

Forum technische Bildung

1-78

Beispiele für den
Technikunterricht

Informationstechnik II

Zum Thema dieses Heftes

2

Gregor Tyrchan

Binäre Informationsverarbeitung

Begründungen und Aspekte einer Einführung

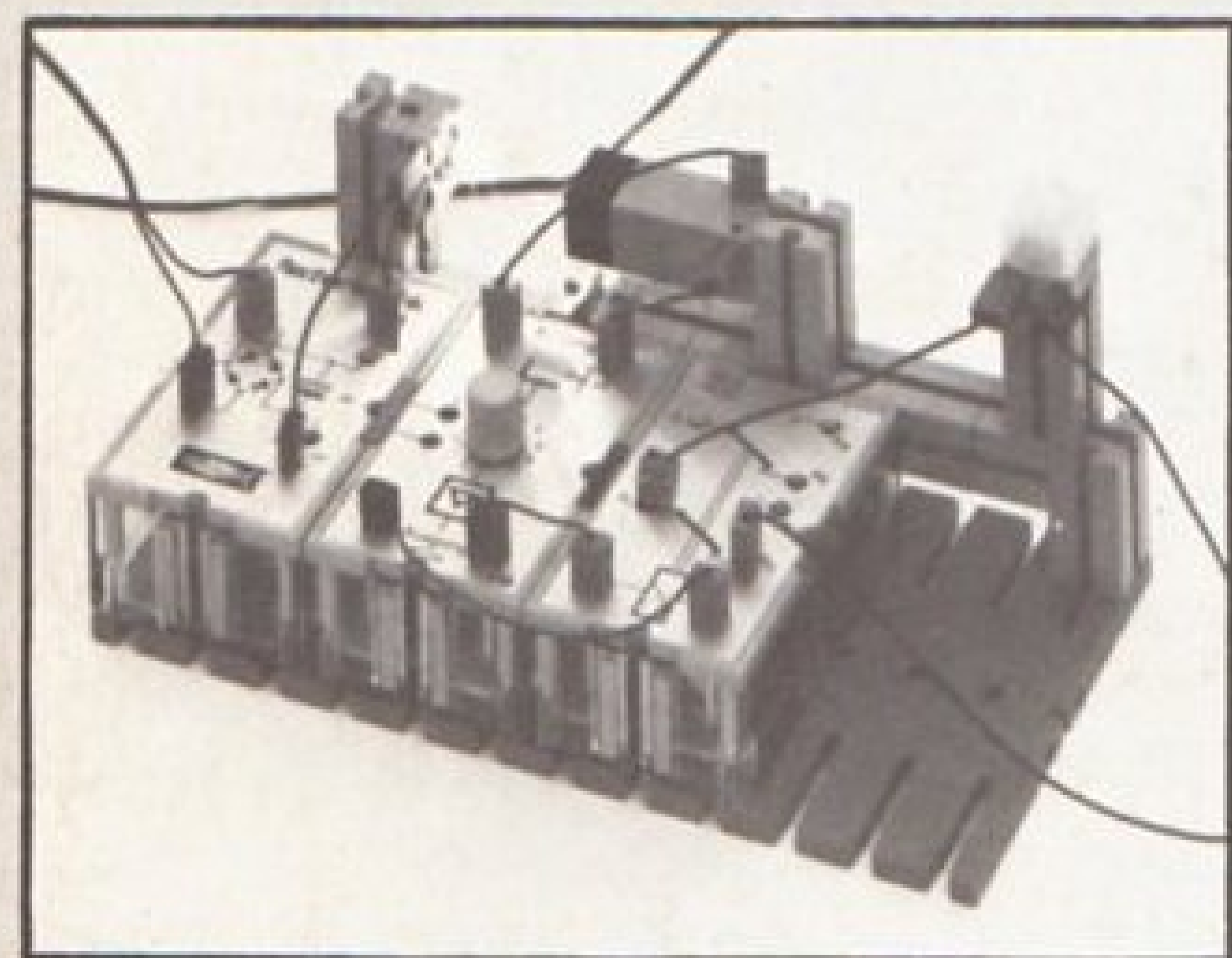
3

Klaus Lindemann

Die Innenbeleuchtung eines PKW

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I

8



Gerhard Duismann

Logische Schaltungen

Unterrichtsbeispiel aus
einer Schule für Lernbehinderte

13

Adolf Hameyer

Logische Verknüpfungen

mit elektronischen Bauelementen

21

Ausgabe
Sekundarstufe

SCHULVERLAG
vieweg

Wolf Traebert

Informationstechnik

Zum Thema dieses Heftes

Die Praxis, zwei aufeinanderfolgende Hefte (vgl. Forum technische Bildung, Ausgabe Sekundarstufe, Heft 4/77) unter das Thema „Informationstechnik“ zu stellen, mag auf den ersten Blick verwundern; Erfahrungen aus Lehrerfortbildung, Studentenausbildung und Schulpraxis begründen dies jedoch: gemessen an seiner Aktualität und unzweifelhaften Zukunftsbedeutsamkeit ist dieser Sachbereich hinsichtlich seiner praktischen Bedeutsamkeit für Schule und Unterricht derzeit bei weitem unterrepräsentiert.

Die Ursachen dafür sind vielfältig: sie liegen sicher auch darin, daß die Informationstechnik als noch sehr junges Sachgebiet kaum oder wenig auf nutzbares Erfahrungspotential aus eigener technischer Tätigkeit bei Lehrern und Studenten trifft, in einem Fach, dessen Lehrer in der Schulpraxis oft ohne eigenes diesbezügliches Studium bestehen müssen, ein sicher wichtiges und berechtigtes Argu-

ment. Hinzu kommt, daß „Anschaulichkeit“ im Sinne des Wortes hier oft als pädagogische Hilfe versagt und durch Begrifflichkeit und Funktionsbetrachtung ersetzt werden muß.

Dieser besonderen Situation Rechnung tragend, glauben wir nicht nur die thematische Wiederholung legitimieren zu können; auch der Aufbau dieses Heftes selbst wird hiervon beeinflusst:

In einem allgemeineren Beitrag werden zunächst Begrifflichkeit und Darstellung wichtiger Teilbereiche der Informationstechnik aufgearbeitet (Tyrchan). Dies gibt zugleich die Basis sowohl für den allgemeinen fachdidaktischen Rahmen ab als auch für die Akzentuierung besonders wichtiger Teilaspekte (binäre Informationsverarbeitung).

In drei folgenden Unterrichtsbeispielen (Lindemann, Duismann, Hameyer) werden Anregungen für die unterrichtliche Realisierung gegeben.

Natürlich ist die Thematik Informationstechnik damit nicht erschöpfend behandelt. Die eingangs genannten Gründe und der durch die gerade hier besonders stürmische Entwicklung permanent entstehende „Nachholbedarf“ lassen eher ständiges Wiederaufgreifen dieses Sachbereiches gerechtfertigt erscheinen. Für Anregungen und „Wunschlisten“ thematischer Art, insbesondere auch für Berichte aus der Schulpraxis, sind Schriftleitung und Redaktion dankbar.

Forum technische Bildung

Beispiele für den
Technikunterricht
Ausgabe Sekundarstufe,
Heft 1/78

Herausgeber und Verlag:

Schulverlag Vieweg GmbH,
Corneliusstr. 9–11, 4000 Düsseldorf

Schriftleitung:

Prof. Wolfgang Biester, Münster
Prof. Dr. Wolf Traebert, Neuss
Fachschrulrat Helmut Wiederrecht, Heidelberg

Redaktion:

Gereon Roeseling (verantwortlich)
Ludwig Lubert

An Beiträgen zur Didaktik des Technikunterrichts, insbesondere aus dem Bereich der Schulpraxis, sind Schriftleitung und Verlag interessiert.

Auch unverlangt eingesandte Manuskripte werden geprüft, eine Haftung kann aber nicht übernommen werden. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Genehmigung des Verlages.

Erscheinungsweise und Bezugsmöglichkeiten:

Die Zeitschrift „Forum technische Bildung – Ausgabe Sekundarstufe“ erscheint viermal jährlich (Januar, April, August, Oktober). Sie kann durch die Unterstützung der Fischer-Werke, Artur Fischer, 7244 Tumlingen/Waldachtal 3, interessierten Lehrern und Studenten kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Zahl der regelmäßigen Bezieher: z.Z. ca. 12500.

Druck: Rheinisch-Bergische Druckerei, Düsseldorf.

Alle Rechte vorbehalten.

© Schulverlag Vieweg GmbH, Düsseldorf 1978.

Die Autoren dieses Heftes:

Gerhard H. Duismann,
Sonderschullehrer, Diplompädagoge
Martener Straße 328
4600 Dortmund 70

Adolf Hameyer,
Lehrer
Hans-Momsen-Straße 10
2260 Niebüll

Klaus Lindemann,
Assistent
Eulenkrugstraße 11
2000 Hamburg 67

Gregor Tyrchan,
Akad. Oberrat
Trierer Straße 5
5000 Köln 40

Gregor Tyrchan

Binäre Informationsverarbeitung

Begründungen und Aspekte einer Einführung

1. Zielsetzung

Informationstechnische Inhalte sind Bestandteile der Lehrpläne für den Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen. Hierzu werden gezählt die Teilbereiche „Messen“, „Signale“, „Informationsverarbeitung“, „Regeln“, „Steuern“ u. a. Diese Bereiche sind nicht unabhängig und getrennt voneinander zu sehen.

Erfahrungen in der Lehrerausbildung, in der Lehrerfortbildung und in der Schule sprechen dafür, daß Inhalte aus der Informationstechnik allgemein als „schwer“ angesehen werden (1). Dieses wohl deshalb, weil die Informationstechnik nicht „begreifbar“ ist, weil i. a. die Vorerfahrungen aus dem Alltag nicht unter diesen Begriffen strukturiert und zusammengefaßt werden, sondern als Einzelheiten unverbunden nebeneinander stehen.

Im folgenden soll nur auf die *Informationsverarbeitung*, speziell auf die der binären Signale eingegangen werden. Zu diesem Komplex sollen Begründungen und Aspekte für unterrichtliche Behandlungen vorgestellt werden.

Als Leitlinien (2) hierfür können genannt werden:

- *Exemplarität* im Technischen und in außertechnischen Bereichen. Grundlegendes, Strukturierendes in verschiedenen Bereichen;
- *Handlungsorientierung* auf der Basis des Theorie-Praxis-Bezuges;
- *Schüleradäquanz* hinsichtlich Interessen, Bedeutsamkeit, Machbarkeit und Anschaulichkeit.

Fachliche Begriffe der Informationstechnik und deren Hierarchisierung sollen jedoch nicht im unmittelbaren Zentrum stehen, sondern erstrebenswerte Mit-Ergebnisse des Unterrichts sein.

2. Sachanalyse unter didaktischem Aspekt

Das einer Unterrichtsreihe zugrunde liegende Thema soll von technischen Gesichtspunkten ausgehend analysiert werden. Im Verlauf der Durchset-

zung der Automatisierung und Rationalisierung bei Produktions- und Dienstleistungsprozessen ist es verstärkt zum Einsatz von Regelungs-/Steuerungseinheiten gekommen (Abb. 1).

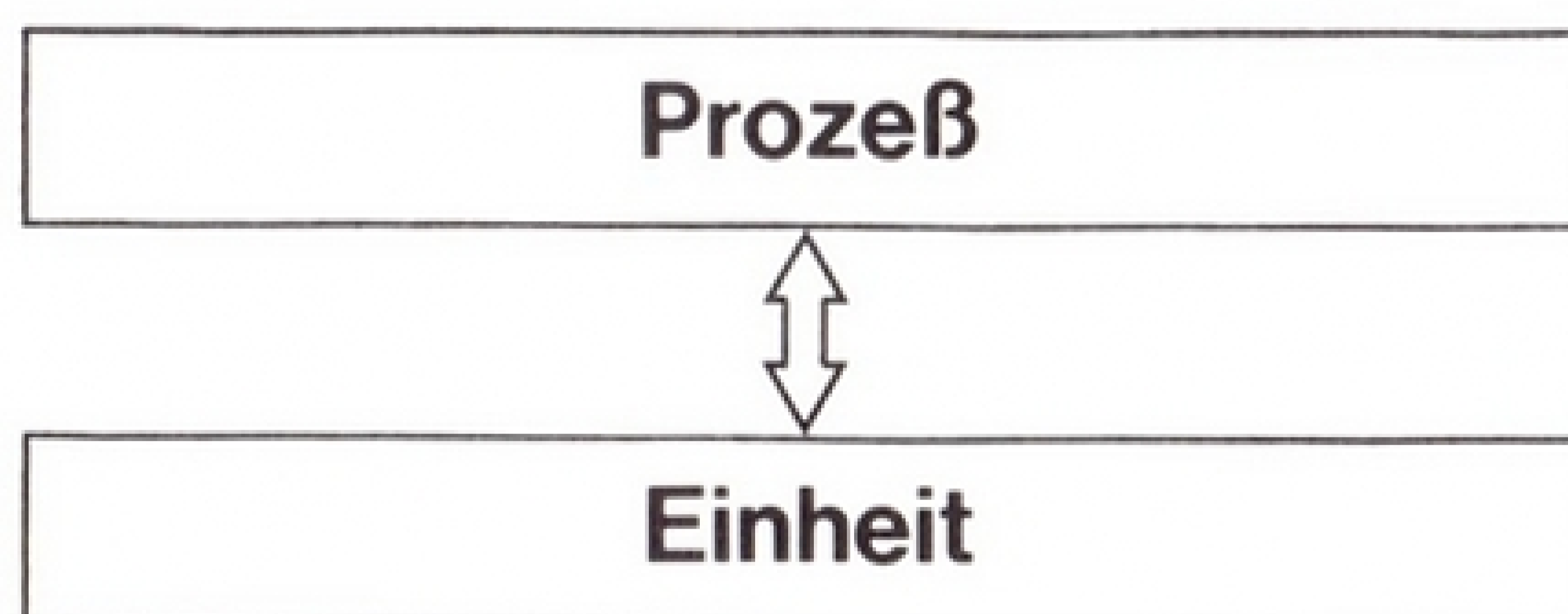


Abb. 1: Grobstruktur von Prozeßbeeinflussung

In extensiver Auslegung gehören zu den Grundaufgaben dieser Einheit

- *Wirkungseingriffe* mit Stellorganen auf den Prozeß,
- *Verarbeitung* von Informationen/Signalen zu Entscheidungen, die von den Stellorganen dann umgesetzt werden,
- *Eingabe* von Informationen zum Zwecke der Verarbeitung.

Zusätzlich können Anpassung, Verstärkung, Ausgabe genannt werden.

Diese wirkungstechnischen Aufgaben werden nicht immer zwangsläufig von verschiedenen gerätetechnischen Realisationen getätigt; so kann es sein, daß die Signaleingabe gleichzeitig Wirkungseingriff ist (Einschalten einer Lampe).

Zum hier interessierenden Aufgabenbereich der Informationsverarbeitung werden i. a. gezählt (3):
 Logische Verknüpfungen – Speicherstufen – Zeitstufen – Zähl- und Rechenstufen – Vergleichstufen – Programmstufen.

Ihnen gemeinsam ist, daß sie Ausgangssignale für den Wirkungseingriff liefern. Aufbau und Wirkungsweise der entsprechenden informationsverarbeitenden Stufen hängen davon ab, ob die Signale analoge oder digitale, speziell binäre sind.

Eine *analoge Information* liegt dann vor, wenn die Information innerhalb sinnvoller Grenzen alle beliebigen Werte annehmen kann. Dies kann, muß aber nicht, in einem zeitlich stetigen Ablauf erfolgen (4). Beispiele für analoge Informationen sind einmal Luftdruckwerte, wie sie an Wetterhäuschen angezeigt und zeitlich kontinuierlich auf rotierenden Walzen aufgeschrieben werden, zum anderen etwa Informationen über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die in elektronisch geregelten Wäsche-Trockenautomaten von Fühlern der Steuerungseinheit zeitlich diskontinuierlich gemeldet werden.

Eine *diskrete Information* liegt dann vor, wenn die Information endlich viele Werte annehmen kann. Eine Folgerung hiervon ist, daß die möglichen Informationswerte prinzipiell einen bestimmten „Abstand“ voneinander haben. *Digitale Informationen* sind spezielle diskrete Informationen, nämlich ganzzahlige Vielfache einer Grundeinheit (5). Beispiele sind für diskrete Informationen die Ton-Werte einer Tonleiter, aus denen eine bestimmte Melodie komponiert wird, für digitale Informationen die zehn Ziffern beim Kilometerzähler, die Buchstaben eines Alphabetes.

Binäre (oder auch *duale*) *Informationen* sind spezielle digitale Informationen, nämlich mit nur zwei möglichen Informationswerten. Beispiele hierfür sind in gewissem Sinne die Morsezeichen „kurz“ und „lang“, die Betriebszustände der Straßenbeleuchtung „Beleuchtung an“ und „Beleuchtung aus“, das duale Zahlensystem oder die Lochungen auf Lochkarten oder Fernschreibbändern.

Abgesehen von solchen Systemen und Erscheinungen, die von vornherein durch nur zwei Werte oder Zustände vollständig gekennzeichnet werden können, haben sich solche *binäre Signale* auch in Bereichen bewährt, denen eigentlich analoge Signale zugeordnet werden müßten. Dies hat folgende pragmatische Gründe (6):

- *Höchstmaß an Eindeutigkeit* der Signalwerte durch nur zwei Werte, dem „LOW“ ($\triangleq 0$) und dem „HIGH“ ($\triangleq L$ oder 1). Dies ist vergleichbar der Klarheit bei „Ja–Nein“-Entscheidungen.
- Die *Verarbeitung* binärer Signale ist technisch *einfacher* (s. u.).
- Die *Genauigkeit der Darstellung* von Signalen kann in binärer Form durch Anfügen weiterer Dekaden i. a. beliebig hoch angesetzt werden; bei analoger Darstellung gibt es häufig technische und ökonomische Grenzen.
- Analoge Signale zeigen mehr oder weniger ausgeprägte *Hysteresiserscheinungen*; d. h., es ist für den gemessenen Wert eines analogen Signals nicht gleichgültig, ob man „von links“ oder „von rechts“ an die Meßstelle herankommt.

- Durch geeignet gewählten Pegelabstand der binären Grundwerte „O“ und „L“ wirken sich i. a. *Alterungs-, Abnutzungserscheinungen* und *Temperatureinflüsse* bei binären Signalen nicht aus. Daraus resultiert eine hohe Zuverlässigkeit der Bausteine und Schaltungsaufbauten.

- Eben dieser Pegelstand erlaubt auch, daß die Anforderungen hinsichtlich *Betriebsdaten* und *Toleranzbereichen* großzügiger gehandhabt werden können.

- Der *Aufbau der komplexen Funktionsgruppen* bei binärer Verarbeitung läßt sich theoretisch und praktisch mit wenigen elementaren Funktionen und Funktionsbausteinen bewerkstelligen.

- Binäre Signale sind bei Signalübertragung, Signalverarbeitung und Signalspeicherung wegen des Pegelabstandes *nicht so störanfällig* wie analoge Signale.

Aus diesen Besonderheiten ergibt sich eine weitere Aufgabe der Informationstechnik, nämlich die der *Signalumwandlung*: aus analogen Signalen binäre Signale zu machen. Wo dies ohne weiteres nicht möglich ist, scheint es sich zu lohnen, das (analoge) System so umzustrukturieren und umzuorganisieren, bis abschnittsweise binäre Signalisierung und daran anschließende binäre Signalverarbeitung erfolgen kann. Im weitesten Sinne liegt dann eine Binärcodierung vor.

3. Logische Verknüpfungen

Logische Verknüpfungen werden auch binäre oder Boolesche (7) Verknüpfungen genannt. Sie treten überall dort in technischen und außertechnischen Bereichen auf, wo es um ausschließlich zweiwertige Entscheidungen geht, wie z. B. „wahr“ oder „falsch“, „auf“ oder „zu“, „handeln“ oder „nicht handeln“, „Tee“ oder „Kaffee“ (beim Automaten), „Zug darf fahren“ oder „Zug darf nicht fahren“ u. a. Die Regel wird sein, daß die Entscheidung von einem Komplex von Einflußgrößen abhängt, die in einer logischen Struktur einander bedingen; jede dieser Größen wiederum ist zweiwertig (binär). Es läßt sich nun zeigen, daß alle logischen Zusammenhänge – sie mögen noch so komplex sein – sich auf drei logische Grundverknüpfungen zurückführen lassen (8), auf die sog. Booleschen Verknüpfungen „UND“, „ODER“ und „NICHT“. Anstelle dieser Bezeichnungen findet man oft gleichbedeutend „AND“, „OR“ und „NON“. Umgekehrt ergibt sich aber auch, daß komplexe Probleme mit logischer Struktur sich aus diesen Grundfunktionen aufbauen lassen.

3.1 „UND“-Funktion

Zwei Einflußgrößen A und B (auch Boolesche Variablen, Eingangsgrößen) werden konjunktiv zu einer Ausgangsgröße X verknüpft; d. h. die Ausgangsgröße (das Ausgangssignal) X hat genau dann den Pegel „L“, wenn sowohl die Eingangsgröße A als auch die Eingangsgröße B den Pegel „L“ haben. Die entsprechende logische Funktion wird *auf der formalen Stufe* durch die *Formel*

$$X = A \wedge B,$$

durch das *Symbol* in Abb. 2, durch die *Wahrheitstafel* (auch Funktionstabelle) Abb. 3, durch das *Venn-Diagramm* in Abb. 4 oder durch andere formale Hilfsmittel dargestellt.

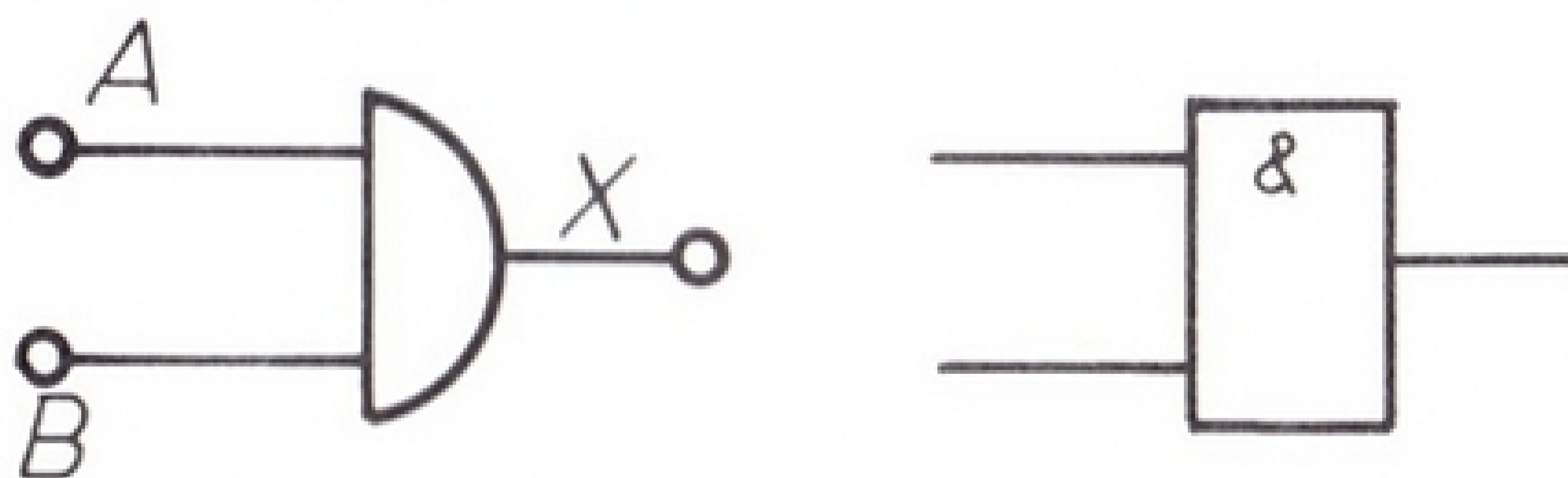


Abb. 2: Symbol „UND“-Funktion, links das häufig gebrauchte Zeichen, rechts nach DIN 40700 Teil 14

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Abb. 3: Wahrheitstafel „UND“-Funktion

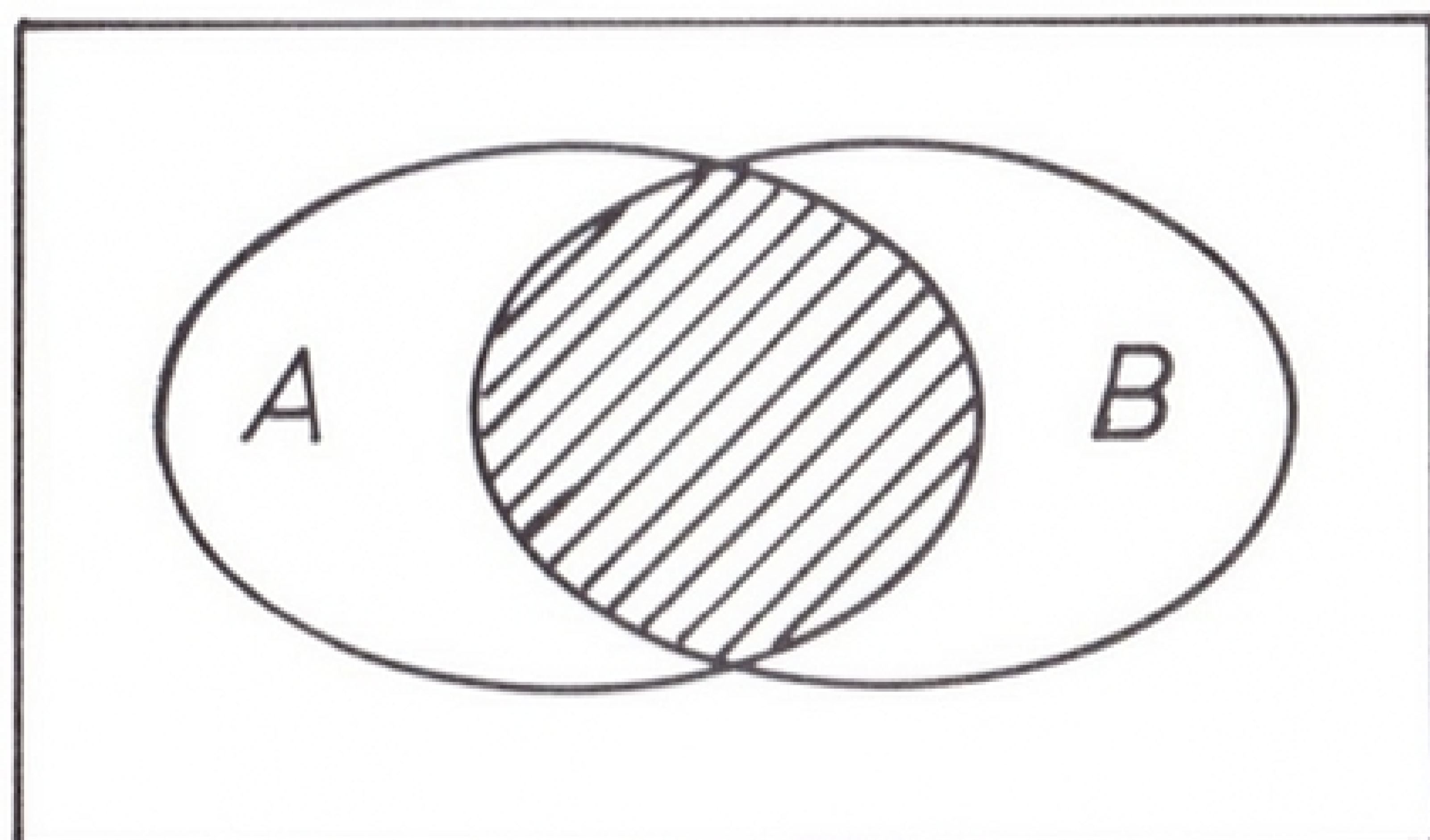


Abb. 4: Venn-Diagramm „UND“-Funktion

Die Erweiterung auf mehrere Eingangsgrößen ist sinngemäß konjunktiv durchzuführen.

3.2 „ODER“-Funktion

Zwei Eingangsgrößen A und B werden disjunktiv zu einer Ausgangsgröße Y verknüpft; d. h., die Ausgangsgröße Y hat dann den Pegel „L“, wenn die

Eingangsgröße A oder die Eingangsgröße B (in einschließendem Sinne) den Pegel „L“ hat. Die entsprechende logische Funktion wird *auf der formalen Stufe* durch die *Formel*

$$Y = A \vee B,$$

durch das *Symbol* in Abb. 5, durch die *Wahrheitstafel* Abb. 6, durch das *Venn-Diagramm* in Abb. 7 oder durch andere formale Hilfsmittel dargestellt.

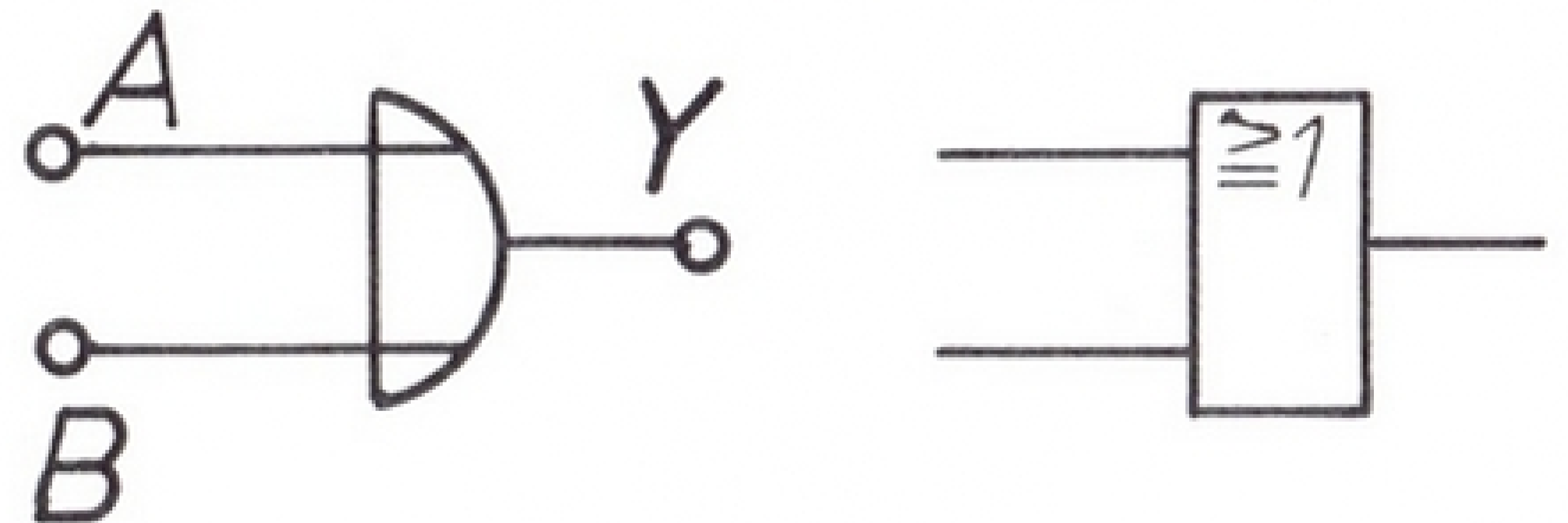


Abb. 5: Symbol „ODER“-Funktion, rechts das Zeichen nach DIN 40700 Teil 14

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Abb. 6: Wahrheitstafel „ODER“-Funktion

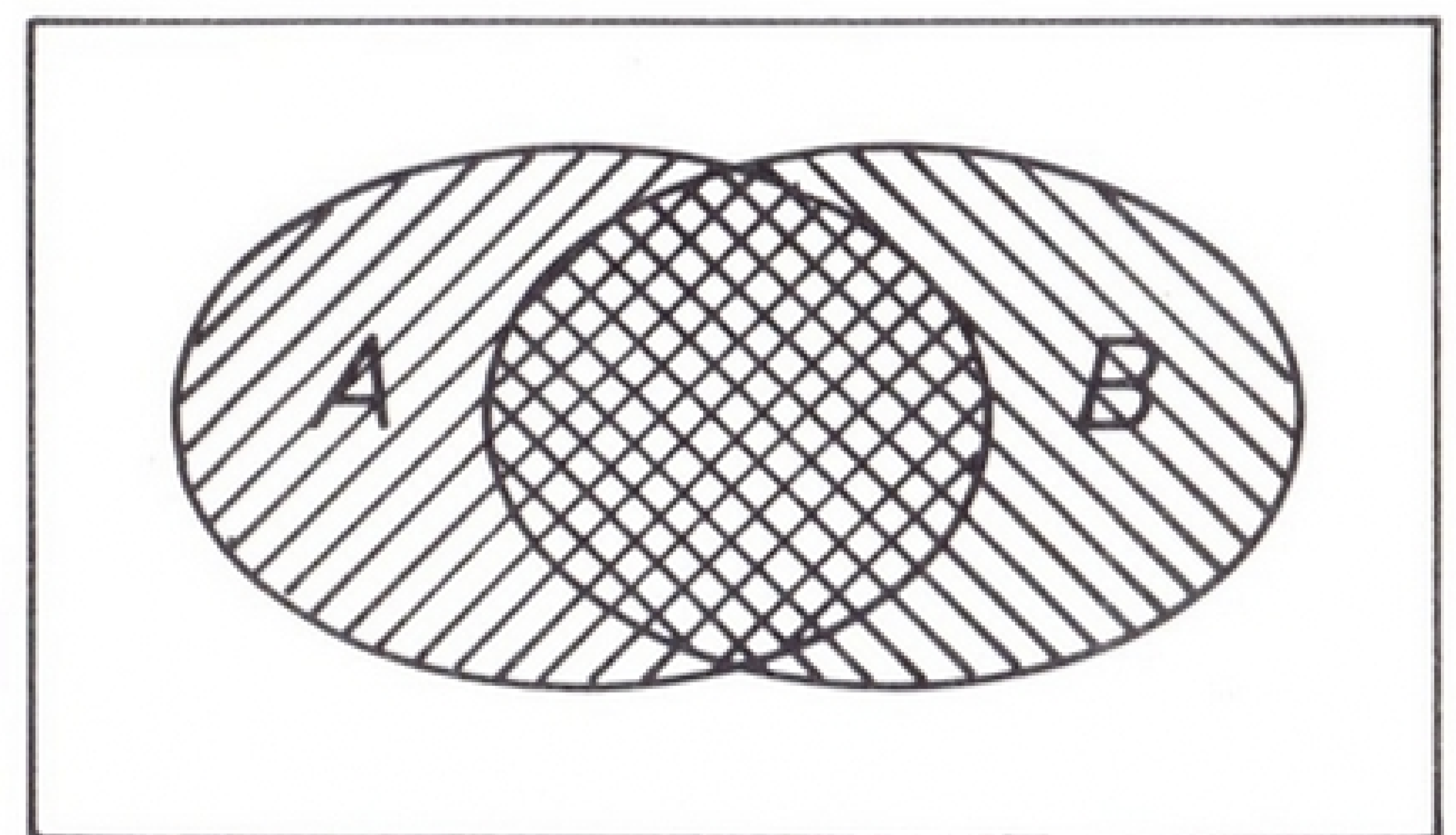


Abb. 7: Venn-Diagramm „ODER“-Funktion

Auch hier erfolgt die Erweiterung auf mehrere Eingangsgrößen sinngemäß disjunktiv.

3.3 „NICHT“-Funktion (Inversion, Verneinung)

Hierbei wird *eine* Eingangsgröße negiert; d. h. die Ausgangsgröße Z hat dann den Pegel „L“, wenn die Eingangsgröße A den Pegel „O“ hat. Die entsprechende logische Funktion wird *auf der formalen Stufe* durch die *Formel*

$$Z = \bar{A},$$

durch das *Symbol* in Abb. 8, durch die *Wahrheitstafel* Abb. 9, durch das *Venn-Diagramm* in Abb. 10 oder durch andere formale Hilfsmittel dargestellt.

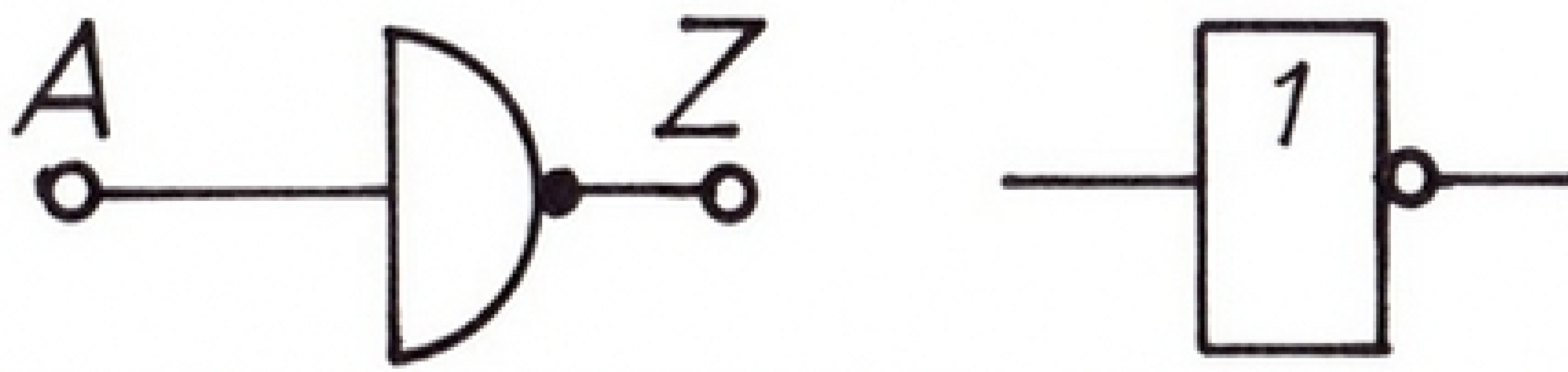


Abb. 8: Symbol „NICHT“-Funktion, rechts das Zeichen nach DIN 40700 Teil 14

A	Z
0	1
1	0

Abb. 9: Wahrheitstafel „NICHT“-Funktion

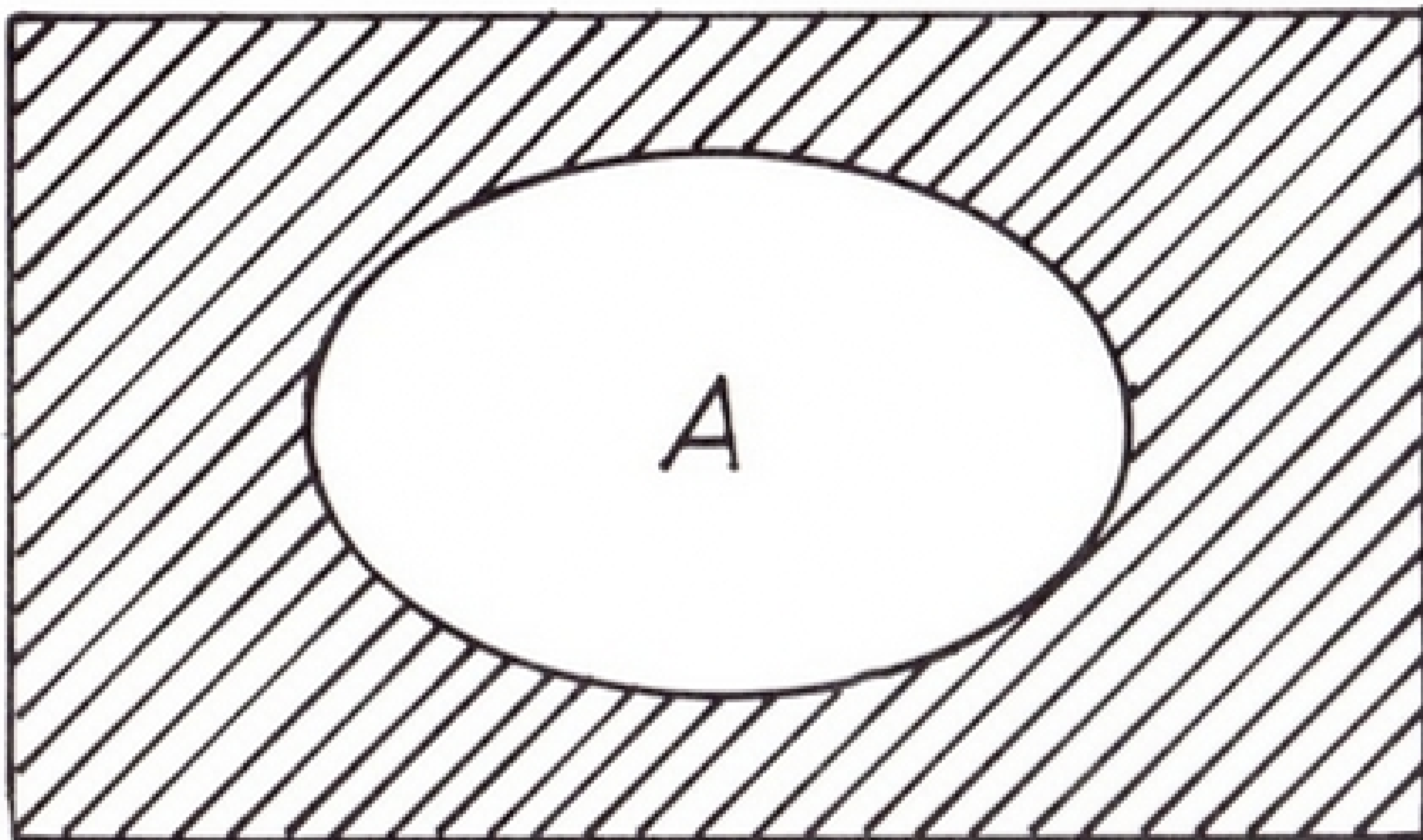


Abb. 10: Venn-Diagramm „NICHT“-Funktion

Hierauf aufbauend können nun mit Hilfe von (beweisbaren, nicht axiomatischen) Regeln Kombinationen aus „UND“, „ODER“ und „NICHT“ aufgebaut werden, die sowohl logischen als auch technischen Sinn haben. Dies soll hier jedoch nicht weiter verfolgt werden.

4. Technische Realisierung der logischen Grundverknüpfungen

Technische Realisierungen logischer Funktionen werden *Gatter* genannt.

Sinngemäß spricht man vom „UND“-Gatter, „ODER“-Gatter, „NICHT“-Gatter. Grundsätzlich können die gerätetechnischen Lösungen der Gatter in verschiedenen Medien erfolgen (9): mechanisch, pneumatisch, hydraulisch, elektrisch, elektronisch, hybrid.

Hier sollen entsprechend dem Charakter einer einführenden Behandlung der Informationsverarbeitung elektrische Gatter herangezogen werden: Elektrische Bauelemente haben für Schüler den Reiz einer „technischen Ernsthaftigkeit“, einer „technischen Repräsentanz“, sie sind als Mittel zur Beeinflussung eines Prozesses aus dem Alltag bekannt, sie sind (noch) einsichtig hinsichtlich der Wirkzusammenhänge, sie sind strapazierbar im Einsatz und störunanfällig, sie bereiten einen späte-

ren Rückgriff auf elektronische Gatter bei komplexen Schaltungsaufbauten vom Medium her vor.

Binär wirkende elektrische Schaltelemente sind:

– der elektromechanische Schalter (Schließer–Öffner) und

– das elektromagnetische Relais (Schütz).

Beide Elemente haben ausgeprägte und gute „Schalter“-Eigenschaften (10) [$I = f(U)$ -Kennlinie] übrigens günstigere als die meisten elektronischen Schaltelemente.

Der Einsatz dieser Elemente erfolgt aus den erwähnten pädagogischen Gründen und ist auch sachlich verantwortbar, zumal bei den einführenden Problemen Kriterien wie etwa Schaltgeschwindigkeit, Prellfreiheit o. ä. noch nicht ins Spiel kommen dürften.

Die *technische Realisierung* der in Abschn. 3.1–3.3 aufgezeigten logischen Verknüpfungen geschieht mit einfachen elektrischen Schaltungen. Der „UND“-Verknüpfung entspricht die Hintereinanderschaltung zweier Schaltelemente (wie sie gerade besprochen wurden) (Abb. 11). Der „ODER“-Verknüpfung entspricht die Parallelschaltung zweier Schaltelemente (Abb. 12). Der „NICHT“-Verknüpfung entspricht ein Ruhe-Kontakt, der bei Betätigung den Stromkreis unterbricht (Abb. 13). Die in den Schaltplänen angegebenen Lämpchen können durch andere „Melder“ ersetzt werden.

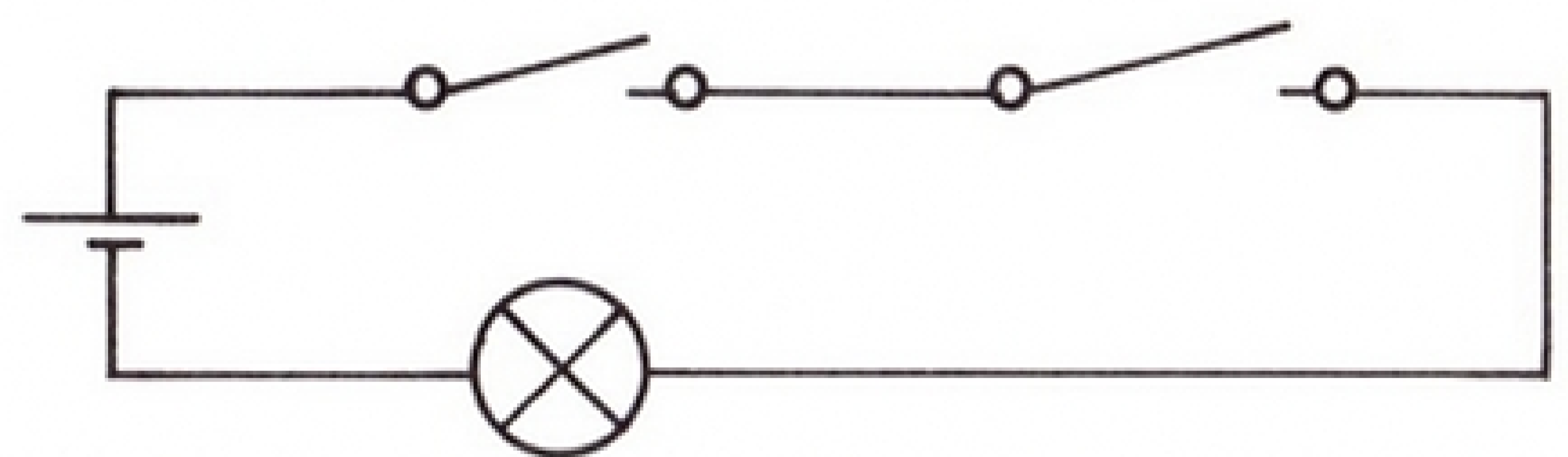


Abb. 11: Hintereinanderschaltung (UND-Verknüpfung)

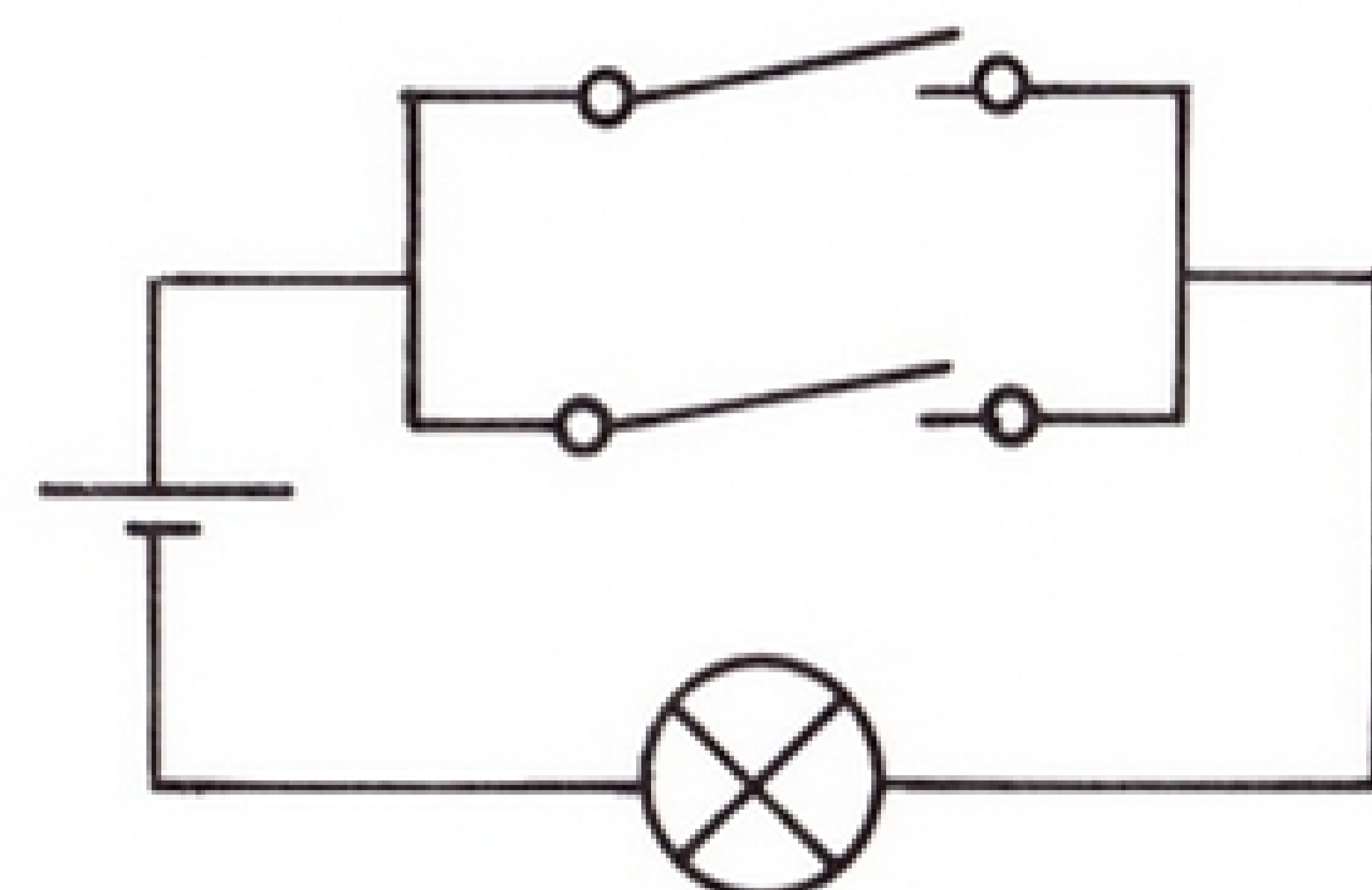


Abb. 12: Parallelschaltung (ODER-Verknüpfung)

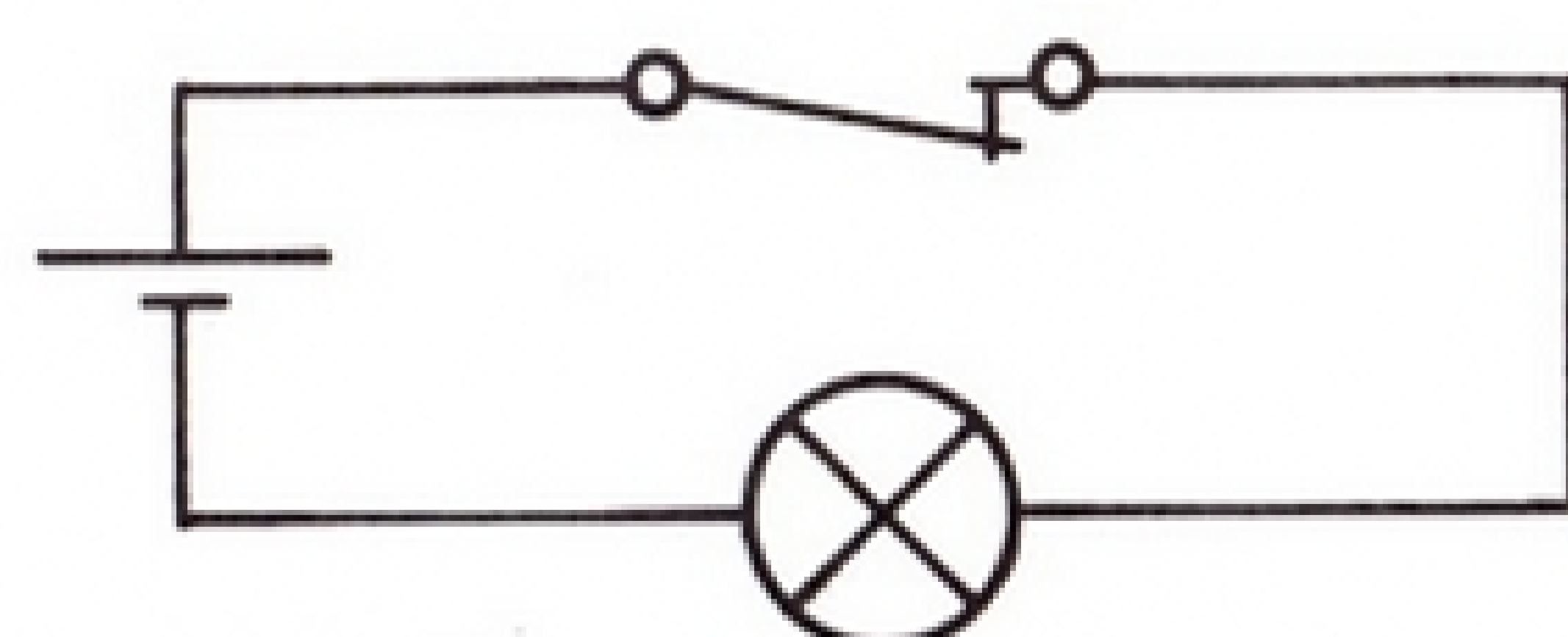


Abb. 13: Ruhekontakt (NICHT-Verknüpfung)

5. Aspekte bei der schulischen Umsetzung

Vorschläge zur unterrichtlichen Realisierung der binären Informationsverarbeitung liegen vor (11). Es kann hier also nicht primär darum gehen, Wege in ein Neuland aufzuzeigen. Variationen der im Grunde festliegenden informationstechnischen Gehalte können von der *Motivation* und damit von der *Richtung und der Palette der Problemlösungen* ausgehen.

Binäre Informationsverarbeitung im Technikunterricht wird nicht als Selbstzweck betrieben; sie ist zu sehen und zu behandeln im komplexen Zusammenhang eines finalen Bedürfnisses, als Teilproblem in einem umfassenderen gesellschaftlichen oder individuellen Anliegen. Dies im Unterschied zur Behandlung der logischen Verknüpfungen im Mathematikunterricht: hier das algebraische, strukturelle Anliegen, dort der *finale, soziotechnische Aspekt* im Technikunterricht.

Die in der Mengenlehre behandelte Stufe der logischen Verknüpfungen erscheint Schülern häufig plausibler und „sinnvoller“, wenn sie in anwendungsorientierte Problemstellungen einmündet. Hierdurch findet jedoch nicht nur ein u. U. besserer Zugang zu einem formalen „Apparat“ statt (Motivation, Hilfestellung für die Mathematik), sondern umgekehrt kann und sollte der Technikunterricht die Gelegenheit nicht verstreichen lassen, auch an dieser Stelle die *Mathematisierung als eine Methode der Technik* deutlich herauszuarbeiten.

Zusammen mit den in der Mengenlehre ohnehin üblichen Beispielen der Verknüpfungen von Aussagen aus dem Alltag gilt es, den *fachneutralen (kybernetischen) Aspekt* der binären Informationsverarbeitung als ein viele Lebensbereiche überdeckendes Prinzip aufzuzeigen.

Als weiterer Aspekt der Technik und des Technikunterrichts ist die *wechselseitige Befruchtung und Verwobenheit von Theorie und Praxis, von Planen und Realisierung* durch geeignete Medienauswahl zu verfolgen und im Unterricht aufzuzeigen. Das stufenweise Entwerfen und Realisieren von Schaltungen, der immer wieder wechselnde Einsatz von freiem Material, von vorgefertigten Bauteilen und auch von Baukästen verhindert eine Fixierung auf erprobte Unterlagen.

Trotz Rücksprache mit Fachlehrern der Fächer Mathematik und Physik wird es stellenweise notwendig sein, *lehrgangsmäßig Grundlagen von Wir-*

kungsprinzipien elektrotechnischer Bauteile zu erarbeiten und zu verdeutlichen, dies besonders bei technischen Variationen physikalisch bekannter Elemente (Öffner–Schließer, Ruhe–Arbeitskontakt . . .). Im Gebiet der binären Informationsverarbeitung und deren technischer Realisierung zeigt sich, daß das Problem des Inverters, der „NICHT“-Verknüpfung, beim Schüler häufig auf logisches Unverständnis stößt: Es ist auf der logischen Stufe nicht einzusehen, warum eine Eingangsinformation verneint werden soll („Man kann doch das gleiche Ergebnis erhalten, wenn man von vornherein das Signal unberücksichtigt läßt“). Im Gegensatz zur mengentheoretischen Behandlung der logischen Verknüpfungen sollte die „NICHT“-Verknüpfung in der *Informationstechnik* aus eben erwähnten Schwierigkeiten den „UND“- und „ODER“-Funktionen nachgelagert behandelt werden. Ansatzpunkte für die Behandlung der Inversion im Technikunterricht kann z. B. eine Raumschutzanlage sein, bei der ja erst ein unterbrochener „Meldestromkreis“ mit dem Pegel „O“ den Alarmgeber ertönen läßt (Pegel „L“).

Das Inverter-Gatter wird bei einem einführenden Unterricht ein Relais mit Ruhekontakt sein.

Anmerkungen

- (1) Siehe auch *Arp, Härtel*, Didaktische Dimensionen der Informationstechnik, in: *Traebert/Spiegel*, Technik als Schulfach, Düsseldorf 1976, S. 79–102
- (2) *Traebert, W. E.*, Auswahlkriterien für Lehr- und Lerninhalte des Technikunterrichts, ebenda S. 55–78
- (3) *Hahn, R.*, Digitale Steuerungstechnik, 3. Aufl., Stuttgart 1969, S. 13
- (4) *Pütz, J.* (Hrsg.), Digitaltechnik, Düsseldorf 1975, S. 3, S. 6–12
Krause, K. (Hrsg.), Technisches Grundwissen für Lehrer, Allgemeine technische Grundlagen, 3. Aufl., Berlin 1966, S. 289
- (5) *Pütz, J.*, a.a.O., S. 11–12
Krause, K., a.a.O., S. 289
- (6) *Hahn, R.*, a.a.O., S. 32 ff.
Pütz, J., a.a.O., S. 3–5, S. 14 f.
- (7) *George Boole*, brit. Mathematiker (1815–1864), Mitbegründer einer zweiwertigen Algebra
- (8) *Weyh, U.*, Elemente der Schaltalgebra, 7. Aufl., München 1972, S. 34
Pütz, J., a.a.O., S. 56
- (9) *Pütz, J.*, a.a.O., S. 74 ff.
Fasol, Vingnon, Synthese industrieller Steuerungen, Berlin 1975, S. 71 ff.
Autorenkollektiv, Lehrbuch der Automatisierungstechnik, 7. Aufl., Berlin 1973
- (10) *Autorenkollektiv*, a.a.O., S. 182–185
- (11) *Höpken, Reich, Sellin*, Einführung in die Informationsverarbeitung, Teil 1, Düsseldorf 1973
Biester, W., Technik (7./8. Schulj.), Bochum 1973, S. 19–38
Steidle, Ebert, Grundlagen der Automatisierung, Ravensburg 1975, S. 29–31

Klaus Lindemann

Die Innenbeleuchtung eines PKW

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I

Material:

Lernbaukästen u-t 1 und u-t 3, Flachbatterien 4,5 V, Karton, Gummiband, Kupferblech (0,1 mm), Klebeband; Schere.

Technisches Problem

Es ist eine Schaltung zu entwickeln, die folgenden Bedingungen genügt:

1. Beim Öffnen der linken oder der rechten Türe soll der Innenraum des PKW beleuchtet werden.
2. Zusätzlich soll die Möglichkeit vorhanden sein, die Innenraumbelichtung auch bei geschlossenen Türen durch einen Schalter ein- und auszuschalten.

Sachinformation

Alle Kraftfahrzeuge haben heute Innenbeleuchtung des Fahrgastraumes. Darüber hinaus weisen viele Modelle eine Beleuchtung des verschließbaren Ablagefaches am Armaturenbrett und des Kofferraumes auf. Diesen Einrichtungen ist gemeinsam, daß das Einschalten der Lampen über Tast-Schalter erfolgt. Um diese Funktion zu ermöglichen, sind die Tast-Schalter jeweils so in den Rahmen eingebaut, daß sie der Innenkante der Tür (Klappe oder Haube) gegenüberliegen. Das Licht leuchtet, solange die Tür geöffnet und der Tastschalter in Ruhestellung ist. Beim Schließen der Tür wird der Taster betätigt, der Stromkreis unterbrochen. Somit haben wir es bei der Innenbeleuchtung des PKW mit sogenannten *Aus-Tastern (Öffnern)* zu tun. Der gleiche Schaltvorgang ist bei der Beleuchtung vieler anderer Geräte anzutreffen, z. B. beim Kühlschrank, bei der Kühltruhe, der Innenbeleuchtung von Schränken oder Musiktruhen.

Als *Ein-Taster* mit *Schließkontakt* wird der Tastschalter beim Bremslicht und beim Rückfahrschein-

werfer des PKW verwendet. Der selbsttätige Rückgang der Taster ist auf zwei Weisen konstruktiv gelöst worden: in den meisten Fällen sorgt eine Druck- oder Zugfeder dafür; es gibt aber auch hydraulisch betätigte Taster, z. B. für die Bremslicht-Schaltung des PKW.

Die Innenbeleuchtung kann beim PKW alternativ über jede Tür und zusätzlich über einen Stellschalter am Leuchtkörper betätigt werden. Abbildung 1 zeigt das Schaltbild.

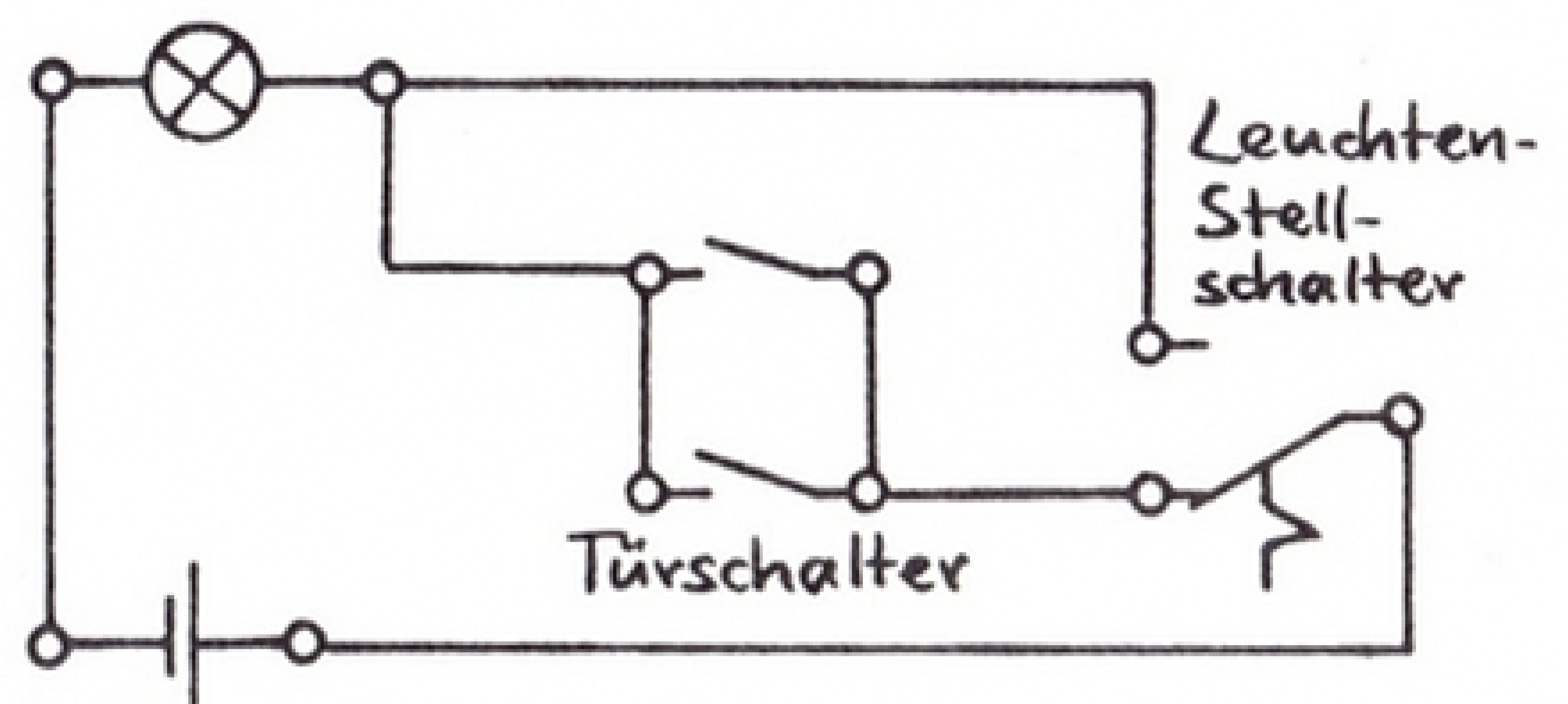


Abb. 1: Schaltskizze zur Innenbeleuchtung, Türen geschlossen.

Didaktische Gesichtspunkte

Diese Aufgabe führt die Schüler in elektrotechnische Probleme mit Schaltern ein, die sich in ihrer Funktion grundlegend von Stellschaltern unterscheiden. Die Möglichkeit, solche Taster als Schließer, Öffner oder Umschalter einsetzen zu können, hat diesen Schaltern ein weites Anwendungsfeld verschafft. Im täglichen Umgang haben die Schüler die Einsatzmöglichkeiten von Tastschaltern vielfältig kennengelernt. Das Aufgabenbeispiel „Innenbeleuchtung“ bietet die Möglichkeit, die Betrachtung des Tastschalters auf seine Funktion als Öffner einzugrenzen. Trotz dieser Begrenzung der Aufgabe wird von den Schülern eine komplexe schaltungstechnische Lösung verlangt, da – analog der realen Situation – die Innenbeleuchtung sowohl über zwei Türen als auch über einen Stellschalter geschaltet werden soll.

Damit werden die schon vorher beim Thema „Außenbeleuchtung“ gewonnenen Einsichten über Parallelschaltung dahingehend erweitert und vertieft, daß hier für die geforderte UND-ODER-Schaltung die Taster parallel und in Reihe zum Stellschalter zu schalten sind.

Außerdem zwingt der Einsatz von zwei Tastschaltern dazu, daß sich die Schüler neben dem vorhandenen fischertechnik-Taster einen zweiten Schalter selbst herstellen müssen. Dabei bietet sich die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Schüler die elektrotechnische Funktion des Tastschalters verstanden haben oder ihn nur als black-box einsetzen.

Lernziele

- Darstellen des Schaltplans für die Innenleuchte mit zwei Öffnern und Stellschalter. Anwenden der entsprechenden Schaltzeichen und Symbole.
- Einen Taster funktionsgerecht als Öffner für die Innenbeleuchtung des Autos einbauen und schalten.
- Konstruieren von funktionstüchtigen Tastschaltern aus ft-Elementen und Zusatzmaterialien.
- Herstellen eines verzweigten Stromkreises aus zwei Tastern, Stellschalter und Leuchtstein zur Schaltung der Innenleuchte.
- Öffner und Schließer unterscheiden und beschreiben können.
- Nennen von Anwendungsbeispielen für Tastschalter aus der Umwelt.
- Aus- und Einbauen von Tastschalter und Innenleuchte kennenlernen zur Durchführung einfacher Reparaturen.

Begriffe:

Verzweigter Stromkreis, Stellschalter, Tastschalter, Öffner, Schließer.

Unterrichtsdurchführung

Aufgabenstellung

Die Schüler haben alle schon erfahren, daß beim Öffnen der Autotür die Innenbeleuchtung eingeschaltet wird. Sie berichten von ihrer Beobachtung, daß aus dem Türrahmen ein Knopf ragt, über den beim Öffnen der Tür der Kontakt eines Schalters geschlossen wird. In diesem einführenden Gespräch stellen die Schüler fest, daß sich solche Einrichtungen auch an anderen Stellen in vielen PKW finden: Innenbeleuchtung des Handschuhfachs, Bremslicht, Rückfahrscheinwerfer. Ebenso bekannt ist, daß die Beleuchtung des Innenraums über alle Türen des Fahrzeugs erfolgt. Außerdem besteht die Möglichkeit, über einen Stellschalter auf der Fahrerseite auch bei geschlossener Tür die Innenbeleuchtung einzuschalten.

Aus diesem Gespräch ergibt sich eine Abfolge von Aufträgen, die den Schülern schrittweise gestellt werden sollten:

1. Stelle eine Schaltung her, durch die beim Öffnen einer Tür die Innenbeleuchtung deines Fahrzeugs eingeschaltet wird. Du kannst für diese Aufgabe auch einen eigenen Schalter aus Baukastenelementen und Zusatzmaterialien konstruieren.

2. Über einen zweiten Schalter soll die Innenbeleuchtung auch bei geschlossener Tür eingeschaltet werden können.

3. Die Innenbeleuchtung soll auch über eine zweite Tür des Fahrzeugs betätigt werden können.

Ergebnisse

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, daß die Schüler zur Lösung dieser Aufgaben die Partnerarbeit bevorzugten. Im ersten Auftrag konzentrieren sie sich auf die Schaltung der Innenleuchte mit einem Öffner. Nach dem einleitenden Unterrichtsgespräch gingen die Schüler in dieser Phase des Unterrichts daran, sich mittels einer Schaltskizze vorher Klarheit über die Konstruktion zu verschaffen. Neben dem Konstruktionsproblem des Schaltens einer Lampe mit einem Öffner (Aus-Taster) war für die Schüler auch bedeutsam, eine solche Konstruktion zu finden, die eine einwandfreie Betätigung des Tast-Schalters ermöglicht. Deshalb setzte der überwiegende Teil der Schüler den Taster des u-t 3 ein. Ein Beispiel für diese Lösungen zeigt Abbildung 2.

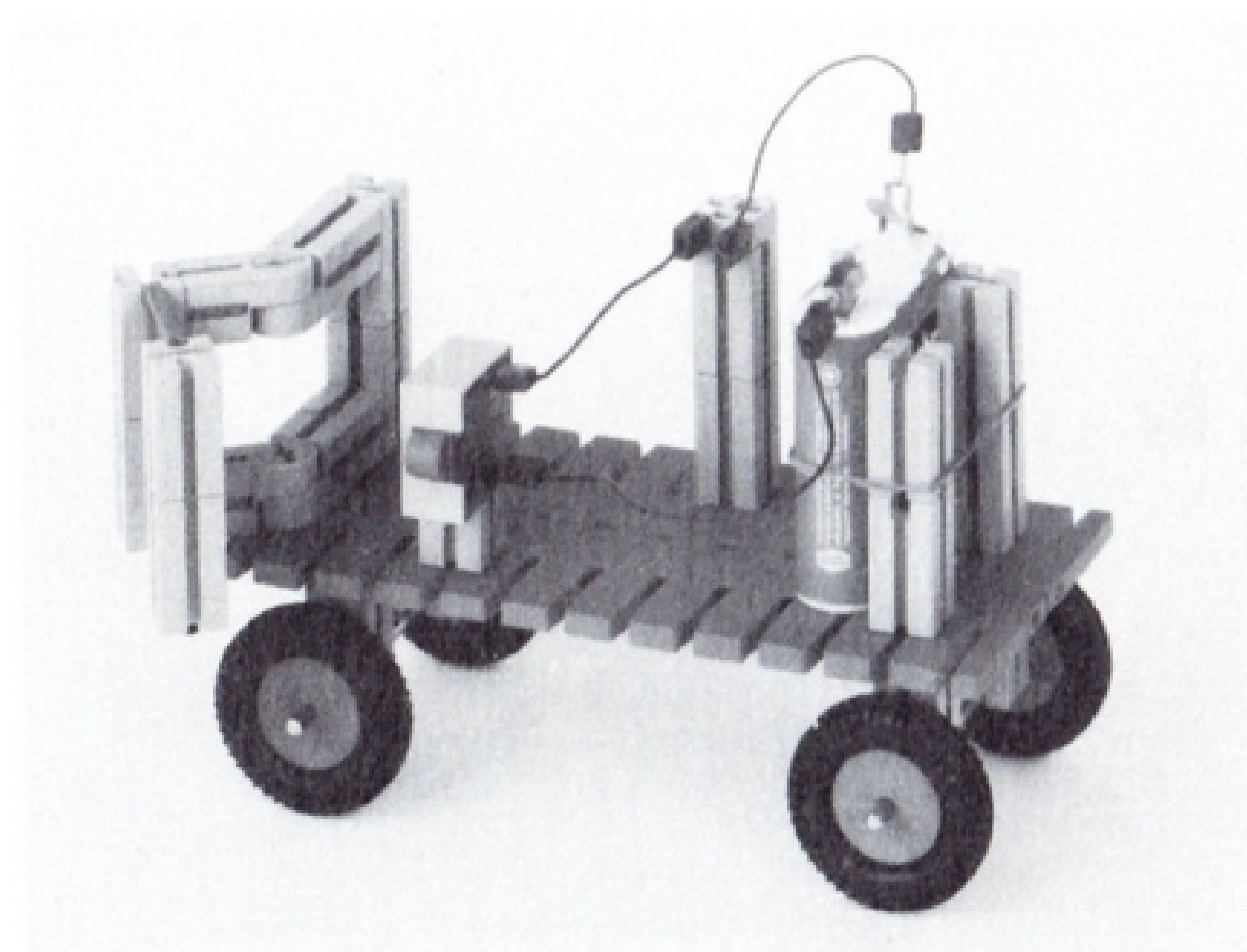


Abb. 2: Der Taster aus dem u-t 3 wird durch die Tür betätigt.

Andere Schüler hatten sich auch der Aufgabe zugewandt, mit Baukastenelementen und den Zusatzmaterialien einen Schaltmechanismus für das Schließen und Öffnen des Stromkreises beim Betätigen der Tür zu konstruieren. Es mußten konstruktive Überlegungen dahingehend angestellt werden, einen Schaltmechanismus zu entwickeln, der über Federdruck selbsttätig in seine Ruhestellung zurückgeht. Außerdem mußte für einwandfreies Schließen und Öffnen des Stromkreises im Schalter gesorgt werden. Abbildung 3 zeigt, daß bei diesen Überlegungen anfänglich auch schaltungstechnisch

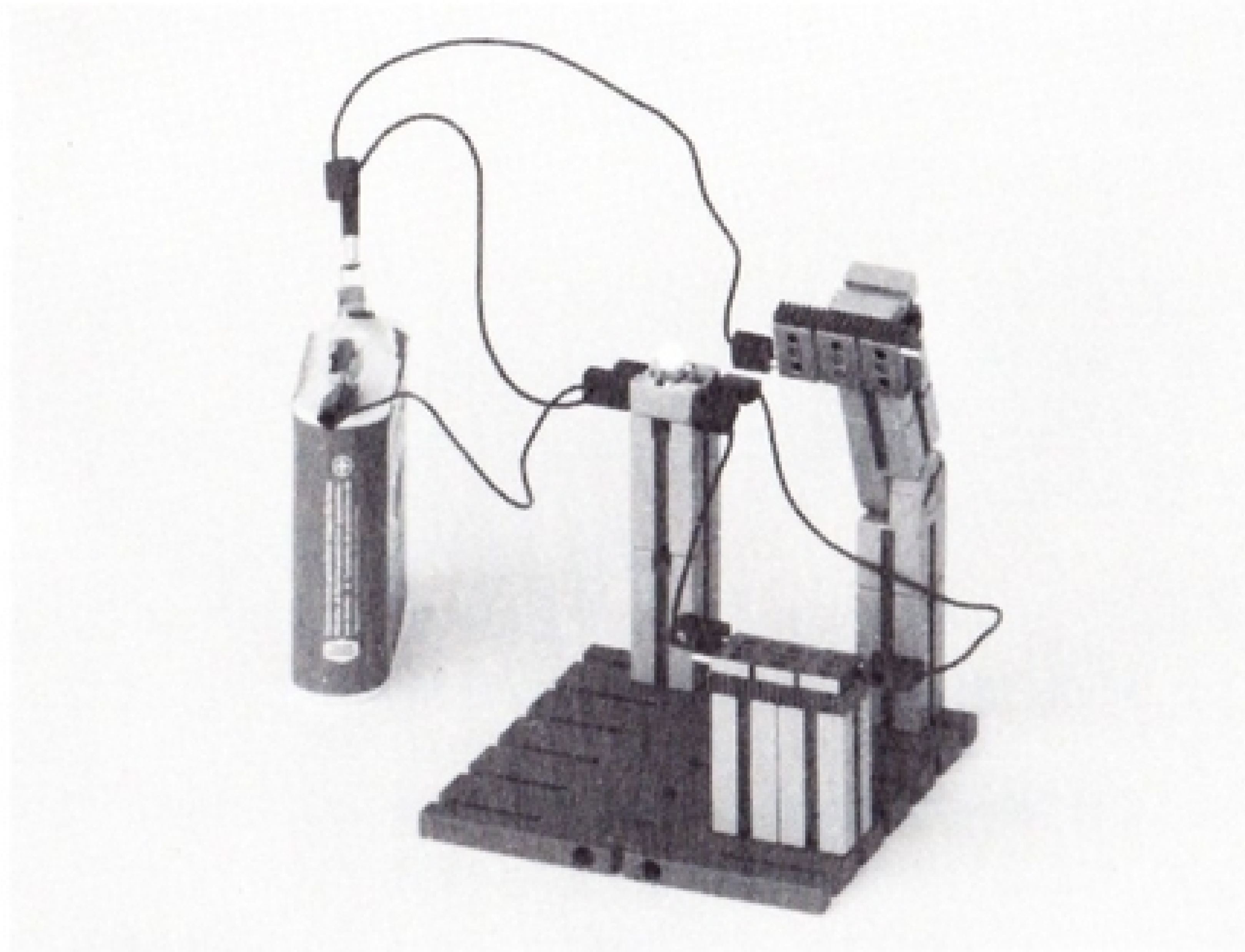


Abb. 3: Wenn der Schalter geschlossen wird, geht die Lampe wegen des dann entstehenden Kurzschlusses aus.

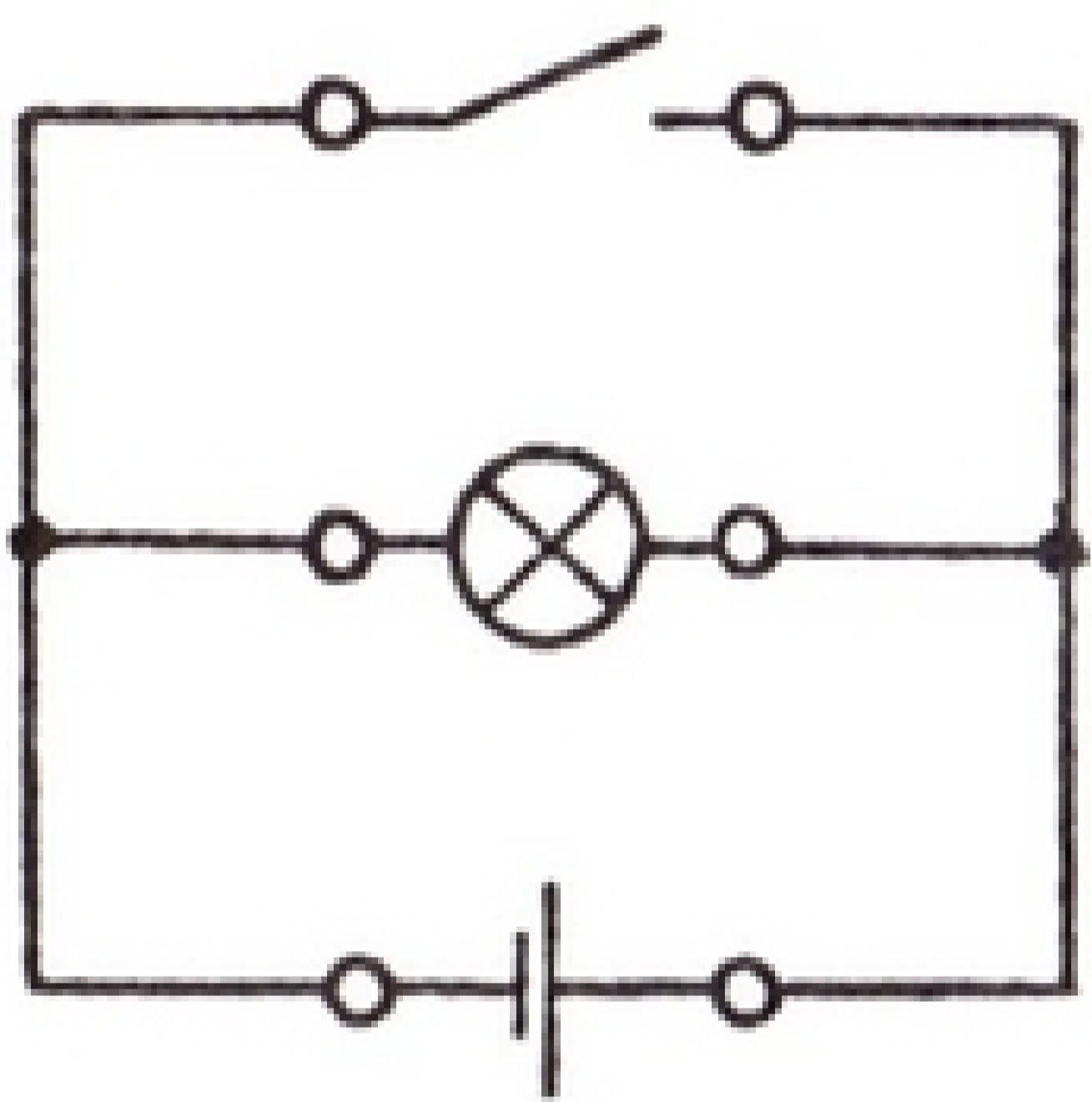


Abb. 4:
Schaltskizze zur Abbildung 3

Fehler gemacht wurden. Wird der „Schalter“ durch die hier noch gedachte Tür betätigt, so erlischt die Lampe, weil ein Kurzschluß hergestellt wird (vgl. Schaltbild Abb. 4).

Eine richtige Lösung für den Tastschalter zeigt Abbildung 5. Hier bewirkt ein Gummiband die Rückkehr des Tasters in die Ruhestellung. Nicht gelöst worden ist das Problem, den Stromkreis bei geschlossener Tür geöffnet zu halten. Eine Lösung hierfür zeigt die Abbildung 6. Im Modell der Abbildung 7 reagieren die parallel angeordneten Feder-

Abb. 5: Taster (Öffner) aus Einzelteilen

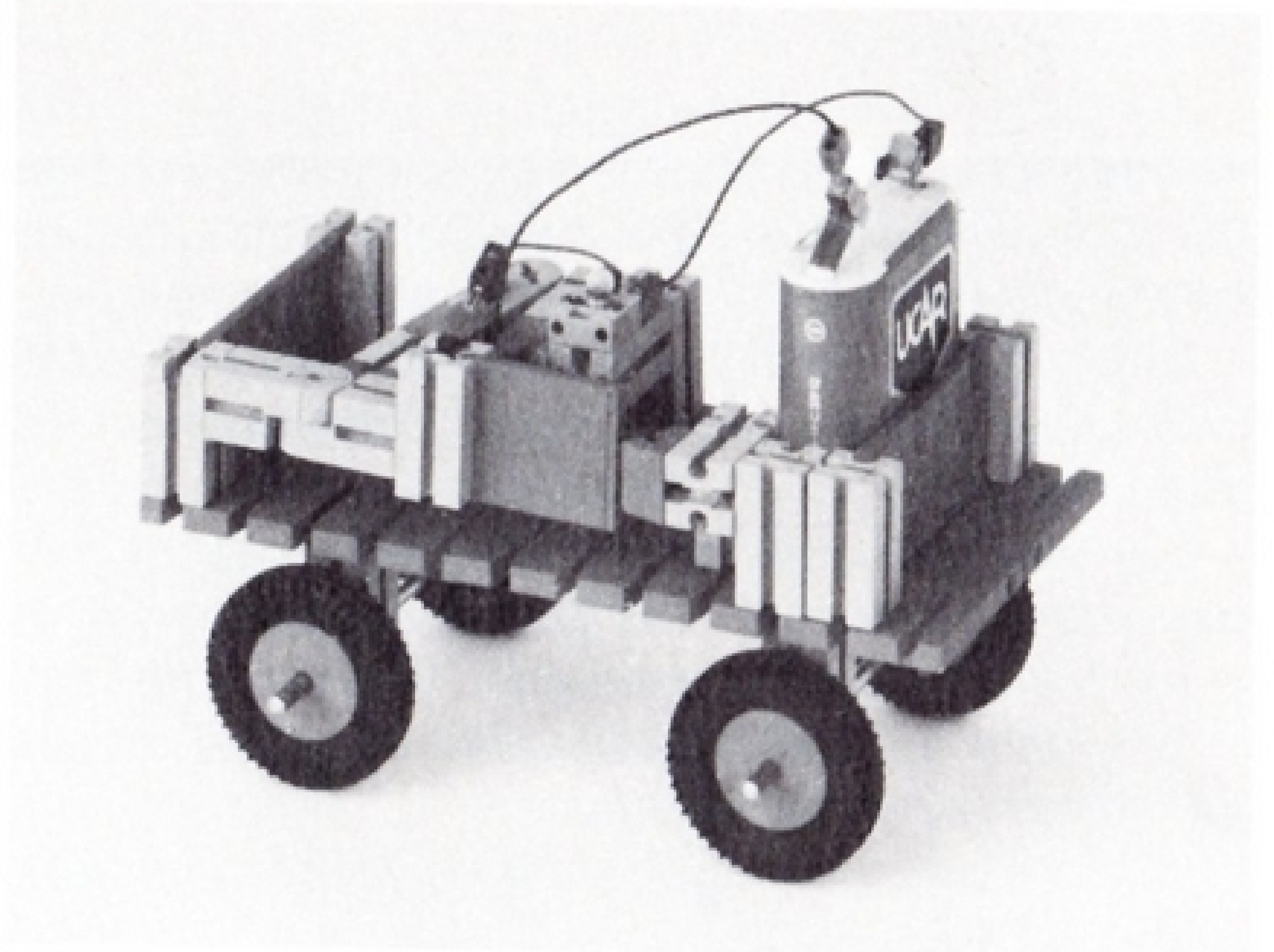
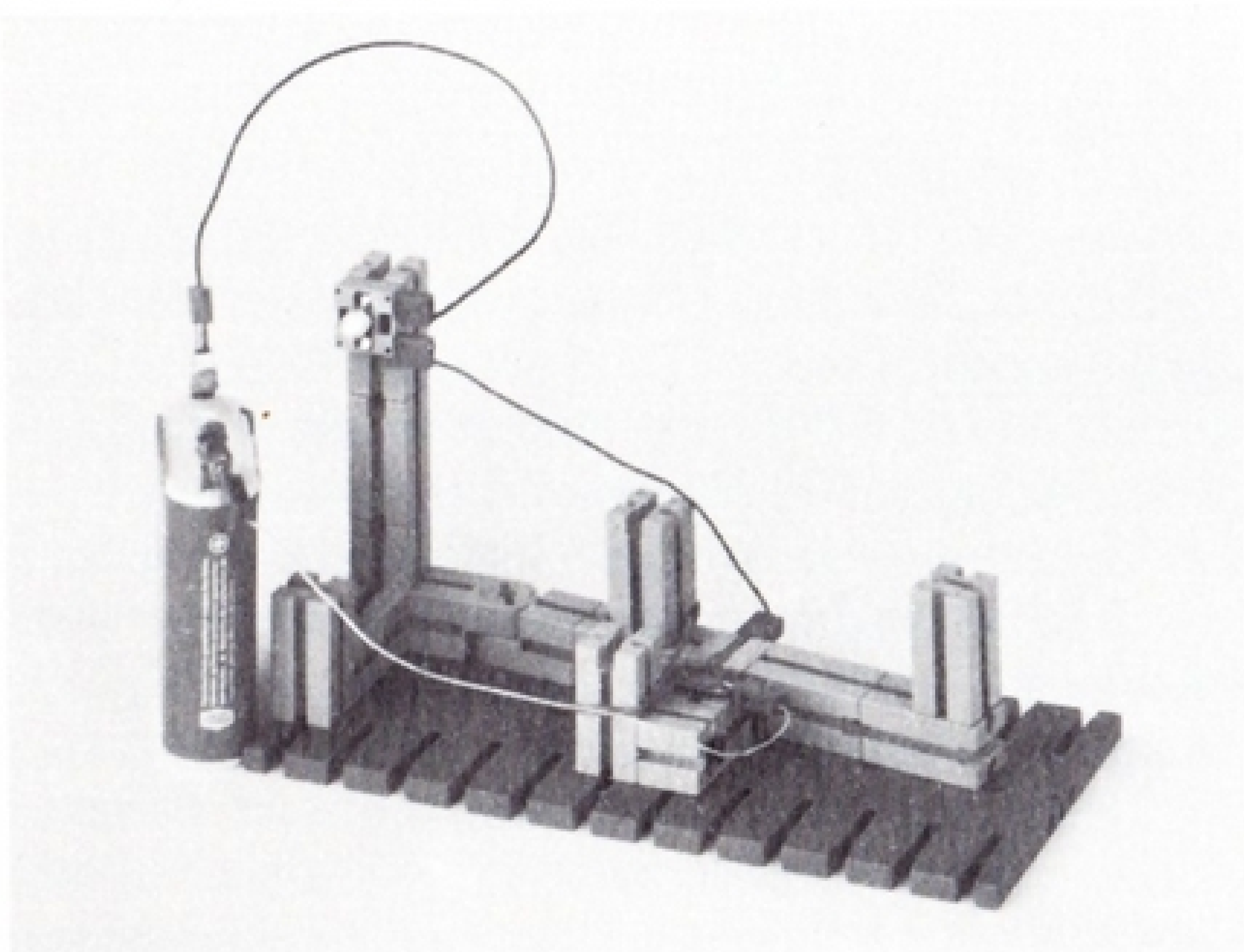


Abb. 6: Durch die Tür betätigter Taster; dünne Kupferbleche bilden die Kontakte. Bei geöffneter Tür drückt der Federgelenkstein die Kontakte zusammen und schließt so den Stromkreis.

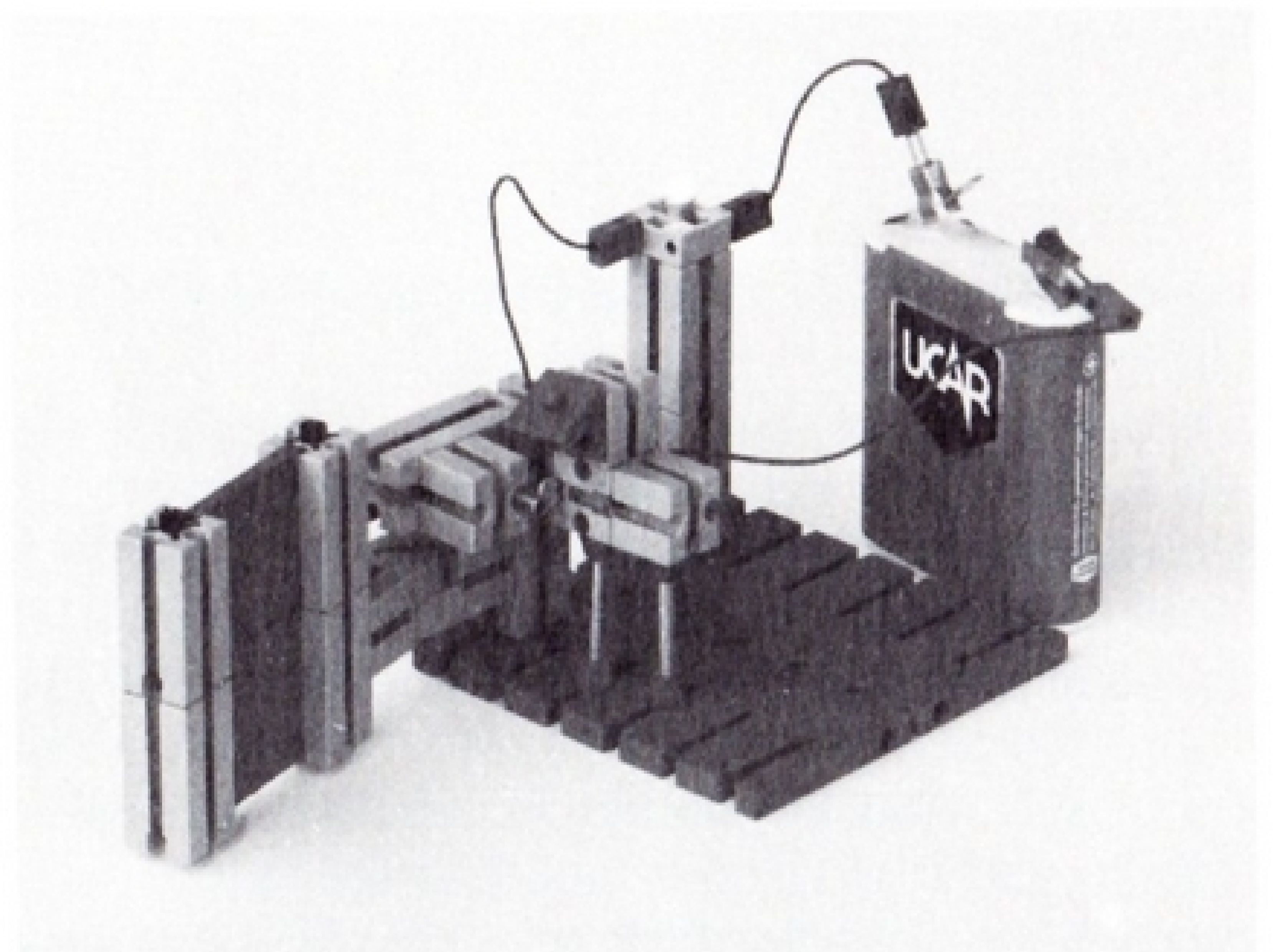


Abb. 7: Die Tür drückt beim Schließen an den Winkelstein und öffnet so den Stromkreis.

Abb. 8: Die Lampe kann zusätzlich zum Türkontakt durch den Stellschalter geschaltet werden.

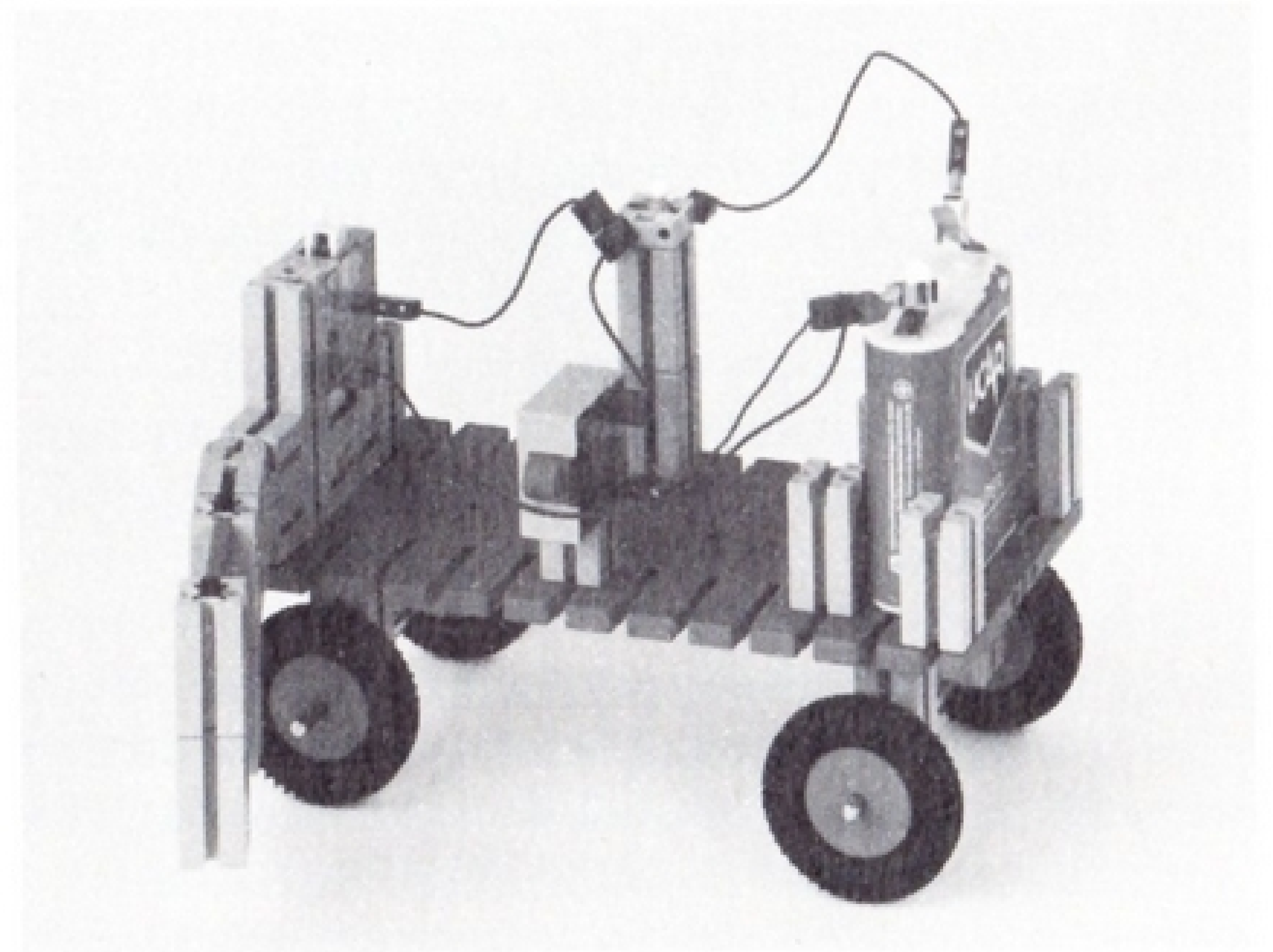




Abb. 9: Statt des Stellschalters wurde hier der Drehschalter eingebaut.

füße auf den geringen Anpreßdruck der geschlossenen Tür über den gleichseitigen Winkelstein an der Innenkante der Tür. Im Modell der Abbildung 6 bewirkt ein Federgelenkstein das Schließen des Schalters in Ruhestellung.

Die Erledigung des ersten Arbeitsauftrages beanspruchte unterschiedlich viel Zeit. Frühzeitig fertig gewordene Schüler wurden aufgefordert, einen Schaltplan zu ihrer Lösung zu zeichnen. Nach einem Vergleich der unterschiedlichen Lösungen, die sich aber alle auf das gleiche Schaltbild zurückführen ließen, wurde die zweite Aufgabe gestellt. Jetzt verwendeten die meisten Schüler den Stellschalter des u-t 3 (Abb. 8). Einzelne setzten den Drehschalter ein (Abb. 9). Damit die Schüler die abgestrebte Schaltung selbst überprüfen können, ist es auch hierfür ratsam, Schaltskizzen anfertigen zu lassen (Abb. 10).

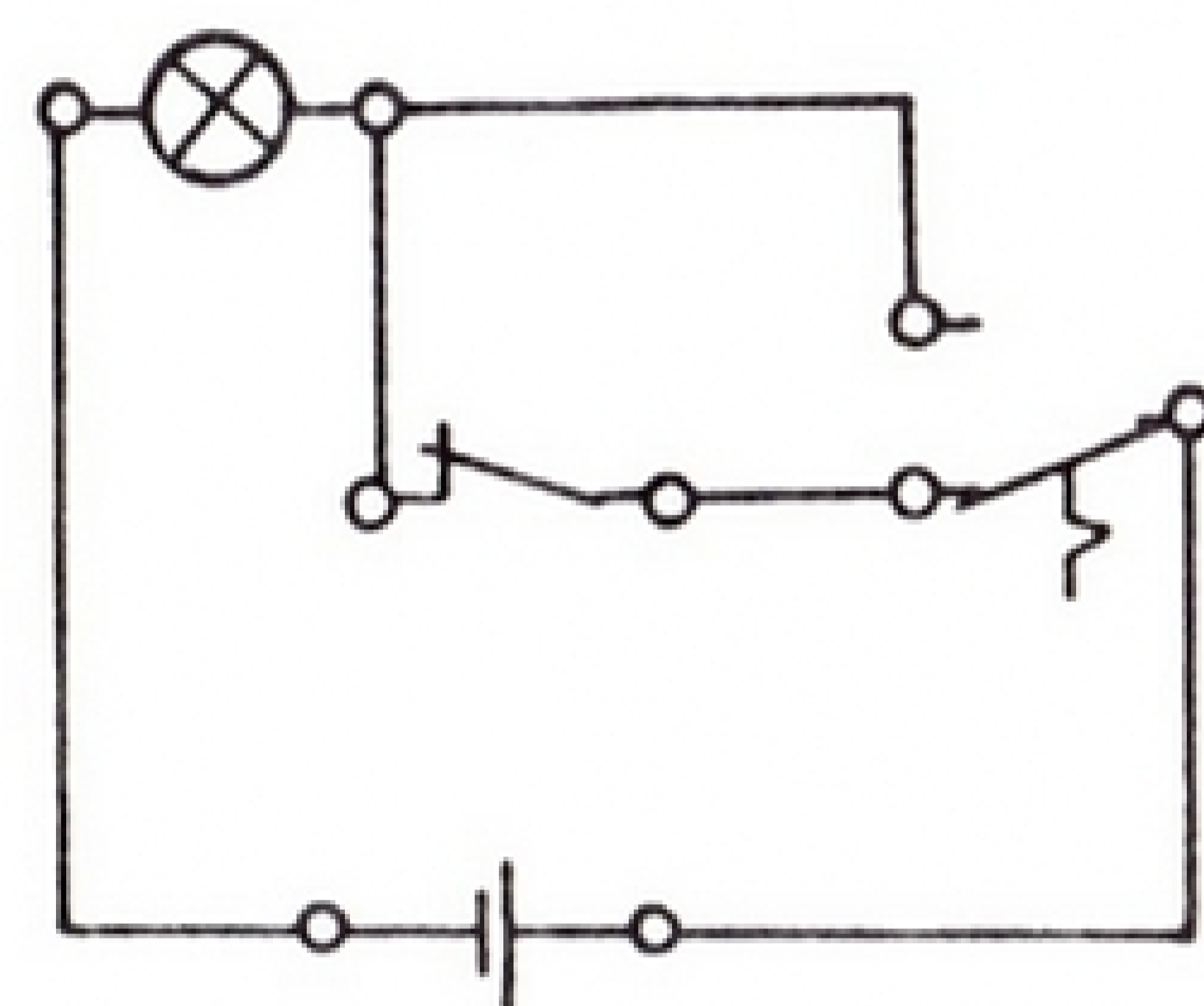
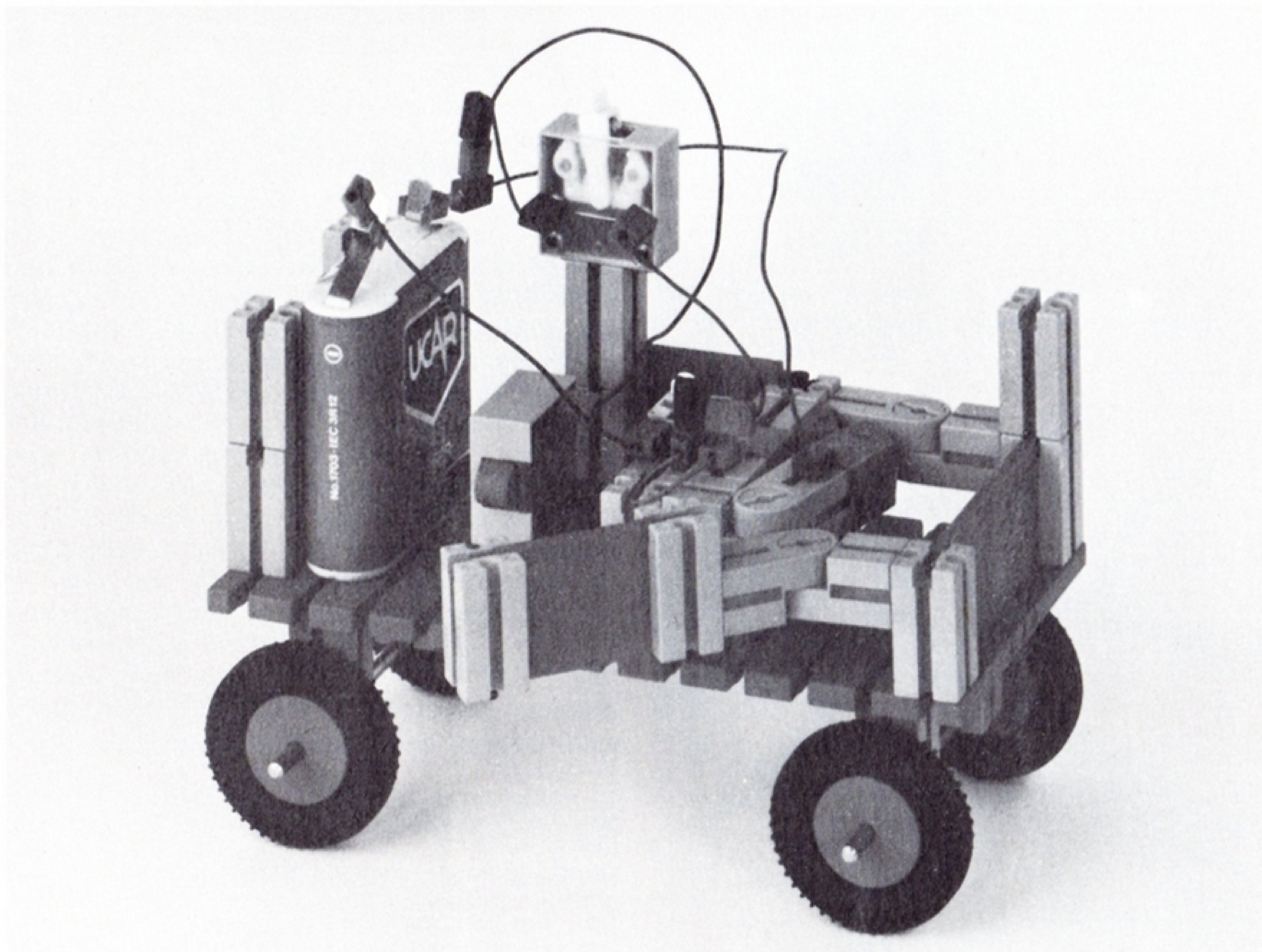


Abb. 10: Schaltskizze zur Innenbeleuchtung.

Abb. 11: Die Lampe kann durch die beiden Türen und durch den Stellschalter betätigt werden.



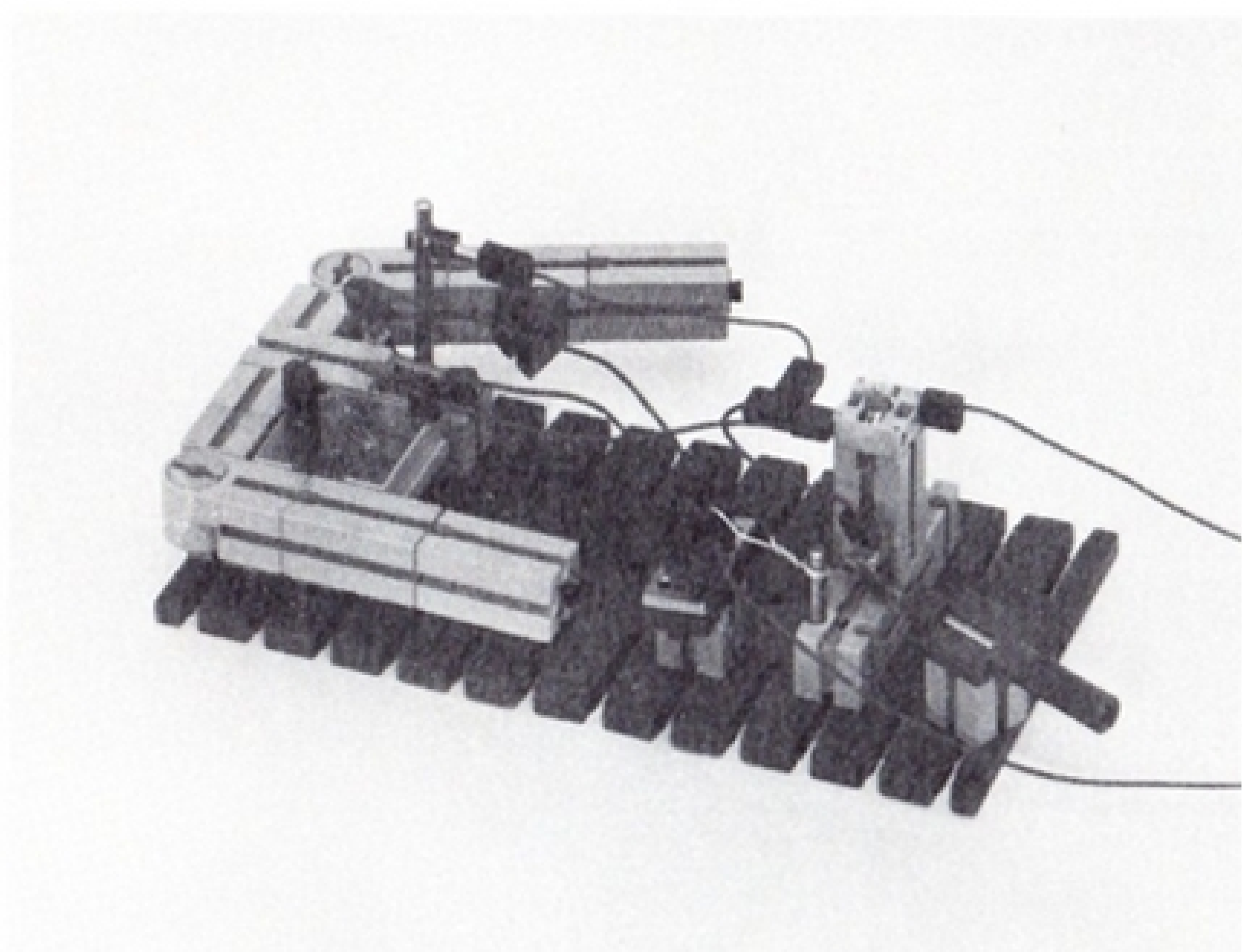


Abb 12: Ein Tastschalter und der Stellschalter sind aus Einzelteilen hergestellt.

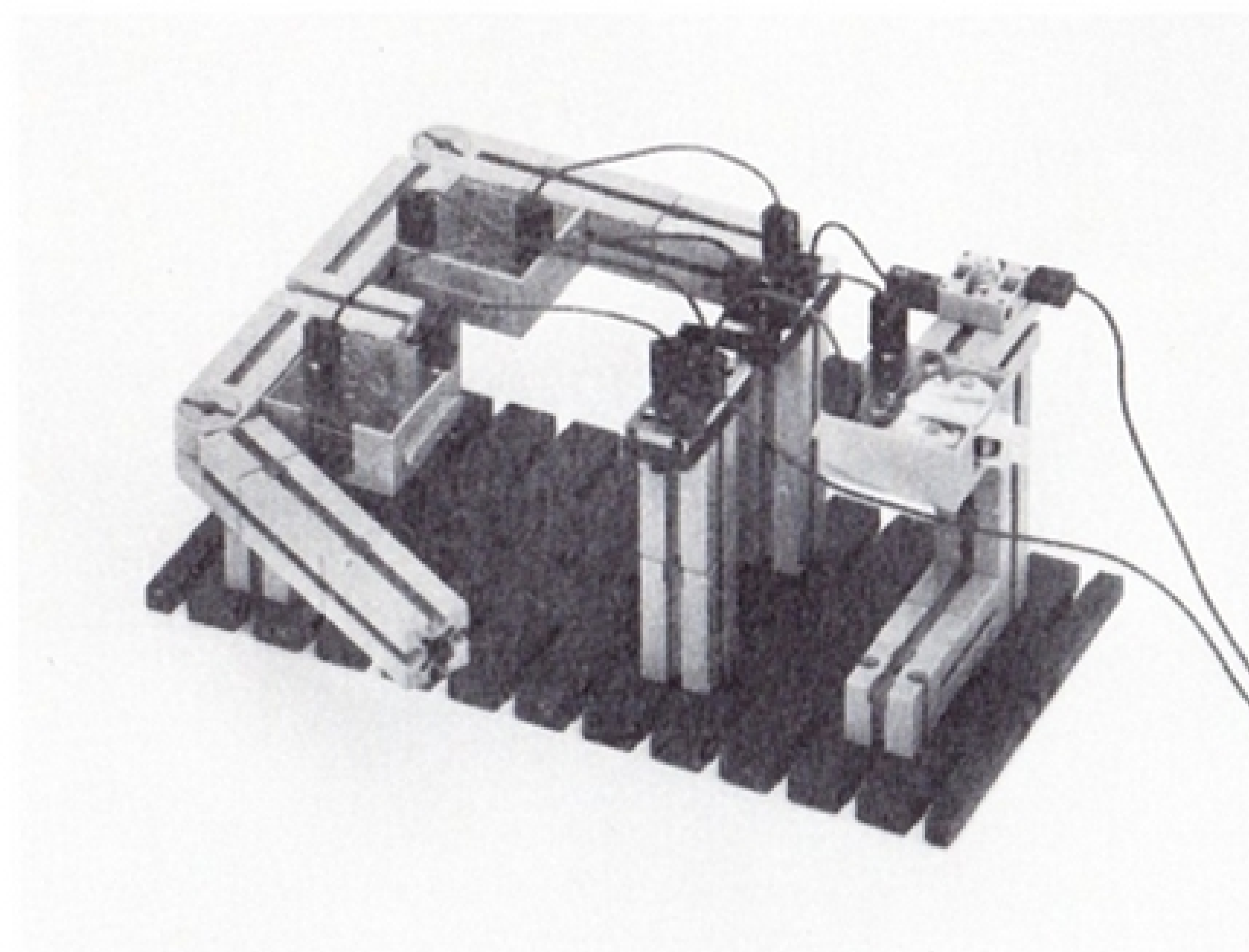


Abb. 13: Hier sind die beiden Taster und der Stellschalter parallel geschaltet. Der besseren Übersicht wegen sind an den Verzweigungspunkten die Verteilerplatten eingesetzt.

Abb. 14: Der Taster an der linken Tür des Pkw ist ausgebaut.



Eine letzte Erweiterung dieser schaltungstechnischen Probleme ergab sich mit der dritten Aufgabe, die Innenbeleuchtung über die Taster zweier Türen und den Umschalter bedienen zu können, wie dies die Abbildungen 11–13 zeigen.

Realbezug

Als Abschluß dieser Unterrichtseinheit bietet sich an, die Einrichtung der Innenbeleuchtung an einem PKW zu untersuchen. Zunächst wird festgestellt, wo Schalter und Leuchten im Inneren des Wagens zu finden sind und zu welchen Einrichtungen des PKW sie gehören: Handschuhfach, Kofferraum, Fahrgastraum, Handbremse, Fußbremse. Dann wird geprüft, ob es sich um Tastschalter oder Stellschalter handelt. Angeleitet vom Lehrer, bauen die Schüler unter Verwendung der erforderlichen Spezial-Schraubendreher einzelne Schalter aus (Abb. 14) und lernen die verschiedenen Typen kennen. Sie erfahren, daß die Schalter und Leuchten über Klemmbuchsen mit den Kabeln verbunden werden. Sie stellen fest, wie alte Teile gegen neue ausgetauscht werden können. Die Schüler beobachten auch, daß für die Tastschalter am Türrahmen Gummiisolierungen gegen Feuchtigkeit erforderlich sind. Nach dem Ausbau der Schalter lernen die Schüler dann, mit welchen Handgriffen die Schalter und Leuchten sachgemäß wieder eingebaut werden müssen. Sowohl die Einsicht in die Konstruktion der Schalter als auch das vollständige Installieren von Schaltern und Leuchten lernen die Schüler anhand von Altteilen kennen. Für diese Arbeiten sollten hinreichend viele Schalter für Demontage-Arbeiten zur Verfügung stehen; z. T. müssen Vergußteile aufgebrochen werden. Die Schüler erfahren dabei, wie Federungen für den Arbeitskontakt mit den Schalterteilen verbunden sind, daß Schalter nicht nur über Druck- und Zugfedern, sondern beim Bremslicht auch pneumatisch arbeiten. Anschließend können mit funktionsfähigen Altteilen für Demonstrationszwecke auf Tafeln verschiedene Schaltungen hergestellt werden.

Dieser Beitrag ist ein Vorabdruck aus: *Vollmers* (Hrsg.), Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung in der Sekundarstufe I, Neckar-Verlag, Villingen 1978.

Literatur

Autorenkollektiv, Metall- und Elektrotechnik in Übersichten, Berlin 1970²

Grundwissen, Werkunterricht für Lehrer, Berlin 1972

Schwoch, W., Das Fachbuch vom Automobil-Fahrwerk, Braunschweig 1969

Technische Informationen der Fa. Bosch GmbH: Schaltzeichen und Schaltpläne der Kraftfahrzeugelektrik, Stuttgart 1971, 2. Ausgabe 1974

Viehmann, E., Sachs, C., Versuche Elektrotechnik, Berlin 1970²

Gerhard H. Duismann

Logische Schaltungen

Unterrichtsbeispiel aus einer Schule für Lernbehinderte

1. Vorbemerkungen

Die Unterrichtseinheit wurde in vier Klassen (8. bis 10. Schuljahr, pro Klasse 8–14 Schüler, in der Klasse 10 auch Schülerinnen) der Alfred-Adler-Schule, Schule für Lernbehinderte in Dortmund-Rahm, erprobt.

Arbeitsmittel: 6 Lernbaukästen informic 1*, Schalter (Taster). Lämpchen und Kabel aus u-t 3/1, Spanplatte, Leisten, Lüsterklemmen, Blechstreifen, Schaltdraht und Schrauben.

In einem Beitrag dieser Zeitschrift über Programmschaltwerke (1) machte der Verfasser darauf aufmerksam, daß schwierige technische Probleme in den Lehrplänen der Lehrbehindertenschulen ausgeklammert werden.

Hier soll ein weiteres Beispiel für die Durchführbarkeit einer Unterrichtsreihe gegeben werden, mit der die Schüler der Lernbehindertenschule erfolgreich die Lösung eines technischen Problems in Form der einfachsten Prinzipien kennenlernen.

2. Problematik des Medieneinsatzes

Hier soll auf ein Problem aufmerksam gemacht werden, das sich besonders schwierig auf die Motivierung der lernbehinderten Sonderschüler auswirken kann.

So ökonomisch der Einsatz der technischen Baukästen, speziell der fischertechnik-Kästen ist, bleibt fraglich, ob der Lernerfolg von Dauer ist, weil das im

* Hinweis: Die hier eingesetzten Lernbaukästen informic 1 wurden von den Fischer-Werken speziell für den Bereich „Schaltalgebra“ entwickelt.

Statt der hier eingesetzten Taster lassen sich Teile aus den Lernbaukästen u-t 3/1 bzw. u-t 3 verwenden. Die Fotos in diesem Heft (insbesondere auf den letzten Seiten) zeigen solche Schaltungsbeispiele.

Rahmen des Unterrichts hergestellte Funktionsmodell gleich nach der Funktionsprüfung – in der Regel noch in der gleichen Unterrichtsstunde – demontiert werden muß, da die Baukästen in anderen Klassen ebenfalls eingesetzt werden. Es handelt sich bei dem so vorgenommenen Einsatz technischer Baukästen nicht um Produktion, also um Herstellung eines brauchbaren Objektes, sondern um ein eher experimentelles Vorgehen, das eine höhere Abstraktionsleistung des Handelnden erfordert. Beim Bau eines Funktionsmodells in herkömmlicher Art, mit den Materialien Papier, Holz, Kunststoff und Metall handelt es sich dagegen um Produktion. Diese Unterscheidung setzt jedoch voraus, daß das Modell zumindest einen Gebrauchswert als Spielzeug besitzt.

Der Aspekt der Produktion scheint in der Konzeption eines lehrgang-orientierten Technikunterrichts nicht genügend beachtet zu werden. Dagegen nimmt in dem polytechnischen Arbeitslehreunterricht die Produktion (in Projekten) eine entscheidende Rolle ein. Hier steht jedoch der wirtschaftswissenschaftliche Hintergrund einer Produktion im Zentrum des pädagogischen Handelns. Der technische Aspekt wird nicht ausreichend berücksichtigt, da von den Aufgaben der Technik im wesentlichen nur die der Arbeitsorganisation beachtet wird.

Die Leitgedanken der Arbeitslehre in der Lernbehindertenschule nach dem Richtlinienentwurf für Nordrhein-Westfalen machen dies deutlich. Diese Leitgedanken sind: Produktion für den Eigenbedarf, Produktion für bekannten Bedarf und Produktion für den unbekanntes Bedarf (2). Die Produktion wird hier fast ausschließlich unter wirtschaftskundlichen Aspekten gesehen (Kostenanalyse, Kostenrechnung, Werbung u. ä.).

Wünschenswert wäre daher eine vergleichende Untersuchung mit dem Einsatz technischer Baukästen und der Produktion mit herkömmlichen Materialien bei gleichen Themen.

Untersuchungsschwerpunkt müßten der kurz- und langfristige Lernerfolg, aber auch Einflüsse der Unterrichtsverfahren auf die Motivation und die affektiv-emotionale Einstellung der Schüler zu den Unterrichtsverfahren und den Lerninhalten sein (3).

Bei den hier dargestellten Unterrichtsbeispielen wurden die beiden kurz skizzierten Unterrichtsverfahren in vier Klassen hintereinander durchgeführt, davon in zwei Klassen in einem ca. halbjährigen Abstand. Durch eine anschließende informelle Befragung der Schüler dieser zwei Klassen wurden Hinweise für die Hypothesenbildung in einer größeren Untersuchung gewonnen. Leider besteht für die

Durchführung dieser Untersuchung nur wenig Aussicht, da sich, soweit dem Verfasser bekannt, an keiner Sonderpädagogischen Ausbildungsstätte in der Bundesrepublik Deutschland ein hauptamtlicher Lehrstuhlinhaber mit Fragen des Technikunterrichts befaßt.

3. Logische Schaltungen – Das technische Problem, zugleich Begründung der Themenwahl

3.1 Die Bedeutung der automatischen Datenverarbeitung

Computer als automatische Steuerungs- und Verarbeitungssysteme sind aus der heutigen Technik nicht mehr wegzudenken: „Computer werden unsere zukünftigen Lebensformen gründlich verändern. In Naturwissenschaft und Technik kann man heutzutage nicht mehr mitreden, ohne die Funktion der Computer begriffen zu haben . . . Wer dieser zukünftigen Entwicklung geistig nicht folgen kann, ist nicht mehr Zeitgenosse im eigentlichen Sinne des Wortes“ (4). Diese gewiß hart erscheinende Äußerung eines der führenden Nachrichten- und Datenverarbeitungsspezialisten, die aber durch viele andere Aussagen ergänzt werden könnte, macht auf die nicht mehr übersehbaren Veränderungen unseres Lebens aufmerksam. Von diesen Auswirkungen sind natürlich auch die Schüler der Lernbehindertenschulen nicht ausgeschlossen.

Die Einführung in die Datenverarbeitung kann auch in der Lernbehindertenschule erfolgreich geleistet werden. Zu den Grundlagen der Datenverarbeitung durch Computer gehören die logischen Schaltungen, die in der folgenden Unterrichtseinheit beschrieben werden. Ferner zählt dazu auch die Datenerfassung und -verarbeitung (Speicherung) auf Lochkarten und deren maschinelles Lesen. Die erfolgreiche Behandlung dieser Themen ist für die Grundschule und die Lernbehindertenschule bereits nachgewiesen (5).

3.2 Die logischen Schaltungen

Zum Zweck der Einführung in die Datenverarbeitung wurde der fischertechnik-Lernbaukasten informic 1 (vgl. den *Hinweis* Seite 13) und ein darauf abgestelltes Schülerbuch entwickelt (6), im folgenden „Einführung“ genannt. Ein vereinfachter Unterrichtsvorschlag ist in (7) enthalten, im folgenden „Denken“ genannt. Hier werden Lampen- und Schalterbausteine, Stromquelle und Kabel der Physiksammlung verwendet.

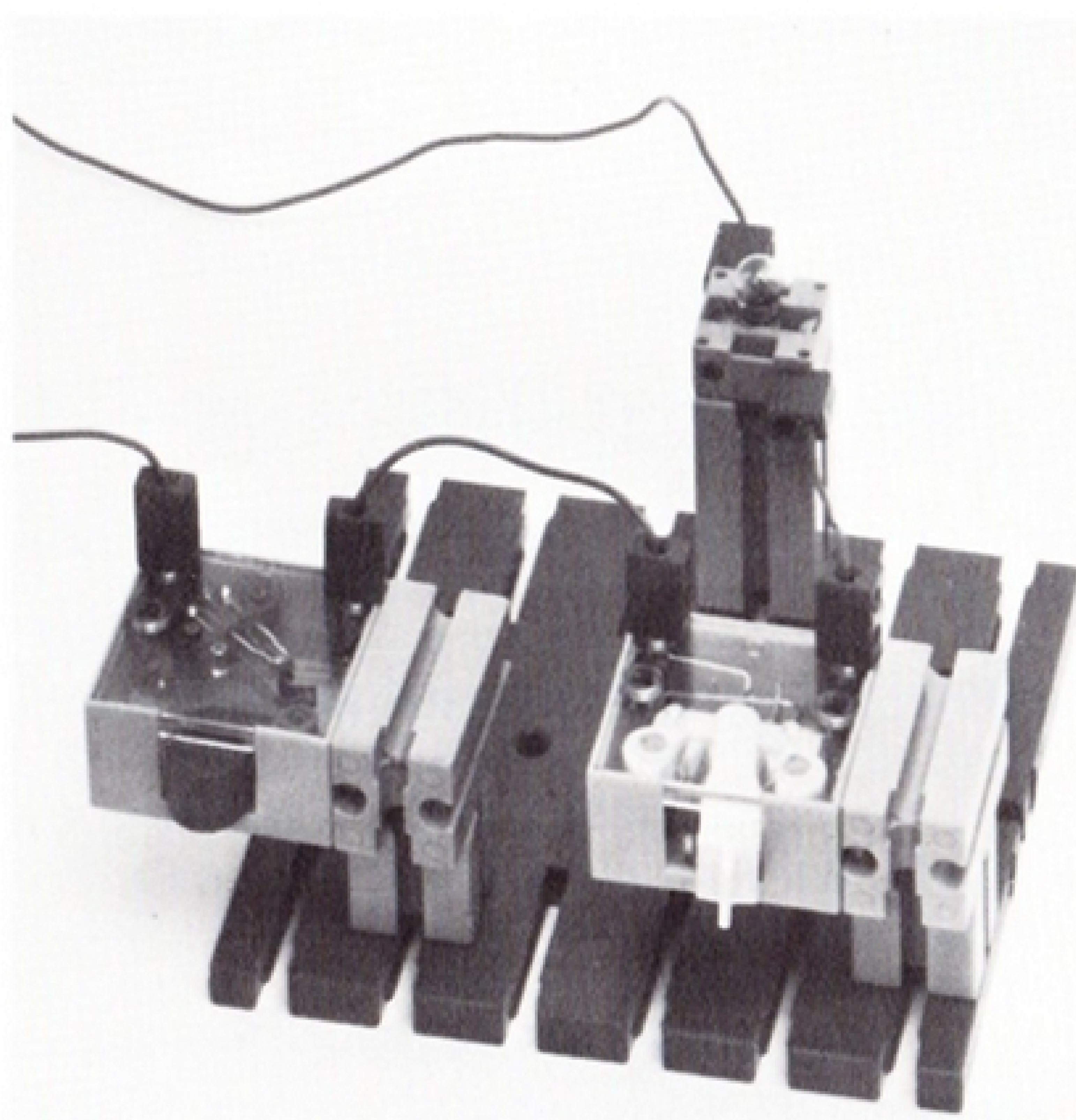


Abb. 1: UND-Schaltung mit Taster und Schalter

Die Schaltzustände der Taster und Schalter aus dem fischertechnik-Programm sind nicht direkt ablesbar, daher muß der Lehrer die Schaltungen vor Inbetriebnahme genauer überprüfen, um Kurzschlüsse zu vermeiden (Abb. 1).

Es soll und kann hier keine Einführung in die mathematischen Ableitungen der auf der Booleschen Algebra basierenden Logischen Schaltungen gegeben werden, sondern nur kurz das Prinzip erklärt werden. Die beiden möglichen Schaltzustände werden mit 0 bzw. 1 bezeichnet. 0 bedeutet: Schalter offen \triangleq Verneinung. 1 bedeutet: Schalter geschlossen \triangleq Bejahung. Bei der Entscheidung bedeutet 1: Lämpchen leuchtet, die Bedingungen sind erfüllt.

Die UND-Schaltung

Das Prinzip der UND-Schaltung wird aus der Schaltskizze bereits deutlich (Abb. 2). Das Lämpchen leuchtet dann auf, wenn Schalter S_1 UND S_2 betätigt sind.

Beispiel für ein Programm dieser Schaltung:
Zum Sportplatz darf der, der seine Hausaufgaben gemacht UND einen Trainingsanzug hat. Bei der Bejahung einer oder beider Bedingungen wird der

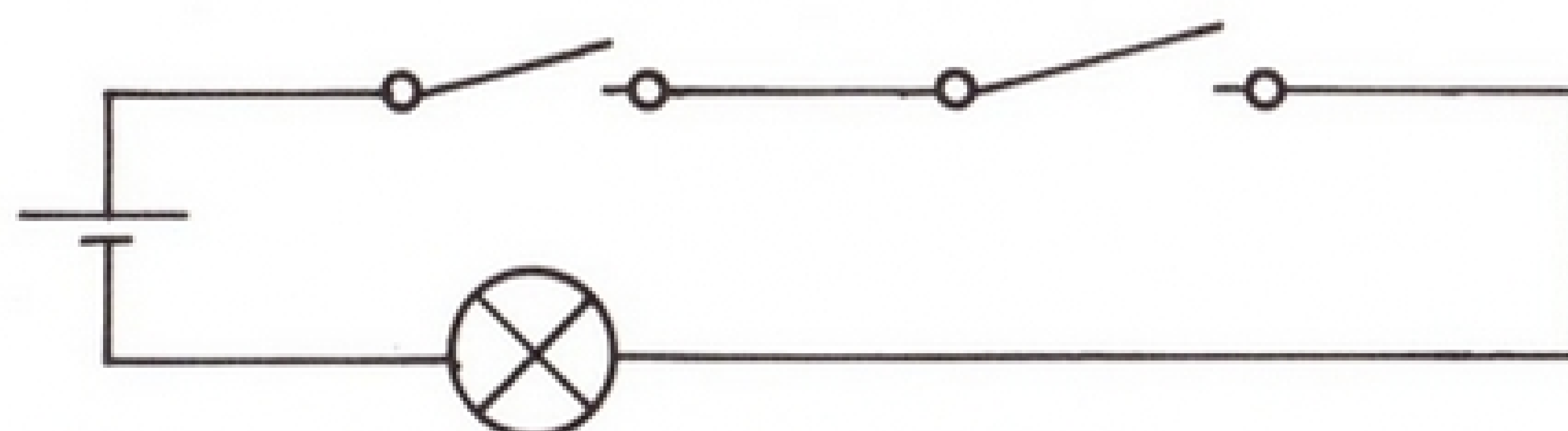


Abb. 2: Schaltskizze zur UND-Schaltung

entsprechende Schalter geschlossen. Die Entscheidung – ich darf zum Sportplatz gehen – wird nur dann erreicht, wenn beide Schalter geschlossen sind.

Die ODER-Schaltung

Auch das Prinzip der ODER-Schaltung läßt sich aus der Schaltskizze ablesen (Abb. 3). Das Lämpchen leuchtet, wenn der Schalter S_1 ODER der Schalter S_2 ODER beide Schalter betätigt werden.

Beispiel für ein Programm:

Zum Spaziergang darf nur der mit, der einen Schirm ODER einen Regenmantel hat (natürlich auch der, der Schirm und Regenmantel besitzt).

Alle möglichen Werte beider Schaltungen lassen sich aus der Wahrheitstabelle ablesen (vgl. Seite 5). Die Kombination der beiden Schaltungen sei hier nur in der Schaltskizze wiedergegeben (Abb. 4). Die Anwendung der Schaltungen durch Aufstellen neuer Programme wird auch von den Schülern nach der Unterrichtseinheit selbständig geleistet.

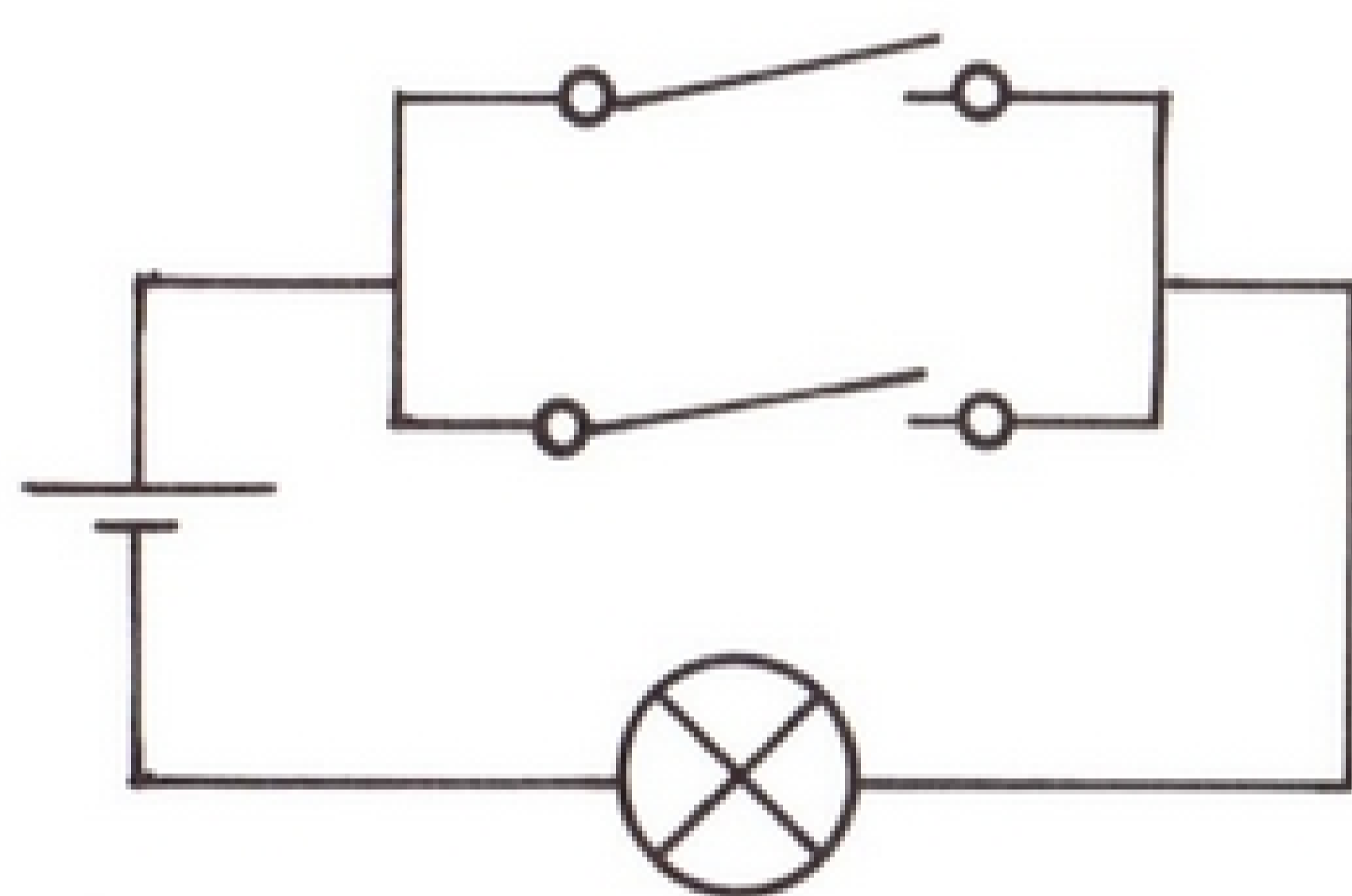


Abb. 3:
Schaltskizze zur
ODER-Schaltung

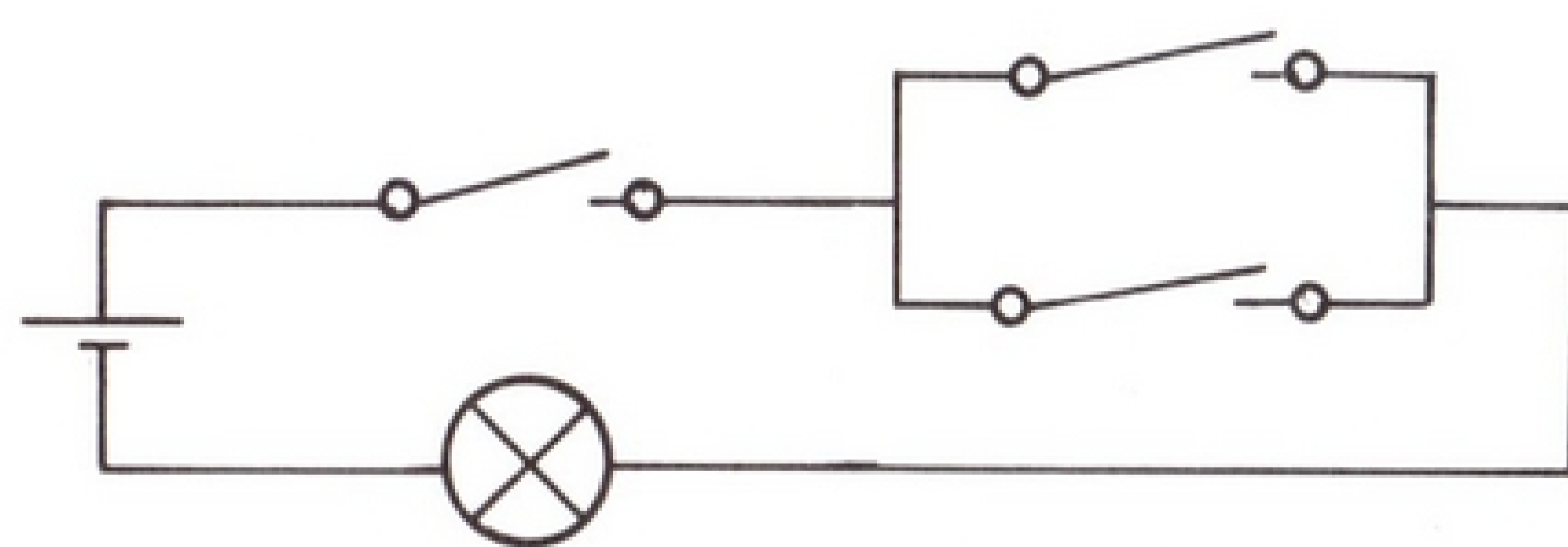


Abb. 4: Schaltskizze zur Kombination UND- und ODER-Schaltung

4. Die Durchführung des Unterrichts

Entsprechend den Intentionen wurde das unterrichtliche Vorgehen einmal durch den Einsatz des Lernbaukastens informic 1 und des Buches „Einführung“ (6) und das andere Mal durch den Einsatz des herkömmlichen Materials bestimmt.

Der Unterricht erfolgte in vier Klassen (eine Klasse 8, eine Klasse 9, zwei Klassen 10). In zwei Klassen wurde die Produktionsform direkt angeschlossen, in den beiden anderen Klassen (9 und

10) wurde diese Phase nach einem halben Jahr eingesetzt. Diesen Klassen wurde auch der informelle Fragebogen vorgelegt.

4.1 Die Grobziele der Unterrichtseinheit

Die Schüler sollen die logischen Funktionen der UND- und der ODER-Schaltung kennen und anwenden können.

Das Ziel ist erreicht,

wenn die Schüler selbständig mit bereitgestelltem Material die Schaltungen aufbauen können,

wenn die Schüler elektrotechnische Schaltungen nach dem Prinzip der logischen Schaltungen erläutern können,

wenn die Schüler die Schaltskizzen zeichnen und lesen können,

wenn die Schüler Programme für die Schaltungen aufstellen und prüfen können,

wenn die Schüler die Wahrheitstabellen aufstellen können,

wenn die Schüler die Anwendung der logischen Schaltungen in der Computertechnik in kurzen Sätzen beschreiben können.

4.2 Der Unterricht mit *fischerinformic 1*

Im Unterricht wurden das Material des Lernbaukastens und aus dem Schülerbuch „Einführung“ (6) nur die Abschnitte „UND-Schaltung“ und „ODER-Schaltung“ verwendet.

4.2.1 Übersicht über die Unterrichtseinheit

Erste Sequenz: Wiederholung der Reihen- und Parallelschaltung von Verbrauchern. Einführung des Lernbaukastens.

Zweite Sequenz: Einführung in die logischen Funktionen und den Dualcode.

Dritte Sequenz: Anwendung der logischen Schaltungen in Computern.

Unter *Sequenz* wird hier ein Unterrichtsabschnitt verstanden, der nicht mit dem 45-min-Unterrichtsstunden-Raster übereinstimmen muß.

4.2.2 Erste Sequenz: Wiederholung der elektrischen Schaltungen

Lernziele:

Die Schüler sollen ihre Kenntnisse der Reihen- und Parallelschaltung wiederholen. Sie sollen die elektrotechnische Funktion der Reihen- und Parallelschaltung von Schaltern kennenlernen. Das Ziel ist erreicht, wenn die Schüler für ein entsprechendes Problem die richtige Schaltung aussuchen und im Versuch realisieren können.

Medien: Lernbaukasten informic 1 und fischertechnik-Motor, Schülerbuch „Einführung“ (6) und Informationsblatt.

Anmerkungen zur Unterrichtsdurchführung:

Der Unterricht gliedert sich in zwei Phasen. In der ersten Phase wird die Reihen- und Parallelschaltung von Verbrauchern in Partnerarbeit wiederholt. Dieser Unterrichtsabschnitt dient zugleich der Einführung in die Handhabung des den Kindern unbekanntes Lernbaukastens.

Als besondere Schwierigkeit beim Einsatz des Buches „Einführung“ (6) stellte sich beim Unterricht in der ersten Klasse die Anwendung der Fachsprache mit der schnellen Steigerung der Abstraktion heraus.

Der geringe technische Wortschatz und das mangelnde Instruktionsverständnis der Kinder (8) machten zahlreiche individuelle Hilfen notwendig. Deshalb wurde die Anwendung und Kenntnis der Fachsprache auf das notwendige Maß beschränkt. In den anderen Klassen trat daher der Einsatz des Buches hinter der Lehrererklärung und -demonstration zurück. Das Buch wurde zur Vertiefung und Wiederholung eingesetzt, wenn die Einführungsphase bereits abgeschlossen war.

In der zweiten Phase der ersten Unterrichtssequenz wurden die logischen Funktionen der elektrotechnischen Schaltungen eingeführt. Die Schüler erhielten den Auftrag, eine Sicherheitsschaltung nachzubauen („Einführung“ (6), Seite 39, „Denken“ (7), Seite 29). Um den Sonderschülern den Transfer auf die reale Technik zu erleichtern, wird anstelle der Anzeige der Funktion durch ein Lämpchen der Motor eingesetzt. Beim Aufbau der Schaltungen muß schwächeren Schülern gelegentlich geholfen werden. Bei allen Schülern müssen die Schaltungen vor Inbetriebnahme überprüft werden, da sich Schaltfehler aus Flüchtigkeit nicht vermeiden lassen. In der vertiefenden Wiederholung, die Schüler arbeiten jetzt nach dem Buch, wird die Lampe eingesetzt. Dabei wird der Name der Schaltung eingeführt, wobei der Name aus der Funktion abgeleitet wird (S_1 UND S_2 . . .).

Die ODER-Schaltung wird entsprechend eingeführt. Als einführende Aufgabe wird den Schülern der Auftrag erteilt, eine Schaltung zu bauen, bei der eine Klingel von der Haustür ODER von der Flurtür aus zu betätigen ist. Auch hier wird erst eine Klingel aus der Physiksammlung zur Funktionskontrolle anstelle des Lämpchens eingesetzt.

Zum Abschluß dieser Unterrichtssequenz erhalten die Schüler ein Informationsblatt, das zur wiederholenden Übung eingesetzt werden soll.

4.2.3 Zweite Sequenz: Einführung in die logischen Funktionen

Lernziele:

Die Schüler sollen die UND- und die ODER-Schaltung und deren Kombination als logische Schaltungen kennenlernen. Sie sollen den Dualcode als Prinzip anwenden lernen und Wahrheitstabellen und Programme aufstellen. Die Ziele sind erreicht, wenn die Schüler für die einzelnen Schaltungen eigene Programme entwerfen und überprüfen können.

Medien: vgl. Abschnitt 4.2.2.

Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf:

In dieser zentralen Phase der Unterrichtseinheit wird die eigentliche Funktion der logischen Schaltungen behandelt.

Da den Schülern der Dualcode nicht bekannt ist, muß er in der Form der „Ja-Nein-Sprache“ eingeführt und geübt werden. Es handelt sich hierbei nur um das Prinzip, nicht aber um die Codierung von Buchstaben und Zahlen in den Dualcode. Die Schüler müssen durch Probieren an der Schaltung herausfinden, daß die Fragen und Bedingungen immer in der Form gestellt werden müssen, daß sie mit ja oder nein beantwortet werden können. Dies ist notwendig, da die logische Funktion nur an den beiden Zuständen des Stromkreises – offen oder geschlossen, in der Formelsprache 0 oder 1 – erkennbar ist. Die Formulierung entsprechender Aussagen fällt den Schülern nicht leicht, muß aber geübt werden, da sie die Voraussetzung bilden.

In den 10. Schuljahren wurde der Begriff „Dualcode“ auch benutzt, in den anderen Klassen blieb man bei der konkreten Formulierung „Ja-Nein-Sprache“.

Nach dieser etwas langweiligen Übungsphase, die als Programmierkurs bezeichnet wird, kann ein Programm demonstriert werden.

Das Beispielprogramm:

Es ist eine Entscheidung zu treffen. Aus der Klasse sind die Schüler auszuwählen, die an einem Unterrichtsgang teilnehmen können. Die Bedingungen sind das Vorhandensein von festem Schuhwerk UND Regenzeug.

Nach der Codierung in den Dualcode wird die Übertragung in die entsprechende Schaltung (UND-Schaltung) demonstriert. Bei dieser Demonstration betätigen alle Schüler, je nach ihren individuellen Voraussetzungen, die Schalter (Dateneingabe). In Partnerarbeit wird die Schaltung von den Schülern nachgebaut. Alle möglichen Schaltzustände werden experimentell erfaßt. Das Übertragen dieser Mög-

lichkeiten in eine Tabelle ergibt die sogenannte Wahrheitstabelle.

In einem weiteren Schritt erfolgt die Übung der Anwendung an vorgegebenen Programmen („Denken“ (7), Seite 30/31 und Tafelanschrieb). Wenn die Anwendung von ca. 90% aller Schüler beherrscht wird, beginnen sie mit der Herstellung und Erprobung eigener Programme. Auch hier wird meist die Partnerarbeit bevorzugt.

Die Einführung der ODER-Schaltung, die den Schülern etwas mehr Mühe macht, wird entsprechend eingeführt und geübt:

Zu dem Spaziergang dürfen diejenigen Schüler mitgehen, die Anorak ODER Regenjacke besitzen.

In der dritten Phase dieser Sequenz werden beide Programme zusammengefaßt:

Den Unterrichtsgang dürfen die Schüler unternehmen, die feste Schuhe UND Anorak ODER Regenjacke haben.

Diese Form soll von den schnelleren und selbständigeren Schülern ohne Lehrerhilfe in Gruppenarbeit erarbeitet werden. Bei den langsameren Schülern wird zur gleichen Zeit die Anwendung der UND- und der ODER-Schaltung individuell geübt.

Diese Schüler vollziehen die Kombination der Schaltung erst nach der Sicherheit bei der Anwendung der Grundsaltung nach.

Eine Schülergruppe erweiterte das Beispielprogramm um eine weitere Dateneingabe (2 DM für Busfahrt). Dieses Programm wurde auch als Schaltung realisiert (Abb. 5 und 6). Diese über die Forderung des Lehrers hinausgehende Leistung der

Abb. 5: Schaltskizze für das erweiterte Beispielprogramm

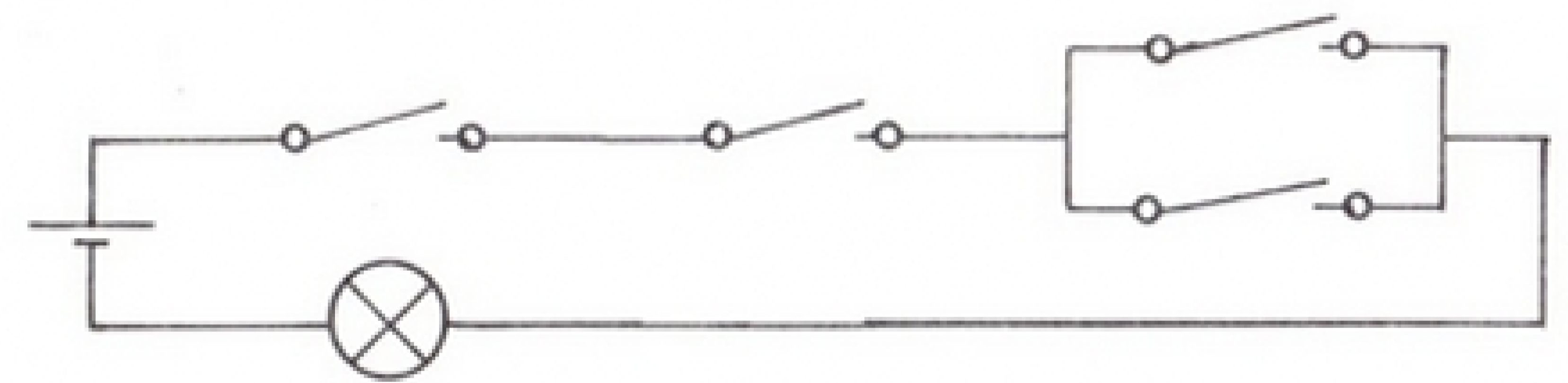
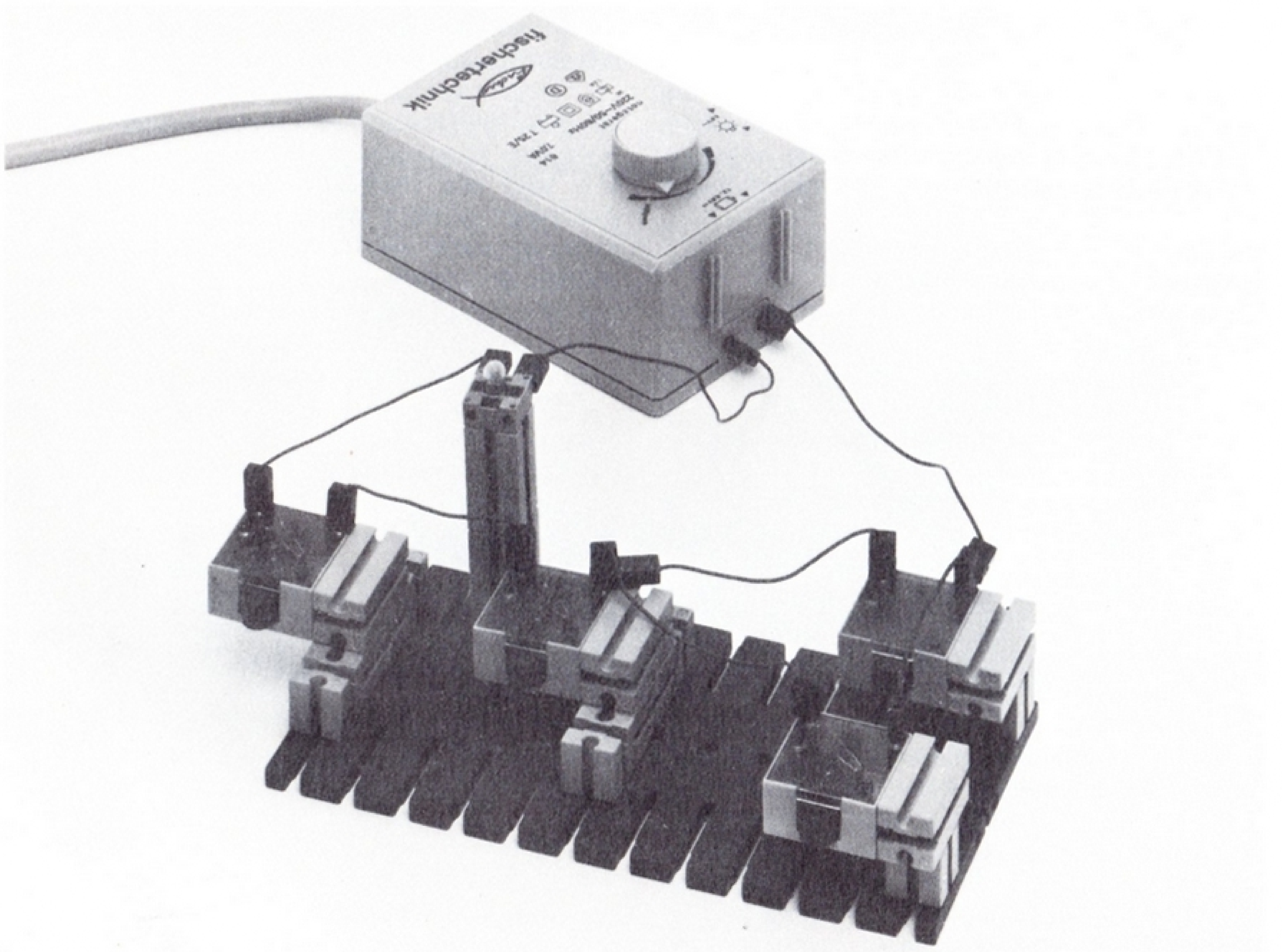


Abb. 6: Modellbeispiel für das erweiterte Beispielprogramm



Schüler zeigt auf, daß sie das Prinzip der logischen Schaltungen verstanden haben.

4.2.4 Dritte Sequenz: Anwendung der logischen Schaltungen in der Computertechnik

Lernziele:

Die Schüler sollen die Bedeutung der logischen Schaltungen in der Computertechnik kennenlernen und einschätzen können. Das Ziel ist erreicht, wenn die Schüler der Klasse 8 und 9 Computerprogramme als Folge von Kombinationen logischer Schaltungen erläutern können, und die Schüler der Klassen 10 darüber hinaus die Anwendung an einem Datenerhebungsbogen mit einer größeren Datenmenge verbal erläutern können.

Medien: Datenerhebungsbogen

Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf:

Die Bedeutung der logischen Schaltungen in der Computertechnik einzusehen und verbal wiedergeben zu können, verlangt von den Schülern ein hohes technisches Vorstellungsvermögen. Es ist aber festzustellen, daß alle Schüler in einfacher Form diese Erkenntnis formulieren konnten.

Die Schüler der 10. Klassen sollten zusätzlich auf einem Datenerhebungsbogen, der für eine andere Unterrichtseinheit (Datenerfassung und Speicherung auf Lochkarten) erstellt worden war und deshalb im Dualcode vorlag, Programme erläutern. Auch dieses Lernziel wurde im Unterrichtsgespräch erreicht.

Beispiel für ein solches Programm:

Der Computer soll aus einer (Modell-)Schülerkartei Schüler heraussuchen, die folgende Bedingungen erfüllen: Junge zu sein UND Technikunterricht bei Herrn D. ODER Herrn S. UND im 10. Schuljahr UND Physik ODER Kunst als Wahlfach haben UND 15 Jahre alt sein.

Bei diesem Auswahl- oder Sortierprogramm sind 13 Dateneingabestellungen notwendig. Zugleich sind diese aber Teil einer größeren Datensammlung, wie der Bogen zeigt (9) (Abb. 7).

4.3 Unterricht mit Werkmaterial

Für den Aufbau logischer Schaltungen werden Schalterbausteine benötigt, die sich leicht kombinieren lassen. Ferner ist es wichtig, daß die Schaltzustände direkt ablesbar sind. Um den Gebrauchswert als Spielzeug sicherzustellen, ist eine eigenständige Stromquelle und eine Anzeigelampe erforderlich. Auf lose Kabelverbindungen soll verzichtet werden, weil sie verwirrend wirken und den schnellen Um-

	ja
Geschlecht	Junge
	Mädchen
Alter	13 Jahre
	14 Jahre
	15 Jahre
	16 Jahre
Lehrer	Herr Duismann
	Herr Schneider
Wahlfächer	Technikunterricht
	Physik
	Biologie
	Hauswirtschaft
	Kunst

Abb. 7: Datenerhebungsbogen

bau der Schaltungen erschweren. Die Verbindung der einzelnen Bausteine erfolgt, nach mehreren Versuchen, durch „Lüsterklemmen“, in welche selbst hergestellte Steckstifte (1,5 mm Schweißdraht) geschraubt werden. Durch diese Versuche des Verfassers entwickelte sich ein Prototyp, der die genannten Bedingungen erfüllt und auch handwerklich die Schüler nicht überfordert (Abb. 8).

Da jeder Schüler eine komplette Anlage aus drei Schaltern, Stromversorgung und Anzeige herstellen soll, wird das Produktionsverfahren „Bau nach Anleitung“ gewählt. Diese Produktionsweise liegt außerdem nahe, weil die Schüler schon die Grundbegriffe der logischen Schaltungen durch den Unterricht mit fischertechnik kennengelernt haben.

4.3.1 Erste Sequenz: Produktionsphase

Lernziele:

Die Schüler sollen nach Plan (Materialliste/Skizze) und Muster in handwerklicher Einzelarbeit die Bausteine herstellen. Das Ziel ist erreicht, wenn alle Schüler funktionsfähige Modelle hergestellt haben.

Medien: Fertige Schaltbausteine, Arbeitsblätter, Material (Spanplatte, Leiste, Blech, Lüsterklemmen, Schweißdraht, Schaltdraht, Schrauben).

Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf:

Die Schüler erhalten die Materiallisten mit Skizzen, die für die Anfertigung der einzelnen Bausteine notwendig sind (Abb. 9).

Für die Herstellung aller Bausteine werden in der Regel nur zwei bis drei Unterrichtsstunden benötigt. Bei einzelnen Schülern ist auch eine individuelle Hilfe erforderlich.

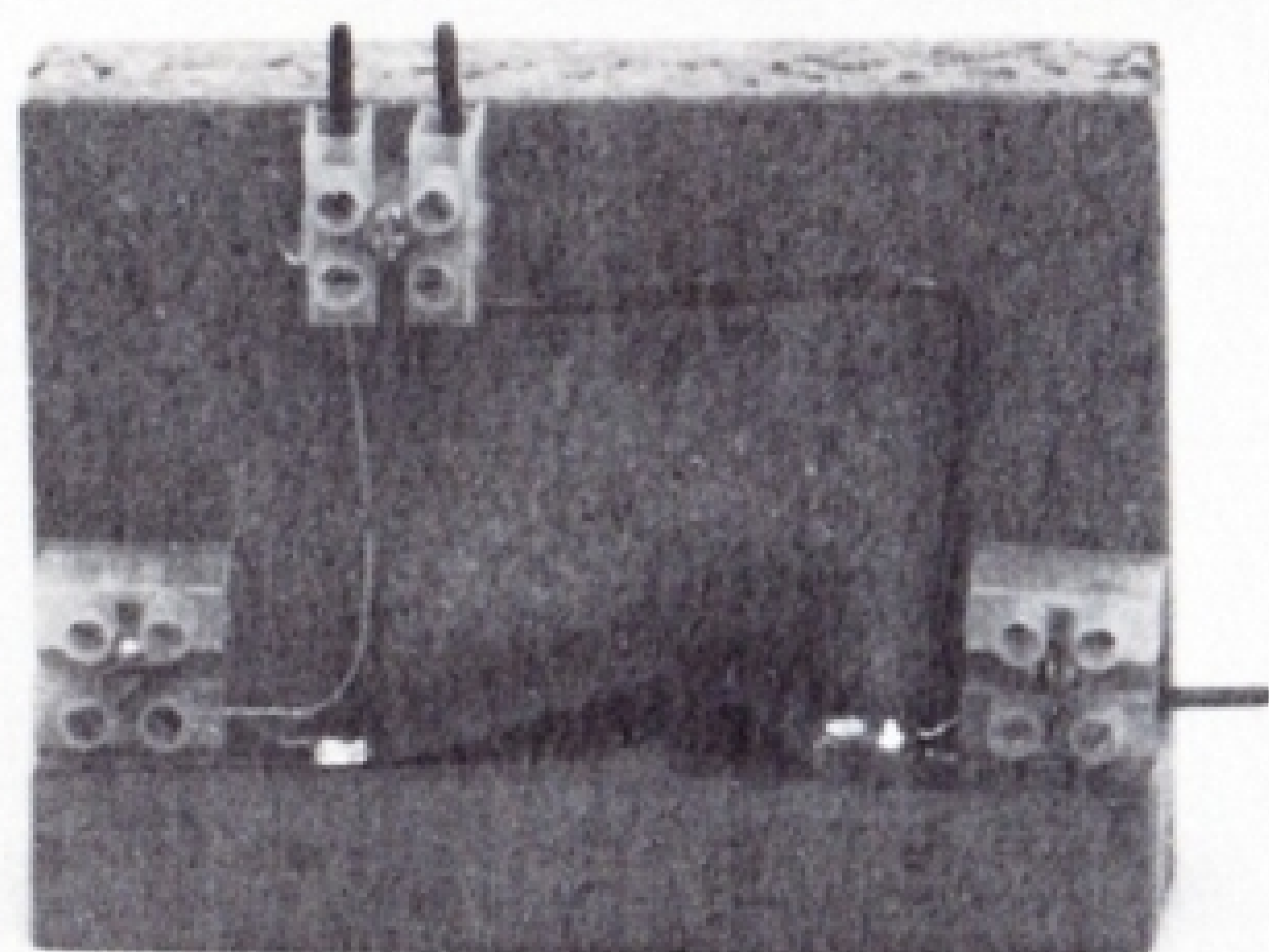


Abb. 8: Schaltbaustein (Lehrerarbeit)

4.3.2 Zweite Sequenz: Kontrolle, Wiederholung

Lernziele:

Die Schüler sollen die Funktionsfähigkeit der gesamten Anlage („Minicomputer“) testen. Sie sollen dabei die Fachsprache benutzen und Programme aufstellen können. Das Ziel ist erreicht, wenn jeder Schüler anderen seinen Minicomputer vorstellen und ein Beispielprogramm durchführen kann.

Medien: Selbst hergestellte Minicomputer.

Abb. 10: Arbeit aus Werkmaterial zum erweiterten Beispielprogramm

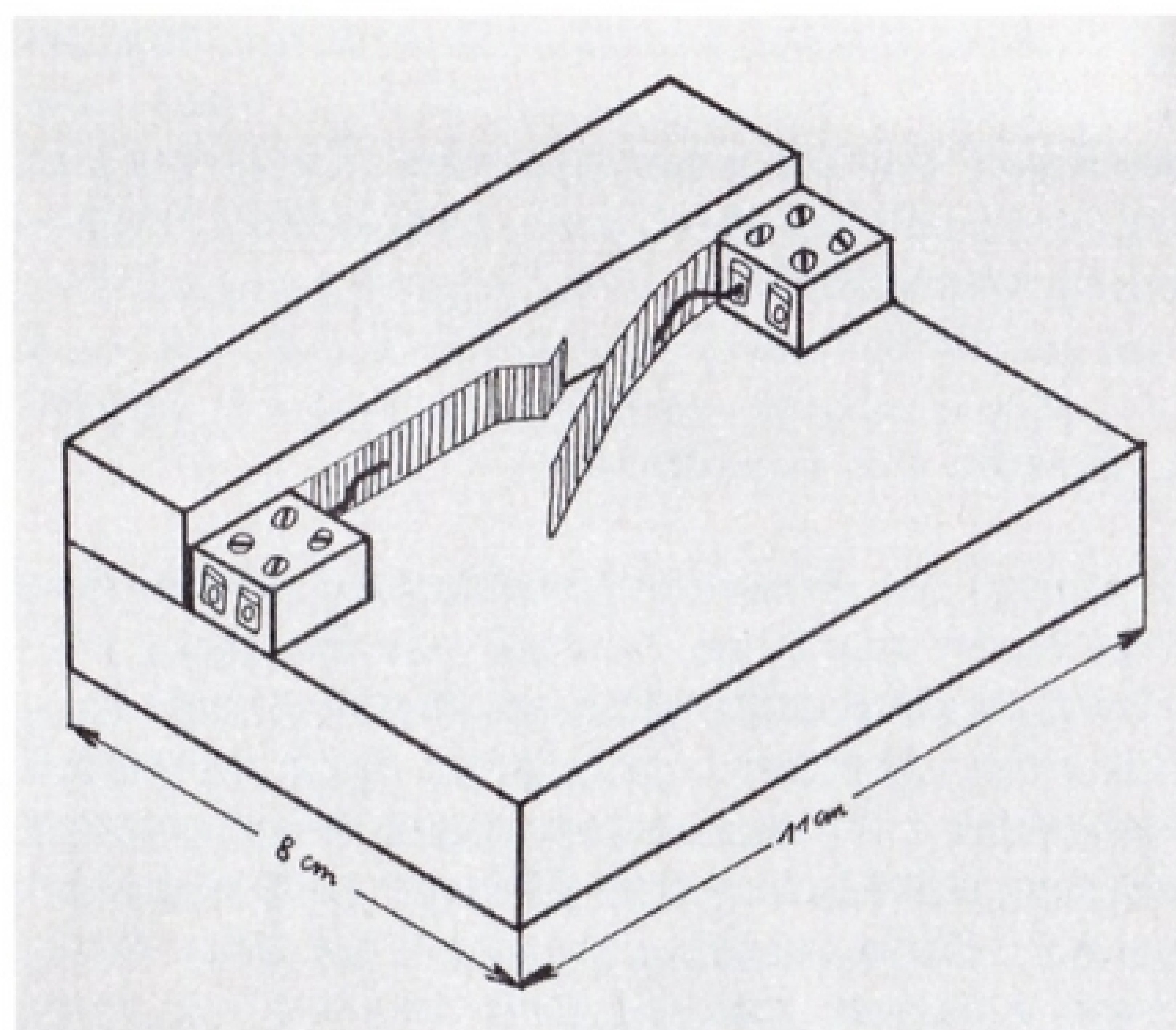
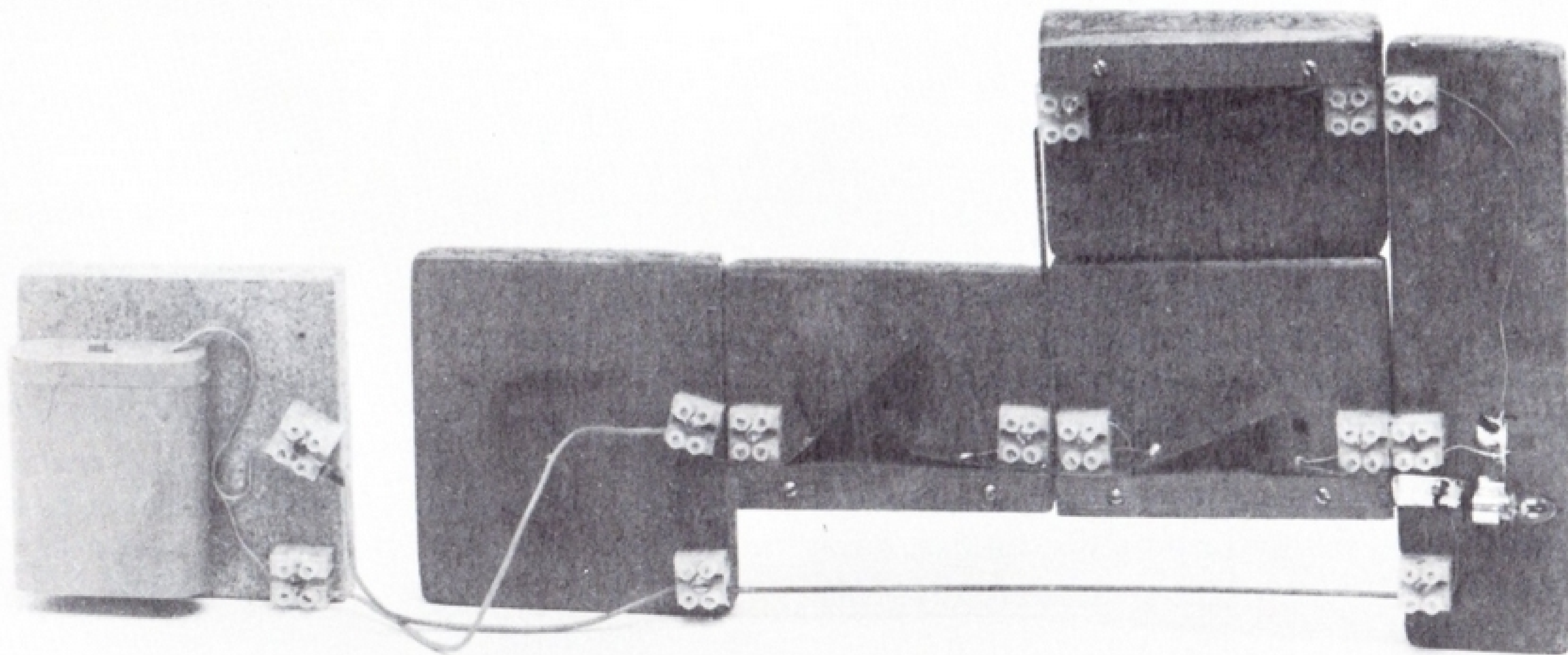


Abb. 9: Skizze des Schaltbausteins

Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf:

Je nach Produktionstempo können die Schüler die Funktionsfähigkeit ihrer Anlage selbst überprüfen (Abb. 10). (Die Sequenzen gingen ineinander über.) Es stellte sich in den beiden Klassen, die vor einem halben Jahr die Einführung mit dem Lernbaukasten informic 1 erlebt hatte, ein höherer Schwierigkeitsgrad ein (10). So mußten einige Übungen wiederholt werden, was aber keinen großen Zeitaufwand erforderte.



Die Schüler äußerten sich während der Produktionsphase in unterschiedlicher Art über die Beliebtheit dieser oder jener Methode des Unterrichts. Dies wurde zum Anlaß genommen, eine kleine Untersuchung anzuschließen.

5. Einsatz der Arbeitsmittel

Einleitend zu dieser Unterrichtsreihe wurde kurz über einen möglichen Nachteil des Einsatzes normierter Bauelemente diskutiert. Wenn auch im Rahmen des üblichen Unterrichts keine empirisch relevanten Untersuchungen durchgeführt werden können, sollte doch eine Befragung durchgeführt werden. Dabei konnte nur eine informelle Art in Frage kommen, bei der den Schülern ein nicht standardisierter Fragebogen vorgelegt wurde. Es ging, da ja die affektive Einstellung eine besondere Rolle im Motivierungsprozeß spielen soll, um die Einschätzung, die die Schüler selbst abgaben. Mit dem Fragebogen konnten 27 Schüler (Klasse 9 und Klasse 10) befragt werden:

Frage 1: Womit hast du lieber gearbeitet, mit fischer-informic oder mit Werkmaterial?

Frage 2: Mit welchem Arbeitsmittel lernt man leichter, mit fischer-informic oder mit Werkmaterial?

Frage 3: Unter welcher Bedingung behält man besser, beim Arbeiten mit fischer-informic oder beim Arbeiten mit Werkmaterial?

Frage 4: Welche Arbeit macht mehr Spaß?

Die Interpretation der Antworten, die nur für diese Klassen und den hier geschilderten Unterricht gilt, zeigt eine leichte Bevorzugung der Arbeit mit Werkmaterial. Dabei scheint der Hauptgrund für viele Schüler tatsächlich darin zu liegen, daß das Werkstück einen realen Wert hat, weil es auch als Spielzeug benutzbar ist und mitgenommen werden kann. Eine dem entgegenstehende Erfahrung aus der Praxis, nach der manche Eltern die Produkte ihrer Kinder nicht achten, weil sie deren Sinn nicht verstehen, und sich daher negativ über die Werke äußern, führt dazu, daß die Schüler sich zwar über die Produktion freuen, sie aber nicht mit nach Hause nehmen. Wieweit dieser Faktor in die Beantwortung der Frage 1 einfließt, kann hier nicht abgeschätzt werden.

Die Unterschiede hinsichtlich der Einschätzung der Lernschwierigkeit und der Behaltensdauer sprechen ebenfalls, aber sehr gering, für die Verwendung von Werkmaterial.

Die Ergebnisse der Frage 4 zeigen ein etwas anderes Bild, als die der Frage 1. Wohl wird auch

hier das Werken dem Unterricht mit fischer-informic vorgezogen, aber der Unterschied ist geringer. Diese Frage wurde als „Fangfrage“ eingebaut.

Bei der Diskussion der Ergebnisse der Befragung mit den Schülern wollten aber auch die Schüler, die das Werkmaterial vorgezogen hatten, nicht auf den Einsatz von fischer-informic im Unterricht verzichten. Auch sie wiesen auf die Schnelligkeit hin. Dies zeigt, wie differenziert ein Fragebogen aufgebaut werden muß, der ein besseres Bild der wirklichen Ansichten der Schüler bietet.

Anmerkungen

- (1) G. H. Duismann, Programmschaltwerke – Konstruktion, Analyse und Bedeutung, in: Forum technische Bildung 4/76
- (2) Vgl. den Richtlinienentwurf für die Lernbehindertenschule in Nordrhein-Westfalen, der als Musterentwurf für die geplante Gesamtausgabe angesehen wird, die in der gesamten Bundesrepublik verbindlich werden soll: Richtlinien und Lehrpläne für die Schule für Lernbehinderte in Nordrhein-Westfalen, Ratingen, Düsseldorf, Kastellaun 1973
- (3) Leider muß hier auf das völlige Fehlen von Untersuchungen zum Bereich der affektiven Einstellungen zu technischen Objekten hingewiesen werden. Erste Hinweise, die die Wörter „Arbeit“ und „Technik“ einbeziehen, finden wir bei:
Pohl/Kümmel, Untersuchungen zu Sprachinhalten bei Hauptschülern und Schülern der Schule für Lernbehinderte, in: Schule und Psychologie 8/71
- (4) *Steinbuch, K.*, Zum Geleit, in: *Lohberg, R.*, Spielcomputer Logikus, Stuttgart 1967
- (5) Im Bereich der Grundschule (ohne maschinelles Lesen) vgl.: *Abele/Beilhartz*, Lochkarten bei logischen Spielen und Computern, Stuttgart 1970
Im Bereich der Lernbehindertenschule (mit einfacher elektrischer Lochkartenleseanlage) vgl.: *Duismann, G. H.*, Elektronische Datenverarbeitung in der SfL, in: Sonder-schulpraxis, 4. Lieferung 72
- (6) Schülerbuch (mit Lehreranleitung) *Höpken/Reich/Sellin*, Einführung in die Informationsverarbeitung, Teil 1, Düsseldorf 1973
- (7) *Völker/Schleip*, Denken und Wissen 5/6, Frankfurt 75/3. Auflage
- (8) Auf den geringen Wortschatz im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich machten aufmerksam:
Gehrecke/Mohr, Naturlehre in der Lernbehindertenschule, Berlin 1973
Duismann, G. H., Technisches Werken in der Arbeitslehre der Lernbehindertenschule, Berlin 1974
Auf das mangelnde Instruktionsverständnis:
Schlee, J., Sozialstatus und Sprachverständnis, Düsseldorf 1973
- (9) Die technische Realisation dieser Schaltung ist auch mit Schaltern noch durchführbar, aber sie ist an dieser Stelle nicht notwendig. Reizvoll wäre es, diese Schaltung im Zusammenhang mit Lochkartenlesern wieder aufzugreifen. Leider ist dies aus Zeitgründen nicht möglich.
- (10) Es zeigte sich, daß die Schüler die Fachsprache weitgehend vergessen hatten, aber die Operationen, das Herstellen der Schaltungen und sogar den Entwurf von Programmen noch beherrschten.

Adolf Hameyer

Logische Verknüpfungen

mit elektronischen Bauelementen

Bericht aus der Sekundarstufe I, der Unterricht wurde durchgeführt in der Kooperativen Gesamtschule Niebüll (Haupt- und Realschule unter Einbeziehung der Berufsschule) im 10. Schuljahr (Realschule). 15 Jungen und ein Mädchen hatten sich für die „AG Technik“ gemeldet.

Material:

Für jeden Schüler standen zur Verfügung: 1 u-t 4, 1 informic, zwei Taster aus u-t 3, ein Netzgerät, Bauteile aus u-t 1, u-t 2 und u-t 3 nach Belieben der Schüler (auch hier je Schüler ein Kasten). Vorbereitete Zeichnungen der Bauteile auf Folie, Arbeitsblätter ebenfalls mit Zeichnungen der Bauteile. Vgl. den Hinweis auf Seite 13!

Zeit: 3mal 2 Unterrichtsstunden.

1. Zur Situation

„Elektromechanik und Elektronik unter Berücksichtigung des Technischen Zeichnens“ lautete das Thema einer Arbeitsgemeinschaft, die dem Abschlußjahrgang (R 10) angeboten wurde. Unsere Schule ist eine Kooperative Gesamtschule (Haupt- und Realschule unter Einbeziehung der Berufsschule). Die Klassen 7–10 (in der HS bis 9) erhalten wöchentlich vier Stunden Unterricht in dem sog. „Bereich 7“ (Technisches/Textiles Werken – Wirtschaft/Politik – Ernährung/Sozialer Bereich).

Ziel dieses Versuches ist es, den Schülerinnen und Schülern die Berufsfindung zu erleichtern. Die Teilnehmer äußerten den Wunsch, zum Abschluß der Arbeitsgemeinschaft Einsicht in die Gatter der logischen Verknüpfungen zu nehmen und solche Schaltungen mit elektronischen Bauelementen zu realisieren.

Im allgemeinen arbeiteten die Schüler einzeln bei der Realisierung der Schaltungen. Partnerarbeit war dann gestattet, wenn ein Schüler von sich aus die Schaltung nicht herstellen konnte.

Die Arbeitsgemeinschaft wurde in ständiger Zusammenarbeit mit den Lehrern des Faches Physik durchgeführt. Er vermittelte den Schülern Kenntnisse über den Aufbau und die Wirkungsweise der elektronischen Bauelemente. Im Technischen Werken sollte dann die Übertragung der Kenntnisse auf einzelne Anwendungsbeispiele geleistet werden.

2. Zum Vorwissen dieser Schüler

Bevor die Schüler elektronische Bauelemente in den Schaltungen einsetzten, wurden zunächst die Grundlagen mit elektrotechnischen Bauelementen erarbeitet. Dazu gehörte, daß durch Schaltungsbeispiele einfache Relaisschaltungen, Speicherung von Signalen durch Selbsthaltung, Negation eines Signals, „Ein-Signal – Aus-Signal dominiert“, „1-Signal – 0-Signal“ anschaulich erläutert wurden. Die Grundlagen der logischen Schaltungen (OR-, NOR-, AND-, NAND-, Äquivalenz und Antivalenzschaltung) waren zunächst mit Hilfe der Taster aus dem Lernbaukasten „informic“ bzw. mit den Tastern aus u-t 3 und u-t 4 erarbeitet worden. Dabei wurde versucht, die einzelnen Schaltungen an Anwendungsbeispielen aus der Umwelt zu entwickeln. Zu den einzelnen Schaltungen wurden zunächst die Schaltpläne erarbeitet. Dazu hatte der Lehrer alle Bausteine gezeichnet und vervielfältigt. In kurzer Zeit ließen sich daraus die Bausteinzeichnungen ausschneiden und zu Schaltungen zusammenkleben. Die Schüler konnten darin dann die Verkabelung einzeichnen. Der Lehrer hatte die Zeichnungen der Bausteine auch auf Folie vorbereitet. Über den Schreibprojektor konnte dann für alle sichtbar die Verkabelung nach den Angaben der Schüler vorgenommen werden.

Jede dieser Schaltungen wurde auch als technische Zeichnung festgehalten. Die Schüler lernten so, Schaltpläne zu lesen und danach Schaltungen auszuführen.

Zur Anregung und als Hilfe für die Entwicklung der Aufgabenstellung wurde vom Lehrer das *Beiheft* zum u-t 4 verwendet. Einige Anwendungsbeispiele (z. B. „Flammenwächter“) waren mit den Schülern durchgearbeitet.

Beim Arbeiten mit den elektronischen Bauelementen wurden die Schüler auf die in vielen elektronischen Schaltungen notwendige Spannungsteilerschaltung hingewiesen.

Zusammenfassend: Die Schüler waren mit der Handhabung der Bauelemente, ihrem Aufbau und ihrer Wirkungsweise vertraut. Die logischen Schaltungen (OR-, NOR-, AND-, NAND-, Äquivalenz-

und Antivalenzschaltung) waren den Schülern bekannt, ebenso das Erstellen von Wertetabellen. Neu für sie war die Planung und Realisierung mit elektronischen Bauelementen.

Aufgrund dieser Kenntnisse brachte die Verwirklichung der Schaltungsaufgaben den Schülern keine besonderen Schwierigkeiten. So merkten die Schüler sofort, daß der Fotowiderstand in Verbindung mit dem Verstärker und dem Relais den Taster ersetzen konnte. Sie konnten auch beschreiben, daß bei der AND-Schaltung nur eine Reihenschaltung, bei der OR-Schaltung nur eine Parallelschaltung von Fotowiderständen erforderlich ist.

Aufgrund der Wertetabellen konnten die Schüler ableiten, daß bei dem Aufbau der Äquivalenz- bzw. Antivalenzschaltung je Schaltung zwei Fotowiderstände, zwei Verstärker und zwei Relais erforderlich sind. Sie wußten, daß bei diesen Schaltungen in der Wertetabelle nur die Zeilen interessieren, bei denen $L = 1$ ist. Als weitere Hilfen wurden Folienzeichnungen wie die in Abb. 4 und 5 ohne Verkabelung projiziert. Im Gespräch mit den Schülern wurde dann die Verkabelung entwickelt.

3. Schaltungsbeispiele

Folgende Schaltungen wurden mit elektronischen Bauelementen ausgeführt:

3.1 Vorversuch (Abb. 1 und 2)

Wichtig für logische Verknüpfungen ist der Zusammenhang zwischen „Eingabe“ (z. B. Betätigen des Eintasters) und „Ausgabe“ (z. B. Lampe leuchtet). Aus der Wertetabelle läßt sich ablesen:

Taster betätigt (= 1) – Lampe leuchtet (= 1)
 Taster nicht betätigt (= 0) – Lampe leuchtet nicht (= 0)

Die *Negierung* (Abb. 3) erreicht man durch die Verwendung eines *Austasters*.

Taster betätigt (= 1) – Lampe leuchtet nicht (= 0)
 Taster nicht betätigt (= 0) – Lampe leuchtet (= 1)

Zur Steuerung der Signale benutzen wir den *Fotowiderstand*:

Fotowiderstand beleuchtet (= 1)
 – Lampe leuchtet (= 1)

(Der Fotowiderstand schaltet, weil er niederohmig ist, über den Verstärker das Relais; hier Einschaltre-

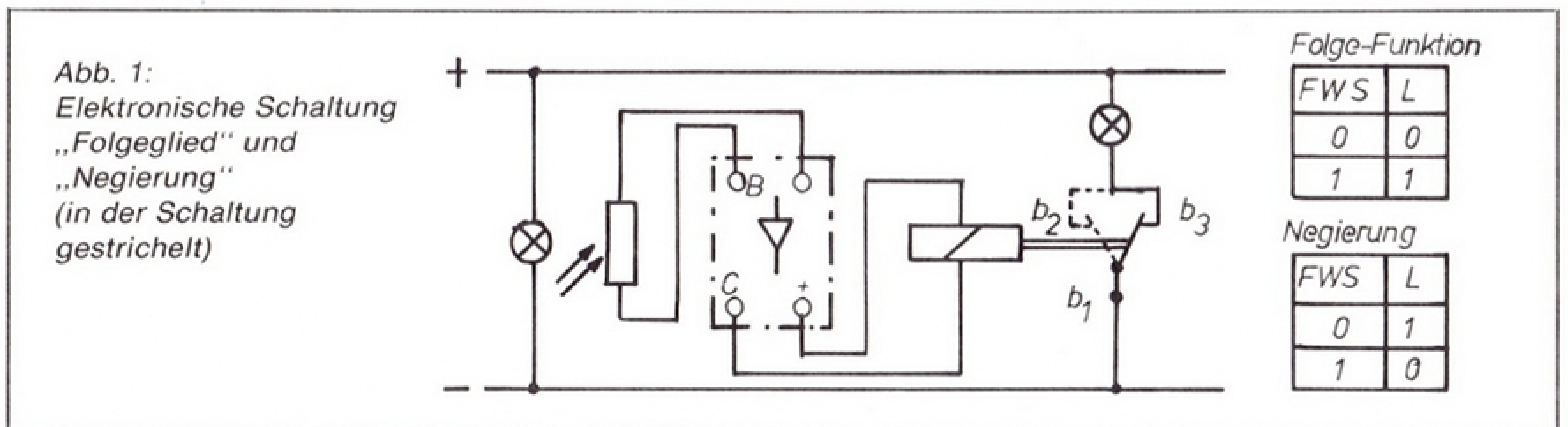


Abb. 2: Modell zur Schaltung „Folgeglied“

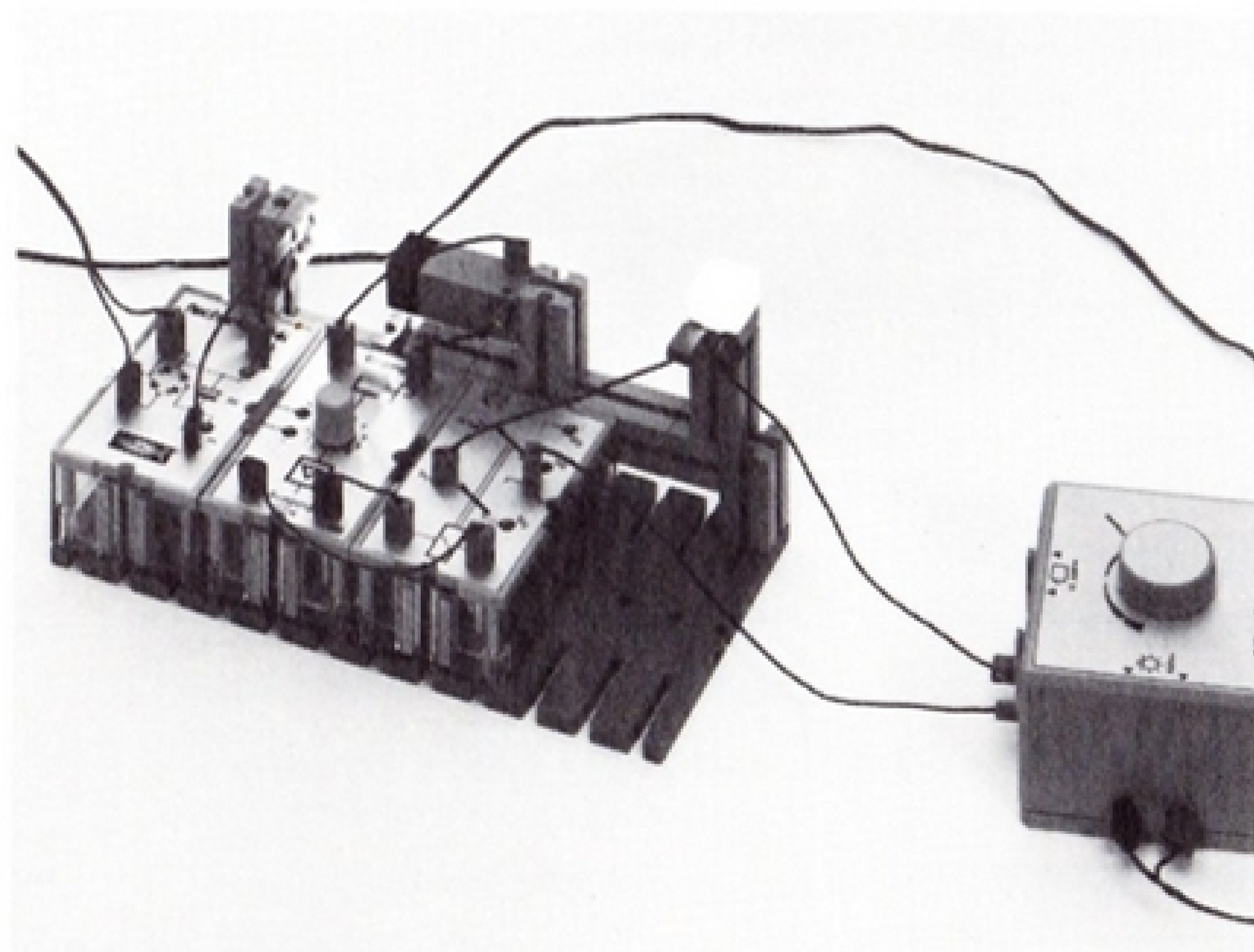
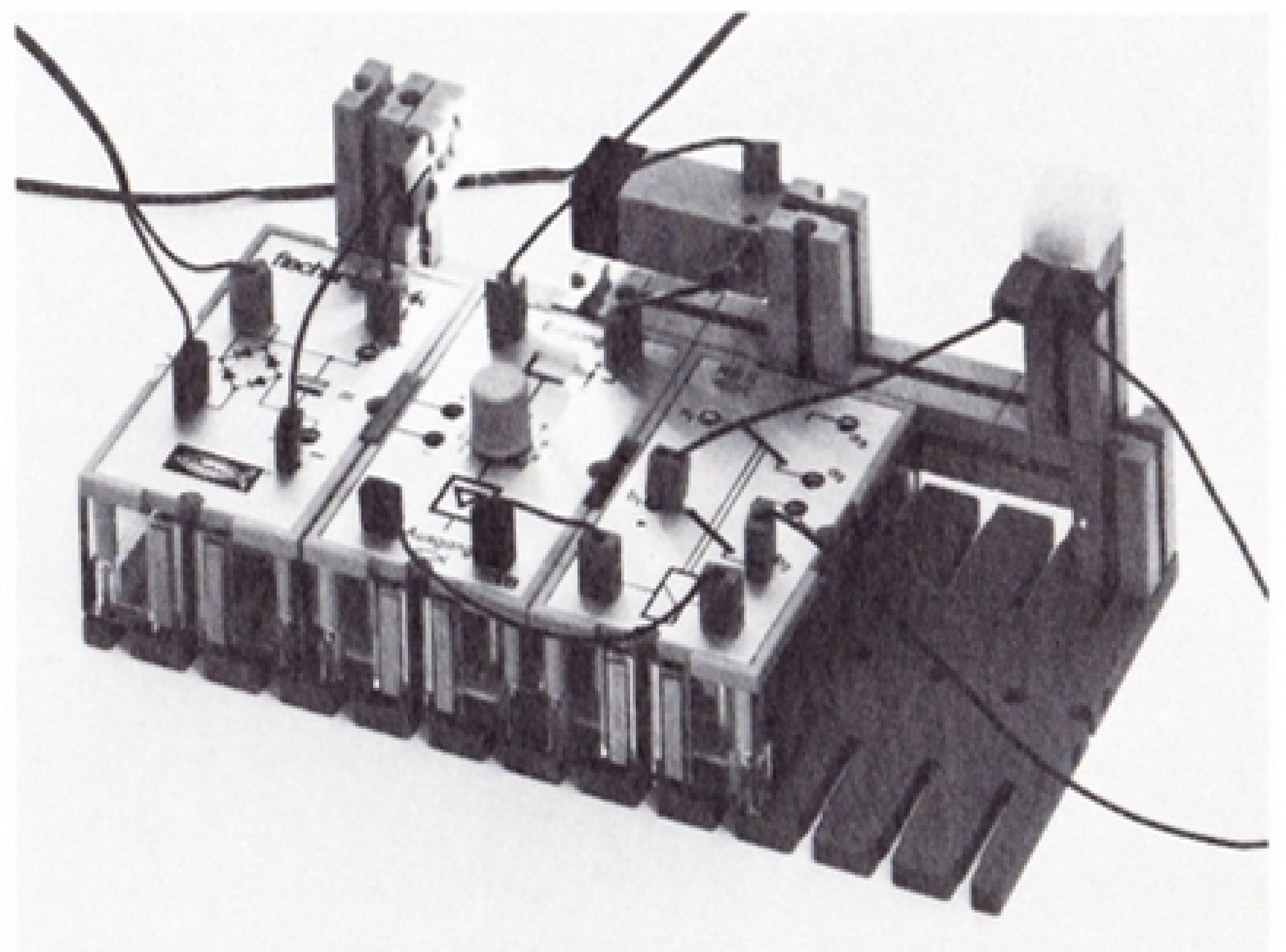
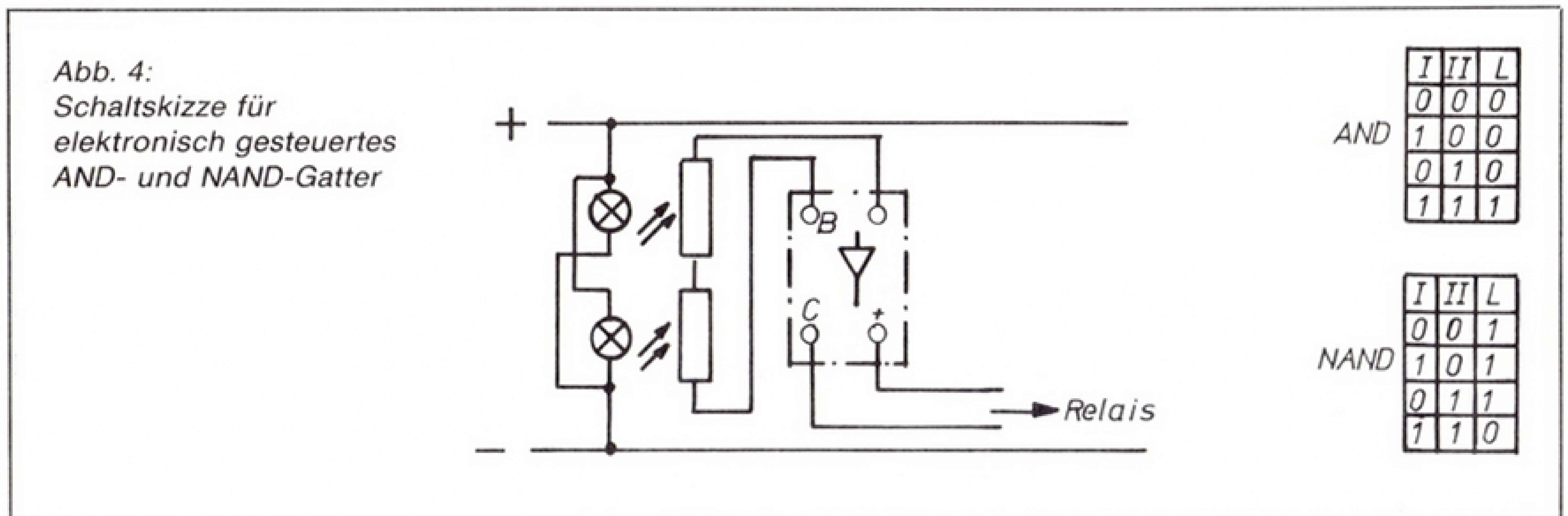


Abb. 3: Modell zur Schaltung „Negierung“





lais, d. h. die Lampe ist an die Anschlußbuchsen b_1 und b_3 angeschlossen.)

Fotowiderstand nicht beleuchtet (= 0)
 – Lampe leuchtet nicht (= 0)
 (Der Fotowiderstand ist hochohmig, das Relais schaltet nicht.)

Die *Negierung* erreicht man über den Anschluß der Lampe an die Anschlußbuchsen b_1 und b_2 (Ausschaltrelais):

Fotowiderstand beleuchtet (= 1)
 – Lampe leuchtet nicht (= 0)
 Fotowiderstand nicht beleuchtet (= 0)
 – Lampe leuchtet (= 1)

Diese Schaltung bezeichnet man auch als *Inverter*.

3.2 AND-NAND-Gatter (Abb. 4 und 5)

Die Funktion entspricht der Folgefunktion und ihrer Negierung. Statt des einen Fotowiderstandes benötigt man jetzt zwei oder noch mehr. Sie werden in Reihe geschaltet. Die Lampe darf nach der Wertetabelle nur leuchten, wenn beide Fotowiderstände den Wert 1 haben. Dies ist dann der Fall, wenn der

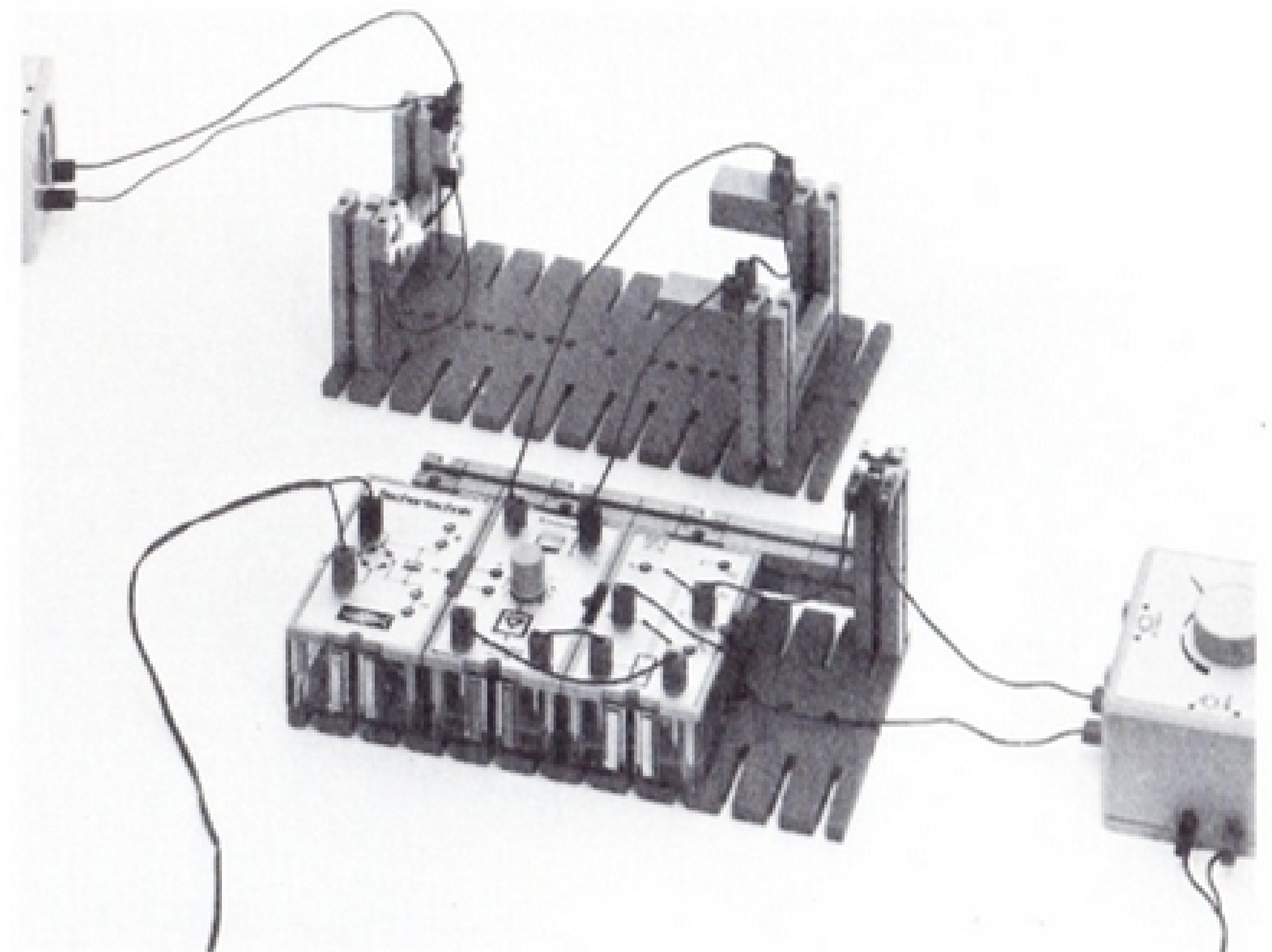


Abb. 5: Modell zum elektronisch gesteuerten AND-Gatter

eine UND der andere niederohmig (= beleuchtet, = 1) sind. Bei den drei anderen möglichen Kombinationen 01, 10 oder 00 leuchtet die Lampe nicht. Das Relais ist hier als Einschaltrelais verwendet. Beim NAND-Gatter wird das Relais als Ausschaltrelais verwendet, d. h. die Lampe wird an die Buchsen b_1 und b_2 angeschlossen.

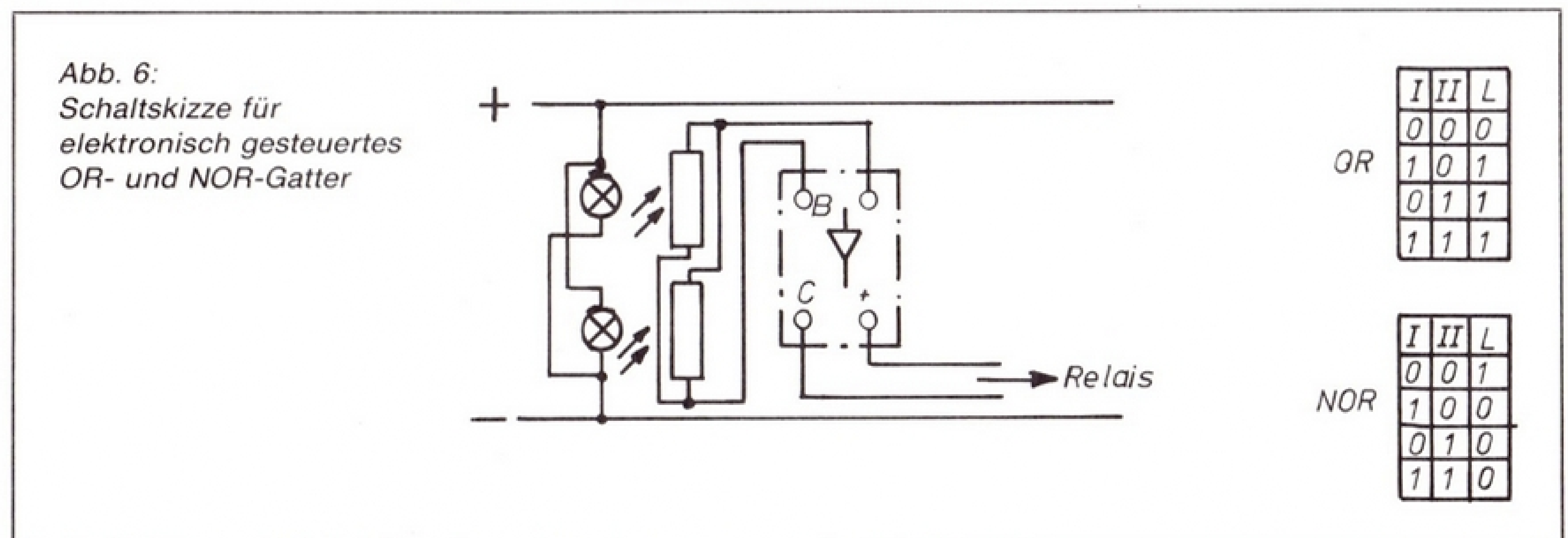


Abb. 7:
Schaltskizze für Äquivalenz-Schaltung

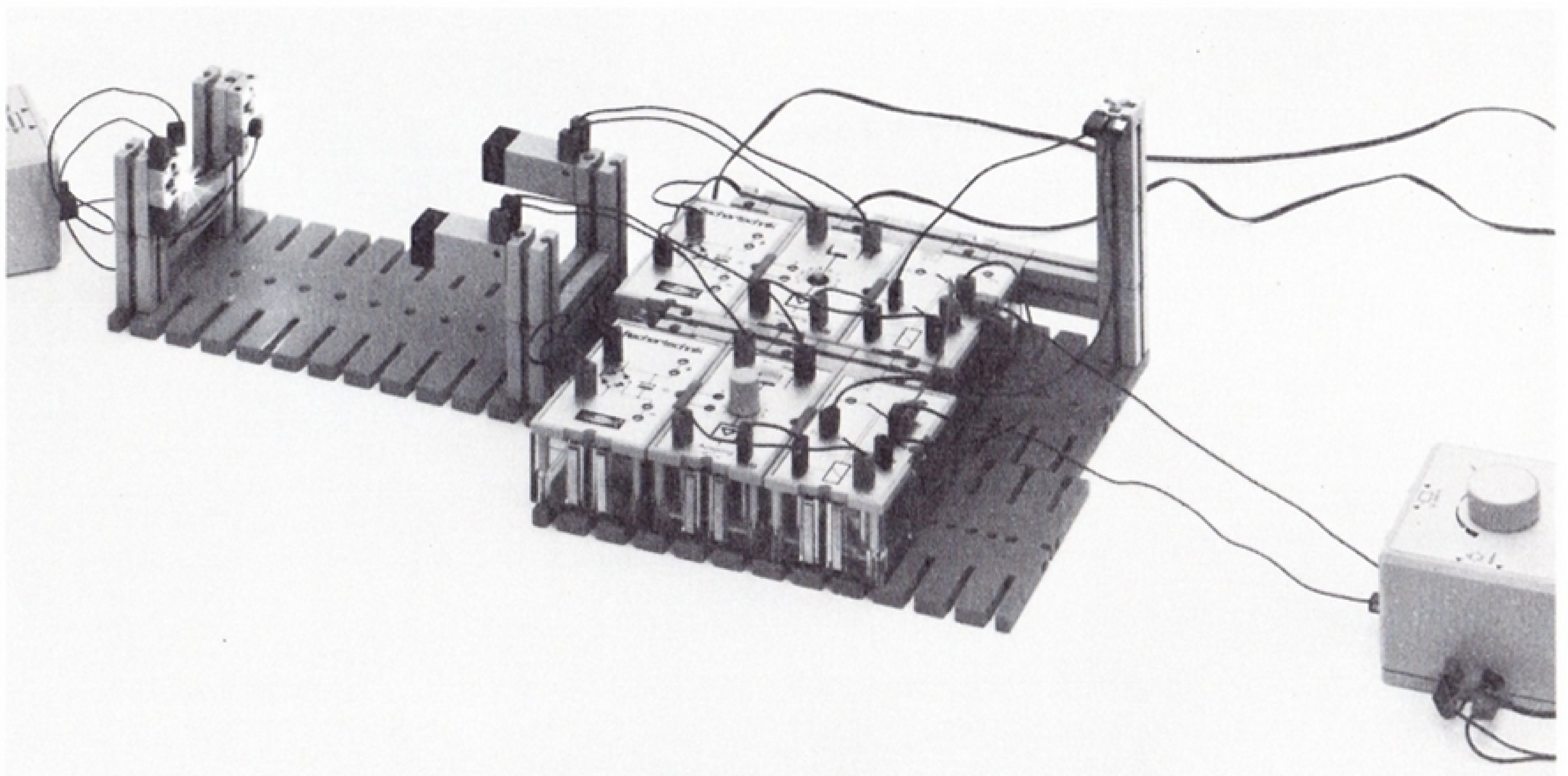
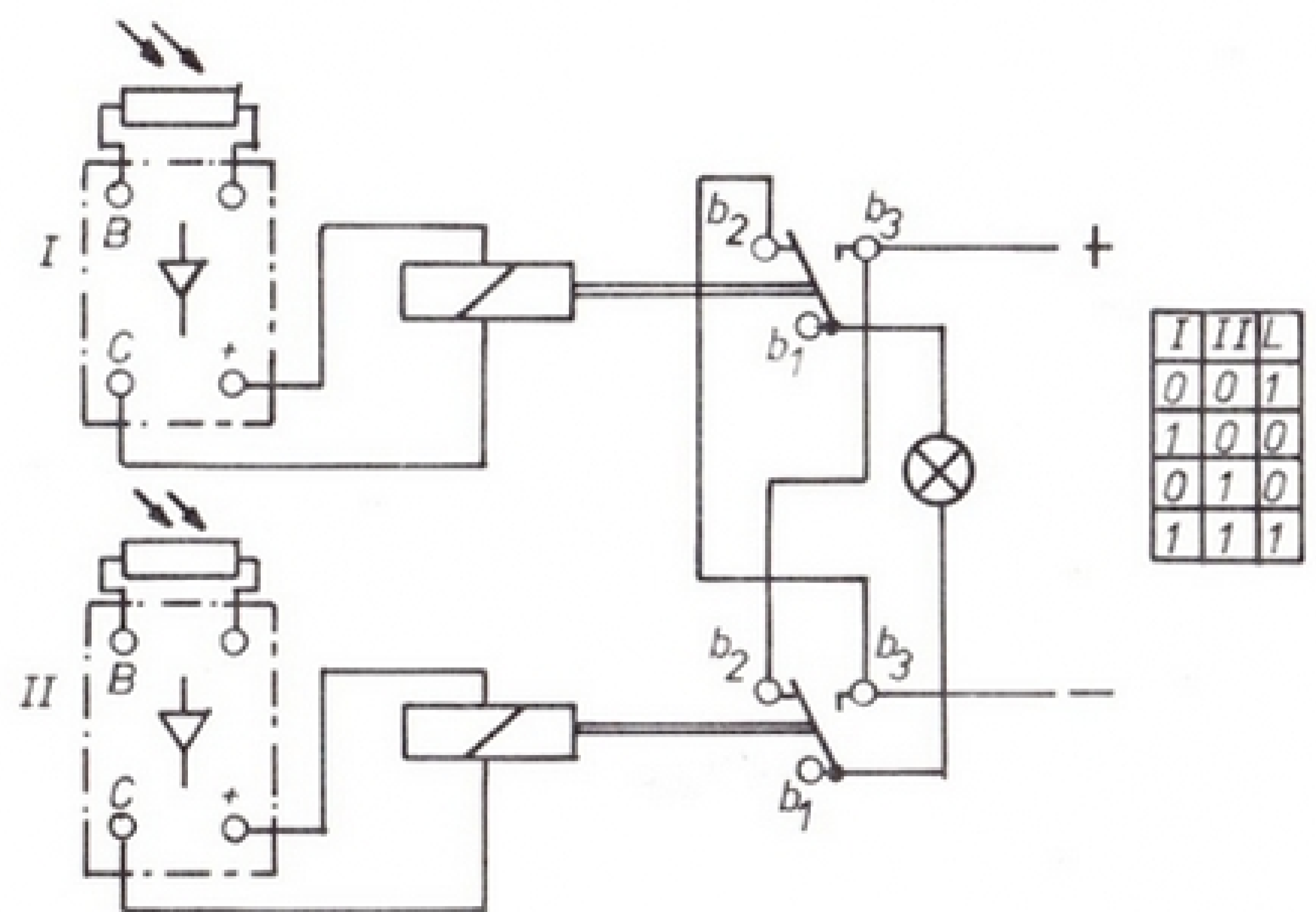
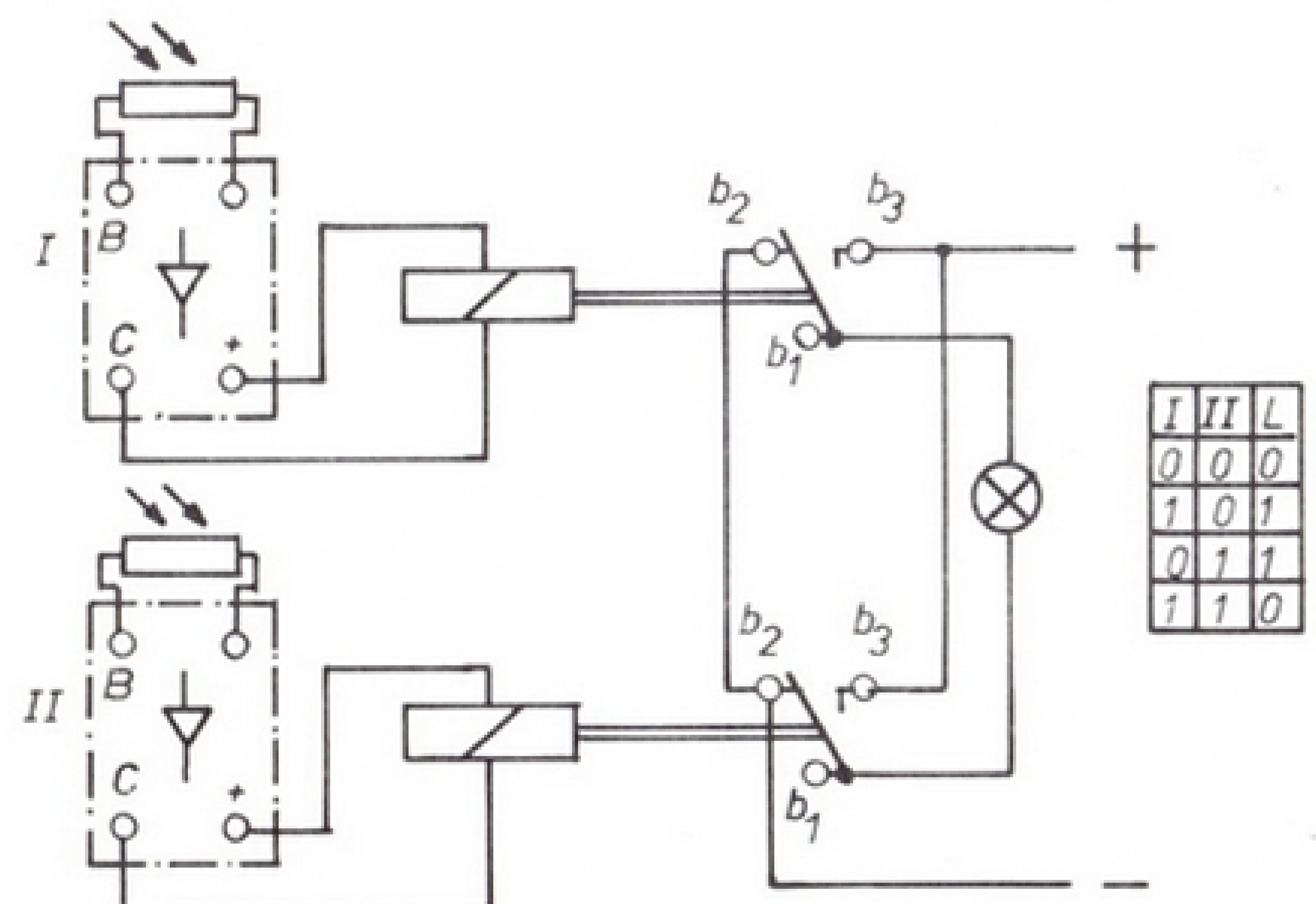


Abb. 8: Modell der Äquivalenz-Schaltung

Abb. 9:
Schaltskizze zur Antivalenz-Schaltung



Die Lampe darf nicht leuchten, wenn beide Fotowiderstände beleuchtet sind. Die anderen Kombinationen ergeben den Wert für $L = 1$ (leuchtet).

3.3 OR-NOR-Gatter (Abb. 6)

Es unterscheidet sich vom vorangegangenen Gatter dadurch, daß die beiden Fotowiderstände parallel geschaltet sind. Probiert man die Schaltungen aus, so wird man die Forderungen der beiden Wertetabellen bestätigt finden (OR-Schaltung – Einschaltrelais, NOR-Schaltung – Ausschaltrelais).

3.4 Äquivalenz- und Antivalenzschaltung

Mit der einfachen AND- oder OR-Schaltung bzw. mit deren Negierung kommt man nicht aus, denn keine der Wertetabellen ist gleich. Man benötigt zwei Fotowiderstände, zwei Verstärker und zwei Relais.

3.4.1 Äquivalenzschaltung (Abb. 7 und 8)

Nach der Schaltalgebra interessieren nur die Zeilen der Wertetabelle, in denen $L = 1$ ist. Das ist zunächst in Zeile 1 der Fall: Beide Fotowiderstände sind nicht beleuchtet ($= 0$). Beide Relais schalten nicht durch. Die Lampe leuchtet.

Die Analyse des Strompfades zeigt folgendes Bild: von minus nach b_3 (II) – b_2 (I) – b_1 (I) – Lampe – b_1 (II) – b_2 (II) – b_3 (I) – plus.

In Zeile 4 haben beide Relais angezogen. Die Lampe leuchtet. Strompfad: von minus nach b_3 (II) – b_1 (II) – Lampe – b_1 (I) – b_3 (I) – nach plus.

Zur Kontrolle kann man auch noch die Zeilen 2 und 3 überprüfen. Man wird finden, daß in beiden Fällen die Lampe kurzgeschlossen ist, sie leuchtet nicht. Damit sind die Werte der Tabelle erfüllt.

3.4.2 Antivalenzschaltung (Abb. 9)

Die Schaltung ist ähnlich der in Abb. 7. Nach der Wertetabelle soll die Lampe in der Schaltung nach Zeile 2 und 3 leuchten.

Strompfad nach Zeile 2: RI hat angezogen: von minus nach b_2 (II) – b_1 (II) – Lampe – b_1 (I) – b_3 (I) – plus.

Zeile 3: RII hat angezogen. Strompfad: von minus nach b_2 (II) – b_2 (I) – b_1 (I) – Lampe – b_1 (II) – b_3 (II) nach plus.

Zur Kontrolle: Zeile 1 und 4, kein Relais oder beide haben angezogen. Die Lampe ist kurzgeschlossen, sie leuchtet nicht ($= 0$). Auch hier sind die Werte der Tabelle erfüllt.

Glatfeld, Löttgen, Ostermann, Steinberg

Mathematik in der Sekundarstufe



„Mathematik in der Sekundarstufe“ liegt in zwei nach formalem Anspruch differenzierenden Ausgaben vor: Ausgabe A für Gymnasien, Ausgabe B für Haupt- und Realschulen. So könnten die speziellen Bedürfnisse der verschiedenen Schulformen berücksichtigt werden.

Schulwirklichkeit und Praktikabilität im Unterricht haben bei der Konzeption dieses Werkes im Mittelpunkt gestanden – Sie werden es an vielen Details feststellen. Etwa an dem ausführlichen, präzise darstellenden Lehrtext. Mit dessen Hilfe lernen Ihre Schüler nicht nur sachangemessen und mathematisch korrekt zu formulieren. Sondern sie werden auch in den Stand gesetzt, einmal etwas nachlesen zu können oder auch einmal selbständig zu arbeiten.

„Mathematik in der Sekundarstufe“ – ein Werk mit vielen starken Seiten. Sie sollten es kennenlernen: Schreiben Sie uns!



Schulverlag Vieweg GmbH
Corneliusstraße 9–11, 4000 Düsseldorf 1
Telefon 02 11/37 02 66

Bauelemente und Modellbeispiele für logische Schaltungen

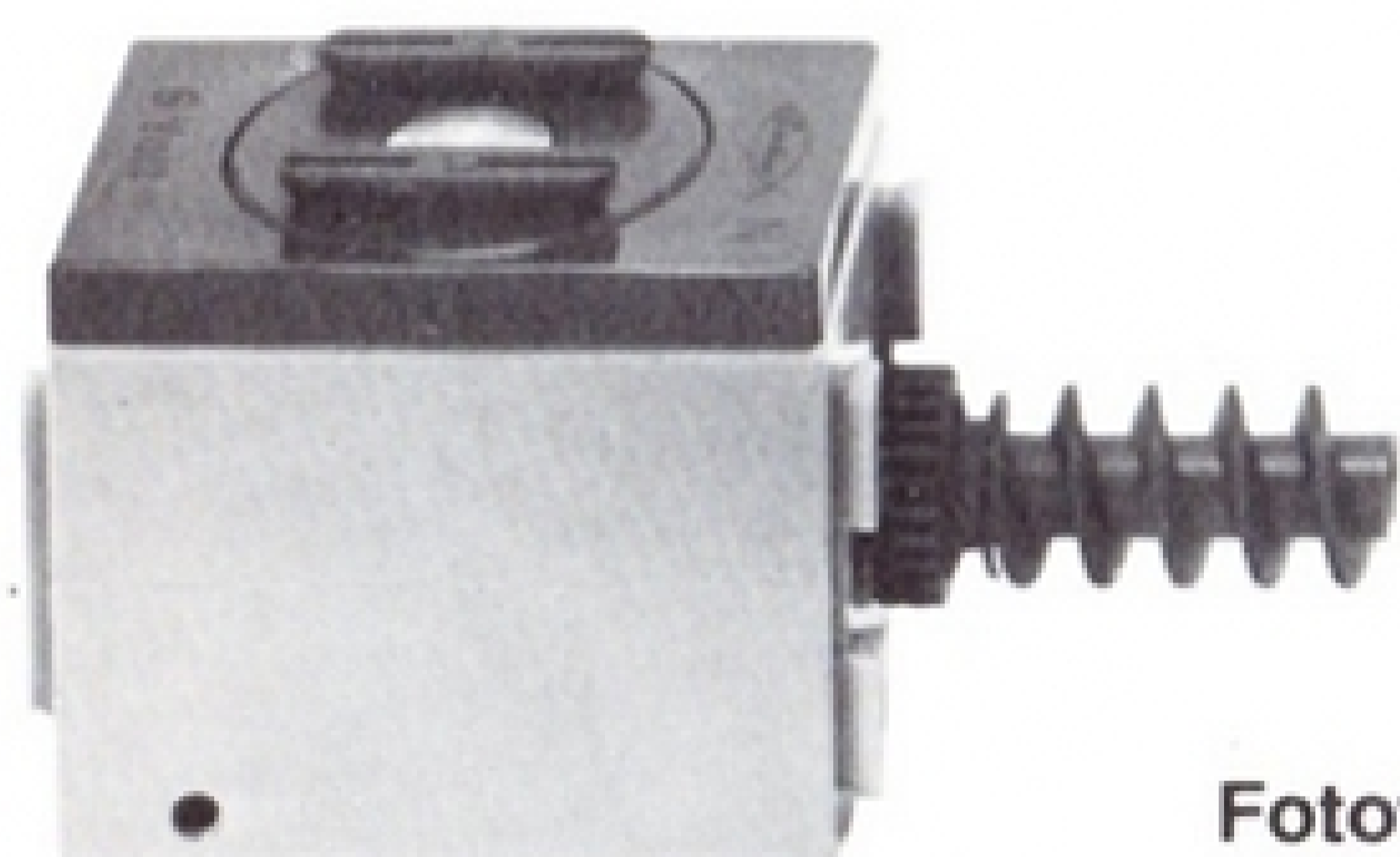
In den Heften Sekundarstufe 4/77 und 1/78 (Informationstechnik) werden in den Beiträgen häufig „Logische Schaltungen“ behandelt.

Im folgenden werden **Bauelemente** und **Modellbeispiele** dazu vorgestellt.

Arbeitsmittel: u-t 1, u-t 2 (Motor und Getriebe), u-t 3/1 bzw. u-t 3 (u. a. Taster, Relais, Fotowiderstand, Kabel), Netzgerät mot 4 zur Stromversorgung (vgl. Abb. 4).



Leuchtstein, Kugellampe 6 V, 100 mA, 60 Ω



Motor 6 V =

Leerlauf: ca. 7000 U/min

Schnecke: eingängig m 1,5



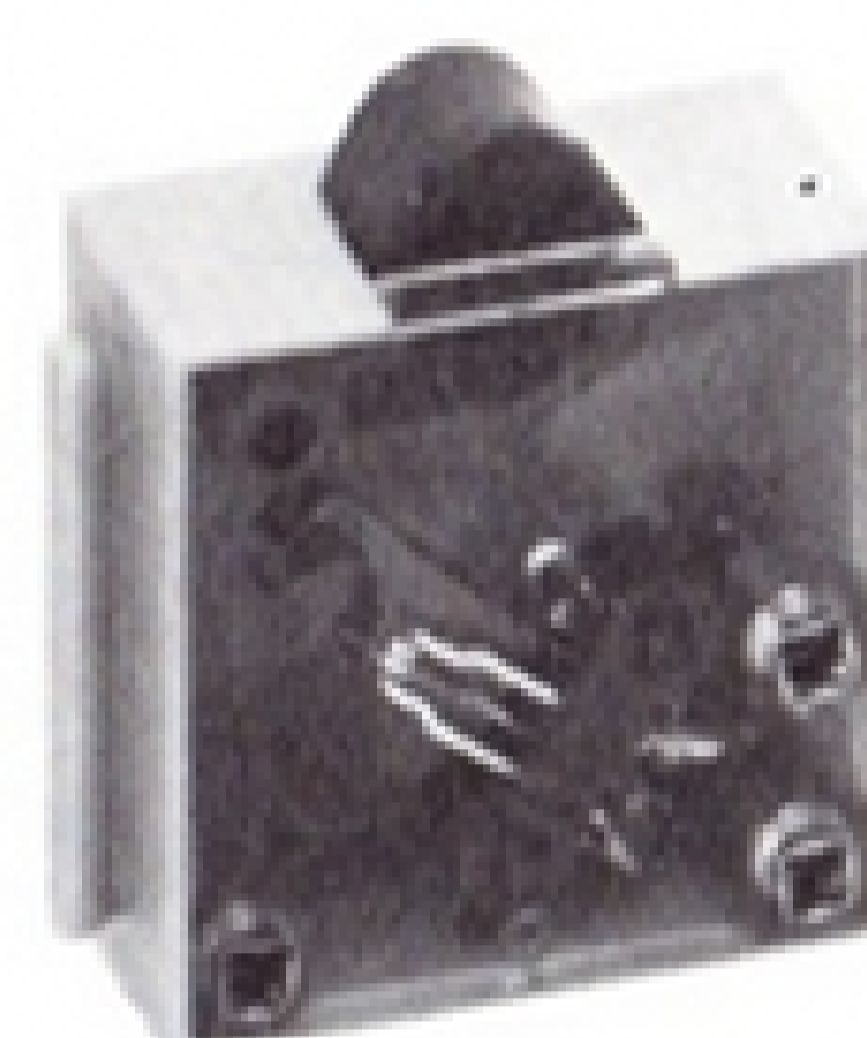
Fotowiderstand

Widerstand bei 50 Lux:

1 . . . 3 k Ω

Dunkelwiderstand: 1 M Ω

Verlustleistung: 20 mW



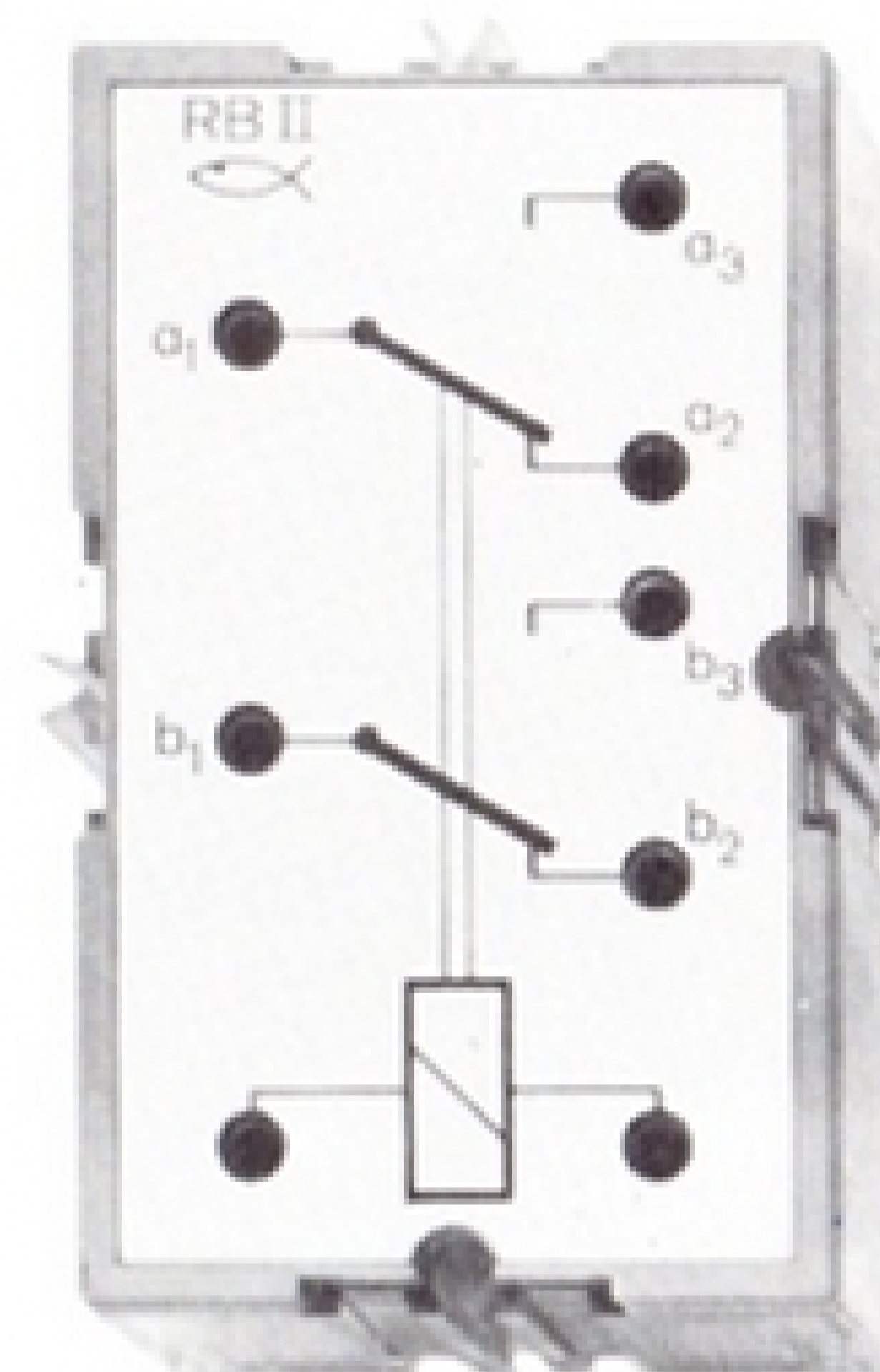
Taster, max. 1 A



NTC-Widerstand

25 k Ω

mit Leuchtstein-Unterteil



Relais-Baustein RB II

Ansprechspannung: 6 V

Abfallspannung: 2 V

max. Schaltleistung: 25 VA

Kontaktbelastung: 1 A

Abb. 1: Einfachstes Beispiel einer UND-Schaltung mit zwei Tastern; Anzeige des Ausgangssignals durch Glühlampe.

Anwendung: Sicherheitsschaltung: beidhändige Bedienung bei Papierschneidemaschine, Stanze, Presse. Geschirrspülmaschine, Waschmaschine: Türkontakt ist betätigt (Taster 1) UND ausreichender Wasserstand ist vorhanden (Taster 2), erst dann läuft der Motor.

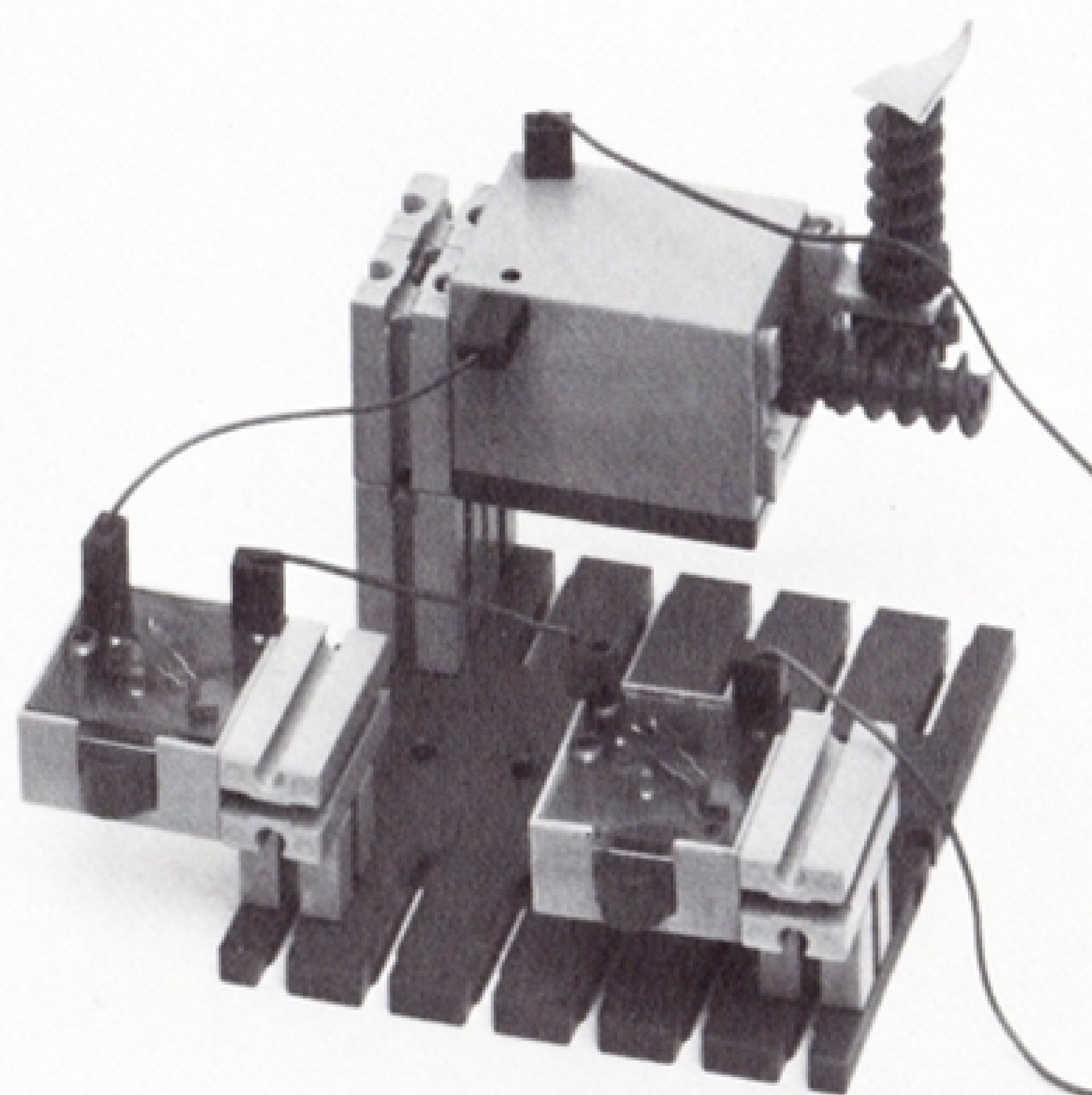
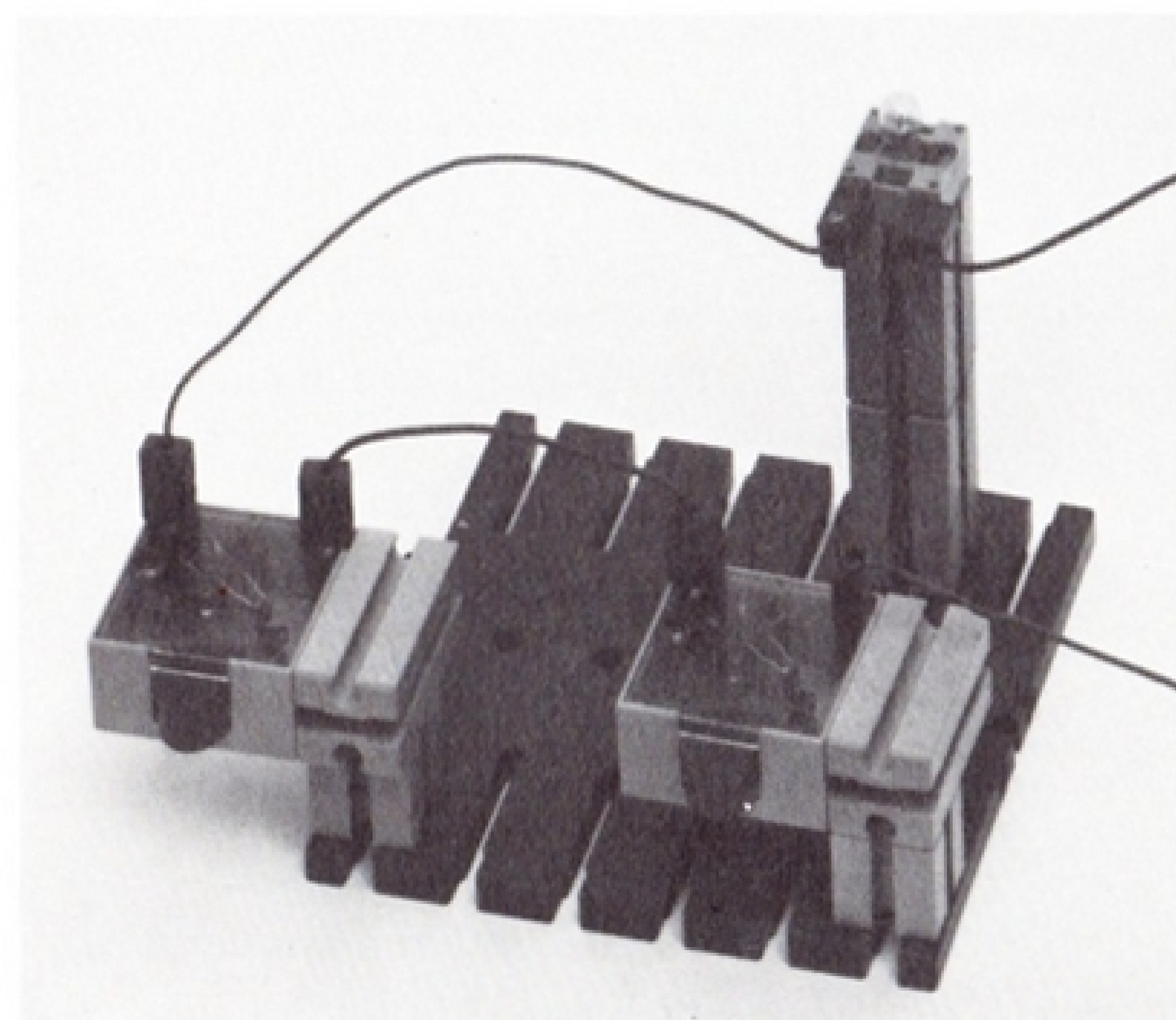


Abb. 2: UND-Schaltung, Anzeige des Ausgangssignals durch einen Motor. Der Pfeil aus Klebeband macht die Drehung des Motors besser beobachtbar. Anwendungen vgl. Abb. 1.

Abb. 3: Einfachstes Beispiel einer ODER-Schaltung mit zwei Tastern für die Eingabe und einer Glühlampe für das Ausgangssignal. Statt der Glühlampe können auch andere Anzeigeelemente eingesetzt werden: Klingel, Gong, Hupe, Sirene, Motor für Lärmmaschine.

Anwendung: Klingelanlage im Haus: Es klingelt, wenn der erste ODER der zweite ODER der dritte ODER . . . Taster betätigt wird. Türöffner im Haus: Der Türöffner wird freigegeben, wenn der Taster 1 in der ersten Wohnung ODER der Taster 2 in der zweiten Wohnung ODER . . . gedrückt wird.

Abb. 4: NICHT-Schaltung; wenn der Taster betätigt wird, erlischt die Lampe.

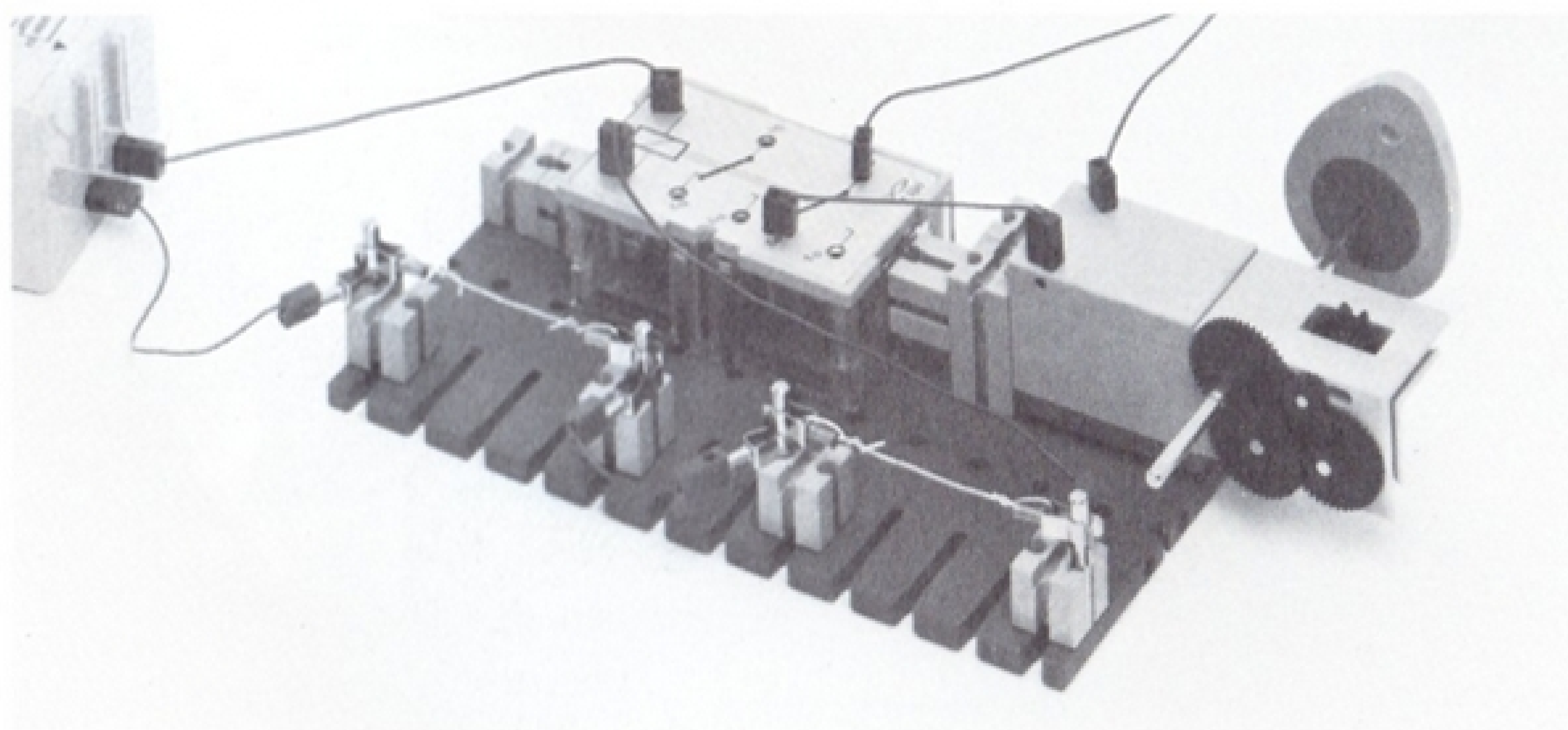
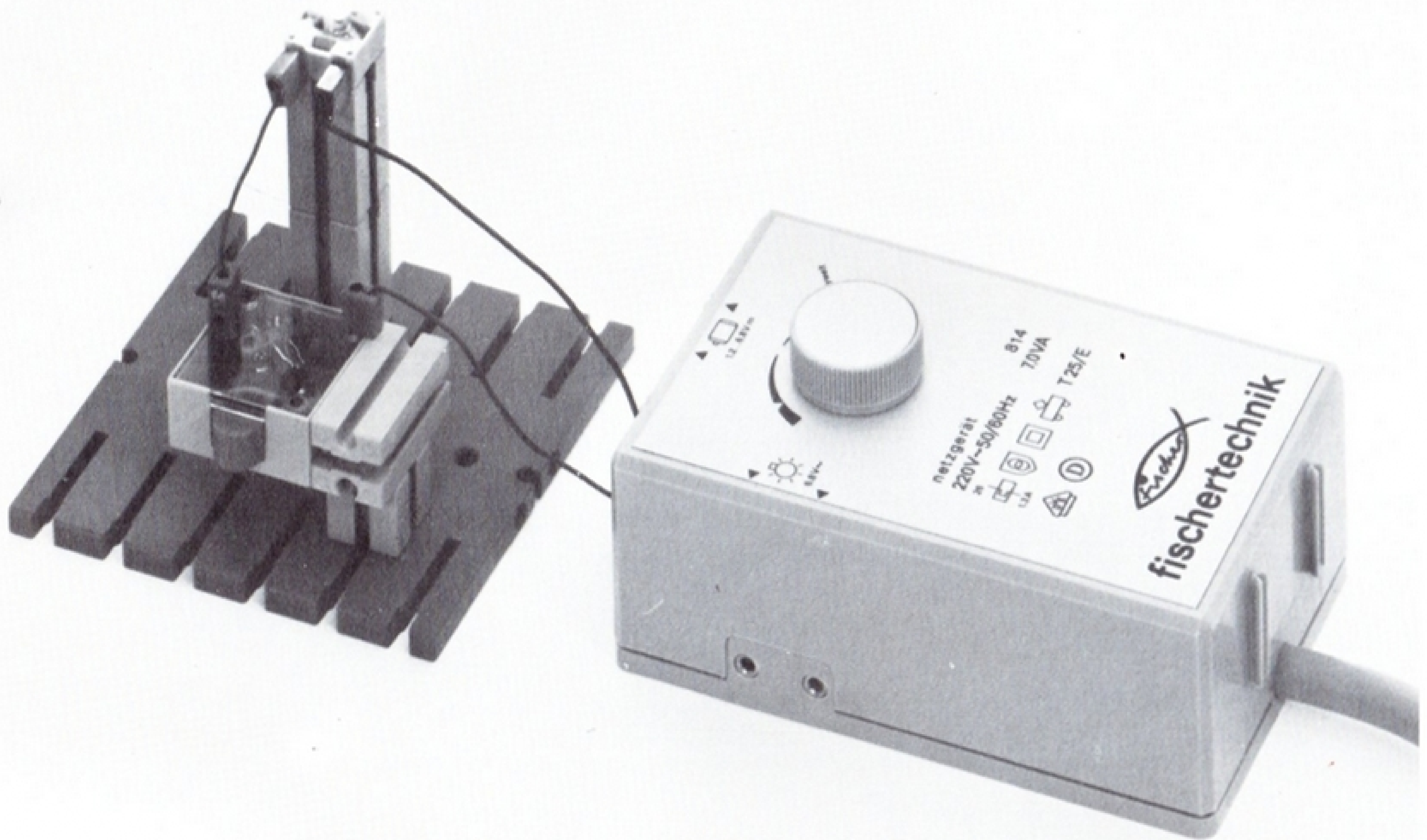
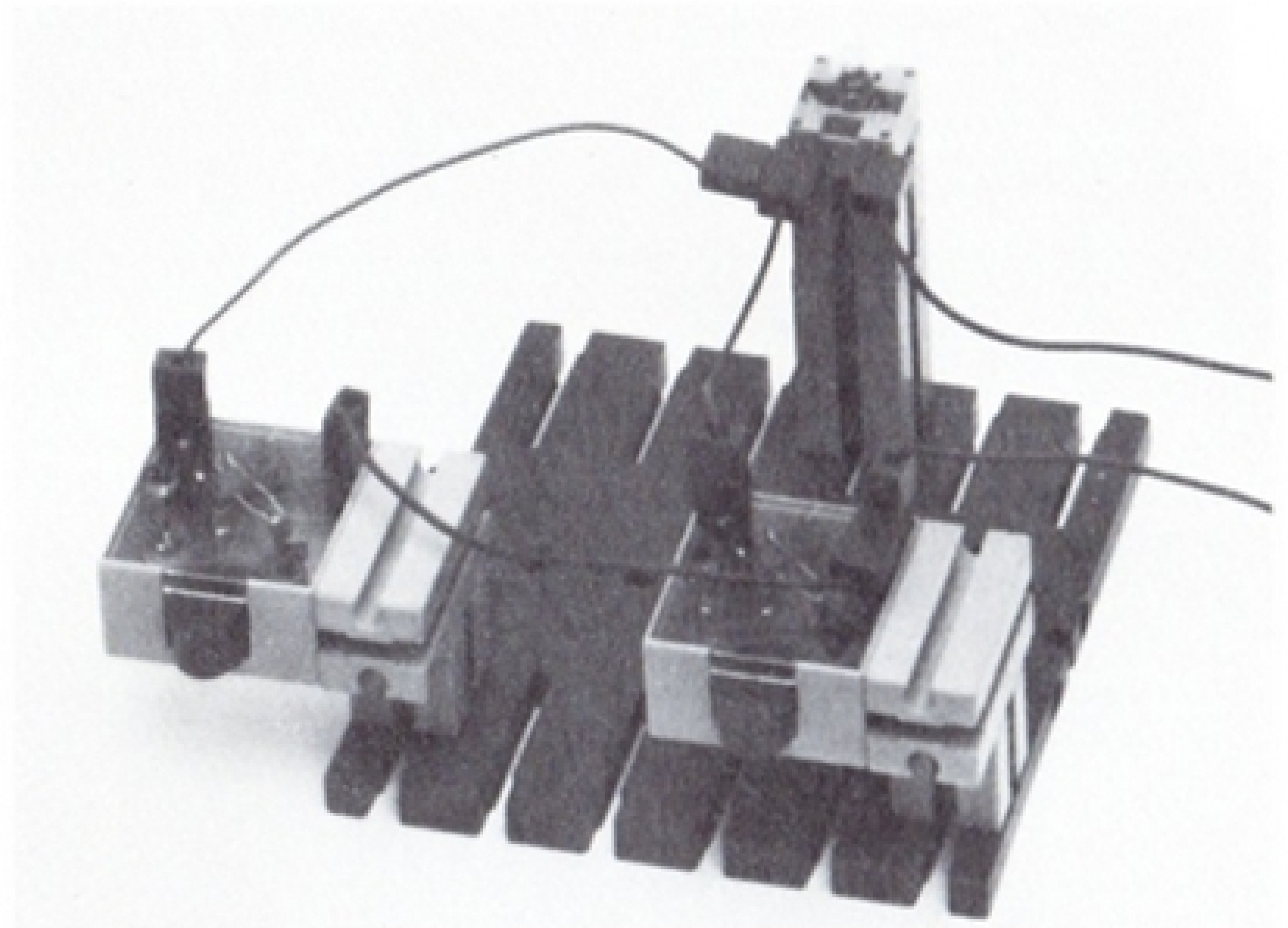


Abb. 5: Negationsschaltung in einer Einbruchssicherung. Durch die beiden Stolperdrähte ist der Stromkreis zum Relais geschlossen. Der Stromkreis zum Motor (Klingel, Sirene, Lärmmaschine) ist unterbrochen. Wenn ein „Stolperdraht“ gerissen wird, fällt das Relais ab; über den Ruhekontakt des Relais wird der Motor (Klingel, Sirene) eingeschaltet.

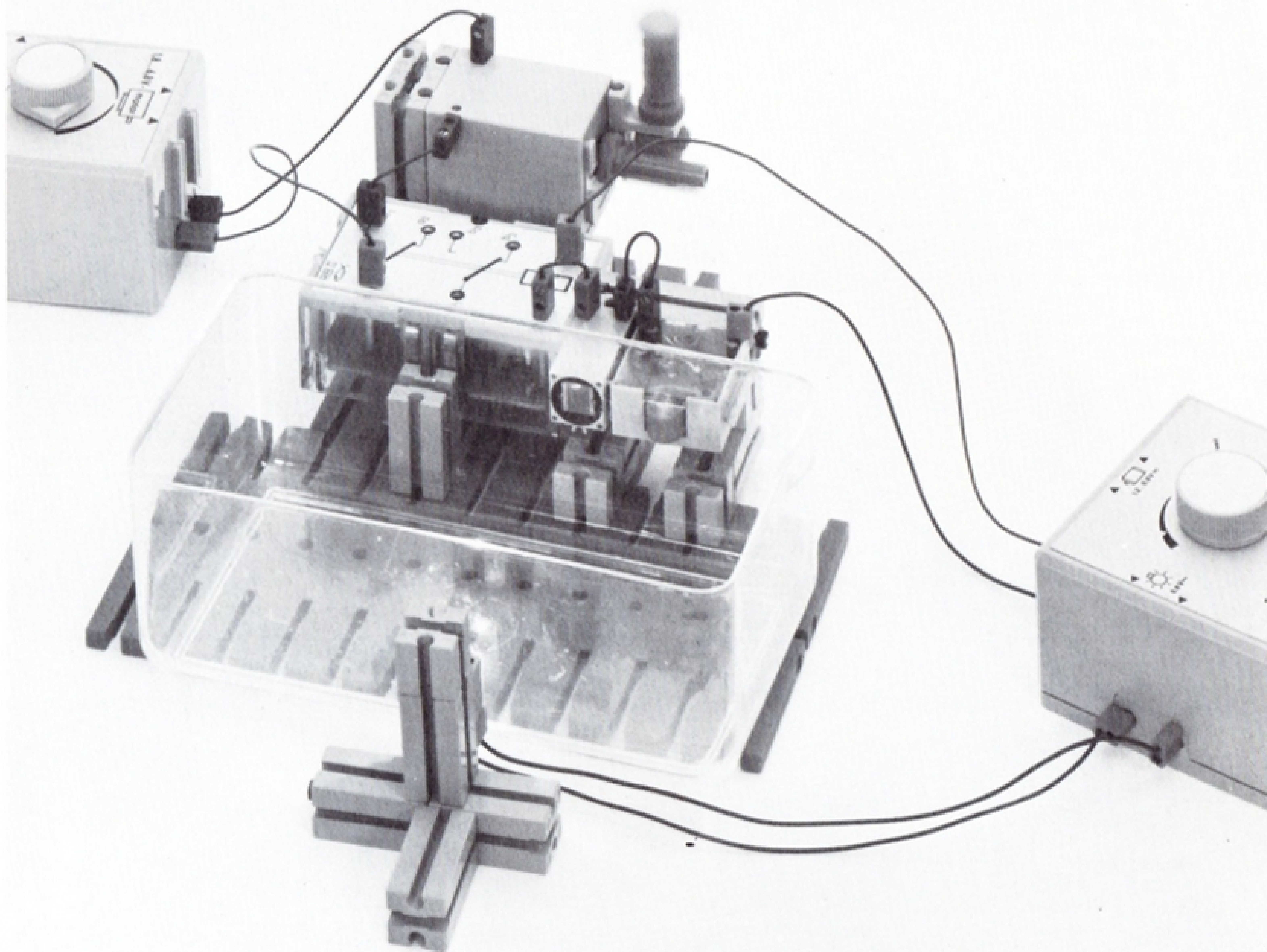


Abb. 6: UND-Schaltung einer Abfüllanlage. Eingangssignal 1 Taster betätigt: „Das Gefäß ist vorhanden“. Eingangssignal 2 Fotowiderstand beleuchtet: „Die Flasche ist leer und sauber“. Wenn beide Signale so eingegeben sind, fließt Strom durch das Relais. Es schaltet dann die „Pumpe“

(Motor) ein. Ist eines der beiden Eingangssignale „0“ (Taster nicht betätigt, Fotowiderstand dunkel), so läuft der Motor nicht. Anmerkung: Der Strom durch den beleuchteten Fotowiderstand reicht nicht aus, um den Motor direkt zu betreiben, deshalb ist hier das Relais eingebaut.

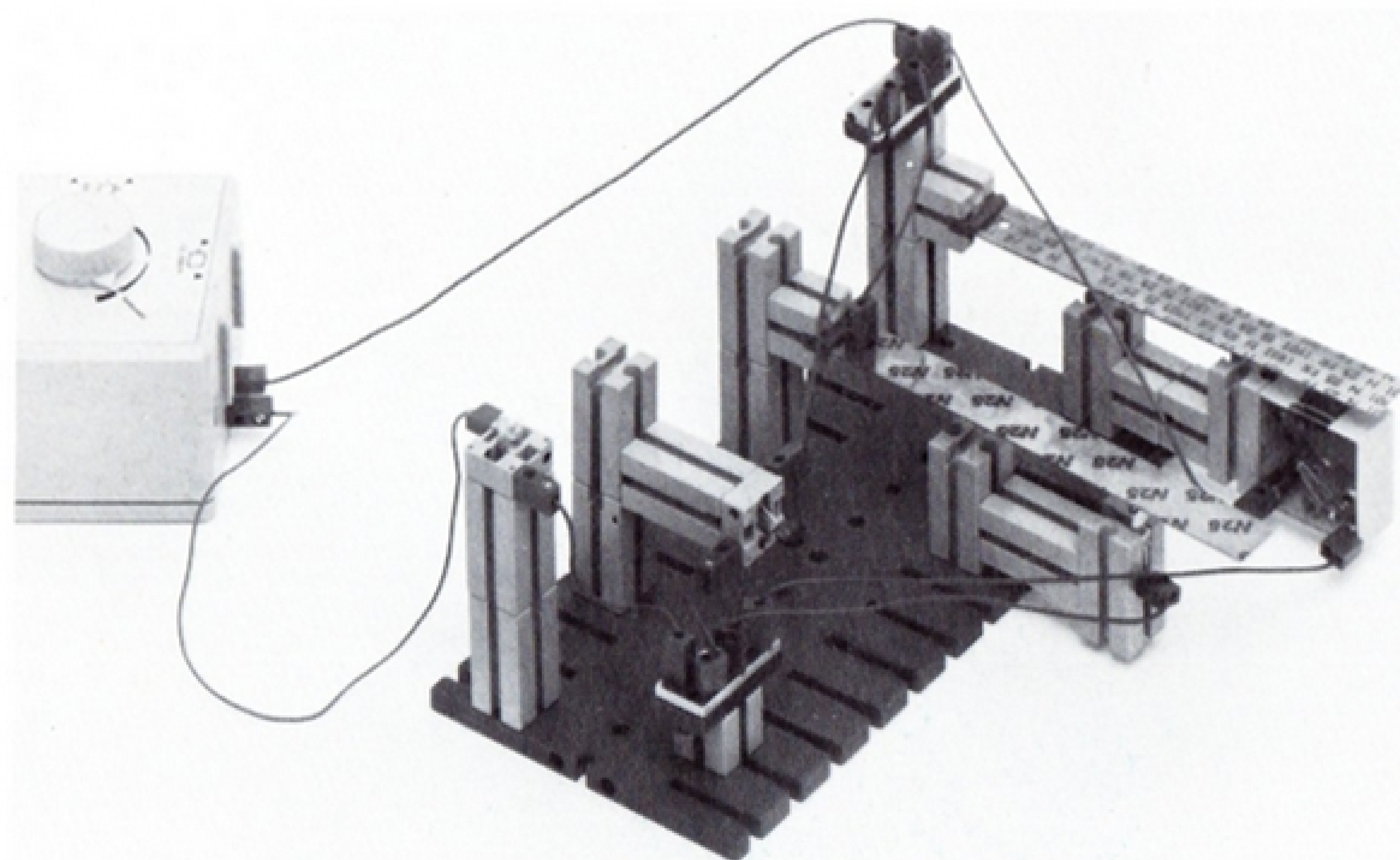


Abb. 7: ODER-Schaltung in einer Feuermeldeanlage: In den „drei Geschossen eines Hauses“ sind Melder-elemente eingebaut: Bei Erwärmung betätigt das Bimetall den Taster – berührt das Bimetall den Kontakt – wird der Heißleiter leitend. Sobald durch den ersten ODER den zweiten ODER den dritten Schalter Strom fließen kann, leuchtet die Lampe (ertönt die Sirene).