

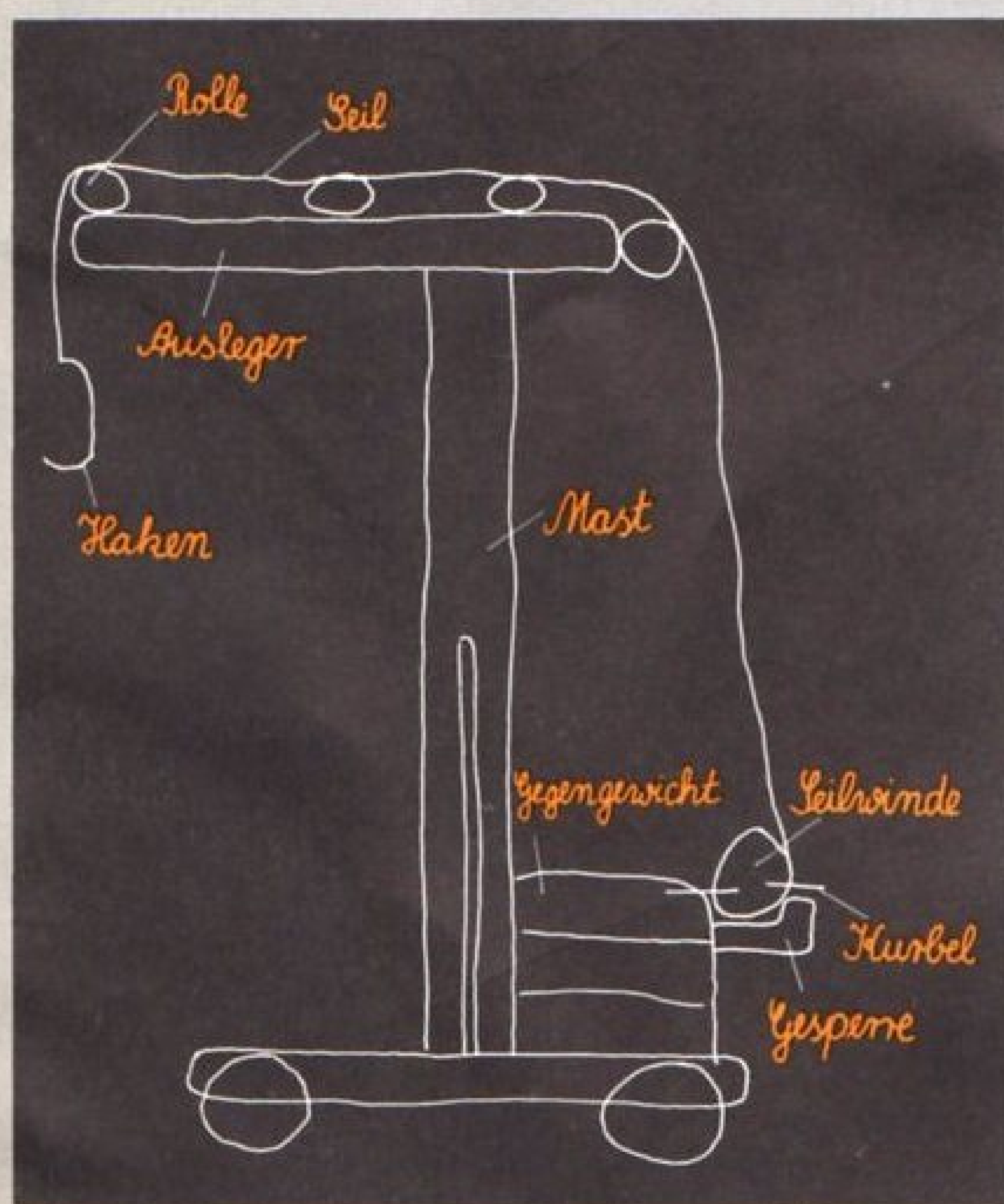
# Forum technische Bildung

Beispiele für den  
Technikunterricht

## Maschinen im Sachunterricht

Zu diesem Heft

3



Karl Pichol, Paul Zurstraßen

### Wohin mit alten Autos?

Unterrichtseinheit 2. Schuljahr

4

Uwe Brönstrup

### Maschinen erleichtern Arbeit

Unterricht im 4. Schuljahr

10

# Mathematicals

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

Martin Gardner

## Mathematische Tricks



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

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

## Mathematisches Labyrinth

Neue Probleme für die Knobelgemeinde.

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

## Mathematische Rätsel und Probleme

Mit einem Vorwort von R. Sprague.

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

## Mathematische Knocheien

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

## Logik unterm Galgen

Ein Mathematical in 20 Problemen.

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

Patrick Hughes und George Brecht

## Die Scheinwelt des Paradoxons

Eine kommentierte Anthologie in Wort und Bild.

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

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

M. Odier und Y. Roussel

## Trioker mathematisch gespielt

Logik und Fantasie mit Dreiecken.

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

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

C. Stanley Ogilvy

## Mathematische Leckerbissen

Über 150 noch ungelöste Probleme.

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

## Unterhaltsame Geometrie

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

Kart. 17,80 DM

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

## Forum technische Bildung

Beispiele für den  
Technikunterricht  
Ausgabe Primarstufe  
Heft 2–80

### Herausgeber und Verlag:

Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH,  
Braunschweig · Wiesbaden

### Schriftleitung:

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

### Redaktion:

Gereon Roeseling (verantwortlich)  
Peter Winternitz

### Anschrift:

Redaktion „Forum technische Bildung“  
Verlag Vieweg, Postfach 300 620, 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 Primarstufe“ erscheint zweimal 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. 5000.

Druck: Rheinisch-Bergische Druckerei, Düsseldorf.

Alle Rechte vorbehalten.

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlag GmbH, Braunschweig 1980

### Autoren dieses Heftes:

Uwe Brönstrup  
Weißenburger Straße 16  
4700 Hamm 1

Karl Pichol  
Ferdinandstraße 11  
4400 Münster

Paul Zurstraßen  
Straßburger Weg 65  
4400 Münster

---

Wolfgang Biester

# Maschinen im Sachunterricht

Zu diesem Heft

---

Die Themen *Wohin mit alten Autos* und *Maschinen erleichtern Arbeit* bearbeiten technische Probleme an kindnahen Sachverhalten und überführen das naive Umgangswissen in wahrnehmungs- und handlungsintensiver Weise in ein strukturiertes Wissen, das die spätere Rückführung auf Prinzipien der Technik und die Erklärung aus den Gesetzen der Natur vorbereitet. Die Autoren verstehen ihren Unterricht nicht als isolierenden Fachunterricht, sondern als Sachunterricht, in dem Kinder Technik innerhalb umfassender Zweck- und Bedeutungszusammenhänge erfahren. Dieser Unterricht ist fachpropädeutisch angelegt und erschließt die Umwelt der Kinder.

Die folgenden Hinweise zu den Beiträgen mögen die Aufmerksamkeit des Lesers auf einige Aspekte lenken, deren Bedeutung aus dem Text nicht unmittelbar hervorgeht.

## *Wohin mit alten Autos?*

Das Gespräch über alte Autos führt hin zur technischen Aufgabe „Kran“ mit ihren Teilproblemen. Die Kinder müssen erst einmal anschaulich erfahren, welche gewaltige Menge Autoschrott jährlich anfällt. Hier liegt die eigentliche Problematik. Wenn Achtjährige vermuten, es könnten 1000 Autos sein, dann quantifizieren sie nicht, sondern meinen nur, es müßten sehr viele sein. Die Nennung der Zahl 1 500 000 als der wirklichen Menge ist für die Kinder zunächst nicht mehr als eine Hieroglyphe. Ihr muß der Unterricht Sinn geben. Das geschieht auf dem Wege von den eigenen Spielzeugautos zu wirklichen Autos, deren Länge abgeschrieben, also auch körperlich aufgenommen wird. Länge veranschaulicht der Unterricht auch, indem er an lange und deshalb langweilige Autofahrten erinnert: 1000 Kilometer, das ist ein ganzer Tag im Auto, von Norddeutschland bis zu den Alpen. Sechs Tage aber wären nötig, um an 1 500 000 Autos entlang zu fahren. An dieser Länge wird die Schrottmenge und

damit die Größe des Problems auch emotional deutlich.

Der Kran muß Schrottautos transportieren, sich drehen können, fahren, Autos heben und senken. Diese technischen Teilprobleme werden den Kindern erst beim Bauen richtig bewußt. Dabei zeigt sich die Notwendigkeit, das Seil über Rollen zu führen, die Zugrichtung umzulenken, die Kurbel festzustellen und für Gleichgewicht zu sorgen.

Sachunterricht im ersten und zweiten Schuljahr problematisiert weniger über das Wort als durch das Tun. Während die Kinder bauen, entdecken sie Probleme und Lösungen und vermögen sie zu verbalisieren und zu zeichnen, also begrifflich zu erfassen. Auf diesem Wege präzisiert sich ihre Sprache: Rolle, Seilwinde, Ausleger und Kurbel ordnen sich technischen Funktionen zu.

Die körperliche Erfahrung spielt bei der Begriffsbildung eine bedeutende Rolle: „Auf einem Bein stehe ich wackelig, breitbeinig schon bedeutend sicherer; eigentlich müßte ich drei Beine haben; drei ‚Beine‘ hat auch ein Fahrrad, und der Kran, der außerdem noch etwas heben muß, braucht eine ganz große Standfläche, weiten Radabstand. . .“

## *Maschinen erleichtern Arbeit*

In diesen Unterrichtsvorschlägen, die der Autor im eigenen Unterricht erprobte, begegnen den Kindern in Schranken, Seilzügen, bei Fahrrad, Küchenmaschinen, Bohrmaschinen, Transportbändern und Lastwagen Gegenstände ihrer Umwelt unter dem Gesichtspunkt der Arbeitserleichterung. Fachpropädeutisch gesehen gehören die Aufgaben dem Bereich der Maschinenteknik an. Entsprechend heißen die zu lösenden Aufgaben Übersetzung, Untersetzung, Umlenkung von Kräften usw. Die Leistung der Kinder besteht in der Formulierung der Problemfragen, unter Umständen auch in der Form einer gezeichneten Blackbox: „Wie verändere ich die Drehrichtung?“ – „Der Elektromotor läuft sehr schnell, das Karrussell jedoch langsam. Welches Getriebe macht aus schnell langsam?“ – „Aus Drehen muß Kippen werden, aber wie?“

Anders als bei den Kränen in Klasse 2, wo die Kinder das Problem beim Bauen entdecken, gehören im vierten Schuljahr das Durchdenken des Problems und die Aufstellung von Lösungsvermutungen an den Anfang. Entsprechend verändert sich die praktische Arbeit vom *trial and error* zu den Anfängen der experimentierenden Überprüfung der aufgestellten Hypothesen, die durch die Problemfragen vorbereitet wurden.

Karl Pichol, Paul Zurstraßen

# Wohin mit alten Autos?

Unterrichtseinheit des Sachunterrichts; zweites Schuljahr

## Protokoll des Unterrichts

Die Kinder bringen unbrauchbar gewordene Spielautos in 15 bis 20 cm hohen, oben offenen Dosen oder Schachteln mit in die Schule. Im Gespräch darüber, was man mit alten Autos macht, nennen die Kinder folgende Möglichkeiten: Teileverwertung, Verkauf, Schrottplatz, Autofriedhof. . . Auf die Frage des Lehrers, wieviel Autos denn wohl in einem Jahr in unserem Land verschrottet werden, kommt die sehr unsichere Antwort: 100 oder vielleicht sogar 1000. Der Lehrer nennt die Zahl, etwa 1500000. Um eine Vorstellung von dieser Menge zu vermitteln, läßt der Lehrer die mitgebrachten Autos in einer Schlange hintereinander aufstellen und fragt dann, wie lang die Schlange wäre, wenn man 1500000 Schrottautos hintereinander stellen würde. Die Länge eines Autos wird mit vier Metern angenommen. Diese Strecke messen die Kinder mit dem Zollstock und auch mit Schritten (6–7) ab. Einige Schüler vermuten, die Autoschlange könne 10 km lang sein. Ein Kind weiß, daß es für eine Wanderung von 10 km einmal vier Stunden gebraucht habe. Als der Lehrer darauf hinweist, daß die Schlange noch erheblich länger sei, berichtet ein Kind von einer Urlaubsfahrt über 1000 km, die habe ohne Pause fast einen ganzen Tag gedauert. Der

Lehrer erklärt, daß man in dieser Art etwa sechs Tage fahren müßte, um an der Schlange der Schrottautos vorbeizukommen. „Dann müssen die alten Autos ganz weg, sonst verschütten uns die alten Autos“, meint ein Kind. „Wie aber bekommen wir die Schrottautos weg?“ Die Schüler vermuten: „Teile ausbauen und wieder verwenden.“ – „Zurück zur Fabrik bringen, die machen neue daraus.“ – „In eine Presse und Pakete machen, und dann neue Autos machen.“ – „Da muß aber Öl und Benzin raus, sonst explodiert die Presse.“ – „Das mit der Presse hab ich im Fernsehen auch schon mal gesehen.“<sup>1</sup>

Der Lehrer macht deutlich, daß die Presse nur ein Schritt auf dem Weg ist, die Autos zu beseitigen. Die Kinder stellen fest, daß es sehr mühsam wäre, aus den gepreßten Autopaketen brauchbare Teile für neue Autos herauszuholen. Außerdem blieben dann immer noch Glas, Farbe, Kunststoff und anderes übrig, aus dem man etwa die Metalle aussortieren müßte.

„Wie könnte eine Schrottpresse aussehen?“ Die Schüler beschreiben und demonstrieren mit den Händen, wie die Schrottpresse für die Autos funktionieren könnte. An der Tafel entsteht die Zeichnung (Abb. 1a). Der Lehrer zeichnet einen Haufen Schrottautos (1b) und fragt: „Wie aber kommen die Autos in die Presse?“ – „Mit einem Kran, wir können die nicht heben.“ Ein Schüler zeichnet den Kran ein (1c). Andere ergänzen: „Da fehlen Räder.“ – „Da muß ein Greifer dran.“ – „Da sind auch oft so dicke Klötze drauf.“ – „Da muß noch ein Führerhaus hin.“

<sup>1</sup> Die Schüler meinen, Altmaterial könne ohne einen Recycling-Prozeß nur durch „Aufpolieren“ wieder verwendet werden. Der Unterricht könnte an Einschmelzverfahren anknüpfen, etwa aus Restwachs neue Kerzen zu machen, wobei man nicht den alten Docht verwendet, sondern nur das übriggebliebene Wachs.

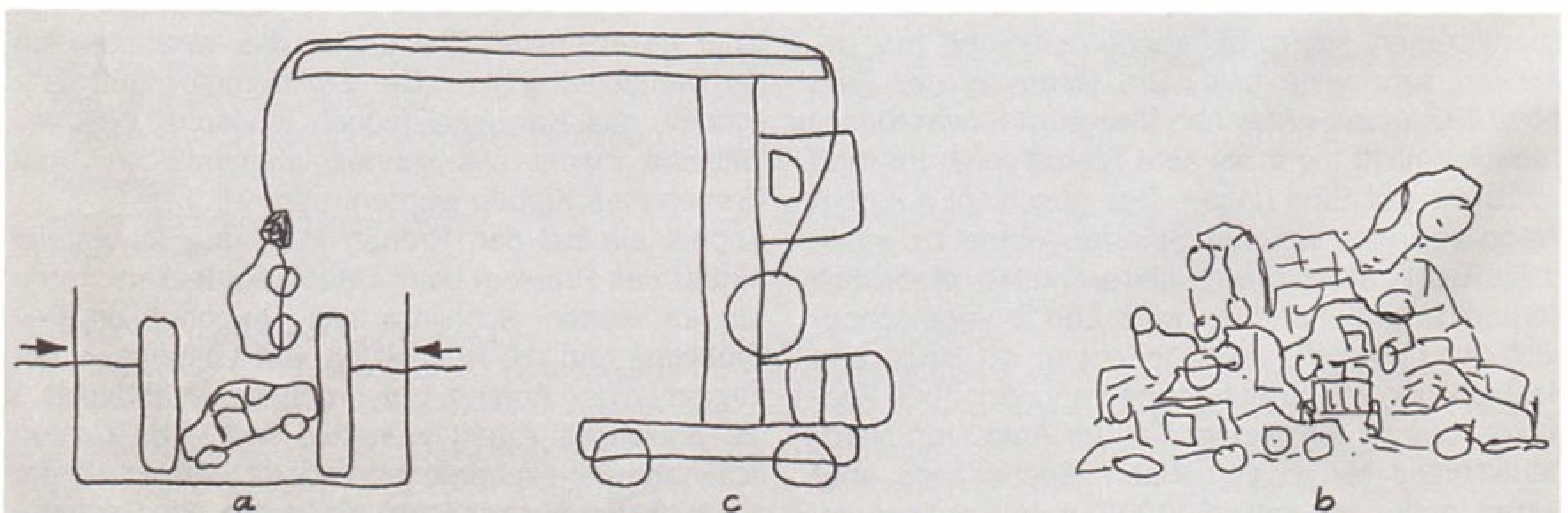


Abb. 1: Problemskizze

*Der Kran muß Autos hochheben und herunterlassen.*

*Der Kran muß fahren oder sich drehen.*

Abb. 2: Formulierung der Problemstellung (Tafeltext)

Einen solchen Kran sollen die Schüler bauen. Was muß er alles können? „Autos hochheben.“ – „Autos in die Presse bringen.“ – „Autos runterlassen.“ – „Wie bringt der Kran die Autos zur Presse?“ – „Der kann fahren, und der kann sich auch drehen.“ Der Lehrer präzisiert die Aufgabenstellung, indem er die mitgebrachten Dosen und Kisten als die Pressen bezeichnet, in die der Kran die mitgebrachten Autos packen soll. An der Tafel wird festgehalten, was der Kran können muß (Abb. 2).

Die Schüler bauen einzeln oder zu zweit je einen Kran.<sup>2</sup> Auftauchende Probleme klärt der Lehrer mit den Schülern einzeln oder nach Bedarf auch mit der ganzen Klasse, z. B.:

„Wie geht das mit dem Band?“ – „Das muß so her

(durch die Nuten geführt werden).“ – „Das klemmt.“ – „Wir wollen Räder haben (wir nennen die Räder ‚Rollen‘).“ – „Wie gehen die dran?“ (Abb. 3, 4) – „Uns geht das Band immer ab, unten an den Drehdingen (Seilwinde mit Kurbel).“

Der Lehrer macht darauf aufmerksam, daß das Seil oben auf den Rollen bleiben muß.

„Wir müssen die Seilwinde drehen oder den Stab (Mast).“<sup>3</sup> (Abb. 5, 6)

Alle Schüler sollen beachten, daß das Seil über Rollen geführt wird. Nur dann klemmt es nicht und kann auch nicht zerreißen. Die Schüler probieren selbst aus, wie es zerreißt, indem sie einen Faden an Fensterecken hin und her reiben. Sie stellen

<sup>2</sup> Wenn der Lehrer schnell und gezielt auf das Problem „Kippen“ kommen will, empfiehlt es sich, zum Bau nur kleine Grundplatten aus dem Kasten u-t 1 verwenden zu lassen.

<sup>3</sup> In den meisten Fällen verwenden die Schüler statt der Seilwinde einfach ein Rad, an das sie das Band anklemmen.

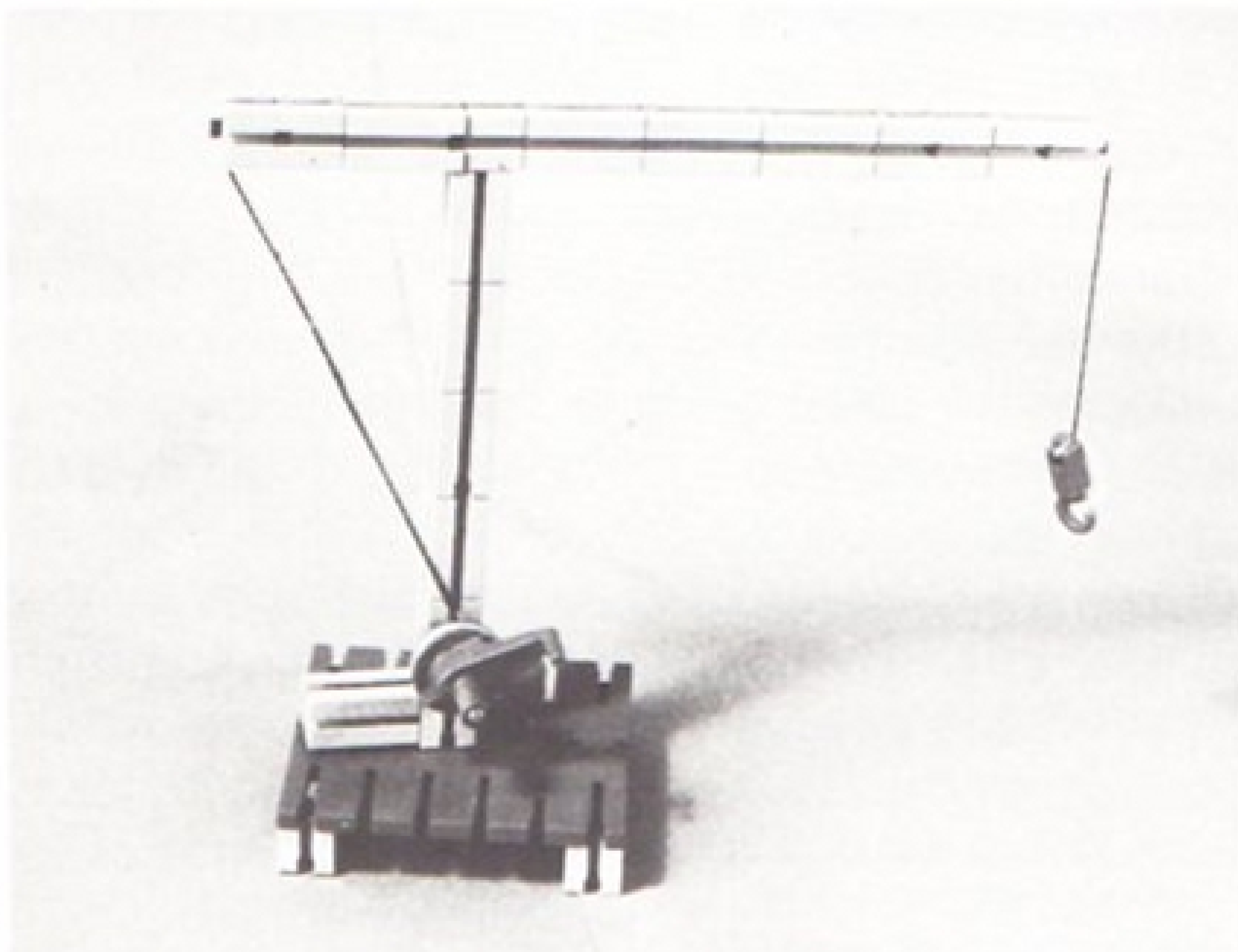


Abb. 3: Dieses Seil wird zerreißen.

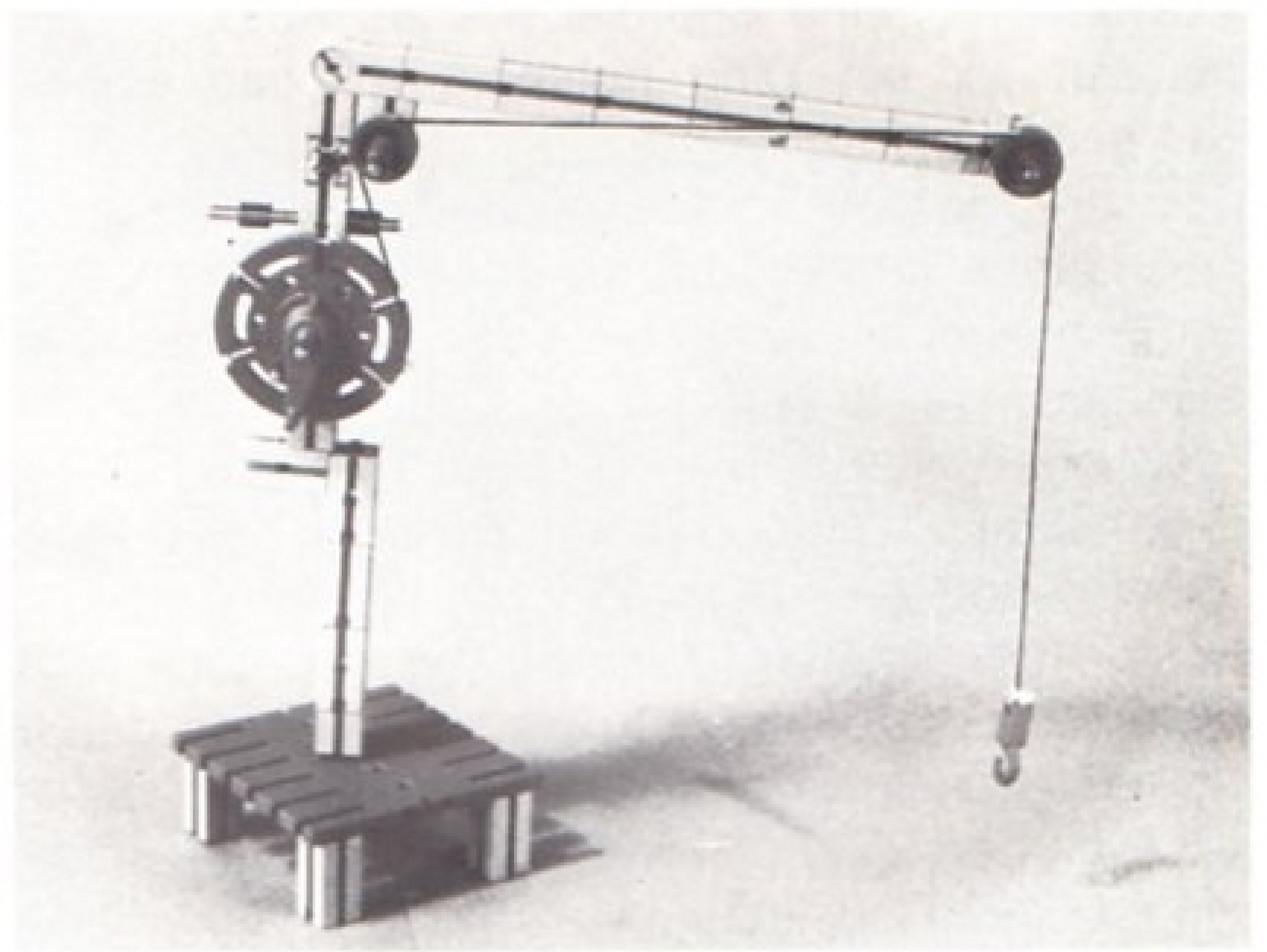


Abb. 4: Das Seil ist über Rollen geführt.

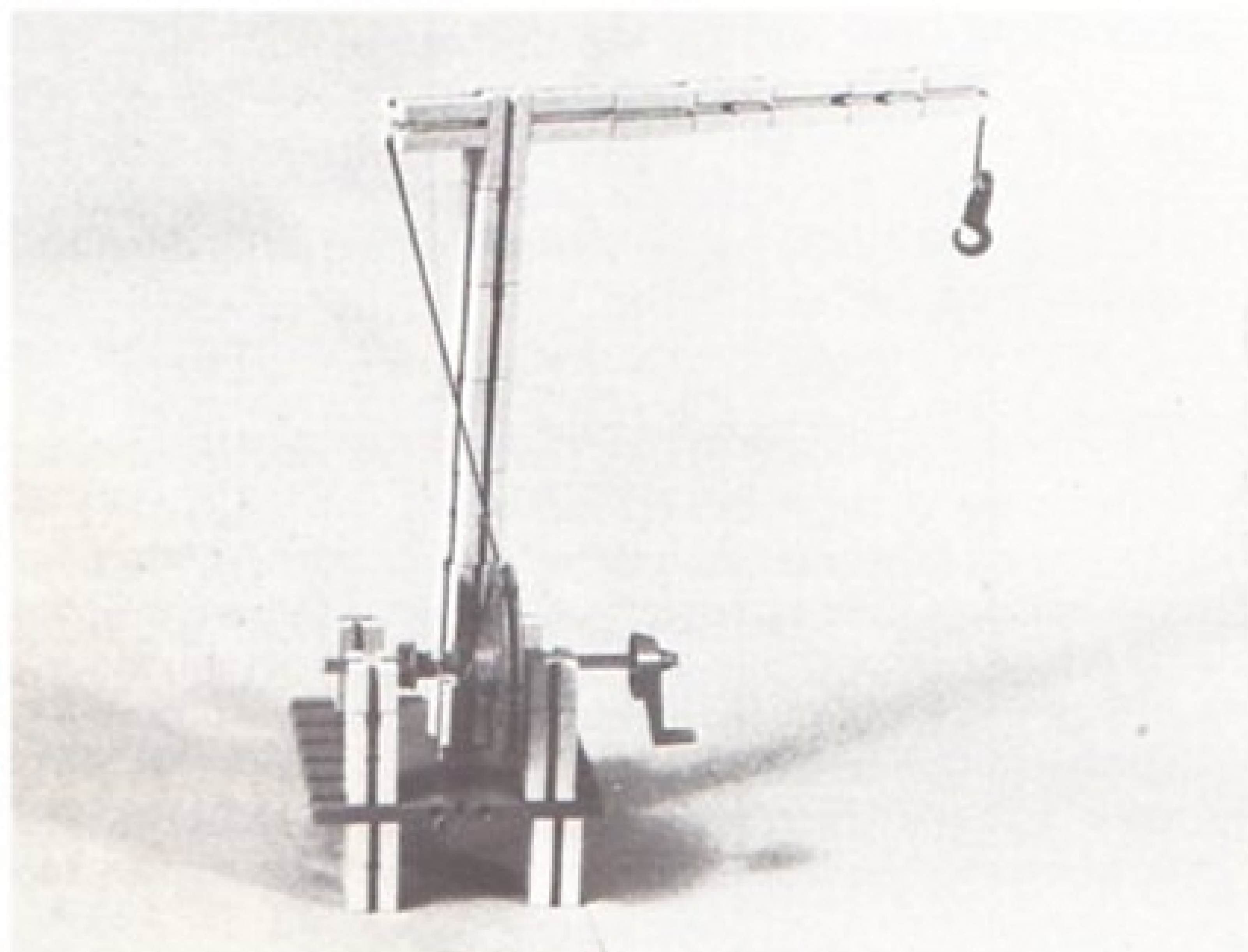


Abb. 5: Mit dem Kran muß sich die Kurbel drehen.

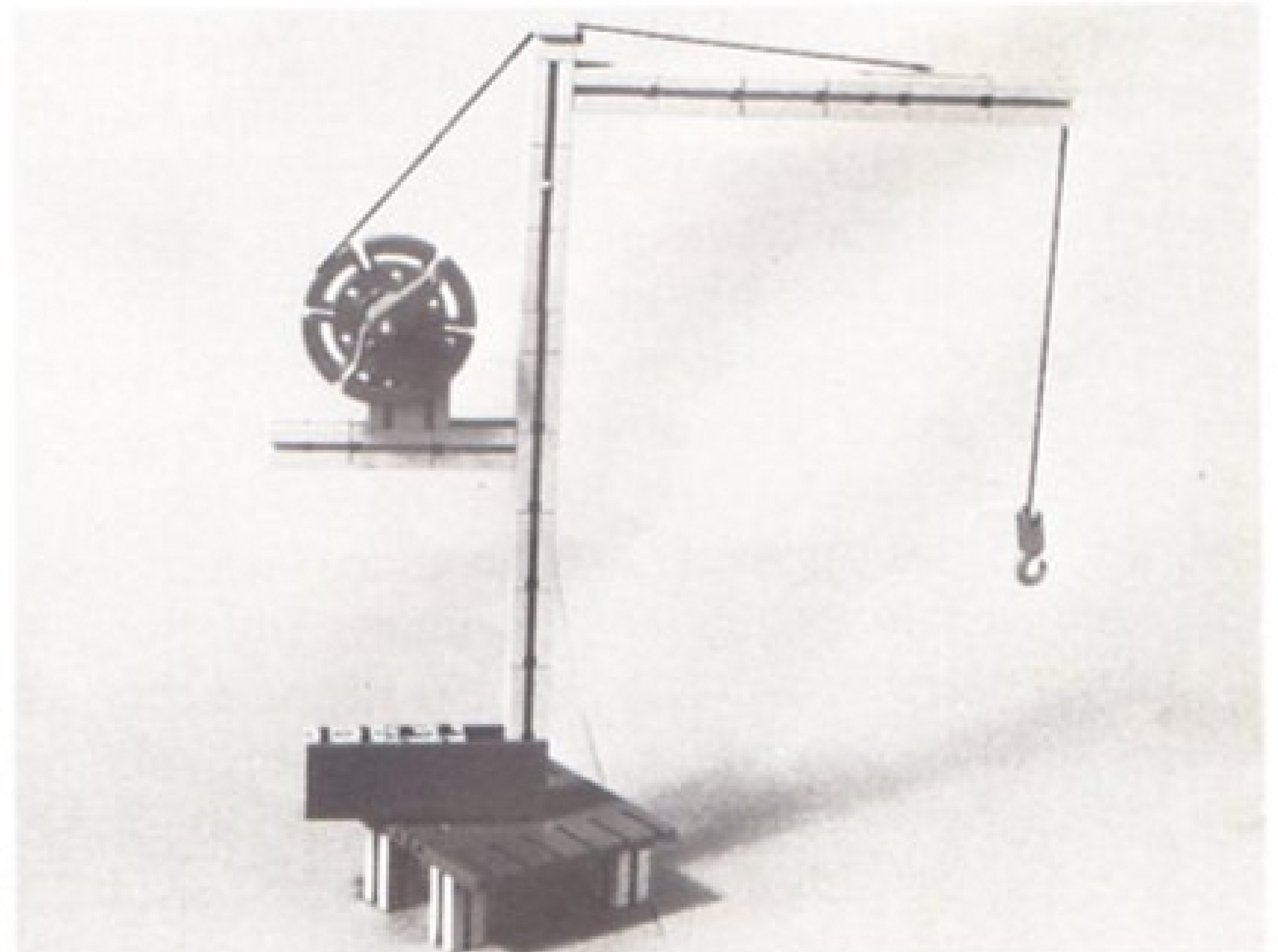


Abb. 6: Die Seilwinde dreht sich mit.

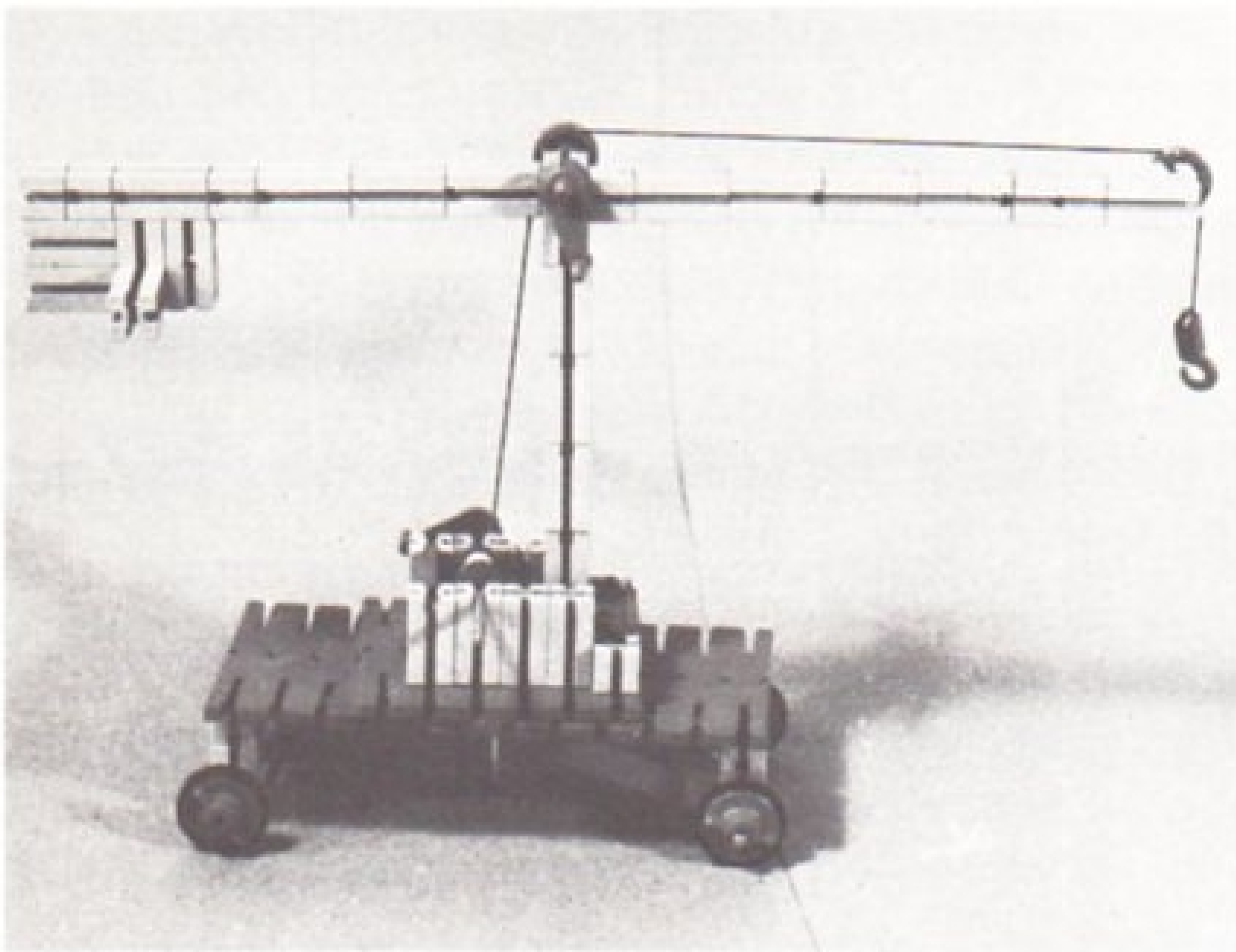


Abb. 7: Gleichgewicht durch Gegengewicht

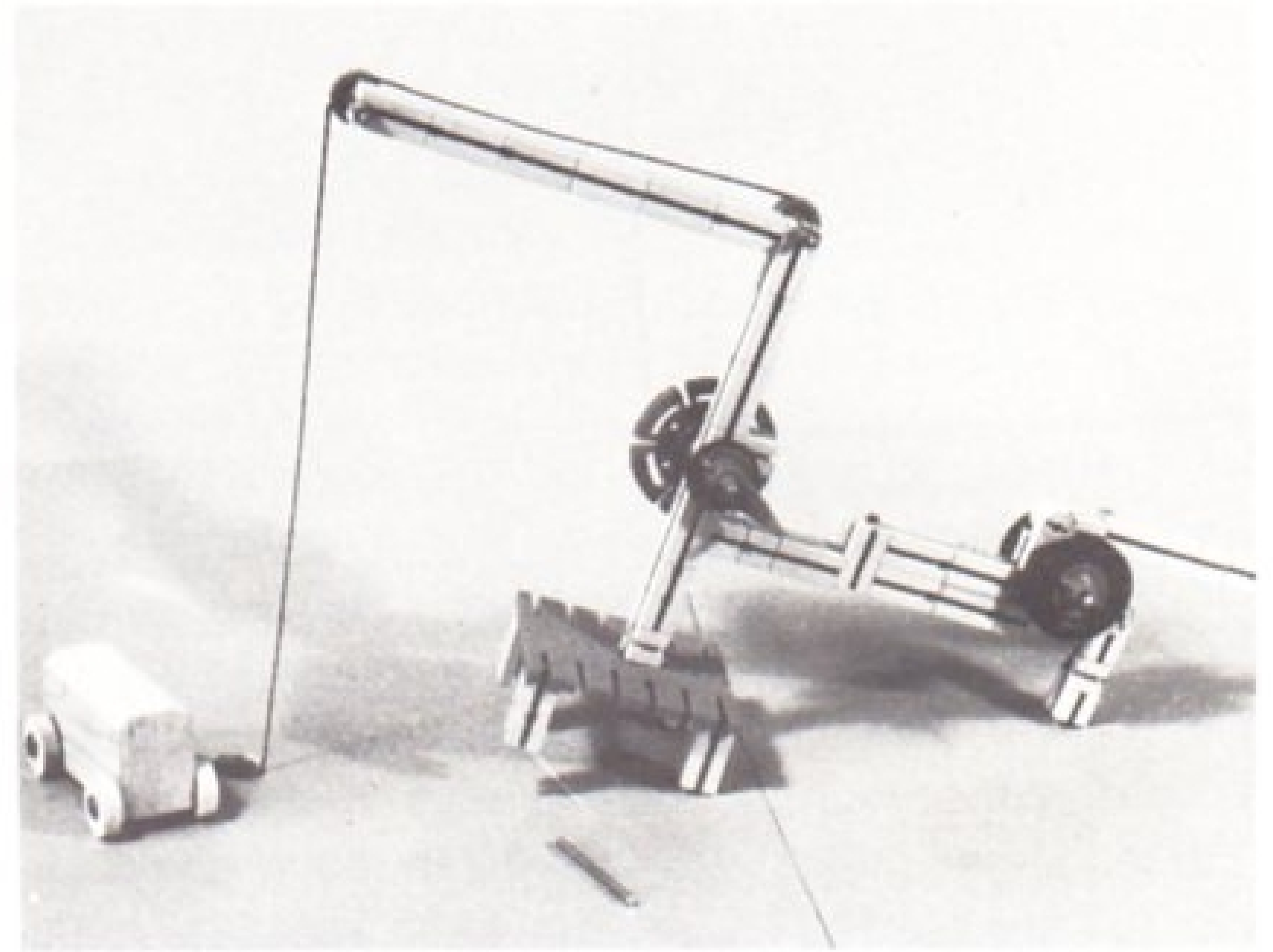


Abb. 8: Zuviel „Gegengewicht“!

auch fest, daß eine Rolle das Seil „um die Ecke“ lenkt.<sup>4</sup>

Bei der Arbeit ergeben sich weitere Probleme: „Das Auto bleibt nicht von alleine hängen; das Band wickelt sich ab.“ – „Wir müßten eine ‚Feststelle‘ machen.“ – „Eine Bremse, wie am Auto.“ – „Da müssen wir ein Ding nehmen, wo das einhakt (Kurbel).“<sup>5</sup>

„Unser Kran kippt immer, wenn wir ihn loslassen.“<sup>6</sup> Der Lehrer fordert auf, zu überlegen: „Der Arm (Ausleger) ist zu lang.“ – „Aber der muß so lang sein, sonst reicht er nicht.“ – „Oder wir müssen ihn (den Kran) zum Fahren machen.“ Einige Schüler finden eine Lösung: „Wir können doch ein Gegengewicht machen.“ (Abb. 7)

Die Schüler spielen mit ihren teilweise noch recht unvollständig gebauten Kränen. Sie sollen darauf achten, daß der Kran richtig funktioniert, so wie es auch an der Tafel steht (Abb. 2). Der Lehrer führt eine weitere Bedingung ein: Keiner darf ihn mit der anderen Hand festhalten. Das leuchtet ein, weil man richtige Kräne auch nicht festhält.

Die Kinder entdecken Mängel, sie verbessern die Seilführungen, bringen Rasten an, richten schiefe Kräne durch „Gegengewichte“ und verbessern die Verbindungen der Bauelemente.

Ein besonders Problem taucht auf: Fast alle Kräne kippen bei Belastungen mit den Autos. Als Lösung wird zunächst das bewährte Mittel des „Gegengewichts“ angewendet. Die Kinder hängen ein Auto und so viel Gegengewicht (Bausteine, Räder, Achsen) an den Kran, bis er frei steht. Die Schüler stellen allerdings fest, daß nun die Kräne schon im unbelasteten Zustand kippen. Außerdem müßten bei unterschiedlich schweren Autos auch verschiedene Gegengewichte angebracht werden.<sup>7</sup> (Abb. 8) Nach Spiel und Verbesserungen finden sich die Schüler in einem Gesprächskreis zusammen, de-

monstrieren die Funktionsfähigkeit ihrer Kräne, beurteilen Seilführung, Drehsperren der Trommel. . . Der Lehrer hängt an einen gut funktionierenden Kran immer schwerere Autos, bis der Kran kippt.

„Mein Kran kann nur Pkws tragen.“ – „Meiner kann aber Pkws und den Mischwagen tragen, ohne Übergewicht zu bekommen.“ – „Man müßte die Autos wiegen, dann weiß man, ob man die (Autos) mit dem Kran hochziehen kann.“ – „Dann muß man aber vorher ausprobieren, wann der Kran kippt.“<sup>8</sup> – „Das ist wichtig, weil sonst der Kranführer mit umkippt.“ – „Man darf auch nicht ganz so schwere Autos nehmen, weil das (der Kran) dann leicht anfängt zu kippen.“

Diesen interessanten Gedanken verfolgen wir und hängen an einen Kran ein Auto, so daß er fast kippt.

<sup>4</sup> Die Schüler erhalten nicht beliebig viel Schnur, sondern messen an dem fast fertiggestellten Kran aus, wieviel Schnur sie brauchen. Es bleibt dem Lehrer überlassen, ob ihm ein einfaches Anlegen der Schnur genügt, oder ob er eine genaue Zentimeterangabe möchte. Eine Zugabe für Knoten muß berücksichtigt werden.

<sup>5</sup> Die meisten „Bremsen“ werden als Drehsperre mittels Stangen und Bausteinen ausgeführt, die die Kurbel am Drehen hindern. Es gibt auch Lösungen, die durch axiales Verschieben der Seiltrommel einen regelrechten Einrastmechanismus darstellen.

<sup>6</sup> Bei den meisten Kränen bog sich der Mast durch, da die Schüler keine Versteifung anbrachten. Es war also kein „Kippen“ des Kranes gemeint. Deshalb wollten die Schüler den Kran ins „Gleichgewicht“ bringen.

<sup>7</sup> Bei ausreichender Zeit sollten die Schüler herausfinden, wo bei drehbaren Kränen am günstigsten die Gegengewichte anzubringen sind. Dabei erfahren sie auch bei einfachen, fahrbaren Kränen phänomenal die günstige Auswirkung einer tiefen Schwerpunktlage.

<sup>8</sup> Einem solchen Vorschlag kann man bei entsprechend geführten Klassen folgen, indem man Plastikbecher an den Kran hängt, mit Sand füllt und anschließend die Plastikbecher mit dem Sand wiegt. Statt des Sandes bieten sich auch Gewichtsstücke oder die mitgebrachten Autos an.

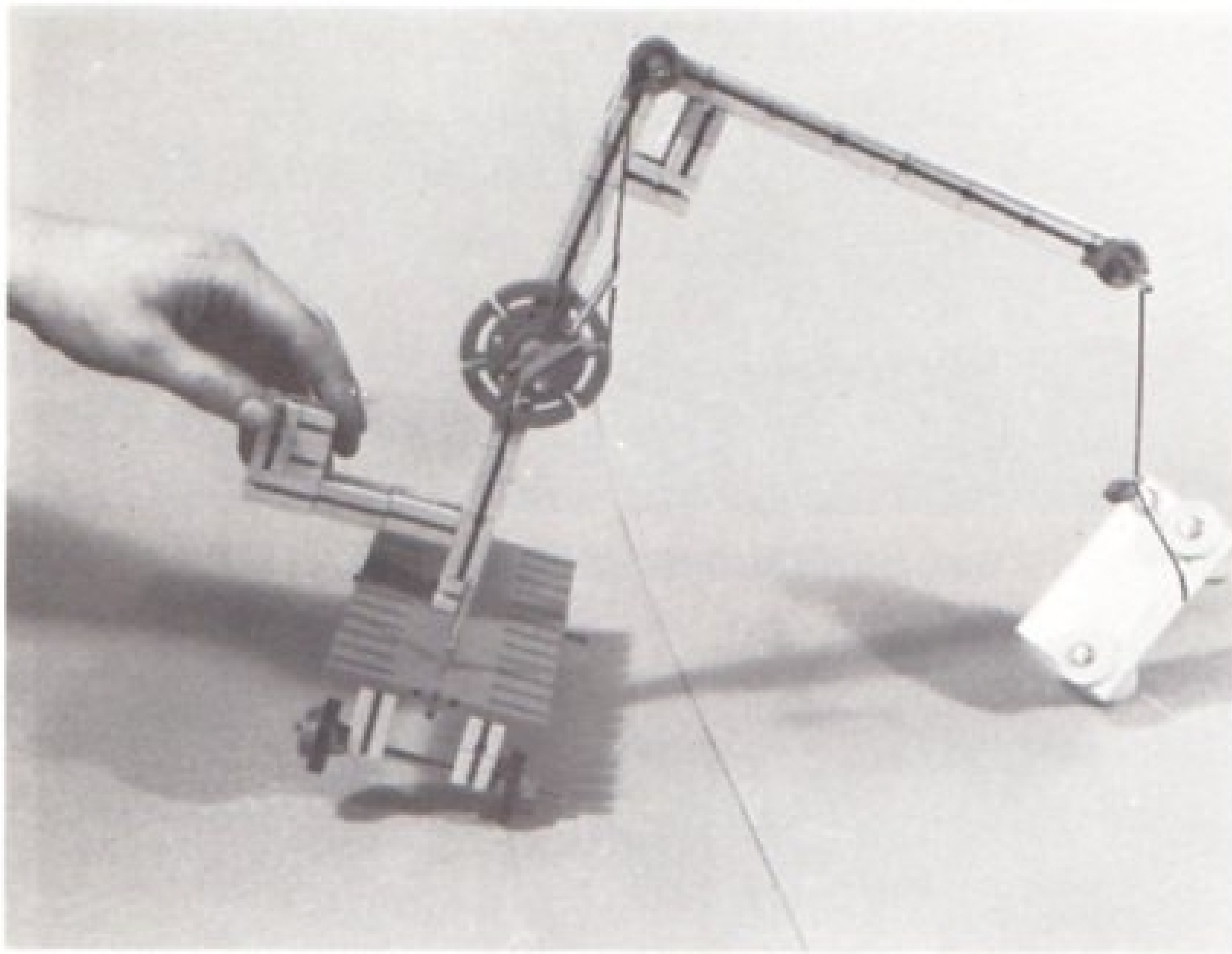


Abb. 9: Besser in der Längsrichtung der Grundplatte

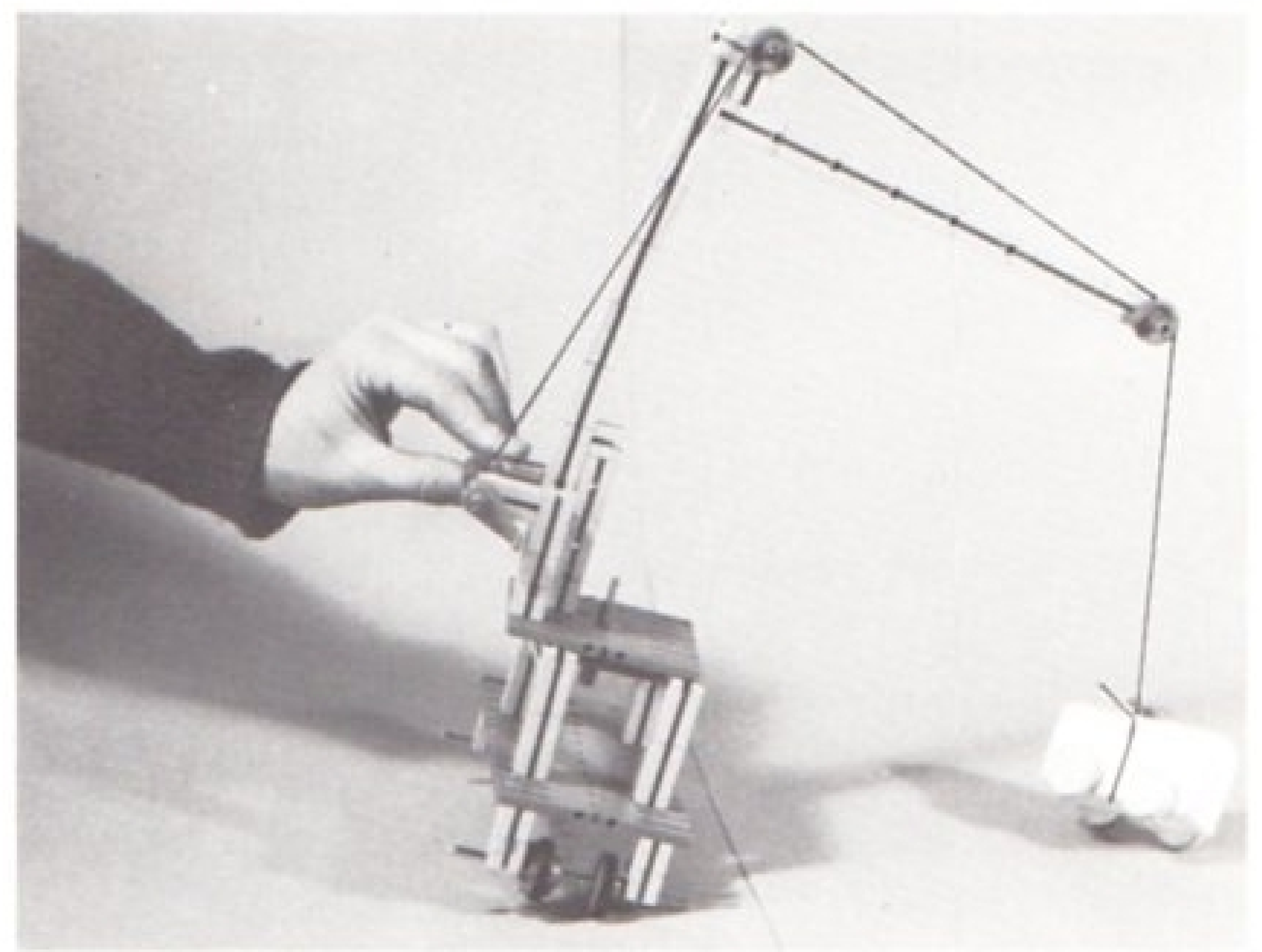


Abb. 10: Kippt!

Leichtes Pusten eines Schülers läßt den Kran endgültig umkippen: „Die Autos müssen leichter sein, sonst pustet der Wind alles um.“<sup>9</sup>

Die Schüler schlagen vor, Lastwagen und Personwagen getrennt auf dem Schrottplatz zu stapeln, damit ein Kran die Pkws und der andere Kran die Lkws transportieren kann. Sie meinen aber auch, daß der Kran, der Lkws heben kann, auch durchaus die Pkws transportieren könnte.

An einem drehbaren Kran zeigt der Lehrer, daß der Kran bei Belastung sicher steht, wenn der Ausleger in Längsrichtung der rechteckigen Grundplatte steht, jedoch umkippt, wenn der Ausleger um 90° gedreht wird (Abb. 9). „Weil der Kran (Drehpunkt) nicht so weit weg ist. Das Stück ist kürzer.“

Die Richtigkeit dieser Aussage wird bei anderen Kränen überprüft. Eine Hilfe ist dabei das Vertauschen von kleinen und großen Grundplatten.

Der Kran (Abb. 10) kippt leicht. Die Schüler sollen ihn standsicherer machen.

„Den Turm (Mast), den Arm (Ausleger) kürzer.“ – „Nicht so schwere Autos anhängen.“

Nach diesen Vorschlägen verändern die Schüler den Kran und stellen fest, daß erst der stark gekürzte Ausleger dem Kran größere Standsicherheit gibt. Die Lösung mit den leichten Autos wird nicht angenommen, da die vorhandenen Autos in die „Presse“ gehoben werden sollen. „Der Arm muß aber so lang bleiben, damit er vom Autoberg die Autos in den Karton holen kann.“

Der Lehrer zeigt eine große und eine kleine Grundplatte und den Schülern fällt ein, daß man die Räder in größerem Abstand einbauen könnte. Sie verändern die Kräne und stellen fest, daß sie nun sicherer stehen (Abb. 11).<sup>10</sup>

Der Lehrer fordert die Kinder auf, das Fahrgestell des Krans so zu zeichnen, wie man es von unten sieht (Abb. 12).<sup>11</sup> Auch der ursprüngliche Radauf-

<sup>9</sup> Unausgesprochen meinen die Schüler das Problem eines Sicherheitsfaktors.

<sup>10</sup> Unbewußt ist durch die neue Konstruktion auch der Schwerpunkt tiefergelegt worden. Auch bei den Verbesserungsvorschlägen (Mast verkürzen) taucht dieses Problem auf.

<sup>11</sup> Die Darstellungsweise nach Abb. 12a ist altersgemäß. Die objektive Darstellung nach Abb. 12b braucht Zeit.

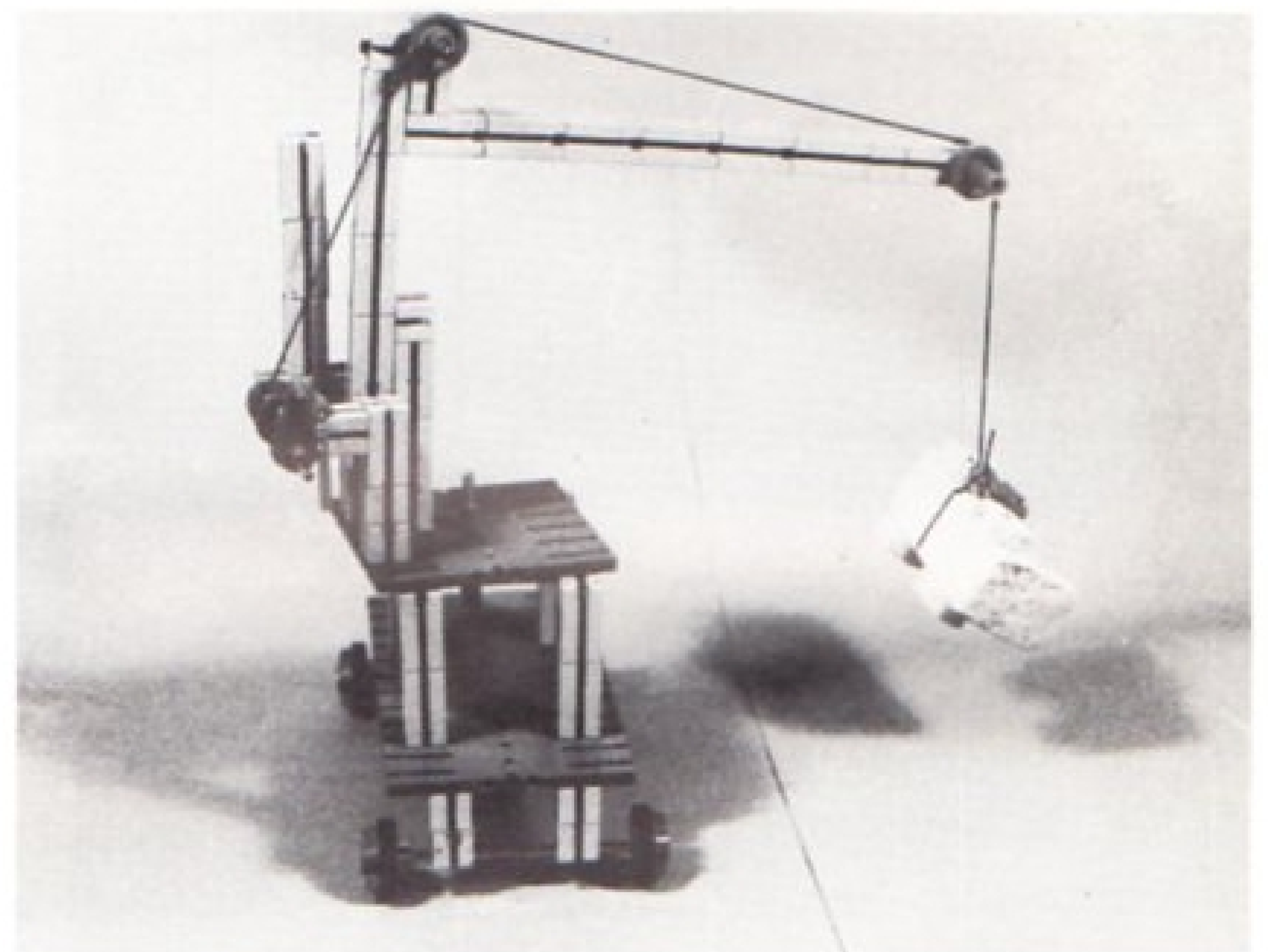


Abb. 11: Standsicher

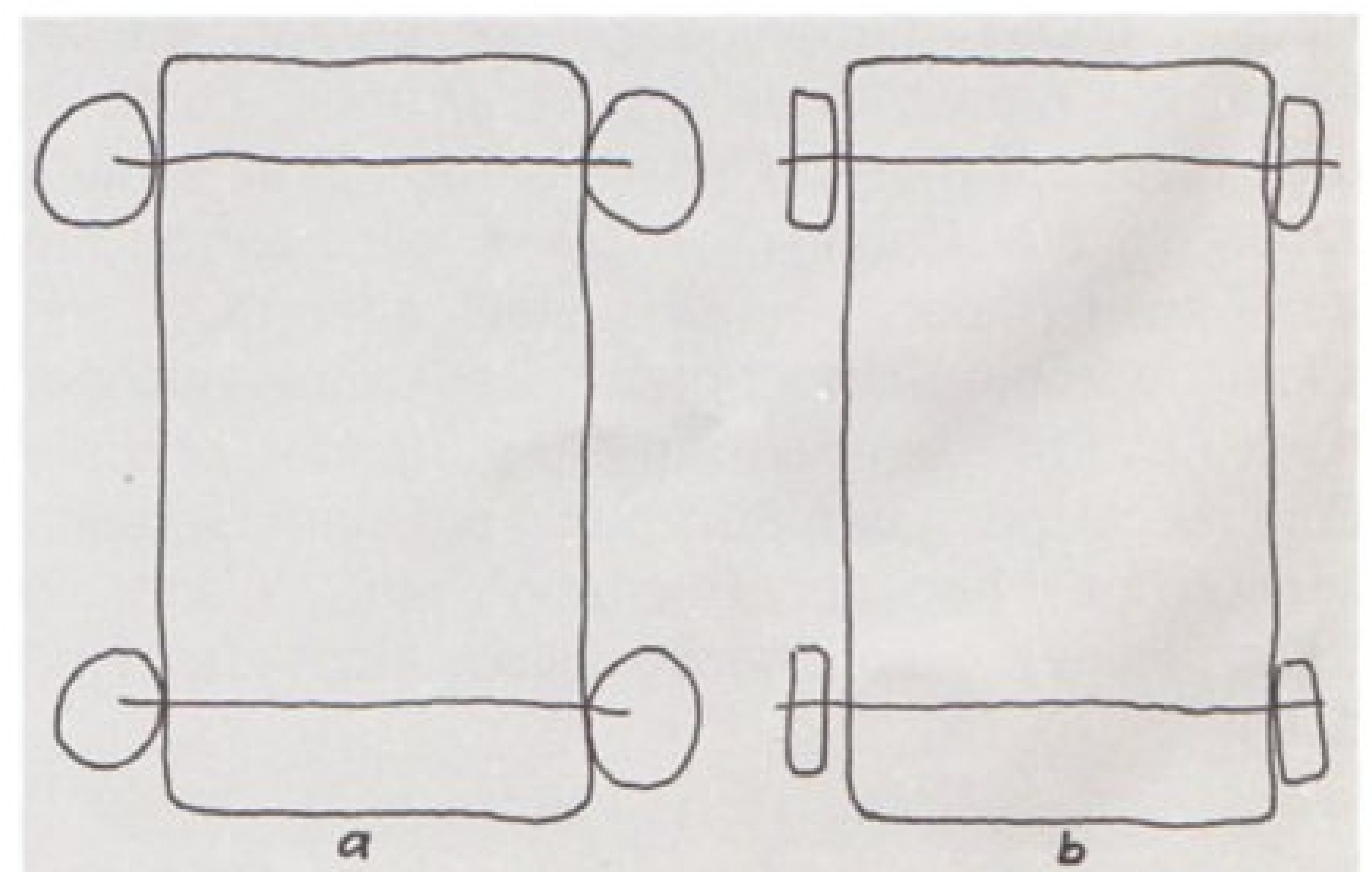


Abb. 12: Das Fahrgestell von unten

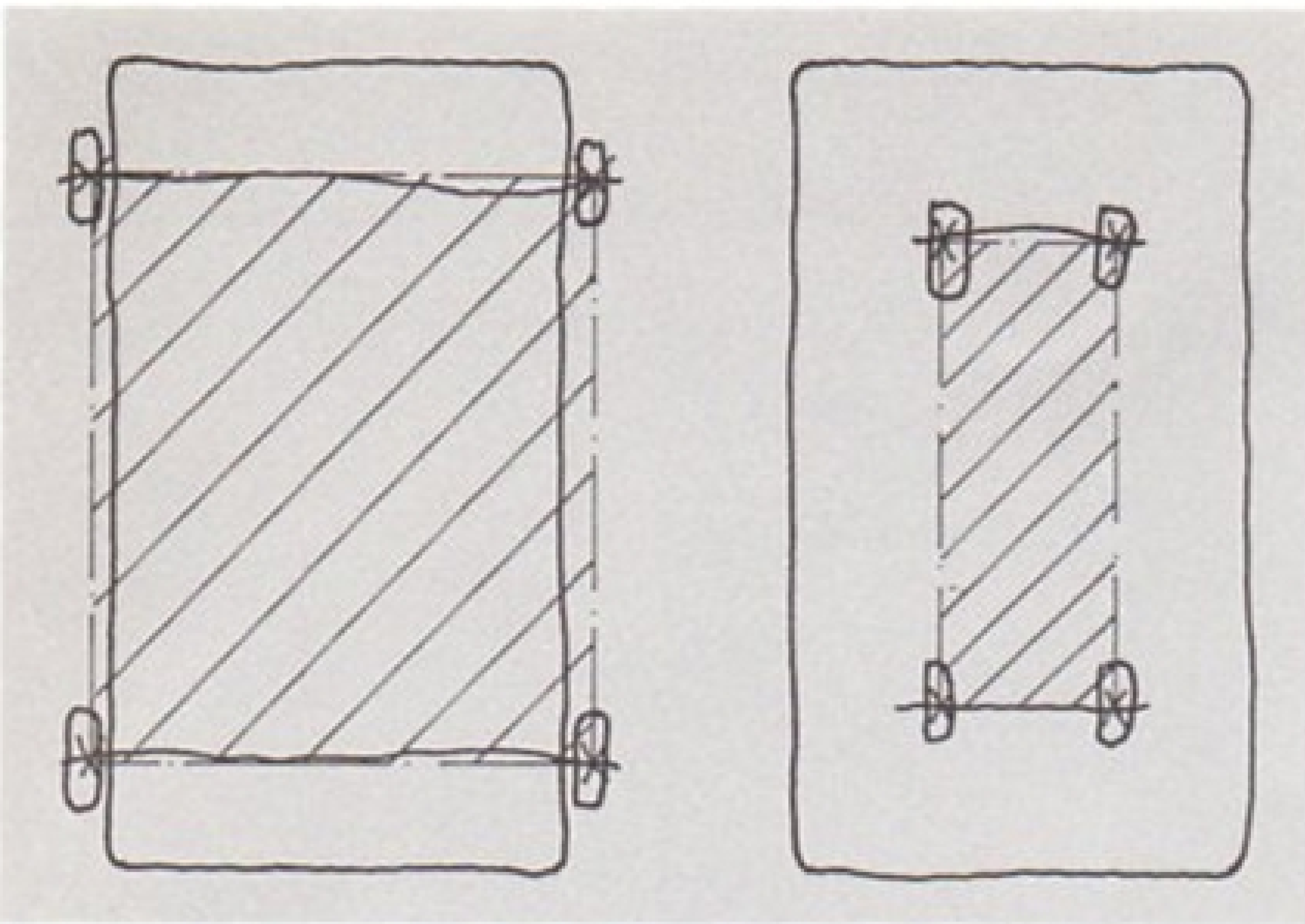


Abb. 13: Vergleich von Standflächen

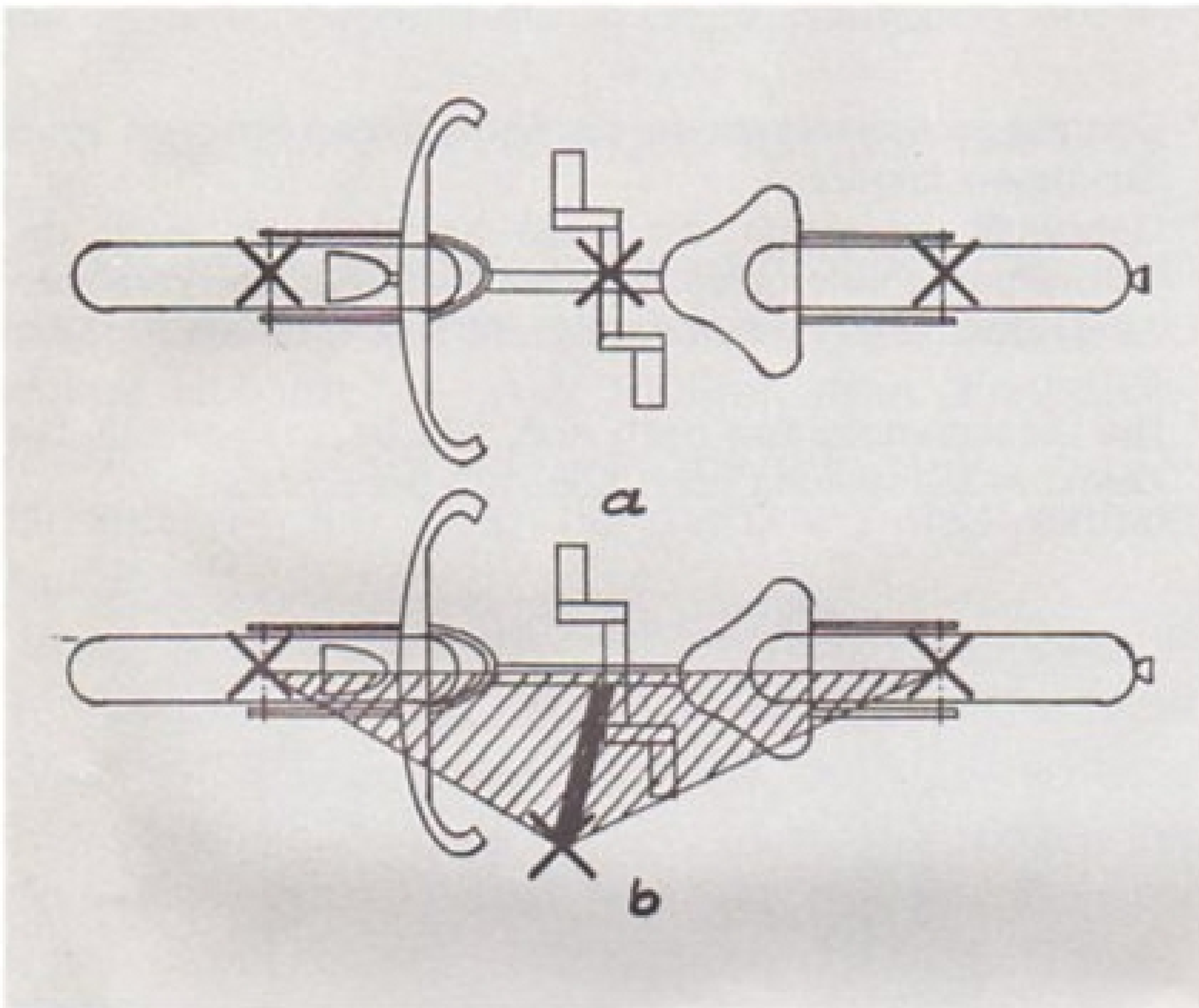


Abb. 14: Wie steht ein Fahrrad?

bau wird noch einmal vorgestellt und mit größeren und kleineren Radabständen verglichen. Es entstehen die beiden in Abb. 13 schraffierten Felder. Sie stellen die Beziehungen zu den Standflächen her, und die Kinder erkennen auch an der Zeichnung, daß der Kran mit einer großen Grundplatte sicherer steht. Weil einige Schüler den Kran mit sechs Rädern gebaut haben, fragt der Lehrer, wieviel Räder ein Kran mindestens haben muß, damit er überhaupt auf diesen Rädern steht. „Drei, es gibt Autos mit drei Rädern.“ – „Zwei, ein Fahrrad hat auch zwei Räder.“ – „Das steht aber nicht von allein, da ist ein Ständer dran.“ Der Lehrer zeichnet nach Abb. 14a ein Fahrrad ohne Ständer, und die Schüler zeichnen den Stützpunkt auf einer Geraden liegend zwischen den Radnaben ein: „Wenn die (Stützpunkte) hintereinander sind, kippt das Rad doch.“<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Hier bieten sich Anknüpfungspunkte für den Geometrieunterricht.

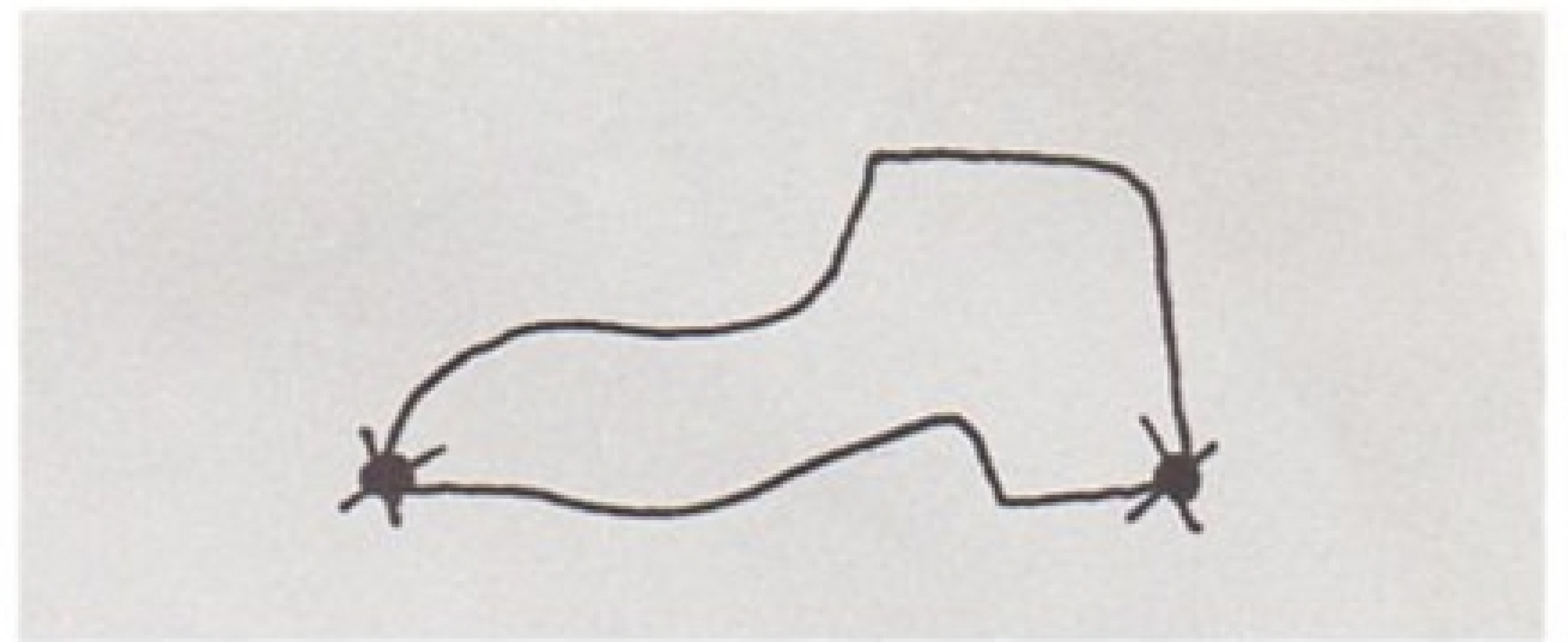


Abb. 15: Zwei Stützpunkte je Fuß?

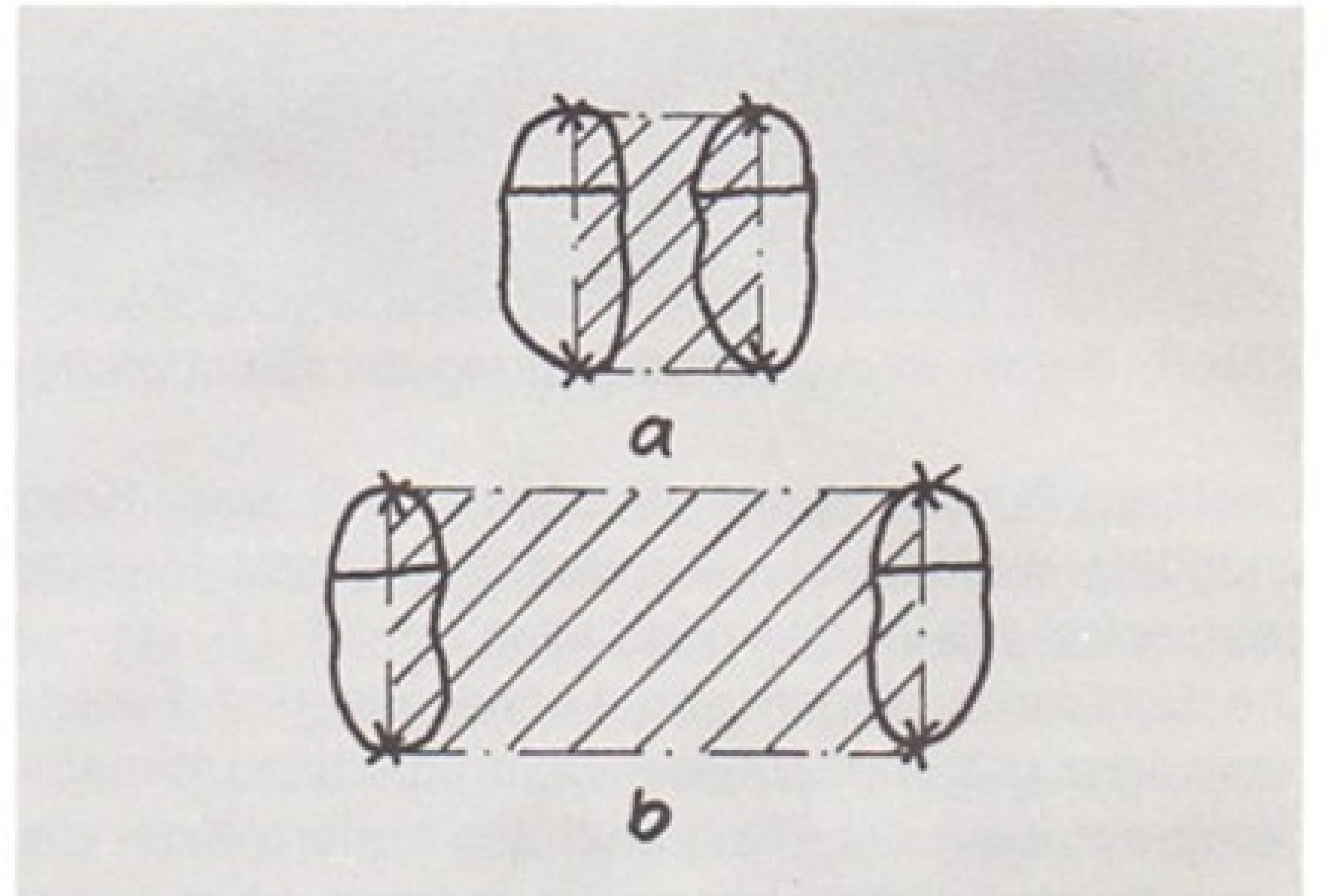


Abb. 16: Wie kann man die Standfläche vergrößern?

Die richtigen Stützpunkte werden farbig markiert und die Fläche, die durch die Stützpunkte erzeugt wird, schraffiert (Abb. 14b). Eine richtige Standfläche braucht also mindestens drei Stützpunkte. Uta stellt sich in die Kreismitte. „Auf wieviel Punkten steht Uta?“ „Auf zwei, weil sie zwei Beine hat.“ – „Auf vier, wegen der Schuhe.“ Der Schüler zeichnet an die Tafel, was er meint (Abb. 15). – „Bei Rollschuhen sind das acht.“ – „Bei Schlittschuhen zwei, die sind auch wackelig.“

Der Lehrer fordert die Schüler auf, sich auf ein Bein zu stellen und den Partner mit einer Hand vorsichtig anzustoßen. „Auf einem Bein steht man ja auch nicht gut.“ Uta stellt sich mit geschlossenen Füßen in die Kreismitte. Bereits bei einem geringen Anstoß verliert sie das Gleichgewicht. „Sie muß sich so (breitbeinig) hinstellen. Boxer und Ringer stehen auch so.“

Die Schüler probieren es aus und halten die Fußstellung an der Tafel fest (Abb. 16). Uta stellt sich mit gegrätschten Beinen in die Mitte des Kreises. Der Lehrer behauptet, daß er Uta immer noch leicht umschubsen könnte (quer zur gegrätschten Stellung). Der Lehrer zeichnet die gestrichelten Linien nach Abb. 16b ein und verweist darauf, daß dieses noch keine geeignete Standfläche sei: „Wie stehen wir noch sicherer?“ Die Schüler ahmen Krabbelstellungen nach und sagen: „Das machen die beim



Ringen so, dann kann man die ganz schwer umwerfen.“ – „Wenn wir uns zu zweit hinstellen, so (Abb. 17) oder mit dem Rücken an die Wand.“ – „Und wenn da keine Wand ist?“ – „Eine Stütze nehmen.“ Uta nimmt den Zeigestock in die Hand. Sie stützt sich zunächst zur Seite ab (Abb. 18a). „Nein, so wie beim Fahrrad!“ (Abb. 18b) Abschließend fassen wir zusammen, was wir beim Bauen von Kränen gelernt haben und zeichnen einen Kran an die Tafel, der gut funktioniert (Abb. 19).

### Lernziele

Der skizzierte Unterricht umfaßt etwa sechs Unterrichtsstunden in einer Klasse 2. Die Einstiegsphase dient nicht nur der Hinführung auf ein Problem, sondern enthält eine eigene Problematik: Müll am Beispiel Autoschrott. Den Kindern soll ganz deutlich werden, daß dieser Schrott in Mengen anfällt und ständig beseitigt werden muß.

Das Vorwissen der Kinder war erheblich. Der Lehrer mußte lediglich Impulse für die Organisation des Unterrichts geben, damit sich die Schüler nicht in Einzelheiten verloren.

Ausgehend vom Problem der Müllbeseitigung taucht ein zweites Problem auf, das Heben schwerer Lasten. Dieses Problem wird durch den Bau eines Krans gelöst.<sup>13</sup> Dabei bereitet die zeichne-

<sup>13</sup> Das Heben schwerer Lasten ist dabei für die Schüler nicht durch Leistung, Drehmoment oder Übersetzungsverhältnis erklärbar. Ein Kran hebt im Sinne der Schüler die Lasten, weil er einen Motor hat und weil er aus Eisen ist. Die Problematik der Lösung wird hauptsächlich auf der „kinematischen“ Seite bewußt erfahren und besteht in Fragen der Seilführung, der Dreharbeit und Fahrbarkeit.

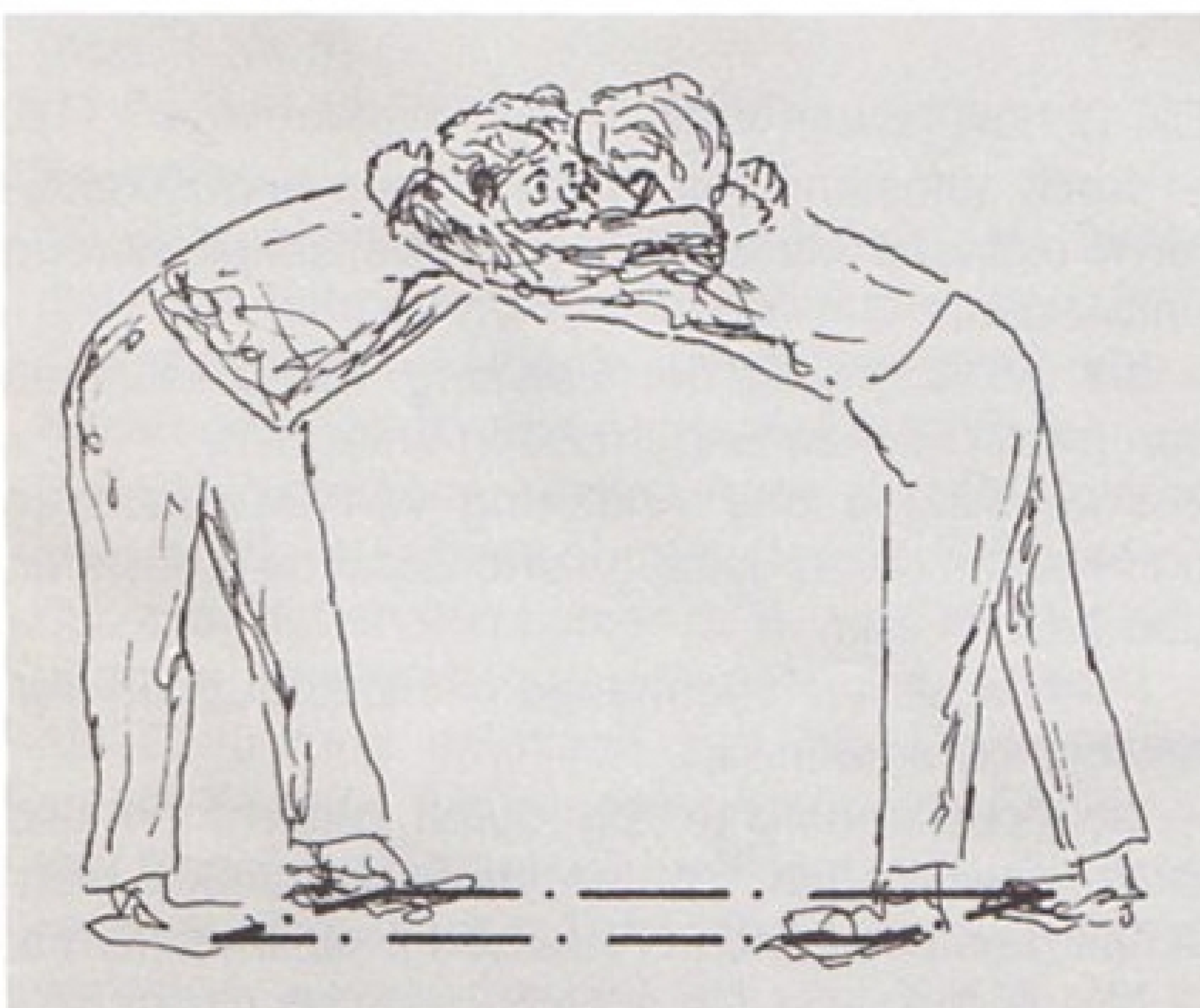


Abb. 17: Zwei Kinder stehen fester.

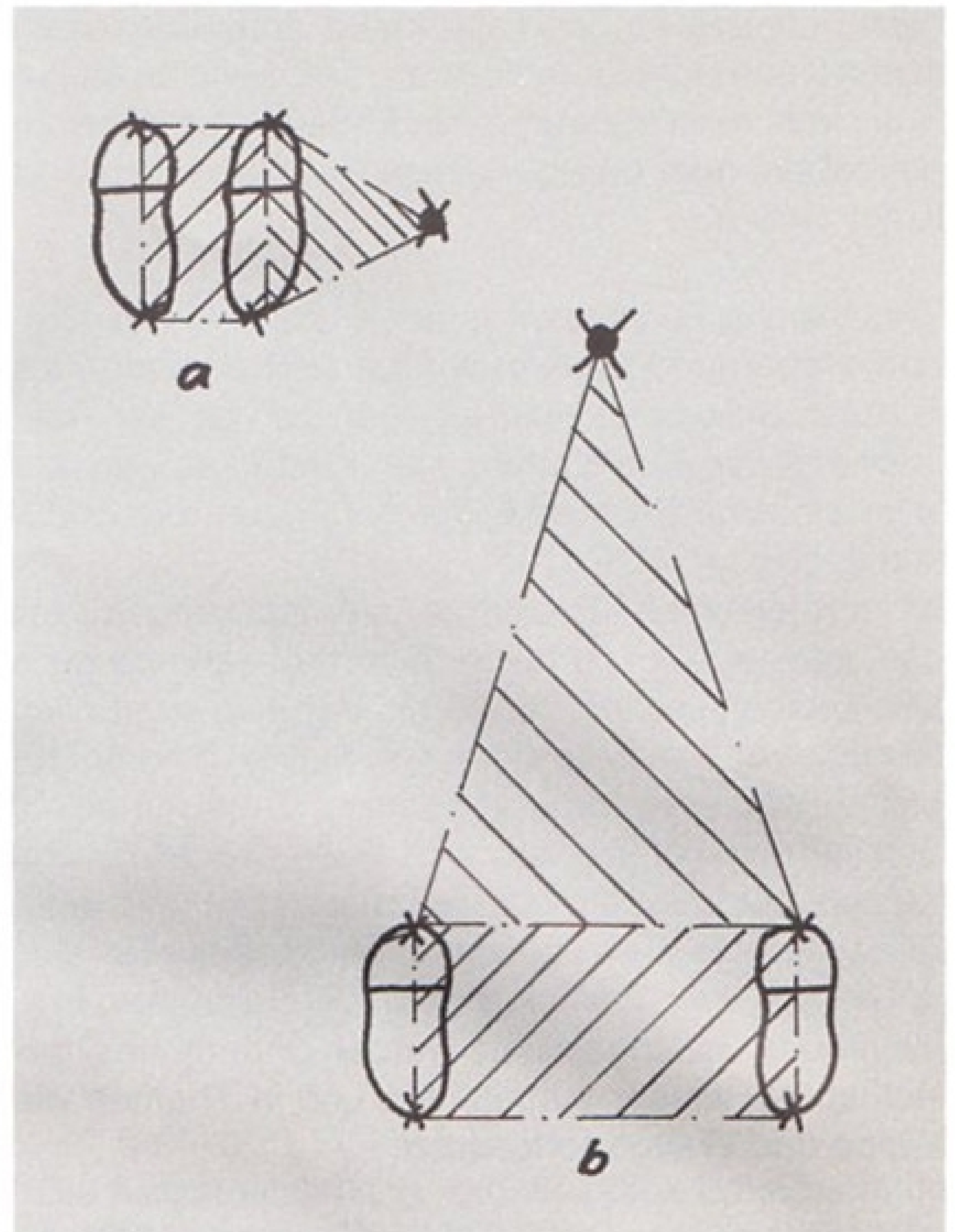


Abb. 18: Standfest durch Stütze

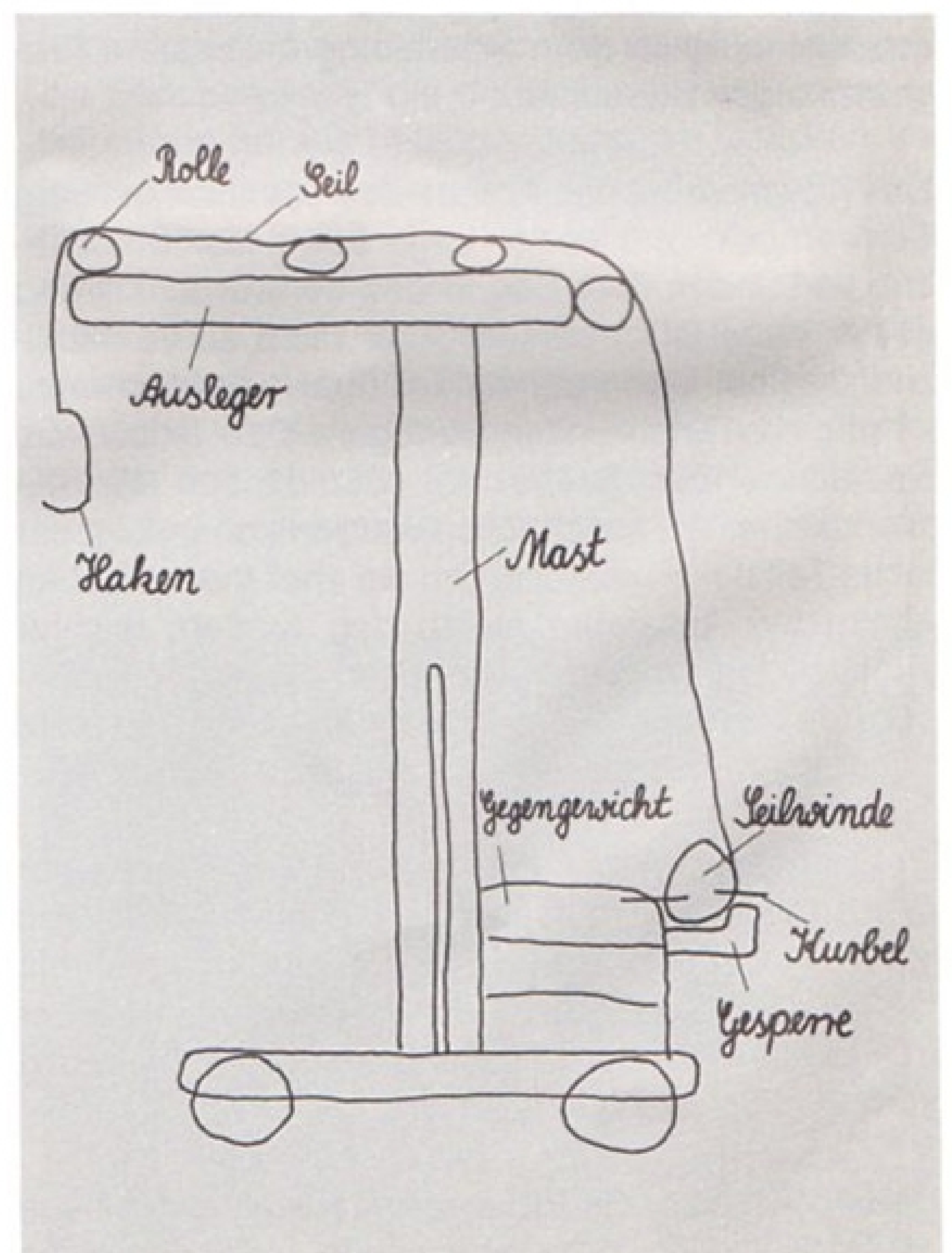


Abb. 19: So haben wir unseren Kran gebaut.

rische Lösung an der Tafel kaum Schwierigkeiten, selbst wenn Schüler feststellen, daß Seile an einem Kran wohl nicht so krumm sind, wie wir sie gezeichnet haben, oder daß gar einige Bauelemente eines Krans fehlen.

Wesentliche Funktionen eines Krans (Fahren, Drehen, Heben und Senken von Lasten) erkennen die Schüler. Schwierigkeiten ergeben sich bei der Realisierung der Funktionen. Die Kinder stoßen auf viele einzelne Probleme, die Anlaß zum Nachdenken geben.

Es sind einerseits Probleme, die den Umgang mit den Baukastenmaterialien betreffen, andererseits sind sie technischer Art, wie die Führung von Seilen (Bindfäden), das Befestigen von Seilen (Bindfäden), das Konstruieren von Drehsperren. Dabei lernen die Schüler neue Wörter wie z. B. Rolle, Seilwinde und Kurbel. Die Wörter werden zusammen mit einer Skizze an die Tafel geschrieben. Geübt wird also auch das Lesen zeichnerischer Darstellungen. Probleme des Gleichgewichts werden phänomenal gelöst, später wieder aufgegriffen und in Themen wie Wippe und Waage fortgesetzt.

Das Problem des „Waagegleichgewichts“ tritt hier nur als Grenzfall des sicheren Stehens auf. Es wird deshalb auch weiter nicht ausführlich behandelt, sondern lediglich als Vorbereitung für spätere Fragestellungen betrachtet.

Das Kippmoment des Kranes ist wesentlich mit dem Schwerpunkt und seiner Lage sowie der Standfläche verbunden. Der Begriff des Schwerpunkts und seiner Lage ist in diesem Alter nicht zu verdeutlichen, selbst wenn die Kinder über entsprechende körperliche Erfahrungen verfügen. Daß jedoch die Bedeutung der Größe der Standfläche für die Standsicherheit anschaulich werden kann, zeigt der letzte Teil des Protokolls. Um die eher theoretischen abstrakten Aussagen hierzu den Kindern leichter zugänglich zu machen, wird das körperliche Betätigen, das Hantieren und Experimentieren zu Hilfe genommen. Vorerfahrungen aktivieren sich dabei.

Der Kunstunterricht kann anschließend Kräne oder eine Baustelle thematisieren. Allerdings sollte man sich davor hüten, die Bilder der Kinder unter rein funktionalen Gesichtspunkten zu betrachten. Kinder trennen Ästhetisch-Subjektives noch nicht eindeutig vom Funktional-Objektiven.

Sofern sich dazu die Gelegenheit bietet, in der Nähe einen wirklichen Kran anzusehen, sollte man die Gelegenheit nutzen.

---

Uwe Brönstrup

# Maschinen erleichtern Arbeit

Unterricht im 4. Schuljahr

---

Der Unterricht behandelt einfache Maschinen, die den Schülern aus der Erfahrung des Alltags zumindest in ihrer Arbeitsweise bekannt und durchschaubar sind (Schranke, Bootswinde, Fließ-/Transportband, Kipplastwagen), oder deren Aufgabe und Arbeitsweise ihrem Vorstellungs- und Denkvermögen so weit zugänglich ist, daß sie selbständig problemlösend entwickelt und gebaut werden können (Karussellantrieb, Bleistiftspitzmaschine). Der Unterricht besteht aus sechs Aufgaben, die so aufeinander aufbauen, daß Elemente der vorausgegangenen Aufgaben aufgegriffen und weitergeführt werden, wobei der Aspekt der Arbeitserleichterung durch einfache Maschinen in verschiedenen Anwendungsbereichen beleuchtet wird. Besondere Bedeutung erhalten die selbständige Problemlösung, die Verwendung von Sprache und Zeichnung als Mittel der Begriffsbildung und Kommunikation, das Auffinden und Verbalisieren von Wenn-Dann-Beziehungen und die transferierende Anwendung erworbener Erfahrungen und erarbeiteter Erkenntnisse auf neue Problemlösungen.

*Lernziele:*

Die Schüler sollen

- durch selbständiges Problemlösen und Konstruieren einfache Maschinen zur Arbeitserleichterung entwickeln,
- die Abhängigkeit der Leistung von Maschinen von menschlichen Bedürfnissen erkennen,
- Weiterleitung und Änderung von Bewegungen und Kräften durch Seilzüge und Getriebe realisieren und beschreiben,
- Funktionszusammenhänge der Baugruppen von Maschinen erkennen,
- die Arbeitserleichterung durch Maschinen und ihre Auswirkungen auf den sie bedienenden Menschen darstellen und in Ansätzen problematisieren,
- den Aufbau und die Arbeitsvorgänge der gebauten Maschinen verbal und zeichnerisch darstellen.

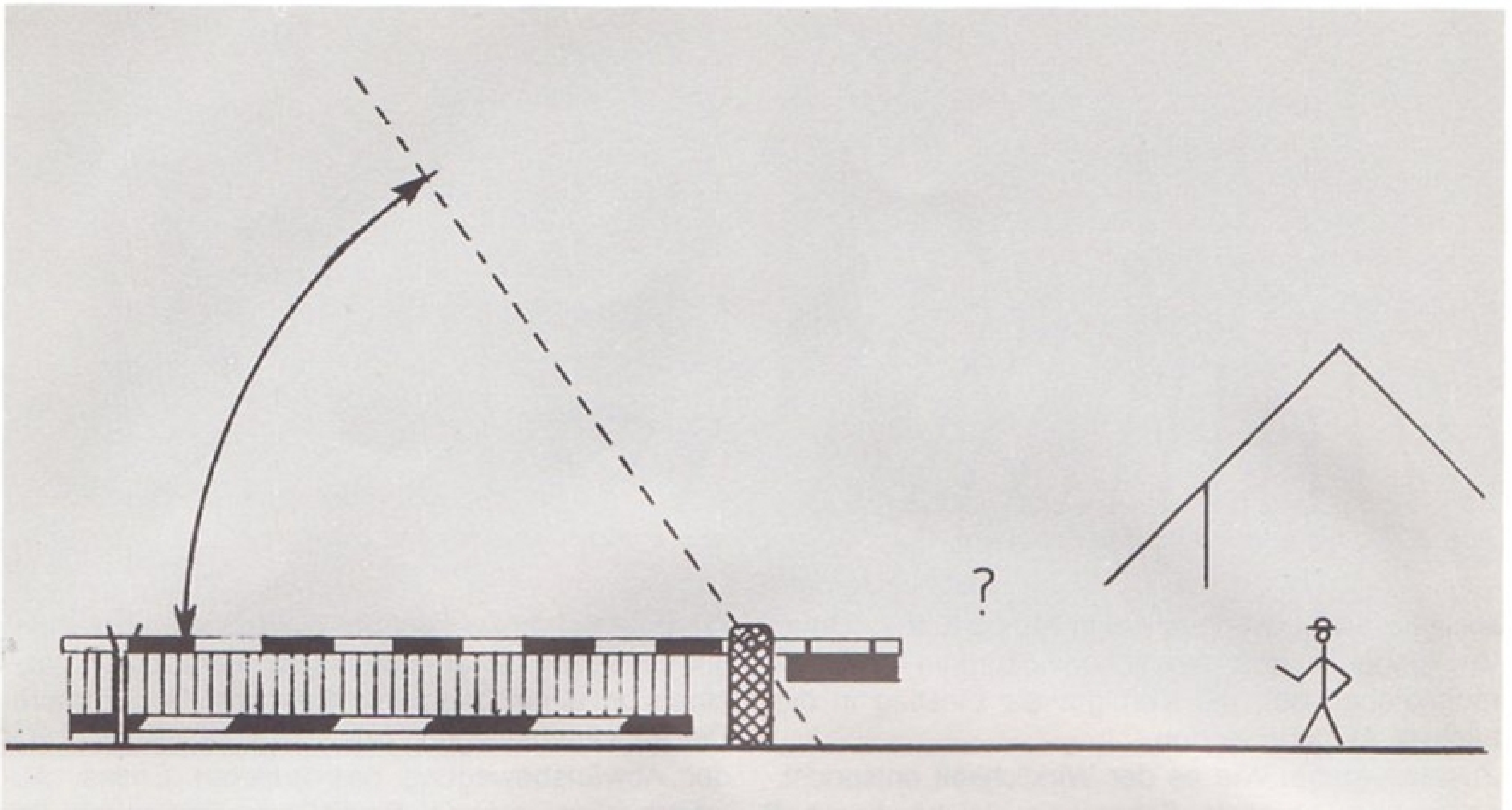


Abb. 1: Bahnschranke: Aufgabenstellung

Jedes Unterrichtsbeispiel ist gegliedert in:

- (1) Angabe der Medien,
- (2) Vorschläge zur Einführung und Motivation, wobei mögliche Vorerfahrungen der Kinder genannt werden,
- (3) Hinweise zur Problematisierung, Planung und Durchführung der Aufgabe,
- (4) Anregungen zur Auswertung,
- (5) Darstellung der Aufgabe und von Lösungen.

### Bahnschranke

(Abb. 1 bis 5)

(1) fischertechnik u-t 1, Großbauplatten 1000-1, Zwirnsfaden.

(2) Schranken öffnen und schließen sich fernbedient an Bahnübergängen, Fabriktoeren, Geländeausfahrten; handbediente Schranken findet man an Kasernen-, Fabrik- und anderen Ausfahrten.

Beim Hampelmann werden Arme und Beine durch direkten Seilzug bewegt; umgelenkte Seilzüge dienen zum Heben von Lasten, z. B. auf Schrottplätzen und zum Hochziehen von Segeln und Fahnen.

Als Einführung empfiehlt sich ein Unterrichtsgespräch über die Sicherungsaufgabe und Bedienung der Eisenbahnschranke, aus dem sich die Frage nach der Erleichterung der Arbeit für den Schrankenwärter ergibt, der bei Tag und Nacht und bei jedem Wetter die Schranke bedienen können muß.

Die Aufgabenstellung wird als Black-Box-Zeichnung entweder an der Tafel fixiert oder am Tageslichtprojektor gezeigt (Abb. 1).

(3) Die Problematisierung ergibt sich aus dem Unterrichtsgespräch: Erfindet eine Fernbedienung für die Bahnschranke, die der Bahnwärter aus seinem Häuschen heraus betätigen kann. Im weiteren Verlauf oder auch schon als Vorgabe wird darauf hingewiesen, daß die Fernbedienung im Raum zwischen der Schranke und dem Häuschen nicht stören darf, also möglichst unterirdisch oder ersatzweise ganz nah am Boden verlegt werden muß. Zunächst werden Lösungen wie in Abb. 2 auftreten, die mit dem Hinweis auf die Gefahr des Zerscheuerns des Seils erneut problematisiert werden und

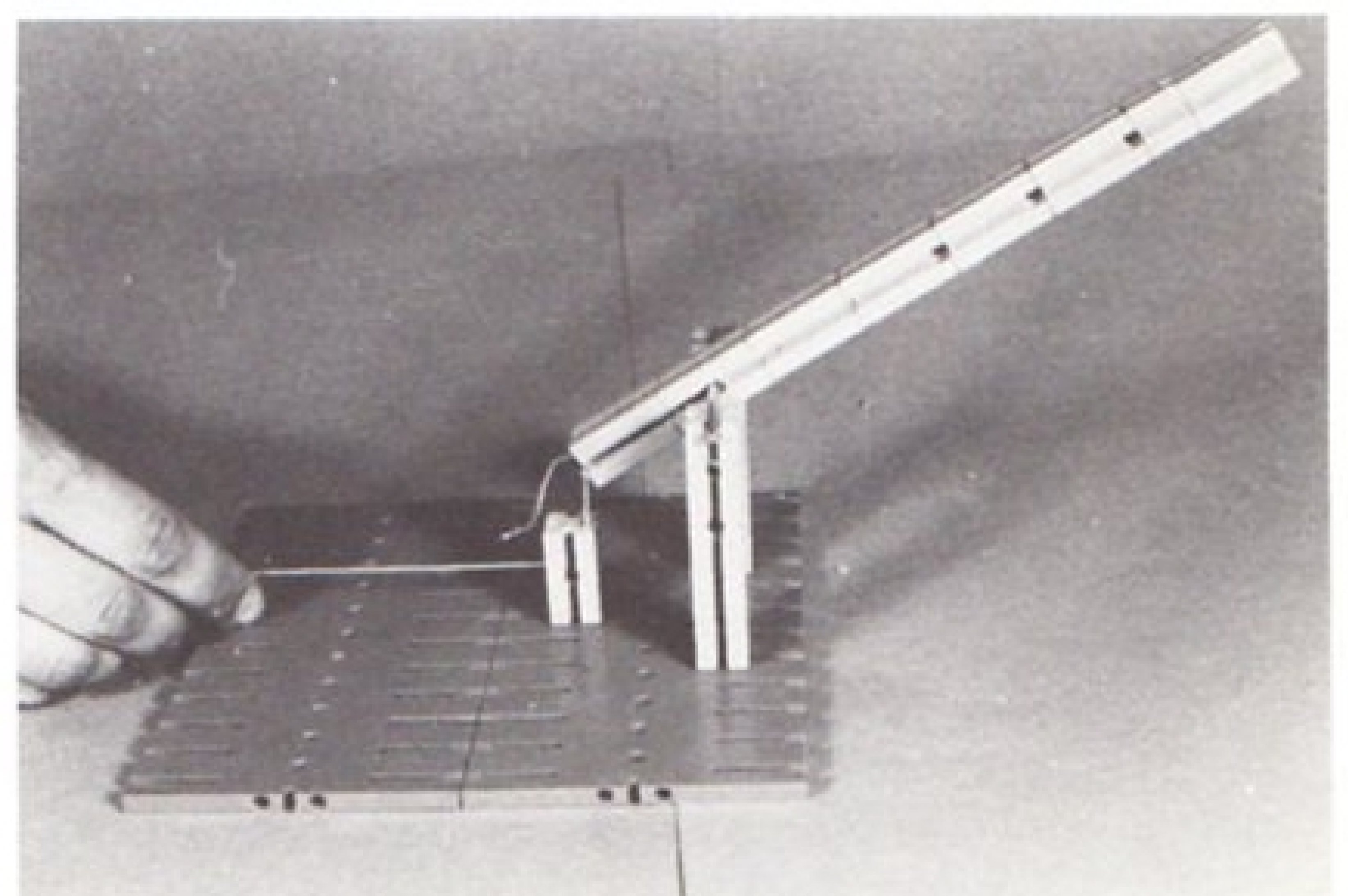


Abb. 2: Hier scheuert das Seil.

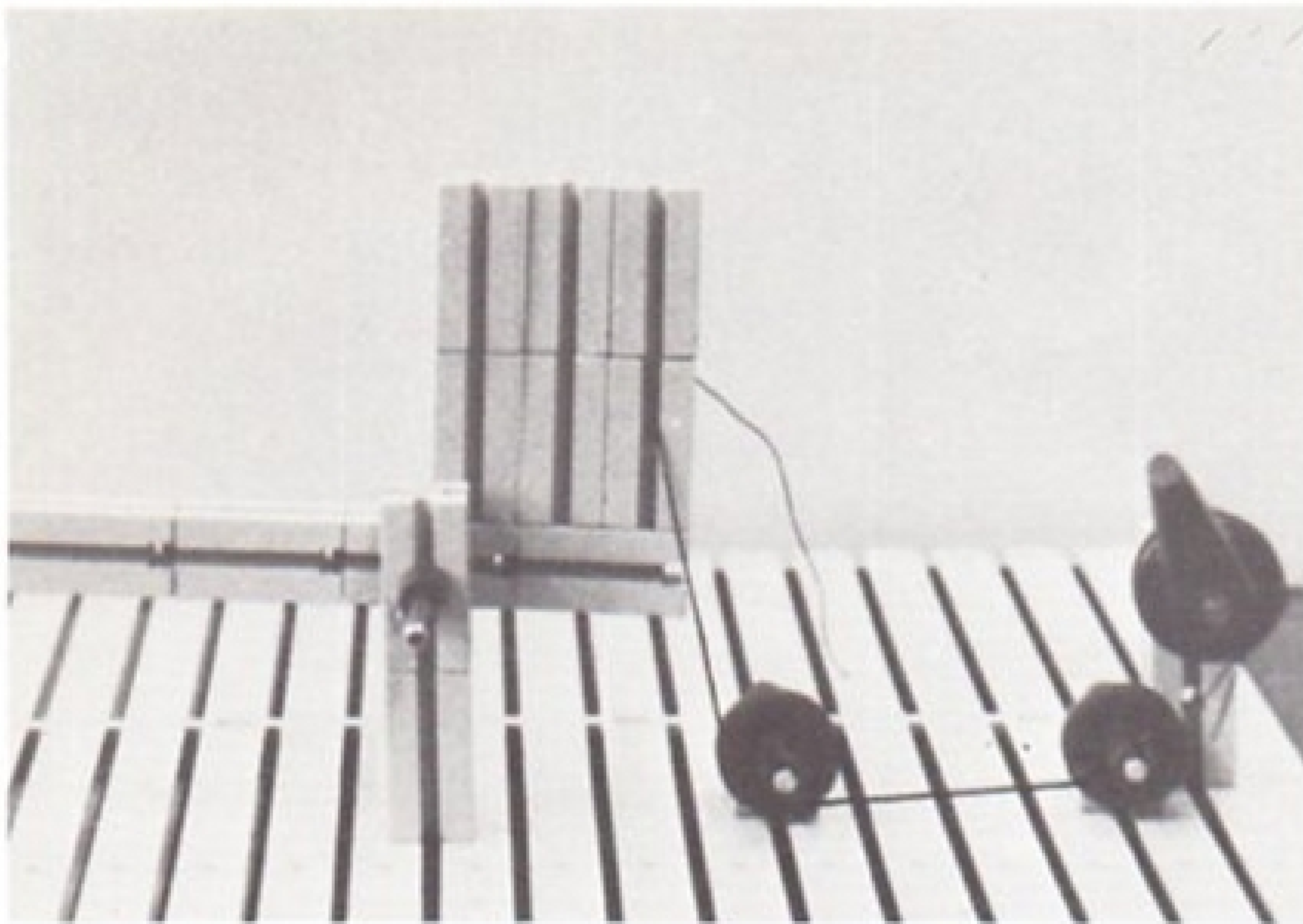


Abb. 3: Rollen verhindern das Scheuern.



Abb. 4: Das Gesperre hält die Kurbel.

schließlich zu Lösungen wie in Abb. 3 führen. Unter Umständen tauchen hier schon Lösungen mit Zahnradgetrieben auf, die sich gut als Einstieg in die nächste Aufgabe eignen.

**Zusatzaufgabe:** Wie es der Wirklichkeit entspricht, sollen zwei parallele Schranken gleichzeitig vom selben Häuschen aus bedient werden. Die Kurbel soll gegen Zurückschlagen gesichert werden (Gesperre, s. Abb. 4).

(4) Erinnerung an die Aufgabenstellung durch Wiedervorgabe der Zeichnung (Abb. 1), Vorstellung und Erläuterung ausgesuchter Arbeiten durch die Schüler. Anfertigen einer Zeichnung (Abb. 5).

Lösungen mit Zahnradgetriebe werden zum folgenden Unterricht aufbewahrt, da sie die Rekapitulation der Ergebnisse aus der ersten Aufgabe gut mit dem Einstieg in die nächste Aufgabe verbinden (vgl. dort [2]).

(5) Eine Schranke dient der planmäßigen Sperrung und Freigabe einer Durchfahrt. Sie besteht aus einem um einen Drehpunkt drehbaren Schlagbaum. Die Aufwärtsbewegung der Schranke resultiert aus der Abwärtsbewegung des anderen Endes. Abwärtsbewegung kann durch Druck und durch Zug bewirkt werden. Ein Gegengewicht erleichtert die Abwärtsbewegung, es „hilft mit“. Die Schranke kann durch einen Seilzug aus der Ferne geöffnet und geschlossen werden, wobei der Seilzug aus Gründen der Zweckmäßigkeit mehrfach umgelenkt wird. Die Funktionstüchtigkeit dieses Seilzugs ist von möglichst verschleißfreier Umlenkung des Seils abhängig, deshalb werden an den Umlenkstellen Rollen eingesetzt.

Das Zugseil wird auf einer Seiltrommel auf- und abgewickelt. Das Seil von Hand zu ziehen, bringt Probleme:

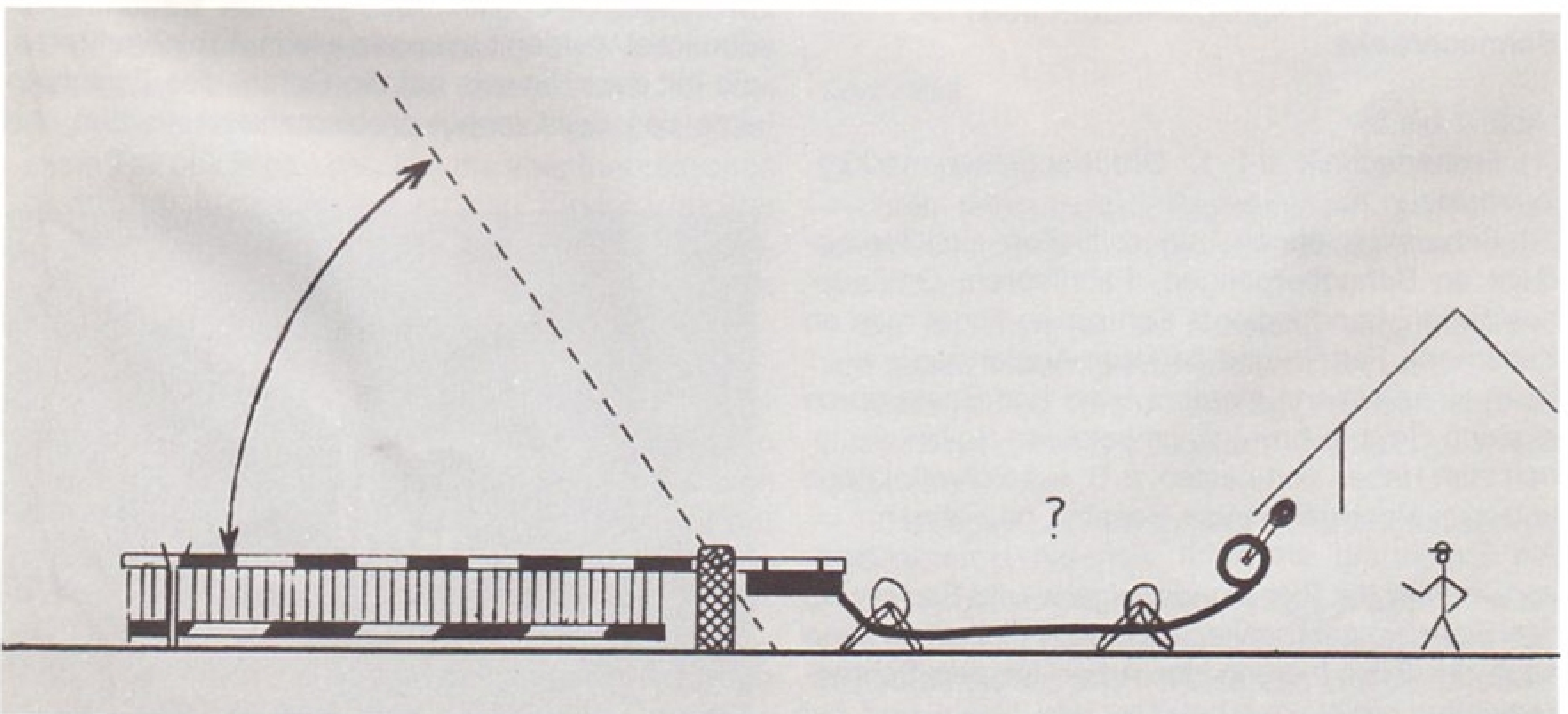


Abb. 5: Lösung der Aufgabe (Schülerzeichnung)

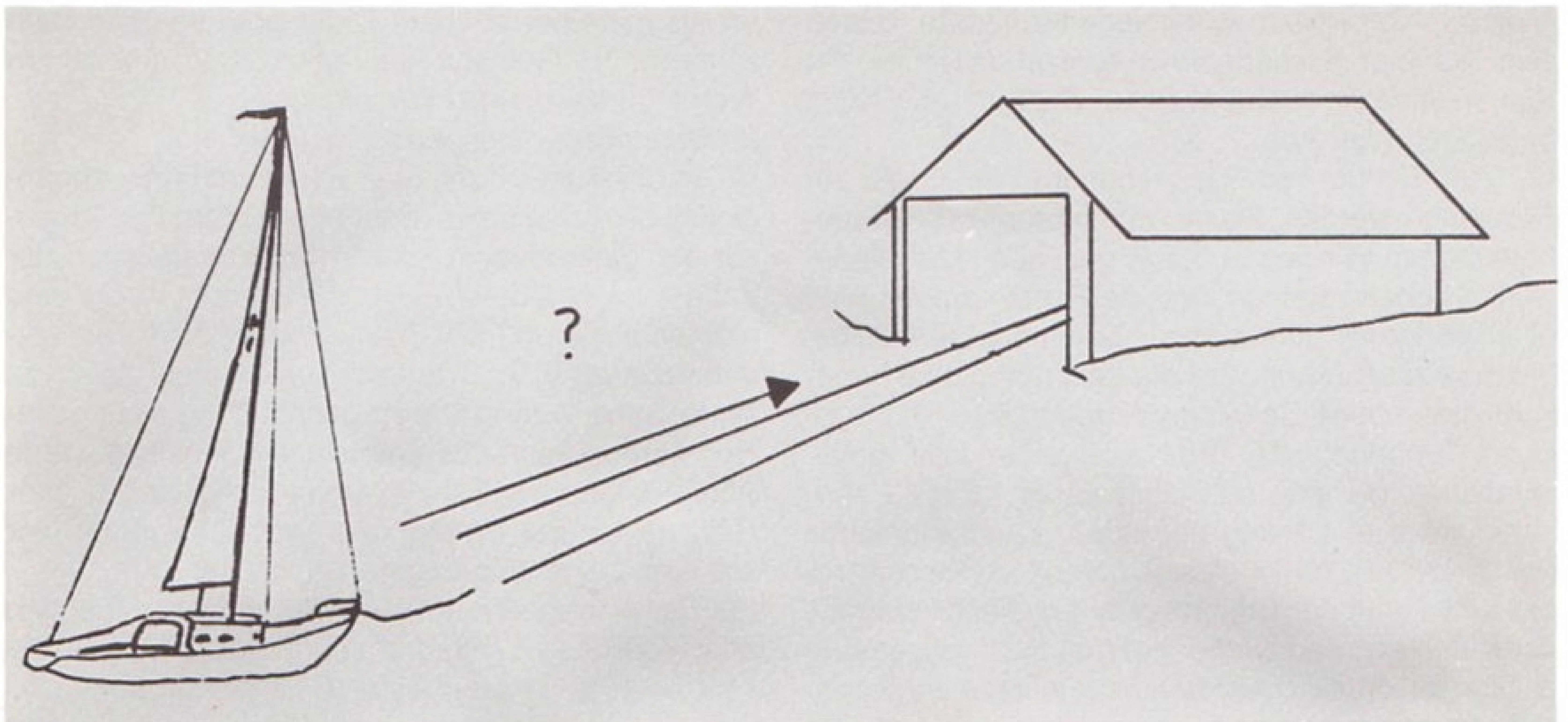


Abb. 6: Bootswinde: Aufgabenstellung

Man muß nachfassen, das Seil kann wegrutschen, man müßte das Seil so lange festhalten, wie die Schranke offen ist. Man kann besser eine Kurbel drehen als an einem Seil ziehen. Eine Kurbel kann man gegen Zurücklaufen sperren.

### Bootswinde

(Abb. 6 bis 10)

(1) fischertechnik u-t 1, Garnrollen verschiedener Größe, Kraftmesser bis 10 N, Lineale, Gewichtsatz.

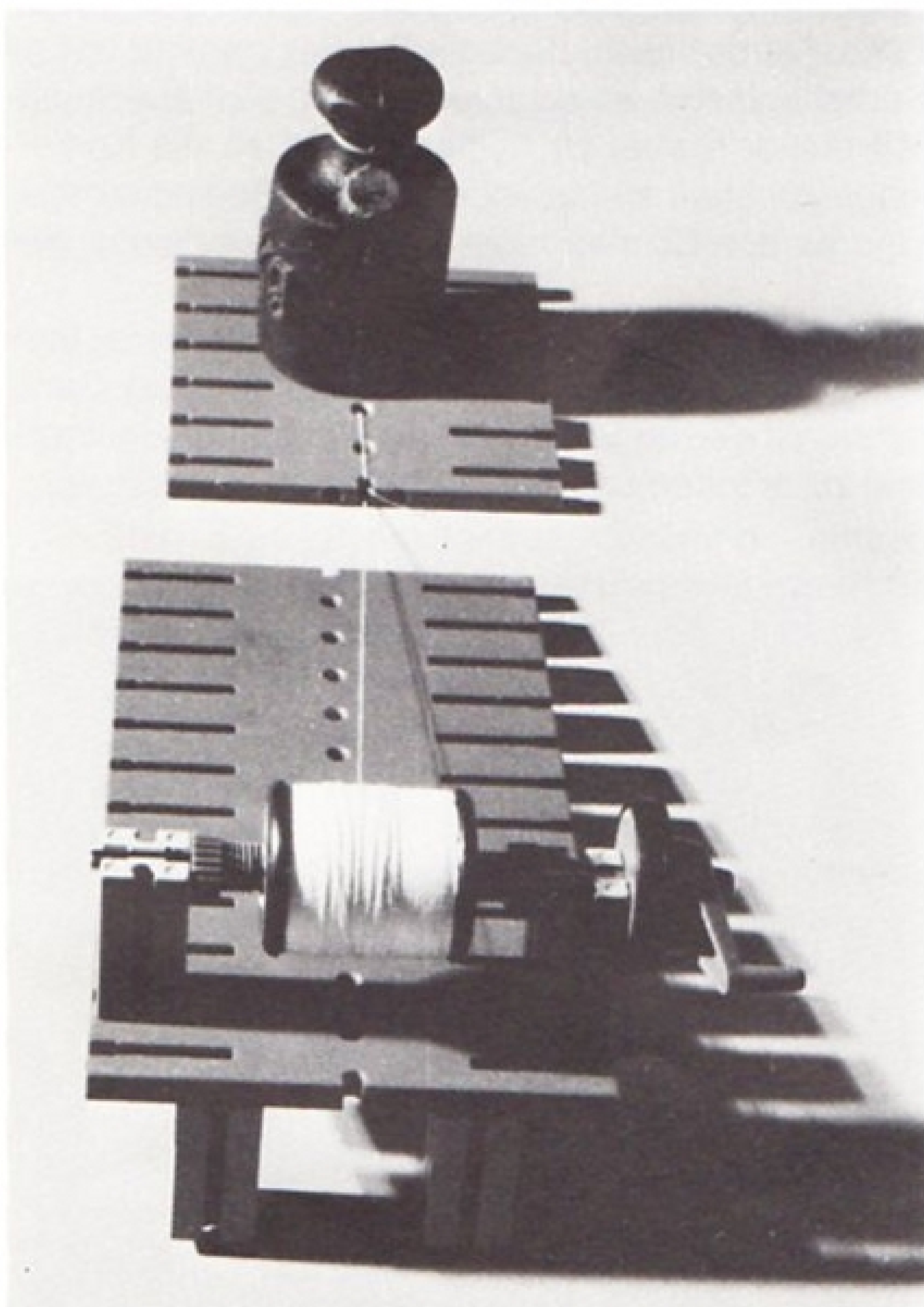


Abb. 7: Systematische Variation von Gewicht . . .

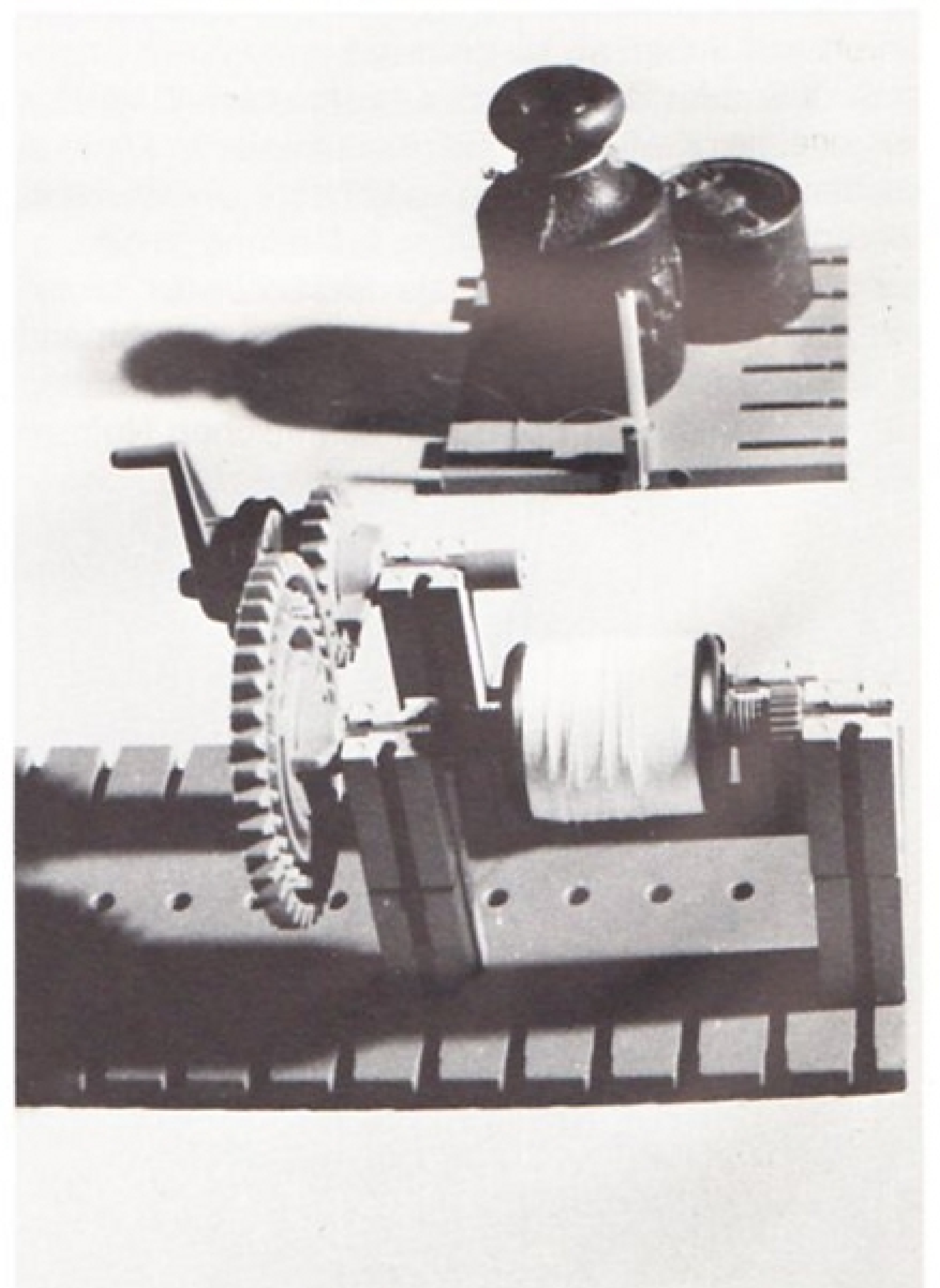


Abb. 8: . . . und Kurbelkonstruktion

*Hinweis:* Garnrollen verschiedener Größe lassen sich auf den fischertechnik-Achsen mit Hilfe der Klemmeinsätze aus dem Ritzel Z 10 im u-t 1 leicht befestigen (vgl. Abb. 7, 8).

(2) Zum Schutz vor Eisschäden im Winter und zur Reparatur werden Boote mit motor- oder handbetriebenen Winden an Land gezogen; Abschleppwagen heben liegengebliebene Fahrzeuge mit Hilfe einer Winde an oder ziehen sie auf die Ladefläche; bei Spielzeugkränen wird die Last durch eine handkurbelbetriebene Seilwinde angehoben.

Beim Tonbandgerät dreht sich eine volle Spule langsamer als eine fast leere. Liegt für die Bahn-schranke eine Lösung mit einem Zahnradgetriebe vor (s. S. 12), kann dieses Modell zu Beginn als Rekapitulation der Erfahrungen aus dieser Aufgabe vorgestellt werden, wobei auf das Zahnradgetriebe nur bei ausdrücklichem Schülerinteresse eingegangen zu werden braucht, andernfalls wirkt es als stummer Impuls.

Aufgabenstellung durch einführendes Gespräch:

Ein Boot soll zur Reparatur an Land gezogen werden. Das schafft ein Mann nicht alleine. Er braucht eine Maschine, die ihm das Ziehen erleichtert. Unterstützung der Aufgabenstellung durch eine Zeichnung (Abb. 6).

(3) Die Schüler beginnen spontan und problematisieren ihre Arbeit im Laufe des Bauens und Erprobens: Die zum Ziehen eines bestimmten Gewichts notwendige Kraft wird mit Kraftmessern ermittelt und mit anderen Lösungen verglichen. Unterschiedliche Konstruktionen und verschiedene Seiltrommeldurchmesser werden als Ursache für unterschiedlichen Kraftbedarf vermutet und zunehmend systematisch variiert (Abb. 7, 8). Die Schüler halten ihre Erfahrungen in Form von schriftlichen Notizen fest: Mit einer dicken Aufwickelrolle geht es schwe-

rer als mit einer dünnen. Dafür geht es aber auch schneller . . . Getriebe werden skizziert: Für 30 cm Weg muß ich dreimal kurbeln . . .

*Zusatzaufgabe:* Gesperre (vgl. Abb. 4).

(4) In der Auswertung muß die quantitative Abhängigkeit der Arbeitserleichterung von dem Durchmesser der Seiltrommel und von der Konstellation der Zahnräder im Getriebe deutlich werden, wobei eine Mathematisierung der Verhältnisse dem Technikunterricht im 6./7. Schuljahr vorbehalten bleibt, da sie in dieser Altersstufe im allgemeinen nicht geleistet werden kann. Es entsteht ein Tafelbild wie in Abb. 10, das die Schüler unter Verwendung ihrer Notizen aus der Werkphase erarbeiten. Auch hier soll eine Zeichnung angefertigt werden (Abb. 9).

(5) Seilwinden sind Fördermittel zum horizontalen oder vertikalen Lastentransport. Das Seil, das die Last bewegt, wird auf einer Seiltrommel aufgewickelt, die in der Regel durch ein Getriebe angetrieben wird. Übersetzungen ins Langsame erhöhen die Kraftwirkung des Antriebs (Kurbel oder Motor), Übersetzungen ins Schnelle verlängern bei gleicher Antriebsleistung die geförderte Strecke. Ein kleiner Seiltrommeldurchmesser erhöht die Kraftwirkung, ein großer Durchmesser die Förderstrecke.

Bei einem Antrieb durch eine Kurbel spielt darüber hinaus die Länge der Kurbel eine entsprechende Rolle. Da der fischertechnik-Baukasten eine fertige Kurbel anbietet, ist es zweckmäßig, sich ausschließlich dieser Kurbel zu bedienen und so die Kurbellänge konstant zu halten, damit das Bedingungsgefüge für den Schüler nicht zu schwer überschaubar wird.

Alternativ wäre es möglich, auf verschiedene Seiltrommeldurchmesser zu verzichten, statt der Garnrollen mit der im Baukasten vorhandenen Seiltrommel zu arbeiten und die Kurbellänge zu variieren.

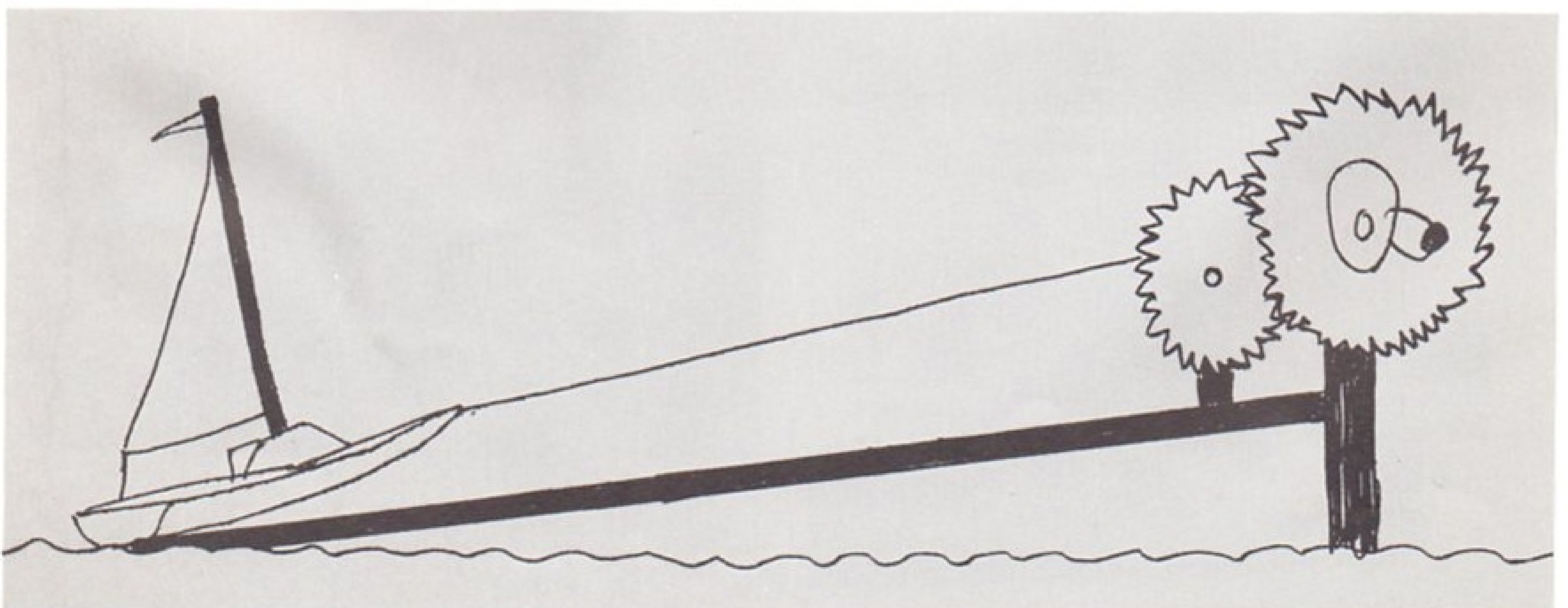


Abb. 9: Lösung der Aufgabe (Schülerzeichnung)

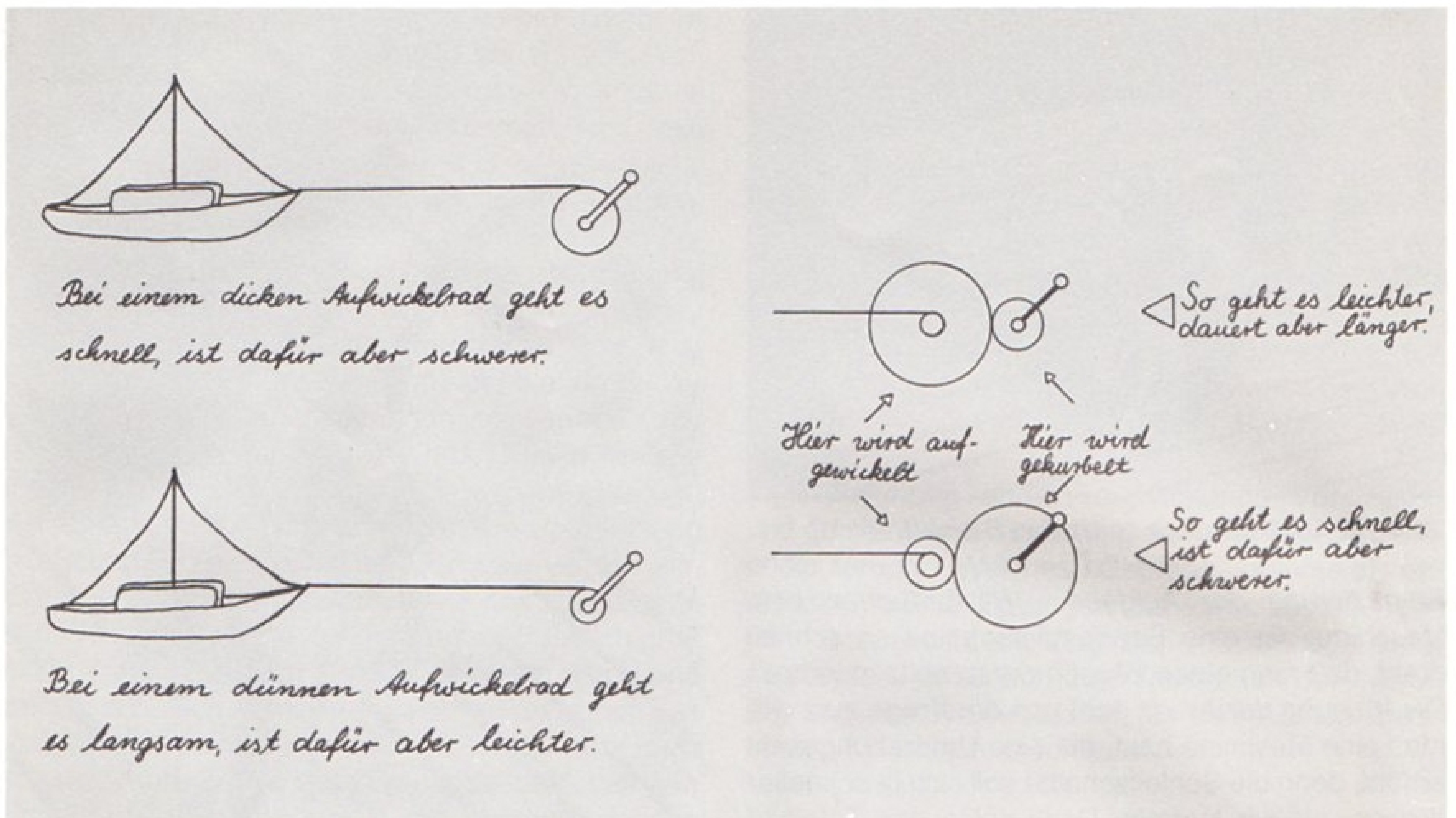


Abb. 10: Tafelbild mit den Ergebnissen des Unterrichts

Damit die Kurbel nicht durch die Kraft der geförderten Last zurückschnellt, muß sie durch eine Bremse oder ein Gesperre (Ratsche) gegen Drehung in der nicht gewünschten Richtung gesichert werden.

### Bleistiftanspitzmaschine

(Abb. 11 bis 14)

(1) fischertechnik u-t 1, Sandpapier P 320, beidseitig klebendes Klebeband, stumpfe Bleistifte, Schere.

(2) Eine der „Bleistiftanspitzmaschine“ entsprechende oder ähnliche Maschine begegnet den Schülern allenfalls in Form der Schleifmaschine und der handgetriebenen Brotschneidemaschine. Das Anspitzen von Zirkelminen auf Sandpapierbrettchen dürfte nur wenigen Schülern präsent sein. Motorgetriebene Brotschneidemaschinen und Alleschneider sind vom Prinzip her ähnlich, weisen aber einen unteretzten Antrieb auf, während die „Bleistiftanspitzmaschine“ einer Übersetzung ins Schnelle bedarf.

Eine Einführung der Aufgabe durch Wecken von Assoziationen an Bekanntes schließt sich also an. Zunächst ist die Möglichkeit des Anspitzens mit Sandpapier zu verdeutlichen, z. B. durch die Frage: „Wie kann man / Wer kann einen Bleistift anspitzen, ohne einen Anspitzer oder ein Messer zu benutzen?“ mit anschließender Demonstration des Ar-

beitsvorgangs. Die Erinnerung an das Leitthema „Maschinen erleichtern Arbeit“ führt zur Forderung nach einer Anspitzmaschine.

(3) Im Unterrichtsgespräch ergeben sich zwei Alternativen: Entweder wird der Bleistift maschinell auf dem Sandpapier hin- und herbewegt, oder das Sandpapier wird an dem Bleistift vorbeigeführt, wobei eine Drehbewegung am einfachsten realisierbar erscheint, evtl. aber auch Lösungen mit einem Sandpapierband vorgeschlagen werden.

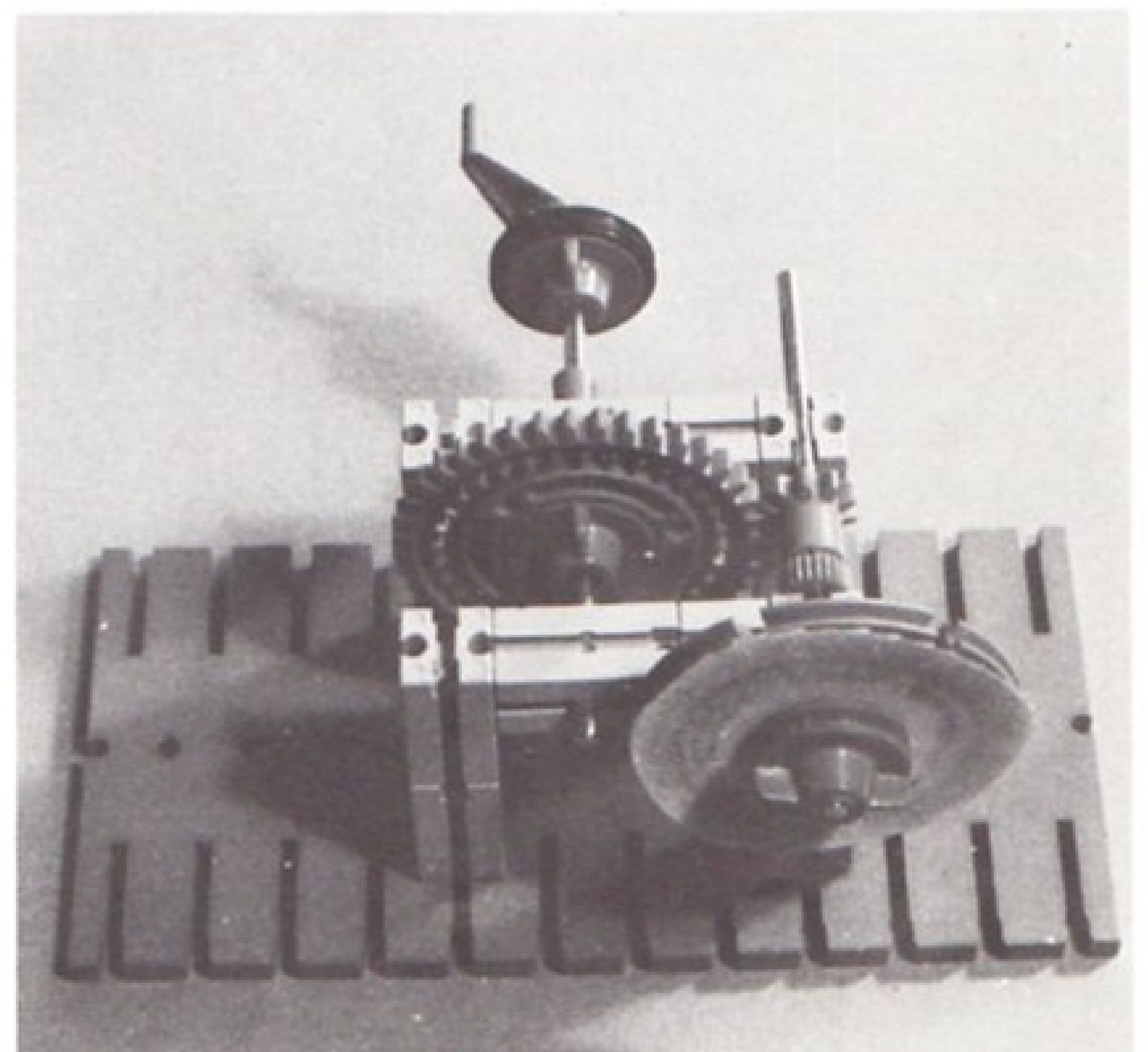


Abb. 11: Anspitzmaschine: Übersetzung ins Schnelle

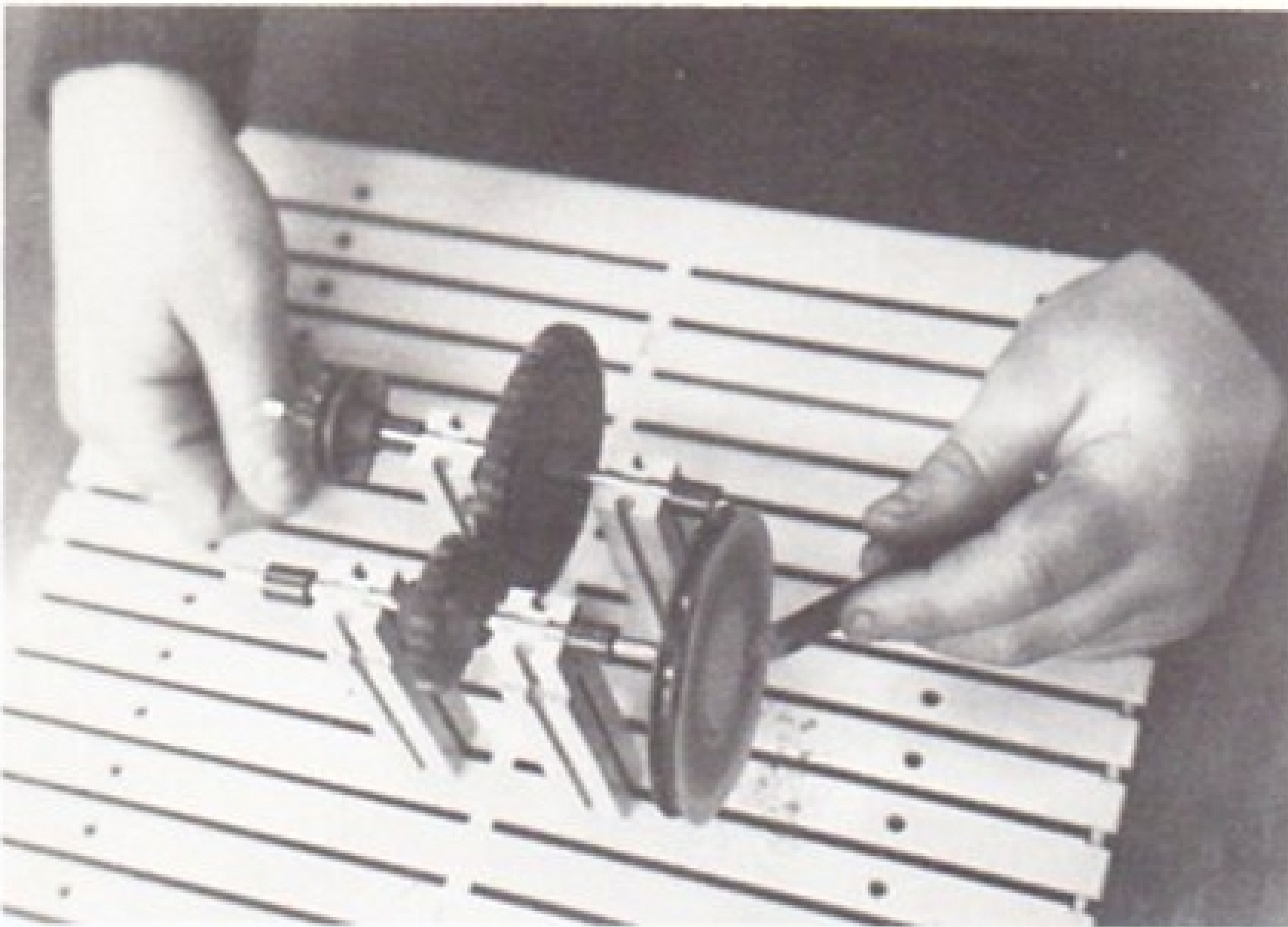


Abb. 12: Die Maschine spitzt den Bleistift.

**Formulierung der Aufgabe:** „Wir brauchen eine Maschine, die eine Sandpapierscheibe so schnell dreht, daß man einen Bleistift daran spitzen kann!“ Die Planung der Arbeit geht von der Frage aus, wie man eine Maschine baut, die eine Umdrehungszahl erhöht, denn die Schleifscheibe soll sich ja schneller drehen, als wir kurbeln. Dazu sollte das Tafelbild aus dem vorhergehenden Unterricht (Abb. 10) erneut herangezogen werden.

(4) Auswertung durch Vorstellung und Funktions-tauglichkeitsprüfung der Maschine durch die Schüler. Sind Arbeiten mit Bleistifthalterung (z. B. wie in

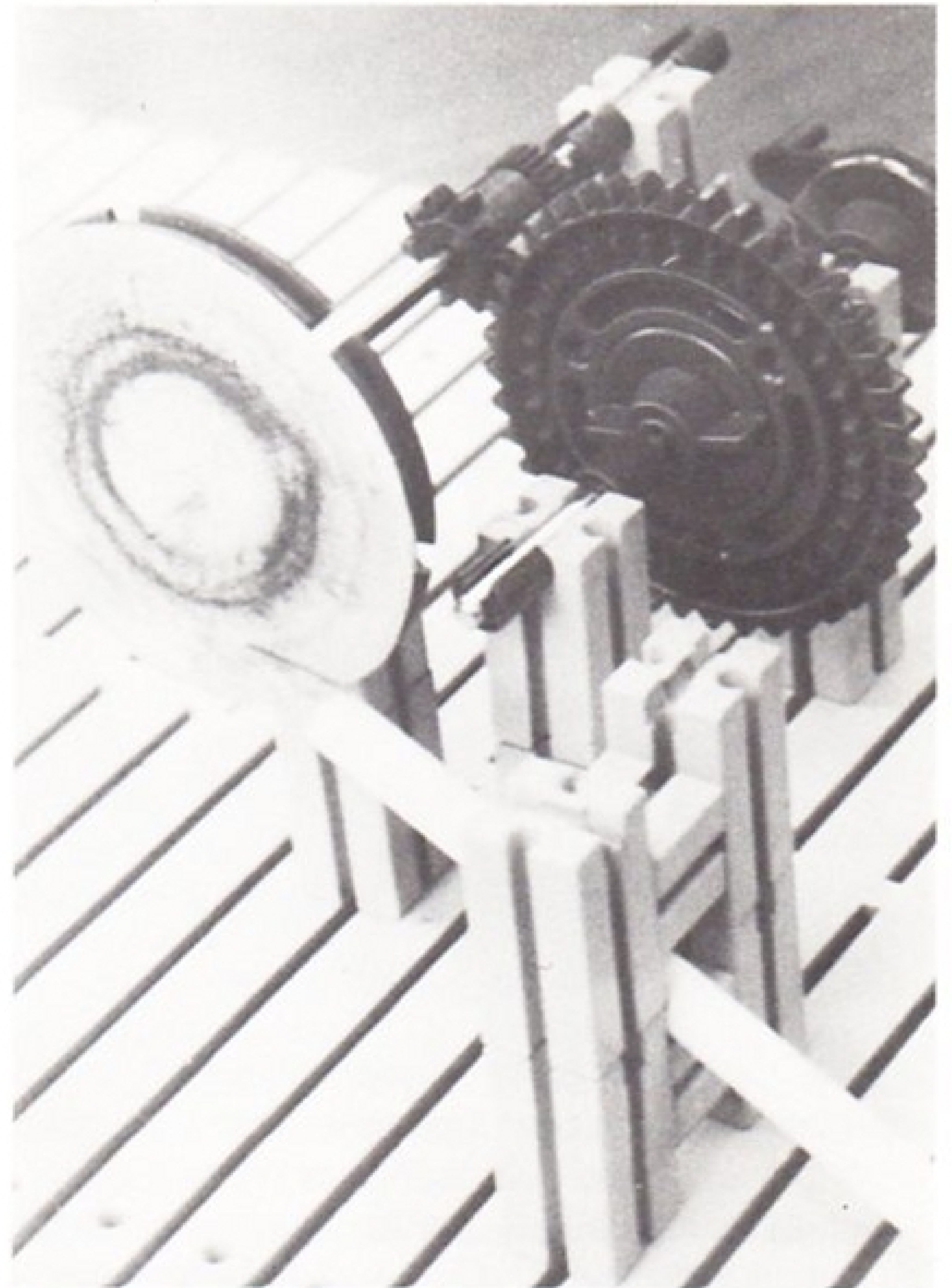


Abb. 13: Eine Halterung für den Bleistift

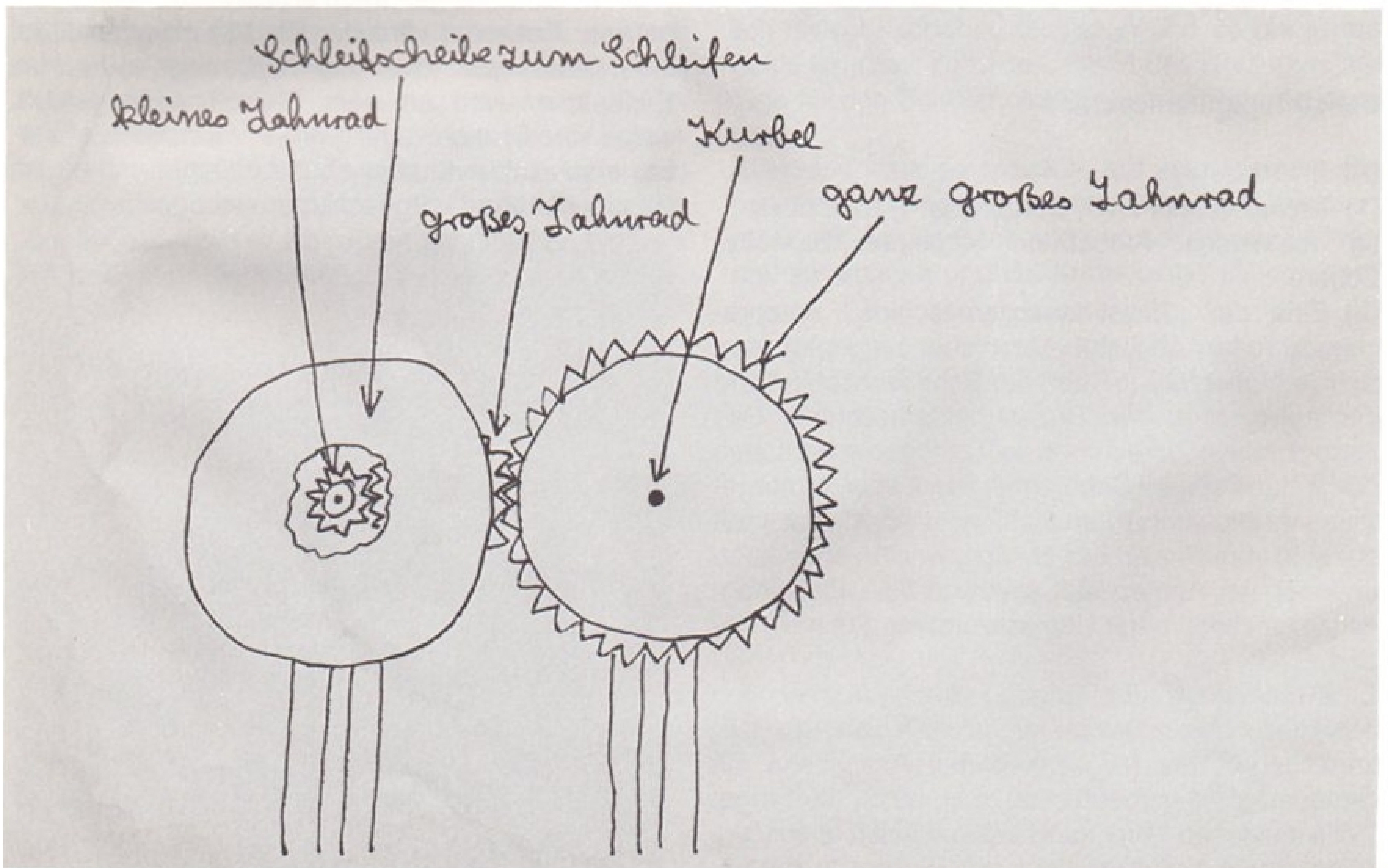


Abb. 14: Lösung der Aufgabe (Schülerzeichnung)



Abb. 13) entstanden, wird der Grad der Arbeitserleichterung, den diese Maschine bietet, diskutiert. Wenn wir an Stelle des Sandpapiers ein anderes Werkzeug einsetzen würden, könnten wir noch ganz andere Maschinen bauen, z. B. . . .

(5) Die Bleistiftspitzmaschine erfüllt ihre Aufgabe, indem sie eine Sandpapierscheibe rotierend an der Bleistiftspitze vorbeiführt, wobei Holz und Graphit abgetragen werden. Den größten Nutzen erreichen wir, wenn sich die Sandpapierscheibe möglichst schnell dreht. Da uns als Antrieb nur eine Kurbel zur Verfügung steht, haben wir ein Interesse daran, die nötige Arbeit mit so wenig Kurbeldrehungen wie möglich zu bewältigen. Dazu brauchen wir zwischen der Kurbel und der Schleifscheibe eine Übersetzung ins Schnelle. Aus der letzten Aufgabe wissen wir, daß sich Drehzahlen ändern, wenn das antreibende und das angetriebene Zahnrad unterschiedlich groß sind: Kurbeln wir an einem größeren Rad und treiben damit ein kleineres Rad an, so dreht sich das kleinere Rad schneller, es läßt sich dafür aber auch schwerer kurbeln. Da die zu verrichtende Arbeit kein Problem der Kraft, sondern der aufzuwendenden Zeit ist, dürfte dieses Getriebe zur Lösung der Aufgabe geeignet sein. Die Anzahl der auszuführenden Einzeltätigkeiten (Drehen der Kurbel, Festhalten der Maschine, Ansetzen des Bleistifts) erfordert zur wirklich arbeitserleichternden Bedienung eine Halterung für den Bleistift, mit deren Hilfe die Tätigkeiten des Festhaltens der Maschine, des Zuführens und des Drehens des Bleistiftes mit einer Hand erledigt werden können.

### Karussellantrieb

(Abb. 15, 16)

(1) fischertechnik u-t 1 und eine Großbauplatte 1000-1.

(2) Bei Schallplattenspielern wird die relativ hohe Drehzahl des Motors durch Riemen- oder Reibradgetriebe auf die gewünschte Drehzahl des Plattentellers reduziert; Karussells drehen sich „irgendwie elektrisch“, in jedem Falle langsamer als der antreibende Elektromotor.

Schon bei der Einführung dieser Aufgabe muß den Kindern deutlich werden, daß es hier um eine modellhafte Lösung geht, nicht um das Problem, wie ein Schausteller sein Karussell antreiben könnte, sondern wie die Schüler mit den vorhandenen Mitteln einen (Spielzeug-)Karussellantrieb im Modell verwirklichen können.

Diese Betonung der technischen Aufgabe soll die Nachahmung eines echten Kirmeskarussells verhindern.

(3) Im einführenden Gespräch muß deutlich werden, daß die Drehzahl von Elektromotoren zu hoch ist, um ein Karussell unmittelbar anzutreiben. Wir suchen eine Möglichkeit, diesen Antrieb mit einem schnell laufenden Motor – bei uns durch die Kurbel simuliert – durchzuführen. Wir benötigen also eine Übersetzung ins Langsame; ein Problem, das wir nach unseren Vorerfahrungen zu lösen imstande sind.

Das Karussell dreht sich mit vertikaler Achse. Ein ebenso gerichteter Antrieb ist schwerer zu betätigen als ein horizontaler. Auch dieses Problem ist zu lösen.

(4) Auswertung durch vergleichende Vorstellung und gemeinsame Bewertung der erreichten Arbeitserleichterung. Welches Getriebe untersetzt am stärksten? Sind Lösungen mit verschiedenartigen Getrieben (Zahnrad-, Zugmittel-, Friktionsgetriebe) entstanden, sollte sich eine Diskussion der besten Eignung der Getriebearten für den Antrieb eines echten Karussells anschließen.

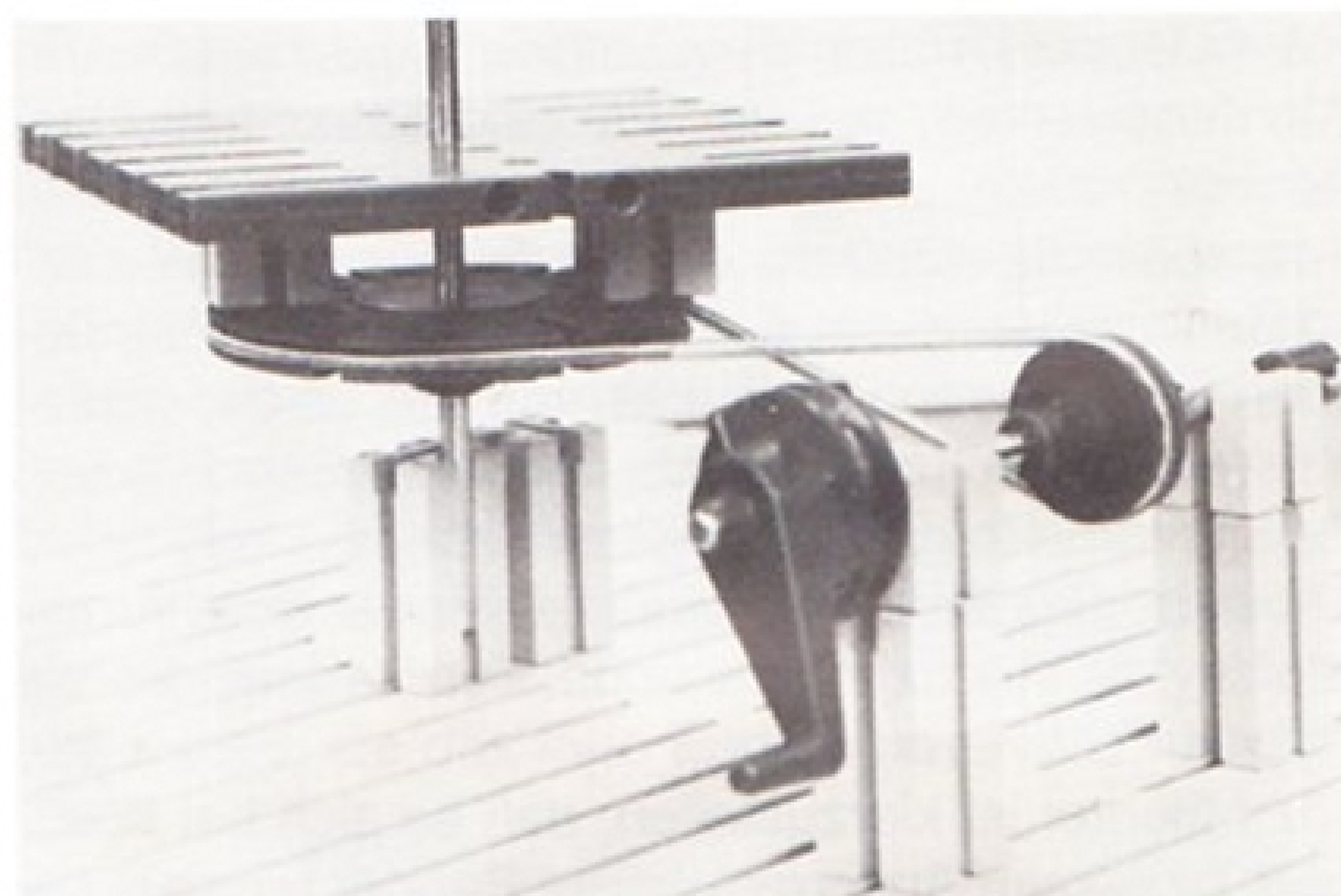


Abb. 15: Übersetzung ins Langsame: Zugmittelgetriebe

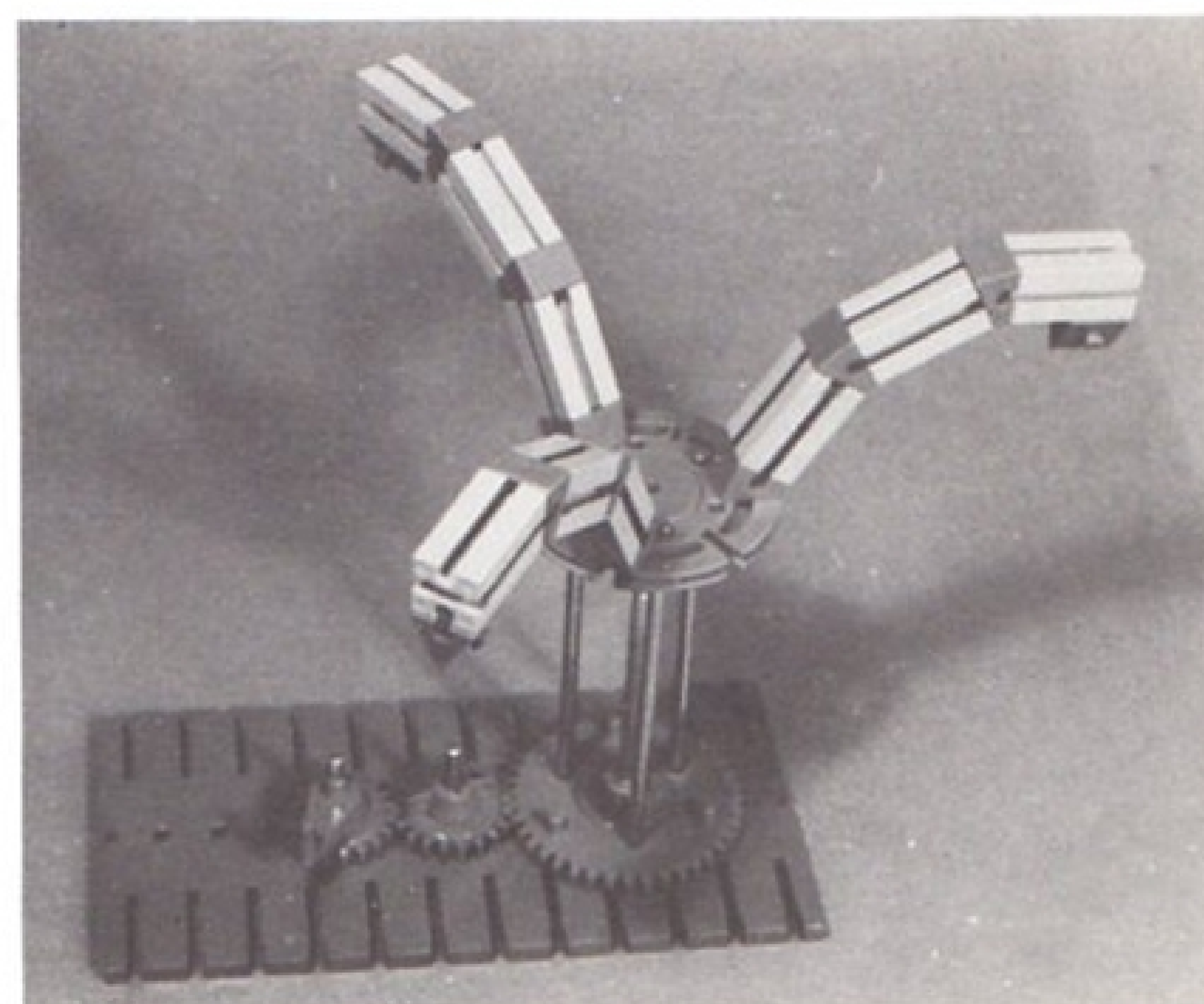


Abb. 16: Übersetzung ins Langsame: Zahnradgetriebe

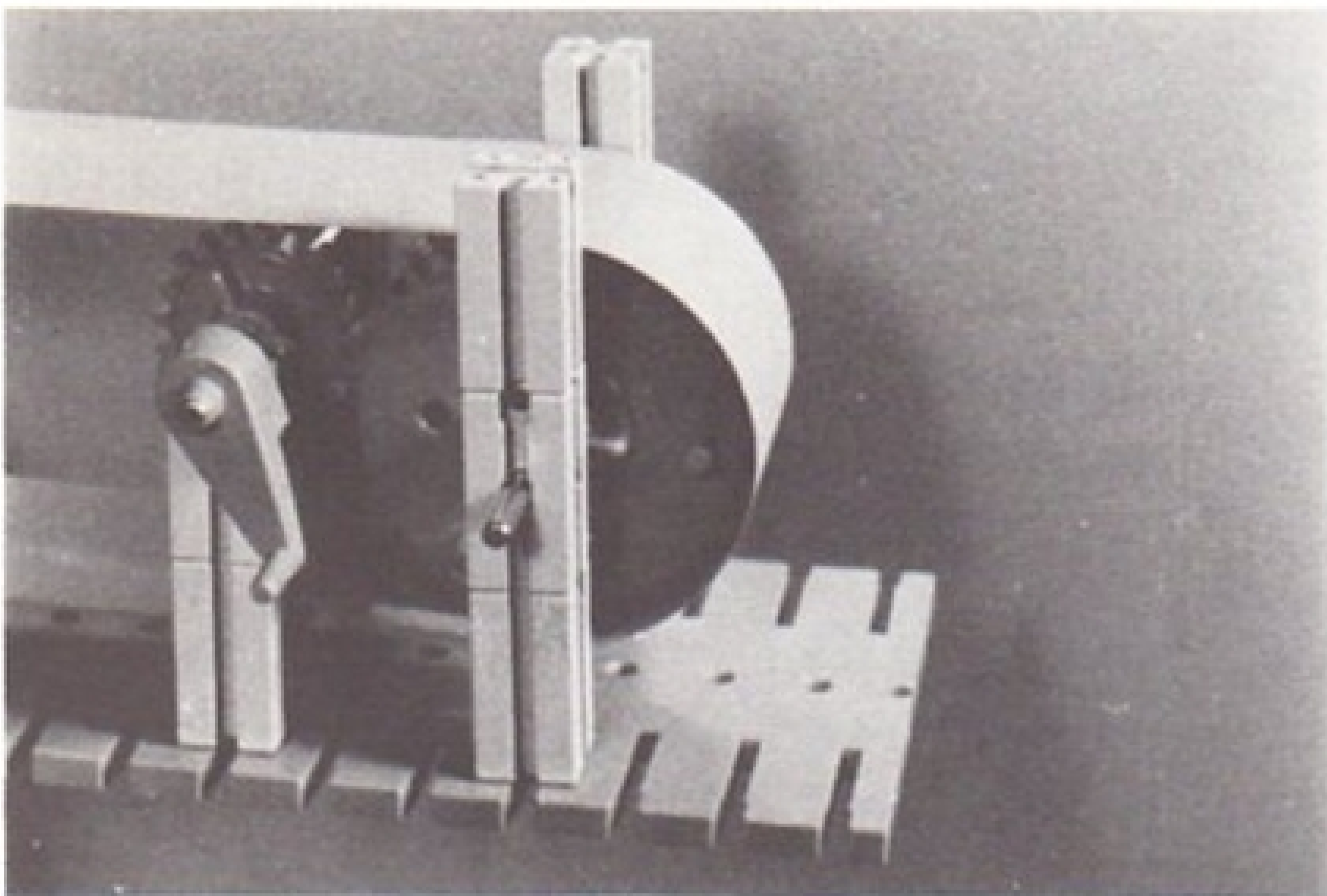


Abb. 17: Transportband: Übersetzung ins Langsame

### Fließband, Transportband

(Abb. 17, 18)

(1) fischertechnik u-t 1, eine oder zwei Großbauplatten 1000-1, Packpapier (Rolle), Klammergeräte (Heftapparate).

(2) Fließ- und Transportbänder werden zur stetigen oder schrittweisen Förderung von Materialien, Werkstücken, Waren usw. im Berg- und Tagebau, in Montagewerken, bei der Paketpost, in Flughäfen, an der Kasse in Kaufhäusern, für Fußgänger in Ausstellungsgeländen und Kaufhäusern, in Warenlagern usw. eingesetzt. An der Kasse in Warenhäusern und Supermärkten erkennt man an der immer wieder auftauchenden Nahtstelle des Bandes, daß es sich um ein geschlossenes Band handelt.

Mit dem „Fließband“ verbinden Kinder der Primarstufe viele Assoziationen und Kenntnisse, die sie spontan aktivieren.

(3) Mitunter ist klarzustellen, daß es sich bei Fließ- und Transportbändern nicht um Bänder handelt, die an einem Ende ab- und am anderen Ende wieder aufgewickelt werden, eine durchaus denkbare, vom

Anwendungsbereich her aber unzuweckmäßige Realisation.

Zunächst können Versuche mit nur einem antreibenden und einem umlenkenden Rad durchgeführt werden, deren Unzuweckmäßigkeit durch fehlende Auflegemöglichkeit auf das Band jedoch augenfällig ist. Schwierigkeiten treten evtl. beim Spannen des Fließbandes auf, werden aber meist von den Schülern selbst durch erneute Reflexion behoben.

(4) An die Auswertung der Funktionsfähigkeit der Modelle schließt sich ein Klassengespräch über die arbeitserleichternden und -verändernden Auswirkungen des Einsatzes von Fließbändern ein, wobei auch ergonomische, ökonomische und arbeitsmedizinische Aspekte ins Gespräch kommen. Es empfiehlt sich, hierzu einen überschaubaren Arbeitsgang (z.B. Montage eines Rades in einer Autofabrik) ohne und mit Fließbandeinsatz zu simulieren und im Gespräch die Unterschiede zu erarbeiten.

(5) Da das Band der Arbeit oder dem Transport dient, ist geringe Geschwindigkeit, also eine Übersetzung ins Langsame nötig. Den Papierstreifen, der das Transportband darstellt, legt man am besten ganz zuletzt um die Antriebs- und Umlenkrollen, zieht ihn etwas stramm und schließt ihn dann mit dem Heftapparat. Da das Transportband Gegenstände befördern soll, muß das Band über Doppelrollen geführt werden, damit es auch in der Breite eine gewisse Festigkeit aufweist und nicht zur Seite hin wegkippen kann.

### Kippvorrichtung

(Abb. 19 bis 21)

(1) fischertechnik u-t 1, Großbauplatte 1000-1, Bindfaden oder Zwirn.

(2) Kippvorrichtungen auf Lastkraftwagen gehören zu den geläufigsten, aber auch zu den besonders

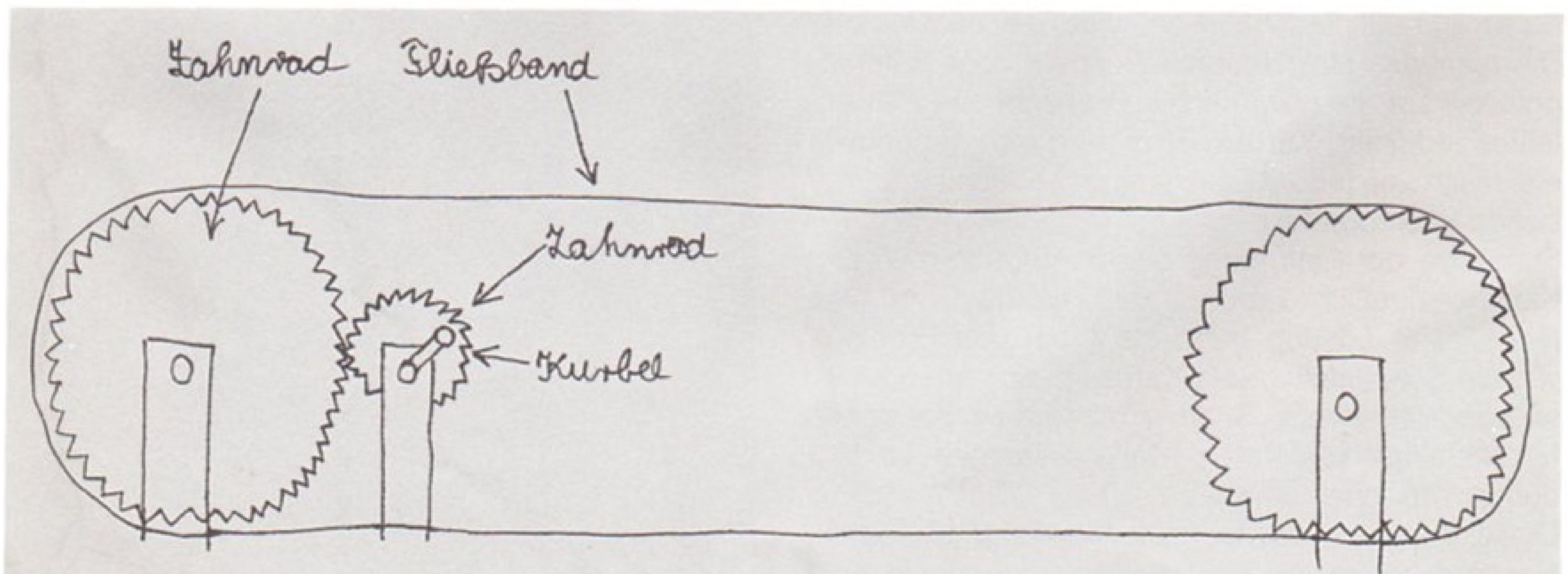


Abb. 18: Lösung der Aufgabe (Schülerzeichnung)

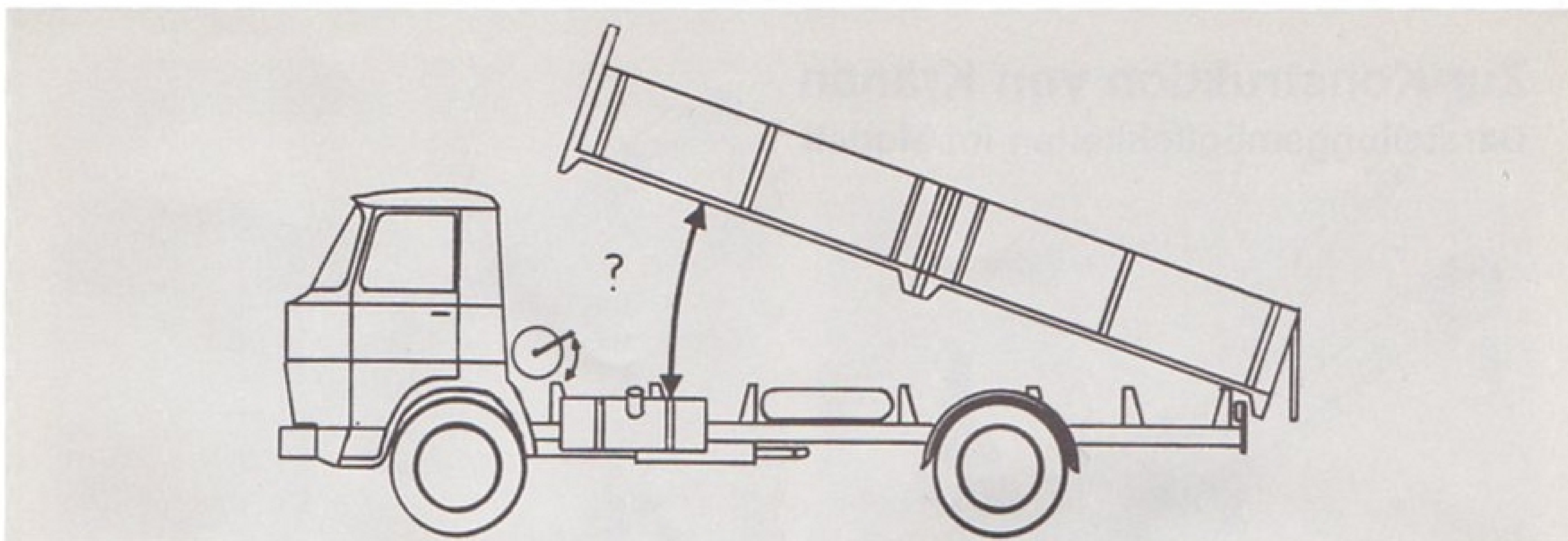


Abb. 19: Kippvorrichtung: Aufgabenstellung

faszinierenden Alltagserfahrungen der Schüler im Bereich der Technik. Alle diese Kippvorrichtungen arbeiten allerdings hydraulisch. Vorrichtungen, wie sie diese Aufgabe verlangt, finden die Schüler fast nur noch in Spielzeugmodellen bei Feuerwehrdrehleitern und Kipplastwagen. Die Aufgabe „Drehen in Kippen umwandeln“ ist trotzdem interessant. Eine Black-Box-Zeichnung (Abb. 19) unterstützt die Überlegungen.

(3) Die Schüler beginnen spontan zu experimentieren, wenden zunächst die Vorerfahrungen aus den vorangegangenen Aufgaben „Bahnschranke“ und „Bootswinde“ an, indem sie Lösungen mit Seilzügen suchen (Abb. 20), finden aber auch Lösungen durch Einsatz von Zahnrad und Zahnstange (Abb. 21). Es wird darauf zu achten sein, daß die Lösungsvorschläge möglichst starke Untersetzungen aufweisen (*Hinweis:* Es muß ja schließlich eine große Last bewegt werden, da sollte man besser ein paarmal mehr kurbeln müssen, dafür geht's dann aber auch leichter!). Neben Lösungen mit Seilzug sowie mit Zahnrad und Zahnstange ist der Einsatz

der Kurbelwelle möglich, bei der es ganz besonders auf eine starke Untersetzung ankommt.

(4) In der Auswertung sollten über die vergleichende Funktionsprüfung der Modelle hinaus Aspekte der Standfestigkeit bei Kippen, Autokränen und Feuerwehrdrehleitern angesprochen werden. Die Schüler finden andere Bewegungsumwandlungen, z.B. Spekulationsmaschine, ältere Nähmaschine, Bandschleifmaschine . . .

(5) Die Umsetzung einer Drehbewegung in eine Kippbewegung ist mit den Teilen des fischertechnik-Baukastens in folgender Weise durchführbar: Durch Seilzug entweder am freien Ende der „Ladefläche“ (als einseitiger Hebel ausgeführt), jenseits des Drehpunktes bei zweiseitigem Hebel, durch tangentielle Übersetzung mit Zahnrad und Zahnstange und schließlich durch Kraftübertragung mit Hilfe einer Kurbelwelle, die das freie Ende eines Hebels hochdrückt.

Je näher der Kraftangriffspunkt dem Drehpunkt der Ladefläche liegt, desto stärker ist die resultierende Kippbewegung.

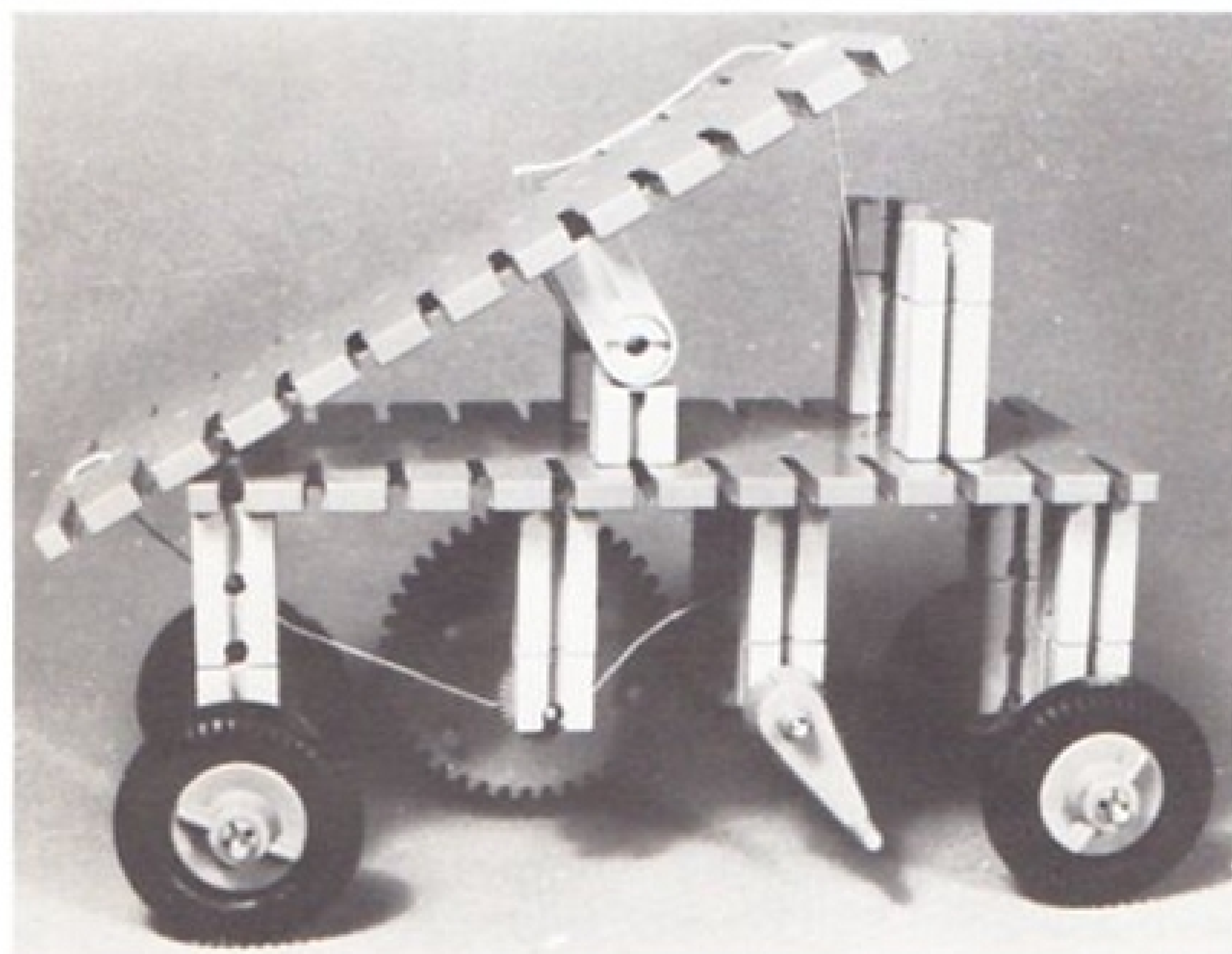


Abb. 20: Kippen mittels Seilzügen

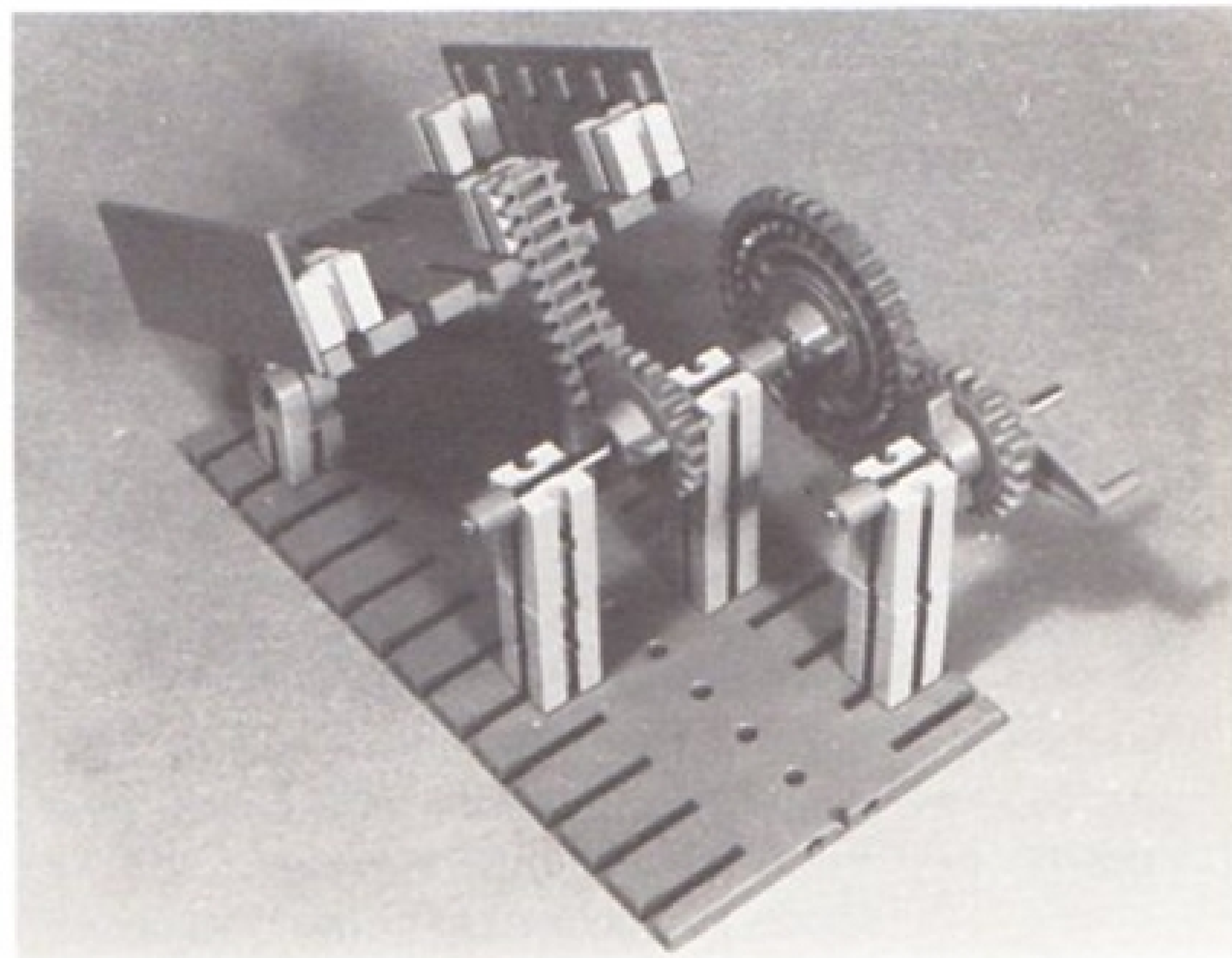


Abb. 21: Kippen mittels Zahnrädern und Zahnstange

## Zur Konstruktion von Kränen Darstellungsmöglichkeiten im Modell

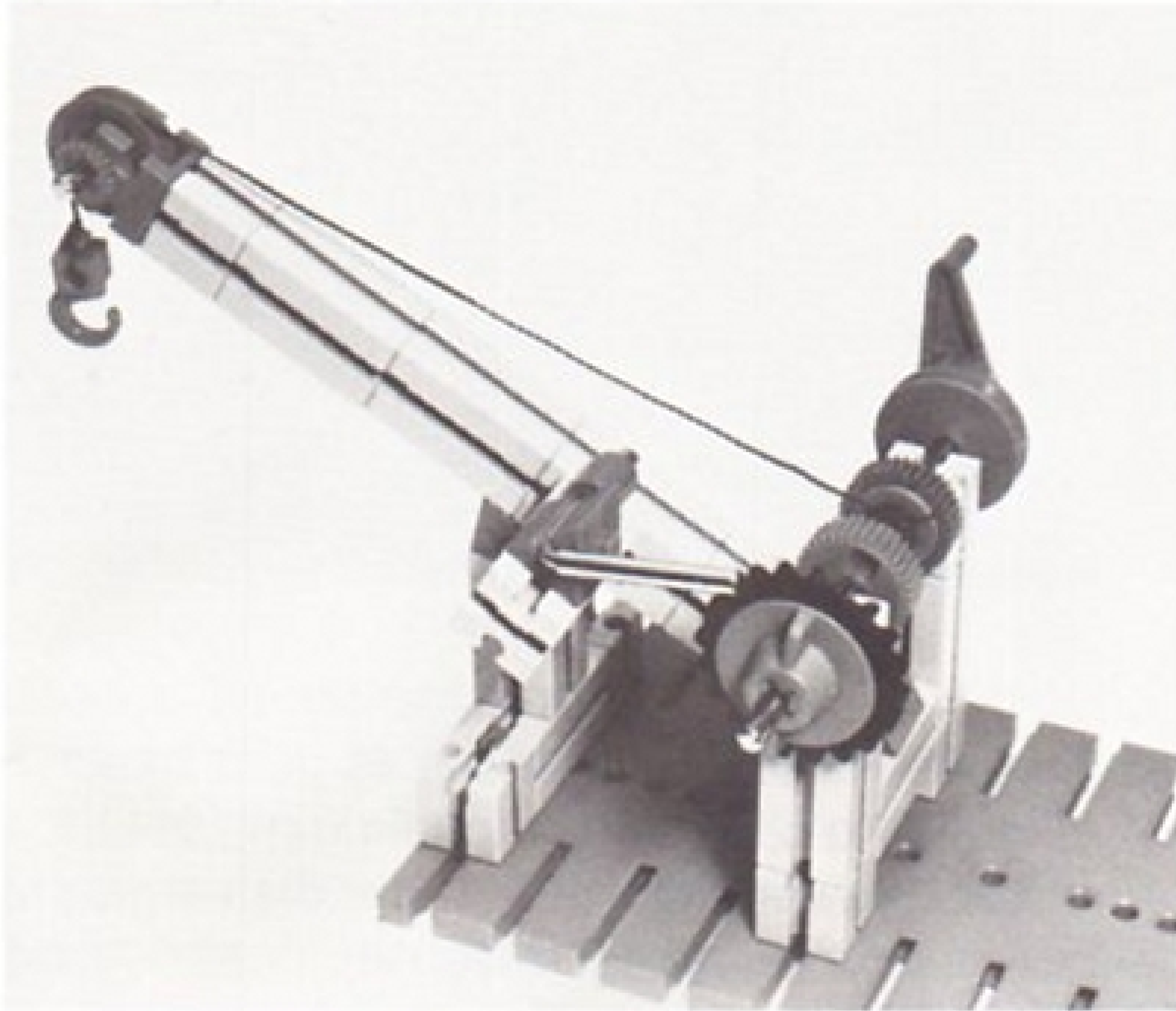


Abb. 1: Grundform einer Hubvorrichtung mit Seil, Haken, Seilrolle am Ausleger, Seiltrommel, Handkurbel sowie Sperrrad und Sperrklinke für selbsttätiges Sperren der Seiltrommelwelle

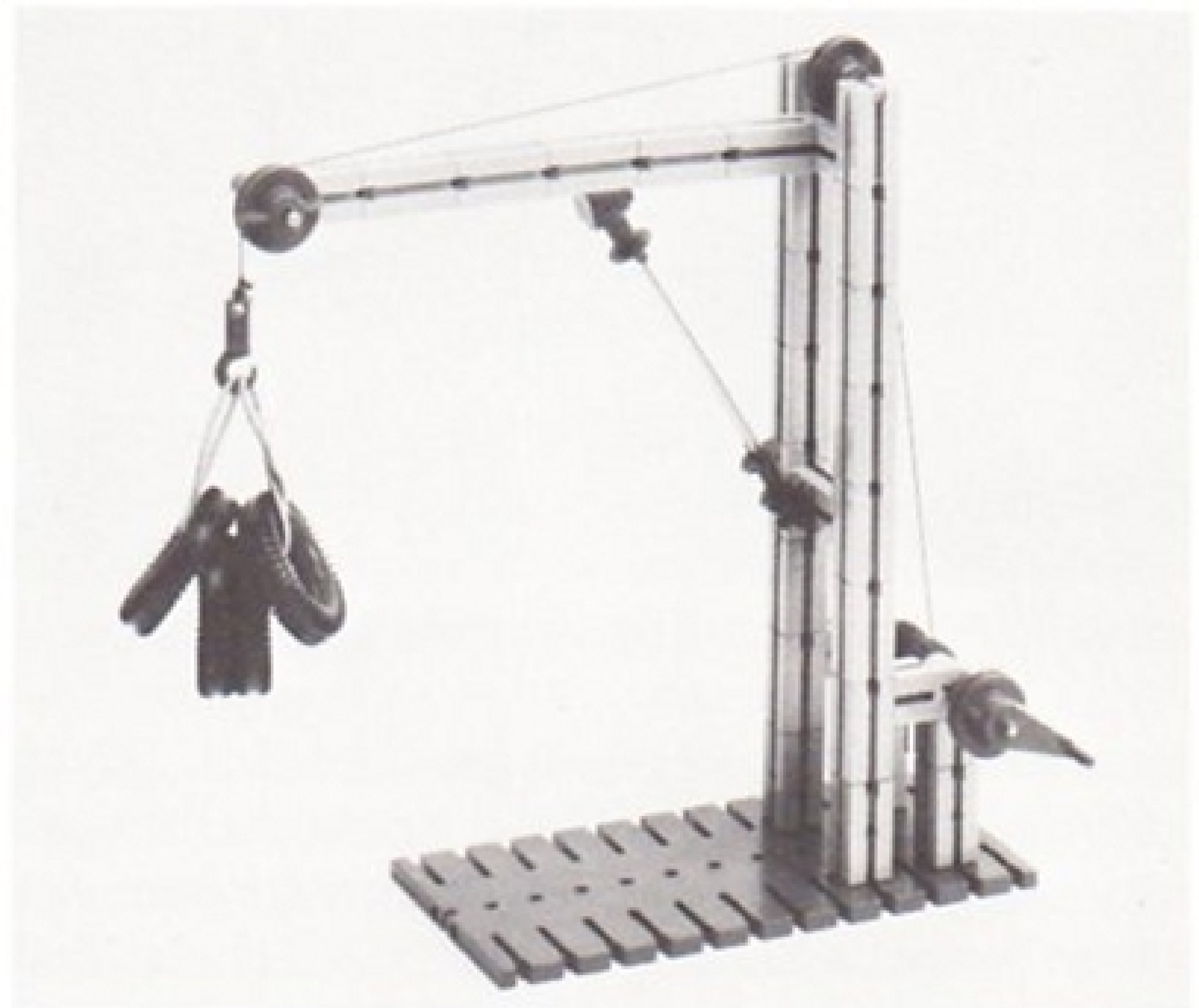


Abb. 2: Einfache Ausführung eines Krangerüsts; der Ausleger ist durch eine Dreieckverbindung gestützt, der Mast durch das angebaute Gestell für die Hubvorrichtung stabilisiert.



Abb. 3: Einfache Ausführung eines fahrbaren Krans mit drehbarem Turm; die Auslegerrolle ist im Gegensatz zur Rolle in Abb. 2 mit Hilfe des Rollenlagers in der Mittellinie des Auslegers gelagert.

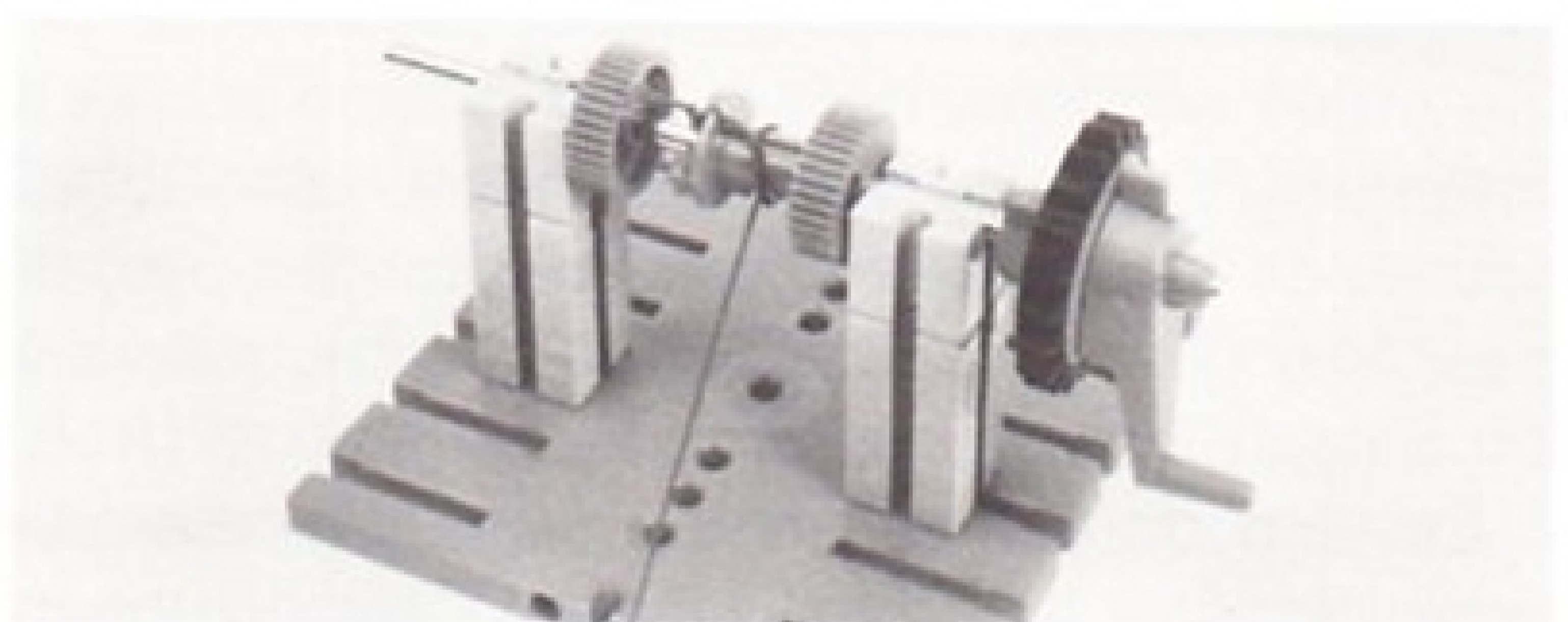


Abb. 4 und Abb. 5 zeigen Möglichkeiten, wie das Seil befestigt werden kann.

Abb. 4: Nach Festziehen der Schlinge wird das Ende mit einem Knoten im Schlitz der Trommel eingehängt.

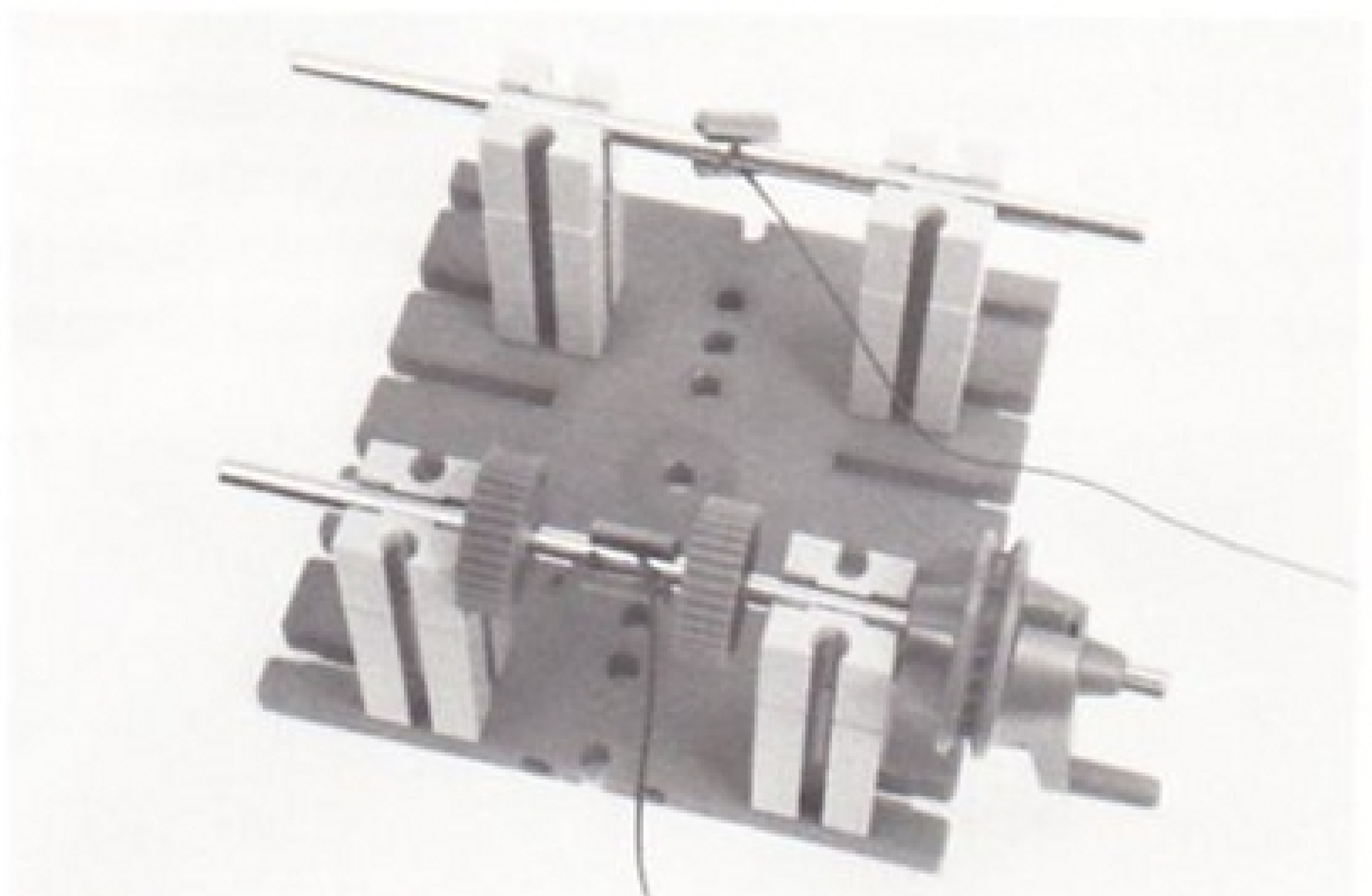


Abb. 5: Das Seil wird mit einer Klemmbuchse auf der Welle festgeklemmt, ein Knoten am Seilende verhindert das Durchrutschen des Seils.

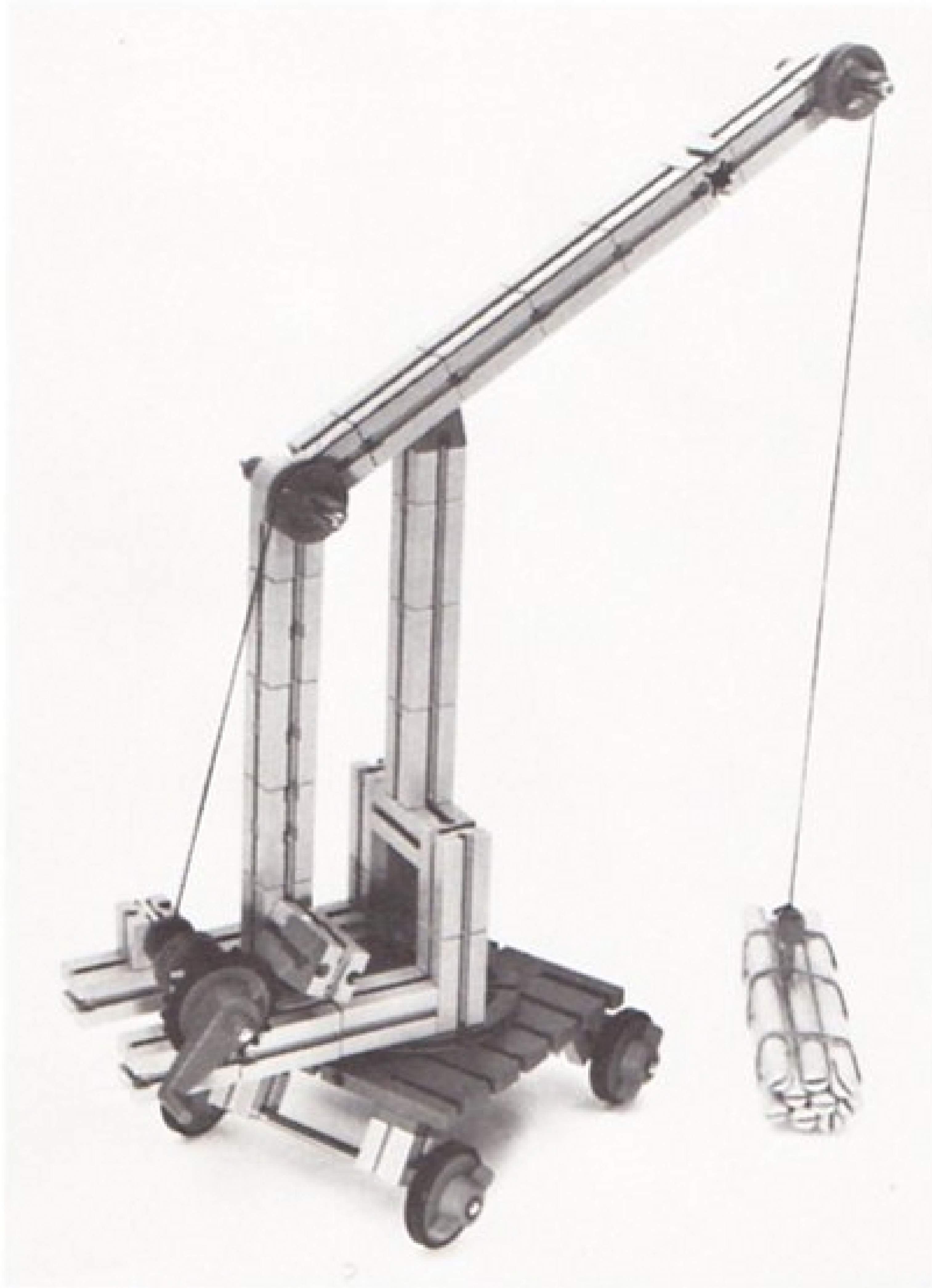


Abb. 6: Fahrbarer und drehbarer Kran mit schräggestelltem, starrem Ausleger und einfacher Sperrvorrichtung; der Winkelstein ist an einem Baustein mit rundem Zapfen befestigt, so daß die Sperre durch Drehen dieses Bausteins in das Sperrrad (Zahnrad 20 Z) eingelegt und wieder gelöst werden kann.



Ab. 7: Kran mit schräggestelltem, starrem Ausleger; stabile Ausführung mit Ballastkasten. Steinchen, Sand oder Wägestücke können hier als Gegengewicht eingefüllt werden. Das Hubwerk kann mit Sperrrad und Sperrklinke (einer Winkelachse) gesperrt werden.



Abb. 8: Aufbau des Krans ähnlich wie in Abb. 6; kleine Behälter mit Ballast (hier Glas mit Sand) dienen als Gegengewicht

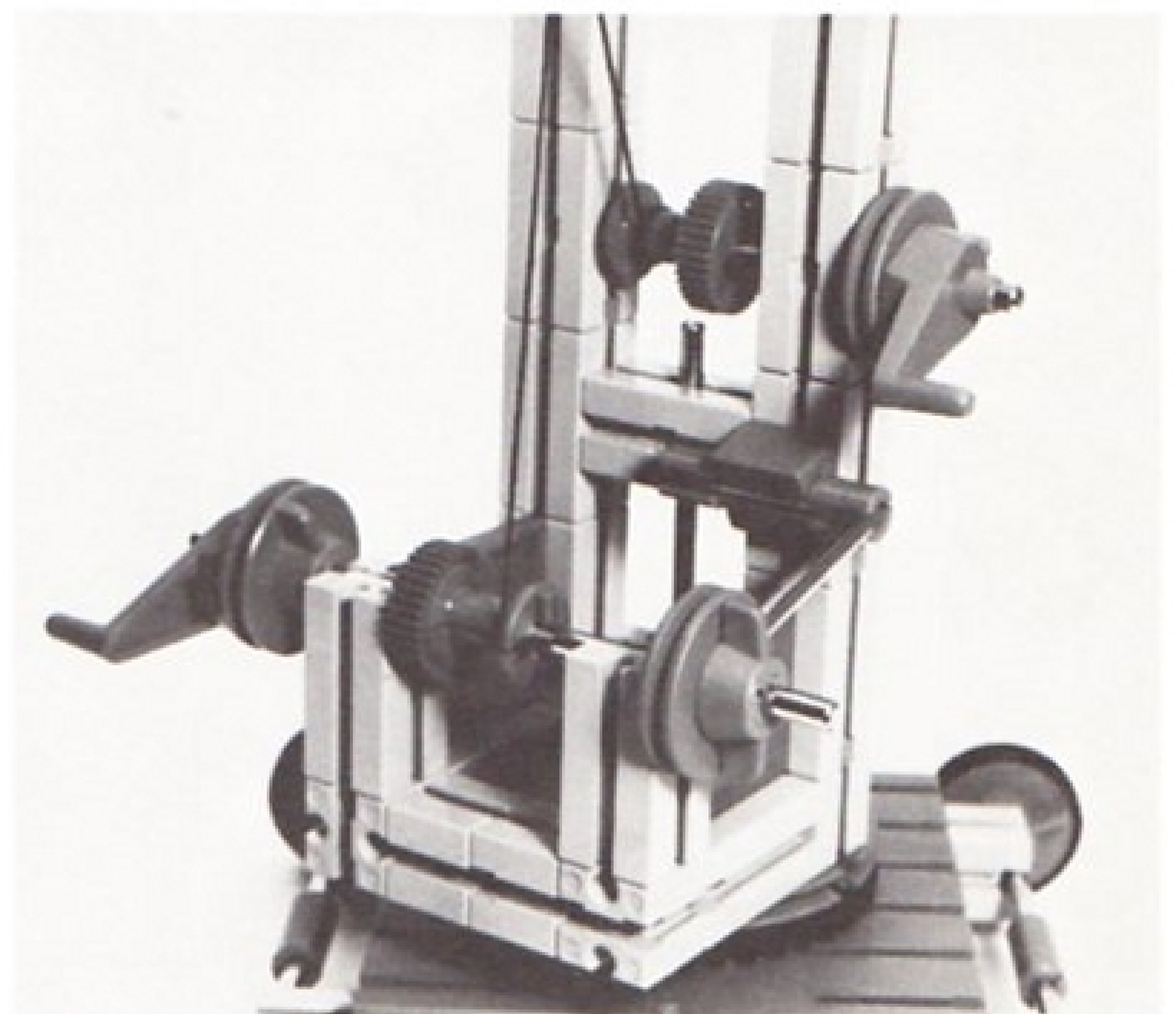


Abb. 9: Die beiden Winden und die Sperrvorrichtung des Auslegereinziehwerks des Krans in Abb. 11. Die Sperrvorrichtung wird durch eine Winkelachse und eine Flachnabe gebildet.

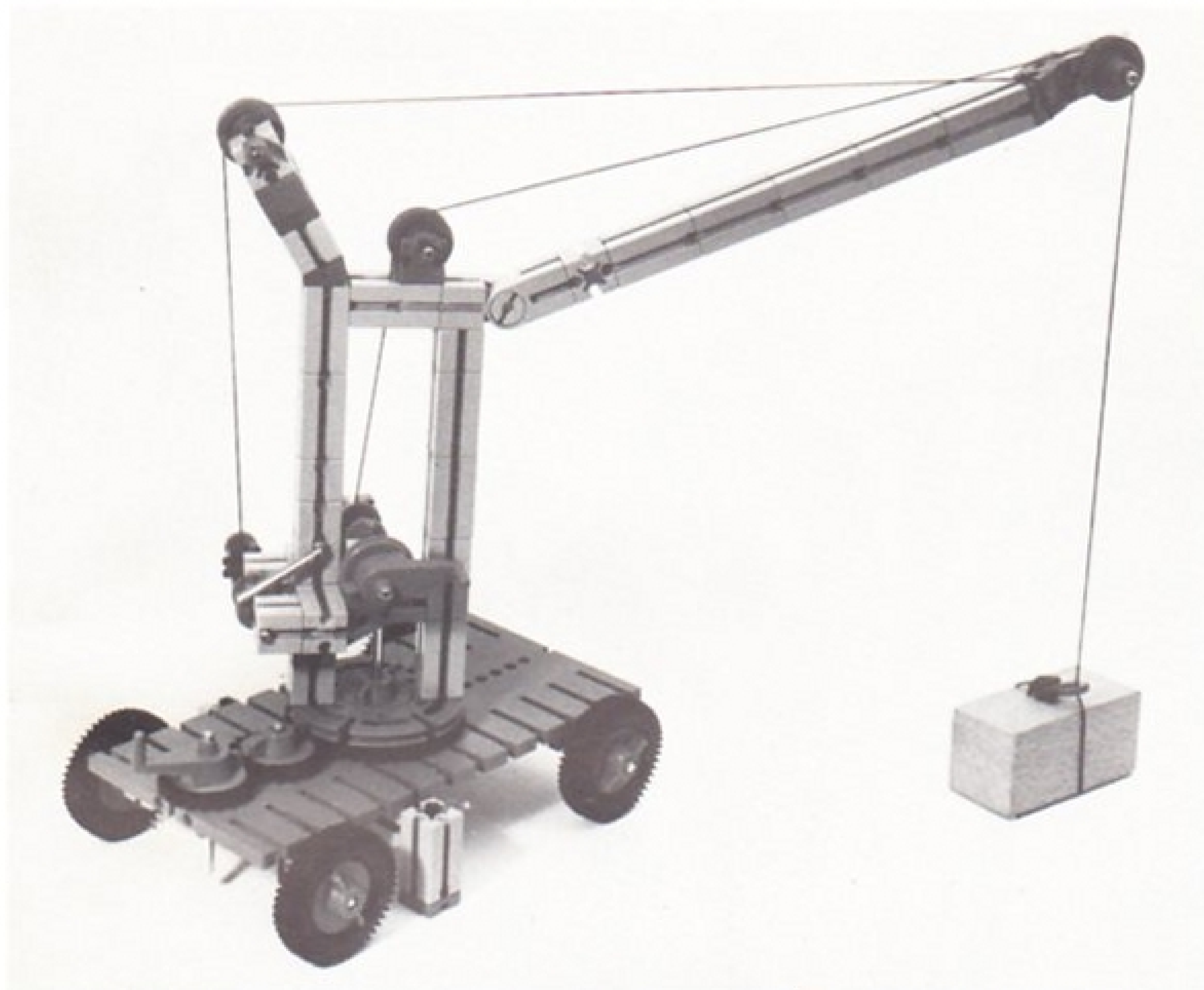


Abb. 10: Kran mit Einzieh-  
ausleger, Einziehwerk und  
Hubwerk sowie einem  
Drehwerk, das durch eine  
Handkurbel betätigt wird.  
Das Fahrwerk wird durch  
seitliche Stützen beim Ein-  
satz des Krans entlastet.  
Durch das Anbringen die-  
ser Stützen kann die  
Standfestigkeit verbessert  
werden, wenn sie weiter  
außen montiert werden.

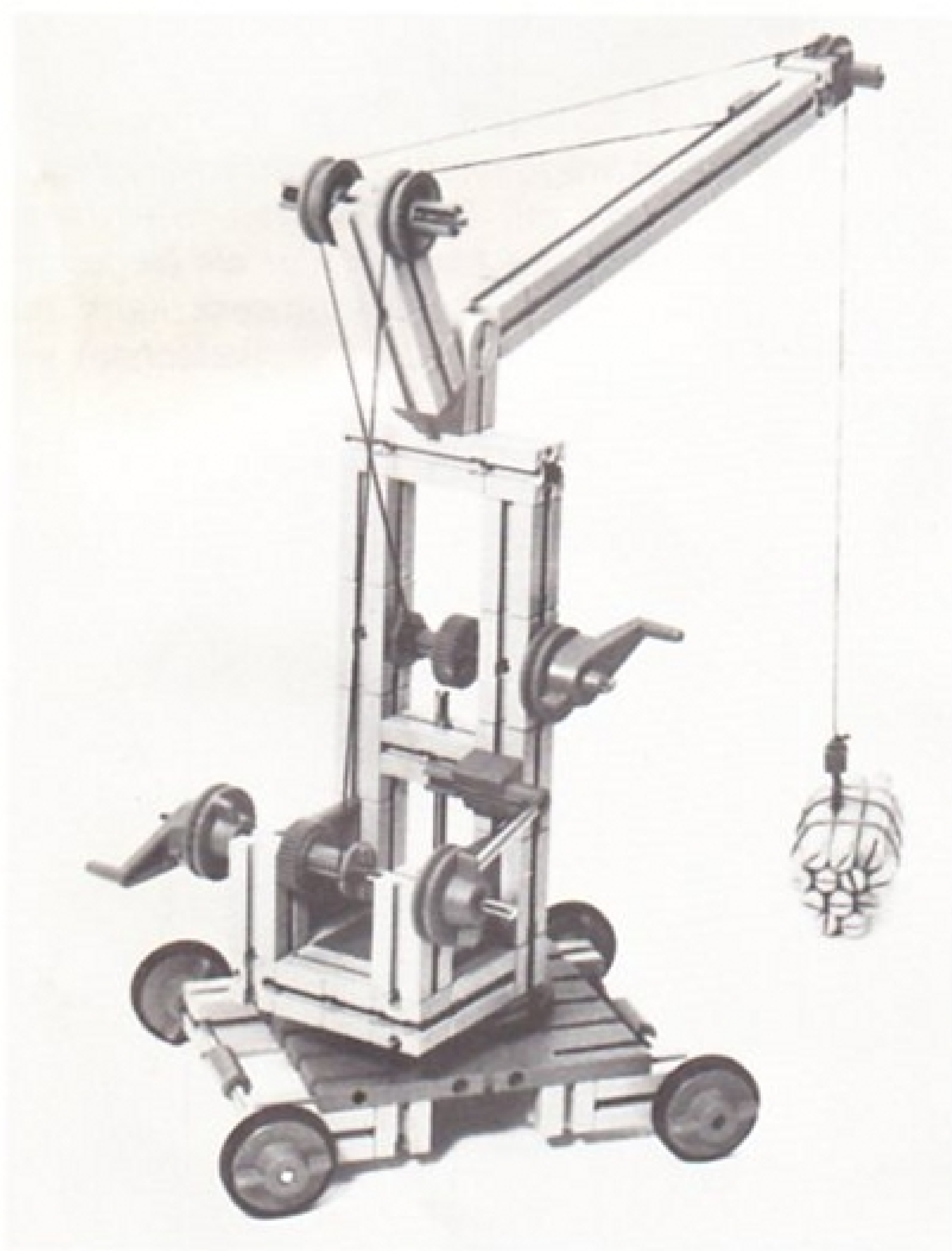


Abb. 11: Fahrbarer und drehbarer Kran mit Einzieh-  
ausleger und zwei Seilwinden zum Einziehen (Auf-  
richten und Absenken) des Auslegers; die Seilzüge  
für Ausleger und Lasthaken werden über Rollen an  
der nach hinten geneigten Turmspitze zu den  
Seiltrommeln geführt.

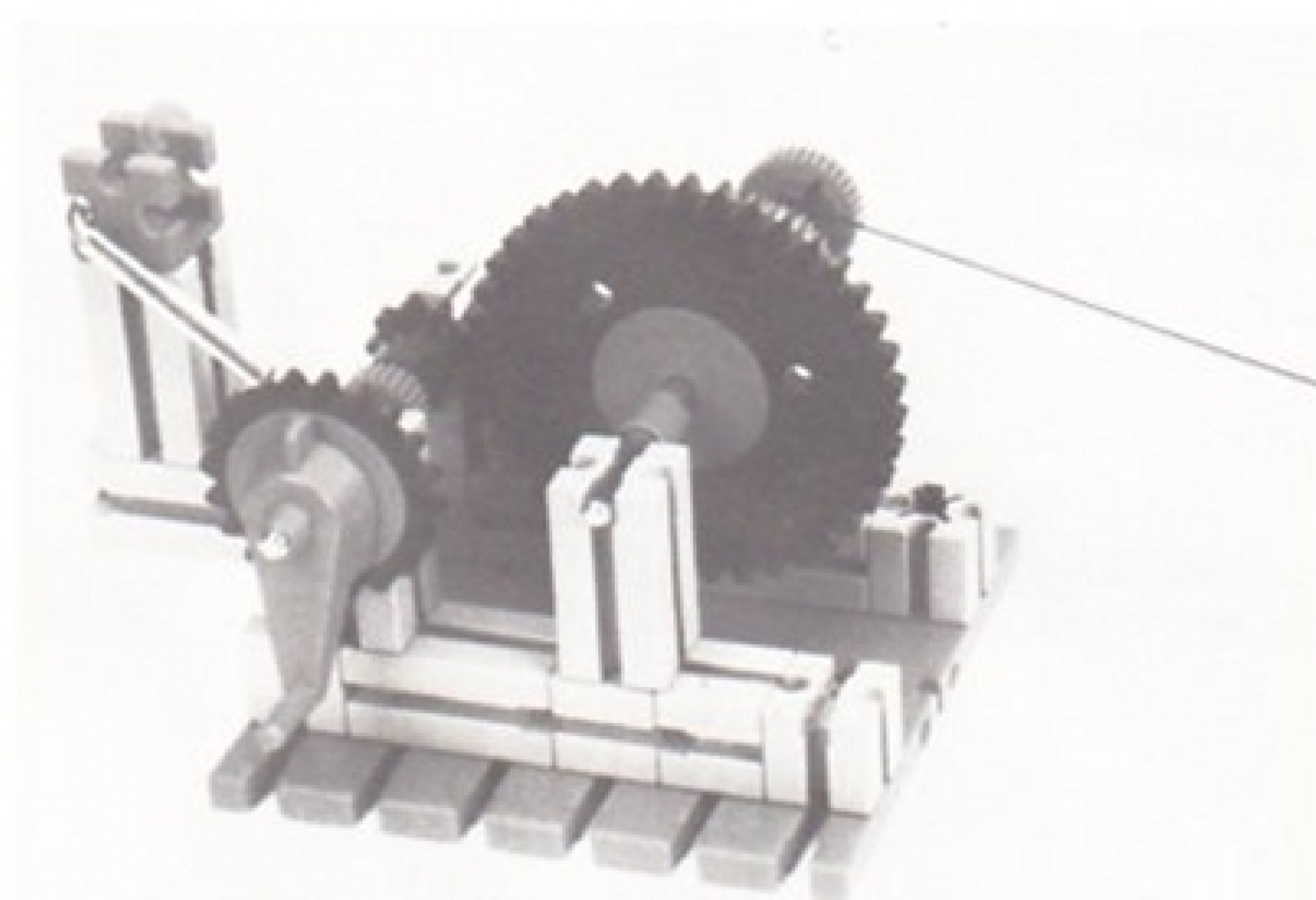


Abb. 12: Seilwinde mit Übersetzung ins Langsame  
(4:1)

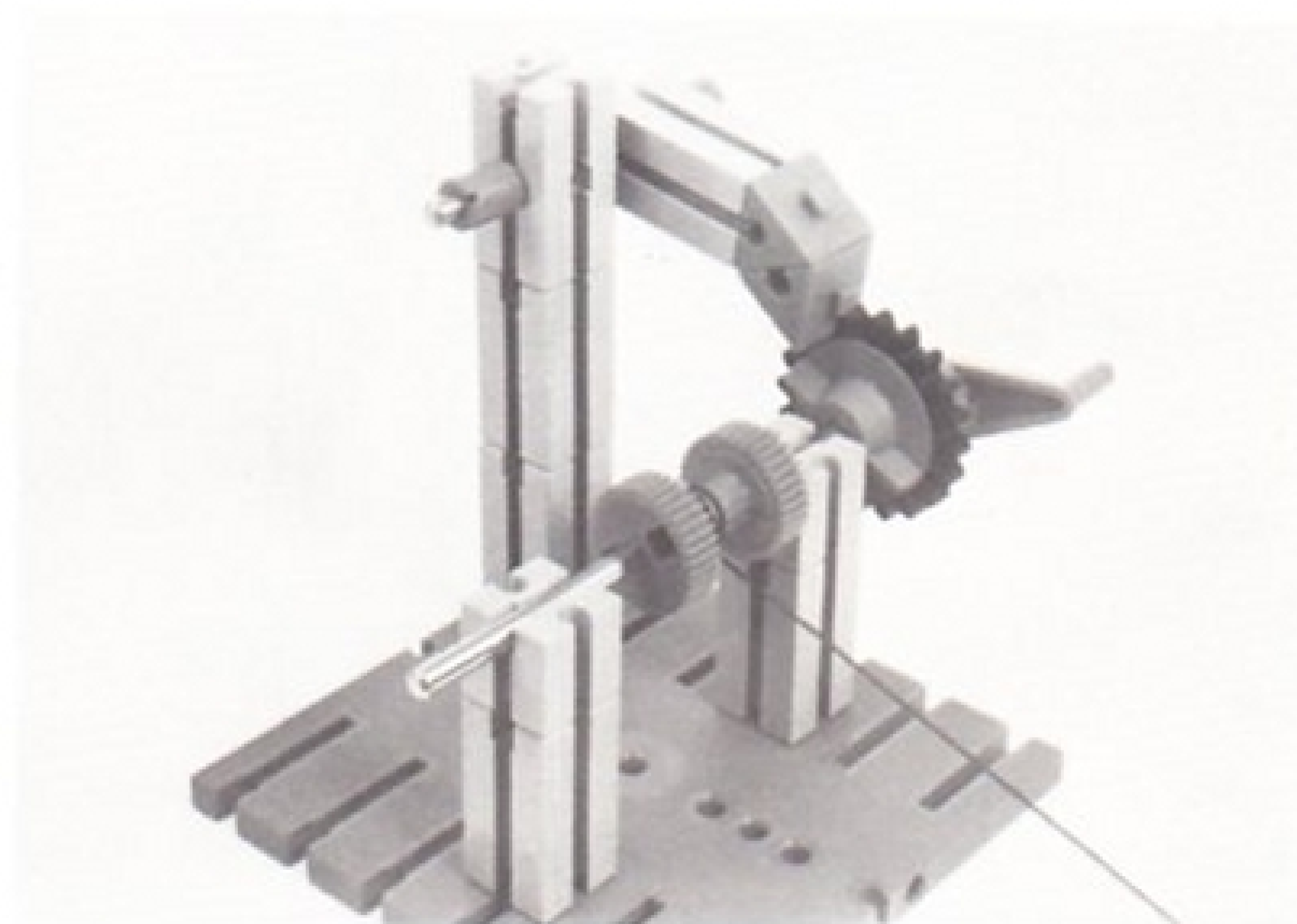


Abb. 13: Seilwinde mit selbsttätiger Sperre

## Eine Trage für fischertechnik-Lernbaukästen

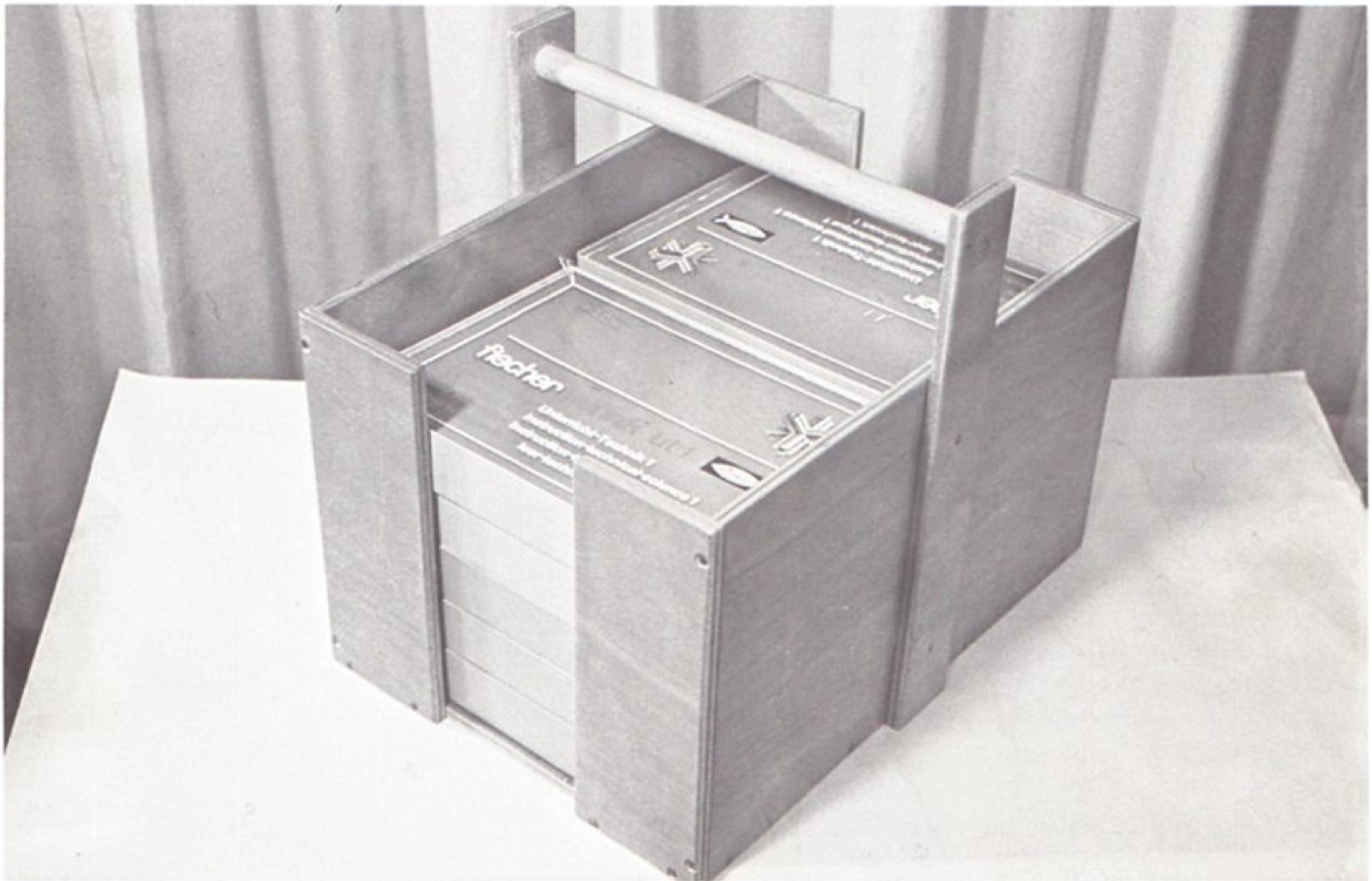


Abb. 1: Trage für zehn fischertechnik-Lernbaukästen

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

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

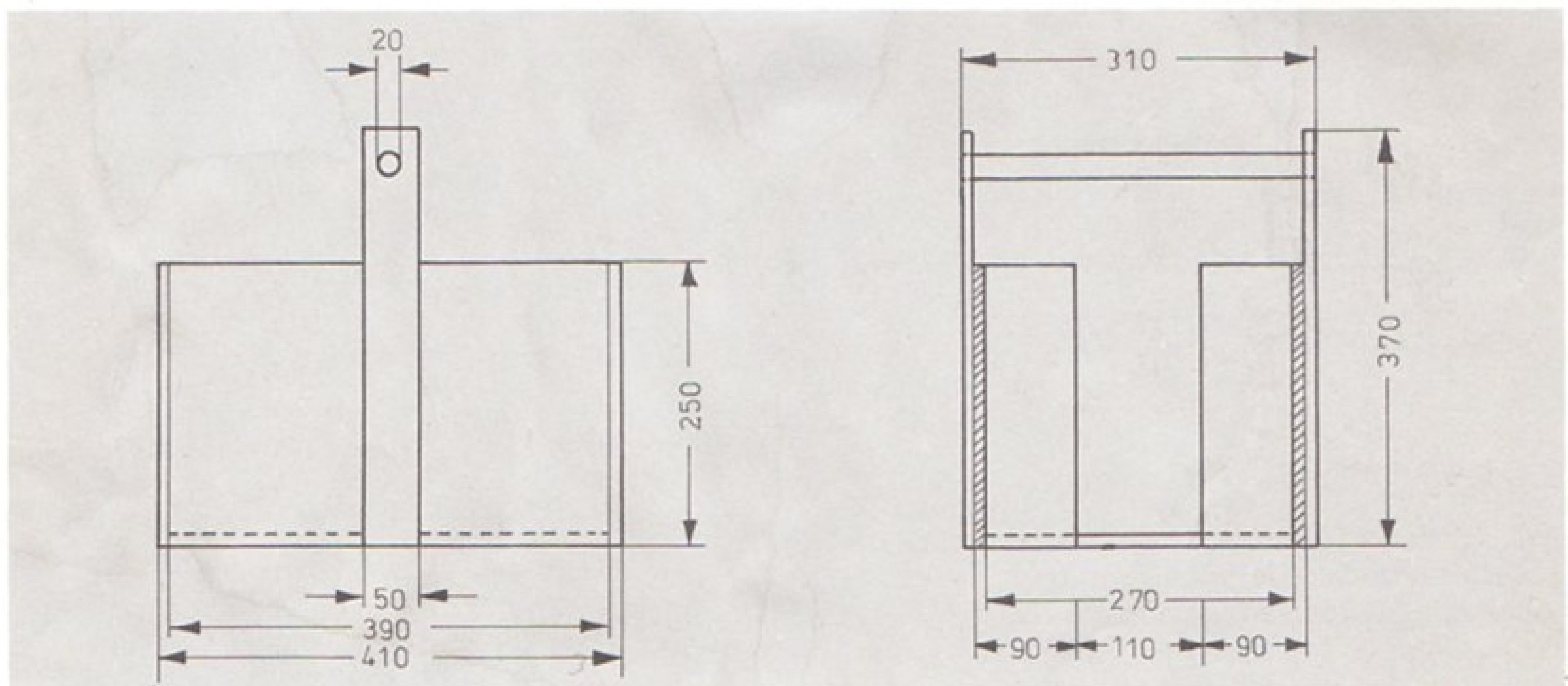


Abb. 2: Zeichnung der Trage

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

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

- Sie kann zehn fischertechnik-Lernbaukästen aufnehmen; die Kästen werden in zwei Fünferstapel aufgeteilt, die mit ihrer Breitseite nebeneinanderliegen. So ergibt sich in Gewicht und Ausmaßen eine Last, die auch von zwei Grundschulern gut getragen werden kann.

- Die Seitenwände der Trage sind höher als fünf korrekt aufeinandergestellte Kästen. Auch wenn Kästen verkantet eingestellt sind und damit eine größere Höhe einnehmen, können die Deckel der oberliegenden Kästen während des Tragens nicht herunterfallen.

- An den Schmalseiten sind die Tragen z. T. offen. Das gestattet ein bequemes Einstellen und Herausnehmen der Kästen. Außerdem kann kontrolliert werden, welche Kästen eines Satzes sich in der Trage befinden, wenn sie an der entsprechenden Stelle numeriert sind.

Winfried Schmayl

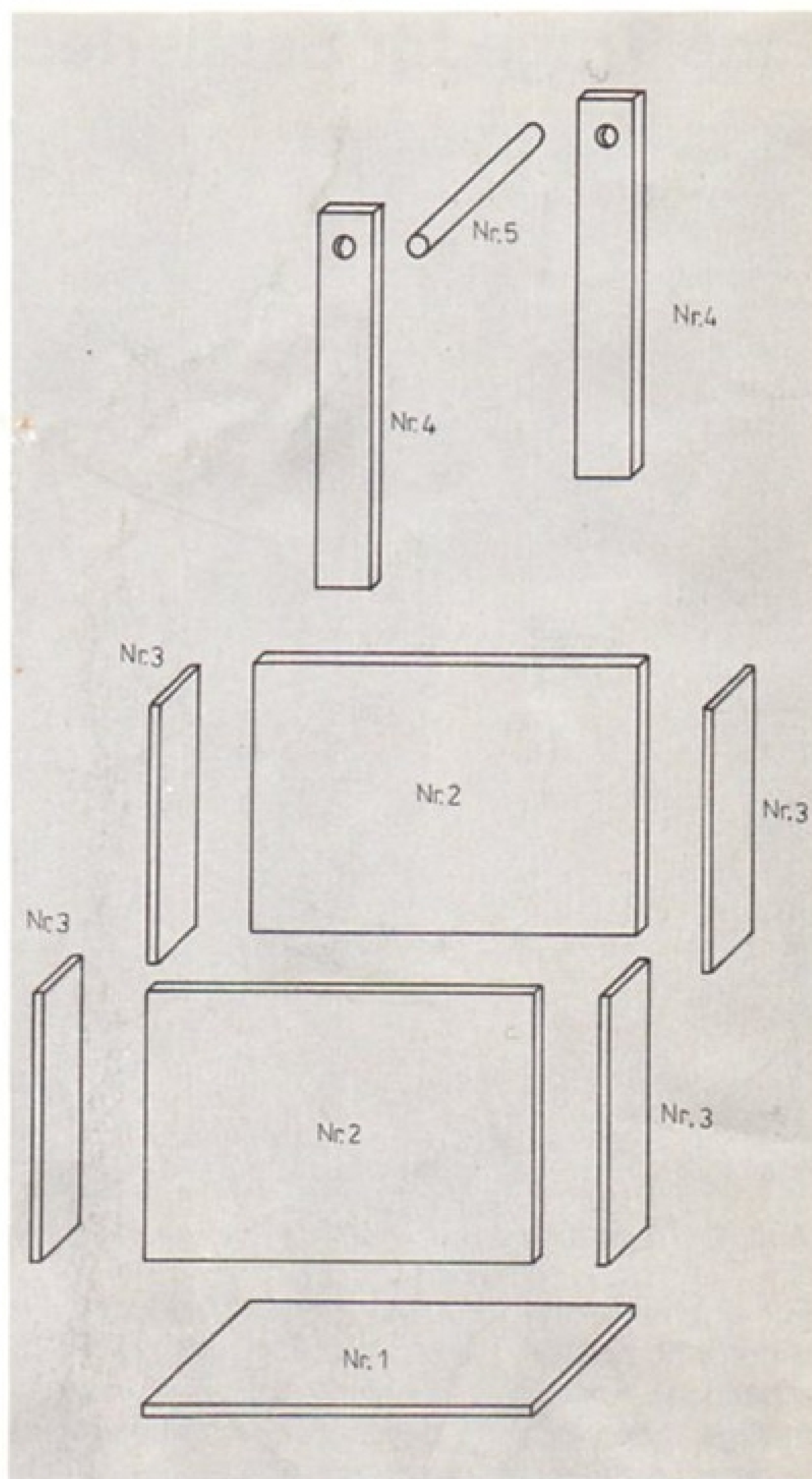


Abb. 3: Die Teile der Trage

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

Abb. 4: Stückliste



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