

# Forum technische Bildung

3/4-80

Beispiele für den  
Technikunterricht

## Sicherheit lernen

Zu diesem Heft

3

Günter Schenke

## Sicherheit und Arbeitsschutz

Unterrichtsbeispiel 8. bis 10. Klasse

7



Otto Huslik

## Sicherheitstechnik

Unterrichtsbeispiel 9. Schuljahr

17

Helmut Wiederrecht

## Automatische Abfüllanlage für Flüssigkeiten

Konstruktion und Herstellung eines  
Funktionsmodells

29

**Ausgabe  
Sekundarstufe**

ISSN 0170-1487

**Vieweg**



# Mathematicals

Die „Mathematicals“ sind keine Buchreihe, sondern ein Programm für einige interessante Bücher, die man gern in „schöpferischen Pausen“ zur Hand nimmt – sozusagen ein „viertes Programm“.

Martin Gardner

## Mathematische Tricks



Mit 87 Abb. 1981. X, 166 S. DIN A 5. Kart. 19,80 DM

Inhalt: Kartentricks – Zauberei mit alltäglichen Gegenständen – Topologische Narretei – Tricks mit spezieller Ausrüstung – Geometrisches Verschwinden – Reine Zahlenzauberei.

## Mathematisches Labyrinth

Neue Probleme für die Knobelgemeinde.

Mit 180 Abb. 1979. VI, 255 S. DIN C 5. Kart. 29,80 DM

## Mathematische Rätsel und Probleme

Mit einem Vorwort von R. Sprague.

Mit 89 Abb. 4. Aufl. 1979. VIII, 158 S. DIN C 5. Kart. 19,80 DM

## Mathematische Knocheleien

Mit 128 Abb. 1973. VIII, 204 S. DIN C 5. Kart. 27,80 DM

## Logik unterm Galgen

Ein Mathematical in 20 Problemen.

Mit 125 Abb. 2. Aufl. 1980. VIII, 227 S. DIN A 5. Kart. 24,80 DM

Patrick Hughes und George Brecht

## Die Scheinwelt des Paradoxons

Eine kommentierte Anthologie in Wort und Bild.

Mit 26 Abb. 1978. VII, 120 S. 14×19 cm. Gbd. 19,80 DM

Dieses Buch lehrt nichts, führt zu nichts, klärt nichts, beabsichtigt nichts und ist deshalb eines der wenigen wichtigen Bücher.

M. Odier und Y. Roussel

## Trioker mathematisch gespielt

Logik und Fantasie mit Dreiecken.

Mit über 400 Abb. 1979. 203 S. DIN C 5. Kart. 26,80 DM

Das Buch stellt die Idee und Logik eines geometrischen Spiels mit 24 Dreiecksteinen vor.

C. Stanley Ogilvy

## Mathematische Leckerbissen

Über 150 noch ungelöste Probleme.

Mit 39 Abb. 2. Aufl. 1980. IV, 112 S. DIN A 5. Kart. 17,80 DM

## Unterhaltsame Geometrie

Mit 132 Abb. 2., durchges. Aufl. 1979. VI, 110 S. DIN C 5.

Kart. 17,80 DM

**Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH · Wiesbaden**

## Forum technische Bildung

Beispiele für den  
Technikunterricht  
Ausgabe Sekundarstufe  
Heft 3/4–80

### Herausgeber und Verlag:

Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH,  
Braunschweig · Wiesbaden

### Schriftleitung:

Prof. Wolfgang Biester, Münster  
Prof. Dr. Wolf Traebert, Neuss  
Studienrat a. e. H. Helmut Wiederrecht, Heidelberg

### Redaktion:

Gereon Röeseling (verantwortlich),  
Peter Winternitz

### Anschrift:

Redaktion „Forum technische Bildung“  
Verlag Vieweg, Postfach 300620, 5090 Leverkusen 3

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. 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. 16500.

Druck: Rheinisch-Bergische Druckerei, Düsseldorf.

Alle Rechte vorbehalten.

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlag GmbH, Braunschweig 1980

### Autoren dieses Heftes:

Otto Huslik  
Schabernackstraße 71  
4040 Neuss

Günter Schenke  
Ludwigstraße 22  
4000 Düsseldorf 1

Wolf Traebert  
Aloysiusstraße 32  
4047 Dormagen 5

Helmut Wiederrecht  
Torgartenstraße 34  
6921 Lobbach-Lobenfeld



---

Wolf Traebert

# Sicherheit lernen

Zu diesem Heft

---

## 1. Die Problemstellung

Themen aus dem Bereich von Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz haben derzeit einen hohen Stellenwert in der pädagogischen Diskussion sowohl im Bereich des berufsbildenden als auch des allgemeinbildenden Schulwesens. Die Begründung dafür ist einleuchtend:

- Sowohl im Bereich von Arbeit und Beruf als auch in Haushalt und Freizeit ist die Zahl der Unfälle – wenn auch rückläufig – so doch immerhin noch erschreckend hoch. Die Fähigkeit, sich sach-, und das heißt auch sicherheitsangemessen zu verhalten, rangiert damit als Lernziel hoher Priorität.

- Verbessertes aktuelles und daher aussagefähiges Datenmaterial erlaubt zunehmend, die tatsächliche, quantitative Situation des Unfallgeschehens zu beurteilen. Die ökonomischen Konsequenzen von Unfällen und deren Folgewirkungen sind – ganz abgesehen von den humanitären Aspekten – erheblich, sie stellen einen volkswirtschaftlichen Verlustfaktor größten Ausmaßes dar. In den Jahren 1960 bis 1970 haben sich die Aufwendungen finanziell verdoppelt. Für das Jahr 1978 werden Gesamtaufwendungen von rund 10 Mrd. DM angegeben [1]. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß nur tatsächlich angefallene Kosten erfaßt werden. Indirekt damit im Zusammenhang stehende Kosten (private Versicherungsleistungen usw.) sind, schon aus rechnungs- und abgrenzungstechnischen Gründen, nicht einmal darin enthalten. Die tatsächlichen Kosten dürften erheblich darüber liegen, zumal nur die Bereiche erfaßt sind, in denen gesetzliche Unfallversicherung besteht (gewerbliche Wirtschaft, Landwirtschaft, öffentlicher Dienst/Schulen usw.), nicht jedoch die Unfälle in Haushalt und Freizeit (geschätzt 2 Millionen Unfälle, davon 1978 tödlich 8755 Unfälle, zumeist Sturzunfälle) [1].

- Was den Bereich Unterricht und Schule angeht, so gibt es noch einen formalen Anlaß, sich intensiv mit diesem Sachgebiet zu beschäftigen: Seit dem 1. April 1971 sind alle in organisierten Lernprozessen stehenden Kinder und Jugendlichen kraft Gesetzes unfallversichert. Schule untersteht damit im Prinzip den gleichen Sicherheitsinstitutionen wie die

gewerbliche Wirtschaft. Die damit den Schulen angebotene, in Deutschland recht weit entwickelte systematische Unfallverhütung, die z.B. die Ernennung von speziellen Sicherheitsbeauftragten aus dem Lehrpersonal zur Folge hat, sensibilisierte ihrerseits für derartige Themen.

Freilich sind solche Inhalte auch als Lerngegenstände kein Novum: im Bereich des beruflichen Schulwesens jeweils angelehnt an das betreffende (technische) Sachgebiet, im allgemeinbildenden Schulwesen an entsprechender Stelle (Sportunterricht, Naturwissenschaften, Technik-/Werkunterricht) haben sicherheitsrelevante Fragen einen festen, zumeist jedoch nur „beiläufigen“ Stellenwert im Unterricht gehabt – mit all den Konsequenzen, die sich aus solcher Beiläufigkeit ergaben. Dies fand in aller Regel auch Entsprechung in den Ausbildungsgängen der Lehrer selbst.

Wenn es hier aber speziell um die Legitimation von Sicherheitsproblemen für den Technikunterricht geht, so sind weitergehende Überlegungen erforderlich: Die Statistik stützt die fachliche Zuständigkeit nicht: etwa 30% der gemeldeten Schulunfälle passieren im Sportunterricht, 30% auf dem Pausenhof und weitere 30% auf dem Schulweg (Verkehr). In die restlichen 10% teilen sich Naturwissenschaften und Technikunterricht.

Wenn wir trotzdem meinen, daß der Technikunterricht wesentlichen Anteil an der Sicherheitserziehung zu tragen habe, so vor allem aus den folgenden Gründen:

- Ein großer Teil von Unfällen geschieht mindestens in indirektem Zusammenhang mit Technik, d. h. unter Einfluß von deren Eigengesetzlichkeit (Verkehrstechnik, Elektrotechnik, Schnittwirkung von Werkzeugen usw.). Hier qualifiziert Unterricht auch für den außer- und nachschulischen Bereich.

- Sicherheitseinrichtungen sind häufig in der Technik vorkommende, konstruktive Besonderheiten an Maschinen und Anlagen, die den Menschen vor gefährlichen Auswirkungen von Technik schützen sollen, manchmal auch den unsachgemäßen Einsatz von Technik selbst verhindern sollen [2]. Als solche können sie etwa als Sollbruchstelle, Warnorgan oder Benutzungssperre ausgebildet sein, dies wiederum in jeweils sehr verschiedener Gestalt. Obgleich äußerlich unähnlich, dienen solche Vorrichtungen und Schaltanordnungen funktionell demselben Zweck; sie können daher oft als exemplarisch für diese Aufgabenlösungen stehen. Die daraus sich ergebenden Vorteile im Hinblick auf Stoffökonomie und Möglichkeiten der Lernzielkontrolle sind unabweisbar.

- Die sicherheitsbezogene Ausführung bzw. Ausstattung von technischen Gegenständen und Anla-



gen auch in der Konsumsphäre wird oft als (codiertes) Zeichen angegeben (TÜV-Zeichen, VDE, GS-Zeichen). Kenntnis von Bedeutung und Aussagewert solcher Zeichen ist damit zugleich auch eine Voraussetzung rationaler und kritischer Konsumwahl.

– Die methodische Zugänglichkeit sicherheitsbezogener Themen ist aus Gründen der Motivation oft problematisch: bis zum (gegenseitigen) Überdruß wiederholte Ermahnungen und Belehrungen sind der erweislich falsche, weil erfolglose Weg [2, 3]. Durch die konstruktive Aufgabenstellung der *Sicherung* vor technisch bedingten Gefahren durch technische Maßnahmen ergibt sich eine Motivationsmöglichkeit außerhalb des normativen („moralischen“) Umfeldes von Verschulden und Haftung. Die Ermahnung zur Vorsicht im Umgang mit Technik als nach aller Erfahrung ohnehin wenig wirkungsvoller Appell wird ersetzt durch die „sach“-bezogene Aufgabe der Entschärfung von Technik durch möglichst vorsichtsunabhängige Einrichtungen und Maßnahmen. Dieser Weg ist auch deshalb technikdidaktisch legitimiert, weil er der technischen Praxis adaequat ist: verantwortungsvolle Konstruktion ist immer zugleich vorbeugende Gefahrenabwehr.

– Sicherungseinrichtungen sind im allgemeinen aufwendige Zusatzvorrichtungen, die die Kostensituation des Produzenten beeinflussen; dies einerseits über die damit gegebene Kostenbelastung des herzustellenden (und zu verkaufenden) Produktes, andererseits auch über die Leistungsfähigkeit des Produktes: Sicherungen gegen Überlast mindern die Möglichkeit mindestens kurzfristig höherer Leistung bzw. Produktivität etwa in Ausnahmesituationen: Überstromsicherungen, Betriebszeitbegrenzungen bei Überlast, Abschersicherungen bei Schiffsantrieben; aber auch (Transfer!) zeitliche Dienstbegrenzung bei Lkw- und Busfahrern, zeitraubende (und daher akkordsenkende) Beidhandschaltungen bei Pressen.

Damit kann der klassische Fall eines Interessenkonfliktes gegeben sein: dem Wunsch nach Verbesserung der ökonomischen Situation steht die technisch oder human bedingte Begrenztheit der Belastbarkeit aus Sicherheitsgründen entgegen. Nicht selten wird ein derartiger Interessenkonflikt in die Entscheidungssphäre des einzelnen Arbeitnehmers verlegt – sicherlich weder rechtlich noch moralisch gedeckt. Akkordzeiten z. B. müssen in jedem Fall an der sorgfältigen Einhaltung der Sicherheitsvorgaben orientiert sein. Dennoch zeigt die betriebliche Praxis auch beliebig viele Beispiele „großzügiger“ Außerkraftsetzung solcher Vorgaben durch genau denjenigen, zu dessen Schutz sie eingeführt wurden,

nämlich den Arbeitnehmer selbst. Nicht unerwähnt bleiben sollte hier aber auch die Außerachtlassung solcher Sicherheitsregeln ohne jeden ökonomischen Hintergrund, etwa aus Bequemlichkeit oder subjektiver falscher Einschätzung der Situation.

Hier läßt sich das auch in der technischen Realität immer wieder vorkommende Ineinanderwirken technischer, ökonomischer, humaner und – soweit entsprechende Regelungen betroffen sind – auch rechtlicher Bedingtheiten deutlich machen, das andererseits für modernen Technikunterricht signifikant ist: nicht Technik „an und für sich“, als Beziehung Sache–Sache, sondern Technik als Beziehung Sache–Mensch, in ihren auch ökonomischen und sozialen Auswirkungen auf den Einzelnen gilt es zu thematisieren. Dazu gehört sicherlich auch die Gefährdungsrelation durch Technik, das Wissen um deren zumindest grundsätzliche Beherrschbarkeit und die diese Beherrschbarkeit bedingenden Faktoren.

## 2. Sachanalyse

Die Erkenntnis ist trivial, daß dem Menschen durch die Technik – in noch stärkerem Maße als durch die ihn umgebende Natur – Schaden zugefügt werden kann. Bedingt durch das weitgehende Fehlen von diesbezüglichen Warnorganen, die der künstlichen Umwelt „Technik“ angepaßt sind [4], liegt die Notwendigkeit einer dies kompensierenden Sicherheitstechnik bzw. Umwelttechnik auf der Hand.

Da Gefährdung des Menschen durch Technik immer nur bei einem bestimmten räumlichen und zeitlichen Zusammentreffen der beteiligten Faktoren möglich ist, ergibt sich daraus auch das dementsprechende Sicherungsmodell [5].

- |  |  |
|--|--|
| 1. <del>Gefahr</del> – Mensch  | Gefahr wird (räumlich oder zeitlich) entfernt.                           |
| 2. Gefahr – <del>Mensch</del>  | Mensch wird aus dem Gefahrenbereich entfernt.                            |
| 3. <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Gefahr</span> – Mensch | Gefahrenquelle wird abgekapselt (Schutzgitter, Lichtschranke).           |
| 4. Gefahr – <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Mensch</span> | Mensch wird geschützt (Schutzhelm, Ohrschützer, Feuerschutzanzug . . .). |

Während die beiden ersten Fälle als optimal, jedoch organisatorisch oder technisch nicht immer durchführbar gelten, umfassen die Fälle 3 und 4 die



Gesamtheit der baulichen, isolationsmäßigen und apparativen Sachmittel und Maßnahmen. Dies sind die weitaus häufigsten und bekanntesten Beispiele. Sie lassen sich im Unterschied zur *aktiven* Sicherheitstechnik der Fälle 1 und 2 insoweit als *passive* Sicherheitstechnik begreifen, als sie vorkommende Gefährdungen und damit Schäden grundsätzlich akzeptieren, das Ausmaß der Folgen jedoch möglichst klein halten. Ihre damit grundsätzlich begrenzte Wirksamkeit wird kompensiert durch die leichte, universelle und damit zumeist besser durchsetzbare Anwendbarkeit.

Die moderne Unfalltheorie geht davon aus, daß im allgemeinen erst ein Zusammentreffen *mehrerer* auslösender Faktoren, die sich gegenseitig bedingen, einen Unfall ermöglicht (Domino-Theorie, Abb. 15, S. 25) [6]. Beliebtes Beispiel zur Veranschaulichung ist der Fall, in dem ein Arbeiter in einem schlecht beleuchteten Gang auf einer Bananenschale ausrutscht und sich an dort gestapelten Profileisenstäben eine Kopfverletzung zuzieht. Auf unser Prinzip angewendet bedeutet dies, daß erst das Zusammentreffen von Rutschgefahr, schlechter Beleuchtung, unzulässiger Materialstapelung und fehlendem Kopfschutz diesen Unfall ermöglichte. Die Domino-Theorie liefert – ähnlich wie die Gefährdungsanalyse – aber auch unmittelbar einen didaktisch brauchbaren Ansatz: Es genügt bei solchen sich gegenseitig bedingenden Anordnungen (Und – Relation) in der Regel, daß *ein* Faktor aus der Ursache – Wirkungskette herausgelöst wird, um das Endergebnis „Unfall“ zu verhindern oder zumindest abzuschwächen. Konkret bedeutet dies, da es immer *alternative* Entscheidungen hinsichtlich des jeweils zu eliminierenden Faktors geben wird, eine Erleichterung für die Aufgabenstellung.

Umgekehrt interpretiert, liefert diese Überlegung eine allgemeine Erkenntnis hinsichtlich der Struktur sicherheitstechnischer Einrichtungen: Wenn das *Zusammentreffen* mehrerer Bedingungen erforderlich ist, um eine gewollte Folge (bestimmungsgemäßer Betriebsablauf) möglich zu machen, dann läßt sich schon durch die Zahl der konstruktiven Bedingungen (z.B. Anzahl der Schalter, Gleichzeitigkeit der Betätigung, Zusatzkontrolle) die Unwahrscheinlichkeit eines nicht-bestimmungsgemäßen Ablaufs (Unfallsituation) erhöhen: es genügt die Nichterfüllung einer *einzig*en Bedingung, um die Konsequenz „NEIN“ auszulösen.

Näher besehen ist dies nichts anderes, als die Anwendung eines einfachen logischen Prinzips aus der Informationstechnik. Freilich steigen durch die Zahl und Aufwendigkeit der Sicherungselemente die Gestehungskosten, oft auch die Störanfälligkeit so geschützter Maschinen und Anlagen; bei be-

stimmten Werkzeugmaschinen kann es durchaus vorkommen, daß der Aufwand für Sicherheitstechnik inzwischen den für die eigentliche maschinelle Kernfunktion übersteigt. Bei scharfem Wettbewerb auf der Kostenseite und insbesondere international unterschiedlicher rechtlicher Situation (Sicherheitsbestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften) können hieraus erhebliche Probleme für den Hersteller entstehen.

Die mit steigender Sicherung oft auch zunehmende Störanfälligkeit technischer Geräte und Anlagen sowie die dadurch bedingte Umständlichkeit des Umgangs dürften mit die Ursache für die öfter anzutreffende „Überlistungspraxis“ durch Überbrückung einer Sicherheitsbedingung abgeben. Es gilt manchmal geradezu als Ausweis profihafter Beherrschung von Technik, Sicherheitsvorkehrungen umgehen zu können. Darauf wird im Zusammenhang mit dem Motivationsproblem noch näher einzugehen sein.

### 3. Probleme der unterrichtlichen Motivation

Wie bereits angedeutet, erfreuen sich unterrichtliche Hinweise zum sicherheitsbezogenen Verhalten im allgemeinen geringer Aufmerksamkeit und noch geringerer Beliebtheit. Zum Teil dürfte dies sicherlich auf ungeeignete Vermittlungsformen zurückzuführen sein, wobei man sich ohnehin des Eindruckes nicht erwehren kann, daß dies auch vom Lehrer als lästige aber notwendige (haftungsentlastende?!) Hinweispflicht angesehen wird [3]. Die geringe Beliebtheit dürfte jedoch mehrere tiefergehende Gründe haben, die deshalb etwas näher untersucht werden sollen, da ihre Beachtung ausschlaggebend für den unterrichtlichen Erfolg ist:

– F. Burkardt [7] hat aus Sicht der Psychologie auf den Tatbestand hingewiesen, daß Risikoverhalten Anspruch auf Sozialbelohnung verschafft. Im Prinzip ist hiermit die Tatsache gemeint, daß für bestimmte „peer groups“ risikofreudiges Verhalten als signifikantes Zugehörigkeitsmerkmal zählt [8]. Inwieweit – insbesondere bei bestimmten Altersgruppen – hier Leitbilder aus dem Bereich von Motorsport und Testpiloten, aber auch souveräner Umgang mit Tresoralarmanlagen in Kriminalfilmen anregend wirken, kann nur spekulativ vermutet werden; der Gedanke liegt jedoch nahe.

– Im Normalfall von Unterricht wird das Eintreten eines ganz bestimmten, möglichst genau definierbaren Ergebnisses als Lernerfolg angestrebt. Hier liegt der umgekehrte Fall vor: das *Nichteintreten* eines (statistisch ohnehin seltenen) Ereignisses, nämlich eines Unfalles, wird als Lernerfolg angesehen [9]. Lernerfolg ist damit die Beibehaltung des



(motivationsarmen) Normalfalles. Dies bringt besondere Motivationserschweren mit sich.

– Gefahren und mögliche Unfälle sind psychologisch belastende Ereignisse. Sie werden – ähnlich wie im Bereich der Möglichkeit liegende schwere Erkrankungen – gern aus dem Bewußtsein verdrängt. Diesbezügliche Vorkehrungen verlieren naturgemäß dann an Sinnfälligkeit.

– Unfälle sind, zumal in einer hochtechnisierten Welt, nie *ganz* vermeidbar. Darauf gerichtete Perfektionstendenzen wirken unglaublich, weil sie Unmögliches anstreben. Daraus abgeleitete Einschränkungen des „normalen“ Verhaltens sind dann unzumutbar, weil ohnehin kaum einzuhalten: Übertriebener Schilderwald im Straßenverkehr, Nutzungsverbote offensichtlich harmloser Umwelt. Solcherlei Leichtfertigkeit im Umgang mit Einschränkungen wertet sie dann leicht ab.

– Entscheidend für das Ernstnehmen solcher Sachverhalte ist darüber hinaus das Beispiel der Erwachsenen. Man wird vom Schüler kaum Akzeption von Verhaltensnormen erwarten können, die offensichtlich von den Erwachsenen negiert werden (Verhalten im Straßenverkehr, Benutzung schadhafter Elektrogeräte, Balancieren auf unsicheren Leitern und Geländern usw.).

– Schließlich ist ein Teil der negativen Belegung sicherheitsbezogener Themen in der üblichen Koppelung von „falschem“ Verhalten und Haftung bzw. Strafe zu suchen. Diese Koppelung hat eine Reihe von konkreten, nachteiligen Konsequenzen: gefahrenrelevante Tatbestände werden nicht als solche erkannt, da Unfälle verschwiegen werden; Verletzungen werden evtl. bagatellisiert usw.

#### 4. Methodische Konzeption

Ausgangspunkt der folgenden Beiträge ist der Gedanke, daß Unfallsituationen ausschließlich aus rational durchdringbaren und eindeutig bestimmbar Faktorenkonstellationen bestehen. Irrationale äußere Einflüsse, „Schicksalseinwirkungen“ usw. haben darin keinen Platz. Das hindert nicht, den Menschen selbst als gelegentlich irrational handelnden Faktor einzubeziehen. Gefahren – aus Gründen fachlicher Zuständigkeit auf den *technischen* Bereich beschränkt – werden folgerichtig aus der Analyse simulierter, realer Situationen bestimmt, technische Gegenmittel konstruktiv bzw. organisatorisch und verhaltensmäßig entwickelt.

Der Transfer auf die technische Realität sichert den Lernerfolg durch das Wiedererkennen in Realsituationen. Dies ist zugleich Nachweis des „Ernstcharakters“, aber auch – richtig interpretiert – Erfolgskontrolle für den Lehrer.

Eine Betriebserkundung, aber auch die Heranziehung diesbezüglicher Beispiele aus Haushalt und Freizeit können diesen Teil beschließen, sie sind ihrerseits evtl. brauchbar als Einstieg für fachübergreifende Problemstellungen (ökonomische Bedeutung von Sicherheitsproblemen, Interessenkonflikt Sicherheit/Ökonomie des Arbeitsplatzes, usw.)

Die beiden vorgelegten Beispiele arbeiten die Problematik an demselben technischen Objekt (Werkzeugmaschine/Stanze) mit unterschiedlichem Ablauf und Ergebnis durch. Das Beispiel ist nicht ganz beliebig: Stanzen sind häufig vorkommende, sehr gefährliche Werkzeugmaschinen mit hoher Unfallquote, bei denen Sicherheitsvorrichtungen auch in der Realität eine große Bedeutung haben. Hinsichtlich ihrer konstruktiven Natur sind sie in gleicher oder ähnlicher Form bei den verschiedensten Maschinen (Schmiedepresse, Gesenkpresse, Maschinenschere, Nietmaschine, Stauchmaschine) wiederzufinden, ihre Verfügbarkeit z. B. bei Betriebserkundungen ist daher sehr wahrscheinlich.

Die Sicherungsmaßnahmen lassen eine Reihe konstruktiver und gradueller Abstufungen zu, die in Aufwand und Auswirkung durchaus unterschiedlich sind und genügend Anlaß zu bewertendem Vergleich bieten.

Es wurde in beiden Fällen parallel mit Baukästen und unstrukturiertem Material gearbeitet, was sich vor allem im Zeitaufwand auswirkte, aber natürlich auch im Anteil der praktisch-orientierten Lerninhalte. Wir hoffen damit zu zeigen, daß sich die beiden Materialien keineswegs gegenseitig ausschließen. Der Beitrag von H. Wiederrecht thematisiert insbesondere die logische Kopplung von Merkmalen, die einen ganz bestimmten Betriebsablauf sicherstellen. Das Thema ist insoweit mit den übrigen Beiträgen des Heftes strukturell verwandt.

#### Literatur

- [1] Bericht der Bundesregierung über den Stand der Unfallverhütung und des Unfallgeschehens in der Bundesrepublik Deutschland, Drucksache 8/3650; 8. 2. 1980
- [2] Traebert, W.: Sicherheit lehren und lernen für die Praxis, Bericht vom 15. Kongreß für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Düsseldorf 26. 11. 1977, S. 31
- [3] Derselbe: Schul-Management 9/1976, H. 4., S. 30 f.
- [4] Vgl. Forum Technische Bildung, S 4–77, S. 4
- [5] Compes, P. C.: Konstrukteur und Unfallschutz, in: Grundlagen des Arbeitsschutzes, Frankfurt 1967, S. 53
- [6] Vgl. dazu Lutzeier, G.: Unfallverhütung ist eine pädagogische Aufgabe. Gib-Acht-Spezial 4/74, S. 4–5
- [7] Burkardt, F.: Motivation zu sicherem Verhalten, SIFKU – Informationen 2/1979, S. 43 ff.
- [8] Winterfeldt, U.: Vortrag 16. Kongreß für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Düsseldorf 15. 11. 1979
- [9] Hagenkötter, M.: Sicherheit lehren und lernen für die Praxis, a.a.O. S. 58



---

Günter Schenke

# Sicherheit und Arbeitsschutz

Unterrichtsbeispiel 8. bis 10. Klasse

---

## 1. Unterrichtskonzeption

### *Zielsetzung und Problemstellung*

Die Unterrichtskonzeption versucht nicht primär menschliches Verhalten, sondern „technische Gegebenheiten“ in Frage zu stellen und sicherheitstechnische Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Der Lernprozeß führt über die Analyse potentieller Gefährdungsmöglichkeiten an einem von den Schülern selbst konstruierten Funktionsmodell zur Nacherfindung und Optimierung von Sicherheitseinrichtungen. Der notwendige Realitätsbezug und damit auch die Betroffenheit der Schüler als potentielle Benutzer technischer Einrichtungen im beruflichen und privaten Bereich wird durch die Exemplarität bzw. Transferierbarkeit des Unterrichtsgegenstandes erreicht.

Da einerseits Arbeitssicherheit auch als Eigeninteresse zur Erzielung bzw. Erhaltung von Existenz und Lebensqualität, andererseits der Unfall als Kostenfaktor für die Solidargemeinschaft der Versicherten und die Volkswirtschaft erkennbar werden soll, will die Unterrichtsreihe auch Hilfestellung geben, selbst aktiv für mehr Arbeitssicherheit eintreten zu können. Insofern geht der Anspruch der Unterrichtsreihe über das hinaus, was üblicherweise als Sicherheits-erziehung praktiziert und angestrebt wird, nämlich Anpassung des Verhaltens an die technischen Gegebenheiten durch Weckung von Gefahrenbewußtsein. Schärfung des Gefahrenbewußtseins soll in dieser Unterrichtskonzeption nur ein „Zwischenprodukt“ auf dem Weg zum aktiven Eintreten für mehr Arbeitssicherheit sein.

### *Ausgangssituation*

Anstelle von Detailschilderungen der Einzelstunden soll versucht werden, die Phasen des Unterrichts sowie verschiedene Variationsmöglichkeiten der Konzeption darzustellen. Vorab noch einige Anmerkungen:

- Die dieser Konzeption zugrunde liegenden Unterrichtseinheiten sind mehrfach in drei verschiedenen Schulen (Hauptschule in Neuß, Gesamtschule Gelsenkirchen und Gesamtschule Düsseldorf) in den Klassen 8, 9 und 10 durchgeführt worden.

- Die Durchführung erfolgte je nach Ausstattungssituation der Schulen, Lernsituation der Klassen oder auch Zeitvorgaben entweder mit technischen Baukästen oder verschiedenen Halbzeugen und Werkmaterialien in unterschiedlichen Anforderungsniveaus.

- Kern der Unterrichtskonzeption ist der schrittweise Aufbau von Funktionsmodellen mit den vorgeannten Materialien. Funktionsmodelle haben im Technikunterricht allgemeinbildender Schulen u. a. die Aufgabe, den Schülern in der konkreten Handlung und Anschauung elementare technische Funktionsprinzipien zu vermitteln. Sie haben insofern nicht den Anspruch, eine verkleinerte Ausgabe eines real existierenden technischen Systems zu sein, oder vorwiegend zur Einübung handwerklicher Fertigkeiten zu dienen.

- Zur Dokumentation der schrittweisen Entwicklung der Funktionsmodelle, die in Partnerarbeit stattfand, sollen die Abbildungen dienen, die wegen der besseren Überschaubarkeit nur wenige Unterrichtssituationen wiedergeben, aber an exemplarischen Modellphasen die Entwicklung dokumentieren.

- Unterschiede zwischen der Durchführung der Unterrichtsreihe mit Baukästen und mit „klassischem“ Material liegen nicht nur auf der Lernziel-ebene und im Praxisbezug, sondern auch im Zeitumfang: Für die Durchführung mit technischen Baukästen sind bei 2 Stunden pro Woche etwa 7 bis 8 Wochen einzuplanen, für die Erarbeitung mit Werkmaterialien ist nach unseren Erfahrungen etwa die doppelte Zeit erforderlich.

- In bezug auf Motivation und Arbeitseinsatz der Schüler konnten durchweg sehr positive Erfahrungen gemacht werden.

### *Aufbau der Konzeption*

Die Unterrichtsreihe (vgl. Abb. 1) gliedert sich in vier Phasen (Mitte), denen (links) jeweils die wesentlichen Grundlagen bzw. Voraussetzungen zugeordnet sind. Diese Grundlagen werden je nach Lernvoraussetzungen in die Unterrichtsreihe integriert. In der zweiten, dritten und vierten Phase werden neben den Grundlagen auch jeweils die Ergebnisse (in Abb. 1 rechts) der vorangehenden Phase eingebracht. Es ergibt sich eine Prozeßergebniskette, die man im Planungsstadium auch als operationalisierte Lernzielkette formulieren kann.



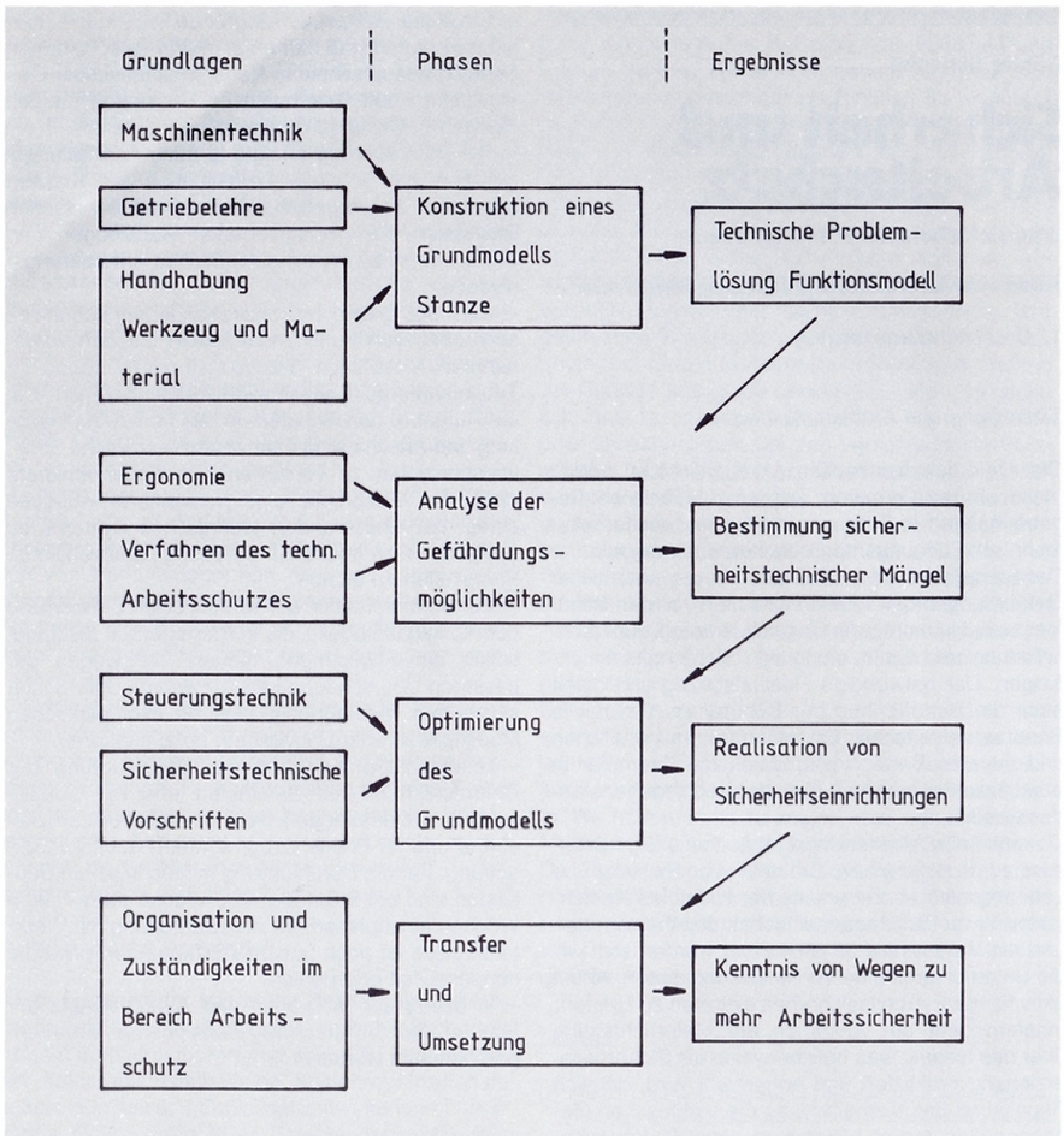


Abb. 1: Aufbau der Unterrichtskonzeption

## 2. Unterrichtsdurchführung

### Phase I: Konstruktion eines Grundmodells Stanze

Zum Einstieg in die Unterrichtsreihe wurden den Schülern mögliche Produkte von Pressen, Stanzen oder Prägemaschinen vorgestellt, z.B. Kronenkorke, Lochbleche, Dosendeckel, Münzen usw. Die Schüler erkannten, daß für die Herstellung dieser

Produkte eine Auf-Ab-Bewegung erforderlich ist und skizzierten ihre Vorstellungen über den Arbeitsbereich einer entsprechenden Maschine (insbesondere Werkzeugformen und Gleitlager). Die Skizze des Arbeitsbereichs einer Stanze mit Schieber führte in Verbindung mit einer Kurbelscheibe zu dem getriebetechnischen Problem, eine Rotationsbewegung in eine Translationsbewegung umzuformen (Abb. 2).



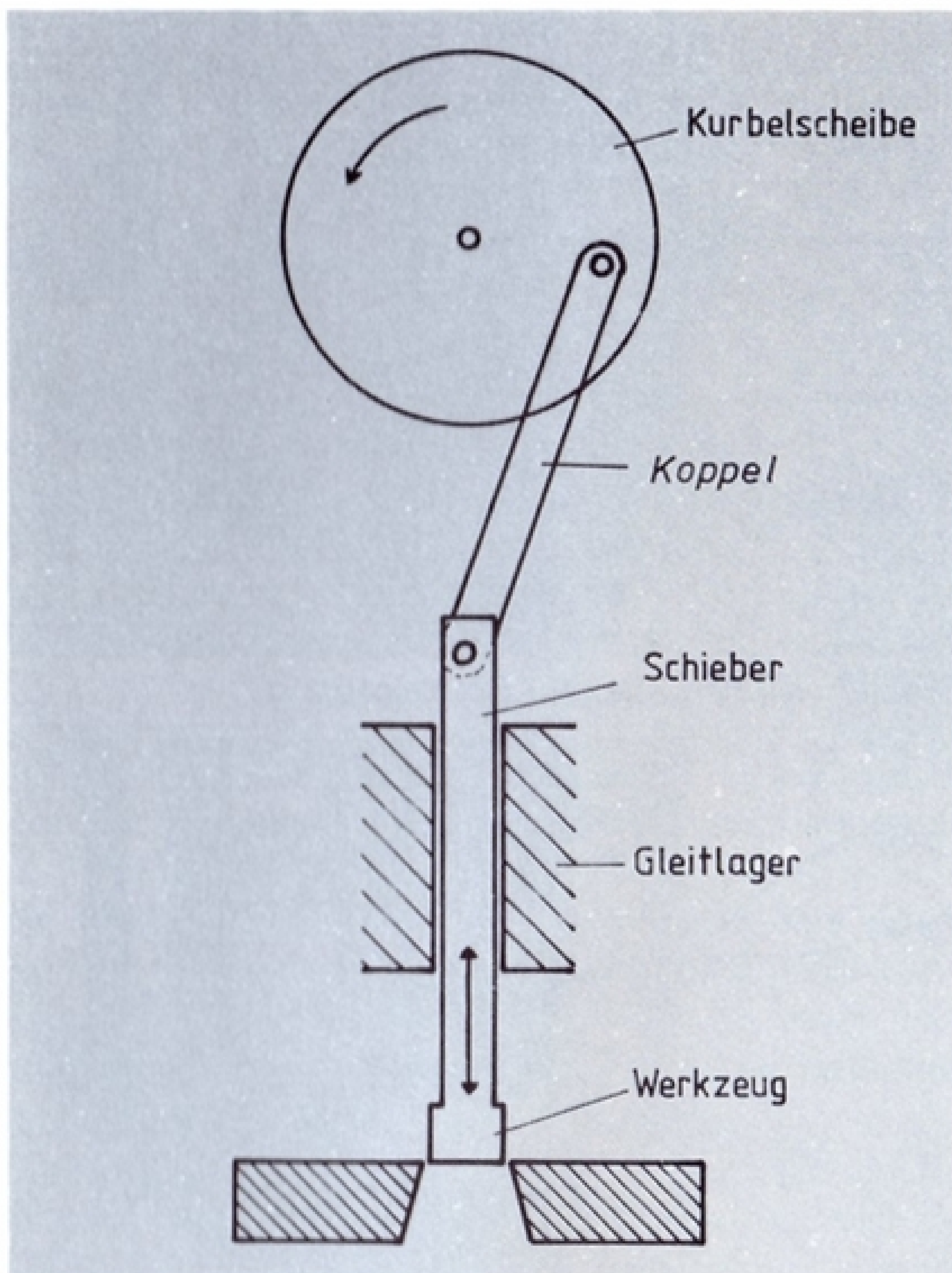


Abb. 2: *Prinziplösung Schubkurbelgetriebe (Stanze)*

Beim Einsatz von Baukästen läßt sich die Problemlösung durch die Schüler stark verkürzen. Hierzu erhielten die Schüler den Auftrag, ein vorgegebenes Teilmodell (Abb. 3) nachzubauen, um erste Erfahrungen im Umgang mit den Baukästen sammeln zu können.

Die Vorführung eines „Black-Box-Modells“ motivierte die Schüler, Lösungen für eine Koppel nachzuerfinden (Abb. 4). Die Schüler demonstrierten die von ihnen gefundenen Lösungen, erläuterten die Funktionsweise und ergänzten die Modelle durch einen Motor (Abb. 5).

Für den Weg zum Grundmodell mit klassischem Werkmaterial sind allerdings mehr Schritte erforderlich als bei der Arbeit mit Baukästen. Zunächst wurde dabei die sachgemäße und unfallsichere Handhabung von Werkzeugen und Material beim Nachbau eines vorgegebenen Gestellrahmens vermittelt. Nach Vorgabe von Antriebsdrehzahl des E-Motors und Abtriebsdrehzahl der Kurbelscheibe konstruierten die Schüler außerhalb des Gestellrahmens ein Untersetzungsgetriebe. Dieses Getriebe wurde zusammen mit dem Motor in den Gestellrahmen eingebaut und nach Konstruktion des Gleitlagers über eine Koppel mit dem Schieber verbunden (Abb. 6). Bei der Erprobung der Modelle wurde den Schülern die Zusatzaufgabe gestellt, Papier auszu-

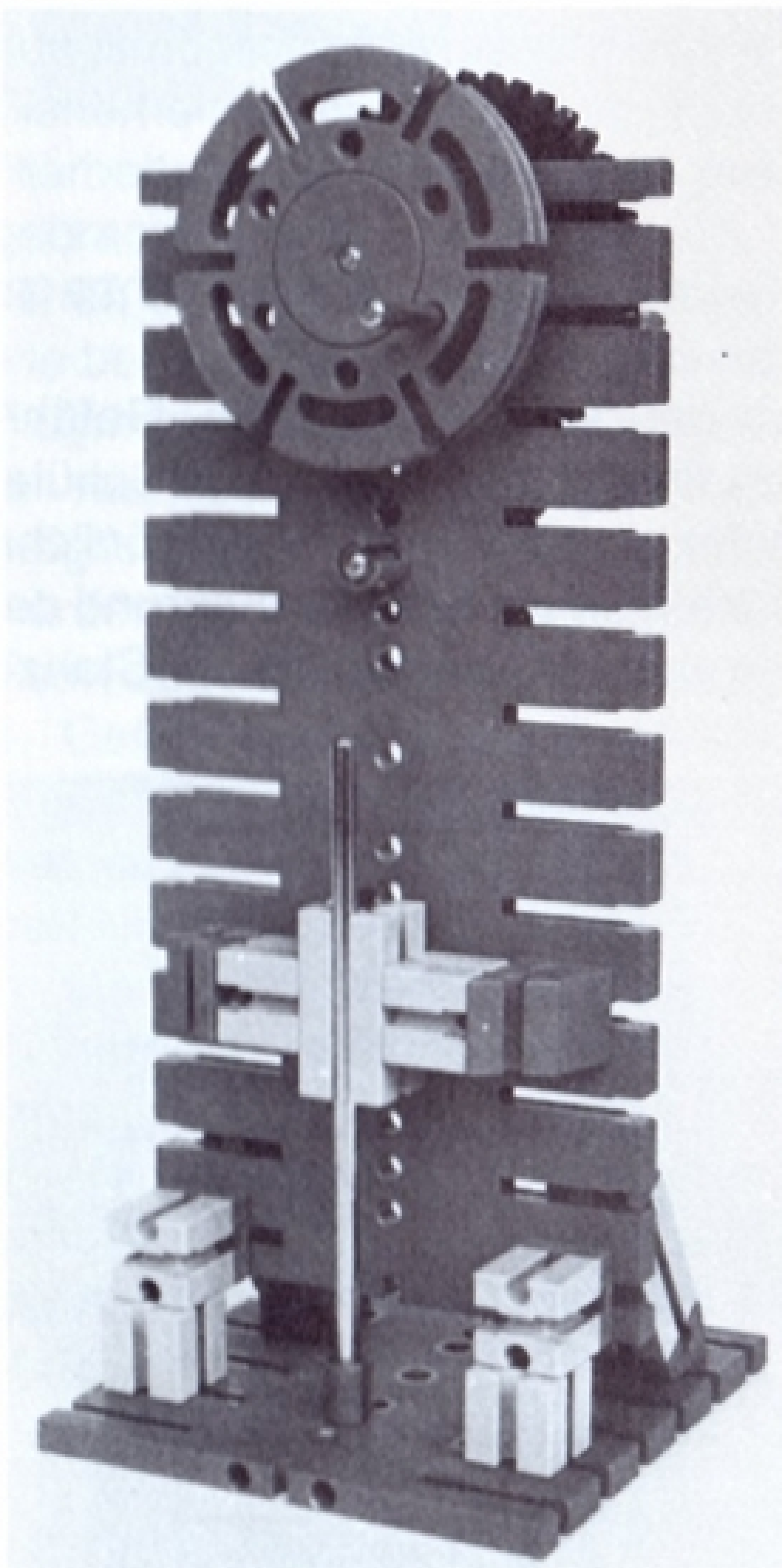


Abb. 3: *Teilmodell als Konstruktionsvorgabe*

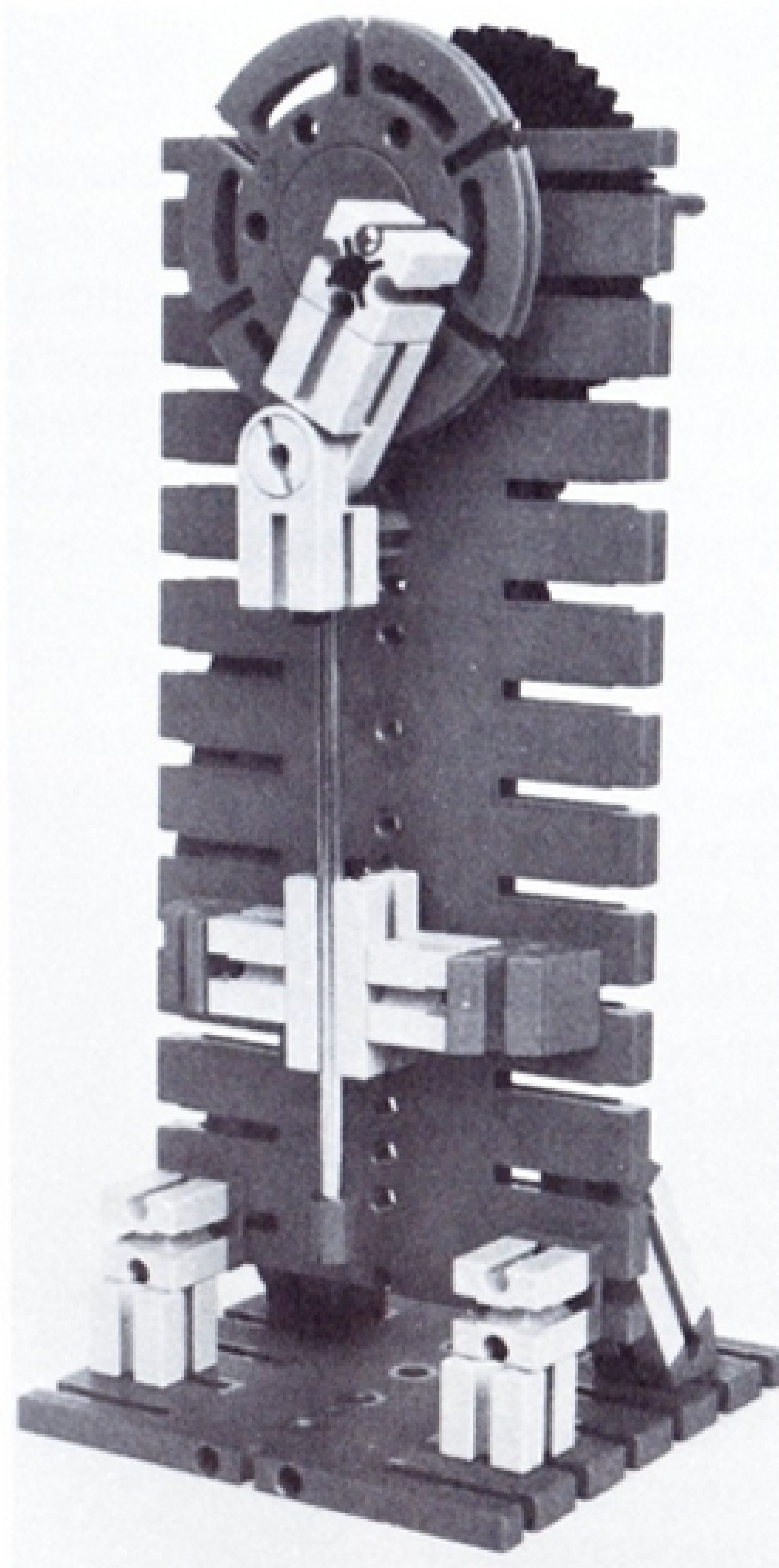


Abb. 4: *Grundmodell Stanze*

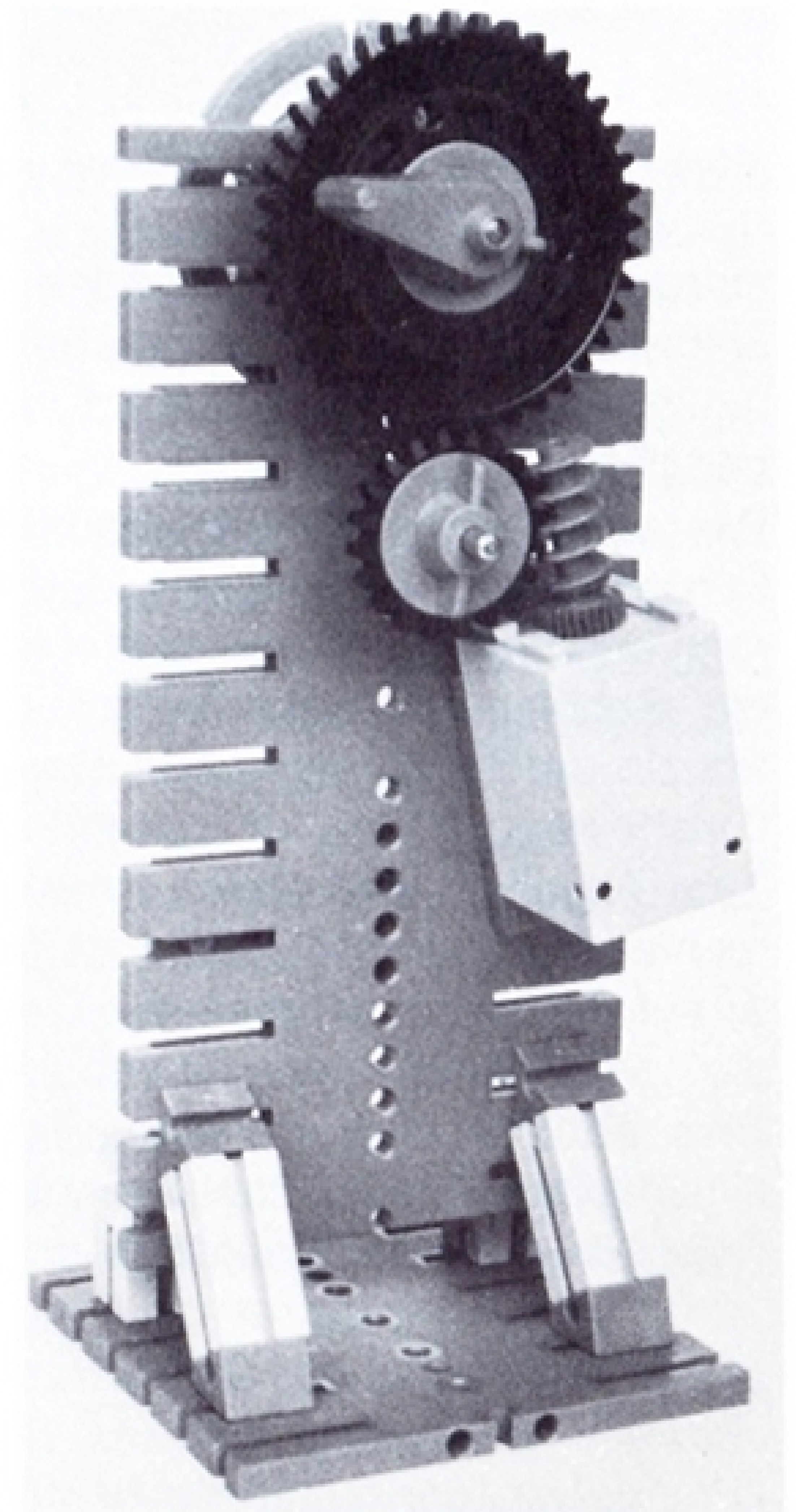


Abb. 5: *Lösung des Antriebsproblems*



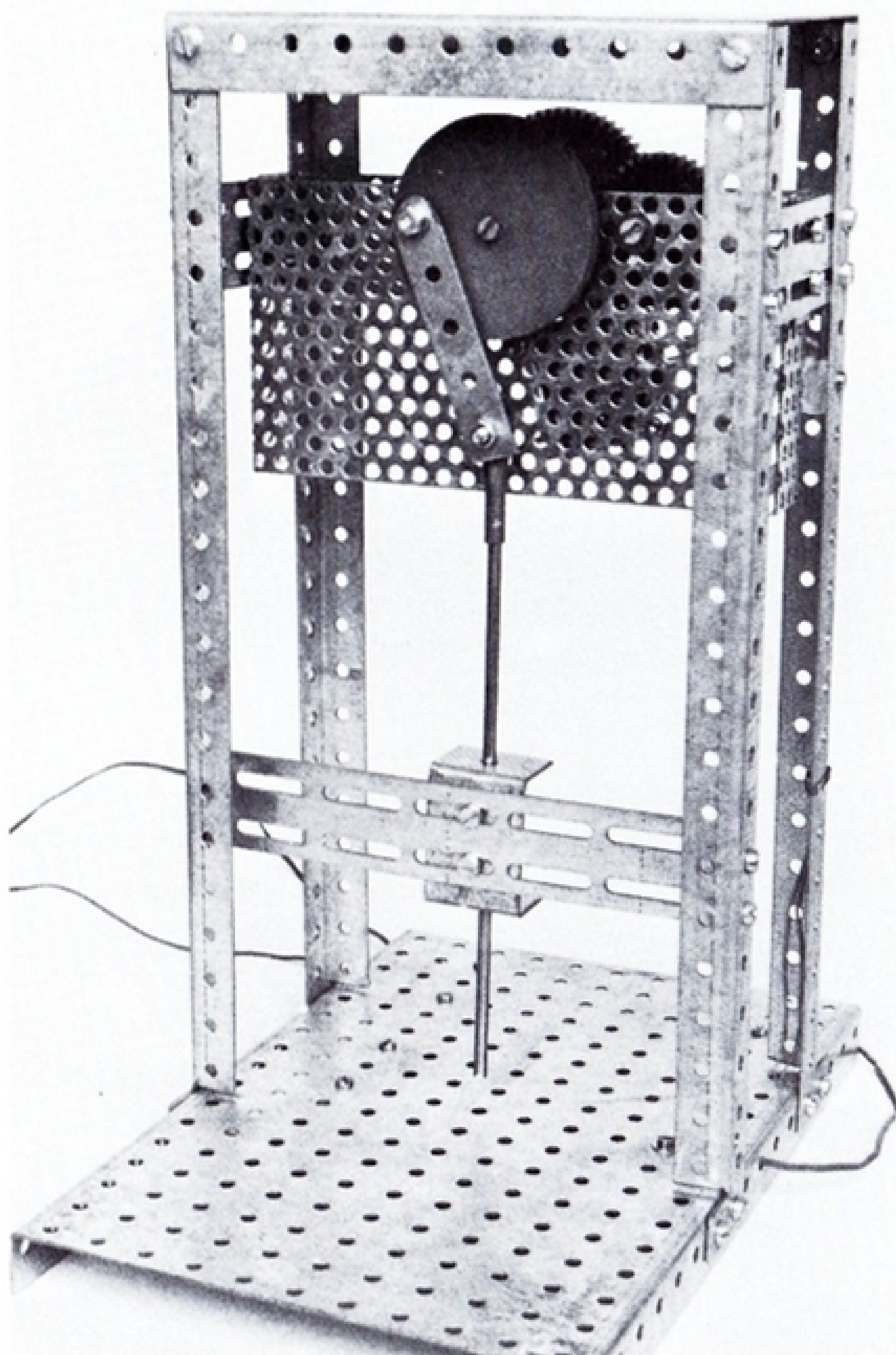


Abb. 6: Problemlösung mit Halbzeugmaterial

stanzen. Die Schüler erkannten sehr schnell, daß hierzu das Werkzeug entsprechend geformt werden mußte und ein Niederhalter erforderlich war (Abb. 7 und 8).

Wie auch bei den Baukastenmodellen erfolgte die Funktionsbeschreibung der Modelle in der Vorführung durch die Schüler. Als ersten Transfer suchten die Schüler Maschinenbeispiele, die nach dem Prinzip der Umformung von Rotations- in Translationsbewegung bzw. umgekehrt arbeiten.

Zum Abschluß der ersten Phase wurden die Elemente des allgemeinen Maschinenaufbaues (Abb. 9) auf die selbst erarbeiteten Stanzenmodelle und die gefundenen Maschinenbeispiele übertragen. Dies erfolgte in Form einer Tabelle, in der den allgemeinen Maschinenelementen die jeweiligen Beispiele der Maschinen zugeordnet wurden.

#### Phase II: Analyse der Gefährdungsmöglichkeiten

Zur Analyse der Gefährdungsmöglichkeiten sollten die Schüler Teile der Stanze benennen, die ihnen besonders gefährlich erschienen, und Vorgänge

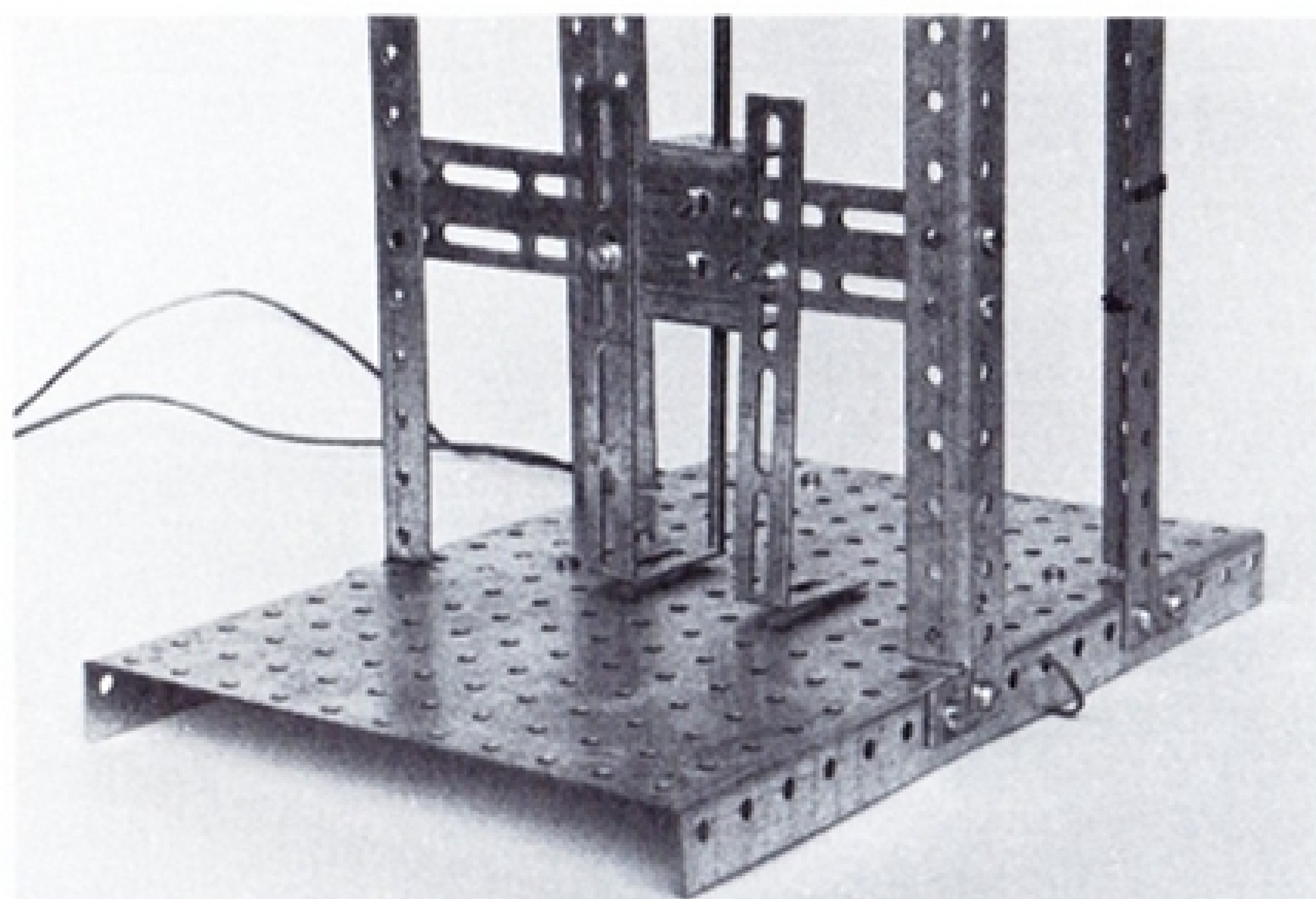


Abb. 7: Niederhalter für Stanzvorgang

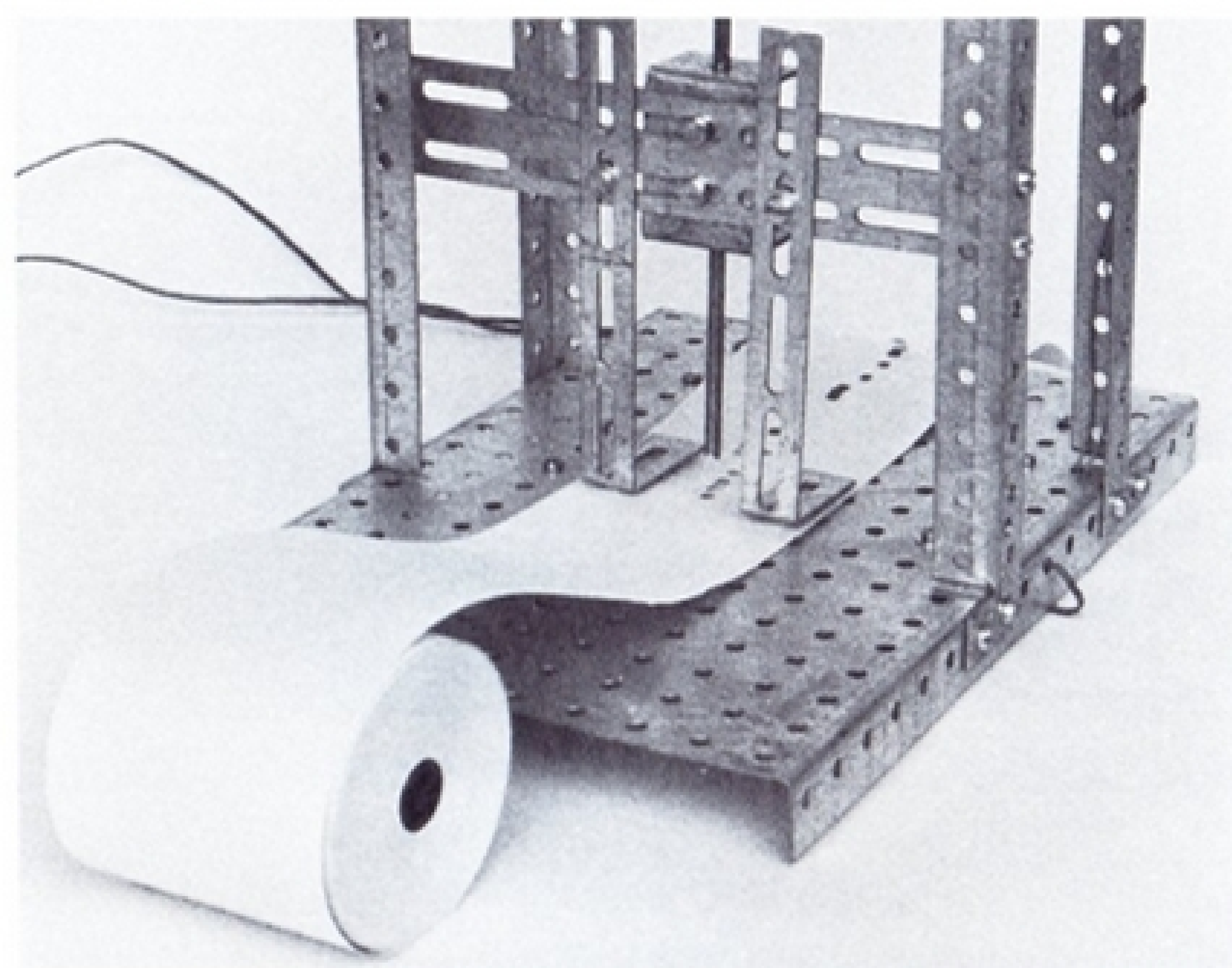


Abb. 8: Stanzvorgang an Papier

beschreiben, die beim Umgang mit der Stanze zu Verletzungen führen könnten.

In die Diskussion der so festgestellten Gefährdungsmöglichkeiten fließen von seiten der Schüler nicht nur technische, sondern auch persönliche Faktoren ein. So schätzten die Schüler aufgrund der repetitiven Arbeitsweise an einer solchen Stanze

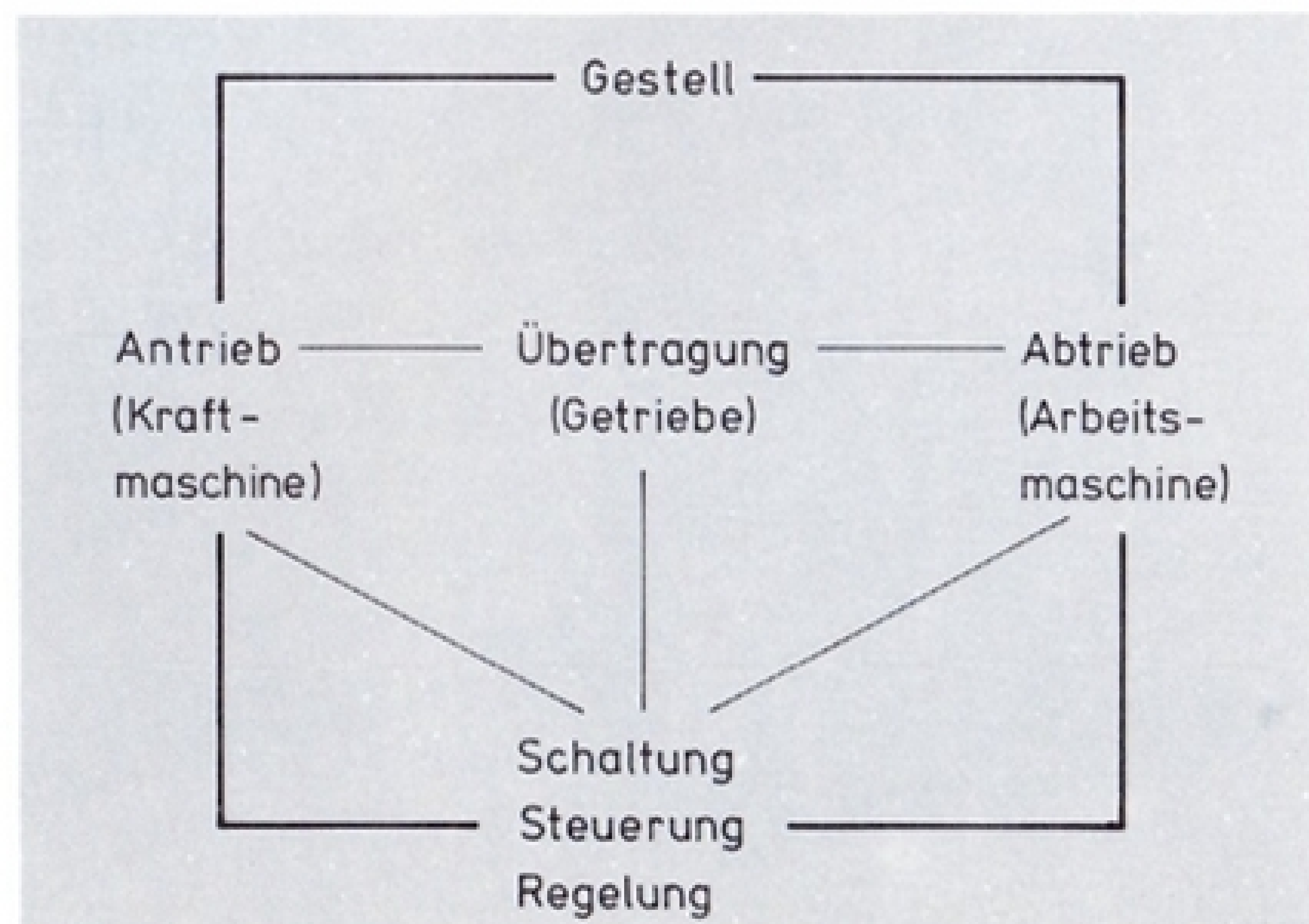


Abb. 9: Allgemeine Struktur von Maschinen



<del>Gefahr</del>	↔	Mensch	Gefahr beseitigen
Gefahr	↔	Mensch	Gefahrenbereich absperren
Gefahr	//	Mensch	Mensch aus Gefahrenbereich entfernen
Gefahr	↔	Mensch	Mensch durch persönliche Schutzausrüstung schützen

Abb. 10: Grundmöglichkeiten des Technischen Arbeitsschutzes (nach Compes)

die Konzentrationsanforderungen besonders hoch ein und meinten, selbst nicht die erforderliche Konzentrationsfähigkeit zu besitzen, um an einer solchen ungesicherten Maschine auf Dauer unfallfrei arbeiten zu können.

Die systematische Ableitung von Sicherheitseinrichtungen nach den Grundmöglichkeiten des technischen Arbeitsschutzes ist nur dann sinnvoll, wenn die Schüler vorher Gelegenheit erhalten, ihre durch die vorhergehende Beschäftigung mit den Gefährdungsmöglichkeiten gebildeten Vorstellungen über Sicherheitseinrichtungen vortragen zu können.

Hierbei wurden eine Vielzahl von Vorschlägen eingebracht, die in der Regel von bekannten technischen Systemen abgeleitet waren: „Lichtschanke wie bei der Fahrstuhlür“, „Fernsteuerung wie beim Flugmodell“ oder (besonders gelungen) „Schutzgitter wie im Zoo“ und dergleichen. Den vier Grundmöglichkeiten des technischen Arbeitsschutzes wurden dann die Schülervorschläge in allgemeiner Form zugeordnet (vgl. Abb. 10):

1. Gefahr beseitigen: z.B. Maschine stilllegen
2. Gefahrenbereich absperren: Abschirmung bewegter Teile am Getriebe und Arbeitsbereich durch mechanische Einrichtungen
3. Menschen aus dem Gefahrenbereich entfernen: Sicherheitsschaltungen, Fernsteuerung oder vollautomatischer Materialtransport
4. Menschen durch persönliche Schutzausrüstung schützen: Sicherheitsschuhe und Handschuhe, evtl. bei schwerem Material weitere Abschirmung

### Phase III: Optimierung des Grundmodells

#### 1. Stufe: Mechanische Absicherung

Anknüpfend an die Vorstellungen der Schüler über sicherheitstechnische Einrichtungen der vorherge-

henden Phase wurden Bedingungen für die Abschirmung von Antriebs- und Getriebeteil der Stanze formuliert:

#### Die Abschirmung

- muß vor Hineingreifen schützen,
- muß für Reparaturen leicht entfernbar sein,
- muß am Arbeitsbereich offen sein,
- soll Getriebe und Antrieb vor Verschmutzung schützen,
- soll Lärm verringern.

Bei der Umsetzung in den Modellen wurde jeweils nur ein Teil der Bedingungen erfüllt: Bei den Baukasten-Modellen durch einschiebbare Pappen bzw. im Modell in Abb. 11 durch eine abnehmbare Haube; bei den übrigen Modellen wurden die Abschirmungen ebenfalls aus Pappe oder zur besseren Einsicht aus Drahtgitter mit Musterbeutelklammern befestigt (Abb. 12). Als Beispiele aus ihrem Erfahrungsbereich wurden von den Schülern Abschirmungen und Gehäuse genannt, z.B. Toaster, Fernsehapparat, Heizlüfter, Kettenschutz am Fahrrad u.v.m.

Für die Absicherung des Arbeitsbereiches sollten folgende Bedingungen gelten:

#### Die Schutzklappe

- muß vor Hineingreifen schützen,
- muß zur Bedienung leicht beweglich sein,
- muß ggf. vor herausfliegenden Teilen schützen,
- muß ggf. Sicht auf Arbeitsstelle zulassen.

Die hier gezeigten Modelle besitzen schiebbare Schutzklappen. Die Schüler fanden allerdings noch erstaunlich viele andere Lösungen, die allerdings nicht alle funktionstüchtig waren.



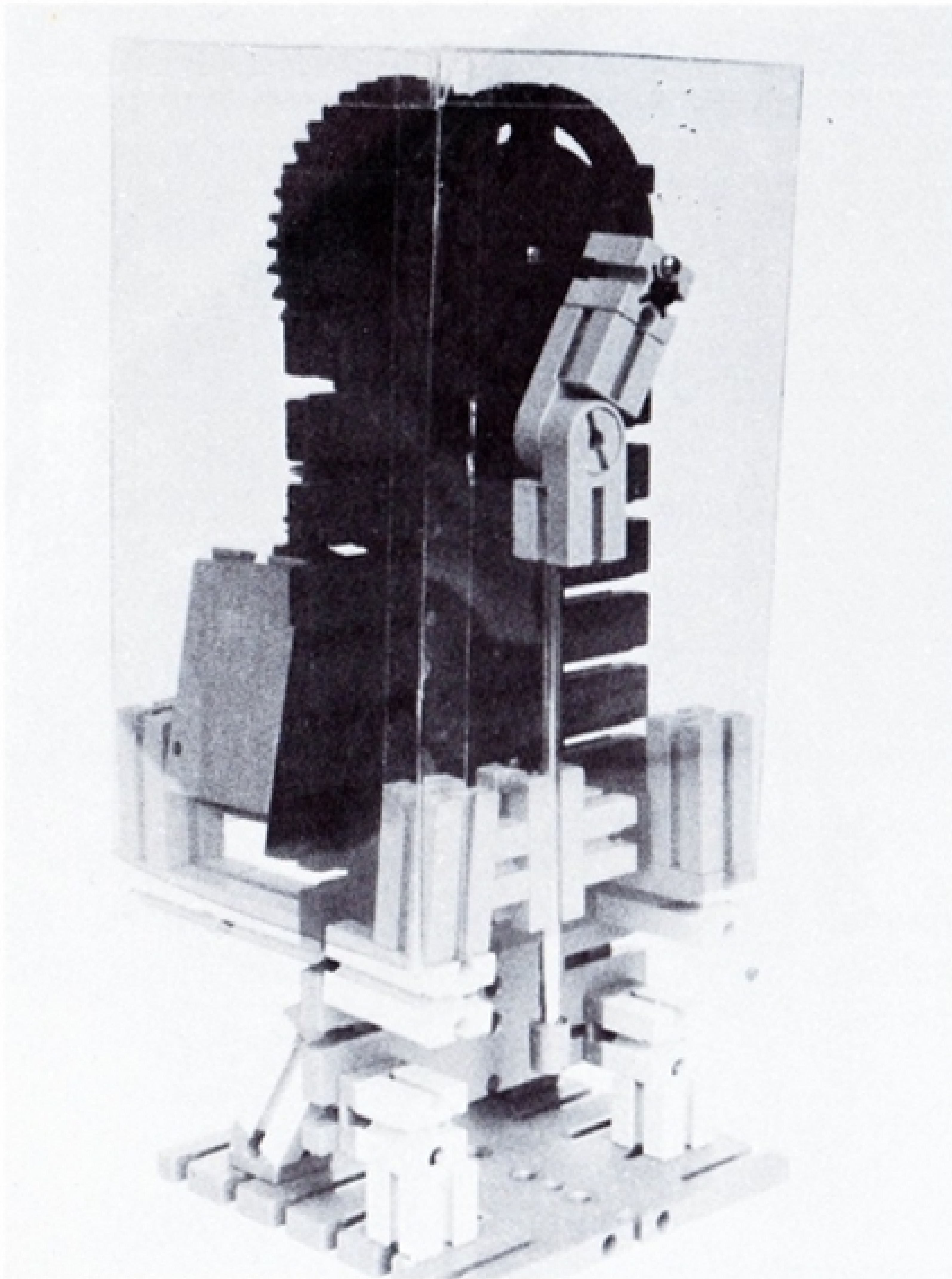


Abb. 11: Klarsichthaube als Schutzgehäuse

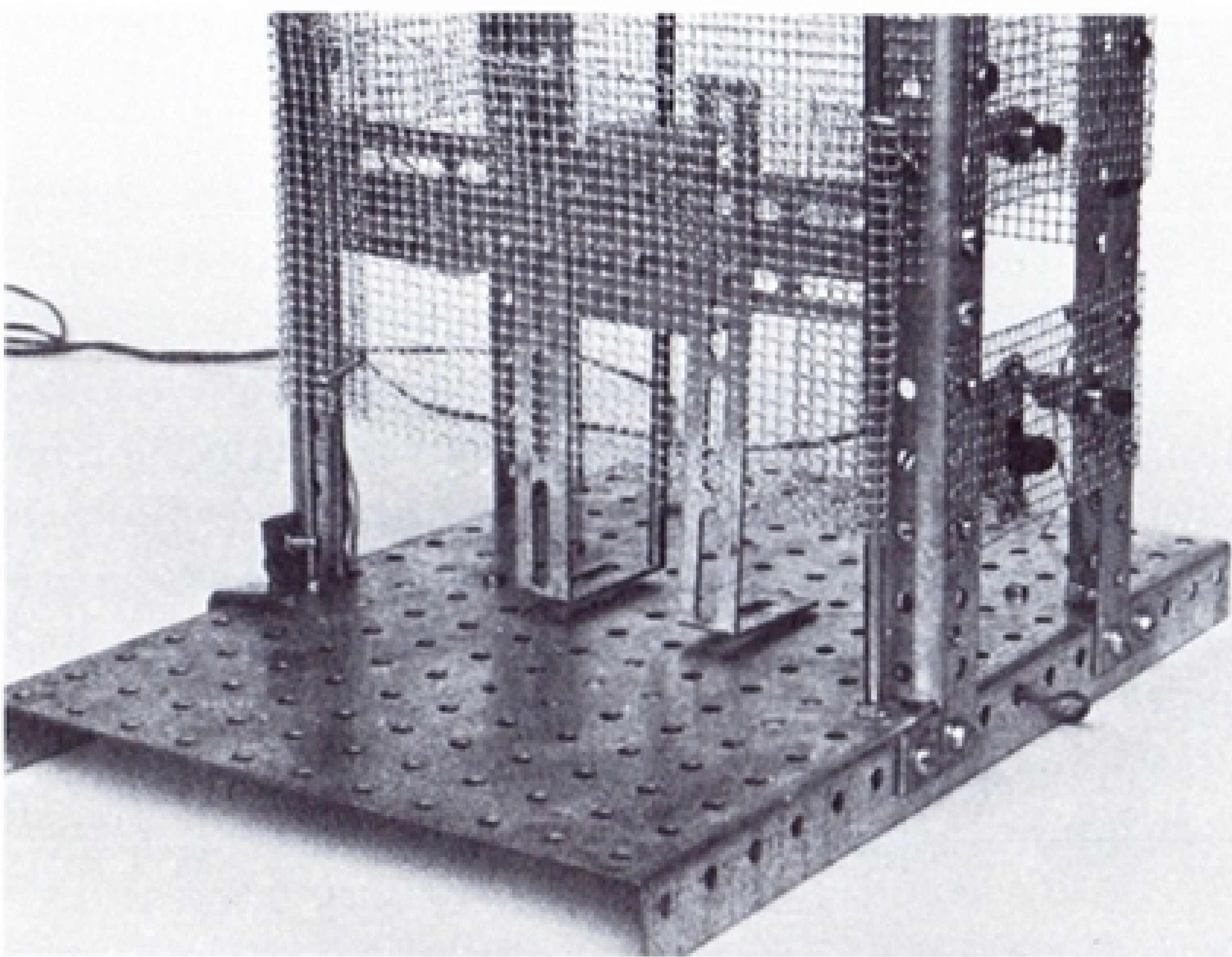


Abb. 12: Drahtgitter als Schutzgehäuse

Bei der Erprobung wurde der Arbeitsablauf simuliert und schriftlich festgehalten. Insbesondere wurden die Nachteile der nicht *zwangsläufig* sichernden Schutzklappe deutlich. Die Schüler brachten bereits bei der Vorstellung ihrer Modelle unter Bezugnahme auf entsprechende Türsicherungen bei Waschmaschinen, Spülmaschinen, Trockner, Schleuder usw. Verbesserungsvorschläge ein, die auf eine Verriegelung der Schutzklappe während des Arbeitsvorganges ausgerichtet waren.

## 2. Stufe: Schaltung mit Hauptschalter, Schutzklappenkontakt und Beid-Hand-Taster

Da eine elektromagnetische oder andersartige zwangsläufige Verriegelung vom Arbeitsmaterial her nicht realisierbar war, wurde die Bedingung für die Wirksamkeit darauf beschränkt, daß die Maschine nur dann arbeiten kann, wenn die Schutzklappe geschlossen ist.

Hierzu wurde ein einfacher Stromkreis entwickelt (Abb. 13), bei dem der Stromfluß über einen mit der Schutzklappe ( $S_1$ ) verbundenen Tastkontakt ( $T_1$ ) geöffnet bzw. geschlossen wurde.

In den Lerngruppen, in denen Grundkenntnisse über den Stromkreis vorhanden waren, wurde die Sicherung einer elektrischen Kaffeeschlagmühle erörtert und die Aufgabe gestellt, die Reihenschaltung von Eintaster und Deckelkontakt abzuleiten.

Zusätzlich sollten die Schüler eine Art Fernsteuerung entwickeln, mit der verhindert werden kann, daß der Arbeiter während des Arbeitsvorganges in den unmittelbaren Gefahrenbereich gelangen könnte. Dazu wurde die Beid-Hand-Schaltung ( $T_2$  und  $T_3$ ) als beste Lösung erarbeitet (Abb. 14).

Für die Schutzschaltung waren also die folgenden Bedingungen zu erfüllen:

Die Maschine kann nur arbeiten,

- wenn der Hauptschalter eingeschaltet ist, *und*
- wenn die Schutzklappe geschlossen ist, *und*
- wenn beide Taster betätigt werden (UND- oder Reihenschaltung).

Während bei den Baukasten-Modellen der Schaltungsaufbau über Steckverbindungen der entsprechenden Bauelemente zu bewerkstelligen war (Abb. 15), wurden für die anderen Modelle Halterungen für die vorverdrahteten Taster bzw. Kontakte hergestellt und die Anschlüsse auf der Unterseite des Modells in einer Lüsterklemmleiste zusammengeführt (Abb. 16).

Bei der Erprobung und Vorstellung der Modelle zeigten sich die Schüler besonders motiviert, die Wirksamkeit der Schaltung zu testen, was dann auch in einem Fall zu dem „Erfolg“ führte, daß ein Pflaster erforderlich war.

Einen schwerwiegenden Nachteil sahen die Schüler darin, daß der Motor zwar bei Öffnen der Schutzklappe abgeschaltet wird, die Maschine aber noch einen Augenblick nachläuft. Dieses Problem ist auch aus der Praxis bekannt und ist bei verschiedenen Maschinen (Bandsägen, Stanzen, Pressen...) Gegenstand spezieller Sicherheitsbestimmungen. Die Schüler schlugen mechanische Sperrvorrichtungen und Bremsen vor, die allerdings einen hohen konstruktiven Aufwand erfordert hätten. Durch einen Schaltungsfehler (Wicklungkurzschluß) hatte allerdings eine Schülergruppe eine elektrische Mo-



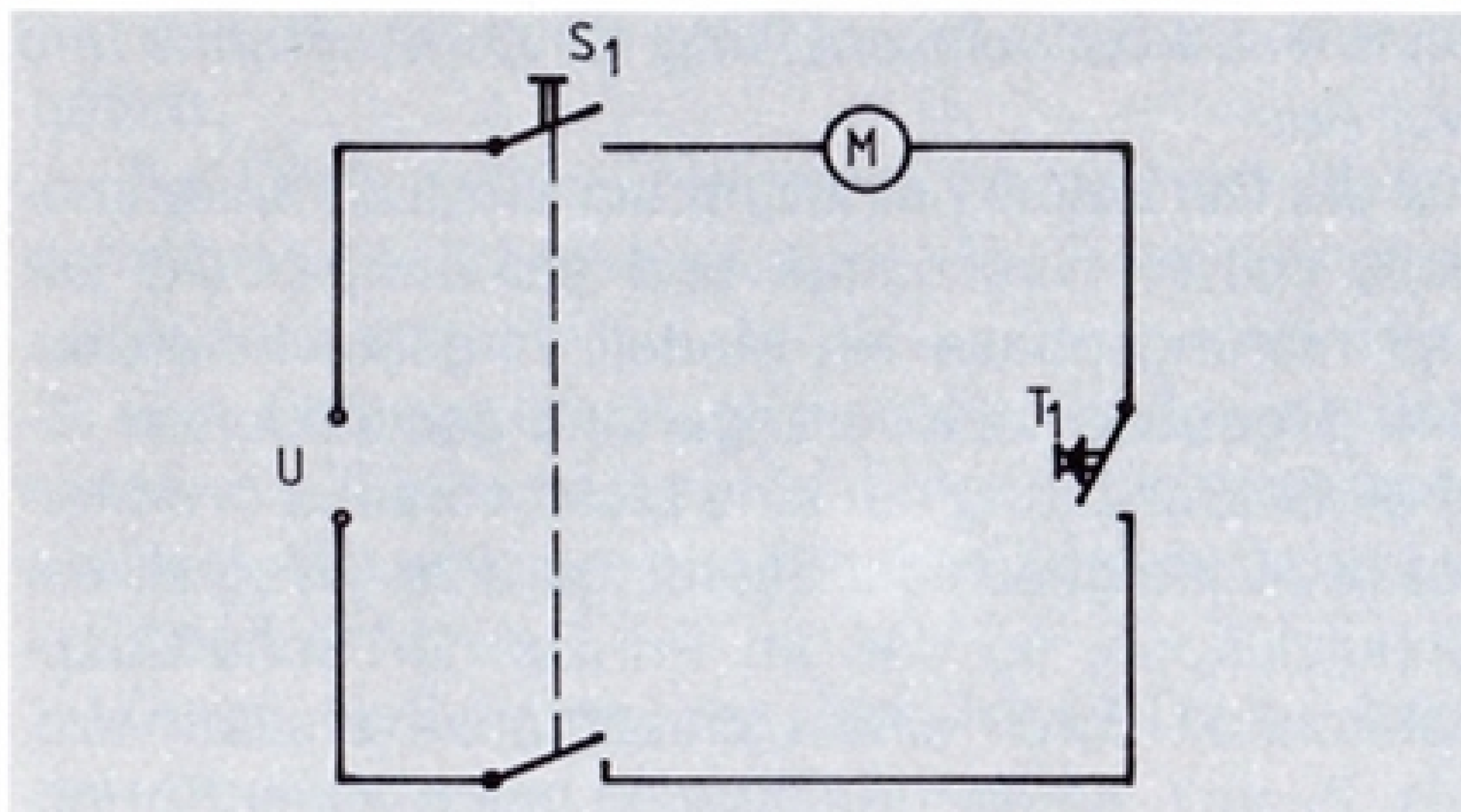


Abb. 13: Schaltung mit Hauptschalter ( $S_1$ ) und Schutzklappenkontakt ( $T_1$ )

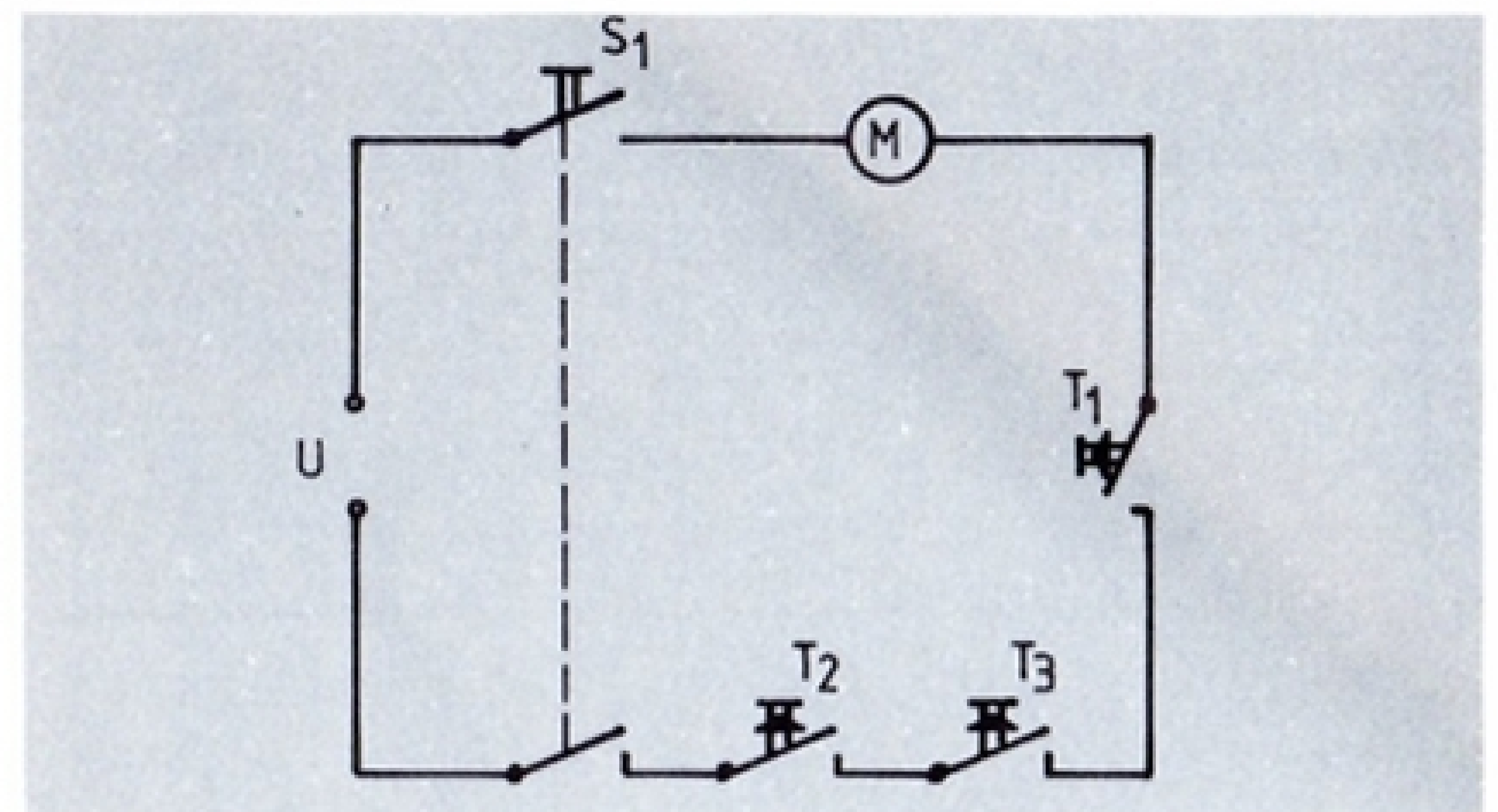


Abb. 14: Erweiterung der Schaltung Abb. 13 um Beid-Hand-Taster ( $T_2, T_3$ )

torbremse gefunden, die bei der folgenden Schaltungserweiterung auch angewendet wurde.

Die bislang gesammelten Schülervorschläge zur Verbesserung der Modelle wurden ergänzt und in der Diskussion auf ihre Realisierbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Mitteln überprüft. Für die Weiterentwicklung ergaben sich zwei Modellalternativen:

1. Erweiterung der Schaltung zur Selbsthalteschaltung für Schutzklappenkontakt und Not-Aus mit Entriegelung;
2. Erweiterung um eine Lichtschranke unter Wegfall der Schutzklappe.

Daß diese Möglichkeiten trotz der damit verbundenen hohen Anforderungen ohne umfangreiche theoretische Vorarbeiten realisierbar waren, ist darauf zurückzuführen, daß

- bei den Gruppen, die im 9. und 10. Jahrgang diese Unterrichtsreihe durchführten, eine Unterrichtseinheit vorangegangen war, in der die Konstruktion einfacher Alarmanlagen auf der Grundlage von Relais-Selbsthalteschaltungen mit verschiedenen Auslöse- und Alarmmöglichkeiten behandelt

worden war, so daß Teile der Modelle mit geringen Schaltungsänderungen übernommen werden konnten;

- bei den übrigen Gruppen, die mit Baukästen arbeiteten, nach Zusammenstellung der Funktionsbedingungen der Schaltungsaufbau soweit vorgegeben wurde, daß die Schaltungen als Black-Box fungierten.

Den Schülern wurde freigestellt, welche der beiden Möglichkeiten sie weiterentwickeln wollten, so daß unterschiedliche Lösungen in den Lerngruppen erreicht werden konnten. Die Funktionsbedingungen für beide Schaltungen wurden allerdings gemeinsam erarbeitet.

### Stufe 3: Selbsthalteschaltung für Schutzklappe und Not-Aus

In der Diskussion über die Funktionsbedingungen der Selbsthalteschaltung gingen die Schüler davon aus, daß nach Auslösen von Schutzklappenkontakt und Not-Aus, deren Betätigung nur im Notfall geschehen würde, die Maschine gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten gesichert sein müsse.

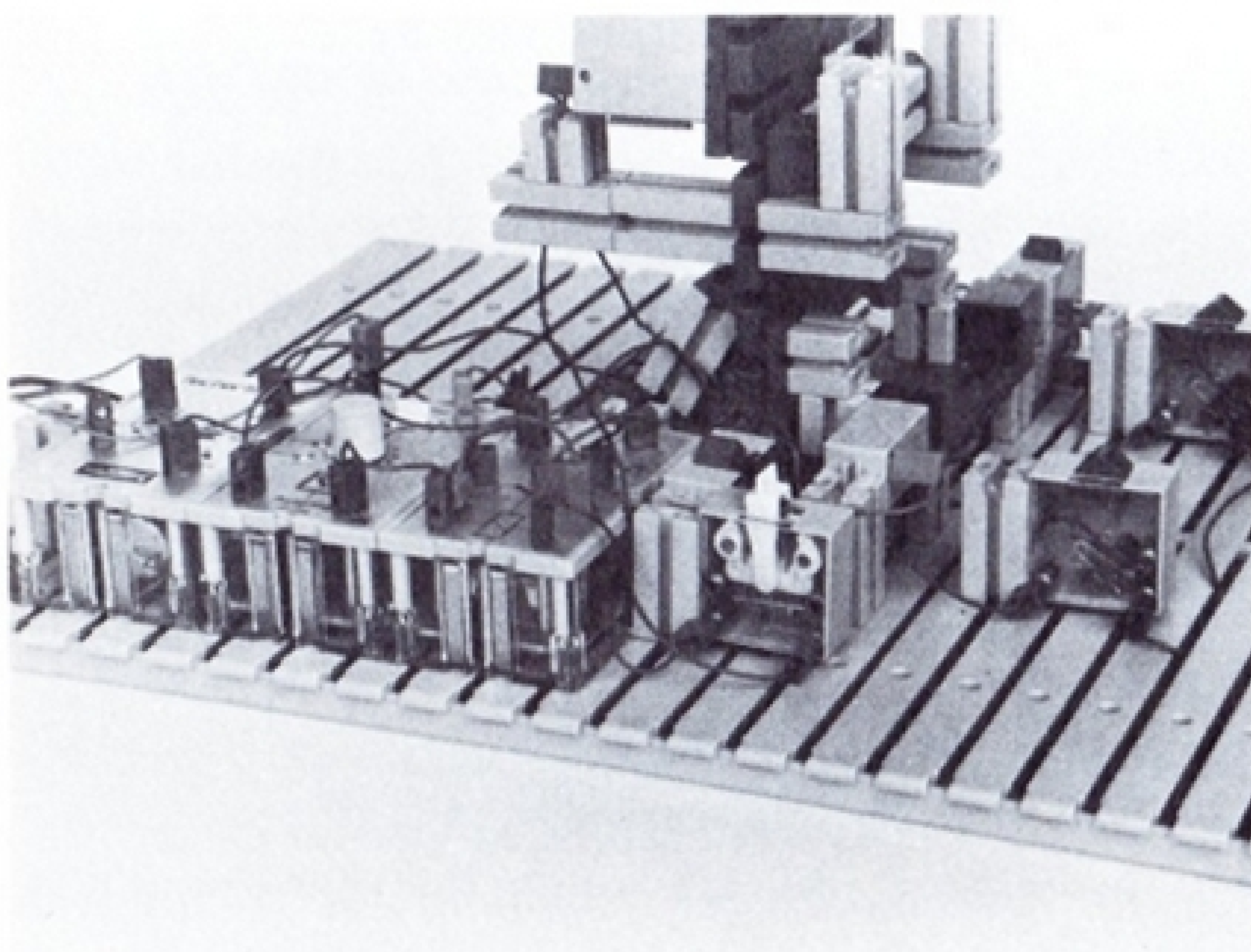


Abb. 15: Verdrahtung durch Steckverbindungen

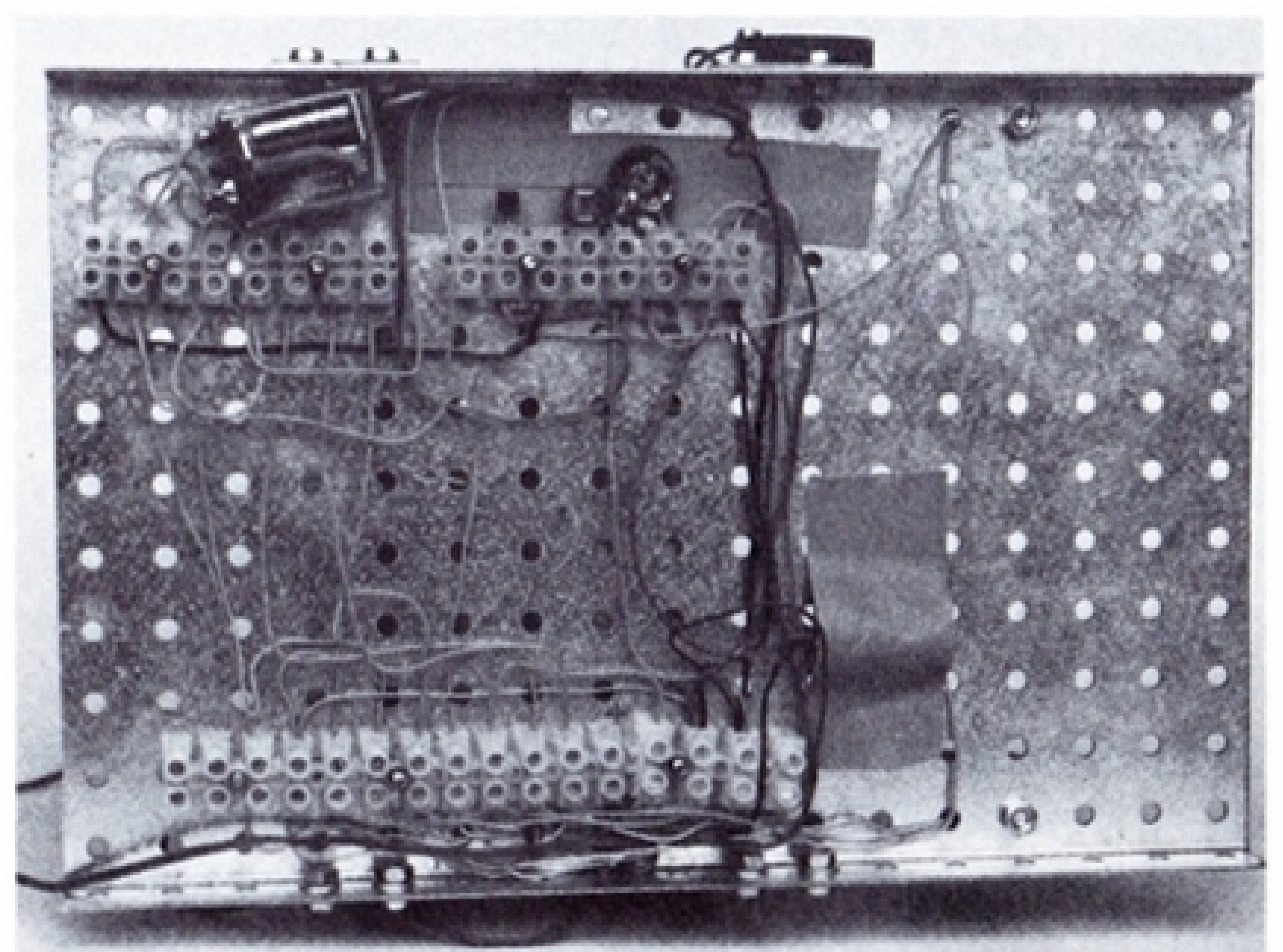


Abb. 16: Verdrahtung auf der Unterseite des Modells



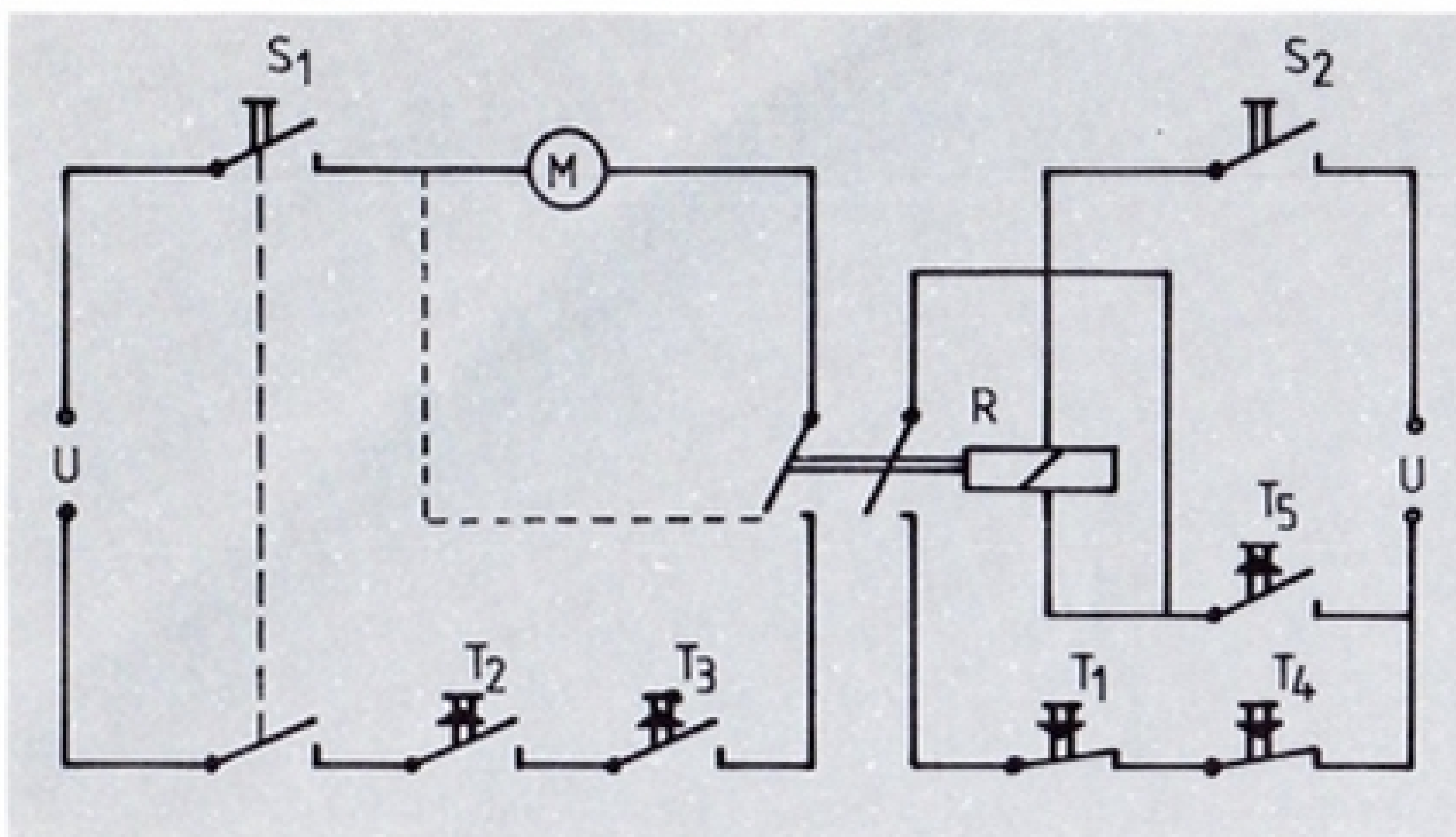


Abb. 17: Erweiterung der Schaltung Abb. 14 zur Selbsthalteschaltung ( $T_4$ : Not-Aus-Taster,  $T_5$ : Entriegelung)

Die Bedingungen für die Schaltfunktionen lauteten also: Wenn die Schutzklappe geöffnet wird *oder* der Not-Aus-Taster betätigt wird, muß die Maschine sofort zum Stillstand kommen und vor weiterer Benutzung durch einen besonderen Schalter oder Taster entriegelt werden (Abb. 17).

Bei den Baukasten-Modellen wurde zum Aufbau der Schaltung ein Gleichrichter- und ein Relaisbaustein eingesetzt. Der Aufbau der Schaltung wurde dann so vorgegeben, daß die notwendigen Steckverbindungen bis auf wenige Ausnahmen von den Schülern selbständig erarbeitet werden konnten.

Bei den anderen Modellen wurde die Schaltung, wie bereits erwähnt, aus einer früher erarbeiteten Alarmschaltung abgewandelt, indem als Auslöser nur der Schutzklappenkontakt und der Not-Aus-Taster eingesetzt und die Schaltfunktion des Relais umgekehrt wurde (vorher Einschaltung bei Auslösung, jetzt Abschaltung bei Auslösung). Das bereits in der Alarmanlagenkonstruktion auf einer Lüsterklemmleiste angeschlossene Relais wurde nach Montage des Not-Aus und des Entriegelungstasters auf der Unterseite des Halbzeug-Modells verdrahtet.

Wie auch in den vorhergehenden Aufbaustufen wurden die Modelle auf Wirksamkeit der sicherheitstechnischen Einrichtungen überprüft und der Arbeitsablauf u. a. bei der Produktion von Konfetti erprobt.

Mit den Schülergruppen in der Gesamtschule Düsseldorf wurde die elektrische Papierschnidemaschine der Schuldruckerei sicherheitstechnisch analysiert. Da diese Maschine auch über Beid-Hand-Schaltung und Entriegelungstaster verfügt, konnten die Schüler ihre Lösungen einerseits in der Realität bestätigt sehen, aber dennoch Unterschiede in der Funktionsweise feststellen, da bei dieser Maschine die Selbsthaltevorrichtung und somit die Entriegelung nicht mit einem Not-Aus-Taster oder Schutzklappenkontakt, sondern mit der Beid-Hand-Schaltung direkt gekoppelt ist.

#### Stufe 4: Selbsthalteschaltung für Lichtschranke und Not-Aus

Auf die Darstellung eines reinen Lichtschrankenmodells soll hier verzichtet und als Endprodukt der Optimierungsphase ein Modell vorgestellt werden, das gegenüber der vorangehend geschilderten Sicherheitsschaltung um eine Lichtschranke erweitert wurde. Dies geschieht allerdings unter Wegfall der Schutzklappe, so daß im Prinzip der Schutzklappenkontakt durch eine Lichtschranke ersetzt wird. Als Zusatz erhält das Modell noch eine Schaltzustands-Anzeige.

Der Aufbau in Kürze: Bei den Baukasten-Modellen wurden ein Verstärkerbaustein, ein Lämpchen als Lichtspender und ein Fotowiderstand als Empfänger, sowie zwei Lämpchen für die Schaltzustands-Anzeige hinzugenommen (Abb. 18, 19). Bei den übrigen Modellen konnte die auf Lüsterklemmleiste vorverdrahtete Verstärkereinheit aus dem Alarmanlagenmodell übernommen werden. Dazu kam das Birnchen als Lichtsender und ein Fotowiderstand als Empfänger. Die Schaltzustands-Anzeige in Form von Leuchtdioden wurde über das Relais gesteuert (Abb. 20).

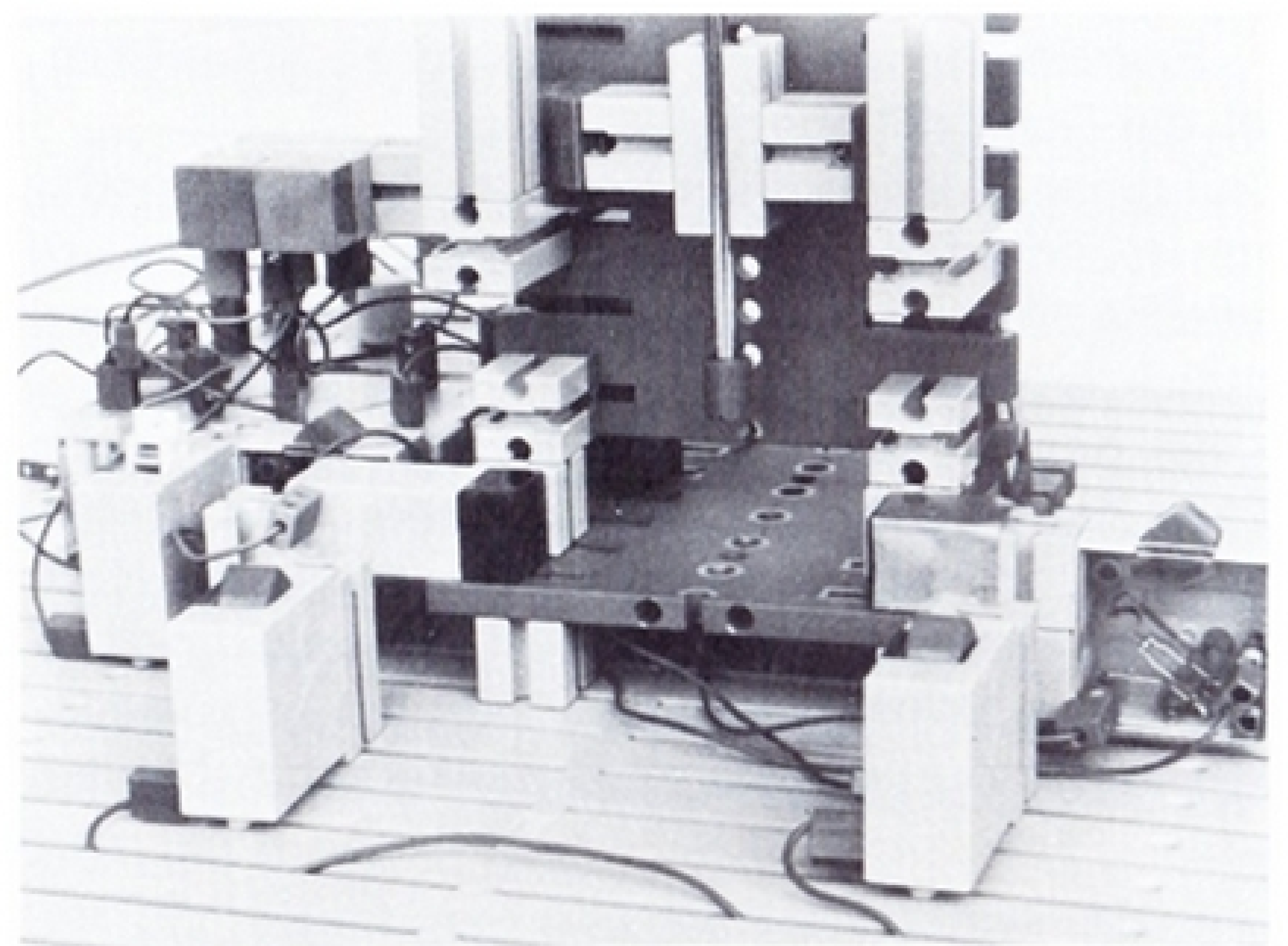


Abb. 18: Lichtschrankengesichertes Modell mit Schaltzustands-Anzeige

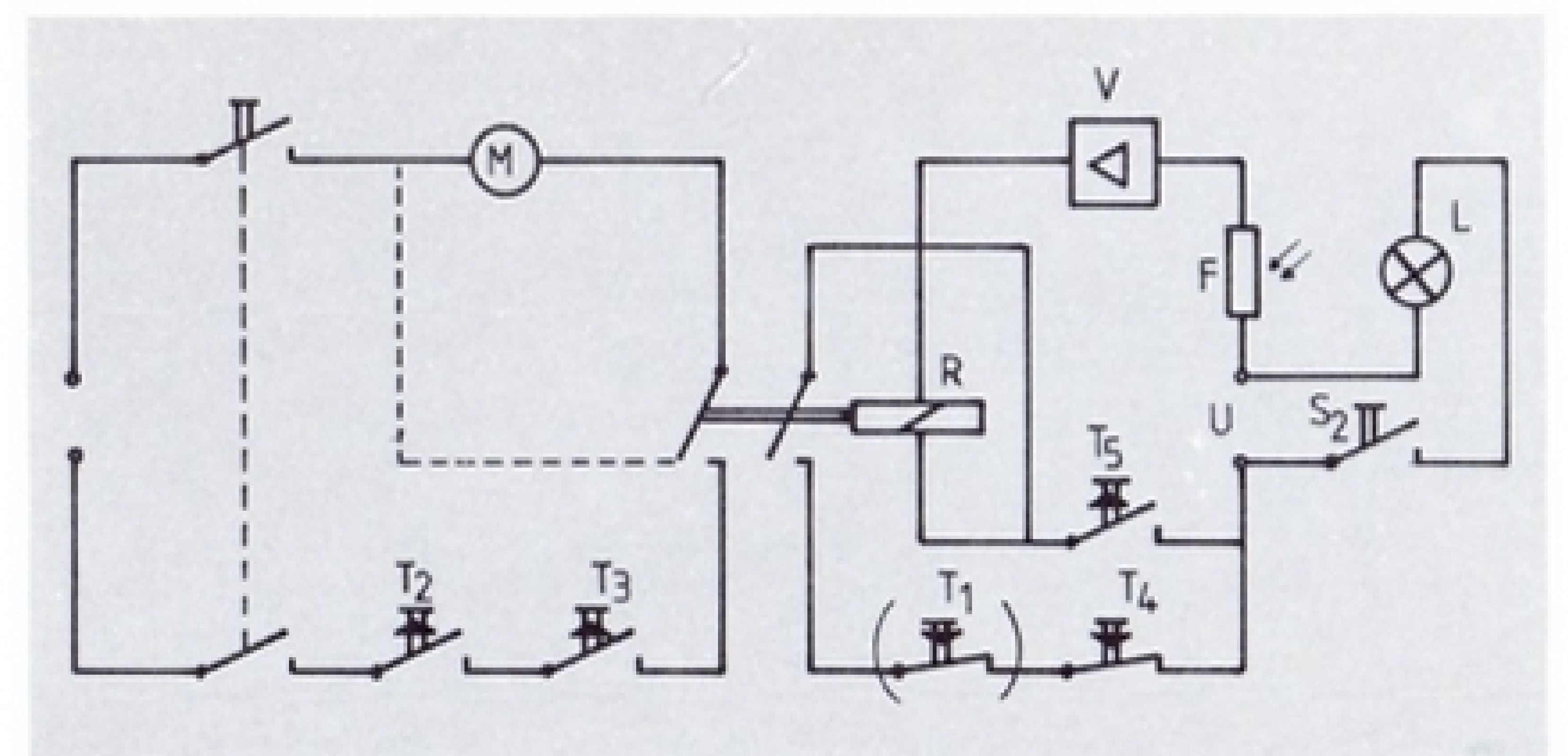


Abb. 19: Erweiterung der Schaltung Abb. 17 um eine Lichtschranke (L: Lichtquelle, F: Lichtempfänger [Fotowiderstand], V: Verstärkerbaustein)



Die Schaltfunktionen wurden wie folgt zusammengefaßt:

1. Zur Öffnung der Energiezufuhr muß der Hauptschalter eingeschaltet werden. Die Zustandsanzeige leuchtet rot auf.
2. Der Entriegelungstaster muß betätigt werden, damit die Sicherheitseinrichtungen Lichtschranke und Not-Aus wirksam werden. Die Zustandsanzeige wechselt auf grün.
3. Durch Betätigung der Beid-Hand-Taster kann der Arbeitsvorgang eingeleitet werden.
4. Bei Unterbrechung der Lichtschranke oder Betätigung des Not-Aus-Tasters kommt die Maschine sofort zum Stillstand. Die Zustandsanzeige leuchtet wieder rot. Durch eine Betätigung der Beid-Hand-Taster kann die Maschine nicht wieder in Gang gesetzt werden.
5. Vor Einleiten des Arbeitsvorganges muß wiederum der Entriegelungstaster betätigt werden.

Als Zusammenfassung der Optimierungsphase wurden die realisierten Sicherheitseinrichtungen zusammengestellt:

1. Abschirmung, 2. Schutzklappe, 3. Zwangsläufig wirksame Schutzklappe, 4. Beid-Hand-Schaltung, 5. Not-Aus-Taster, 6. Entriegelung (Wiedereinschaltssicherung), 7. Lichtschranke, 8. Schaltzustands-Anzeige.

Nicht einbezogen in die Optimierungsphase wurde die in der Realität vorhandene Sicherheitsbedingung *gleichzeitiger* Betätigung der Beid-Hand-Taster, wodurch eine Umgehung etwa durch Feststellen eines Tasters unmöglich gemacht wird. Dies hätte in unserem Fall zu unlösbaren, mindestens aber zeitlich unangemessenen Schwierigkeiten geführt.

#### *Phase IV: Auswertung und Transfer*

1. Für die in der vorhergehenden Phase erarbeiteten Sicherheitseinrichtungen wurden Anwendungsbeispiele aus dem Erfahrungsbereich der Schüler in einer Tabelle aufgelistet. Die Funktionen der Sicherheitseinrichtungen wurden zu jedem Beispiel erläutert und diskutiert. Die Schüler fanden hierbei eine Vielzahl von Geräten und Maschinen, deren sicherheitstechnische Einrichtungen ihnen erst jetzt bewußt wurden.

2. Aus den Jahresberichten der Gewerbeaufsicht wurden Einzelbeispiele aus der Aufsichtstätigkeit vorgelesen, die sich mit Pressen und Stanzen befaßten. In den Mängelberichten und den dargestellten Maßnahmen fanden die Schüler viele der selbst entwickelten Einrichtungen erwähnt und bestätigt. Hierzu wurden auch Bilder von Stanzen und Pressen gezeigt.

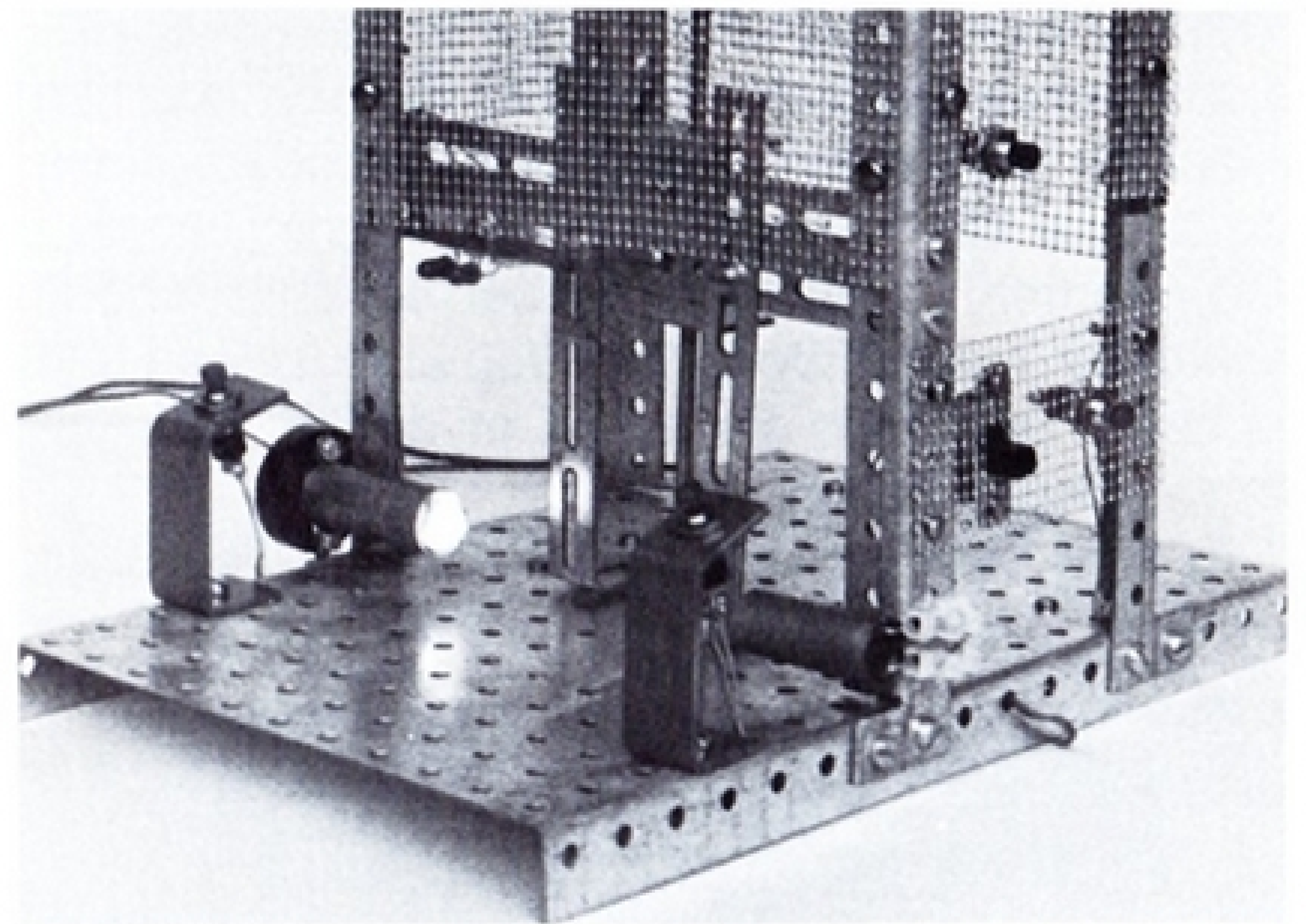


Abb. 20: Halbzeugmodell mit Lichtschranke, Schaltzustands-Anzeige, Not-Aus und Entriegelung

3. Möglichkeiten und Wege zu mehr Arbeitssicherheit im Betrieb sollten die Schüler aus der folgenden kurzen Fallstudie entwickeln:

„In der Besteckfabrik herrscht Hochbetrieb. Die Aufträge für das Weihnachtsgeschäft müssen fertig werden. An verschiedenen Stanzen und Pressen werden in mehreren Arbeitsgängen aus Spezialblechen die Rohlinge hergestellt. Harald ist Bediener einer dieser Stanzen. Er erhält Stücklohn. Wenn er sich ranhält, bekommt er im Monat etwa 300,- DM mehr. Er ist gerade in die Lichtschranke seiner Maschine geraten. Das ist ihm lange nicht mehr passiert, denkt er und stutzt. Die Maschine hätte doch abschalten müssen! Harald hält noch einmal seine Hand in die Lichtschranke – nichts. ‚Die ist hinüber‘ murmelt er vor sich hin. Da wird der Chef aber sauer sein, bei den vielen Aufträgen. Aber ob der überhaupt was unternehmen würde? Er könnte ja auch noch ohne Lichtschrankensicherung weiterarbeiten, und die 300,- DM mehr im Monat kann er auch gut brauchen.“

Nach ersten Meinungsäußerungen zum dargestellten Fall erhalten die Schüler Informationsblätter über Personen und Institutionen, die für Arbeitssicherheit zuständig sind. In ihnen werden neben einer kurzen Darstellung der historischen Entwicklung dieser Zuständigkeit die Gesetze, Satzungen oder Vorschriften angeführt, aufgrund derer sie tätig werden, sowie ihre Aufgaben und Ziele genannt. Mit Hilfe dieser Informationsblätter sollen die Schüler Arbeitsblätter zur Organisation des Arbeitsschutzes (vgl. Abb. 21) selbständig ausfüllen, d.h. die dort aufgeführten Fragen stichwortartig beantworten. Dann werden die verschiedenen Entscheidungsmöglichkeiten für Harald aufgelistet, z.B.:

Harald unternimmt nichts.

Harald wendet sich an seinen Chef.

Harald wendet sich an den Betriebsrat u. s. w.



In Kleingruppen sollen die Schüler Vorteile, Nachteile und Konsequenzen aufzeigen, die sich aus den einzelnen Möglichkeiten ergeben. Nachdem diese Ergebnisse der Kleingruppen vorgetragen worden sind, werden die Schüler in der abschließenden Diskussion aufgefordert, den Weg aufzuzeigen und zu begründen, den sie selbst in dieser Situation eingeschlagen hätten.

4. In zwei Lerngruppen wurde statt der Fallstudie der Film „Am Scheideweg“ vorgeführt, der als

Fragezeichenfilm in eine Konfliktsituation zwischen Vorgesetzten und Untergebenen führt, die aufgrund eines Unfalls entstanden ist. Da die Konfliktlösung aber nicht auf diese Ebene beschränkt bleiben darf und zudem der Film keinen weiteren Bezug zum Unterrichtsgegenstand aufweist, scheint mir die geschilderte Fallstudie sinnvoller zu sein.

5. Die Erkundung eines Betriebes unter dem Aspekt der Arbeitssicherheit wäre wünschenswert, konnte bisher aber noch nicht durchgeführt werden.

Informationsübersicht I (innerbetriebliche)			
Institution/ Person	Aufgrund welcher Gesetze oder Vorschriften ist diese Institution/ Person zuständig für Fragen der Arbeitssicherheit ?	Welche Aufgaben hat diese Institution/ Person und welche Ziele verfolgt sie ?	Wie könnte die Institution/ Person in der geschilderten Situation tätig werden ?
Unternehmer			
Sicherheits- fachkräfte			
Betriebsrat			
Sicherheits- beauftragte			

Informationsübersicht II (außerbetriebliche)			
	Aufgrund welcher Gesetze oder Satzungen ist diese Institution zuständig für Fragen der Arbeitssicherheit ?	Wer ist Träger der Institution? Welche Aufgaben hat diese Institution und welche Ziele verfolgt sie ?	Wie könnte die Institution in der geschilderten Situation tätig werden ?
Berufs- genossenschaften			
Eigenunfall- versicherungen			
Gewerbeauf- sichtsbehörden			
Technische Überwachungs- Vereine			

Abb. 21: Schüler-Arbeitsblätter: Organisation des Arbeitsschutzes



---



---

Otto Huslik

# Sicherheitstechnik

Unterrichtsbeispiel 9. Schuljahr

---



---

## 1. Die Ausgangssituation

Die Unterrichtsreihe wurde in zwei Durchläufen im Schuljahr 78/79 im 9. Jahrgang der GHS Kapellen/Erft durchgeführt. Beim Einsatz der fischertechnik (u-t 1, u-t 2, u-t 3, u-t 4, u-t 5) ergab sich ein Zeitbedarf von 6 Doppelstunden, bei Verwendung von „klassischem Material“, von 9 Doppelstunden; dabei entfielen fast 5 Doppelstunden auf den Bau des Funktionsmodells. Trotz Verwendung von Halbzeug-Material war die „Mißerfolgsrate“ beträchtlich höher, d.h. einige Schülergruppen schafften es nicht, ein funktionstüchtiges Modell zu bauen. Zwar werden bei dieser Vorgehensweise auch Fertigkeiten wie z.B. Sägen, Schneiden, Biegen von Metall erlernt und die Einsicht vermittelt, daß hier Präzision Voraussetzung für eine störungsfreie Funktion ist, doch können „randständige“ Schwierigkeiten andererseits auch einen Bruch im Gesamtzusammenhang der Unterrichtsreihe zur Folge haben.

Die Angabe von Lernzielen wurde auf solche zum Bereich „Sicherheit“ beschränkt. Die Lernziele sind nur zum geringen Teil operationalisiert (z.B.: Schüler können Beispiele für Und-Schaltungen/Zweihand-Schaltungen nennen). In der Mehrzahl sind die Lernziele allgemeiner gehalten (erkennen, einsehen); dies sollte jedoch nicht zu der Vermutung verleiten, daß hier kein bestimmtes Endverhalten angestrebt wird.

Die dargestellte Unterrichtsreihe stellt – bei allen Mängeln – einen konkreten Versuch dar, Sicherheit organisiert zu lernen und soll als ein Angebot verstanden werden, aus dem Elemente für die Unterrichtsarbeit übernommen werden können. Von der einmaligen Beschäftigung mit einer solchen Thematik kann gewiß kein verfestigtes Sicherheitsbewußtsein erwartet werden. Dennoch zeigten sich Ansätze eines erhöhten Gefahrenbewußtseins und einer rationaleren Betrachtung von Unfällen, über deren konkrete und langfristige Auswirkung naturgemäß nur hypothetische Betrachtungen vorliegen können.

Die Unterrichtsreihe ist in Lernschritte unterteilt, denen jeweils das beabsichtigte Lernziel – soweit es das Thema „Sicherheit“ betrifft – vorangestellt ist.

Der jedem Lernschritt folgende Kommentar enthält Erfahrungen und Hinweise.

## 2. Durchführung des Unterrichts

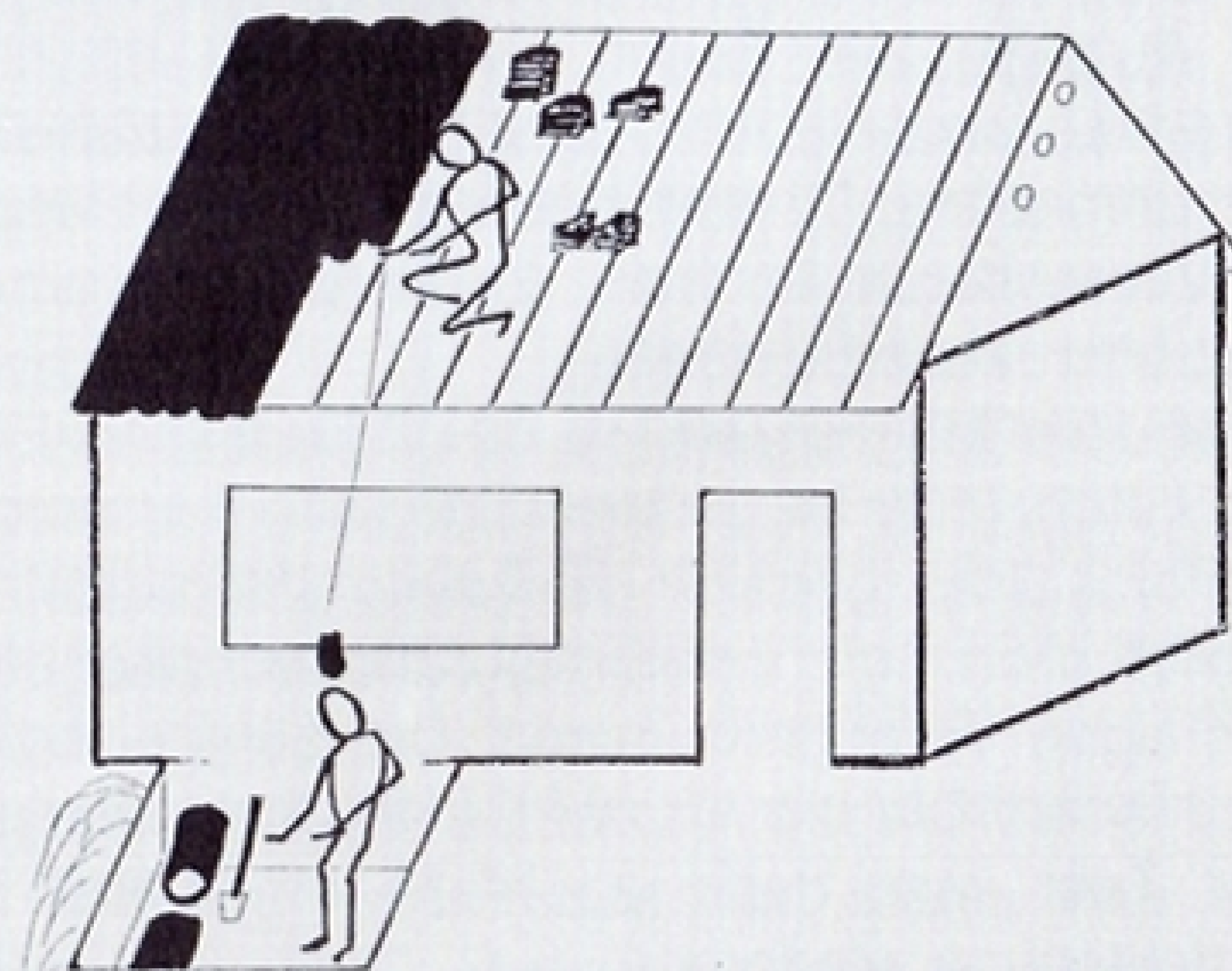
### 2.1 Null-Test

Zu Beginn der Unterrichtseinheit werden die Schüler vor ein Unfallereignis (Arbeitsblatt, Abb. 1) gestellt, um dieses auf Ursachen, Hergang und Folgen hin zu untersuchen.

Fast alle Schüler gaben das menschliche Versagen des Dachdeckers als einzige Unfallursache an, der Dachdecker wurde eindeutig als „Schuldiger“ festgestellt. Hier einige typische Schülermeinungen: „Der Dachdecker hat den Ziegel ja fallen lassen.“ – „Der Dachdecker hat nicht aufgepaßt.“ – „Dem Dachdecker ist der Ziegel aus der Hand gerutscht.“ – „Es war eben ein Unglück, daß der Monteur gerade da stand.“ – „Der Monteur hätte ja auch aufpassen können.“ – Diese Antworten zeigen, daß von den Schülern „Unfall“ und „menschliches Ver-

### Fragebogen

Unfallereignis: Ein Neubau wird mit Dachziegeln gedeckt; gleichzeitig wird unten am Haus eine Wasserversorgungsleitung angeschlossen. Der Dachdecker läßt einen Dachziegel fallen; dieser trifft den unten am Haus arbeitenden Monteur so am Kopf, daß der Arbeiter mit schweren Verletzungen in ein Krankenhaus eingeliefert werden muß.



Gründe (Ursachen) des Unfalls: \_\_\_\_\_

Hergang des Unfalls: \_\_\_\_\_

Folgen des Unfalls: \_\_\_\_\_

Abb. 1: Schüler-Fragebogen (Nulltest)



## Düsseldorfer Stadtanzeiger

### Hand amputiert

Düsseldorf – Gestern ist es in einem hiesigen Metallwerk zu einem schweren Unfall gekommen. Ein Arbeiter geriet beim Einlegen von Blechen mit seiner rechten Hand unter die Presse. Dabei wurden Finger und Handteller derart zerquetscht, daß die Ärzte nur noch eine Amputation vornehmen konnten. – Wie eine erste Untersuchung der zuständigen Berufsgenossenschaft ergab, geschah der Unfall während sich der Arbeiter mit einem Kollegen unterhielt; zudem wurde festgestellt, daß die Sicherheitseinrichtung vorher außer Betrieb gesetzt worden war.

Gründe (Ursachen) des Unfalls: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hergang des Unfalls: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Folgen des Unfalls: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Abb. 2: Arbeitsbogen zur Problemstellung

sagen' oft gleichgesetzt werden und dies „hingegenommen“ werden muß.

Dieses Arbeitsblatt wird den Schülern am Ende der Unterrichtseinheit nochmals vorgelegt (mit der gleichen Aufgabe wie vorher, Arbeitsblatt ist nicht besprochen worden). Die Schüler können dann die schon gemachten Eintragungen unverändert lassen oder Verbesserungen bzw. Ergänzungen vornehmen (Lernzuwachskontrolle).

Eine andere Möglichkeit, den Null-Test (und End-Test) durchzuführen, wäre folgende: Es werden nummerierte Dias gezeigt, und zwar mit einzelnen oder mehreren Gefahrenkonfigurationen, aber auch mit richtigen Verhaltensweisen. Die Schüler sollen nun zu jedem Dia die Art der Gefährdung notieren; dieser Test wird dann ebenfalls am Ende der Unterrichtsreihe wiederholt.

### 2.2 Einstieg: Konfrontation mit einem „praktischen Fall“

Den Schülern wird ein Zeitungsbericht (Folie, Arbeitsblatt, Abb. 2) vorgelegt. Die Schüler sollen Ursachen, Hergang und Folgen des Unfalls unterstreichen (verschiedene Kennfarben). – Je nach

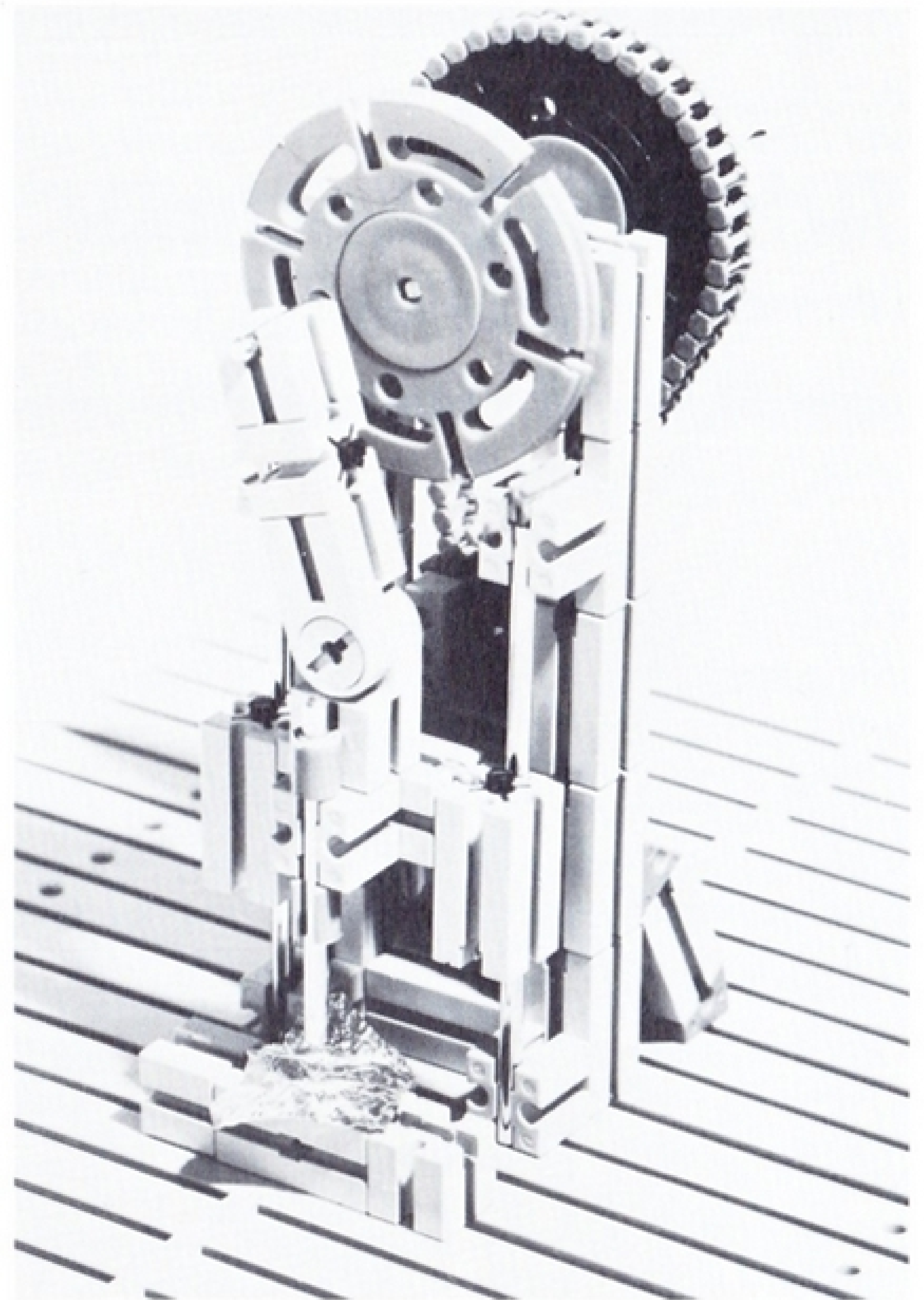


Abb. 3: Grundkonstruktion Presse

Gesprächsverlauf kann an dieser Stelle auch auf das Unfallgeschehen in Haushalt und Industrie eingegangen werden (Statistik, menschliche und wirtschaftliche Folgen von Unfällen usw.).

Der Lehrer gibt den Schülern das Vorhaben der Unterrichtseinheit bekannt: Versuchen, den im Zeitungsbericht geschilderten Unfall durch technische Vorrichtungen vermeidbar zu machen, wobei selbst Fahrlässigkeit und Vergeßlichkeit berücksichtigt werden sollen.

#### Lernschritte:

Sammeln von Informationen und Bau eines Funktionsmodells „Presse“.

Um das Vorhaben zu verwirklichen, muß zunächst einmal eine Presse gebaut werden. Im Klassengespräch wird die Funktionsweise einer Presse erarbeitet. Je nach Wissensstand der Schüler können Fachbücher bereitgehalten werden, aus denen entsprechende Informationen zu entnehmen sind. Der Bau kann auch nach einer Vorlage (Folie, Arbeitsblatt) erfolgen. Es wird festgelegt, daß die Presse dann funktionstüchtig sein soll, wenn der Stempel einen Abdruck in Plastilin/Kitt oder Alu-Folie hinterläßt. – Nachdem erste Vorschläge zum Bau ge-



macht sind, wird die Grundkonstruktion einer Presse auf einer Folie gezeigt, Material ausgegeben und mit dem Bau begonnen. Abb. 3 zeigt ein mögliches Ergebnis dieser Arbeit.

#### Kommentar:

Das eigentliche Vorhaben – nämlich die Sicherung der Maschine – tritt zunächst in den Hintergrund, da der Bau der Maschine eingeschoben werden muß. Jedoch ist hier eine hinreichende Motivation durch den Bau einer funktionstüchtigen Presse gegeben.

### 2.3 Gefahrenanalyse

#### Lernziel:

Die Schüler erkennen, daß Arbeitsabläufe sorgfältig analysiert werden müssen, um Gefahren besser erkennen und abwehren zu können.

#### Lernschritte:

Analyse des Arbeitsablaufs an der Modellpresse; Bestimmung der Gefahrenmomente.

Nach der Fertigstellung der Modell-Pressen wird von den Schülern der Arbeitsablauf durchgeführt, in einzelne Teilschritte zerlegt und auf einem Arbeitsblatt (Abb. 4) graphisch dargestellt. – Danach werden die Arbeitstakte auf mögliche Gefahren für den Arbeiter hin untersucht und ebenfalls in die Graphik entsprechend eingetragen.

#### Kommentar:

Der Arbeitsablauf wird konkret durchgeführt und in Takte zerlegt, damit die Schüler dabei leichter Gefahren erkennen können. – Alle Schülergruppen stellten besonders die Gefährdung der Hände fest und folgerten daraus, daß „irgendeine Sicherung“ die Hände zu schützen hat. – Es wurde aber auch bemerkt, daß die Maschine durch ihre vielen beweglichen Teile (Zahnräder, Kette usw.) insgesamt eine Gefahrenquelle darstellt.

### 2.4 Sicherung vor Gefahren durch technisch-konstruktive Maßnahmen

#### Lernziel:

Die Schüler erkennen, daß durch technische Maßnahmen das Unfallrisiko vermindert werden kann.

#### Lernschritt:

Entwurf von Sicherungseinrichtungen.

Vom Lehrer wird nochmals die besondere Gefahr einer Presse für die Hände herausgestellt. – Er stellt nun den Schülern die Erfindungsaufgabe, technische Vorrichtungen zu planen, welche diese erkannte Gefahr beseitigen bzw. mindern sollen.

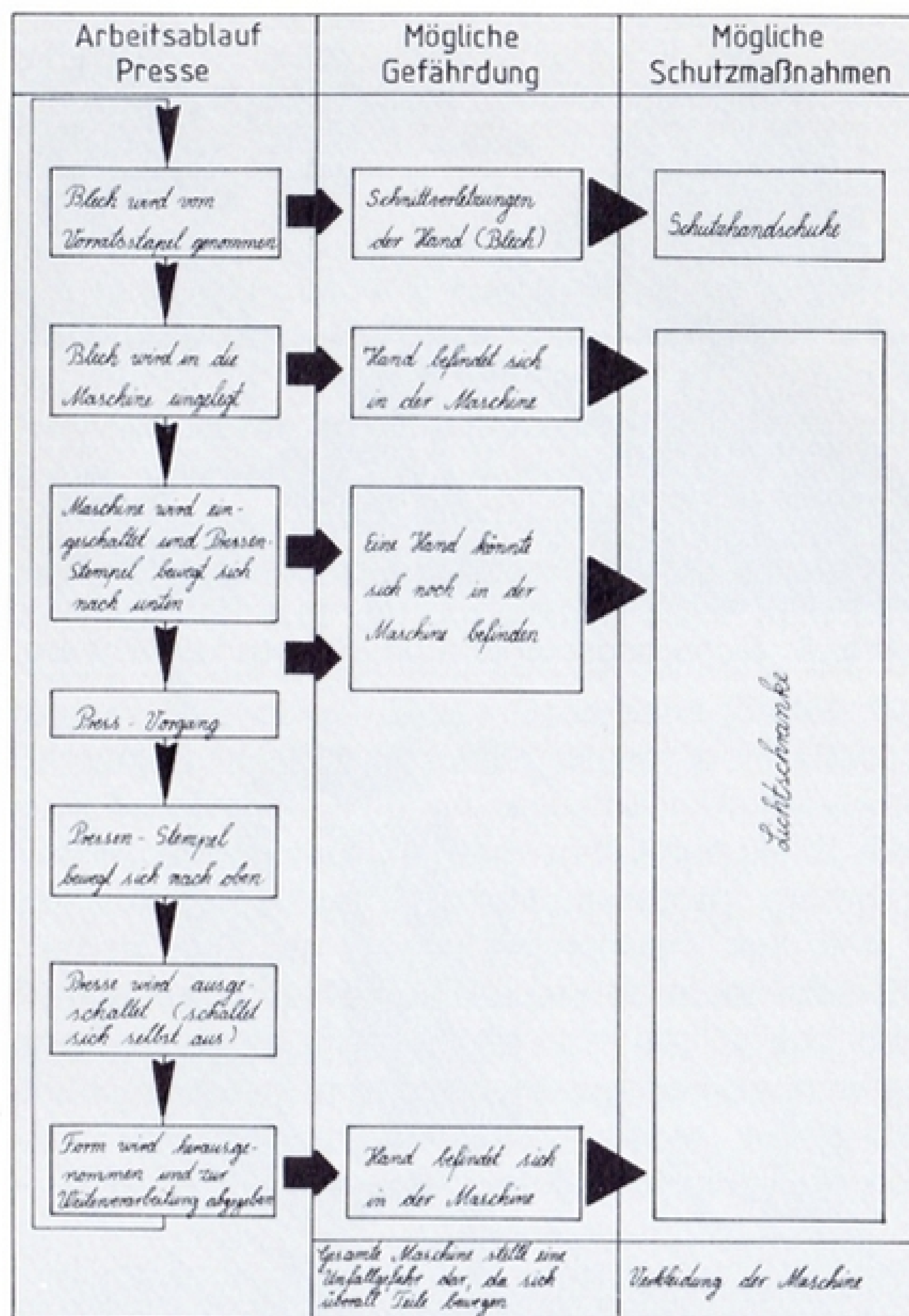


Abb. 4: Arbeitsblatt Gefahrenanalyse

#### Kommentar:

Entweder können die Schüler sofort an die Lösung der gestellten Aufgabe herangehen, oder im Klassengespräch werden „Anregungen“ für solche Sicherheitseinrichtungen gegeben, aufgelistet und nach bestimmten Kriterien beurteilt, um so den Schülern eine Konstruktion zu erleichtern.

#### Lernschritt:

Bau von Sicherungseinrichtungen.

Schüler bauen die Sicherungseinrichtungen, Lehrer gibt Ratschläge und stellt weiteres Material zur Verfügung (vgl. Abb. 5 bis 7).

#### Kommentar:

Die Schülergruppen hatten oft Mühe, ihre Ideen konstruktiv umzusetzen, einfachere Sicherungsmaßnahmen wie Schutzgitter mit Schließkontakt oder Zweihand-Schaltung konnten noch mit einiger Hilfestellung des Lehrers realisiert werden. Die Lichtschränkensicherung wurde zwar von einigen Schülergruppen genannt, jedoch konnte sie von den Schülern schaltungstechnisch nicht realisiert werden, so daß der Lehrer hier Hilfen geben mußte. Vom Prinzip her war die Lösung der Schülergrup-





Abb. 5: Sicherungseinrichtung: Konstruktionsphase

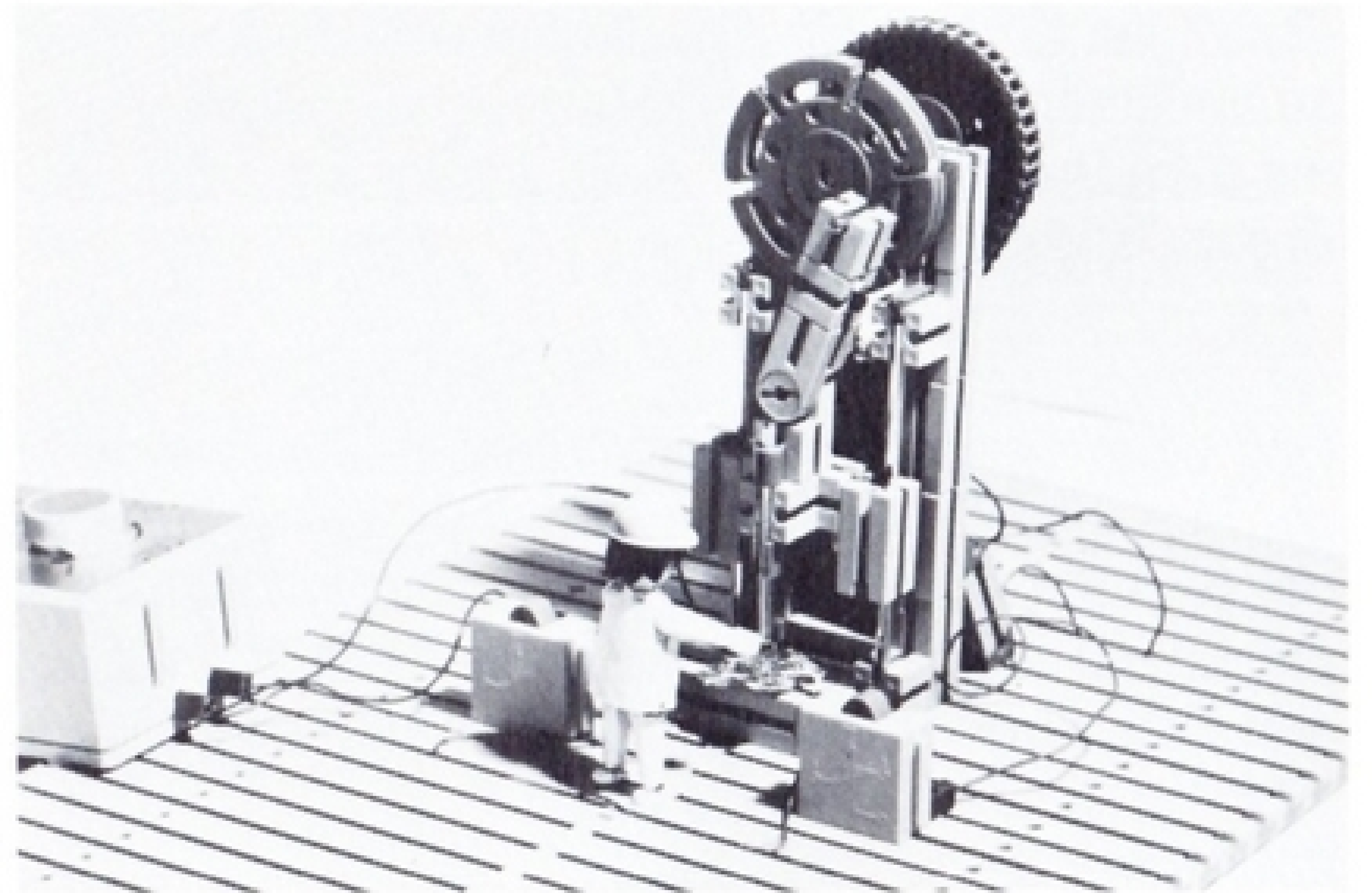


Abb. 6: Presse mit Zweihand-Schaltung

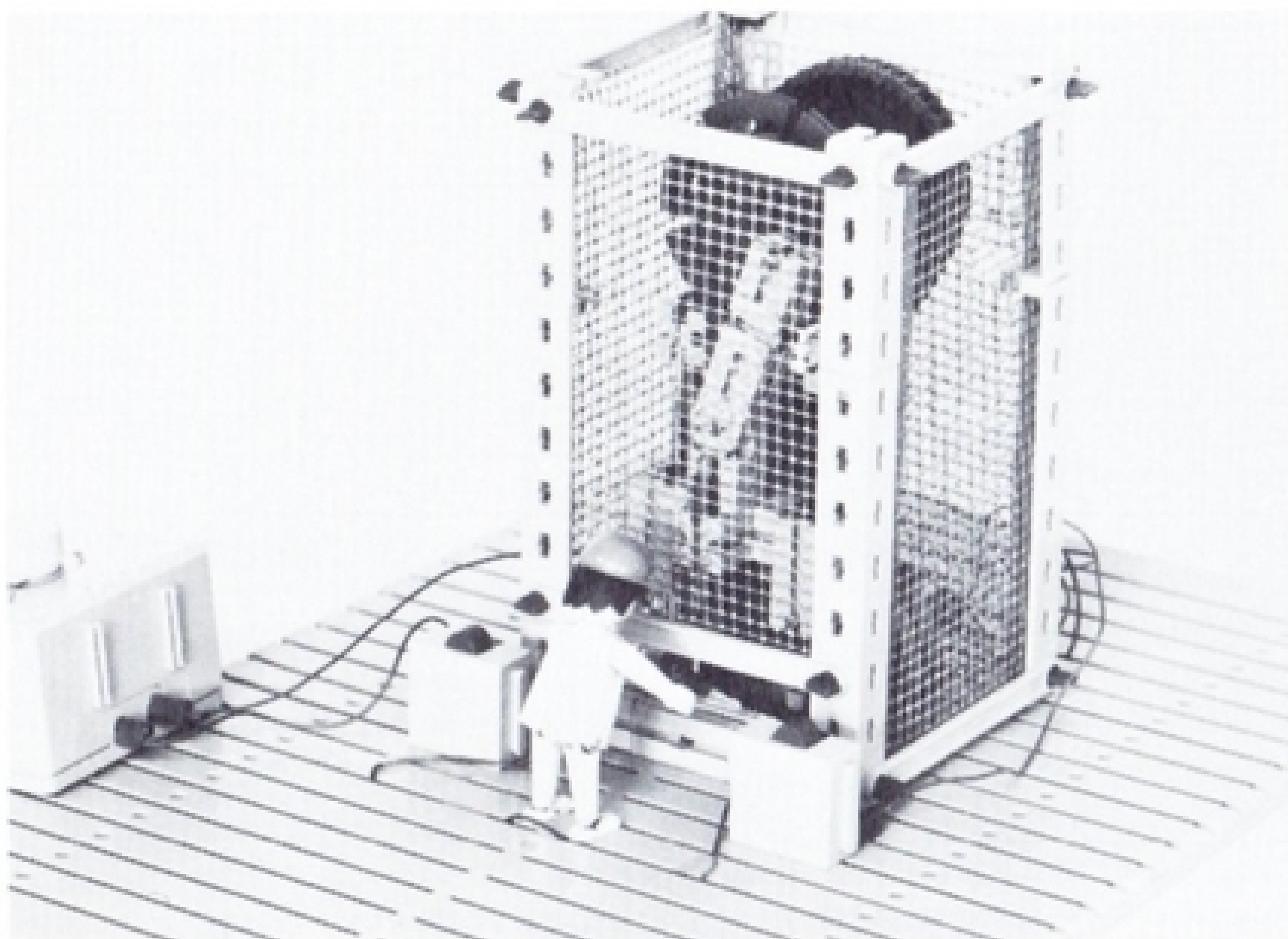


Abb. 7: Zweihand-Schaltung und zusätzliches Schutzgitter

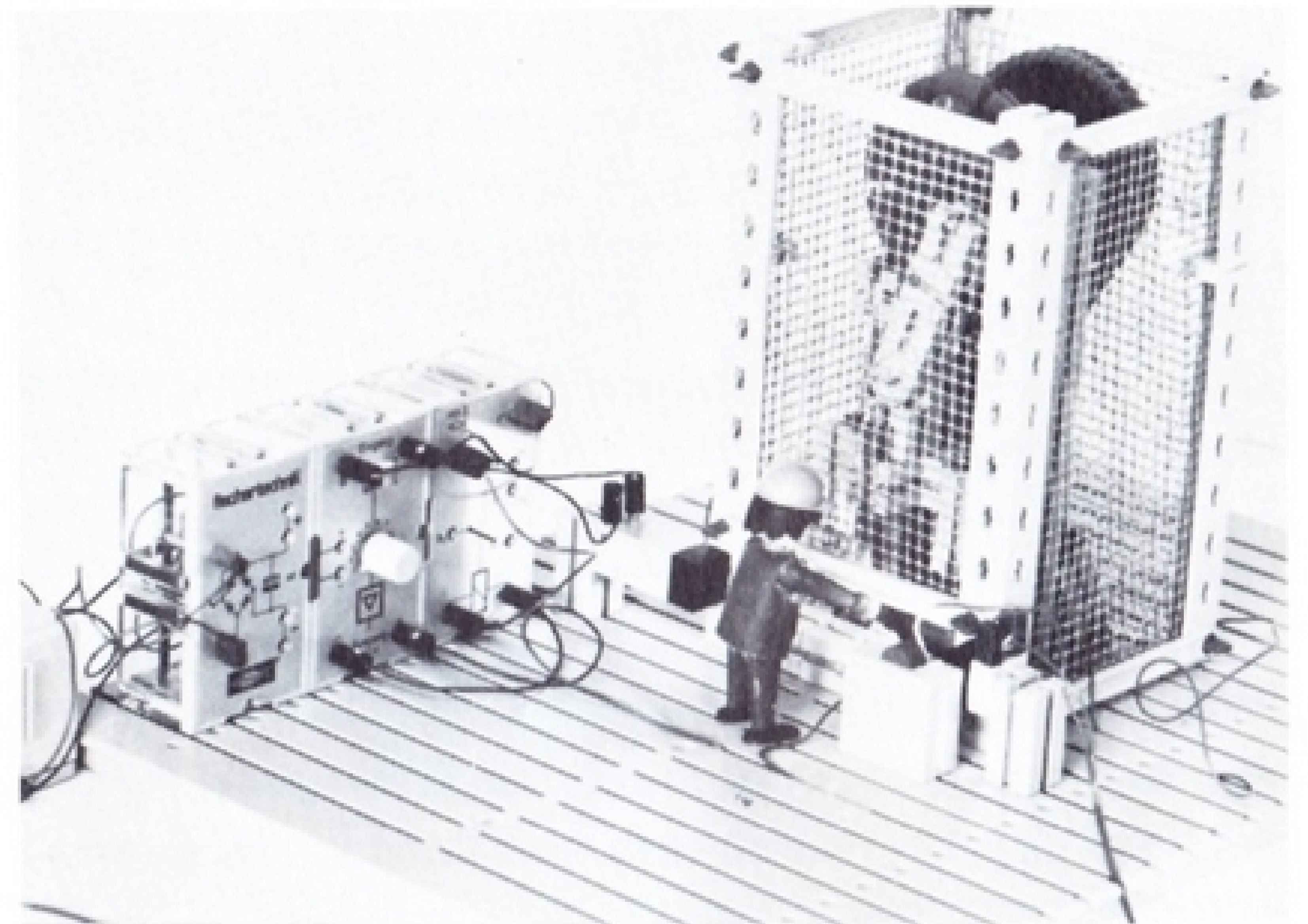


Abb. 8: Zusätzlicher Schutz durch Lichtschranke

pen richtig, nämlich den Fotowiderstand direkt als zweiten Schalter in einer UND-Schaltung einzusetzen (Motorstromkreis). So konnte jedoch nicht verfahren werden, denn wegen der zu hohen Stromstärke, die dann durch den Fotowiderstand geflossen wäre, wäre dieser zerstört worden. Ein Schaltgerät (Verstärker/Relais) mußte eingesetzt werden.

#### Lernziele:

Die Schüler erkennen, daß Zweihand-Schaltungen Schutzeinrichtungen sind, die zur Vermeidung von Handverletzungen den Benutzer zwingen, die Hände während des gefahrbringenden Vorganges außerhalb der Gefahrenstelle zu halten, da *beide* Schalter geschlossen sein müssen, wenn die Maschine in Betrieb gesetzt werden soll (UND-Schaltung). Die Schüler können Beispiele solcher Schutz-einrichtungen nennen (z. B. Waschmaschine, Schleuder . . .).

Die Schüler erkennen, daß die Lichtschranke eine berührungslos wirkende Schutz-einrichtung ist, die beim Eindringen in das Schutzfeld einen Schaltvorgang auslöst, der den gefahrbringenden Vorgang

unterbricht. Die Schüler können Beispiele solcher Schutz-einrichtungen nennen (z. B. Türsicherung bei Verkehrsmitteln und Fahrstühlen, Alarmanlagen). Die Schüler lernen, daß Abschirmungen Schutz-einrichtungen sind, die ein Hineingreifen in die Gefahrenzone unmöglich machen sollen; dabei soll eine Sicht auf die Gefahrenstelle möglichst gegeben sein (durchsichtiges Material). Bei einigen Ausführungen erfolgt eine Abschaltung, wenn die Abschirmung während des gefahrbringenden Vorganges entfernt wird. Die Schüler können Beispiele solcher Schutz-einrichtungen nennen (z. B. Deckel beim Mixer oder der elektrischen Kaffeemühle).

Die Schüler sollen lernen, Schutz-einrichtungen nicht als lästige Hindernisse anzusehen, sondern als eine Maßnahme zu ihrem eigenen Körperschutz (positive Einstellung zum Sicherheitsgedanken).

#### Lernschritt:

Beurteilung der Sicherungseinrichtungen auf ihre unfallverhütende Wirksamkeit.

Es sollen nun die Lösungen der einzelnen Schülergruppen vor der ganzen Klasse diskutiert werden.



Dazu werden die Sicherheitseinrichtungen von der jeweiligen Gruppe vorgeführt und erklärt. Vor- und Nachteile sowie Besonderheiten der Konstruktionen werden auf einer Folie oder auf einer Tafel festgehalten.

**Kommentar:**

Während der Besprechung der Lösungen entstand eine Tabelle entsprechend Abb. 9.

Im Umgang mit den konkreten Modellen werden die Notwendigkeit und die Funktionsweise der Schutz-einrichtungen deutlich. Sind aber erst einmal solche grundlegenden Einsichten in die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit der Sicherheitseinrichtungen gewonnen, werden sie wohl nicht mehr als Hindernis empfunden. – Es läßt sich auch mit einem „Zeitvergleich“ für z.B. 10 Arbeitsgänge einmal mit und einmal ohne Sicherheitseinrichtungen (z.B. Zwei-hand-Schaltung) nachweisen, daß der Zeitbedarf mit Sicherheitseinrichtung oft nur unerheblich höher, das Risiko aber erheblich geringer ist.

**Lernschritt:**

Test, ob die gefundenen Lösungen die Sicherungsaufgabe erfüllen, ohne daß man die Sicherheitseinrichtung umgehen kann.

Die Schülergruppen tauschen ihre Konstruktionen aus und sollen nun versuchen, die Schutzeinrichtung bewußt außer Kraft zu setzen.

**Kommentar:**

Fast alle Schülergruppen schafften es, die Sicherheitseinrichtung zu umgehen und die Maschine in Betrieb zu setzen: Der Schließkontakt des Schutzgitters wurde mit einem Kabel überbrückt, so daß das Gitter erst gar nicht geschlossen zu werden brauchte. Bei der Zweihand-Schaltung wurde ein Taster beschwert, so daß wieder eine Hand frei war. Die Sicherungsfunktion der Lichtschranke wurde ausgesetzt, indem direkt vor dem Fotowiderstand eine weitere Lampe angebracht wurde.

**Lernziele:**

Den Schülern soll bewußt werden, daß im Umgang mit technischen Mitteln trotz Sicherheitseinrichtungen immer noch ein Restrisiko bestehen bleibt.

Die Schüler sollen erkennen, daß es bei der Unfallverhütung über Vorschriften und technische Sicherheitsmaßnahmen hinaus zuletzt doch auf die Eigenverantwortung ankommt.

Den Schülern soll bewußt werden, daß durchaus eine Diskrepanz zwischen der Forderung nach Sicherheit und der nach Funktionalität der Umwelt bestehen kann.

**Lernschritt:**

Versuch einer Steigerung der Sicherheit durch weitere konstruktive Maßnahmen.

**Kommentar:**

Von manchen Schülern wurde nun vorgeschlagen, einige der bekannten Sicherungen zu kombinieren, um eine Erhöhung der Sicherheit zu erreichen. Dagegen wurde sofort eingewendet, daß dadurch die Maschine nicht viel „sicherer“ werden würde, da ja wieder die einzelnen Sicherungen ausgeschaltet werden könnten; vielmehr würde sich der Nachteil ergeben, daß der Arbeitsfluß stark behindert werden würde (in Betrieb setzen mehrerer Sicherungen, Störungen). Diese Gespräche führten zur Erkenntnis, daß technische Systeme nicht absolut gesichert werden können, daß beim Umgang mit Technik immer ein Restrisiko vorhanden bleibt, das vom Menschen in Eigenverantwortung getragen werden muß. Die Schüler akzeptieren, daß dieses Risiko durch bewußtes Außerkräftsetzen der Sicherheitseinrichtungen gefährlich erhöht und daß dadurch letztlich ihre eigene körperliche Gesundheit aufs Spiel gesetzt wird. Als Beispiel wurde die technische Geschwindigkeitsbegrenzung (Siche-

Gefahr durch:	<i>Pressen - Stempel</i>
Gefahr für:	<i>Hände und Arme</i>
Schutz durch:	
Konstruktion	Beurteilung
<i>Ein-Hand-Schalter (von Maschine entfernt)</i>	<i>Arbeiter muß sich von der Maschine entfernen (Vor- und Nachteil) - Moment-Schalter-Formel könnte den Schalter betätigen - Verbesserung durch Schlüssel-Schalter</i>
<i>Zwei-Hand-Schalter (dicht an der Maschine)</i>	<i>Für den Betrieb der Maschine müssen beide Schalter betätigt werden - dadurch sind beide Hände gesichert - Und-Schaltung - Moment-Schalter - Schalter müssen so weit auseinander sein, daß man nicht beide Schalter mit einer Hand oder anderen Körperteilen betätigen kann</i>
<i>Schutzgitter Schalter</i>	<i>Zuschoben nicht unbedingt erforderlich</i>
<i>Schutzgitter mit Kontakt Schalter</i>	<i>Gitter muß zugeschoben werden, so daß ein Kontakt geschlossen wird und somit die Presse eingeschaltet werden kann - Und-Schaltung - aufwendiger</i>
<i>Lichtschranke Schalter</i>	<i>Bewußtes oder unbewußtes Hineingreifen in die Maschine führt zur Ausschaltung - diese Sicherung ist „ständig“ vorhanden, (vorherige Sicherungen mußten erst immer in Betrieb gesetzt werden z.B. durch Zuschoben des Schutzgitters) - Und-Schaltung - Maschine stoppt oft nicht schnell genug - Verbesserung durch Schnellbremse - aufwendiger - stör anfällig? -</i>

Abb. 9: Bewertung der Sicherungseinrichtungen



rung) von Mofas genannt; durch „Frisieren“ wird die Gefahr für den Benutzer erhöht (z. B. Bremswirkung nicht mehr ausreichend). – Die Schüler erkannten ebenfalls, daß sich die Forderungen nach Sicherheit und Funktionalität schneiden können. Eine Schülermeinung: „Wenn man so viele Sicherungen einbaut, kommt man ja gar nicht mehr zum Arbeiten.“

## 2.5 Transfer auf die Realität als Zwischenschritt

### Lernziele:

Die Schüler sollen einsehen, daß Gefahren oft „versteckt“ sind und bestimmte Vorschriften (z. B. Ge- und Verbote) oft Anzeichen für das Vorhandensein solcher unbekannter Gefahren sind (z. B. Überholverbotsschild vor einer noch nicht zu erkennenden scharfen Kurve).

Die Schüler sollen einsehen, daß durch bloßes Aufstellen vieler Verbotsschilder kaum eine Unfallverhütung erreicht wird, da durch die Häufigkeit die Eindringlichkeit (Glaubwürdigkeit) abnimmt.

Die Schüler sollen einsehen, daß ein Aufstellen von manchen Verbotsschildern nur einer Haftungsentlastung des Aufstellers dient und nicht als ein „echtes“ Bemühen gewertet werden kann, Unfälle zu vermeiden.

### Lernschritte:

Verschiedener Aufwand bei der Unfallverhütung; Problematik der Verbotsschilder.

Lehrer stellt fest, daß bisher eine Unfallverhütung durch technische Maßnahmen versucht wurde und dies mit verschiedenem Aufwand und verschiedener Wirksamkeit. Dazu wird eine Tabelle an die Tafel (Folie) gezeichnet, wobei die Sicherheitseinrichtungen nach Aufwand gestaffelt werden. – Lehrer gibt an, daß es noch andere, einfachere Möglichkeiten gibt, mit denen man versucht, derartige Unfälle zu verhindern (evtl. Hinweis auf Verkehrszeichen). Die Tabelle wird dann durch die Maßnahmen „Belehrung“ und „Verbotsschild“ vervollständigt (Abb. 10).

Die Zeichnung wird auf einer Folie (Tafel) entwickelt. Es sollte hervorgehen, daß sich mit zunehmendem Aufwand das Risiko verringern kann, daß aber ein Restrisiko bleibt und daß dem Aufwand Grenzen gesetzt sind. – Verbote und Belehrungen stellen kaum geeignete Maßnahmen dar, da es dann immer nur auf das „richtige“ Handeln des Menschen ankommt, und dieses ist fehlerhaft. – An dieser Stelle kann auch das Aufstellen von Verbotsschildern thematisiert werden. Es kann dabei herausgearbeitet werden, daß Verbotsschilder auf unbekannte Gefahren hinweisen können und deshalb ein bestimmtes Verhalten untersagen. Es sollte

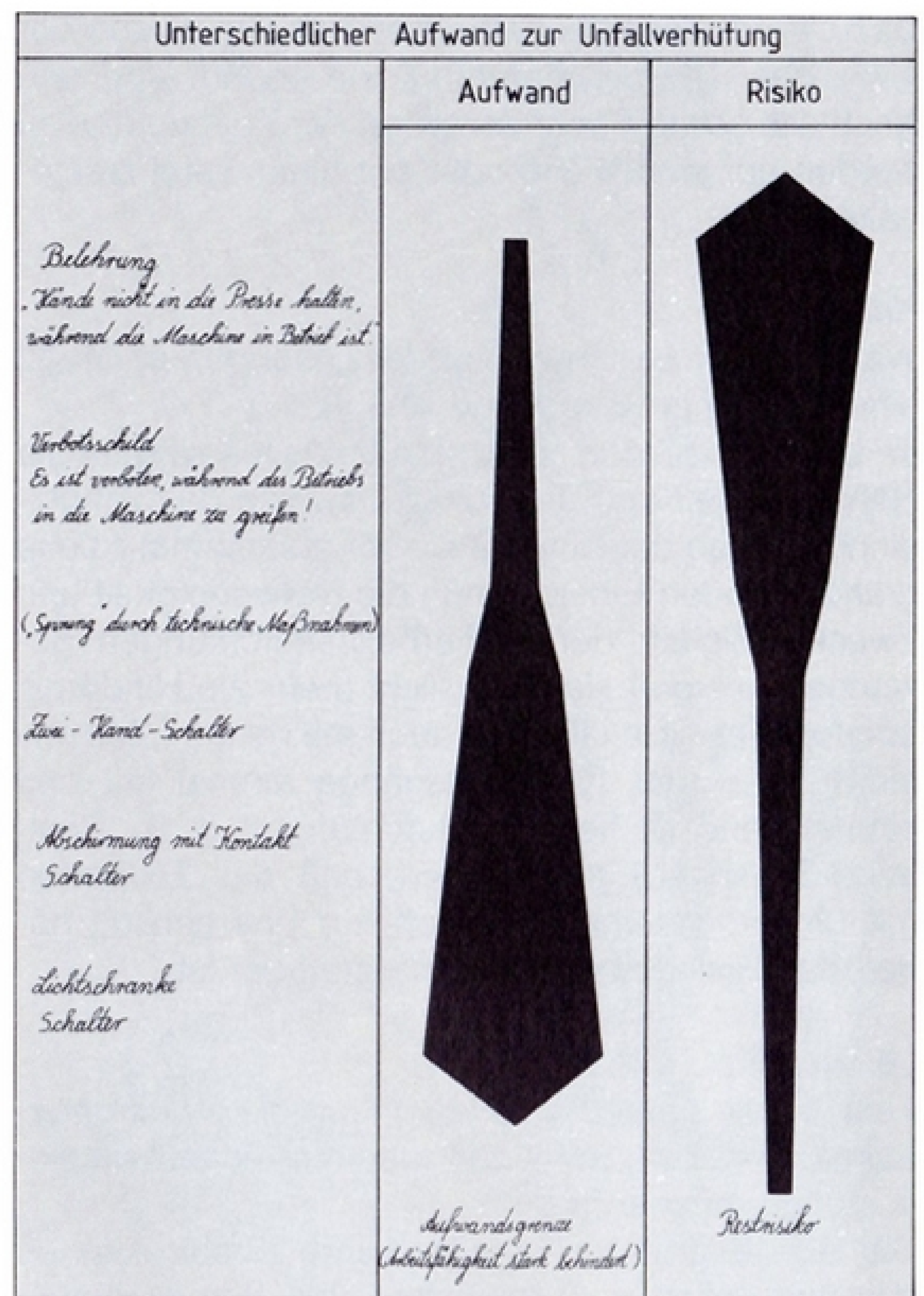


Abb. 10: Aufwand und Risiko bei der Unfallverhütung



Abb. 11: Schilder warnen vor Gefahren



aber auch das oft bedenkenlos häufige Aufstellen von Verbotsschildern problematisiert und mit den Schülern darüber diskutiert werden, warum denn Verbotsschilder eigentlich so selten befolgt werden. – Weiterhin werden Ver- und Gebotsschilder und Warnschilder (Piktogramme) auf ihre Aussagen untersucht (vgl. Abb. 11).

*Kommentar:*

Die Diskussion über die Verbotsschilder verlief sehr rege. Die Schüler nennen oft Beispiele. So berichtet ein Schüler, daß auf einer Baustelle das Schild „Betreten verboten – Eltern haften für ihre Kinder“ vergessen worden sei, und er folgert daraus, daß alles schon nicht so ernst gemeint sei; wenn etwas wirklich gefährlich wäre, würde es schon ganz anders abgesichert werden als durch ein einfaches Schild. Hier zeigt sich sicherlich eine Auswirkung der Praxis, leichtfertig Verbotsschilder aufzustellen (Schilderwald). Es wird diskutiert, ob alle Verbotsschilder unbedingt notwendig sind; sie sollten vielmehr nur dort aufgestellt werden, wo es dringend erforderlich ist, dann wäre ihre Wirkung vielleicht eine andere. Ein anderes Beispiel wird genannt: Trotz des Verbotsschildes im Bus „Mit dem Fahrer sprechen verboten“ werde häufig mit dem Busfahrer gesprochen.

Diese Beispiele zeigen, daß oft Verbote ohne jedwede Folgen überschritten werden und daß dieses umgekehrt dazu führt, Verbote kaum zu beachten. Der Lehrer informiert die Schüler darüber, daß es oft vorgeschrieben ist, Verbotsschilder anzubringen (Informationspflicht, Haftung). Die Schüler stellen aber fest, daß dies zu wenig sei, um Unfälle wirklich zu verhüten. Sie geben zu, daß Verbotsschilder notwendig seien, jedoch sollten sie (vgl. Abb. 12) wenn möglich die Art der Gefahr angeben, damit man sich besser darauf einstellen könne.

Bei der Untersuchung von Piktogrammen wurde festgestellt, daß diese oft schwer decodierbar und nicht eindeutig sind.

### 2.6 Verallgemeinerung zur systematischen Sicherheitstechnik

Von dieser konkreten Grundlage (Funktionsmodell) und den daran gewonnenen Einzelerfahrungen sollen nun auf induktivem Wege allgemeine Erkenntnisse gewonnen werden, mit denen Unfallverhütung rational erfaßt werden kann; es sollen bewußtes Wahrnehmen von Gefahren trainiert und Einsichten entwickelt werden, die dann in Bezug zu größeren Zusammenhängen gesetzt werden.

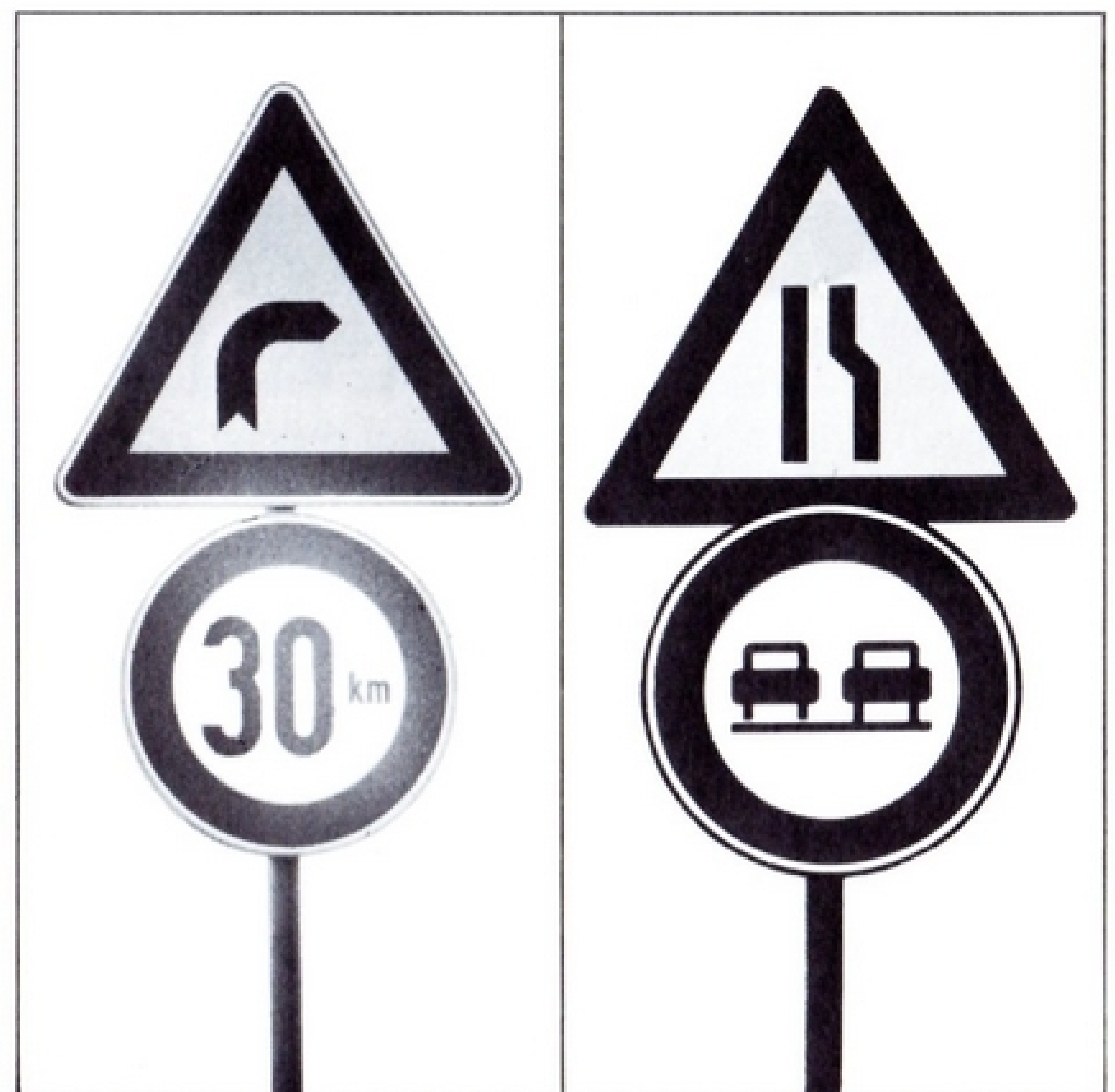


Abb. 12: Gefahren-Hinweise

*Lernziele:*

Die Schüler sollen die drei grundsätzlichen Methoden zur Unfallverhütung nennen können:

1. Abschirmung der Gefahr (z.B. Schutzblech),
2. Abschirmung des Menschen (z.B. Schutzhelm),
3. Beseitigung der Gefahr (z.B. Messer nicht in der Gegenwart von Kleinkindern liegen lassen, sondern wegräumen).

Die Schüler sollen erkennen, daß einander äußerlich unähnliche Sicherheitseinrichtungen im Prinzip den gleichen Zweck erfüllen (z.B. Abdeckungen, UND-Schaltung, Zwei-Schlüssel-System beim Tresor . . .).

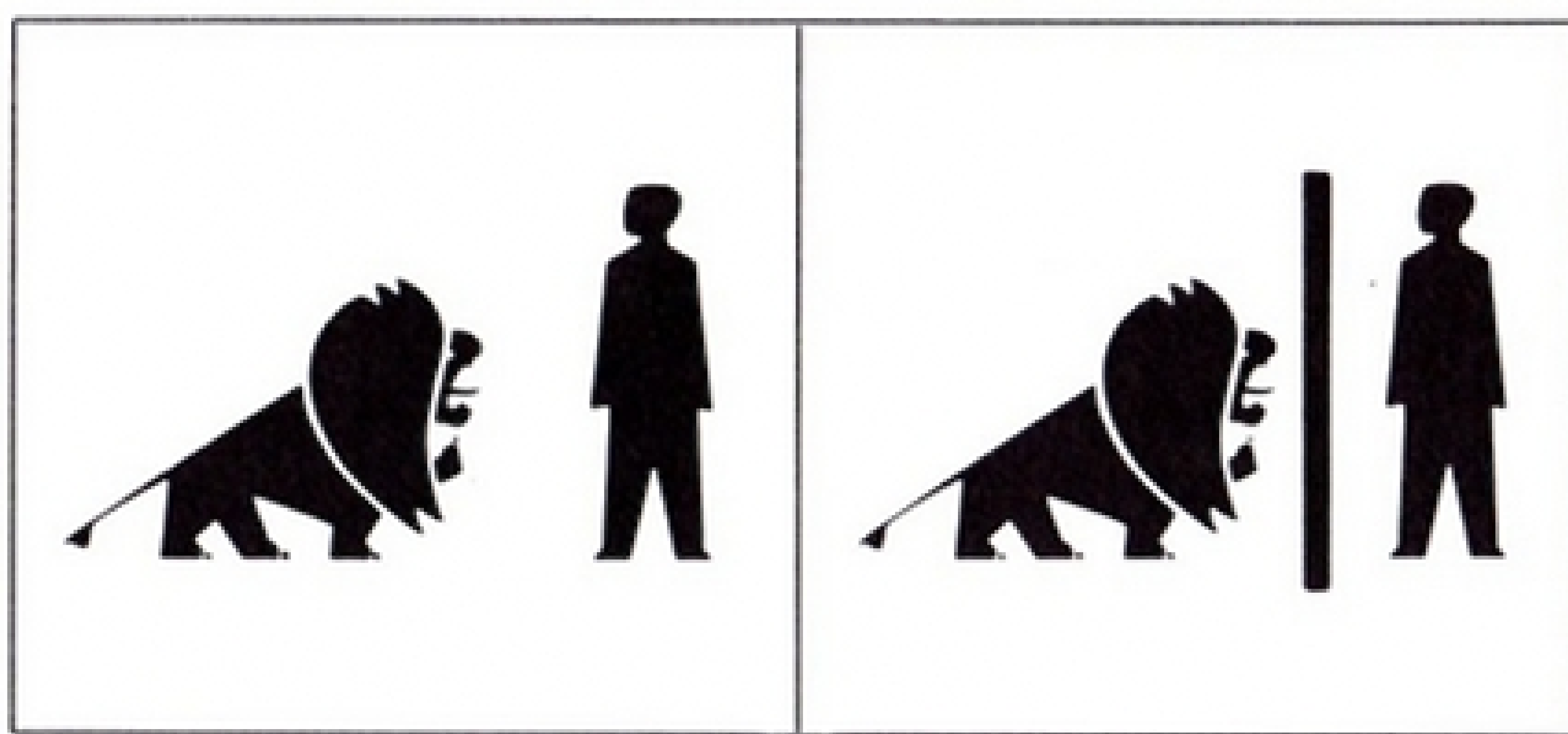
*Lernschritt:*

Methoden der Unfallverhütung.

Lehrer führt noch einmal auf das Ausgangsproblem zurück: Mensch sollte vor einer bestimmten Gefahr geschützt werden (bildliche Darstellung, Folie, Abb. 13a). Anhand der von den Schülern entwickelten Sicherheitseinrichtungen wird herausgearbeitet, daß jeweils Gefahr und Mensch getrennt wurden. Diese Trennung wurde durch verschiedene Maßnahmen erreicht, z.B. durch „Abstand“ oder „Schutzgitter“, d.h. hier wurde die Gefahr vom Menschen abgeschirmt (Abb. 13b).

Lehrer regt die Schüler an, andere Schutzeinrichtungen zu nennen, denen dieses Prinzip zugrunde liegt (z.B. Schutzgitter an Ventilatoren, Schutzbleche usw.). – Lehrer führt die Schüler nun auf eine 2. Methode der Unfallverhütung, indem er verschiedene Maßnahmen zur Unfallverhütung gegenüberstellt (Folie/Tafel, vgl. Abb. 13c).





Schleifmaschine	Schutzscheibe (Maschine)	oder	Schutzbrille (Mensch)
Heißer Topf	Isoliergriff aus Kunststoff (Topf)	oder	Topflappen (Mensch)

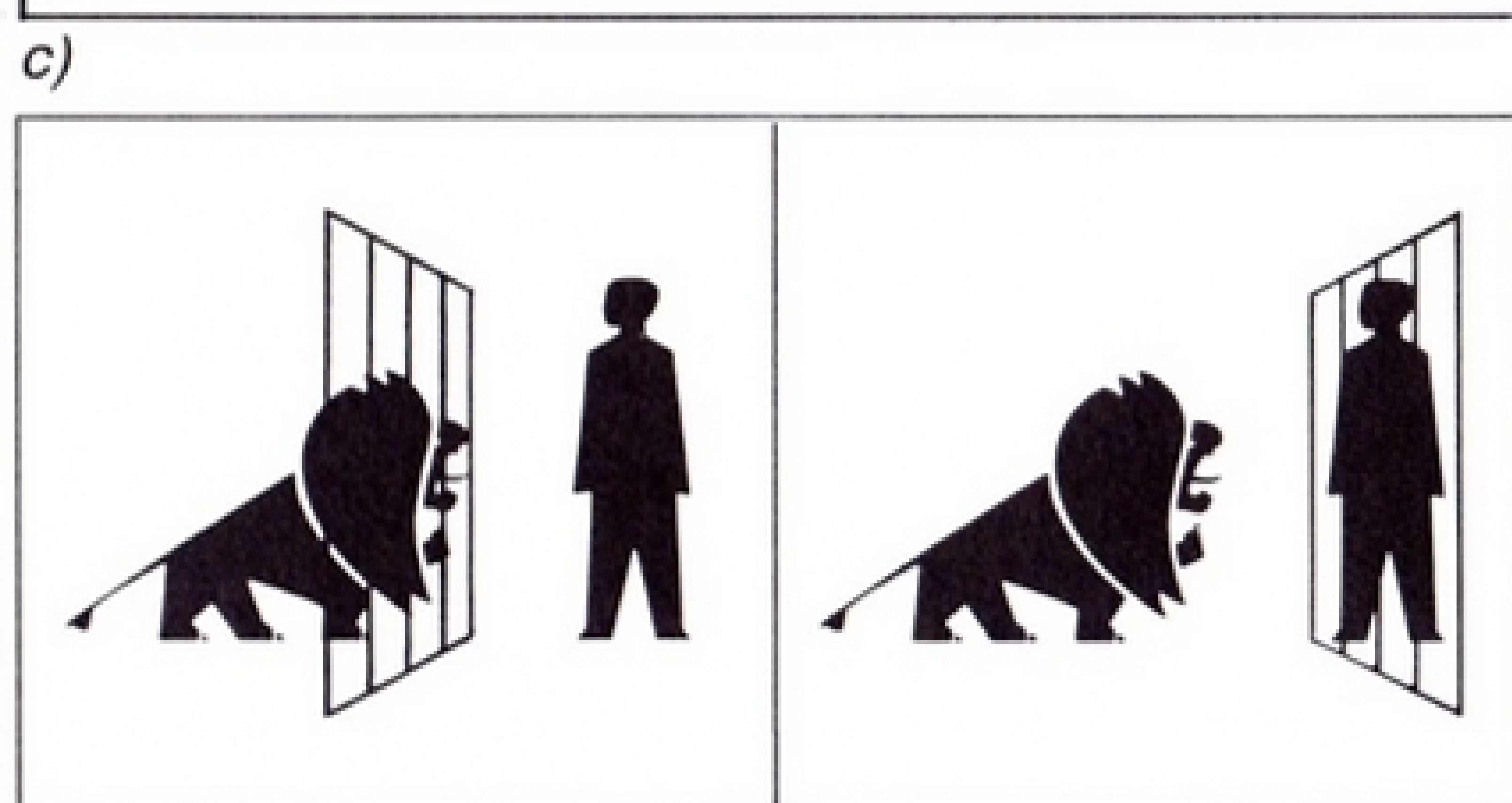


Abb. 13: Methoden der Gefahren-Abwehr (Zeichnungen aus pluspunkt 4/77)

Die Schüler erkennen an diesen Beispielen, daß einmal die Gefahr abgeschirmt werden kann (1. Methode, Abb. 13d) und daß zum anderen der Mensch abgeschirmt werden kann (2. Methode, Abb. 13e).

Es erfolgt eine *Beurteilung* der beiden Methoden:

#### Methode 1:

Wird die Gefahr abgeschirmt, bedeutet das, daß die Wirksamkeit der Abschirmung auch dann gegeben ist, wenn der Mensch sich fehlerhaft verhält.

#### Methode 2:

Hier muß der Mensch immer erst aktiv werden, er muß die Körperschutzmittel (z. B. Helm, Brille, Gurt) benutzen.

Obwohl Methode 1 sicher öfter angewendet wird, sind beide Methoden je nach menschlichen, technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Gründen zweckmäßig. – Es wird festgestellt, daß es noch eine weitere Methode gibt, die Gefahr vom

Menschen zu trennen: Man kann manchmal die Gefahr ganz beseitigen (z. B. durch Wegräumen von im Weg liegenden Gegenständen). – Die Schüler erhalten ein Arbeitsblatt, auf dem Gefahren angegeben sind bzw. die Schüler Gefahren angeben sollen. Es sollen dann geeignete Maßnahmen zur Vermeidung oder Reduzierung dieser Gefahren angegeben werden, wobei eine Zuordnung zu Methode 1 oder Methode 2 erfolgen soll (Abb. 14).

#### Kommentar:

Diese Beschäftigung mit den Methoden der Unfallverhütung hilft und trainiert, Gefahren überhaupt zu erkennen und ihnen zweckmäßig zu begegnen. Das, was die Schüler durch ihre Schutzvorrichtungen bisher unbewußt gemacht haben (z. B. Trennung von Gefahr und Mensch durch Abschirmung) wird nun in ihr Bewußtsein gerückt und vom Einzelfall in einen größeren Zusammenhang verlegt (gesamter Lebensbereich). So finden sie das Schutzgitter wieder im Schutzblech des Fahrrades oder in der Schutzscheibe bei der Schleifmaschine; so finden sie das Prinzip der UND-Schaltung im häuslichen Bereich im Mixer, bei der Kaffeemühle oder bei der Saftpresse.

#### Lernziele:

Die Schüler sollen erkennen, daß ein Unfall nicht als ein zufälliges Unglück „schicksalhaft“ passiert, sondern daß ein Unfall das Ergebnis einer Ursachenkette ist.

Sie sehen ein, daß das Unfallereignis oft nicht eintritt, wenn nur eine Ursache beseitigt ist, d. h. ein Unfall verhindert wird, wenn eine Vervollständigung der Ursachenkette verhindert werden kann (Entwicklung einer Abwehrstrategie).

Die Schüler sollen erkennen, daß ein „Beinahe-Unfall“ zwar ein Unfallereignis ohne (schwere) Folgen ist, jedoch das Vorhandensein von Gefahren signalisiert, die beseitigt werden müssen (Wiederholungereignis ist vorhersehbar, z. B. „Stromwischer“ signalisiert einen Isolationsdefekt).

#### Lernschritt:

Unfallereignis als Ergebnis einer Ursachenkette. Der Zeitungsbericht über den Unfall mit der Presse (Abb. 2) wird wieder aufgegriffen und nochmals auf die Unfallursachen hin untersucht. Es wird festgestellt, daß dieser Unfall mindestens zwei Ursachen hat:

1. Unachtsamkeit (menschlicher Mangel),
2. ausschaltbare Sicherheitseinrichtung (technischer Mangel).



Falls eine der beiden Ursachen beseitigt worden wäre, hätte der Unfall nicht stattgefunden. – Es werden weitere Unfallereignisse untersucht; dabei informiert der Lehrer die Schüler über Ursachenkombinationen, die zu Unfallereignissen führen. Um den Schülern zu „veranschaulichen“, daß ein Unfall kein unausweichliches Unglück ist, das schicksal-

Gefahr durch	Gefahr für	Schutzmaßnahmen	
		G - M	G - M
Lärm	Gehör	Kapselung	Gehörschutz
Auto	Mensch	Leitplanken	Hofstange Überroll- bügel, Anschmalldi- gel, Schutzbrille
Schleifmaschine	Augen	Schutzscheibe	Schutzbrille
Ventilator (Flügel)	Hände	Schutzgitter	
elektr. Strom	Mensch	Isolierung	
Rasenmäher (Messer)	Füße	Schutzblech	Sicherheitsschuhe
heiße Töpfe	Hände	Kunststoffgriff	Topfklappen
Nadel	Finger		Fingerhut
giftige Dämpfe	Lunge	Raum, Absaugung	Maske
Brotmaschine (Messer)	Hände	Schutzverkleidung	
Bohrmaschine	Haar, Kopf		Haarnetz
Fahrradkette	Hose, Mensch (Sturz)	Schutzblech	Kettenklammer
fallende Gegenstände	Kopf	Günst	Schutzhelm

Abb. 14: Alternative Schutzmaßnahmen

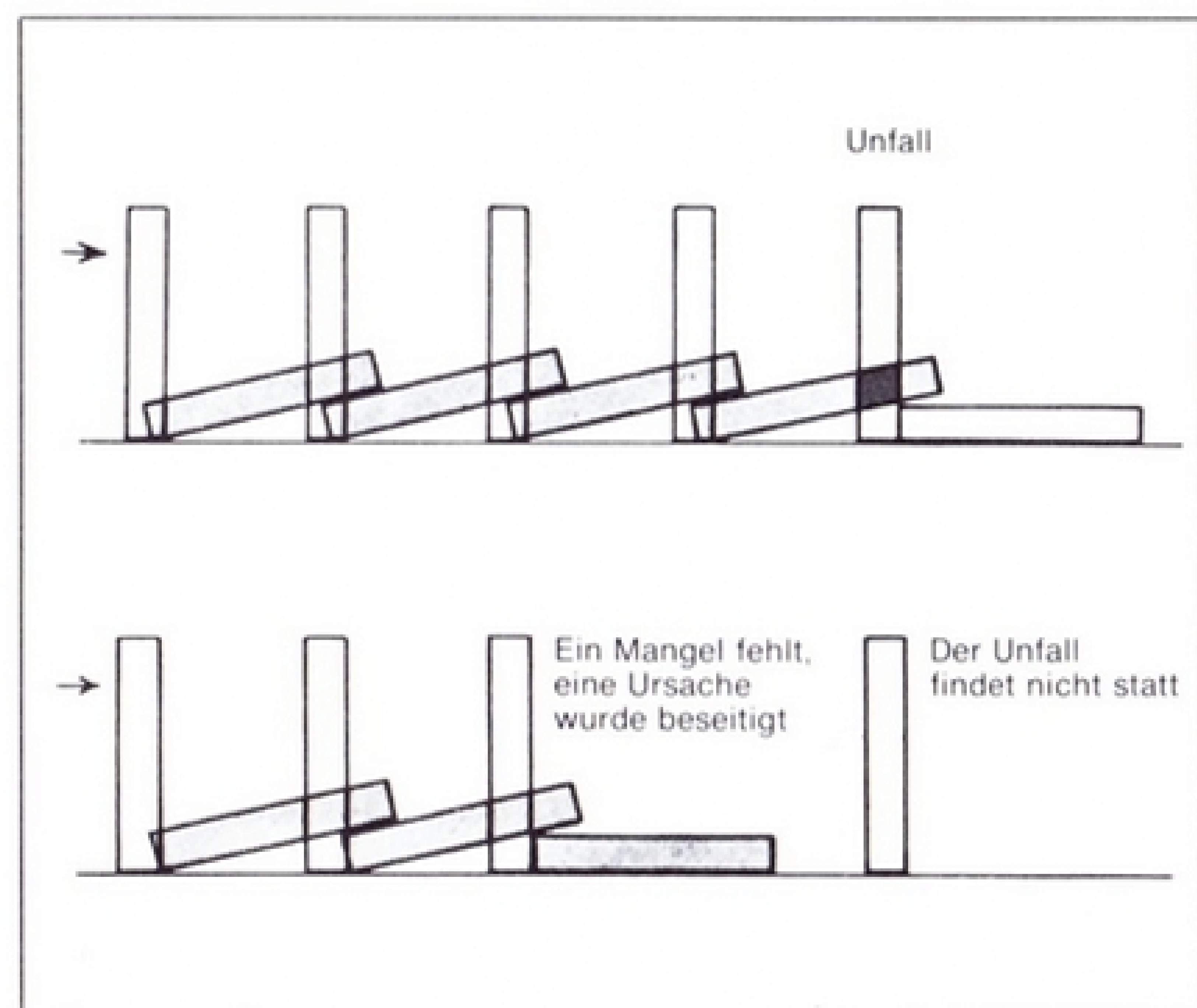


Abb. 15: Versuch zur Unfallkette

haft und zufällig passiert, wird ein bekannter Versuch mit Dominosteinen gezeigt (Abb. 15). – Es wird erkannt, daß ein „Beinahe-Unfall“ zwar ein Unfall ohne Folgen ist, jedoch das Vorhandensein von Gefahren signalisiert, die es aufzuspüren und zu beseitigen gilt. – Es wird festgestellt, daß ein Unfall stets mehrere, zugleich zusammentreffende, voneinander jedoch meist unabhängige Einzelursachen hat. Der Unfall kann aber nicht stattfinden, wenn eine der erforderlichen Einzelursachen fehlt. Damit soll besonders das Vorurteil abgebaut werden, daß menschliches Versagen zumeist einzige Unfallursache sei. – Die Schüler bearbeiten nun Arbeitsblätter (bekommen Dias gezeigt), auf denen Gefahrenkonfigurationen (Gefahren erkennen), Unfälle (Ursachen erkennen) und Beinahe-Unfälle (Ursachen erkennen) angegeben sind (Aufmerksamkeitstraining).

#### Lernziele:

Die Schüler sollen vorbereitet werden, Gefahrenquellen in ihrer Umwelt zu erkennen und auf ihre Vermeidbarkeit hin zu untersuchen. Dabei sollen die Schüler das Fehlen von Sicherheitsvorkehrungen als schwerwiegend einschätzen und im Rahmen ihrer Möglichkeiten auf Abhilfe dringen (z.B. beim Kauf von Produkten).

Die Schüler sollen einsehen, daß der Laie oft nur bedingt Arbeitsplatz- und Geräteanalysen unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit durchführen kann.

#### Lernschritt:

Übertragung der Erkenntnisse auf andere Bereiche. Den Schülern soll nun Gelegenheit gegeben werden, das Gelernte in anderen Zusammenhängen wiederzuerkennen und ihre Aufmerksamkeit im Hinblick auf das Erkennen von Gefahren zu trainieren. – Dazu können entweder entsprechende Dias gezeigt (Gefahrensituationen, Geräte) oder das Schulgebäude (Schul-Werkstatt, Schulküche) kann begangen werden. Auch die Erkundung eines geeigneten Betriebes ist denkbar. Um nun erkannte Gefahrenquellen zu notieren, können Arbeitsblätter ausgegeben werden, wie sie auch von Sicherheitsbeauftragten verwendet werden. Darauf sollen angegeben werden:

1. Ort der Gefahr (Nr. des Dias)
  2. Art der Gefahr
  3. Vorschläge zur Beseitigung
- Bei der Besprechung kann eine Bewertung nach Punkten erfolgen (Wettbewerb).





Abb. 16: Sicherheitstechnische Prüfzeichen (Auswahl)

#### Kommentar:

Es muß ständig Kontakt zur Realität gehalten werden, damit Unterricht nicht nur an Modellen der Wirklichkeit stattfindet, wobei dann die Gefahren „verniedlicht“ werden. Bei der Konfrontation des in der Schule Gelernten mit der Umwelt werden die Erkenntnisse relativiert.

Die von den Schülern gefundenen Gefahren waren vielfältiger Art. Besonders bauliche Mängel (z.B. aus der Wand hervorstehende Türhalterung in Augenhöhe) wurden oft festgestellt. Es wurden aber auch viele Maßnahmen zur Unfallverhütung erkannt (z.B. abgedeckte Kleiderhaken). Jedoch erkannten die Schüler, daß der Laie bei derartigen Überprüfungen oft überfordert ist und es deshalb Institutionen geben muß, die solche Sicherheitsüberprüfungen vornehmen und für den Laien erkennbar machen (z.B. TÜV-Plakette, GS-Zeichen, vgl. Abb. 15).

Dieser Rundgang durch die Schule soll den Schülern auch zeigen, daß nicht immer der Mensch an Gefahren angepaßt reagieren soll, daß er sich nicht immer „vorsichtig“ verhalten soll und kann und nur Anweisungen zu befolgen hat (hier ist ein Versagen vorhersehbar), sondern umgekehrt auch auf eine Veränderung der technischen Bedingungen gedrängt werden soll. Nicht nur auf bestehende Gefahren reagieren, sondern für eine Veränderung agieren: „Nicht gleisfahren, sondern gleislegen.“ (Mothes)

#### 2.7 End-Test

Abschließend wird den Schülern nochmals der Null-Test (Abb. 1) vorgelegt, dieser wird ergänzt und besprochen. Interessanterweise wurde nun nicht mehr der Dachdecker als alleiniger Schuldiger angesehen, sondern es wurden Unterlassungen technischer – und in Einzelfällen – auch organisatorischer Art angegeben: „Der Monteur hätte einen Schutzhelm tragen können.“ – „Man könnte ein Sicherheitsgerüst bauen.“ (Gemeint ist hier ein Fanggerüst.) – „Die hätten ja auch nicht zur gleichen Zeit arbeiten müssen.“ – „Der Dachdecker hätte an der anderen Seite anfangen können.“

Damit ergibt sich, daß technische (Gerüst, Schutzvorrichtungen, Helm), menschliche (Unachtsamkeit) und organisatorische (Zeit, Arbeitsort) Ursachen erst in ihrer *Gesamtheit* zu dem fingierten Unfall geführt hätten. Die so differenzierte Beobachtung führt zugleich zu genauerer Analyse des Geschehens, wie auch zu einem größeren Reservoir an Schutzmaßnahmen. Die gefundene systematische Betrachtung erschließt exemplarisch äußerlich ungleiche Bereiche der Realität, in denen durch technische, menschliche und organisatorische Faktoren Gefahrenkonfigurationen entstehen. Die Erprobung dieser Systematik an selbstgewählten Beispielen (Autounfall im Ferienreiseverkehr, Beinahe-Unfall im Flugverkehr, Durchspielen eines unbeabsichtigten militärischen Konflikts) sichert einerseits die Anwendung des Erlernten in andersgearteten Situationen und bahnt Urteilsvermögen an. Sie kann zugleich Lernzielkontrolle für den Lehrer sein: Zahl, Mühelosigkeit und Fehlerfreiheit geleisteter Transferfälle sind ein Anzeichen der Verfügbarkeit übersichtschaffenden Wissens.

#### Literatur

- Friedrich, F.: Das Sicherheitsproblem im Werkunterricht, Pluspunkt 1/77, S. 12 ff.  
 Dieckershoff, K.H.: Das Rollenverständnis des Lehrers im Prozeß der Sicherheitserziehung, Pluspunkt 1/77, S. 4 ff.  
 Lutzeier, G.: Unfallverhütung ist eine pädagogische Aufgabe, Gib-acht-Spezial 4/74  
 Lutzeier, G.: Behütende Ängstlichkeit oder Gleichgültigkeit, Pluspunkt 4/77, S. 4–7  
 Gürtler, H.: Gefahrenkonfigurationen, Pluspunkt 3/76, S. 4 ff  
 Seitz, W.: Mit Spielzeug Sicherheit lehren, Gib-acht-Spezial 3/74  
 Paix, H. (Hrsg.): Die Werkaufgabe Nr. 198  
 derselbe: Die Werkaufgabe 224, 236  
 o.V.: Sicherheit lehren und lernen für die Praxis: Bericht vom 15. Kongreß für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Düsseldorf, 26. 11. 77



## Funktionsmodelle mit fischertechnik-Pneumatik

Abb. 1: Handgesteuerte, pneumatische Vorrichtung zur Vereinzelung und Zuführung von Werkstücken aus einem Schachtmagazin (Vorratsbehälter für unbearbeitete Werkstücke).

Diese Funktionen werden durch den doppelwirkenden Zylinder (etwa in der Mitte des Modells) ausgeübt. Die Steuerung dieses Zylinders erfolgt durch die Ventile, die von Hand über Rollenhebel betätigt werden. Das Drücken des mittleren Rollenhebels bewirkt das Ausfahren der Kolbenstange; dies entspricht Vereinzeln und Zuführen des „unbearbeiteten Werkstücks“. Das Verbleiben der Kolbenstange in diesem Zustand entspricht dem Festhalten des Werkstücks während des Bearbeitens. Das Drücken des rechten Rollenhebels bewirkt Zurückfahren der Kolbenstange und Loslassen. Das Bedienen des linken Rollenhebels bewirkt das Ausstoßen des „bearbeiteten Werkstücks“. Diese Funktion wird von dem zweiten Zylinder (einfach wirkender Zylinder mit Rückholfeder, im Modell rechts hinten) ausgeübt. Dieses Modell enthält noch keine Funktionseinheit für das Bearbeiten des Werkstücks.

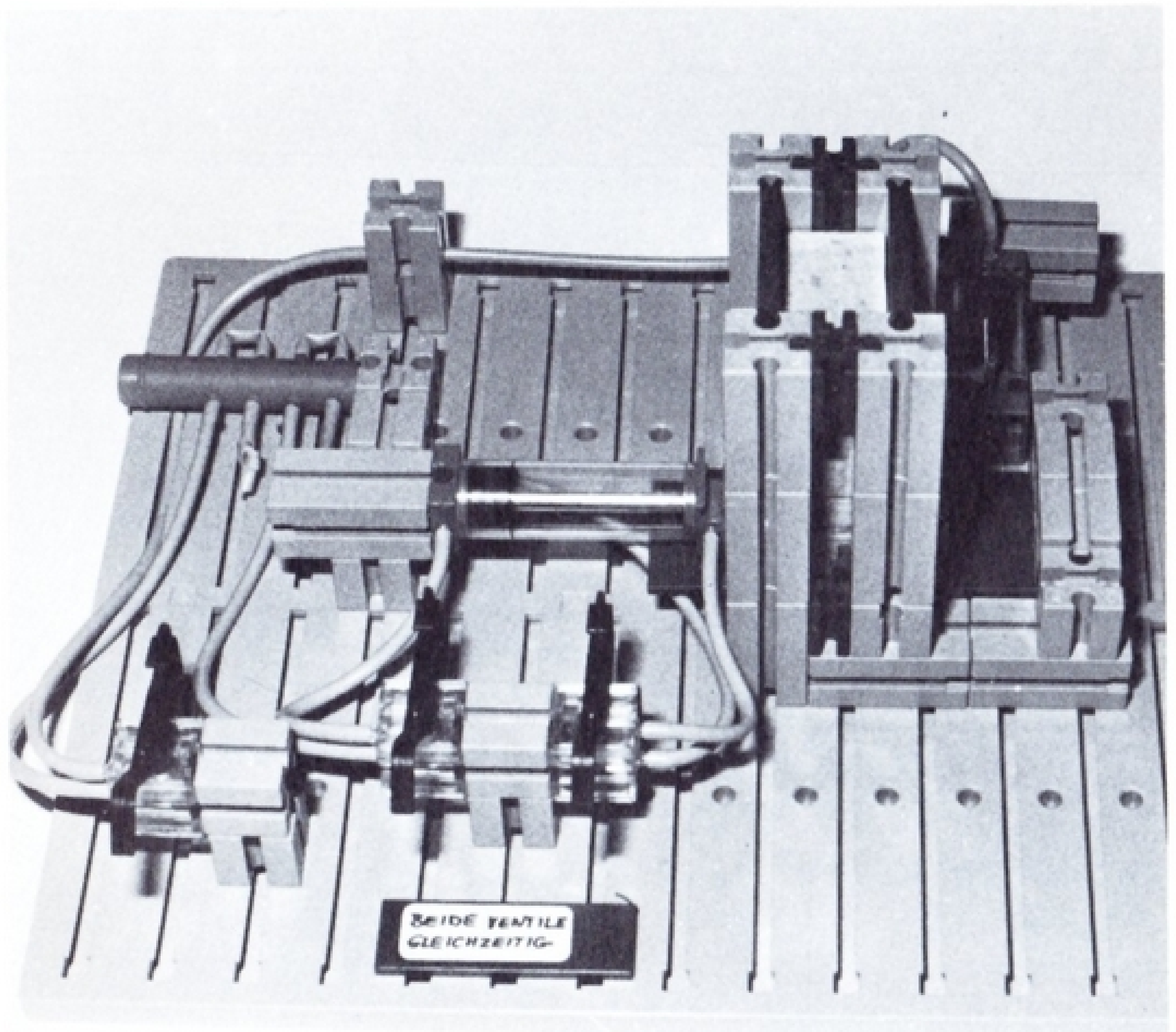
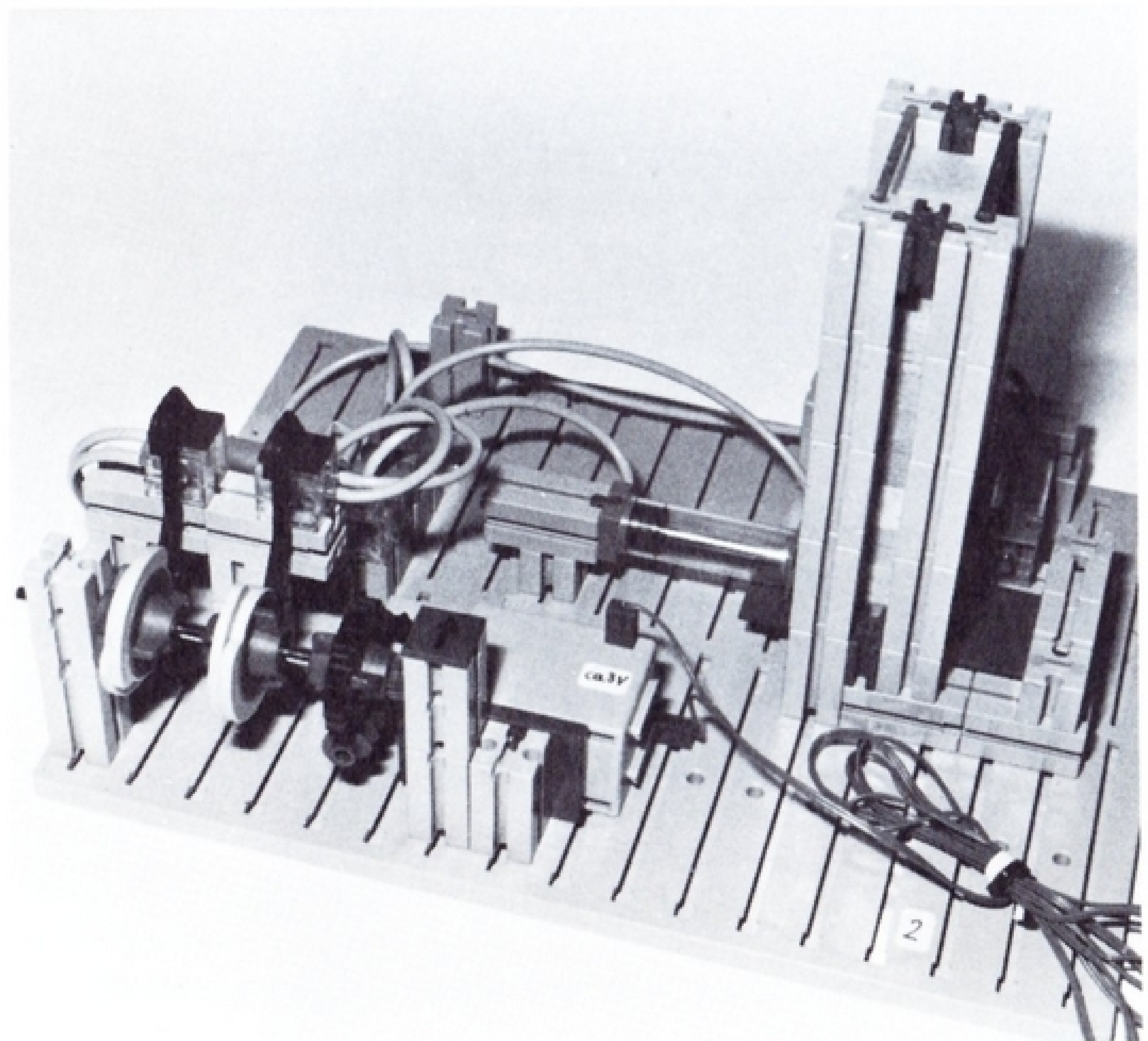


Abb. 2: Das Modell aus Abb. 1 ist zu einer programmgesteuerten pneumatischen Vorrichtung weiterentwickelt. Die Rollenhebel zur Betätigung der Ventile werden nicht mehr von Hand, sondern durch die Kurvenscheiben betätigt. Durch ihre Form und ihre Anordnung auf der motorgetriebenen Welle sind der Ablauf und die Dauer der einzelnen Vorgänge festgelegt. Eine Umdrehung der Welle bewirkt einen vollständigen Ablauf: Vereinzeln, Zuführen, Festhalten und anschließendes Ausstoßen des Werkstücks.





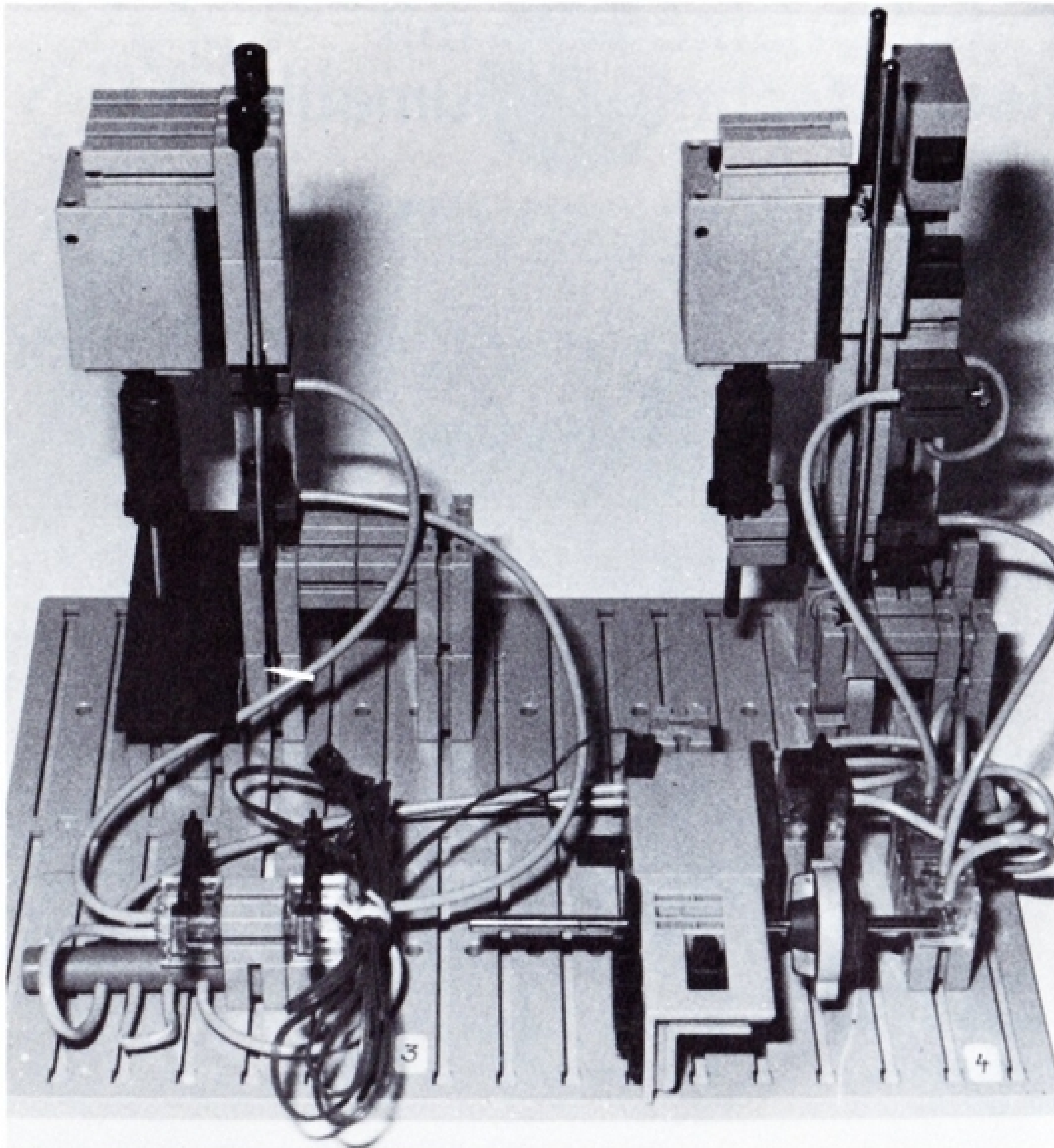


Abb. 3: Das Bild zeigt zwei Funktionsmodelle einer pneumatischen Vorschubeinrichtung für eine Bohrmaschine.

Modell links: Die Bohrmaschine (fischertechnik-Motor mit ange-deutetem Bohrer) wird an zwei Führungsstangen auf- und abbewegt. Der doppelwirkende Zylinder (er befindet sich zwischen den beiden Führungsstangen) bewirkt dieses Auf- und Abbewegen. Die Steuerung erfolgt von Hand. Über die beiden Rollenhebel (vorn links) werden die Ventile betätigt. Modell rechts: Funktion wie im Modell links mit zusätzlicher automatischer Abschaltung der „Bohrmaschine“ und durch Drosselventil einstellbarer Vorschubgeschwindigkeit.

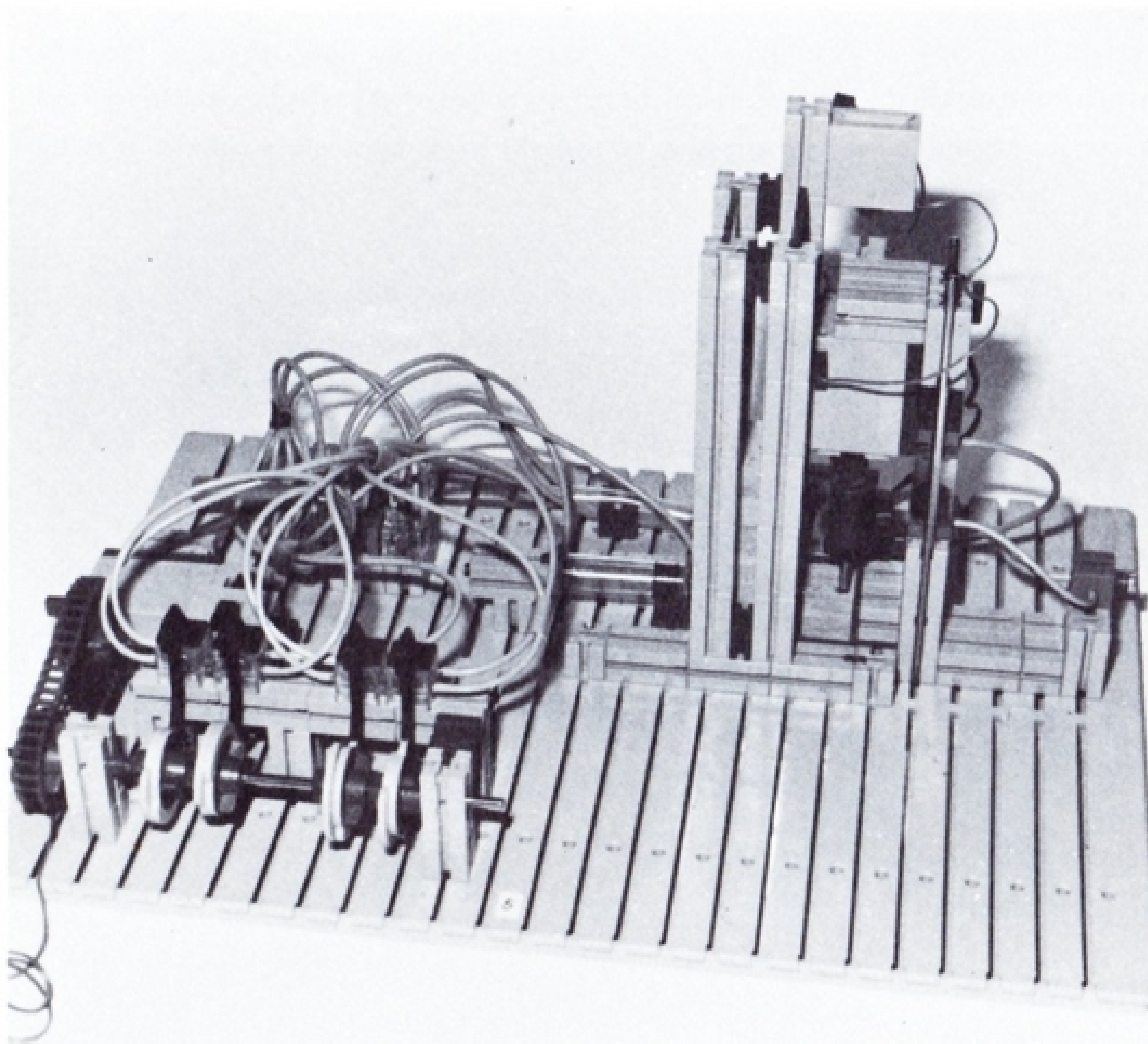


Abb. 4: Funktionsmodell eines Bohrautomaten mit programmgesteuertem Ablauf. Die Ventile zur Steuerung der Zylinder werden über Rollenhebel und Nockenscheiben (vorn links) betätigt.

Das Modell enthält ein Fallmagazin mit unbearbeiteten „Werkstücken“. Das Vereinzeln, das Zuführen und das Spannen (Festhalten) erfolgt durch einen doppelwirkenden Zylinder (vgl. auch Abb. 1). Das Einstellen der Vorschubgeschwindigkeit erfolgt durch ein Drosselventil.

Die Stromzuführung zur Spindel (Motor mit ange-deutetem Bohrer) wird automatisch ein- und ausgeschaltet. Der Werkstückausstoß erfolgt ebenfalls automatisch durch einen einfach wirkenden Zylinder mit Rückholfeder. Bevor ein neues „Werkstück“ eingespannt wird, wird der Bohrtisch ausgeblasen.

Auf Wunsch werden von den fischer-werken gegen eine Schutzgebühr Detailfotos und ein Großfoto der Modelle zugeschickt.



Helmut Wiederrecht

# Automatische Abfüllanlage für Flüssigkeiten

Konstruktion und Herstellung eines  
Funktionsmodells

## 1. Das technische Problem

Es wird eine Abfüllanlage für Flüssigkeiten benötigt, die imstande ist, Gefäße zu einer Abfülleinheit zu transportieren, dort automatisch bis zu einer festgelegten Höhe zu füllen und dann weiterzutransportieren.

Dabei sind folgende Teilprobleme zu lösen:

1. Das Transportieren der leeren und der gefüllten Gefäße durch ein Transportband, das von einem Motor angetrieben wird.
2. Das Steuern des Flüssigkeitszulaufs durch ein Magnetventil oder eine Motorpumpe.
3. Das automatische Steuern des Abfüllvorgangs unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen und des folgenden zeitlichen Ablaufs:
  - a) Transport eines Gefäßes unter die Abfülleinheit,
  - b) Anhalten des Transportbandes und Kontrolle des Gefäßes (vorhanden? leer? sauber?),
  - c) Füllen des Gefäßes bis zu einer festgelegten Höhe (Öffnen und Schließen des Magnetventils, wenn die Voraussetzungen aus b) erfüllt sind),
  - d) Abtransport des gefüllten Gefäßes und Antransport des nächsten Gefäßes.

Das Funktionsmodell (Abb. 1) zeigt Lösungen für die o.g. Teilprobleme. Diese Anlage funktioniert ohne jegliche elektronische Verstärkung. Die Abbildung 2 zeigt ein gleiches Modell mit elektronischer Verstärkung.

## 2. Problemlösung

### 2.1 Das Transportieren der Gefäße

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen das Transportband. Es wurde aus einem Stück eines aufgeschnittenen Fahrradschlauches hergestellt. Gläser stehen darauf sehr gut; wegen der großen Haftreibung besteht

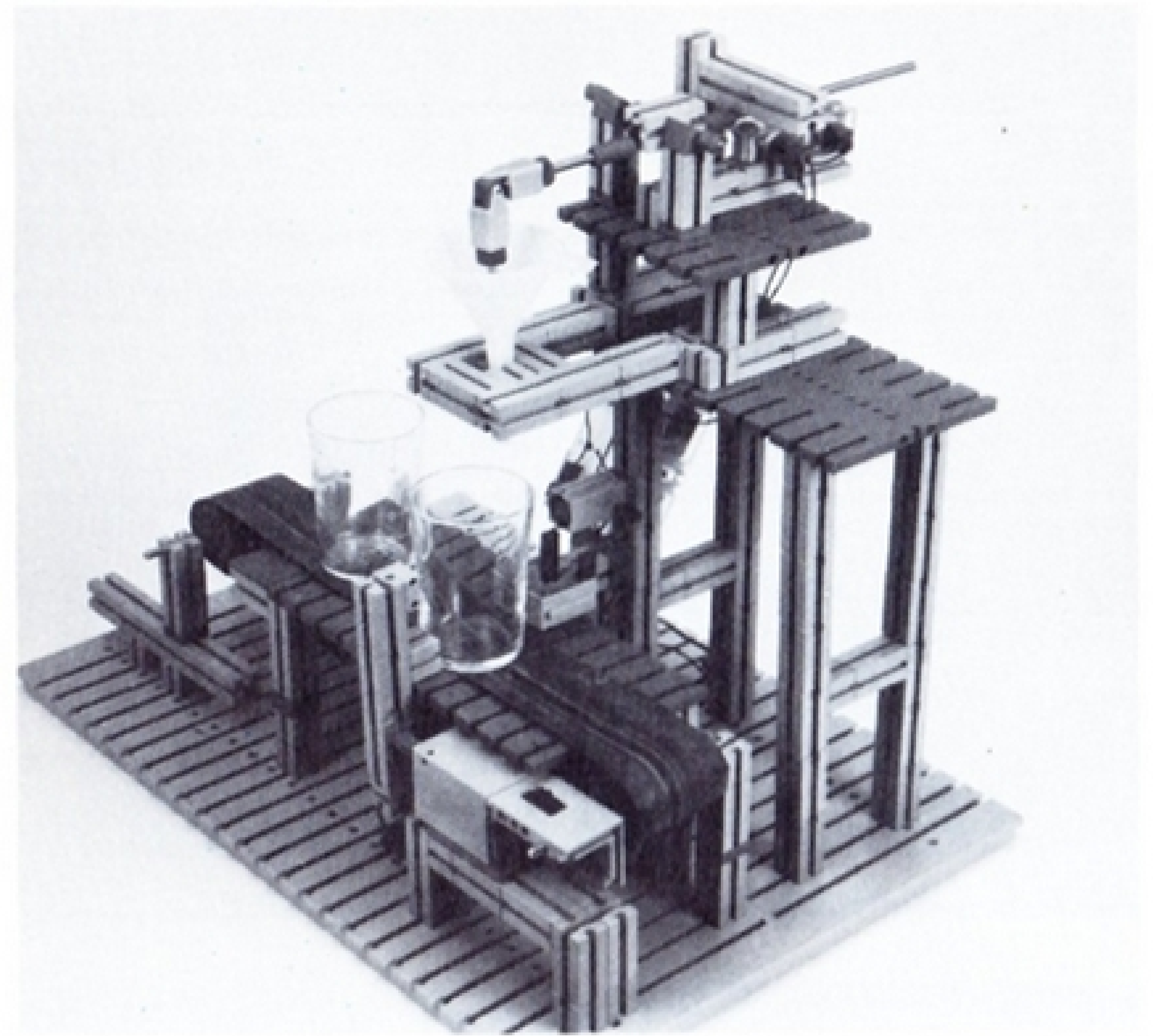


Abb. 1: Funktionsmodell einer automatischen Abfüllanlage für Flüssigkeiten

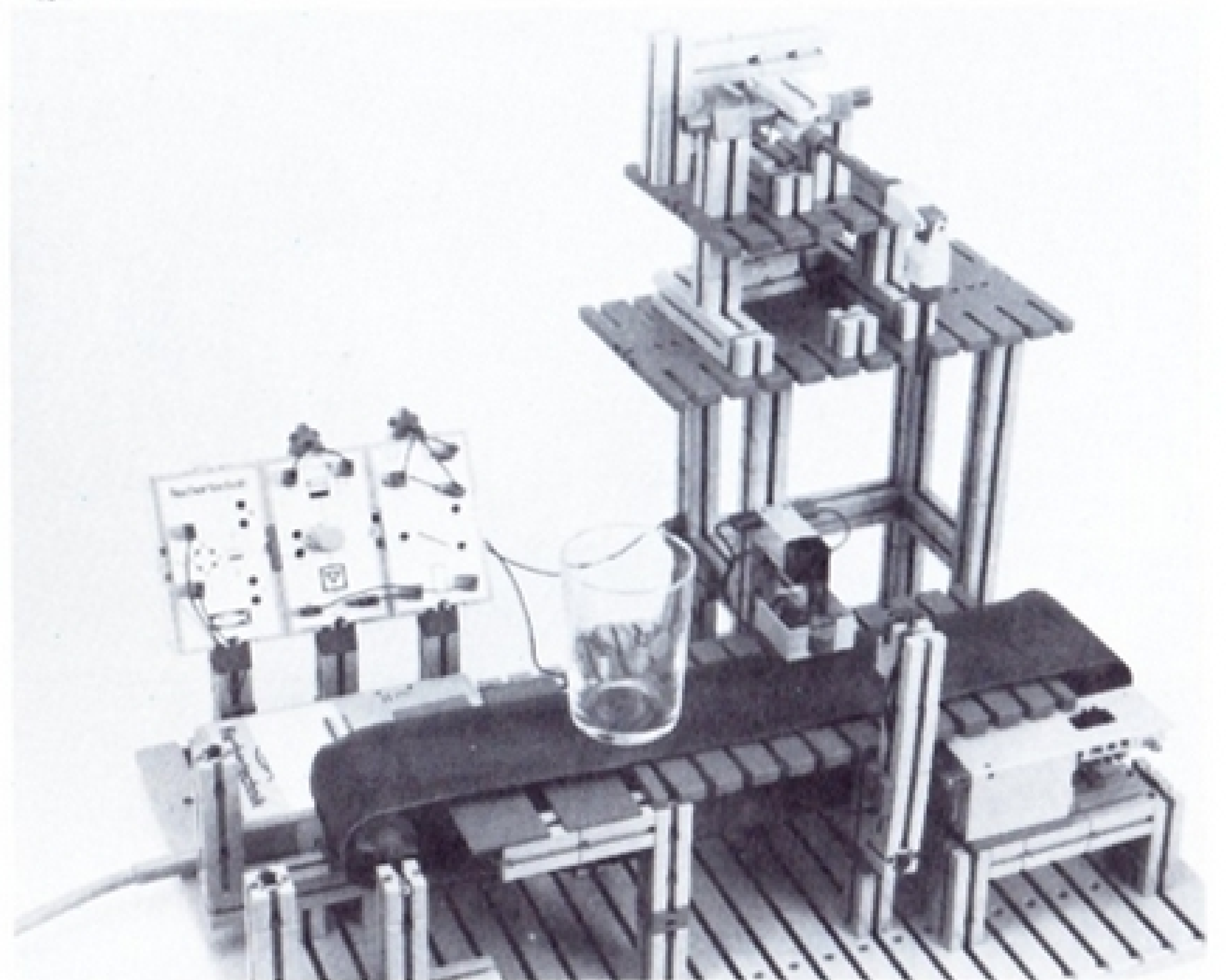


Abb. 2: Funktionsmodell einer automatischen Abfüllanlage für Flüssigkeiten. Die Anlage wird mit Hilfe eines Verstärkerbausteins gesteuert

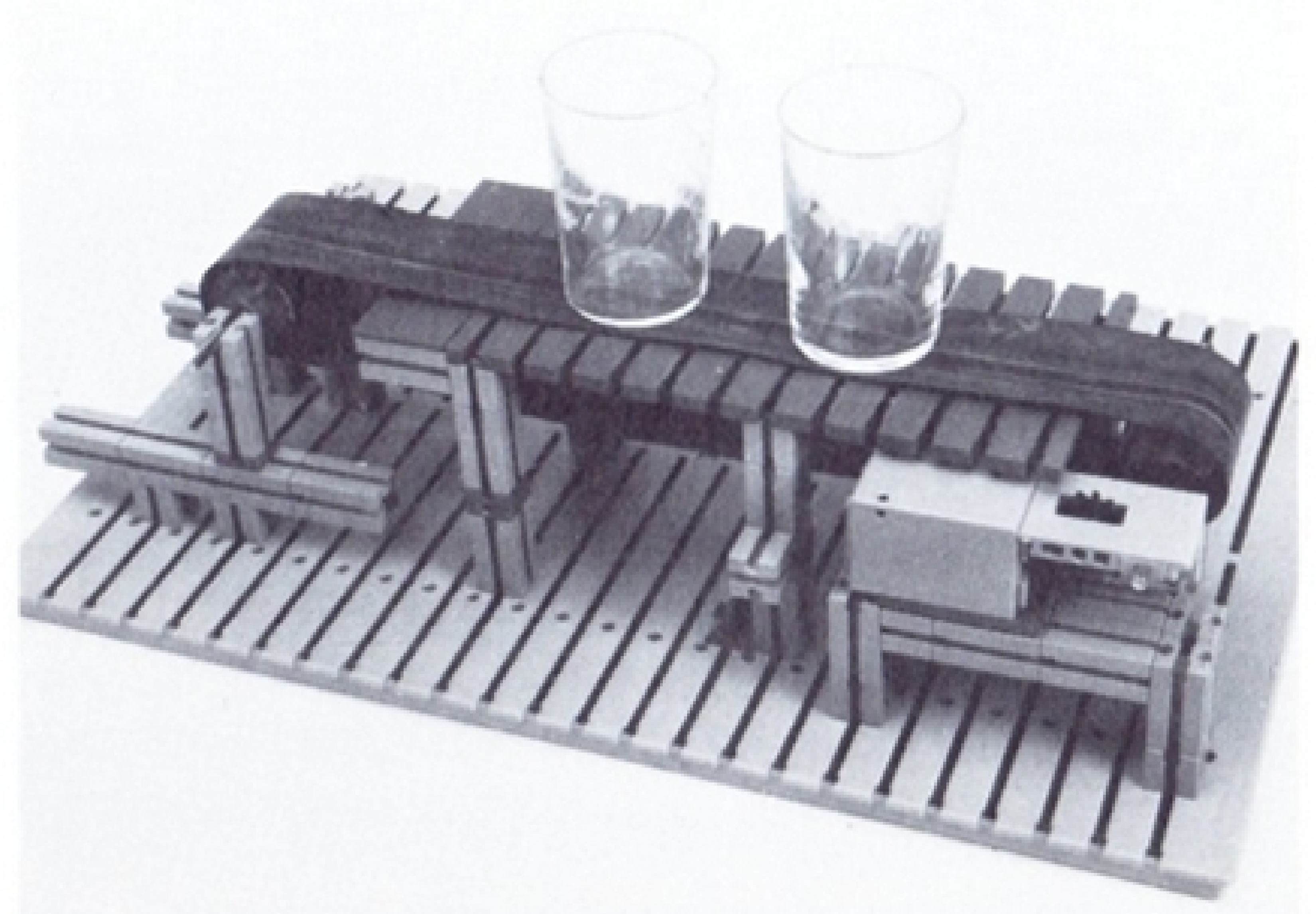


Abb. 3: Das Transportband der Anlage



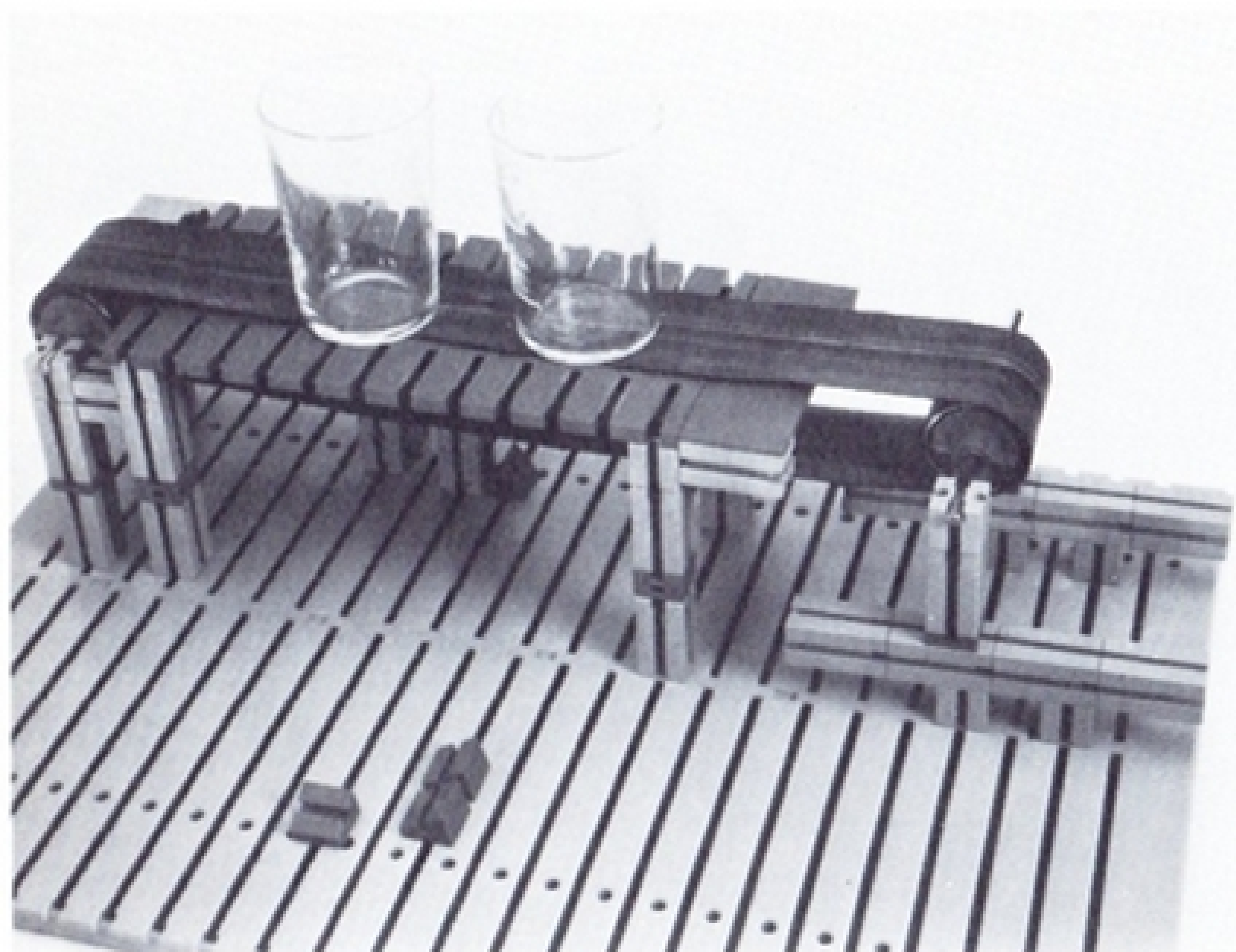


Abb. 4: Die Rückseite des Transportbandes

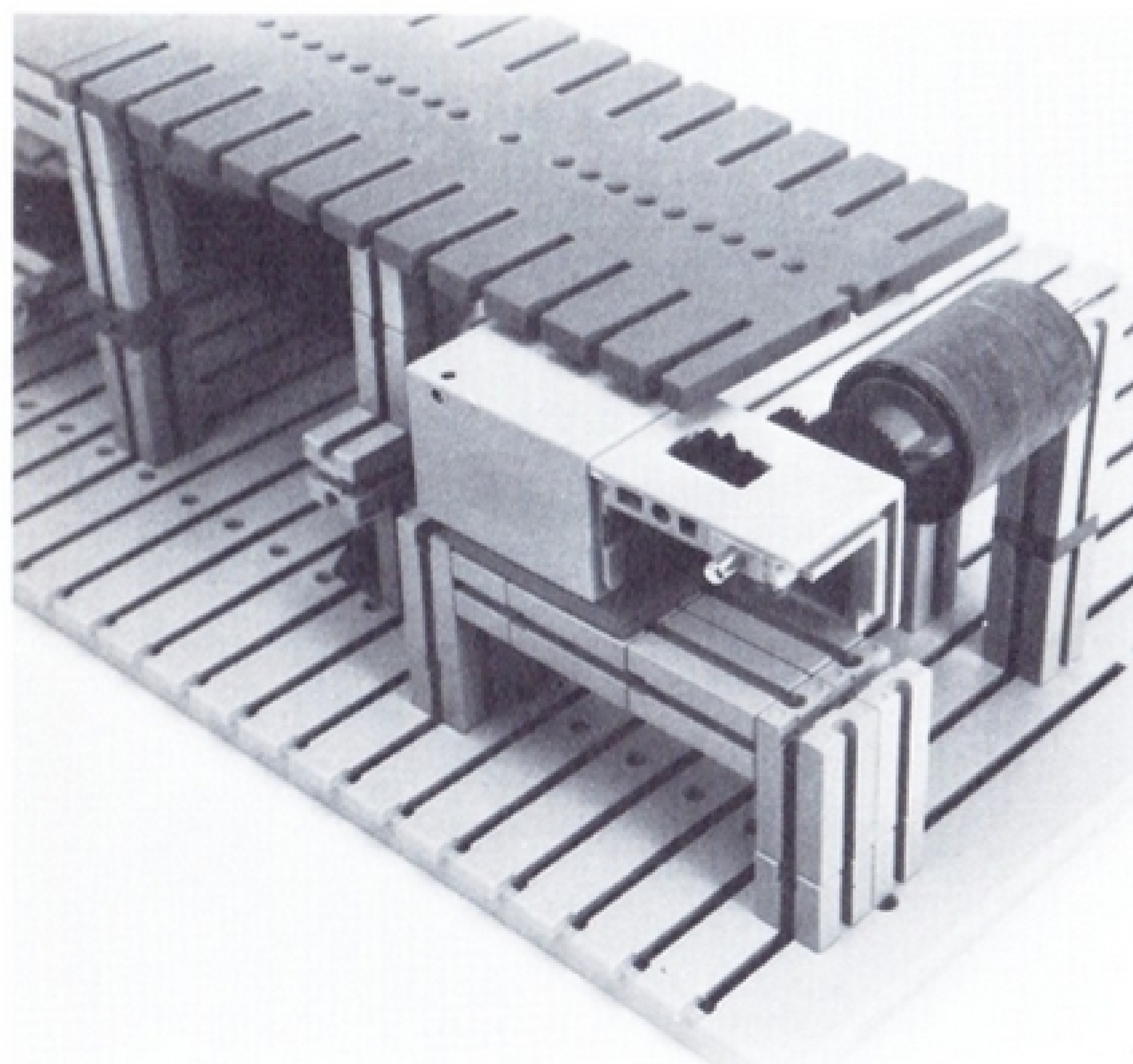


Abb. 5: Der Antrieb des Transportbandes

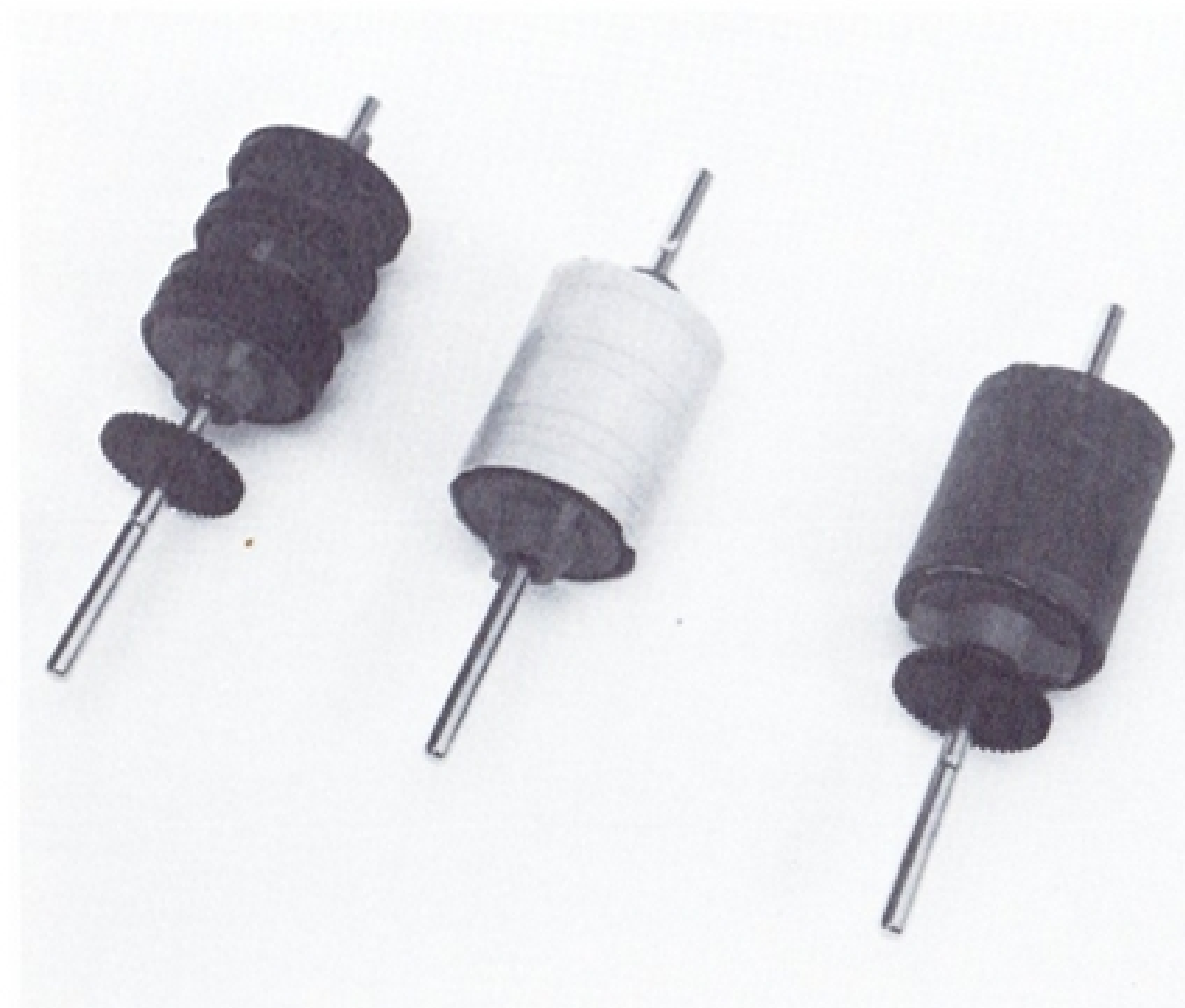


Abb. 6: Der Aufbau der Antriebswalze, bzw. der Umlenkrolle

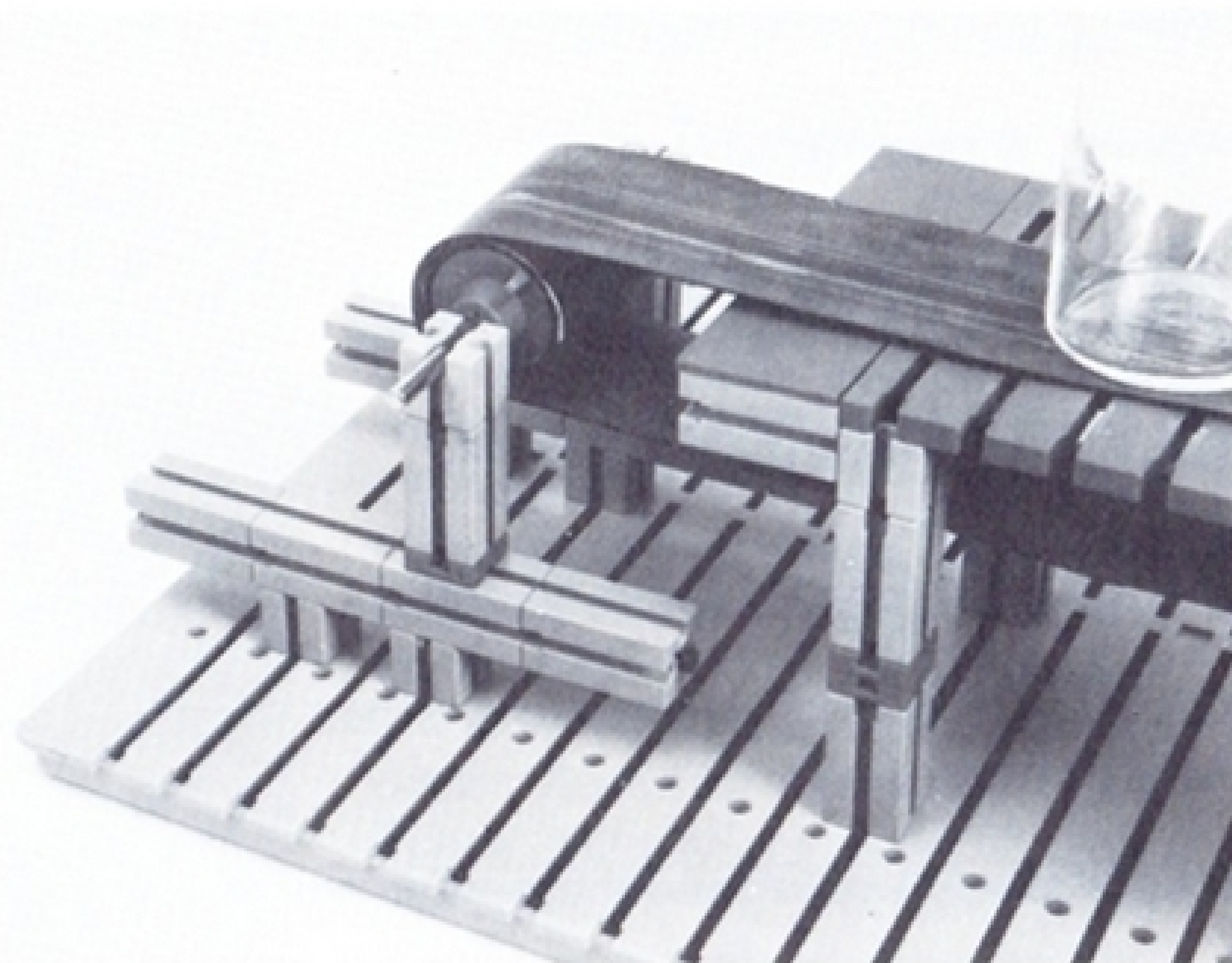


Abb. 7: Die zweite Walze in ihrem Lager

kaum Gefahr, daß die Gläser rutschen oder das Band unter den Gläsern durchläuft. Die Antriebswalze (Abb. 5 und 6) besteht aus vier kleinen Rädern (Reifen 30, Flachnaben), die zunächst mit doppelseitigem Klebeband und dann auch wegen der größeren Haftreibung mit Gummi überzogen sind. Das Lager der zweiten Walze (Abb. 7) ist auf Bausteinen stufenlos verschiebbar. Dadurch kann das Band optimal gespannt oder gelockert werden. Weil das Band das Gewicht mehrerer Gläser (leere und gefüllte) nicht tragen kann, wird es durch die Grundplatte gestützt.

## 2.2 Das Steuern des Flüssigkeitszulaufs

Der Flüssigkeitszulauf wird über ein Magnetventil (Abb. 8 und 9) gesteuert. Es besteht aus einem zweiseitigen Hebel. Die eine Seite trägt einen Stopfen, der den Einfülltrichter verschließt und so den Flüssigkeitszulauf unterbricht. Der Trichter dient hier gleichzeitig als Vorratsbehälter. Auf die zweite Seite des Hebels wirken zwei parallelgeschaltete Elektromagnete. Die Funktion „Öffnen des Ventils“ ist mit zwei Elektromagneten sicherer als nur mit einem. Die beiden Elektromagnete sind mit Tesafilm überzogen. Dadurch wird erreicht, daß die Magnete den Hebel sofort nach dem Abschalten loslassen (Sicherung der Funktion „Schließen des Ventils“). Wegen des auch nach dem Abschalten noch vorhandenen Restmagnetismus (Remanenz) würde sonst das Magnetventil nach dem Abschalten nicht sofort geschlossen werden.

Das ganze Magnetventil ist auf eine kleine Grundplatte montiert und kann auf der großen unteren Grundplatte stufenlos verschoben werden. So kann es leicht und schnell in die günstigste Position gebracht werden.



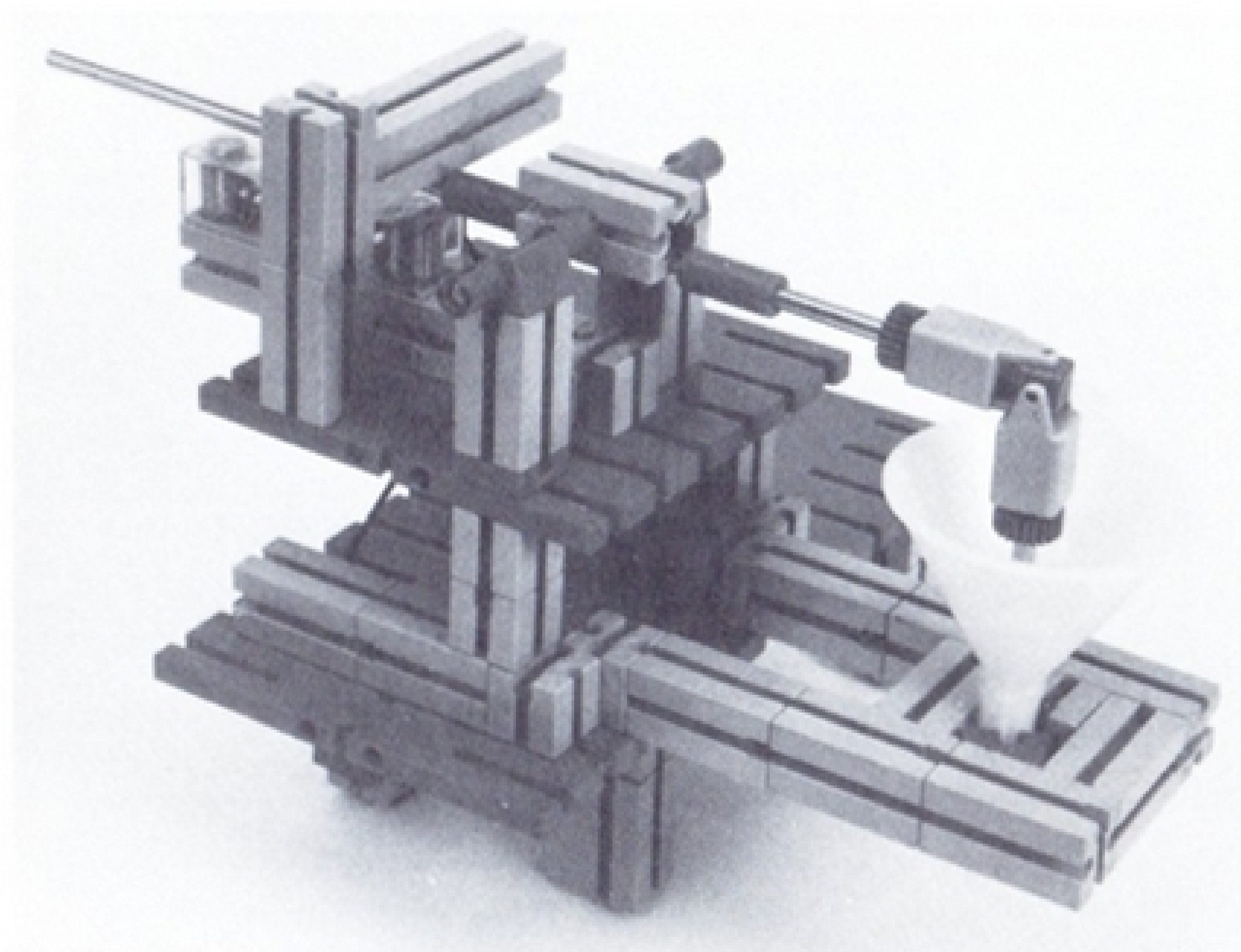


Abb. 8: Der Aufbau des Magnetventils

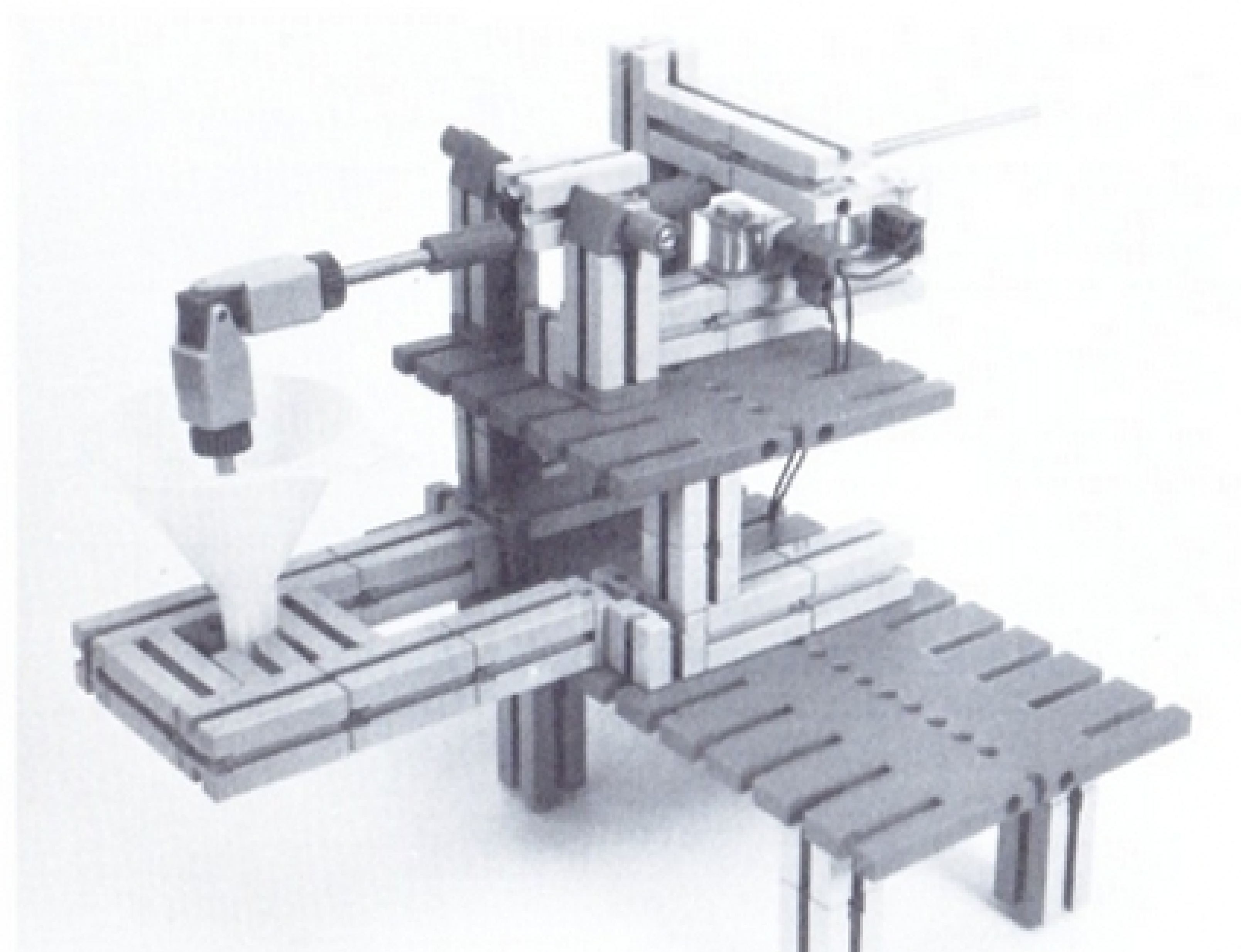


Abb. 9: Das Magnetventil von der Rückseite

### 2.3 Das Steuern des Abfüllvorgangs

Die Steuereinheit besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen:

1. **Die Stromversorgung:** Ein Netzgerät mit Gleichspannungsanschluß 6 V zur Versorgung des Steuerstromkreises und des Arbeitsstromkreises, Wechselspannungsanschluß zur Versorgung der Glühlampe.
2. **Steuerstromkreis:** Fotowiderstand und Taster (Einschalttaster) in Reihe (UND-Schaltung) mit der Magnetspule des Relais.
3. **Arbeitsstromkreis:** Umschaltkontakte ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ) des Relais; Stromzuführung über den Kontakt  $a_1$ ; Anschluß des Motors am Ruhepunkt  $a_2$ ; zwei Elektromagnete des Magnetventils parallel am Arbeitskontakt  $a_3$ .

Abb. 10 zeigt die Schaltung, Abb. 11 den Verdrahtungsplan und Abb. 12 als Teilmodell die Steuerung. Das Magnetventil wird zusätzlich durch eine Glühlampe symbolisiert (Lampe leuchtet entspricht Ventil offen, Flüssigkeit läuft).

Folgende Elemente sind in der Schaltung logisch verknüpft:

**Der Taster** (Einschalttaster) kontrolliert und meldet, ob ein Gefäß vorhanden oder nicht vorhanden ist. **Der Fotowiderstand** (LDR) kontrolliert und meldet, ob das Glas sauber (= lichtdurchlässig) oder nicht sauber bzw. gefüllt (= lichtundurchlässig) ist. Durch die Montagehöhe des Fotowiderstandes wird die Füllhöhe vorgegeben. Sie läßt sich innerhalb der Grenze, die durch das Glas bestimmt wird, stufenlos verstellen.

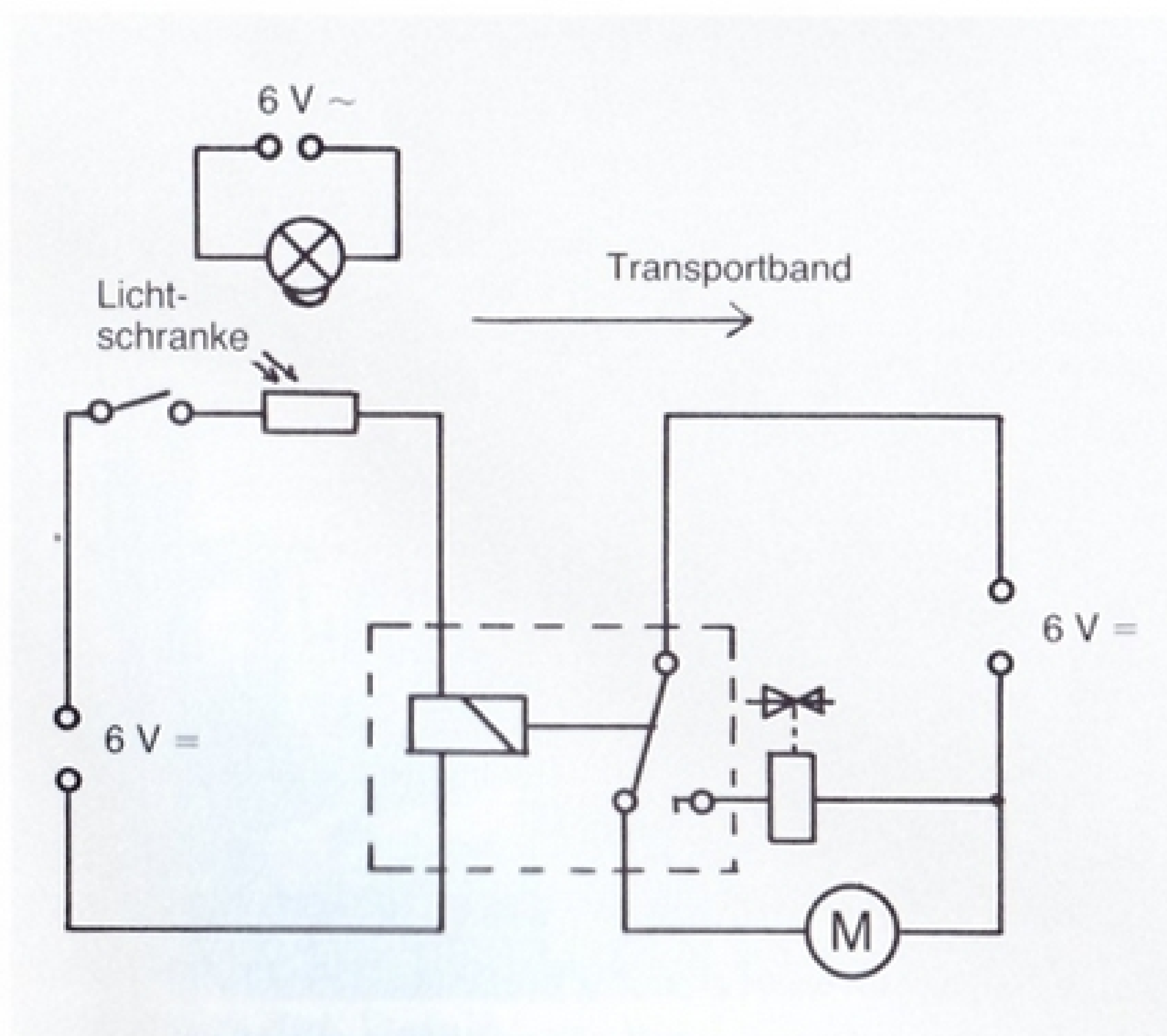


Abb. 10: Der Schaltplan der automatischen Abfüllanlage

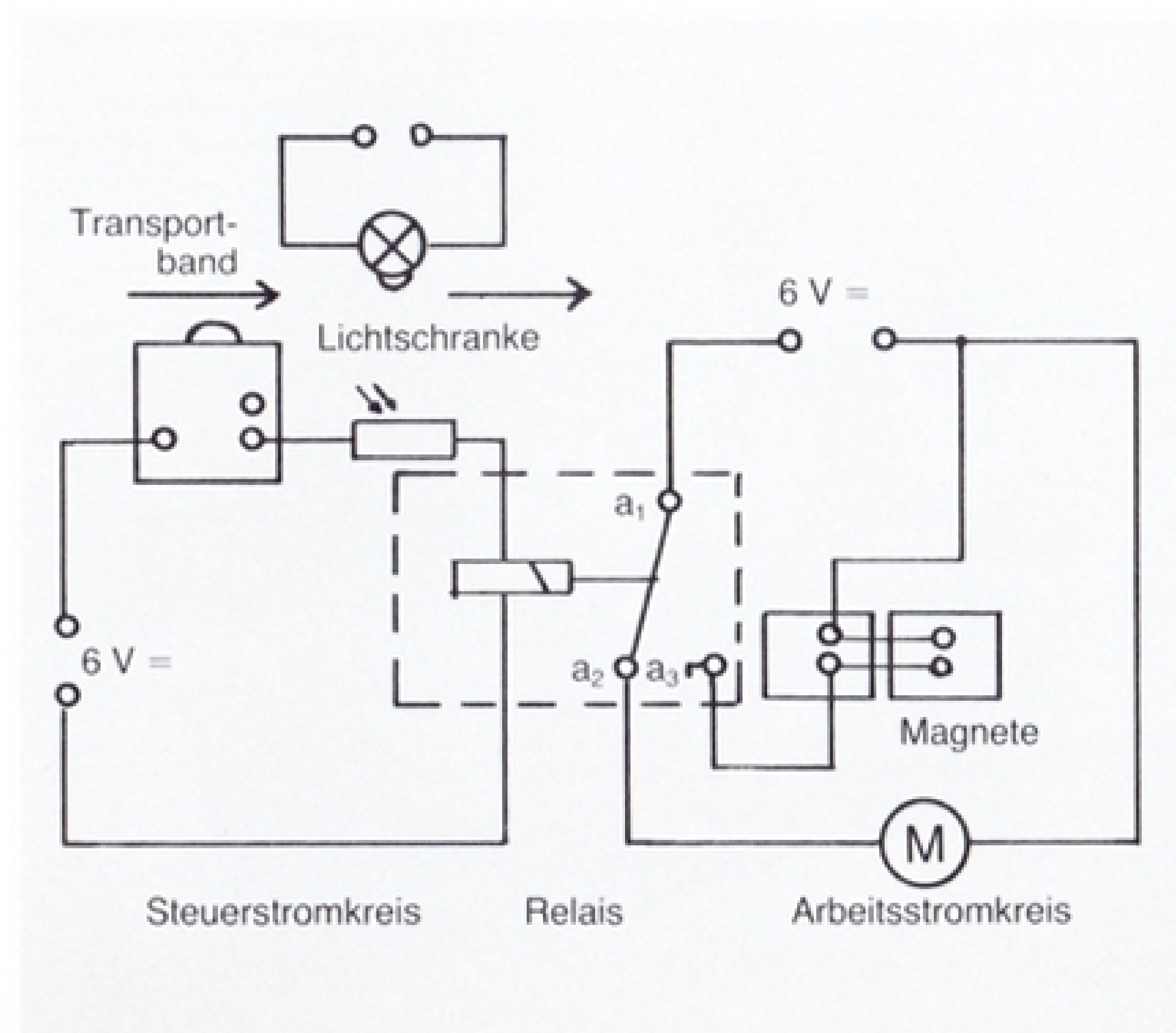
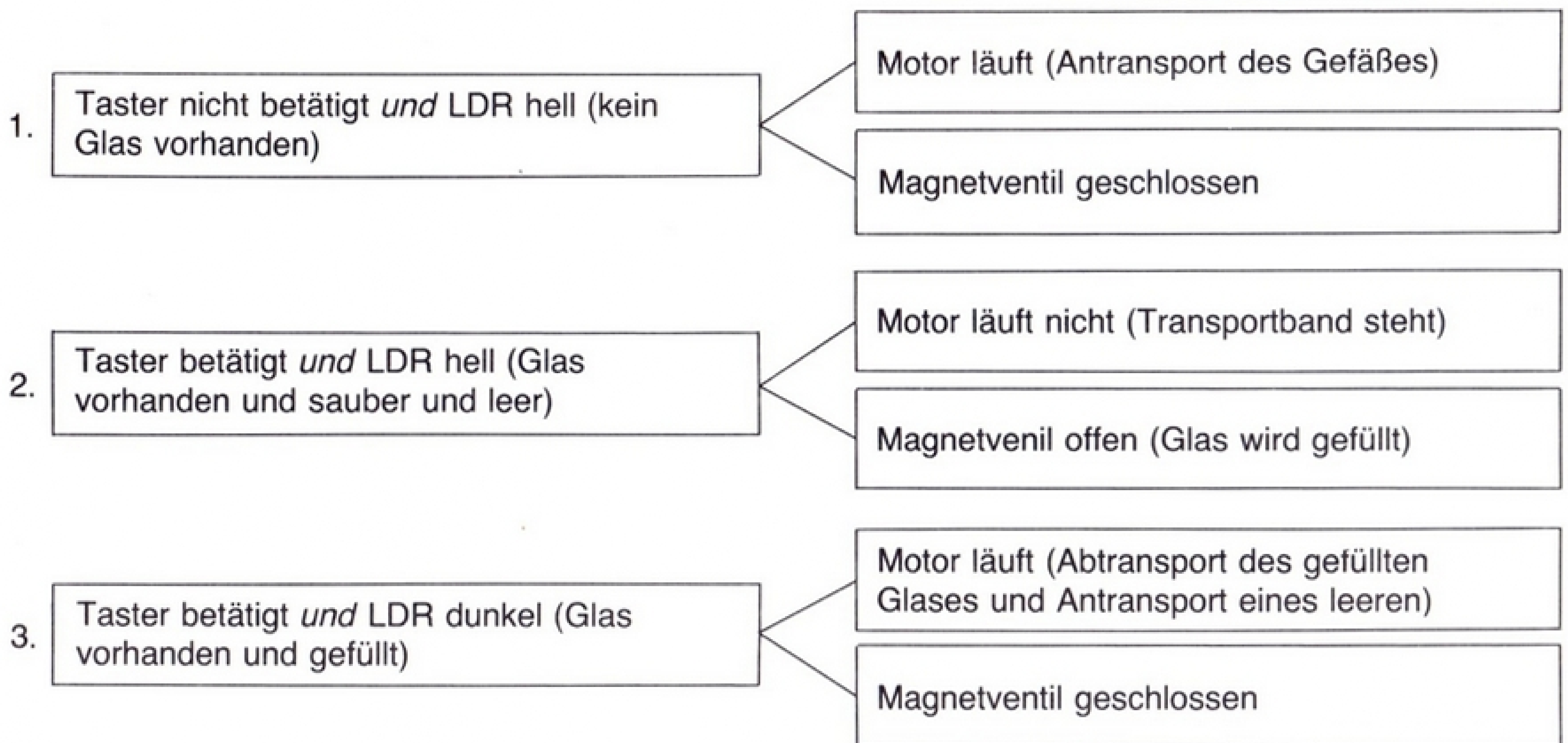


Abb. 11: Der Verdrahtungsplan der automatischen Abfüllanlage





Das Schema zeigt, wie die beiden Steuerelemente über das *Relais* mit dem Motor und dem Magnetventil verknüpft sind.

Zu 1: *Das Relais zieht nicht an*, da die Magnetspule des Relais stromlos ist. Der *Steuerstromkreis ist unterbrochen*, weil der *Taster nicht betätigt* ist. Durch den beleuchteten Fotowiderstand könnte Strom fließen. Wegen der Reihenschaltung von Taster und Fotowiderstand (UND-Verknüpfung) bleibt der Steuerstromkreis unterbrochen.

Weil das Relais nicht angezogen hat und der Motor am Ruhekontakt des Relais angeschlossen ist, ist

der Stromkreis zum Motor geschlossen (Motor läuft), der Stromkreis zum Magnetventil unterbrochen.

Zu 2: *Das Relais zieht an*, da die Magnetspule des Relais stromdurchflossen ist. *Der Steuerstrom kann sowohl durch den betätigten Taster als auch durch den beleuchteten Fotowiderstand fließen*. Weil das Relais umschaltet, wird der Motor ausgeschaltet, das Magnetventil eingeschaltet.

Zu 3: *Das Relais zieht nicht an*, weil die Magnetspule des Relais stromlos ist. *Der Steuerstrom ist durch*

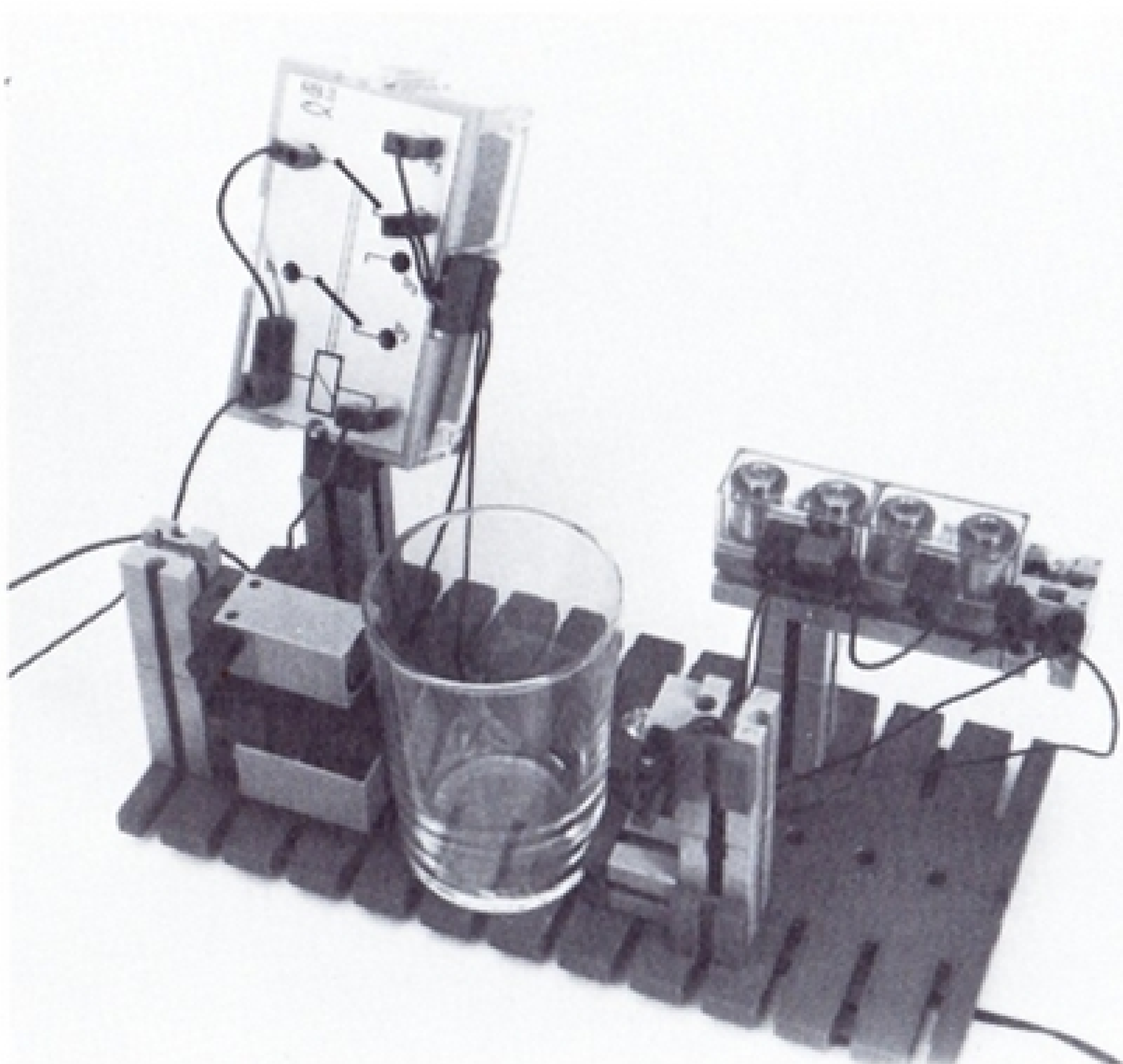


Abb. 12: Die Steuereinheit der Abfüllanlage als Teilmodell

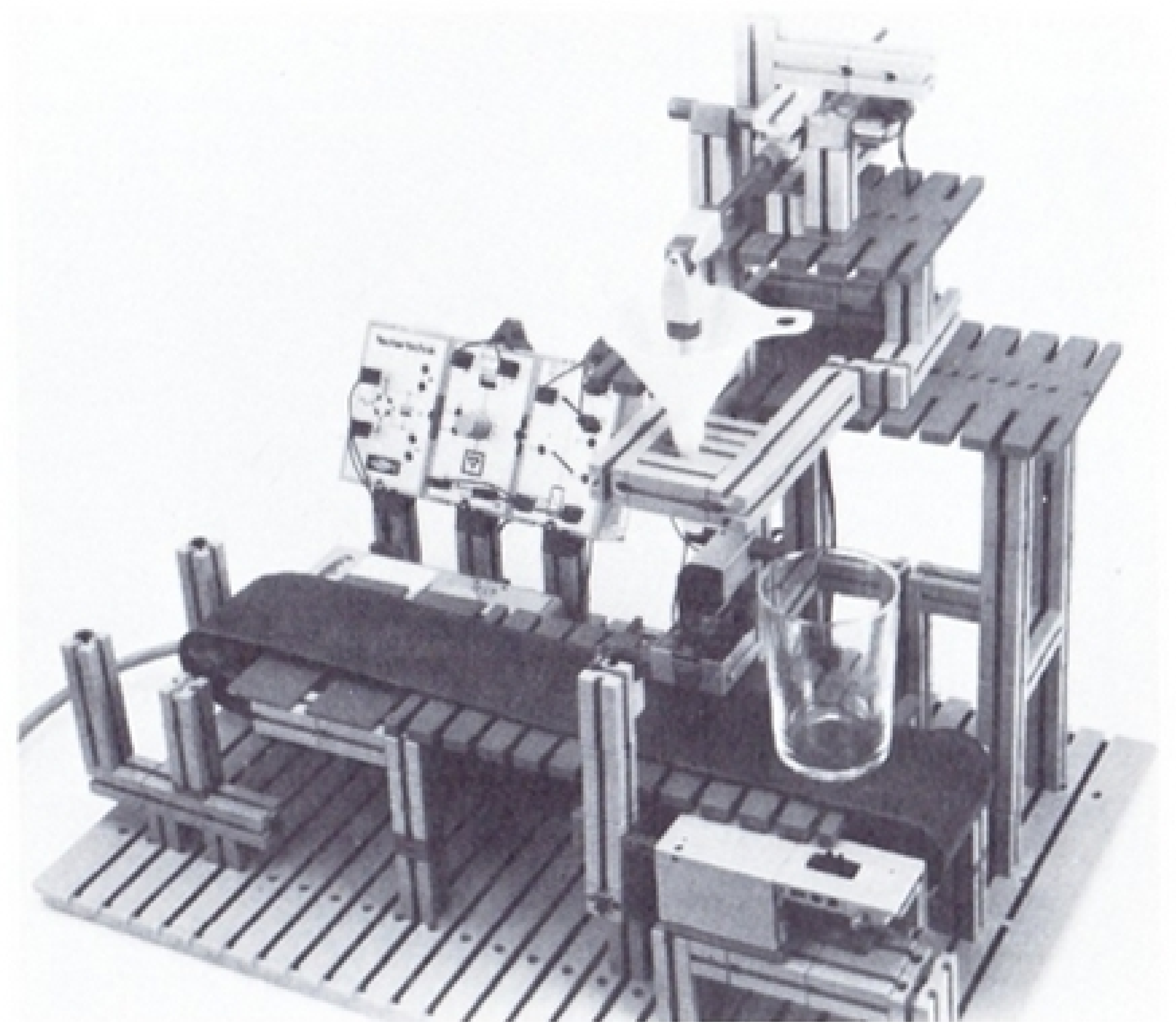


Abb. 13: Funktionsmodell einer automatischen Abfüllanlage für Flüssigkeiten, Steuerung mit elektronischer Verstärkung (vgl. auch Abb. 2)



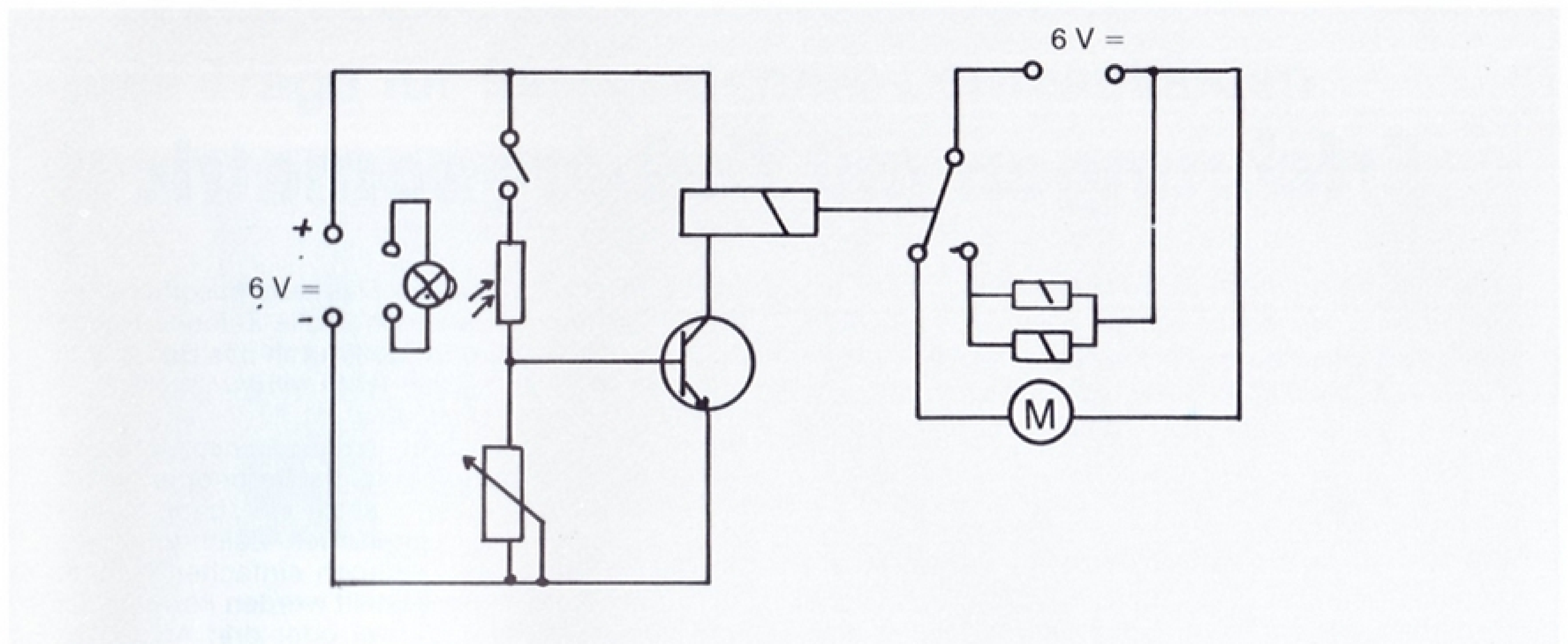


Abb. 14: Schaltplan der Anlage aus Abb. 13 und Abb. 2

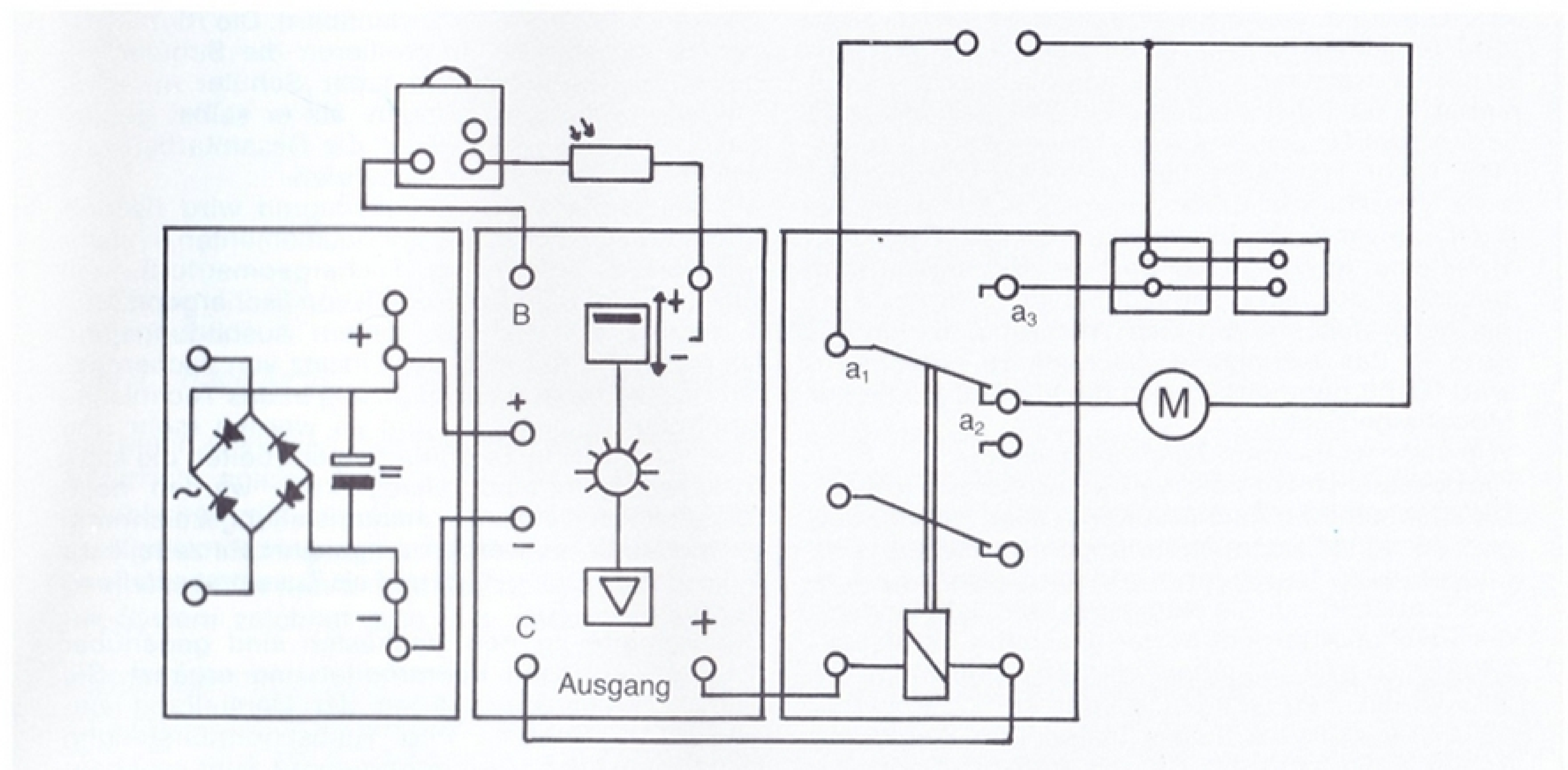


Abb. 15: Verdrahtungsplan zu Abb. 13 und Abb. 2

den *abgedunkelten Fotowiderstand unterbrochen*. Durch den noch betätigten Taster könnte Strom fließen (vgl. zu 1). Weil der Steuerstromkreis unterbrochen ist, fällt das Relais zurück. . .

Die Abbildung 13 zeigt das Funktionsmodell einer Abfüllanlage mit den gleichen Funktionen wie das Modell aus Abbildung 1. Der einzige Unterschied besteht darin, daß der Steuerstrom auf den Eingang des Verstärkerbausteins wirkt und nicht direkt auf das Relais. Am Ausgang des Verstärkerbausteins liegt dann das Relais.

Der Vorteil, der durch den Einbau des Verstärkers erzielt wird, besteht in der größeren Empfindlichkeit.

Nach entsprechender Einstellung des Empfindlichkeitsreglers ließen sich eine exaktere Füllhöhe erreichen oder auch leicht trübe Gläser (farbige Gläser) füllen. Die Abbildung 14 zeigt den Schaltplan dieser Anlage und Abbildung 15 den Verdrahtungsplan.

Anregungen zum vorliegenden Beitrag wurden entnommen: „Empfehlungen für den Unterricht in den Klassen 9 und 10 der Hauptschule in Nordrhein-Westfalen“

Armin Keßler: „Automatische Abfüllanlage für Flüssigkeiten“ – Funktionsanalyse als Teil der Planung von Unterricht, in: Forum technische Bildung, Heft 2/74 Seite 13 ff.



# Erfahrungen mit fischergeometric

*Aus dem Beruflichen Schulzentrum Leonberg erhielten wir den nachfolgenden Erfahrungsbericht über den Einsatz von fischergeometric. Er enthält einige u.E. wesentliche Aspekte, die auch für Lehrer an allgemeinbildenden Schulen interessant sein dürften.*

fischergeometric nimmt für sich in Anspruch, ein Mittel zu sein, das die Einführung in das technische Zeichnen erleichtert und das es ermöglicht, eine Zeichnung lesen zu lernen. Wird es diesen Ansprüchen gerecht?

Die zeichnerische Darstellung eines technischen Gegenstandes ist im Normalfall die Darstellung von drei Ansichten dieses Körpers in bestimmter Anordnung zueinander. Es bereitet wenig Schwierigkeiten, von einem natürlichen Gegenstand oder von einem Modell drei Ansichten richtig zu zeichnen. Nicht wenige Schulen verfügen deshalb über eine Vielzahl von dafür geeigneten Modellen. An Stelle dieser vielen Modelle können schon aus den Bauelementen nur *eines* Kastens fischergeometric nacheinander mehr unterschiedlich geformte Körper hergestellt werden. Dem Anspruch, die Einführung in das technische Zeichnen zu erleichtern, wird fischergeometric durch die Vielzahl möglicher Modelle gerecht.

Wie steht es mit dem Zeichnungslesen?

Hier stehen wir vor dem weitaus größeren Problem. Die Mehrzahl der Facharbeiter in allen Berufszweigen, in denen nach Zeichnungen gearbeitet wird, muß eine Zeichnung *lesen* können. Selbst zu *zeichnen* brauchen nur die wenigsten. Weshalb ist dann der Zeichenunterricht in der gesamten Berufsausbildung so weit ausgebaut worden? Meines Erachtens ist ein Weg gesucht worden zu kontrollieren, ob der angehende Facharbeiter eine Zeichnung richtig lesen kann. Als Beweis dafür wird von ihm verlangt, von einer vorgegebenen Zeichnung eine andere Ansicht des Körpers zu *zeichnen* oder ein bestimmtes Teil herauszuzeichnen. Man hatte bisher keine andere Möglichkeit, richtiges Zeichnungslesen zu überprüfen.

Ob jemand in der Lage ist, einen Körper aufgrund der technischen Zeichnung richtig zu erkennen, kann er jetzt nachweisen, in dem er nach vorgegebener Zeichnung ein Modell baut. Und es ist möglich, in einer Unterrichtseinheit weitaus mehr Modelle zu bauen, als Körper skizziert oder gar gezeichnet werden können. Außerdem kann jeder Schüler ein anderes Modell gleichen Schwierigkeitsgrades herstellen. Schon so gesehen ist der Unterricht wesentlich effektiver. Der Hauptvorteil liegt aber in den Erfahrungen, die beim Bauen von Modellen gesammelt werden. Geht es doch darum, die Darstellungen in der Zeichenebene in das Bild

eines Körpers umzusetzen. Das kann besonders bei der Einführung in das Technische Zeichnen nicht oft genug geübt werden, weil durch das Bauen von Modellen die *räumliche Wahrnehmungsfähigkeit* am stärksten entwickelt wird.

Ich arbeite seit fünf Jahren in Klassen des Metallgewerbes mit fischergeometric. fischergeometric 1 – mit rechteckigen Teilen – setze ich schon in den ersten Stunden des technischen Zeichnens ein. Das gilt sowohl beim Zeichnen einfacher Platten, die in einer Ansicht dargestellt werden können, als auch von Quadern, wo zwei oder drei Ansichten nötig sind. Im Laufe der Jahre habe ich mir eine Aufgabensammlung geschaffen, die einander ähnliche Aufgaben erhält. So baut jeder Schüler ein anderes Modell als seine Nachbarn. Die Richtigkeit der Bauergebnisse kontrollieren die Schüler gegenseitig. Dadurch lernt jeder Schüler an mehr Modellen und Zeichnungen, als er selbst gebaut hat. Der Lehrer überwacht die Gesamtarbeit und wird nur in Zweifelsfällen gerufen.

Mit steigendem Schwierigkeitsgrad wird fischergeometric 2 – mit schrägen Bauelementen – hinzugenommen. Später folgt fischergeometric 3 – mit runden Teilen. Zu den Kegeln von fischergeometric 4 komme ich erst im zweiten Ausbildungsjahr. Danach schränkt sich der Einsatz von fischergeometric ein; denn die Einführung in das Technische Zeichnen ist beendet, und es werden mehr und mehr Angaben in Zeichnungen erarbeitet, die stark berufsbezogen sind. Gelegentlich werden noch Einzelteile aus einer Zusammenstellungszeichnung gebaut, oder es werden umgekehrt Einzelteile zu einer Baugruppe gefügt und als Zusammenstellung gezeichnet.

Die Beihefte zu den Baukästen sind gegenüber früheren Auflagen überarbeitet und ergänzt. Sie zeigen verschiedene Arten der Darstellung einschließlich Schnitt- und Halbschnittdarstellung und *führen bis zu Durchdringungen*. Sehr anschaulich sind die einzelnen Bemaßungssysteme mehrfach erläutert.

Wer erfolgreich mit fischergeometric arbeiten will, sollte sie von Anfang an verwenden. So erlangen die Schüler beim Aufbau von Modellen eine gewisse Fertigkeit. Sie wissen beim Abbau auch, wo die Teile wieder hingehören.

fischergeometric ist ein sehr effizientes Hilfsmittel besonders in den ersten Phasen des Zeichenunterrichtes, wenn die Schüler lernen sollen, aus der Zeichnung die Gestalt des Körpers zu erkennen. Es ist zur Zeit nach unserer Kenntnis auch das einzige praktische Mittel, um einfach und eindeutig zu kontrollieren, ob der Schüler eine technische Zeichnung lesen kann.

Günther Reiche  
BSZ Leonberg



## Eine Trage für fischertechnik-Lernbaukästen

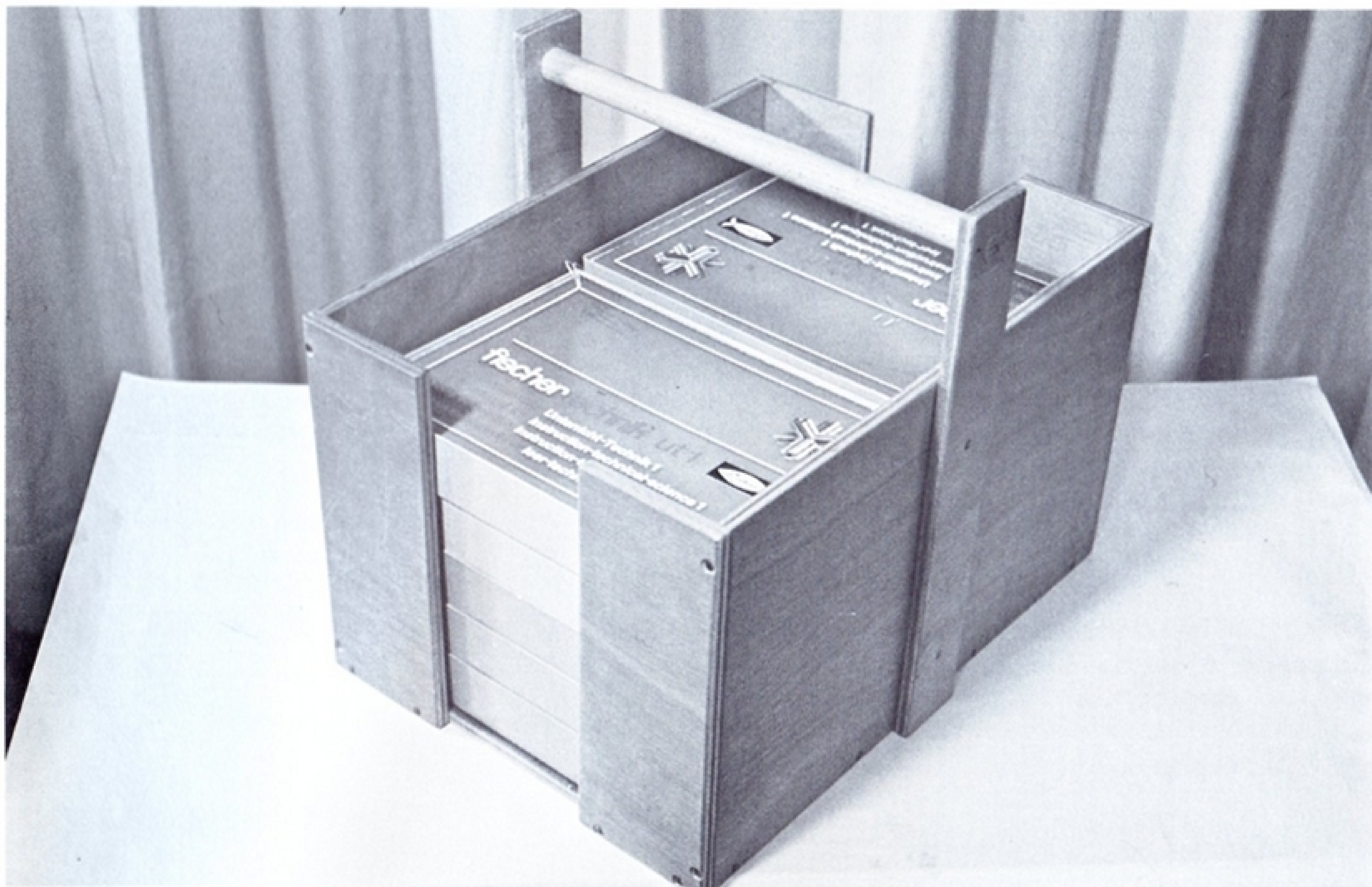


Abb. 1: Trage für zehn fischertechnik-Lernbaukästen

Für einen effektiven Einsatz von Lernbaukästen im Unterricht spielen Fragen der Organisation eine erhebliche Rolle. Hilfreich wirkt bereits die zweckmäßige Unterbringung der einzelnen Bauelemente in einem Aufbewahrungsbehälter. Das fischertechnik-System zeichnet sich u.a. dadurch aus, daß

eine Vielzahl von Elementen übersichtlich in handlichen Kästen einsortiert sind. Dies ermöglicht das rasche Auffinden bestimmter Elemente während des Konstruierens und deren schnelles Zurückordnen am Ende des Unterrichts sowie eine einfache Vollständigkeitskontrolle.

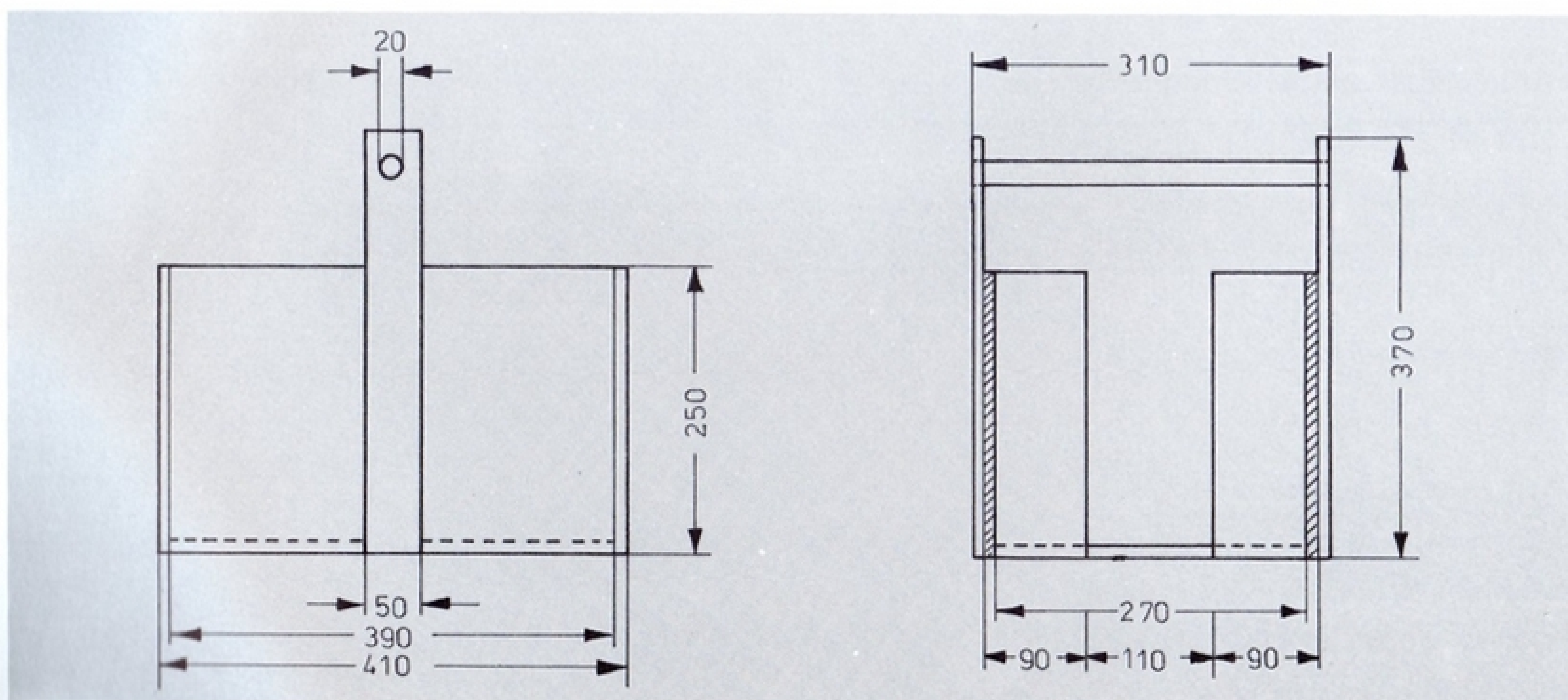


Abb. 2: Zeichnung der Trage



Als Medien des Schulunterrichts kommen die Lernbaukästen aber durchweg im Satz für eine Schülergruppe (Klasse, Halbklass) zur Verwendung. Hieraus entstehen im Schulalltag Organisationsaufgaben von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Je nach Gegebenheiten der einzelnen Schule muß der Baukastensatz zwischen verschiedenen Räumen oder sogar von einem Gebäude in ein anderes transportiert werden. Das ist vor allem dann der Fall, wenn der Technikunterricht im Klassenraum stattfindet. Erfahrungsgemäß ist davon besonders die Grundschule betroffen, für deren Technikunterricht häufig kein Fachraum bereitsteht. Der Satz Lernbaukästen muß dann von seinem Standort in die einzelnen Klassenräume geschafft und anschließend wieder zurückgebracht werden.

Diese Transportprobleme können recht gut mit Hilfe einer Trage bewältigt werden, die hier vorgestellt und zum Nachbau empfohlen wird. Folgende Merkmale kennzeichnen die Trage:

- Sie kann zehn fischertechnik-Lernbaukästen aufnehmen; die Kästen werden in zwei Fünferstapel aufgeteilt, die mit ihrer Breitseite nebeneinanderliegen. So ergibt sich in Gewicht und Ausmaßen eine Last, die auch von zwei Grundschulern gut getragen werden kann.
- Die Seitenwände der Trage sind höher als fünf korrekt aufeinandergestellte Kästen. Auch wenn Kästen verkantet eingestellt sind und damit eine größere Höhe einnehmen, können die Deckel der oberliegenden Kästen während des Tragens nicht herunterfallen.
- An den Schmalseiten sind die Tragen z. T. offen. Das gestattet ein bequemes Einstellen und Herausnehmen der Kästen. Außerdem kann kontrolliert werden, welche Kästen eines Satzes sich in der Trage befinden, wenn sie an der entsprechenden Stelle numeriert sind.

Winfried Schmayl

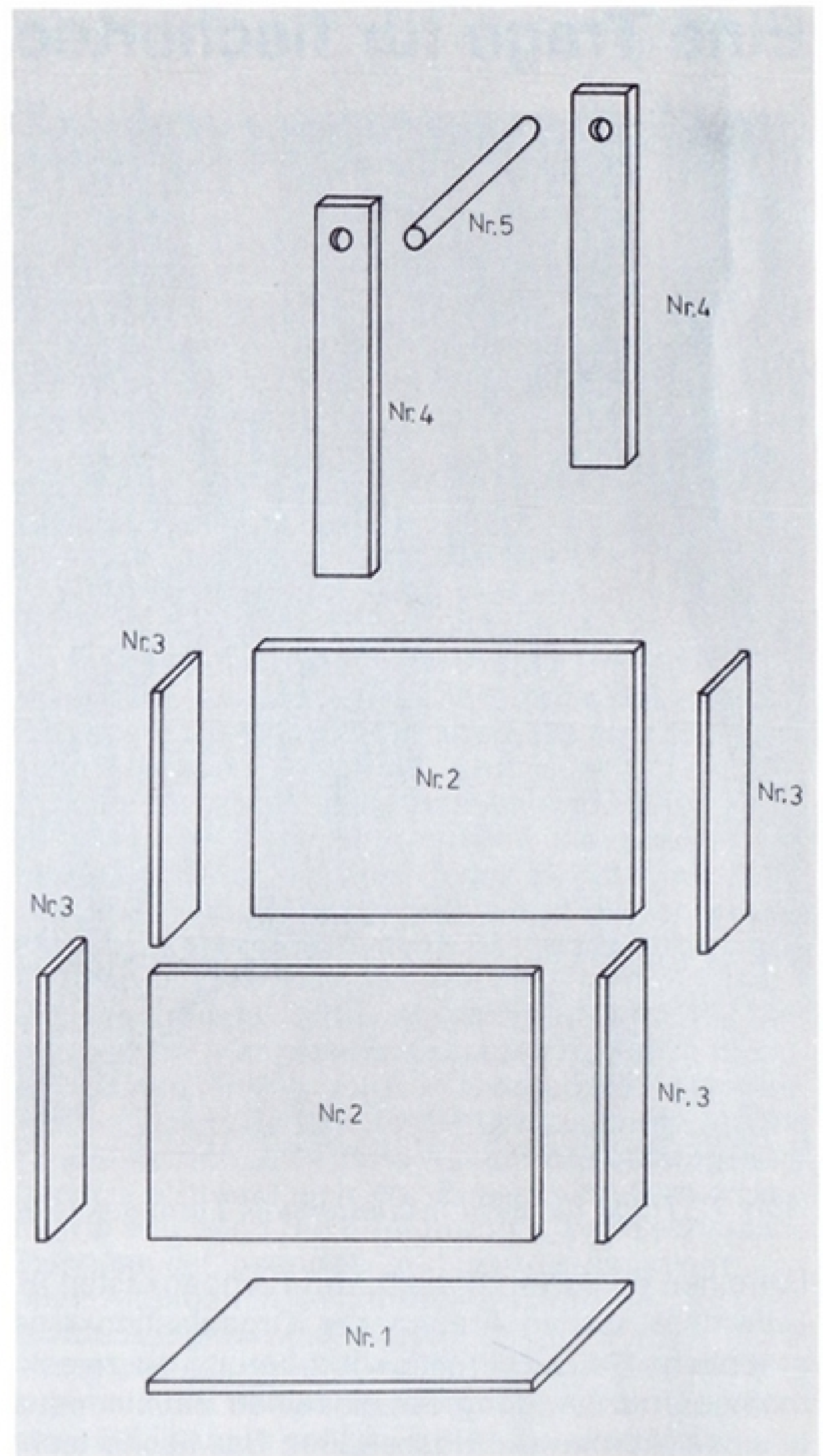


Abb. 3: Die Teile der Trage

Nr.	Stückzahl	Benennung	Maße (in mm)			Werkstoff
			Dicke	Breite	Länge	
1	1	Grundplatte	10	270	390	Sperrholz
2	2	Seitenwand (Breitseite)	10	250	390	Sperrholz
3	4	Seitenwand (Schmalseite)	10	90	250	Sperrholz
4	2	Griffhalterung mit Bohrung $\varnothing 20$	10	50	370	Sperrholz
5	1	Griff			310	Buchenrundstab $\varnothing 20$

Abb. 4: Stückliste



fischer-werke Artur Fischer GmbH  
 (Abteilung Schule)  
 7244 Tumlingen/Waldachtal 3