

Forum technische Bildung

Beispiele für den
Technikunterricht



Klaus Wenz

Fahrzeugbau

im arbeitsteiligen Verfahren –
Unterrichtsbeispiel aus der Schule
für Körperbehinderte

4

Hansjörg Kreuzer

Fließbandarbeit

Beitrag zum Unterricht in der
Sonderschule für Lernbehinderte

19

Michael Wlaschek

Kräfte am Karussell

Unterrichtsbeispiel aus einer Schule
für Lernbehinderte

23

Ausgabe
Sekundarstufe

ISSN 0170-1487

Vieweg



Georges Glaeser (Hrsg.)

Didaktik mathematischer Probleme und Aufgaben

Theorie und Beispiele

(Aus dem Franz. übers. von Gerd Walther).

Mit 162 Abb. 1980. X, 214 S. DIN C 5. Kart. 29,80 DM

Das Buch, das vom Straßburger IREM (Institut de Recherche sur l'enseignement des mathématiques) entwickelt worden ist, gibt den Mathematikern Impulse, liefert Anregungen und ist als Arbeitsmittel gedacht. Insbesondere geht es um die didaktischen Funktionen von Aufgaben und Problemen und deren Anpassung an pädagogische Ziele. Übungsaufgaben, Prüfungsaufgaben oder Probleme dienen unterschiedlichen Zwecken und müssen daher unterschiedlich abgefaßt und eingesetzt werden.

Hendrik Radatz

Fehleranalysen im Mathematikunterricht

1979. VIII, 101 S. DIN C 5. Kart. 19,80 DM

Das Buch bietet einen Überblick über die Geschichte der Fehlerkunde, eine Unterscheidung in Fehlertechniken und Fehlerursachen, ein Modell der Gruppierung von Fehlerursachen sowie zahlreiche Anregungen für unterrichtspraktische Möglichkeiten der Fehleranalyse. Sehr viele Fälle und Problembeispiele werden diskutiert; darüber hinaus findet der Leser eine Zusammenstellung der häufigsten Fehlertechniken bei den arithmetischen Grundoperationen.

Forum technische Bildung

**Beispiele für den
Technikunterricht
Ausgabe Sekundarstufe
Heft 1/2-80**

Herausgeber und Verlag:

Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH,
Braunschweig · Wiesbaden

Schriftleitung:

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

Redaktion:

Gereon Roeseling (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:

Hansjörg Kreuzer
Thürheimerstr. 2
7911 Biberachzell

Klaus Wenz
Freizeitstr. 65
7000 Stuttgart 1

Michael Wlaschek
Meßlinger Str. 16
4953 Petershagen 1

Wolf Traebert

Zu diesem Heft

Schon die Entstehungsbedingungen des Schul-faches „Technik“ aufgrund der Empfehlung des Deutschen Ausschusses für das Erziehungs- und Bildungswesen aus dem Jahre 1964 weisen auf die dort gesehene, wichtige Aufgabe des neuen Fachbereiches Arbeitslehre hin, eine „Hinführung zur Wirtschafts- und Arbeitswelt“ zu leisten. Technik ist demnach in ihrer realen Erscheinungsform, d.h. verwoben mit Wirtschaft und Gesellschaft unterrichtlich zu thematisieren und problematisieren, nicht losgelöst als isolierte Technik an und für sich, als Beziehung zwischen Sachen. Daß sie zugleich auch Befähigung zur Bewältigung realer (beruflicher) Alltagssituationen ist bzw. leisten soll, wird heute nicht mehr ernsthaft in Frage gestellt. Eine der typischsten, zugleich aber auch folgenreichsten und problemhaltigsten Situationen, in der der einzelne heute mit Technik unmittelbar zusammentrifft, ist die Situation am Arbeitsplatz, die nicht nur in der unmittelbaren körperlichen Auseinandersetzung mit Technik besteht, sondern ihrerseits oft durch die Rationalität der Technik bestimmt ist. Rationalität bezieht sich dabei sowohl auf die (sachgesetzliche) Funktion der Anlagen, Maschinen und Werkzeuge, als auch auf die Organisationsform, d.h. die Art und Weise des formalen Produktionsvollzuges, dessen wohl wichtigstes Prinzip die Arbeitsteilung bzw. Arbeitszerlegung ist. Wir verstehen darunter nicht nur die oft kritisierte Aufteilung in körperliche und geistige Arbeit, sondern – neutraler – zunächst nur die Tatsache, daß komplexe Aufgaben in Einzelschritte zerlegt werden (müssen), um sie in dieser Elementarisierung ökonomischer lösen zu können, oft auch überhaupt erst lösbar zu machen. Eine Fülle – um nicht zu sagen die Mehrzahl – heutiger Aufgabenstellungen ist ohne sehr spezielle Arbeitsteilung (Spezialisierung) gar nicht lösbar, die Kompetenz des einzelnen würde schnell die Grenzen des Machbaren aufzeigen. Es ist übrigens ein häufig angetroffenes, kaum ausrottbares, interessanterweise von ansonsten sehr kritischen Geistern unkritisch übernommenes Vorurteil, Arbeitsteilung sei ein Kind des spätindustriellen (kapitalistischen) Systems. Ein Blick in die in dieser Hinsicht doch gewiß unverdächtigen Schriften Augustins (354–430 n. Chr.!) stimmt nachdenklich.

In entwickelten Industriegesellschaften kann die Außerkraftsetzung von Arbeitsteilung schon aus Gründen internationaler Wettbewerbsfähigkeit und sozialer Verpflichtungen, die Effektivität von Produktion voraussetzen, nicht ernsthaft erwogen werden. Kritik richtet sich vielmehr gegen die Sinnentleerung zu weit elementarisierter Arbeitsteilung, in der die Tätigkeit des Menschen auf repetitive, monotone Handlungen reduziert ist mit der Folge von Orientierungslosigkeit im Produktionsganzen, Nicht-Erwerb bzw. Verlust von Qualifikation und daraus folgender absoluter Abhängigkeit vom „Sozialnetz“ der Gesellschaft bei auftretenden Änderungen im beruflichen Anforderungsprofil. Hier ist auch der allgemeinbildenden Schule eine erhebliche Aufgabe gestellt: qualifizieren für (wechselnde) Positionen im arbeitsteiligen industriellen Prozeß.

In zwei Beiträgen aus dem Bereich der Sonderschule wird diese Thematik aufgegriffen. Wenn man bislang öfter die Meinung vertreten fand, technische Baukästen eigneten sich in erster Linie für die Darstellung technischer Funktionsprinzipien auf *Gegenstandsebene* (Modellbau), so ist hier ein alternativer, *verfahrensorientierter* Ansatz erkennbar: montierende arbeitsteilige Tätigkeit im Klassenverband mit dem Lernziel, Ökonomie und Randbedingungen industrieller Produktionsprozesse transparent zu machen. Der Gegenstand selbst ist dabei – zumindest grundsätzlich – austauschbar.

In einem anderen Thema – ebenfalls aus dem Bereich der Sonderschulen – wird ein Thema aus dem Grenzbereich Physik/Technik aufgegriffen. An einem konkreten Beispiel aus dem (aktuellen) Erfahrungsbereich der Schüler wird die Ausnutzung physikalischer Grundgesetze zu technischen Problemlösungen thematisiert. Dabei werden jedoch nicht nur (grundsätzliche) Effekte erkannt, sondern auch ganz spezifische Einzelprobleme der Realisierung deutlich (Lagerung, Drehrichtung, Drehzahländerung).

Die berichteten Unterrichtsbeispiele sind sicherlich nicht nur für den Bereich der Sonderschule gedacht. Wir hoffen jedoch, gerade hier einem oft geäußerten Bedürfnis nach realisierbaren Unterrichtsvorschlägen nachzukommen.

Klaus Wenz

Fahrzeugbau im arbeitsteiligen Verfahren

Unterrichtsbeispiel aus der Schule für Körperbehinderte

1. Vorstellung und Begründung der Unterrichtseinheit

Gegenwärtig sind verhältnismäßig viele Schülerinnen und Schüler aus der Schule für Körperbehinderte nach ihrer Schulentlassung auf einen Platz in der Werkstatt für Behinderte angewiesen. Berufliche Ausbildung in Betrieben und Berufsschulen oder auch in Berufsbildungswerken kommen für viele körperbehinderte Jugendliche zur Zeit nicht in Frage, weil sich diese Lernorte in ihren Anforderungen stark an den in der Arbeitswelt entwickelten Qualifi-

kationen orientieren. Die Möglichkeiten, auf individuelle Lernverhältnisse und Leistungsgrenzen einzugehen und die verschiedenen pflegerischen Bedürfnisse zu berücksichtigen, sind deshalb eingeschränkt.

In der Werkstatt für Behinderte ergibt sich für die Jugendlichen aus der Schule für Körperbehinderte oft das Dilemma, daß sie wegen ihrer körperlichen Behinderungen nur einfache Arbeiten verrichten können, die sie geistig zu wenig herausfordern und die sie deshalb nicht genügend motivieren und befriedigen.

Bei den Entwicklungsarbeiten für die Unterrichtseinheit, über die berichtet werden soll, wurde davon ausgegangen, daß das Spannungsverhältnis für diese Jugendlichen vermindert werden kann, wenn sie am Prozeß der Arbeitsaufteilung in einer ihnen angemessenen Weise beteiligt werden können. Ein erster Schritt auf diesem Weg ist die Entwicklung von Einsichten in das Verfahren der arbeitsteiligen Produktion in der Betriebsgruppen- und Bandarbeit. Im vorgestellten Unterrichtsvorhaben sollen grundlegende Einsichten dieser Art im Rahmen einer Bauaufgabe mit „fischertechnik“ vermittelt werden: Zum Beispiel die Möglichkeit, Schwerpunkte der Leistungsfähigkeit des einzelnen aufzugreifen und die Gesichtspunkte aufzuzeigen, die dabei in einer Gruppe mit körperbehinderten Jugendlichen eine

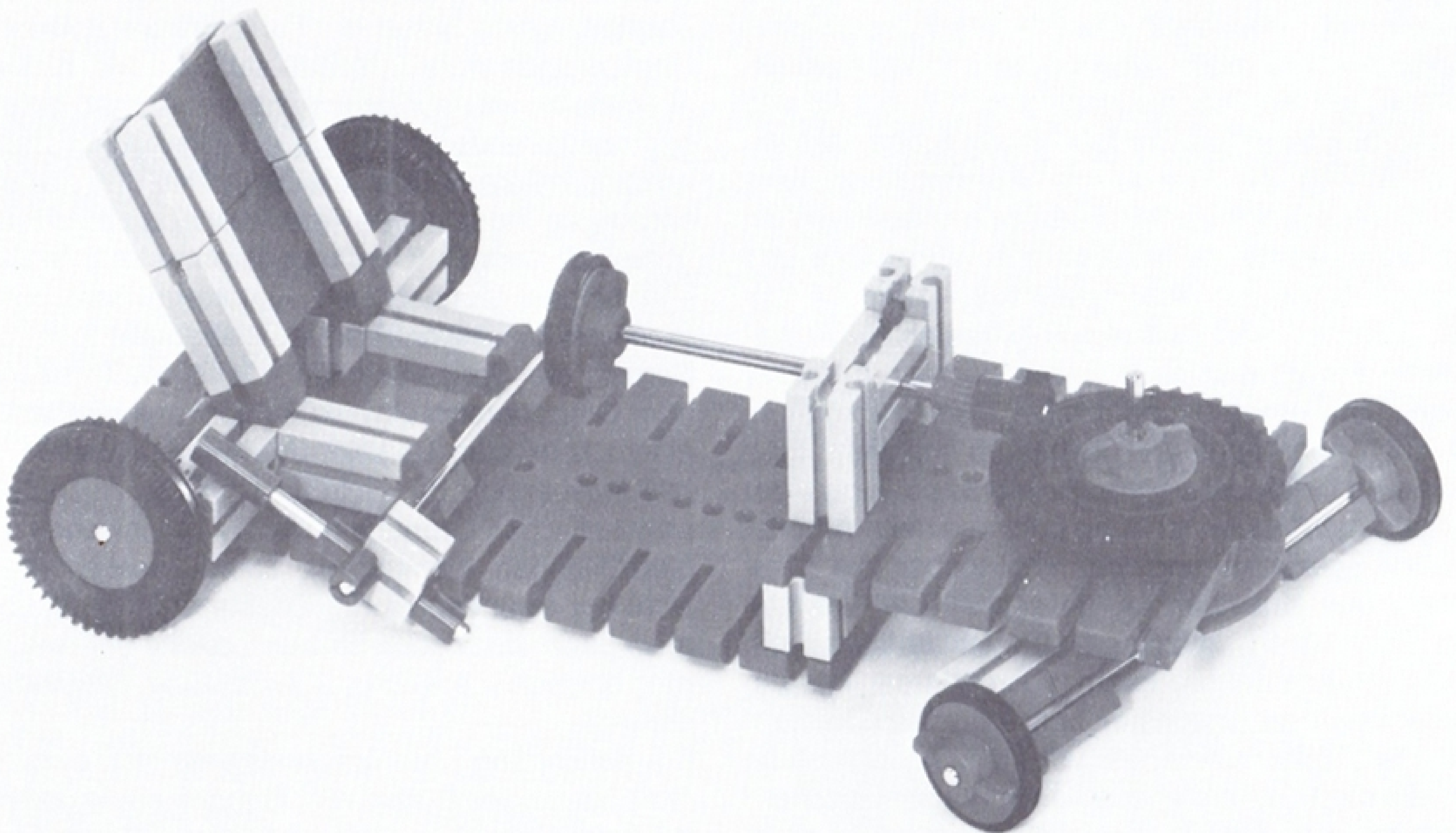


Abb. 1: Gesamtansicht des Fahrzeuges

Rolle spielen; die Auswirkungen der Arbeitsteilung auf das Herstellungstempo, die Bedeutung des Übungsfaktors, der Stellenwert der Materialanordnung am Arbeitsplatz und dafür wichtige Gesichtspunkte.

Das arbeitsteilige Prinzip kann an verschiedenen Projekten aus dem Arbeitsfeld der Schule durchsichtig gemacht werden. Besonders geeignet sind dafür allerdings Bauaufgaben, weil dabei die neue Qualität des Endproduktes am deutlichsten wird und gleichzeitig auch noch die Beiträge des einzelnen Mitarbeiters sichtbar bleiben. Gegenüber Bauaufgaben aus dem Werkunterricht besitzen Bauaufgaben mit fertigen Elementen den Vorteil, daß sie in einem kürzeren Zeitraum erledigt werden können, was den Überblick über die Arbeitsteilungsvorgänge erleichtert. Ein weiterer Vorzug liegt darin, daß sich die motorischen Anforderungen in wenigen Grundfunktionen bestimmen lassen: Zusammenstecken, Drehen usw.

Als Bauaufgabe wurde für die Unterrichtseinheit das Fahrzeug (Go-Cart) in Abb. 1 ausgewählt.

2. Unterrichtsdurchführung

2.1 Die Stationen in der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit wurde in vier Themenkreise gegliedert, die im folgenden kurz charakterisiert werden:

Gesamtbauaufgabe:

Jeder Schüler baute ein eigenes Fahrzeug. Soweit erforderlich erhielt er vom Lehrer Ratschläge und Hilfestellungen. – Der Lehrer erhält bei dieser Aufgabenstellung Gelegenheit, die Möglichkeiten seiner Schüler genauer kennenzulernen. Die Schüler erwerben eine Grundlage dafür, den späteren Herstellungsprozeß im arbeitsteiligen Verfahren beurteilen zu können.

Bauaufgabe in Arbeitsteilung:

Jeder Schüler führte nur einen bestimmten Teil der Bauaufgabe aus. Welcher Arbeitsteil für den einzelnen Schüler ausgewählt wurde, ist von eigenen Vorstellungen der Schüler und von verschiedenen gemeinsamen Erfahrungen her entschieden worden. Diese Arbeitsphase dient dem Klären der verschiedenen Arbeitsgruppen. Allgemeine Bedingungen für arbeitsteilige Verfahren werden im Zusammenhang mit den gestellten Aufgaben herausgearbeitet.

Die Schüler stellten in „Bandarbeit“ eine größere Anzahl von Fahrzeugen her. – In der *Anwendungsphase* werden die Vereinbarungen zum Herstellungsprozeß in Bandarbeit in die Praxis umgesetzt und in einem längeren Arbeitsgang erprobt.

Anschlußaufgaben:

Aus den Erfahrungen im Unterricht mit den körperbehinderten Schülern läßt sich ableiten, daß auch Lernhilfen beim Übertragen der Erkenntnisse über die Gruppen- oder Bandarbeit auf verschiedene Realsituationen in der Werkstatt für Behinderte und in der Industrie notwendig sind. Aus diesem Grunde werden im vorliegenden Bericht auch noch einige Hinweise auf entsprechende Anschlußaufgaben gegeben.

2.2 Zur Durchführung der Bauaufgabe in Einzelarbeit

Als Hilfsmittel werden in diesem Abschnitt des Unterrichts eingesetzt:

- Eine Stückliste zum ausgewählten Fahrzeug (Arbeitsblätter, auf denen die benötigten Bauteile in Originalgröße abgebildet waren, vgl. Abb. 2).
- Das zusammengebaute Fahrzeug als Baumuster (vgl. Abb. 1).
- Die Abbildung des Fahrzeuges.
- Abbildungen verschiedener Baustufen (Abb. 3 bis 13).
- Eine „Explosionsdarstellung“ zum Lenkungsteil des Fahrzeuges (Abb. 14).

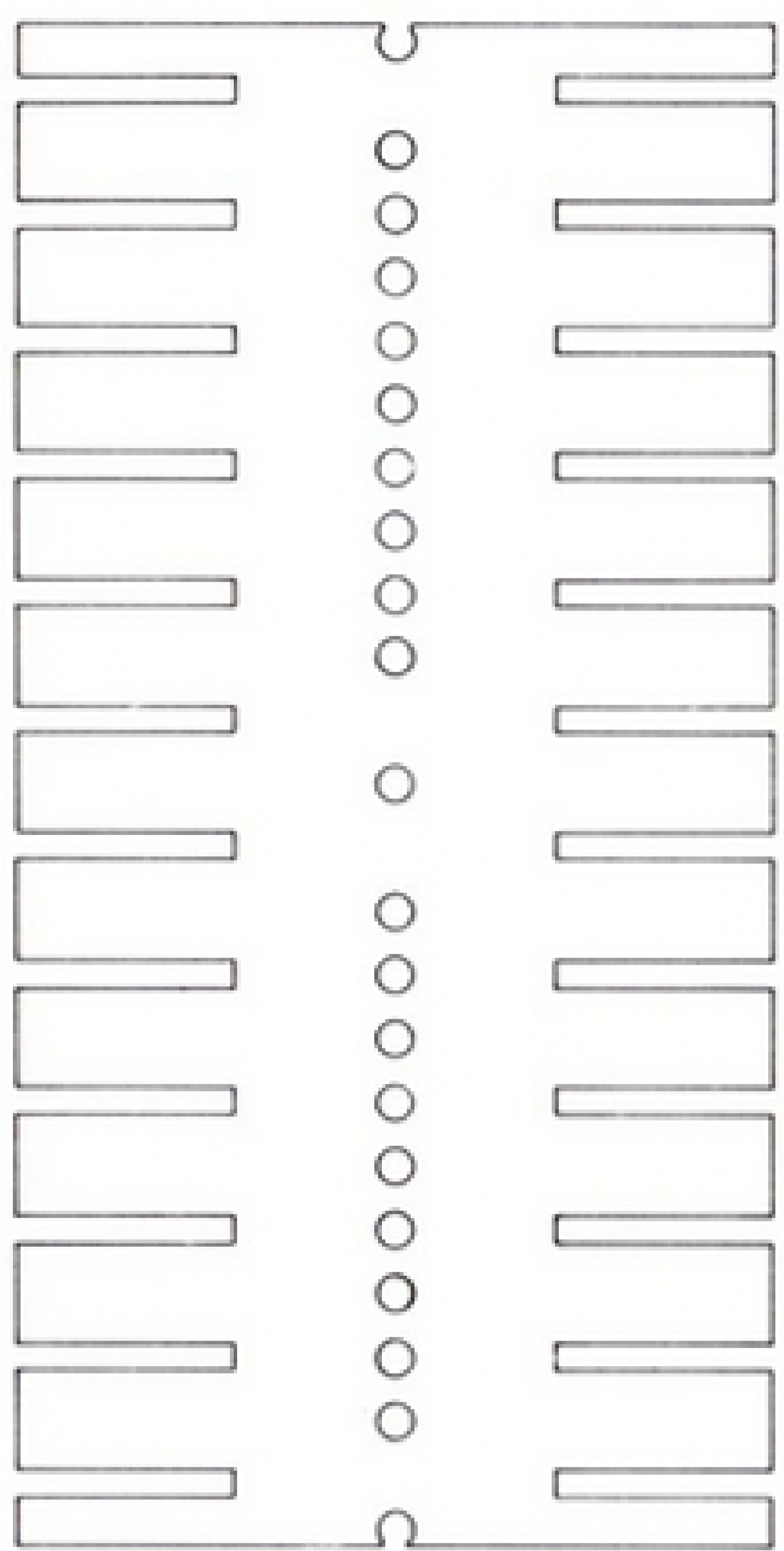
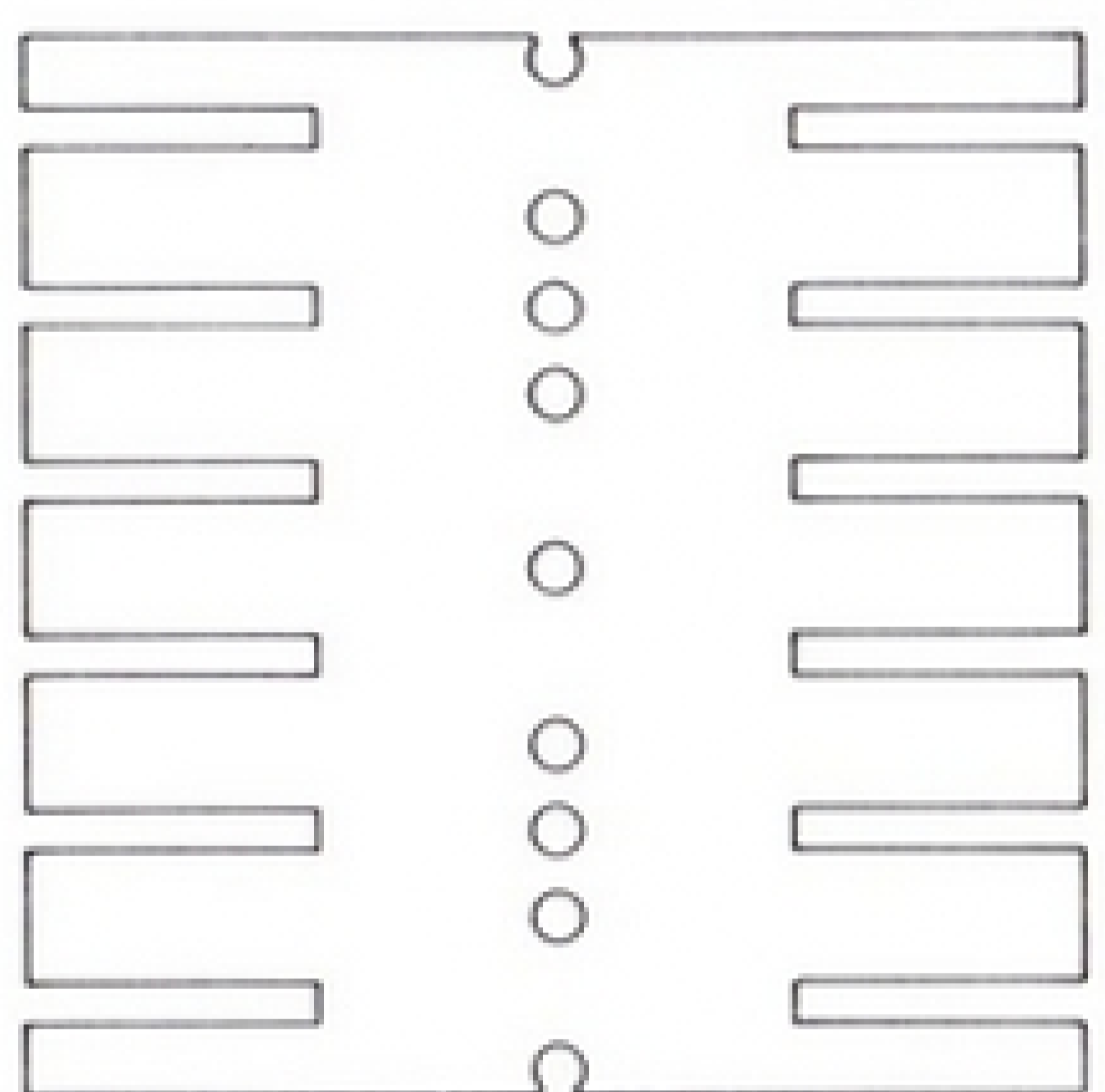
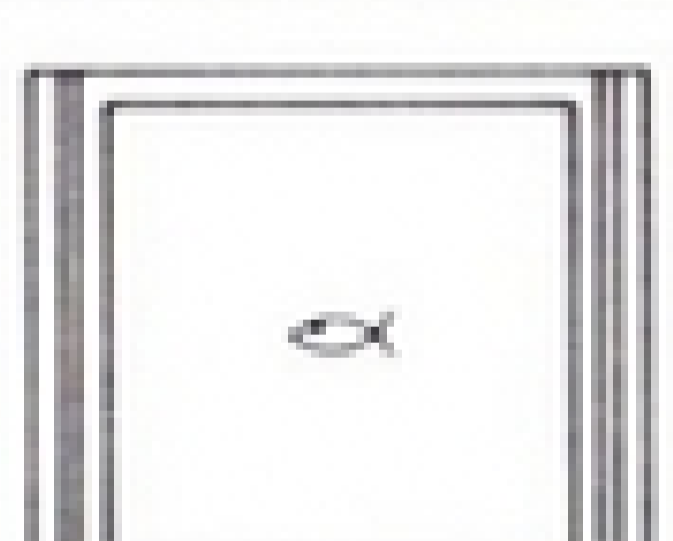
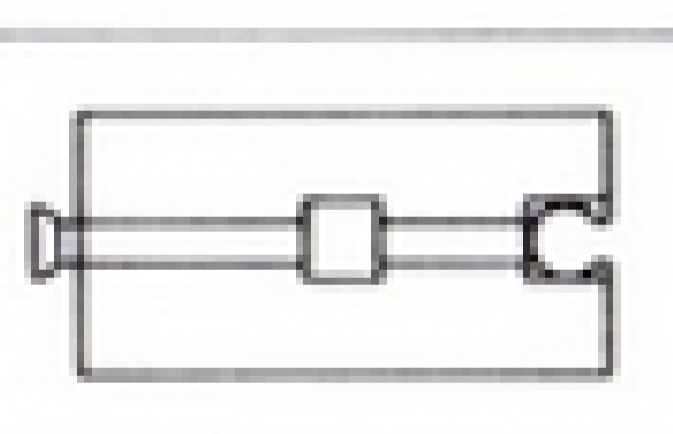
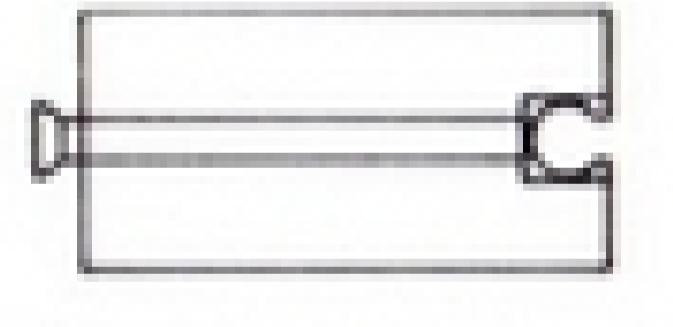
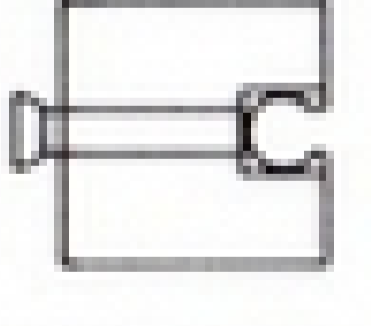
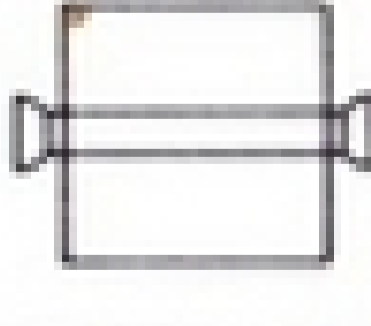



2.3 Einführung in das Bauen im arbeitsteiligen Verfahren

Dieser Arbeitsabschnitt hat zentrale Bedeutung in der Unterrichtseinheit. Dies kommt in der Unterrichtspraxis auch im größeren Zeitbedarf zum Ausdruck: Bei ausführlicher Bearbeitung werden mindestens vier Unterrichtsstunden benötigt.

Wegen der Bedeutung des Arbeitsabschnittes wird der Bericht darüber ausführlicher gehalten. Er enthält eine Übersicht über die im Arbeitsversuch durchlaufenen Stationen sowie eine detaillierte Ablaufskizze. Diese Ablaufskizze ist nicht als starres Programm zu verstehen, sondern nur als mögliche Ablauforganisation, die vermutlich bei der Übertragung auf andere Klassen an etlichen Stellen korrigiert werden muß.

Bei der Einführung in das arbeitsteilige Verfahren werden die folgenden Schritte vollzogen:

- a) Einige Beispiele für aufgeteilte Fertigungsverfahren aus der Industrie und aus der Werkstatt für

	Stück	Benennung
	1	Grundplatte 90 × 90 × 5,5
	1	Grundplatte 180 × 90 × 5,5
	3	Flachstein 30 30 × 30
	1	Baustein 30 mit Bohrung 30 × 15 × 15
	12	Baustein 30 30 × 15 × 15
	6	Baustein 15 15 × 15 × 15
	5	Baustein 15 mit 2 Zapfen 15 × 15 × 15
	12	Winkelstein gleichschenkelig
	1	Klemmkupplung, 8 ∅
	9	Klemmbuchse mit Federring


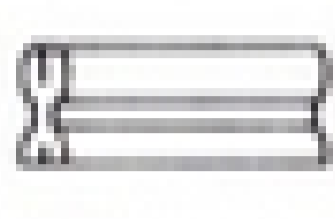
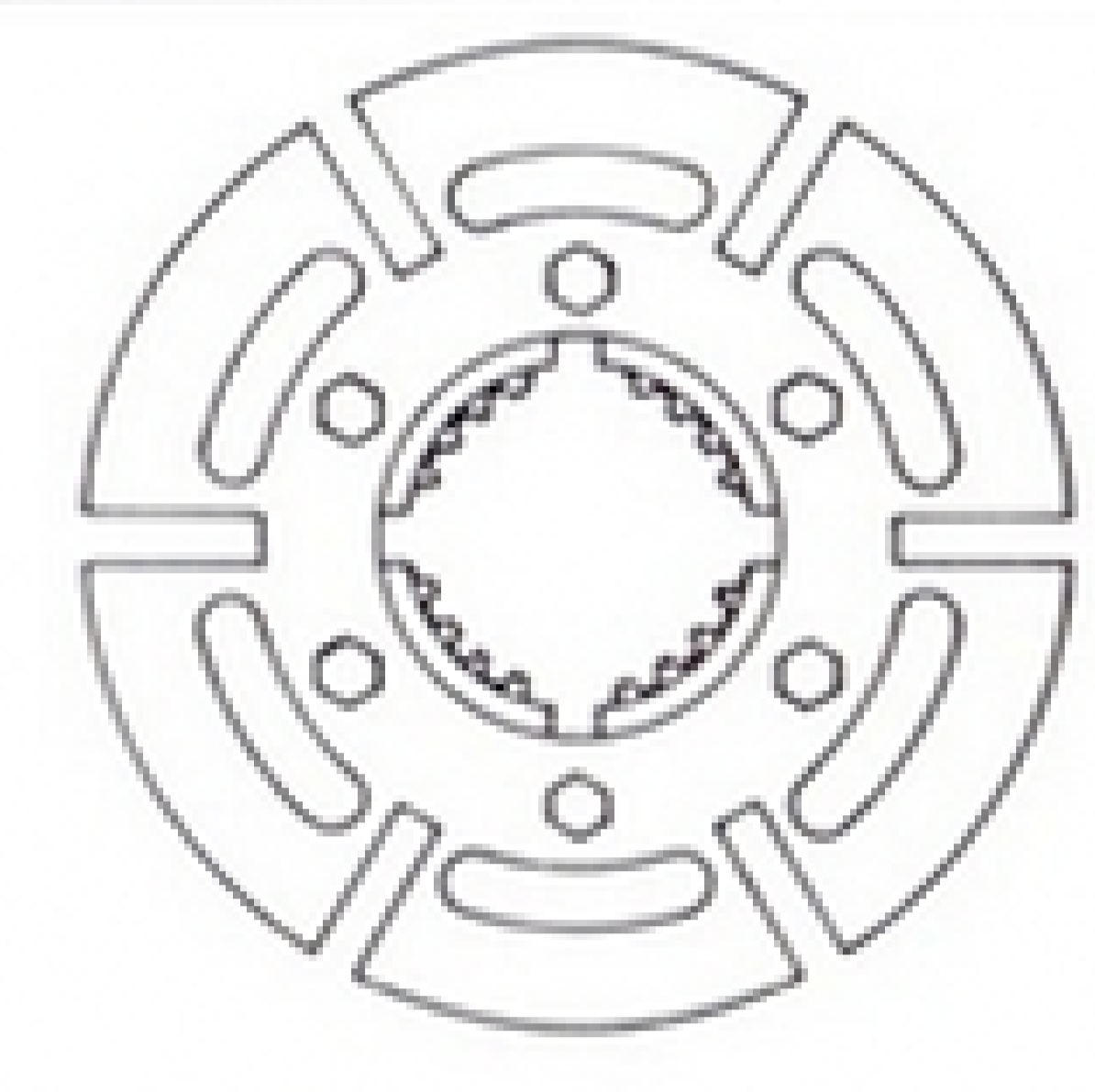
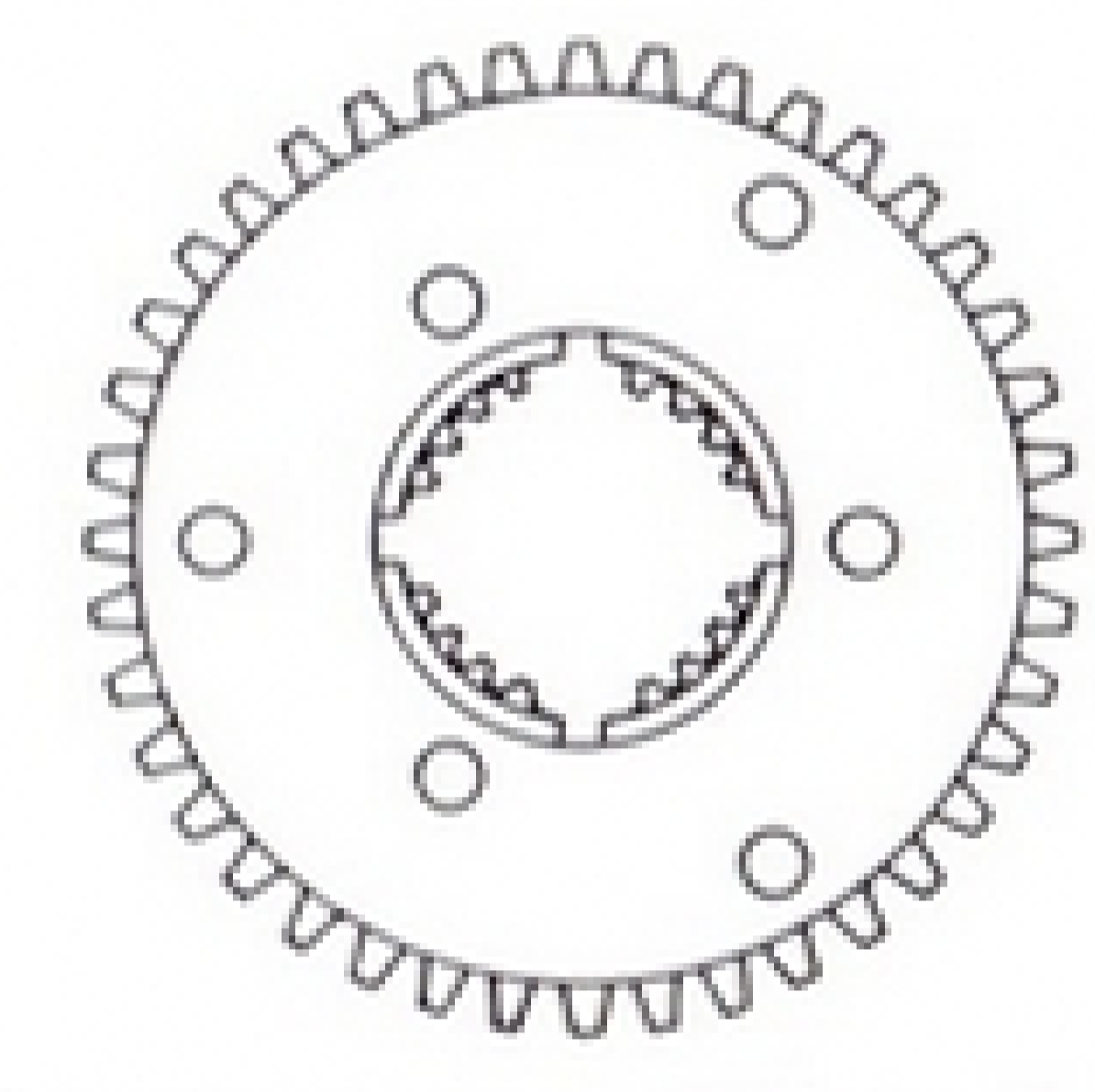
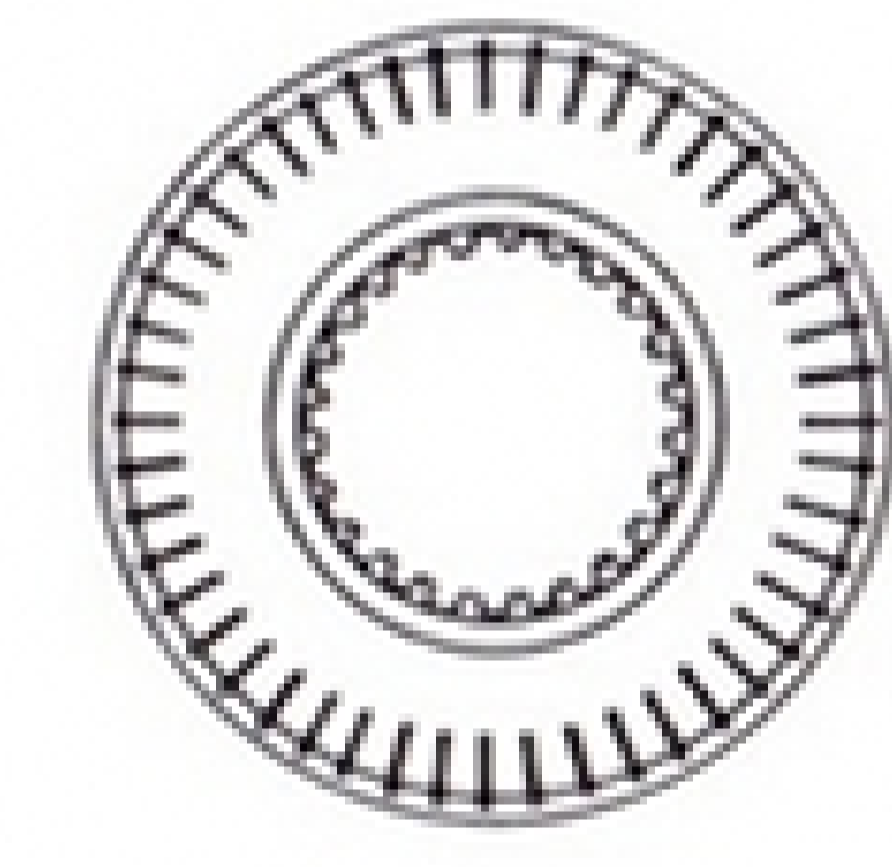

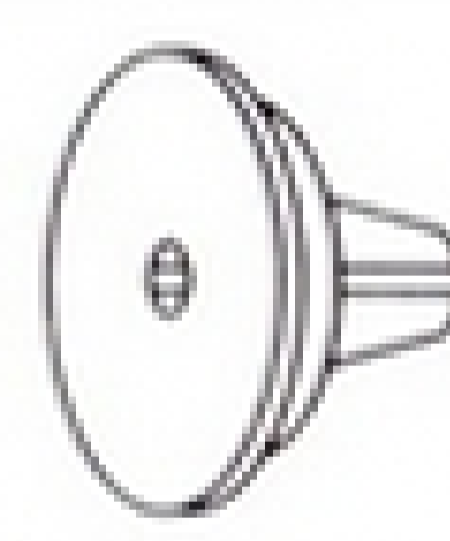
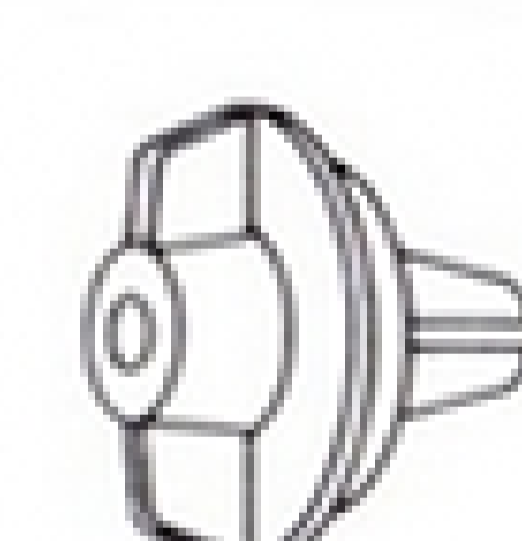
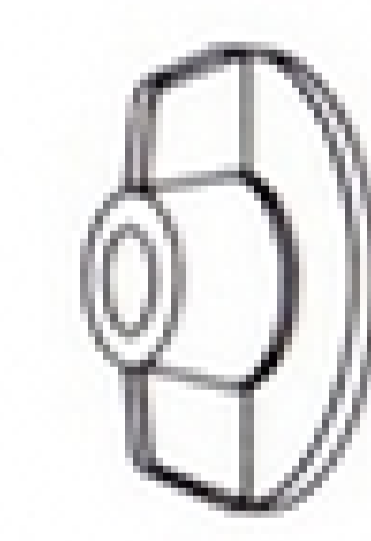
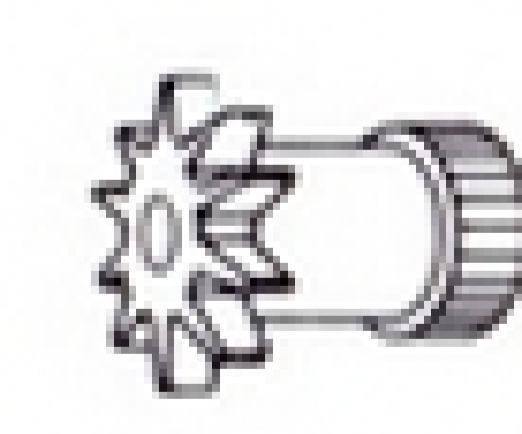
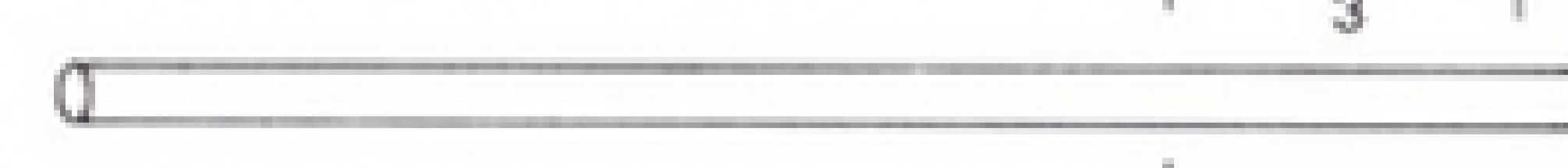
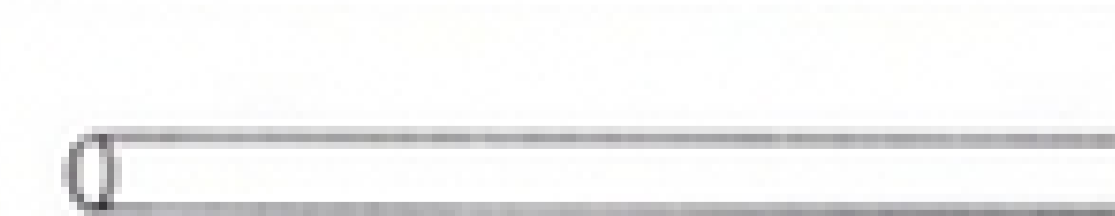

	Stück	Benennung
	1	Klemmbuchse 5 mit Federring
	1	Verbindungsstück 15
	1	Drehscheibe, 60 ∅ Höhe: 5,5
	1	Zahnrad 40/32
	2	Reifen 45, 45 ∅
	3	Reifen 30, 30 ∅
	4	Flachnabenzange
	3	Nabenzange
	7	Nabenmutter
	1	Ritzel Z 10 mit Spannzange
	3	Achse 110
	3	Achse 60
	3	Achse 50

Abb. 2: Stückliste

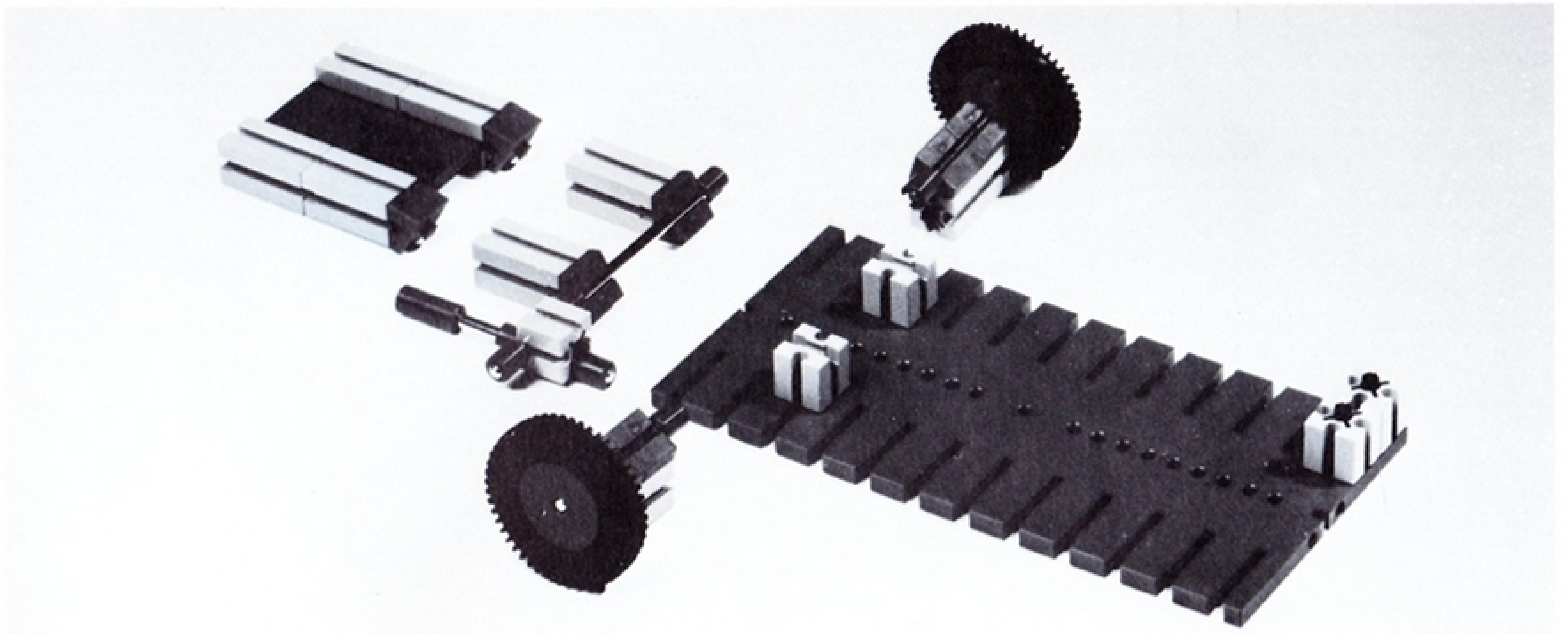


Abb. 3: Baustufe 1

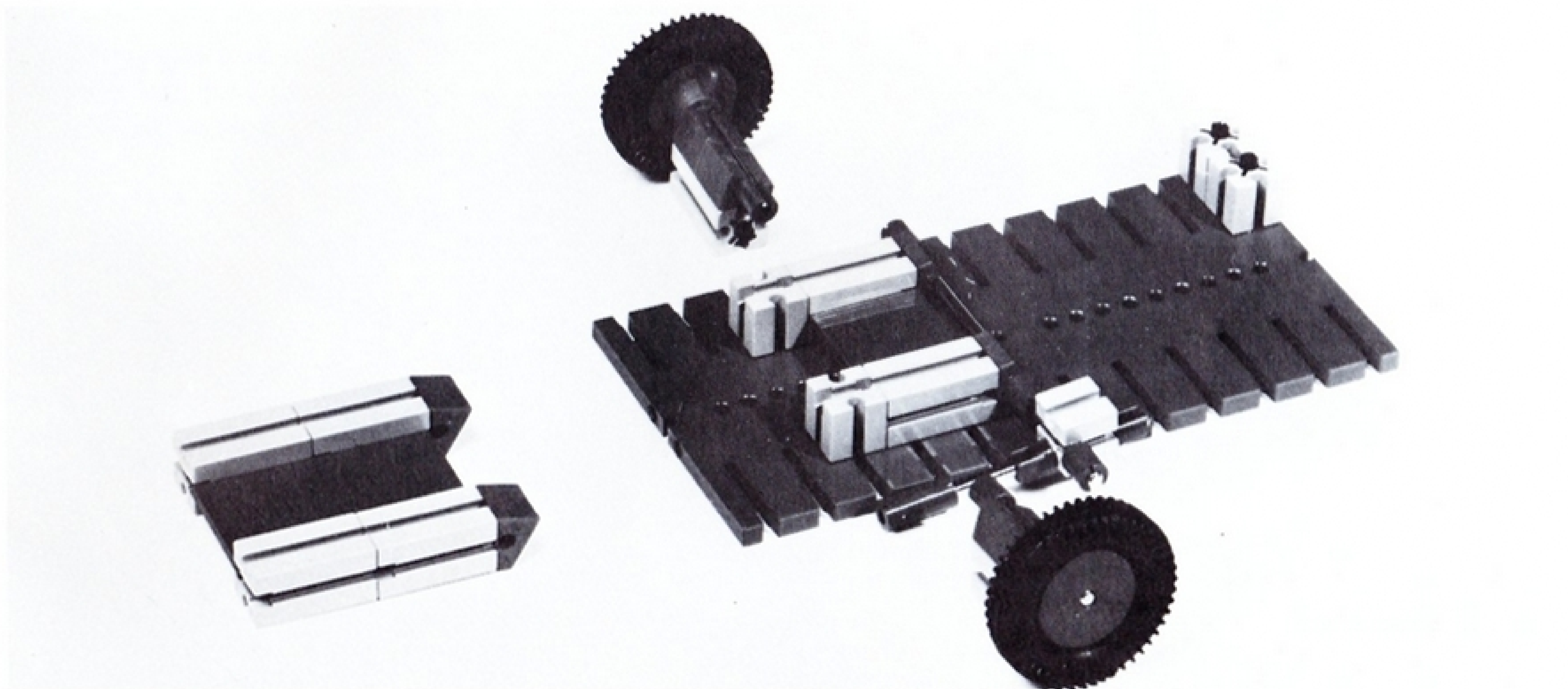


Abb. 4: Baustufe 2

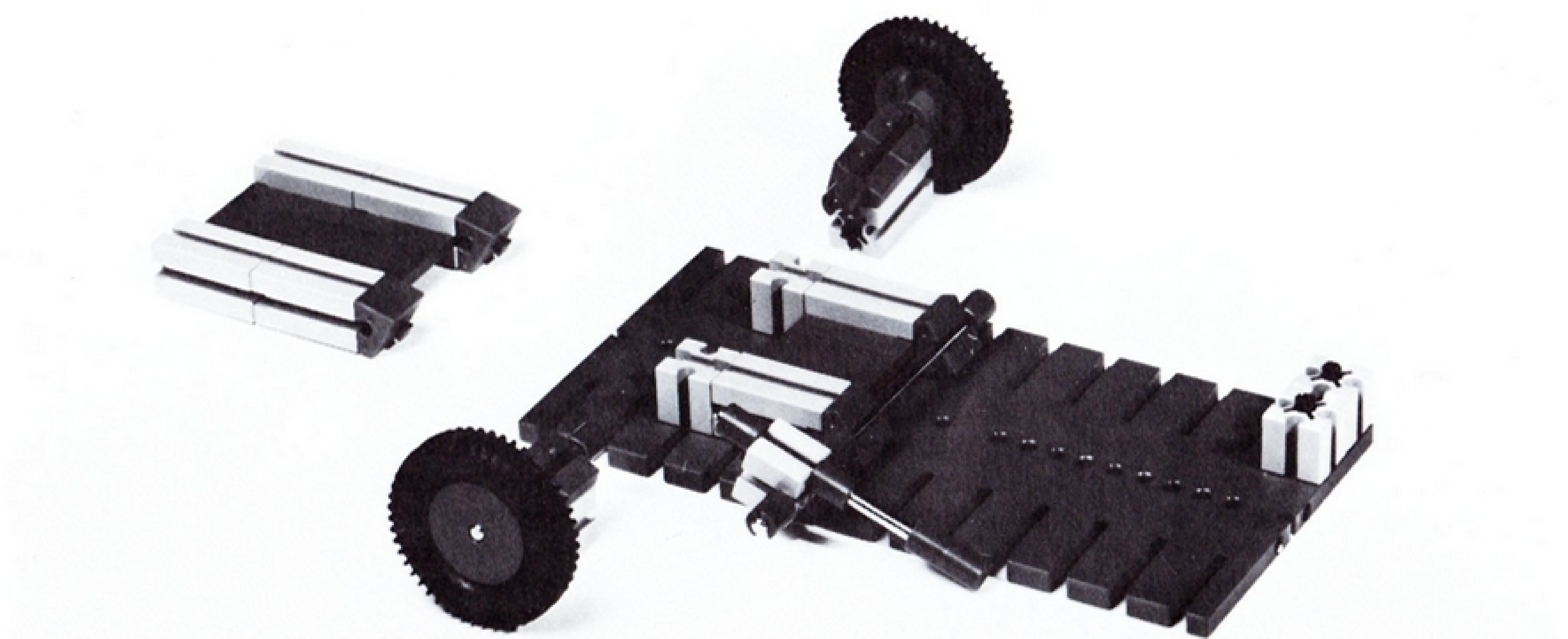


Abb. 5: Baustufe 3

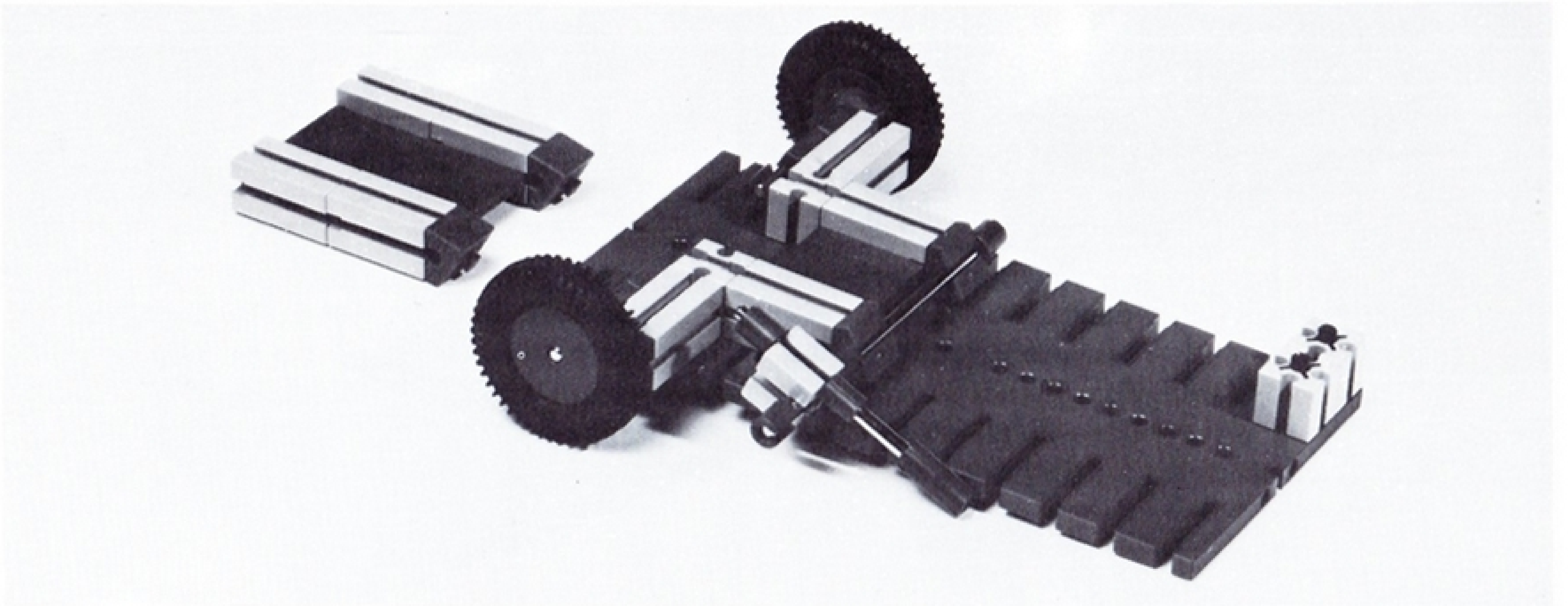


Abb. 6: Baustufe 4

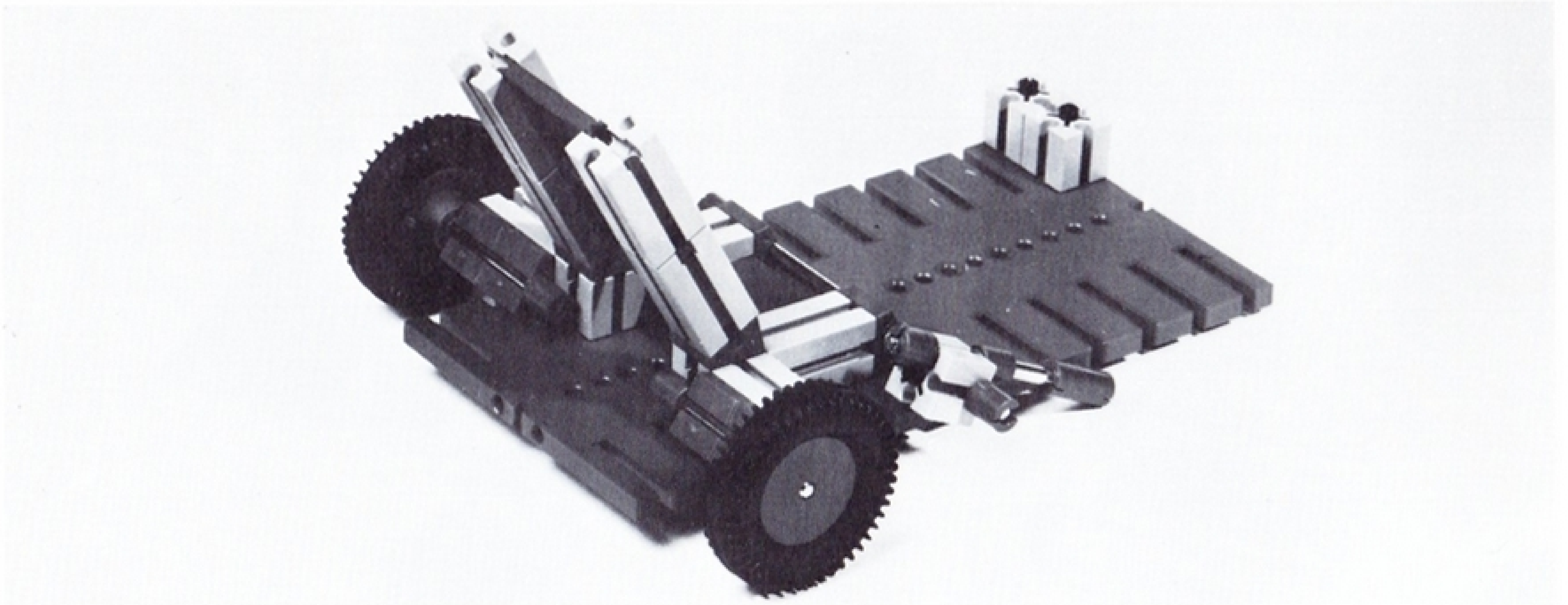


Abb. 7: Baustufe 5

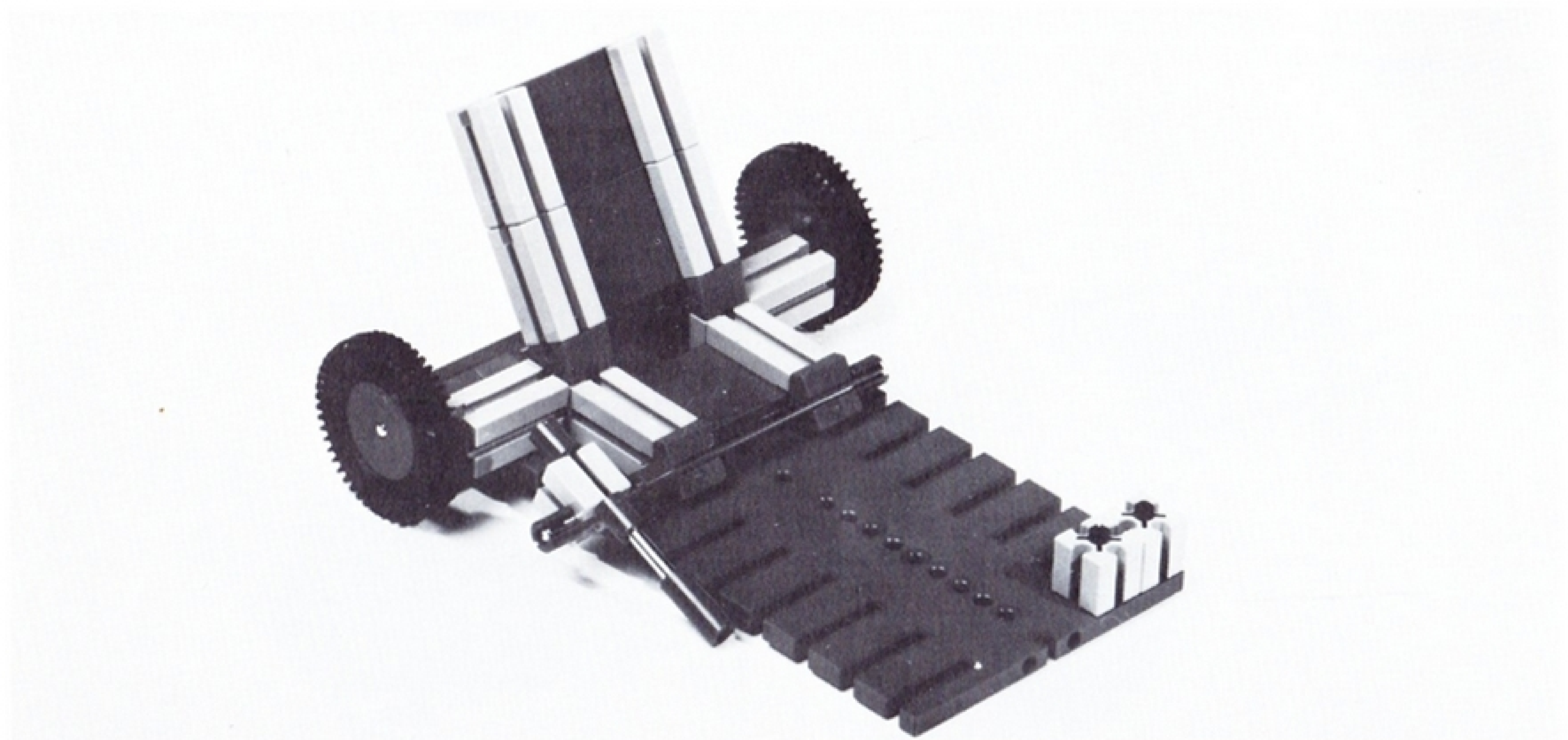


Abb. 8: Baustufe 6

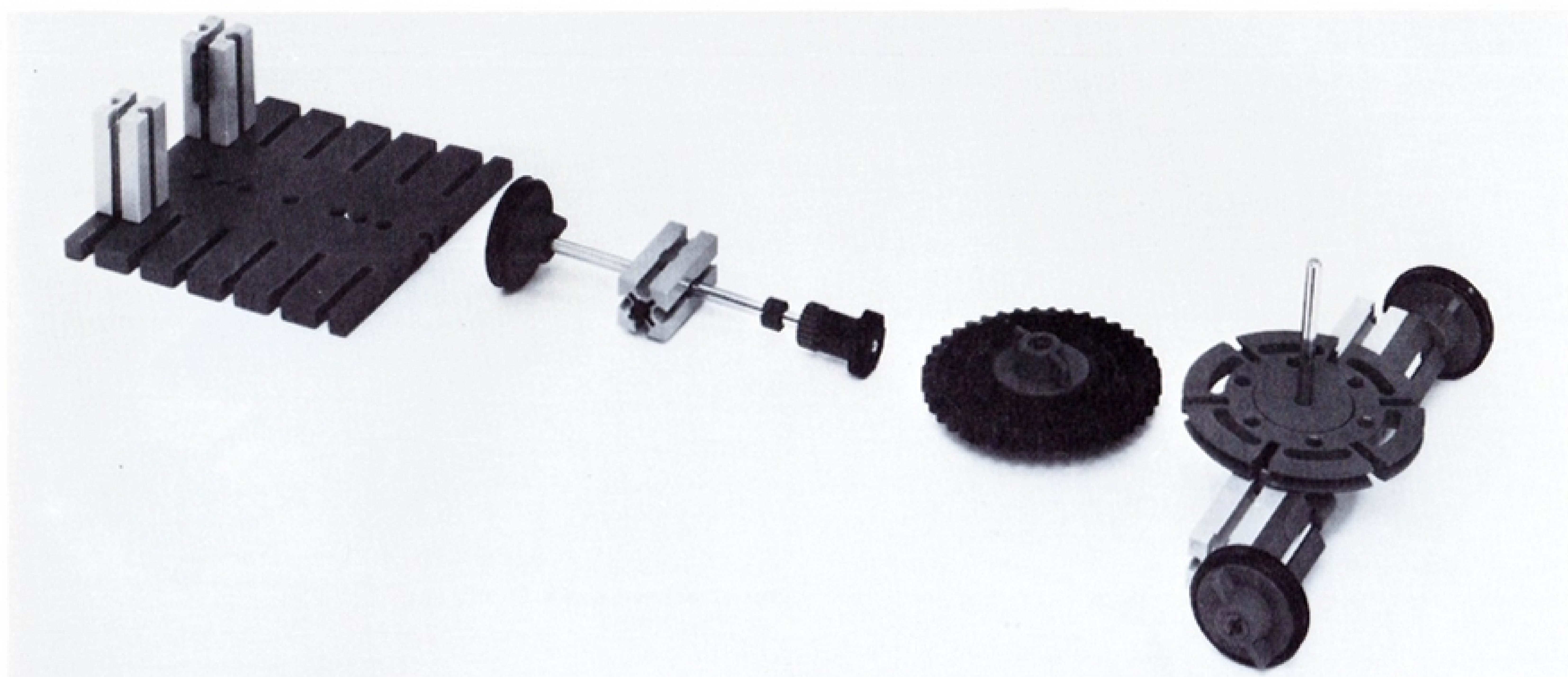


Abb. 9: Baustufe 7

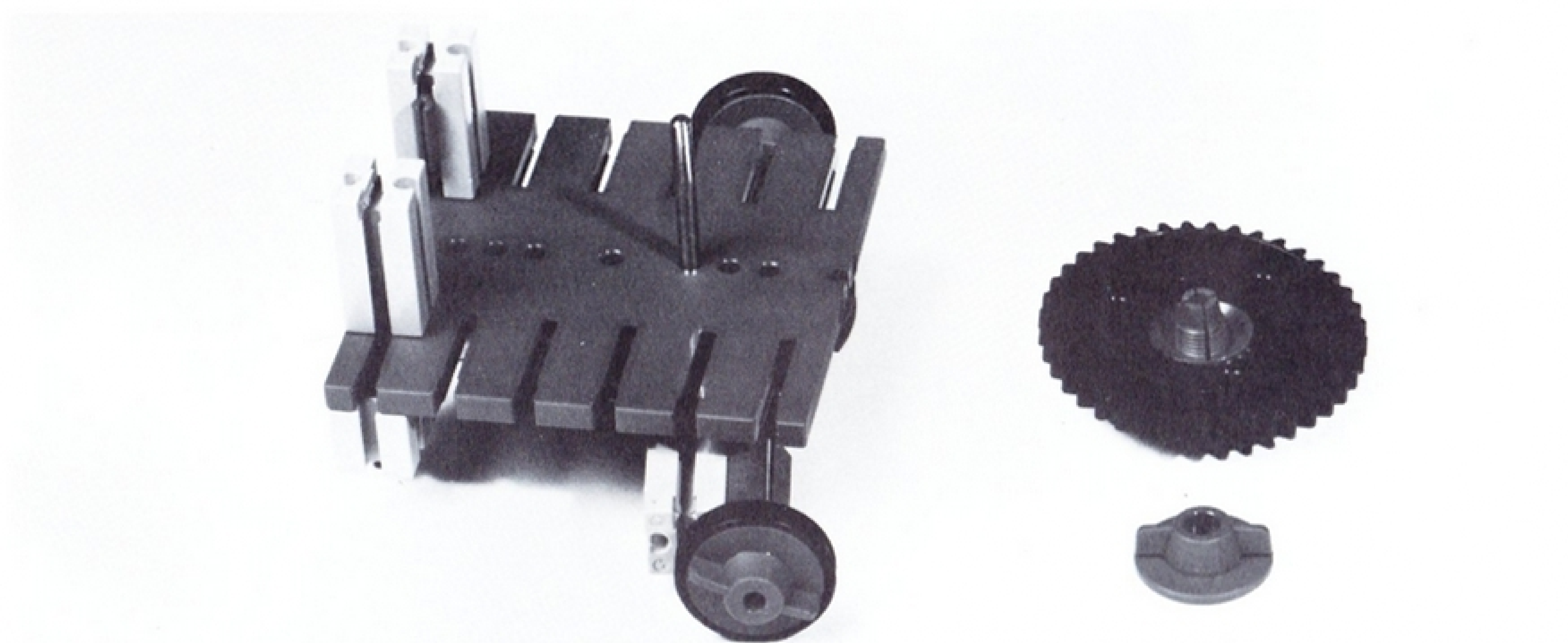


Abb. 10: Baustufe 8

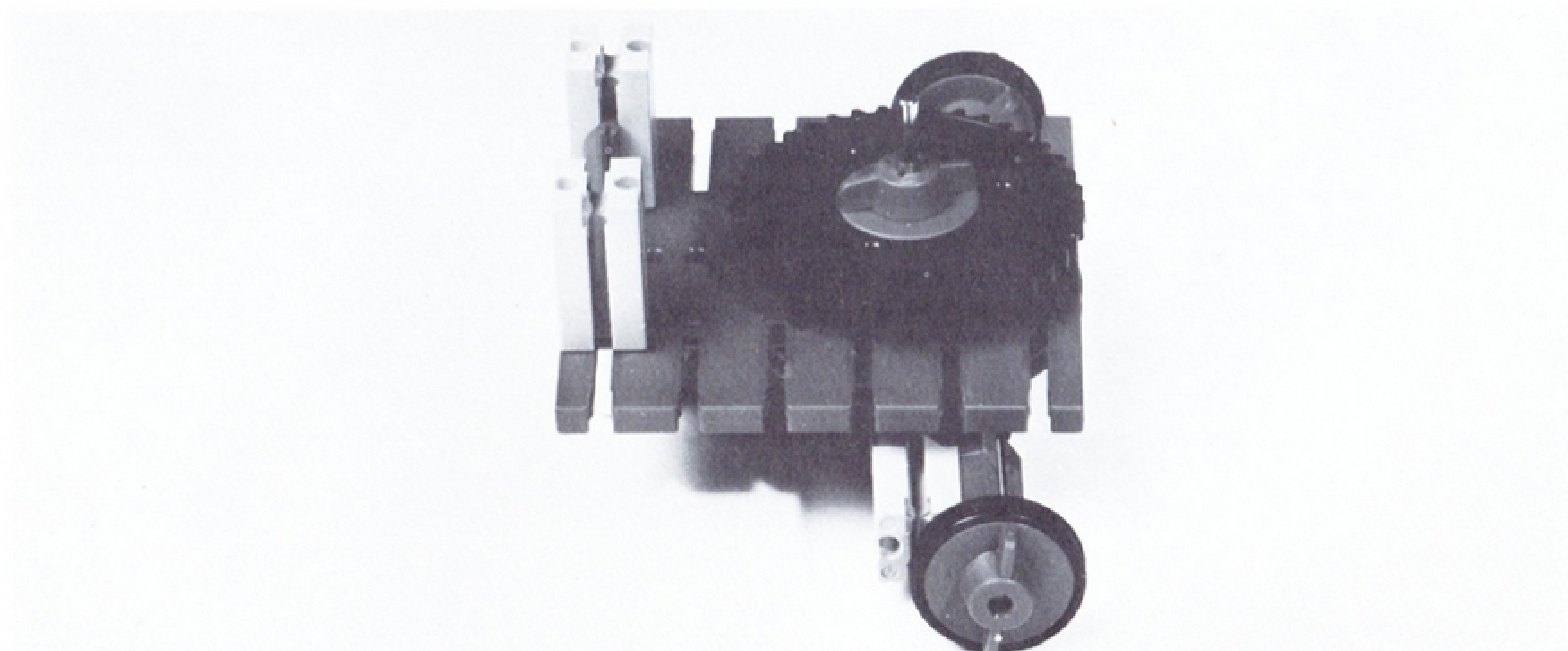


Abb. 11: Baustufe 9

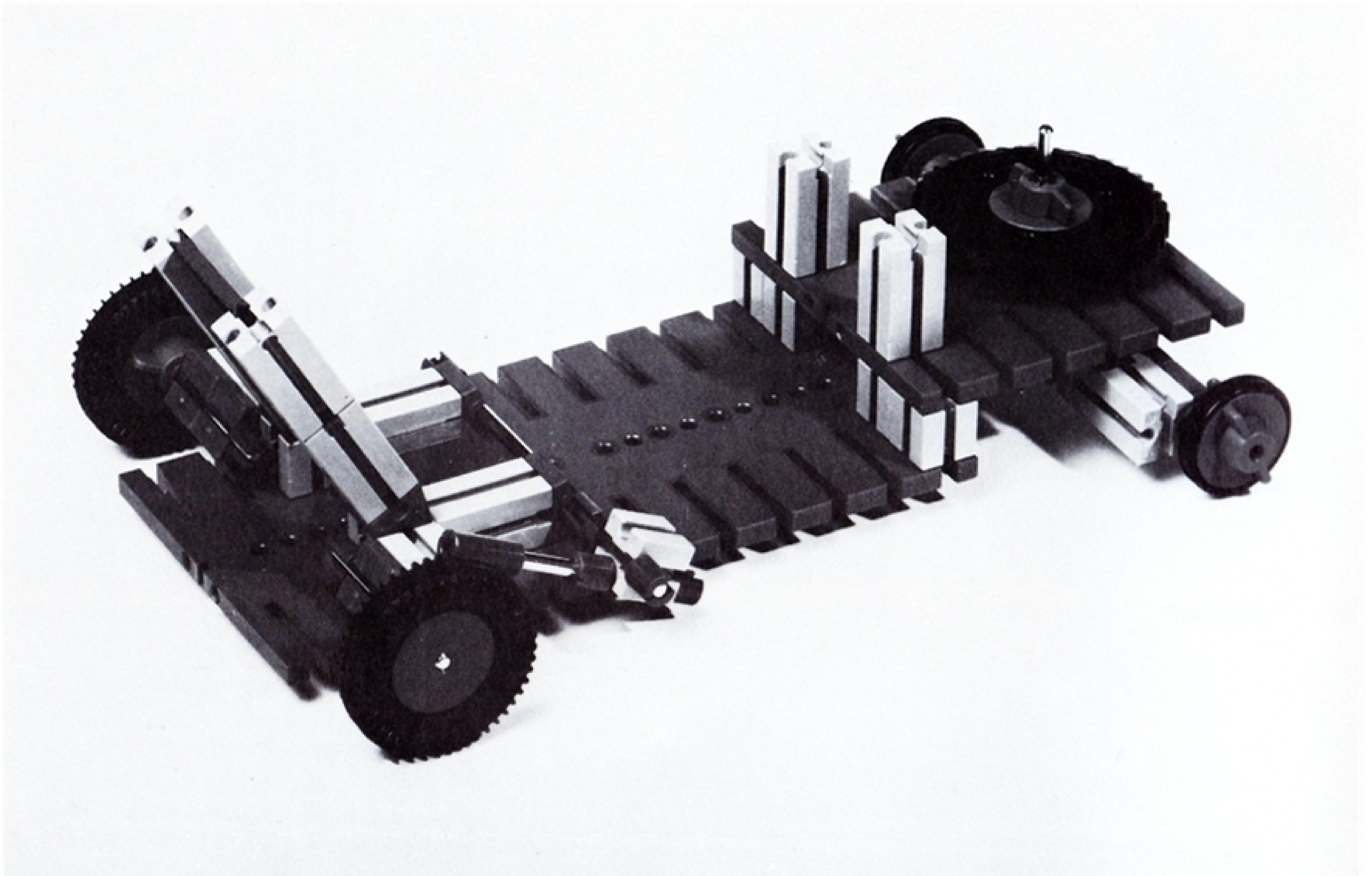


Abb. 12: Baustufe 10

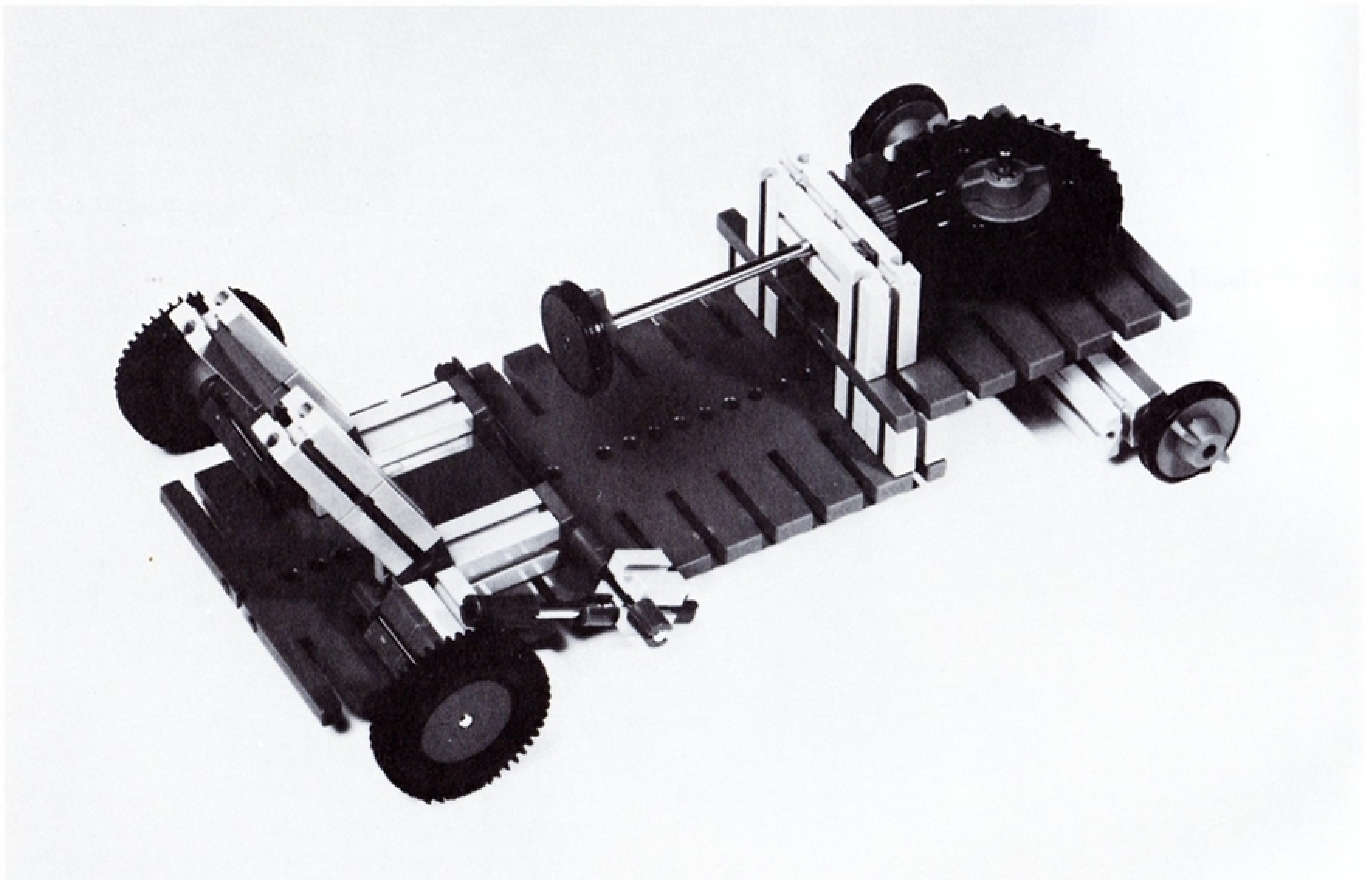


Abb. 13: Baustufe 11

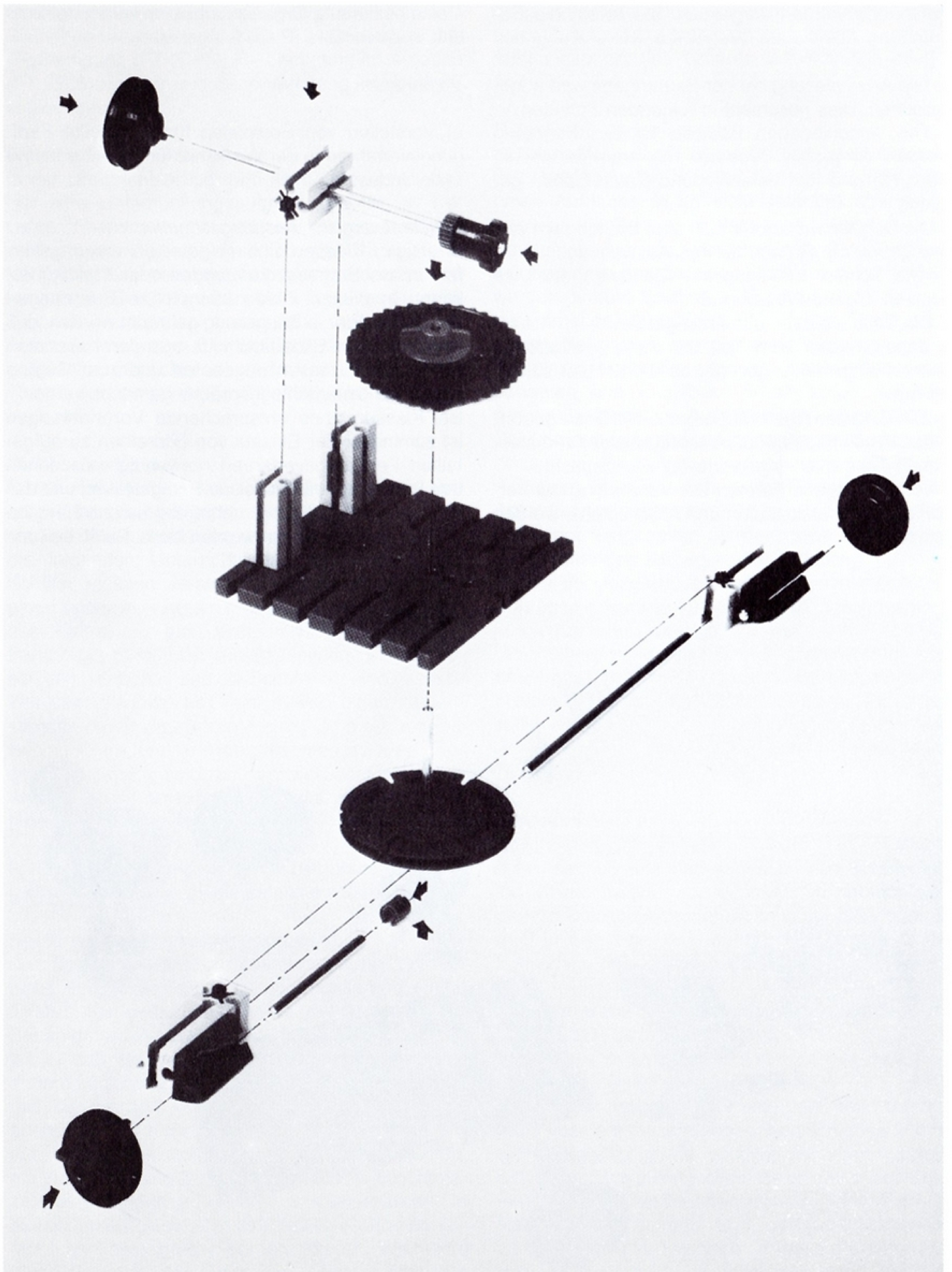


Abb. 14: „Explosionsdarstellung“ zum Lenkungsteil

Behinderte werden vorgestellt. Sie liefern die Begründung des neuen Weges zur Herstellung des Fahrzeugs.

b) Die Arbeitsteilung bei der Bauaufgabe wird abgesprochen. Dies geschieht in folgenden Schritten:

– Die verschiedenen Bauteile für das Fahrzeug werden vorgestellt (Vorlage mit neun Bauteilen, Abb. 15) und fünf verschiedene Bauaufgaben gebildet;

– Die Schüler wählen für sich eine Bauaufgabe aus und geben die Gründe für ihre Auswahl an.

c) Die Schüler erledigen ihre Bauaufgaben. Dies schließt folgende Arbeiten ein:

– Die Teile werden zusammengebaut,
– dabei werden zum Teil die vorher getroffenen Auswahlentscheidungen (durch die Schüler selbst) korrigiert.

d) Die Gruppenarbeit wird organisiert. Dazu gehört:

– das Problem des Zusammenfügens der verschiedenen Teile wird aufgeworfen und untersucht;
– vorgeschlagene Formen der Verbindung der verschiedenen Arbeitsstufen und Arbeitsplätze werden erprobt;

– eine bestimmte Organisationsform wird vereinbart und in einem Bild (Plan) festgehalten.

Verlaufsplan

a) Vorstellen von Beispielen für aufgeteilte Fertigungsverfahren in der Werkstatt für Behinderte und in der Industrie

Beschreibung der Ausgangssituation:

In einigen Klassen sind aufgeteilte Fertigungsverfahren aus Betriebserkundungen oder Praktika bekannt. In diesen Fällen können die Erfahrungen dadurch wieder in Erinnerung gebracht werden, daß Produkte oder Bildausschnitte aus den bekannten Fertigungsprozessen angeboten und zum Gegenstand des Unterrichtsgesprächs gemacht werden. Bei Klassen ohne entsprechende Vorerfahrungen ist zumindest der Einsatz von Bildreihen zu aufgeteilten Fertigungsverfahren notwendig, aus denen das Prinzip der stufenweisen Fertigstellung und das Prinzip der Beteiligung mehrerer Personen am Arbeitsprozeß abgelesen werden kann. Bei Kreis- und

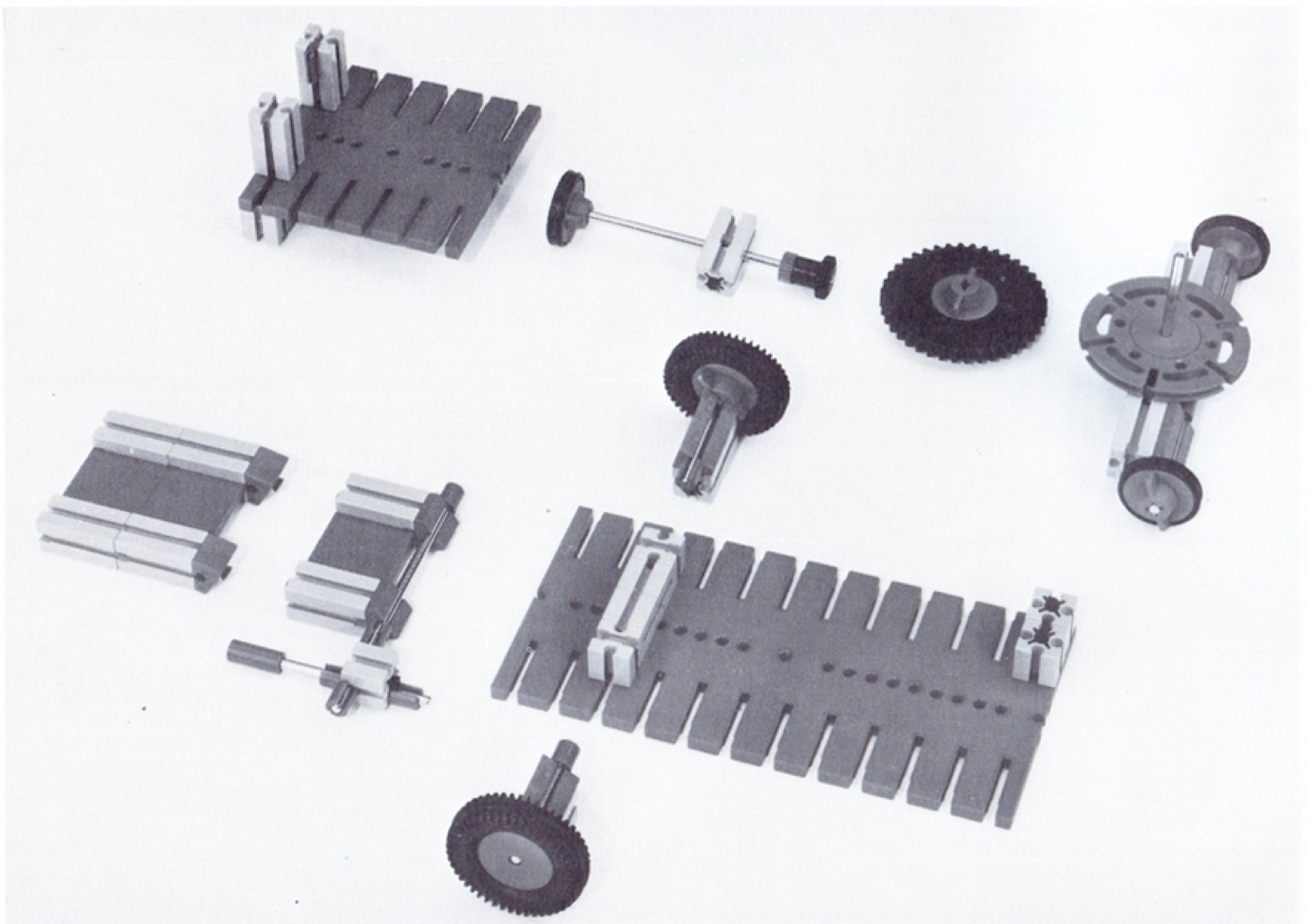


Abb. 15: Darstellung der neun Bauteile

Stadtbildstellen sind mehrere geeignete Filme und Bildreihen auszuleihen, z. B.: Gruppenarbeit bei Fließfertigung (FT 2096); Fließfertigung im Autobau (FT 2238); Einzel- und Serienfertigung im Großmaschinenbau (H 36).

Didaktische Anmerkungen:

In der Unterrichtsarbeit muß sichtbar werden, daß hier eine Untersuchungsaufgabe gestellt ist: Der Lehrer übernimmt unter diesen Voraussetzungen schwerpunktmäßig die Funktion, das Material zur Verfügung zu stellen und die auswertenden Bemerkungen der Schüler zu sammeln. Damit es zu einer allgemeinen Kennzeichnung des aufgegriffenen Auftrages kommt, muß er am Ende des Unterrichtsgesprächs möglicherweise dazu auffordern, das Thema des eingeleiteten Arbeitsabschnitts zu formulieren.

Zielbeschreibung:

Durch den Aufbau von Vorstellungsbildern von aufgeteilten Fertigungsprozessen soll in erster Linie ein Bild davon entstehen, unter welchem Leitthema die folgenden Unterrichtsabschnitte stehen. Die Schüler müssen verstehen, daß es darum geht, einen anderen – neuen – Weg für die Herstellung des Fahrzeugs auszuprobieren, gewissermaßen Bandarbeit modellhaft durchzuspielen. Diese Zielsetzung beinhaltet, daß die Schüler für eine gewisse Zeit das Interesse am Fertigstellen eines Gegenstandes durch das Interesse am Untersuchen der Bedingungen für ihre Arbeit ersetzen müssen. Diese Veränderung im Arbeitsschwerpunkt sollte am Anfang des Untersuchungsganges zum Ausdruck gebracht werden können.

b) Der Weg zur Absprache von geeigneten Bauaufgaben (Arbeitsteile für die einzelnen Schüler)

Beschreibung der Ausgangssituation:

Die Schüler haben im Zusammenhang mit der Herstellung des Fahrzeugs in Einzelarbeit einige Erfahrungen gesammelt, die bei der Auswahl ihrer Bauaufgabe eine Rolle spielen. Sie erkannten vielleicht, daß sie nicht so schnell vorankamen wie andere Mitschüler. Sie stellten möglicherweise fest, daß sie mit den kleinen Bauteilen (z. B. Klemmbuchsen o. ä.) nicht zurechtkamen. Sie bemerkten evtl., daß sie es nicht ohne fremde Hilfe schaffen, ein Rad zusammensetzen, weil dabei bestimmte Drehbewegungen ausgeführt werden müssen. In diesen Unterrichtsabschnitten müssen diese Vorerfahrungen eingebracht werden können. Weil nicht alle Schüler in der Lage sein werden, sich ihre Problemstellen wieder in Erinnerung zu rufen, ist es

nötig, einige Grundaufgaben in der Einführungsphase noch einmal ausprobieren zu lassen.

Ausgangspunkt des Unterrichtsabschnittes ist die Abb. 15.

Didaktische Anmerkungen:

Auf dem Weg durch diesen Arbeitsabschnitt muß das Problem gelöst werden, daß die neun angebotenen Aufgaben in so viele Aufträge übertragen werden, wie Schüler in der Klasse sind. Von der Bauaufgabe her sind verschiedene Kombinationsmöglichkeiten denkbar; den Schülern sollte bewußt werden, warum bestimmte Teile zu einem Auftrag zusammengefaßt werden. An dieser Stelle muß zwangsläufig auch das erwartete Leistungsvermögen einzelner Schüler angesprochen werden. Komponenten sind: mögliches Arbeitstempo, Anforderungen der einzelnen Aufgaben u.ä. – Das heißt: im Zusammenhang mit den Überlegungen zur Aufgliederung der Bauaufgabe in die passende Zahl von Aufträgen ergeben sich erste Feststellungen zu Anforderungsmerkmalen. Diese Merkmale sollten unbedingt festgehalten werden, etwa durch einen entsprechenden Eintrag in die Bildvorlage.

Neben der Aufgabe, zu verschiedenen möglichen Aufträgen erwartete Anforderungen in Randvermerken festzuhalten, besteht eine weitere Aufgabe des Unterrichtsabschnittes darin, die Schüler zum Ausdruck bringen zu lassen, warum sie sich für einen bestimmten Auftrag entschieden haben. Der Lehrer sollte sich dabei auf jeden Fall davor hüten, den Schülern seine eigenen Auffassungen in den Mund zu legen.

Zielbeschreibung:

Das allgemeine Ergebnis dieses Unterrichtsabschnittes muß sein, daß dem einzelnen Schüler klar ist, welche Bauaufgabe er in Angriff nehmen wird und mit welchen Anforderungen er dabei rechnet. Er muß in der Lage sein, seinen Arbeitsanteil in der Bildvorlage mit den neun Bauteilen zu bestimmen.

c) Probeweise Durchführung der Bauaufgabe mit Überprüfung der Arbeitsteilung

Beschreibung der Ausgangssituation:

Die Schüler haben sich für eine bestimmte Bauaufgabe aus dem Gesamtangebot entschieden und für sich in Begriffe gefaßt, welchen Anforderungen sie sich damit aussetzen wollen. Es ist davon auszugehen, daß die Zuordnungen nicht in jedem Falle so vorgenommen worden sind, daß sich Voraussetzungen und Anforderungen im Gleichgewicht befinden und daß auch der Arbeitszeitbedarf im allgemeinen Rahmen bleibt (der sich vom Zeitbedarf der

anderen her bestimmt). In diesem Arbeitsabschnitt geht es deshalb darum, daß die Schüler Gelegenheit erhalten, die ausgewählte Bauaufgabe auszuprobieren, entstehende Hindernisse zu bestimmen und auszuräumen bzw. durch Wechsel der Aufgabenstellung zu umgehen.

Ein weiteres Problem in diesem Abschnitt besteht in der Anordnung der Werkstücke und technischen Hilfsmittel auf dem Arbeitsplatz. Es ist davon auszugehen, daß die Schüler bei der Ordnung am Arbeitsplatz die Bewegungsabläufe noch nicht genügend berücksichtigen – eine Bedingung, die dann jedoch eine große Rolle spielt, wenn die Arbeitszeit auf ein Mindestmaß reduziert werden soll. In dieser Arbeitsphase müssen deshalb Impulse für die Einrichtung des Arbeitsplatzes gegeben werden.

Didaktische Anmerkungen:

Das zentrale didaktische Problem läßt sich so bestimmen: Es geht darum, dem Schüler zu helfen, bei Spannungen zwischen Anforderungen und Leistungsmöglichkeiten von der globalen Reaktion „Ich kann nicht!“ wegzukommen und differenzierter wahrnehmen zu lernen, welche Bedingungen ihn an der erwarteten Lösung hindern.

Dieser Schritt ist eine Erkenntnisfrage. Er kann sicher nicht auf dem Weg über Hinweise oder Informationen des Lehrers eingeleitet werden, z. B. durch das Bezeichnen des vom Lehrer gesehenen Hindernisses. Eine bessere Ausgangsbedingung ist die praktische Erprobung, unter Umständen der praktische Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen Aufgaben. Hinweise darauf, welche Erprobungsmöglichkeiten den einzelnen Schülern noch angeboten werden müßten, wird der Lehrer bekommen, wenn er die Schüler bei ihren Aufgaben genau beobachtet und ihnen Gelegenheit gibt zu beschreiben, was sie in der praktischen Arbeit bemerkt haben.

Zielbeschreibung:

Ein Ziel dieses Arbeitsabschnittes ist eine geregelte Ausführung der einzelnen Bauaufgaben, die eine spätere Zusammenfassung in einem Arbeitsweg im Sinne der Bandarbeit ermöglicht. Geregelt bedeutet in diesem Falle, daß die einzelnen Aufgaben eindeutig vergeben sind, und daß der Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsgänge annähernd gleich ist.

Wichtige Lernziele sind außerdem, daß die Gesichtspunkte für die Auswahl und die Verteilung der Einzelaufgaben bewußt werden: Bewegungsmöglichkeiten bzw. Bewegungseinschränkungen, Arbeitstempo, Arbeitsorganisation und andere Arbeitsbedingungen.

d) Zusammensetzen der Bauteile in einem Arbeitsweg mit mehreren Arbeitsplätzen (Bandarbeit)

Beschreibung der Ausgangssituation:

Die Schüler haben zwei oder drei Bauteile fertiggestellt. Der eine oder andere von ihnen stellt fest, daß die Bauteile nun zusammengesetzt werden müssen. Über den Lösungsweg der Aufgabe des Zusammensetzens bestehen zu diesem Zeitpunkt bei den Schülern noch keine ganz klaren Vorstellungen. In den vorgeschlagenen oder ausgeführten Handlungen der Schüler sind jedoch schon Ansätze für Verbindungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen erkennbar, z. B. in der Form, daß ein Schüler zum Ausdruck bringt, nun müsse jemand die Bauteile zusammensetzen, oder daß ein Schüler fertiggestellte Bauteile seines Nachbarn holt und sie an seine Bauteile anfügt. Es wird im allgemeinen aber noch kein Bild vom gesamten Arbeitsweg beschrieben.

Schon in den ersten Beschreibungsansätzen werden Unterschiede in Bezug auf die Darstellungsebene erkennbar sein. Einige Schüler können ihre Vorstellungen nur am konkreten Arbeitsweg aufzeigen, anderen Schülern gelingt es möglicherweise, ihre Vorstellungen vom Arbeitsweg beim Zusammensetzen an einer Tafelskizze zu erklären, auf der die einzelnen Arbeitsplätze symbolhaft dargestellt sind.

Didaktische Anmerkungen:

Die verschiedenen Darstellungsebenen bilden von ihrem Schwierigkeitsgrad her eine Hierarchie: Am einfachsten ist es, Vorschläge zu möglichen Verbindungen in der konkreten Situation zu machen; erkenntnismäßig höhere Anforderungen sind gestellt, wenn es um Darstellungen der Ablauforganisation in Tafelskizzen geht; am schwierigsten ist es, die Vorschläge von Vorstellungsbildern her sprachlich auszudrücken bzw. aus verbal gegebenen Beschreibungen die konkreten Bedingungen abzulesen und zu beurteilen. Mit dieser hierarchischen Ordnung sind bereits Aussagen zum Erarbeitungsweg gemacht, bei dem auf jeden Fall die an die Arbeitspraxis angebotenen Vorschläge am Anfang stehen müssen.

Mögliche Arbeitswege beim Zusammensetzen:

Anschlußprinzip: An jedem Arbeitsplatz (ausgenommen Platz 1) werden weitere Teile angebaut (Abb. 16).

Erweiterungsprinzip: Die an den verschiedenen Arbeitsplätzen gefertigten Bauteile werden in gesonderten Arbeitsgängen und an gesonderten Arbeitsplätzen zusammengesetzt (Abb. 17).

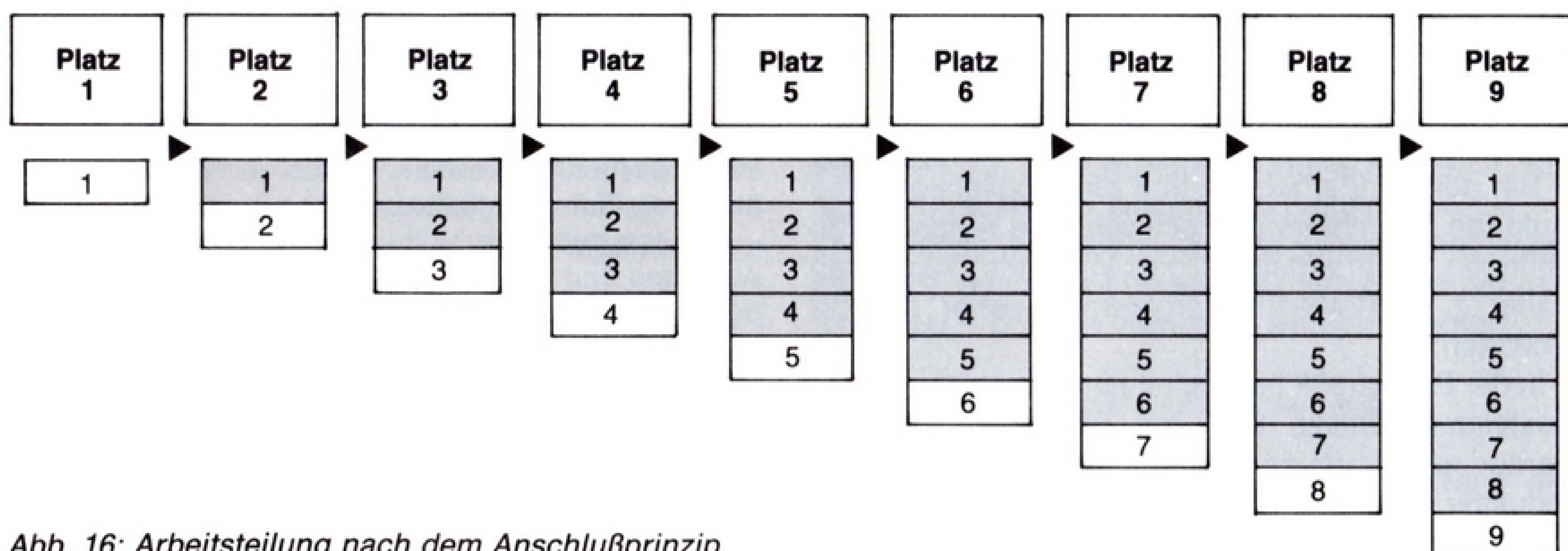


Abb. 16: Arbeitsteilung nach dem Anschlußprinzip

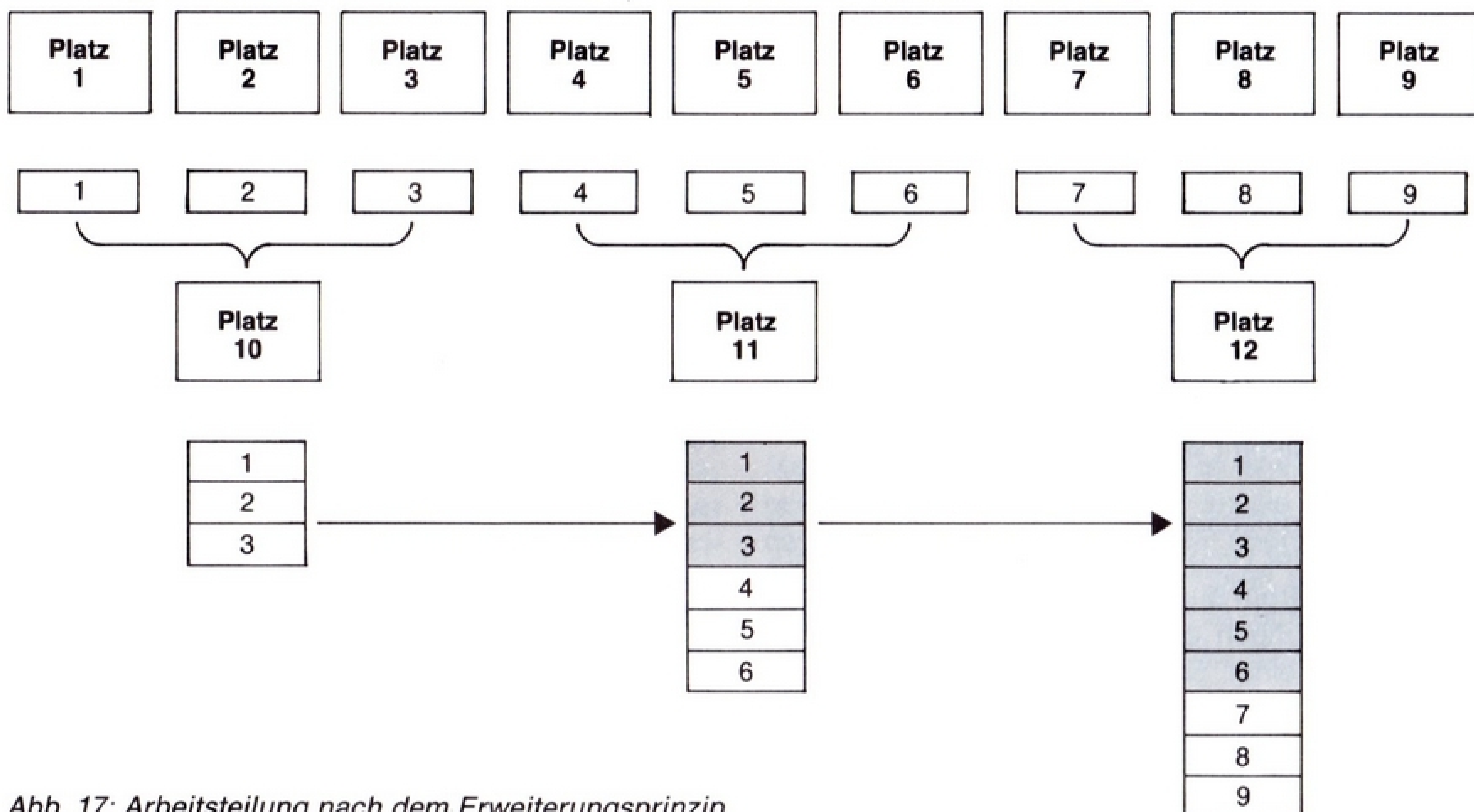


Abb. 17: Arbeitsteilung nach dem Erweiterungsprinzip

Zielbeschreibung:

In diesem Arbeitsabschnitt geht es nicht nur darum, daß für die praktische Arbeit in der Klasse eine organisatorische Lösung gefunden wird. Es geht auch darum, zu lernen, sich Verbindungsmöglichkeiten auszudenken. Mit dieser Forderung hängt es zusammen, daß in diesem Unterrichtsabschnitt angestrebt wird, die Darstellungsmöglichkeiten der Schüler für ihre Vorschläge, wie die Arbeitsplätze untereinander verbunden werden könnten, zu erweitern: Sie sollen nicht nur fähig sein, ihre Vorschläge in der Arbeitspraxis zu zeigen (also zu zeigen, wie die einzelnen Schüler sitzen müssen, wer welche Aufgaben übernimmt usw.); sie sollen auch in die Lage versetzt werden, ihre Vorschläge in einer Tafelskizze zu kennzeichnen, die Symbolcha-

rakter hat. In Einzelfällen kann es sogar geboten sein, daß für die Beschreibung der Ablauforganisation auch noch das Mittel der Sprache zur Verfügung gestellt wird. Diese Zielbeschreibung beinhaltet, daß die Schüler auch befähigt werden müssen, beschriebene Ablauforganisationen (in Skizzen oder in Worten beschriebene) zu lesen und in die Arbeitspraxis zu übersetzen.

2.4 Auswertung von Erfahrungen in der Bandarbeit

Es liegt nahe, im Zusammenhang mit den eigenen Erfahrungen der Schüler beim arbeitsteiligen Verfahren auch das Thema „Bedeutungen der Bandarbeit“ aufzugreifen. Angesprochen sind darin z. B. die folgenden Feststellungen:

- Durch Bandarbeit werden die Herstellungszeiten für das Fahrzeug kürzer bzw. in der gleichen Zeit können mehr Fahrzeuge hergestellt werden (geringere Produktionszeiten, höhere Leistung);
- Bei der Bandarbeit besteht die Möglichkeit, eine Aufgabe in leichtere und schwierigere Aufgaben zu zerlegen. Beim arbeitsteiligen Verfahren kann man daher z. B. Bewegungsprobleme besser berücksichtigen;
- In der Bandarbeit bearbeitet ein Mitarbeiter nur ein bestimmtes Stück. Was auf dem weiteren Weg daraus wird, kann er nicht immer übersehen (in der Industrie sieht er vielleicht den fertigen Gegenstand überhaupt nicht);
- Bei der Bandarbeit kommt es darauf an, daß die Arbeit gleichmäßig abläuft. Der einzelne Mitarbeiter kann nicht Pausen einlegen, wann er will oder sein Arbeitstempo verändern, wie er will. Er ist ein Glied in einer Kette und muß sich anpassen.

Grundlagen dafür, daß die Schüler solche Erfahrungen feststellen und zum Ausdruck bringen, sind praktische Vergleichsmöglichkeiten zwischen Einzelarbeitsgängen und Bandarbeitsgängen. Dies bedeutet – wenn die Erfahrungen aus der Einzelfertigung des Fahrzeugs nicht festgehalten worden sind –, daß in Verbindung mit der Bandarbeit noch einmal die Bedingungen der Einzelfertigung hergestellt und bestimmt werden müssen.

2.5 Anschlußaufgaben

Im Rahmen der Unterrichtseinheit sollten die Schüler unter anderem auch Kriterien für die Beurteilung der Anforderungen einer technischen Aufgabe (in diesem Fall einer Bauaufgabe) erwerben. Erfahrungsgemäß sind die im vorgegebenen Bearbeitungsrahmen aufgebauten Erkenntnisse in dieser Richtung noch nicht ohne weiteres auf andere Bedingungen übertragbar. Daraus folgt, daß im Unterricht im Anschluß an das eine Erfahrungsbeispiel noch andere Beispiele folgen müssen, in denen der Schüler lernt, Anforderungen verschiedener technischer Aufgaben an ihre Bearbeiter zu bestimmen. Diese werden am besten aus Realgebieten entnommen, z. B. aus Arbeitsprozessen in der Werkstatt für Behinderte oder in der Industrie. Eine solche Aufgabe, in der es um die Anwendung und Erweiterung von Einsichten in die Anforderungen an Mitarbeiter in technischen Herstellungsprozessen geht, könnte so angelegt sein:

- Den Schülern wird ein bestimmtes technisches Produkt vorgestellt, das auf verschiedene Herstellungsstufen hin untersucht werden kann. Die einzelnen Stufen werden gemeinsam so herausgearbeitet, daß für jeden Schüler klar werden kann, wie die Teilaufgaben aussehen können. Im allgemeinen reichen dafür sprachliche

Beschreibungen nicht aus. Wesentlich günstiger ist es, die einzelnen Stücke vorzustellen oder abzubilden.

- Die Schüler erhalten den Auftrag, für verschiedene vorgestellte Arbeitsteile zu bestimmen, welche Tätigkeiten ausgeführt werden müssen und die Arbeitsteile nach dem Schwierigkeitsgrad für sie selbst zu ordnen.
- Die von den verschiedenen Schülern abgelesenen Aufgaben und Schwierigkeiten werden zu den einzelnen Arbeitsteilen zusammengetragen und verglichen. Wo immer nötig, werden strittige Ergebnisse auf dem Weg über eigene Arbeitsversuche genau untersucht. In einzelnen Fällen kann ein Mitarbeiter, der an der praktischen Herstellung beteiligt ist, seine Erfahrungen den Vermutungen der Schüler gegenüberstellen.

Eine entscheidende Forderung an solche Beispiele ist, daß sie die Möglichkeit geben müssen, die abgelesenen Aufgaben und Anforderungen in der Praxis zu überprüfen – entweder im eigenen Arbeitsversuch oder durch andere Wege der Vermittlung praktischer Erfahrungen.

Eine andere Art von Anschlußaufgaben:

In der Unterrichtseinheit entwickeln viele Schüler das Interesse, die hergestellten Fahrzeuge in irgendeiner Weise weiterzuverwenden, z. B.

- ihre Fahreigenschaften auszuprobieren: zu prüfen, wie weit die einzelnen Fahrzeuge rollen, wenn man sie von einer schiefen Ebene herunterfahren läßt; zu prüfen, wie eng die Kurve ist, die gefahren werden kann usw.;
- sie mit zusätzlichen Dingen auszustatten: eine Figur als Fahrer bauen; das Fahrzeug verkleiden, andere Zubehöerteile erfinden;
- ein Wettrennen damit zu veranstalten: die Fahrzeuge an einer Schnur, die auf einen Stab aufgewickelt werden soll, über eine bestimmte Strecke zu ziehen. Dabei kommt es darauf an, die Schnur möglichst schnell aufzuwickeln und damit das Fahrzeug möglichst rasch über eine bestimmte Strecke zu ziehen. Bei diesem Wettspiel wirken sich nicht nur die Handgeschicklichkeiten aus, sondern auch die Roll- und Spureigenschaften des gebauten Fahrzeugs.

Verschiedene Weiterverwendungsmöglichkeiten zu finden, ist für die Schüler erfahrungsgemäß eine reizvolle Aufgabe. Sie finden kreative Lösungen, wenn ihnen der Lehrer den notwendigen Spielraum gewährt und Anregungen als Starthilfe gibt.

3. Ergänzende Hinweise

3.1 Besondere Anforderungen in der Unterrichtsarbeit und mögliche Hilfen

Im Zusammenhang mit der Bauaufgabe wurden Beobachtungen zu den folgenden Anforderungen

gemacht: Ableseaufgaben an Stücklisten und Plänen; Anforderungen an das Vorstellungsvermögen für räumliche Gegebenheiten im Zusammenhang mit verschiedenen Bauzeichnungen; motorische Anforderungen im Umgang mit den Baumaterialien und mit verschiedenen Hilfsmitteln. Die Erfahrungen aus dem Unterrichtsbeispiel sind im folgenden zusammengefaßt dargestellt.

Ablesefähigkeiten: Die Stückliste, auf der die Bauteile in einem verkleinerten Maßstab und in einem unscharfen Schwarz-Weiß-Bild dargestellt waren, konnte von vielen Schülern nicht gelesen werden. Diese Schüler brauchen offensichtlich Abbildungen im Maßstab 1:1 sowie Abbildungen, aus denen sich die Originalfarben (schwarz, grau, rot) besser ablesen lassen.

Ableseprobleme bestanden auch dort, wo auf den Bauzeichnungen Tätigkeiten in Symbolzeichen (Pfeile, gestrichelte Linien) beschrieben worden waren. Weil es für diese Darstellungsmittel keine Alternativen gibt, sollten zur Kontrolle Abbildungen nachgereicht werden, auf denen die richtige Lösung entsprechender Bauanweisungen gezeigt ist.

Vorstellungsvermögen für räumliche Gegebenheiten: Schwierigkeiten hatten viele Schüler dort, wo die räumliche Zuordnung auf der Zeichnung und die räumliche Zuordnung in der Realität nicht übereinstimmten, wie z. B. im folgenden Falle:

Auf der Zeichnung waren zwei Bauelemente untereinandergesetzt, die in Wirklichkeit nebeneinander gesteckt werden mußten. Auch für diese Darstellungsweise gibt es in der Aufrißzeichnung keine Alternative. Sehr schwierige Vorgänge müßten deshalb in einem Foto gezeigt werden. In einfacheren Fällen scheint es möglich, so zu verfahren, wie es für die Ableseaufgabe zu den Symbolzeichen empfohlen worden ist (Kontrolle durch Aufnahme der richtigen Lösung).

Übereinstimmung bestand bei den Mitarbeitern im Unterrichtsbeispiel darin, daß nicht alle Anforderungen an das räumliche Vorstellungsvermögen ausgeschaltet werden können, weil die Schüler an das Lesen von Aufrißzeichnungen allmählich herangeführt werden müssen. Eine überlegte Dosierung entsprechender Anforderungen ist allerdings notwendig.

Motorische Einschränkungen: Als Schwierigkeiten in dieser Richtung wurden beobachtet:

- daß die auf dem Tisch gesammelten Teile immer wieder durcheinandergeraten und bei der Arbeit stören, und daß sie auch häufig durch unkontrollierte Bewegungen vom Tisch gewischt werden;
- daß die in der Materialsammlung enthaltenen kleinen Bauteile (z. B. die Klemmbuchsen) immer neue Such- und Bewegungsprobleme aufwerfen;

– daß Schüler, denen nur eine Arbeitshand zur Verfügung steht, beim Fixieren *eines* Teils einer Steckverbindung immer auf fremde Hilfe angewiesen sind. Dies tritt vor allem beim Befestigen von Bauteilen auf der Grundplatte auf sowie beim Zusammenbauen von Reifen und Felgen.

Im folgenden Abschnitt werden einige Vorschläge gemacht, durch welche technischen Hilfen die motorischen Probleme verringert werden könnten.

3.2 Beschreibung der technischen Hilfen

Schaumstoffmatte als Arbeitsunterlage: Wenn die Tischfläche mit einer Schaumstoffmatte abgedeckt ist, rutschen die verschiedenen Bauteile weniger schnell weg. Die Matte darf auf dem Tisch nicht rutschen. Sie sollte auf die Größe des Arbeitstisches zugeschnitten und mit Klebeband am Tisch befestigt sein. Günstig ist es, wenn im oberen Bereich der Matte eine Fläche ausgeschnitten ist, in die die Materialwanne eingesetzt werden kann.

Materialwanne: Diese Wanne („Sortierwanne“, Art.-Nr. 30380) kann von den Fischerwerken bezogen werden. Es handelt sich um eine Wanne mit drei Fächern, in denen die Einzelteile übersichtlicher untergebracht werden können und besser greifbar sind, als wenn sie aus dem Kasten geholt werden müssen. Die beiden kleinen Fächer der Materialwanne sind für Kleinteile bzw. Achsen vorgesehen. Der günstigste Platz für die Materialwanne ist in der Regel eine Stelle am oberen Tischrand. Ob die Wanne auf der rechten oder auf der linken Seite (in die Schaumstoffmatte) eingesetzt wird, hängt davon ab, welche Hand der einzelne Schüler als Gebrauchshand benutzt.

Holzleiste mit Bohrungen: Die in Abb. 18 dargestellte Holzleiste mit verschiedenen Bohrungen und Einkerbungen kann relativ leicht hergestellt werden. Der Durchmesser der Bohrlöcher entspricht der Dicke der Achsen aus dem Fischertechnik-Material. Die Holzleiste dient als Anschlagschiene, die vor allem von Schülern benötigt wird, denen nur eine Arbeitshand zur Verfügung steht. Auch Räder können leicht montiert werden, wenn die Achse in einem Bohrloch fixiert wird. Die Holzleiste kann entweder mit einer Schraubzwinde oder mit einfachen Zwingen, wie sie für den Laubsägetisch verwendet werden, am Tisch befestigt werden. Abb. 19 zeigt die Einrichtung eines Arbeitsplatzes für einen Schüler, der nur die linke Hand benutzen kann.

3.3 Aufgliederungsmöglichkeiten für die Bauaufgabe

Im durchgeführten Unterrichtsbeispiel wurde die

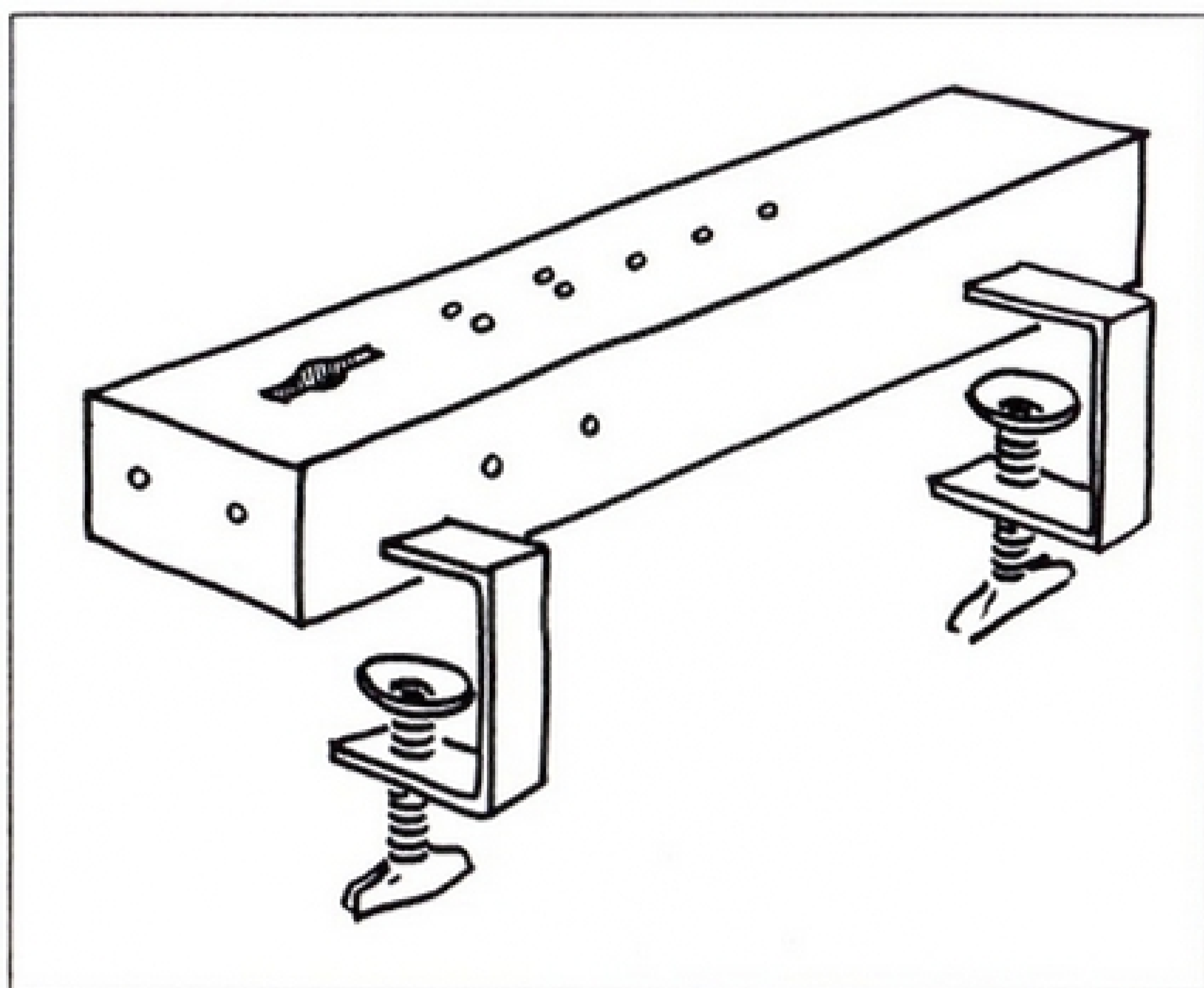


Abb. 18: Holzleiste mit Bohrungen als Arbeitshilfe

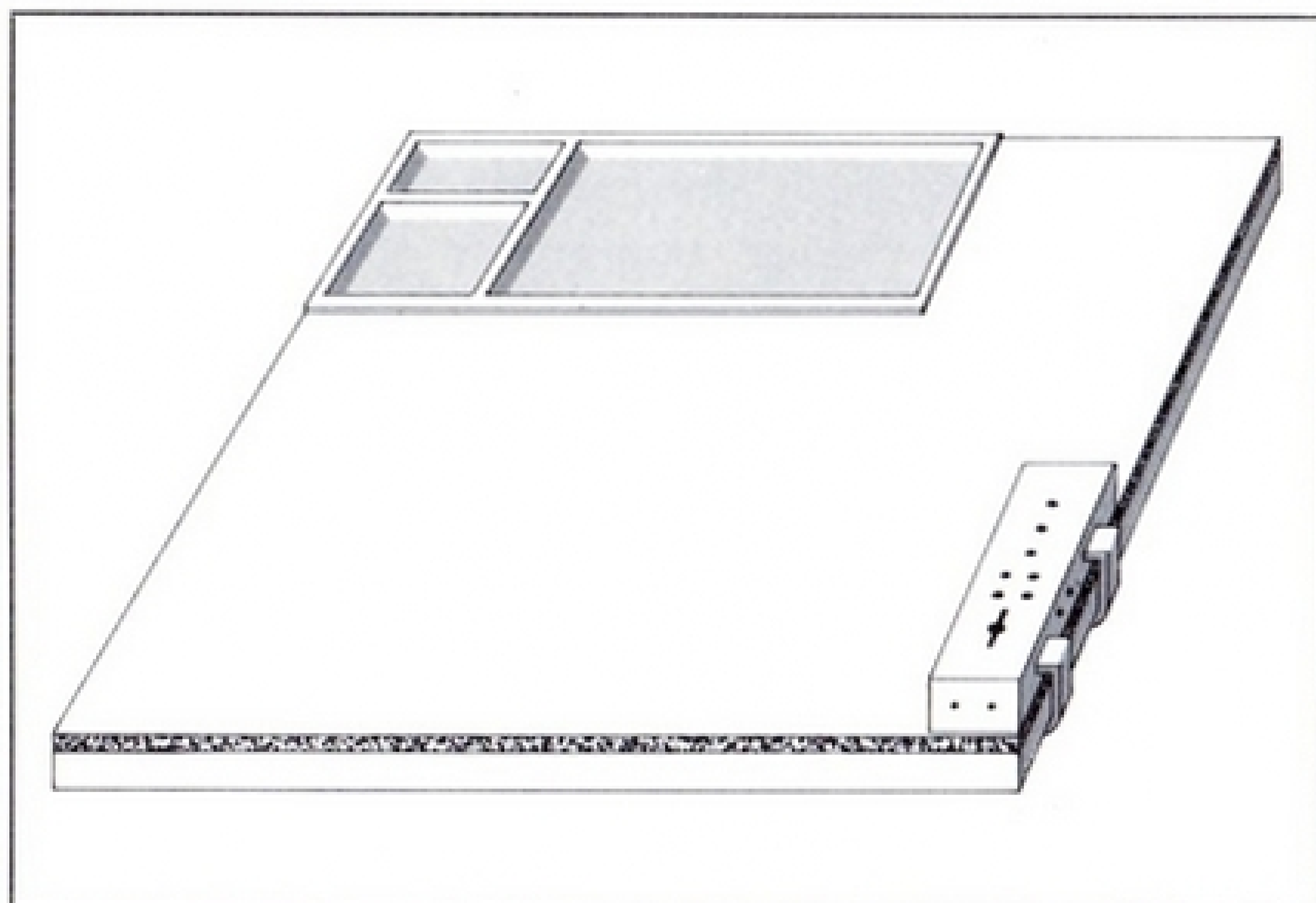


Abb. 19: Einrichtung eines Arbeitsplatzes

Baufgabe in fünf Arbeitsteile zerlegt, da die Klasse fünf Schüler umfaßte. Bei anderer Klassenstärke hätten sich auch andere Aufteilungsmöglichkeiten ergeben. Abb. 20 zeigt einige Beispiele.

3.4 Aufbewahrung des Materials

Das Einräumen der Teile in die vom Werk angebotenen Schachteln und das Herausnehmen aus diesen Schachteln ist schwierig. Z. B. liegen viele Teile sehr dicht beieinander oder in schmalen Fächern und sind deshalb nur sehr schwer zu greifen.

Der Schwierigkeitsgrad ist so groß, daß es nicht alle Schüler schaffen können, mit dem Baukasten zu arbeiten und daß viele andere dazu viel zu viel Zeit benötigen würden. Andererseits kann die Arbeit mit dem Kasten für den einen oder anderen Schüler ein zusätzlicher Anlaß sein, für ihn günstige Bewegungsübungen am praktischen Beispiel zu machen. Aus diesen Feststellungen geht hervor, daß der Lehrer jeweils im Blick auf seine Klasse selbst die Entscheidung treffen muß, wo die Teile aufbewahrt werden. Häufig wird es notwendig sein, einen oder mehrere Kästen selbst zu bauen, in denen größere Fächer zur Aufbewahrung der Materialien zur Verfügung stehen. Wenn man einen solchen Kasten baut, in dem alle Teile in gesonderten Fächern untergebracht werden, empfiehlt sich, die einzelnen Fächer auszuzeichnen. Eine günstige Möglichkeit ist die, auf dem Boden des einzelnen Faches eine Abbildung der darin aufbewahrten Teile aufzukleben.

Vorlage	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
5 Bauteile	1	2	3			4	5					
Vorlage	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
6 Bauteile	1	2	3			4	5					
Vorlage	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
7 Bauteile	1	2	3			4	5	6				
Vorlage	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
8 Bauteile	1	2	3	4	5	6	7		8			
Vorlage	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
10 Bauteile	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	
Vorlage	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
11 Bauteile	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	

Abb. 20: Gliederungsmöglichkeiten für die Bauaufgabe

Hansjörg Kreuzer

Fließbandarbeit

Beitrag zum Unterricht in der Sonderschule für Lernbehinderte, 8. Jahrgangsstufe

Zur Berufswahlvorbereitung

Einer der Schwerpunkte des Arbeitslehreunterrichts in der Sonderschule für Lernbehinderte ist die Vorbereitung einer vernünftigen Berufswahl. Diesem Ziel dienen neben Einblicken in Produktionsverfahren Einsichten in und Kenntnisse von Arbeitsplätzen, an denen modellhaft eine Anschauung beruflicher Anforderungen gewonnen werden kann. Weitere Maßnahmen ergänzen das Bemühen, den Lernbehinderten in das Erwerbsleben einzugliedern. Das Thema „Fließfertigung“ soll helfen, die intellektuellen, körperlichen und charakterlichen sowie sozialen Anforderungen an Arbeitsplätzen in der Industrie zu sehen. Die Bereitschaft, sich beruflich ausbilden zu lassen, soll geweckt werden. Als weitere Erkenntnis sollte angebahnt werden, daß Lohn für eine entsprechende Leistung bezahlt wird und daß alle Leistungen einwandfrei sein müssen. Ein weiteres Richtziel wäre die Erkenntnis, daß Arbeitsteilung in unserer heutigen Welt wirtschaftliche Notwendigkeit ist; dies gilt für Einzelprojekte (z. B. ein Haus) ebenso wie für die Arbeitsteilung bei der Herstellung großer Serien oder von Massenprodukten. Ohne Arbeitsteilung wären hier bei gleichbleibender Qualität vernünftiger Preis und Lieferfähigkeit kaum realisierbar. Ferner ist es ein Anliegen, die Aspekte der Humanisierung zu zeigen; zu zeigen, wo Automaten günstiger die Arbeit verrichten, wodurch andererseits aber die beruflichen Anforderungen steigen. Der wirtschaftliche Aspekt von Neuinvestitionen und Wirtschaftswachstum kann hierbei angesprochen werden.

Zur Berufskunde

Arbeitsteilung umfaßt zwei Haupt-Deutungsmöglichkeiten: die Aufteilung der Erwerbstätigkeit (historisch) in Berufe, Produktionszweige, Handel, Dienstleistung und die Aufteilung der Arbeit in verschiedene Arbeitsschritte am Projekt. Das Produktionsband ist innerhalb der Fertigung großer

Serien der Ort, wo Einzelteile montiert, transportiert und kontrolliert werden, wobei der Transport von einem Montageplatz zum andern auf jeweils günstigsten Fördermöglichkeiten erfolgt. Es ist hier nicht der Platz, die Zweckmäßigkeit solcher Einrichtungen zu werten. Unterrichtlich gesehen ist vor allem relevant, daß die Industrie zahlreiche derartige Arbeitsplätze bietet, daß die verschiedensten Qualifikationen gefordert sind (vom Montierer, Kontrolleur, Springer, Meister usw.) und daß arbeitsteilige Verfahren eine Möglichkeit wirtschaftlichen Produzierens darstellen. Auch Sonderschülern kann man klarmachen, daß gewisse Montagearbeiten sehr wohl von Maschinen (Automaten) übernommen werden können, was dann eine andere (höhere) berufliche Qualifikation für den erforderlich macht, der die Automaten bedient und überwacht.

Methode des Modellprojektes

Für die Behandlung des Themas „Arbeitsplatz am Fließband“ bietet das Modellprojekt eine nachhaltige Anschauung. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, diese Arbeiten einzuordnen in den Gesamtherstellungsprozeß von der Planung bis zum Vertrieb. Im Gegensatz zur Projektmethode an anderen Schularten – bei der verkaufsfähige Produkte geplant, kalkuliert, produziert und verkauft werden (theoretisch mit dem vollen Risiko – auch durch Qualitätsmängel), kommen im Modellprojekt nur wenige arbeitsbedeutsame Aspekte zum Tragen. Hierbei handelt es sich um die Planung, die Produktgestaltung (Funktionstüchtigkeit, Sparsamkeit, Schönheit, Stabilität), den Produktionsablauf (Einzelteillfertigung, Montage, Kontrolle), das Transportsystem und die Einteilung in Arbeitsschritte. ft-Baukästen als Material für diese Arbeit ermöglichen die Beteiligung aller Schüler, auch der motorisch behinderten, vermeidet Materialverluste, die Produktion ist jederzeit wiederholbar und korrigierbar und kann im Klassenzimmer durchgeführt werden, da weder Werkzeuge, Werkbänke usw., noch entsprechende Vorkenntnisse und Fähigkeiten aus dem Werkunterricht erforderlich sind.

Lernziele

Grobziele

Überblick über die industrielle Massenfertigung
Inhalte: Materiallager, Planung, Konstruktion, Einzelteillfertigung, Rohstoffe, Halbzeug, Transportsysteme, Montagearbeiten, Kontrollen, Bandaufsicht,

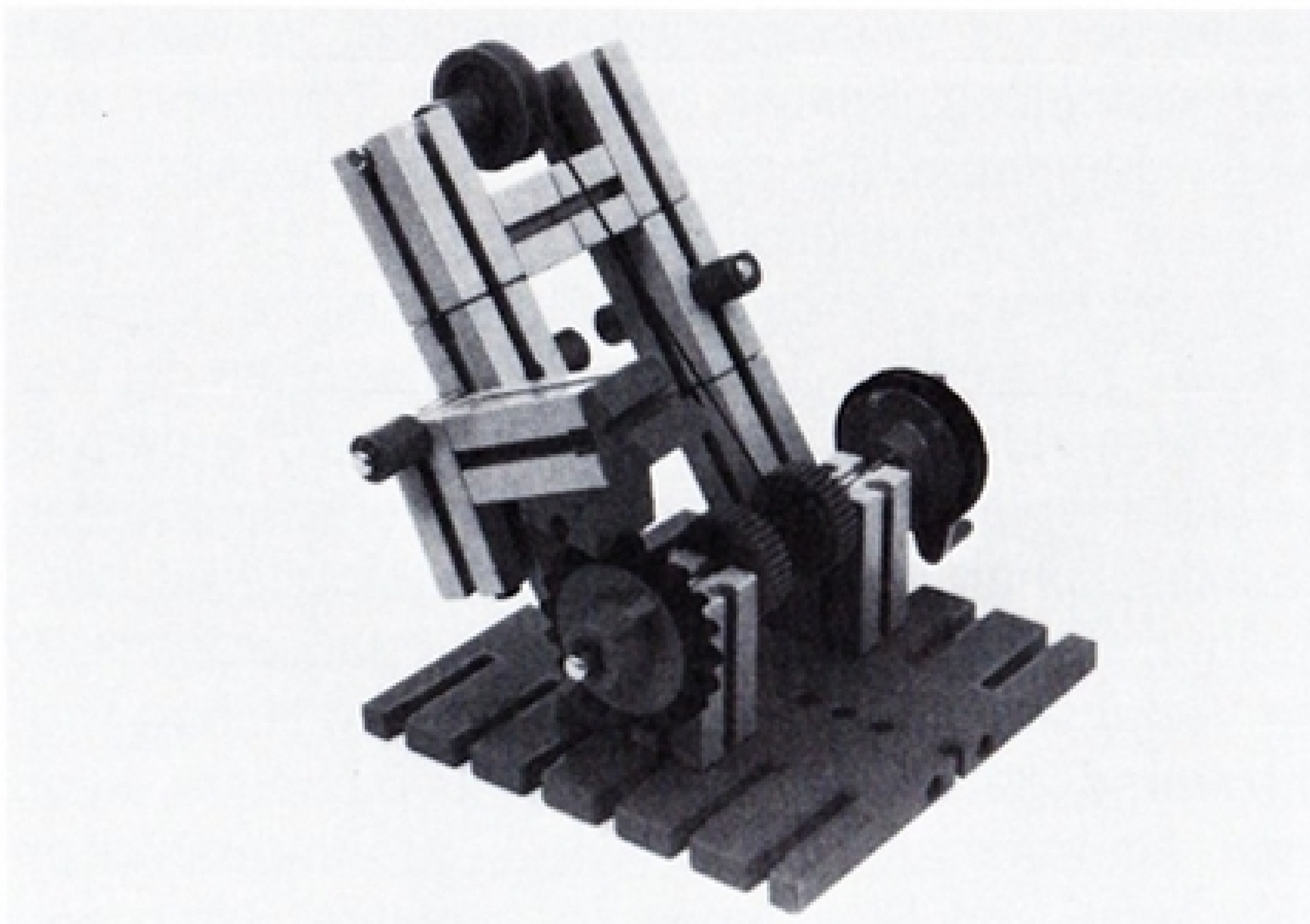


Abb. 1: Von diesem Kran sollen 20 Stück arbeitsteilig hergestellt werden.

Springer, Meister, Einrichter, Reparatur, Lohnfindung usw.

Einblick in geforderte berufliche Qualifikationen an industriellen Arbeitsplätzen, insbesondere in der Einzelteilerfertigung und in der Montage.

Einige Anforderungen des Arbeitsplatzes an Körper, Intellekt, Charakter und Sozialverhalten.

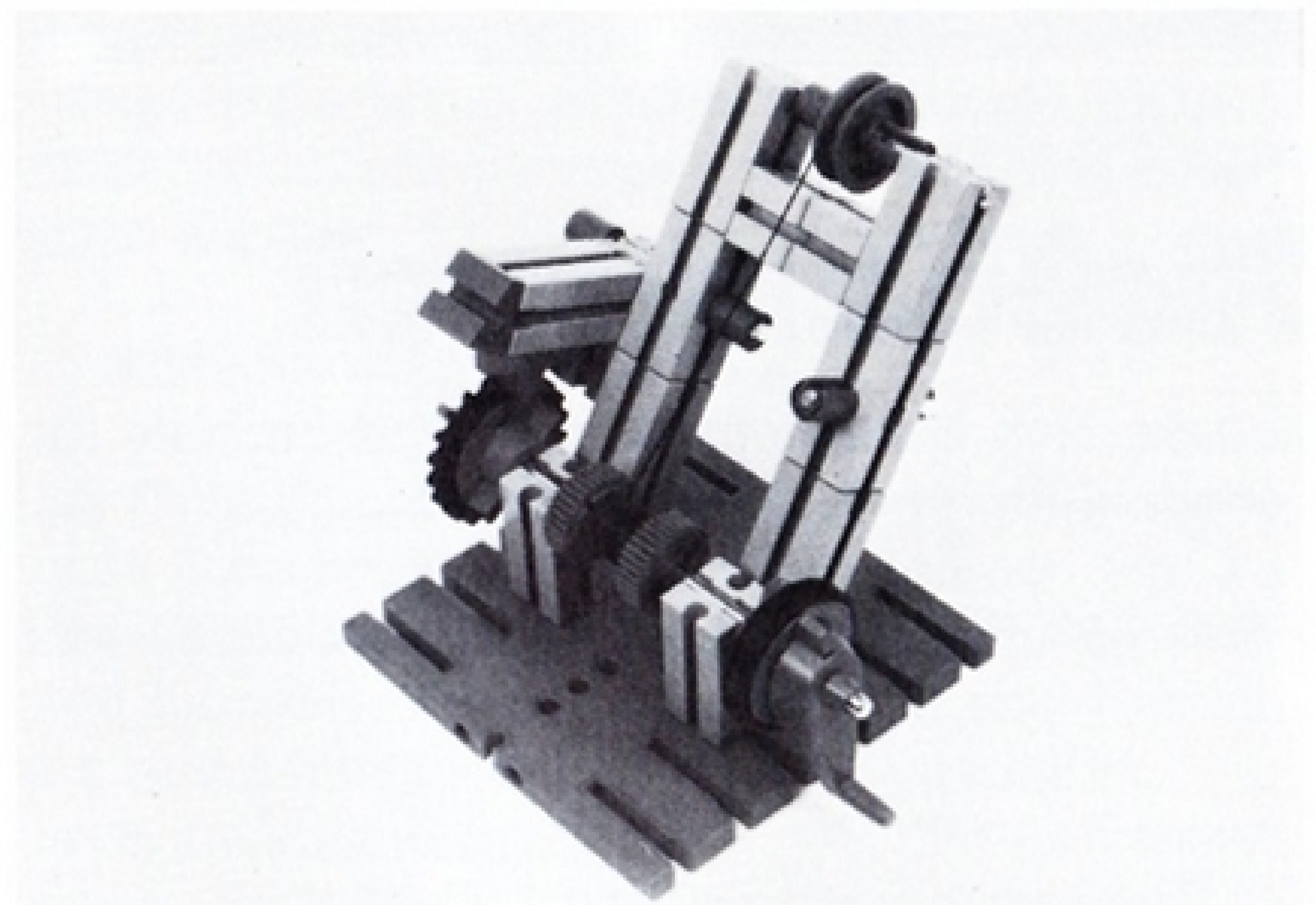
Feinziele

- Einen Gegenstand aus fischertechnik (aus dem Gedächtnis, aus der Vorstellung, nach Vorbild oder Vorlage) bauen.
- Verschiedene ähnliche Modelle vergleichen und nach allgemeinen Qualitätsmerkmalen beurteilen (Funktion, Design, Sparsamkeit, Stabilität).
- Das ausgewählte Modell in Einzelteile (sprich: Bausatz) aufzugliedern (nicht in einzelne Bausteine).
- Eine Bauanleitung für die Einzelteile entwerfen, Konstruktionsskizzen anfertigen, Materiallisten erstellen.
- Materialbedarf für das gesamte Projekt ermitteln.
- Arbeitsplatzverteilung diskutieren, damit schließlich ein lückenloser Ablauf des Fertigungsprozesses erfolgen kann. (Plätze für die Einzelteilerfertigung, die Montage, für Qualitätskontrolle und Reparatur, eventuell noch für einen Springer, der in der Lage ist, an allen Plätzen auszuhelfen).

Unterrichtsdurchführung

Vorwissen aus vorangegangenem Unterricht

Erkundung in einem Handwerksbetrieb: Fertigung eines Einzelstückes, z. B. Tür, Anzug, Tasche o.ä.
Erkundung in einem Industriebetrieb: Erkundung des Produktionsganges eines Produktes (Fahrzeug,



Elektrogerät, Maschine usw.). Bei komplexen Gegenständen empfiehlt es sich, ein wesentliches (gut sichtbares) Teil in der Herstellung vom Rohstofflager (Halbzeuglager) an zu verfolgen, bis es nach Bearbeitung, Oberflächenbehandlung, Kontrolle (je nach Produkt) auf dem Fließband montiert wird. Am Band werden noch andere Montage- und Kontrollplätze erkundet.

Unterrichtsablauf




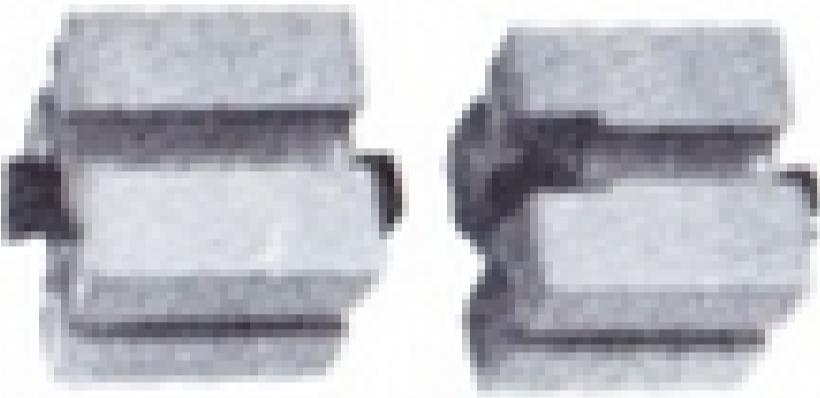





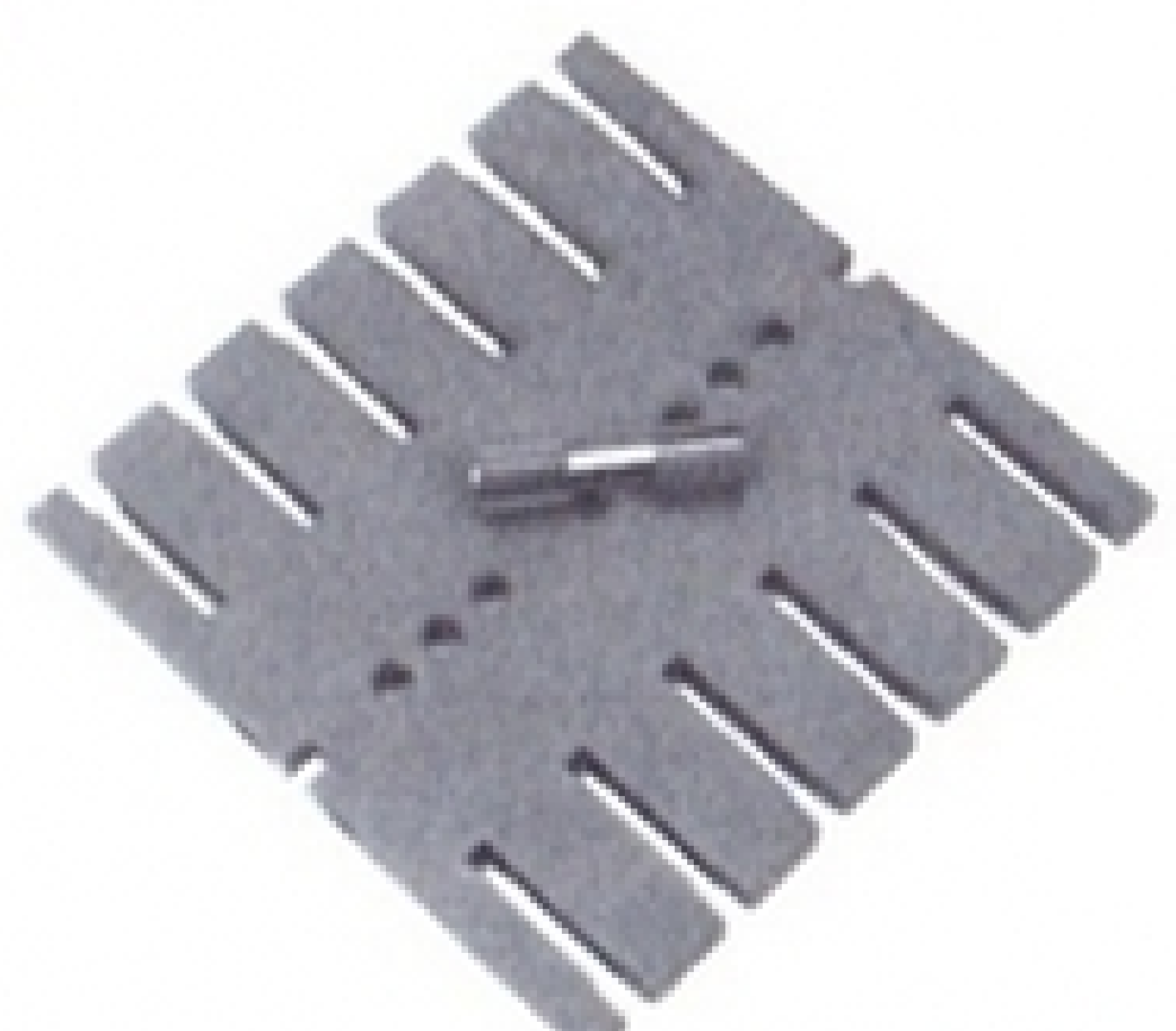
Nach diesem ersten „Überblick“ soll durch eigenes Tun das Thema „Arbeitsplatz am Fließband“ und „Arbeitsteilung“ erfahren werden.

Der Auftrag könnte etwa lauten: Für 20 Spielzeuglaster aus fischertechnik sollen Aufbaukräne gebaut werden. Die Kräne sind auf einer kleinen Grundplatte und mit einem Bolzen auf dem LKW zu befestigen.

Arbeitsgänge

- Konstruktion der Kräne in Einzel- und/oder Partnerarbeit
- Vergleich der Modelle nach den geforderten Kriterien
- Auswahl des geeignetsten Modells, evtl. Verbesserung (Abb. 1)
- Demontage aller anderen Modelle
- Nachbau des „Prototyps“ in Einzelfertigung durch jeden Schüler (hier soll der Gesamtüberblick über das Modell erworben werden, damit die später zu bauenden Einzelteile nicht losgelöst vom Gesamtmodell erscheinen)
- Ermittlung des Bausatzes, Aussuchen des „optimalen“ Bausatzes (Abb. 2)

Abb. 2: Liste der Einzelteile, die vorgefertigt werden. Da die Teile Nr. 3 und Nr. 4 an einem Arbeitsplatz gefertigt werden, stimmt die Zahl der Teile mit der Zahl der Arbeitsplätze nicht genau überein.

Nr.	Einzelteil	Material	Arbeitsplatz-Nr.
1	rechter Lagerbock 	1 Baustein 30 1 Winkelstein gs 1 Winkelstein gsch	1
2	linker Lagerbock 	1 Baustein 30 1 Winkelstein gs 1 Winkelstein gsch	2
3 4	rechte Auslegerseite linke Auslegerseite 	2 Bausteine 30 1 Baustein KL 2 Bausteine 30 1 Baustein KL	3
5	Abstandhalter 	1 Baustein 15 1 Baustein 15 DK	4
6	Seiltrommel 	1 Haken 1 Achse 110 1 Seiltrommel 20 cm Schnur	5
7	Zahnrad 	1 Nabe 1 Zahnrad Z 20	6
8	Treibrad 	1 Nabe 1 Handkurbel	7
9	Seilrolle 	1 Achse 60 1 Seilrolle 2 Klemmbuchsen	8
10	Rücklaufsperre 	2 Bausteine 30 2 Winkelsteine gsch 1 Achse 50 2 Klemmbuchsen	9
11	Befestigungsbolzen 	1 Achse 30 2 Klemmbuchsen 1 Grundplatte	10

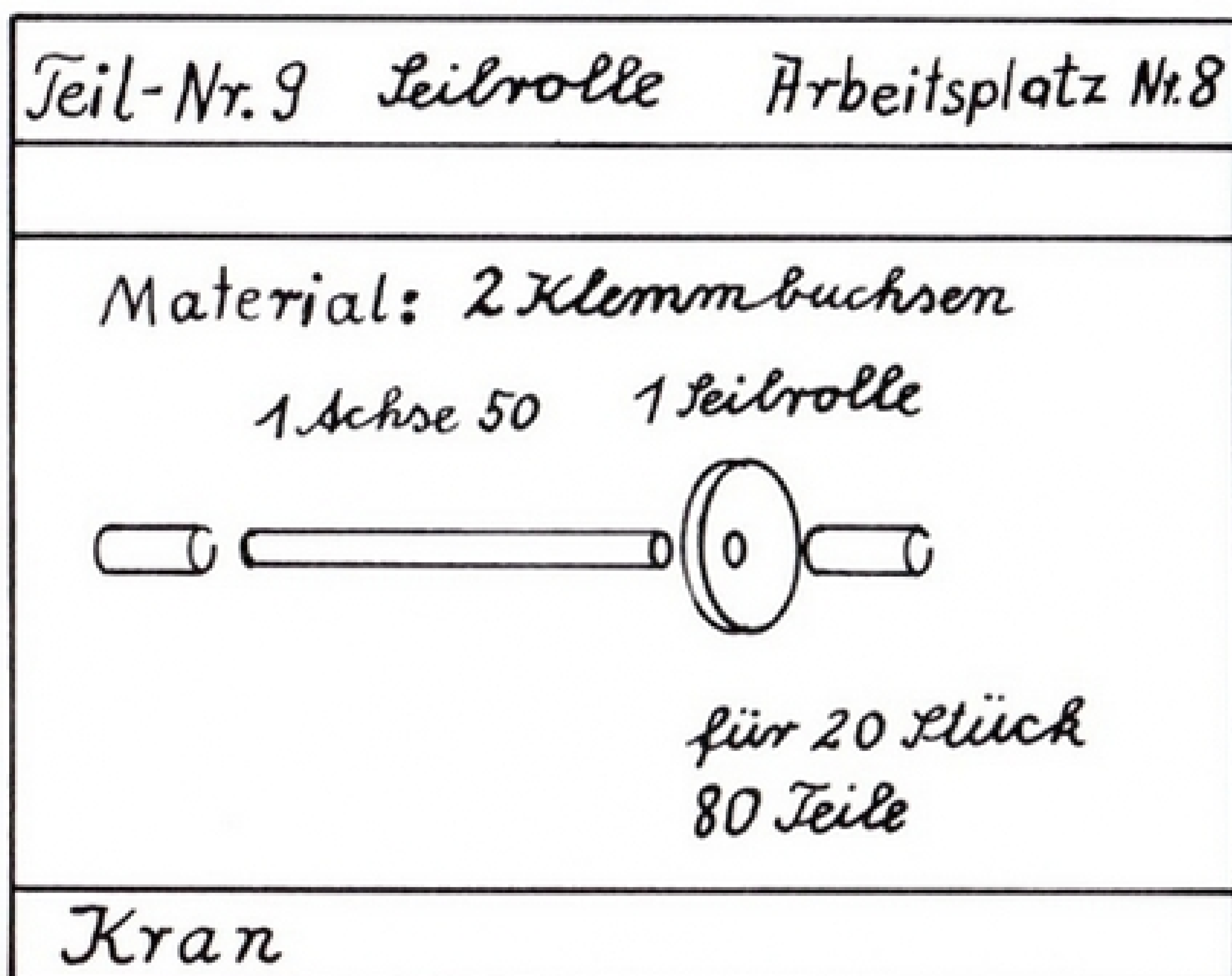


Abb. 3: Beispiel einer Arbeitskarte, Teil Nr. 9, Arbeitsplatz Nr. 8

- Einzelteilbeschreibung auf einer „Arbeitskarte“, Zeichnung hierzu, evtl. sogar Explosionszeichnung, Materialangabe (Abb. 3)
- Ermittlung des Gesamtmaterialbedarfs
- Ermittlung der benötigten Arbeitsplätze für die Einzelteilerfertigung, die Montage, die Kontrolle, die Endkontrolle, die Reparaturabteilung
- Diskussion der Aneinanderreihung der Arbeitsplätze
- Verteilung der Arbeitsplätze
- Bereitstellen des Materials für jeden Arbeitsplatz (evtl. in Materialschalen)

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten (benötigte Arbeitszeit je nach Modellvorgabe 3 bis 4 Unterrichtsstunden) erfolgt die eigentliche Fließbandarbeit. Die Schüler besetzen ihre Plätze, verteilen das Material und beginnen mit einer „Nullserie“, einem Probelauf. Nach diesem Probelauf müssen möglicherweise Plätze umbesetzt oder Tische umgestellt werden. Gründe können sein: Händigkeit, Anforderung des Einzelteiles an das Geschick,

Verträglichkeit der Schüler untereinander usw. Die „Nullserie“ läuft wieder zurück, die Modelle werden wieder zerlegt.

Nun beginnt die eigentliche Fließbandarbeit. Die Stoppuhr läuft . . . Schon nach wenigen Minuten ist das erste Modell fertig, kontrolliert, „abgenommen“. Die Schüler staunen, in welcher kurzer Durchlaufzeit die Modelle entstehen. Sie erkennen aber auch andere „Fakten“, z. B.: keiner kann den Platz verlassen, ohne daß die Produktion stoppt; man baut einen kleinen Vorrat (Puffer), um ein individuelles Tempo einhalten zu können. Man muß sich auf sein eigenes Bauteil konzentrieren und hat keine Zeit, sich mit der Arbeit des Nachbarn zu beschäftigen; das Geschick nimmt zu, die Fertigung geht immer schneller. Unverträglichkeiten stören den gesamten Arbeitsablauf, alle Schüler, auch die weniger geschickten, können gut mitarbeiten. Viele Arbeiten könnten eigentlich auch von Automaten erfüllt werden. Die Anforderungen sind recht unterschiedlich, am meisten müssen die Reparaturstelle und der Springer schaffen . . .

Je nach Lage der Klasse kommen Kataloge von Fragen zur Aussprache über die Arbeitsbedingungen am Band. Bei weiteren Betriebserkundungen sind die Schüler nun in der Lage, noch gezieltere Fragen zu stellen, noch abwägender die Plätze zu betrachten, vielleicht auch die Notwendigkeit fundierter beruflicher Bildung zu erkennen, da mancher Arbeitsplatz in der Montage möglicherweise durch Automaten ersetzt wird, um kostengünstig zu produzieren.

Literatur

- Kreuzer, Scharff, Prange: Mein Weg in die Welt der Arbeit, Schülerarbeitsbuch, Auer 79
 Kreuzer, Fließbandarbeit im Unterricht, in Baier (Hrsg.): Unterricht in der Schule für Lernbehinderte, Auer 78
 refa Methodenlehre für das Arbeitsstudium, Hanser 73
 Dilling: Fließfertigung, Maier, Ravensburg 76
 Meyers Handbuch über die Wirtschaft, Mannheim 70

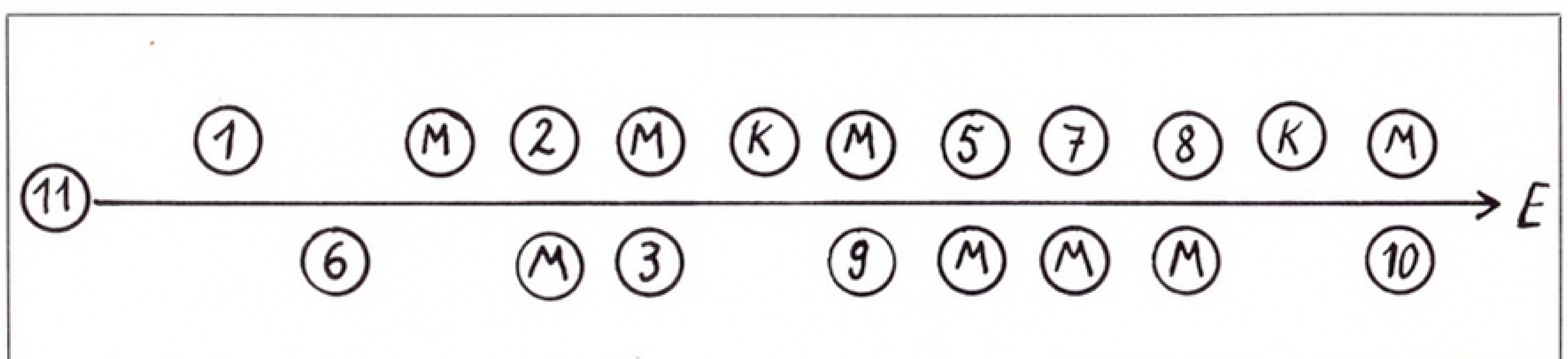


Abb. 4: Anordnung der Arbeitsplätze. Die Ziffern von 1–11 geben die Plätze an, an denen die Einzelteile gefertigt werden. Teil 4 wird auch an Arbeitsplatz 3 gefertigt. „M“ (Montage) bezeichnet Plätze, an denen diese vorgefertigten Einzelteile montiert werden. „K“ steht für Kontrolle, „E“ für Endkontrolle.

Michael Wlaschek

Kräfte am Karussell

Unterrichtsbeispiel aus einer Sonderschule für Lernbehinderte, durchgeführt in einem 6. Schuljahr (5 Mädchen, 12 Jungen, Durchschnittsalter 12;8 Jahre) im Rahmen des Physikunterrichts

1. Einführung

Der lernbehinderte Schüler unterscheidet sich von dem sog. „Normalbegabten“ durch eine andauernde Beeinträchtigung schulischen Lernens. Dies drückt sich u. a. durch eine „... erhebliche Verlangsamung der Lernprozesse, geringe Abstraktionsfähigkeit, mangelnde Gedächtnis- und Konzentrationsleistung...“¹ aus. Schulische Mißerfolgserlebnisse können – bezogen auf Schüler anderer Schulformen – relativ leicht zu Ausbrüchen, etwa in Form von Aggressionen oder völligem Zurückziehen vom Unterricht, führen. Bei diesen kurzen Ausführungen dürfen die bedeutsamen außerschulischen Einflüsse, etwa Milieubedingungen, schlechte häusliche Arbeitsbedingungen u. a., nicht übersehen werden. Als Konsequenz aus diesen Eigenarten der lernbehinderten Schüler ergibt sich für den Unterricht bzw. für dessen Ziele und Inhalte die Notwendigkeit, die Themen in besonders starkem und für die Schüler einsichtigem Maße zu strukturieren, so daß z. B. Mißerfolgserlebnisse leichter vermieden werden können. In besonderem Maße sind auch außerschulische Einflüsse auf den Schüler zu berücksichtigen und ggf. zu kompensieren.

Werden derartige Gesichtspunkte bei der Planung des Unterrichts bedacht, so lassen sich – besonders auch im Bereich Technik – Gebiete erarbeiten, die nicht einfach als „reduzierte Grund- bzw. Hauptschullehrstoffe“ abgetan werden können.

2. Die Ausgangssituation

Die Schüler der zu unterrichtenden Klasse unterscheiden sich beträchtlich in ihrer Leistungsfähigkeit: Bezogen auf den Intelligenzquotienten weisen einige Schüler Werte um 65 auf, was nahe am Bereich der geistigen Behinderung liegt, zwei andere dagegen haben einen einem Hauptschüler vergleichbaren IQ.

Um solch unterschiedlich begabten Schülern gerecht zu werden, sind Differenzierungsmaßnahmen fast unerlässlich.

Von wesentlicher Bedeutung für den Unterricht ist auch das an unserer Schule übliche Klassenlehrerprinzip: Hierdurch ist es oft möglich, auch über den zeitlichen Rahmen einer Unterrichtsstunde hinaus eine Thematik weiter zu verfolgen, was von großem Einfluß auf die Erfolgserlebnisse nicht nur der langsamer arbeitenden Schüler sein kann.

3. Vorbemerkungen

Zum Einsatz technischer Baukästen im Physikunterricht an der Schule für Lernbehinderte

Nach den neuen Richtlinien für die Schule für Lernbehinderte² wird das Fach Technik als eigenständiger Unterrichtsgegenstand erst vom siebenten Schuljahr an vermittelt.

Der Bereich der Mechanik der festen Körper – des Gebietes also, das sich m. E. am ehesten für den Einsatz technischer Baukästen in der Sonderschule eignet – soll nach den Vorstellungen der Richtlinien für das Fach Physik³ erst im neunten Schuljahr behandelt werden. In diesem Aufbau scheint man den Vorstellungen der Richtlinien für die Hauptschule⁴ zu folgen; inhaltlich werden sowohl qualitativ als auch quantitativ geringere Anforderungen gestellt, entsprechend dem gegenüber Hauptschülern als „defizitär“ anzusehenden Leistungsvermögen der Sonderschüler.

Erwartet man unter diesen Voraussetzungen jedoch, daß in o. a. Schulstufe der Physikunterricht in enger Beziehung zur Technik steht, so wird man enttäuscht: Unter dem Aspekt einer m. E. falsch verstandenen Wissenschaftlichkeit soll das lernbehinderte Kind in ähnlicher Weise wie der Hauptschüler die Mechanik erarbeiten. Ein solcher Ansatz kann dem Lernbehinderten jedoch nicht gerecht werden: „Sein Interesse gehört mehr praktischen Problemen der Umwelt als Naturphänomenen.“⁵

Unter diesem Aspekt und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß gerade „mechanische“ Erscheinungen in der Welt des Schülers täglich von Bedeu-

¹ Schwedt, Norbert, Schulfernsehen in der Schule für Lernbehinderte, in: Praxis Schulfernsehen, Heft 9, 1976/77, S. 6 f.

² Richtlinien für die Schule für Lernbehinderte (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen, Köln 1977

³ ebenda, Heft 6009

⁴ Richtlinien und Lehrpläne für die Hauptschule in NRW, Ratingen 1973, PY-CH 122 ff.

⁵ Nai, Uwe, Naturwissenschaftliches Denken bei Lernbehinderten, in: Zeitschrift für Heilpädagogik, Heft 3/79, S. 164

tung sind – ohne ihm als physikalisch explizit bewußt zu sein – resultiert die Forderung nach einer Bearbeitung derartiger Phänomene (bzw. derartiger Probleme) nicht erst in der Lernstufe 9. So sind verschiedene – qualitative – Erarbeitungen mancher Phänomene sicherlich schon viel früher denkbar. Unter diesem Gesichtspunkt bietet sich auch der Einsatz technischer Baukästen an, mit deren Hilfe der Schüler auf eine spielerische Art physikalisch relevante Phänomene erarbeiten kann. Der Umgang mit diesen Baukästen erfordert unter gegebener Aufgabenstellung ein „Experimentelles Arbeiten“⁶, das methodisch der Arbeitsweise der Physik sehr nahekommt.

Für den Unterricht lassen sich aus dem Einsatz solcher Baukästen sehr weitreichende Konsequenzen ziehen, die bis in die Sozialform des Unterrichts hineinreichen: Unter Berücksichtigung der genannten Schülerbedingungen und der allgemeinen Forderungen für den Unterricht bot sich im vorliegenden Fall die Partnerarbeit als „günstigste“ Sozialform für die Erarbeitungsphase an:

- Im Gegensatz etwa zur Gruppenarbeit hat jeder Schüler die Möglichkeit, mit dem gegebenen Material selbständig zu arbeiten.
- Jeder Schüler ist gezwungen, ergänzend zu seinem Partner zu arbeiten.
- Die Dominanz bestimmter Schüler, die etwa bei einer Gruppenarbeit wesentlich stärker zum Tragen käme, wird reduziert.
- Der Schüler kann das Ergebnis der Arbeit zu einem großen Teil mit als „sein“ Werk ansehen.
- Die Möglichkeiten einer Differenzierung sind in relativ großem Maße gegeben.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde für die folgenden Arbeiten an je zwei Schüler ein Baukasten ausgegeben, obwohl materialmäßig die Ausgabe eines Kastens an jeden Schüler möglich gewesen wäre.

4. Strukturierung der Einheit

Die Erarbeitung der Thematik „Das Karussell“ als Beispiel für die Erarbeitung verschiedener Kräfte fand im Rahmen eines fächerübergreifenden Unterrichts statt. Für die Schüler bedeutete die Arbeit mit den Baukästen zunächst einmal eine spielerische Vertiefung ihrer eigenen Erfahrungen mit Fahrge-

schäften (Karussellbetrieben), die sie auf der zur gleichen Zeit stattfindenden „Mindener Messe“ machten. Für den Unterricht ergab sich daraus die Forderung, den Schülern einen möglichst großen Freiraum in der Gestaltung der Karusselle zu lassen, entsprechend durften die Arbeitsaufträge nicht eng auf die geplanten Lernziele zugeschnitten sein. Wie gezeigt wird, ergab sich bereits als eine brauchbare Strukturierung die Ausgabe einer begrenzten Materialmenge in bestimmten Phasen. Bei der Arbeit sollten sich nun folgende Lernziele ergeben:

Grobziel: Erarbeitung der Bedingungen, unter denen Fliehkräfte auftreten

1. Lernziele des Bereichs Physik

Die Schüler sollen erarbeiten,

- daß bei Drehbewegungen neue Kräfte auftreten;
- daß diese Kräfte in ihrer Größe (ihrem Betrag)
 - a) vom Radius
 - b) von der Zahl der Umdrehungen pro Zeit (von der Drehgeschwindigkeit) des Drehkörpers abhängen;
- daß bei Drehbewegungen aufgrund ungleichmäßiger Massenverteilungen Unwucht auftritt.

2. Lernziele des Bereichs Technik

(Hier ist anzumerken, daß aufgrund der Vorkenntnisse der Schüler notwendige Zwischenschritte als bekannt angesehen werden.)

Die Schüler sollen erarbeiten,

- daß zum Aufbau eines motorbetriebenen Modells ein Gestell notwendig ist;
- wie Ausleger an einem Drehkörper angebracht werden können;
- daß bei einer Drehbewegung der Gleichlauf von der Massenverteilung abhängt;
- daß Effektivität eines technischen Gerätes nicht unbedingt einen hohen Materialaufwand erfordert.

5. Durchführung der Einheit

Als erster Arbeitsauftrag wurde angegeben: Baue (mit Hilfe des Lernbaukastens u-t 1) das Modell eines Karussells!

Durch diesen Auftrag sollte einerseits erreicht werden, daß die Schüler ein „handbetriebenes“ Karussellmodell erstellten, das Fliehkräfte zeigte, zum anderen sollte das Modell im Hinblick auf eine spätere Motorisierung – die erfahrungsgemäß von den Schülern selbst gewünscht wird – erweiterungsfähig sein.

Da hierbei über Form und Aufbau des Drehkörpers

⁶ vgl. *Duismann, Gerhard*. Logische Schaltungen, in: Forum technische Bildung, Heft S 1-78, S. 13

keine Einschränkungen gemacht wurden, ergaben sich sehr unterschiedliche Modelle: Zwei Kleingruppen bauten als Drehkörper flugzeugähnliche Modelle, deren Flügel sich bei einer Drehbewegung „von selbst“ erhoben (Abb. 1 und 2), andere benutzten die große Drehscheibe, an die zur Ankopplung von Auslegern Gelenkbausteine gesetzt wurden (Abb. 3.)

Die Schüler konnten bei dieser Erarbeitung feststellen, daß die auftretenden Fliehkräfte in einer proportionalen Abhängigkeit zum Abstand der Ausleger vom Drehkörper standen. Zudem zeigte sich, daß sich die Ausleger dann am besten erhoben, wenn der Drehkörper schnell rotierte.

Da sich dieser Effekt aufgrund des „Handbetriebes“ der Modelle in einem für die Schüler unbefriedigenden Maße einstellen ließ, ergab sich der Wunsch nach einer Motorisierung.

Der zweite Arbeitsauftrag lautete entsprechend: *Verbessert eure Modelle durch den Einbau eines Motors!*

Jede Kleingruppe erhielt nun einen Baukasten u-t 2, der das für diese Arbeit notwendige Material enthält. Ein Großteil der Gruppen versuchte zunächst eine möglichst einfache Ankopplung des Motors an die Modelle: Der Motor wurde so auf die Grundplatte aufgesetzt, daß der daran angesetzte Getriebebock mit Schnecke nach oben wies. In die Schnecke wurde einfach die Achse des Drehkörpers gesteckt (Abb. 4).

Bei der Erprobung dieses Aufbaus zeigte sich jedoch sehr schnell, daß die Kopplung zwischen Drehkörper und Motor zu lose war: Der Drehkörper bewegte sich nur relativ langsam.

Dieses Resultat schien für einige Schüler schon ein Grund zum Aufgeben („Das geht ja alles nicht!“); bei der bisherigen Arbeit mit dem Motor war nämlich eine derartige Ankopplung an eine senkrecht stehende Achse noch nie notwendig gewesen.

Um in dieser Phase den Schülern gleichzeitig ein Fortkommen zu ermöglichen, das Verständnis von dem Modell als etwas Selbstgeschaffenes aber durch zu starke Eingriffe von der Lehrerseite nicht zu zerstören, wurden den Schülern Impulse in Form von Vorschlägen zur Benutzung bestimmter Bauteile gegeben. Der Notwendigkeit einer Differenzierung entsprechend sollten die weniger leistungsfähigen Kleingruppen ihre Arbeit nur mit einem Getriebebock ohne Schnecke und einer Klemmkupplung fortsetzen (Abb. 5). Diese Bauteile wurden auch an alle anderen Gruppen ausgegeben; die entsprechenden Schüler sollten sich jedoch u.a. Kombinationen mit Ketten und Stirnrädern überlegen und sie ausführen.

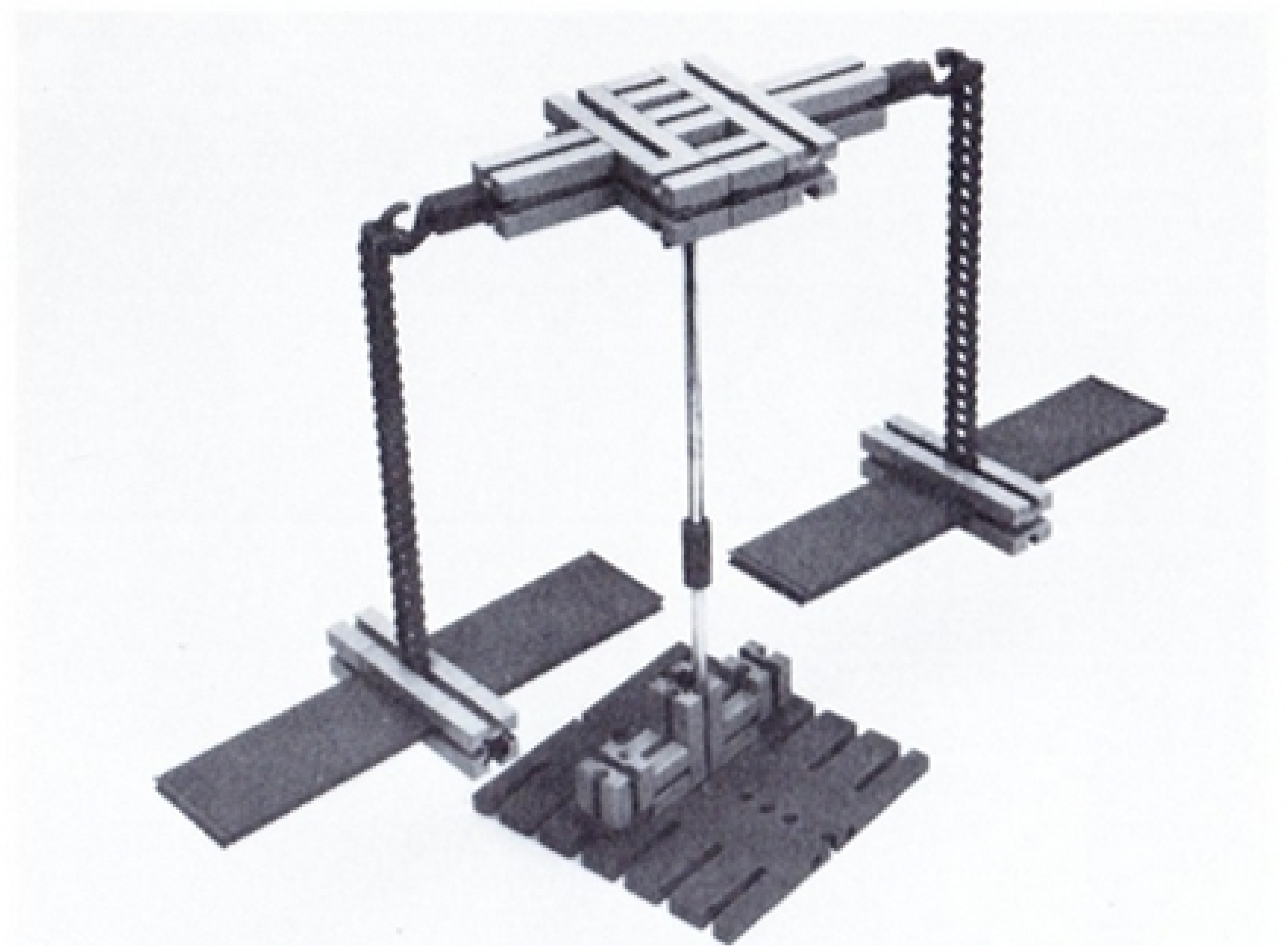


Abb. 1: Einfaches Modell eines Karussells, die „Flügel“ sind mit Hilfe von Ketten aufgehängt.



Abb. 2: Der „Drehkörper“ von unten gesehen; die Seiltrommel stellt eine stabile Verbindung zwischen Achse und Drehkörper her.

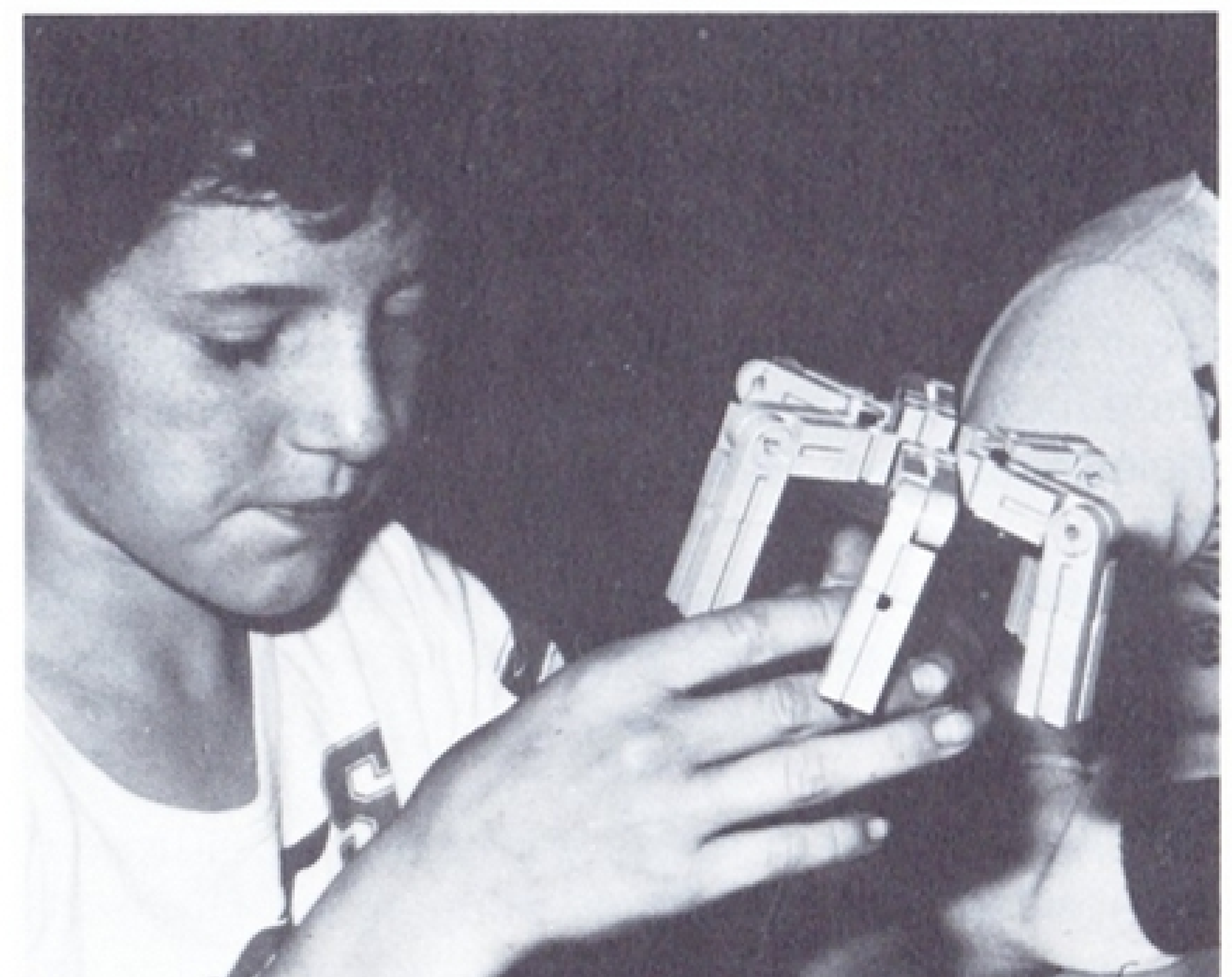


Abb. 3: Die Drehscheibe dient als Grundlage für den Bau des Drehkörpers.

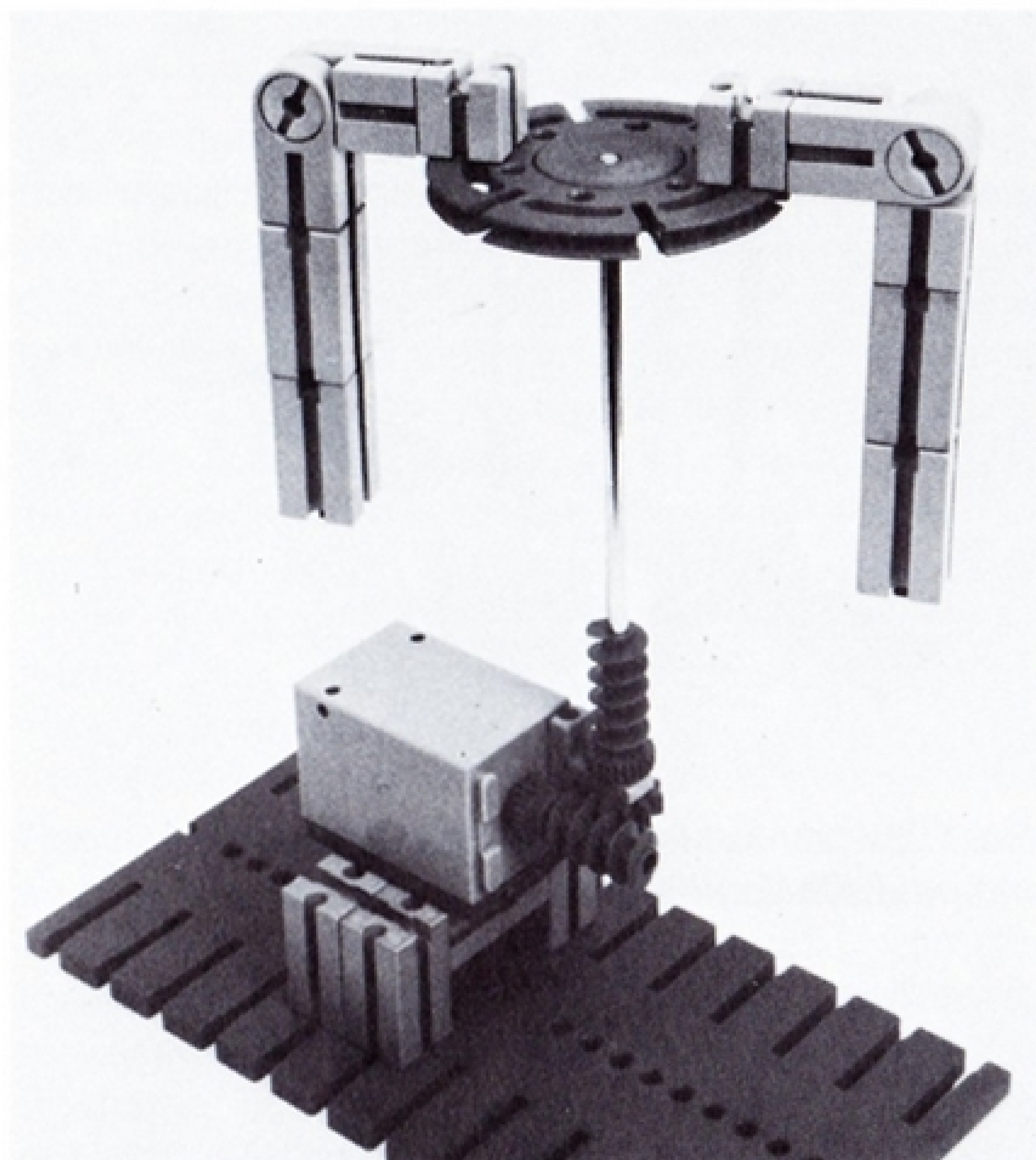


Abb. 4: Das Modell soll durch einen Motor angetrieben werden, die Verbindung zwischen Schnecke und Achse ist jedoch noch nicht sicher genug.

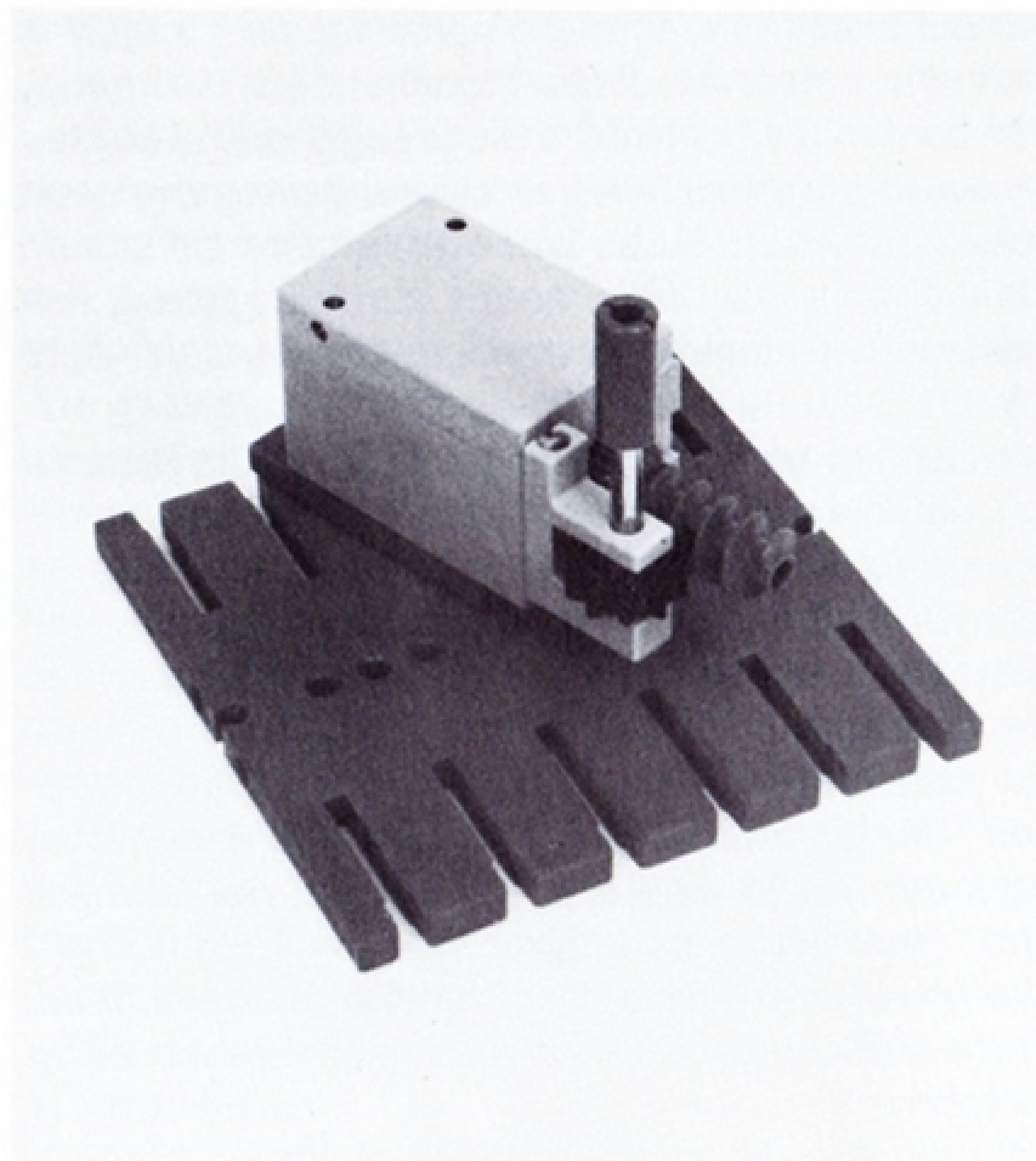


Abb. 5: Mit Hilfe des Getriebebocks ohne Schnecke und der Klemmkupplung wird die Verbindung zwischen Motor und Achse sicherer.

Der Vergleich der Leistungsfähigkeit der motorisierten Modelle zeigte, daß die einfachste Ankopplung mit Hilfe des Getriebebocks ohne Schnecke und der Klemmkupplung die günstigste Lösung darstellte. Bei anderen Versuchen ergaben sich z. B. Schwierigkeiten mit der Halterung der Welle des Drehkörpers u. a. (Abb. 6). Aufgrund dieses Ergebnisses wurde von fast allen anderen Gruppen diese Art der Ankopplung übernommen.

Die Schüler gewannen hierdurch auch die Erfahrung, daß auch eine sparsame Materialverwendung oft sehr betriebssichere Aufbauten ermöglicht. Nach diesem Arbeitsabschnitt ergaben sich bei der Erprobung der Modelle (d. h. dem Spielen) noch zwei weitere Problemkreise:

1. Ein großer Abstand des Motors vom Drehkörper führte (aufgrund immer vorhandener Unwuchten) zu ungleichmäßigem Bewegungsablauf des Drehkörpers.
2. Relativ schlechten Gleichlauf brachten auch die Modelle, an deren Drehkörpern die Verteilung der Ausleger ungleichmäßig war.

Das zweite Problem wurde von fast allen Gruppen durch entsprechende Abänderungen der Drehkörper bzw. der Ankopplungen der Ausleger an diese gelöst: Die Schüler verwendeten die große Drehscheibe aus dem Kasten u-t 1 als Drehkörper, an

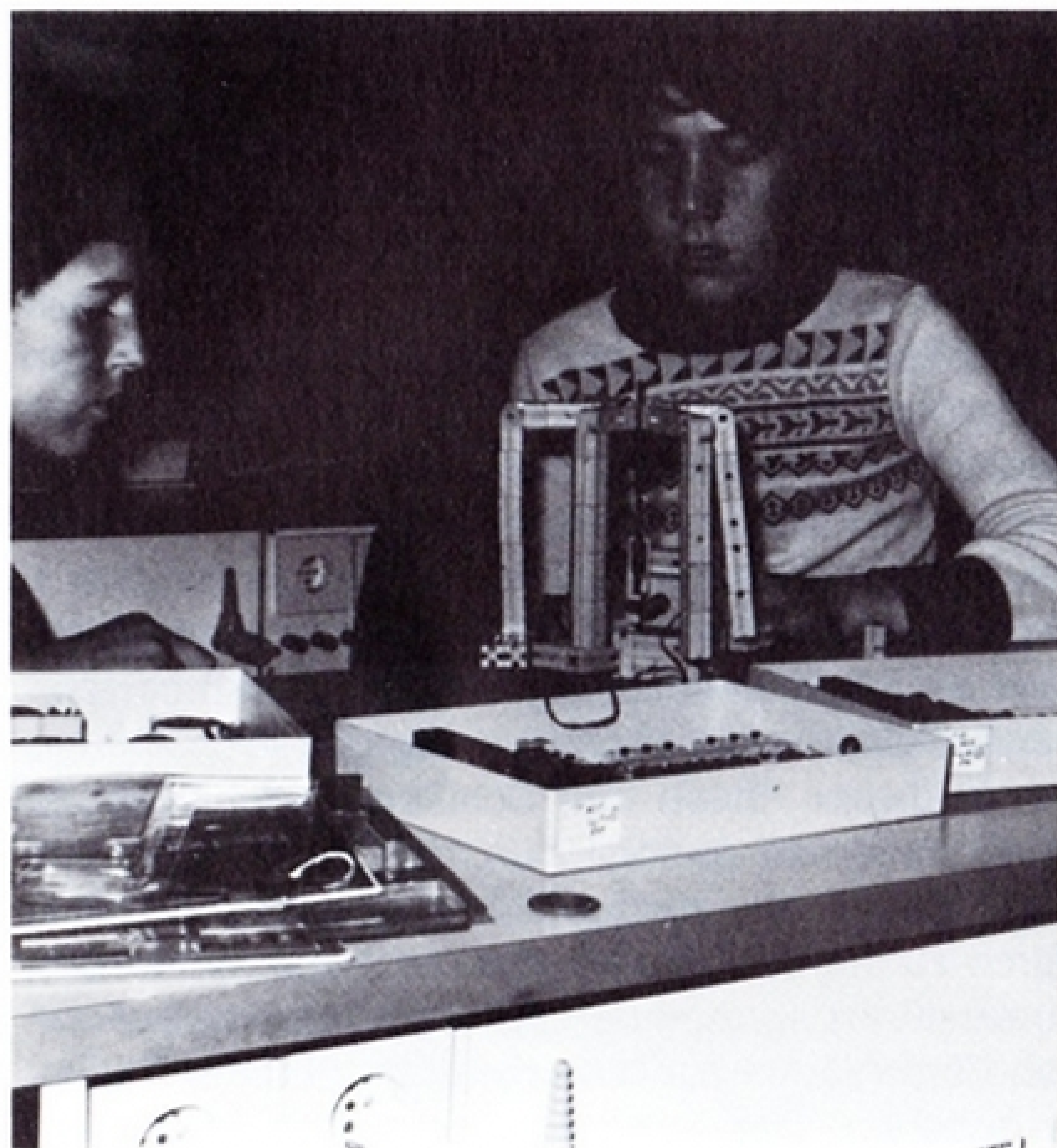


Abb. 6: Die Schüler erproben ihre Modelle.

die sodann mit Hilfe von Ketten bzw. Gelenkbausteinen die Ausleger befestigt wurden. Das erste Problem konnte in befriedigendem Maße nur dadurch gelöst werden, daß der Motor mit Hilfe eines Gestells so hoch gelegt wurde, daß er einen

möglichst geringen Abstand zum Drehkörper erhielt. In einigen Fällen erforderte dies auch eine Vergrößerung des Abstandes der Ausleger von der Drehachse (Abb. 7 und 8).

Im dritten Arbeitsabschnitt wurden die „technisch fertigen“ Modelle dann noch – je nach Belieben der Schüler – in Kleinigkeiten, z. B. in der Änderung der Ruhelagen von Auslegern durch Anbau von Winkelsteinen, durch Aufbau der Modelle auf „Lafetten“ (Schüler: „Das wird ja in Wirklichkeit auch so befördert“) u. a. erweitert.

Zusammenfassung

Der Zeitaufwand für die Einheit betrug ca. 7 Schulstunden. Aufgrund des bereits angesprochenen Klassenlehrerprinzips konnte die Einheit innerhalb von zwei Wochen durchgeführt werden: Hierdurch wurden die Wartefristen für die Schüler – die auch oft in anderen Fächern nachfragten, wann weitergebaut würde – beschränkt.

Wird der Erfolg dieser Arbeit an dem Interesse der Schüler gemessen, so läßt sich sagen, daß derartige Themen für sie einen relativ hohen Stellenwert besitzen.

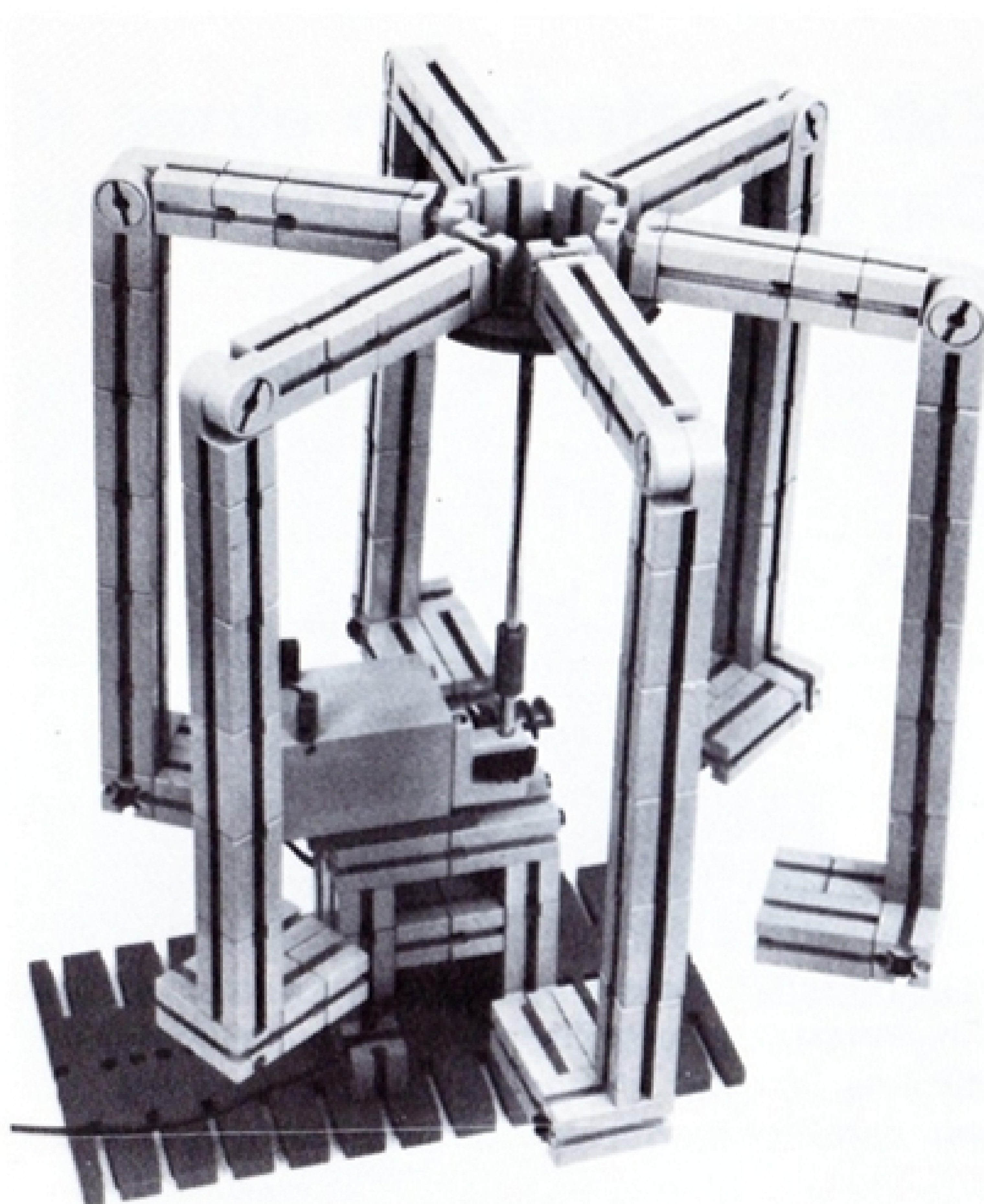


Abb. 7: Modell des motorgetriebenen Karussells

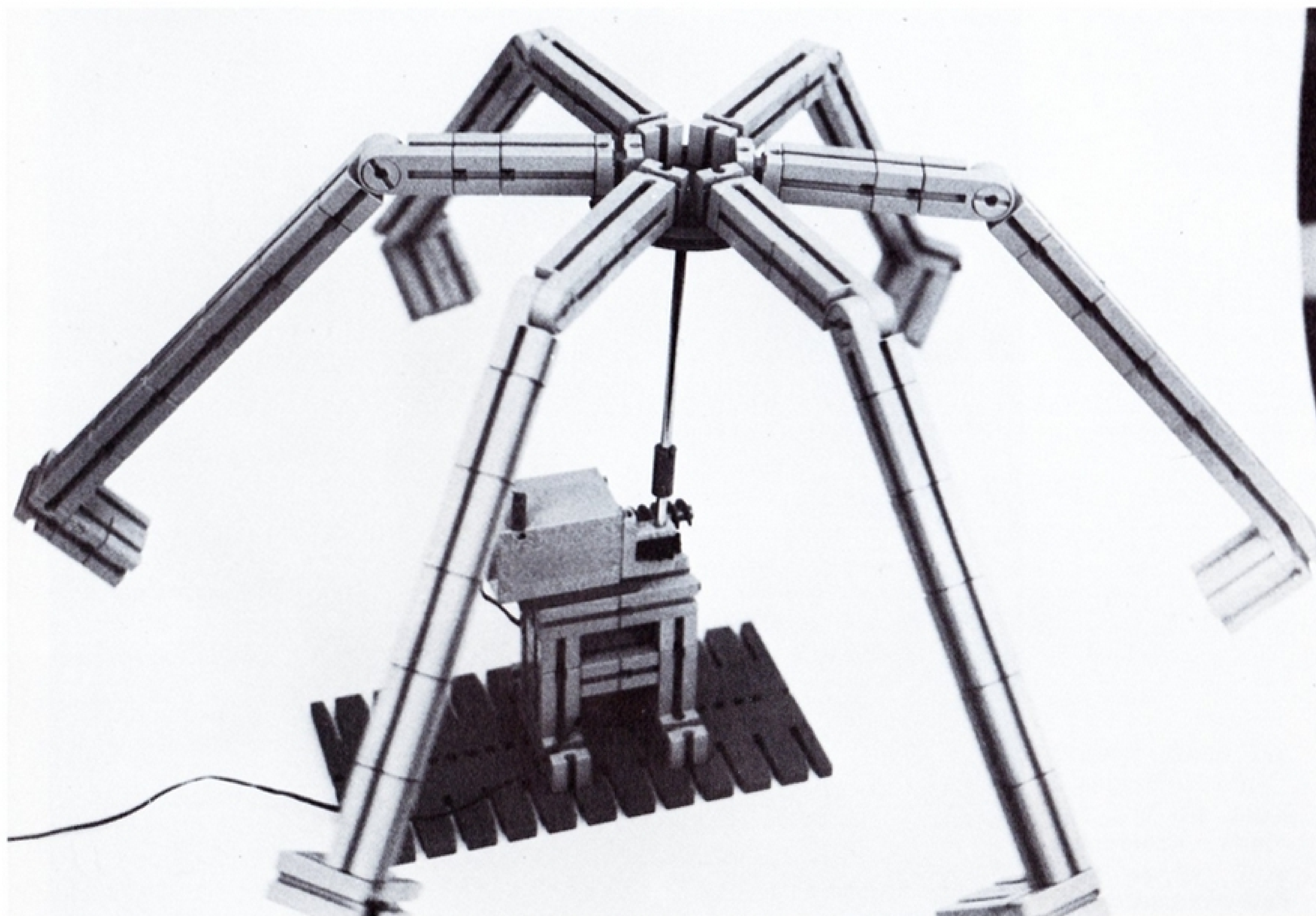


Abb. 8: Das Karussell in Betrieb; durch die bei der Drehung auftretenden Fliehkräfte werden die Haltebügel mit den „Sitzen“ nach außen gedrängt.

Zur Konstruktion eines Karussells – Darstellungsmöglichkeiten im Modell

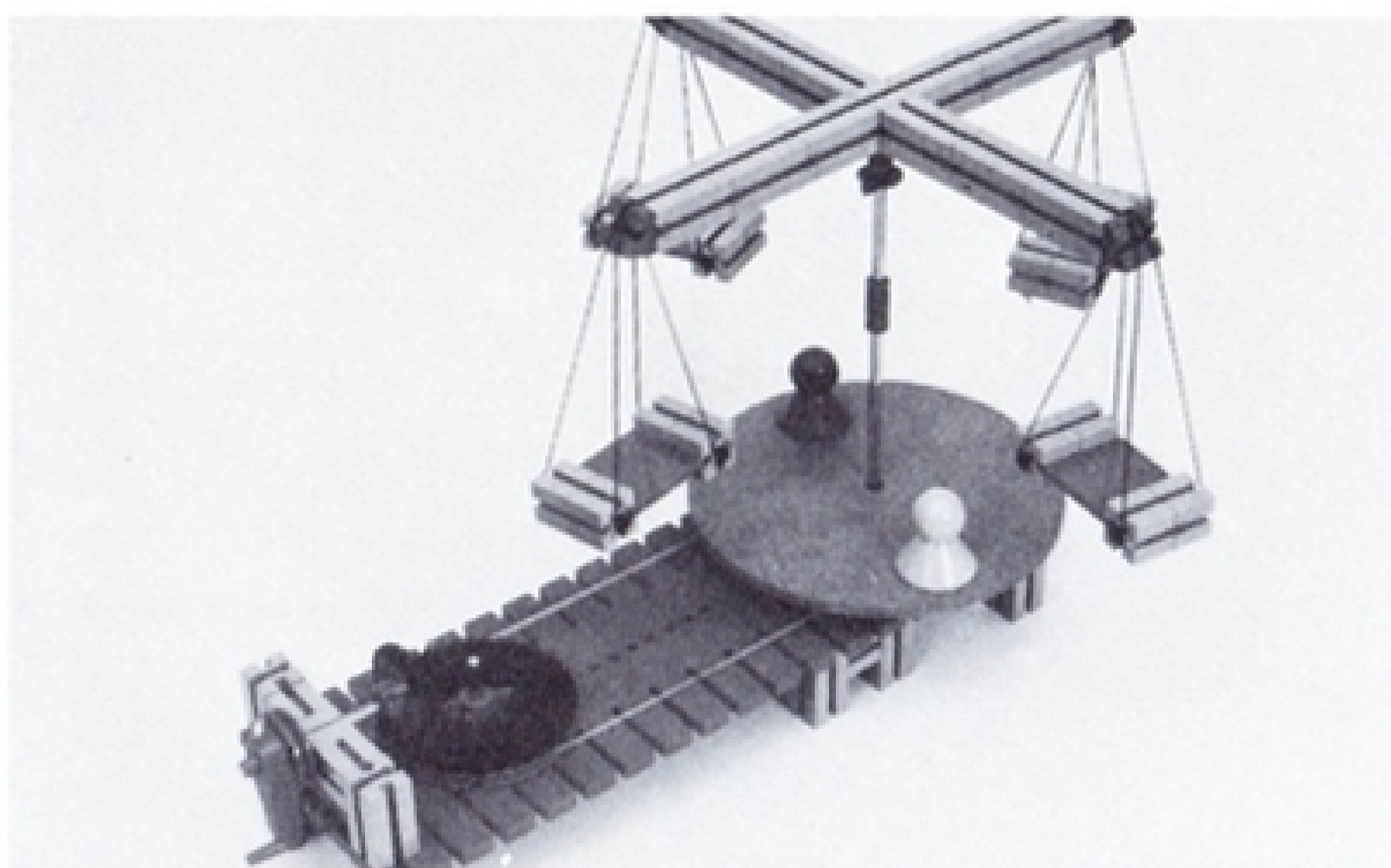


Abb. 1: Modell eines Karussells. Der Antrieb erfolgt von Hand über ein Zugmittel. Die Plattform aus Hartfaser ist mit doppelseitigem Klebeband auf dem darunter montierten Zahnrad befestigt.

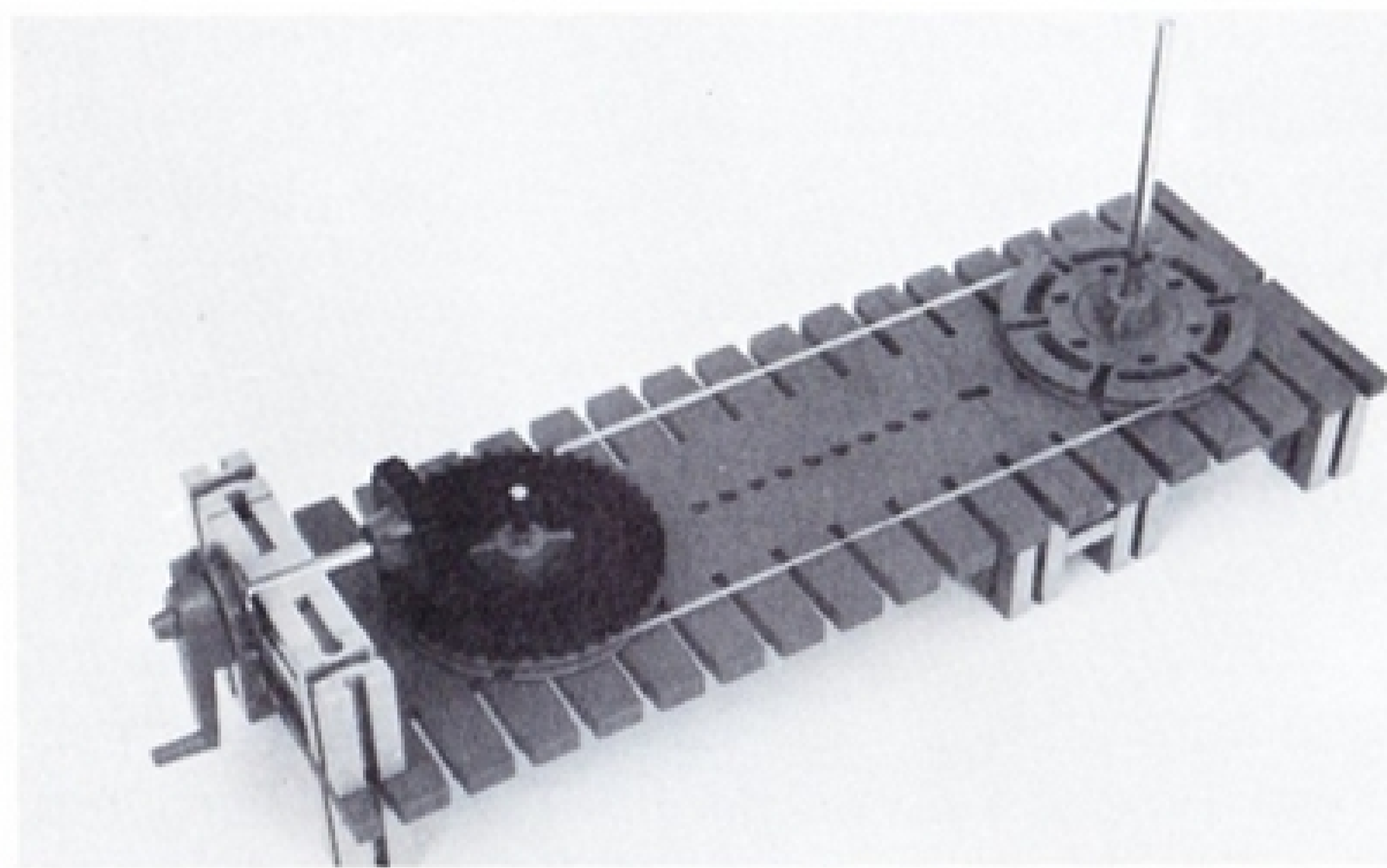
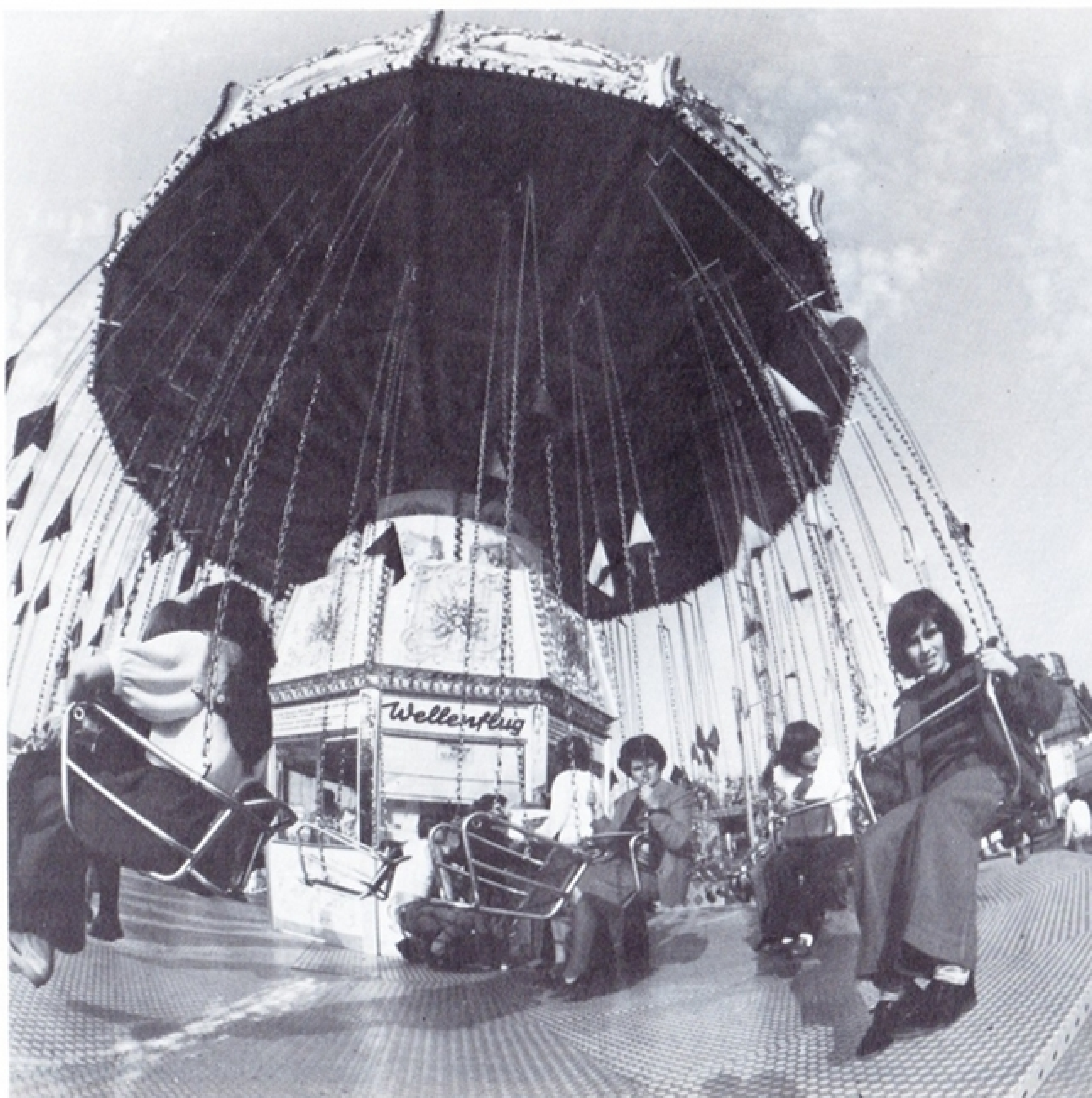


Abb. 2: Antriebs- und Kraftübertragungsteil aus Abb. 1. Auf der Drehscheibe (rechts im Bild) wird ein Zahnrad 40 Z aufgesteckt. Darauf wird dann mit doppelseitigem Klebeband die drehbare Plattform befestigt. Durch das Zahnrad erhält die Plattform eine bessere Lagerung.



Kettenkarussell in
Ruhe.

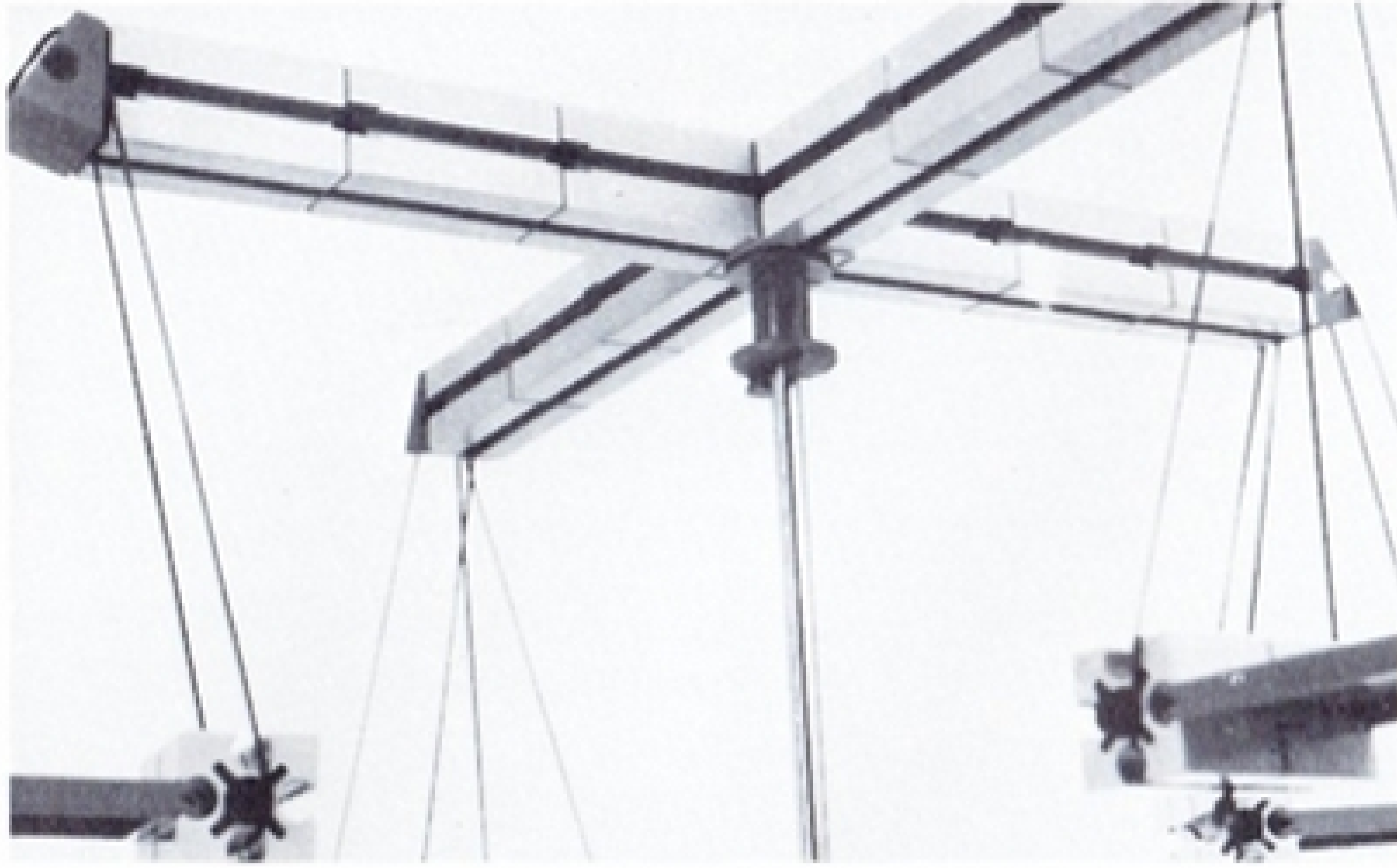


Abb. 3: Drehkörper aus Abb. 1. Die Seiltrommel stellt eine stabile Verbindung zwischen Antriebswelle und dem Drehkörper her.

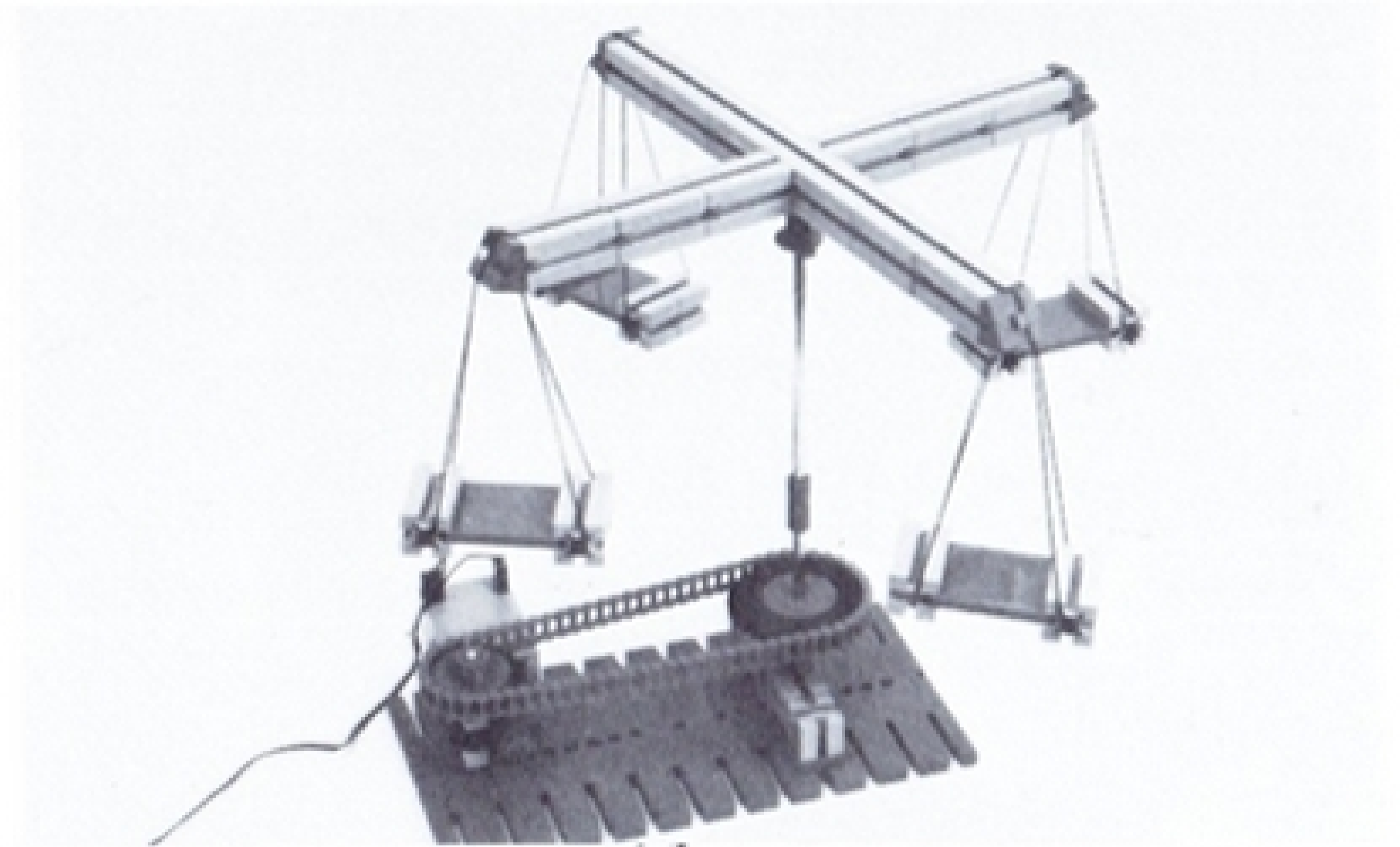


Abb. 4: Durch einen Motor angetriebenes Karussell. Die Kraftübertragung erfolgt hier durch eine Kette.



Bedingt durch die Drehgeschwindigkeit und die dabei auftretende Fliehkraft werden Sitze und Personen weit nach außen bewegt.

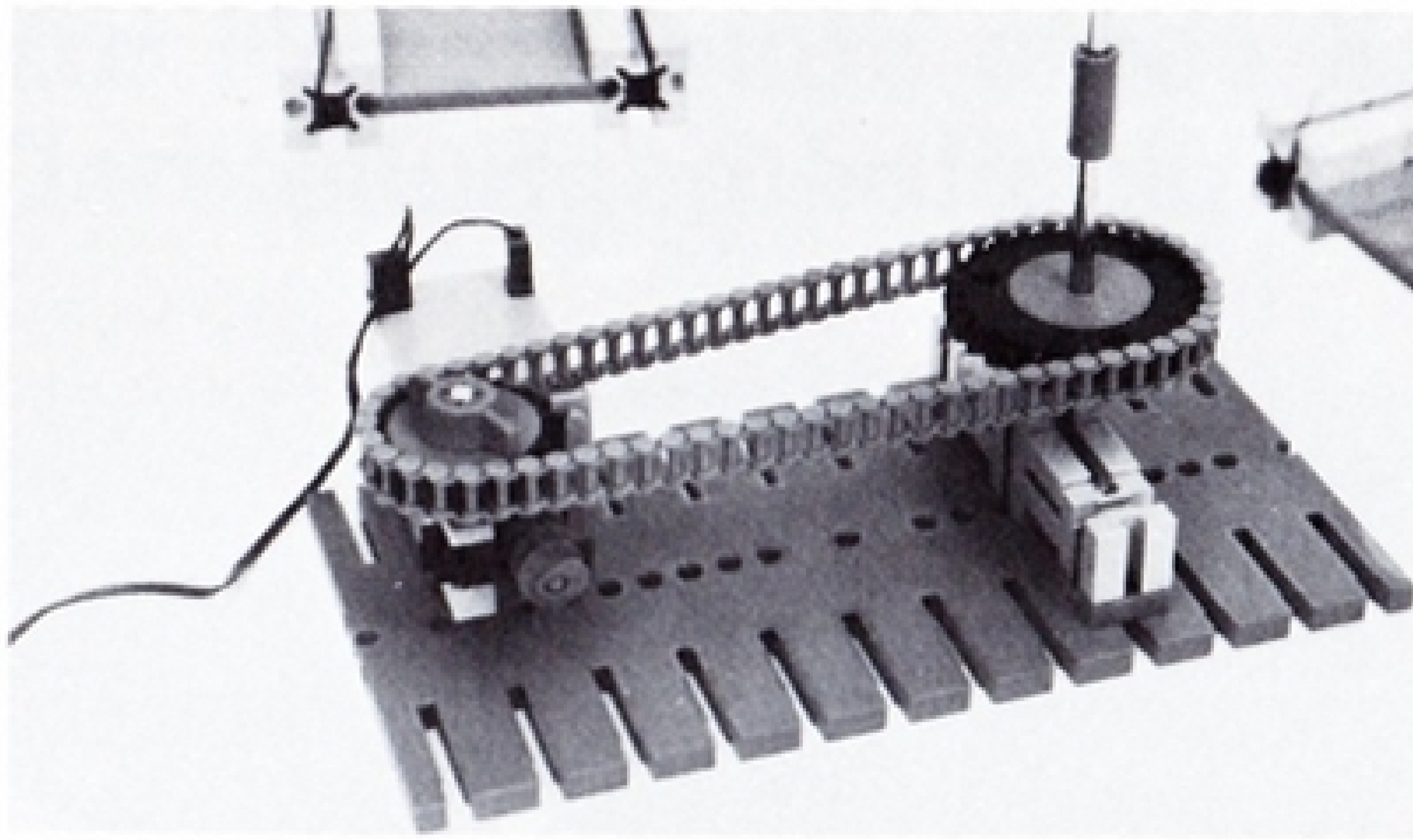


Abb. 5: Antriebssystem aus Abb. 4.

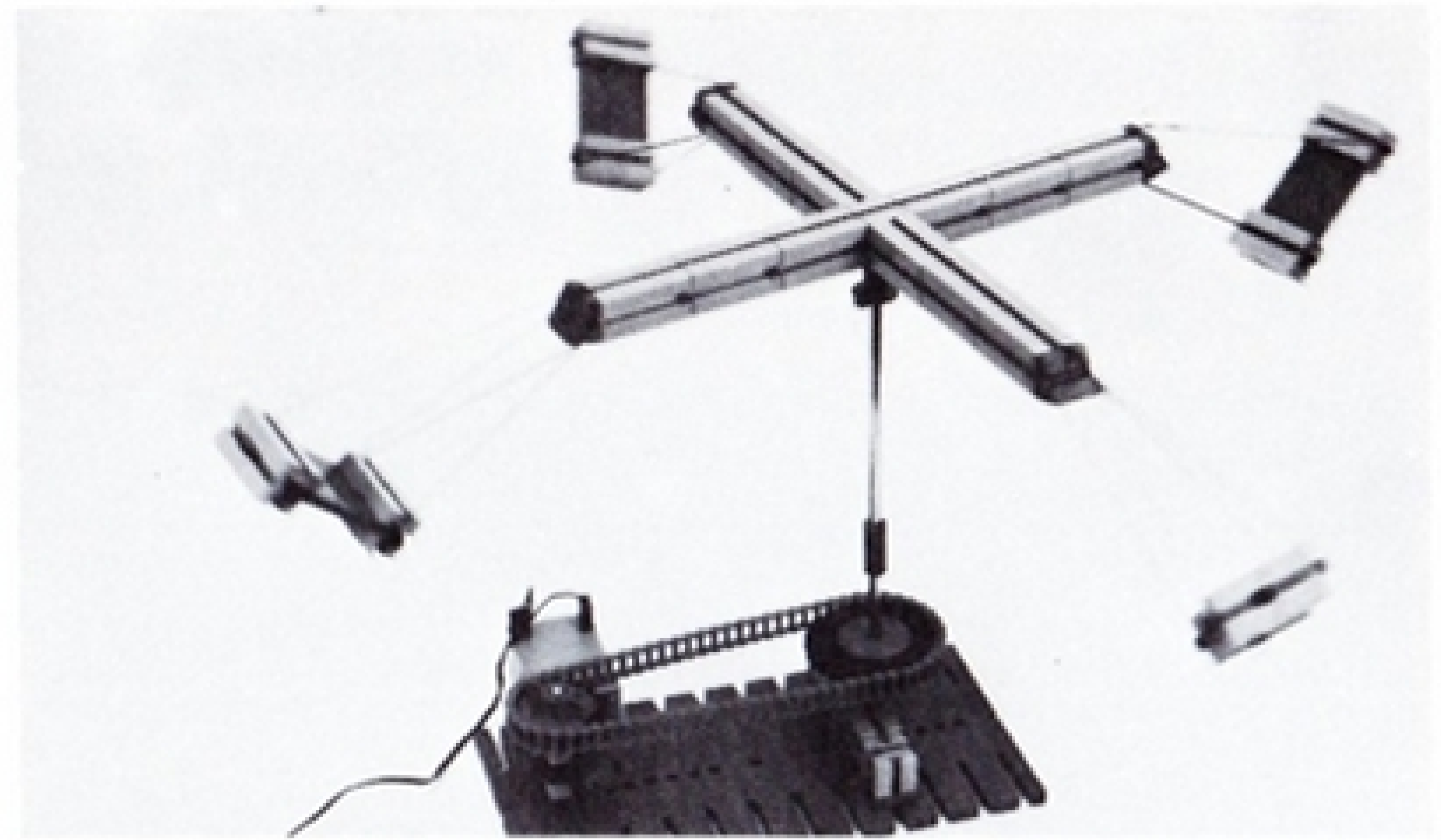


Abb. 6: Modell aus Abb. 4 in Betrieb.

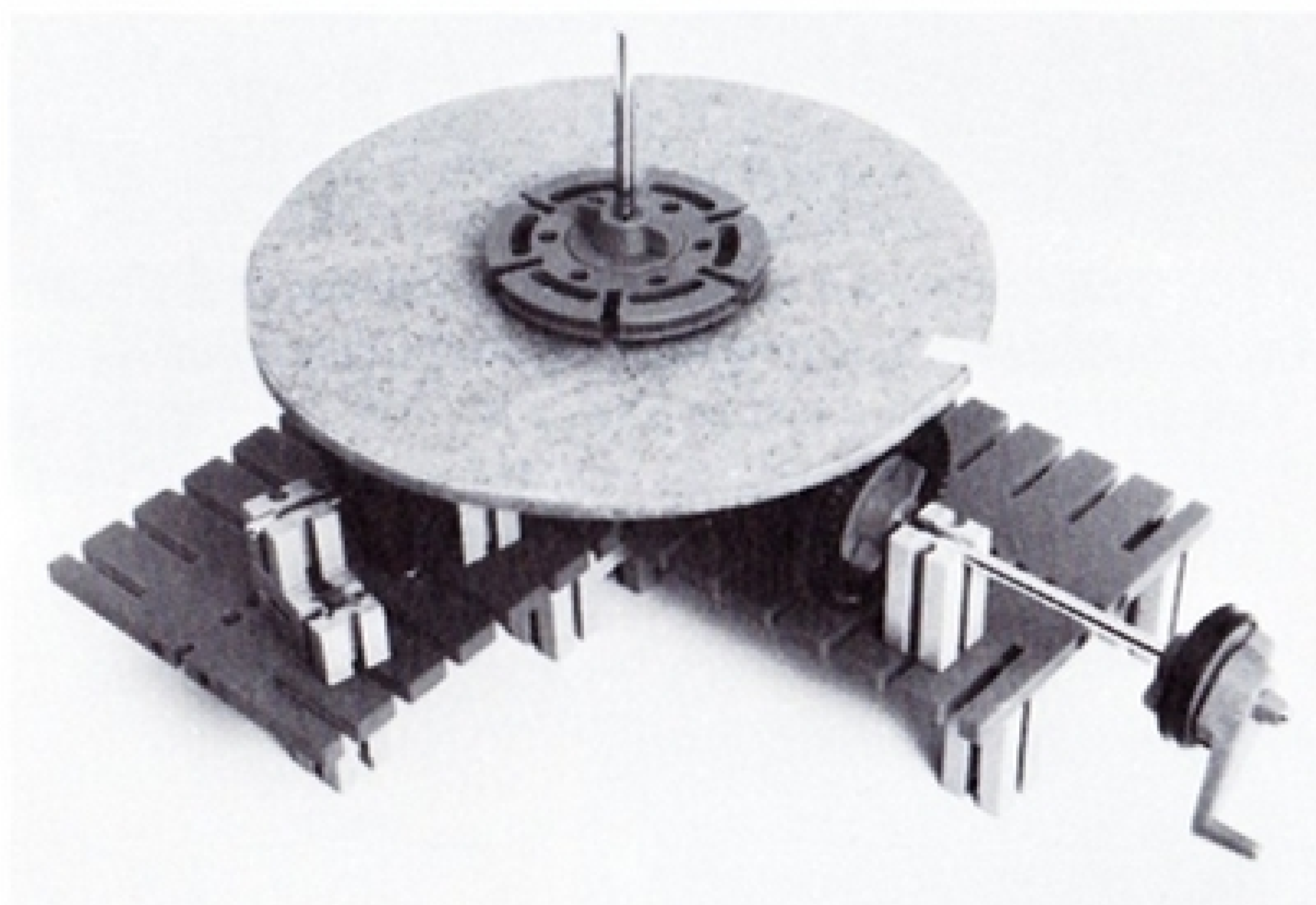
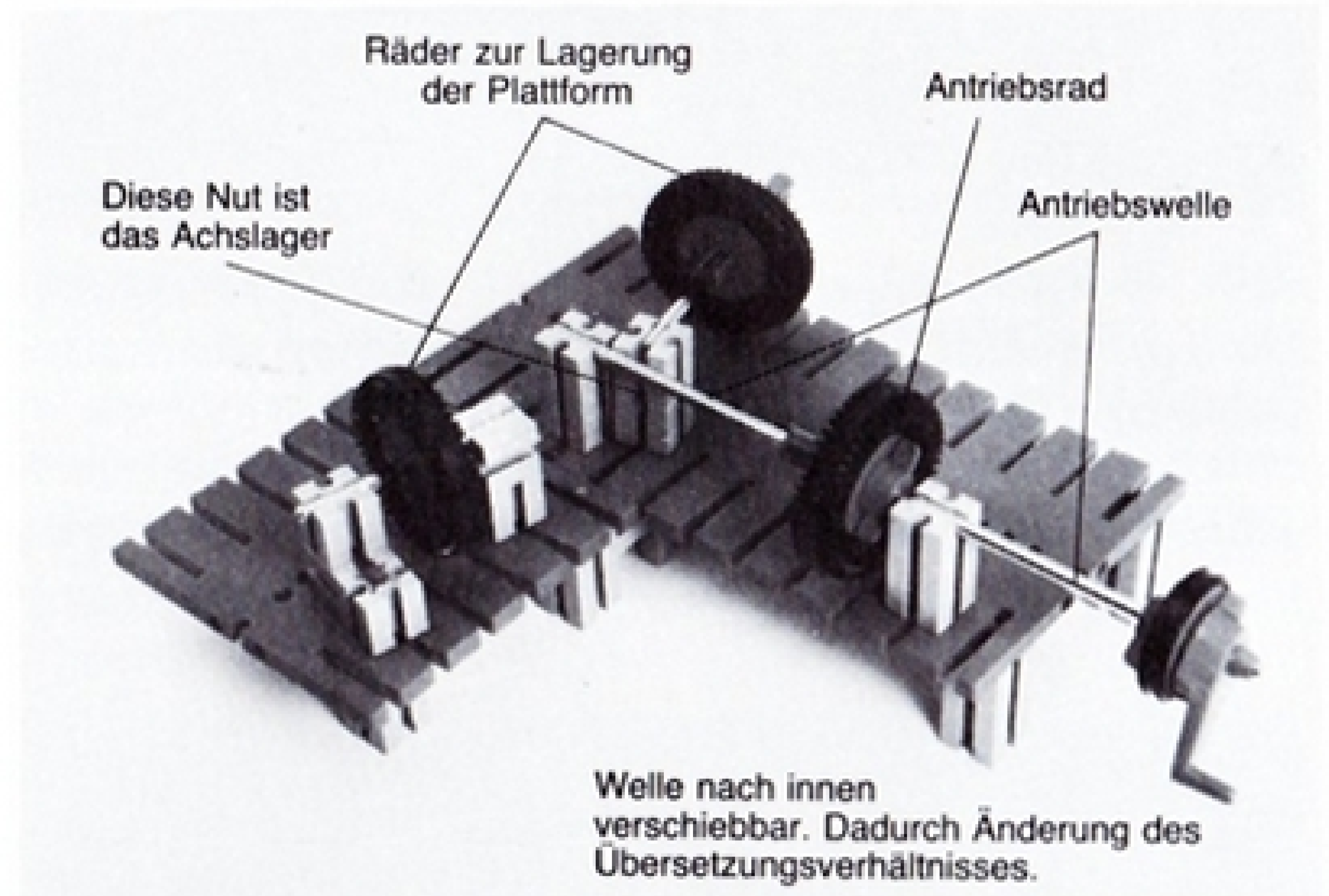


Abb. 7 und Abb. 8: Stufenlos verstellbares Reibradgetriebe zum Antrieb der Plattform. Der Kraftfluß: Drehen der Handkurbel – Drehung der Welle – Drehen des Rades (Antriebsrad im Bild rechts). Die Plattform liegt aufgrund ihres Eigengewichts auf dem Antriebsrad auf. Wegen der Reibung zwischen diesem Antriebsrad und der Plattform wird die Plattform mitbewegt. Die beiden anderen Räder (links vorn, Mitte hinten) dienen der Lagerung der



Plattform. Die Achsen dieser beiden Räder und die Antriebswelle zeigen auf einen Punkt, auf die vordere Nut der beiden aufeinandergesteckten Bausteine 15. Diese Nut dient als Lager für die senkrecht stehende Achse der Plattform. Die Antriebswelle mit Handkurbel und Antriebsrad kann stufenlos nach „innen“ verschoben werden. Dadurch erhöht sich bei gleichbleibendem Antrieb die Drehgeschwindigkeit der Plattform.

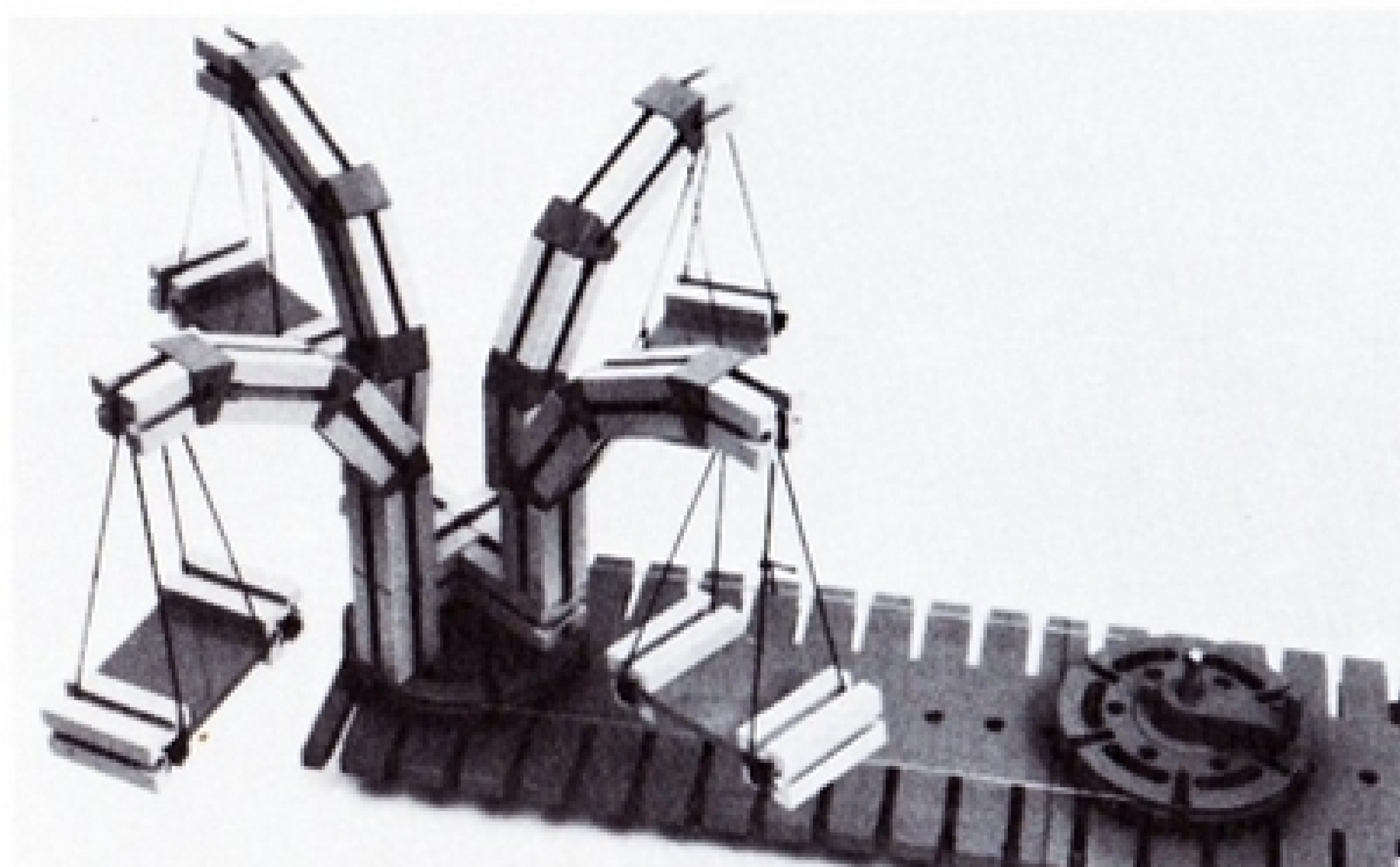


Abb. 9: Karussell mit Handantrieb und Zugmittelgetriebe.

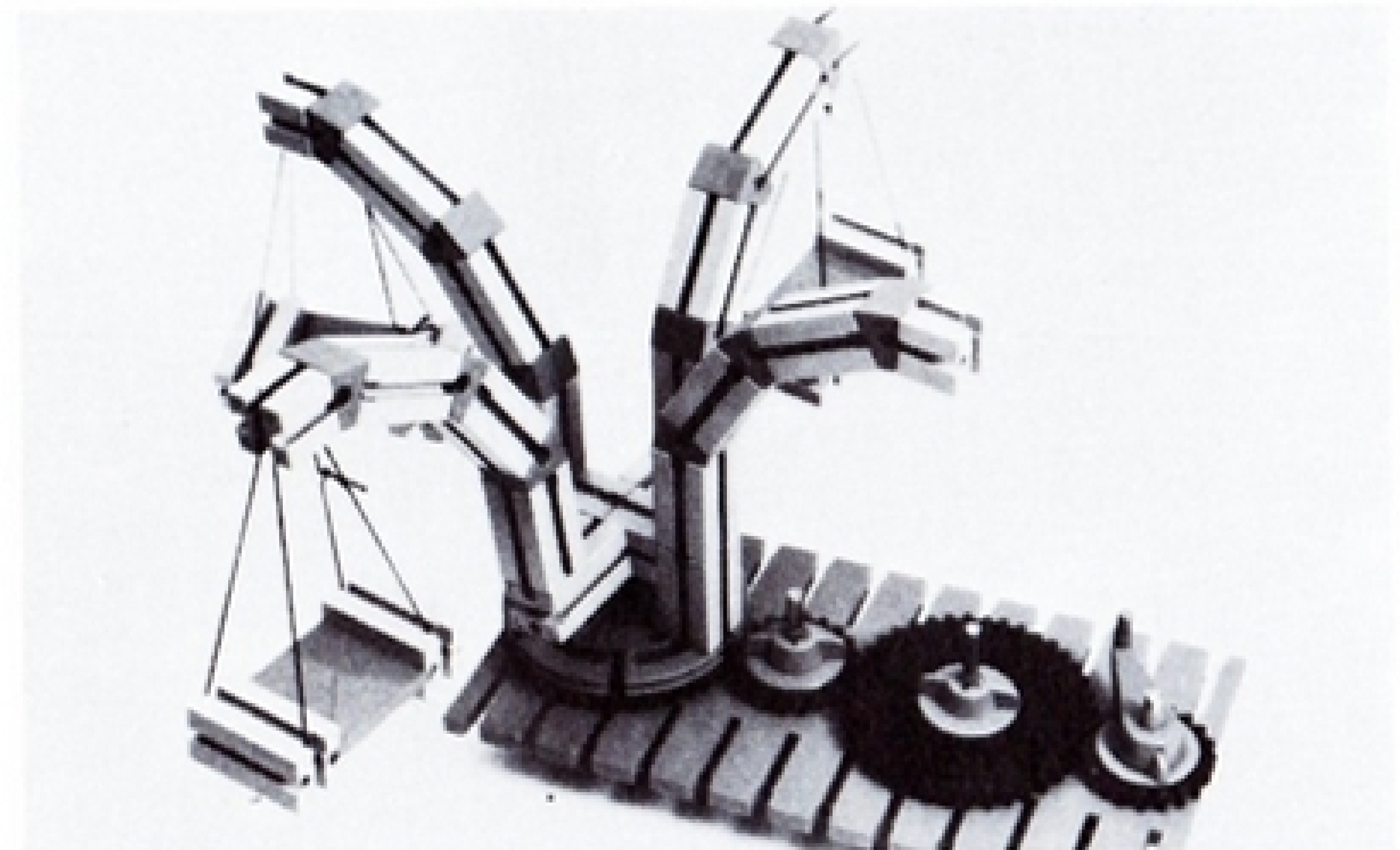
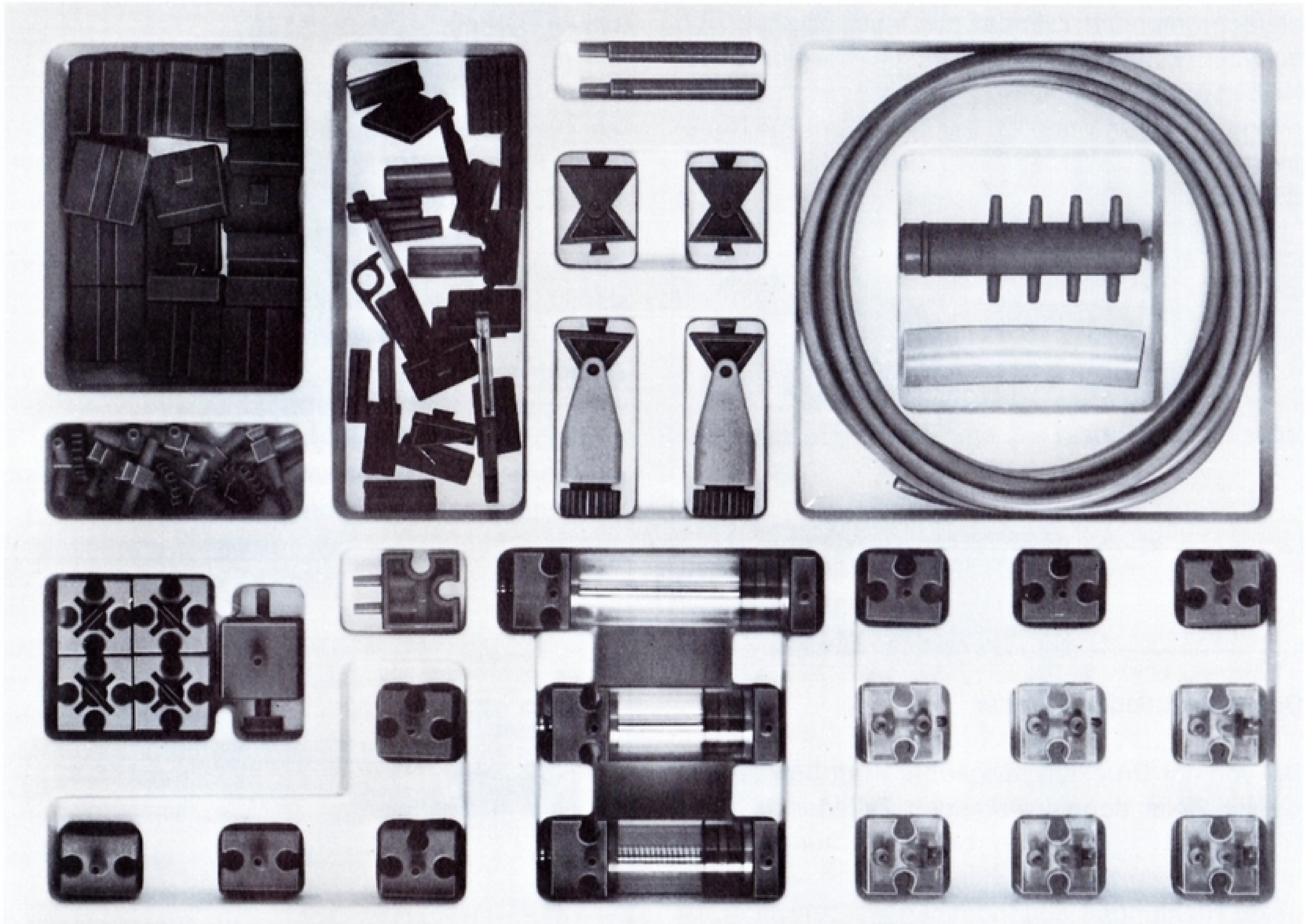


Abb. 10: Kraftübertragung durch Zahnräder. Man sieht deutlich die aufwendigere Konstruktion, wenn die Kräfte über eine „große Strecke“ durch Zahnräder übertragen werden sollen. In Abb. 9 genügt ein Zugmittel (ein Gummiband). In Abb. 10 werden für die (kleinere!) Strecke zwei zusätzliche Zahnräder benötigt.

fischertechnik-Pneumatik



Arbeiten mit Druckluft

In der industriellen Praxis werden viele Bewegungsvorgänge an Maschinen und Vorrichtungen „pneumatisiert“. Sie laufen dann teil- oder vollautomatisch ab. Pneumatisieren heißt, mit druckluftbetriebenen Geräten automatisieren. Druckluftbetriebene Geräte sind häufig zu finden: Zylinder zum Öffnen und Schließen von Bustüren, Druckluftmotoren beim Zahnarzt. Druckluft wird deshalb verwendet, weil sie sehr schnell arbeitet und die Arbeitsgeschwindigkeit sich stufenlos einstellen läßt.

fischertechnik-Pneumatik-Baukasten

Mit dem Pneumatik-Baukasten bietet fischertechnik eine interessante Erweiterung des fischertechnik-Systems. Er vermittelt auf anschauliche Weise Grundlagen der pneumatischen Steuerungstechnik. Er bietet unerschöpfliche Anwendungsmöglichkeiten in Verbindung mit dem fischertechnik-Baukastensystem.

Mit dem fischertechnik-Baukasten stehen funktionstüchtige Pneumatik Elemente in Miniaturausführung zur Verfügung. Durch die Klarsichtausführung der Ventile und Zylinder wird die Wirkungsweise deutlich sichtbar, der Schaltzustand ist unmittelbar festzustellen. Die einzelnen Elemente sind mit Nuten versehen, dadurch können sie mit Hilfe von Verbindungsstücken in das umfangreiche Programm der fischertechnik-Baukästen integriert werden.

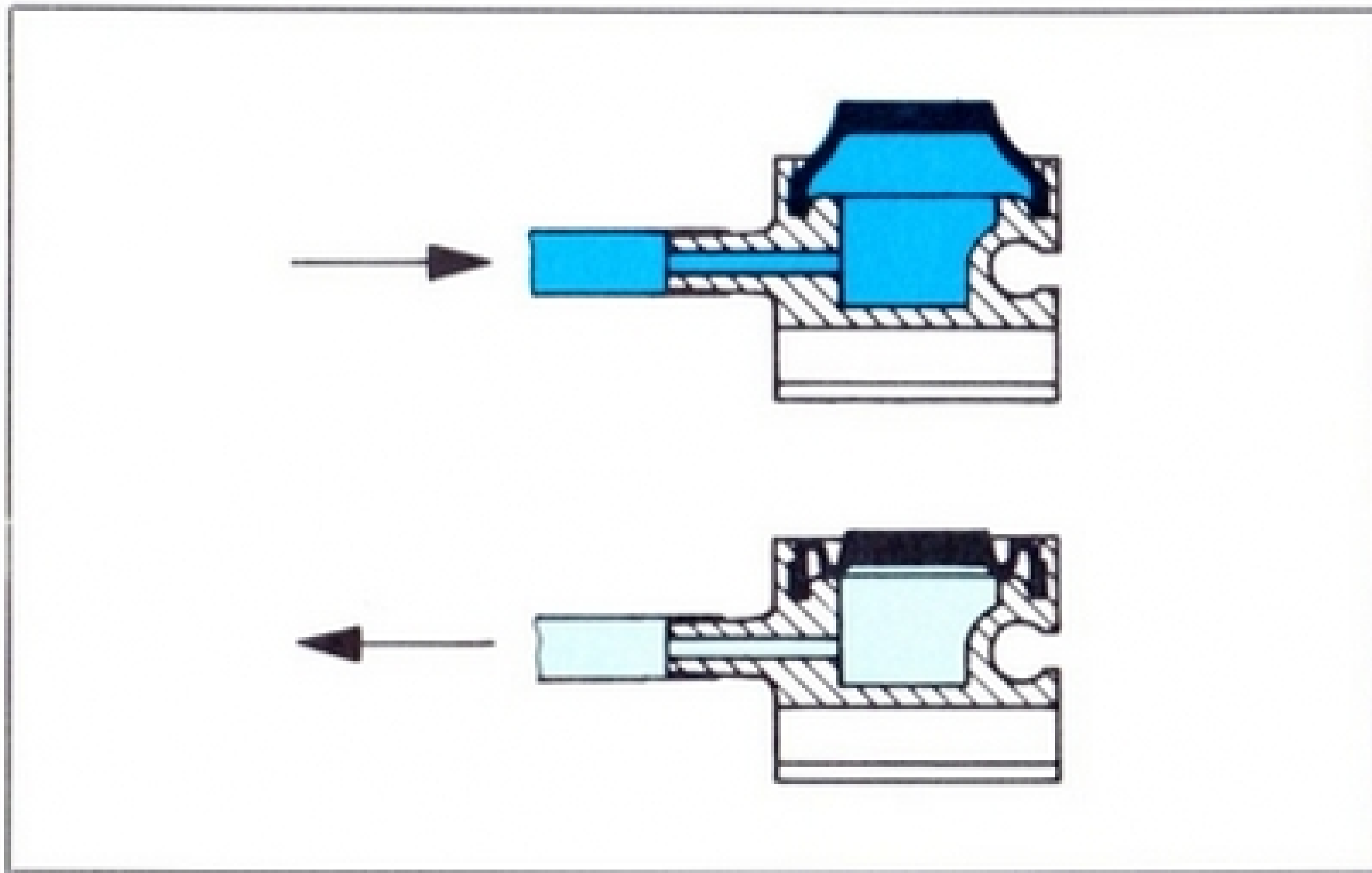
Die Elemente arbeiten mit einem Betriebsdruck von 10 . . . 20 kPa (0,1 . . . 0,2 bar). Diese Druckluft kann entweder mit einem schon vorhandenen Verdichter über eine Druckreduzierungseinrichtung oder mit einem speziellen Kleinverdichter erzeugt werden. Der Luftverbrauch liegt bei diesem Baukasten etwa bei 30 l/min.

Kleinverdichter

Zur Druckluftherzeugung steht für den fischertechnik-Pneumatik-Baukasten ein spezieller Kleinverdichter zur Verfügung.

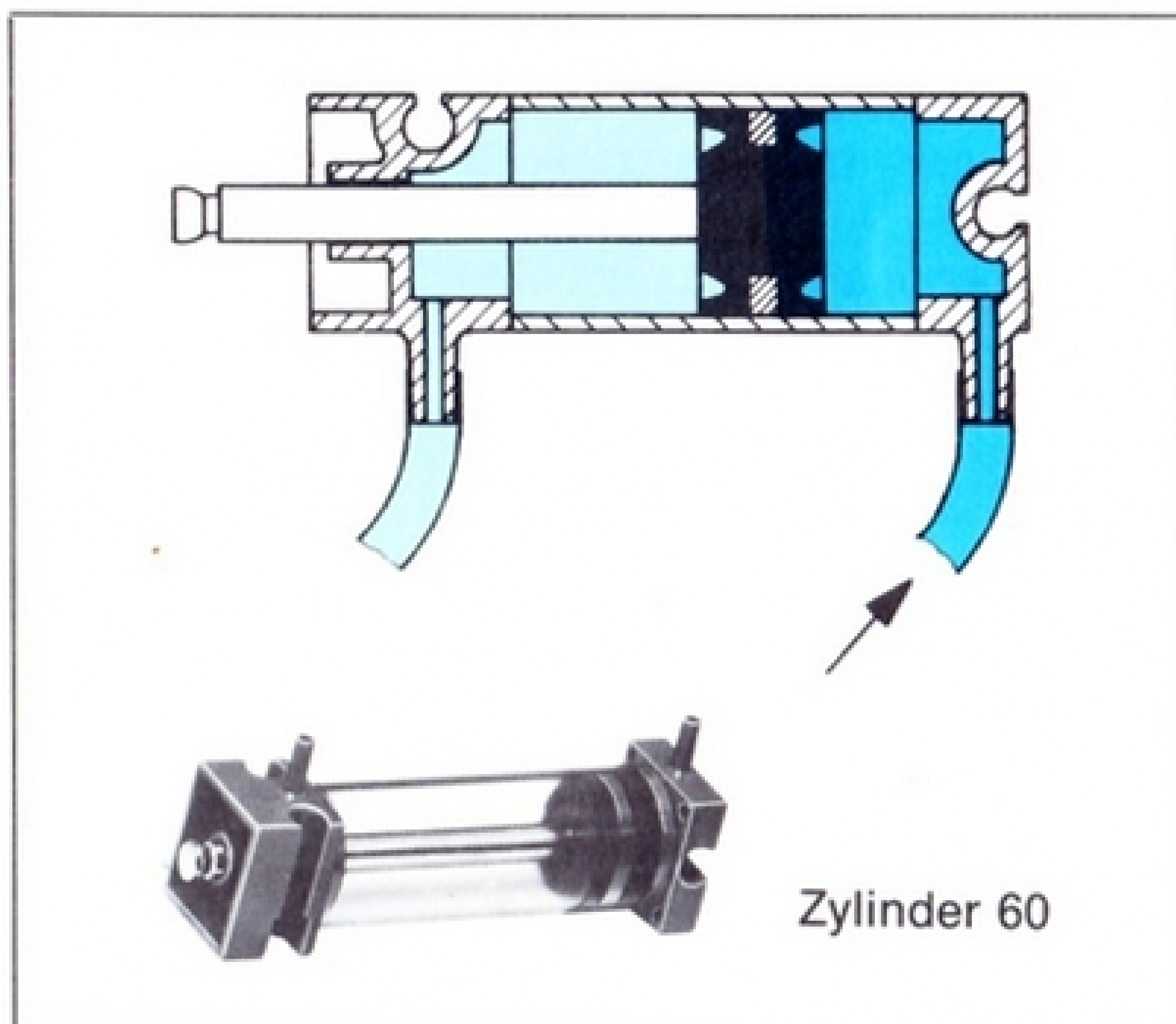
Einfachwirkende Zylinder

Für viele Anwendungen reicht es aus, wenn die einfachwirkenden Zylinder nur einen kleinen Hub ausüben können. Aus diesem Grund wurde der Kolben durch eine Membrane ersetzt. Hierbei übernimmt die Eigenelastizität der Membrane die Rückbewegung. Im folgenden wird die Druckluft dunkel, die Ausströmluft hell dargestellt.



Doppeltwirkender Zylinder

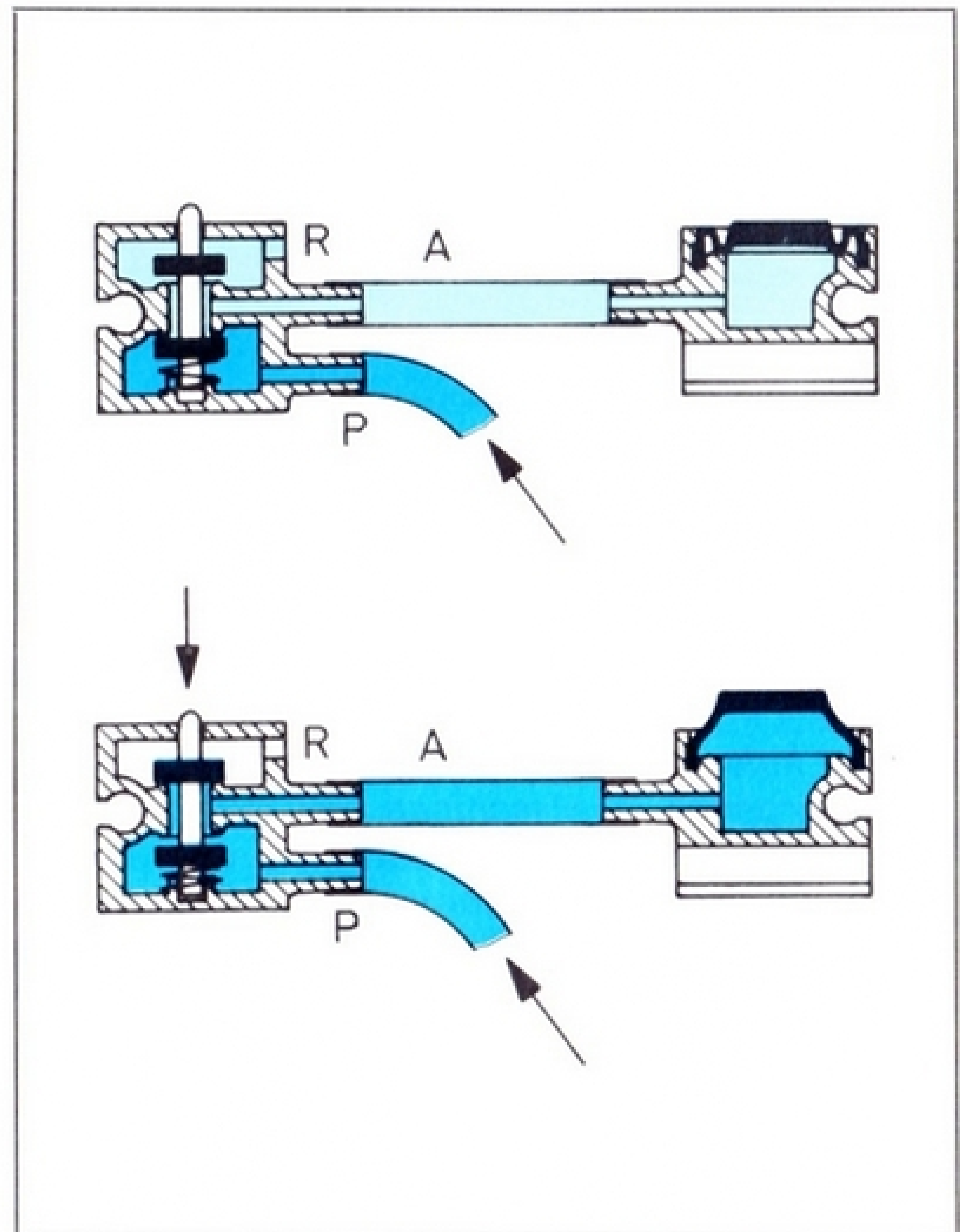
Die von der Druckluft ausgeübte Kraft bewegt den Kolben beim doppeltwirkenden Zylinder in beide Richtungen. Es wird in beide Richtungen eine bestimmte Kraft abgegeben. Die Kraft, welche in beide Richtungen abgenommen werden kann, ist das Produkt der Kolbenfläche und der Druckdifferenz der beiden Zylinderseiten. Dabei ist zu beachten, daß die auszuschiebende Luftmenge auch einen Druck ausübt, der um so größer ist, je geringer der Auslaßquerschnitt durch die Ventile ist.



Steuerelemente (Ventile)

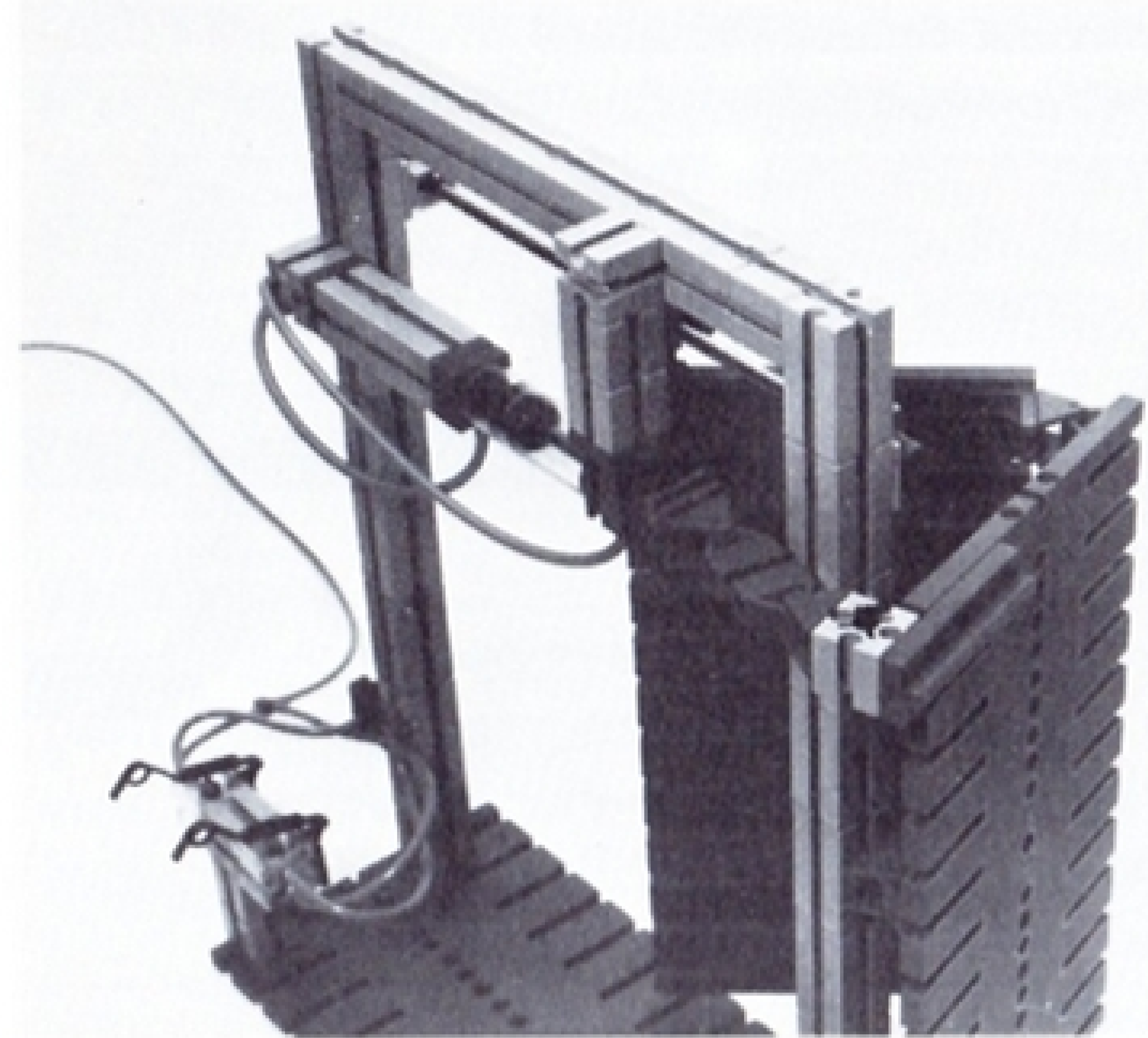
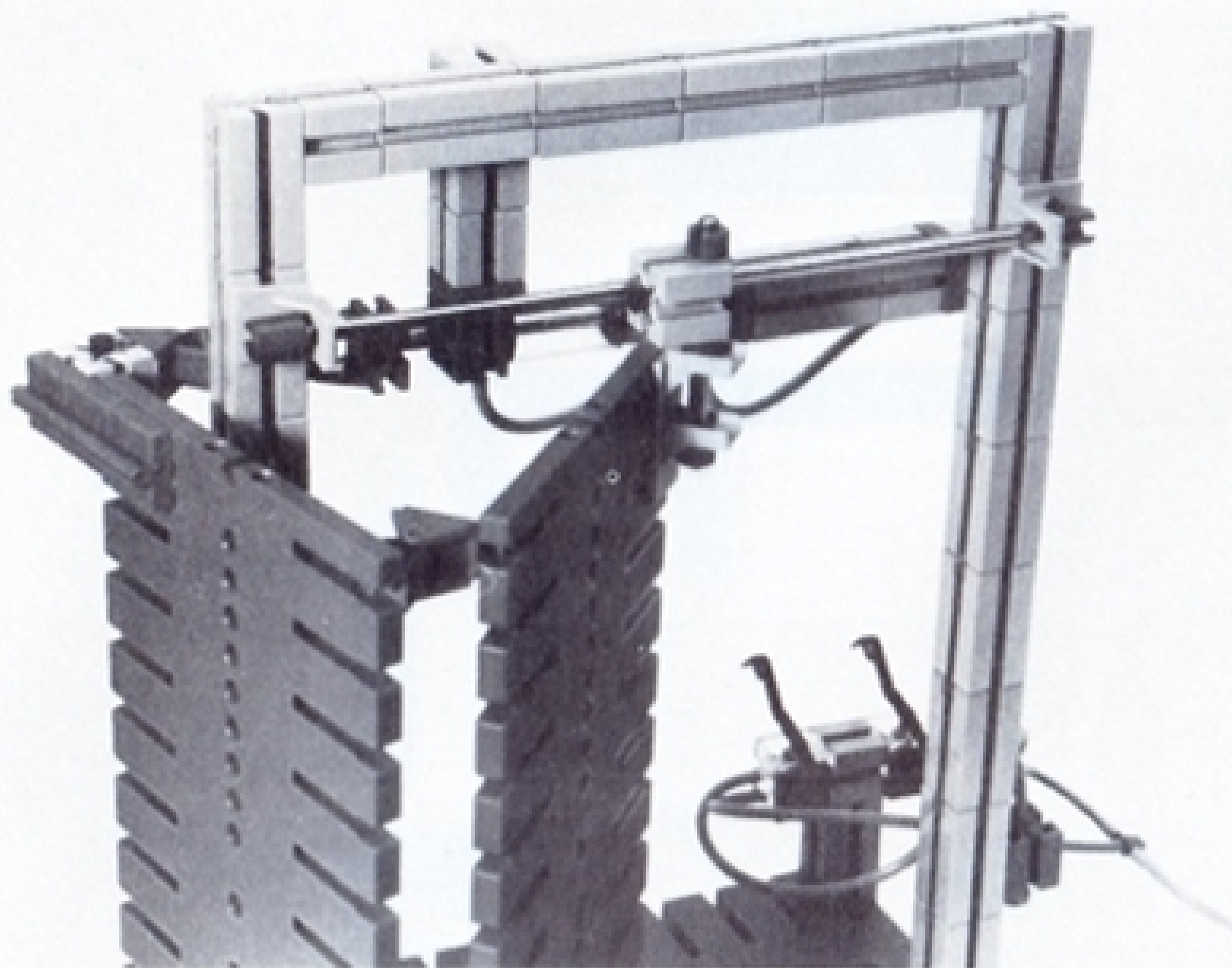
Normal geschlossenes Ventil (blauer Stößel)

Das normal geschlossene Ventil läßt im unbetätigten Zustand keine Druckluft von seinem Eingang (P) zu seinem Ausgang (A). Wird dieses Ventil nun am Stößel gedrückt (man spricht in diesem Fall von einem mechanisch betätigten Ventil), so wird der Durchgang von P nach A geöffnet. Ein nachgeschalteter einfachwirkender Zylinder kann somit ausfahren. Beim Loslassen des Stößels fährt der Zylinder wieder in Ausgangsstellung, weil die Zuluft von P nach A wieder unterbrochen wird. Gleichzeitig muß die im Zylinder eingesperre Luft ausströmen können. Hierfür öffnet der obere Dichtsitz eine Verbindung zur Atmosphäre.



Normal offenes Ventil (roter Stößel)

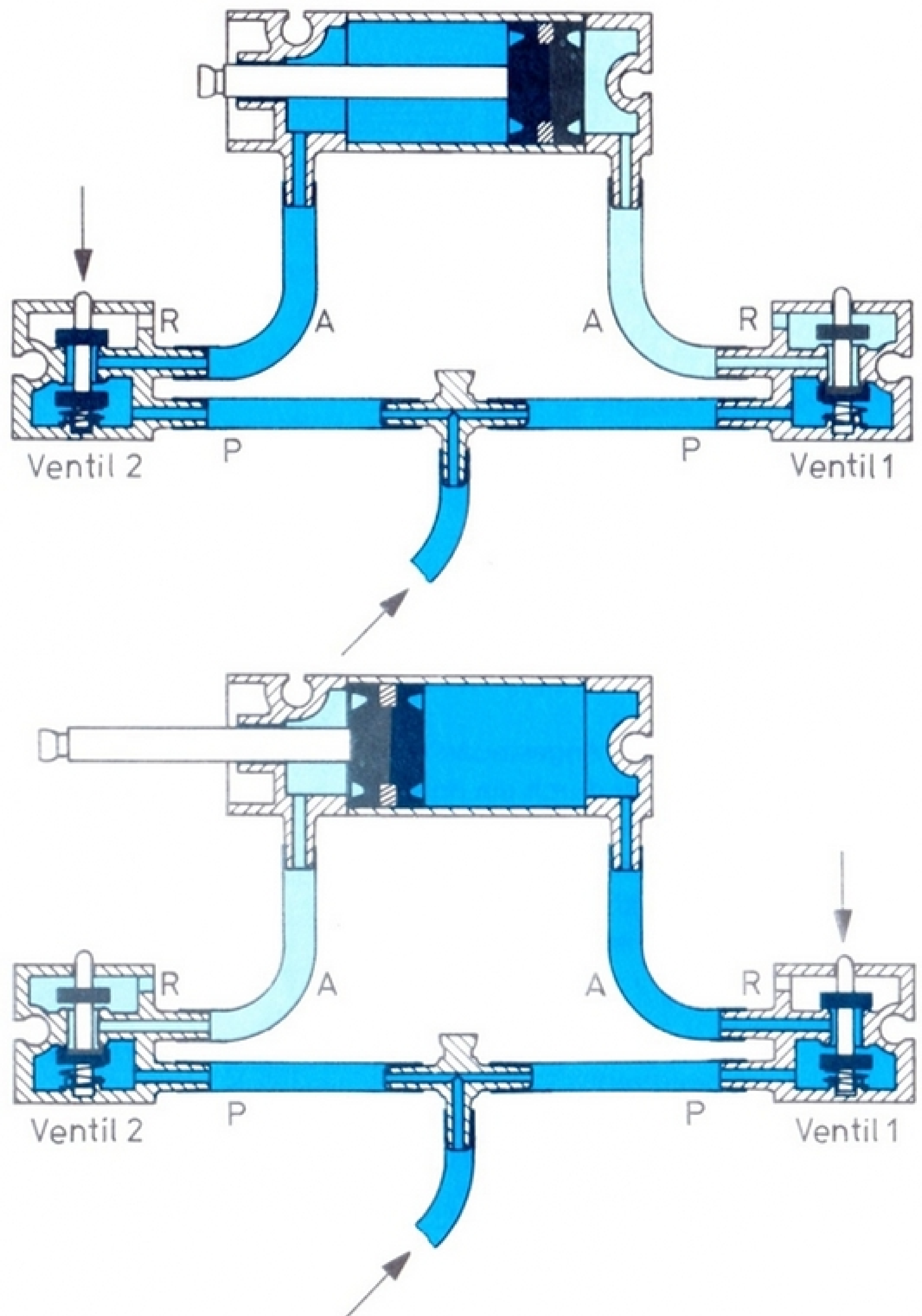
Das normal offene Ventil hat in Ausgangsstellung Verbindung von Zuleitung (P) zum Ausgang (A). Aus diesem Grund ist der Zylinder im unbetätigten Ventilzustand ausgefahren. Die Vorgänge sind gegenüber dem normal geschlossenen Ventil gerade umgekehrt.



Pneumatisch betätigter Türöffner für eine Falttüre; Betätigung durch Auf- und Zu-Taste (mechanische Steuerung)

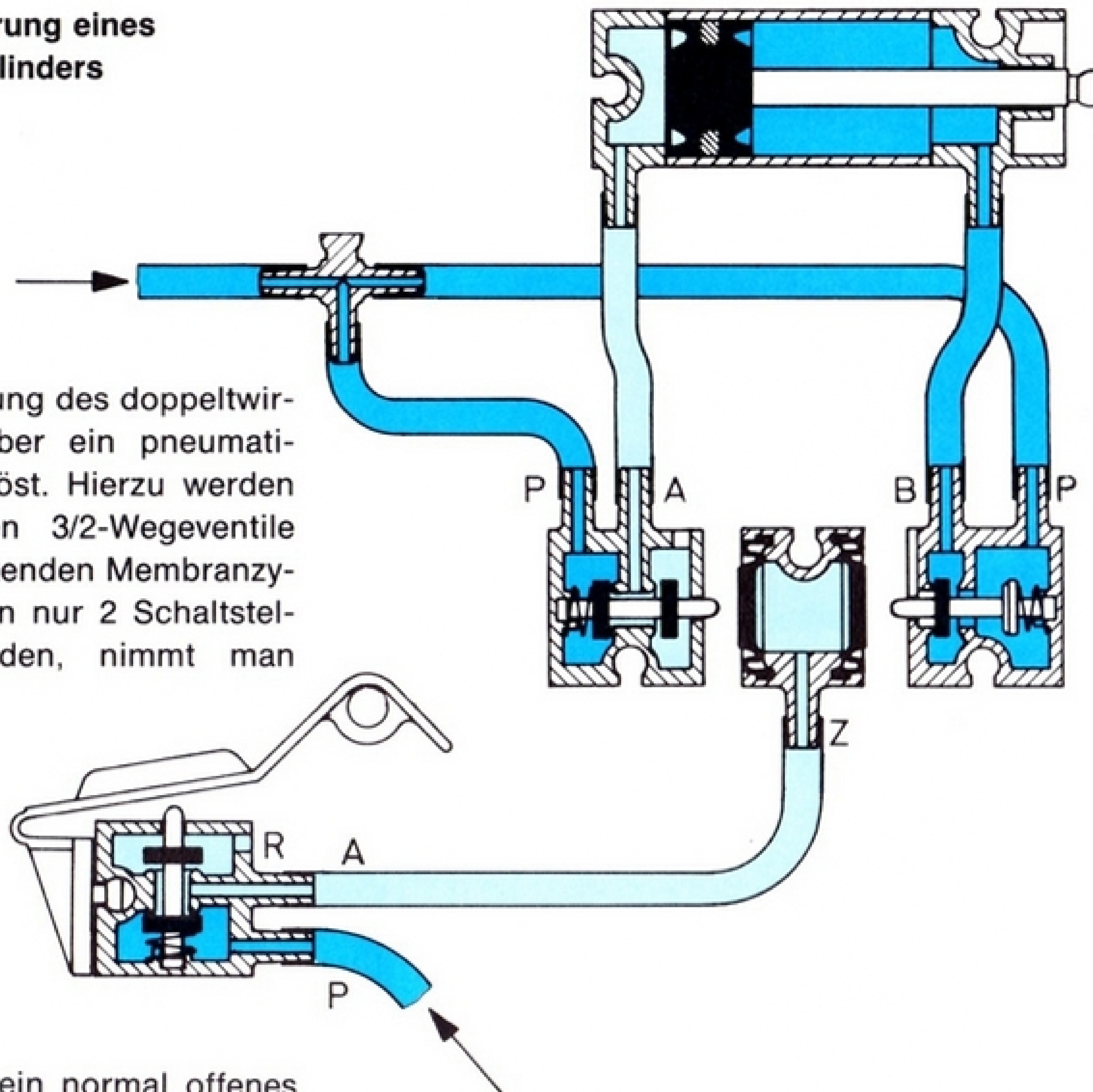
Mechanische Steuerung eines doppelwirkenden Zylinders

Der doppelwirkende Zylinder hat zwei Anschlüsse, die wechselweise beaufschlagt werden müssen. Man verbindet also die Eingänge des Zylinders mit den Ausgängen der 2 normal geschlossenen Ventile. Sind beide Ventile nicht betätigt, kann die Kolbenstange des Zylinders frei bewegt werden und bleibt in jeder Stellung stehen. Wird nun Ventil 1 betätigt, fährt die Kolbenstange aus und übt eine Kraft aus, solange Ventil 1 gedrückt bleibt. Wird Ventil 1 losgelassen und gleichzeitig Ventil 2 betätigt, fährt die Kolbenstange unter Kraft zurück. Hierbei wird die eingeschlossene Luft von Ventilseite 1 von der einströmenden Luft von Ventil 2 über den oberen Ventilsitz von 1 zur Atmosphäre ausgedrückt.



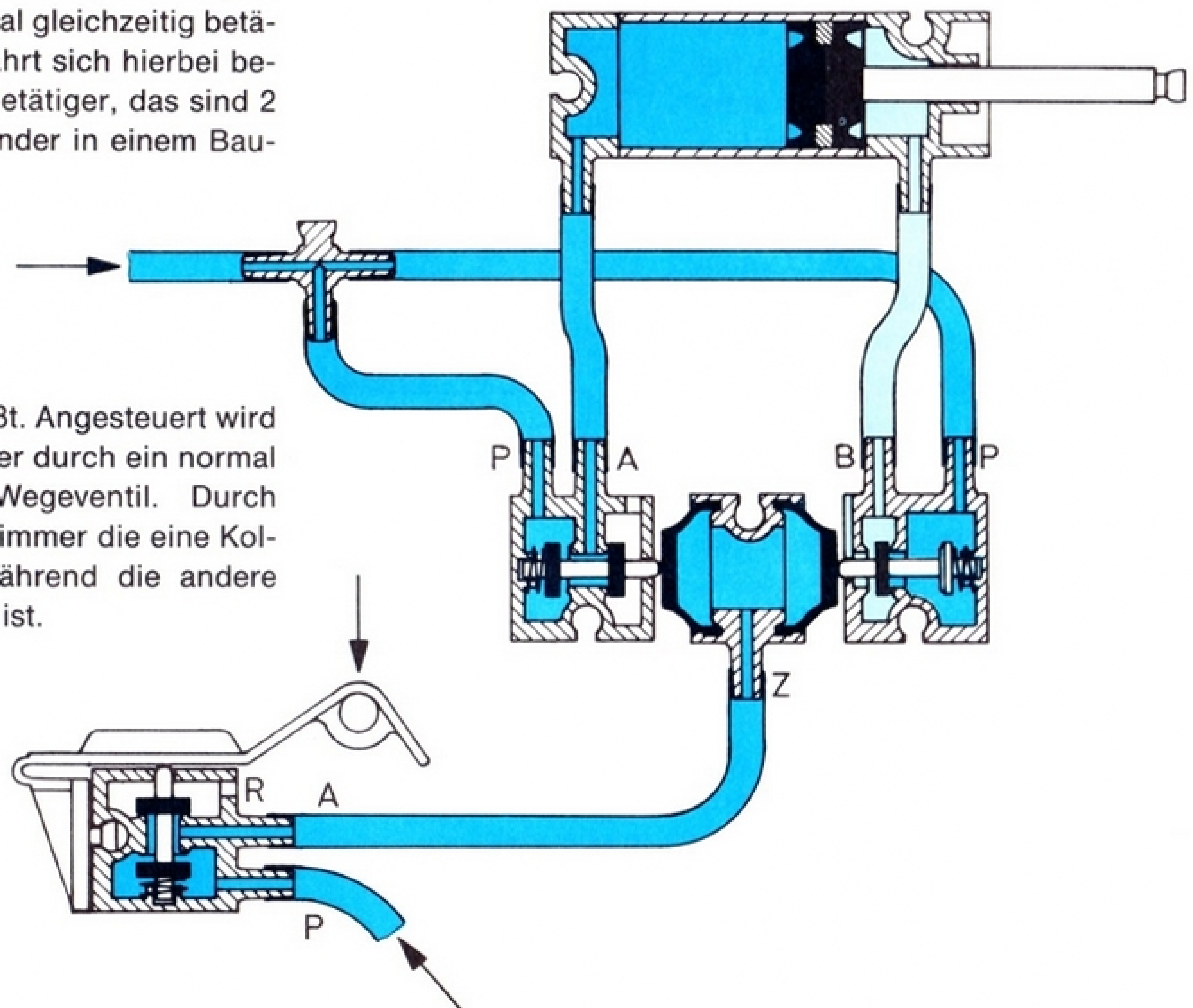
Pneumatische Steuerung eines doppelwirkenden Zylinders

Hier wird die Bewegung des doppelwirkenden Zylinders über ein pneumatisches Signal ausgelöst. Hierzu werden die nockenbetätigten 3/2-Wegeventile über den einfachwirkenden Membranzylinder betätigt. Sollen nur 2 Schaltstellungen erzielt werden, nimmt man

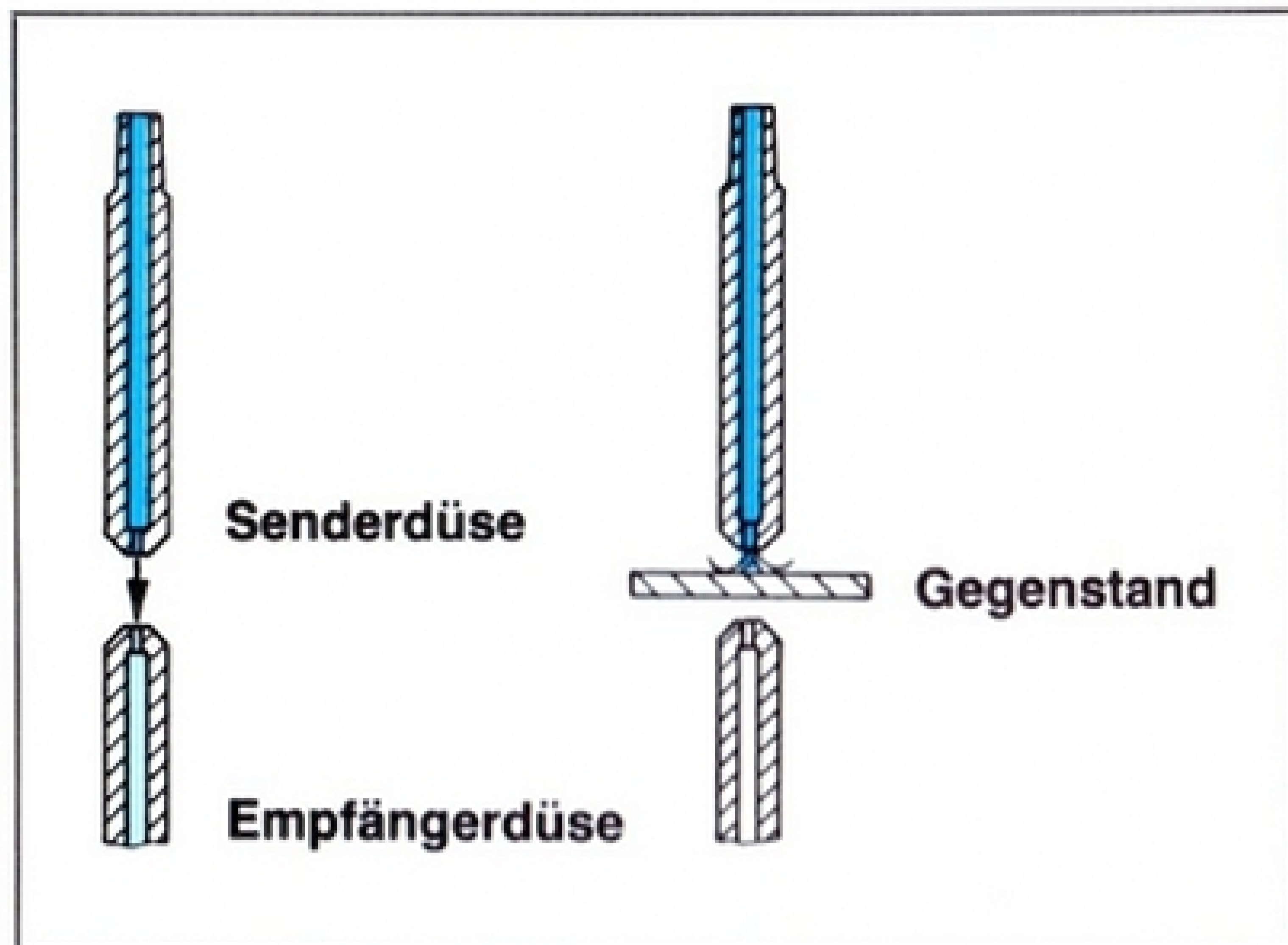


zweckmäßigerweise ein normal offenes und ein normal geschlossenes Ventil, die beide mit einem Signal gleichzeitig betätigt werden. Es bewährt sich hierbei besonders der Doppelbetätiger, das sind 2 einfachwirkende Zylinder in einem Bau-

stein zusammengefaßt. Angesteuert wird dieser Doppelbetätiger durch ein normal geschlossenes 3/2-Wegeventil. Durch diese Anordnung ist immer die eine Kolbenseite belüftet, während die andere gleichzeitig entlüftet ist.



Luftschranke



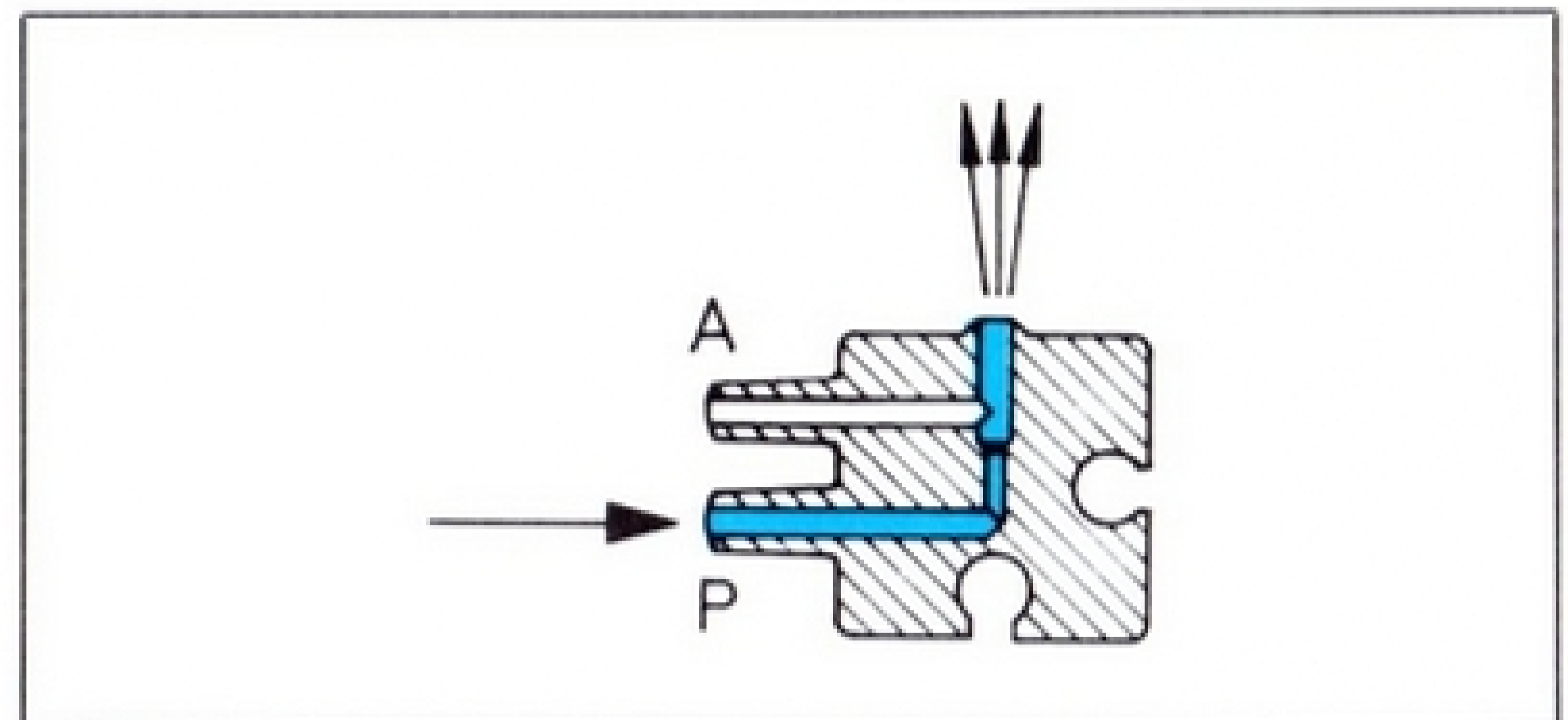
Die pneumatischen Zylinder wurden bisher durch Betätigen von Hand oder über Nocken geschaltet. In der Praxis des Alltags wird man kaum Luftschranken sehen, hier sind die Lichtschranken üblich. In den technischen Fertigungsabläufen werden jedoch häufig Luftschranken eingesetzt. Zwei Düsen werden zentrisch zueinander angeordnet. Eine Düse dient als „Senderdüse“. Sie wird mit der Luft versorgt. Die andere Düse ist „Empfängerdüse“ und soll diese Luft wieder auffangen und als Steuersignal weiterleiten. Wird der Luftstrahl zwischen beiden Düsen unterbrochen, ist kein Signal mehr am Ausgang der Empfängerdüse festzustellen.

Wir haben also ein dauerndes Signal, das erst bei Unterbrechung abgeschaltet wird.

Durch die Entfernung zwischen den beiden Düsen und einen durch Verwirbelung entstehenden Luftverlust entsteht ein Druckabfall am Ausgang der Empfängerdüse, so daß dieses Drucksignal geringer ist. Um mit den Düsen zu arbeiten, ist es deshalb nötig, das erhaltene Signal wieder zu verstärken.

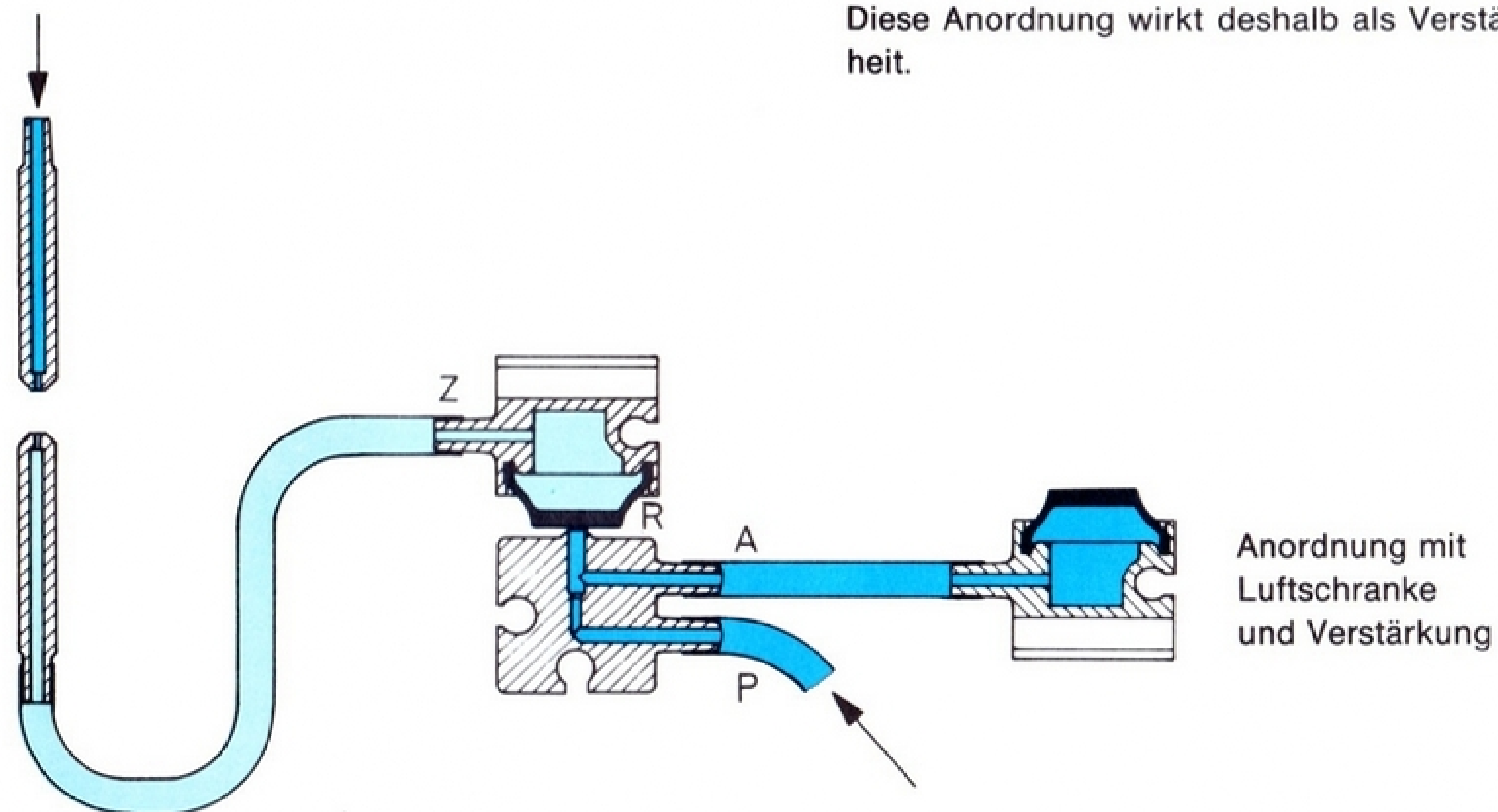
Verstärkung

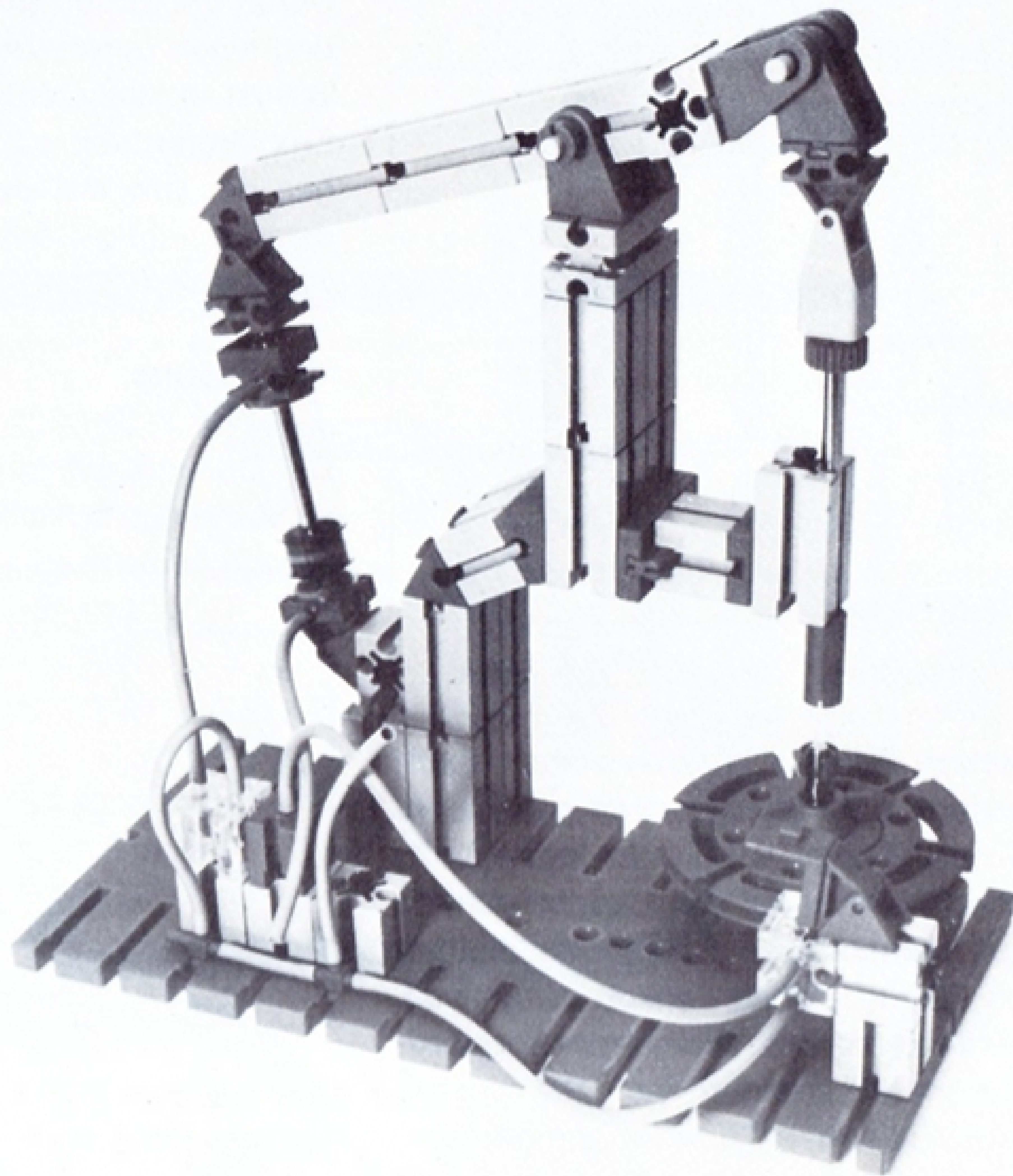
Der Düsenbaustein ist ein Element für die Signalverstärkung. Er sieht aus wie ein Ventil. Er besitzt jedoch keine mech. betätigten Elemente.



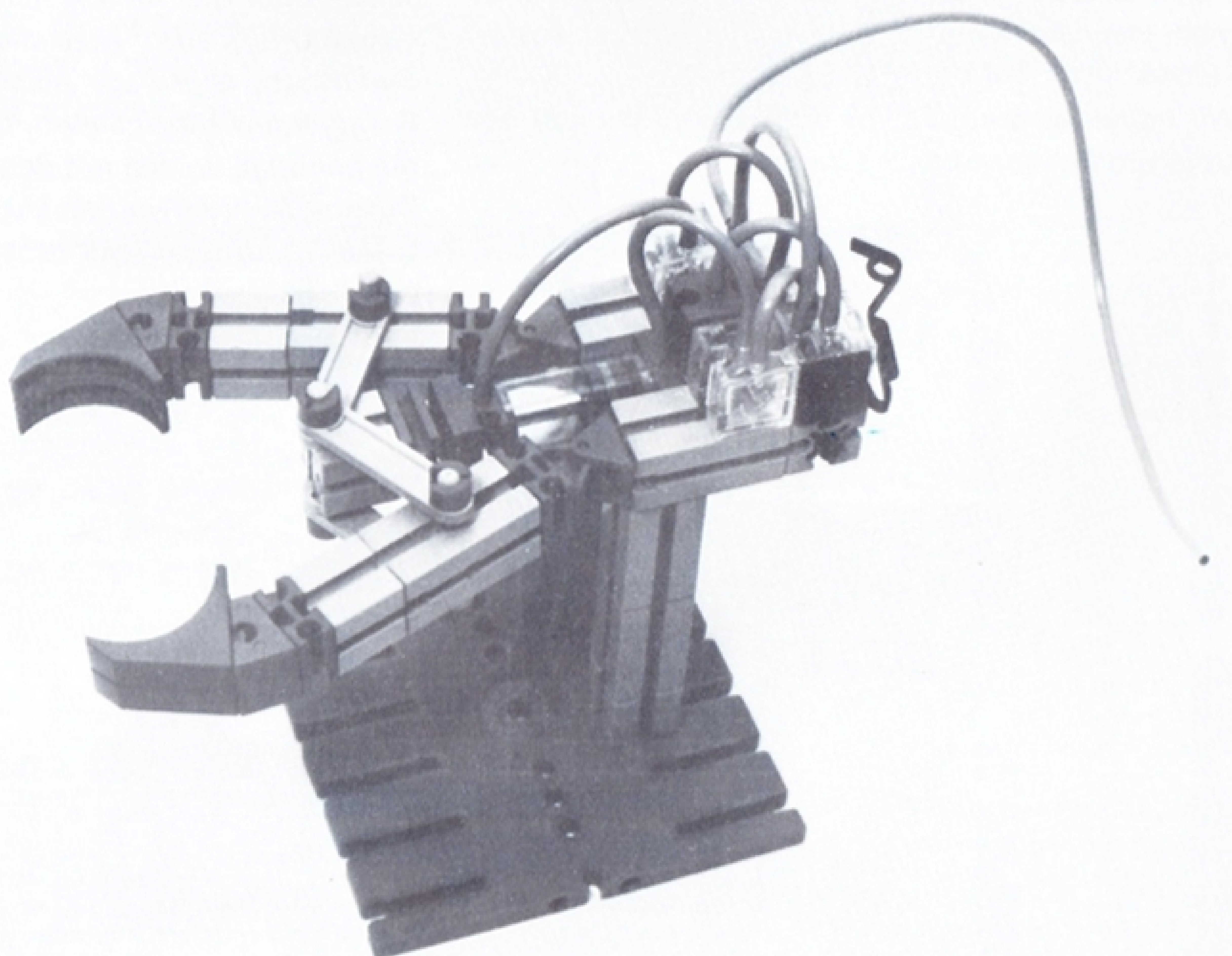
Wie aus dem Bild zu ersehen ist, tritt bei P die Luft ein und bläst nach oben ins Freie. Halten wir nun z.B. den Finger auf die Öffnung, so kann die Druckluft nicht mehr dort austreten, sondern strömt über den Abfluß A in voller Menge und mit vollem Druck aus. Anstelle des Fingers können wir die Öffnung aber auch mit einem einwirkenden Balgzylinder verschließen, der zudem wenig Energie benötigt, so daß mit dem geringeren Druck der Düsen gefahren werden kann.

Diese Anordnung wirkt deshalb als Verstärkereinheit.





Pneumatische
Nietenpresse mit
Übersetzungs-
mechanik für
doppelte
Kraftwirkung; die
Steuerung erfolgt
von Hand durch
die Taste
vorn rechts.



Pneumatisch
betätigte
Greifzange