

Forum technische Bildung

Beispiele für den
Technikunterricht

Transportieren

Zum Thema dieses Heftes

3



Gerhard Ruckwied

Einkaufswagen mit Lenkrollen

Unterrichtsbeispiel 6. Schuljahr

4

Christa Herbig

Die Seilbahn

Versuch zur Überwindung eines Tales

13

Siegfried Hirschel

Cabinentaxi

Ein modernes Verkehrssystem

17

**Ausgabe
Sekundarstufe**

SCHULVERLAG
vieweg

Physik und Chemie in unserer Welt

Herausgegeben von Gerd Harbeck



10760-4	Physik und Chemie in unserer Welt 5/6 13,80 DM 176 S., 467 Abbildungen, fester Einband	10550-4	Physik in unserer Welt ab 7 (Hauptschule) 16,80 DM 256 S., 476 Abb., fester Einb.	10545-8	Physik in unserer Welt 7/8 (Realschule) 16,80 DM 208 S., 377 Abbildungen, fester Einband
10762-0	Arbeitsheft 4,80 DM	10551-2	Arbeitsheft ab 7, Heft 1 , 64 S., Broschur 5,80 DM	10546-6	Arbeitsheft 7/8, Heft 1 , 52 S., Broschur 4,80 DM
20761-7*	Lehrerhandbuch 5/6 19,00 DM	10552-0	Arbeitsheft ab 7, Heft 2 , etwa 72 S., Broschur 5,80 DM April 78	10547-4	Arbeitsheft 7/8, Heft 2 , 44 S., Broschur 4,80 DM
10763-9*	Test zur Lernzielkontrolle als Kopiervorlage 5/6 6,00 DM	10553-9*	Test zur Lernzielkontrolle als Kopiervorlage ab 7 9,00 DM Herbst 78	10548-2*	Test zur Lernzielkontrolle als Kopiervorlage 7/8 8,00 DM Herbst 78
		20550-9*	Lehrerhandbuch ab 7 Okt. 78	20546-0*	Lehrerhandbuch 7/8 18,00 DM Herbst 78

Forum technische Bildung

Beispiele für den Technikunterricht
Ausgabe Sekundarstufe,
Heft 2/78

Herausgeber und Verlag:
Schulverlag Vieweg GmbH,
Corneliusstr. 9-11, 4000 Düsseldorf

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

Redaktion:
Gereon Roeseling (verantwortlich)
Ludwig Lubert

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

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

Erscheinungsweise und Bezugsmöglichkeiten:
Die Zeitschrift „Forum technische Bildung – Ausgabe Sekundarstufe“ erscheint viermal jährlich.

Sie kann durch die Unterstützung der Fischer-Werke, Artur Fischer, 7244 Tumlingen/Waldachtal 3, interessierten Lehrern und Studenten kostenlos zur Verfügung gestellt werden.
Zahl der regelmäßigen Bezieher: z.Z. ca. 12500.

Druck: Rheinisch-Bergische Druckerei, Düsseldorf.
Alle Rechte vorbehalten.

© Schulverlag Vieweg GmbH, Düsseldorf 1978

Die Autoren dieses Heftes:

Christa Herbig,
Lehrerin,
Maiendorfer Weg 7
2000 Hamburg 73

Siegfried Hirschel,
Rektor,
Ender Talstr. 11
5804 Herdecke

Gerhard Ruckwied,
Lehrer,
Lindenweg 5
6908 Wiesloch-Baiertal

Wolf Traebert

Transportieren

Zum Thema dieses Heftes

Es ist üblich und eben deshalb vom Verständnis her problemloser, Beiträge unter einen Themenbezug zu stellen, der von der technischen Sachsystematik her gedeckt ist, sie also etwa den ingenieurwissenschaftlichen Bereichen der Maschinentechnik, der Bautechnik oder der Informationstechnik zuzuordnen. Problemloser auch deshalb, weil dann die Zuordnung zu den Lehrplänen der meisten Bundesländer leichter fällt: dort werden solche Ordnungsbegriffe überwiegend verwendet, die Orientierung didaktischer Beiträge an dem, was formal durch die Richtlinien als Gegenstand von Unterricht verlangt wird, liegt auf der Hand. Näheres Hinsehen weist jedoch diese Eindeutigkeit nicht selten als trügerisch aus: ein und derselbe Gegenstand von Unterricht kann – unter verschiedenen Blickwinkeln – völlig unterschiedliche Lernziele liefern. Viel zu kurzschlüssig ist die mitunter in Technikerkreisen anzutreffende Auffassung, ein bestimmter Gegenstand legitimiere die durch ihn zu erwerbenden Kenntnisse „aus der Sache heraus“, quasi von selbst oder gar „objektiv“. Um dies an einem einfachen Beispiel zu erläutern: es ist sicherlich durchaus strittig, ob eine Werkzeugmaschine etwa unter dem Gesichtspunkt ihrer Steuerung und Regelung der Kategorie Informationstechnik oder unter dem Aspekt von Struktur und Wirkungsweise der Maschinentechnik zuzuordnen wäre.

Diese Interpretierbarkeit der Kategorien ist bekannt. Sie kann auch unterrichtspraktisch zu erheblichen Schwierigkeiten führen, wenn die Interpretationsabsicht des Lehrers mit der bei Schülern üblichen Identifikation von Lernziel und Lerninhalt nicht übereinstimmt. Um auch dies am obengenannten Beispiel zu verdeutlichen: die Elemente der Steuerung und Regelung von Ablaufprozessen mögen – der Absicht des Lehrers entsprechend – nur exemplarisch am Beispiel der Werkzeugmaschinen gemeint sein. Es ist zweifelhaft, ob Schüler nicht eben doch „die Drehmaschine“ als gelernten Inhalt bewußtseinsmäßig verarbeiten.

Ein Teil dieser Schwierigkeiten ließe sich vermei-

den, wenn Sachinhalte funktional (und nicht material) beschrieben würden. Ansätze zu einer solchen funktionalen Didaktik im Bereich des Technikunterrichts liegen vor (1). Unterrichtlich verarbeitet wird nun nicht mehr der Bereich, der Ort, der Gegenstand, der Technik repräsentiert oder zu ihrer Analyse dient, sondern die Methode: gelernt wird, *wie* und nicht an *was* der Techniker arbeitet. Eine solche Ausrichtung birgt auf den ersten Blick manche Vorteile: die Exemplarität der nun gewählten Inhalte räumt dem Lehrer erhebliche Freiheit bei der Unterrichtsgestaltung ein, da die Wahl der Beispiele fast beliebig ist; die *Vorgehensweise* als gemeinsames Prinzip bei der Lösung (äußerlich verschiedener) Probleme erlaubt eher als die oft unstrukturierte Vielfalt technischer Objekte das Erkennen dessen, was jeweils als „wesentlich“ gilt, und schließlich sind die Methoden weniger dem zeitlichen Wandel unterworfen als die Mittel, deren man sich bedient, nämlich die technischen Objekte selbst.

Von daher läge es also nahe, die übernommene Sachbereichsgliederung zu ersetzen durch Aufgabenstellungen funktionaler Art, etwa „konstruieren“, „messen und prüfen“, „steuern und regeln“ oder eben „transportieren“.

Freilich ist eine solche Umstrukturierung nicht ohne Probleme: Stark vereinfacht ausgedrückt, geht es um die Frage, ob es überhaupt für Technik typische, repräsentative, vielleicht *nur* dort vorkommende Vorgehensweisen gibt, an denen Technik ebenso gut zu erschließen wäre, wie an der Erarbeitung wichtiger *Sachbereiche* (2).

Funktionalgliederungen sind auch im Bereich der Ingenieurwissenschaften nicht unüblich: während man einerseits z.B. nach Maschinenbautechnik, Elektrotechnik, Hüttentechnik usw. unterscheidet, findet man ebenso gut Disziplinen wie Meßtechnik, Konstruktionstechnik, Regelungstechnik, in denen es, relativ unabhängig vom jeweils konkreten Anwendungsgebiet, um die Verwirklichung bestimmter technischer Prinzipien bei *Problemlösungen* geht.

Diese Möglichkeit läßt sich auch theoretisch begründen: folgt man dem systemtheoretischen Ansatz, so läßt sich alle Technik als Einwirkung auf die Faktoren Stoff, Energie und Information darstellen (3). Auch für die Art der Einwirkung selbst liefert die Systemtheorie eine analoge Klassifikation: diese kann sein Wandlung, Transport (Raumüberbrückung) oder Speicherung (Zeitüberbrückung). Die Kombination der genannten Faktoren miteinander liefert die Beschreibungsmatrix einer Systemtheorie der Technik, in der jede (Herstellungs-)Technologie lokalisierbar sein müßte (3).

*Klassifizierung technischer Sachsysteme
(nach G. Ropohl)*

Gegenstand/ Funktion	Wandlung	Transport	Speicherung
Stoff	z. B. Verfahrenstechnik/ Fertigungstechnik	z. B. Fördertechnik/ Verkehrstechnik	z. B. Lagerung
Energie	z. B. Energie- „erzeugung“	z. B. Energie- übertragung	z. B. Energie- speicherung
Information	z. B. Informationsverarbeitung, Meßtechnik	z. B. Nachrichtentechnik	z. B. Informationsspeicherung

Die zentrale Bedeutung der Funktion „Transport“ als technische Aufgabenstellung ergibt sich aus der Tatsache, daß in einer stark arbeitsteilig organisierten, hochtechnisierten Wirtschaft die Orte von Produktion und Verwendung von Gütern in aller Regel auseinander liegen. Daß diese Aufgaben – bezieht man insbesondere auch den „Transport“ von Menschen mit ein – heute keineswegs als optimal gelöst gelten können, davon legen die vielen Versuche zur Entwicklung alternativer Verkehrssysteme ein eindringliches Zeugnis ab.

Im vorliegenden Heft konnte diese umfangreiche Problematik nur gestreift werden. Nach dem Beitrag von G. Ruckwied, der ein einfaches, jedem Schüler sicher gegenwärtiges Transportproblem mit unmittelbarer Realitätsbeziehung behandelt, wird das Problem der Überwindung größerer unebener evtl. auch unwegsamer Strecken mit Hilfe einer Seilbahn angesprochen. Im Beitrag von S. Hirschel wird schließlich ein neues Verkehrssystem – das Cabientaxi – als Beispiel für moderne Problemlösungen mit Hilfe alternativer Systeme vorgestellt.

Dieses Heft, das eine systematische Darstellung des Bereiches „Transportieren“ weder ersetzt noch vorwegnimmt, mag dazu anregen, sich auch unterrichtlich stärker als bisher dem allgemeinen *Problem des Transportierens* anstelle der Beschäftigung mit einzelnen technischen Transportmitteln zuzuwenden.

Literatur

- (1) vgl. *Helling, K.*, Funktionsorientierte Didaktik der Technik – Alternative zur Inhaltsorientierung?, in: *Traebert/Spiegel* (Hrsg.): Technik als Schulfach, Düsseldorf 1976, S. 167–193
- (2) *Traebert, W. E.*, Technik als Schulfach, a. a. O. S. 65
- (3) Näheres bei: *Ropohl, G.*, Systemtechnik, München 1975
Ropohl, G. Prolegomena zu einem neuen Entwurf der allgemeinen Technologie, in: *Lenk/Moser* (Hrsg.): *Techne, Technik, Technologie*, Pullach 1973

Gerhard Ruckwied

Einkaufswagen mit Lenkrollen

Unterrichtsbeispiel 6. Schuljahr

1. Zu den technischen Sachverhalten

1.1. Technisches Problem der Aufgabe

Ein Wagen soll mit einer Lenkvorrichtung ausgestattet werden, bei der sich die Räder ohne Betätigung einer Lenkstange oder eines Lenkrads von selbst auf Bewegungen des Fahrgestells einstellen. Bei folgenden Fahrbewegungen (Abb. 1) muß ein einwandfreies Abrollen der Räder gewährleistet sein:

- a) Vorwärts- und Rückwärtsfahrt in gerader Linie;
- b) Vorwärts- und Rückwärtsfahrt in Kurven mit leichter und starker Krümmung;
- c) seitliches, paralleles Versetzen;
- d) seitliches Schwenken des vorderen oder hinteren Wagenteils;
- e) Drehen um den Fahrgestell-Mittelpunkt.

1.2. Sachinformation

Lenkvorrichtungen, die die in Abb. 1 dargestellten Bedingungen erfüllen, sind in Form von Schwenk- oder Lenkrollen bei verschiedenen Transportmitteln oder transportablen Einrichtungen vorhanden, die meist ohne Motorantrieb durch Schieben oder Ziehen bewegt werden.

Die Funktion dieser einfachen Lenkvorrichtung beruht darauf, daß der Drehpunkt bzw. der Achszapfen (AZ) (Abb. 2) der Lenkrolle nicht senkrecht über der Radachse (RA) liegt, sondern nach vorn verlagert ist, so daß das Rad beim Bewegen des Fahrgestells und damit des Achszapfens gezogen wird und seinem Drehpunkt nachläuft. Die Abb. 3 und 4 zeigen verschiedene Bauarten von Lenkrollen. Der Nachlauf wird durch eine abgewinkelte Gabel erreicht.

Lenkrollen begegnet man im Alltag bei Einkaufswagen (Abb. 5), Tablettwagen, Bürostühlen, Krankbetten und anderen Einrichtungen, die transportabel und dabei besonders wendig sein sollen, ohne daß sie mit besonderen Steuervorrichtungen wie Deichsel oder Lenkstange gelenkt zu werden brauchen.

Ein mit vier Lenkrollen ausgestattetes Fahrgestell ermöglicht Fahrbewegungen entsprechend Abb. 1. Es läßt sich jedoch nur schwer in einer geradlinigen Spur halten und bricht bei seitlich geneigter Fahrbahn leicht aus.

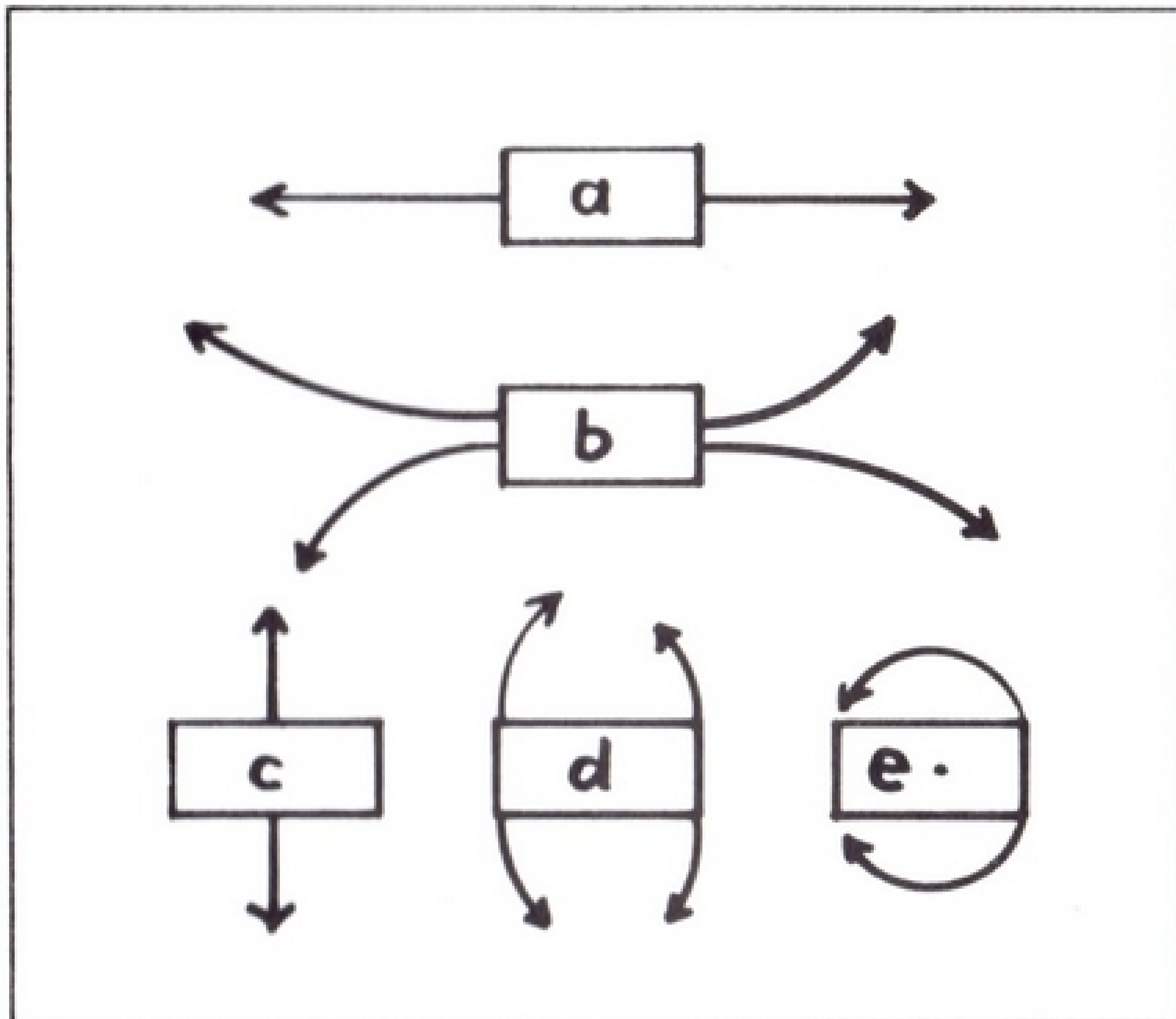


Abb. 1: Gewünschte Bewegungsmöglichkeiten

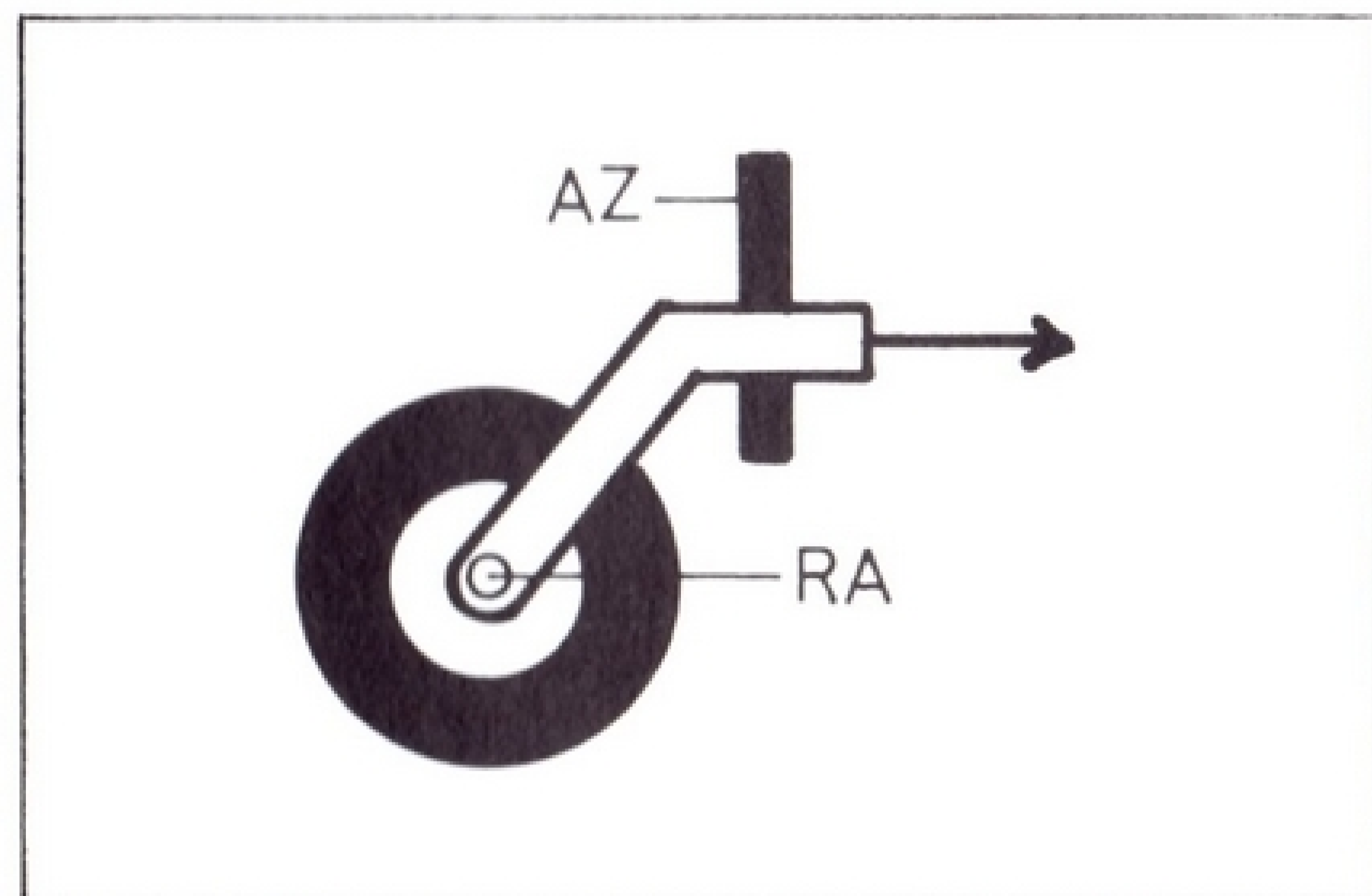


Abb. 2: Prinzip der Lenkrolle

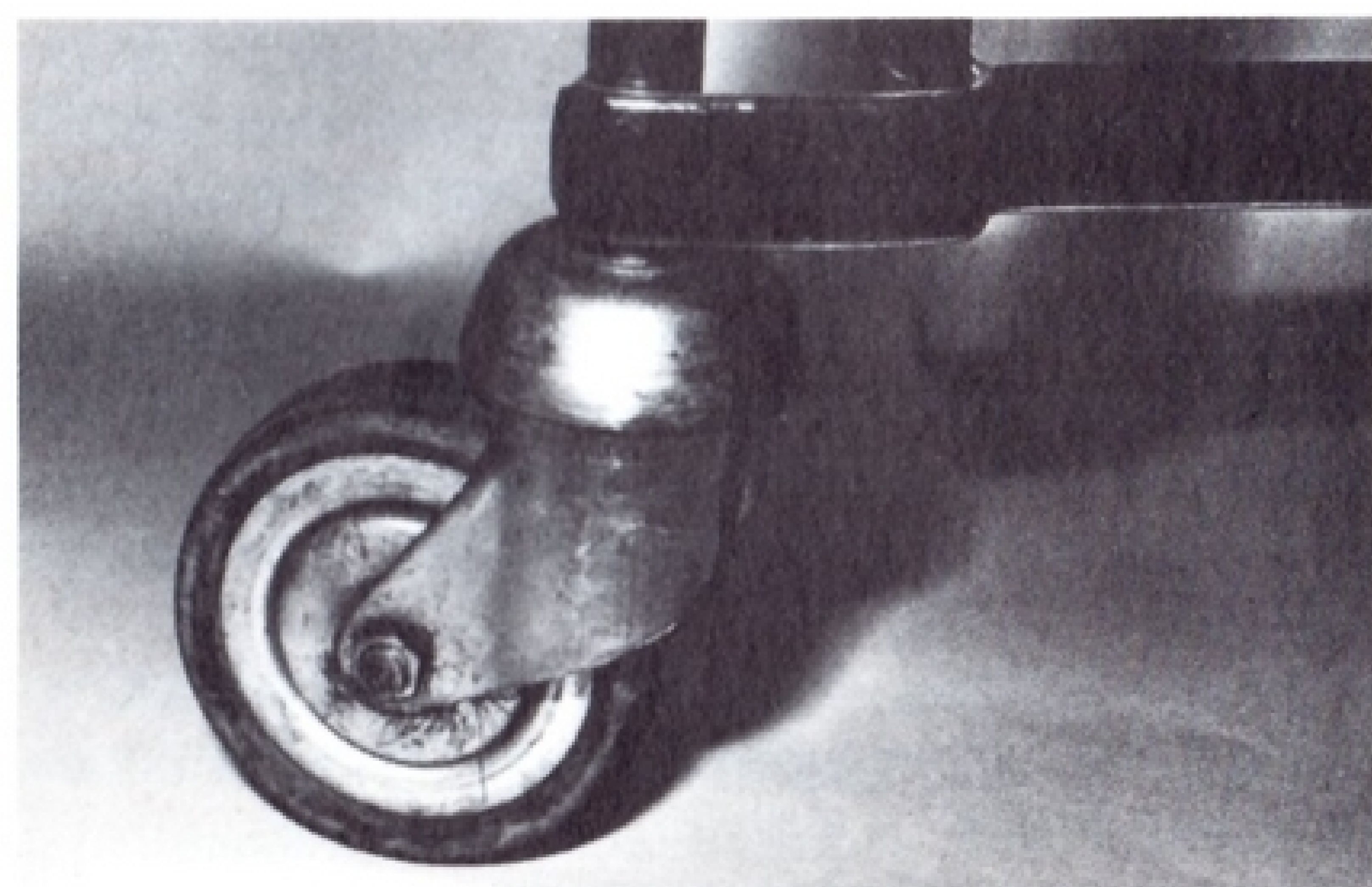


Abb. 3: Lenkrolle an transportabler Einrichtung

Einen besseren Geradeauslauf, aber geringere Wendigkeit erreicht man durch Fahrgestelle mit zwei festen Rollen und zwei Lenkrollen. Die in Abb. 1 mit a, b und d gekennzeichneten Fahrbewegungen sind damit möglich, wobei bei d nur der mit Lenkrollen versehene Fahrzeugteil seitlich schwenken kann; c und e entfallen. Solche Fahrgestelle findet man besonders bei Magazinwagen (Abb. 6), Rollstühlen u. a.



Abb. 4: Andere Bauart einer Lenkrolle

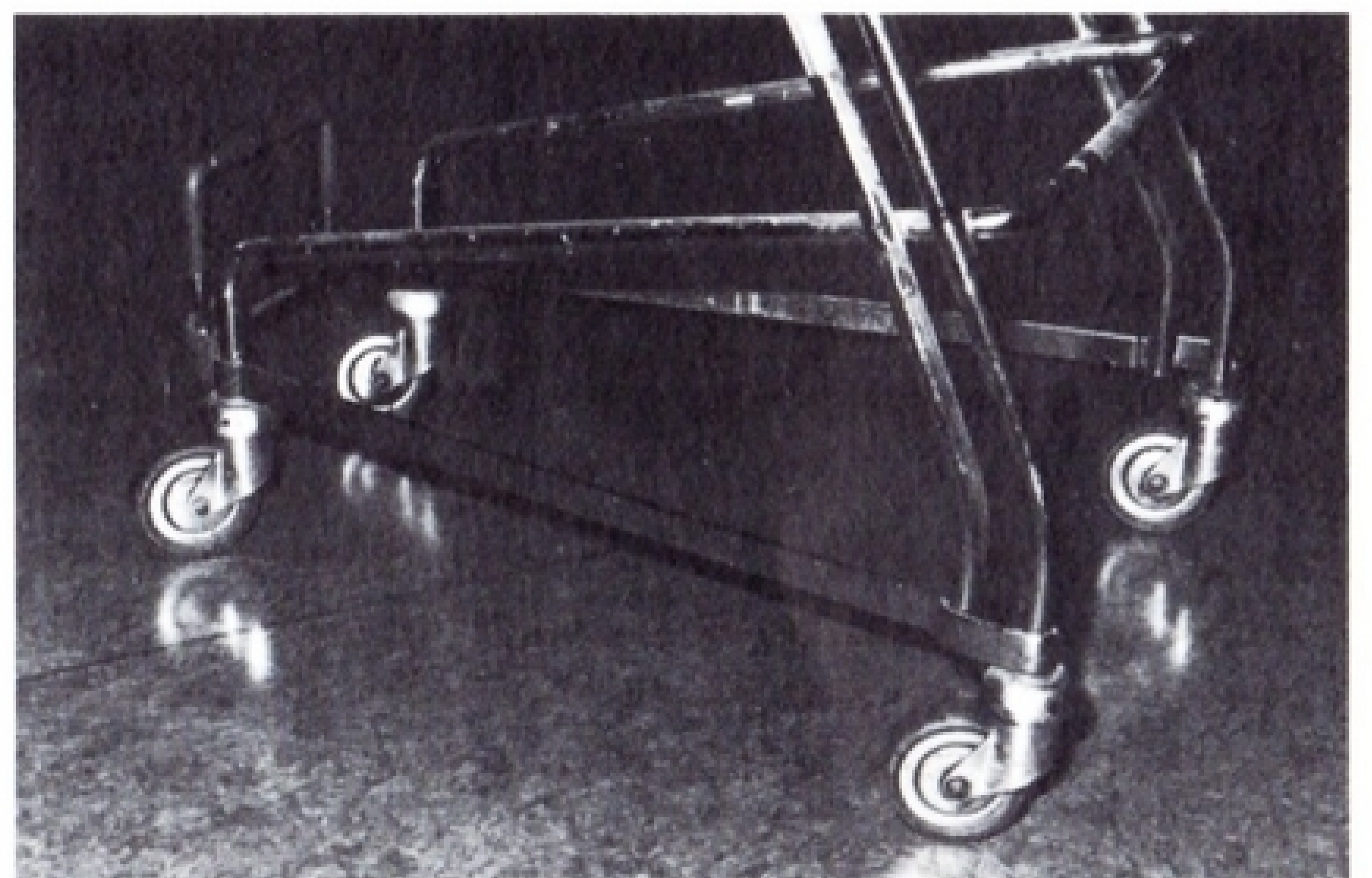


Abb. 5: Fahrgestell eines Einkaufswagens

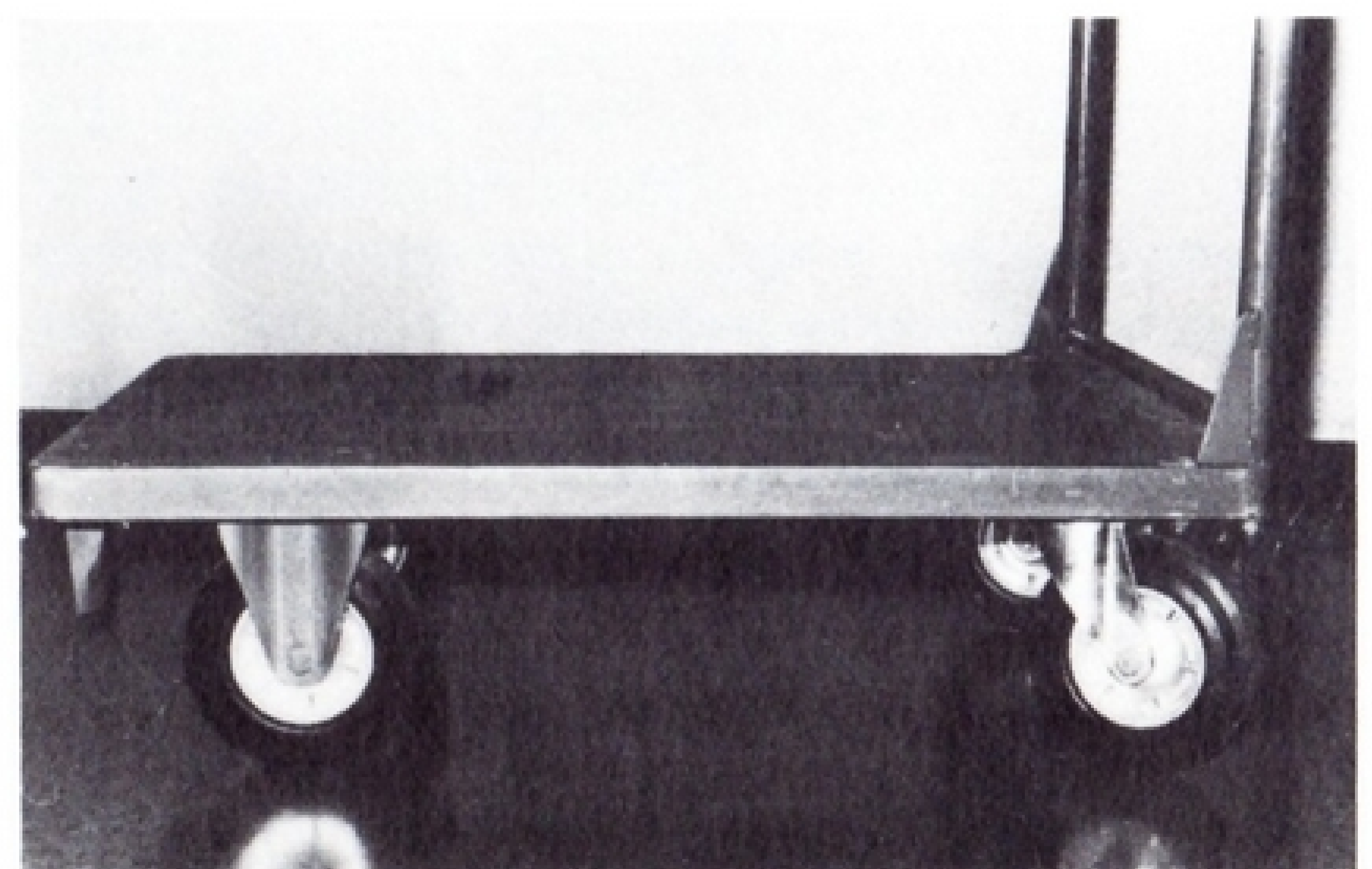


Abb. 6: Fahrgestell eines Magazinwagens

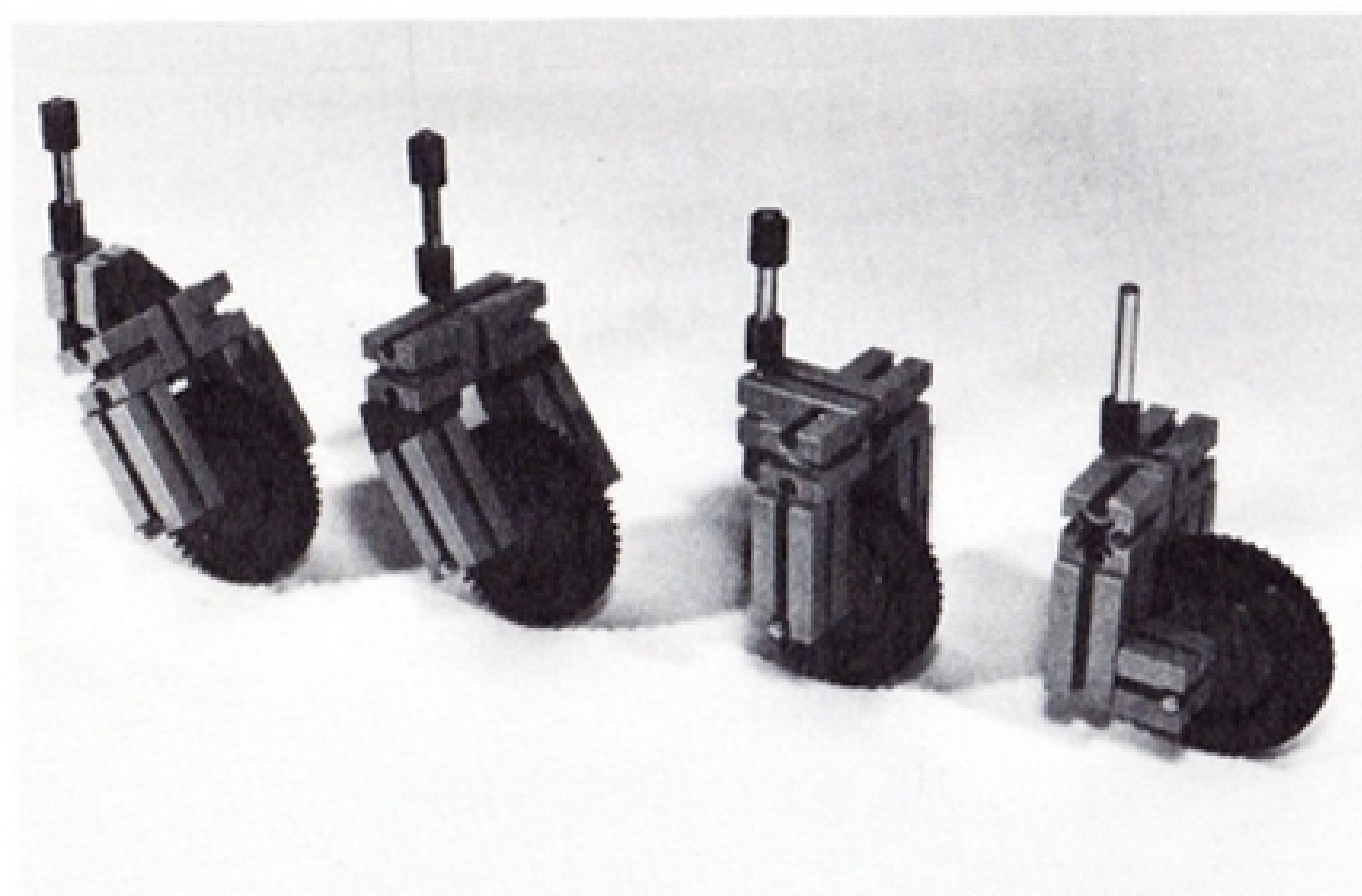


Abb. 7: Modelle von Lenkrollen

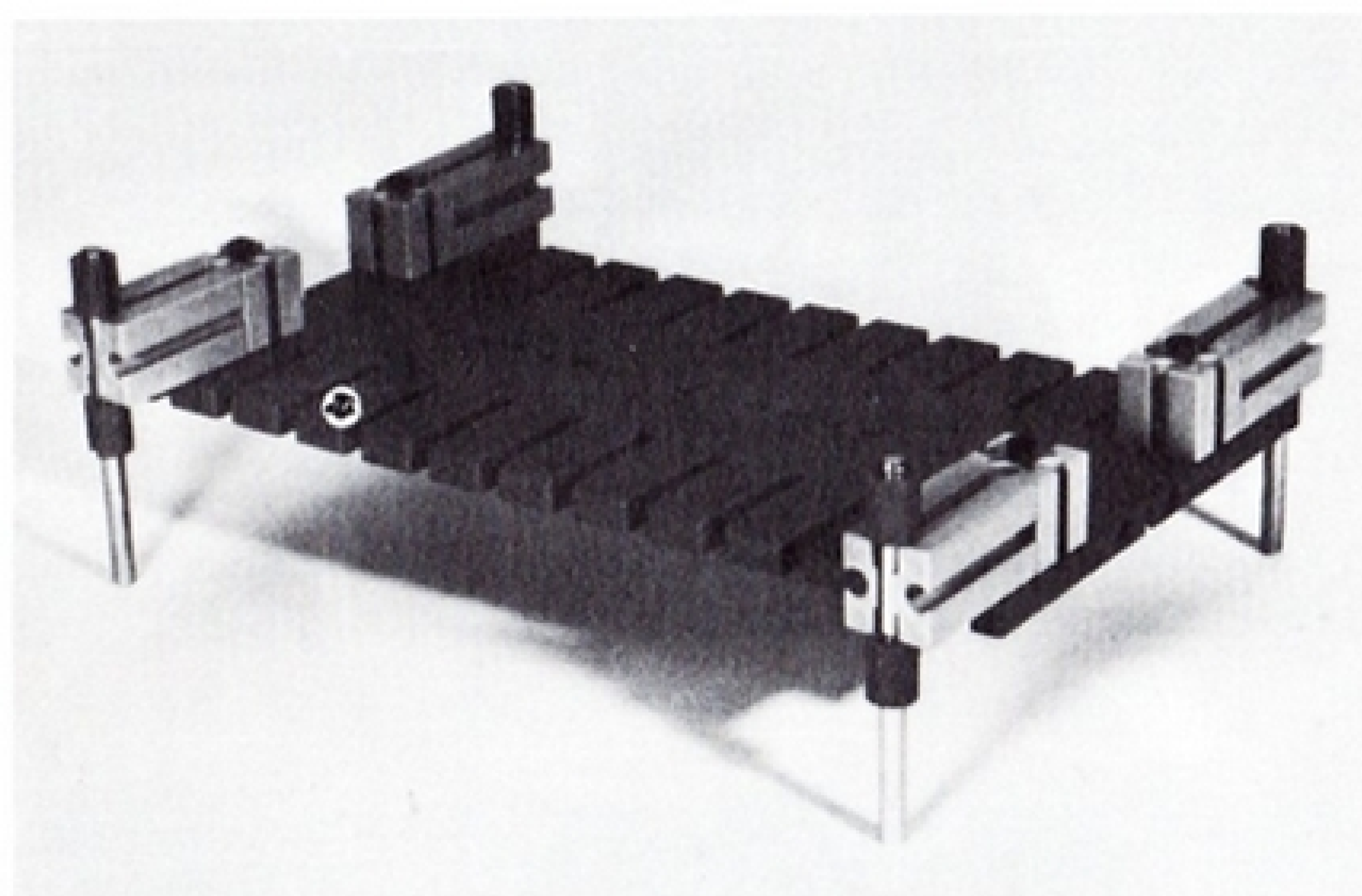


Abb. 8: Gestell mit Achszapfen für Lenkrollen

1.3. Modellbeispiele

Lenkrollen lassen sich leicht aus fischertechnik-Bauelementen herstellen. Die in Abb. 7 gezeigten Modelle bestehen aus Bauteilen, die unter dem Gesichtspunkt ausgewählt wurden, daß mit *einem* u-t 1 jeweils vier gleiche Lenkrollen gebaut werden können.

Beim Bau eines kompletten Fahrgestells aus fischertechnik-Bauteilen mit mehreren Lenkrollen ist darauf zu achten, daß die Abstände der nebeneinander liegenden Achszapfen möglichst groß sind, damit jede Rolle um 360° schwenken kann. Bei Verwendung der Bauplatte 180×90 als Fahrzeugboden verlegt man die Zapfenlager daher zweckmäßig durch den Anbau von Bausteinen über den Rand der Platte hinaus (Abb. 8).

Am besten eignen sich speziell zugeschnittene Hartfaserplatten (Größe etwa 15×25 cm) mit 2 Reihen von 4 mm großen Bohrungen, wie sie in den Abb. 27–29 zu sehen sind. Mit ihnen lassen sich auch andere Lenkprobleme (Drehschemel-, Achschenkel-, Allradlenkung) sehr gut bearbeiten (vgl. Abb. 10).

2. Zum Unterricht

2.1 Vorbemerkung

Der Unterricht zum Thema „Lenkrollen“ wurde in verschiedenen Altersstufen durchgeführt; es kann daher allgemein festgestellt werden: Jeder Schüler ist schon einmal mit einem Einkaufswagen umgegangen. Er kennt somit die verschiedenen Fahrbewegungen, die ausgeführt werden können, weiß aber keineswegs, wie die Lenkung funktioniert; allenfalls, daß dabei einzeln schwenkbare Räder im Spiel sind. Dies reicht als Vorwissen aus, um die Aufgabe angehen zu können.

Für den Bau der Lenkrollen mit fischertechnik-Bauteilen genügen die einfachsten Kenntnisse in der Handhabung, wie sie nach etwa drei bis vier Stunden Umgang mit dem Baukasten im allgemeinen vorhanden sind.

Der im folgenden beschriebene Unterricht wurde in einem 6. Schuljahr durchgeführt und umfaßte eine Doppelstunde. Als Arbeitsmaterial erhielt jeder Schüler einen u-t 1 sowie eine Hartfaserplatte.

2.2 Lernziele

Die Schüler sollen

- anhand einer vorgegebenen Situation aus der Wirklichkeit die Problemlage erfassen und die an die technische Konstruktion gestellten Anforderungen erkennen;
- die Konstruktion einer Lenkung für größtmögliche Wendigkeit planen und in Material umsetzen können;
- das fertiggestellte Modell erproben und auf Funktionstüchtigkeit hin überprüfen können;
- bei der Erprobung eventuelle Mängel feststellen und Vermutungen über deren Behebung äußern können;
- erkennen, daß das Rad bei einer funktionstüchtigen Rolle nach hinten versetzt unter dem Drehzapfen liegen muß;
- die bei der Funktionseinheit wichtigen Begriffe kennenlernen und im Gespräch verwenden können;
- in einer Korrekturphase einen Wagen mit voll funktionsfähigen Lenkrollen konstruieren können;
- den Unterschied zwischen festen Rollen und Lenkrollen erfassen und beschreiben können;
- die möglichen Fahrbewegungen beschreiben können;
- beim Vergleich mit Lenkrollen der technischen Wirklichkeit Übereinstimmungen feststellen und nennen können;
- Anwendungsmöglichkeiten für Lenkrollen in der Wirklichkeit kennen.

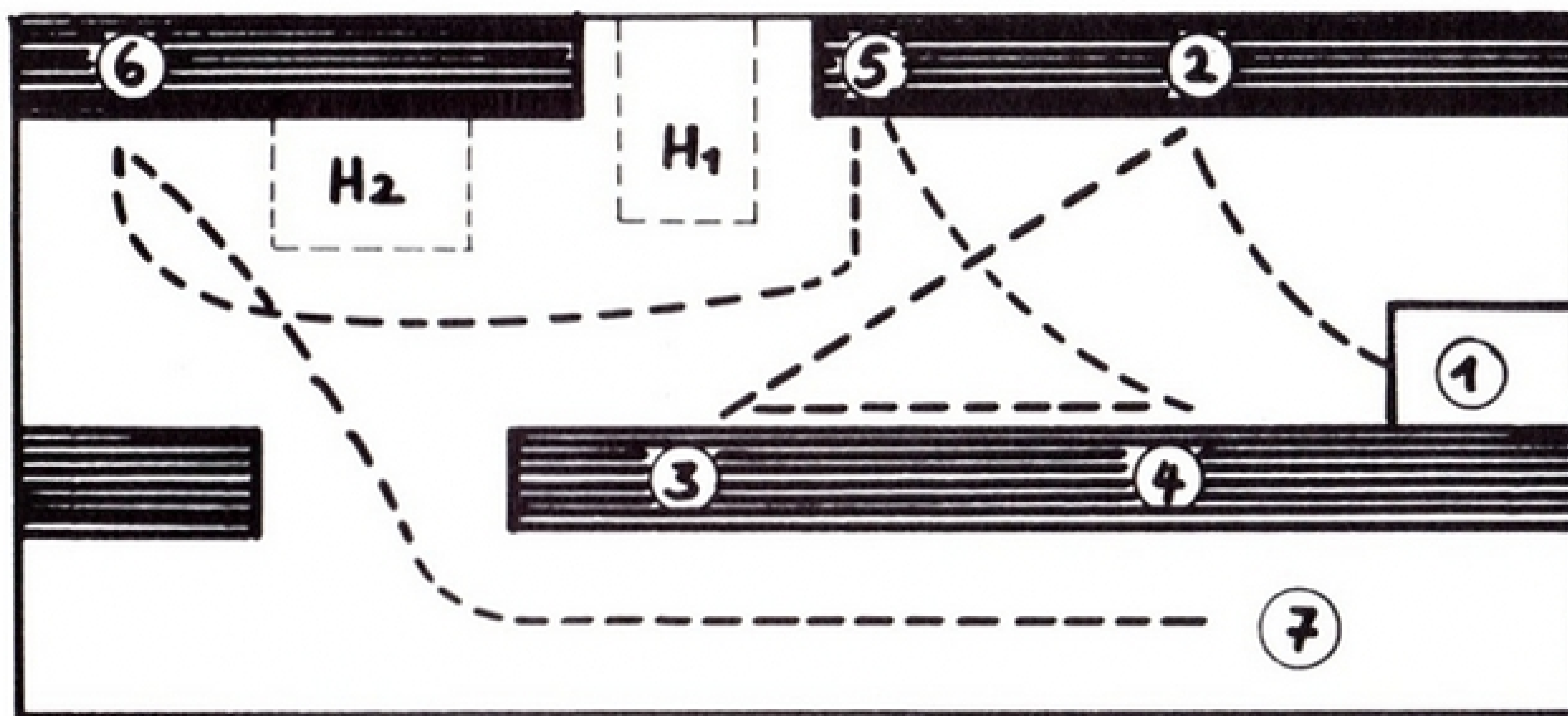


Abb. 9:
Skizze zur Verdeutlichung der Aufgabe

2.3. Stufen des Unterrichts (vgl. (1))

I. Dem Schüler wird eine Situation aus seiner Lebenswirklichkeit vorgestellt, die die Konstruktion eines technischen Gegenstandes als „Antwort“ auf eine Bedarfssituation sinnvoll erscheinen läßt. Aus der Situation werden die Anforderungen an das zu bauende Gerät abgeleitet.

II. Der Schüler plant und entwirft eine Lösung des Problems, indem er seine Vermutungen über eine mögliche Lösung in Material umsetzt.

III. Der Schüler erprobt das fertige Modell und überprüft, ob es den an die Konstruktion gestellten Anforderungen entspricht. Er analysiert es auf Funktionstüchtigkeit und Zweckmäßigkeit. Werden Mängel festgestellt, so sucht der Schüler nach den Ursachen. Dabei wird eine günstige Lösung für die geforderte Konstruktion erarbeitet.

IV. Aufgrund der vorausgegangenen Analyse kann der Schüler seine Konstruktion verbessern. In einer letzten Überprüfung soll sich das Modell als optimal erweisen.

V. Vergleiche der gefundenen Lösung mit Lösungen in der technischen Wirklichkeit leiten die Transfer-situation ein. Dabei soll das abstrakte technische Prinzip als wichtige Funktionseinheit der Technik erfaßt werden. Das Kennenlernen wichtiger Termini und die Fähigkeit, die Funktion und Verwendung der entdeckten Funktionseinheit beschreiben zu können, sind in dieser Phase wichtige Momente für die Erweiterung des technischen Wissens.

VI. In einer Zusammenfassung in schriftlicher oder zeichnerischer Form werden dem Schüler die wichtigsten Sachverhalte und Begriffe an die Hand gegeben.

2.4. Anfangssituation des Unterrichts (vgl. (2))

Einleitend erklärt der Lehrer, daß alle technischen Gegenstände aus dem Bedürfnis des Menschen entstanden sind, sich in bestimmten Situationen seines Alltags das Leben bequemer zu machen

oder die Arbeit zu erleichtern. Die Schüler nennen einige Beispiele, durch die deutlich wird, daß vor allem das Streben nach Kraftersparnis und Zeiter-sparnis bei der Verrichtung verschiedenster Tätigkeiten die Entwicklung technischer Gebilde bewirkt hat (Werkzeuge, Fahrzeuge usw.). Der Lehrer führt weiter aus, daß die „Erfindung“, die die Schüler im folgenden Unterricht machen sollen, eine Erleichterung in einer Lebenssituation darstellt, in die sich fast jeder Mensch gestellt sieht. Er veranschaulicht diese Situation mit Hilfe einer vorbereiteten Tafel-skizze, die in perspektivischer Darstellung eine Halle mit regalähnlichen, nebeneinander und hinter-einander angeordneten Blöcken zeigt, zwischen denen schmale Gänge liegen. Die Schüler finden rasch heraus, daß es sich bei der Abbildung z. B. um die Situation „Einkaufen im Supermarkt“ handelt. Zunächst sollen sie beschreiben, wie man in einem solchen Markt die verschiedenen Waren einholt, sammelt, transportiert usw. Dabei fällt das Stichwort „Einkaufswagen“. Der Lehrer teilt mit, daß es bei der Konstruktionsaufgabe um einen Einkaufswagen geht, und fordert die Schüler auf, Anforderungen zu nennen, die sie als Benutzer an einen solchen Wagen stellen würden. Die genannten Punkte werden an der Tafel notiert:

Leichte Bauweise – gute Standfestigkeit – leichter Lauf – Korb oder Kasten – Schiebegriff – 4 Räder (wegen der Standfestigkeit) – Lenkung.

Der Lehrer versucht nun zu klären, welche Leistungen von der Lenkung erwartet werden. Zur Veranschaulichung wird eine Spanplatte (Größe 80×180 cm) aufgebaut, die einen Ausschnitt aus einem Supermarkt darstellen soll. Mit Kreide sind Regale und Trennwände aufgezeichnet (Abb. 9, vgl. auch Abb. 30).

Zunächst sollen Bewegungen simuliert werden, die ein Käufer, der sich nicht genau auskennt, ausführen könnte. Einige Möglichkeiten sind mit gestrichel-

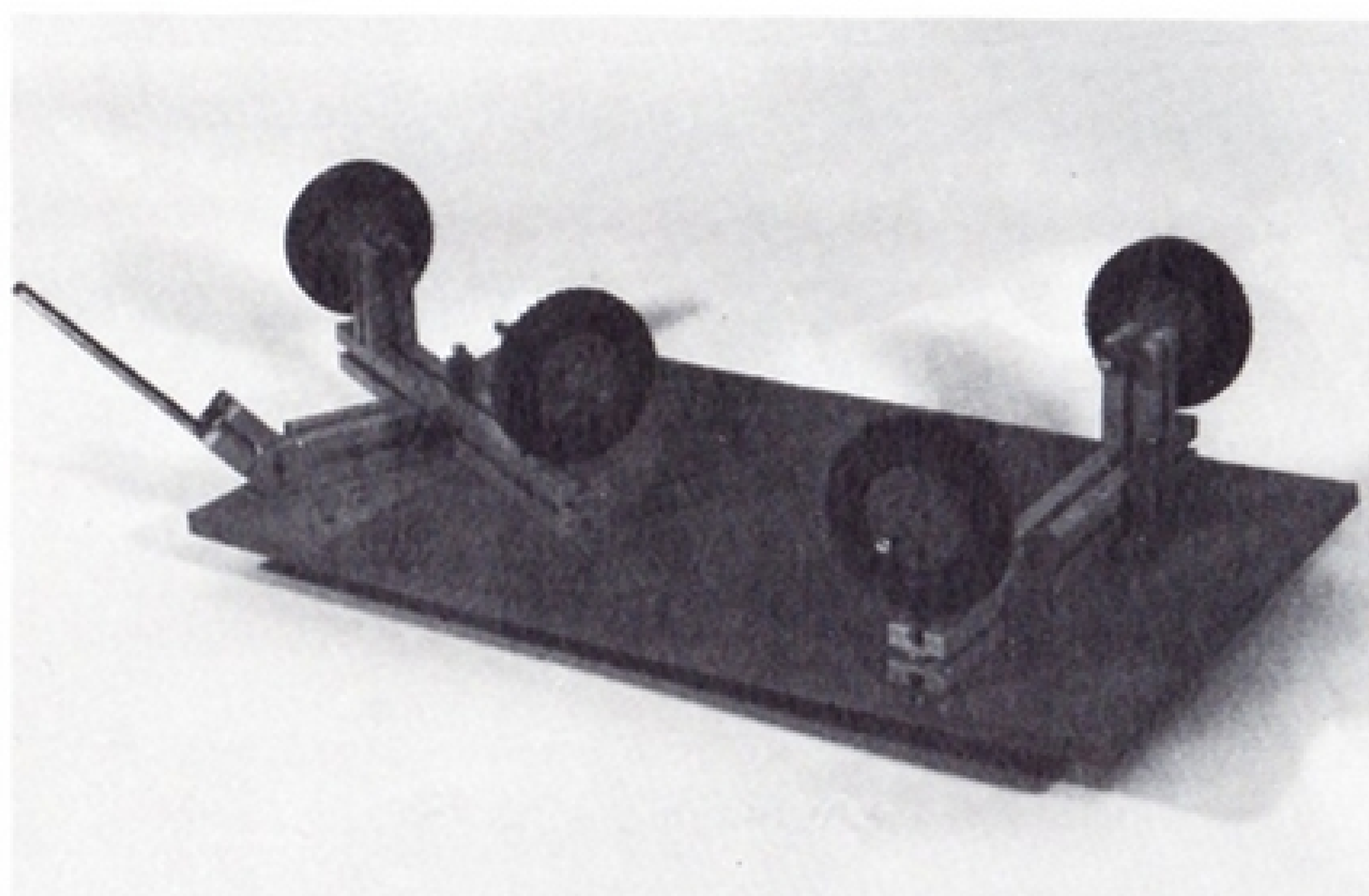


Abb. 10: Wagen mit Drehschemel-Lenkung

ten Linien angedeutet. Diese Linien befährt der Käufer mit dem Einkaufswagen. Er holt den Wagen von (1) ab und fährt in einem Bogen nach (2), von da in einer Geraden nach (3), dann zurück nach (4) und wieder in einem Bogen nach rechts zu (5). Wegen eines inzwischen aufgetauchten anderen Wagens (H 1) muß er von (5) aus um das Hindernis herum und nach (6). Dort dreht er wegen eines weiteren Hindernisses (H 2) um und begibt sich nach (7), von wo er in gerader Linie dem Ausgang zusteuert.

Diese Wege sollen zunächst mit einem vom Lehrer vorbereiteten Wagen mit Drehschemel-Lenkung und Deichsel (Abb. 10) nachgefahren werden. Ein Schüler versucht es.

Beim Zurückstoßen von (3) nach (4) treten Schwierigkeiten mit der Lenkung auf. Bei (5) muß umständlich rangiert werden, um das Hindernis (H 1) zu umfahren. Bei (6) muß der Wagen zurückgesetzt und dann zeitraubend gewendet werden.

Die meisten Schüler haben schon vor dem Experiment den Einsatz dieses Wagens als unsinnig erklärt. Nun ist allen deutlich geworden: Mit einem solchen Fahrgestell und einer Deichsel-Lenkung würde der Einkaufswagen beim Einkauf keine Erleichterung bieten. Einige Schüler weisen darauf hin, daß sich nach ihren Erfahrungen Einkaufswagen viel wendiger fahren ließen, z.B. könnten sie auf der Stelle drehen.

Der Lehrer setzt nun einen wesentlich wendigeren Wagen ein, dessen Fahrgestell durch einen Schuhkarton völlig verdeckt ist (Abb. 11, 12). Mit diesem können die Schüler die auf der Spanplatte eingezeichneten Wege (Abb. 9) befahren und z.B. feststellen, daß er bei (2) auf der Stelle um 90 Grad gedreht, bei (3) aus dem Stand zurückgesetzt und bei (5) seitlich versetzt werden kann; ferner stellt sich heraus, daß er sich bei (6) um seinen Mittelpunkt drehen läßt. Jeder Schüler kann sich davon

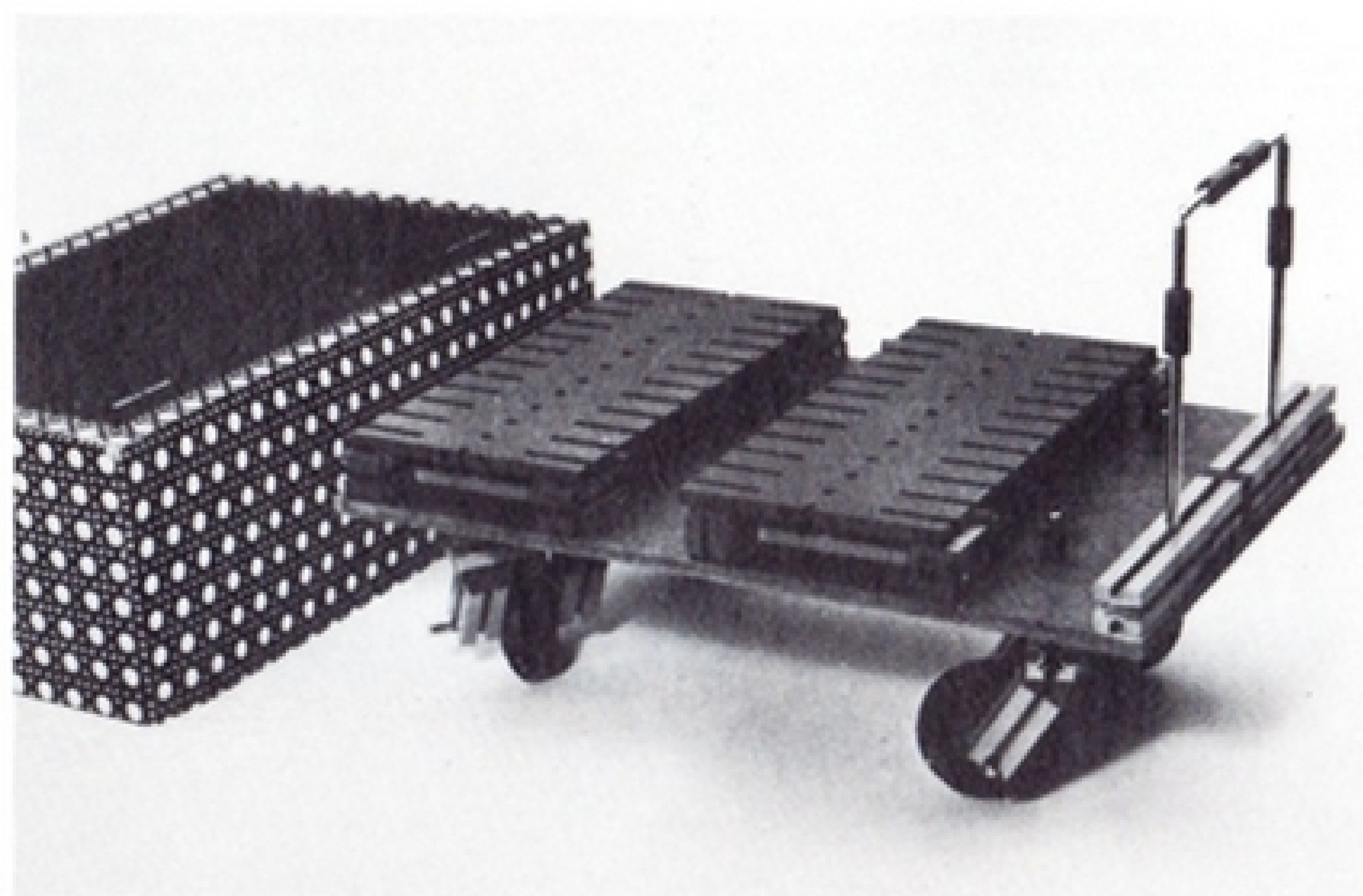


Abb. 11: Konstruktion des Blackbox-Wagens

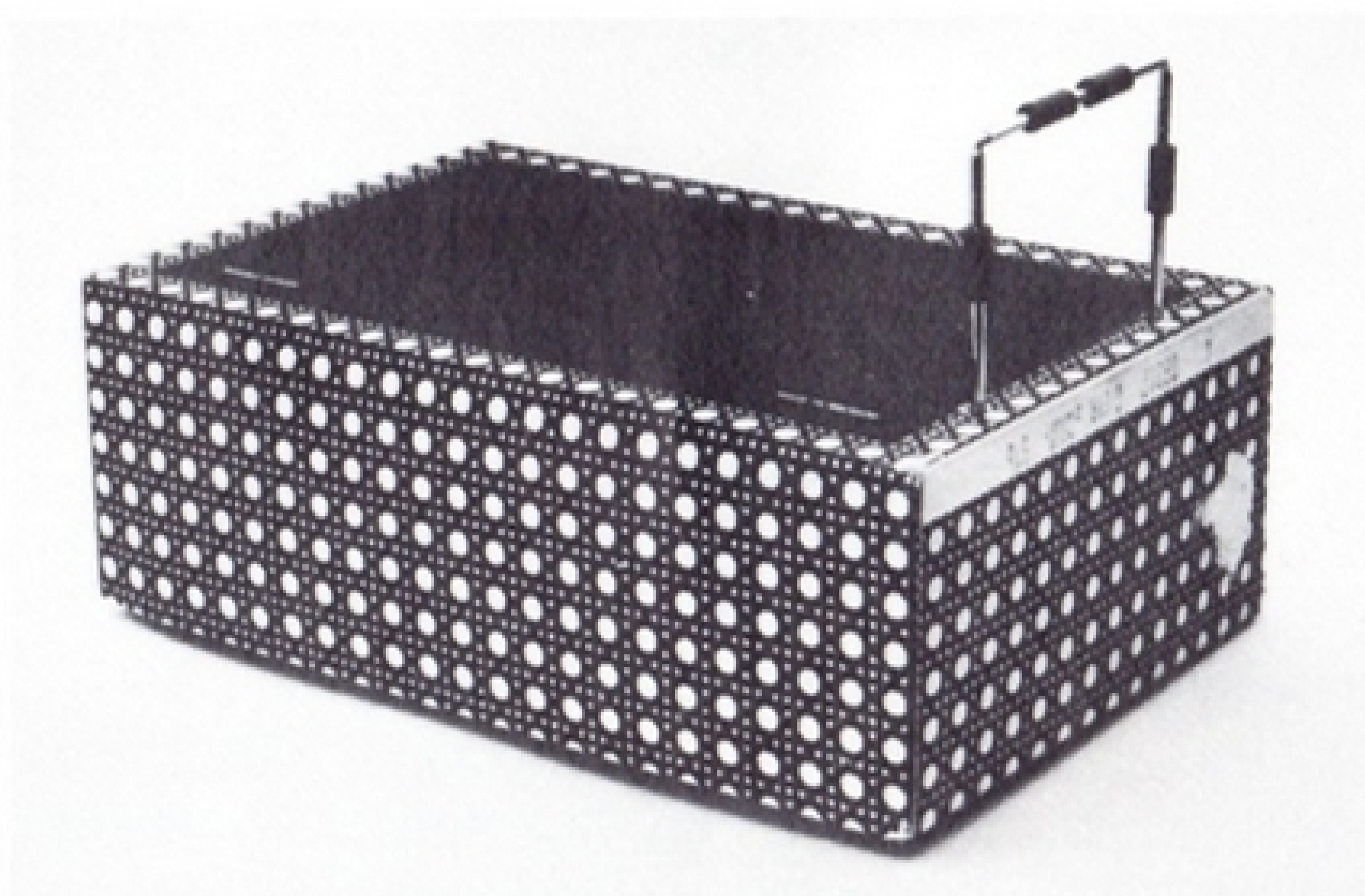


Abb. 12: Blackbox: Mit dem Wagen können alle von einem Einkaufswagen geforderten Bewegungen ausgeführt werden.

überzeugen und beim Ändern der Fahrtrichtung wahrnehmen, wie die Lenkung spielend leicht selbsttätig „umschaltet“.

2.5 Arbeitsauftrag

„Baut mit dem Material des u-t 1 und der Hartfaserplatte einen Wagen, der wie der Blackbox-Wagen gefahren werden kann.“

Die Bedingungen hinsichtlich der Wendigkeit werden nochmals mit Hilfe einer Skizze wie Abb. 1 an der Tafel zusammengestellt.

Ferner werden folgende Hinweise gegeben:

- nur ein Fahrgestell bauen, keinen Korb;
- falls möglich, einen Schiebegriff anbringen;
- als Bodenplatte die vorbereitete Hartfaserplatte verwenden;
- für die Räder nur Normalnaben – keine Flachnaben – einsetzen; (da sonst die Räder meist nicht genau in der Mitte der Radgabeln liegen);
- drei oder vier Räder einbauen;
- fertige Modelle auf der Prüfstrecke, der Spanplatte mit den eingezeichneten Fahrspuren, erproben.

2.6. Beobachtungen und Maßnahmen während der praktischen Arbeit

Die meisten Schüler beginnen spontan mit der Verwirklichung ihrer Pläne. Dabei wird deutlich, daß sich alle Schüler bis auf einen (vgl. Abb. 16) darüber klar sind, daß jedes Rad für sich einen Drehzapfen erhalten muß. Hierfür erscheint die Winkelachse geeignet. Nach wenigen Minuten schon erproben fünf bis sechs Schüler Fahrgestelle mit 4 Rädern, die auf Winkelachsen montiert sind (Abb. 13). Allerdings stellen sie bald fest, daß dies nicht der richtige Lösungsweg ist. Um zu vermeiden, daß andere Schüler denselben Weg gehen, unterbricht der Lehrer und macht an einem Modell (Abb. 14) deutlich, daß diese Konstruktion nicht sinnvoll ist. Das Rad stellt sich quer zur Fahrtrichtung. Um weiterzuhelfen, weist er darauf hin, daß das Problem, mit dem sich die Schüler gerade befaßten, nämlich die Konstruktion eines schwenkbaren Einzelrads, beim Vorderrad eines Fahrrads beispielhaft gelöst ist.

Dieser Hinweis ist für einige Schüler hilfreich; sie versuchen, Gabeln für die Aufnahme einzeln angeordneter Räder herzustellen. Andere lassen sich durch diese Aktivitäten beeinflussen, so daß nach etwa 20 Minuten fast alle Schüler fertige Wagen mit 4 in drehbaren Gabeln montierten Rädern vorweisen können, die sie an der Prüfstrecke oder auf ihrem Tisch erproben. Dabei erkennt einer nach dem andern enttäuscht, daß die Lenkung wieder nicht funktioniert.

Nur in zwei Fällen schwenken die Räder manchmal von selbst in die gewünschte Fahrtrichtung ein, ohne daß die Schüler beim Vergleich mit den anderen, nicht funktionsfähigen Konstruktionen den Grund erkennen. An einem erhöht aufgebauten Modell wird gemeinsam versucht, den Grund herauszufinden. Um die Verständigung zu erleichtern, wird auf eine an der Tafel vorbereitete Skizze mit entsprechenden Termini (Abb. 15) aufmerksam gemacht.

Durch Fahrversuche wird zunächst festgestellt, daß das Modell in Abb. 16 nicht die gewünschte Lösung bringen kann. Dann greift der Lehrer ein Modell heraus, das typisch ist für die Bauart, nach der die meisten Schüler die Räder montiert haben (Abb. 17). Auch an diesem wird bei Fahrversuchen deutlich, daß die Lenkung nicht wie gewünscht funktioniert. Zum Vergleich werden nun die beiden Modelle herangezogen, bei denen teilweise ein selbsttätiges Einschwenken festzustellen ist (Abb. 18, 19).

Bei genauer Betrachtung bleibt nicht verborgen, daß bei diesen Konstruktionen ein kleiner Unterschied besteht: es wird erkannt, daß der Drehzapfen bei den letzten Modellen nicht direkt über der Radachse

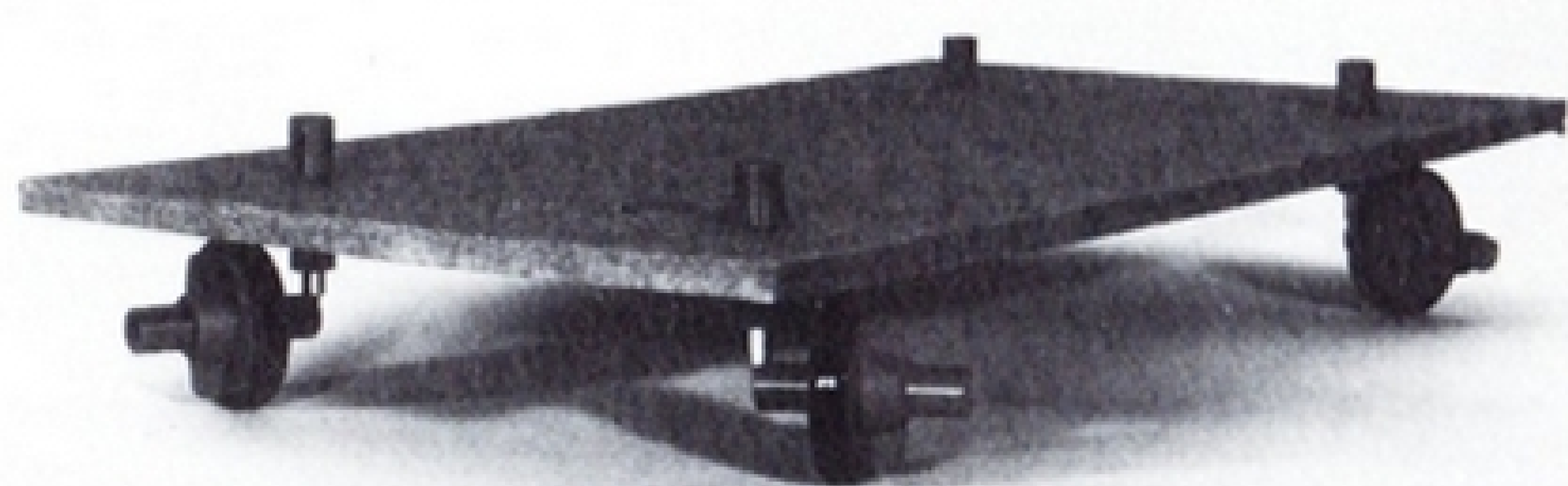


Abb. 13: Nicht funktionstüchtige Radkonstruktionen

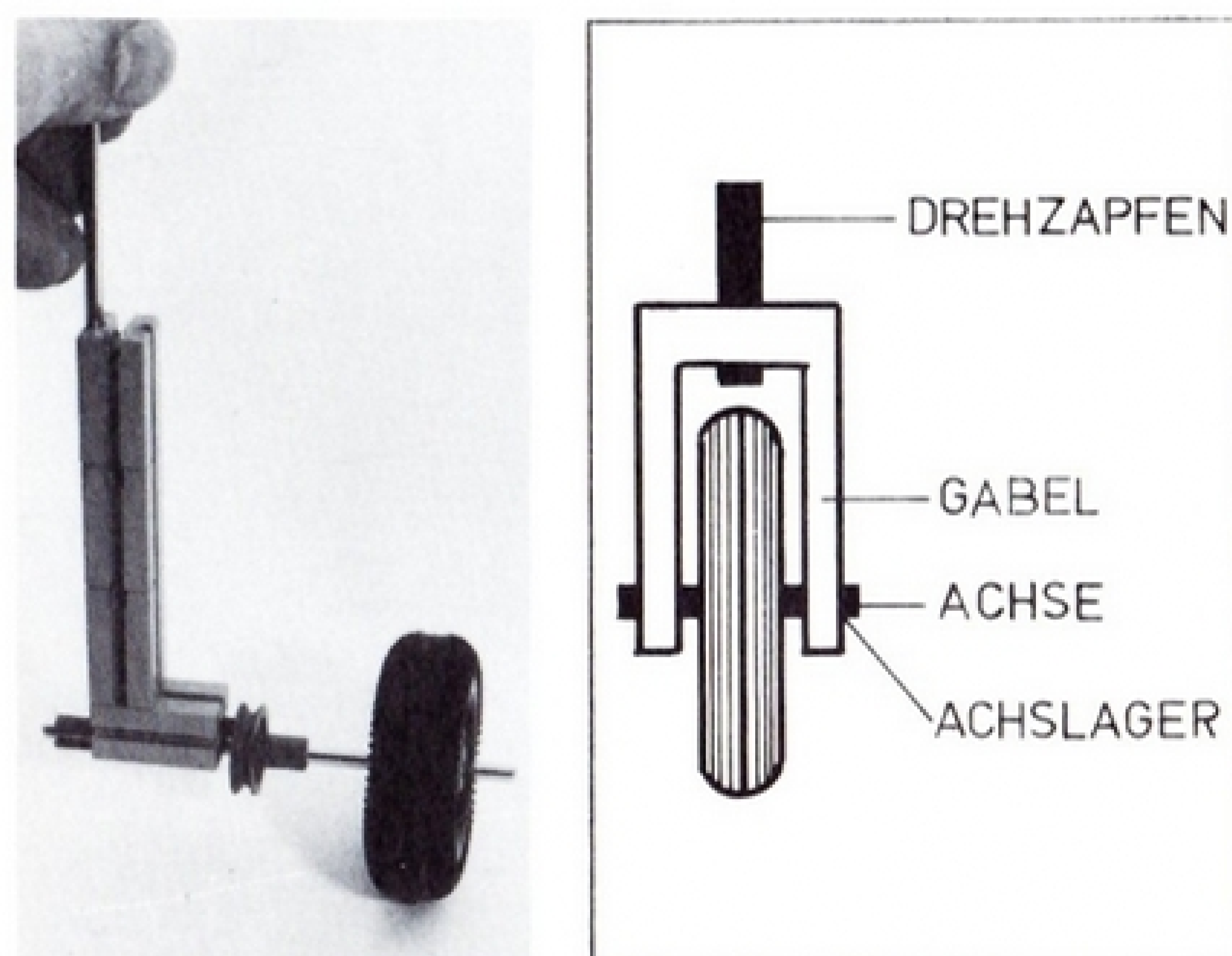


Abb. 14: Modell zur Verdeutlichung der Mängel bei der Konstruktion in Abb. 13

Abb. 15: Tafelskizze zur Terminologie

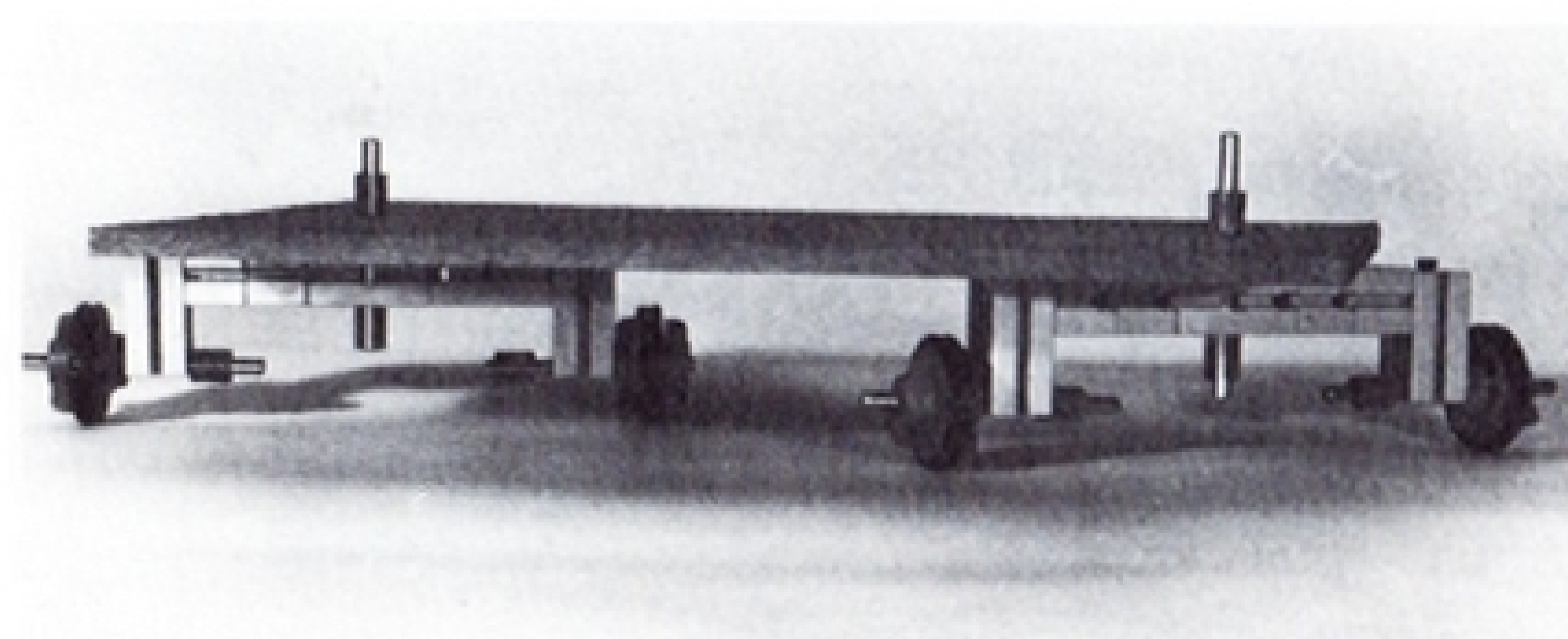


Abb. 16: Nicht funktionsfähige Konstruktionen mit zwei Drehschemeln

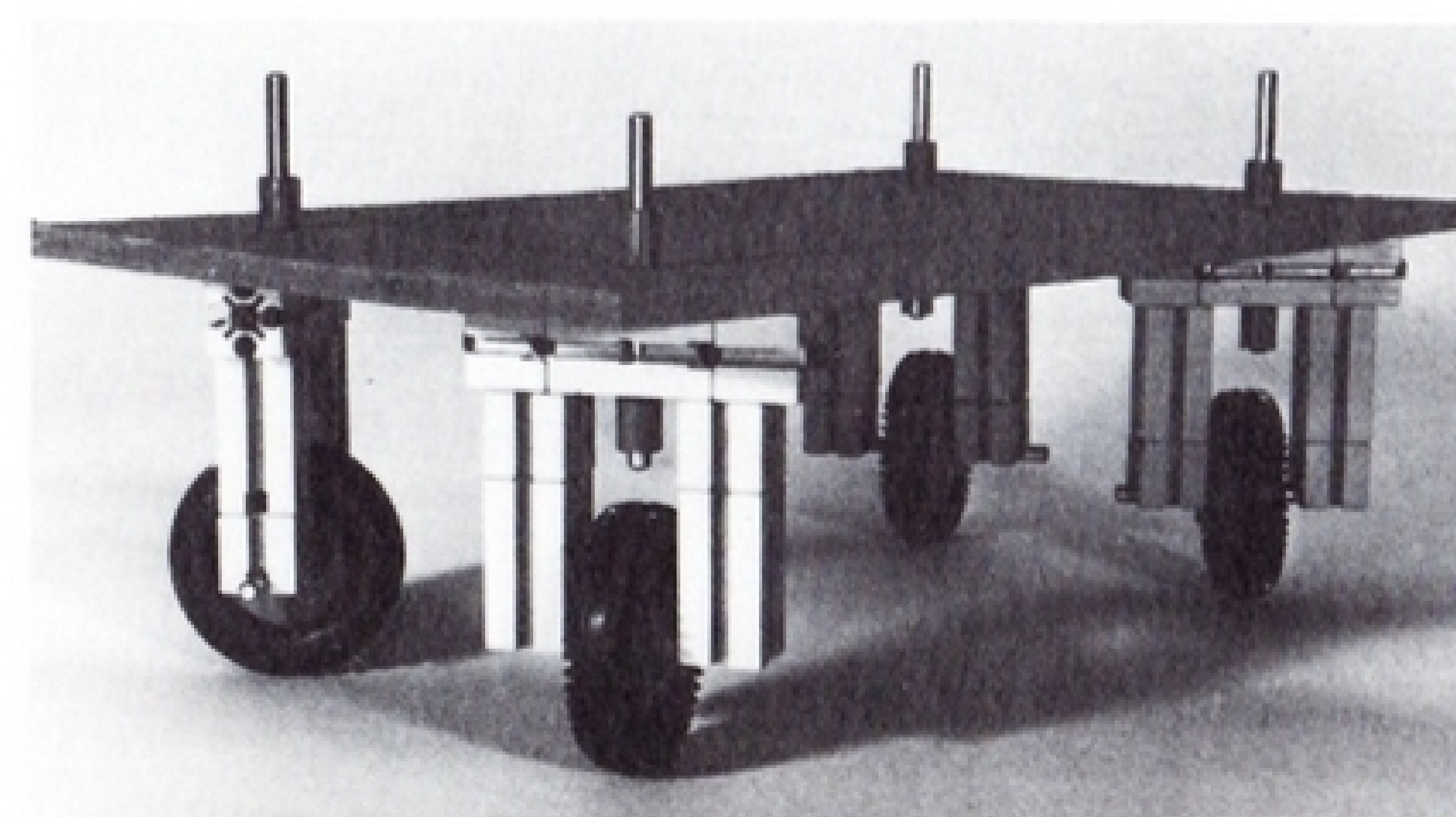


Abb. 17: Modell mit vier drehbaren Gabeln

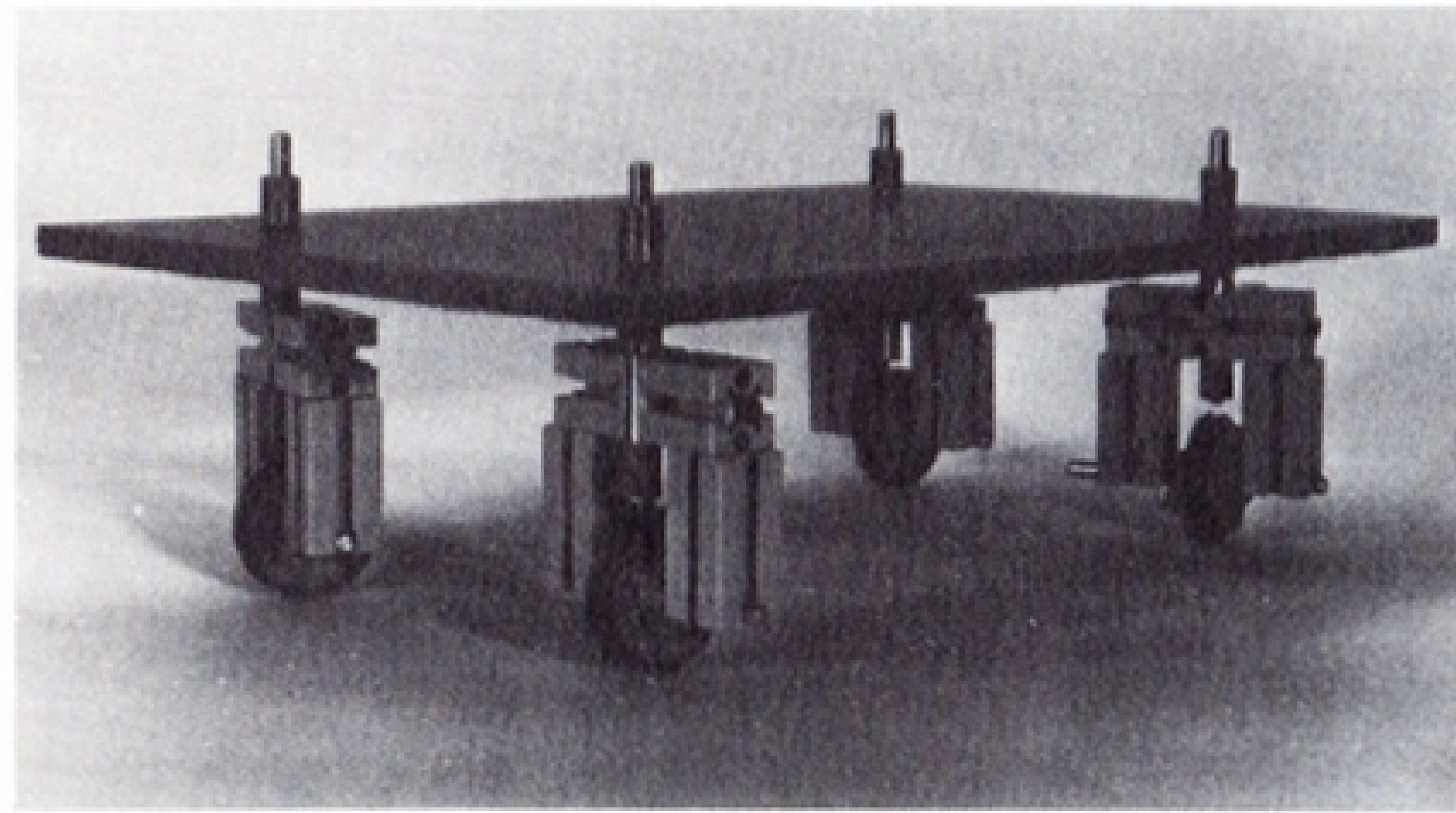
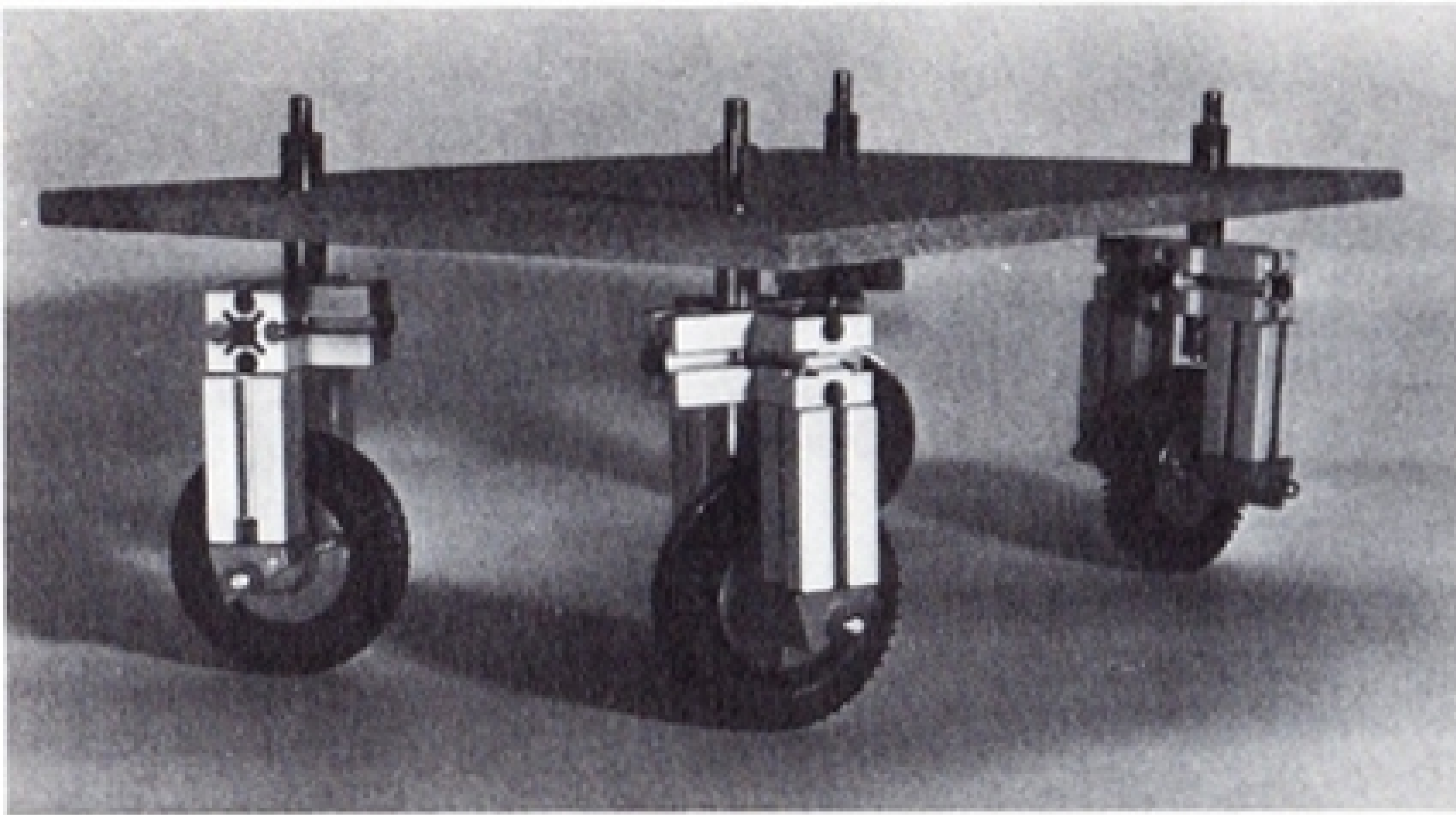


Abb. 18, 19: Wagen mit teilweise funktionsfähigen Lenkrollen



Abb. 20: Drehzapfen über der Achse

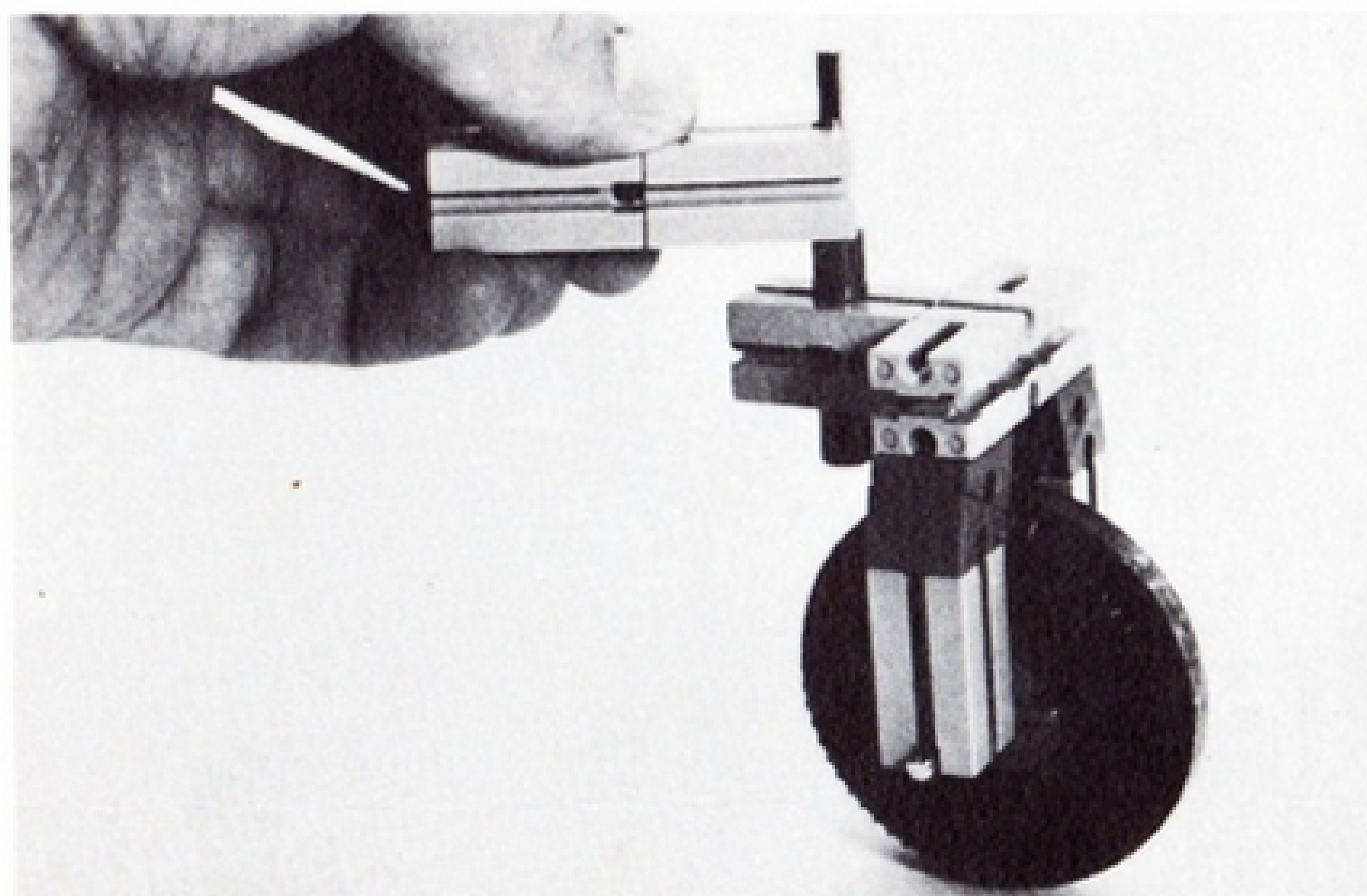


Abb. 21: Drehzapfen verschoben: Lenkrolle

liegt, sondern nach vorn bzw. nach hinten versetzt ist. Darauf wird das unterschiedliche Verhalten zurückgeführt.

Daß diese Auffassung richtig ist, verdeutlicht der Lehrer an einem Modell, bei dem durch Verschieben eines Bausteins der Drehzapfen aus der Mitte nach vorn wandert (Abb. 20, 21, bei diesen und den folgenden Modellen sind fischertechnik-Reifen von 60 mm Durchmesser eingesetzt). Bei der Stellung in Abb. 20 reagiert das Rad nicht auf eine Bewegung des Drehzapfens quer zur Radachse; bei der Stellung in Abb. 21 läuft es einwandfrei hinter der in verschiedenen Richtungen bewegten Hand her. Dasselbe ist bei dem Modell in Abb. 22 festzustellen. Damit ist deutlich geworden, worauf der Effekt beruht. Der Lehrer führt für diese technische Vorrichtung den Begriff „Lenkrolle“ ein und skizziert den Sachverhalt ähnlich wie in Abb. 2 an der Tafel.

Um zu überprüfen, ob das Prinzip verstanden worden ist, werden Modelle von Lenkrollen verschiedener Bauart (Abb. 23) ausgeteilt; die Schüler sollen nur durch genaues Betrachten, also ohne auszuprobieren, feststellen, ob es sich jeweils um funktions-

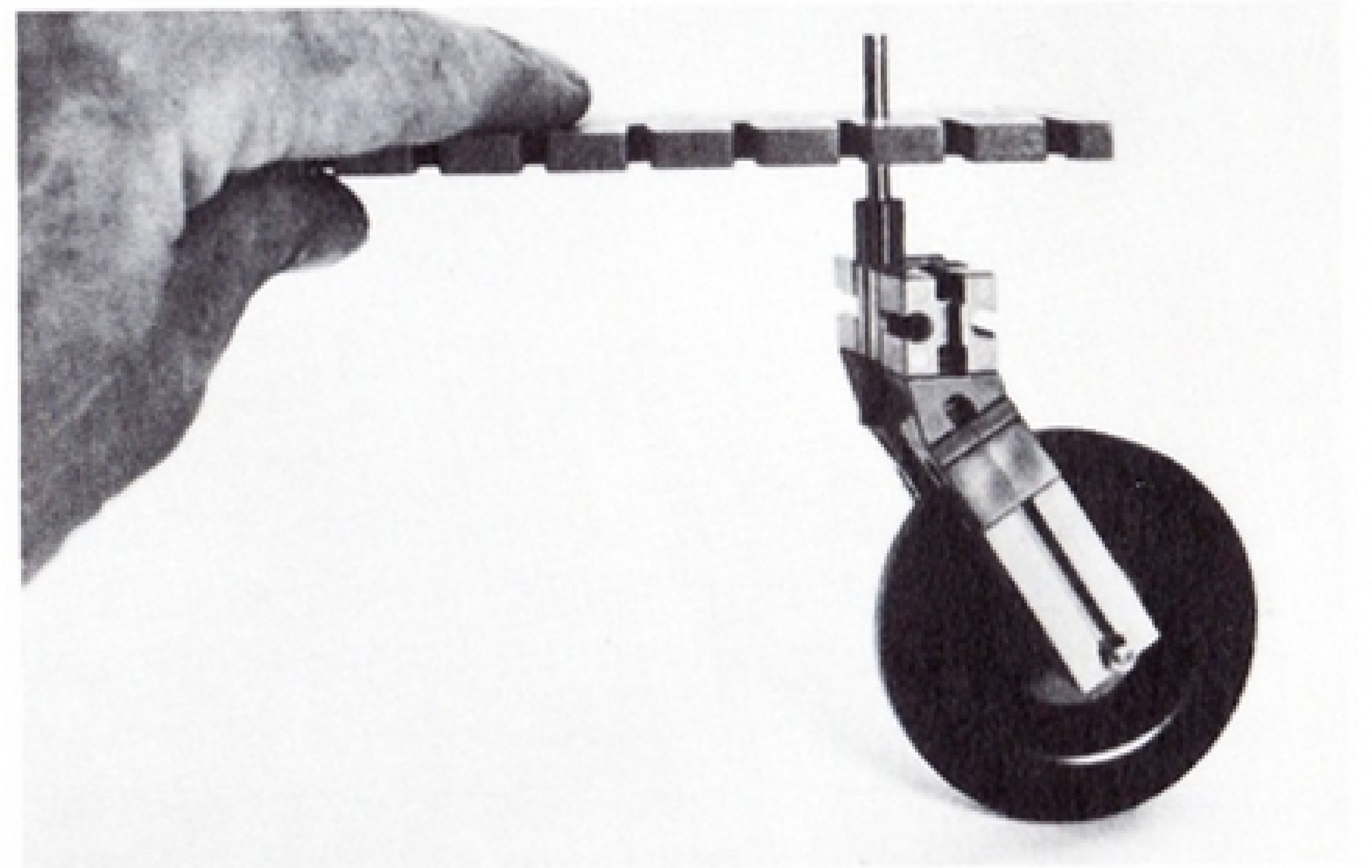


Abb. 22: Weitere Lenkrollen-Konstruktion



Abb. 23: Verschiedene Radgabeln mit Rädern

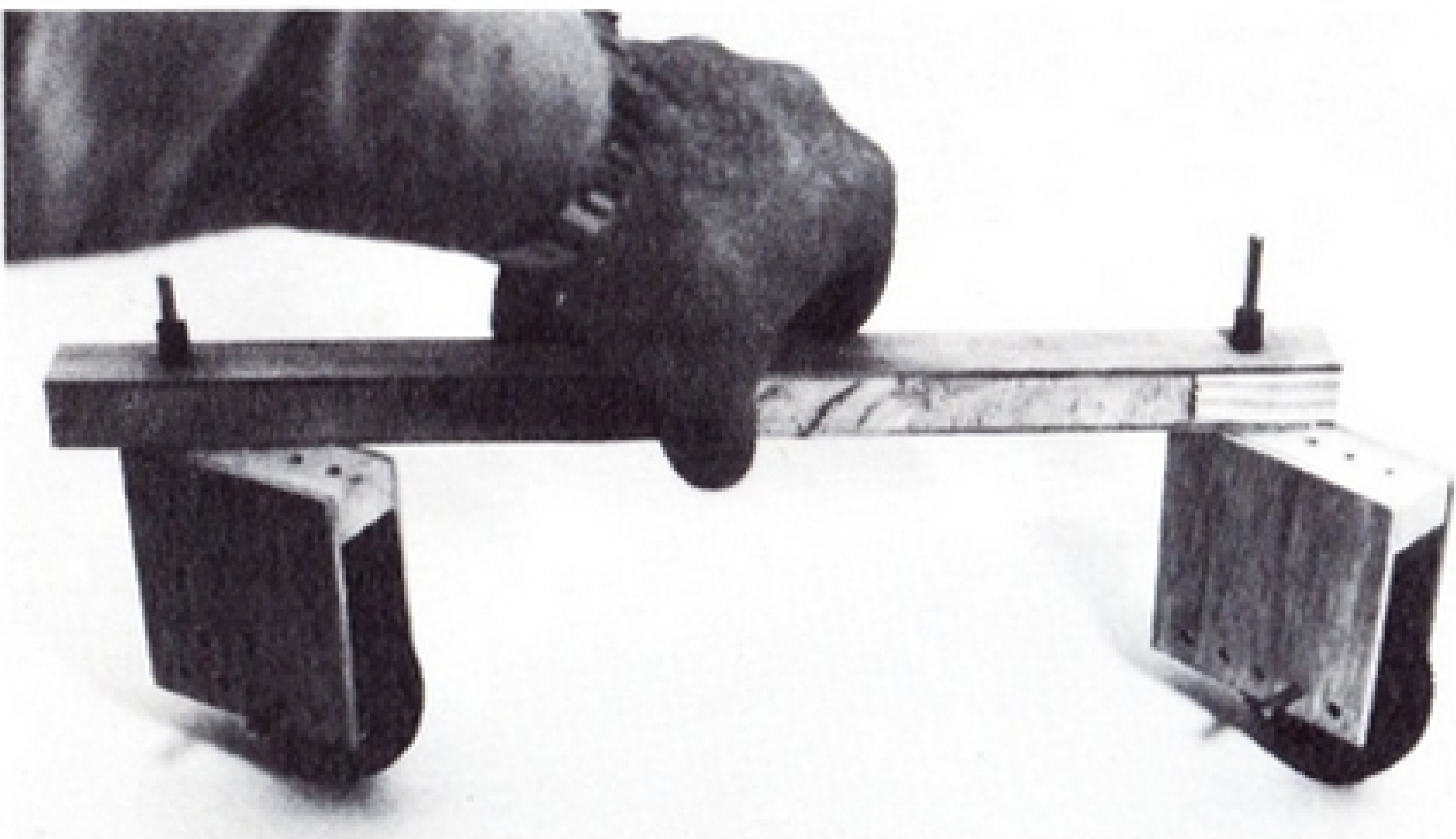
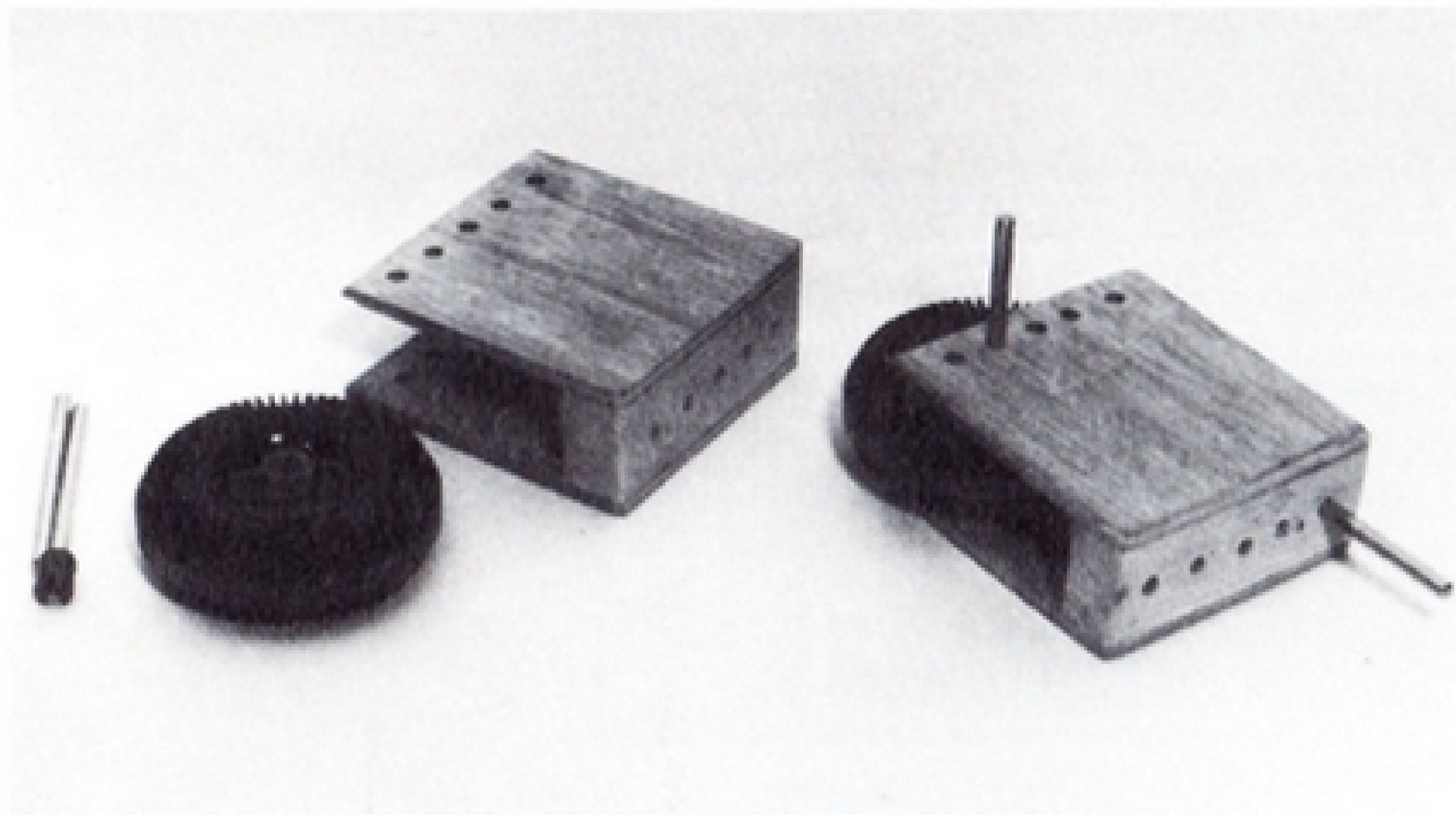


Abb. 24, 25: Modelle mit verstellbaren Achslagern und Erprobung auf Funktionstüchtigkeit

fähige Lenkrollen handelt oder um nicht schwenkbare Rollen. Diese Aufgabe wird in jedem Fall rasch gelöst.

Zur letzten Kontrolle gibt der Lehrer an einzelne Schüler Gehäuse aus Holz aus, die mit Bohrungen versehen sind (Abb. 24). Zwei Achsen und ein Rad sollen so eingesetzt werden, daß eine Lenkrolle entsteht. Dies gelingt den Schülern auf Anhieb. Mit Hilfe einer Leiste (Abb. 25) kann die Funktionstüchtigkeit der hergestellten Lenkrollen nachgewiesen werden. Mit dem Modell in Abb. 26 wird abschließend veranschaulicht, wie durch Wegnahme überflüssiger Teile des Gehäuses die bekannte Lenkrollenform entsteht.

2.7. Korrektur der Arbeiten und letzte Überprüfung
Nach diesen Maßnahmen werden die Schüler aufgefordert, ihre Modelle abzuändern und mit funktionsfähigen Lenkrollen auszurüsten. Nach etwa 10 Minuten sind die Korrekturen durchgeführt. Dabei sind Fahrzeuge mit unterschiedlichen Lenkrollen entstanden (Abb. 27, 28, 29). Abschließend wird gemeinsam und gleichzeitig erprobt, ob die Wagen die eingangs gestellten Forderungen erfüllen. Auf eine entsprechende Anweisung hin führen die Schüler die in Abb. 1 zusammengestellten Bewegungen nacheinander aus (Abb. 30).

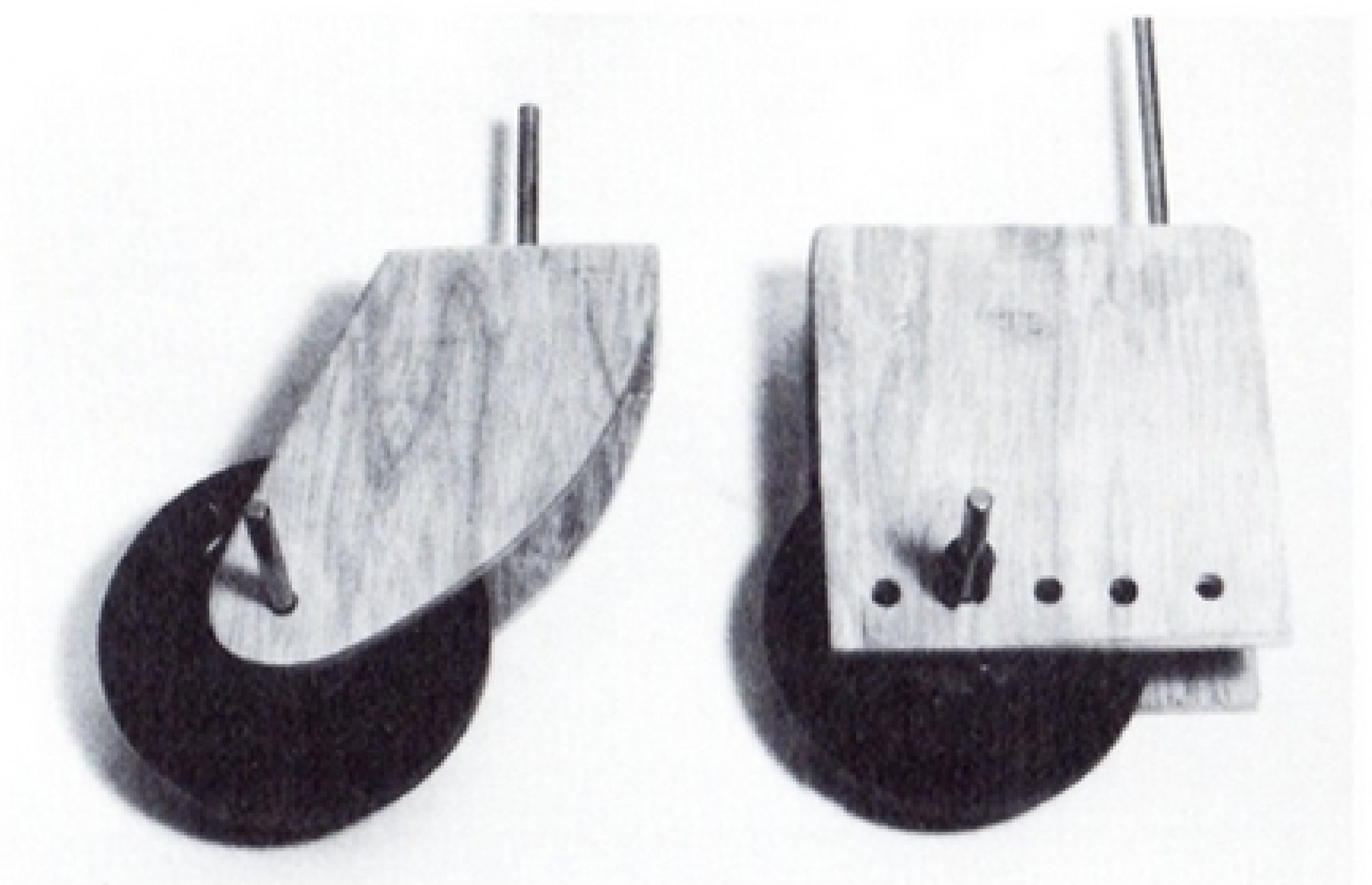


Abb. 26: Entwicklung der typischen Lenkrollenform

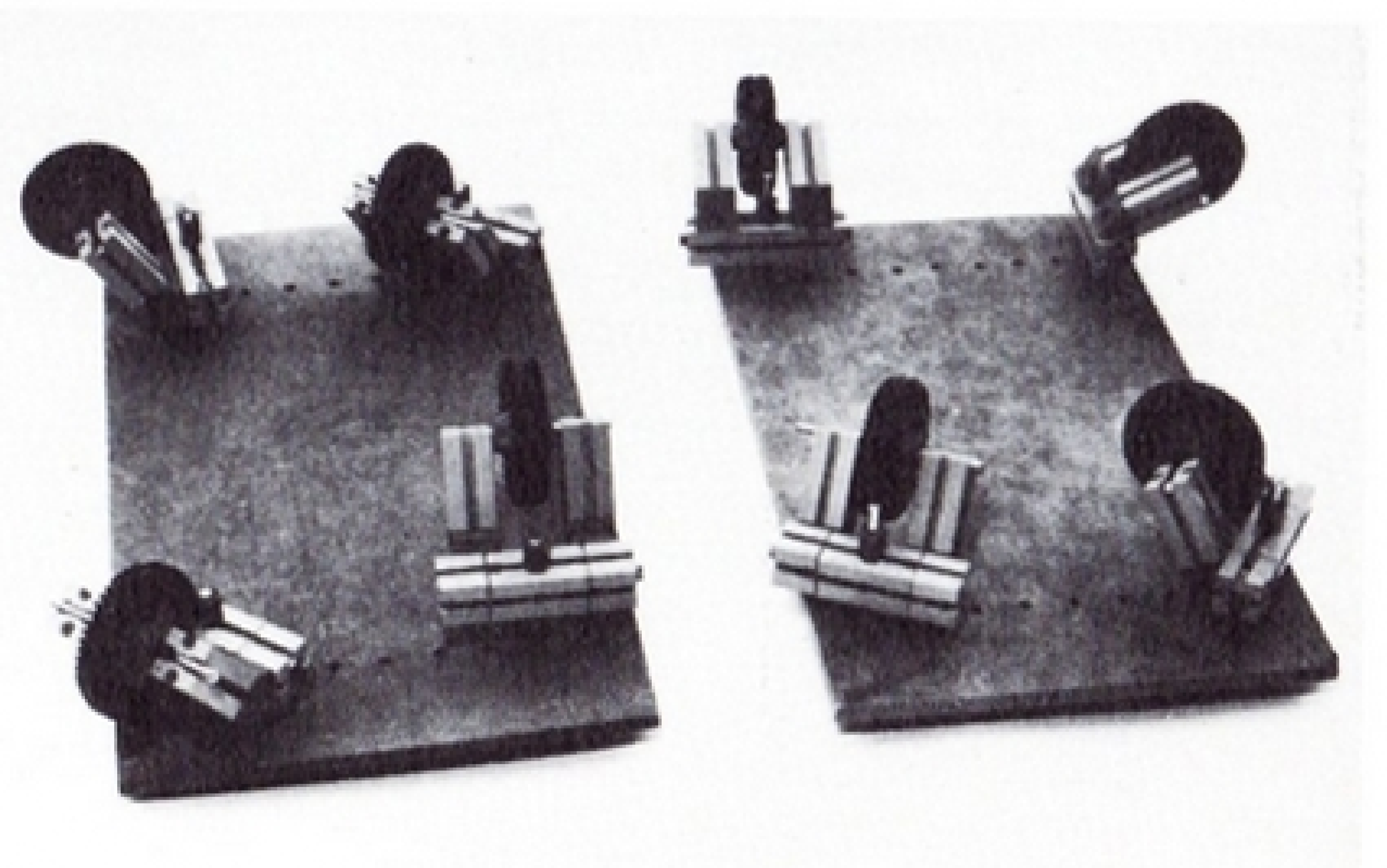
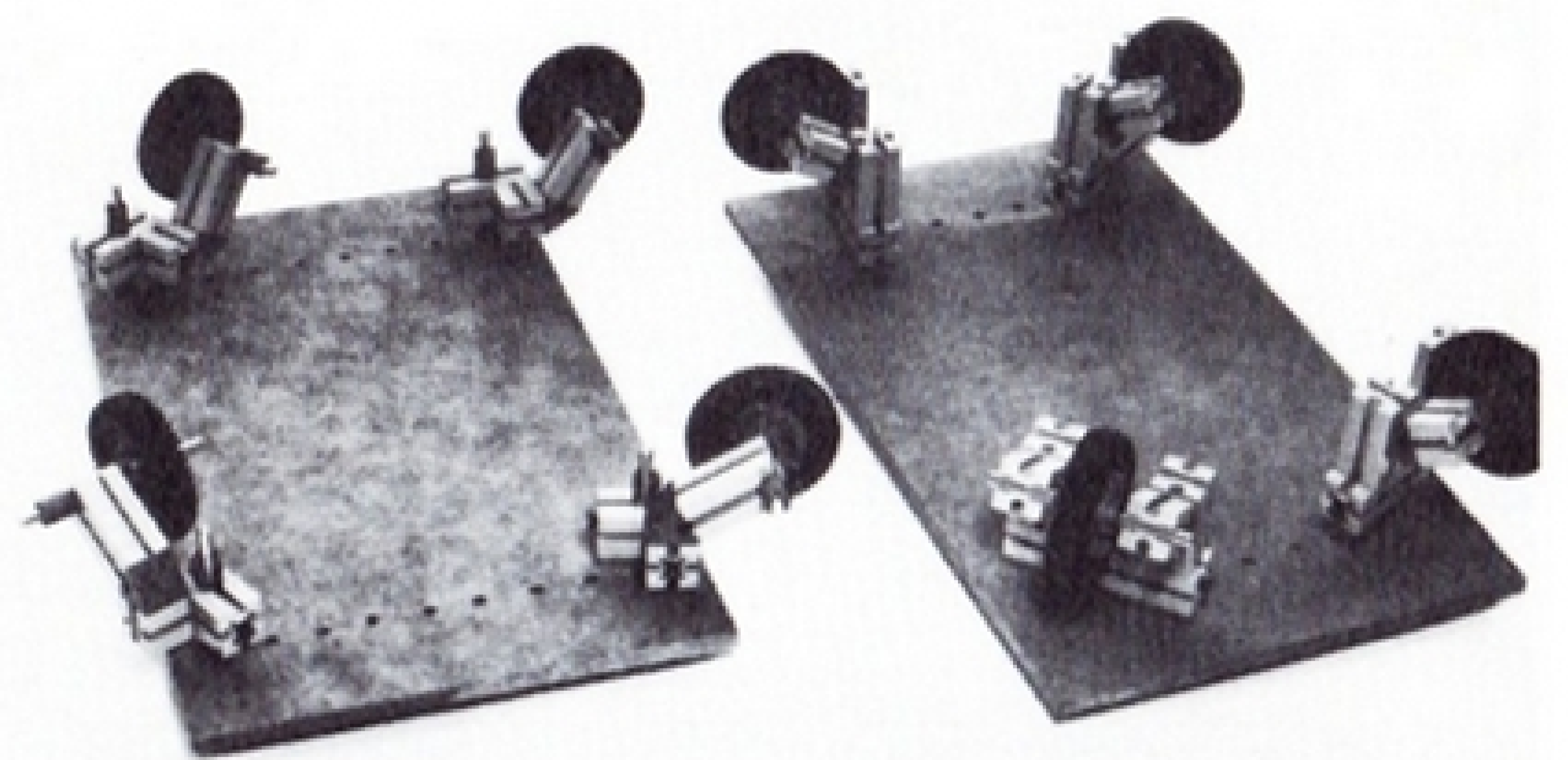
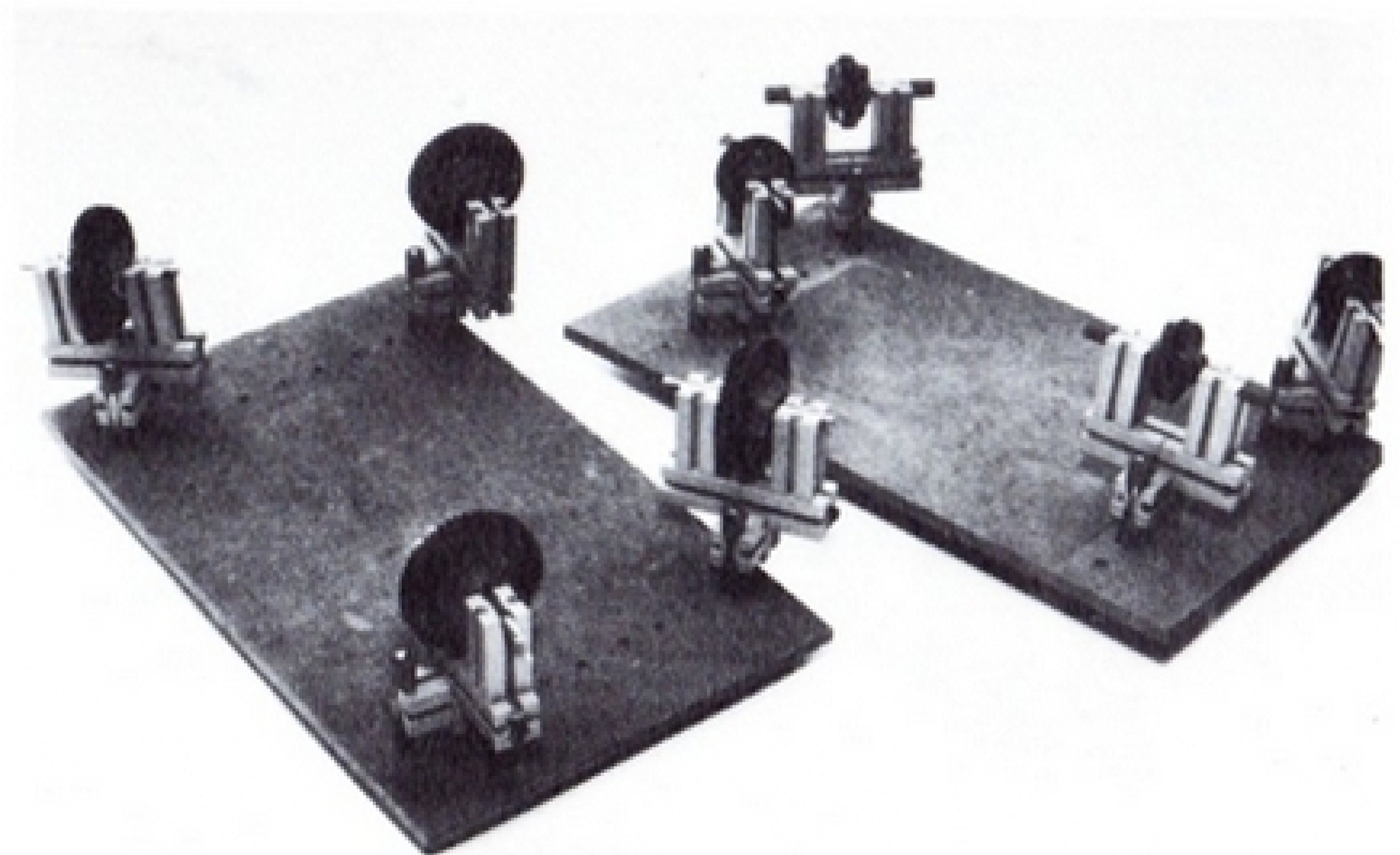


Abb. 27 bis 29: Funktionstüchtige Fahrgestelle mit Lenkrollen



Abb. 30: Schüler erproben die Wendigkeit ihrer Fahrzeuge



Abb. 31: Schüler untersuchen Bauarten und Lenkeigenschaften von Lenkrollen

2.8. Bezug zur technischen Wirklichkeit

Das bisher im Modell Dargestellte soll nun noch mit der technischen Wirklichkeit verglichen werden. Hierfür stellt der Lehrer einen Einkaufswagen und einen Bürostuhl bereit. Die Schüler können damit die verschiedenen Fahrbewegungen nochmals durchspielen und dabei das Einschwenken der Rollen beobachten (Abb. 31).

Zum Abschluß erhält jeder Schüler ein hektografiertes Blatt mit kurzen Erläuterungen zur Funktion der Lenkrolle sowie Kurzbeschreibungen und Skizzen zu den möglichen Lenkbewegungen. Auch auf Nachteile der Lenkung wird hingewiesen. Die Texte werden gemeinsam gelesen und besprochen.

Literatur

- (1) H. Wiederrecht, Analyse eines Lernprozesses im Bereich der technischen Bildung; in: Westermanns Pädagogische Beiträge, 12/1971
- (2) Arbeitsgruppe Technische Bildung, Pädagogische Hochschule Heidelberg, Arbeitskarten, Serie A, Satz III, Wendigkeit beim Lenken (Schwenkrollenlenkung), Braunschweig/Tumlingen 1971
- (3) Otto Böhm, Walter Breunig, Fritz Kaufmann, Eine Hilfe für kranke Leute, Braunschweig/Tumlingen 1975

Unterrichtshilfen zum fischer-technik-Schulprogramm

Das Stichwort *Transportieren* ist in den bei den Fischer-Werken erschienenen Unterrichtshilfen schon häufig behandelt worden, z. B. in:

Pfeiffer · Rolff · Schietzel · Schmayl · Vollmers

Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr

Ein Erfahrungsbericht
Best.-Nr. 39285 1

19,50 DM

Werner Pfeiffer · Jan Rolff · Carl Schietzel
Wolfgang Schmayl · Christian Vollmers

Unterrichtsbeispiele
zur technischen Bildung
im 5. und 6. Schuljahr



Die Unterrichtsbeispiele sind wie folgt gegliedert:

Sachinformation, Literatur, Didaktische Gesichtspunkte, Lernziele, Aufgabenstellung, Unterrichtsdurchführung, Realbezug, Zusammenfassung für den Schüler.

Text und Bilder geben so viele Hinweise und Impulse, daß dieser Unterricht auch Lehrern ohne Vorerfahrung mit dem fischertechnik-System gelingen dürfte. Im Realbezug werden Verbindungen hergestellt zwischen den mit Baukastenteilen konstruierten Modellen und der technischen Wirklichkeit.

Zum Stichwort *Transportieren* enthält das Buch drei Unterrichtsbeispiele: Der Gabelstapler / Die Seilbahn / Die Magnetschwebbahn.

Für den Einsatz der fischertechnik-Lernbaukästen im Unterricht steht ein umfassendes Programm an didaktischen Hilfen zur Verfügung. Bitte fordern Sie Unterlagen an.



Fischer-Werke, Artur Fischer GmbH & Co. KG
Abteilung Schule
7244 Tumlingen/Waldachtal 3
Telefon 07443/121

Christa Herbig

Die Seilbahn

Versuch zur Überwindung eines Tales

Unterrichtsbeispiel (3 Unterrichtsstunden) für die Beobachtungsstufe, durchgeführt in der Volks- und Realschule „Neurahlstedt“, Hamburg 73, im 6. Schuljahr (9 Mädchen, 7 Jungen)

Arbeitsmaterial:

10 Lernbaukästen u-t 1, Bindfaden in zweierlei Stärke, Schraubenzwingen.

Das Seil ist ein wesentliches technisches Mittel zum „Transportieren“, z.B. bei Seilwinden und Flaschenzügen, Eisenbahnsignalen und Schranken oder auch zur Bewegung von Zeigern auf Skalen (Radiogerät).

Hier sollten die Schüler diese Aufgabe des Seiles am Beispiel der *Seilbahn* untersuchen. Eine für unterrichtliche Zwecke aufgearbeitete *Sachdarstellung* zum Thema findet sich bei (1).

1. Lernziele

Die Schüler sollen

- mit eigenen Worten die Funktionsweise von Seilbahnen beschreiben;
- nach eigenen Vorstellungen das Modell einer Seilbahn konstruieren können, deren Kabine (oder auch Kabinen) sich von einer Station aus hin- und herbewegen läßt (bzw. lassen);
- die Weiterleitung von Bewegungen durch Seile als grundlegendes technisches Prinzip erkennen;
- folgende Begriffe richtig anwenden können: Kabine, Tragseil, Zugseil, Vorspannung, Verankerung, Durchhang.

2. Zur Situation

Bei den 16 Schülerinnen und Schülern handelte es sich um die Hälfte einer Klasse des 6. Schuljahres. Im Unterricht arbeitete diese Gruppe zum ersten Mal mit fischertechnik. Es zeigte sich bei einer Umfrage, daß keinem Kind die Baukästen völlig

fremd waren, jedoch sehr unterschiedliche Vorkenntnisse vorausgesetzt werden mußten.

Ebensowenig konnte erwartet werden, daß alle 16 Kinder schon einmal eine Seilbahn gesehen oder gar benutzt hätten (die nächstgelegene Bahn befindet sich bei Bad Harzburg im Harz – von Hamburg immerhin ca. 250 km entfernt). Eine Schülerin war in den Ferien einmal mit der Seilbahn am Schauinsland (Schwarzwald) gefahren, zwei weitere Schüler kannten aus dem Skiurlaub Sessellifte.

3. Aufgabenstellung

Im einleitenden Gespräch sollte auf die Aufgaben von Seilbahnen eingegangen werden: Transport von Personen und Gütern vom Talgrund auf einen Berg, Ersatz von Straßen, falls deren Bau nicht möglich ist, z.B. bei Überbrückung eines Tales. Bei der Gelegenheit schilderten jene drei Kinder ihren Mitschülern sehr anschaulich ihre Beobachtungen aus den Ferien. Ergänzend dazu zeigte ich einige Dias von der Schauinslandbahn und von einer Seilbahn, die die einzige Verbindung zwischen Rhonetal und Bettmeralp am Aletschgletscher ist. Schließlich hat das Gespräch im Wesentlichen folgendes verdeutlicht:

An einer Seilbahn befinden sich in der Regel mehrere Gondeln oder Kabinen. Sie werden von einer Station aus angetrieben. Einige Bahnen haben zwei Seile: Tragseil und Zugseil. Es gibt Bahnen, bei denen die Gondeln rundum laufen (aus dem Erfahrungsbericht der Schüler).

Der Arbeitsauftrag:

„Baut eine Seilbahn, mit der ihr das „Tal“ zwischen euren Schultischen überbrücken könnt. Eure Bahn sollt ihr von einer der beiden Stationen (Tische) aus antreiben können.“

4. Unterrichtsdurchführung

Für dieses Thema war Partnerarbeit vorgesehen. Es bildeten sich acht Gruppen. Jede Gruppe bekam einen Baukasten und zwei Schraubzwingen. Zwei Baukästen standen als Reserve für alle Schüler bereit. Außerdem konnten sich die Gruppen nach Belieben mit Bindfaden in zweierlei Stärke versorgen.

Zur zeitlichen Einteilung des Unterrichts

In diesem Fall erwies es sich als Vorteil, die drei Stunden im Block zu haben. Das Thema konnte von

den Schülern in drei Unterrichtsstunden erarbeitet werden, ohne dabei durch erneutes Ein- und Auspacken in ihrer Planung unterbrochen zu werden:

Einleitendes Gespräch	– 15 Minuten
Zeitraum, um mit dem Arbeitsmaterial vertraut zu werden	– 15 Minuten
Konstruktionsphase	– 50 Minuten
Erprobung, Auswertung	– 20 Minuten
Zeit für Verbesserung/Änderung	– 15 Minuten
Abschließendes Gespräch mit Transfer zur technischen Wirklichkeit (mit Hilfe von Photos und Dias)	– 20 Minuten

Auftrag an die Schüler, selbst weiteres Material zum Thema zu beschaffen, z. B. Bilder und Berichte aus Zeitschriften.

Da die „Stationen“ mit Schraubzwingen am Tisch befestigt werden sollten und die nötige Seilspannung durch entsprechendes Auseinanderrücken der Tische erreicht wurde, konnte auf Stützpfiler verzichtet werden. Das bedeutete eine wesentliche Erleichterung, weil die Schüler nicht gezwungen waren, offene Bügel zu konstruieren, die das Vorbeifahren am Pfeiler ermöglichen. Dennoch wählten einige diese Form, und mit welchen Schwierigkeiten sie dabei zu kämpfen hatten, zeigen Abb. 1 und 2.

Allen acht Gruppen schien die Kabine das wichtigste Stück an der Bahn zu sein: Sie begannen ohne Ausnahme damit ihre Arbeit. Es entstanden die verschiedensten Typen – vom einfachen Bügel eines Schleppliftes (Abb. 1) bis zur aufwendigen, rundum geschlossenen Kabine (Abb. 5).

Beim Bau der Stationen begnügten sich mehrere Gruppen mit waagrecht gelagerten Achsen, auf der die Antriebskurbel und eine Seilrolle oder Radnabe zur Führung des Seiles befestigt worden waren.

Drei Gruppen dagegen versuchten, offenbar von den Beschreibungen ihrer Mitschüler inspiriert, eine umlaufende Seilbahn zu konstruieren (Abb. 6 und 7). Sie scheiterten zwar an dem Problem, ihre Kabinen um die Rollen an den Stationen herumzuführen, schafften es aber, den Antrieb ihrer Bahn so anzulegen, daß sie gleichzeitig zwei Kabinen in entgegengesetzte Richtungen fahren lassen konnten. Dabei ergab sich für eine Gruppe eine Schwierigkeit, die sie (wie Abb. 1 und 3 zeigen) schließlich ausgezeichnet gelöst hat: die beiden Schüler hatten anfangs ihre Gondel seitlich aufgehängt (Abb. 1), waren damit aber gar nicht zufrieden, weil ihnen die Schräglage nicht gefiel und die Aufhängung zu unsicher erschien (bei geringer Erschütterung stürzte die Gondel ab). So schwankten sie zunächst zwischen einer Lösung, die die Nachbargruppe entwickelt hatte (Abb. 4) und ihrer Idee, das Seil direkt durch den Lochstein laufen zu lassen. In beiden Fällen stießen die zwei Gondeln aber auf halber Strecke gegeneinander. Die Schüler verbreiterten den Raum zwischen dem umlaufenden Seil

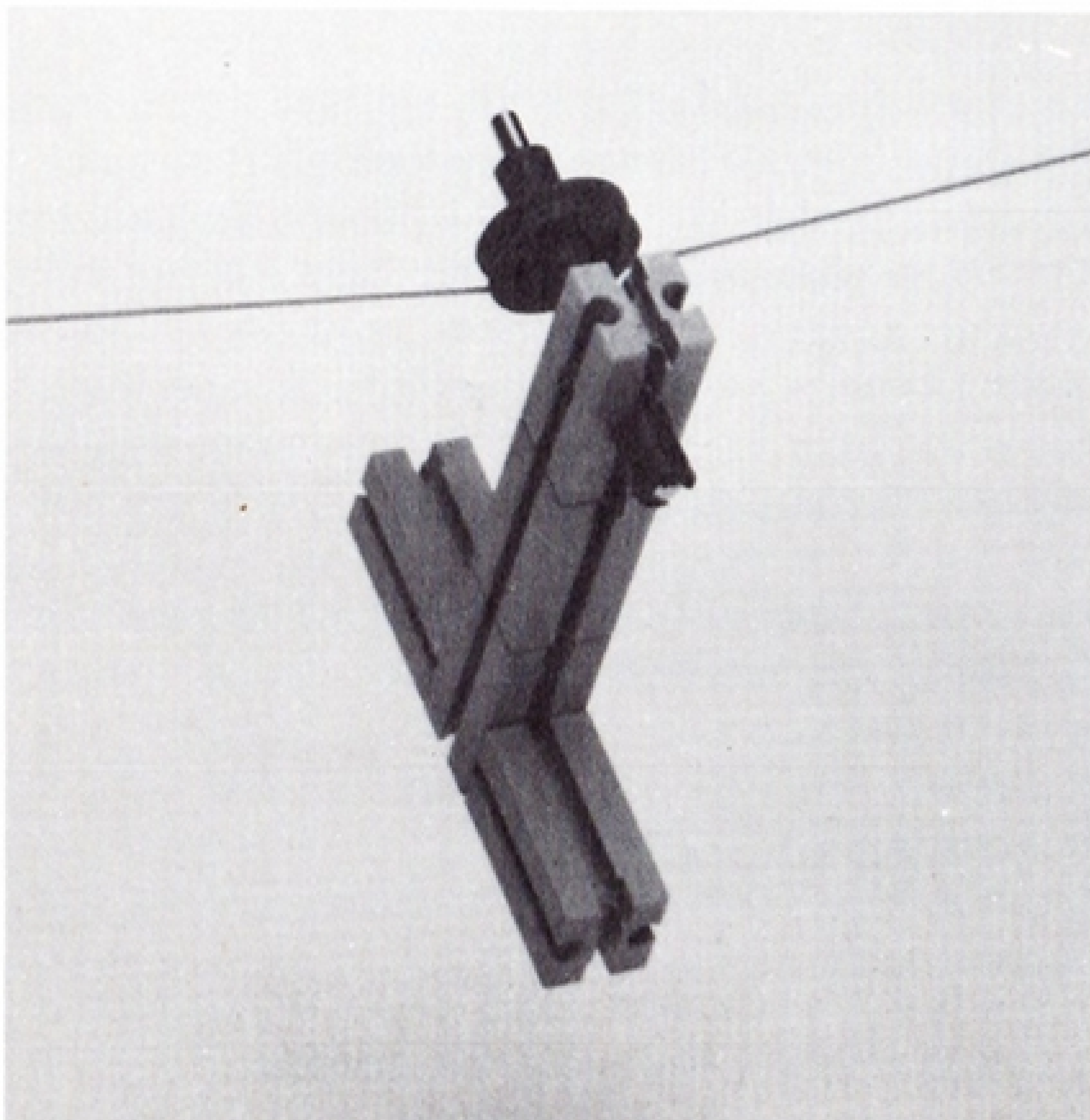


Abb. 1: Seitlich aufgehängter einfacher Schlepplift

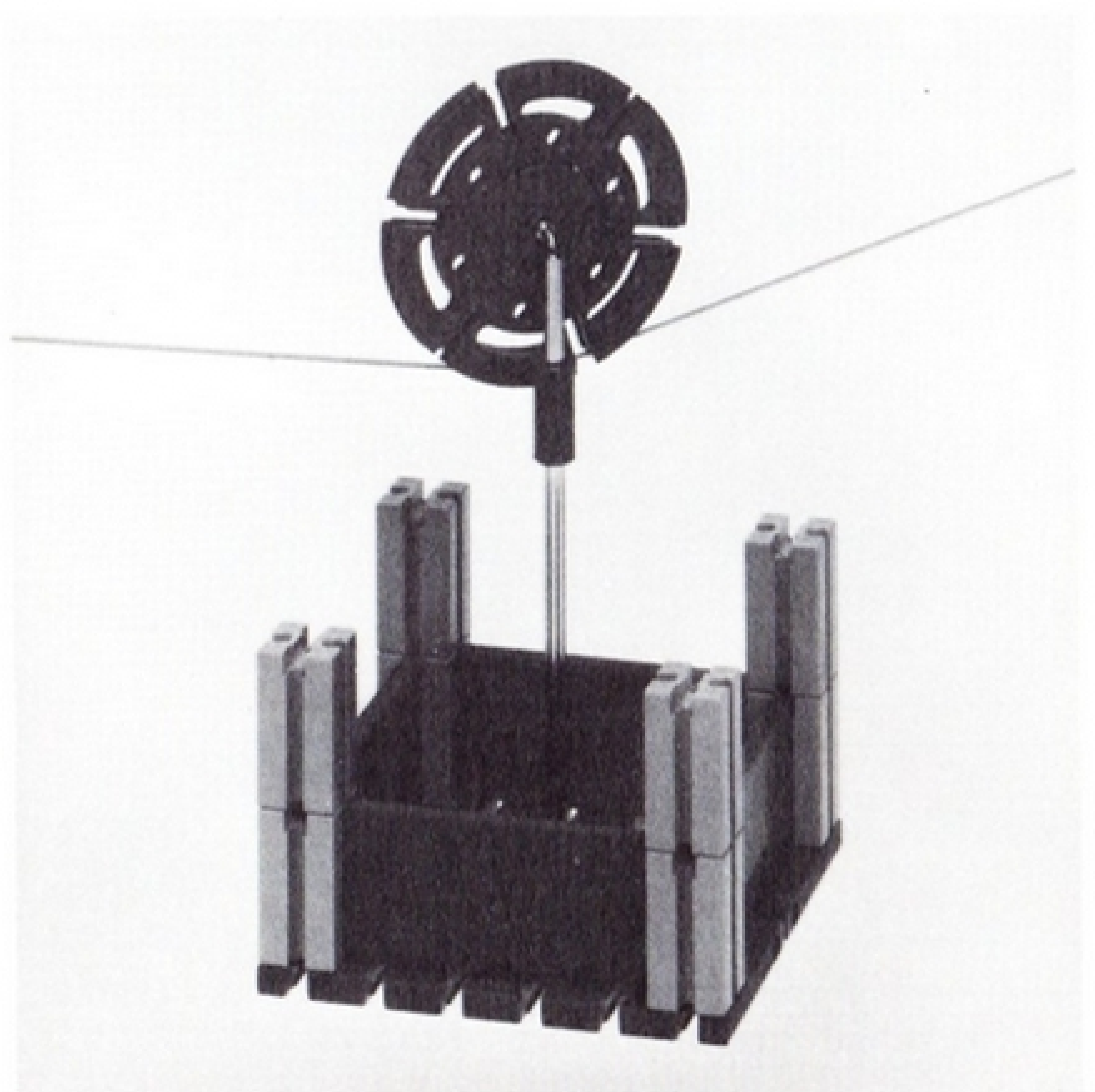


Abb. 2: Seitlich aufgehängte Kabine

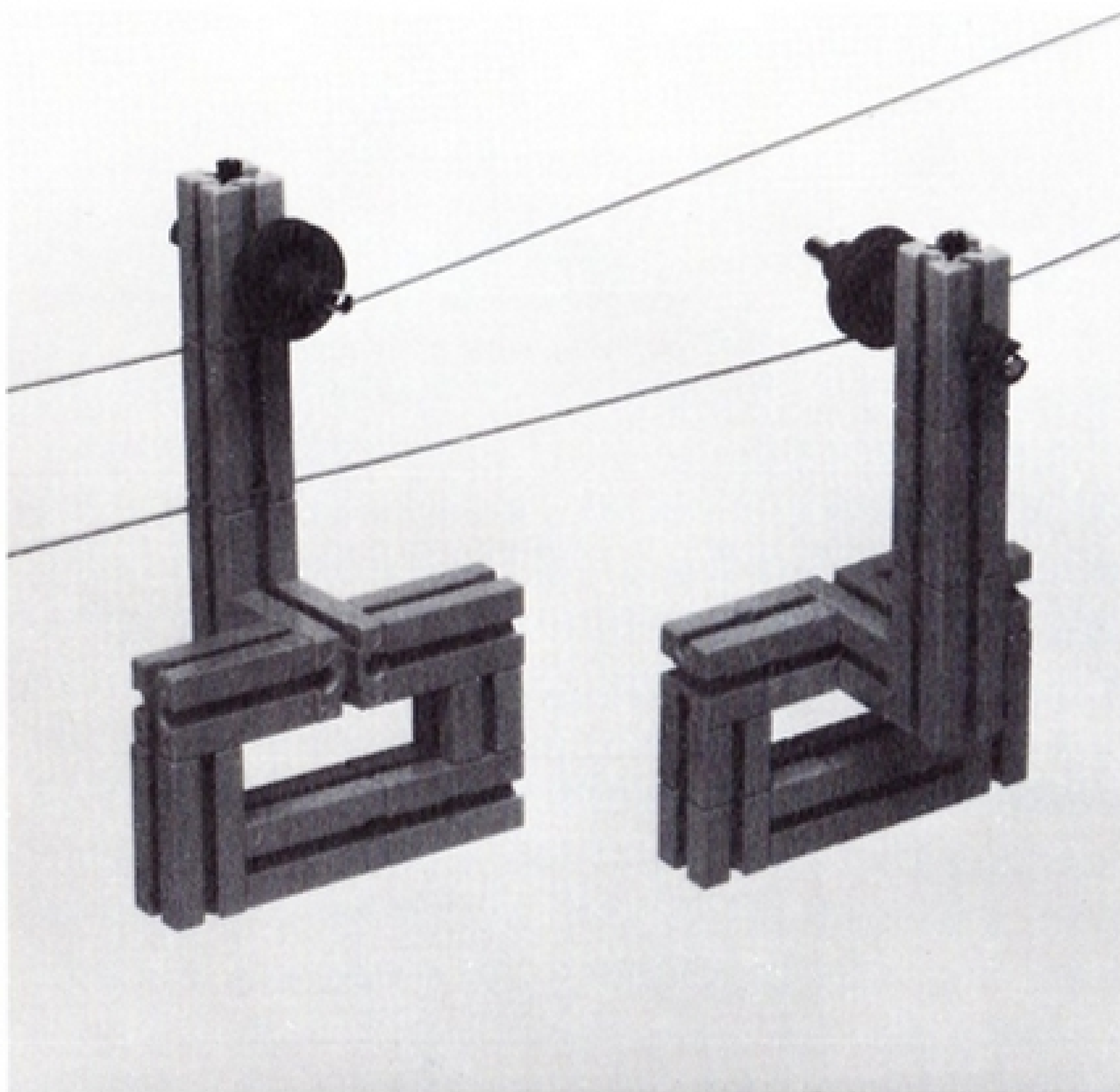


Abb. 3: Durch ihr Gewicht hängt die Gondel senkrecht unter dem Seil.

durch Hinzufügen von zwei senkrecht gelagerten Achsen. Als aber auch das nicht ausreichte, fanden sie schließlich die Lösung, die in Abb. 3 zu sehen ist:

Die Gondeln behielten ihre ursprüngliche, seitliche Lagerung. Der linke Teil des Bügels wurde entfernt, rechts unter der Aufhängung bekam die Gondel durch 4 große und 3 kleine Bausteine zusätzliches Gewicht, so daß beide Gondeln nun senkrecht am Seil hingen und einander ohne Behinderung passieren konnten.

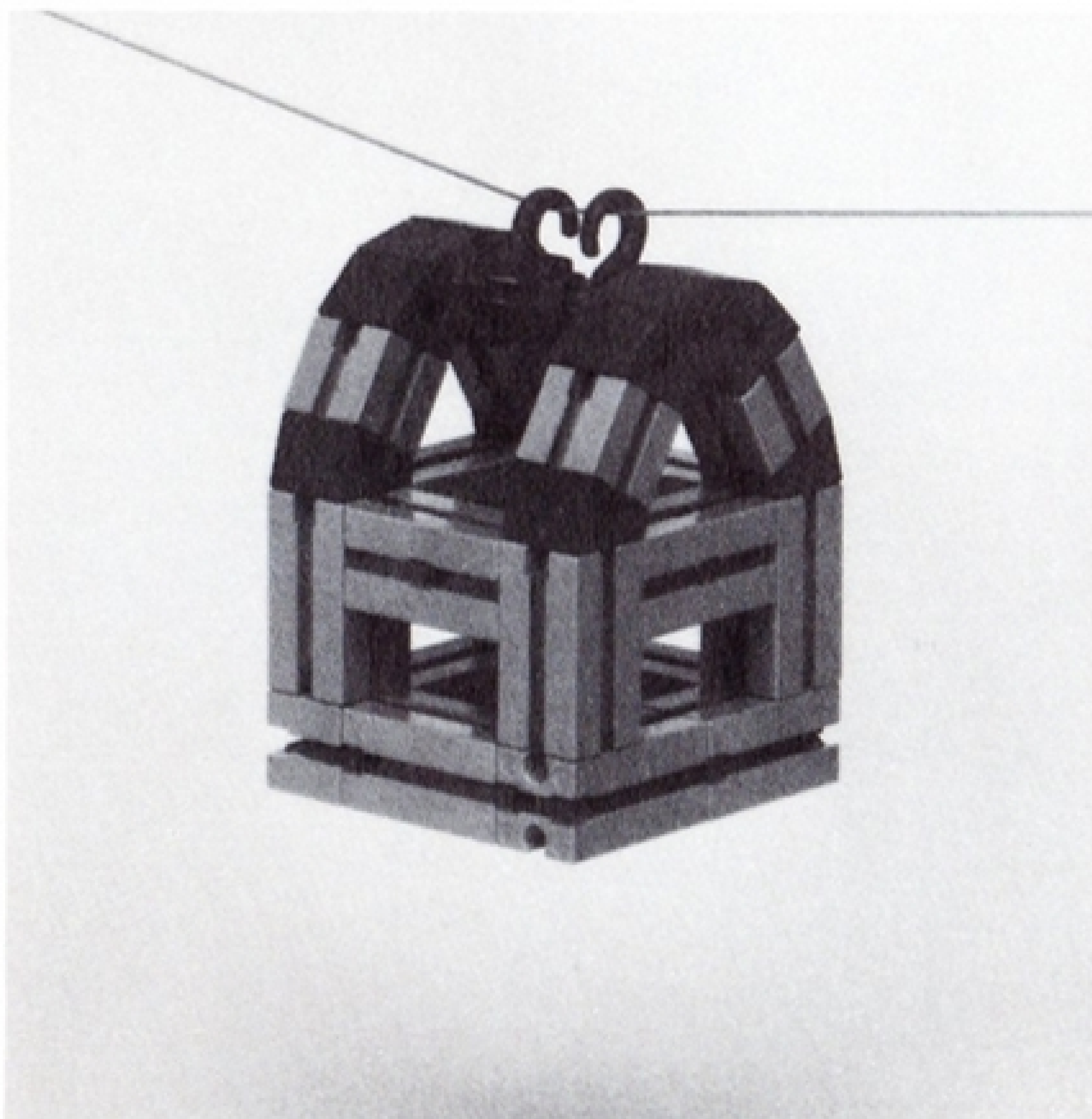


Abb. 5: Geschlossene „Kabine“

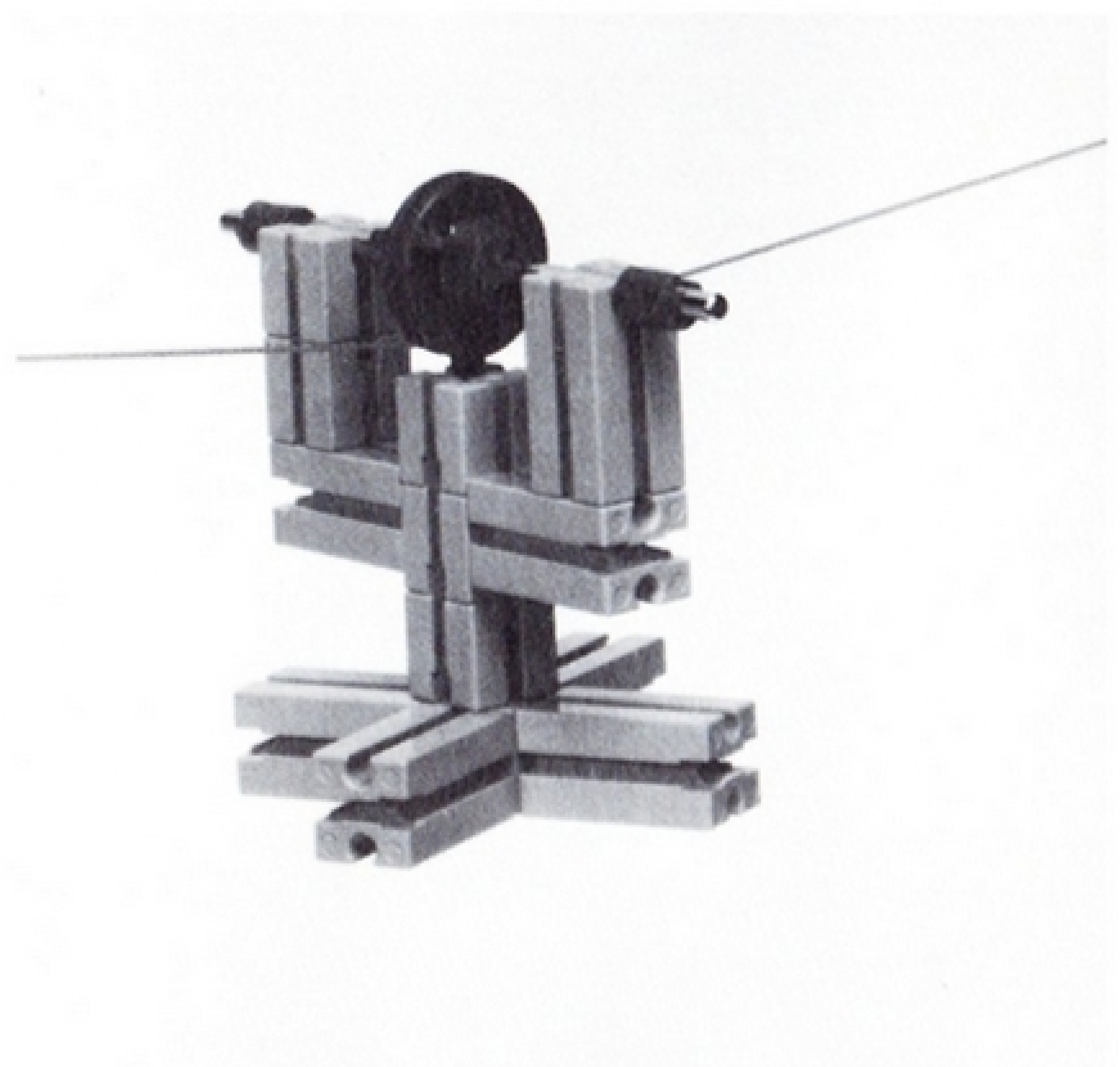


Abb. 4: Die „Gondel“ hängt senkrecht, ragt aber beidseitig weit über das Seil hinaus.

Die meisten Schüler entschieden sich für die Einseilbahn, nur zwei von ihnen fanden die Lösung für eine Zweiseilbahn. Ihre Konstruktion ist in Abb. 7 zu sehen.

Sie verwendeten in ihrer Bahn beide angebotenen Bindfadenstärken. Für das Trageil nahmen sie die stärkere Sorte und befestigten die Bindfadenenden mit zweifachem Knoten jeweils an einem Lochstein ihrer „Seilbahnstation“. Das umlaufende Zugseil, daß die Kabine an zwei Haken bewegte, entstand aus dem feineren Band.

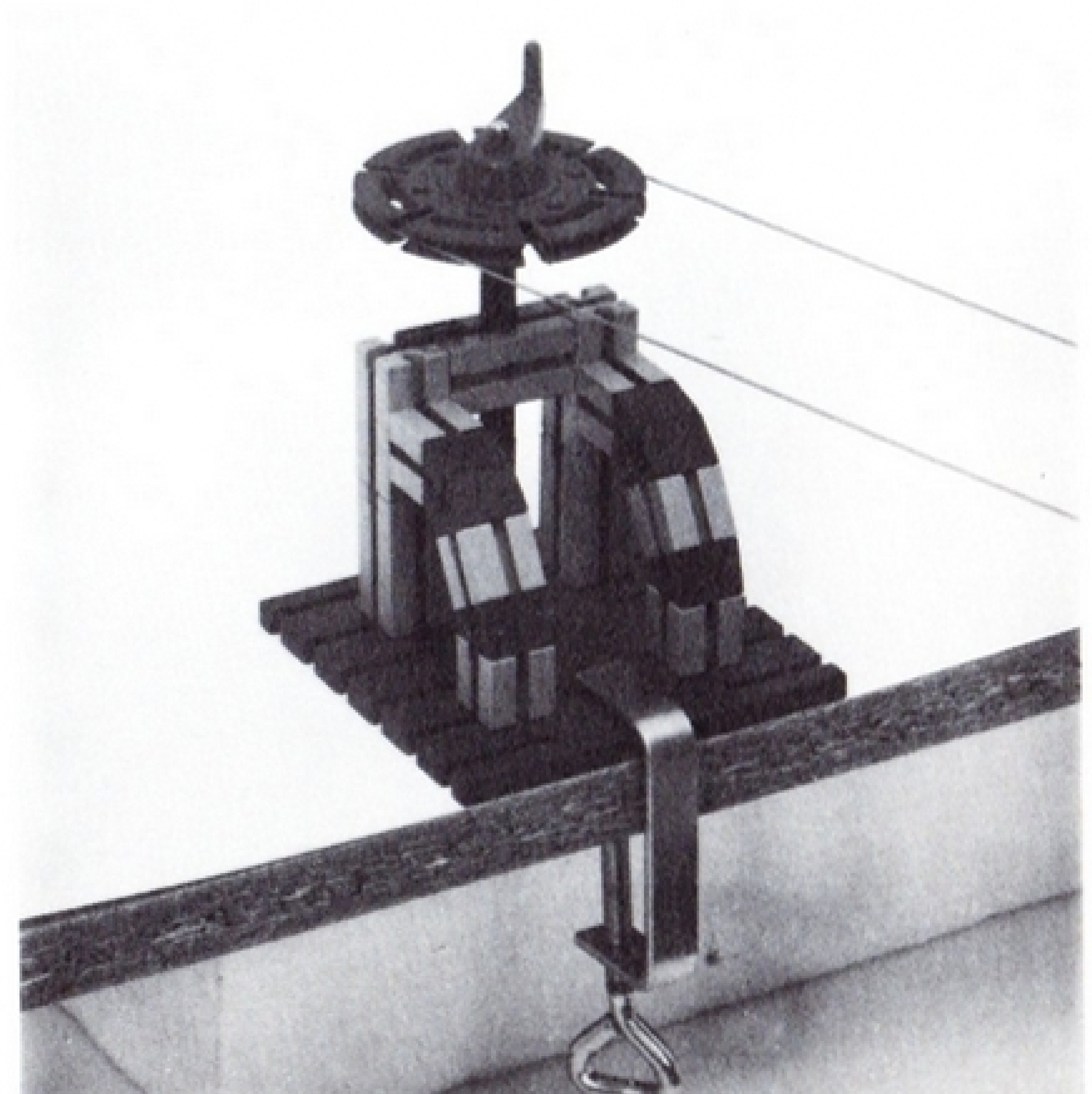


Abb. 6: Einfachste Form einer umlaufenden Seilbahn

Allerdings spielten bei dieser Entscheidung der Schüler andere Gründe als in der Realität eine Rolle: Sie wählten die geringere Stärke nicht wegen niedrigerer Beanspruchung, sondern weil die Bandenden einen feineren Knoten bildeten und bei Betrieb der Bahn nicht aus der Führung der waagerechten Drehscheibe herausrutschten. Bei Probefahrten zeigte die Bahn in der Form, wie sie Abb. 7 zeigt, noch eine Schwäche: Die Führung auf dem Tragseil durch eine einzige Seilrolle war zu gering. Die Schüler erkannten den Mangel und verbesserten später ihre Lösung, indem sie zusätzlich noch zwei Seilrollen einbauten.

Einen anderen Mangel, den viele Lösungen aufwiesen, erkannten die meisten Schüler erst, als wir bei Probefahrten die ursprüngliche Aufgabenstellung abwandelten, d. h. eine Station auf der tiefer gelegenen Sitzfläche des Stuhles befestigten: Da funktionierten plötzlich mehrere Bahnen nicht mehr. Jene Kabinen, die, nur auf das Seil gehängt, durch ihr Eigengewicht den notwendigen Halt fanden, um transportiert zu werden, rutschten nun immer zur Talstation zurück.

Schließlich fiel uns bei der Auswertung der Ergebnisse auf, daß die Mehrzahl der Gondeln sich in ihrer Aufhängung am Seil ähnelten: Da waren Radnaben, Drehscheiben oder Seilrollen verwendet worden.

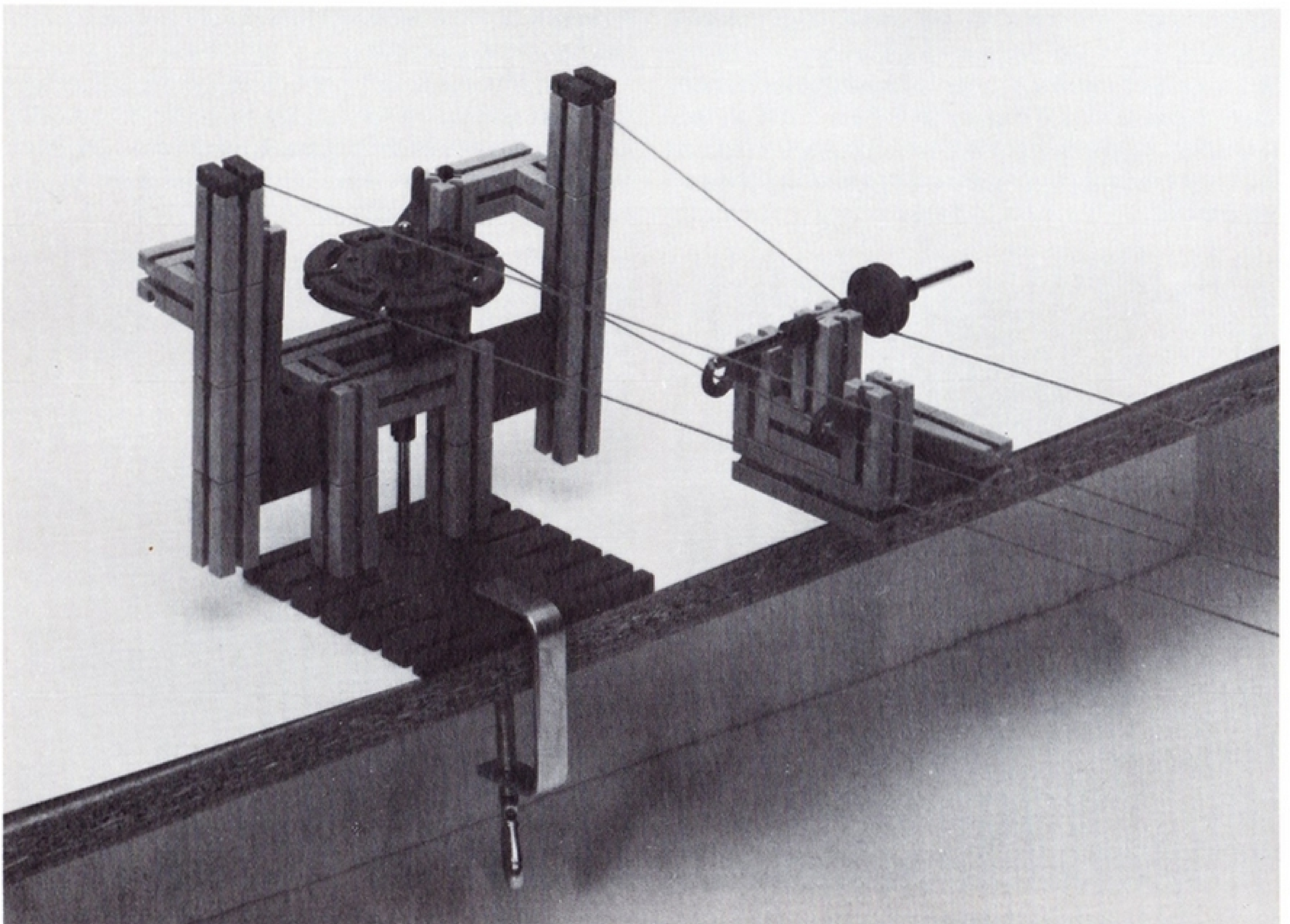
Hier sind die Schüler offensichtlich durch die anfangs gezeigten Dias zu sehr beeinflusst worden; denn dort hatten sie an den Kabinen Rollen erkannt und, ohne deren Funktion gleich zu durchschauen, versucht, das Gesehene mit Baukastenteilen nachzubauen.

Möglicherweise hätte zur Einführung an Stelle der Dias eine einfache Zeichnung (z. B. die „Dantziger Maschine“, vgl. (1), S. 75) die Schüler ebenfalls angeregt, aber ihrer Phantasie vielleicht mehr Spielraum gelassen; denn jene Darstellung sagt noch nichts über die Befestigung der einzelnen Gondeln am Seil aus.

Literatur

- (1) Vollmers, W., Die Seilbahn, in: Pfeiffer, W. u. a., Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr, Tumlingen, Braunschweig 1974, S. 71 ff.

Abb. 7: Modell einer Zweiseilbahn mit Tragseil und Zugseil



Siegfried Hirschel

Cabinentaxi

Ein modernes Verkehrssystem

Unterrichtsbeispiel (12 Unterrichtsstunden) für die Sekundarstufe I, durchgeführt in der Holzkampfschule in Witten in einem 8. Schuljahr (12 Jungen)

Arbeitsmaterial:

15 Lernbaukästen u-t 1, 2 Lernbaukästen u-t 4, 3 mini-mot, 2 Transformatoren, 4 Luftschrauben, ft-Schienen, verschiedene Elektronikbausteine, Kontakte zur Stromübertragung, Klebefolie, Aluminiumfolie

1. Lernziele

Die Schüler sollen

- Technik als Daseinserleichterung am Beispiel Cabinentaxi kennenlernen und z.B. erfahren, daß ein modernes öffentliches Nahverkehrssystem wirtschaftlich, technisch realisierbar, attraktiv für den Benutzer und umweltfreundlich sein muß, daß diese Bedingungen beim Cat-System erfüllt werden durch folgende Faktoren: nur Sitzplätze in bereitstehenden Kabinen, zielreiner Verkehr, hohe Reisegeschwindigkeit, eigene Fahrspur, vollautomatische Betriebsweise, lärm- und abgasfreier Betrieb;
- Modelle von schienengeführten Fahrzeugen mit geringen Spurweiten erstellen und Möglichkeiten der Lenkung (besonders in Kurven) herausfinden;
- an diesen Modellen verschiedene Antriebsarten überprüfen und die beste in der Streckenführung einsetzen;
- zwei Fahrspuren an einem Fahrträger in einem geschlossenen Modell (Kreis) bauen;
- Haltepunkte als on-line-station errichten;
- das Halten von Fahrzeugen auf einer Fahrspur elektronisch steuern;
- Fahrzeuge in hängender und aufgesattelter Bauweise einsetzen;
- Fahrwege mit Geradstücken, Bogenstücken, Stützen und Stationen errichten;
- in einem informellen Test mit Hilfe von Auswahlantworten die wesentlichen Systemmerkmale des Cabinentaxis benennen und wiedererkennen.

Wenn hier auch eine formale Trennung der Lernziele erfolgt, so überschneiden sie sich doch in der unterrichtlichen Realisation. Hier wird auch die Frage, inwieweit Abweichungen von der Realität vertretbar sind (z.B. on-line-station statt off-line-station, starre Weichen usw.) nicht diskutiert. Sie sind im Vorwissen der Schüler wie auch im System Cabinentaxi begründet („Das Cat-System ist ein vielseitiges System für alle Betriebsformen und Bauweisen.“ (1)).

2. Sachinformation

Mehrere Nahverkehrssysteme, die sich als Alternativen oder Ergänzung zu Bus, Straßenbahn und PKW verstehen, sind in der Bundesrepublik in der Erprobung, z.B. H-Bahn, Transurban-System, Aramis-Kabinenbahn, Kompaktbahn und Cabinentaxi.

Die Notwendigkeit neuer Systeme erscheint insofern einsichtig, als sie in der Lage sind, durch eigene Verkehrswege, umweltfreundliche Technik, Komfort und optimale Zeitplanung den z.T. chaotischen Zuständen im Straßenverkehr abzuwehren.

Da der folgende Beitrag sich darauf beschränkt, sich lediglich mit einigen Aspekten des Nahverkehrssystems Cabinentaxi und dessen unterrichtlicher Realisation auseinanderzusetzen, wird auf Systembeschreibungen anderer Nahverkehrssysteme nicht näher eingegangen. Unterlagen hierzu stellen folgende Firmen zur Verfügung:

H-Bahn: Siemens AG/Waggonfabrik Uerdingen AG, 4150 Krefeld 11

Transurban: Krauss-Maffei AG, Kraus-Maffei-Str. 2, 8000 München 50

Aramis-Kabinenbahn: P. A. Dornier System, Postfach 648, 7990 Friedrichshafen

Kompaktbahn: Krupp Industrie- und Stahlbau, Franz-Schubert-Str. 1–3, 4140 Rheinhausen

Cabinentaxi: DEMAG Fördertechnik, Heinitzstr. 28, 5800 Hagen, und Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, Alte Landstr. 7, 8012 Ottobrunn

„Das Cabinentaxi ist gekennzeichnet durch spurgeführte, linearelektrisch angetriebene Kleinfahrzeuge mit Sitzplätzen, die fahrerlos und selbstgeregelt oberhalb und unterhalb eines einzigen Fahrbalkens verkehren können.“ (2) Seine Systemmerkmale im Bereich Technik sind:

- zwei Fahrspuren, aber nur ein Fahrträger,
- leichtes, robustes Fahrzeug (600 kg),
- Lenkung durch das Fahrzeug,
- autonome Fahrtregelung,
- spurgeführtes Fahrzeug,
- witterungsunabhängiger Antrieb (Linearmotor),

– im Vergleich zum PKW günstigere Energieumsetzung.

Seine Systemmerkmale im Bereich Verkehr sind:

- Flexibler Fahrweg (Tunnel, ebenerdig, aufgeständert),
- off-line-station,
- Flächenerschließung,
- ständiges Fahrzeugangebot,
- nur Sitzplätze,
- direkte Zielfahrt,
- hohe Verkehrsleistung.

Vgl. dazu die folgende Tabelle und Abb. 1.

Fahrträger

Bauart	Kastenträger
Material der Tragkonstruktion	Stahl
Trägerbreite (m)	1,6
Trägernutzlast zu Trägergewicht bei max. Stützweite	1,4
Max. Stützweite (m)	40
Min. Kurvenradius (m)	30
Steigung (%)	10
Spannung (V)	500 ~

Fahrzeug

Plätze	3
davon Sitzplätze	3
Kabinenlänge (m)	2,0
Kabinenbreite (m)	1,6
Kabinenhöhe (m)	1,5
Fahrwerkklänge mit Dämpfer (m)	2,3
Tragmittel	Gummiräder
Führungsmittel	Gummiräder
Spurweite Standfahrzeug (m)	1,3
Spurweite Hängefahrzeug (m)	0,9 (1,26 im Weichenbereich)
Verzweigung	Führungs-Gummiräder
Fahrzeugfolgezeit (sec)	0,5 . . . 1 variabel
Max. Verkehrsleistung (Fhz/h)	3000 . . . 5000

Antrieb

Max. Fahrgeschwindigkeit (m/sec)	10
Max. Fahrgeschwindigkeit (km/h)	36
Schubkraft in N pro kg Motorgewicht bei $v = 30$ km/h	23
Max. Beschleunigung (m/sec ²)	2,5
Motorart	2 Doppelkamm-Linear-motoren, waagrecht
Max. elektr. Verzögerung (m/sec ²)	2,5
Elektr. Bremsart	2 Doppelkamm-Linear-bremsen, waagrecht
Max. mech. Bremsung (m/sec ²)	2,5
Mech. Bremsart	4-Rad-Trommelbremse
Notbremsung (m/sec ²)	5
Notbremsart	2 Doppelkamm-Linear-bremsen + 4 Rad-trommelbremsen
Beschleunigung in sec von Null auf 36 km/h	5
Geräuschentwicklung (dBA)	< 60

Technische Daten zum Nahverkehrssystem Cabinentaxi, Versuchsanlage Hagen (aus (2))

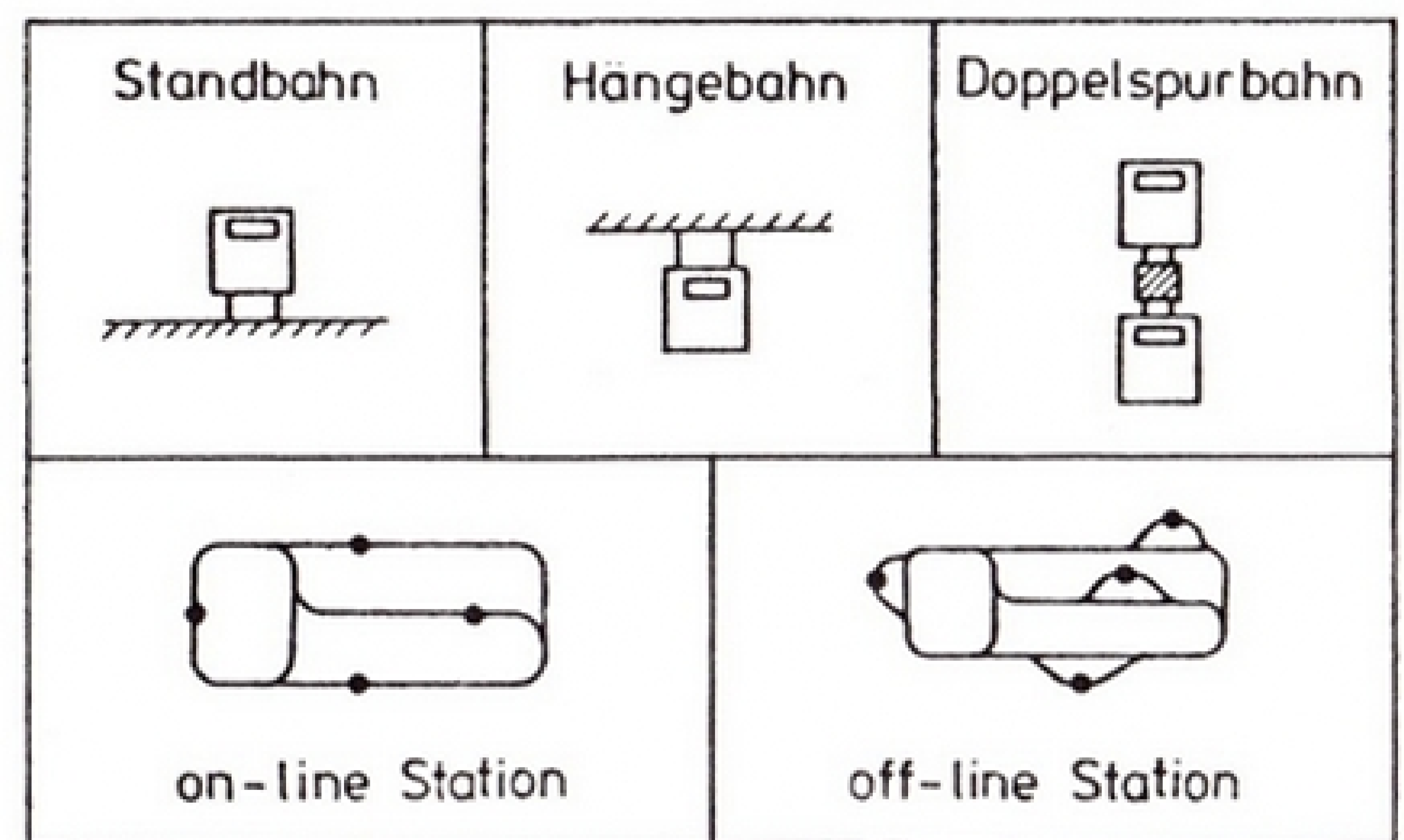


Abb. 1: Einige wichtige Begriffe

3. Unterrichtsdurchführung

3.1. Vorbemerkung

Die Begründung, daß die folgende Unterrichtseinheit durchgeführt wurde, liegt darin, daß

1. das Cat-System in der Erprobungsanlage Hagen gut zu erreichen war (10 km vom Schulort entfernt),
2. der „Einsatz von Maschinen und technischen Einrichtungen in Industrie, . . . Verkehr und dadurch bedingte Veränderungen . . . (Richtl. NRW TE/8) in das Problembewußtsein der Schüler gerückt wurde,
3. ein Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik und damit verbundene Probleme in einem modernen Nahverkehrssystem reflektiert wurden.

Der Unterricht war so geplant, daß Produktion/Reflexion – Betriebserkundung – Produktion/Reflexion einander abwechselten, um die Schüler sowohl in die Rolle des Konzipienten und Erfinders als auch in die des Rezipienten zu versetzen.

3.2. Anfangssituation und Bauauftrag

Den Schülern wurden mit Hilfe des Epidiaskops verschiedene Abbildungen von Versuchsfahrzeugen wortlos gezeigt. Dabei ergaben sich Schüleräußerungen wie folgt: Das sind Eisenbahnen, Straßenbahnen – Fahrzeuge, die wir nicht kennen – neue Fahrzeuge – komische Formen – sehr farbig – sie schweben und fahren auf Rädern – sie haben einen eigenen Fahrweg.

In einer sich anschließenden Diskussion erfuhren die Schüler, daß die gezeigten Fahrzeuge zu neuen Nahverkehrssystemen gehören. Anschließend erfolgte der *Bauftrag*:

„Alle neuen Nahverkehrssysteme haben einen eigenen Fahrweg. Mit einem solchen Nahverkehrssystem, dem Cabinentaxi, wollen wir uns in den nächsten Wochen auseinandersetzen.

Baut einen aufgeständerten Fahrbalken. Auf diesem Fahrbalken sollen auf 2 getrennten Fahrspuren oberhalb aufgesattelte Fahrzeuge und unterhalb

hängende Fahrzeuge betrieben werden. Die Fahrzeuge sollen auch in Kurven fahren können.“

3.3. Erste Produktions-/Reflexionsphase

Daß Fahrzeuge an einem Fahrbalken hängen können, war den Schülern aus einer Unterrichtseinheit „Die Wuppertaler Schwebebahn“ (vgl. (4)) bekannt. Ebenso hatten sie Zahnradbahnen, Straßenbahnen, U-Bahnen und Züge als Beispiele für Standbahnen in ihr Erfahrungsrepertoire aufgenommen.

Prinzipiell sind bei den Standbahnen folgende Trassen möglich: aufgeständert, ebenerdig, Erdschnitt und als Tunnel. Von diesen Möglichkeiten wurden die Schüler auf die erste, die aufgeständerte, festgelegt.

Setzt man voraus, daß die Trassenart bei Stand- und Hängebahnen den Schülern bekannt ist und in einem technischen Lösungsprozeß auf der Modellebene realisiert werden kann, ergibt sich analog zum Bauauftrag bei den Schülern ein neues Problem: die Kombination von Stand- und Hängebahn als (vertikale) Doppelspurbahn an nur einem Fahrbalken (vgl. dazu Abb. 2).

Da der Bauauftrag sehr komplex war und z.T. technische Fachausdrücke enthielt, die erstens von den Schülern sprachlich dekodiert und zweitens im Modell realisiert werden sollten, wurde er verbal gegeben und zur optischen Unterstützung an der Tafel fixiert.

Verständnisschwierigkeiten bei dem Begriff „aufgesattelte Fahrzeuge“ wurden in einer kurzen Diskussion mit dem Hinweis auf den Gegensatz zu „hängenden Fahrzeugen“ geklärt (vgl. Abb. 3 und 4).

Die weitere Organisation des Unterrichts, Kooperation in Gruppen, Ablauf der unterschiedlichen Tätigkeiten, Verteilung und Einsatz des Materials, wurde jetzt von den Schülern übernommen, d.h., sie konnten den Lernprozeß selbst bestimmen. Beim Lösungsprozeß der Trasse und der Fahrzeuge auf Modellebene bildeten die Schüler folgende Gruppen:

- G1: Fahrbalken/Fahrzeug (3 Schüler)
- G2: Fahrbalken/Fahrzeug (3 Schüler)
- G3: Fahrbalken (2 Schüler)
- G4: Fahrzeug (2 Schüler)
- G5: Fahrbalken (2 Schüler)

Dabei arbeiteten jeweils die Gruppen 1 bis 3 und 4, 5 kooperativ zusammen.

Drei Gruppen (G1–G3) bauten 2 Fahrzeuge und eine Trasse (Abb. 3, 4), wobei die Fahrzeugkörper äußerlich Ähnlichkeiten mit den am Anfang gezeigten Abbildungen neuer Nahverkehrssysteme hat-

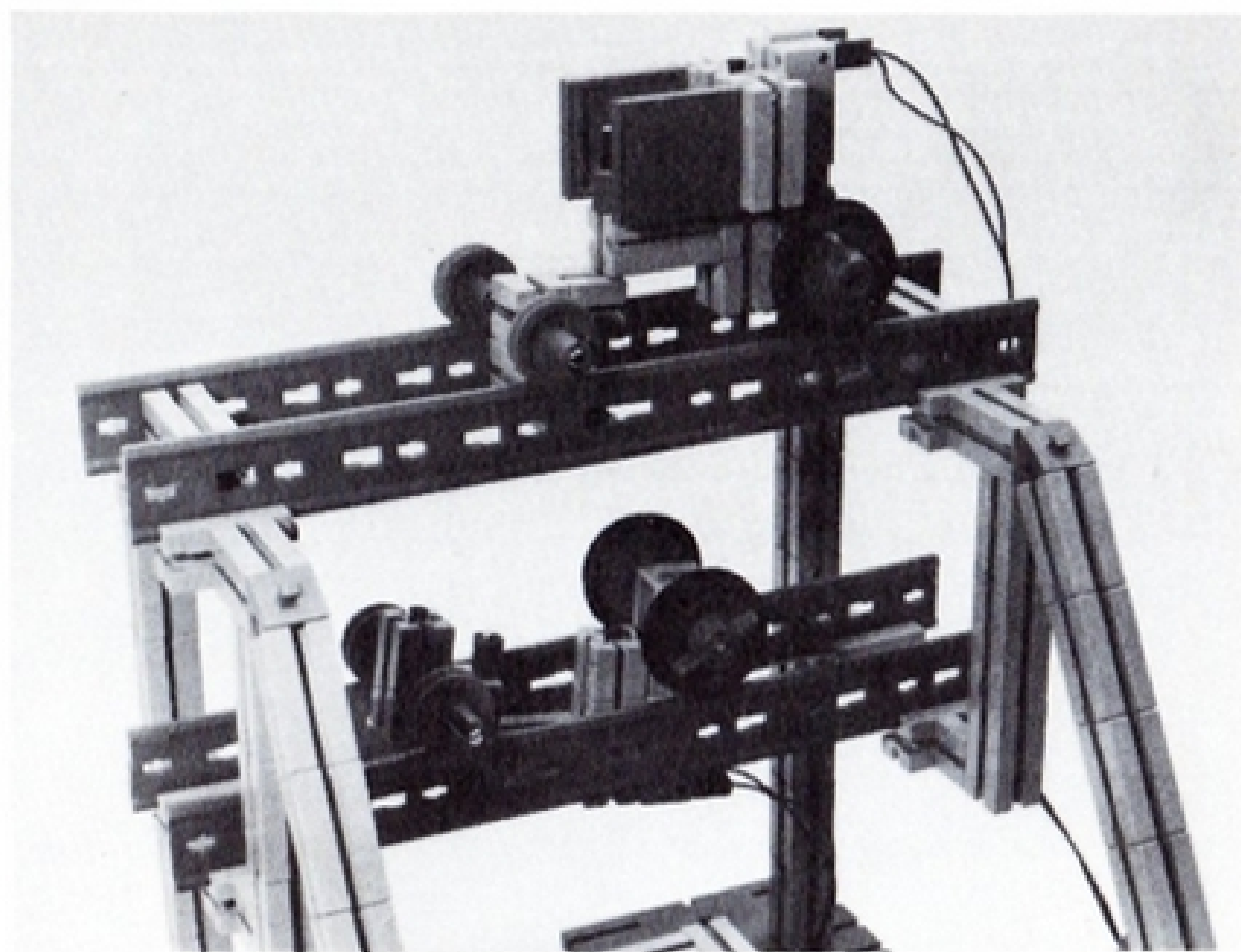


Abb. 2: Kombination von Stand- und Hängebahn

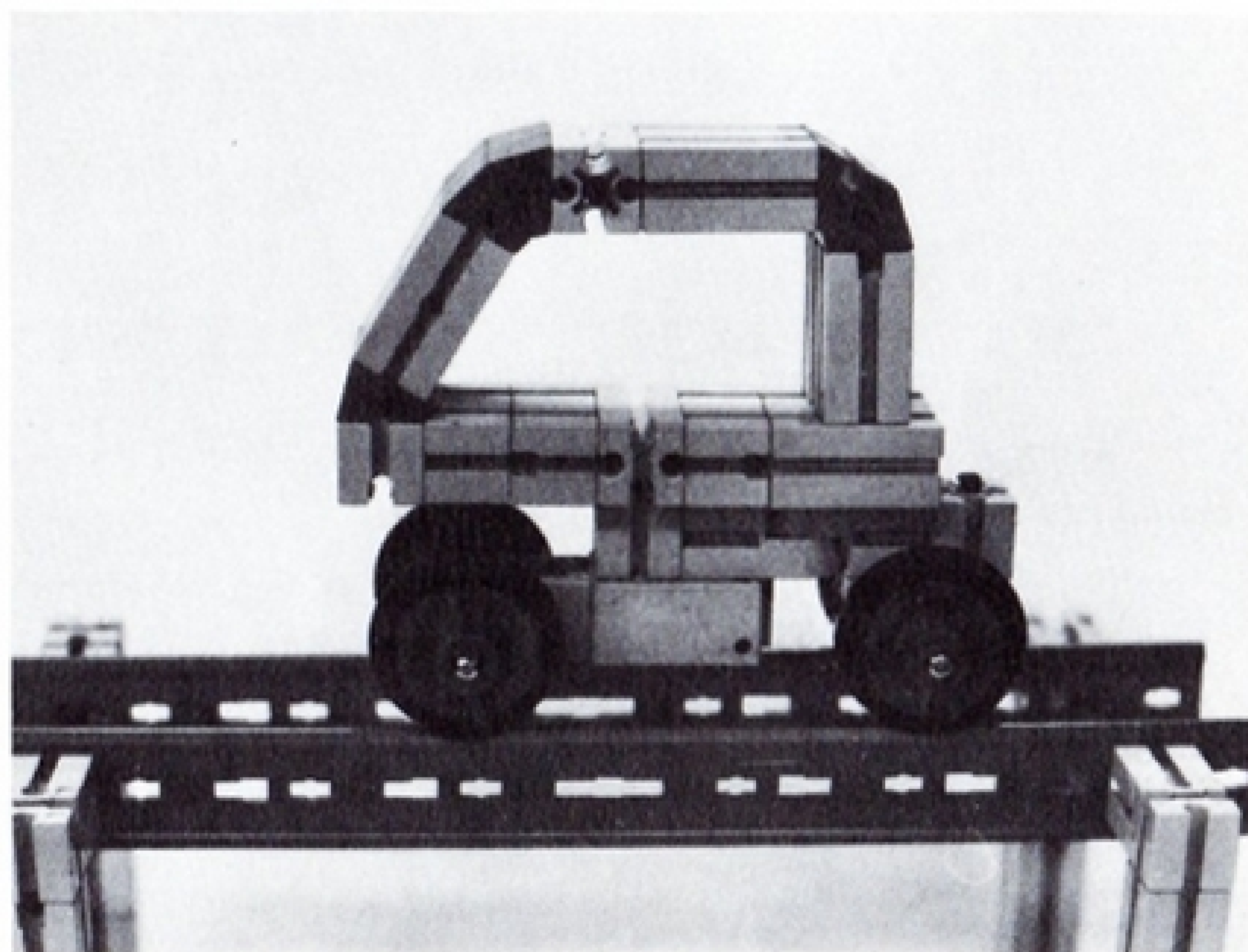


Abb. 3: Aufgesatteltes Fahrzeug

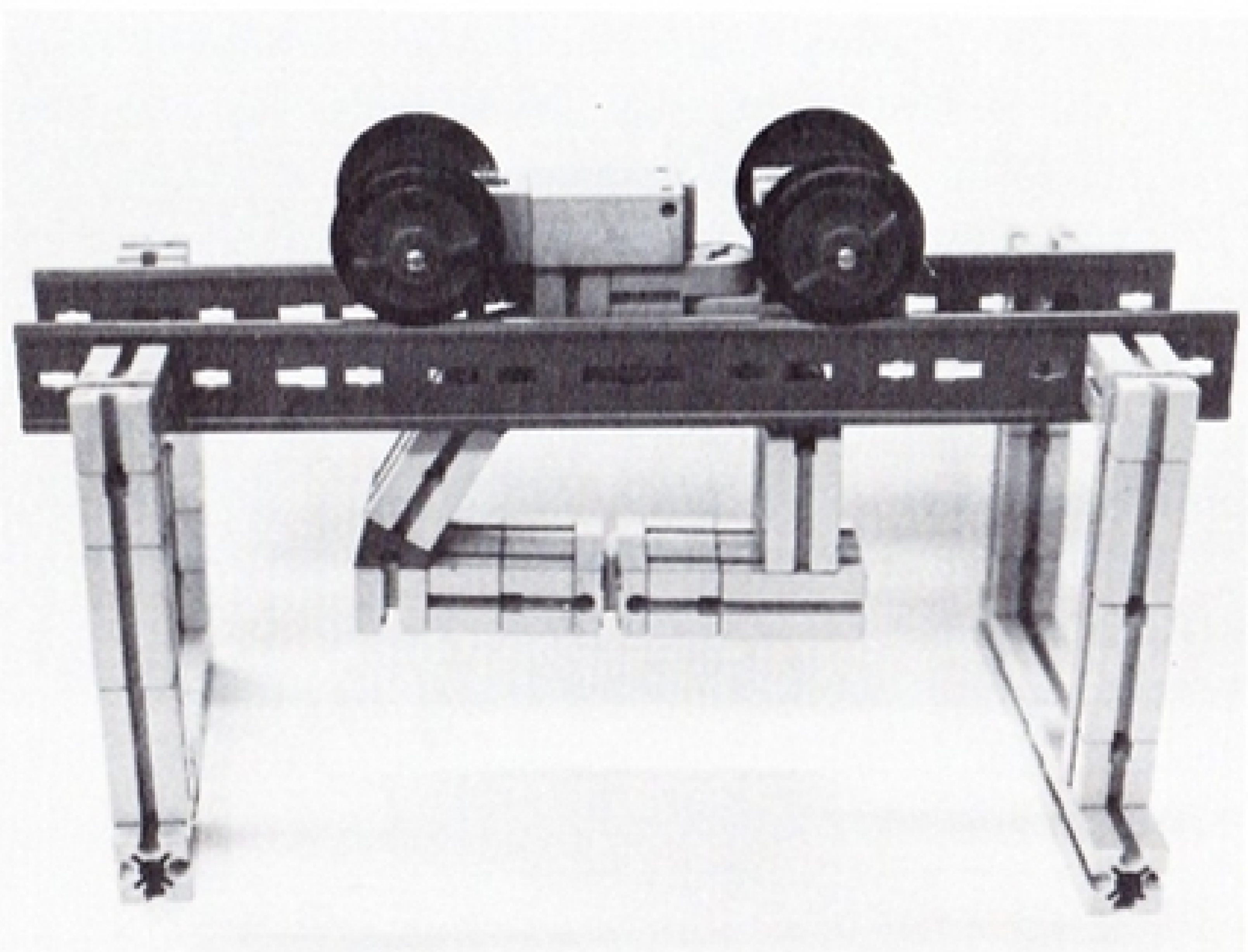


Abb. 4: Hängendes Fahrzeug

ten. Das Fahrzeug konnte jeweils auf die Fahrspur gesetzt bzw. in sie eingehängt werden. Die Lenkbarkeit der Vorderachse erfolgte bei den meisten Wagen über einen Gelenkstein.

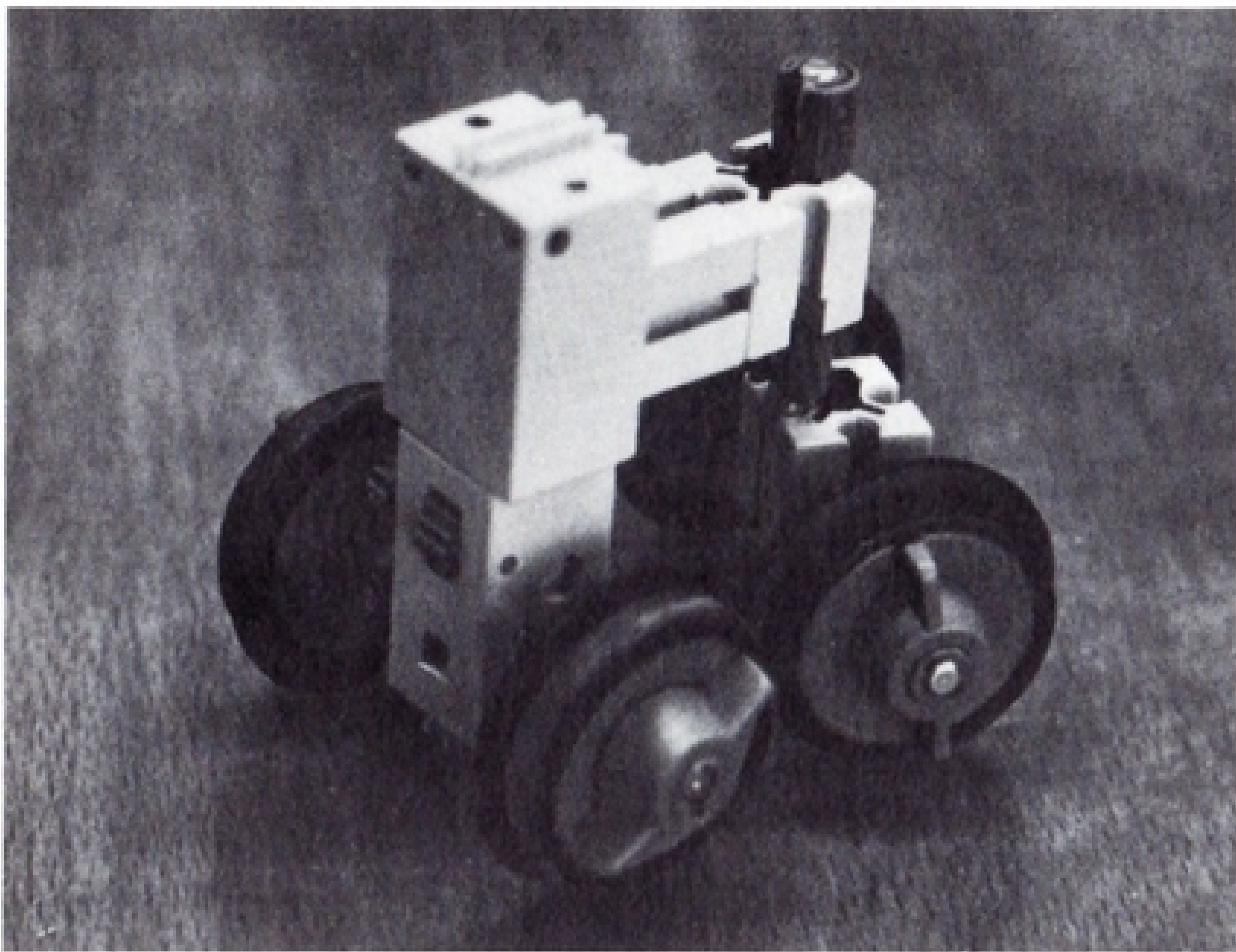


Abb. 5: Lenkbarkeit durch vertikale Achse

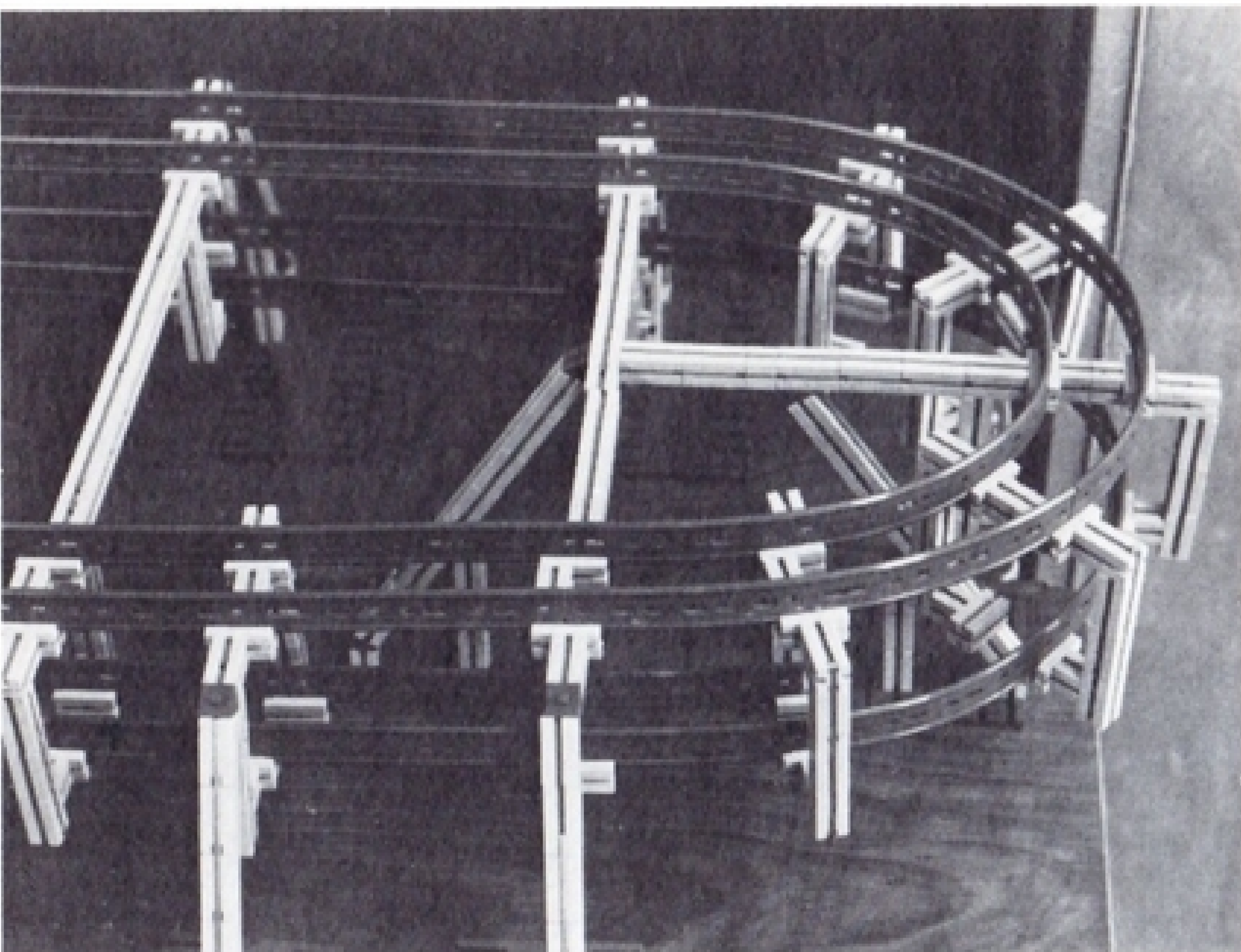


Abb. 6: Teilansicht Trassenführung

Bei den Gruppen 4 und 5 wurde die Lenkbarkeit des Fahrzeugs über eine vertikal angeordnete Achse erreicht (Abb. 5). In diesen Gruppen wurden bereits Überlegungen zu einem reibungslosen Fahrverkehr angestellt, d.h. die evtl. hinderlichen Trassenstützen wurden soweit versetzt, daß sie das Fahrzeug nicht mehr berühren konnten. Die Maße der unteren Fahrspur fielen allerdings enger aus als die der oberen, so daß das Fahrzeug nur für eine Fahrspur eingesetzt werden konnte (Abb. 6, 7).

In einer sich anschließenden Reflexion beschrieben die Schüler ihre Modelle im Hinblick auf den Bauauftrag. Fahrversuche, besonders Kurvenfahrt, konnten in dieser Stunde aus Zeitgründen und wegen fehlender Bogenstücke bei der Trassenführung nicht mehr durchgeführt werden. Sie sollten in einer späteren Stunde nachgeholt werden.

3.4. Betriebserkundung

Die sich in der folgenden Woche anschließende Betriebserkundung auf dem Versuchsgelände des

Cabinentaxis in Hagen-Vorhalle wurde schwerpunktmäßig im Hinblick auf Steuerung, Führung und Antrieb des Fahrzeugs sowie die Art der Trassenführung (vgl. Lernziele) durchgeführt. Diese Phase sollte dazu dienen, die auf der Modellebene bereits erworbenen Kenntnisse dem Original-Cabinentaxi gegenüberzustellen, kognitiv zu erweitern und die für den folgenden Unterricht notwendigen Voraussetzungen, insbesondere Sach- und Fachwissen, durch Konfrontation mit der Realität bereitzustellen. Der zeitliche Ablauf gliederte sich wie folgt:

1. Information über das Cabinentaxi anhand eines Tonfilms,
2. Besichtigung der Versuchsanlage mit eigenen Fahrversuchen,
3. Diskussion über technische und wirtschaftliche Probleme.

Informationen zum Punkt 2 geben die Abbildungen 8 bis 10.

Da besonders die Punkte 1 und 3 z. T. sehr komplizierte technische Sachverhalte beinhalten – die Adressaten waren primär technisch interessierte Erwachsene und Berufsgruppen aus dem Techniksektor – es also nicht sichergestellt war, daß die hier gegebenen Informationen bei den Schülern abrufbar waren, mußten im Hinblick auf den folgenden Unterricht die neu gewonnenen Informationen überprüft werden. Dies geschah mit Hilfe eines informellen Tests (vgl. Abb. 11).

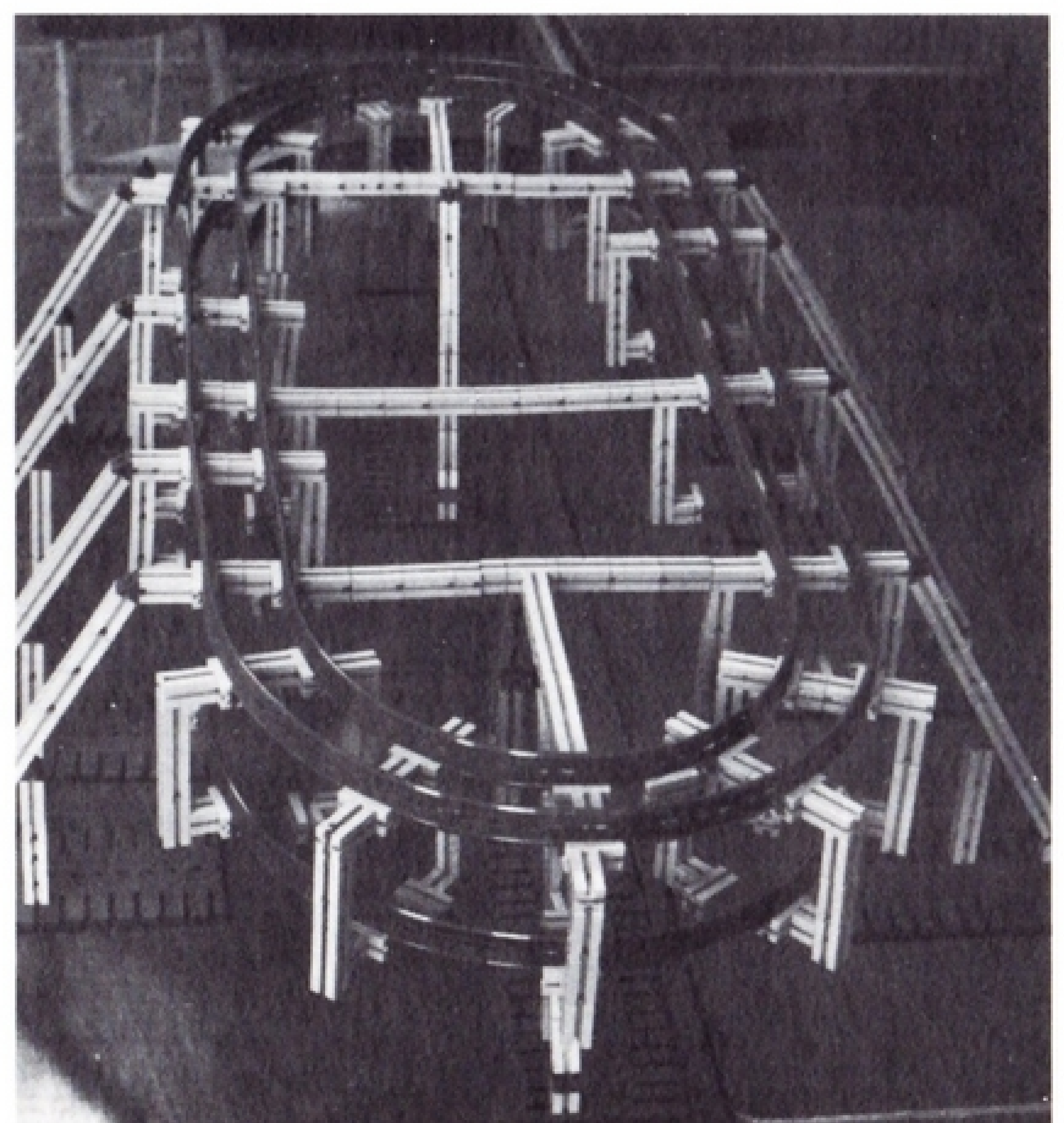


Abb. 7: Trassenführung und Pfeiler

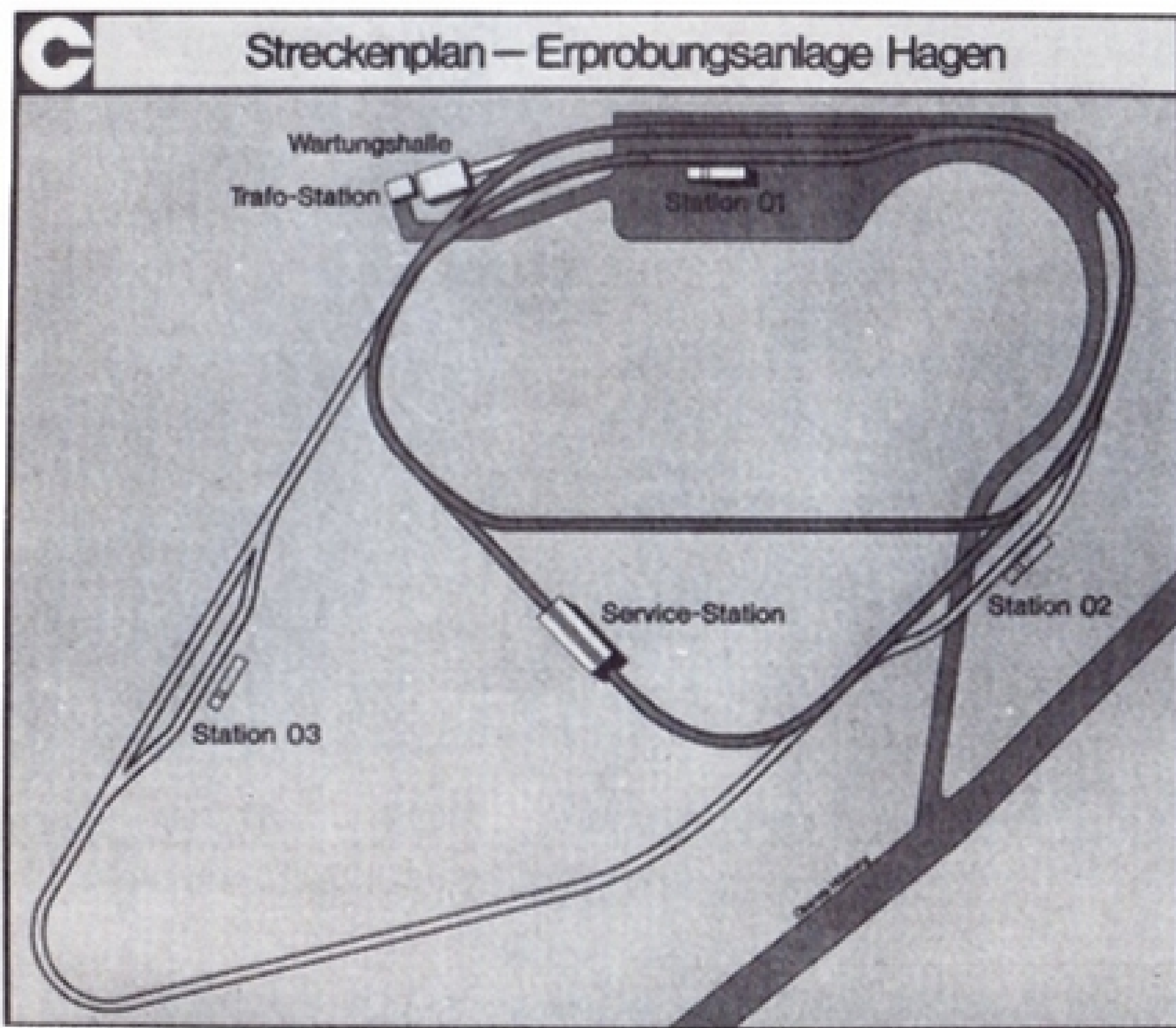


Abb. 8: Streckenplan Hagen

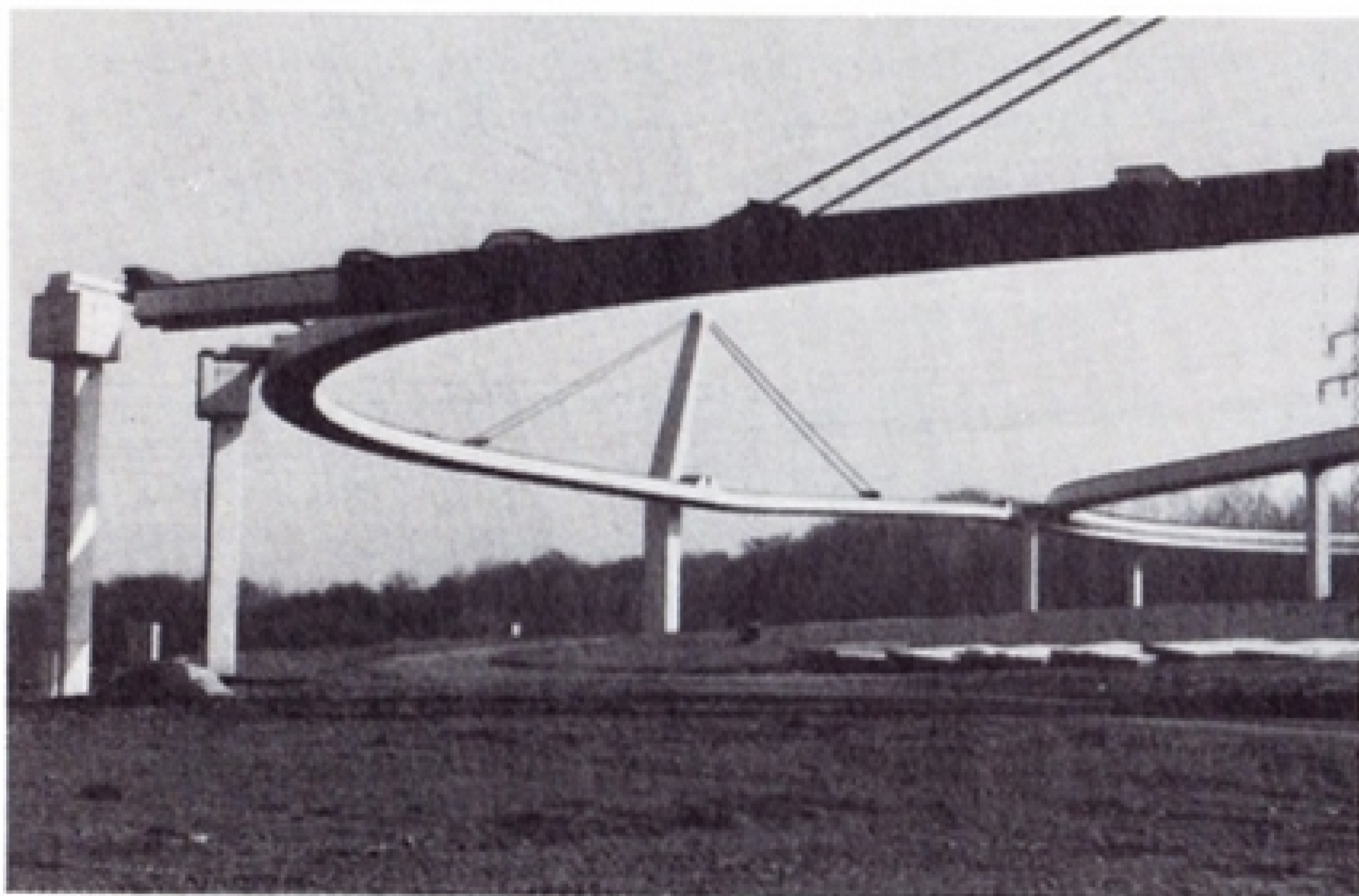


Abb. 9: Trassenführung Hagen

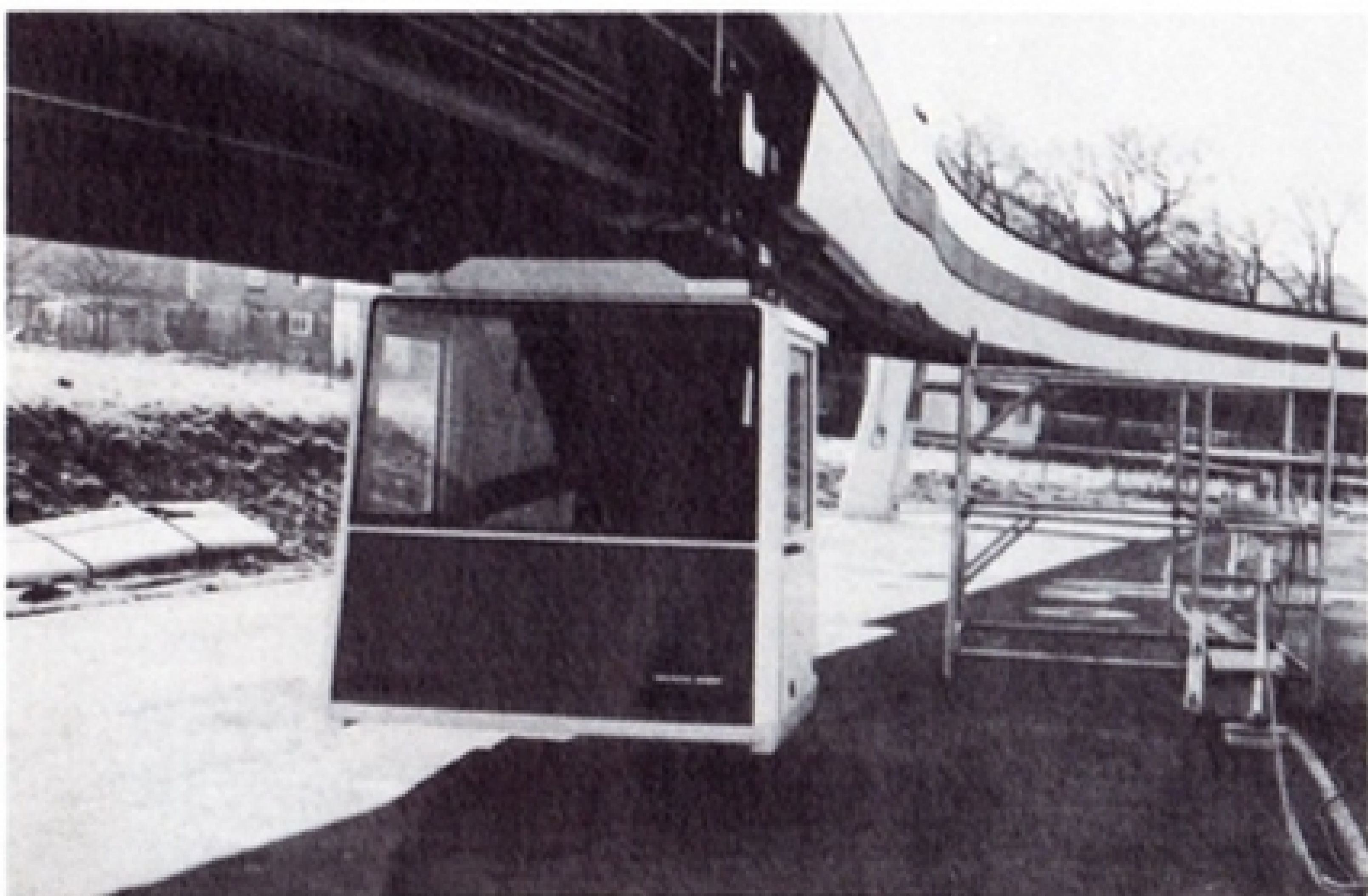


Abb. 10: Cabinentaxi

Der Test wurde mit der gesamten Gruppe, d.h. mit 12 Schülern, durchgeführt. Er bestand pro Schüler aus 7 Fragen mit 2 bzw. 4 Auswahlantworten. Jeder Schüler konnte sich also unter 24 Auswahlantworten entscheiden. Für die Gruppe ergab sich demnach ein Angebot von 288 Auswahlantworten.

Du hast in einer Betriebserkundung das Cabinentaxi kennengelernt. Die folgenden Fragen überprüfen Dein Wissen. Kreuze von den verschiedenen vorgegebenen Antworten jeweils die richtige an.

1. Beim Fahrzeug des Cabinentaxis handelt es sich um ein(e)
 - a) Transportband
 - b) Großkabine
 - c) Großraumfahrzeug
 - d) Kabine
2. Das Cabinentaxi fährt auf einer/m
 - a) Doppelspurbahn
 - b) Standbahn
 - c) Hängbahn
 - d) Transportband
3. Wenn einzelne Taxen hintereinanderfahren, wird ihr Abstand geregelt
 - a) durch Hand
 - b) automatisch
4. Das Cabinentaxi wird gesteuert
 - a) automatisch
 - b) durch einen Fahrer
5. Das Cabinentaxi fährt auf
 - a) Gummirädern
 - b) Stahlrädern
 - c) Luftkissen
 - d) Magneten
6. Auf Geraden und in Kurven werden zur Führung des Cabinentaxis
 - a) Magnete
 - b) Luftkissen
 - c) Gummiräder
 - d) Stahlräder benutzt.
7. Was treibt das Cabinentaxi an?
 - a) Turbine
 - b) Elektromotor
 - c) Linearmotor
 - d) Verbrennungsmotor

Abb. 11: Testbogen

Testergebnis:

Frage Nr.	richtige Antw. aller Schüler	falsche Antworten
1	10	2
2	10	2
3	12	–
4	12	–
5	6	6
6	7	5
7	12	–
Summe	69	15

Nach dem Testergebnis ergaben sich also von 84 Antworten 69 richtige und 15 falsche Antworten, was einem Prozentsatz von 17,9 falschen Antworten entspricht. Dieser relativ hohe Prozentsatz ist vor allem bedingt durch die falsche Beantwortung der Fragen 5 und 6. Es ist wahrscheinlich, daß die diesbezüglichen technischen Informationen wegen überhöhter Fachsprache von den Schülern nicht verarbeitet wurden. Ebenso hatten sie z. T., bedingt durch die Verkleidung des Fahrgestells, keine Möglichkeit, die Art der Führung und des Tragens beim Cabinentaxi zu erkennen.

3.5. Auswertung der Betriebserkundung und weiterer Unterrichtsverlauf

Die sich in der nächsten Woche anschließende Auswertung der Betriebserkundung diente der Klärung der am Realobjekt erlebten technischen und wirtschaftlichen Wirklichkeit (vgl. das erste Lernziel) sowie einer verbalen Antizipation von Lösungsmöglichkeiten auf der Modellebene. Hierzu stand jedem Schüler ein Falblatt (3) zur Verfügung. Mit Hilfe des Tests sowie einiger Grafiken erfolgte eine Korrektur der Testergebnisse (bes. Frage 5 und 6), sowie eine zusätzliche Sicherung der früher gewonnenen Informationen. Die Schüler erkannten u. a.:

1. Das System Cabinentaxi ist vollautomatisiert.
2. Es fährt auf Gummirädern.
3. Es wird durch Linearmotoren (besondere Art von E-Motor) fast geräuschlos angetrieben.
4. Die seitliche Führung erfolgt durch zusätzliche Gummiräder.
5. Haltepunkte befinden sich auf off-line-station, d.h. außerhalb des Fahrnetzes.
6. Richtungsänderungen bei Weichen erfolgen über schaltbar bewegliche Lenkräder der Fahrzeuge, d.h. die Weichen sind starr.

Da diese Punkte schriftlich an der Tafel fixiert wurden und wahrscheinlich hier bei der Realisation im Modell größere Schwierigkeiten bei den Schülern bestanden, hatten sie die Möglichkeit, Konstruktionsvorschläge zu machen und sich zu den Problemen zu äußern. Für sie stand fest, daß das zu erstellende Modell analog zum Original kreisförmig angelegt sein müßte. Hierzu konnte das bei der Unterrichtseinheit „Schwebbahn“ (vgl. (4)) erworbene Wissen wieder verwendet werden. Schwierigkeiten bereiteten dabei die Punkte 1, 5 und 6:

zu 1. Ein großer Teil der Schüler hatte keine Vorstellung davon, wie zumindest ein Bereich der elektronischen Steuerung und Regelung abgedeckt werden könnte. Mutmaßungen über Steuerung durch Licht wurden geäußert. Zwei Schüler erklärten sich bereit, dieses Problem anzugehen.

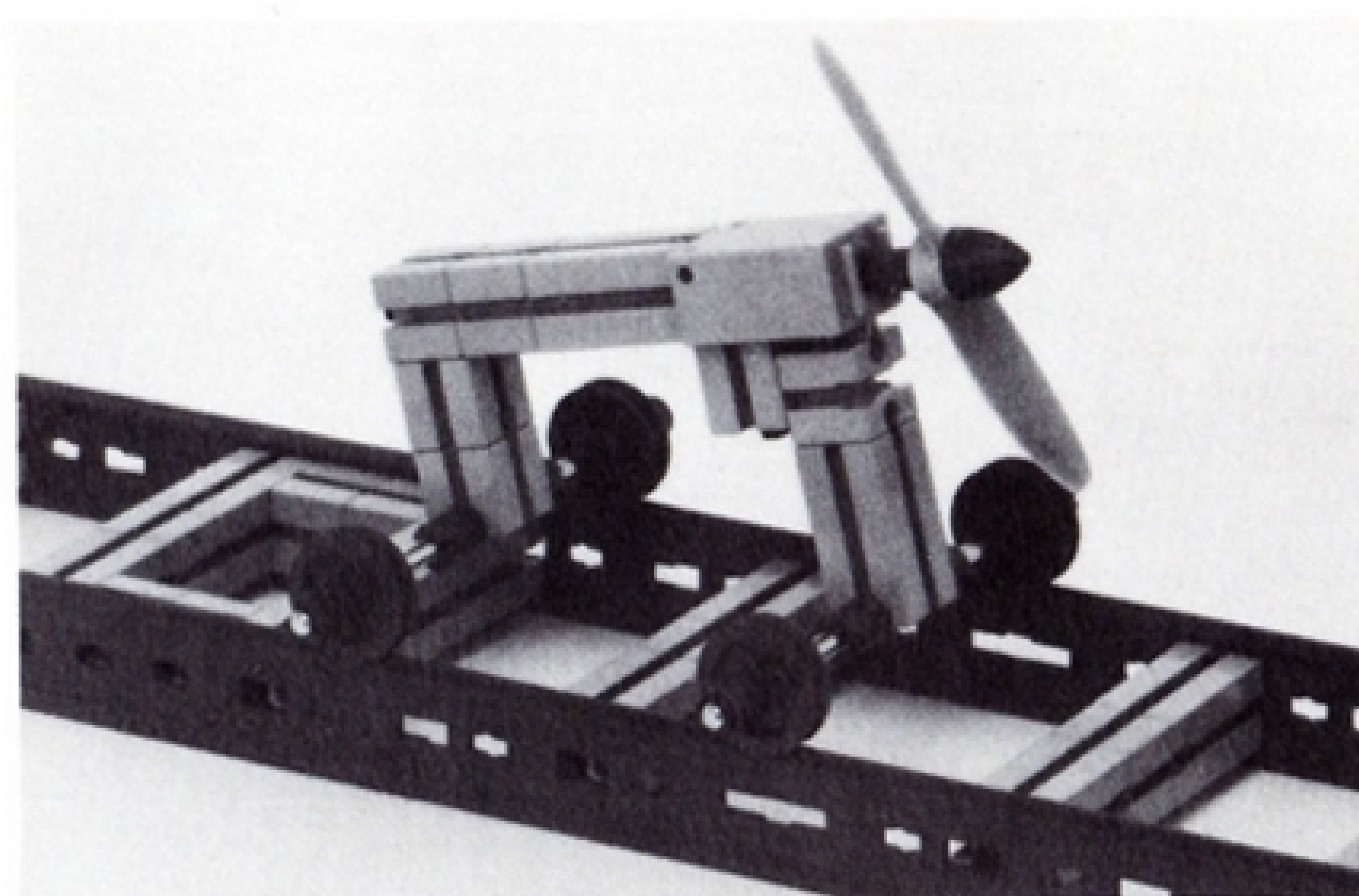


Abb. 12: Antrieb durch Luftschraube

Zielsteuerung
 Durch Bahnhof A und B läuft eine Lichtschranke. Wenn sie unterbrochen wird, wird der Fahrstrom für die DTaseis unterbrochen. Wenn das Fahrzeug in einen Bahnhof kommt, unterbricht es eine die Lichtschranke und es bleibt stehen. Der Zeitgeber
 Wenn man den Mono-Flop (unstabiler Multivibrator) setzt (Tosler 2 Klüppchen) wird die Lichtschranke überbrückt am Potenziometer kann man einstellen, wie lange die Lichtschranke überbrückt werden soll. Es ist so eingestellt, das es durch den darauffolgenden Bahnhof durchfährt. Es bleibt am Ausgangspunkt stehen

Abb. 13: Schülertext: Zielsteuerung

zu 5. Die Schüler sahen keine Möglichkeit, mit Hilfe des vorgegebenen Materials Haltepunkte auf off-line-station zu errichten. Dem Vorschlag, Haltepunkte im Verkehrsnetz (on-line-station) zu errichten, wurde zugestimmt.

zu 6. Schwierigkeiten sahen die Schüler beim Einbau von Weichen und sich ändernden Fahrtrichtungen. Dieser Punkt entfiel.

Anschließend wurde die vor der Betriebserkundung begonnene Arbeit auf Modellebene fortgesetzt, nachdem die Schüler neue Gruppen gebildet hatten und eine der vorgeschlagenen Trassen als Ausgangspunkt für den zu erstellenden Fahrbalken gewählt worden war.

Eine Zusammenarbeit während dieser Phase war zwischen den Gruppen notwendig, da Fahrzeug und Trasse aufeinander abgestimmt werden mußten. Ebenso wurden, bedingt durch die Stromversorgung von außen und zum Zwecke höherer Fahrflüssigkeit die tragenden Räder durch bewegliche Rollen auf Achsen ersetzt. Mit diesen Fahrzeugen wurden in Hinblick auf Fahrsicherheit und Standfestigkeit die besten Ergebnisse erzielt.

Eine weitere Veränderung des Antriebes durch Propeller hatte eine neue Konzeption der Fahrzeuge zur Folge (vgl. Abb. 12). Bei dieser Art Antrieb wurden hohe Geschwindigkeiten erzielt, wenn die Fahrzeuge an zweipoligen Kabeln geführt wurden. Erfolgte die Stromzufuhr über Kontakte, wurde der Reibungswiderstand zu groß.

Die Gruppe, die das Problem „automatische Steuerung“ angegangen war, erreichte durch ihre „Zielsteuerung“ eine sehr gelungene und ungewöhnliche Lösung, die auf einem Fachwissen beruhte, das von zu Hause und einer Arbeitsgemeinschaft herührte (vgl. Schülertext Abb. 13). Die Zielsteuerung wurde jedoch nur auf der oberen Spur eingesetzt.

Mit Hilfe von zwei getrennten Stromnetzen war es schließlich den Schülern möglich, auf beiden Fahrspuren verbesserte Fahrzeuge zu bewegen.

Eine Abschlußreflexion machte noch einmal die Schwierigkeiten in der Realisation auf Modellebene sowie die Abweichungen vom Original deutlich. Diese Abweichungen wurden von den Schülern allerdings nicht als Nachteil empfunden.

Zu bemerken bleibt, daß die Schüler in der letzten Stunde frei über ihre Modelle verfügen konnten und von Fahrversuchen reichlich Gebrauch machten. Für einige Tage hatte das Modell seinen festen Standort in der Klasse, so daß auch andere Schüler der Klasse sich an dem Modell betätigen konnten.

Literatur

- (1) Ein neuer Weg für den Stadtverkehr, Faltblatt der Firmen DEMAG und Messerschmitt-Bölkow-Blohm
- (2) Nahverkehrssystem Cabinentaxi, Report Mai 1973, Faltblatt wie vor
- (3) Nahverkehrssystem Cabinentaxi, Systembeschreibung Oktober 1974, Faltblatt wie vor
- (4) Hirschel, S., Nahverkehrssysteme: Die Wuppertaler Schwebebahn, Forum technische Bildung, Heft 3/76

Neue Einsortierung zum u-t S

Bei Neubestellungen wird der Lernbaukasten u-t S mit einem zusätzlichen Sortiereinsatz geliefert. Der Inhalt des u-t S kann dadurch nach dem ersten Einsatz auf zwei leere Baukästen verteilt werden. Das Einräumen und die Übersicht werden so wesentlich erleichtert. Die Fischer-Werke entsprechen damit einem häufig geäußerten Wunsch aus der Praxis.

Schulen, die schon über Lernbaukästen u-t S (ohne Sortiereinsatz) verfügen, können in der entsprechenden Anzahl *leere Sortiereinsätze* bestellen und anhand der beigefügten Sortieranleitung das vorhandene Material nach dem neuesten Stand einordnen. Es läßt sich dann im Unterricht bequemer und zeitsparender einsetzen.

Die Abbildungen zeigen, wie die Bauelemente auf die beiden Sortiereinsätze verteilt werden.

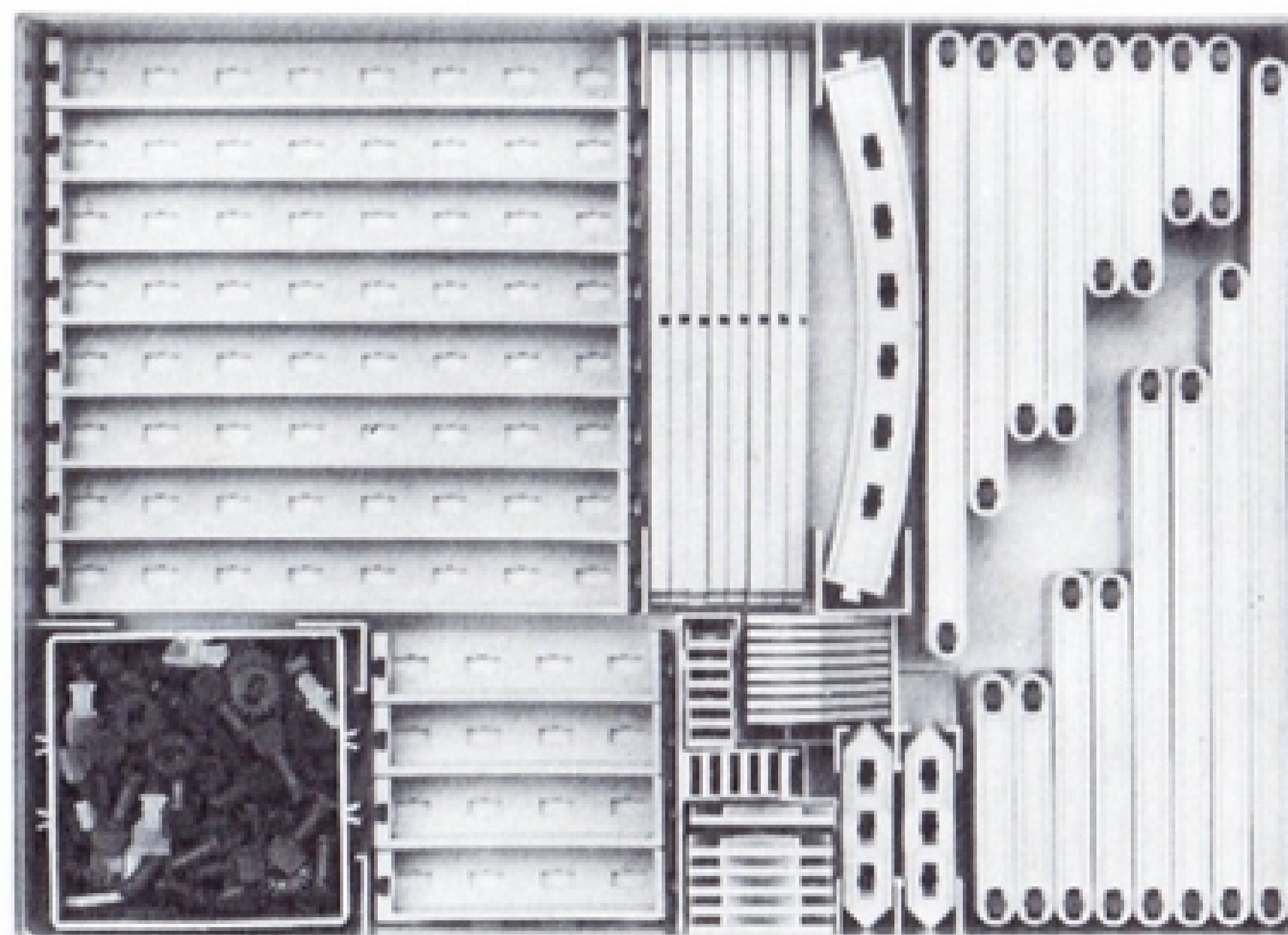


Abb. 1: Die untere Schicht der Bauelemente verbleibt im ersten Sortiereinsatz.

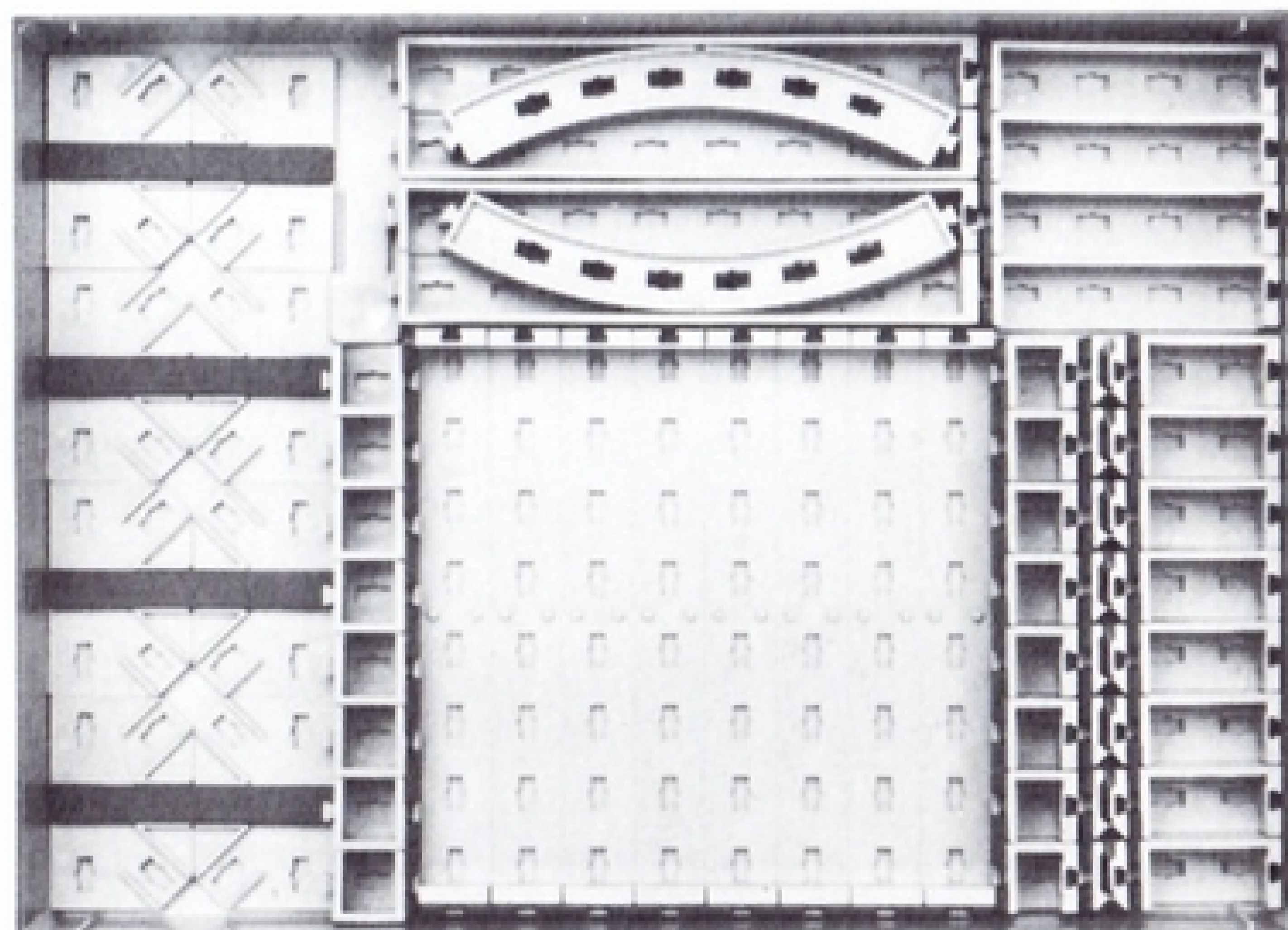


Abb. 2: Der zweite Sortiereinsatz nimmt die übrigen Bauelemente auf. Zusätzlich zu den im Foto gezeigten Teilen werden noch die drei Bauplatten 180 x 90 eingelegt.

Lernbaukasten u-t S mit einem zweiten Sortiereinsatz,
 Artikel-Nr. 30610 1 75,00 DM
 Leerer Sortiereinsatz zum u-t S mit Sortieranleitung,
 Artikel-Nr. 437241 1 5,00 DM

Modellbeispiele zum Stichwort „Transportieren“

In den früheren Ausgaben des Informationsdienstes **Forum technische Bildung** sind schon mehrfach Beiträge zum Stichwort *Transportieren* erschienen. Die Übersicht zeigt einige exemplarische Modellbeispiele aus diesen Beiträgen.

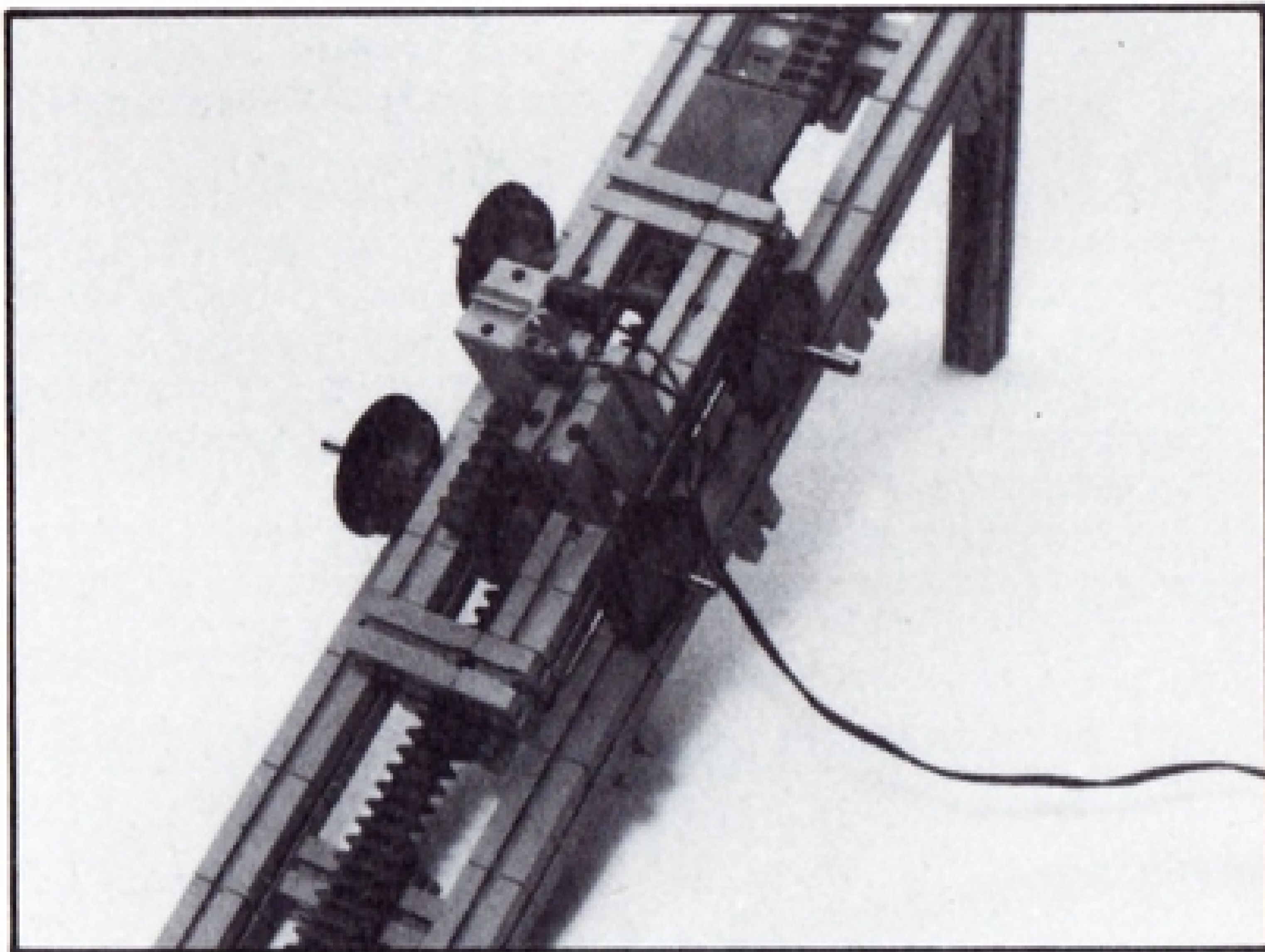


Abb. 1: Aus *Siegfried Hirschel*, Konstruktion von Zahnradbahnen, Forum 3/75

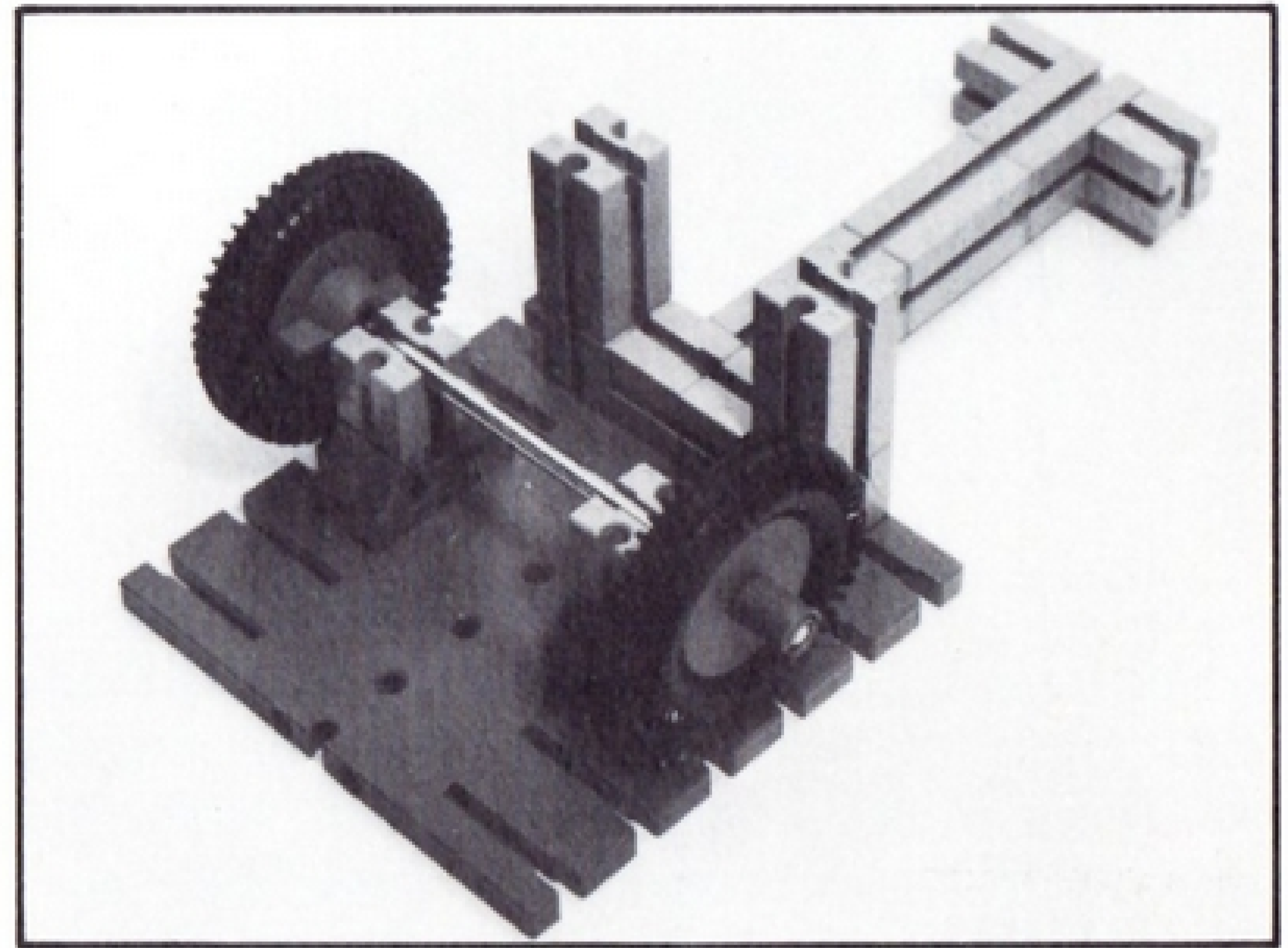


Abb. 3: Aus *Carl Sommer*, Fahr- und Lenkprobleme beim zweirädrigen Deichselwagen, Forum 2/73

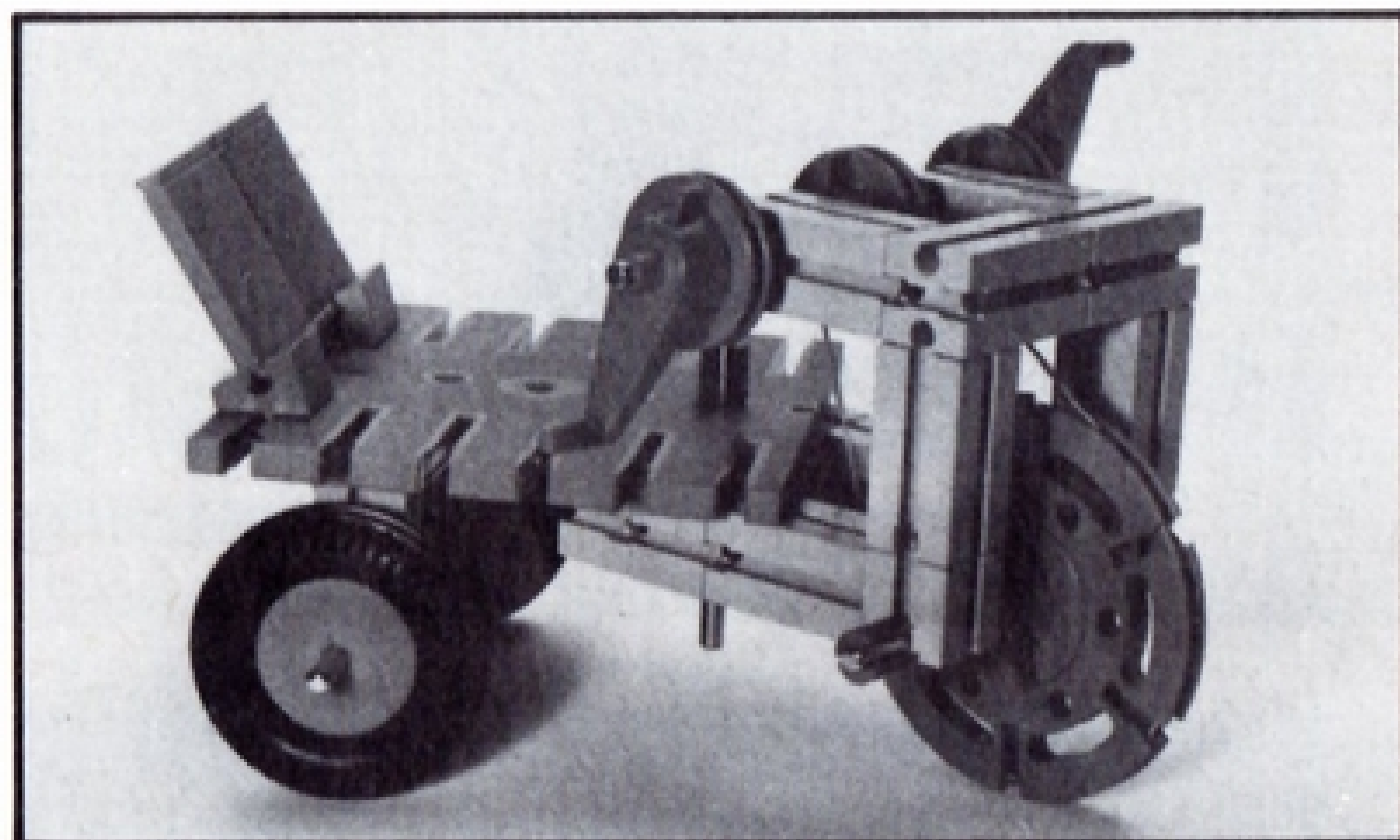


Abb. 2: Aus *Dietmar Kurtz/Heinz Bielefeldt*, Fortbewegung durch Selbstantrieb, Forum 1/74

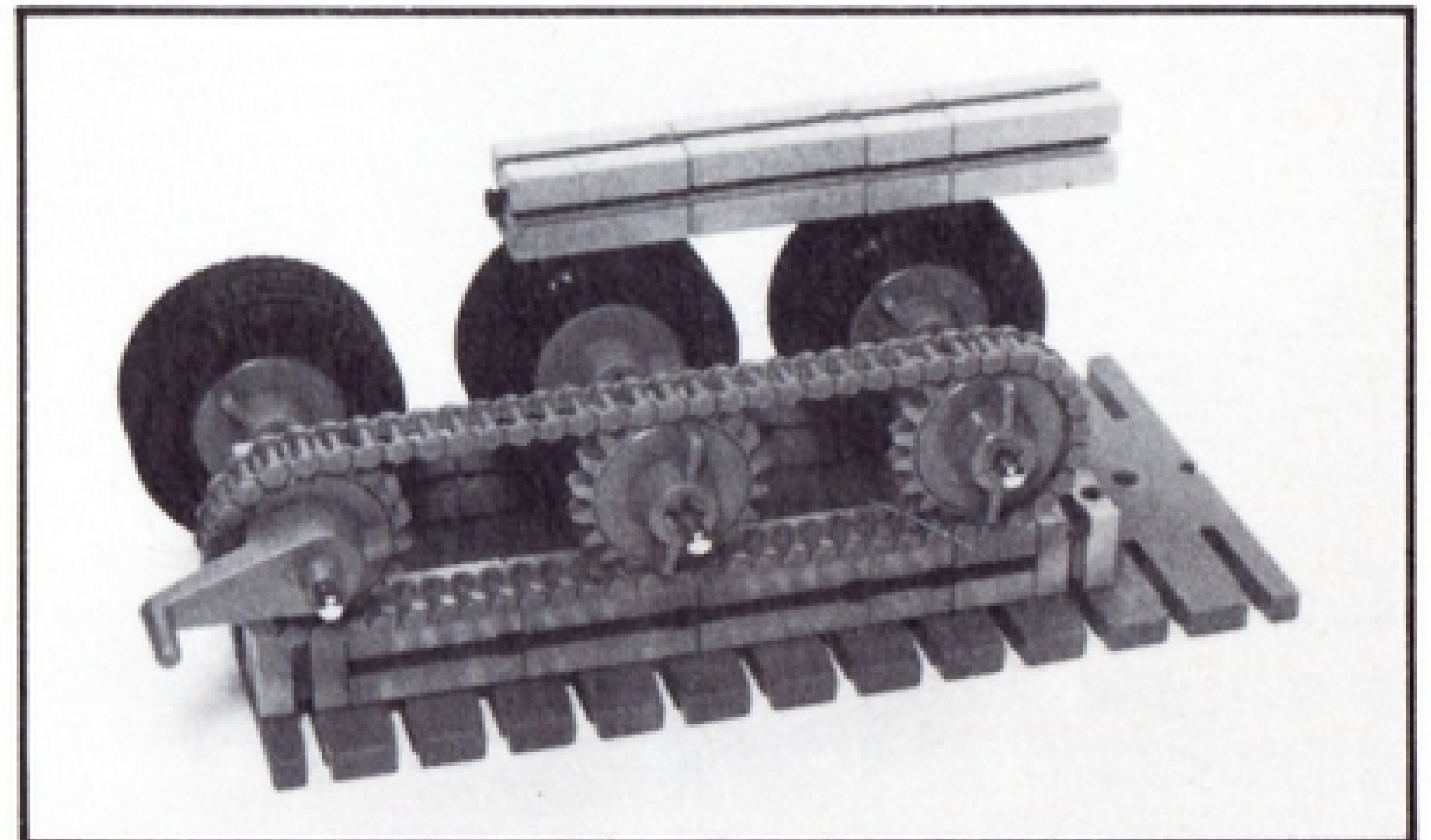


Abb. 4: Aus *Ralf Matthias*, Rollenförderer, Forum 4/75

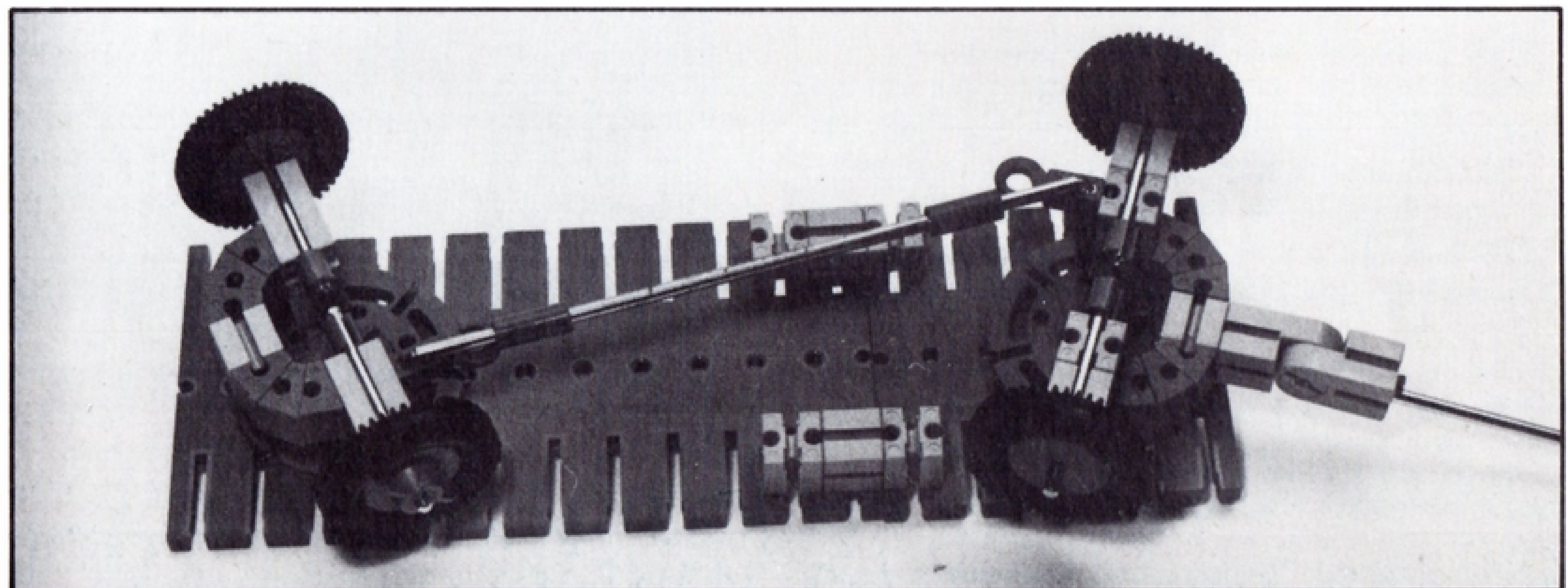


Abb. 5: Aus *H. Maier/G. Ruckwied/H. Wiederrecht*, Vierradlenkung, Forum 1/75