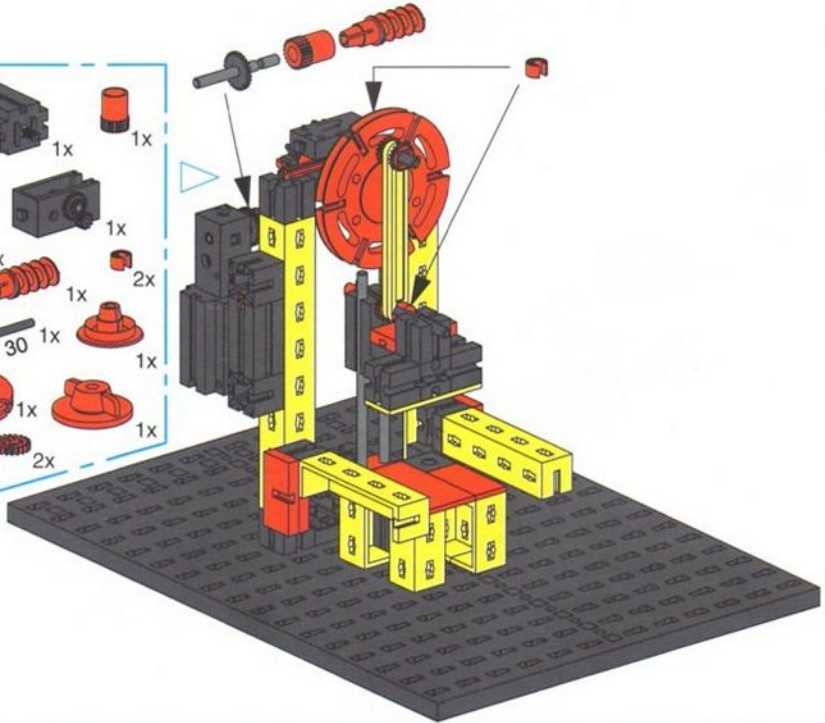
3

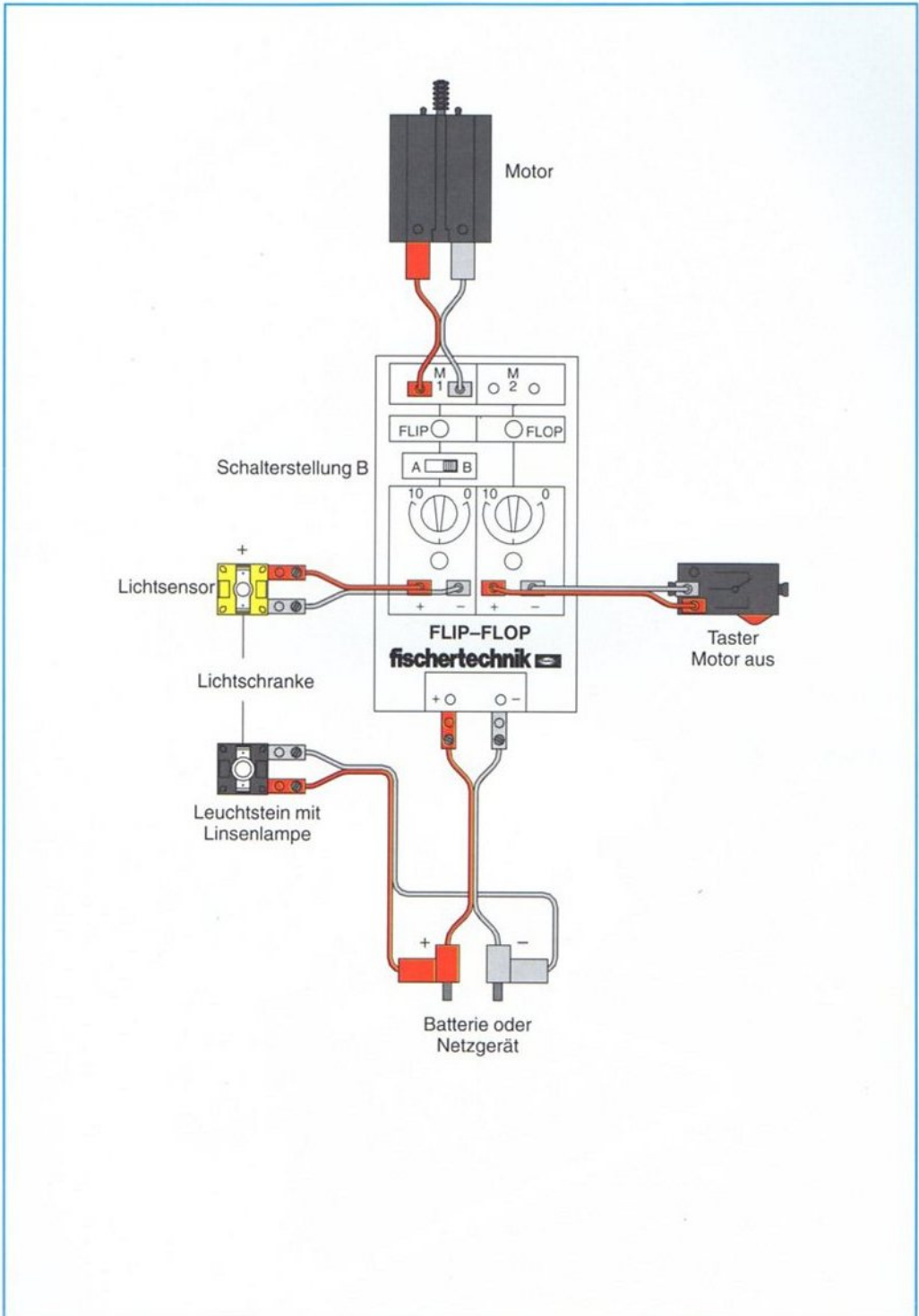
- 2x [Black Technic Beam 1x3]
- 2x [Black Technic Beam 1x2]
- 1x [Black Technic Beam 1x1]
- 2x [Red Technic Beam 1x3]
- 1x [Red Technic Beam 1x2]
- 1x [Red Technic Beam 1x1]
- 1x [Black Technic Beam 1x3 with Pin]
- 1x [Red Technic Beam 1x2 with Pin]
- 1x [Red Technic Beam 1x1 with Pin]
- 1x [Black Technic Pin]
- 1x [Red Technic Pin]
- 1x [Yellow Technic Pin]
- 1x [Black Technic Pin 60]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 1x [Yellow Technic Pin with Groove]



4

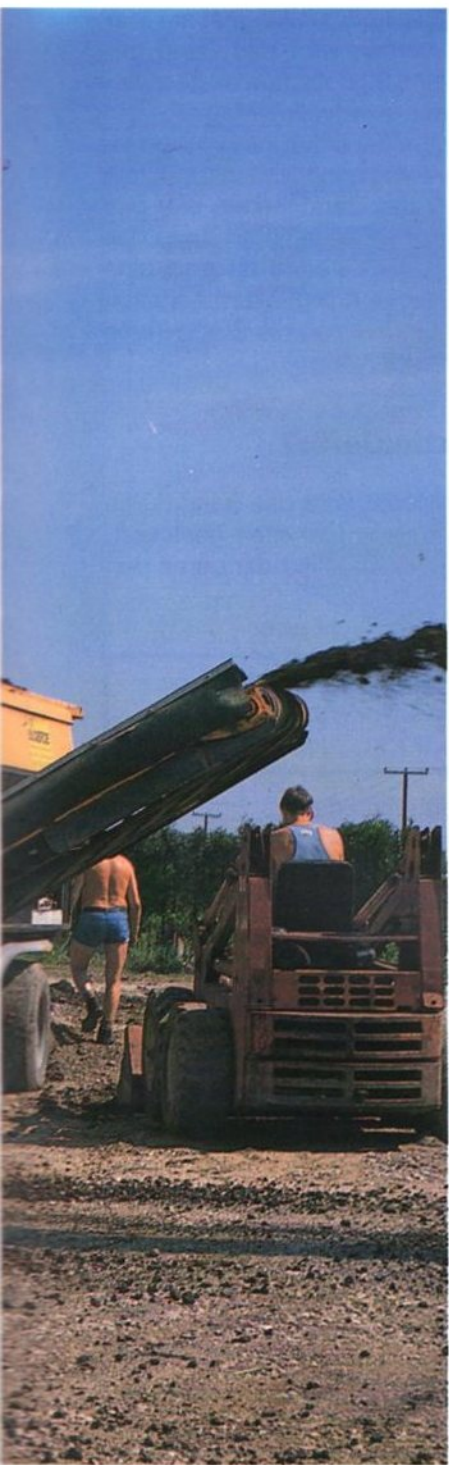
- 3x [Black Technic Beam 1x3]
- 1x [Black Technic Beam 1x2]
- 1x [Red Technic Pin]
- 2x [Yellow Technic Beam 1x3]
- 2x [Black Technic Beam 1x3]
- 1x [Yellow Technic Beam 1x2]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 2x [Red Technic Pin]
- 1x [Black Technic Pin]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 1x [Red Technic Pin with Groove]
- 2x [Red Technic Pin with Groove]
- 2x [Yellow Technic Pin with Groove]







Sortier- band



Recycling, das Wiederverwerten von Stoffen aus dem Abfall, wird heutzutage in vielen Landkreisen und Gemeinden schon erfolgreich praktiziert. Durch das getrennte Sammeln von Glas, Papier, Kunststoffen und Metall werden Rohstoffe und Energie gespart. Auch einige Autohersteller erforschen bereits Verfahren, um Schrottautos besser zu verwerten als bisher. Die dort gewonnenen Erkenntnisse werden später dann bereits bei der Herstellung der Autos verwertet.

So wie die Herstellung von Produkten muß natürlich auch das Recycling automatisiert werden, damit die Verwertung der Wertstoffe auch nicht teurer ist als die Neuerstellung. Am Anfang der Wiederverwertung steht fast immer das Sortieren und Trennen der verschiedenen Materialien. So kann man z. B. Eisen von anderen Metallen trennen, indem der Magnetismus des Eisens ausgenützt wird. Ein solches Sortierband wollen wir jetzt als Modell nachbauen (Baupläne und Schaltung wie immer auf den folgenden Seiten).

Ein Tip: Die Motorkabel vor dem Einbau des Motors anschließen, denn bei eingebautem Motor kommst Du nicht so gut an die Anschlüsse heran.

Die zu sortierenden Teile fallen auf die schräge Zuführung und rutschen durch die Schwerkraft nach unten bis zur Lichtschranke. Die Lichtschranke erkennt so das neu angekommene Teil und startet über den Setz-Eingang des Flip-Flops den Motor für das Fließband. Das Teil wird nun bis zur Sortierstation transportiert. Wenn das Band in die falsche Richtung läuft, mußt Du den Motor umpolen.

- Achte beim Lichtsensor auch auf die richtige Polung beim Anschließen – sonst funktioniert das Sortierband nicht.

Jetzt müssen wir ein wenig mogeln, denn der Magnetsensor ist nicht empfindlich genug, um Eisen von anderen Materialien zu unterscheiden (über die verschiedenen Magnetsensoren hast Du ja schon beim Modell „Schatztruhe“ etwas gelesen). Deshalb nehmen wir anstelle von einfachen Eisenteilen fischertechnik-Bausteine mit einem daran befestigten Magneten, die der Magnetsensor von Bausteinen ohne Magnet gut unterscheiden kann. Was geschieht nun aber an der Sortierstation?

Kommt ein Baustein mit Magnet am Magnetsensor vorbei, wird das Band gestoppt und eine Signallampe eingeschaltet, damit der „wertvolle“ Magnet vom Band genommen werden kann. Wenn jedoch ein nichtmagnetischer Baustein kommt, läuft das Band weiter, und das Teil fällt in das Abfallgefäß an Ende des Bandes. Das Sortierband ist also eine halbautomatische Anlage. Zum Anhalten des leeren Bandes muß die Stopp-Taste gedrückt werden.

Wie funktioniert?

Bei diesem Modell wird das Band durch zwei verschiedene Einheiten gesteuert, durch die Lichtschranke oder durch den Taster.

Bei diesem Modell gilt also:

- Motorstopp, wenn Magnetsensor anspricht **ODER** Taste gedrückt

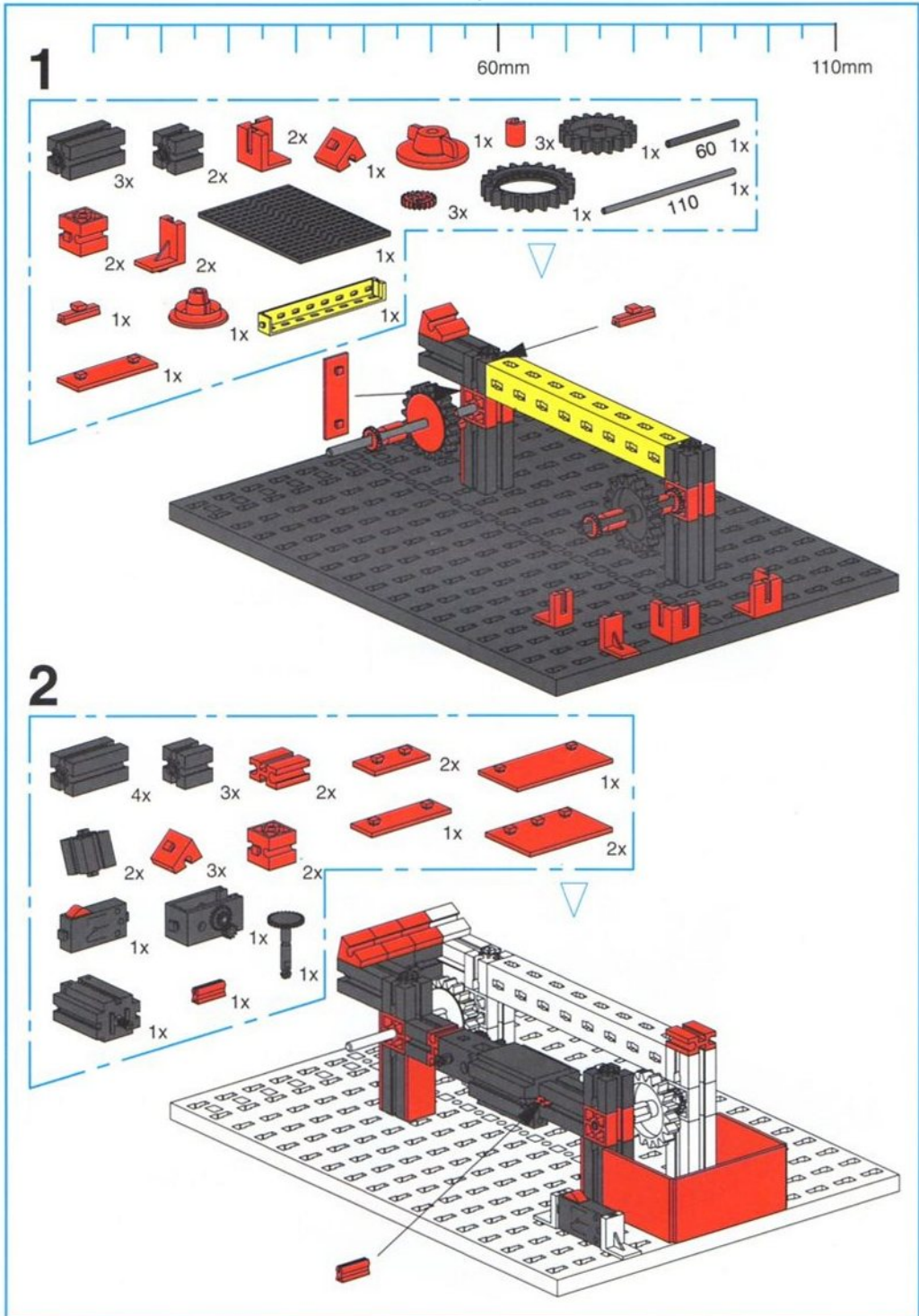
Beim Geldautomaten gilt:

- Motorstart, wenn Lichtschranke frei **UND** Taste gedrückt

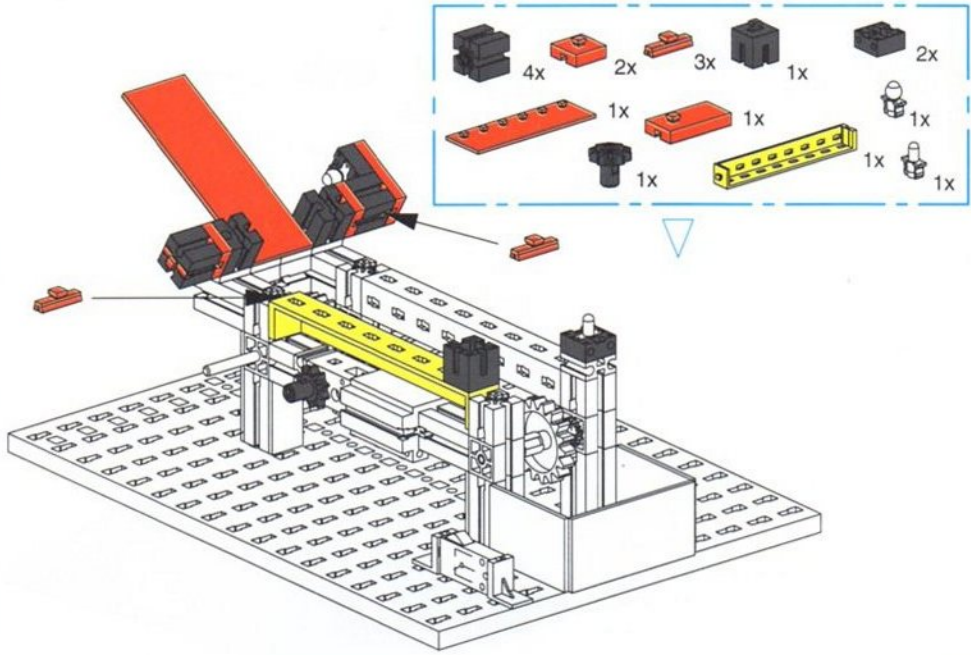
Beim Händetrockner gilt:

- Motorstart, wenn das Licht **NICHT** auf den Lichtsensor fällt

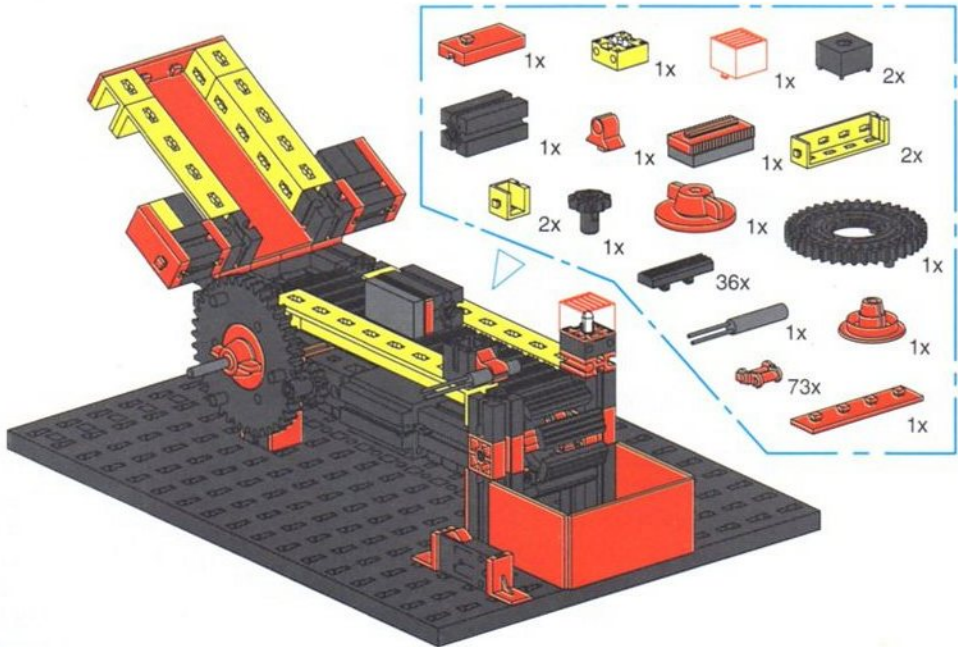
Im Inneren von Computern steuern übrigens genau diese drei Grundfunktionen in millionenfacher Kombination die Arbeit des Computers – natürlich nicht als Taster und Lampen, sondern als winzige Transistorelemente, die aber genauso arbeiten. Zum Speichern von Informationen verwenden Computer hunderttausende von Flip-Flops, die auch aus Transistorelementen aufgebaut sind.

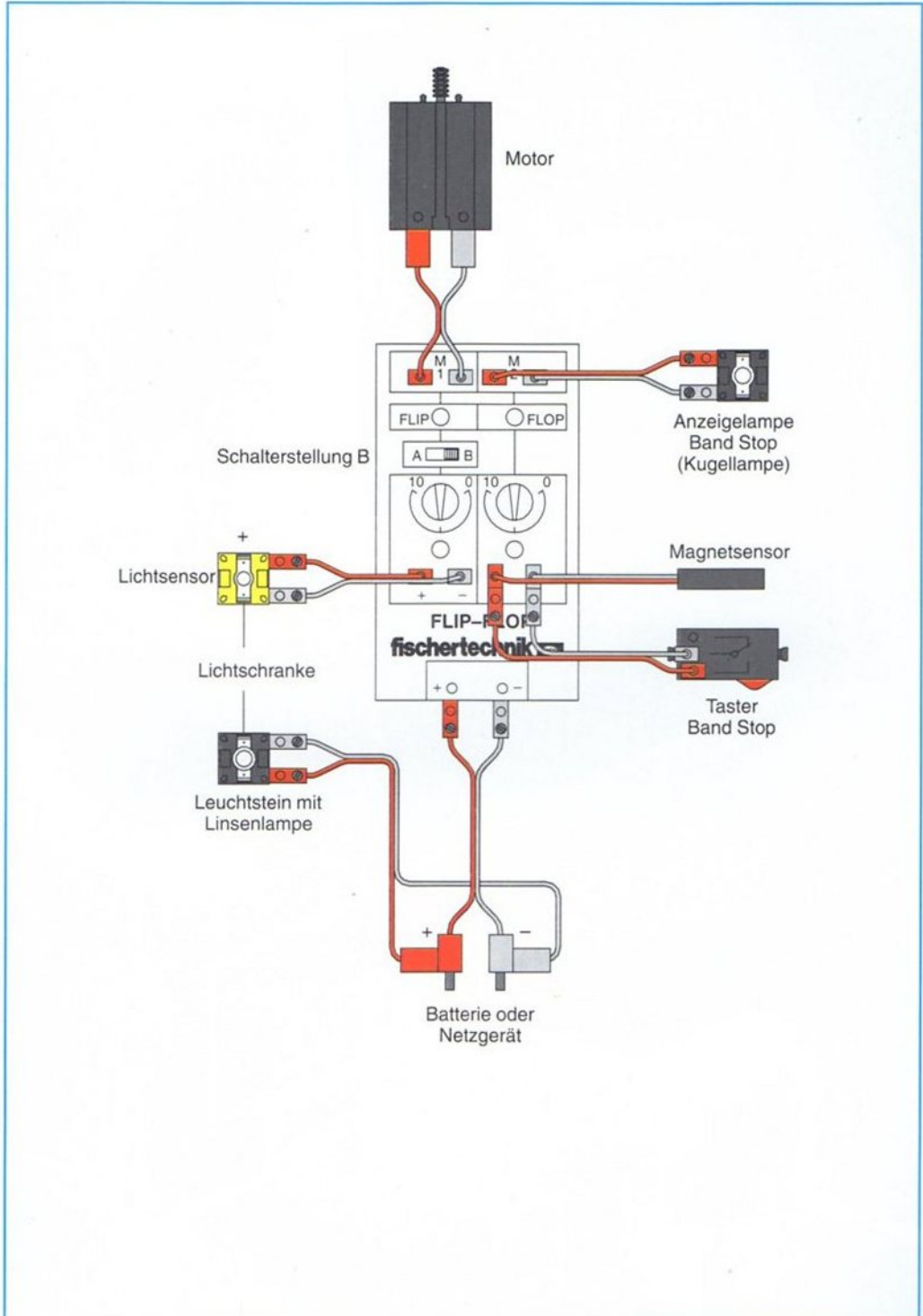


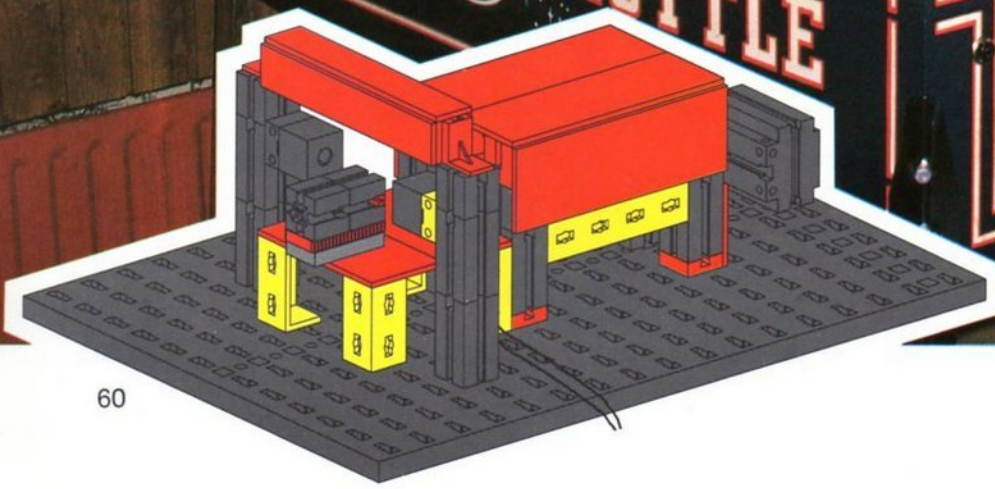
3

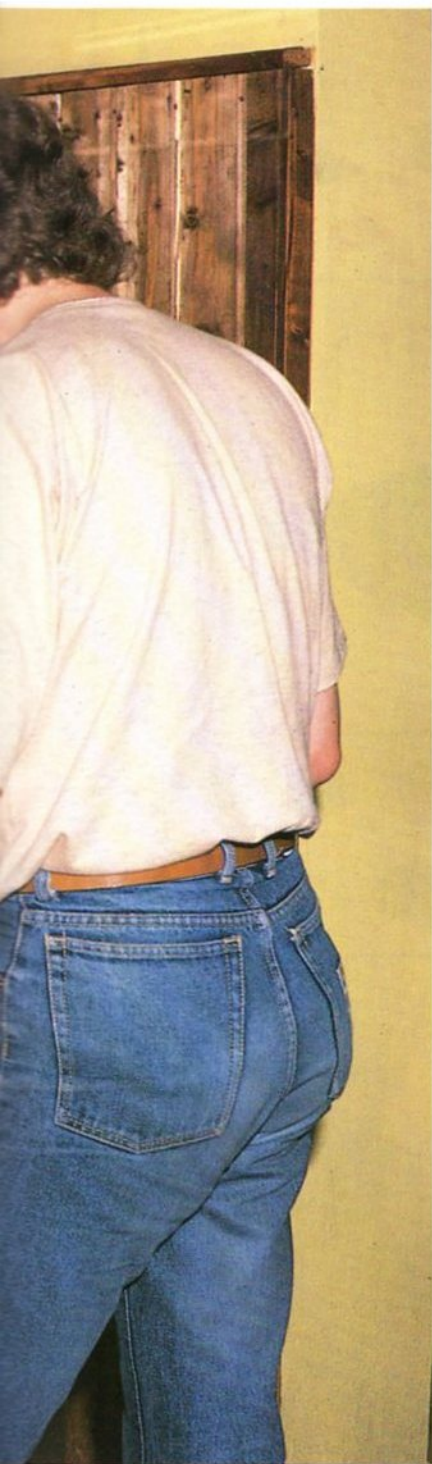


4









Reaktions- spiel

Schnelle Reaktion ist nicht nur beim Sport oder im Straßenverkehr gefragt. Mit diesem Modell kannst Du Deine Reaktion und die Deiner Freunde testen – aber unser Modell arbeitet so raffiniert, daß auch der Schnellste die Aufgabe kaum lösen kann. Dabei ist das Modell ganz einfach aufgebaut.

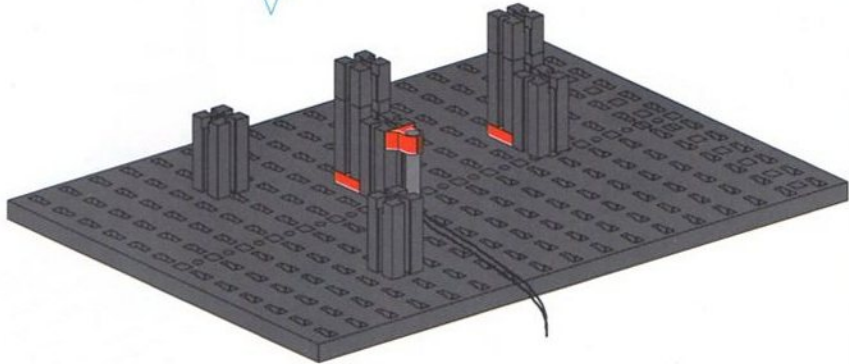
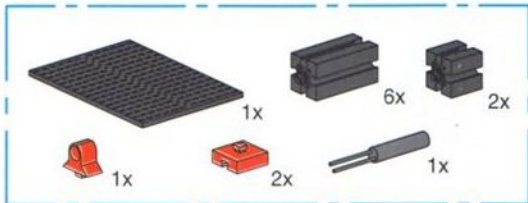
Vorne über dem Tisch befindet sich eine Lichtschranke, die bei Unterbrechung den Motor über das Flip-Flop einschaltet. Der Motor wickelt die Schnur auf und zieht so den Magneten blitzschnell nach hinten. Unter dem Tisch befindet sich etwas hinter der Lichtschranke der Magnetsensor. Wenn der Magnet nach hinten gezogen wird, schaltet er über den Magnetsensor den Motor wieder aus. Die Anlage wird wieder „scharfgemacht“, indem Du den Deckel anhebst und den Magneten wieder nach vorne ziehst. Das Modell kannst Du als Reaktions- oder Geschicklichkeitsspiel einsetzen.

Beim Reaktionsspiel wird die Lichtschranke ungefähr in der Höhe des Magneten-Bausteins angeordnet und der Baustein hinter der Lichtschranke abgelegt. Wenn Du versuchst, nach ihm zu greifen, unterbrechen Deine Finger die Lichtschranke, und der Magnet verschwindet nach hinten. Je größer der Abstand zwischen Lichtschranke und Magnet ist, desto schwieriger wird es. Beim Betrieb als Geschicklichkeitsspiel wird die Lichtschranke weiter oben positioniert und der Magnet unterhalb der Lichtschranke abgelegt. Die Lichtschranke wird knapp über dem Magnet-Baustein angeordnet. Wenn beim Versuch, den Magneten herauszunehmen, dieser nur ganz wenig angehoben wird, startet der Motor – und das Objekt ist verschwunden.

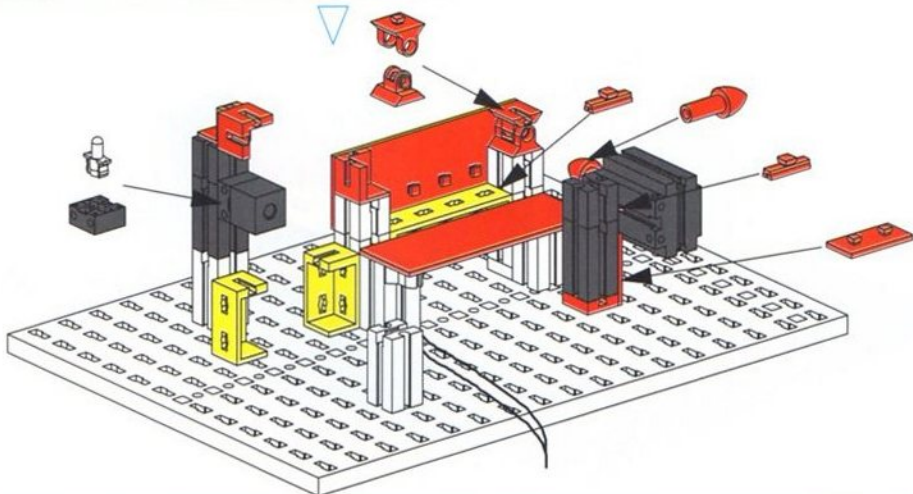
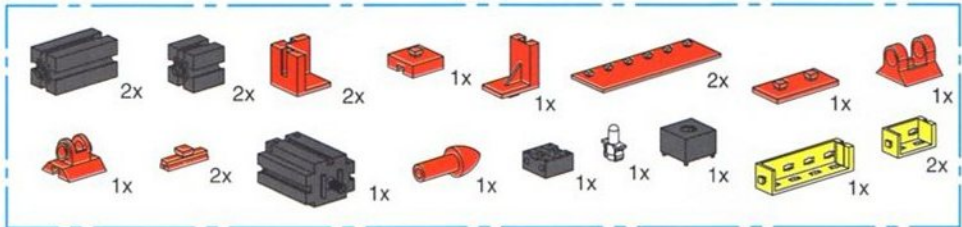
Hinweis:

Wenn Du den Magneten wirklich erwischt hast, halte ihn nicht zu lange fest, weil dadurch der Motor blockiert wird.

1



2

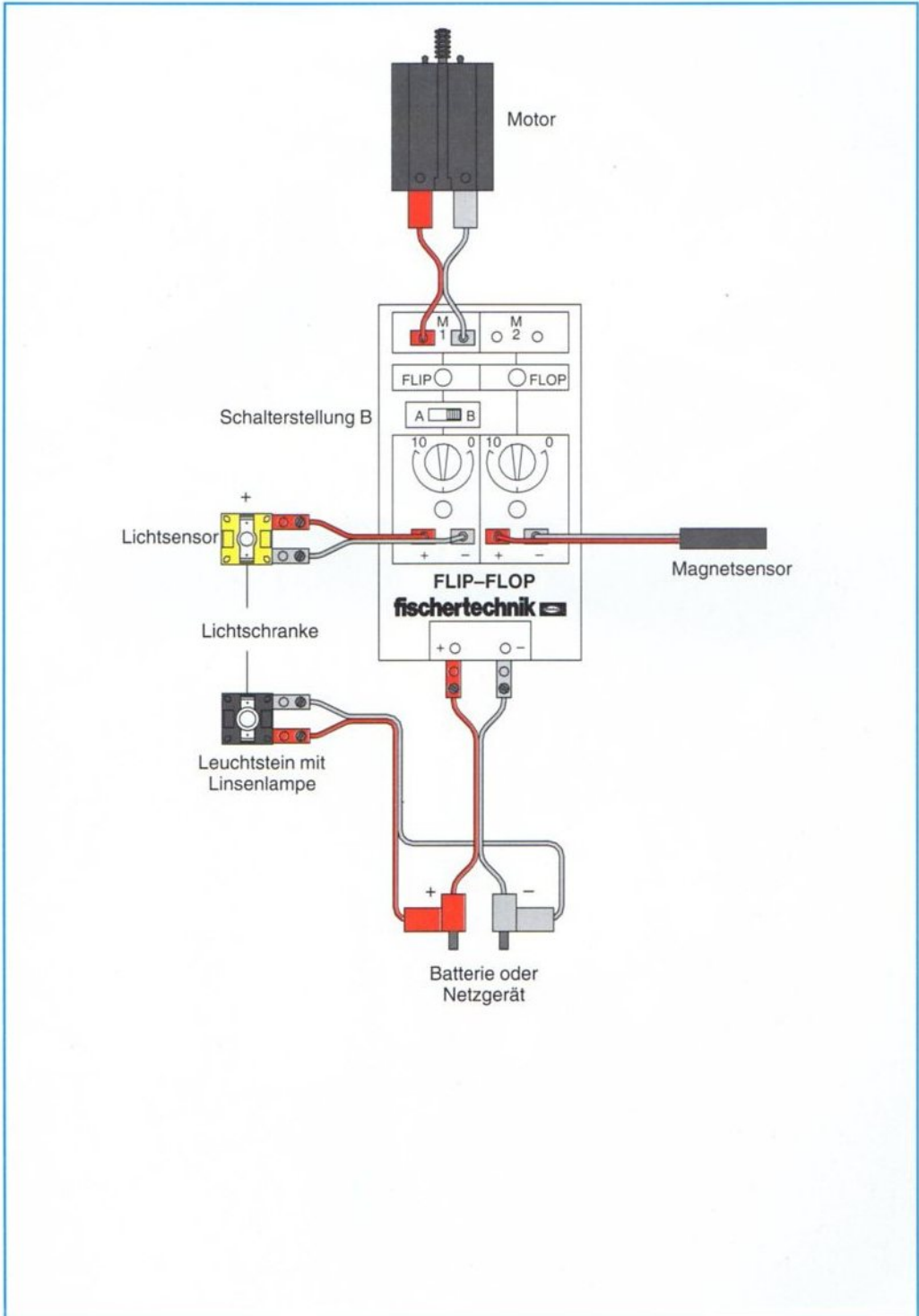


3

2x, 4x, 2x, 1x, 2x
1x, 1x, 3x, 2x
2x, 1x, 2x, 1x
1x, 1x, 2x, 1x
1x, 1x, 2x, 1x
1x

ca. 20 cm

The diagram illustrates step 3 of the 'Reaktionsspiel' assembly. It features a list of parts in various colors (black, red, yellow) with their respective quantities. The main assembly view shows a grey baseplate with a partially constructed mechanism. A red horizontal beam is being attached to the structure. A detail inset shows a red pin being inserted into a black component, with a dimension of approximately 20 cm indicated. The completed assembly is shown at the bottom of the diagram.







Dosier- anlage

Wie kommt der Zucker in die Tüte oder der Saft in die Flasche? In vielen Branchen muß loses Schüttgut abgefüllt werden. Dabei ist das Prinzip immer gleich – ganz egal, ob Cornflakes in die Schachtel gefüllt oder Lastwagen mit Kies beladen werden. Der Zweck einer Dosieranlage ist es, immer wieder die gleiche Menge des Schüttgutes abzufüllen. Denn das Abwiegen und Abfüllen von Hand, wie es z.B. in kleineren Geschäften gemacht wird, ist bei der Massenproduktion zu langsam und zu teuer.

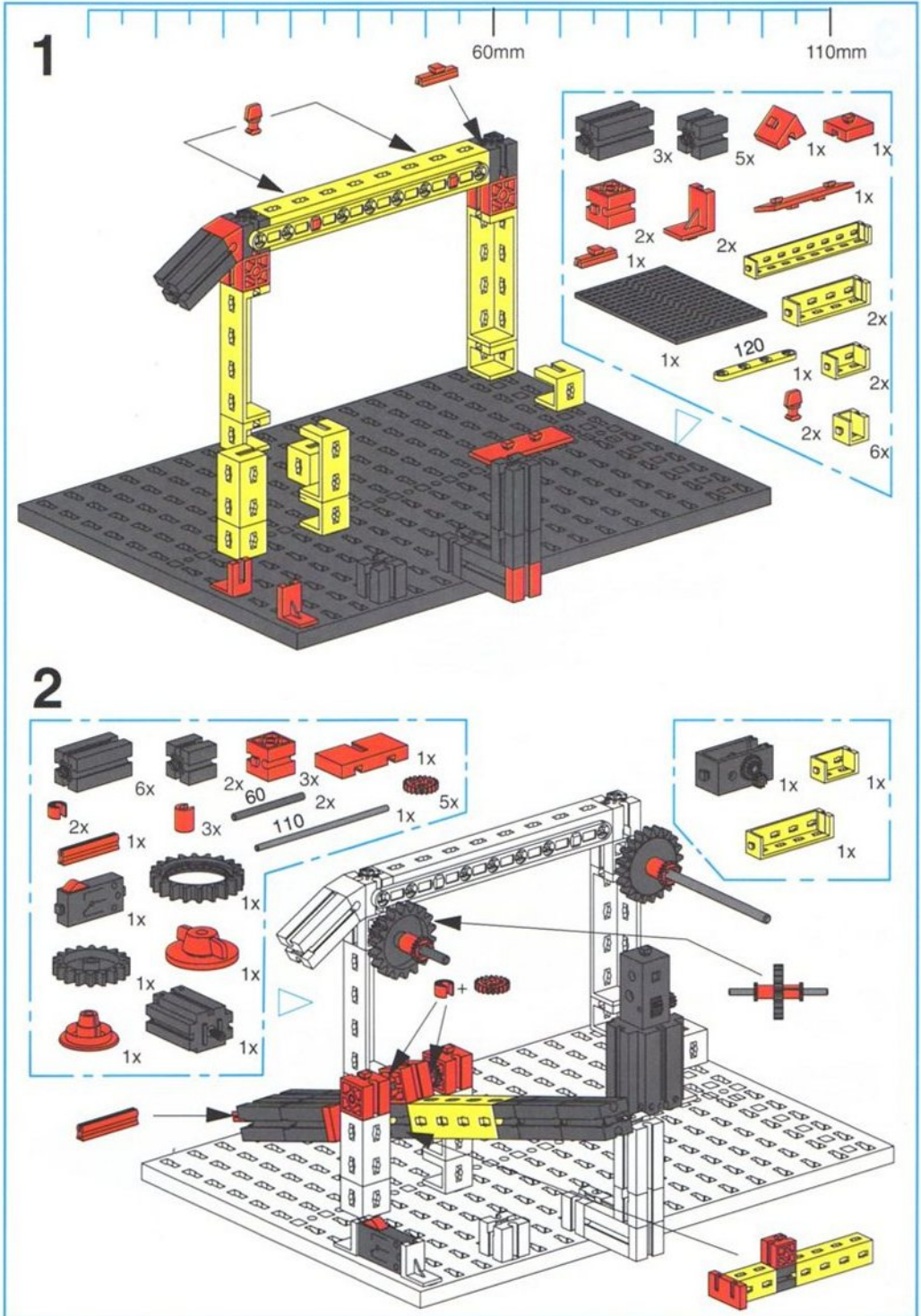
Unsere Dosieranlage besteht aus einem Fließband, auf dem fischertechnik-Bausteine als Schüttgut zugeführt werden. Unter dem Ende des Fließbandes befindet sich eine Auffangschale, die an einem Waagebalken befestigt ist. Als Gegengewicht dient ein Magnet, der auch gleich die Dosieranlage steuert. Die Waage arbeitet wie eine Wippe: ist der Behälter leer, liegt der Magnet am Boden auf. Wenn nun das Schüttgut eingefüllt wird, ändert sich das Gewichtsverhältnis, der Behälter senkt sich, und der Magnet bewegt sich aufwärts. Ist das vorgeschriebene Gewicht erreicht, befindet sich der Magnet neben dem Sensor – das Band wird gestoppt. Nun kann der Inhalt des Behälters entnommen und das Band mit der Taste wieder gestartet werden. Wenn das Band in die falsche Richtung läuft, mußt Du den Motor umpolen.

Wie funktioniert?

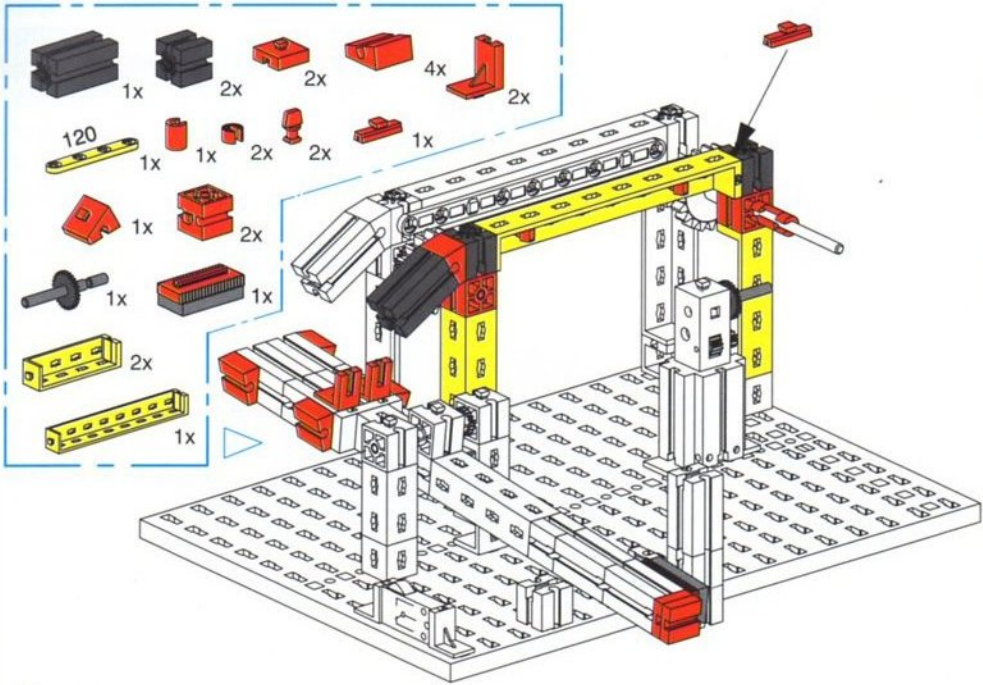
Die Dosierung von Schüttgut mit einer Waage kennst Du nun. Bei Produkten, die unregelmäßig geformt sind (z. B. Kar-

toffelchips) und daher nicht immer denselben Raum (= Volumen) einnehmen, ist dies auch die sicherste Methode, immer die gleiche Menge zu bekommen. Für relativ regelmäßig geformtes Schüttgut (z. B. Kugeln, Sand, Zement) oder wo es auf die Menge nicht ganz so genau ankommt (z. B. bei einem Laster voll Kies) können auch andere Methoden verwendet werden. Dazu einige Beispiele:

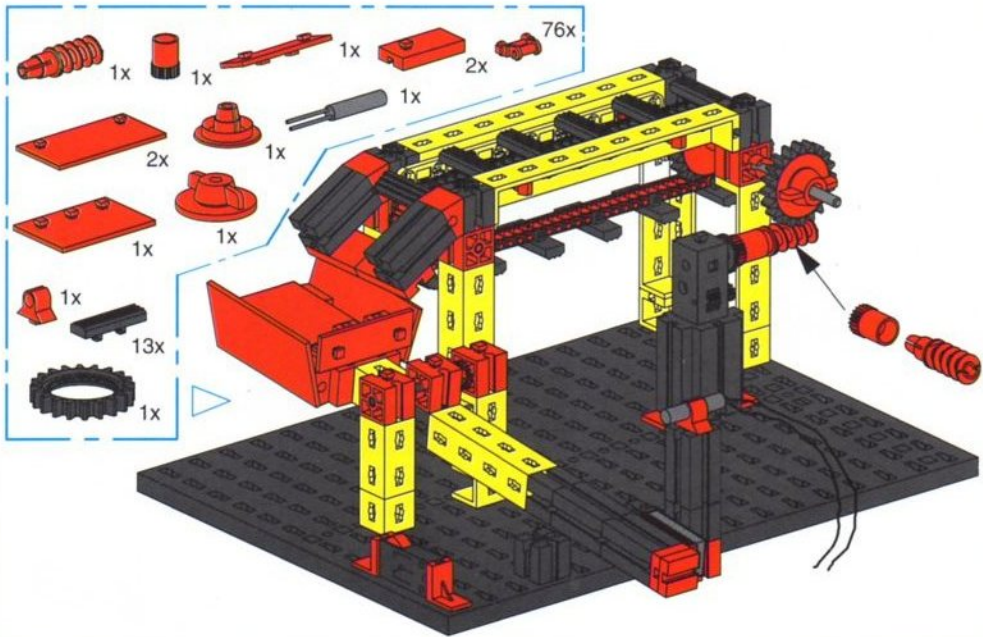
- Abtastung der Füllhöhe mit einer Lichtschranke (z. B. bei Flüssigkeiten).
- Messen der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten. Taucht man zwei Metallstäbe in gewissem Abstand in die Flüssigkeit, kann man den Widerstand zwischen den Stäben messen. Je höher die leitende Flüssigkeit steigt, desto kleiner wird der Widerstand.

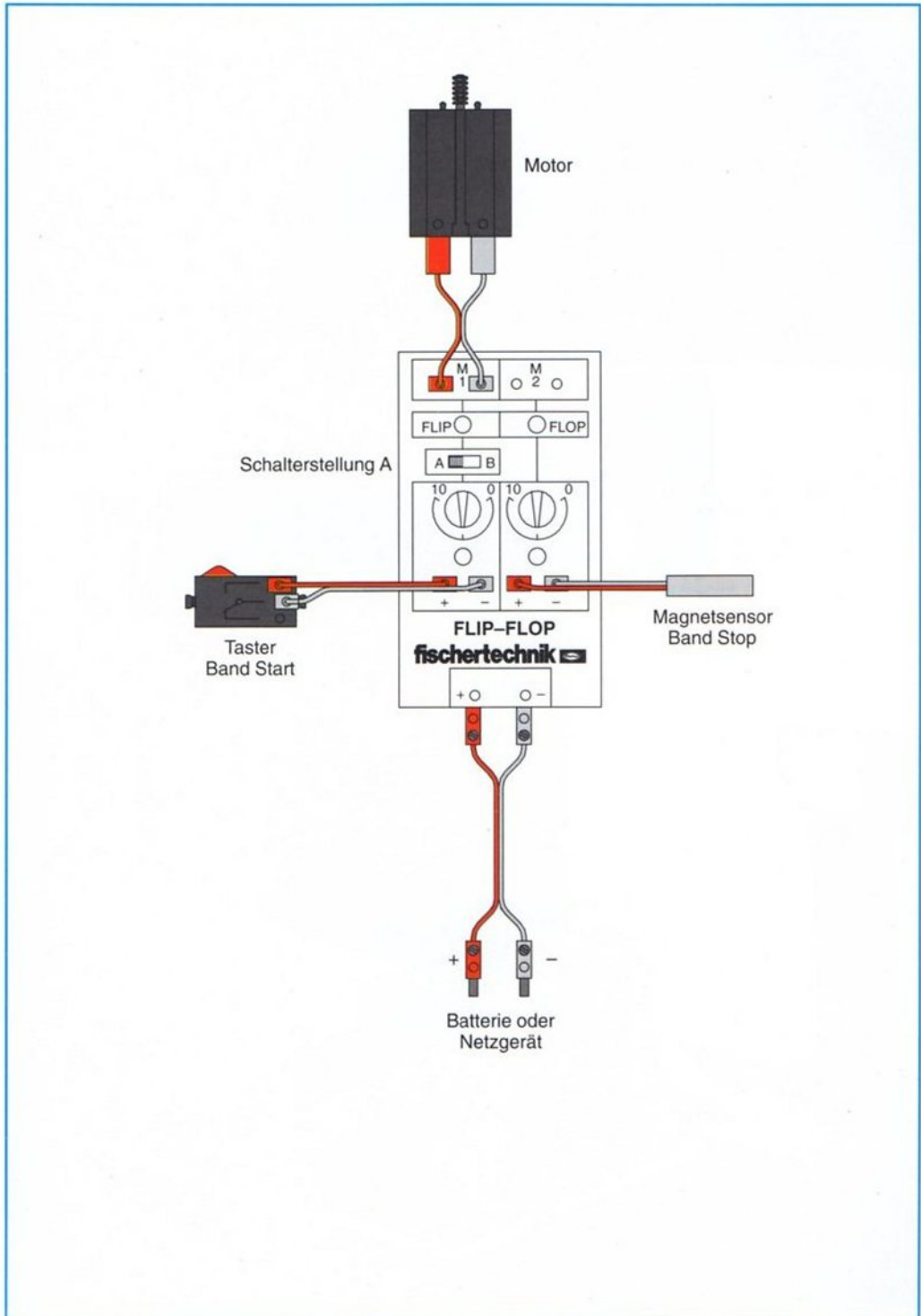


3



4









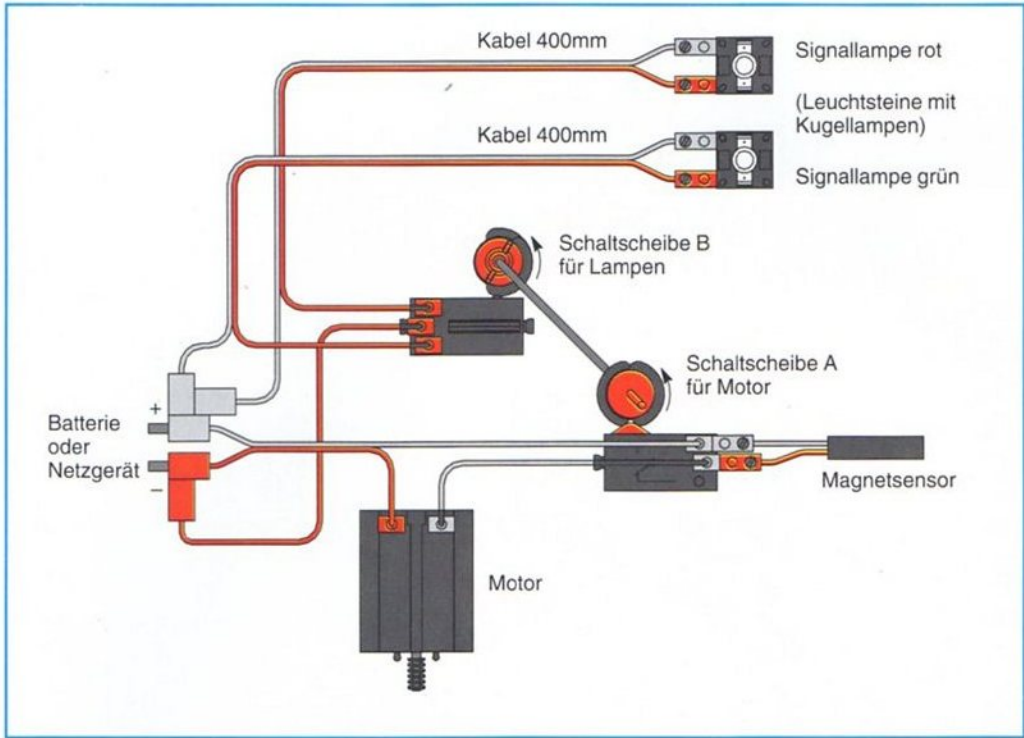
Garagen- einfahrt mit Schranke

Bei Parkhäusern und Tiefgaragen befinden sich an der Ein- und Ausfahrt Schranken. Je nach Zweck der Garage arbeiten die Schranken unterschiedlich. Bei privaten Garagen braucht man einen Schlüssel oder eine Karte (wie im Modell „Geldautomat“), um hineinzukommen. Beim Verlassen der Garage öffnet sich die Schranke automatisch. Bei öffentlichen Garagen wird die Einfahrt-Schranke automatisch geöffnet, solange noch Platz ist. Bei der Ausfahrt muß man dann eine Quittungskarte oder -Münze einwerfen, um die Garage wieder zu verlassen.

Das fischertechnik-Modell zeigt die Steuerung der automatischen Schranke. Zum Öffnen der Schranke wird der Magnetsensor verwendet. Am Auto (z. B. ein Modellauto oder ein fischertechnik-Modell) wird ein Magnet in Höhe des Sensors befestigt. Zum Festkleben eignet sich doppelseitiges Klebeband besonders gut. Sobald das Auto vor der Schranke steht, wird die Schranke über eine mechanische Hebvorrichtung mit Exzenter geöffnet. Sobald die Schranke offen ist, springt auch die Ampel von Rot auf Grün, und das Auto kann durchfahren. Danach schließt sich die Schranke, und die Ampel schaltet wieder auf Rot.

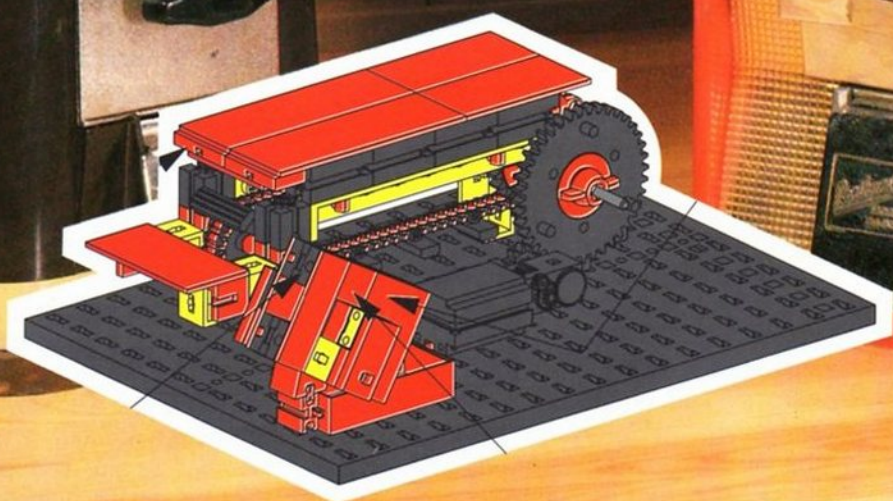
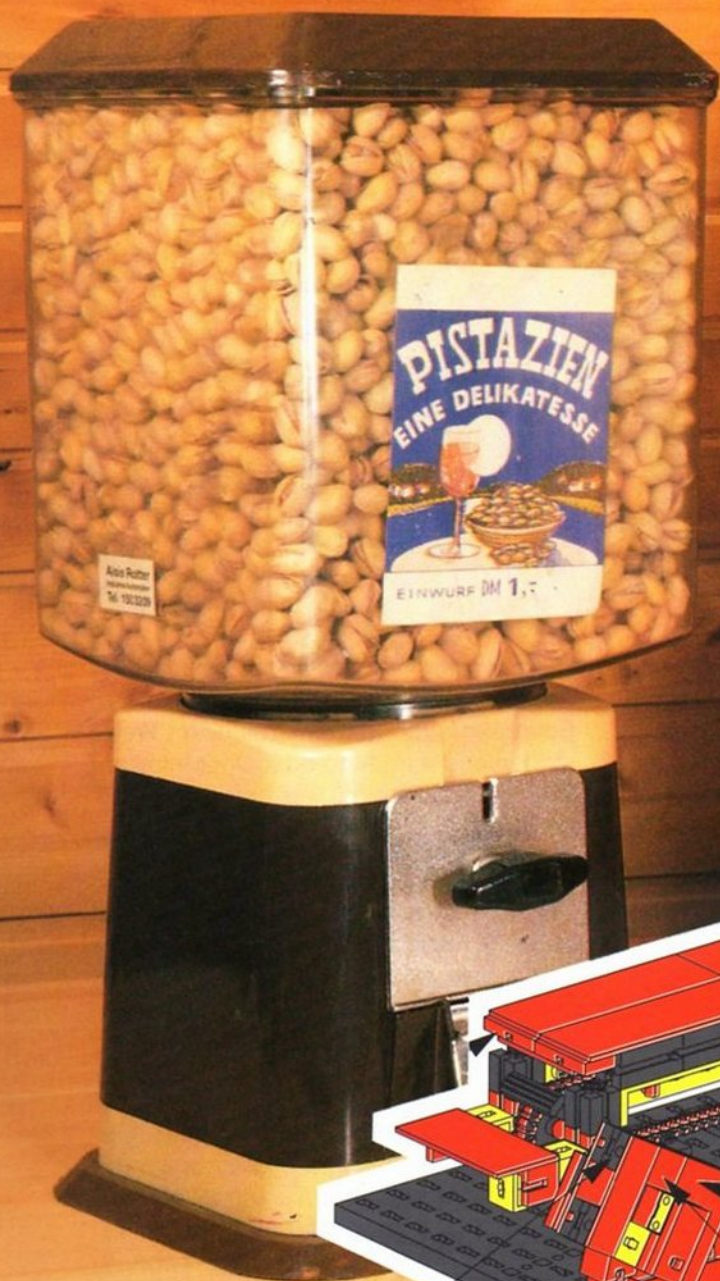
Das Modell baust Du wieder entsprechend den Bauphasen auf den folgenden Seiten auf. Dabei wirst Du erstmals mit den Schaltscheiben Bekanntschaft machen; das Flip-Flop wird diesmal nicht verwendet. Damit die Anlage richtig funktioniert, mußt Du bereits beim Bau auf die richtige Lage der Schaltscheiben auf der Achse und auf den Öffnungswinkel der Schaltscheiben achten. Auf die Lage der Schaltscheiben muß auch die Position des Exzenterhebels zur Bewegung des Schrankenbaums abgestimmt werden. Auch die Laufrichtung des Motors ist wichtig (siehe Schaltplan – eventuell mußt Du den Motor umpolen).

Die vordere Schaltscheibe mit dem kleinen Öffnungswinkel (A) steuert den Motor. Der Magnetsensor schaltet den Motor ein, wenn sich ein Fahrzeug nähert. Der Motor dreht die Schaltscheibe, und diese betätigt den Motor-Taster, der den Stromkreis für den Motor aufrecht hält. Nach einer vollen Umdrehung öffnet der Taster wieder, und der Motor bleibt stehen. Die zweite Schaltscheibe mit dem größeren Öffnungswinkel (B) schaltet mit ihrem Taster die Lampen der Ampel von Rot auf Grün und zurück.



tungskärtchen aus steifem Papier einen Magnetstreifen, auf dem Uhrzeit und Datum der Zahlung gespeichert sind. Die Quittung gilt dann nur etwa eine Viertelstunde nach dem Bezahlen.

Superkomfortabel geht das Öffnen der Schranke auch mit einem kleinen Fernsteuersender im Auto oder einer Infrarotlicht-Fernbedienung wie beim Fernsehgerät.



Bonbon- automat



Münzbetätigte Warenautomaten gab es bereits in der Antike. Schon Heron von Alexandria hat vor fast 2000 Jahren einen Weihwasserautomaten konstruiert (Bild 28). Die ersten Vorläufer unserer heutigen Warenautomaten entstanden dann vor etwa 100 Jahren. Und natürlich gab es auch damals schon Süßigkeiten-Automaten. Nach dem Einwurf der Münze wird diese zunächst geprüft, denn es könnte jemand versuchen, den Automaten mit Metallscheiben oder ausländischen Münzen zu „überlisten“. Erst danach wird das Warenfach freigegeben. Je nachdem, wie der Automat konstruiert ist, muß man eine Schublade ziehen und die Ware herausnehmen, oder der Automat stößt die Ware automatisch aus.



Wirft man eine Münze ein, so fällt diese auf einen Hebel, der wiederum ein Ventil kurz öffnet.

Bild 28

Wir wollen als letztes Modell natürlich einen modernen Automaten bauen, der die Ware vollautomatisch ausgibt. Dafür ist bei unserem Modell die Münzprüfung sehr einfach. Es wird lediglich der Durchmesser der Münze geprüft, denn der Geldeinwurf besteht aus zwei fischertechnik-Bausteinen, in deren Längsrillen die Münze nach unten rollen kann. Auf ihrem Weg nach unten unterbricht sie den Strahl einer Lichtschranke und löst so die Warenausgabe aus.

Für die Ausgabe der einzelnen Bonbons wird wieder ein Förderband verwendet, wie du es schon von anderen Modellen her kennst. Sobald die Lichtschranke das Flip-Flop gesetzt hat, beginnt der Motor zu drehen, und das Förderband transportiert die daraufliegenden Bonbons nach vorne. Das vorderste Bonbon fällt heraus und kann weggenommen werden. Durch Betätigen eines Tasters mit den Raupenbelägen wird der Motor dann nach einem Bonbon gestoppt. Die Bauphasen und den Schaltplan findest Du wieder auf den nächsten Seiten.

Zum Bestücken des Automaten mit Bonbons oder Würfelzucker klappst Du die Deckplatte auf und legst die Süßigkeiten zwischen die Raupenbeläge auf die Kette. Deckel zu – der Automat ist bereit. Wenn Du noch genügend fischertechnik-Bauteile hast (z. B. vom Master), kannst Du auch noch eine Zuführung bauen (so ähnlich wie beim Sortierband), in die Du Bonbons schütten kannst, die dann am Ende des Fließbands aufgenommen werden.

Wie funktioniert?

Die ersten Warenautomaten waren recht einfach gebaut und arbeiteten ähnlich wie das fischertechnik-Modell. **Bild 29** zeigt einen Zigarrenautomaten aus dem Jahr 1883, der fast genauso funktioniert – statt des Fließbandes wird eine Art „Schaufelrad“ verwendet. Die moderneren Automaten besitzen dann statt der Schubladen elektrische Taster zum Auswählen der gewünschten Ware; sie werfen die Ware dann auch per Elektromotor aus. Neben den Warenautomaten haben sich dann die Spielautomaten entwickelt

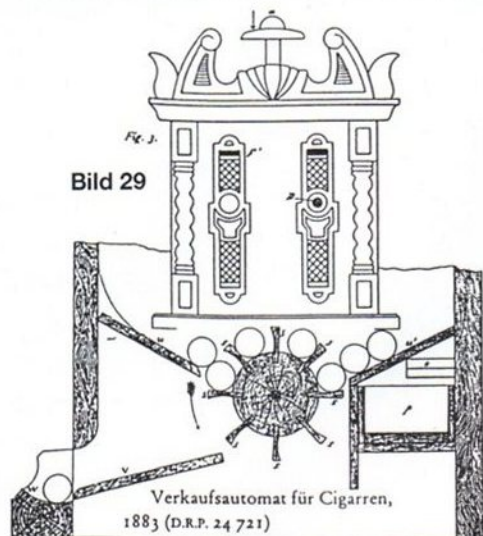
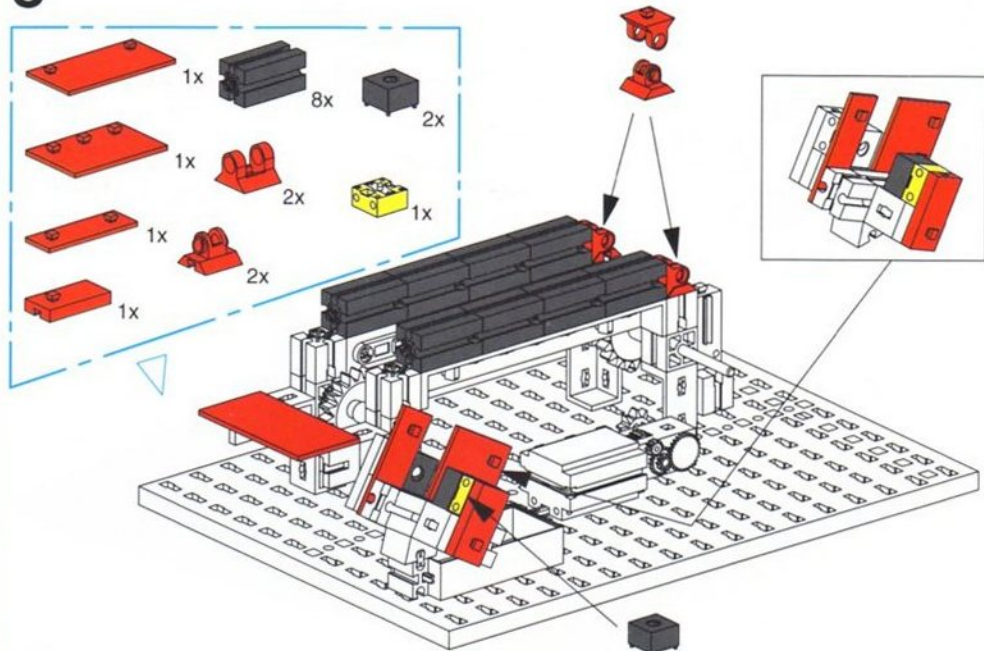
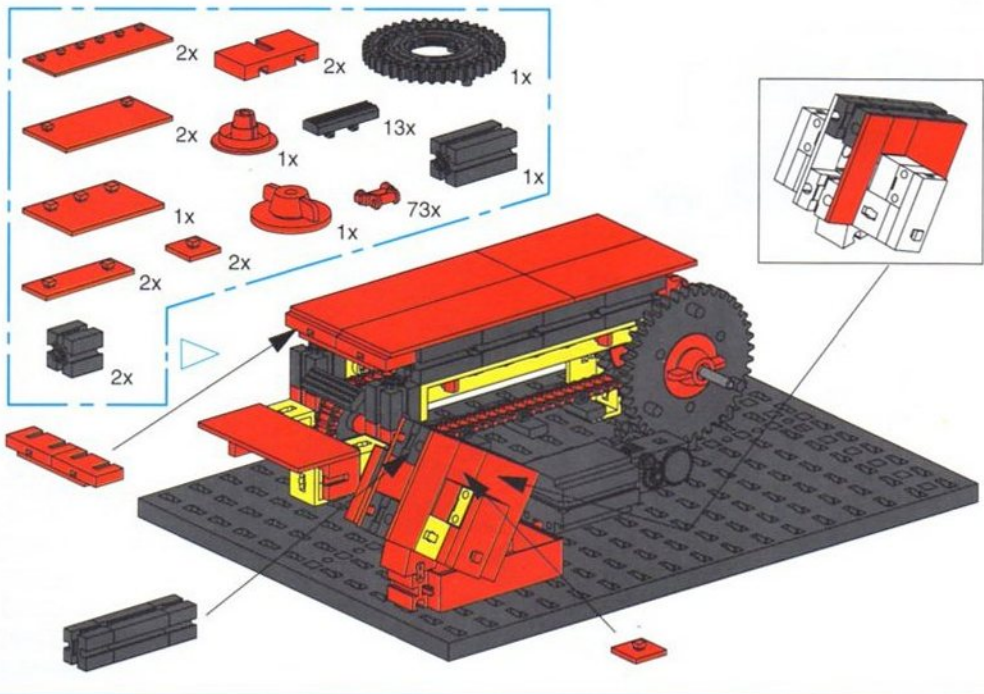


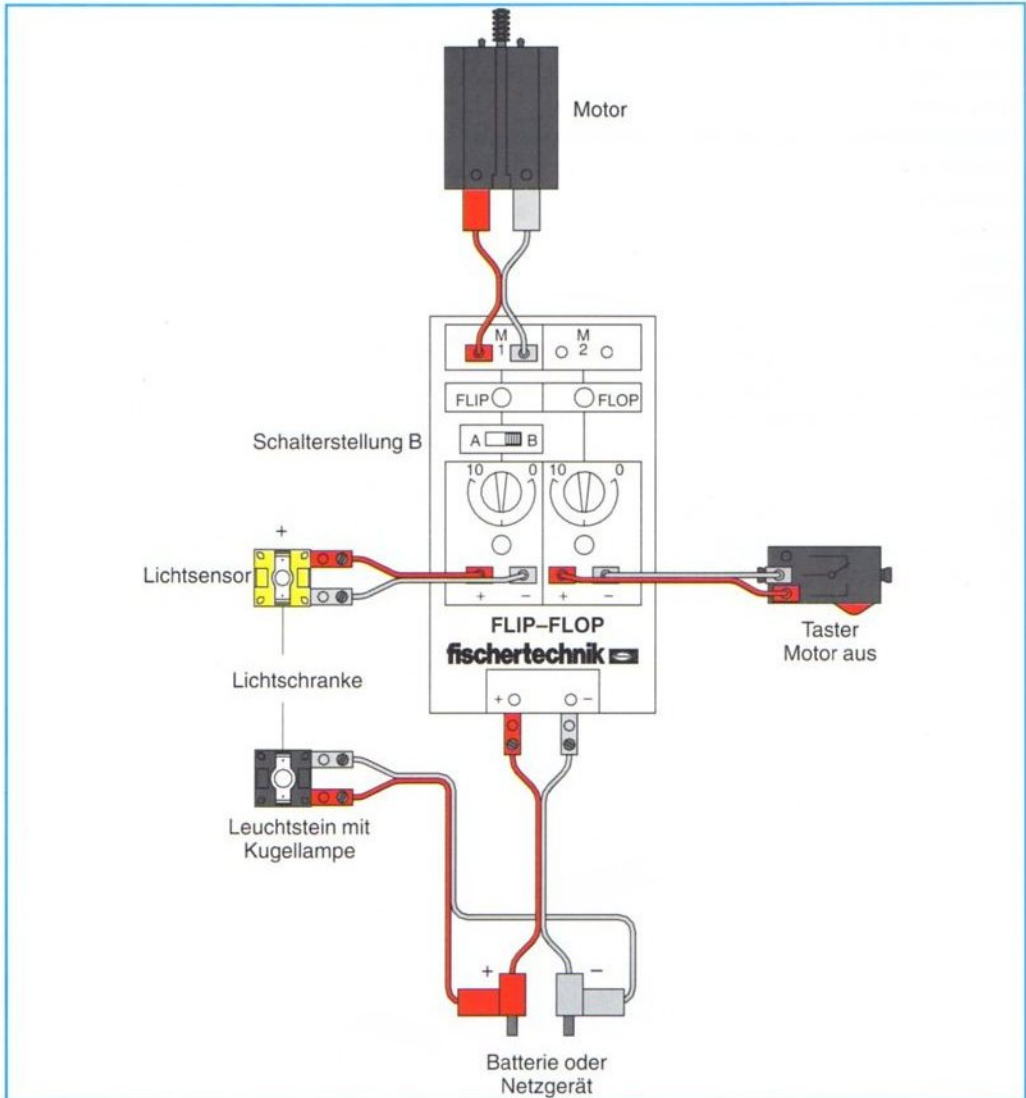
Bild 29

3



4





– vom einfachen Glücksspielautomaten bis zu den heutigen Computerspielen. Ein ganz wichtiger Teil aller Automaten ist der Münzprüfer, denn wenn zu viele Fälschungen im Automaten landen, lohnt sich der Betrieb natürlich nicht. Anfänglich hat es mit Einwurfschlitzen, die den Durchmesser und die Dicke der Münze geprüft haben. Damit es mit kleineren Münzen nicht funktionierte, wurde hinter dem Schlitz ein Waagebalken angeord-

net. Die korrekten Münzen waren so schwer, daß der Waagebalken kippte und die Münze die Schublade freigeben konnte. Leichtere Münzen rollten einfach ins Rückgabefach (im Prinzip dieselbe Funktion wie beim Modell der Dosieranlage). Um auch zu schwere Münzen auszuscheiden, kann noch eine zweite Waage dahinter angeordnet werden. So ergab sich dann eine rein mechanische Lösung, mit der Dicke und Durchmesser

der Münze genau erkannt werden konnten – ein Prinzip, das sich bis heute bewährt hat.

Zum Erkennen des Metalls, aus dem die Münze hergestellt ist, werden Magnete verwendet. Damit kann man nicht nur eisenhaltige Münzen von anderen unterscheiden, sondern auch „falsche“ Metalllegierungen, also das Material der Münze, erkennen. Mit einem Magnetfeld kann die Leitfähigkeit der Münze untersucht werden, denn wenn sich ein Leiter durch ein Magnetfeld bewegt, wird in ihm eine „elektrodynamische Kraft“ erzeugt (eine Eigenschaft, die beim Generator, z.B. Fahrraddynamo, ausgenutzt wird). Diese Kraft wirkt der Bewegung der Münze entgegen und beeinflusst deren Laufgeschwindigkeit. Da unterschiedliche Metalle auch unterschiedlich gut lei-

ten, kann man durch die mechanische Konstruktion der Laufbahn für die Münze die „schlechten“ Münzen aussortieren.

Bei modernen Automaten werden elektronische Münzprüfer verwendet, die über Sensorspulen Dicke, Durchmesser und Material überprüfen (**Bild 30**). Hier ersetzt preiswerte Elektronik die komplizierte und teure Mechanik. Der Vorteil der elektronischen Münzprüfer, die meist mit einem kleinen Computer gekoppelt sind, liegt in der Möglichkeit, verschiedene Münzen prüfen zu können. Solche Automaten erkennen die unterschiedlichen Münzen automatisch, und die Umstellung auf neue Münzen oder ausländische Währungen kann ohne mechanische Änderung des Automaten allein durch die Programmierung des Computers erfolgen.

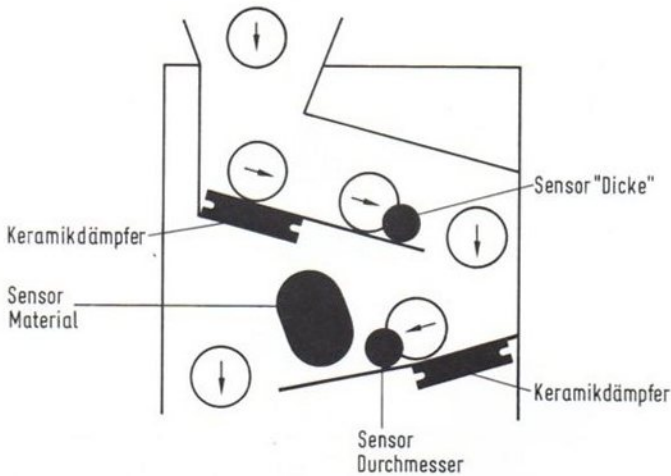


Bild 30

Stückliste

 3x	31010	Winkelstein 60°
 4x	31011	Winkelstein 30°
 1x	31019	Drehscheibe 6
 2x	31021	Zahnrad Z20
 1x	31022	Zahnrad Z40/32
 4x	31023	Klemmbuchse 10
 2x	31031	Achse 110
 1x	31040	Achse 90










 3x	31058	Nabenmutter
 1x	31060	Verbindungsstück 15
 4x	31061	Verbindungsstück 30
 1x	31064	Achse 40 mit Zahnrad Z 28
 1x	31078	U-Getriebe
 1x	31082	Zahnrad Z28 m=0,5 mit Rastachse
 1x	31323	Dauermagnet
 1x	31360	Litze 2000mm

 2x	31426	Gelenkwürfelzunge
 2x	31436	Gelenkwürfelklaue
 38x	31762	Rastraupenbelag
 1x	31779	Kettenrad
 1x	31915	Zangenmutter
 4x	31981	Winkelstein 15°
 5x	31982	Federnocken
 7x	32064	Baustein 15 mit Bohrung
 1x	32233	Batterieclips (9V) ohne Stecker
 2x	32263	Batteriegehäuse
 1x	32293	S-Motor 6-9V=

 4x	32850	Riegelstein 15x15
 1x	32869	Seil 1,2m
 13x	32879	Baustein 30
 12x	32881	Baustein 15
 3x	32882	Baustein 15 mit 2 Zapfen
 1x	32946	Fototransistor montiert
 1x	32958	Batteriegehäuse Deckel
 1x	32985	Experimentierplatte 259x187mm
 3x	35031	Flachnabenzange
 5x	35049	Baustein 15x30x5
 6x	35053	Winkelträger 15

 4x	36299	Winkelträger30
 4x	36323	S-Riegel 4mm
 2x	36326	X-Strebe 63,6
 5x	36334	Riegelscheibe
 1x		NTC-Widerstand 60 KOhm
 1x	36443	Schraubendreher
 2x	36532	Störlichtkappe Bohrung 6,0
 1x	36559	Luftschraube
 4x	37232	Verschlussriegel
 4x	37237	Baustein 5
 4x	37238	Baustein 5 mit 2 Zapfen

 2x	37468	Baustein 7,5
 2x	37636	Rollenlager
 8x	37679	Klemmbuchse 5
 1x	37681	Spinner
 4x	37727	Schaltscheibe
 2x	37783	Minitaster
 1x	37858	Klemmbare Schnecke
 2x	37869	Kugelstecklampe
 1x	37875	Linsenstecklampe
 30x	38213	Steckerstift
 30x	38214	Schraube

 4x	38216	Leuchstein schwarz
 4x	38240	Baustein V15 Eck
 2x	38241	Bauplatte 15x30
 3x	38242	Bauplatte 15x45
 1x	38243	Bauplatte 15x45
 3x	38245	Bauplatte 15x90
 2x	38246	Bauplatte 15x15
 2x	38248	Bauplatte 30x45
 3x	38249	Bauplatte 30x60

 5x	38251	Bauplatte 30x90
 2x	38277	Bauplatte 15x45 mit 2x2 Zapfen
 1x	38413	K-Achse 30
 1x	38415	K-Achse 50
 2x	38416	K-Achse 60
 4x	38423	Winkelstein 10x15x15
 2x	38428	Bauplatte 15x30x5 mit 3 Nuten
 4x	38464	Bauplatte 15x60
 1x	38843	Achsenverschraubung

