

Forum technische Bildung

Beispiele für den
Technikunterricht



Maschinenelemente

Zum Thema dieses Heftes

3

Armin Maurer, Wolf Traebert

Der Bohrturm

Unterrichtsbeispiel 8./9. Schuljahr

4

Richard Reiter

Baugruppe Kupplung

Unterrichtsbeispiel Klasse 10 Realschule

12

Peter Gratzer

Niederflur-Hubwagen

Unterrichtsbeispiel aus der Sonderschule für Körperbehinderte

20

Marie Brandmeir-Zettl

Das Hammerwerk

Unterrichtsbeispiel aus der Orientierungsstufe

24

**Ausgabe
Sekundarstufe**

ISSN 0170-1487

SCHULVERLAG
vieweg

Mathematik

Glatfeld, Löttgen, Ostermann, Steinberg

Mathematik in der Sekundarstufe

Lehrer aller Schulformen sagen: „Diese Bücher helfen uns, den Stoff zu bewältigen.“ Denn „Mathematik in der Sekundarstufe“ spricht nicht alle Schüler eines Jahrgangs in gleicher Weise an, sondern in zwei nach formalem Anspruch differenzierenden Ausgaben A und B. Denn ein Jahrgangsband enthält nur so viel Stoff, daß ein vollständiger Durchgang in einem Schuljahr möglich ist. Denn . . . Es gibt noch viele Gründe, warum Sie das Werk kennenlernen sollten.

Biologie

Kattmann, Palm, Rüter

Kennzeichen des Lebendigen

Das Biologiewerk für die Sekundarstufe I behandelt ausgewählte Erscheinungen und Probleme gründlich, stellt Unterrichtsinhalte neuartig zusammen, anstatt enzyklopädisches Wissen zu vermitteln.

In ausführlichen Lehrerhandbüchern finden Sie Leitgedanken und Lernziele, didaktische Begründungen, Vorschläge zum Unterrichtsverlauf und Hinweise für die Durchführung des Unterrichts für jedes Kapitel, Literatur.



Schulverlag Vieweg
Corneliusstr. 9/11
4000 Düsseldorf 1

Forum technische Bildung

Beispiele für den
 Technikunterricht
 Ausgabe Sekundarstufe,
 Heft 3/4-78

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

Schriftleitung:
 Prof. Wolfgang Biester, Münster
 Prof. Dr. Wolf Traebert, Neuss
 Fachschulrat 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. 16500.

Druck: Rheinisch-Bergische Druckerei, Düsseldorf.

Alle Rechte vorbehalten.

© Schulverlag Vieweg GmbH, Düsseldorf 1978

Die Autoren dieses Heftes:

Maria Brandmeir-Zettl,
 Lehrerin,
 Iglbach 4
 8901 Affing

Peter Grätzer,
 Sonderschul-Lehrer
 Eberhard-Wildermuth-Str. 84
 3500 Kassel

Armin Maurer,
 Konrektor,
 Schröderweg 58
 5608 Radevormwald

Richard Reiter,
 Realoberlehrer,
 Bahnhofstr. 93/1
 7340 Geislingen/Stg.

Wolf Traebert

Maschinen- Elemente

Zum Thema dieses Heftes

Maschinen sind definitionsgemäß zusammengesetzte technische Objekte. Sie bestehen aus einer mehr oder weniger großen Zahl von Einzelteilen, die in der letzten Differenzierungsstufe elementaren Charakter haben, d.h. nicht weiter zerlegbar sind. Solche Einzelteile nennt man Maschinenelemente. Sie kommen als solche in unterschiedlicher Kombination in einer Vielzahl technischer Objekte vor, so daß sich die meisten Konstruktionen nach Art eines „Baukastensystems“ aus Einzelteilen ergeben, die sich auch in anderem Zusammenhang sinnvoll verwenden lassen. Beispiele für solche Maschinenelemente sind ebenso Hebel, Schrauben, Stifte, Wellen und Zahnräder wie auch in sich zusammengesetzte Maschinenteile, die aber *funktionsmäßig* eine Einheit bilden und daher als Ganzes eingesetzt werden, wie z. B. Kupplungen, Abdichtungen, Ventile, Bremsen und Lager.

Die Begriffsbildung scheint auf den ersten Blick etwas unübersichtlich, da die mit der Bezeichnung „-element“ doch eigentlich ausgesagte Einheitlichkeit bzw. Unteilbarkeit hier offenbar nicht durchgängig gegeben ist. Es gibt dennoch gute Gründe, auch für lediglich funktionsmäßige Einheitlichkeit die Bezeichnung „Element“ zu verwenden:

Zum einen werden solche Funktionseinheiten häufig als Ganze bezogen und als Bauelement in Maschinen eingesetzt, da sie wegen der universellen Verwendbarkeit in großen Stückzahlen hergestellt und daher von darauf spezialisierten Unternehmen als fertiges Teilfabrikat (Baustein) geliefert werden.

Aus diesem Grunde sind Maschinenelemente häufig genormt bzw. standardisiert, d.h. in einer einmal entwickelten, optimalen Ausführung einheitlich in bestimmten Abstufungen (z. B. Größenabstufungen) verfügbar. Es wäre unwirtschaftlich, für wiederkehrende Aufgaben wie z. B. das Verbinden, Abdichten, Ankoppeln, Stützen jeweils von neuem Lösungen mit all dem Risiko einer Neuentwicklung zu suchen.

Hier wird auf genormte, innerbetrieblich oder auch überbetrieblich bekannte und vorliegende Konstruktionen zurückgegriffen. Oft ist auch aus Sicherheitsgründen eine ganz bestimmte (genormte) Ausführung vorgeschrieben, dies macht die sicherheitstechnische Zulassung leichter, da nicht jeder Einzelfall gesondert geprüft werden muß (*Typprüfung*). Zugleich ergibt sich damit die in neuerer Zeit verstärkte Möglichkeit zum Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung schon bei der Konstruktion: bestimmte „Elemente“ einer Konstruktion stehen dann auf Abruf aus dem EDV-Speicher wahlweise zur Verfügung und erscheinen bei Bedarf als fertige Zeichnung auf einem Wiedergabegerät (Bildschirm). Daß sich hiermit ganze Berufsbilder (Technischer Zeichner, Konstrukteur) ändern werden, sei nur am Rande vermerkt.

So verstanden, läßt sich die Lehre von den Maschinenelementen in der hier gemeinten (didaktischen) Zielrichtung interpretieren als Funktions- und Konstruktionswissen von Bauelementen, die sich – in jeweils unterschiedlicher und angepaßter Weise kombiniert – zu (theoretisch) beliebig vielen technischen Objekten zusammenfügen lassen, so daß sich mit begrenztem Aufwand ein relativ systematischer Überblick über die Maschinentechnik schaffen läßt.

Der andere Grund einheitlicher Zusammenfassung dieser Maschinenbausteine ist die Erfäßbarkeit durch eine gemeinsame Theorie, die einerseits die Bemessung der Bauteile (Statik, Dynamik, Festigkeitslehre), andererseits ihre konstruktive Anordnung (Getriebelehre, Konstruktionslehre) und die werkstoffmäßige Ausführung (Werkstoffkunde) umfaßt. Es ist auf diese Weise möglich, mit einer recht begrenzten Zahl von gesetzmäßigen Zusammenhängen und Werkstoffwerten und daraus resultierenden Konstruktionen beliebigen Anforderungen der verschiedenen maschinentechnischen Verwendungszwecke zu entsprechen.

Solche maschinentechnischen Grundbausteine sind in den folgenden Beiträgen behandelt. Die Zusammenstellung erhebt aus plausiblen Gründen nicht den Anspruch auf technisch-systematische Anordnung, bildet also nicht etwa den Bereich der Maschinenelemente systematisch ab. Sie mag jedoch Anregung zum kritischen Nachvollzug im Unterricht wie auch zur Übertragung auf andere Themenstellungen sein.

Schriftleiter und Redaktion würden sich über Rückäußerungen, vor allem aber über Beiträge aus dem Unterricht freuen.

Armin Maurer, Wolf Traebert

Der Bohrturm

Unterrichtsbeispiel 8./9. Schuljahr

1. Zur Legitimation des Themas (Traebert)

Moderner Technikunterricht besteht nicht in der Veranschaulichung bzw. Durchdringung einzelner herausgelöster technischer Probleme, sie mögen noch so repräsentativ oder exemplarisch für Technik sein. Eben weil Anspruch und unterrichtlicher Auftrag des Faches darauf abgestellt sind, Realität zu erschließen und auf ihre Bewältigung vorzubereiten, muß dem Rechnung getragen werden, daß Technik in der Realität fast nie isoliert, sondern immer komplex, d.h. verwoben auch mit außertechnischen Faktoren auftritt; mit ökonomischen, politischen, sozialen Faktoren, die erst *im Zusammenhang gesehen* eine bestimmte Existenzform von Technik erklären und rechtfertigen, oder kritisch beurteilen lassen.

Eine der globalen Aufgaben der Existenzsicherung, die der Mensch seit jeher unter Einsatz von Technik löst, ist die der Versorgung, insbesondere in Ballungsräumen, mit Lebensmitteln und Energie, aber auch mit Kulturgütern, Informationen und Dienstleistungen.

Eine hinreichende technische Infrastruktur und deren Sicherstellung zur Gewährleistung dieser Versorgung ist heute unentbehrliche Grundlage des Lebens in der industrialisierten Welt.

Innerhalb eines solchen fachübergreifenden Komplexes nimmt der technische Aspekt eine wichtige, gleichwohl dienende Position ein: der betreffende technische Sachverhalt erhält dann seine unterrichtliche Legitimation weniger aus (spontanem) Schüler- bzw. Lehrerinteresse, auch nicht aus technikimmanenten Wichtigkeitskriterien heraus oder aus formalen Gründen (Lehrplan), sondern aus dem Gesamtzusammenhang des Komplexes: eine bestimmte technische Aufgabenstellung ergibt sich als zu überwindende Schwierigkeit bei einer bestimmten Zielsetzung außertechnischer Art, die dementsprechend nur mit technischer Sachkenntnis lösbar ist. In aller Regel werden dabei verschiedene Alternativen verfügbar sein, die hinsichtlich ihrer ökonomischen

Bedingungen oder politischen Wünschbarkeit gegeneinander abzuwägen sind. Technische Sachkompetenz erweist sich dann als *notwendige*, gleichwohl aber *nicht hinreichende* Bedingung zur Lösung des Gesamtproblems. Sie bedarf der Ergänzung durch den Erwerb von Urteilskompetenz auf der Basis rationaler Kriterien auch außertechnischer Art. Solche Qualifikationen zumindest ansatzweise vorzubereiten, begründet den allgemeinbildenden Anspruch des Faches Technik wesentlich mit.

In diesem Zusammenhang ist das Thema Energie von außerordentlichem Interesse; zum einen, da uns spätestens seit der Energiekrise von 1973 seine unmittelbare Bedeutung für die Lebensverhältnisse jedes einzelnen mehr als deutlich sein dürfte. Zum anderen, da dieses Thema sich wie wenige andere dazu eignet, die (weltweite) interdisziplinäre Verflechtung verschiedener Aspekte deutlich zu machen. Schließlich ist dieses Thema auch aus entwicklungsgeschichtlicher Sicht interessant: die Geschichte der technischen Entwicklung kann sicherlich als Geschichte der Energietechnik geschrieben werden, wie überhaupt der Zusammenhang zwischen Bevölkerungsentwicklung und Energiebedarf für langfristige Planungen – und Planungen auf dem Energiesektor sind außerordentlich langfristig – eine entscheidende Größe ist. Es mag von daher gerechtfertigt sein, den Gesamtzusammenhang aus allgemein – technischer Sicht kurz anzureißen:

Der zunehmende Emanzipationsprozeß des Menschen von den Naturgewalten machte die Verfügung über Wärme und Licht, insbesondere aber über mechanische Energie dringend notwendig. Während die beiden ersten Energieformen ihm bereits relativ früh durch das Feuer zur Verfügung standen, war die Verfügbarkeit über mechanische Energie durch die natürlichen Energiequellen (strömendes Wasser und Wind) regional, zeitlich und quantitativ begrenzt bzw. davon abhängig. Dies änderte sich mit der Entwicklung der Wärmekraftmaschinen (zuerst der Dampfmaschinen) und der Wärmekraftwerke, in denen freigesetzte thermische Energie in mechanische (bzw. elektrische) umgewandelt werden konnte. Diese Entwicklung ließ ihrerseits den Bedarf nach (fossilen) Energieträgern (Kohle, Erdöl, Gas) stark ansteigen und dies wiederum rief die Notwendigkeit angepaßter bzw. verbesserter Gewinnungsverfahren dieser Energieträger hervor, insbesondere auch deshalb, weil durch die Erschöpfung leicht zugänglicher Gewinnungstellen und die Notwendigkeit der Nutzung *national verfügbarer* Fundstellen Techniken erforderlich wurden, die nach rein ökonomischem und technischem Aufwand kaum begründbar wären.

So entstanden publizitätswirksame Bohrinselfen in Küstengewässern, beeindruckende Tiefbohrungen, und im Zusammenhang damit eine Fülle diagnostischer Verfahren, aus Aussehen und Verhalten der Oberfläche unseres Planeten auf die darunter befindlichen Lagerstätten zu schließen.

Besonders in der Diskussion steht das Erdöl wegen seiner quantitativen Bedeutung – rund $\frac{1}{3}$ des derzeitigen Primärenergiebedarfs der Erde wird aus Erdöl gedeckt – zum anderen wegen seines regional begrenzten Vorkommens und des damit unmittelbar verbundenen Machtpotentials, ein Tatbestand, der allenthalben zur Suche nach alternativen Energiequellen oder (national verfügbaren) Fundorten anspornte, eine Situation, deren Problematik und Vielfältigkeit wir offensichtlich bei weitem noch nicht lösen konnten.

Erdöl findet sich in unterschiedlich geformten Lagerstätten (Ölhorizonten bzw. Ölschläuchen) je nach Verlauf und Gegebenheiten der geologischen Schichten. Die bedeutendsten Erdöllagerstätten befinden sich im Mittleren Osten, Venezuela, Libyen, den Vereinigten Staaten sowie der UdSSR und Rumänien. Seit einiger Zeit werden auch in küstennahen Gewässern (Nordsee, Mittelamerika) Öllagerstätten nutzbar gemacht. Die Lagerstätten treten nur äußerst selten unmittelbar an die Erdoberfläche. In aller Regel müssen – nach umfangreichen photo-geologischen Voruntersuchungen – Probebohrungen niedergebracht werden, von denen – trotz intensiver Vorarbeiten – etwa nur jede zehnte erfolgreich ist. Seltener – wegen des hohen Aufwandes – wendet man die Technik des Grubenausbaus zur Anzapfung unterirdischer Öllagerstätten über „Sickerstrecken“ an, obwohl diese Art des Abbaus i. a. einen höheren „Entölungsgrad“ der Lagerstätte gewährleistet (Lit. 6).

Die übliche Form der Erdölgewinnung ist die Anbohrung der Lagerstätte nach dem Rotary-Verfahren, wobei man, durch die rasche Entwicklung der Bohrtechnik ermöglicht, heute Bohrtiefen von über 3000 m erreicht.

2. Funktionsmodell Bohrturm (Maurer)

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I, durchgeführt in der Geschwister-Scholl-Schule (Hauptschule) in Radevormwald mit Jungen in 8. und 9. Schuljahren

Arbeitszeit: vier Doppelstunden

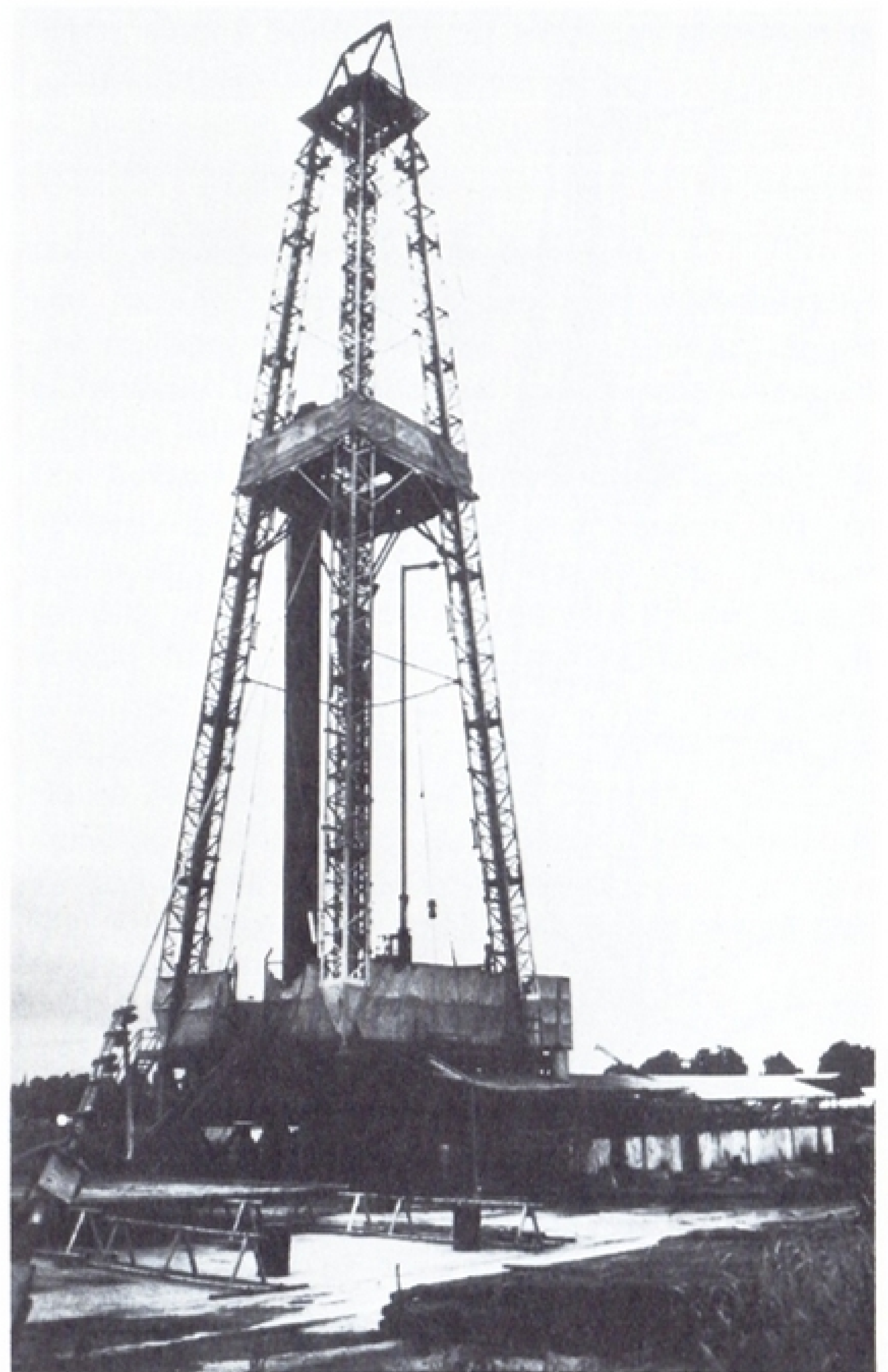


Abb. 1: Bohrturm: Gerüst und Außenanlagen

Arbeitsmaterial: je Schüler ein Lernbaukasten u-t 1, u-t 2 und u-t S; dazu Großbauplatten, Transformatoren, Zusatzteile und Informationsmaterial

2.1 Lernziele

Die Schüler sollen

- die durch Bild und Text vorgegebene Wirklichkeitssituation „Bohren nach dem Rotary-Bohrverfahren“ analysieren können;
- Fachausdrücke kennenlernen und am Modell benennen können;
- einen Text über die Arbeitsweise eines Bohrturms erstellen können;
- in Kleingruppen ein funktionstüchtiges Modell konstruieren, das die Bedingungen der Wirklichkeit in folgenden Punkten erfüllen muß:
 - das Bohrgestänge rotiert;
 - das Bohrgestänge wird während des Rotierens mit einem Flaschenzug eingesenkt,
 - das Bohrgestänge ist bei notwendiger Festigkeit leicht,
 - die Bohranlage ist mit minimalem Materialaufwand erstellt.

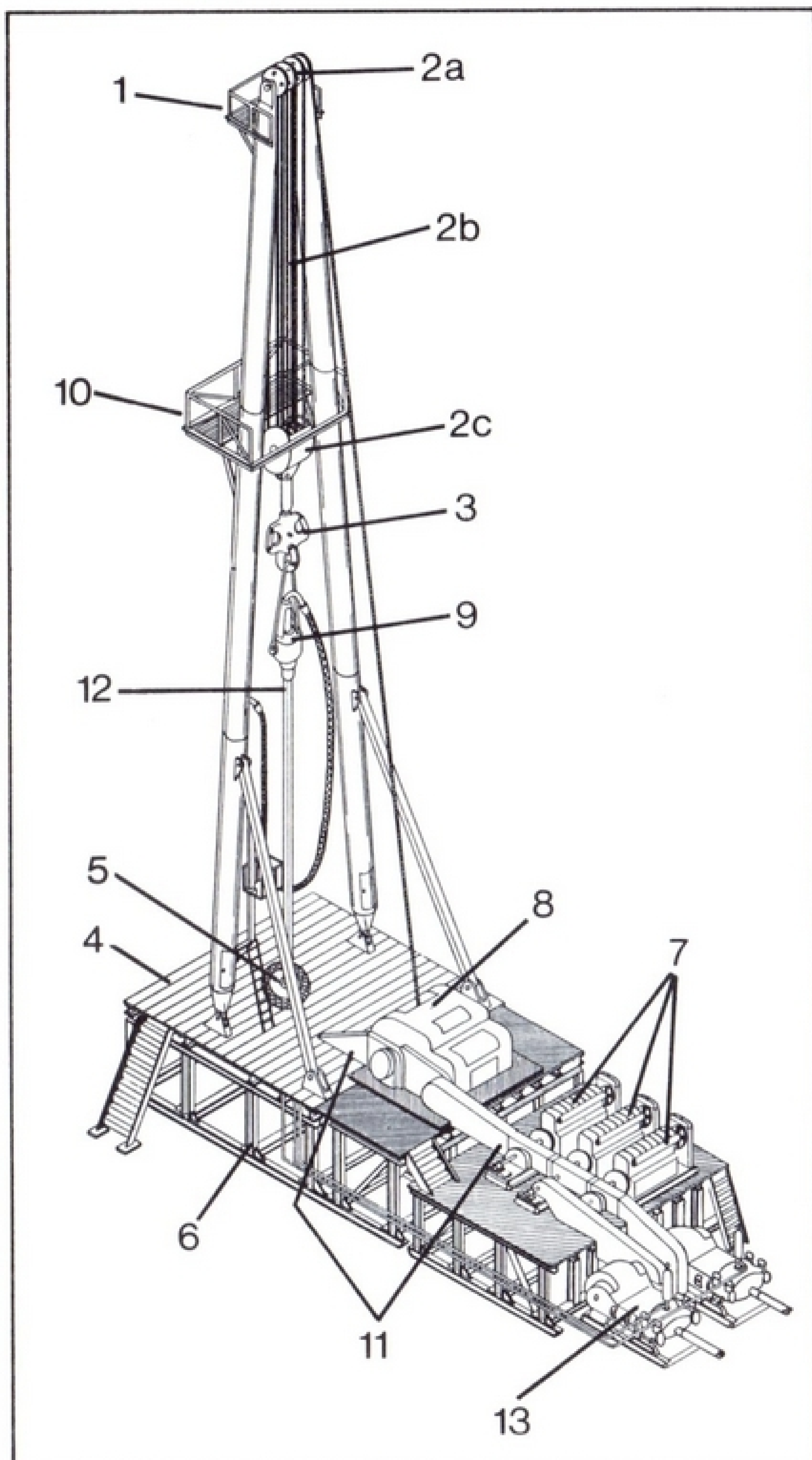


Abb. 2: Schematischer Aufbau einer Rotary-Bohranlage (mit freundlicher Genehmigung aus Lit. [2])

2.2. Unterrichtssituation

Das fächerübergreifende Projekt „Bevölkerungsentwicklung und -versorgung“ wurde als offenes Lehrplanelement vorbereitet und durchgeführt. Die Schüler sollten an bereitgestellten Materialien Fakten dazu erarbeiten, Probleme erkennen sowie Überlegungen zu Möglichkeiten und Grenzen von Lösungsvorschlägen gegeneinander abwägen.

Der Bereich „Erdöl“ nahm sowohl wegen seiner Bedeutung für das Projekt als auch wegen der zur Verfügung stehenden Informations- und Anschauungsmaterialien großen Raum ein.

Während der Lehrer bei der Unterrichtsplanung den Komplex der Erdölsuche, -bohrung und -förderung als wenig bedeutend für die Auseinandersetzung

mit der politisch-wirtschaftlichen Problematik übergehen wollte, brachten ihn die Schüler aus der Sicht des Wirtschaftlich-Technischen in den Unterricht ein.

Dabei fiel Mädchen und Jungen die Vorstellung des Rotary-Bohrverfahrens schwer. Es wurde dem Vorschlag gefolgt, Modelle mit dem vertrauten f-t-Material zu bauen.

Der Größe der zu erwartenden Modelle wegen sollte auf Maßstabtreue weniger Wert als auf Funktionsgerechtigkeit gelegt werden.

Das Unterrichtsbeispiel ist ebenfalls als offenes Lehrplanelement gedacht. Sachinformationen und Charakteristika aus dem Unterricht bilden Schwerpunkte.

2.3 Sachinformation

Bei Bohrungen nach Erdöl und Erdgas wird die Rotary-Bohranlage verwendet.

Weithin sichtbares äußeres Zeichen ist das 45 m bis 65 m hohe Bohrgestüt. Der Fachmann unterscheidet den *Turm* vom *Mast*:

- Der *Turm* (Abb. 1) hat gewöhnlich einen quadratischen Grundriß von ca. 10×10 m und vier „Beine“ in Eisengitterkonstruktion. Er muß stehend montiert werden.

- Der *Mast* (Abb. 2) besteht aus zwei „Beinen“, die meistens als Rohrkonstruktion am Boden montiert oder nur auseinandergeklappt und mit der Maschinenkraft der Anlage aufgerichtet werden.

Das Rotary-Bohrverfahren (vgl. Abb. 2)

Die Stützen („Beine“) des Gerüsts vereinigen sich oberhalb der Kronenbühne (1). Hier befindet sich das „feste Lager“ (2a) eines Flaschenzuges, der mit dem mehrfachen Seilzug (2b) und dem „losen Block“ (2c) eine tonnenschwere Einheit bildet, die mit einem mannsgroßen Drehhaken (3) abschließt. Die Arbeitsbühne (4) mit dem Drehtisch (5) liegt ca. 3 m hoch auf einem Grundgerüst (6). Es umschließt Einrichtungen, die unkontrollierte Gas- oder Flüssigkeitsausbrüche verhindern, und trägt den Mast bzw. Turm.

Das Bohrgestänge, ein starrer Strang aus 9 m langen Stahlrohrstangen, überträgt die Drehbewegung vom Drehtisch auf den Bohrmeißel, der den Boden des Bohrloches zertrümmert und so vertieft. Zwischen Meißel und unterstem Rohr befindet sich die Schwerstange. Ihr Gewicht und die Last des übrigen Bohrgestänges liefern den zum Bohren notwendigen Druck. Meßgeräte am Steuerstand ermöglichen dem Bohrmeister die Einhaltung des

beabsichtigten Bohrdrucks, den er mit Hilfe des Flaschenzuges reguliert.

Die seitlich vom Bohrergerüst in mehreren Einheiten installierten Antriebsmaschinen (7) leisten in zweckmäßiger Schaltung mehrere 1000 kW.

Einen Teil dieser Leistung benötigt das Hebewerk (8), eine schwere Winde mit mehreren Gängen zum Heben und Senken des Flaschenzuges.

Am Drehhaken des Flaschenzuges hängt während des Bohrens der Spülkopf (9) mit dem Bohrgestänge oder beim Meißelwechsel eine Vorrichtung zum Einhängen der zu ziehenden Rohre. Bei tiefen Bohrungen bewegt oder hält der Flaschenzug eine „Kronenlast“ bis zu 500 t.

Er braucht eine Hubhöhe von ca. 30 bzw. 40 m, damit das Bohrgestänge aus Zeitersparnis in „Rohrtouren“ zu je 3 bzw. 4 Stangen (27 bzw. 36 m) gezogen, mit großen Zangen von Arbeitern mit Maschinenkraft abgeschraubt und mit Unterstützung des „Turmmannes“ auf der Fingerbühne (10) abgestellt werden kann.

Von besonderer Bedeutung ist die Drehvorrichtung für den Bohrstrang. In der Arbeitsbühne liegt der über Ketten (11), Wellen und Getriebe mit den Antriebsmaschinen verbundene Drehtisch (5). Er dreht die auf dem obersten Rohr kraftschlüssig verschraubte, quadratische oder sechseckige Mitnehmerstange (12) mit 50 bis 250 Umdrehungen pro Minute.

Die ca. 12 m lange, hohle Mitnehmerstange kann rotieren und gleichzeitig – entsprechend dem jeweiligen Arbeitsvorgang – durch den Einsatz im Drehtisch in vertikaler Richtung auf- oder abgleiten.

Ist eine Rohrlänge von 9 m abgebohrt, wird das Gestänge im Drehtisch durch Keile festgesetzt. Die Mitnehmerstange mit dem Spülkopf wird abgeschraubt und im „Rattenloch“ abgestellt. Mit Hilfe des Flaschenzuges wird eine neue Stange auf den Strang gesetzt und wieder mit der Mitnehmerstange verschraubt. Die Keile werden herausgezogen; der Meißel nimmt wieder seine Arbeit auf.

Mit Spülpumpen (13) wird ein Flüssigkeitskreislauf aufgebaut: eine Tonrührer, die „Bohrspülung“, wird aus einem Saugbecken über den Spülschlauch mit dem Spülkopf verbunden. Durch den Spülkopf, der den Übergang vom feststehenden Teil der Ausrüstung zum sich drehenden Gestänge bildet, wird die Spülflüssigkeit in das Bohrgestänge gespült. Am Meißel tritt sie in das Bohrloch aus und schwemmt die losgebohrten Gesteinsteile nach übertage. Hier wird das „Bohrklein“ in Schüttelsieben abgeschieden. Die Flüssigkeit fließt in das Saugbecken und beginnt wieder ihren Kreislauf, wobei sie den Meißel kühlt und schmiert.

Nach einem Bohrabschnitt wird das Bohrloch mit „Futterrohren“ ausgekleidet.

2.4 Unterrichtsverlauf

2.4.1 Informieren und Durchdenken

Die Schüler erhielten Broschüren verschiedener Mineralölgesellschaften mit dem Auftrag, die Arbeitsweise des Bohrturms zu erkunden und mit eigenen Worten zu beschreiben.

Die Texte hatten zum Teil ein hohes sprachliches Niveau. Sie bereiteten Schwierigkeiten wie die Zeichnungen und Bilder, die wegen ihrer Generalisierung und Größe oft nur schwer zu analysieren waren. Nicht alle Kriterien der Konstruktion und Arbeitsweise gingen klar hervor. Für die weiteren Aufgaben blieb den Schülern daher genügend Raum zum nachvollziehenden Denken, so daß ihre Leistung nicht allein aus einem Umsetzen der Wirklichkeit in f-t-Material bestand.

Sie reduzierten die komplizierte Arbeitsweise beim Drehbohrverfahren auf

- das Rotieren des Bohrstranges,
- das Senken und Ziehen des Bohrstranges
- das Zusammen- und Auseinanderschrauben des Bohrstranges,
- das Spülen und Kühlen mit der Tonrührer,
- das Auskleiden des Bohrloches.

2.4.2 Planen und Bauen

Nach kurzem, unkontrolliertem Angehen der Aufgabe in Einzelarbeit bildeten sich Kleingruppen. In Anlehnung an das Ergebnis der Sachanalyse wurden folgende Planungs- und Baueinheiten vereinbart:

- Drehtisch mit Arbeitsbühne, Grundgerüst und Antrieb;
- Bohrgestänge aus Bohrer, drei Rohren, Mitnehmerstange, Drehhaken sowie Flaschenzug und Winde;
- Mast/Turm mit Kronen- und Fingerbühne.

Im arbeitsteiligen Verfahren sollten die Teilkonstruktionen gefertigt werden. Bald merkten die Schüler jedoch, daß ihnen sowohl ihr gewähltes Arbeitsverfahren als auch die Beschaffenheit des Baumaterials Grenzen setzten, die im Rahmen der Grobkonstruktion wenig Spielraum für individuelle Lösungsvorschläge ließen.

So muß schon hier festgehalten werden, daß die Koordination der Teilkonstruktionen ein hohes Maß an Anpassung durch Absprache und Probieren verlangte. Die Notwendigkeit zu Änderungen führte in einigen Fällen zu nicht immer sachbezogenen Auseinandersetzungen.

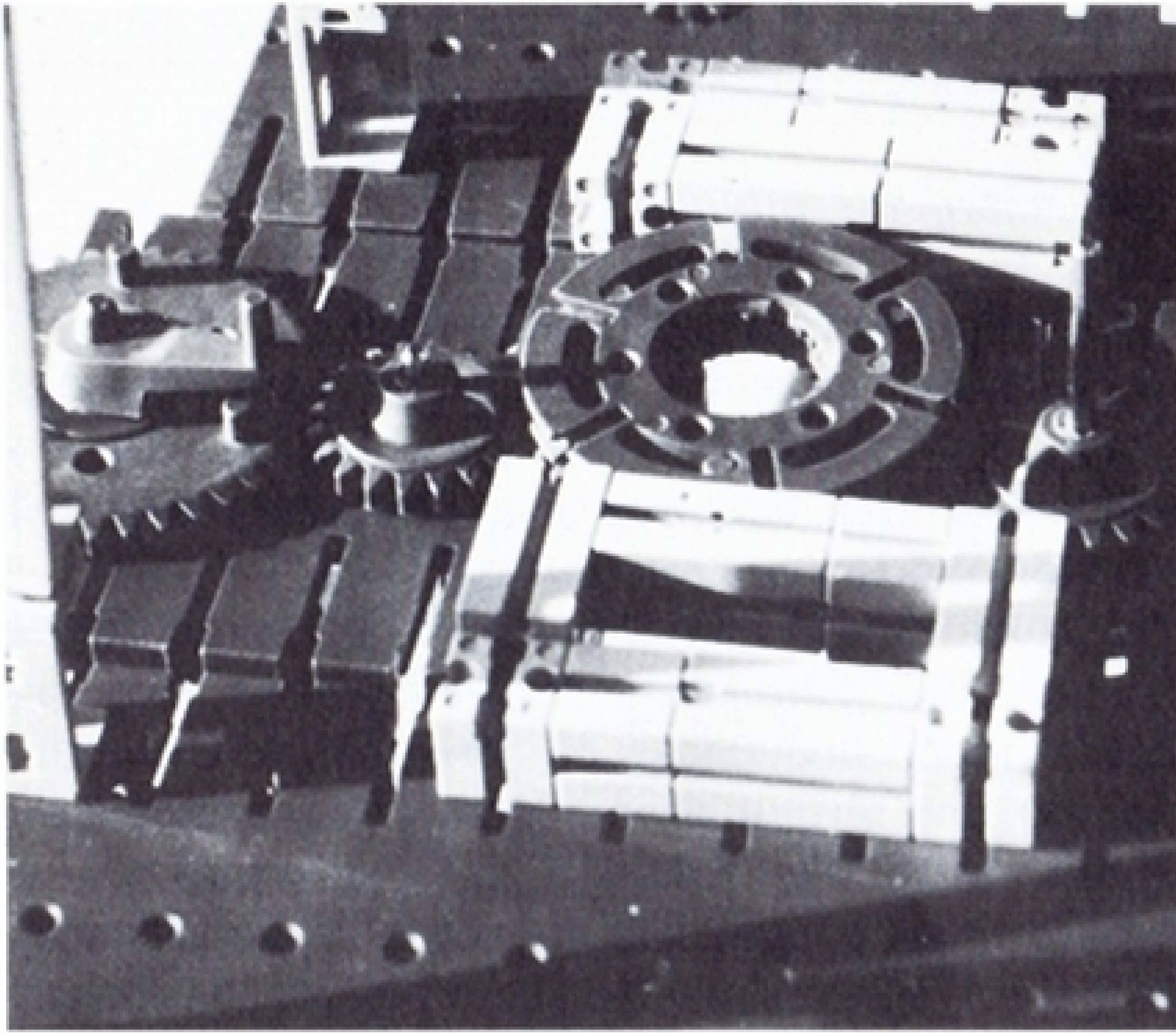


Abb. 3: Arbeitsbühne, Lagerung des Drehtisches durch Bausteine und Zahnräder

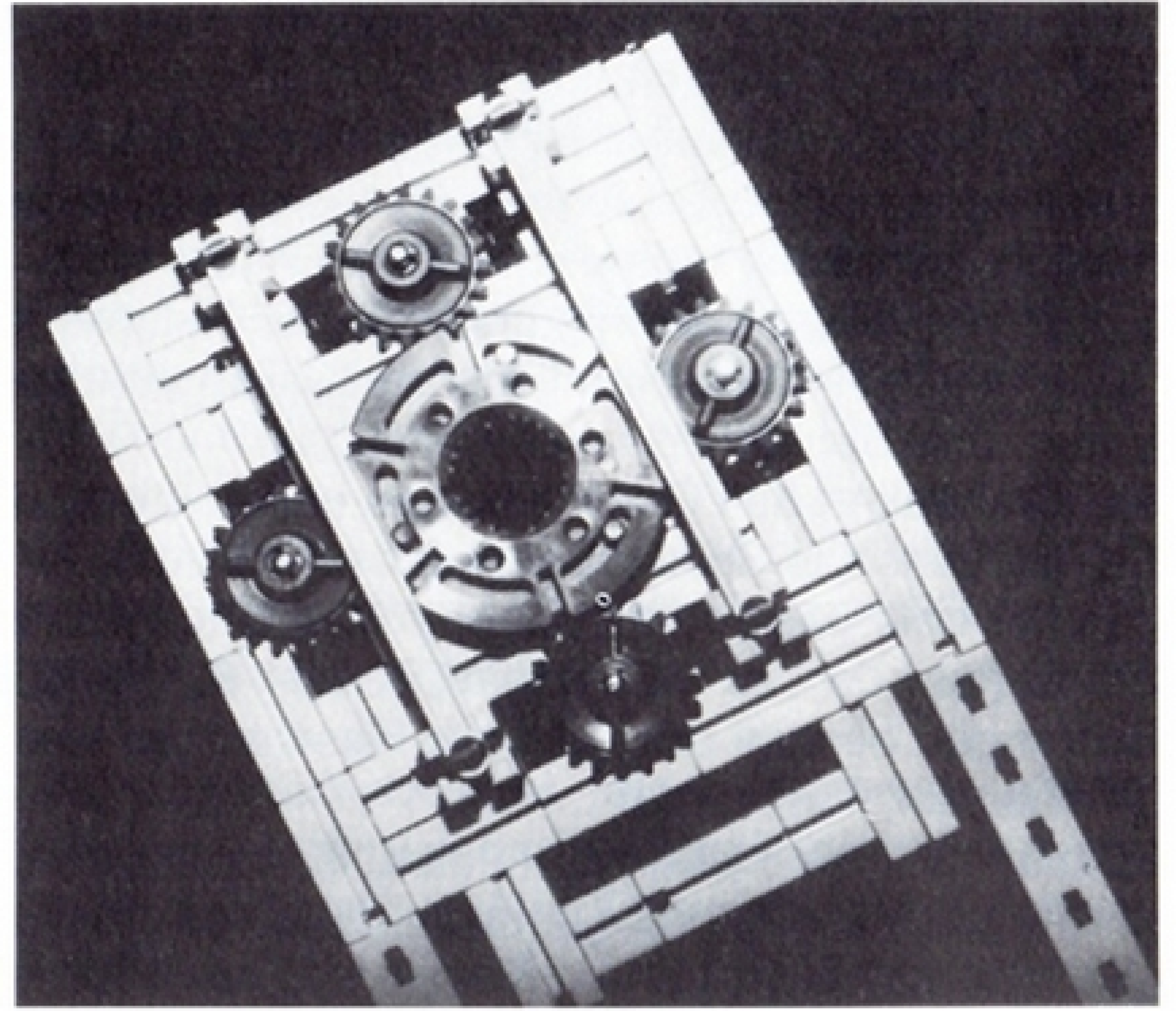


Abb. 4: Lagerung des Drehtisches durch Zahnräder, Sicherung durch Streben

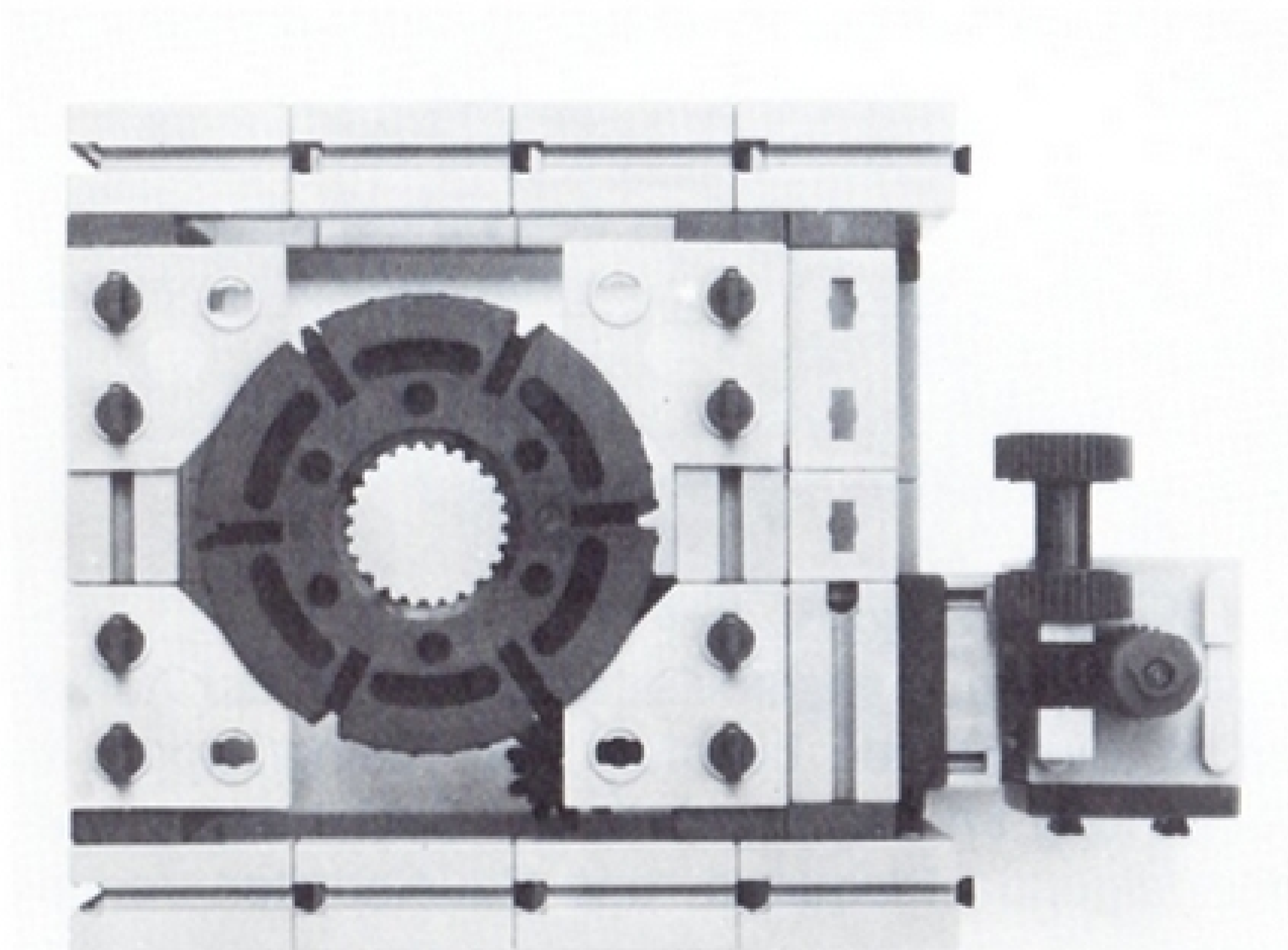


Abb. 5: Lagerung des Drehtisches durch Eckknotenplatten

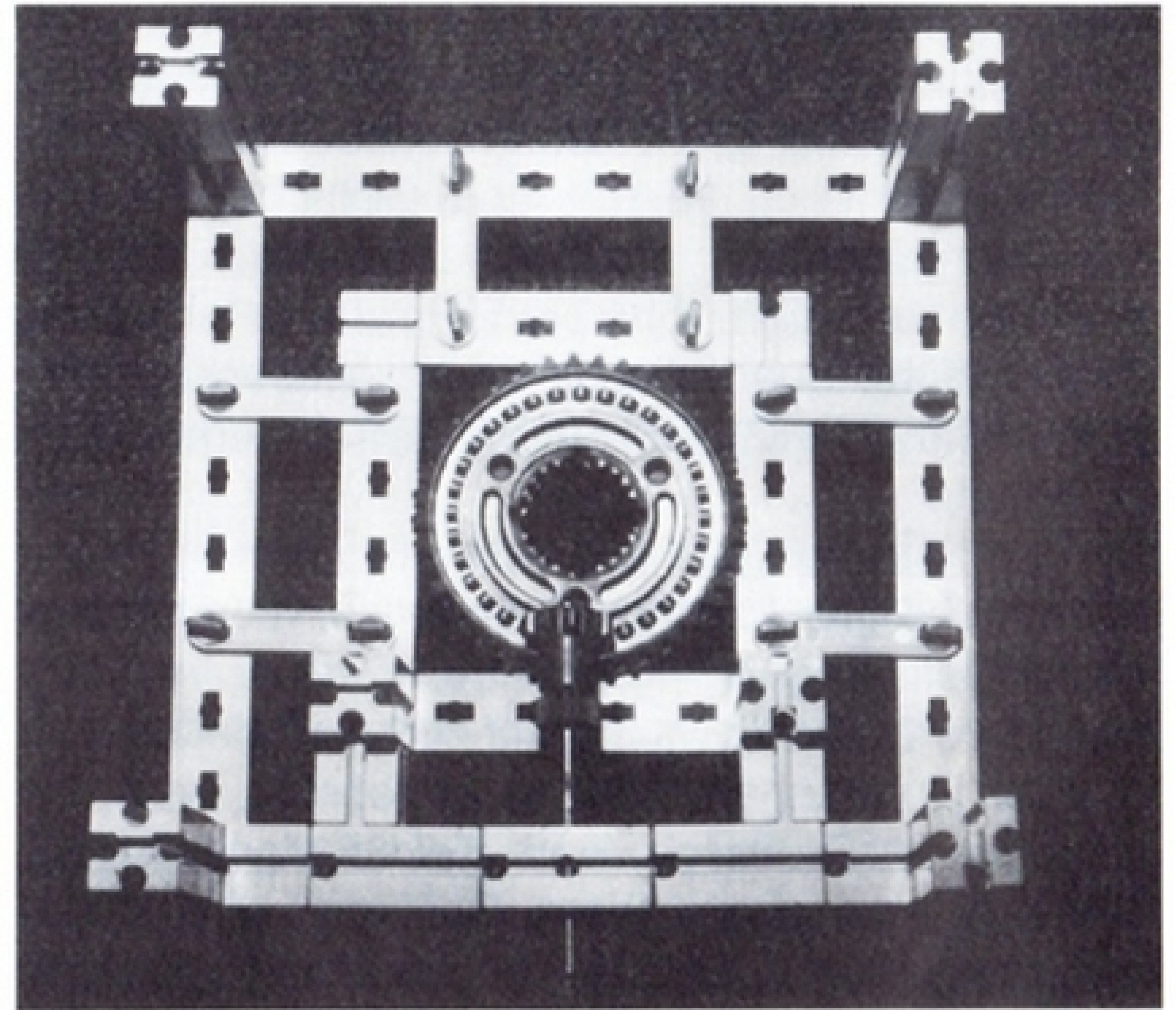


Abb. 6: Lagerung des Drehtisches durch Winkelträger (Ansicht von unten)

Die vor allem im Detail liegenden Schwierigkeiten des Funktionsmodells zeigten jedoch recht individuelle Lösungen, die z.T. von anderen Gruppen übernommen und/oder weiterentwickelt wurden. Dadurch entstanden wichtige Teile in „genormten Größen“: sie konnten von Modell zu Modell ausgetauscht und auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

Im folgenden wird auf Teilaspekte eingegangen.

Drehtisch: Funktion und Lagerung

Der Drehtisch hat die Aufgabe, die Mitnehmerstange zu drehen und dabei gemäß dem Bohrfortschritt durchgleiten zu lassen.

Als Bauelement bot sich dazu das Zahnrad 40 Z an.

Seine Öffnung gestattet vertikales Durchgleiten und horizontales Fixieren einer Mitnehmerstange aus f-t-Bausteinen; seine Zähne ermöglichten den Antrieb über Kette oder Zahnräder durch Handkurbel oder Motor.

Kopfzerbrechen bereitete die Lagerung des Zahnrades. Die Schüler erkannten das Problem als das wichtigste und schwierigste der Konstruktion und verwendeten viel Zeit an seine Lösung. Sie erreichten ihr Ziel durch unterschiedliche Bauweise und Ausstattung von Grundgerüst und Arbeitsbühne unter Verwendung der Drehscheibe, die auf das Zahnrad aufgesetzt wurde.

Es kam so zu zwei Grundtypen der Lagerung:

– Der Drehtisch wurde auf die gestaltete Arbeits-

bühne aufgelegt und durch Bauelemente seitlich gehalten (Abb. 3) oder durch Zahnräder geführt (Abb. 4). Aufgesetzte Stangen verhinderten das Herausfliegen bei hohen Drehgeschwindigkeiten.

– Winkelsteine, Eckknotenplatten (Abb. 5) oder Winkelträger (Abb. 6) lagerten in der seitlichen Nut der Drehscheibe. Diese Ausführung galt als die eleganteste und im Materialverbrauch sparsamste.

Bohrgestänge und Flaschenzug

Um eine „Rohrtour“ nachzuahmen, legten die Schüler die Maße und die Ausstattung des Bohrgestänges beinahe verbindlich fest: Drei Achsen 110 mit 2 Achskupplungen und einem Kegelzahnrad 12 Z sollten drei Rohre mit Bohrer darstellen.

Durch diese Länge ergab sich eine Vorstellung vom Ausmaß des Modells: 1 Achse 110 entsprach 9 m. Daraus ergaben sich die Ausmaße für die Arbeitsbühne (ca. 10 m gleich ein Winkelträger 120 oder vier Bausteine 30), die Höhe des Turms/Mastes (Höhe gleich 3 Rohre plus Mitnehmerstange plus Flaschenzug plus Zugabe für die Verjüngung des Gerüsts) und die Mitnehmerstange (ca. 12 m gleich 3 Bausteine 30 mit einer Seiltrommel zur Aufnahme der „Rohre“ und einem quergesetzten Baustein 15 zur soliden Befestigung der Seiltrommel).

Varianten ergaben sich bei der Konstruktion des Übergangs vom feststehenden Teil des Bohrturms auf das sich drehende Gestänge: Damit sich beim Drehen des Bohrgestänges der Flaschenzug nicht mitdrehte, mußte großer Wert auf leichte Drehbarkeit, also auf günstige Lagerung der verwendeten Bauelemente gelegt werden (Abb. 7 und 8).

Ein Bohrer kann nur funktionieren, wenn er beim Drehen vor- bzw. niedergedrückt wird. Beim Drehbohrverfahren übernimmt der Drehtisch das Drehen, während das Gewicht des Bohrgestänges das Andrücken leistet. Dabei muß das Gestänge in der Vertikalen frei beweglich sein und vom Flaschenzug „auf Druck“ gehalten werden.

Das Heben und Senken des Flaschenzuges geschah mit Hilfe einer Seilwinde, die durch Handkurbel mit Sperrklinken bzw. über Motor betrieben wurde.

Schwierigkeiten gab es bei der Konstruktion des Flaschenzuges. Den Schülern war seine Funktion und Bedeutung bekannt, jedoch gab es Differenzen bei der Anordnung der Rollen sowie bei der Befestigung und dem Verlauf des Seils. Wegen der Größe des Gerüsts erwies es sich am günstigsten, die Rollen auf der gleichen Achse nebeneinander anzuordnen (Abb. 9), oder jeweils nur eine Rolle zu verwenden.



Abb. 7, 8: Übergang vom feststehenden Teil des Gerüsts zum Gestänge

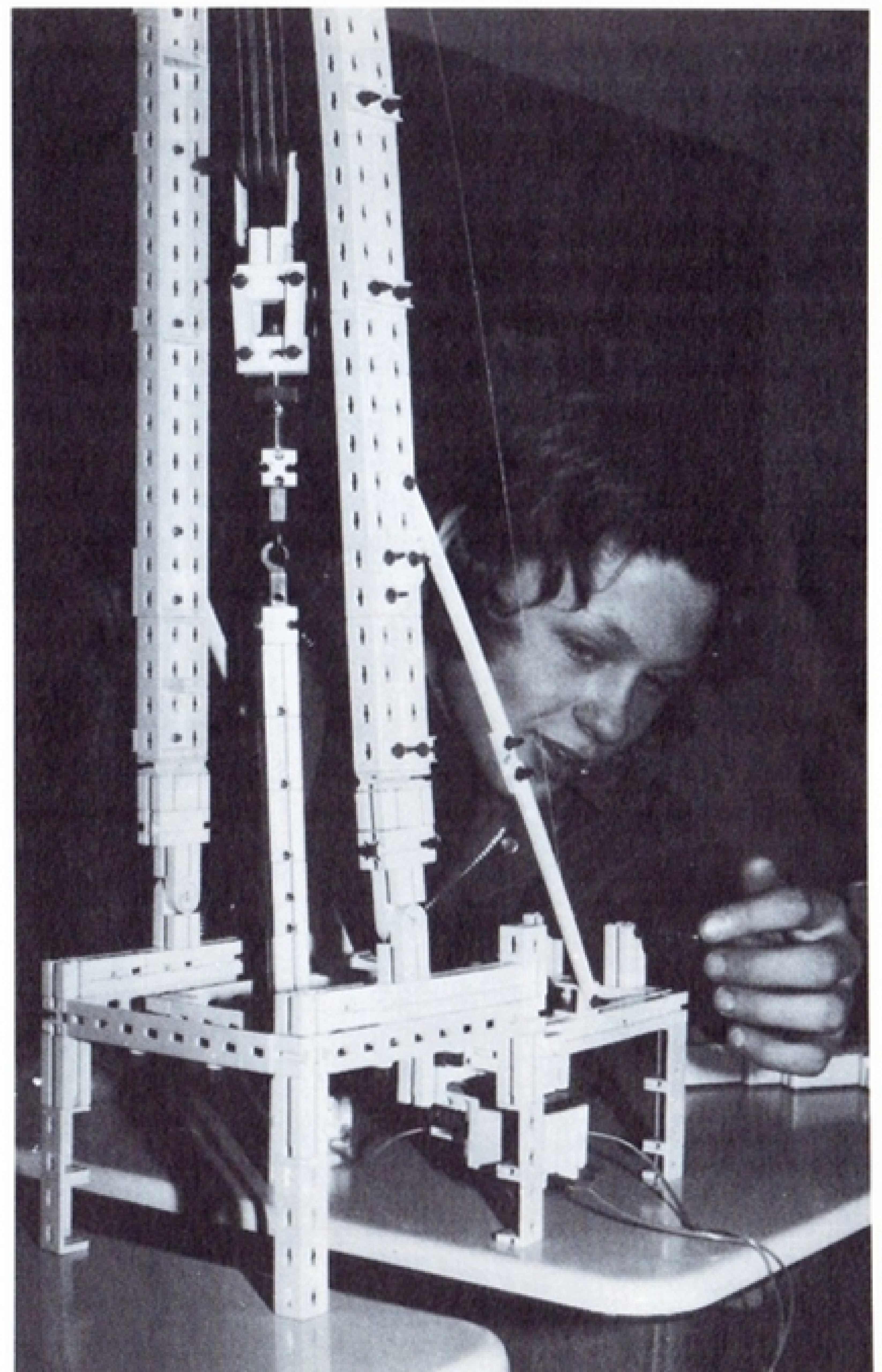


Abb. 9: Mast mit Grundgerüst, Seilwinde und Flaschenzug

Etwas Geschick verlangte das Ausrichten des Flaschenzuges senkrecht über dem Durchlaß im Drehtisch.

Gerüstbau

Die Turm- und Mastkonstruktionen entsprachen überwiegend in Höhenmaßstab und Funktionstüchtigkeit (Stabilität) der Wirklichkeit.

Beim Mast ersetzten Winkelträger die Rohrkonstruktion (Abb. 9).

Nur vereinzelte Streben (waagrecht und diagonal) deuteten beim Gerüst die Fachwerkbauweise an. Die Befestigung am Grundgerüst geschah unter Verwendung von Winkelsteinen oder Scharnieren, damit sich keine oder nur eine geringe Verbiegung der „Beine“ durch die Verjüngung nach oben ergab (Abb. 10).

2.4.3 Erproben und Verbessern

Da beim Bearbeiten der Teilkonstruktionen weitgehend Anpassungen an Partnerentwürfe der gleichen oder anderer Arbeitsstufen berücksichtigt wur-

den, fand als „Endkontrolle“ eine Art „Dauerlauf-Test“ im Vergleich statt. Dazu wurde der Handbetrieb durch Motoren ersetzt, die durch Batteriestäbe und Trafos mit Spannungsregler (f-t-mot 4) gespeist wurden (Abb. 11 und 12).

Bei dieser „echten“ Situation zeigte sich, daß vor allem manche Drehtische zu lose gelagert waren (Abb. 3), so daß sie sich entweder nach oben herausdrehten oder verhakten bzw. verklemmten. Gleitfähigere Lagerungen (Abb. 5 und 6) sowie Sicherungen nach oben (Abb. 4 und 7) beseitigten die Fehler.

Nur die waagerechte Lagerung des Drehtisches und die senkrecht dazu ausgerichtete Aufhängung des Bohrgestänges garantierten fehlerfreien Betrieb. Der Aufbau zwischen zwei Schülertischen (Abb. 9 und 10) oder halb auf einer Großbauplatte, halb freischwebend (Abb. 12) erwies sich weniger geeignet als die Befestigung auf einer Großbauplatte, die wir im Durchmesser von 10 mm durchbohrten.

Einige Schüler schlugen vor, die Funktionsgerechtigkeit zu erhöhen, indem mit Hilfe von dünnen

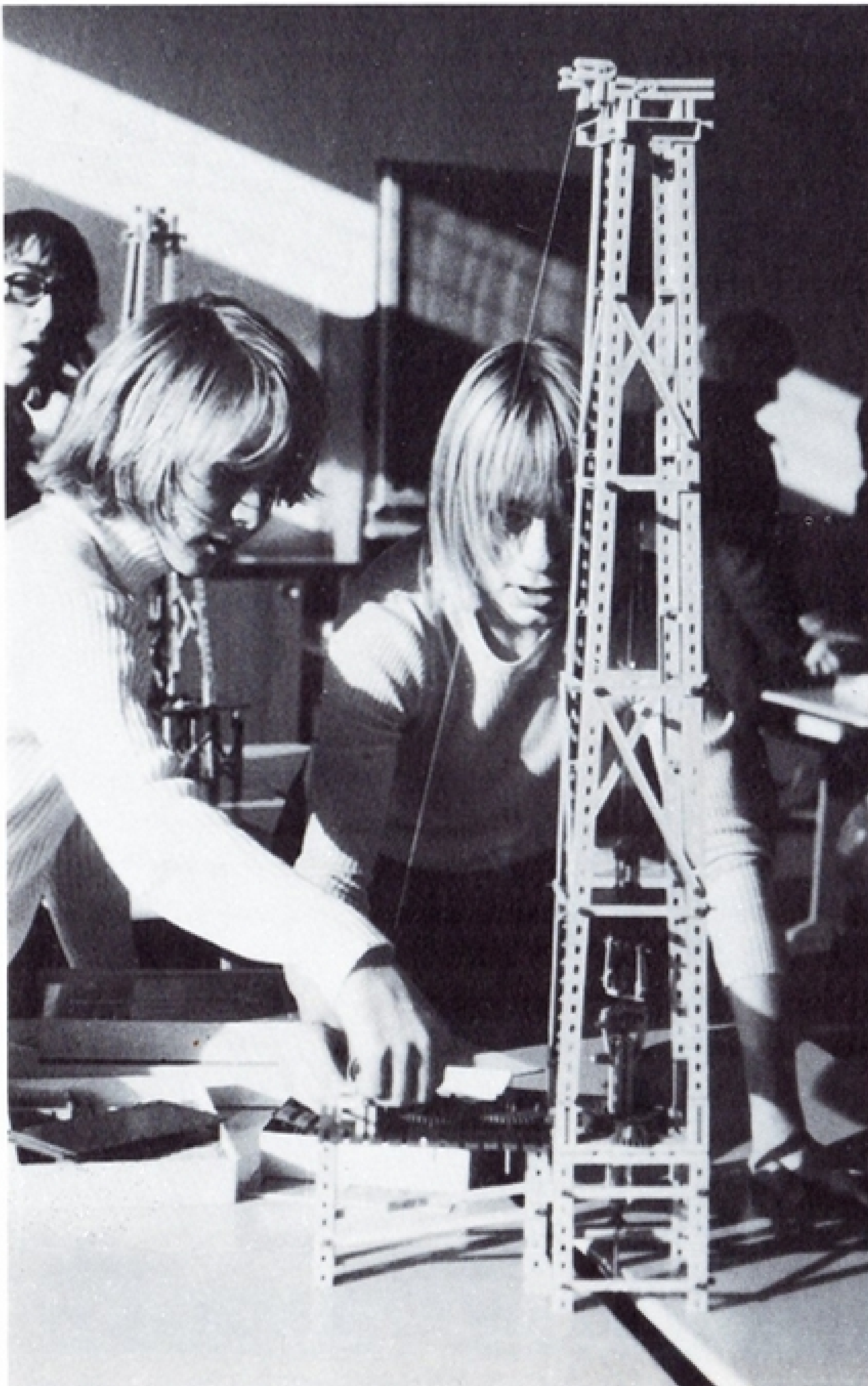


Abb. 10: Turm in Funktion

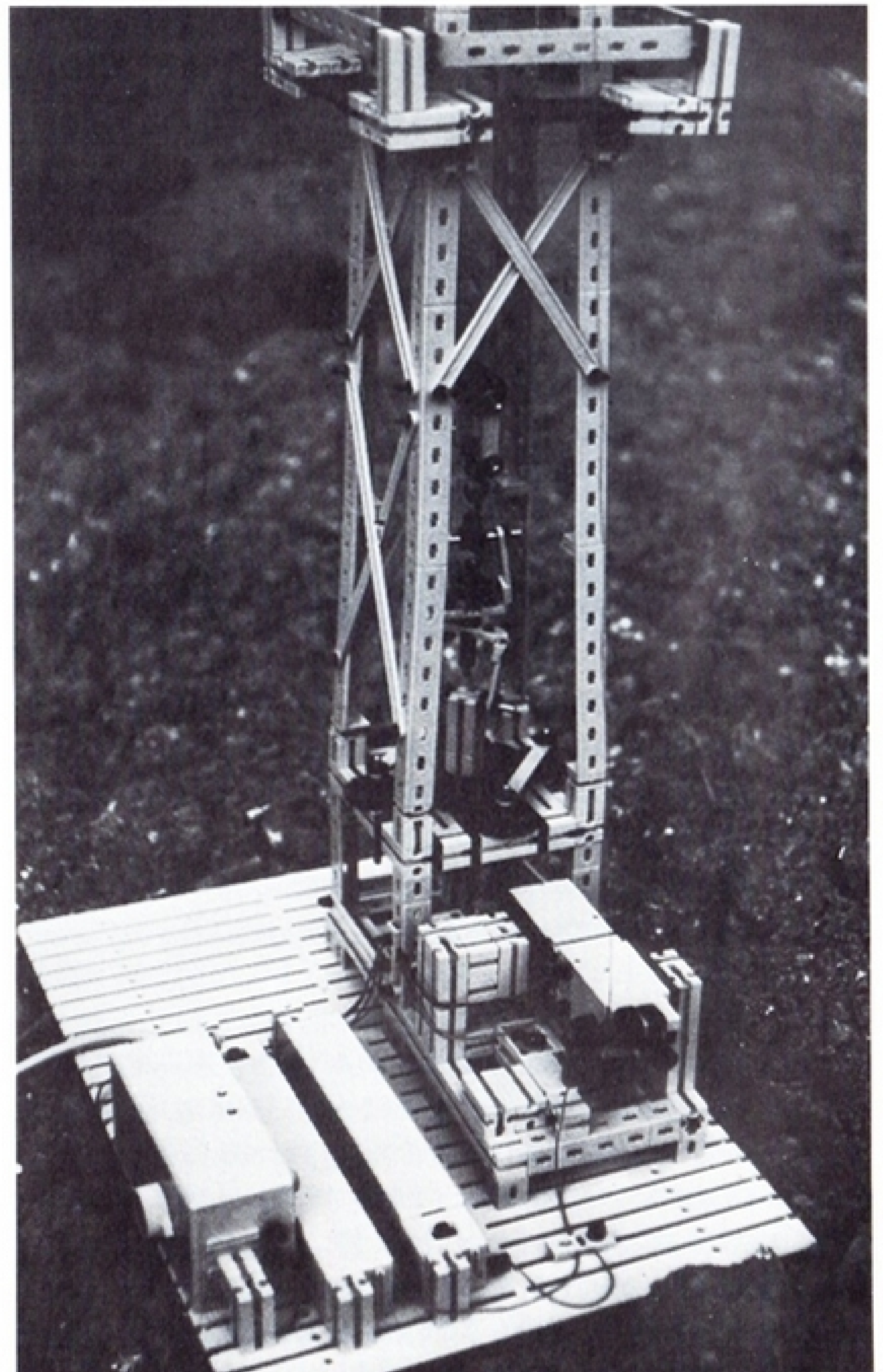


Abb. 11: Mit Motor ausgestatteter Turm

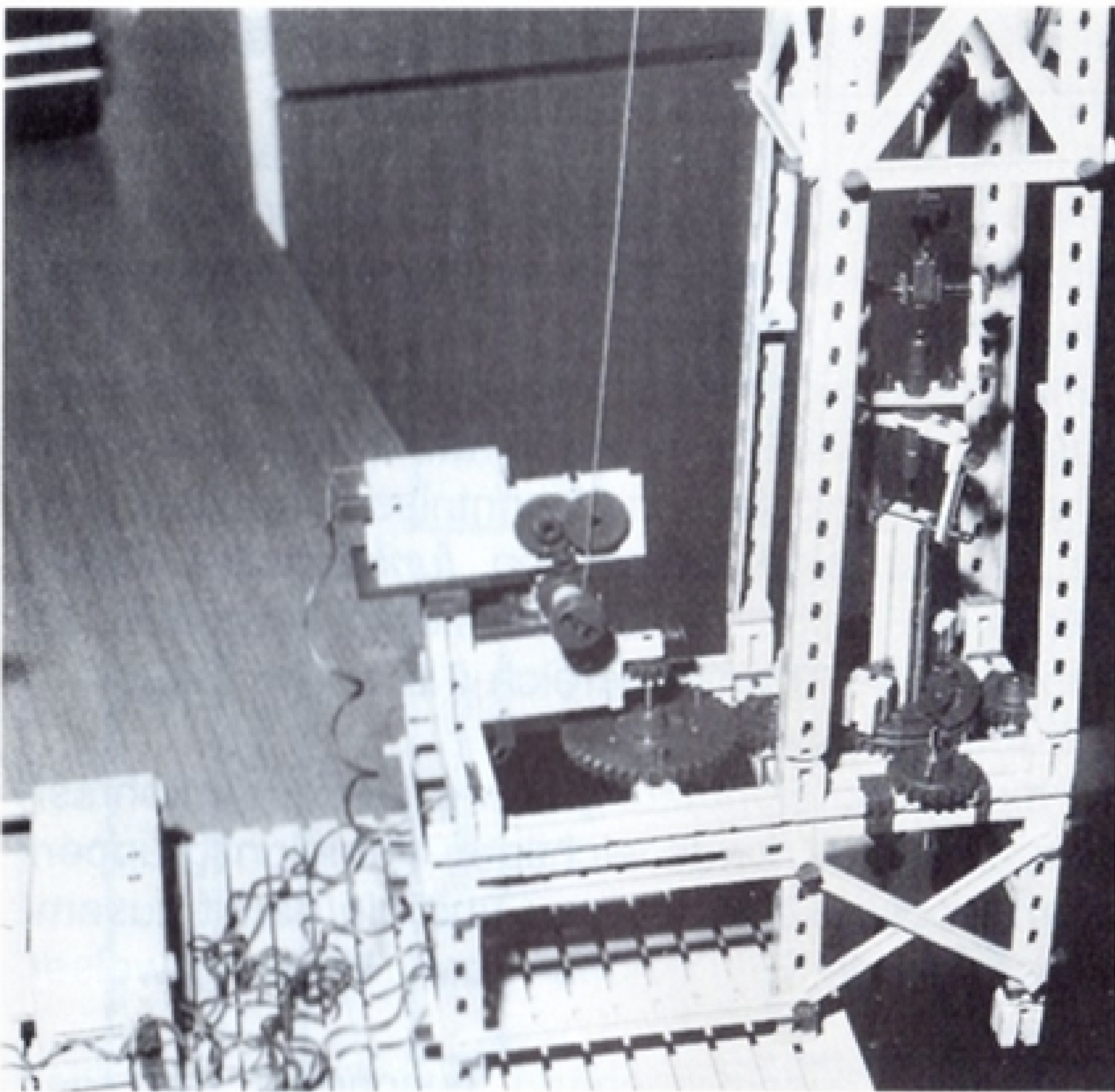


Abb. 12: Mit Motor ausgestatteter Turm

Schläuchen (z.B. für Fahrradventile oder Infusionen) und hohlen Stangen (z.B. die hohlen Stöcke von Werbefähnchen, die im Durchmesser ausgezeichnet mit f-t-Material zu kombinieren sind) der Spülvorgang nachgestaltet werden könnte. In „Heimarbeit“ erstellte Ergebnisse waren jedoch im „Spülkopfbereich“ noch nicht befriedigend (zu klobig bzw. undicht).

2.4.4 Beschreiben und Auswerten

In den nächsten Stunden wurde ein Text erstellt, der in überarbeiteter Form als Sachinformation Bestandteil dieses Unterrichtsbeispiels ist. Mit einigen Abbildungen diente er als Information für Jungen eines 5. Schuljahres, die erfolgreich die Konstruktionsziele der Einheit erreichten.

Diese Schüler waren übrigens ebenso von den fertigen Großmodellen für den weiteren Unterricht motiviert wie ihre älteren Mitschüler.

Literaturhinweise

- (1) *Deutsche Shell AG (Hrsg.)* Vom Erdöl. Ein Blick in die Welt eines Rohstoffes; Hamburg 1965
- (2) *Deutsche Texaco AG (Hrsg.)*: Erdöl, suchen fördern verarbeiten transportieren; Hamburg 1978
- (3) *Mobil Oil AG (Hrsg.)*: Erdöl, Erdgas: Suchen – Gewinnen – Verarbeiten; Hamburg⁸ 1976
- (4) *Gerda Freise, Armin Keßler, Bodo Nehring, Gerhard Ströhlein*: Rohstoff Öl. Modell einer integrierten Unterrichtseinheit; Heidelberg 1973
- (5) *Wolfgang Royl, Rule von Bismarck*: Stundenvorbereitung: Thema Erdöl; Dornburg – Frickhofen 1974
- (6) *Meyers Lexikon Technik und exakte Naturwissenschaften*, Mannheim 1969
- (7) *RWE (Hrsg.)*: Energie und sinnvolle Energieanwendung, 3. Aufl. Heidelberg 1978



Heft 1 Art.-Nr. 6395461, 32 Seiten
Heft 2 Art.-Nr. 6395471, 38 Seiten

Die Reihe „Elemente der Technik“, aus der zwei Hefte vorliegen, soll die Grundprinzipien aufzeigen, nach denen technische Einrichtungen arbeiten. Den Schwerpunkt bildet hier weniger das Erklären ganzer Maschinen, sondern es werden vor allem die Elemente dieser Einrichtungen behandelt.

Aus dem Inhalt:

Heft 1: Bewegungen und Ihre Umformung

Über 100 informative und durch den Zweifarbedruck leicht überschaubare Skizzen erläutern Grundbegriffe aus der Bewegungslehre. Viele Beispiele aus der Umwelt zeigen, was Bewegung ist und welche Arten beobachtbar sind. Einen breiten Raum nimmt die Darstellung der technischen Vorrichtungen zur Umwandlung von Bewegungen ein. Ein kurzer Test ermöglicht die Selbstkontrolle. Im Anhang werden einige Bewegungsumformungen mathematisch behandelt. 37 Fotos zeigen Funktionsmodelle, die die genannten Bewegungsumwandlungen ausführen können.

Heft 2: Bewegungsübertragung

101 Skizzen im Zweifarbedruck, 46 Fotos von Funktionsmodellen.

In gleicher sorgfältiger und verständlicher Weise wird hier die Frage der Bewegungsübertragung behandelt. Neu gegenüber Heft 1 ist im Anhang eine alphabetische Liste von Fachausdrücken mit kurzen Erläuterungen.

Zwei interessante Hefte für einen breiten Leserkreis; sie erschöpfen sich nicht in fachsystematischer Darstellung, sondern sprechen den Leser auch durch das Einbeziehen von Beobachtungen aus der Umwelt, durch Tests, Skizzen und Fotos von Funktionsmodellen an.

Zu beziehen durch:



Fischer-Werke
Artur Fischer GmbH & Co. KG
7244 Tumlingen-Waldachtal 3

Richard Reiter

Baugruppe Kupplung

Unterrichtsbeispiel für die Sekundarstufe I,
durchgeführt in Klasse 10 einer Realschule

1. Vorbemerkungen

Das Unterrichtsbeispiel geht aus den vom „Vorläufigen Lehrplan für den Schulversuch ‚Profilierung des Unterrichts in den Klassen 9 und 10 der Realschule‘ in Baden-Württemberg 1975“, im folgenden kurz „Lehrplan 75“ genannt. Ähnliche Aufgabenstellungen sind aber auch in den meisten anderen Lehrplänen für den Technikunterricht enthalten.

Für das Fach Technik formuliert der Lehrplan 75 in Klasse 10 als Themenbereich 5: Antrieb und Kraftübertragung beim Moped. Das Thema „Kupplung“ ist als Teilthema in diesen größeren Komplex eingebunden und wird dadurch einer Lehrplanforderung gerecht, wonach die Inhalte des Unterrichts Bezug nehmen sollen „auf die gegenwärtige Lebenssituation der Schüler, in der Technik für sie interessant, fragwürdig oder schwierig wird, von ihnen bewältigt werden muß oder ihnen die Möglichkeit zu selbständigem Handeln bietet“.

Es zeigte sich, daß bei der Realisierung der im folgenden näher ausgeführten Lehrplananforderungen der Einsatz von technischen Baukästen sehr sinnvoll war. Auch bei der Abschlußprüfung im Fach Technik wurden erstmals 1976 Aufgaben unter Einbeziehung von technischen Baukästen gestellt und mit Erfolg durchgeführt.

Die Verlaufsplanung der Unterrichtseinheit lehnt sich an das Unterrichtsbeispiel Sachthema 10 des Werkes von Stührmann/Wessels (6) an und ist auf die besonderen Bedingungen des Themas, der Schulart und der Schulstufe ausgerichtet.

2. Lernziele, Lerninhalte

Der Lehrplan 75 nennt u. a. folgende *Richtziele*:
„Die Schüler sollen
als Voraussetzung für die Bewältigung technischer

Probleme und für die persönliche Lebensgestaltung technikbezogene Handlungsfähigkeiten erwerben, als eine Voraussetzung für das Verständnis ihrer Umwelt einzelne technische Gegenstände und Vorgänge erschließen und in strukturelle Zusammenhänge bringen können.“ (1)

„Um diese Richtziele verwirklichen zu können, müssen den Schülern bestimmte Fähigkeiten, Fertigkeiten, Einsichten und Kenntnisse vermittelt werden.“ Über eine Reihe von *funktionalen Zielen*, welche die Richtziele konkretisieren, formuliert der Plan dann im Themenbereich 5 u. a. wie folgt:

„Die Schüler sollen

(1.) die für die Benutzung sowie für die Verkehrssicherheit des Mopeds wichtigen Funktionsgruppen, deren Konstruktion, Aufbau und die damit zusammenhängenden Funktions- bzw. Wirkungsweisen kennen . . .“

In diesem Zusammenhang beschreibt der Plan auch die entsprechenden *Lernziele* und nennt als zweite Baugruppe (1):

„*Kupplung und Getriebe zur Kraftübertragung* – Vorgelegewelle, Schaltwelle, Zahnräder, Starterrad, Kette, Kettenräder, Kupplung (z. B. Fliehkraftkupplung, Scheiben- und Klauenkupplung), Bowdenzug.“

Das Unterrichtsbeispiel greift aus diesem Themenkatalog nur das Einzelthema „Die Kupplung“ heraus, ist jedoch mit den anderen Teilthemen des gesamten Bereichs zusammenzusehen.

3. Sachinformation

Im weiteren Sinne werden Kupplungen definiert (Lit. 2) als lösbare Verbindungen

- bei Schlauch- und Rohrleitungen,
- bei elektrischen Leitungen,
- bei Schienen- und Straßenbahnfahrzeugen,
- bei Wellen, bzw. Maschinen oder Maschinenteilen.

Die *Maschinenlehre* definiert Kupplungen wie folgt: „Kupplungen sind Mechanismen, die der Verbindung zweier Wellenenden und damit der Übertragung von Drehmomenten dienen.“ (2)

„Kupplungen sind Vorrichtungen, mit denen Wellen verbunden und im allgemeinen auch wieder getrennt werden können. Sie dienen zum Fortleiten und meist zum Unterbrechen des mechanischen Energieflusses; sie ermöglichen z. B. das Schalten von Getrieben . . . Die Übertragung kann stoff-, form- oder kraftschlüssig sein.“ (3)

„Kupplungen verbinden aneinanderstoßende, mehr oder weniger fluchtende Wellenenden drehfest zu einem Wellenstrang miteinander. Dadurch ermög-

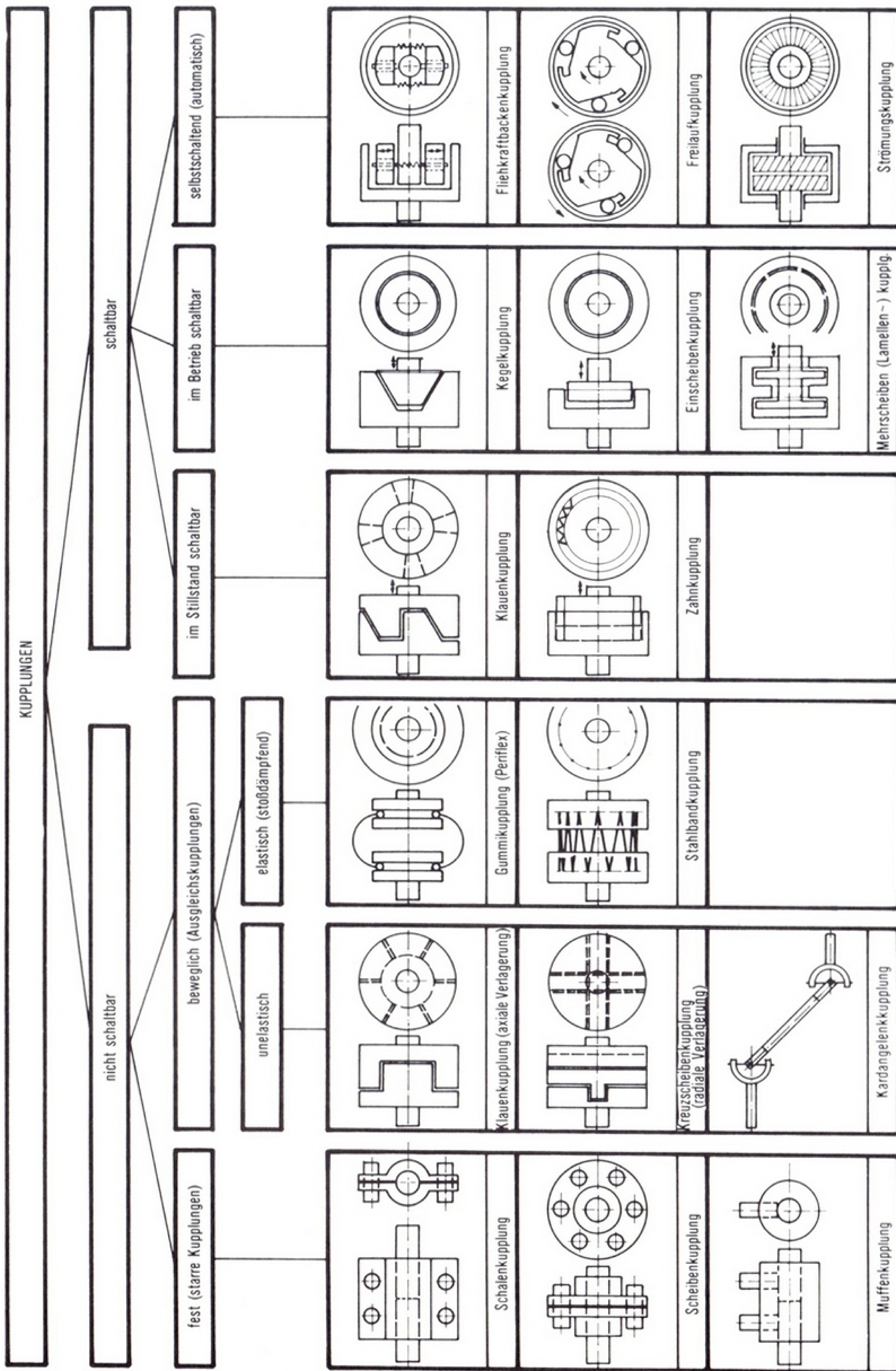


Abb. 1: Systematik der Kupplungen (mit freundlicher Genehmigung aus [6])

lichen sie die Übertragung von Drehmomenten von der treibenden auf die getriebene Welle . . . Schaltkupplungen dienen zum Kuppeln und Entkuppeln gleichachsiger Triebwerksteile und ermöglichen häufig erst das Ändern des Übersetzungsverhältnisses eines nachgeschalteten Getriebes.“ (4)

Bei den Kupplungsbauarten unterscheidet man (vgl. auch Abb. 1):

- Kupplungen zur kontinuierlichen Kraftübertragung (z.B. feste, starre, elastische Kupplungen – nicht schaltbar);
- Schaltkupplungen (z.B. fremdgeschaltete, mechanisch, hydraulisch, elektrisch betätigte Kupplungen),
- Momentgeschaltete Kupplungen (z. B. Sicherheitskupplungen, Fliehkraftkupplungen).

Kupplung bei Mofa und Moped

Der Zweitaktmotor kann nicht unter Belastung angelassen werden, weil er – wie alle Verbrennungsmotoren – erst bei Drehzahlen oberhalb der Leerlaufdrehzahl ein nennenswertes Drehmoment entwickelt. Deshalb muß das Antriebsteil auch bei Mofa und Moped mit Hilfe anderer Baugruppen auf eine gewisse Mindestdrehzahl gebracht werden, ehe die Zündung einsetzt und der Motor von selbst weiterläuft. Erst bei weiterer Steigerung der Drehzahl über die Leerlaufdrehzahl hinaus wird ein für das Anfahren günstiges Drehmoment erreicht, so daß Übertragungsteil und Antriebsteil dazugeschaltet werden können. Die Entlastung des Motors bis zu diesem Zeitpunkt wird durch eine ausrückbare Kupplung zwischen Motor und Getriebe erreicht.

Beim Anfahren ist es also die Aufgabe der Kupplung, während des Anfahrvorganges „die rotierende Motorwelle mit der stillstehenden Getriebewelle so zu verbinden, daß eine stoßfreie, allmähliche Mitnahme erfolgt (= Drehzahlwandlung)“.

Beim Schalten, d.h. bei Änderung der Übersetzungsverhältnisse im Übertragungsteil (Getriebe = Drehmomentwandler) mittels formschlüssiger Schaltelemente, die bei diesem Vorgang keiner Belastung ausgesetzt sein dürfen, muß der Kraftfluß zwischen Motor und Getriebe kurzfristig unterbrochen werden können, was durch die Betätigung der Kupplung bewirkt wird. Ähnlich verhält es sich beim Anhalten mit laufendem Motor.

Außerdem wirkt die Kupplung als Sicherungsglied, das stoßartige Drehzahländerungen, verursacht durch bestimmte äußere Einwirkungen auf das gesamte Übertragungssystem, vom Antriebsteil fernhält.

Abb. 2 zeigt ein Beispiel einer Mofa-Kupplung (Vespa „CIAO“).

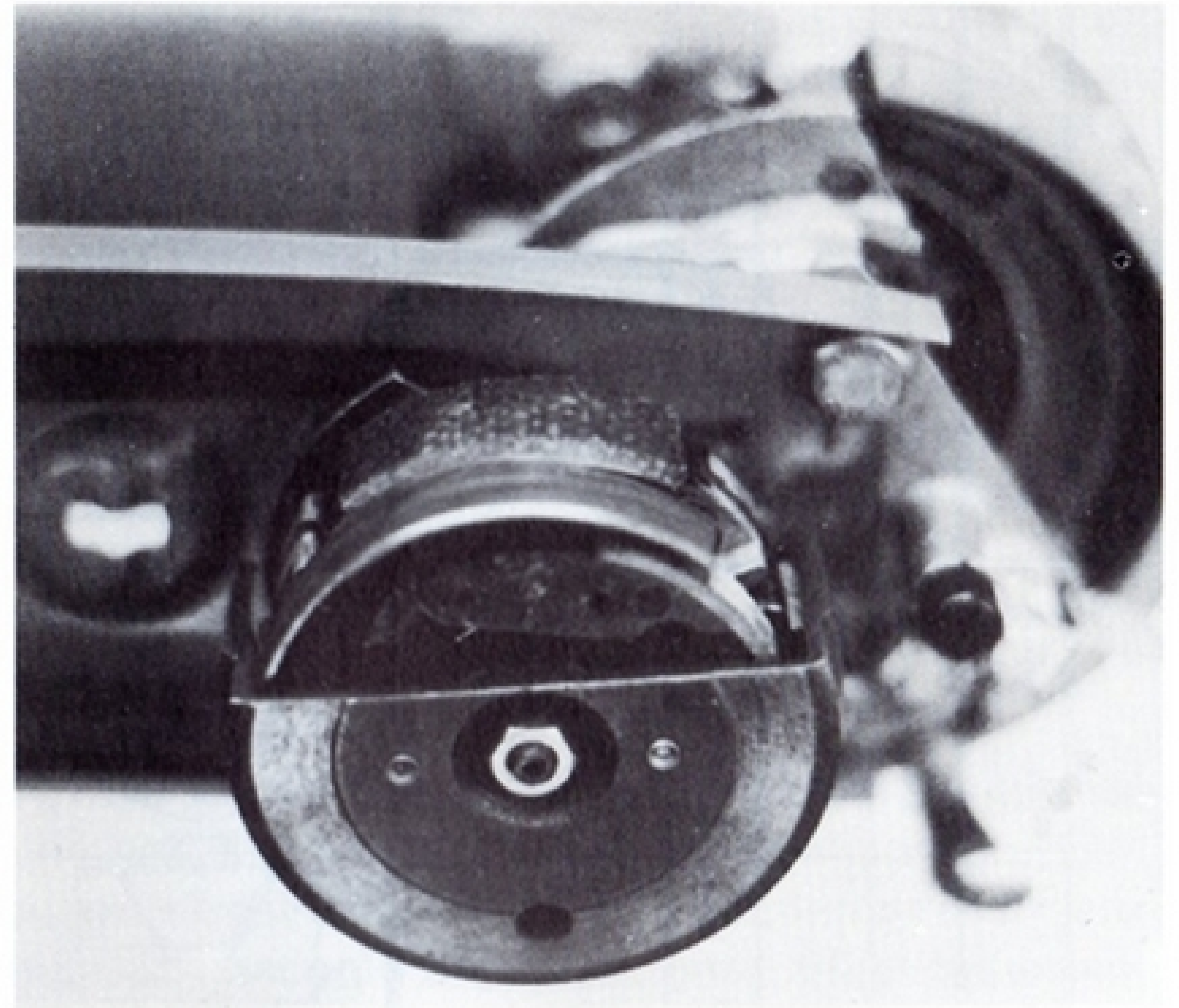


Abb. 2: Automatische Mofa-Kupplung (Vespa CIAO)

Bei Mofas und Mopeds kommen praktisch nur Trocken- und Fliehkraftkupplungen vor.

Bei der *Trockenkupplung* (Einscheiben- und Mehrscheibenkupplung) wird das Drehmoment über die auf der Motorwelle sitzende Scheibe, bzw. über die in dem von der Motorwelle angetriebenen Kupplungskorb sitzenden Scheiben auf die mit Federkraft angepreßte und auf der Getriebewelle sitzende(n) Scheibe(n) übertragen. Das Auskuppeln erfolgt über einen Seilzug.

Bei der *Fliehkraftkupplung* pressen bei steigender Drehzahl sogenannte Fliehgewichte Reibbeläge gegeneinander. Dadurch wird ein mit der Fliehkraft steigendes Drehmoment übertragen. Solche nicht steuerbaren, selbständig schaltenden Kupplungen bewirken ein sanftes Anfahren und verhindern beim Bremsen das Abwürgen des Motors.

4. Unterrichtshinweise

Der Unterrichtseinheit vorausgegangen sind verschiedene Einheiten der Unterrichtssequenz „Maschinentechnik – Arbeitsmaschine“ (Klassen 5–9). Daraus ergeben sich als Vorwissen einige Qualifikationen, die hier als Ziele formuliert sind:

Die Schüler sollen

- Funktion, Wirkungsweise, Konstruktion von Energiemaschinen kennen (insbesondere Zweitaktmotor);
- Funktion, Wirkungsweise, Konstruktion der wichtigsten Getriebearten (z.B. Zugmittel-, Zahnradgetriebe) kennen;
- Energiefluß, Aufbau von Arbeitsmaschinen, Baugruppen von Arbeitsmaschinen in Symbolbezeichnung und Blockdiagramm darstellen können;

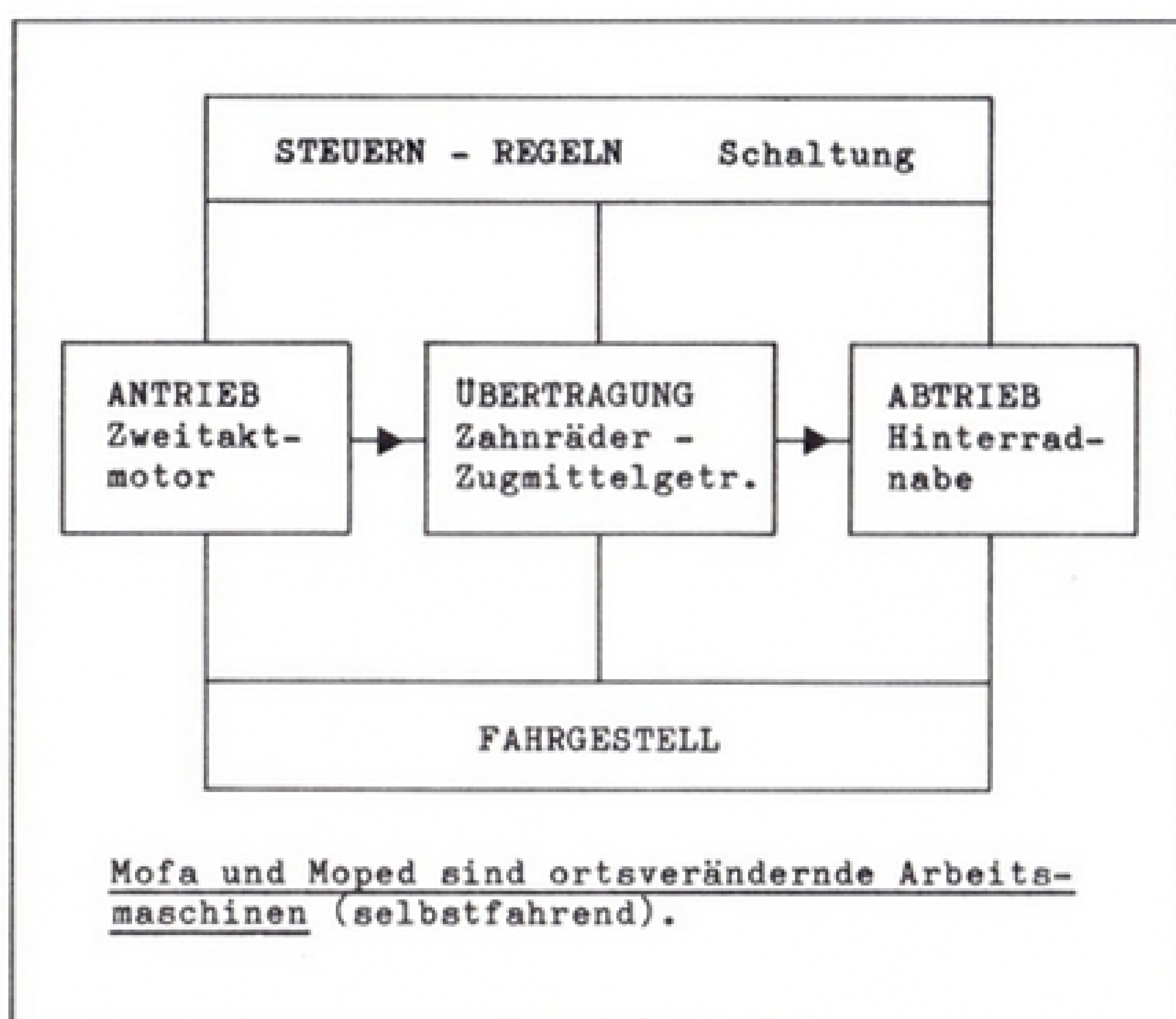


Abb. 3: Blockdiagramm zur Systemanalyse

- durch Analyse, d.h. durch Demontage und Montage von Arbeitsmaschinen und deren Baugruppen (z.B. Handbohrmaschine, Mofamotor) Einblick in die wirklichen maschinentechnischen Zusammenhänge und praktische Erfahrung im Umgang mit Maschinen und ihren Bauteilen gewonnen haben;
- die Lernbaukästen u-t 1 bis u-t 3 kennen und ihre standardisierten Bauteile sinnvoll zur Problemlö-

sung und beim Bau von Funktionsmodellen einsetzen können;
 - Erfahrungen aus der Fahrpraxis mit Mofa und Moped und als Pkw-Beifahrer in den Unterricht einbringen können (z. B. Anfahren, Schalten, Bedienungsfehler).

Wenn das Thema Kupplung nicht wie hier als letztes Glied einer Unterrichtsreihe zum Thema „Moped“ behandelt wird, muß natürlich auf das dann u.U. fehlende Vorwissen Rücksicht genommen werden. Für die gesamte Unterrichtseinheit waren 5 Doppelstunden vorgesehen.

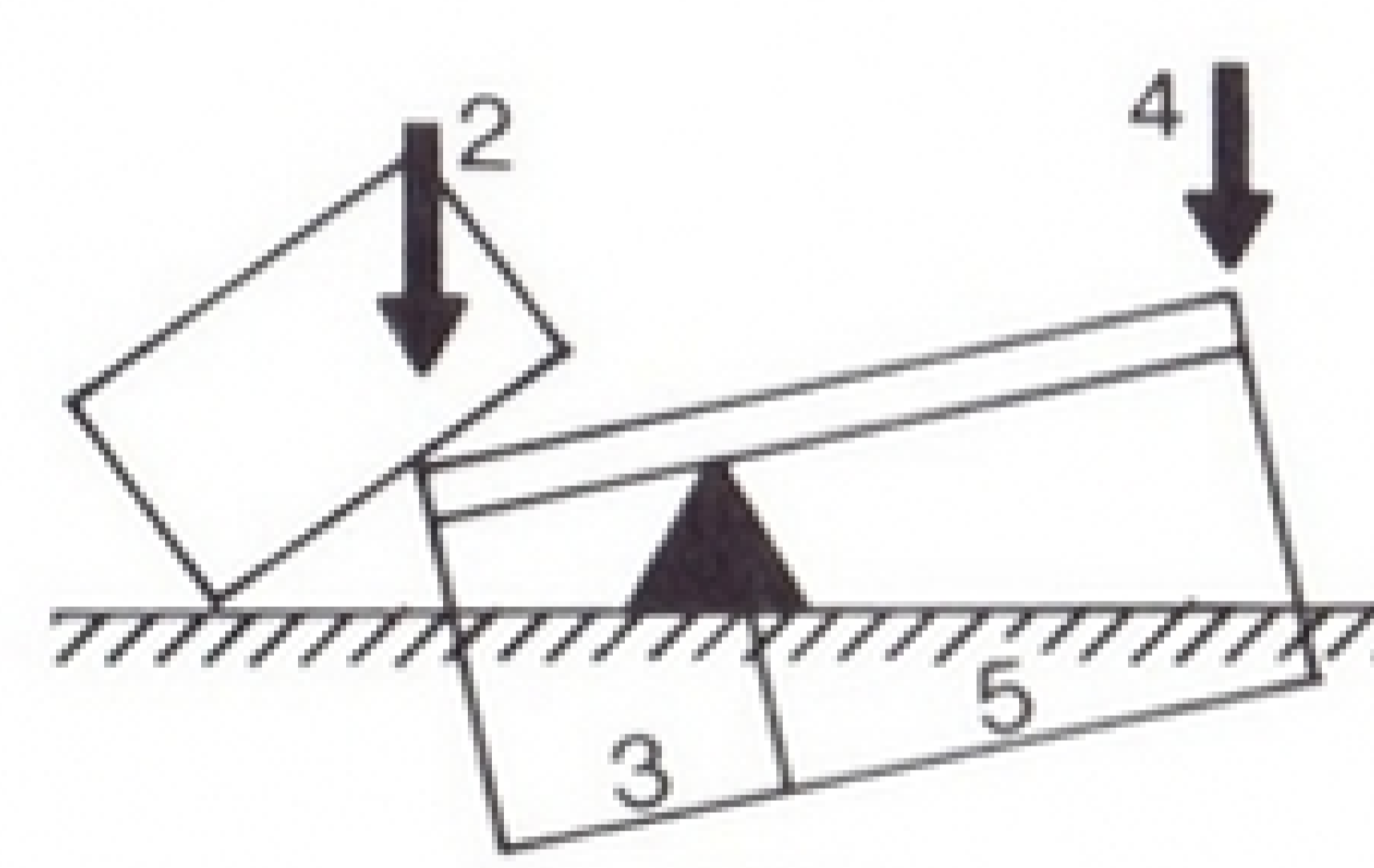
5. Unterrichtsverlauf

5.1 Problemuntersuchung

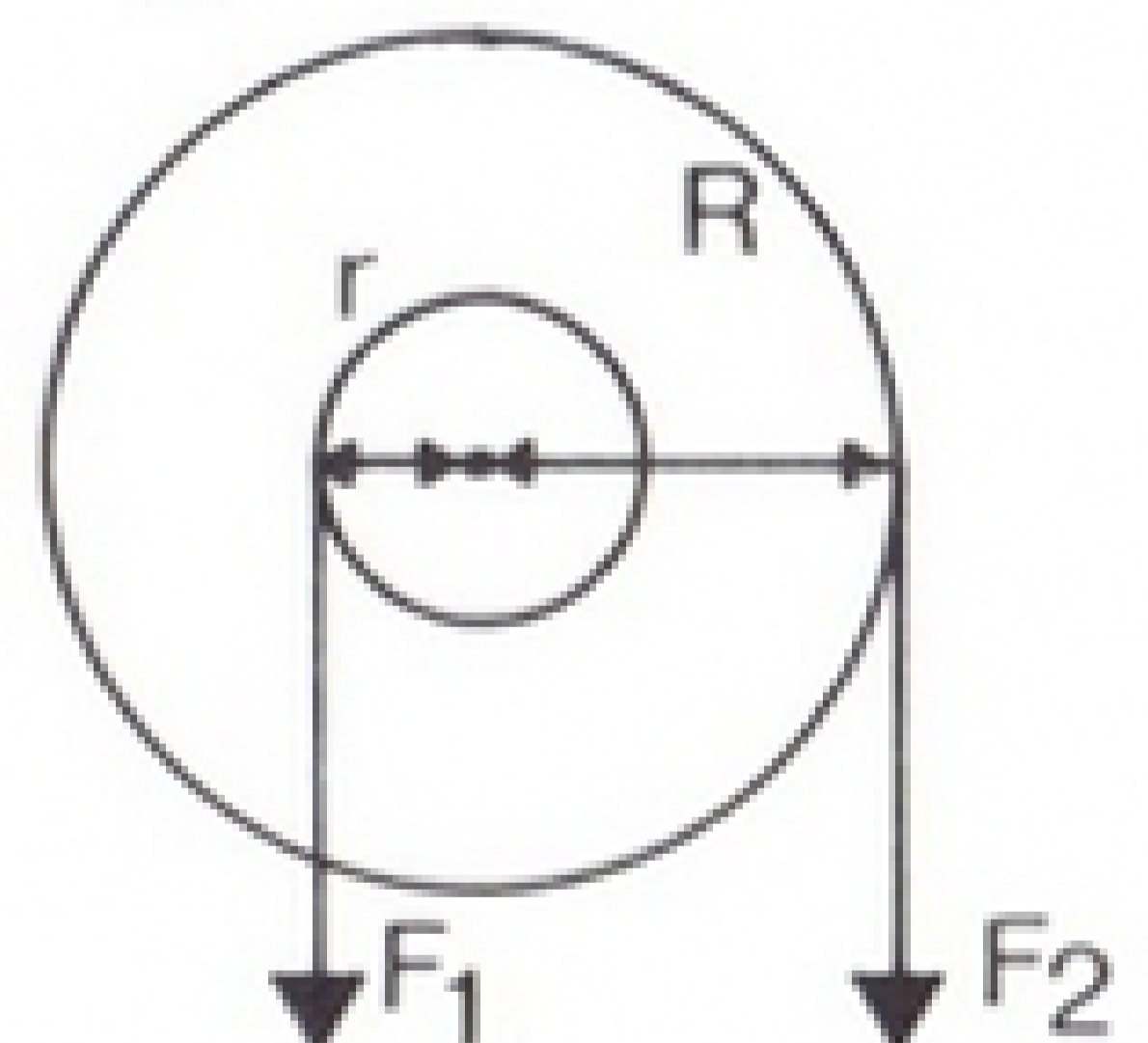
Allgemeines Vorwissen

Wer ist Mofa-/Mopedfahrer? - Fahrzeuge vorstellen - Vorzüge und Nachteile der einzelnen Fabrikate und Bautypen erläutern - Baugruppen erklären - Funktionsabläufe erklären - Fahrleitungen beschreiben - Einordnung in den Maschinenbereich (Systematik) - Blockdiagramm (Abb. 3) u. a. (eine Stunde).

① Mechanik



② Mechanik



NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

1 _____ Hebel 4 _____

2 _____ 5 _____

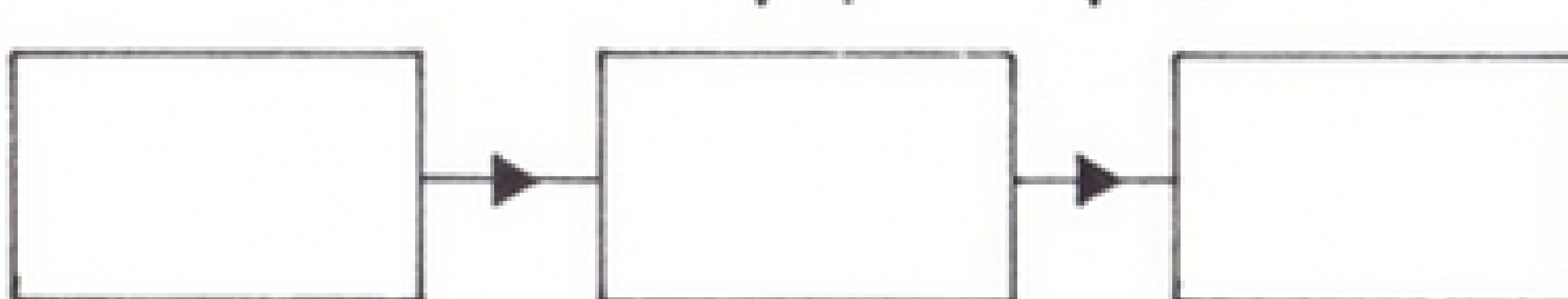
3 _____

6 Am Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn _____

1 Drehmomente am Hebel: _____

2 Drehmomente am Wellrad: _____

3 Am Wellrad herrscht Gleichgewicht, wenn _____



Antriebs- Getriebe-
 Übertragungs- Motor-
 Abtriebs- Hinterrad-
 nabe

- ③ Trage die Baugruppen in der richtigen Reihenfolge in die Systemfelder ein! Markiere mit K den Ort für die Kupplung!
- ④ Beschreibe die Funktion der Kupplung beim Kfz (PKW - Mofa, Moped).
- ⑤ Nenne verschiedene Arten von Kupplungen, beschreibe sie, skizziere!
- ⑥ Nenne Einzelteile von Kupplungen, skizziere!
- ⑦ Baue mit u-t 1 und u-t 2 eine schaltbare Kupplung. (Antrieb: E-Motor mit Vorschalt-schneckengetriebe; Abtrieb: Welle mit optischer Bewegungsanzeige)

Abb. 4: Arbeitsbogen für die Schüler

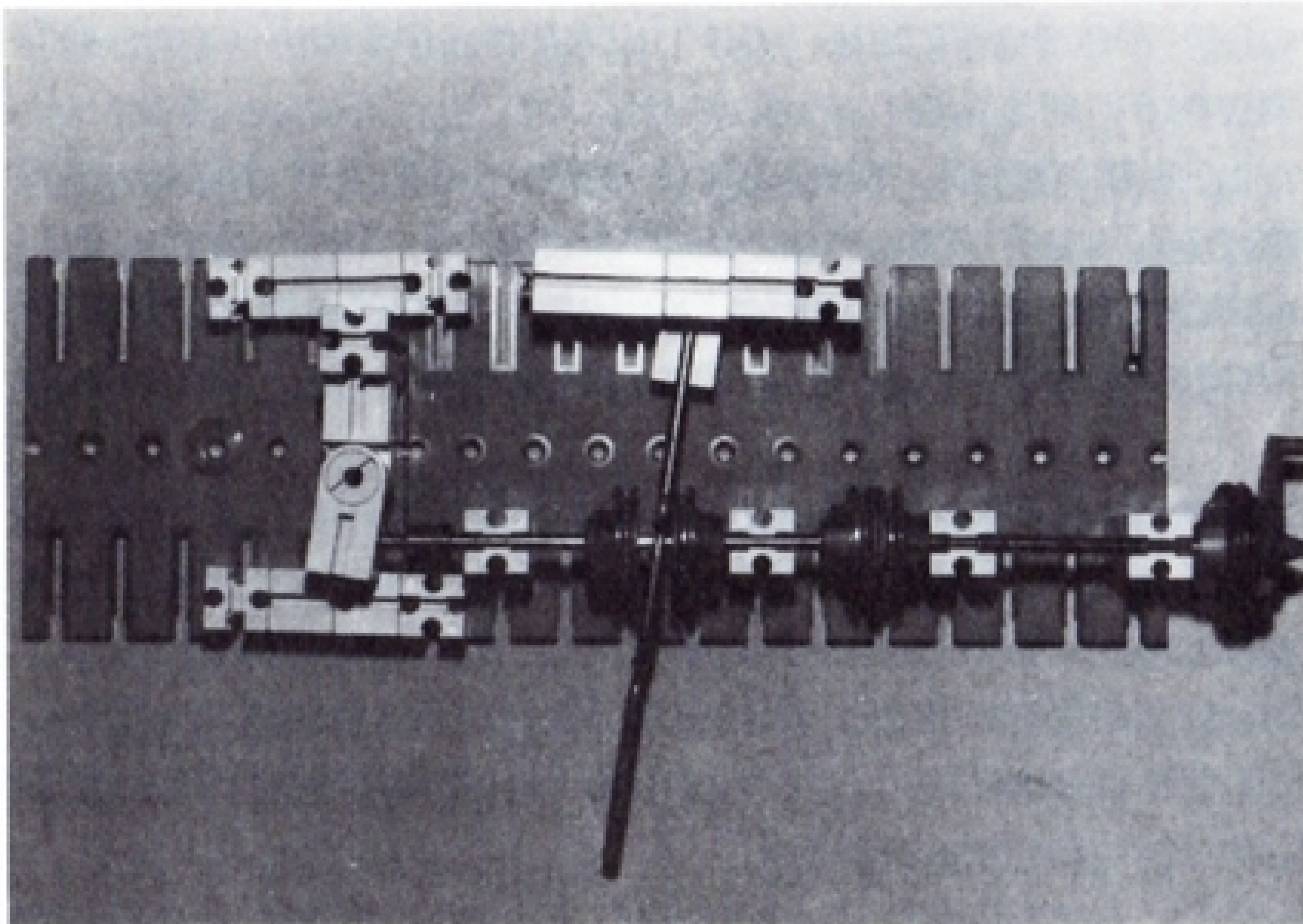


Abb. 5: Vormodell: Kupplung mit Bedienungsmechanismus

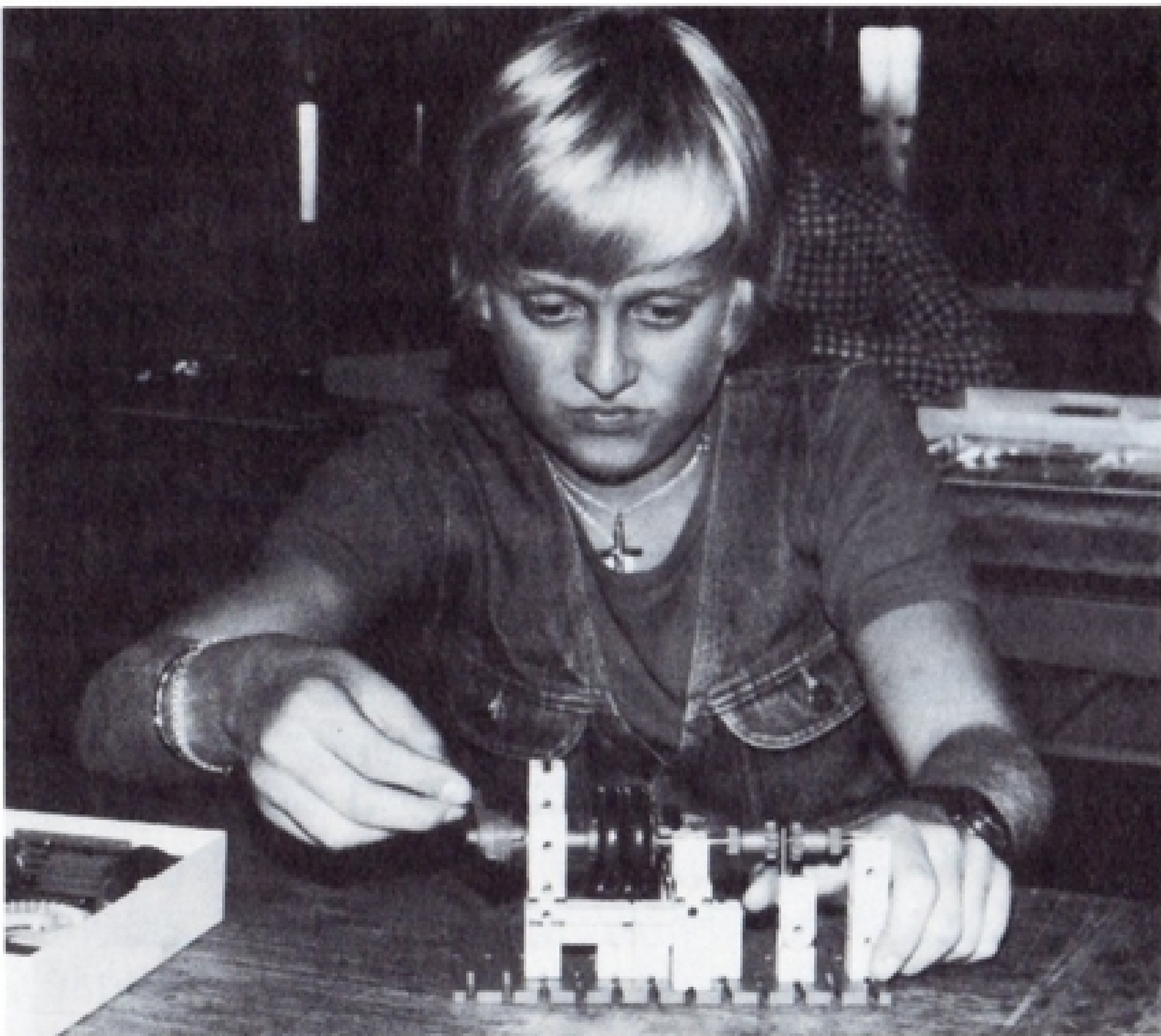


Abb. 6: Erprobung der Drehmomentübertragung



Abb. 7: Erprobung der Kupplung: Auskuppeln

Ziele:

Die Schüler sollen

- Mofa und Moped in das System „Arbeitsmaschine“ einordnen können;
- das Blockdiagramm als Mittel der Systemanalyse und der Systemsynthese anwenden können;
- Grundbegriffe des Zweiradbaues kennen und im richtigen Zusammenhang anwenden können.

Spezielles Vorwissen

Ein Bauteil wurde bisher gar nicht oder nur kurz erwähnt: Die Kupplung. *Arbeitsthema:* Kfz-Baugruppe Kupplung: Funktionsbeschreibung, Modellbau, Analyse.

Dazu Arbeitsbogen (vgl. Abb. 4) – Aufgabe des Arbeitsbogens für den Unterricht erklären – Einzelaufgaben vorbesprechen – Aufgaben in ihrem inhaltlichen Zusammenhang lösen und auswerten:

- Physikalische Grundlagen,
- Sachwissen Kupplung,
- Funktionsmodell (*Vormodell*, mit dessen Hilfe z.B. Probleme der Kupplungselemente und des Bedienungsmechanismus untersucht werden; vgl. Abb. 5–7).

Arbeitsschritte (bei Einzel- oder Partnerarbeit): Schülerlösungsversuche – Vergleichende Besprechung (Auswertung) – Erweiterung durch zusätzliche Informationen – Ergebnisse schriftlich festhalten (vgl. Abb. 8). (2 Stunden)

Zusätzliche Hilfsmittel: Lehrtafeln mit Schnittzeichnungen Pkw und Mofa (Motor, Kupplung, Getriebe), Tafelzeichnung bzw. Arbeitsfolie (vgl. Abb. 9), Fachbuch (Lit. 5).

Ziele:

Die Schüler sollen

- die Hebelgesetze kennen und auf einfache Maschinen anwenden können;
- physikalische und technische Grundbegriffe (z. B. treibende und getriebene Welle, Drehmoment, Drehmomentübertragung u. a.) kennen und anwenden können;
- die Funktion der Kupplung im Maschinenbau, insbesondere beim Kraftfahrzeug (Pkw, Mofa, Moped) kennen, im Funktionsmodell aufzeigen und beschreiben können;
- verschiedene Kupplungen kennen und benennen können;
- wichtige Teile von Kupplungen kennen und benennen können.

5.2 Bau des Hauptmodells

Information, Motivation

Vertiefte Auswertung der Aufgaben des Arbeitsbo-

System Kupplung - lösbare Verbindung

Kupplungen sind Vorrichtungen, mit denen Wellen drehfest miteinander verbunden und wieder getrennt werden können.

Sie leiten oder unterbrechen den mechanischen Energiefluß, d.h. sie gewährleisten die Übertragung (Unterbrechung) von Drehmomenten von der treibenden Welle auf die getriebene Welle.

Kupplungen ermöglichen beim Kfz (Mofa, Moped) das Anlassen, das Anfahren, das Schalten (= Ändern des Übersetzungsverhältnisses) und das Anhalten.

Abb. 8: Niederschrift der Ergebnisse

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

KUPPLUNGEN

<p>① <u>Kontinuierliche Kraftübertragung nicht schaltbare Kupplungen</u> starr - fest - beweglich unelastisch - elastisch</p>	<p>Scheibenkupplung (starr)</p>
<p>② <u>Schaltbare Kupplungen fremdgeschaltet (Stillstand, Betrieb)</u> mechanisch elektrisch hydraulisch pneumatisch Freilauf</p>	<p>Klauenkupplung (mechanisch, Stillstand)</p>
<p>③ <u>selbstschaltende Kupplungen</u> nicht steuerbar steuer- und regelbar Sicherheitskupplung Anlaufkupplung Fliehkraftkupplung</p>	<p>Fliehkraftkupplung (automatisch)</p>

Abb. 10: Arbeitsblatt Kupplungssysteme

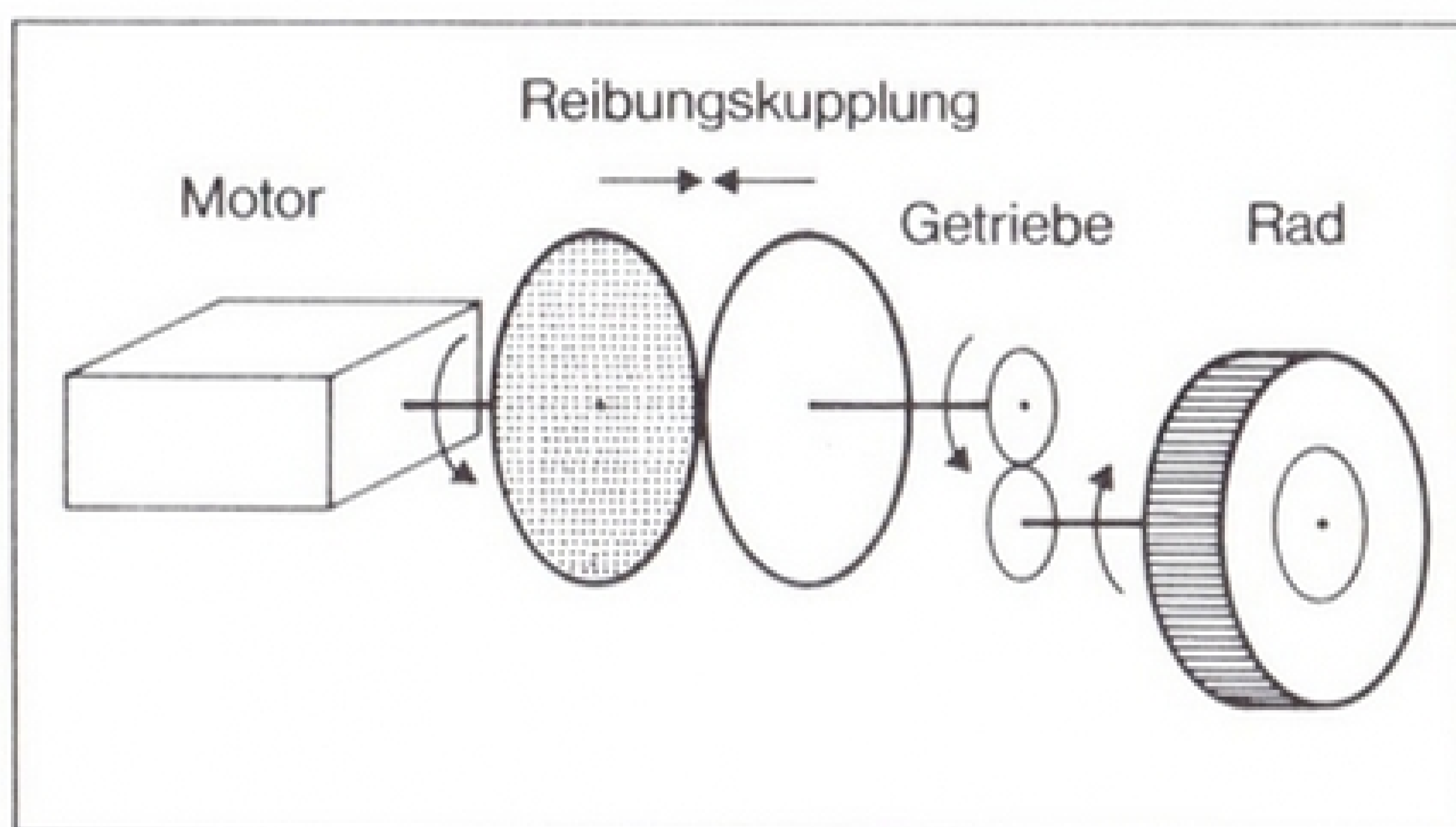


Abb. 9: Tafelzeichnung bzw. Folienvorlage

gens (Abb. 4): Verschiedene Kupplungsarten, vor allem die im Fahrzeugbau gebräuchlichen; Hilfsmittel: Arbeitsblatt und entsprechende Arbeitsfolie (vgl. Abb. 10). Aus der Besprechung entwickelt sich der Arbeitsauftrag für das Hauptmodell. (1 Stunde)

Konstruktionsauftrag

Konstruiert und erstellt aus den Baukästen u-t 1 und u-t 2 das Modell einer im Betrieb voll funktionsfähigen Kupplung, soweit erforderlich, auch das Bedienungselement. Ihr könnt wählen:

- Schaltbare Kupplung (Klauen- oder Einscheibenkupplung),
 - Selbstschaltende Kupplung (Fliehkraftkupplung).
- Antriebsteil und Abtriebsteil müssen vorhanden sein, Konstruktionsskizzen sind nachzuweisen. Es ist wünschenswert, daß jeder Kupplungstyp wenigstens einmal gebaut wird; auch Partnerarbeit ist möglich. Arbeitszeit: 1 Doppelstunde.

Ziele:

- Die Schüler sollen
- Konstruktion, Aufbau, Funktion, Wirkungsweise eines Kupplungstyps genau kennen und im Bau eines Funktionsmodells anwenden und nachweisen können;
 - Konstruktion, Aufbau, Funktion, Wirkungsweise von Einscheiben-, Klauen- und Fliehkraftkupplung kennen und beschreiben können.

5.3 Auswertung

Vorführen und Erklären der Modelle – Beurteilung nach anhand der Aufgabenstellung gemeinsam erarbeiteten Kriterien: (vgl. Abb. 11–14):

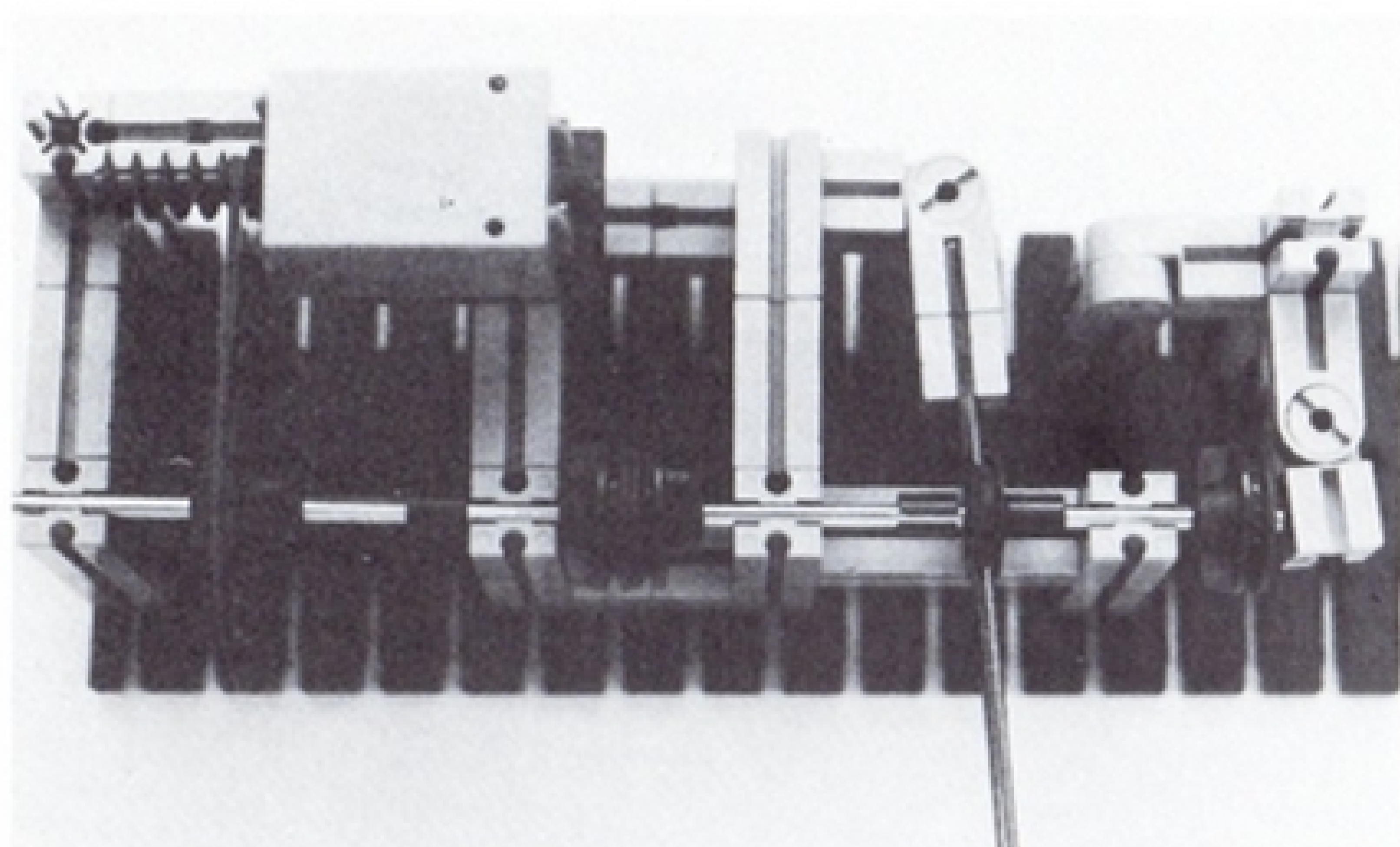


Abb. 11: Hauptmodell: Scheibenkupplung

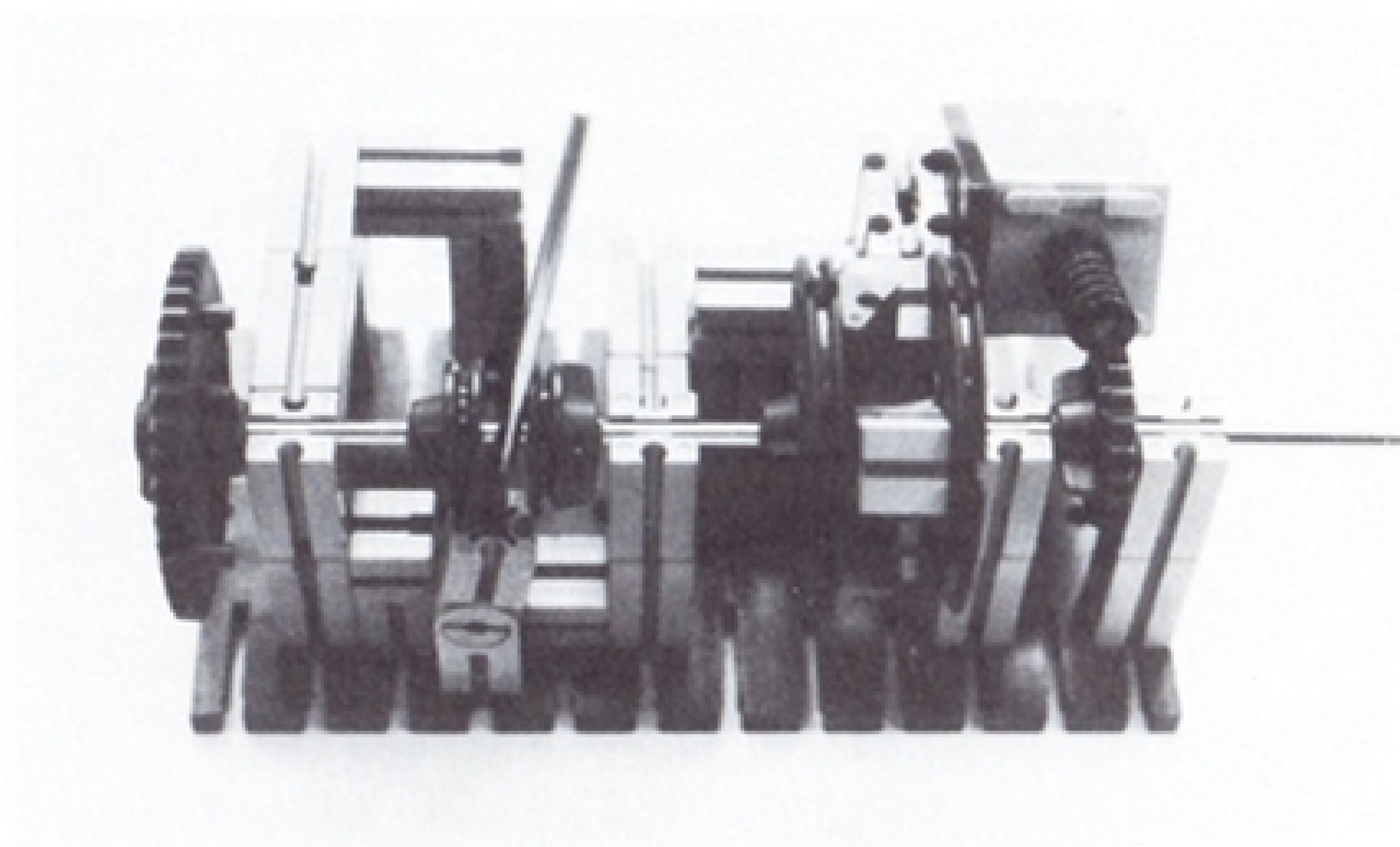


Abb. 12: Hauptmodell: Klauenkupplung

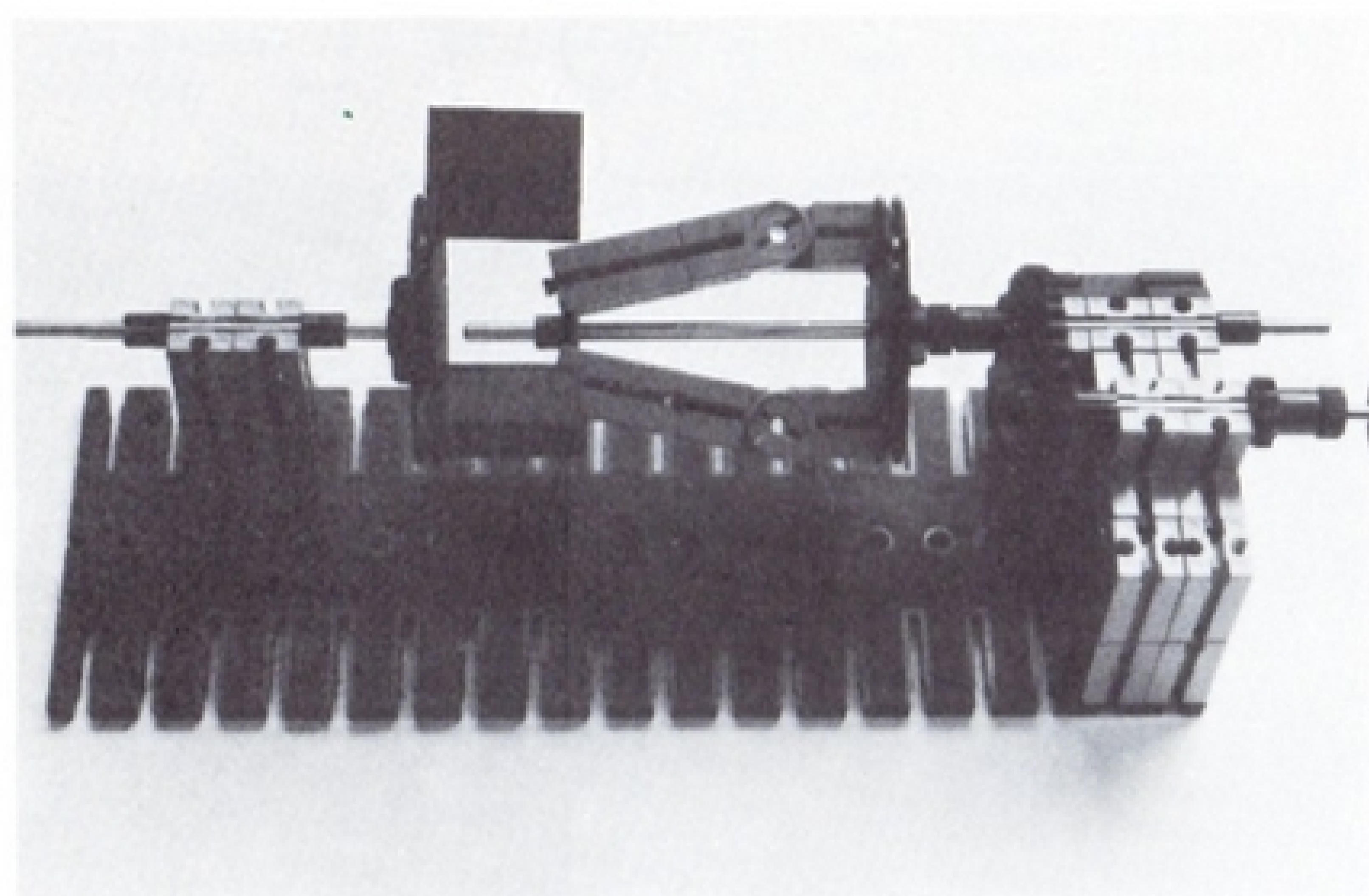


Abb. 13: Hauptmodell: Fliehkraftkupplung

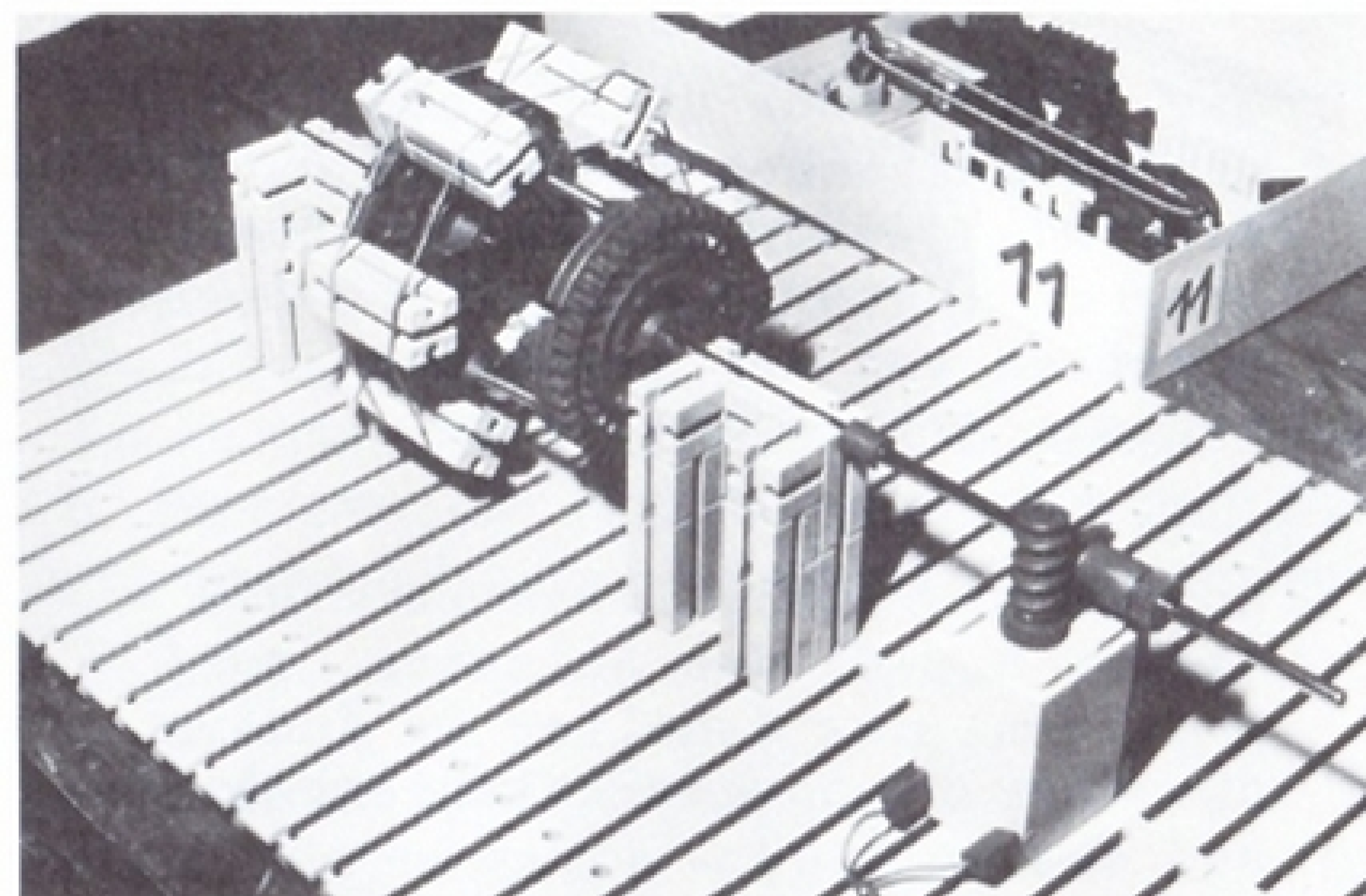


Abb. 14: Hauptmodell: Fliehkraftkupplung

- Kupplungstyp, Schaltung,
- Funktionsfähigkeit im Betrieb,
- richtiger Einbau der vorgeschriebenen Elemente,
- Konstruktions- und Produktionsökonomie.

Zusammenfassen und Anwenden der Ergebnisse in einer *Zusatzaufgabe*: Bau einer momentgeschalteten Fliehkraftkupplung (nach Vorlage entspr. Lit. 7). Drehmomentmessungen an Funktionsmodellen.

Ziele:

Die Schüler sollen

- maschinentechnische Modelle nach sachlichen Kriterien beurteilen können;
- mit standardisierten Bauteilen nach Plan bauen können;
- Messungen und Berechnungen am und mit dem Funktionsmodell durchführen können.

5.4 Transfer

Analyse eines Original-Schnittmodells (Automatische Kupplung des Vespa-Mofas „CIAO“ – Anwerf- und Fahrkupplung): Versuch einer systematischen Beschreibung der Baugruppen und ihrer Elemente – Untersuchung von Konstruktion, Funktion und Wir-

kungsweise der Kupplung – Demontage und Montage in Partnerarbeit.

Hilfsmittel: Schaubilder, Fahrzeugbeschreibung, technische Zeichnungen, Gebrauchsanleitung.

Mit der Bearbeitung eines *Testbogens* (vgl. Abb. 15) findet die Unterrichtseinheit ihren Abschluß. (Zeit für Abschnitt 5.4: 1 Doppelstunde einschließlich Test.)

Ziel:

Die Schüler sollen Kenntnisse und Einsichten am Original anwenden können (demontieren, gebrauchen, benennen, erklären).

6. Anmerkungen

Das vorliegende Unterrichtsbeispiel wurde zuerst mit einer Kernfachgruppe (Klasse 9 Realschule, Fach Technik) durchgeführt. Zunächst erfolgte, wie geplant, der Versuch, die Kenntnisse der Schüler zu erfassen. Die Bestandsaufnahme ergab einen sehr geringen Fundus an Sachwissen im physikalischen und im technischen Bereich. Allerdings konnte das erforderliche physikalische Grundwissen schnell wieder verfügbar gemacht werden.

Die Erarbeitung der eigentlichen technischen Inhal-

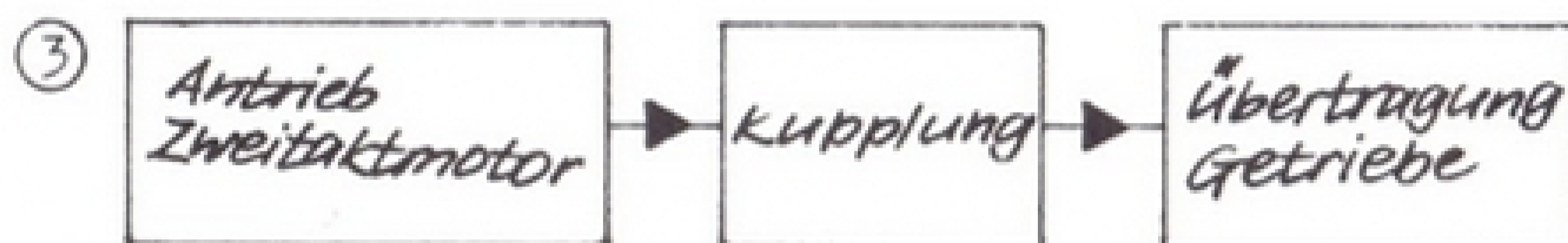
NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

① Drehmoment am Wellrad: 1.1 $r \cdot F_1$ 1.2 $R \cdot F_2$
 1.3 Am Wellrad herrscht Gleichgewicht, wenn das Drehmoment der Kraftseite gleich dem Drehmoment der Lastseite ist ($r \cdot F_1 = R \cdot F_2$)

6

② Lückentext. Kupplungen sind lösbare Verbindungen. Sie verbinden und trennen Wellen und übertragen Drehmomente.
 Beim Anlassen des Mopeds (Mofas) trennt die Kupplung den Antriebs teil vom Übertragungsteil, weil der Zweitaktmotor nicht unter Belastung angelassen werden kann. Beim Anfahren ist es die Aufgabe der Kupplung, die rotierende Motor welle mit der stillstehenden Getriebe welle allmählich zu verbinden. Ähnlich verhält es sich beim Schalt vorgang und beim Anhalten mit laufendem Motor.

14



Einsetzen:
 Übertragung - Antrieb - Getriebe - Zweitaktmotor - Kupplung.

Einzeichnen: Energiefluß

6

④ 6 verschiedene Kupplungen nennen und einordnen.

Nicht schaltbar	schaltbar	automatisch
<u>Scheibenkupplung</u>	<u>Klauenkupplung</u>	<u>Fliehkraftkupplung</u>
<u>Schalenkupplung</u>	<u>Einscheibenkupplung</u>	<u>Freilaufkupplung</u>

12

⑤ Kupplungsbauteile: 1. Reibbelag 2. Glimmstoff 3. Keilwelle
4. Fliehgewicht 5. Schwinge 6. Druckpilz 7. Kurbelwelle
8. Lamellen 9. Membranfeder 10. Nocken 11. Ventil
12. Zylinder

1	3	4
5	6	8
9	/	/

7

⑥ 1. Die Kupplung ist ein Drehmomentwandler. 2. Sie wirkt als Sicherungsglied. 3. Sie verhindert Schäden an der Zündung.
4. Die Kupplung wandelt die Drehzahl. 5. Alle Trockenkupplungen sind starre Verbindungen. 6. Kupplungen übertragen Drehmomente. 7. Beim Entkuppeln wird der Stromkreis unterbrochen.
8. Die Fliehkraftkupplung ist nicht steuerbar. 9. Das Auskuppeln erfolgt über einen Seilzug.

2	4	6
8	9	/
/	/	/

5

48

ln

Mittel	Note

Abb. 15: Testbogen zur Lernzielkontrolle

te nahm dagegen einen sehr viel breiteren Raum ein als ihn die Planung vorsah. Die Ergebnisse befriedigten durchweg, sowohl was die Problemuntersuchung durch die Vormodelle als auch, was die Informationen durch die Analyse von Originalobjekten und durch die im Entwurf genannten Medien betraf. Auch bei den Modellen gab es recht erfreuliche Lösungen, allerdings mit der Einschränkung, daß die Schüler das für sie offenbar zu schwierige Gebiet der automatischen Kupplung ausklammerten. Bei der anschließenden Besprechung und Beurteilung der Modelle zeigten sich verschiedentlich Lücken im Sachwissen (z.B. beim Erfassen und Umsetzen von Funktionsabläufen, bei der genauen Unterscheidung von verschiedenen Kupplungstypen, bei Detailbezeichnungen u. a.). Deshalb wurde die als Abschluß vorgesehene Demontage und Montage von Originalbaugruppen vorgezogen, um dann in einem zweiten Anlauf die Lösung der relativ schwierigen Aufgabe „Fliehkraftkupplung“ in Kleingruppen zu versuchen. Entgegen den Erwartungen konnten alle Gruppen nach der vorgeschriebenen Zeit funktionstüchtige Modelle vorweisen. Ein für den Fall des Scheiterns dieser Aufgabe bereitgestelltes Lernprogramm erübrigte sich daher. Auch die abschließende schriftliche Leistungsüberprüfung (vgl. Abb. 15) ergab ein erfreuliches Bild (Notendurchschnitt 2,6).

Literatur

- (1) Kultusministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Vorläufiger Lehrplan für den Schulversuch „Profilierung des Unterrichts in den Klassen 9 und 10 der Realschule“, Fach Technik, Stuttgart 1975, S. 2/3, 46
- (2) H. Sturm: Technisches Werken 2, Lehrerheft, S. 34/35, Gehlen, Bad Homburg 1975
- (3) Autorenkollektiv: Grundwissen Werkunterricht, Volk u. Wissen, Berlin 1974
- (4) Meyers Handbuch über die Technik, S. 396, Bibliografisches Institut, Mannheim/Wien/Zürich 1971
- (5) Autorenkollektiv: Wie funktioniert das?, S. 202/205, 500 ff, Bibliogr. Institut, Mannheim/Zürich/Wien 1971
- (6) Stührmann/Wessels: Lehrerhandbuch f. d. Techn. Werkunterricht, Bd. 1, S. 110, Beltz, Weinheim 1970
- (7) hobby ft, Experimente + Modelle, Heft 2-2, S. 37, A. Fischer, Tumlingen o.J.
- (8) Autorenkollektiv: Einführung in die sozialistische Produktion 9, Volk u. Wissen, Berlin 1967
- (9) Autorenkollektiv: dto., Unterrichtshilfen, Volk u. Wissen, Berlin 1974
- (10) H. D. Heck: Lexikon der Technik, Deutscher Bücherbund, Stuttgart 1972
- (11) Autorenkollektiv: Techn. Grundwissen für Lehrer, Volk u. Wissen, Berlin 1968
- (12) H. W. Meier: Techn. Werken, Prögel-Verlag, Ansbach 1973
- (13) W. Klafki u. a.: Unterrichtsbeispiele der Hinführung zur Wirtschafts- und Arbeitswelt, Bagel, Düsseldorf 1970
- (14) W. Kaul: Werkunterricht und Technik, Rembrandt-Verlag, Berlin 1967

Peter Gratzner

Niederflur-Hubwagen

Unterrichtsbeispiel zum Thema „Anwendungen der Hebelmechanik“, durchgeführt in einer Oberstufenklasse der Schule für Körperbehinderte in Kassel (5 Jungen, 3 Mädchen, 13 bis 16 Jahre alt).

1. Situation

Der Unterricht in einer Schule für Körperbehinderte hat im wesentlichen ähnliche Zielsetzungen und Inhalte wie die Regelschulen, jedoch müssen die in den körperlichen Behinderungen begründeten Erfahrungsdefizite der Schüler nach dem Prinzip der „kompensatorischen Exploration“ fächerübergreifend ausgeglichen werden. Man versteht darunter das Erforschen der (subjektiv empfundenen) Behinderungsmomente unter der Zielsetzung des angestrebten Ausgleichs.

Bei der Verwirklichung dieses Prinzips ist die Verwendung von Modellen eine spezifische Unterrichtshilfe. Obwohl viele körperbehinderte Schüler eine unzureichende feinmotorische Bewegungsfähigkeit besitzen, kann man durch Bereitstellung bestimmter Hilfen erreichen, daß die meisten körperbehinderten Schüler mit dem f-t-Material im Sinne eines entsprechend modifizierten Unterrichtsziels umgehen können. (Methodische Möglichkeiten hierzu: Schwerbehinderte arbeiten mit leichter Behinderten zusammen; Bauteile werden in besonderen Vorrichtungen fixiert; Aufgaben werden so gestellt, daß sowohl mit Statik-Elementen als auch mit den leichter handzuhabenden Grundbausteinen gearbeitet werden kann).

In Ermangelung anderen Materials wurde in der Klasse seit längerem ein Teil des Physikunterrichts unter Zuhilfenahme von f-t-Material erteilt; auf diese Weise waren etwa im Bereich der Mechanik die Hebelgesetze abgeleitet worden. Diese sollten nunmehr in einigen Modellen angewandt werden. In physikalischen Lehrbüchern gilt die Dezimalwaage immer noch als klassisches Beispiel für die technische Anwendung der Hebelmechanik. Unter den

hier vorliegenden besonderen methodischen und didaktischen Gegebenheiten erschien die Dezimalwaage jedoch als nur bedingt geeignet,

1. weil derartige Waagen heute kaum noch zu finden sind und damit als Anschauung und Modellgrundlage fehlen,
2. weil die Mechanik derartiger Waagen nicht für alle Schüler zu durchschauen ist und
3. weil ein Dezimalwaagen-Modell wegen des Auftretens von Reibungseffekten nur schwer funktionsfähig zu machen ist.

(Für interessierte Schüler ist es nichtsdestoweniger lohnenswert, die Mechanik einer Dezimalwaage mit entsprechender Datenvorgabe theoretisch und auch im Modell zu erkunden. Dies unternahm ein Schüler der Klasse mit einigem Erfolg unter Verwendung von Statik-Material).

Als Anschauungsgrundlage für ein komplexes Funktionsmodell aus dem Bereich der Hebelmechanik wurde deshalb ein Niederflur-Hubwagen gewählt, wie er u. a. von der Bundespost, von Speditionen usw. benutzt wird (Abb. 1 u. 2). Ein solches Fahrzeug war den Schülern bereits im Verlaufe eines anderen Unterrichtsprojektes bei der Beobachtung des Paketumschlags in einem Postamt aufgefallen. Das Fahrzeug erfüllte folgende für unseren Zweck wichtige Forderungen:

- es hat eine durchschaubare Hebelmechanik,
- es kann beim Heben und Senken der Ladebühne beobachtet werden,
- es ist in seinen wesentlichen Teilen und Funktionen im Modell nachbaubar,
- es hat eine aktuelle, erkennbare technische Bedeutung.

2. Lernziele

Die Schüler sollen

- die Arbeitsweise eines Niederflur-Hubwagens erklären (schildern) können;
- auf selbst gefertigten (bzw. auf vorgefertigten) Schemazeichnungen die als Hebel wirkenden Bauteile des Fahrzeugs und ihre Dreh- und Lagerpunkte markieren können;
- im Rahmen der Materialvorgabe von u-t 1 ein funktionsfähiges Fahrzeugmodell herstellen und einen mit dem Material konstruierbaren technischen Ersatz für die im Fahrzeug angewandte Hydraulik finden;
- die Modelle anhand eines vorab erstellten Kriterienkatalogs im Hinblick auf ihre Funktionstüchtigkeit beurteilen.



Abb. 1: Niederflur-Hubwagen, Fahrstellung



Abb. 2: Niederflur-Hubwagen, Ladestellung

3. Unterrichtsverlauf

3.1 Gegenstandserkundung

Im Verlauf einer Exkursion zum Pakethof der Bundespost wurde die Arbeitsweise der Hubfahrzeuge beobachtet und protokolliert. Einige Diapositive wurden als Unterrichtsgrundlage hergestellt.

Im anschließenden Unterricht sollten die Schüler versuchen, anhand ihrer Protokolle, ihrer Zeichnungen und Fotos unter Verwendung von Schemazeichnungen (Abb. 3) und Werkfotos des Herstellers (Fa. A. Ruthmann, Gescher) Aufbau und Mechanik des Fahrzeugs zu beschreiben und zu strukturieren. Die Schüler erkannten folgendes:

Der Niederflurhubwagen ist an der Vorderachse angetrieben, weil ein Antrieb durch die Hinterräder wegen der zwischen diesen liegenden, absenkbaren Ladefläche nicht möglich ist. Die für diesen Fall erforderliche Kraftübertragung vom vorn liegenden Motor auf die Hinterachse – etwa durch eine Kardanwelle – würde die Beweglichkeit der Ladefläche stark einschränken. Eine eventuell mit dem Vorderadantrieb verbundene Schwergängigkeit der Lenkung läßt sich konstruktiv auch auf andere Weise –

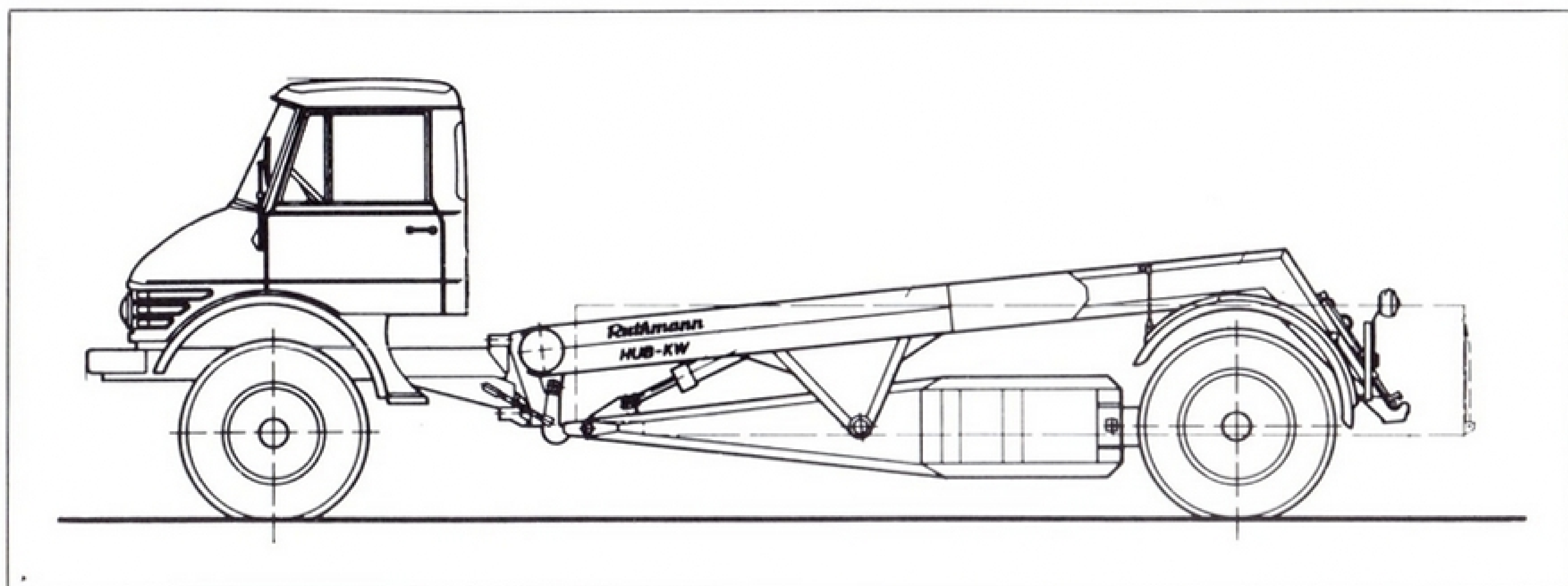


Abb. 3: Schema des Niederflur-Hubwagens (Bild: Fa. A. Ruthmann, Gescher)

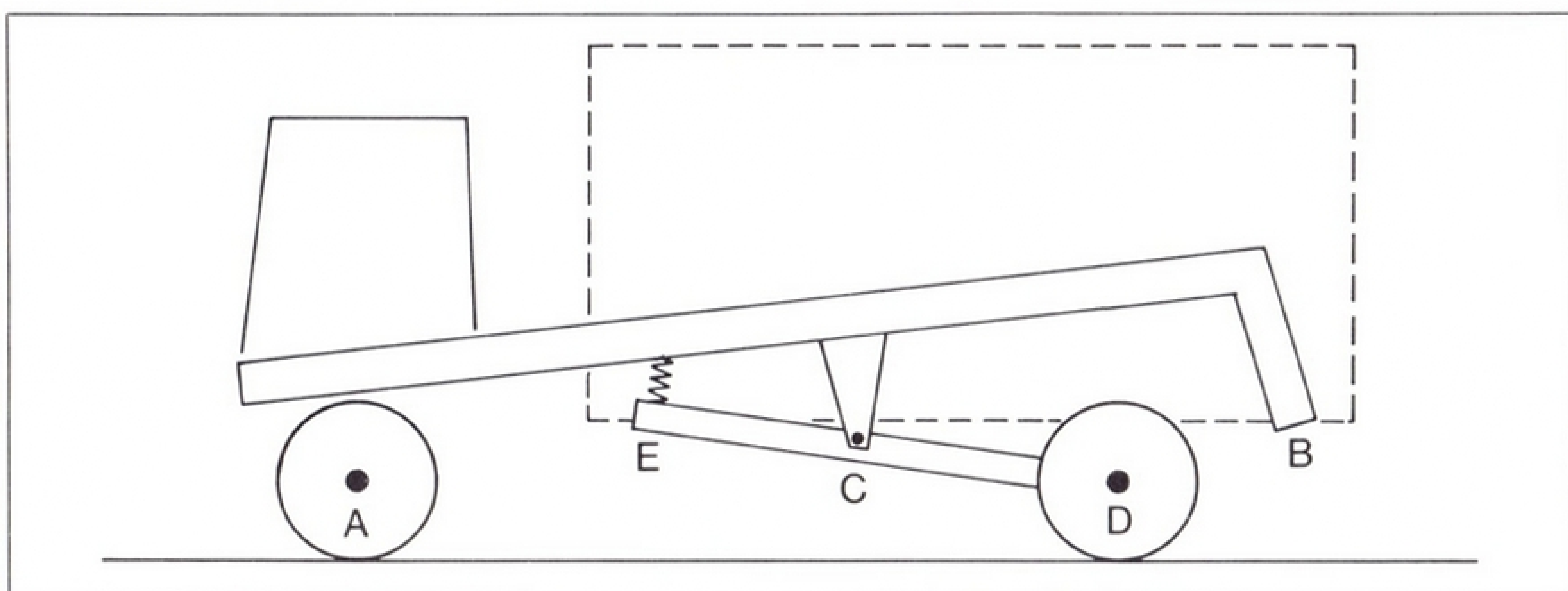


Abb. 4: Tafelbild zum Hebelmechanismus

z. B. durch Untersetzung – vermeiden. In dem hier gemeinten Zusammenhang ist dieses Problem darüber hinaus „randständig“.

Das Fahrgestell ist in der Draufsicht gabelförmig; es ist ein einseitiger Hebel mit der Vorderachse als Drehpunkt (genauer Drehpunkt: Standfläche der Vorderräder). Die Ladebühne ist von der Fahrhöhe (ca. 55 cm hoch) bis auf den Boden absenkbar. Das Führerhaus neigt sich – da fest auf den Rahmen montiert – beim Absenken der Ladefläche ebenfalls leicht nach hinten. An zwei weiteren Hebelarmen in Form kräftiger Hohlbauteile (in Abb. 4 Teil ED) sind die Hinterräder befestigt. Das Bauteil ED ist im Punkt C drehbar am Rahmen des Fahrzeugs angebracht, so daß sich eine Bewegungsweise ähnlich einer verkehrt arbeitenden Schere ergibt. Durch Ausmessen wurde festgestellt, daß die Teilungsverhältnisse beider Hebel etwa gleich sind ($AB : AC = DE : DC$). So ließ sich erklären, warum die Ladefläche in jeder Position parallel zur Standfläche des Fahrzeugs bleibt. Dieser Zusammenhang wurde in

einem Tafelschema (Abb. 4) mit Zahlenbeispielen erarbeitet und anschaulich gemacht.

3.2 Planen und Konstruieren

Aufgrund der Vorüberlegungen wurde ein Katalog der Kriterien zusammengestellt, die das zu bauende Modell erfüllen sollte. Diese Kriterien sollten nach Abschluß der Konstruktionsarbeit als Grundlage einer Ergebnisbeurteilung dienen:

1. Die Hebelmechanik des Modells sollte im Prinzip die gleiche wie beim Realfahrzeug sein,
2. die Ladefläche sollte parallel zur Standfläche heb- und senkbar sein (die Teilungsverhältnisse der Hebel müssen dabei beachtet sein),
3. in Fahrposition mußte die Ladefläche arretierbar sein,
4. die Hinterräder sollten im unbeladenen Zustand nicht grätschen.

Während des Modellbaus ergaben sich für die Schüler während einer ausgedehnten Phase des

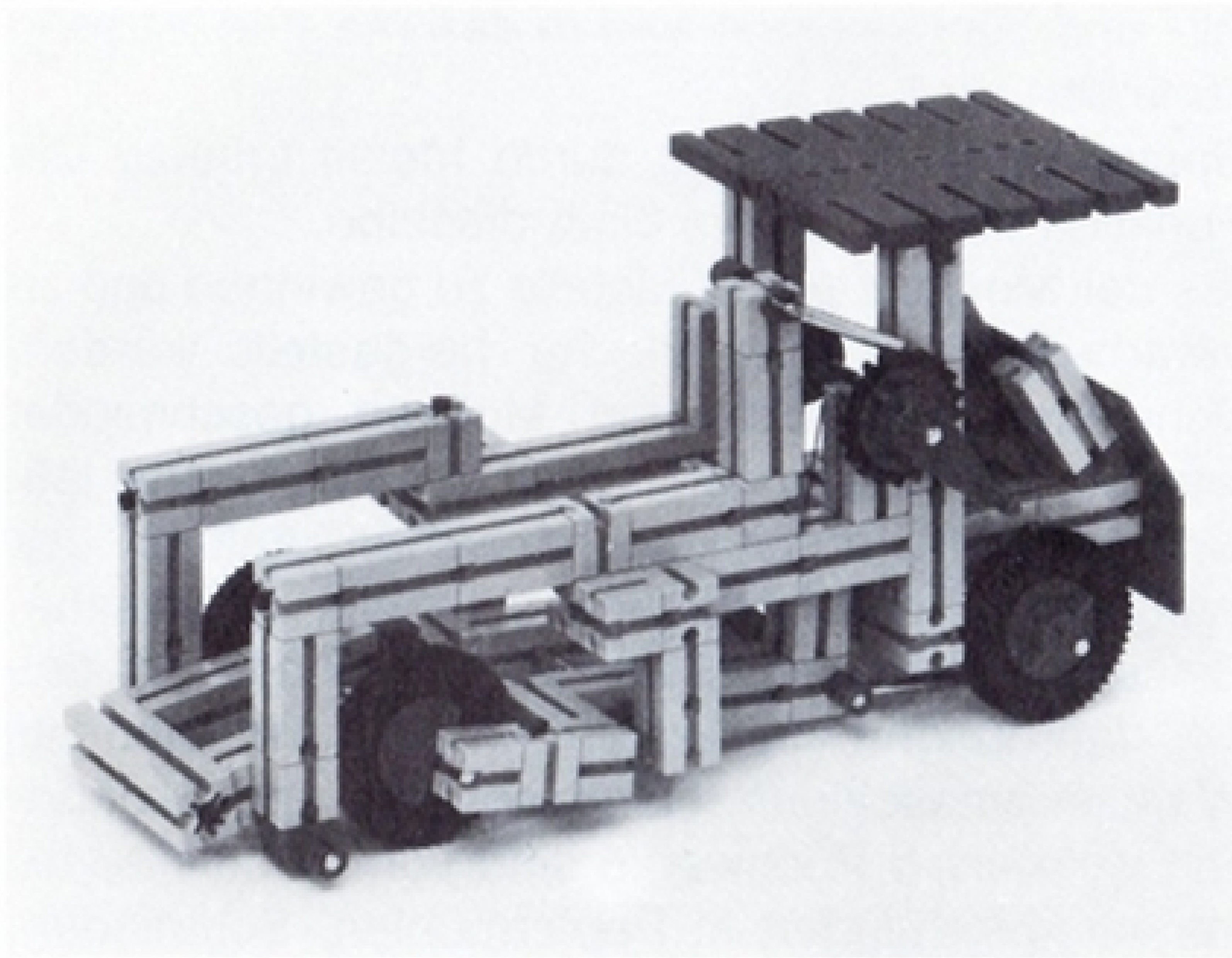


Abb. 5: Modell mit Klinkenmechanismus zur Arretierung der Ladefläche

Versuchens und Probierens folgende Probleme, Problemlösungen und Erkenntnisse:

Es zeigte sich, daß das Hubwagen-Modell wegen der geforderten Hebelmechanik und wegen der Bedingungen, die die Elemente stellten, größer sein mußte, als es die Schüler von bisher gebauten Fahrzeugmodellen gewohnt waren.

Anders als am Realfahrzeug mußte die Form des radführenden Bauteils ED auf die hier auftretenden Verwindungskräfte ausgelegt sein: Abb. 5 zeigt, wie ein Schüler die Hinterräder in eine Nische der Radführung einbaute.

Die Schüler versuchten zwar, das an der Tafel gefundene Teilungsverhältnis der Hebel durch Ausmessen auf das Modell zu übertragen; es zeigte sich aber, daß eine Feinregulierung der Lade-

flächenneigung durch Ausprobieren erfolgreicher war.

Die Herstellung einer möglichst stufenfreien (befahrbaren) Ladefläche gelang am leichtesten mit Karton bzw. Sperrholz und Klebstoff (Abb. 6).

Als Ersatz für die Hydraulik am Realfahrzeug wurde von den Schülern eine Seilwinde gewählt. Das von der Winde kommende Seil befestigen sie meist in der Mitte des dem Führerhaus zugewandten Endes der Ladefläche.

Eine Bremse für die Seiltrommel (als Arretierung der Ladefläche während der Fahrt) wurde entweder durch einen Klinkenmechanismus (Abb. 5) oder durch eine Feststellvorrichtung an der Handkurbel realisiert (Abb. 6, 7).

3.3 Modellbeurteilung

Nach Fertigstellung der Modellfahrzeuge wurden sie von den Schülern nach einem Punktesystem unter Zugrundelegung des unter 3.2 angeführten Kriterienkatalogs beurteilt. (Dieses seit längerem in der Klasse geübte kriterienorientierte Beurteilungssystem erleichtert nicht nur den Schülern die Planung und Strukturierung ihrer Vorhaben, sondern ermöglicht auch dem Lehrer eine objektivere Beurteilung der Schülerleistung.) Es zeigte sich, daß die meisten Modellfahrzeuge die Anforderungen erfüllten; lediglich die Führerhäuser der Modelle waren in Fahrposition durchweg nach vorn geneigt. Der im Werksschema erkennbare Knick im Fahrgestell unmittelbar hinter dem Führerhaus gleicht in der Realität diesen unerwünschten Effekt aus. Die Schüler diskutierten, ob ihre Modelle in dieser Hinsicht etwa durch Verwendung von Winkelbausteinen verbessert werden könnten.

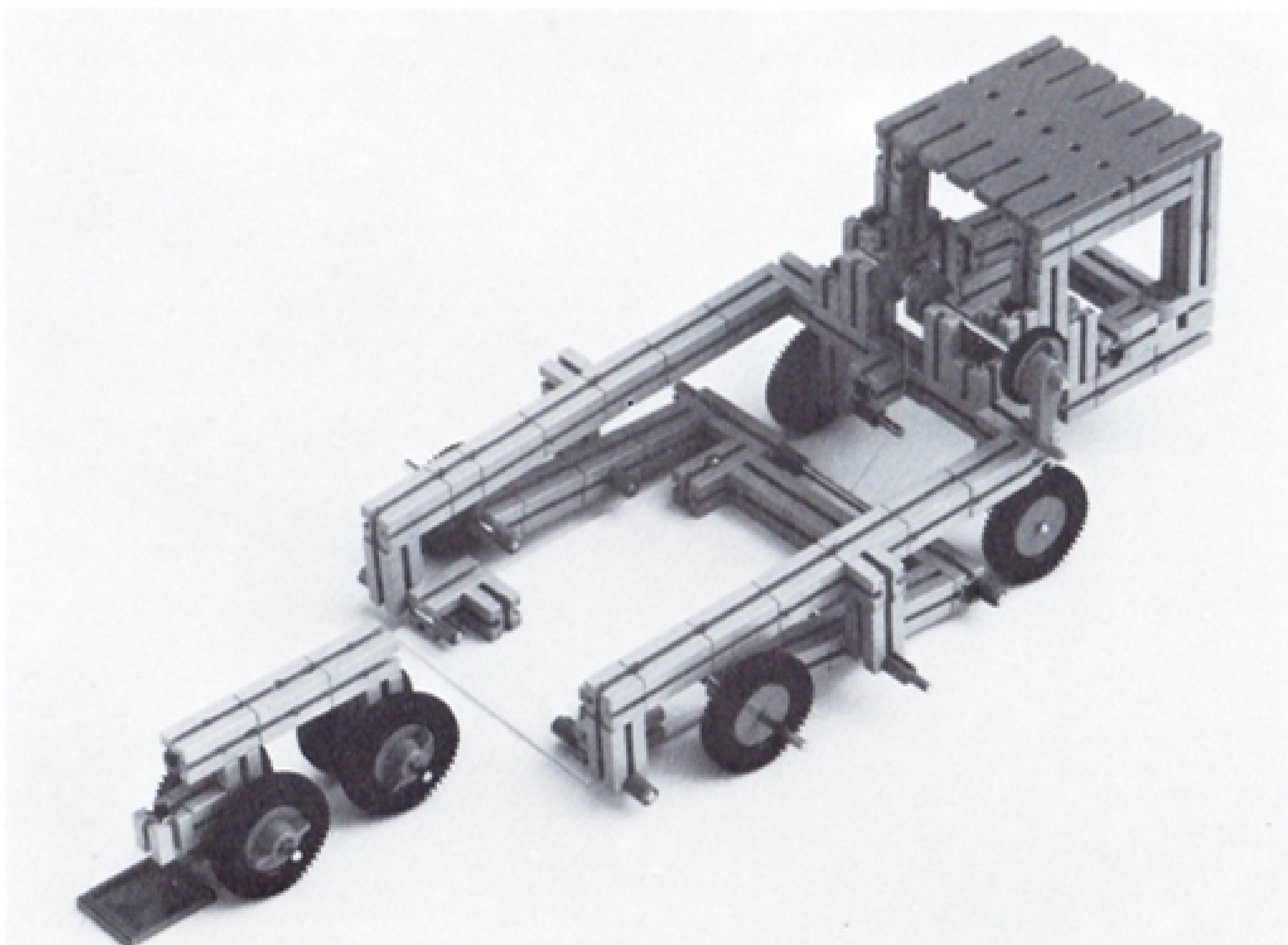


Abb. 6: Modell in Ladestellung

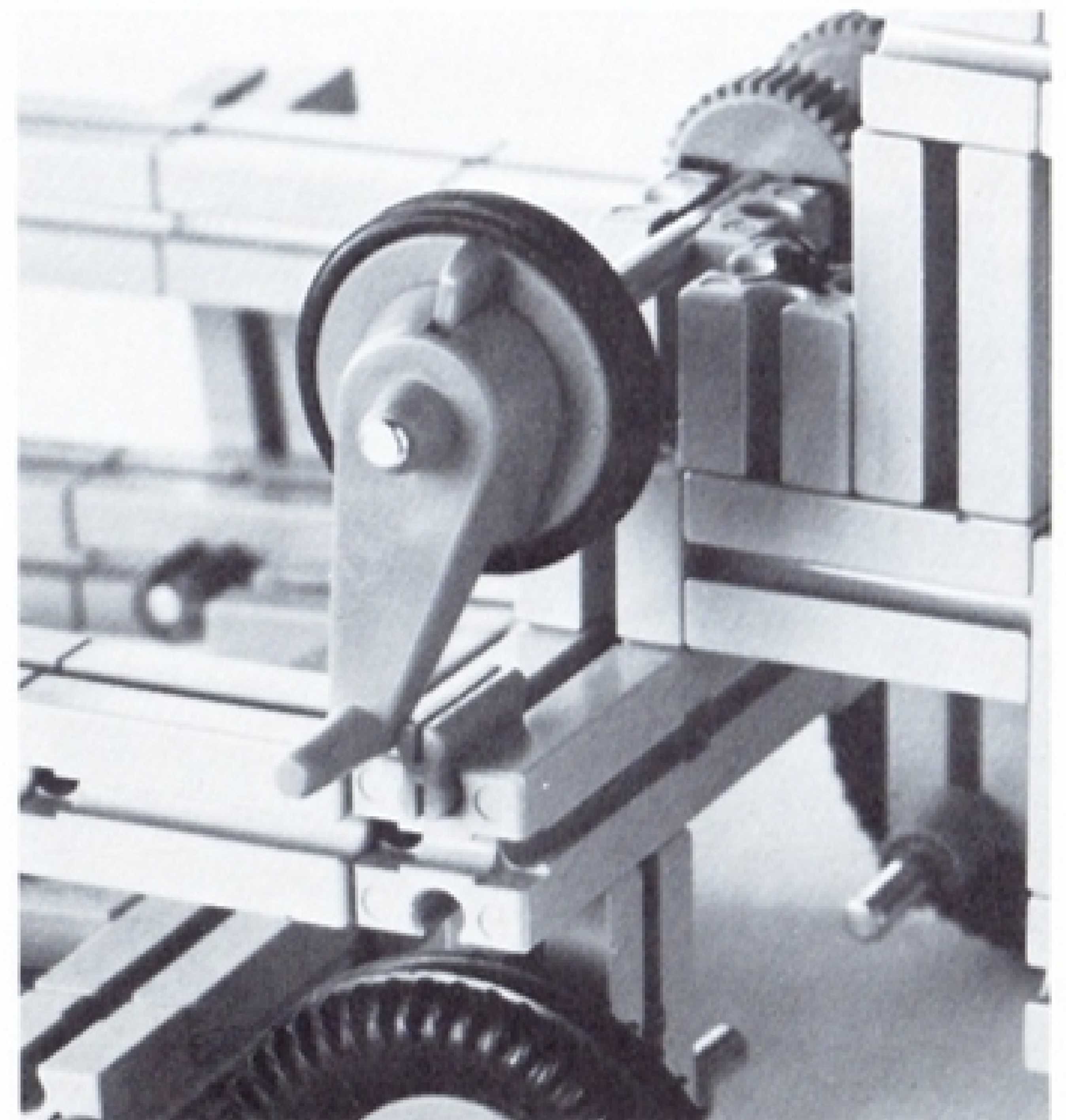


Abb. 7: Feststellvorrichtung

Marie Brandmeir-Zettl

Das Hammerwerk

als Beispiel für die Entwicklung des Werkzeugs zur Arbeitsmaschine

Unterrichtsbeispiel aus der Orientierungsstufe (6. Schuljahr)

Arbeitsmaterial: Lernbaukästen u-t 1

1. Sachinformation

1.1 Vom Faustkeil zum Hammerwerk

Der Mensch fertigte am Anfang seiner Geschichte mit großen Mühen recht einfaches Werkzeug. Mit dem behauenen und geschliffenen Faustkeil vergrößerte er die Schlagwirkung seiner Hand. Die Härte des Steines benutzte er zum Schneiden und Schaben. Durch Kombination von verschiedenen Grundelementen und Materialien konnte der Faustkeil zum Stielhammer verbessert werden, der zur Streitaxt weiterentwickelt wurde. Größe und Ausführung dieser Stielhämmer reichten für die anfallenden Arbeiten aus, durch das Werkzeug wurde in jedem Falle die Leistungsfähigkeit der menschlichen Hand erhöht. Einfache Werkzeuge aus der

Alt- und Jungsteinzeit sind in den meisten Museen zu finden.

Später wurde der Stein durch Metall ersetzt. Die Funktion des Hammers blieb dieselbe.

Als der Mensch lernte, Metalle zu gewinnen und zu verarbeiten, mußten Bleche hergestellt werden, Schwerter, Schmuck und Münzen geschmiedet werden. Die Leistungsfähigkeit des Werkzeugs läßt sich steigern durch mechanischen Antrieb des Werkzeugs, gleichermaßen sinkt die (physische) Belastung des Menschen. So entstanden um das 14. Jahrhundert die ersten Arbeitsmaschinen als Werkzeugmaschinen. Hammerwerke und die ähnlich wirkenden Pochwerke sind vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert in Papiermühlen, Schmieden, Eisenhütten (Erz), Kupfermühlen (Blech) und Porzellanmanufakturen üblich gewesen.

Die ersten derartigen Maschinen waren mechanische Hämmer zum Ausschmieden von Kupferblechen zu Böden, Schalen und anderen Halbfabrikaten.

Die Abb. 1 zeigt das Modell eines alten Hammerwerks, das im Deutschen Museum (München) zu besichtigen ist. Mit ihm trieb der Sensenschmied das glühende Blech zu einer scharfen Sense aus. Die monotone und anstrengende Arbeit des Hammers verrichtete die Maschine. Der Schmied konnte mit beiden Händen die sich unter der Schlagwirkung des Hammers bildende Sense führen und braucht seine Energie nicht an den Hammer zu verschwenden.

Leonardo da Vinci konstruierte schon im 15. Jahrhundert eine Feilenhaumaschine (Abb. 2), bei wel-

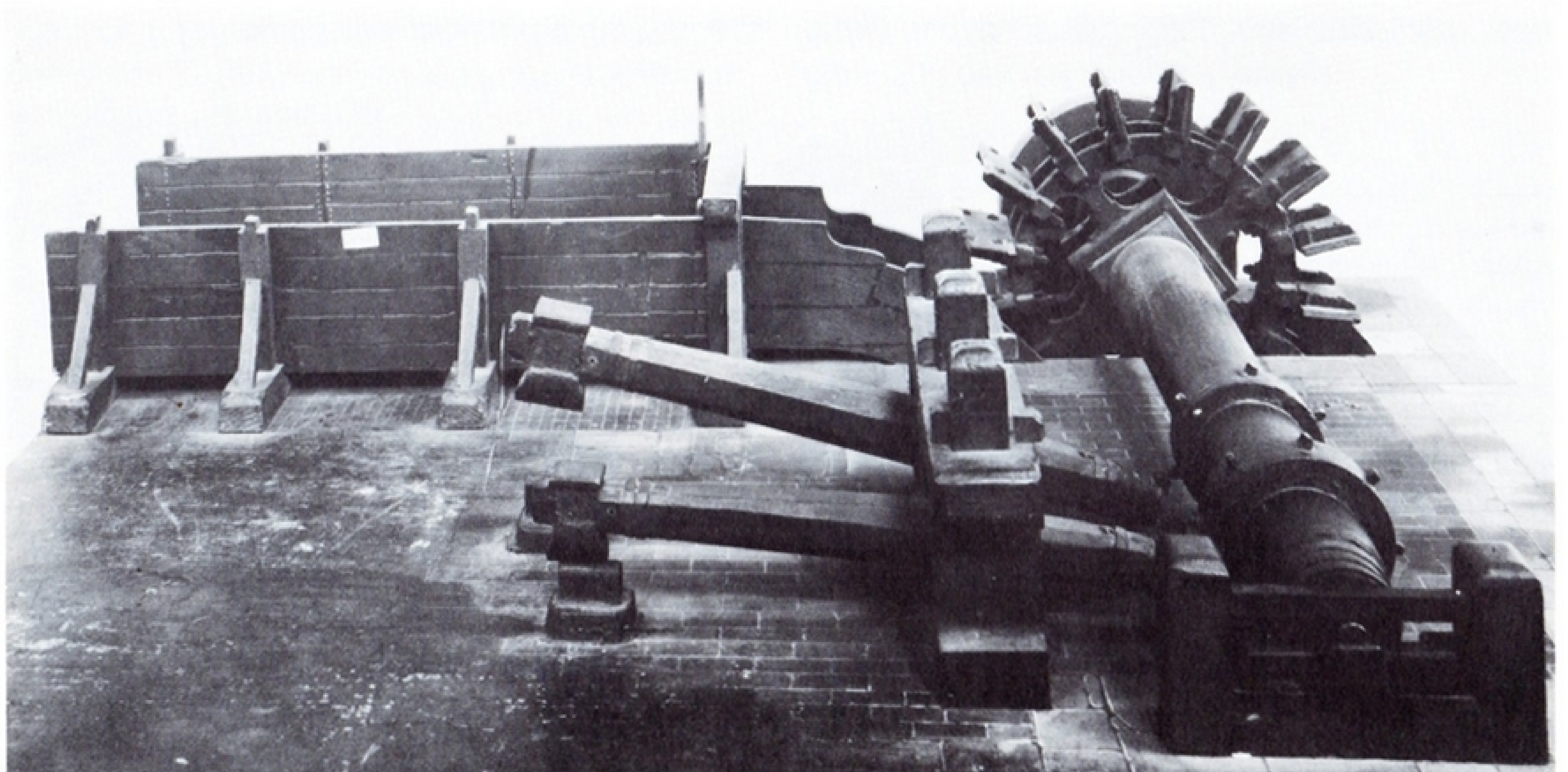


Abb. 1: Hammerwerk 19. Jahrhundert (Modell, Deutsches Museum, München)

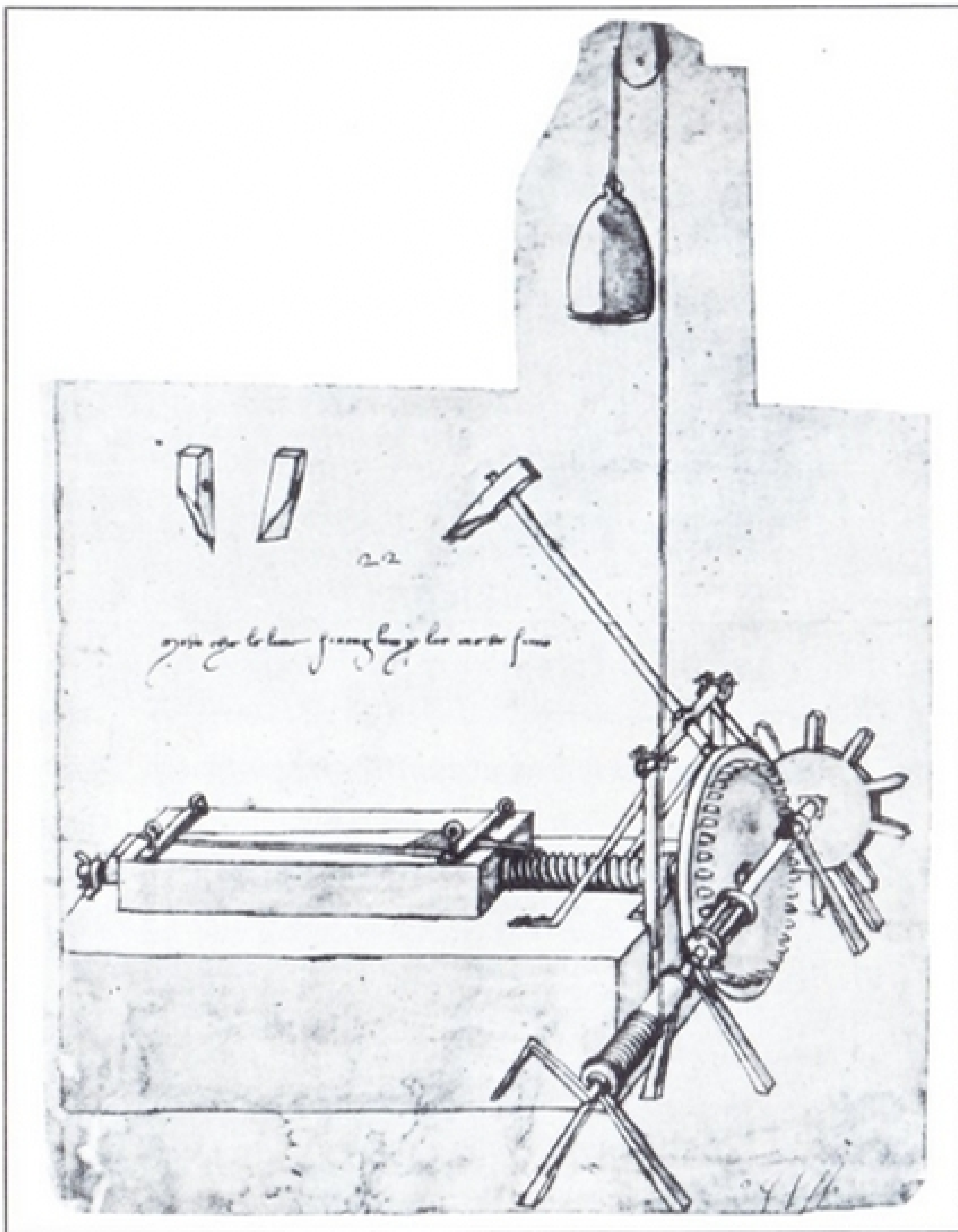


Abb. 2: Feilenhaumaschine von da Vinci

cher nicht nur der Antrieb des Hammers, sondern auch der Vorschub der Feile mechanisiert wurde. Die Kurbel wird gedreht, damit das Gewicht hochgezogen wird. Der Vorgang läuft automatisch ab, und die Hiebe sitzen exakt im richtigen Abstand zueinander. Weitere Ausführungen von alten Hammerwerken zeigen die Abb. 3 und 4.

Heute sind derartige Fallhämmer, die allein durch die Schwerkraft niederfallen, kaum noch in Gebrauch. Stattdessen werden Maschinenhämmer eingesetzt, bei denen die Energie mit Hilfe von Preßluft, Dampf, Hydraulik oder Exzentertrieb vergrößert wird.

1.2 Die Arbeitsmaschine Hammerwerk

Maschinentechnische Teile

1. Antriebsteil

Das Antriebsteil (Energieteil) hat die Aufgabe, die Energie in der notwendigen (gewünschten) Art (z. B. als mechanische Energie) und Form (z. B. rotatorisch) zur Verfügung zu stellen.

2. Übertragungsteil

Dieses hat die Aufgabe, die Bewegung oder Energie der vorhandenen Antriebsmaschine in die entsprechende Bewegung oder Energie des Arbeitsteils zu übertragen und umzuwandeln.

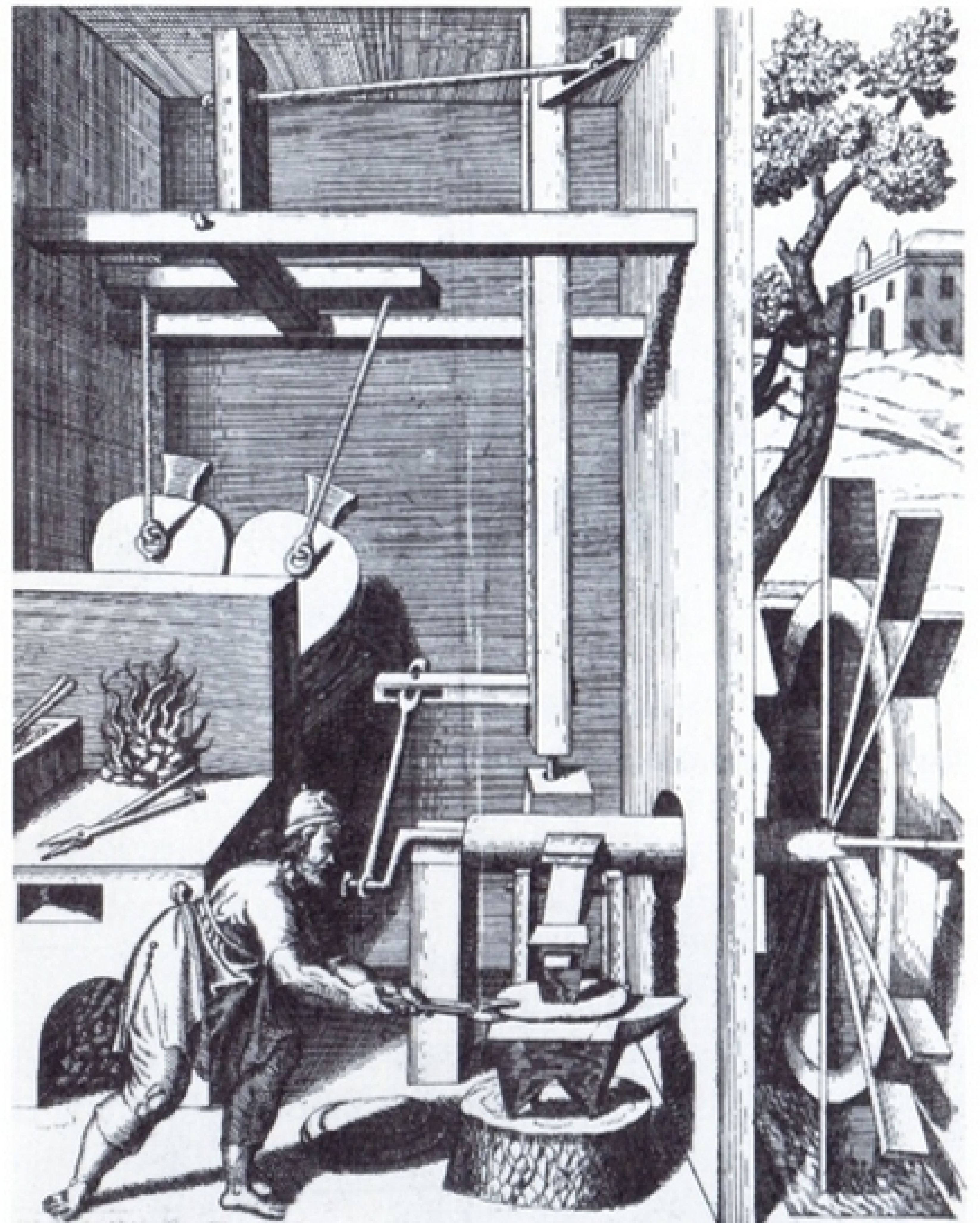


Abb. 3: Schwanzhammer mit Wasserradantrieb um 1580 (Foto: Deutsches Museum, München)

3. Arbeitsteil

Das Arbeitsteil führt unmittelbar am zu bearbeitenden Werkstück die Arbeit wie schlagen, feilen, bohren usw. aus. Die Aufgabe entspricht im allgemeinen der des einfachen Werkzeugs (z. B. Hammer, Schaufel usw.).

4. Gestell

Das Gestell ist das feststehende Teil einer Maschine, in dem die beweglichen Teile wie Antriebsteil, Übertragungsteil und Arbeitsteil festgehalten, gelagert und verbunden werden.

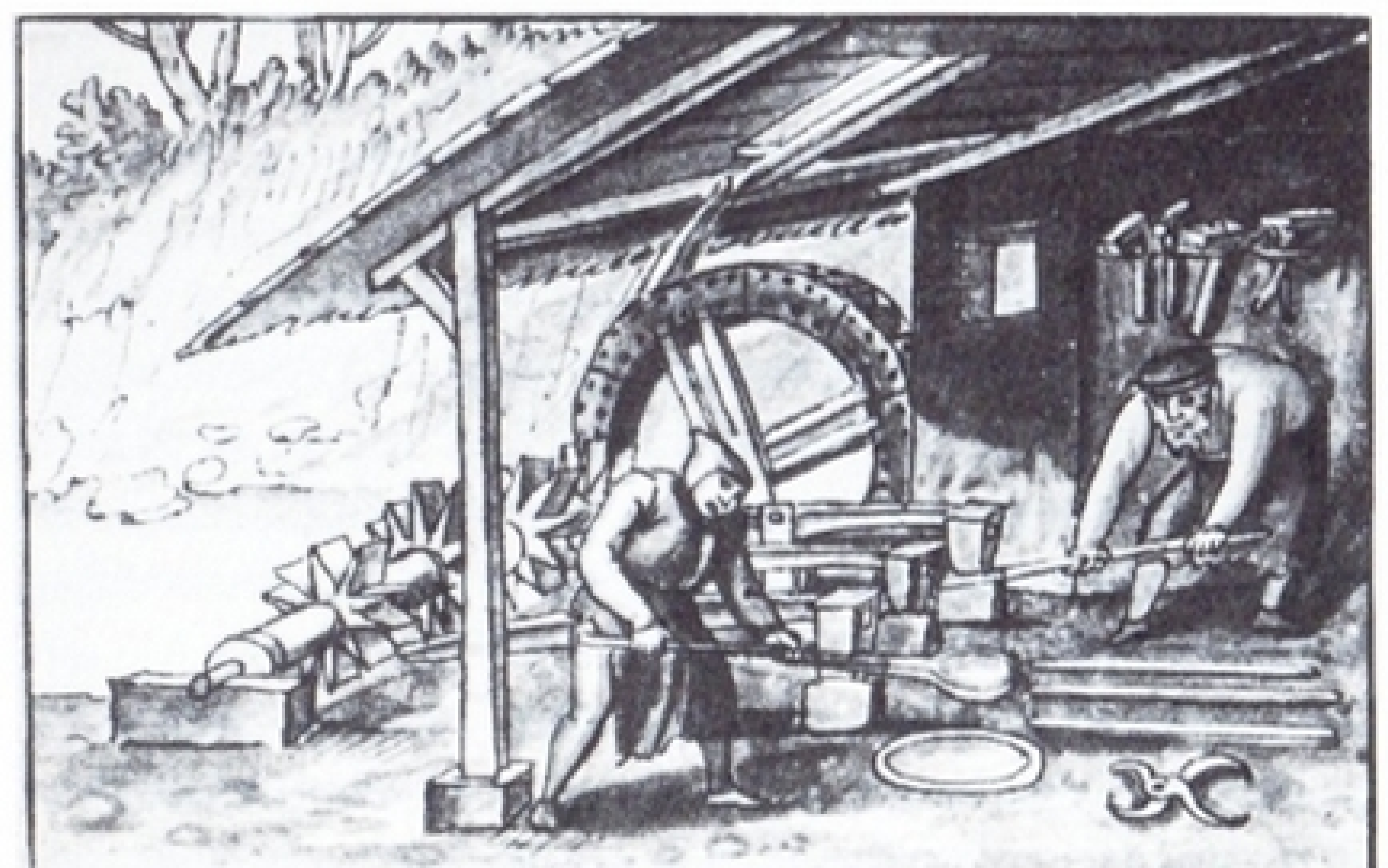


Abb. 4: Hammerwerk mit Wasserradantrieb (Foto: Deutsches Museum, München)

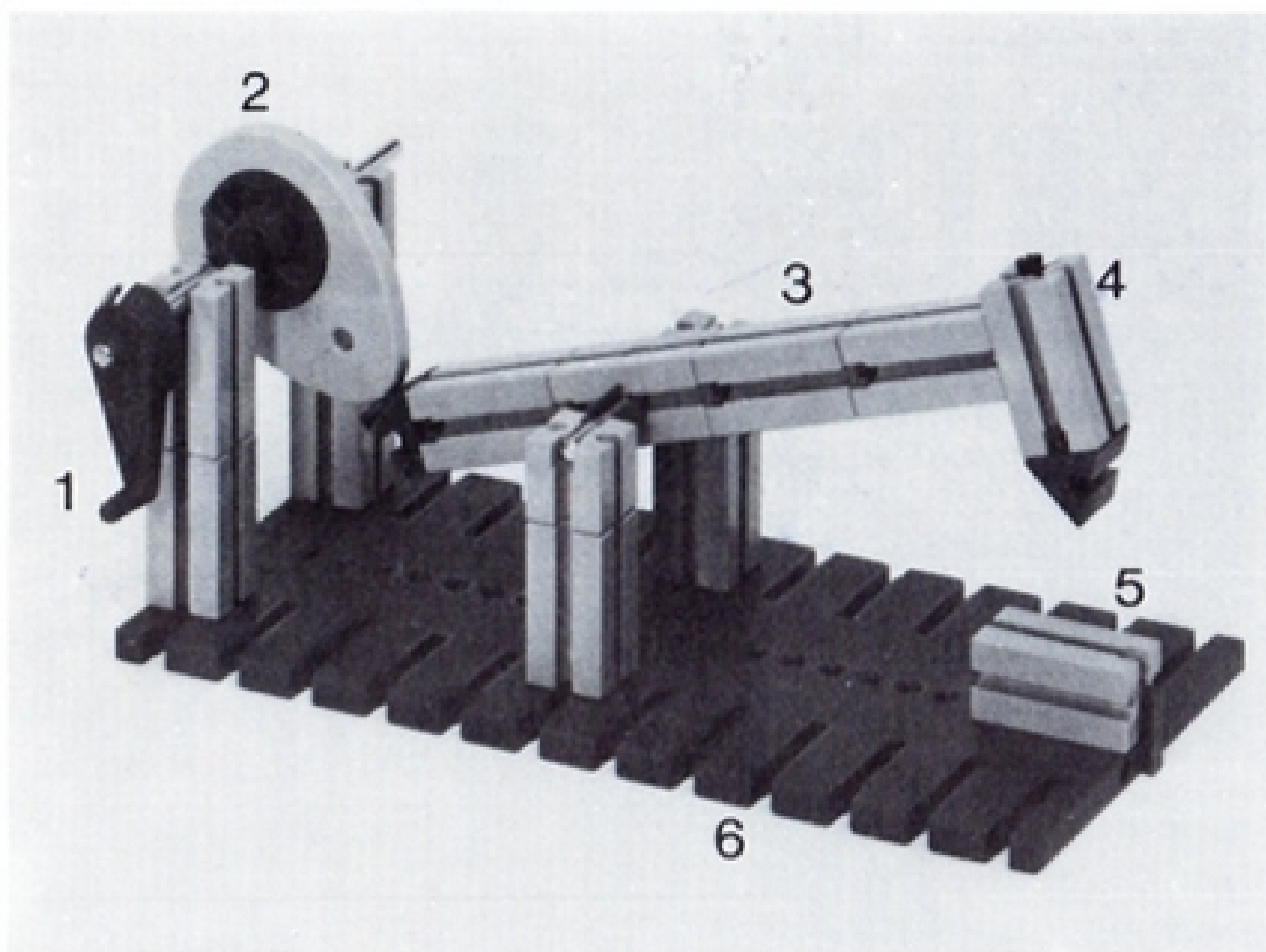


Abb. 5: Hammerwerk (Maschinenteile)

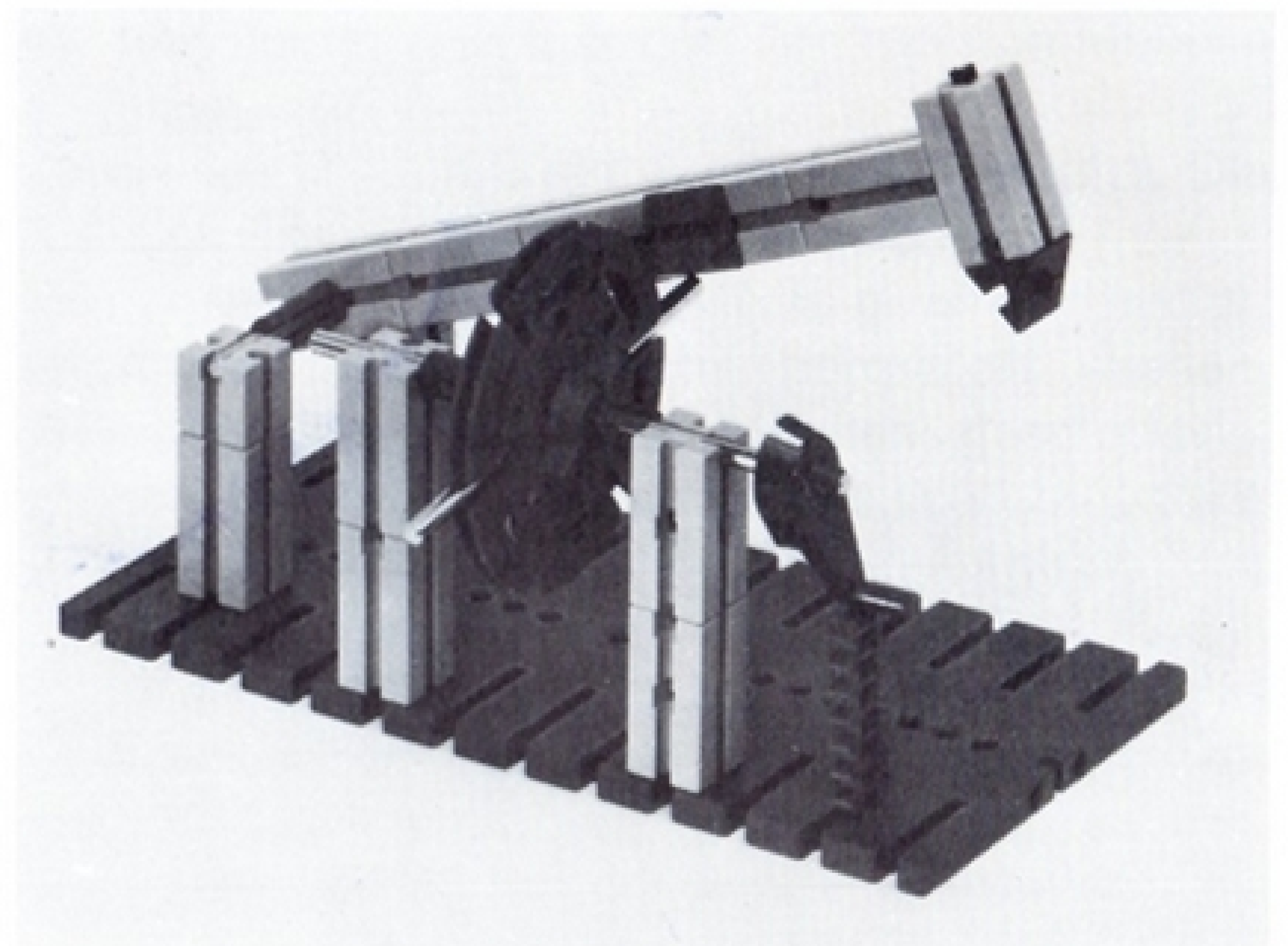


Abb. 6: Hammerwerk mit einseitigem Hebel

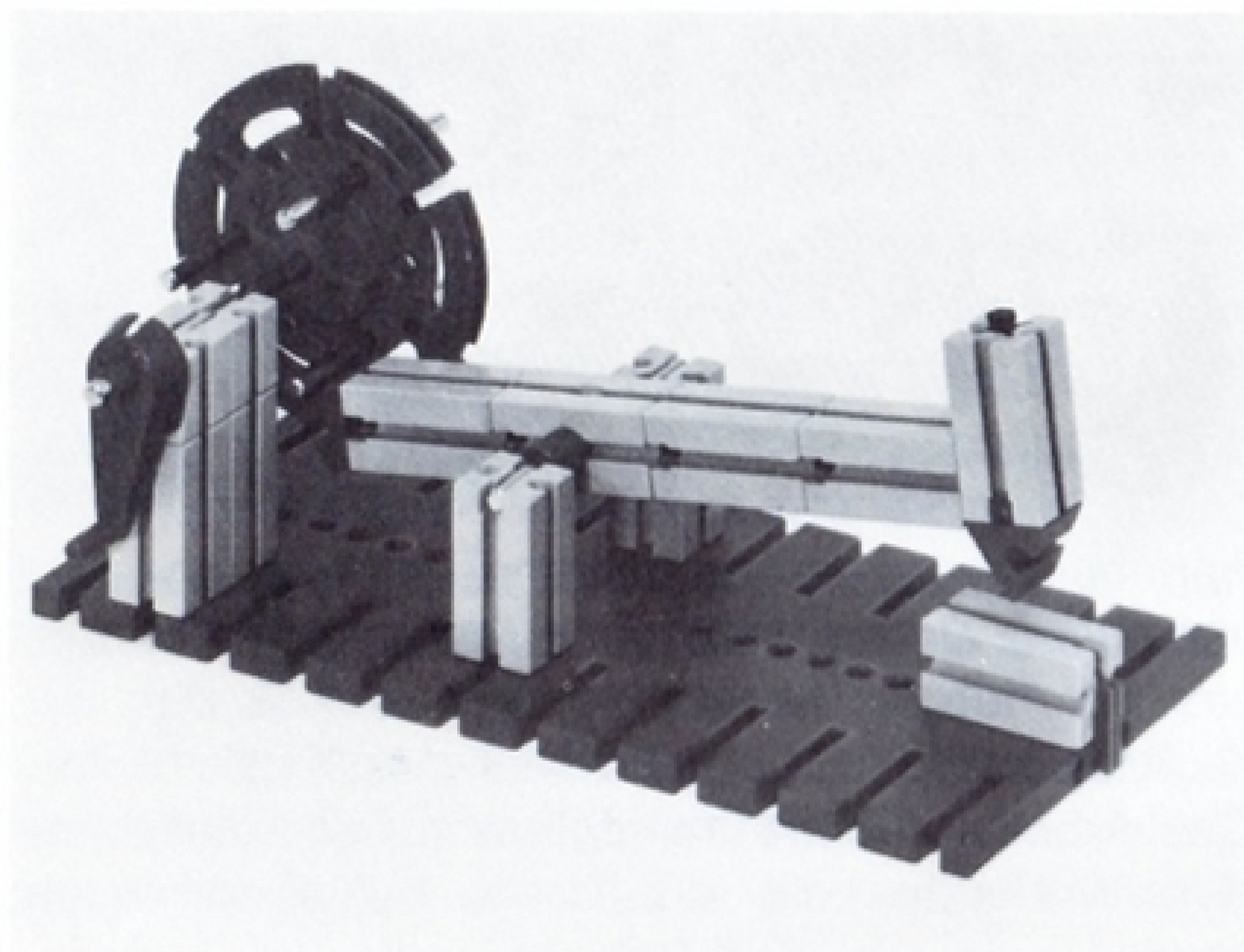


Abb. 7: Hammerwerk mit zweiseitigem Hebel

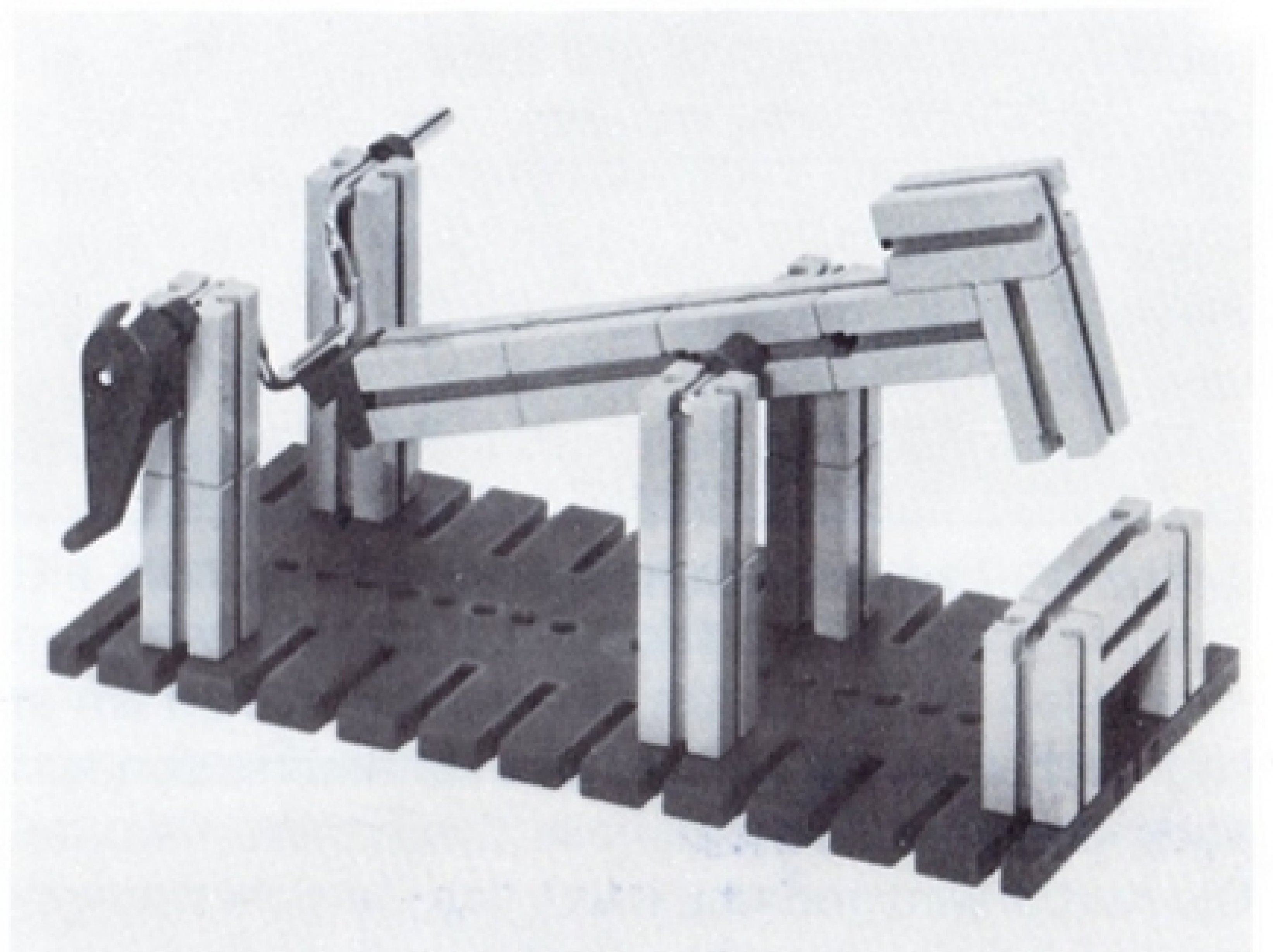


Abb. 8: Gekröpfte Welle als Nocken

Funktion des Hammerwerks

Abb. 5 zeigt das Funktionsmodell eines Hammerwerks. Die Zahlen bedeuten:

- 1 Kurbel als Angriffsort der Antriebsenergie,
- 2 Nockenwelle mit Nocken,
- 3 Hebel mit Lagerzapfen,
- 4 Hammer (am Hebel befestigt),
- 5 Amboß,
- 6 Gestell mit Lagerung für Nockenwelle und Hebel.

Das technische Prinzip ist die Umwandlung einer gleichförmigen Drehbewegung (des Nockenrades) in eine Auf- und Abbewegung (des Hammers).

Der Hammer kann als einseitiger Hebel (z. B. wie in Abb. 6) oder als zweiseitiger Hebel (z. B. wie in Abb. 7) ausgelegt sein.

Die einfachste Ausführung des Nockenrades ist eine gekröpfte Welle (Abb. 8). Der Hammer wird bei einer Wellenumdrehung nur einmal gehoben. Andere Möglichkeiten: Scheibe mit radial eingesetzten Stiften (Abb. 9) oder mit exzentrisch gesetzten

Stiften (Abb. 7); Kurvenscheibe mit einem (Abb. 5) oder mehreren Nocken.

2. Unterrichtshinweise

Die Thematik Hammerwerk gehört in den Sachbereich Maschinentechnik. Arbeitsmaschinen, die Bewegungen umwandeln, sollen im Technikunterricht nacherfunden und gebaut werden. Diese Maschine verrichtet selbst keine nützliche Arbeit, sondern bildet nur modellmäßig ab. An diesem Modell kann der Schüler Einblicke in einfache technische Vorgänge bekommen, aber auch erfahren, welche Bedeutung sie für den Menschen besitzen.

2.1 Lernziele

– Der Schüler soll entdecken, daß durch Arbeitsmaschinen Handarbeit mechanisiert und die Leistungsfähigkeit erhöht wurde. Die körperliche Belastung des Menschen wurde reduziert.

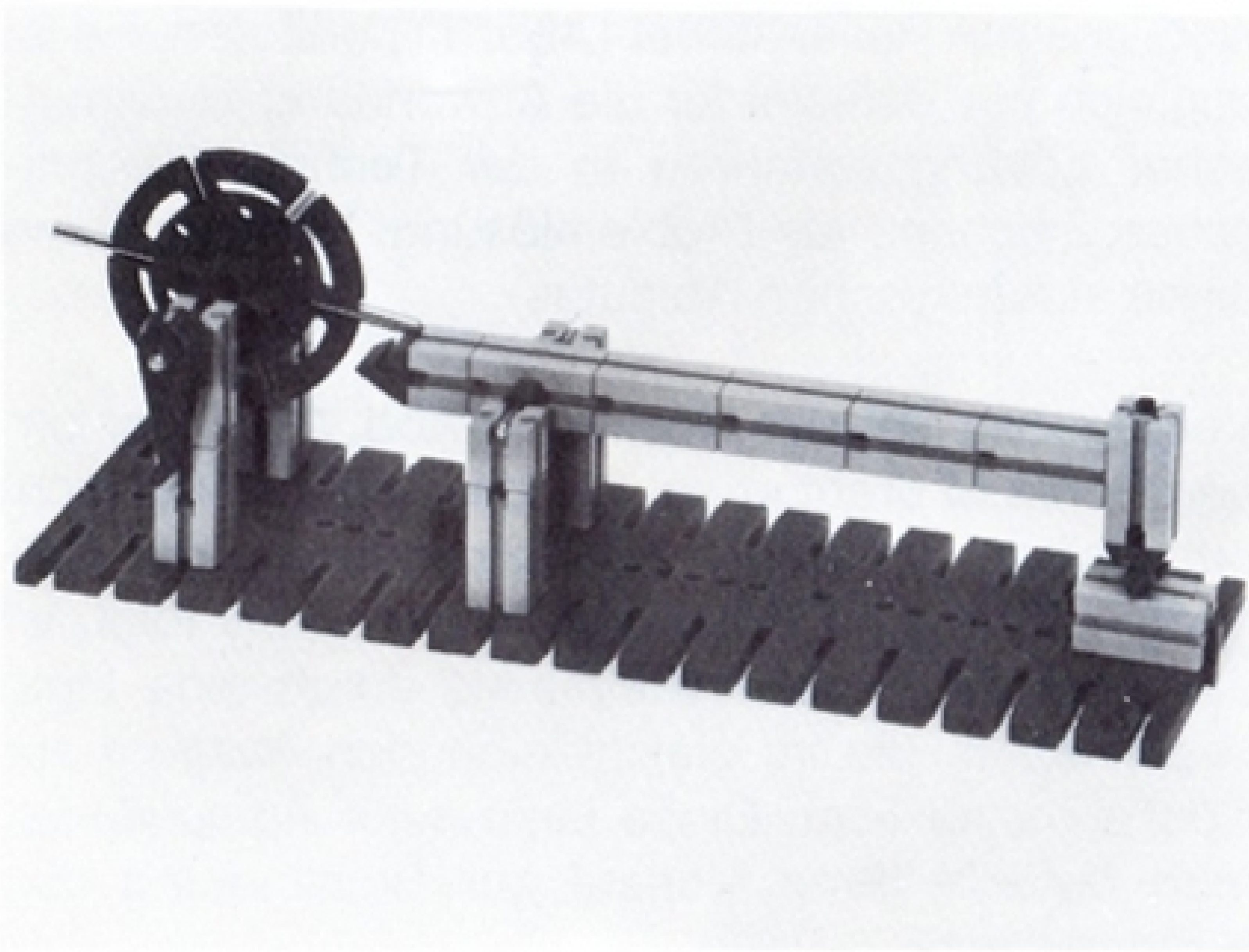


Abb. 9: Nockenscheibe mit radial eingesetzten Stiften

- Er soll erfahren, daß Hammerwerke durch Muskelkraft, Naturkräfte, Dampf und Elektromotoren angetrieben werden können.
- Der Schüler soll die Funktion des Hammerwerks beschreiben können, dabei insbesondere auf die Anwendung der Hebelgesetze eingehen und sie formulieren können.
- Der Schüler soll erkennen, daß auch ein Hammerwerk aus vier wesentlichen Funktionsteilen besteht: Antriebsteil, Übertragungsteil, Arbeitsteil, Gestell.

2.2 Lernkontrolle

- Benennen der Teile und Beschreiben des Bewegungsablaufes.
- Schriftliches Beantworten von Wiederholungsfragen zur Stunde.
- Beurteilen des funktionstüchtigen Modells.

3. Durchführung

3.1 Einführung

Als Motivation dient die Entwicklung eines Handwerkszeugs, die in der Form einer Geschichte vorgelesen wird. Der Schüler soll daran die Mechanisierung der Arbeitsmaschine Hammerwerk erfahren. Es werden verschiedene Möglichkeiten des Antriebs eines Hammerwerks mit den Schülern besprochen. Dies soll im Lehrer-Schüler-Gespräch gesammelt, in die Entwicklung eingeordnet, sowie hinsichtlich der Vor- und Nachteile besprochen werden. Die Schüler sollen aufgrund von Fragen und Impulsen in die Richtung der Aufgabenstellung geführt werden.

Hierbei kommt es vor allem darauf an, dem Schüler die Möglichkeit zur Kommunikation und zur Spontaneität zu geben.

3.2 Erarbeitung

1. *Teilziel:* Aufwärtsbewegung und freies Herunterfallen des Hammers.

Auf die Frage, welche Bewegung ein Schmiedehammer ausführen muß, reicht die Antwort „Auf- und Abbewegung“ nicht aus. Es ist eine *geführte* Aufbewegung und ein *freies* Herunterfallen. Der Hammer muß mit Wucht auf das Werkstück fallen.

2. *Teilziel:* Problem der Umwandlung einer Drehbewegung in eine Auf- und Abbewegung.

Von der Frage, welche Bewegungen ein Wasserrad ausführt, wird die Frage nach der notwendigen Umwandlung abgeleitet. Die Schüler erhalten den Auftrag, einige Lösungsmöglichkeiten dafür zu finden, wie diese unterschiedlichen Bewegungen ineinander übergeführt werden. Die verschiedenen Vorschläge werden an der Tafel zeichnerisch festgehalten und erklärt.

Im Lehrer-Schüler-Gespräch werden die Tafelskizzen auf ihre Funktionstüchtigkeit untersucht. Daraus folgt die Erkenntnis, daß ein spezifisches Übertragungsteil notwendig ist, damit eine Umwandlung stattfindet.

3. *Teilziel:* Benennen der vier wesentlichen Teile des Hammerwerks als Grundkategorien des Maschinenbegriffes.

4. *Teilziel:* Bau des Funktionsmodells

Die Schüler bekommen den Auftrag, mit dem Lernbaukasten ein Hammerwerk zu bauen, bei dem der Hammer angehoben wird und durch die eigene Schwerkraft herunterfällt. Als Antriebsteil dient eine Kurbel. Das Herstellen aus vorgefertigten Teilen erscheint günstig, denn der Zeitaufwand ist gering.

3.3 Auswertung und Kontrolle

Während die Schüler noch bauen, treffe ich eine Auswahl von funktionstüchtigen und einigen fehlerhaften Arbeiten, die dann besprochen werden. Man kann nicht alle Arbeiten besprechen, oft sind ähnliche Modelle dabei. Es würde die Schüler mit der Zeit langweilen. Die Schüler versammeln sich mit ihren Hockern an einer Werkbank. Sie sollen verschiedene Lösungsmöglichkeiten kennenlernen, die Anwendung der besprochenen Punkte finden, bessere Vorschläge bringen und Vor- und Nachteile verschiedener Konstruktionsmöglichkeiten finden. Die Besprechung der Arbeiten ist zugleich verbale Lernzielkontrolle. Auf diese verbale folgt eine schriftliche: Fragen werden an die Tafel geschrieben, und die Schüler schreiben nur die Lösungen auf ein leeres Blatt. Anschließend folgt ein verbaler Vergleich der richtigen und falschen Lösungen.

4. Ergänzung: Kinematische Grundlagen des Nockenanstriebs (W. Traebert)

Bei dem vorliegenden Beitrag handelt es sich nur vom Einstieg her um eine globale maschinentechnische Fragestellung.

Spezifisches technisches Problem ist vielmehr die vom Schüler zu findende Umwandlung der (gleichförmigen) Drehbewegung in die (ungleichförmige) Auf- und Abbewegung des Hammers, die – abgesehen von der Hebelgesetzlichkeit – über ein Nockentriebwerk gelöst wird. Solche Getriebe sind wegen ihrer universellen Verwendbarkeit in der Technik außerordentlich häufig, geradezu repräsentativ im Bereich mechanischer Programmspeicher. Es sei aus diesem Grunde erlaubt, sich etwas näher mit dem theoretischen Hintergrund zu beschäftigen.

Nocken gehören zu den Kurvengetrieben, mit denen es praktisch möglich ist, jede beliebige Bewegungsfunktion zu realisieren, d.h. umlaufende, schwingende oder schiebende Abtriebsbewegungen aus der meist vorhandenen gleichförmigen Antriebsbewegung (Drehbewegung) erzeugen.

Sie bestehen aus einem meist als Kurve (Außen- oder Innenkurve) gestalteten Antriebselement und einem Abtastorgan, das kraftschlüssig oder formschlüssig damit verbunden ist (Abb. 10); beide Teile sind durch das Gestell miteinander verbunden. Wenn Kurvenscheiben aus Teilen von Kreisbögen bestehen, spricht man von harmonischen Nocken, sind die Flankenstücke gerade, so bezeichnet man sie als Tangentenocken.

Das einem bestimmten Nocken zugehörige Bewegungsgesetz läßt sich zeichnerisch auf einfache Weise ermitteln und sei deshalb am Beispiel eines

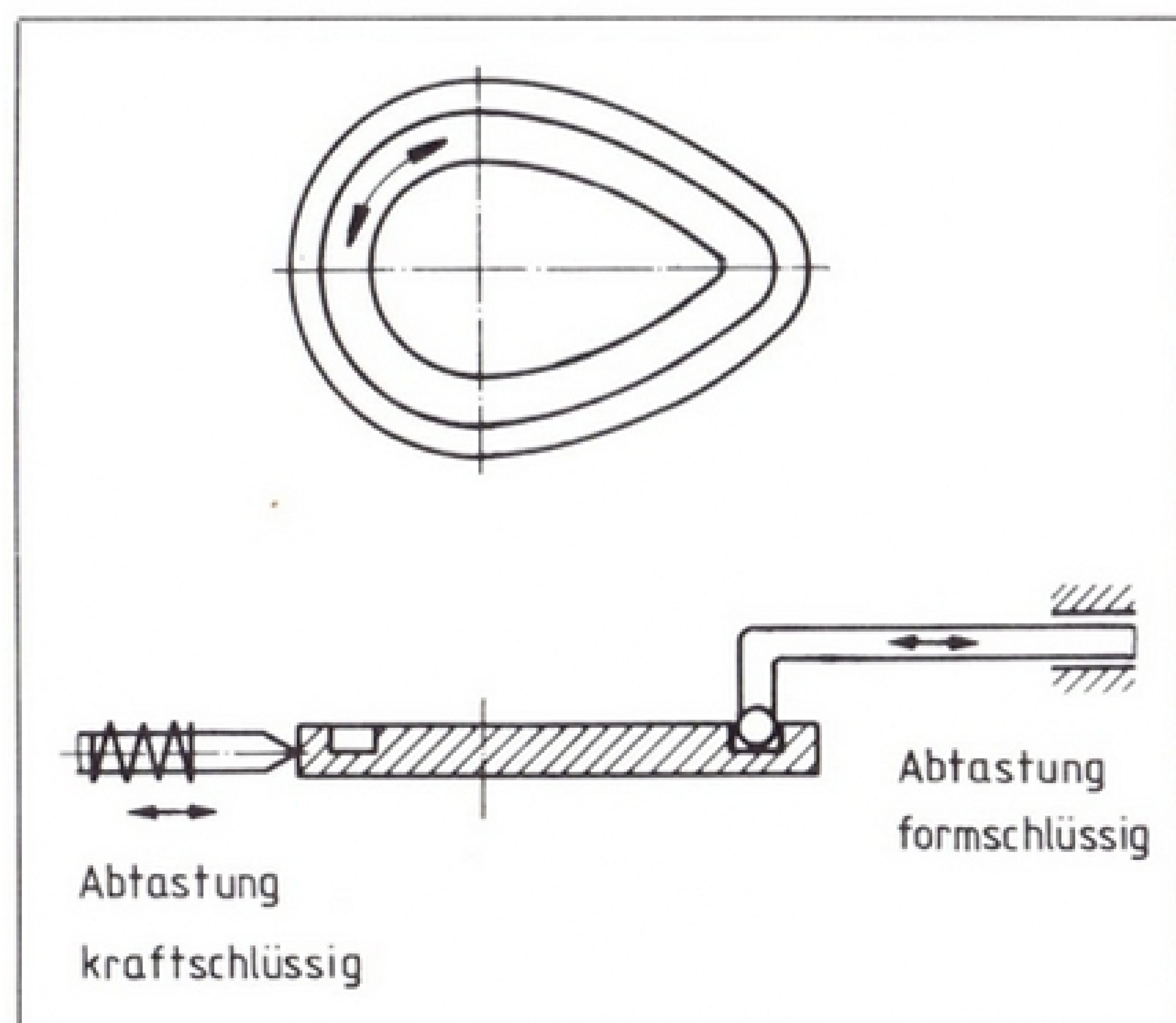


Abb. 10: Prinzip der Nockenwelle

Nockens mit Rollenstößel (Abb. 11) erläutert. Es ist zugleich ein Beispiel für die Anwendung zeichnerischer Lösungsverfahren in der Technik (Technisches Zeichnen als Problemlösung: Vorwegnahme eines kinematischen Ablaufes).

Vorgegeben sei der Nocken in Abb. 11a), der um den Punkt M drehbar sei. Da der Rollenstößel nicht unmittelbar, sondern – zur Verminderung der Reibung – über eine Rolle dem Nockenprofil folgt, ist der Weg des Rollenmittelpunkts durch eine Linie beschrieben, die im gleichbleibenden Abstand zur Nockenflanke liegt. Diese Linie heißt *Äquidistante*, man braucht ihren Verlauf zur Bestimmung des Hubgesetzes.

Da der Sektor γ Teil eines Kreisbogens (Grundkreis) ist, sind definitionsgemäß alle Punkte gleichweit von M entfernt, der Rollenstößel bleibt folglich in Ruhe. Dieser Teil wird als *Rast* bezeichnet, die Dauer der Rast ist bestimmt durch den Winkel γ als Teil einer vollen Umdrehung. Der Stößel beginnt sich zu heben, wenn der Nockenkurvenverlauf (positiv) vom Kreisbogenprofil abweicht ($h = (M-3) \cdot r_0$) und erreicht seinen höchsten Wert bei $h_{\max} = (M-9) \cdot r_0$.

Die zeichnerische Zuordnung verschiedener Winkel α und Hubwerte ergibt, da Drehwinkel und Zeit (bei gleichförmiger Bewegung) einander entsprechen, die *Weg-Zeit-Kennlinie* des Nockens (Abb. 11b), wobei in Gebieten starker Krümmung (7–11) die Meßpunkte dichter liegen sollten.

Umgekehrt läßt sich dieses zeichnerische Verfahren auch zur Entwicklung eines Nockenprofils bei vorgegebenem Weg-Zeit-Gesetz einsetzen. In diesem Fall wird die vorgegebene Hub-Charakteristik auf den Winkelstrahlen abgetragen und die Werte ergeben – verbunden – den Verlauf der Äquidistanten und damit der Nockenflanke.

Insofern wird hier ein zeitlicher Ablauf durch den Verlauf des Nockenprofils gespeichert und damit dargestellt.

In diesem Fall geht man wie folgt vor:

- Wahl des Grundkreises (r_0) und des Drehpunktes M;
- Einzeichnen der verschiedenen Winkel als Strahlen von M aus;
- Abgreifen der jeweils zugehörigen h-Werte aus dem Diagramm ($h = f(\alpha)$) und Abtragen auf den Strahlen vom Grundkreis aus (= Äquidistante);
- Wahl des Rollendurchmessers r und Einzeichnen der Rollen als Kreise in den verschiedenen Winkelpositionen auf der Äquidistanten;

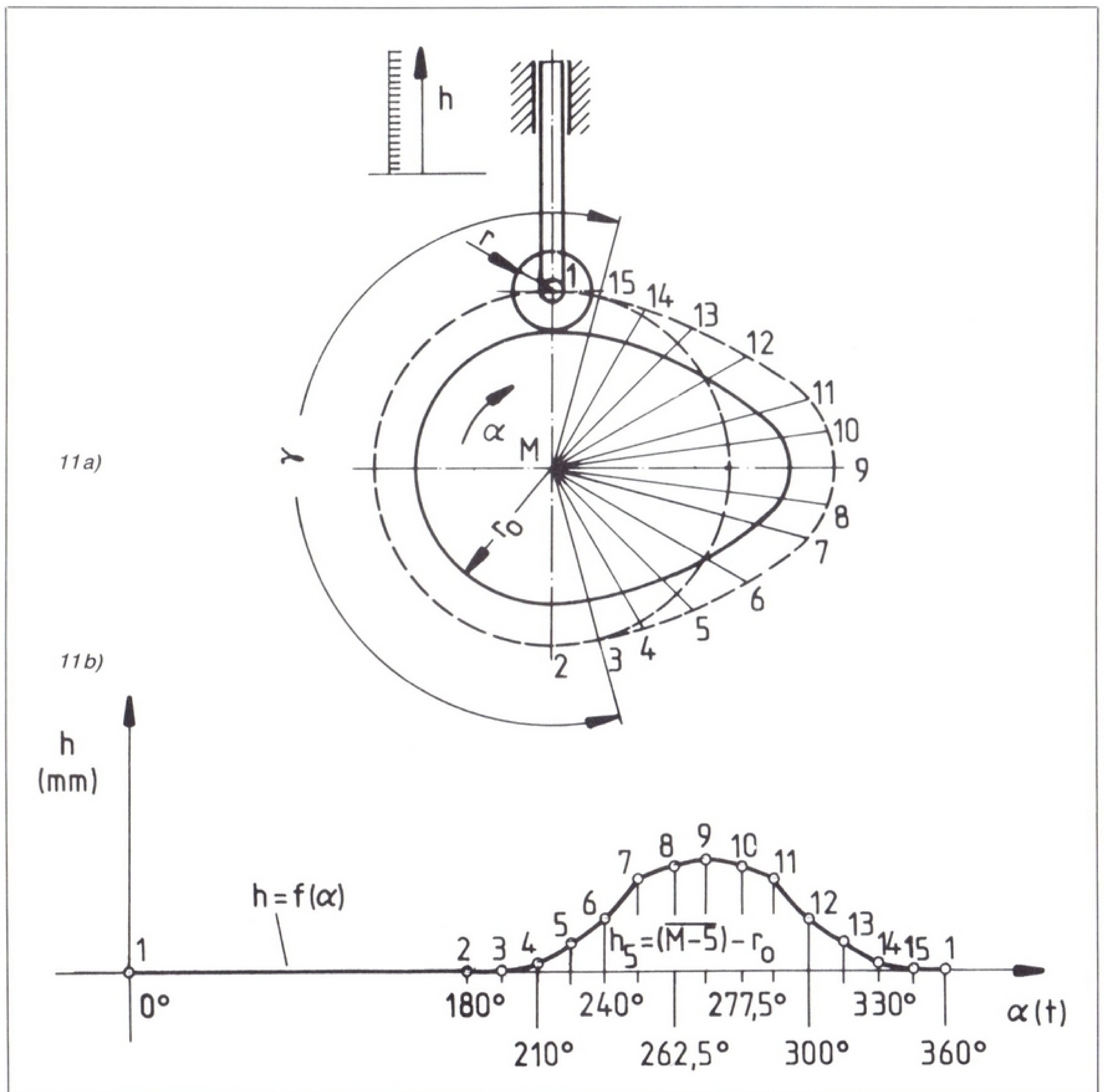


Abb. 11: Bestimmung der Weg-Zeit-Kennlinie

- Nockenprofil aus Tangenten an diese Kreise ermitteln;
- Drehrichtung der Nockenscheibe bestimmen.

In diesem Fall wird synthetisch (im Unterschied zum ersten analytischen Weg) der Profilverlauf des Nockens aus dem gewünschten Bewegungsgesetz abgeleitet. Dieses Verfahren ist dann erforderlich, wenn – wie dies meist der Fall ist – eine bestimmte Bewegungscharakteristik vom Verwendungszweck her vorgeschrieben ist. In den meisten Fällen wird auch keine symmetrische Nockenform vorliegen, da dies gleiches Vor- und Rücklaufverhalten ergäbe,

was im Normalfall weder notwendig noch erwünscht ist. Diese zeichnerische Lösung erlaubt den Ersatz der meist zeitaufwendigeren Arbeit durch Experimentieren, sie ist zugleich realitätsadäquater. Der Richtigkeitsnachweis kann gleichwohl leicht durch Experiment (Pappscheibe und -streifenmechanik oder Baukastenelemente mit Schreiber) geführt werden.

Quellenhinweis:

Lueger: Lexikon der Technik, Stuttgart 1968 Bd. 1, S. 280 ff., Bd. 13, S. 553

Lehrpläne für das Fach Technik/ technisches Werken und das fischertechnik- Schulprogramm

Fortsetzung der in Heft 3/77 (Lehrplan Orientierungsstufe Baden-Württemberg) und Heft 4/77 (Orientierungsstufe/Sekundarstufe I Bayern) begonnenen Reihe.

In den Lehrplänen sind Einheiten enthalten, deren Ziele besonders durch den Einsatz technischer Baukästen erreicht werden können. Die Information in diesem Heft bezieht sich auf den Lehrplan für die Hauptschule in Nordrhein-Westfalen.



3. Hauptschule Nordrhein-Westfalen

Richtlinien und Lehrpläne in Nordrhein-Westfalen, A. Henn Verlag Ratingen 1973.

Bei den Fischer-Werken erscheint eine Zusammenstellung, die eine Orientierungshilfe für die Unterrichtsvorbereitung sein soll. Diese Zusammenstellung enthält die Themen und Aufgabenvorschläge, die Ziele/Inhalte, bei denen der Einsatz technischer Baukästen zweckmäßig ist und Hinweise für den Unterricht. Sie weist auf Unterrichtshilfen hin, die den Einsatz der fischertechnik-Lernbaukästen erleichtern. In diesen Veröffentlichungen sind didaktische und methodische Hinweise meist in der Form ausgearbeiteter Unterrichtsbeispiele enthalten. Modellbeispiele und Sachinformationen ergänzen die Beiträge. Ferner wird mitgeteilt, welche Baukästen für den jeweiligen Bereich benötigt werden.

Die Druckschrift „Lehrplanauszug Hauptschule in Nordrhein-Westfalen“ kann zum kostenlosen Bezug bei den Fischer-Werken angefordert werden.

Auf folgende Unterrichtshilfen wird in der Übersicht unten verwiesen:

- *Walter Breunig, Hans Maier, Gerhard Ruckwied, Helmut Wiederrecht:* Technische Elementarbildung in der Primarstufe, Handbuch II
Fischer-Werke Art.-Nr. 39440 1
- *Horst Hörner – Fritz Kaufmann:* Statische Probleme bei Brücken, Türmen und Masten. Handbuch III
Fischer-Werke Art.-Nr. 39441 1
- ▣ *Pfeiffer-Rolff-Schietzel-Schmayl-Vollmers:* Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr – ein Erfahrungsbericht
Fischer-Werke Art.-Nr. 39285 1
- ☑ *Heft 3 A1 – A. Keßler – G. Ruckwied:* Lernbaukästen für Elektrotechnik u-t 3/1 und u-t 3; Beschreibung, Handhabung und Verwendungsmöglichkeiten der Bauelemente
Fischer-Werke Art.-Nr. 39312 1
- ☒ *Heft 3 A2 – A. Keßler – G. Ruckwied:* Schwachstromanlagen für Überwachung, Steuerung und Regelung
Fischer-Werke Art.-Nr. 39313 1
- ☐ **Forum** technische Bildung, ein Informationsdienst der Fischer-Werke für Schulen. Die zusätzlichen Zahlen geben die Nummer des Heftes und den Jahrgang an.
- ☐ **fischertechnik – hobby**, Experimente und Modelle. Die Ziffern geben das einzelne Heft an (1-1 bedeutet hobby 1 Band 1).
Fischer-Werke

Technische Baukästen können insbesondere in den folgenden Bereichen eingesetzt werden:

Maschinentechnik

Unterrichtshilfen

- , ▣, ☐ 1/73, 2/73, 1/74, 3/74, 1-4/75, 1/76, 2/77,
- ☐ 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5

Baukästen

u-t 1 Grundkasten
u-t 2 Motor und Getriebe
Stromversorgung: mot 4 Netzgerät mit Spannungsregler oder 4,5 V Flachbatterie.
Zusätzlich: Werkmaterial

Bautechnik

Unterrichtshilfen

- , ☐ 3/74, 4/74, 2/75, 2/76, ☐ 1-3, 1-4, 1-5

Baukästen

u-t 1 Grundkasten
u-t S Statik
Zusätzlich: Werkmaterial

Informationstechnik

Unterrichtshilfen

- ☑, ☒, ☐ 2/73, 1/74, 2/74, 2/76, 4/76, 1/77, 2/77;
- ☐ 3-1, 3-2, 4-1

Baukästen

u-t 1 Grundkasten
u-t 3/1 (oder u-t 3) Schalten und Steuern
u-t 4/1 (oder u-t 4) Steuern und Regeln
Stromversorgung: mot 4 Netzgerät mit Spannungsregler.
Zusätzlich: Werkmaterial

Modellbeispiele zu den Lehrplanthemen

Auf den folgenden Seiten werden schwerpunktmäßig Modelle aus dem Bereich Maschinentechnik vorgestellt.

Aus Platzgründen können die vielen unterschiedlichen Konstruktionsmöglichkeiten und -varianten nicht dargestellt werden.

Klassen 5 und 6

Lehrplanthema Hebelmechanismen: Hebelbewegungen und Hebelwirkungen

Abb. 1: Einfaches Modell des mechanischen Bahnsignals. Die Bewegung des Hebels wird durch die Stellstange auf den Signalfügel übertragen.

Abb. 2: Mechanisches Bahnsignal. Die Bewegung des Stellhebels wird durch ein endloses Seil, das über Schnurlaufrollen geführt wird, auf das Stellrad übertragen. Über die Stellstange wird die Bewegung dann weiter zum Signalfügel geleitet.

Abb. 3: Bahnschranke mit Pendelstütze. Die Sperrvorrichtung verhindert das unbeabsichtigte Herunterfallen des Schrankenbaums. Das Zugseil ist über eine Umlenkrolle geführt. Sie ist an einer solchen Stelle am Gestell befestigt, daß sich ein günstiger



Abb. 1

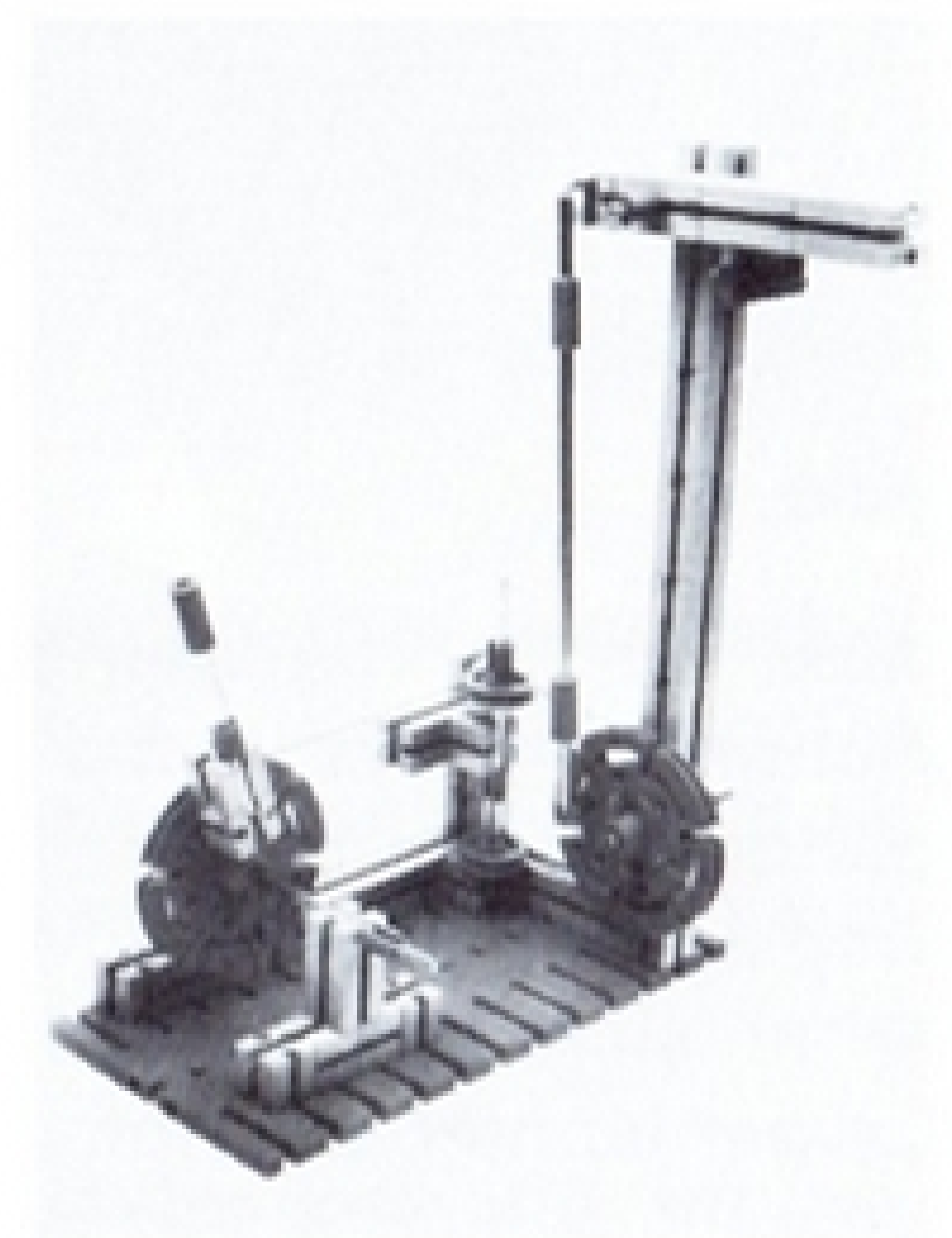


Abb. 2

Winkel für die Zugrichtung ergibt. Gegengewichte lassen sich am Schrankenbaum befestigen, sie verringern den Kraftaufwand beim Bedienen.

Abb. 4: Bahnschranke mit Aufschlagpfosten

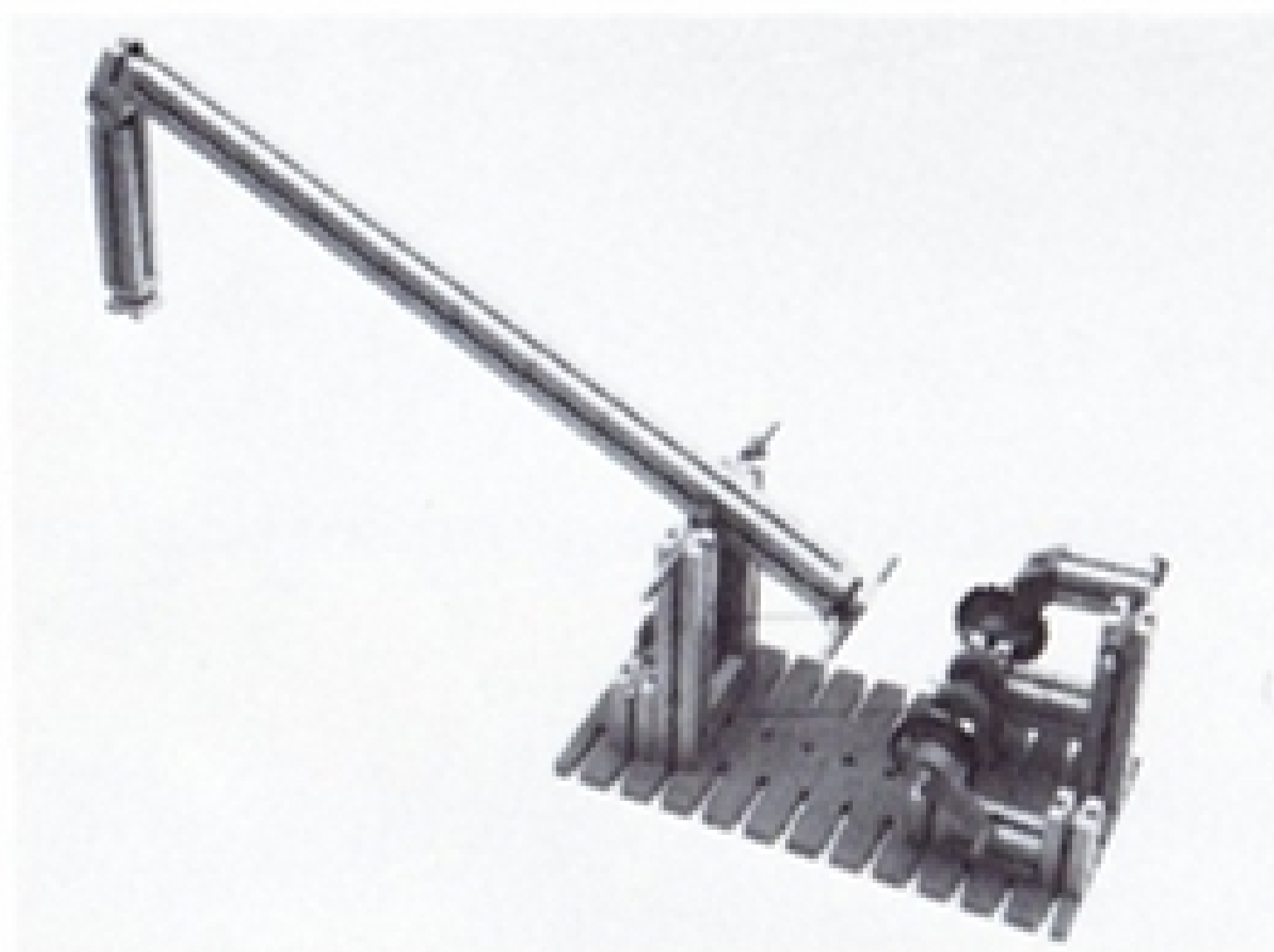


Abb. 3

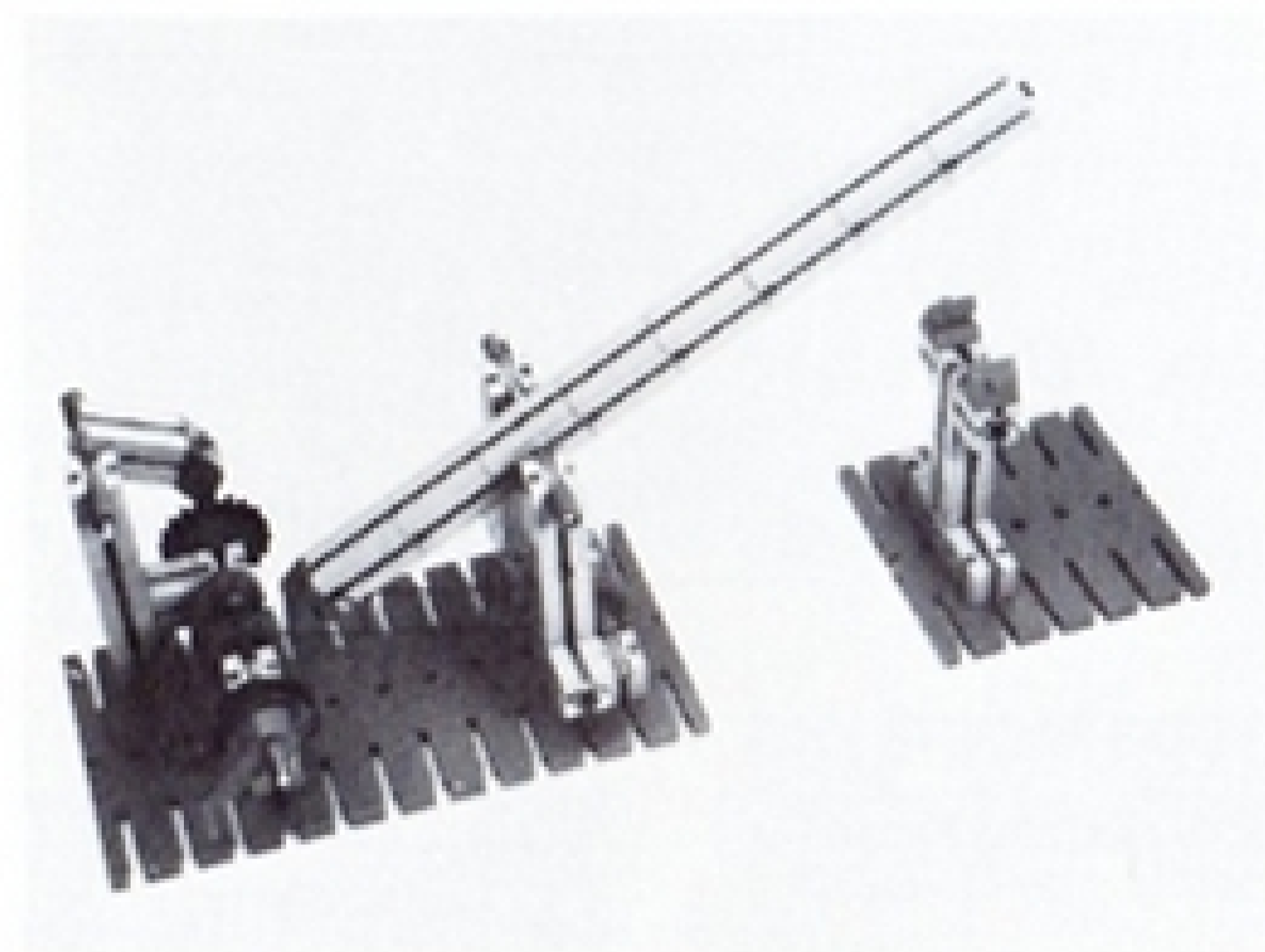


Abb. 4



Abb. 5

Lehrplanthema Rädergetriebe – Arbeits- und Energiemaschinen: Übersetzungen in Rädergetrieben

Abb. 5: Einfaches Reibradgetriebe mit Übersetzung ins Langsame. Die Lager der beiden Wellen (Bausteine 30) lassen sich stufenlos auf dem „Schlitten“

hin- und herschieben. Dadurch kann der Anpreßdruck verändert werden. Insbesondere läßt sich beobachten, daß bei zu geringem Anpreßdruck ein „Schlupf“ auftritt und schließlich keine Weiterleitung der Drehbewegung möglich ist („kraftschlüssig“).

Auf die hier und in den andern Modellen gezeigte Möglichkeit, Achslager stufenlos verschiebbar zu machen, sollte man die Schüler hinweisen. Sie wird bei vielen Konstruktionen von Getrieben benötigt.

Abb. 6: Reibradgetriebe mit Übersetzung ins Schnelle. Auf die zweite Welle ist ein „Zeiger“ montiert. Mit seiner Hilfe läßt sich die Umdrehungszahl der Abtriebswelle leicht zählen. In Abb. 5 ist statt dessen ein Zahnrad montiert. Mit Kreide wurde eine Stelle markiert. Auch sie dient dem leichteren Zählen der Umdrehungszahl.

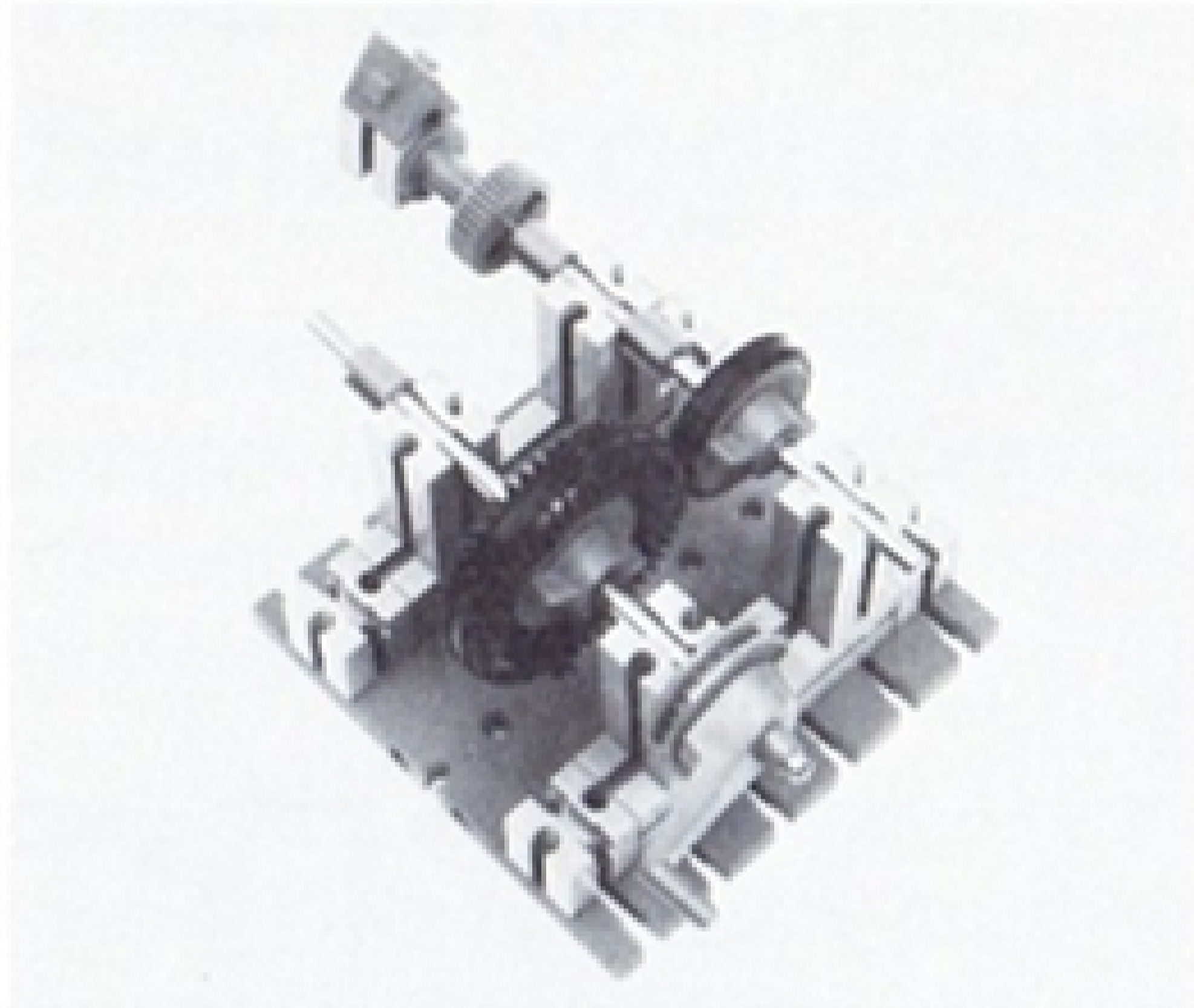


Abb. 6

Abb. 7: Zahnradgetriebe mit Übersetzung ins Langsame im Verhältnis 2:1. („Wenn sich das angetriebene Rad zweimal dreht, dreht sich das andere einmal.“)

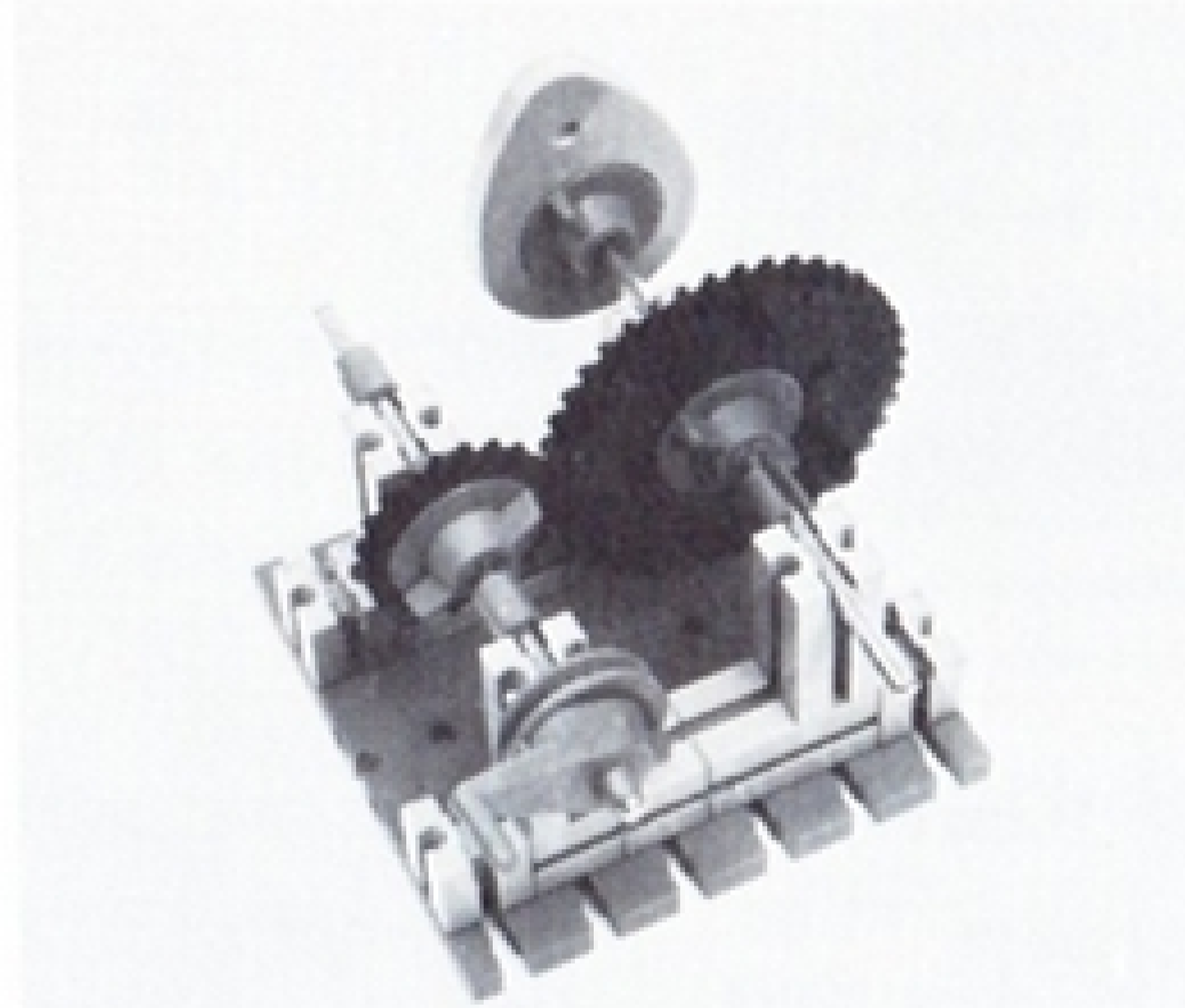


Abb. 7

Abb. 8: Zahnradgetriebe mit Übersetzung ins Schnelle im Verhältnis 1:4.

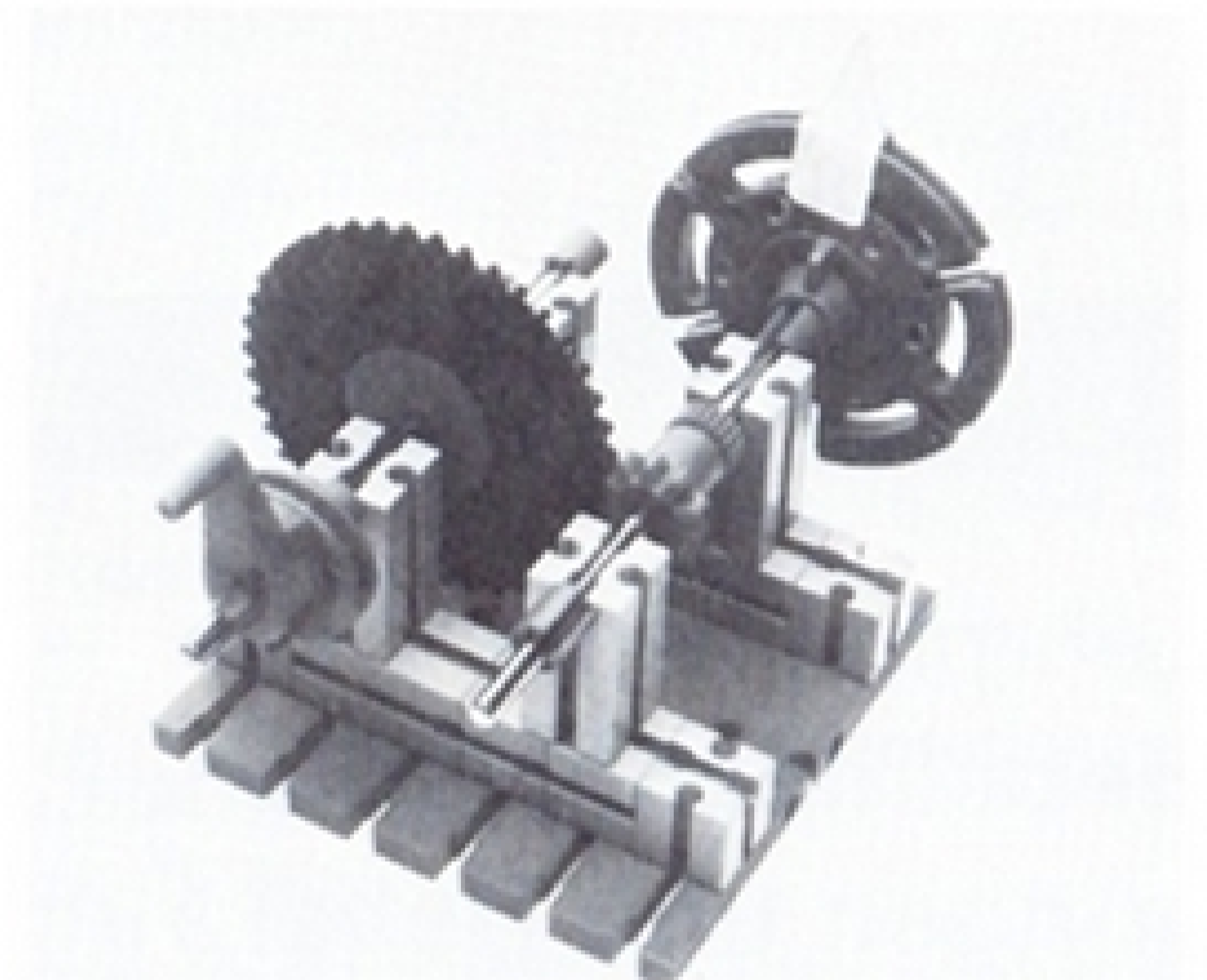


Abb. 8

Abb. 9: Zahnradgetriebe mit Übersetzung ins Schnelle im Verhältnis 1:4. Durch das Zwischenzahnrad bleibt die Drehrichtung zwischen Antrieb und Abtrieb gleich; auf das Übersetzungsverhältnis wirkt sich das Zwischenzahnrad nicht aus. Der Zeiger ist hier ein einfaches Klebeband.

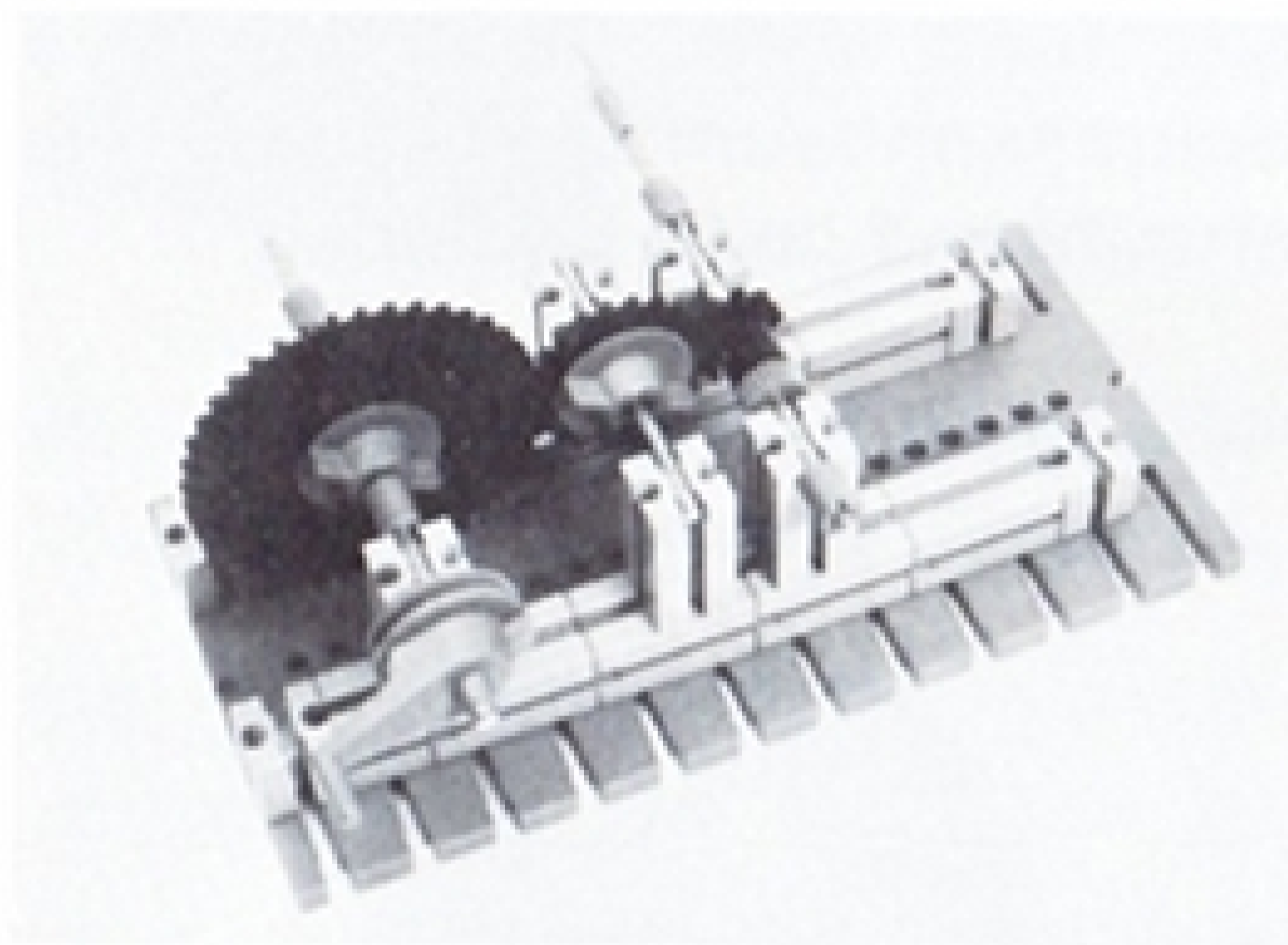


Abb. 9

Abb. 10: Einfaches Zugmittelgetriebe mit Übersetzung ins Langsame. Auch hier sitzen die Lager der beiden Wellen auf einem „Schlitten“, so daß die Spannung des Gummis verändert werden kann.

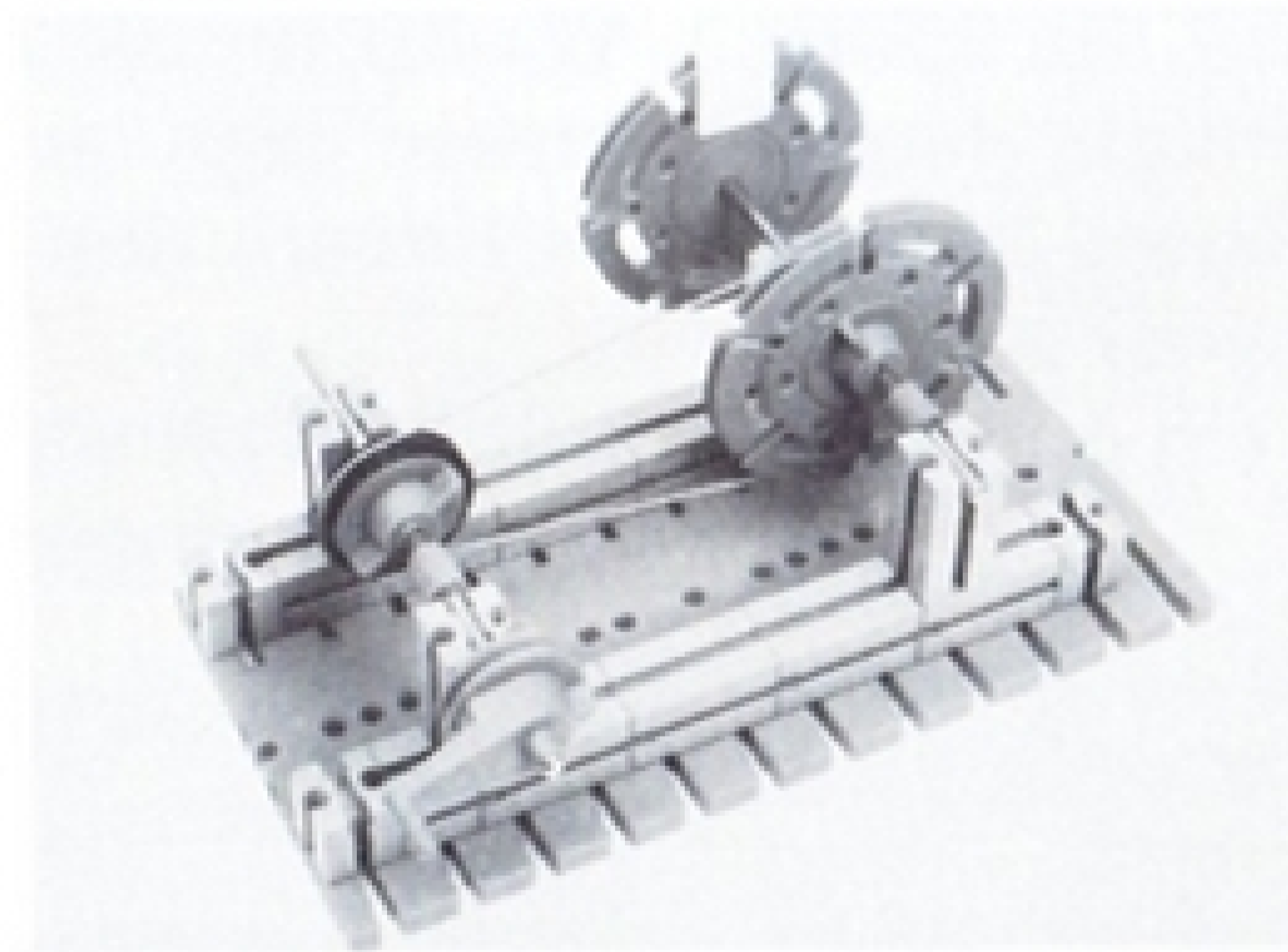


Abb. 10

Abb. 11: Zugmittelgetriebe mit Übersetzung ins Schnelle. Um die großen Zugkräfte aufzufangen, ist das Lager der beiden Wellen zusätzlich abgestützt.

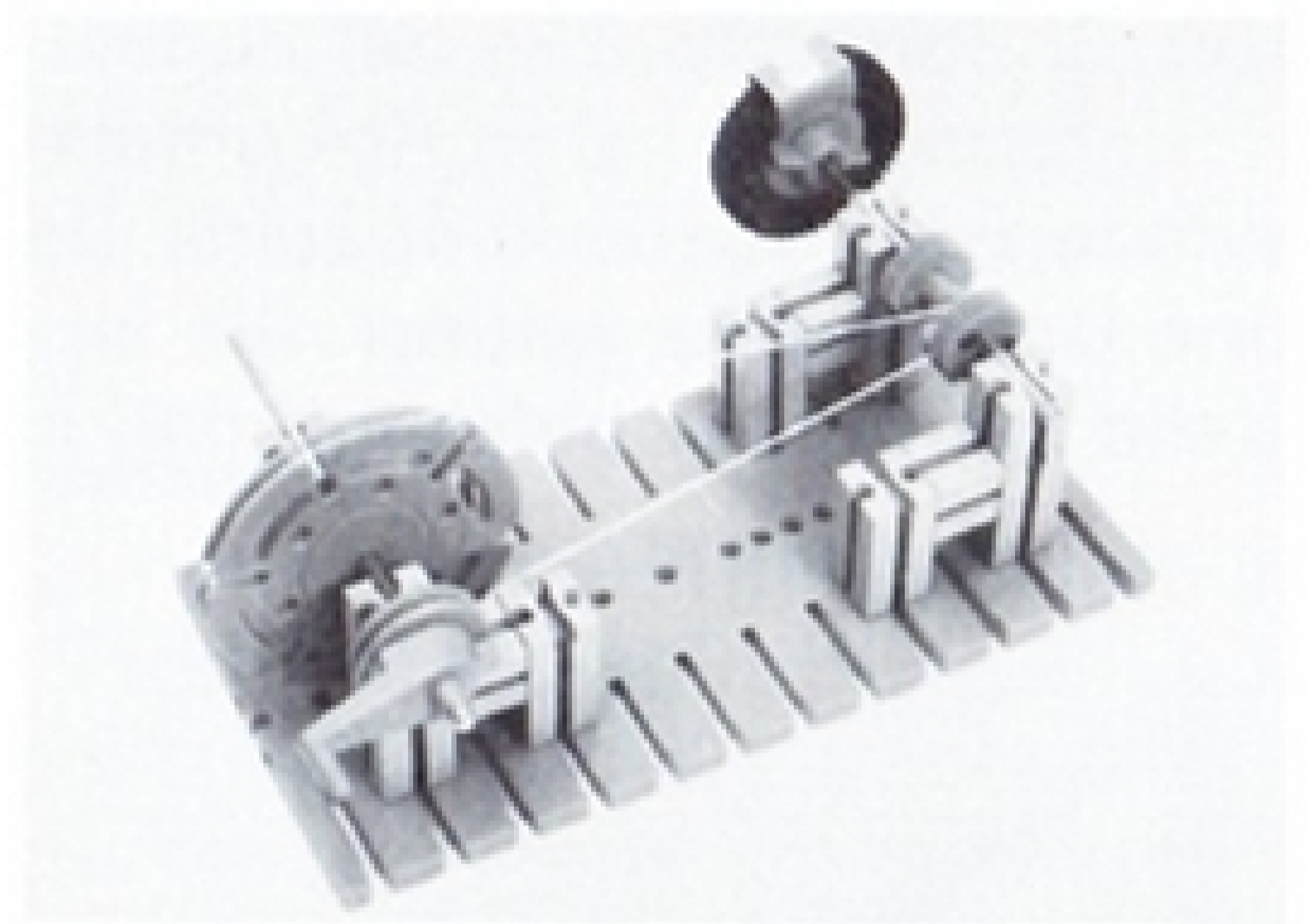


Abb. 11

Abb. 12: Zugmittelgetriebe mit (geringer) Übersetzung ins Langsame. Das Kreuzen des Zugmittels (hier Antriebsfeder) hat eine Umkehrung der Drehrichtung zwischen Antrieb und Abtrieb zur Folge.

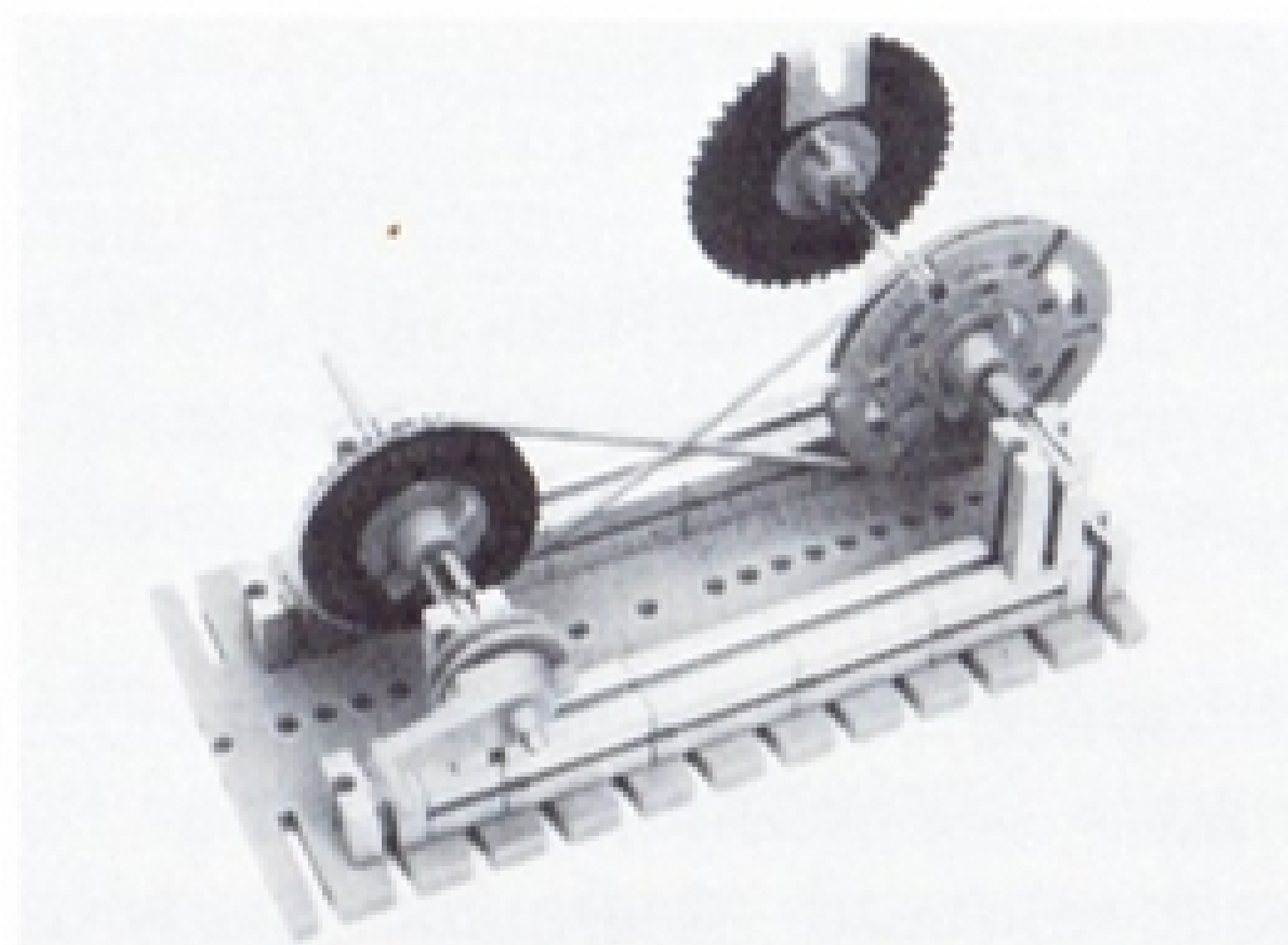


Abb. 12

Abb. 13: Weiterleiten der Drehbewegung im Winkel (90 Grad).

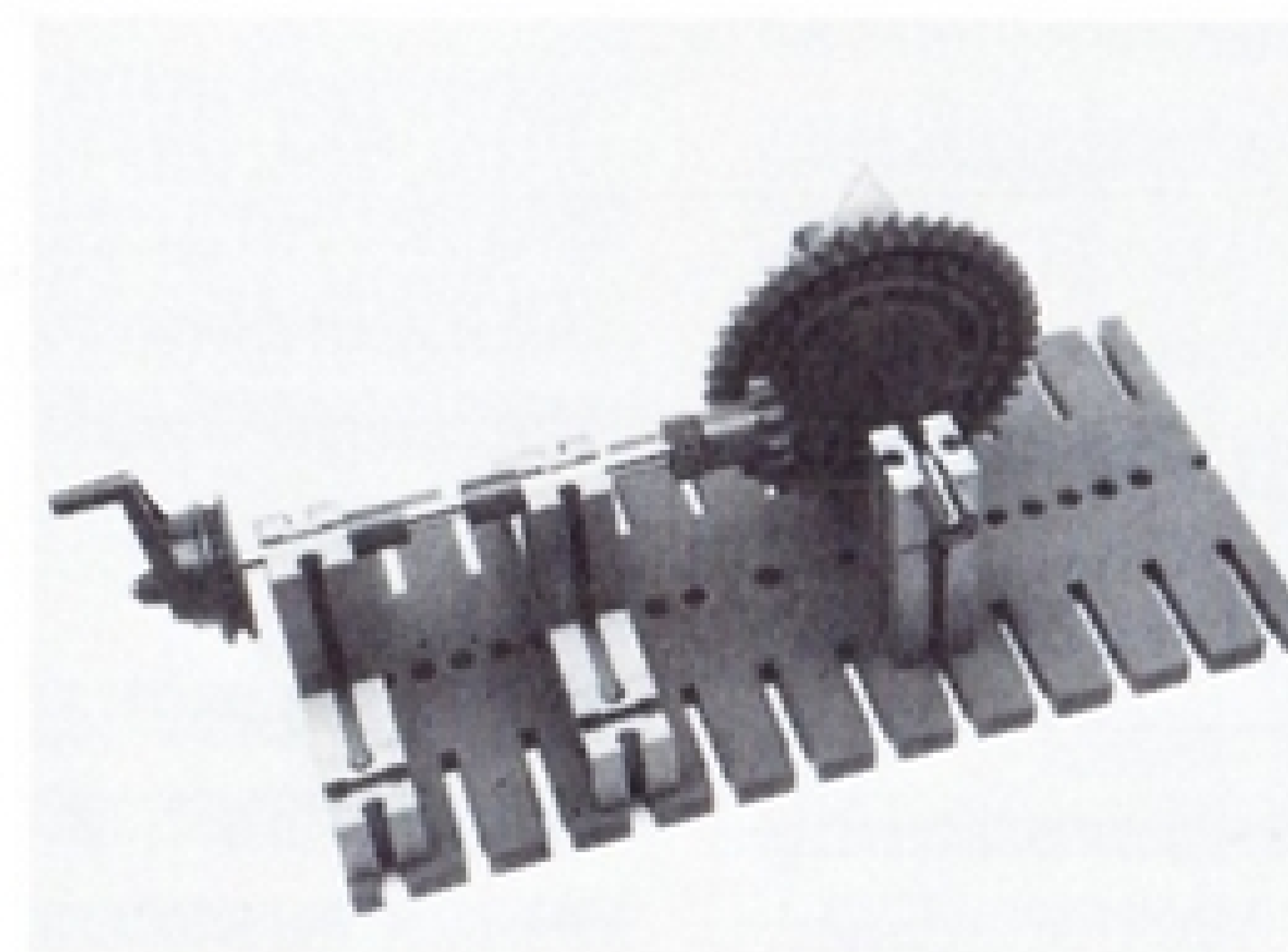


Abb. 13

Abb. 14: Weiterleitung der Drehbewegung im Winkel mit Hilfe von zwei Kegelzahnradern.

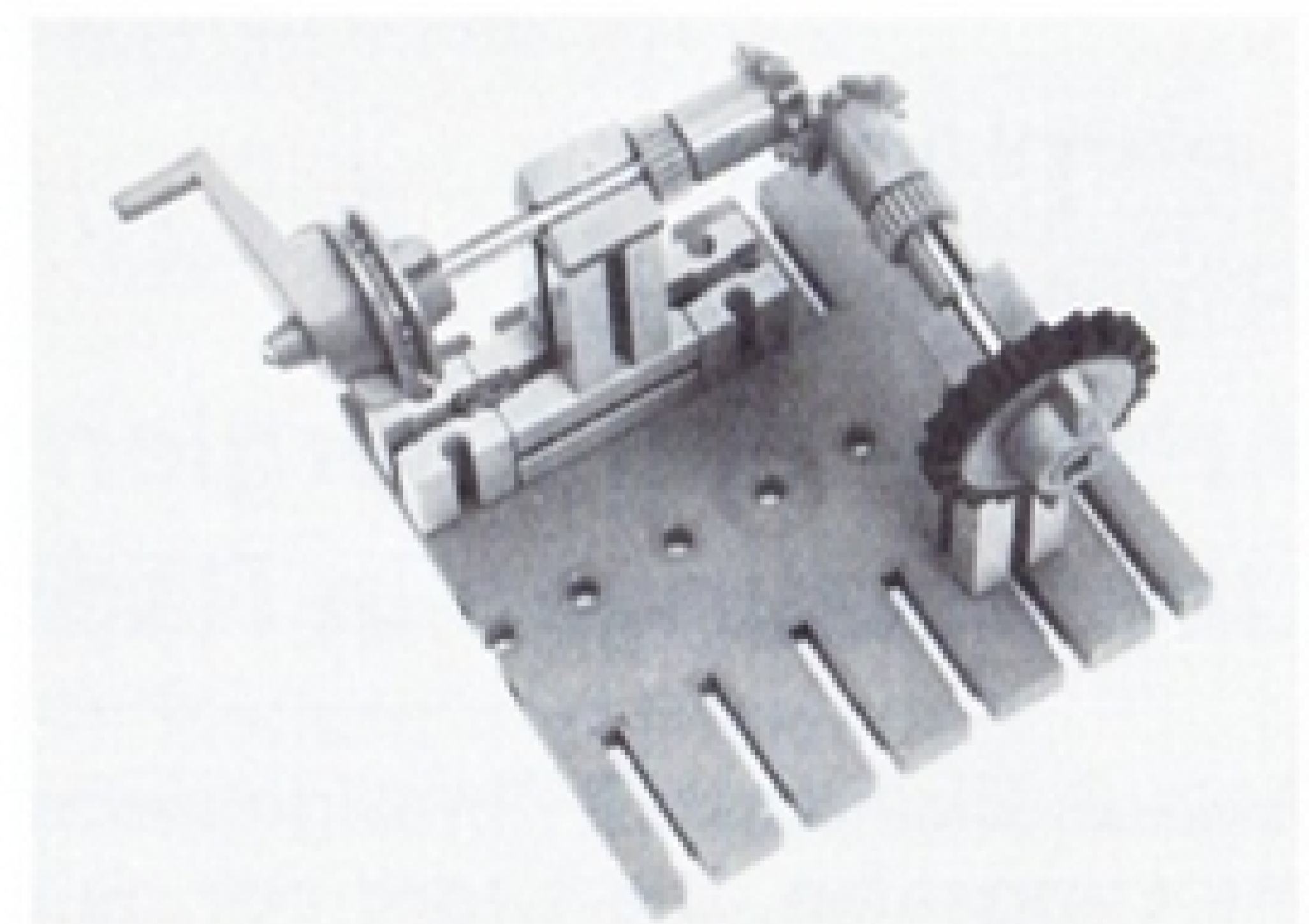


Abb. 14

Abb. 15: Mit Hilfe des „Kardangelenks“ lassen sich Drehbewegungen im Winkel weiterleiten. Der Winkel läßt sich leicht verändern.

Abb. 16: Auch mit Zugmitteln (hier Bindfaden) läßt

sich eine Drehbewegung im Winkel weiterleiten. Das Zugmittel wird dazu durch Umlenkrollen geführt. Die Lager der beiden Wellen lassen sich wieder stufenlos verschieben, um so den Bindfaden zu spannen.

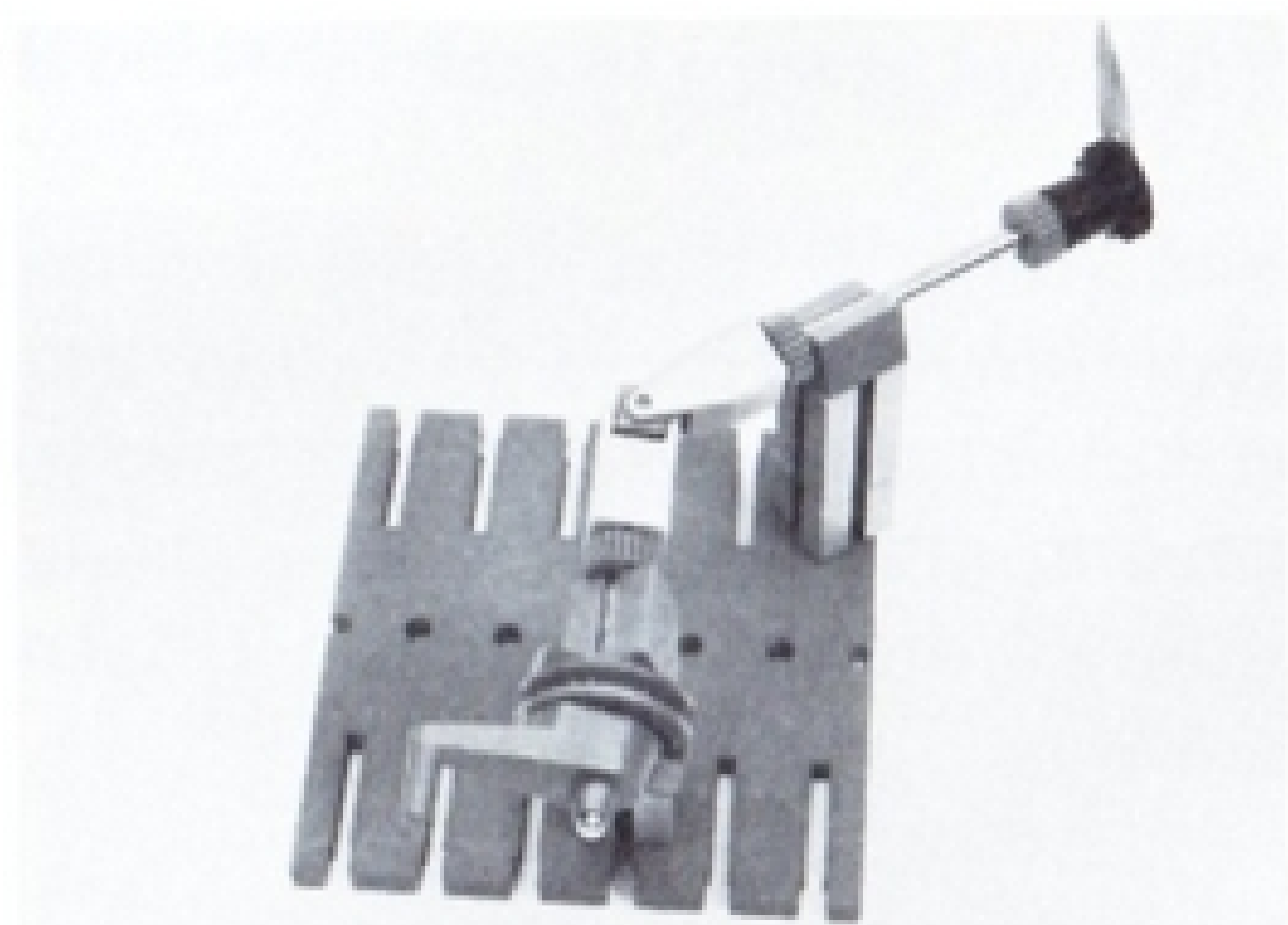


Abb. 15

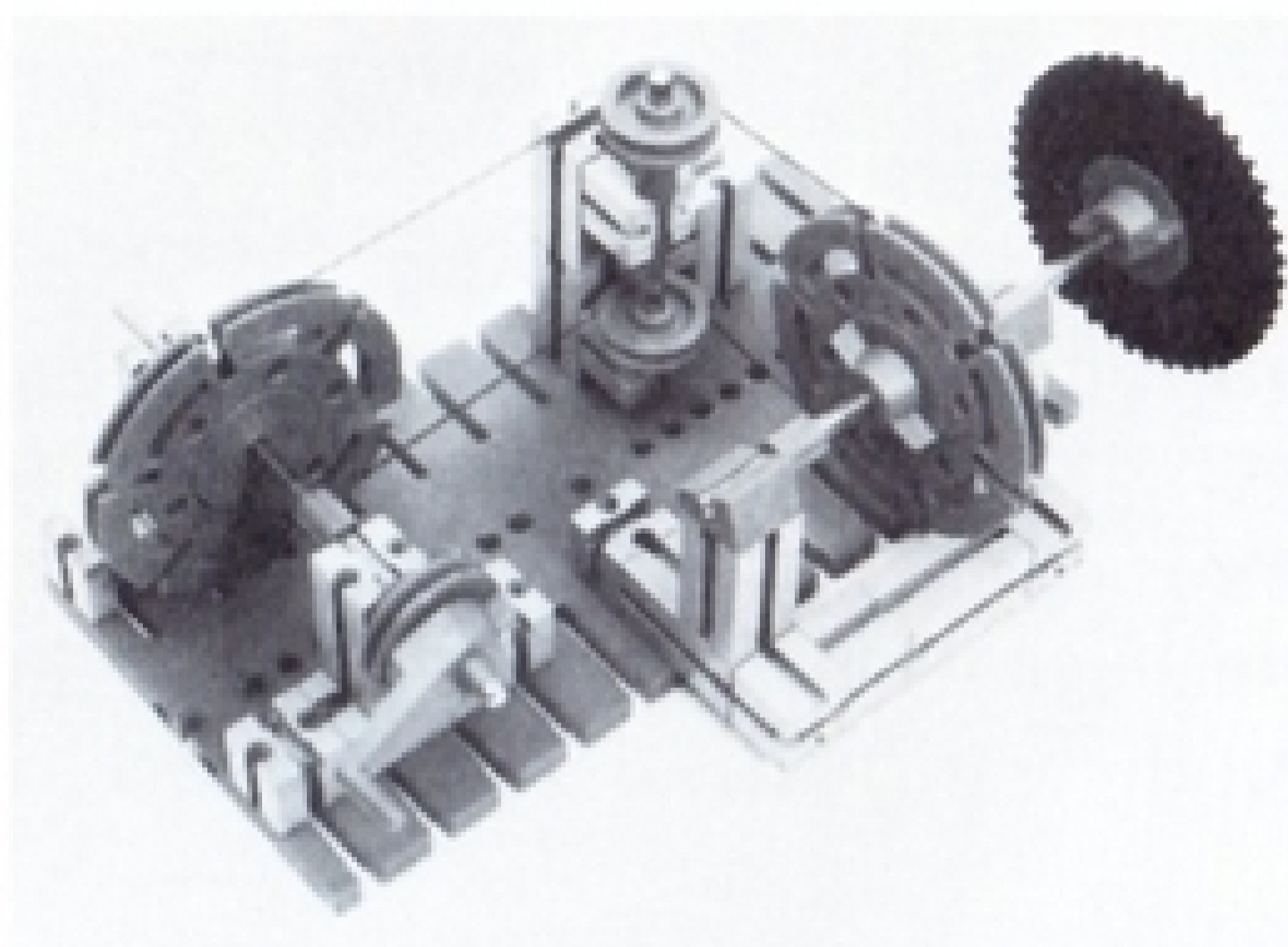


Abb. 16

Lehrplanthema Maschinen verwandeln Kraft/Energie

Abb. 17: Modell eines „Gummimotors“. Um die Länge des Gummibandes gut auszunutzen, ist es hier über Umlenkrollen hin- und hergeführt. Durch Drehen der Kurbel wird der Bindfaden aufgewickelt und das Gummiband gespannt. Die Sperrklinke greift in das Zahnrad und verhindert so ein unbeabsichtigtes Loslaufen des Gummimotors. Wird die Sperre gelöst, so zieht sich der Gummi zusammen, und die Welle mit dem Zahnrad wird gedreht.

(Elastisches Material kann Kräfte/Energie speichern.)

Abb. 18: Antrieb durch Gewicht. Das herunterfallende Wägestück versetzt die Welle in Drehung. Da der Bindfaden auf die Drehscheibe aufgewickelt ist, ergibt sich ein vergleichsweise großes Drehmoment (vgl. auch Abb. 19).

Abb. 19: Antrieb durch fallendes Gewicht. Im Gegensatz zum Modell von Abb. 18 wirkt hier die Kraft auf einen kleinen Hebel (Länge des Hebels hier: Radius der Seiltrommel; Länge des Hebels in Abb. 18: Radius der Drehscheibe).

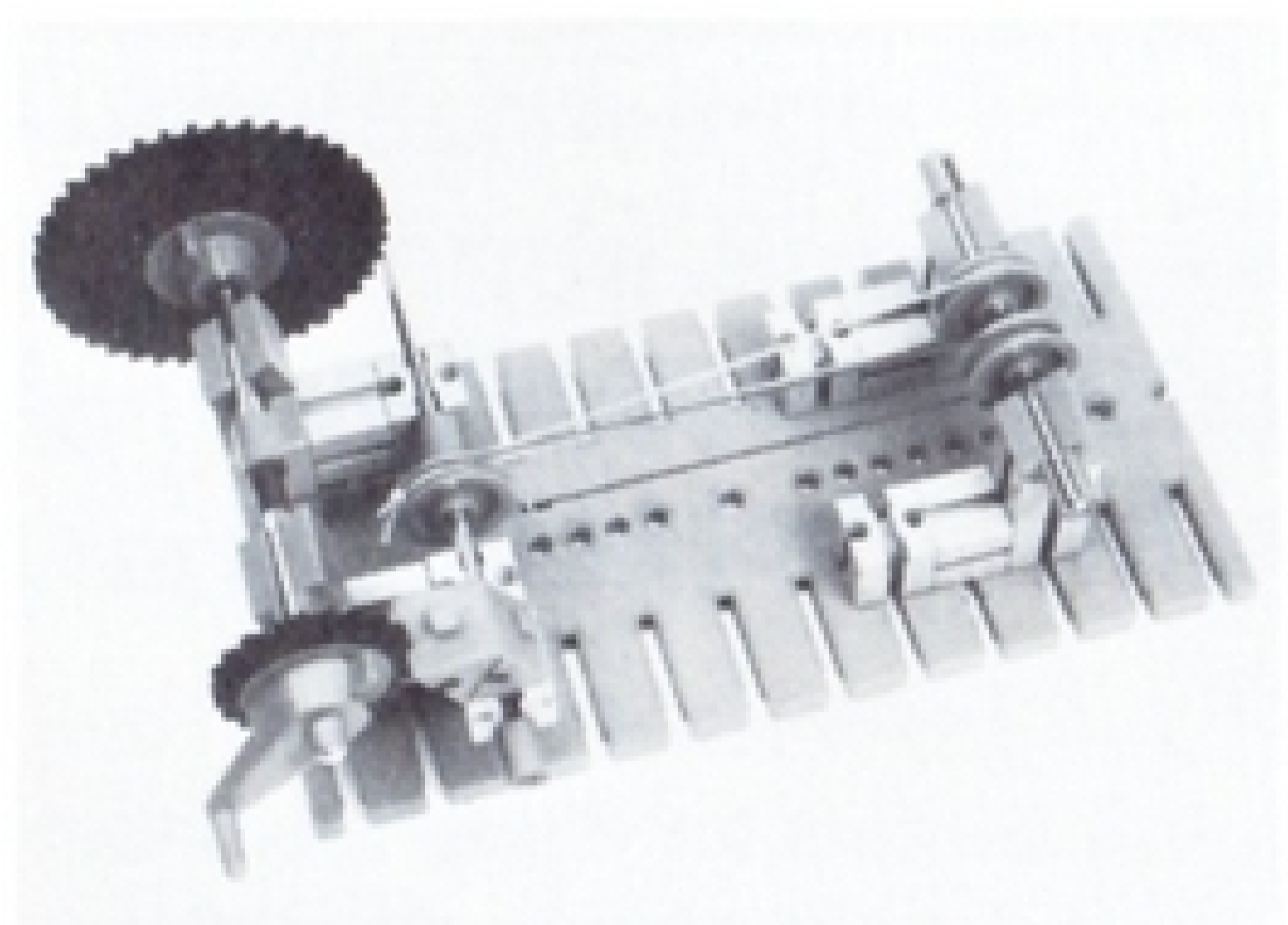


Abb. 17

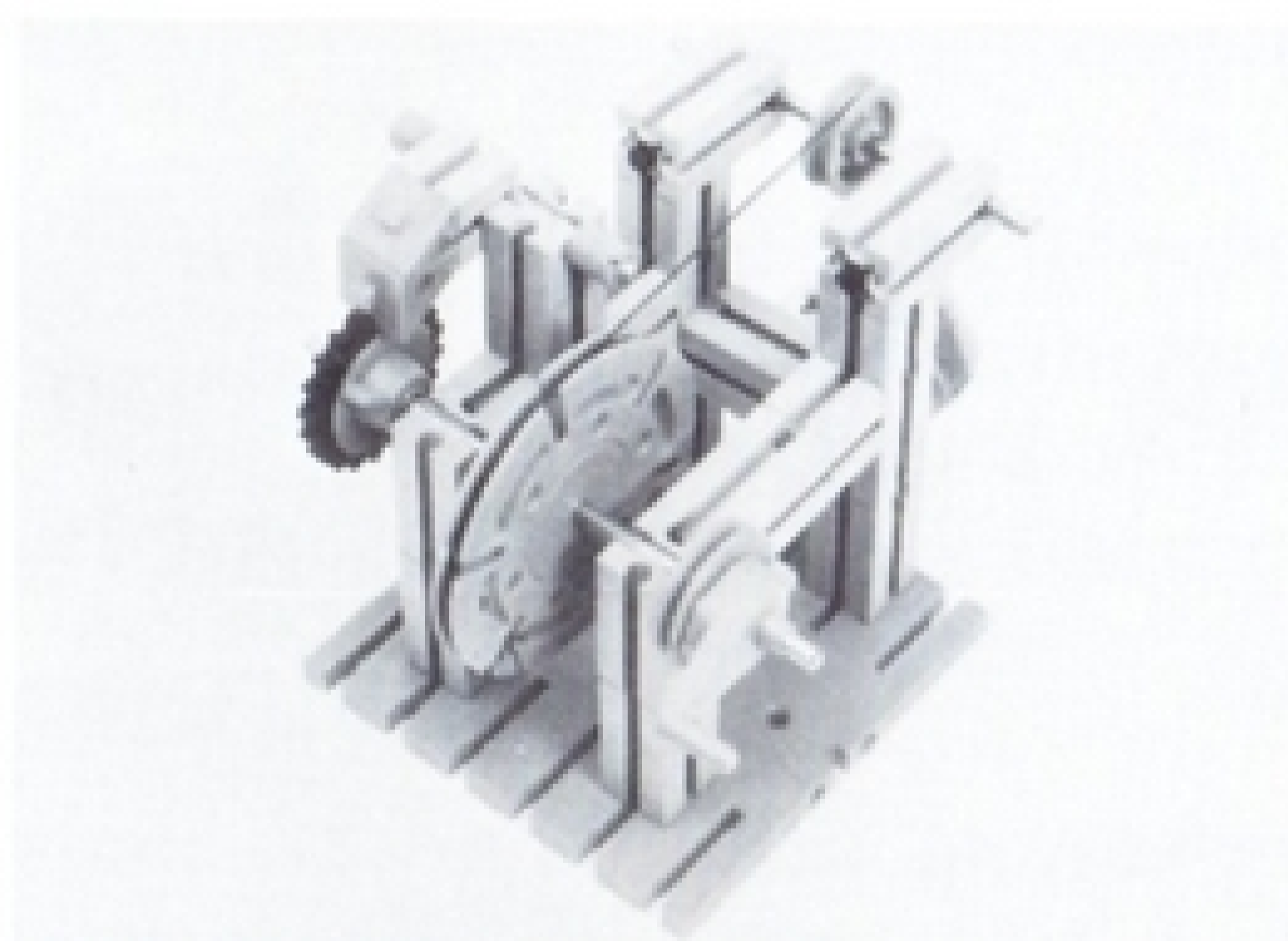


Abb. 18

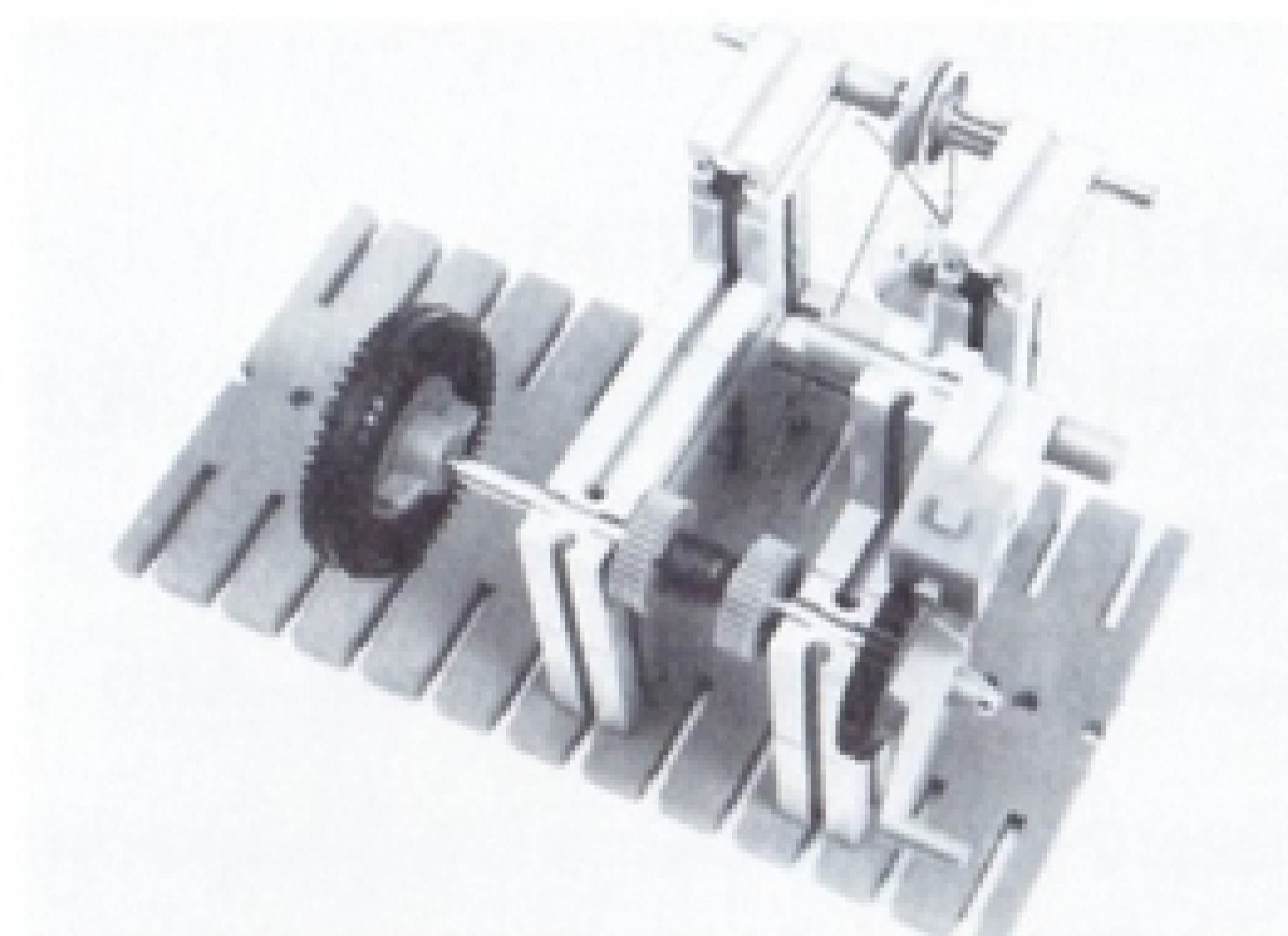


Abb. 19

Abb. 20: Antrieb durch strömende Luft. Durch den Wind des Ventilators wird das Windrad angetrieben. Es betätigt eine Seilwinde.

Abb. 21: Modell eines Wasserrades. Das auf die Schaufel fallende Wasser dreht die Welle, angeschlossen ist eine Übersetzung ins Langsame.

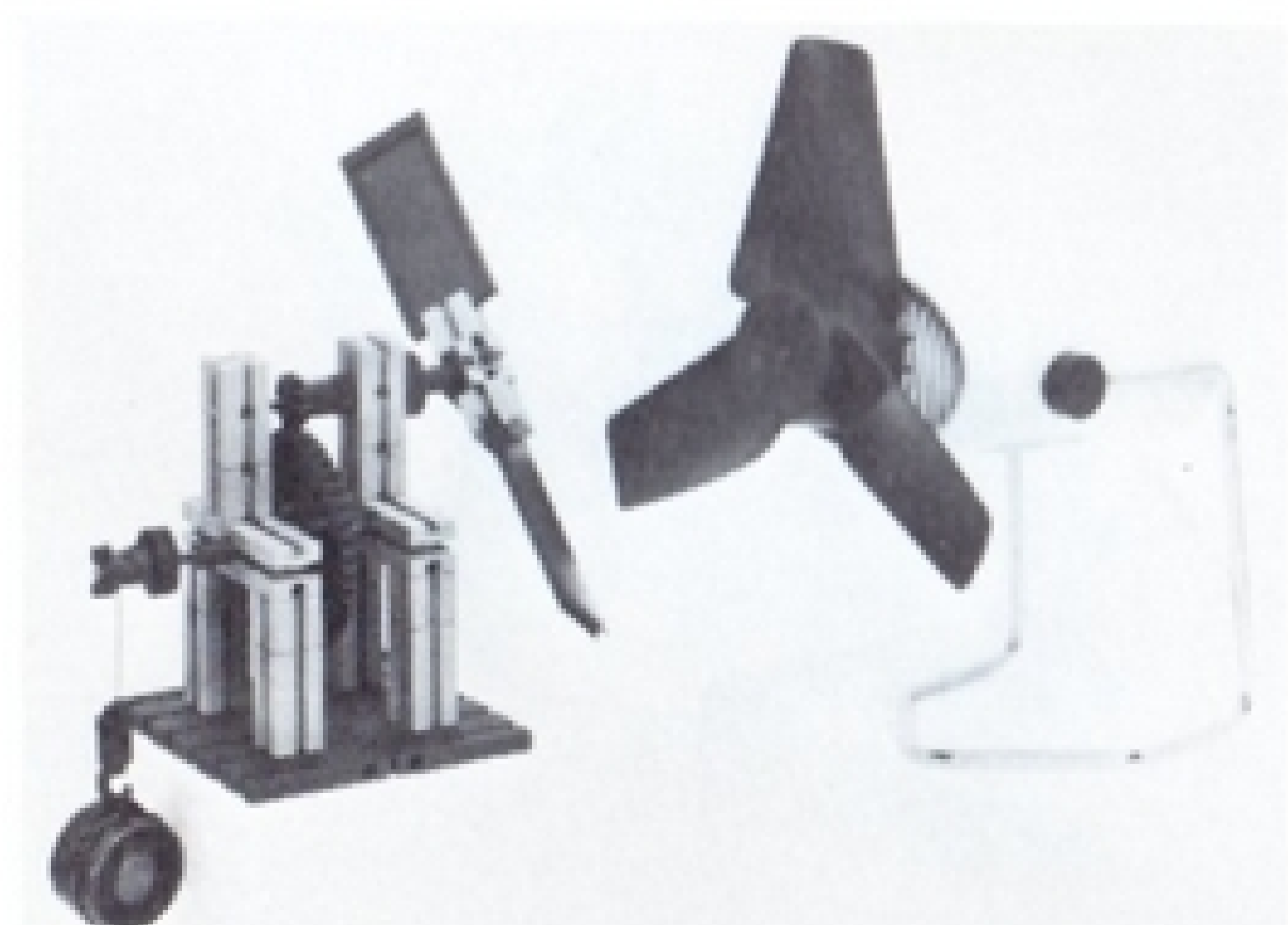


Abb. 20

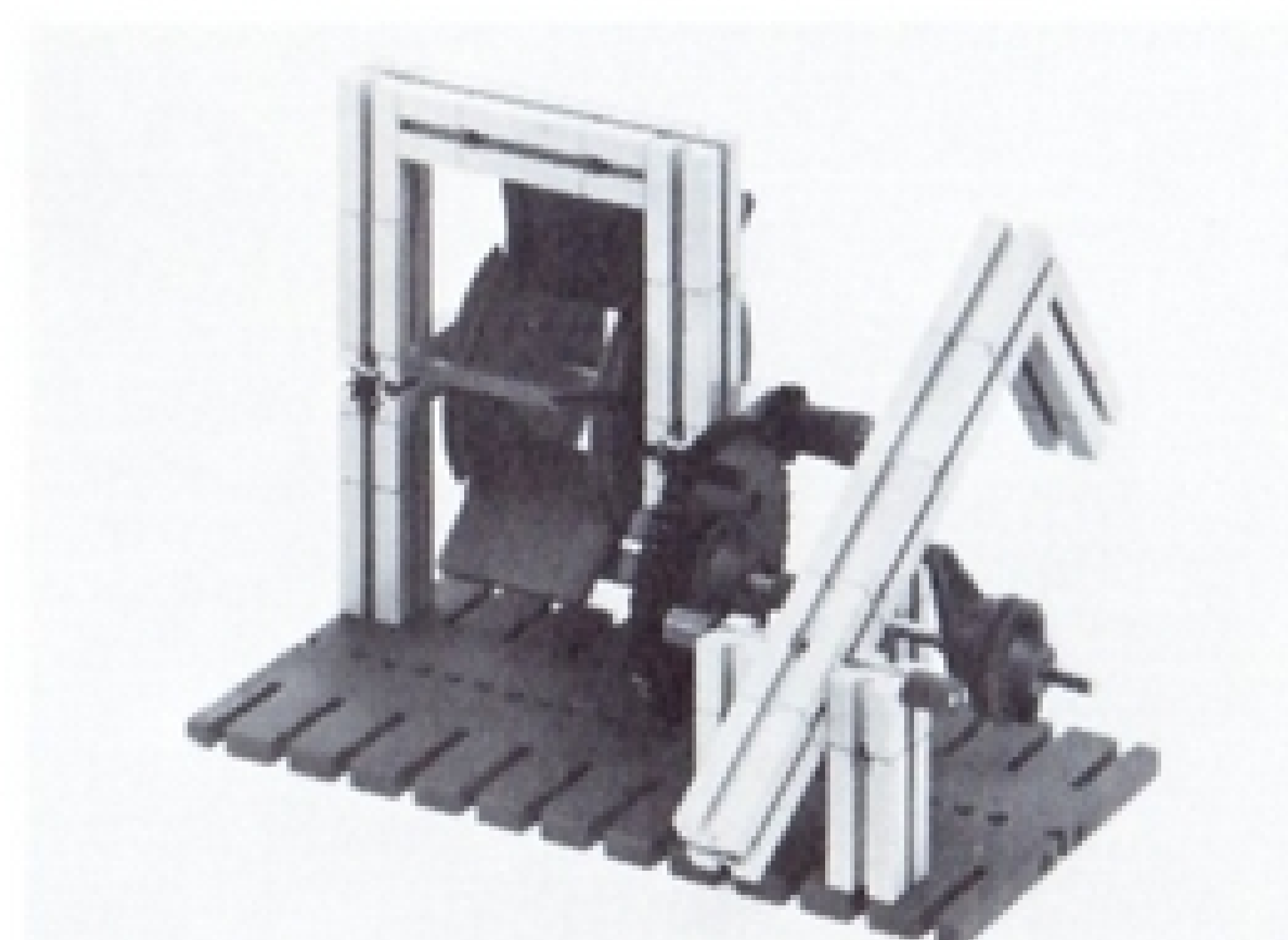


Abb. 21

Lehrplanthema

Konstruktionsaufgabe: Herstellung und Gebrauch eines Meß- oder Zählgerätes

Abb. 22: Das Zahnrad mit den kleinen Zähnen (aus u-t 2) läßt sich einer geraden oder einer gekrümmten Strecke nachführen. Es überträgt seine Drehung auf das Ritzel mit 10 Zähnen. Das daran angeschlossene Zahnrad (40 Zähne) „zählt“ die Umdrehungen. Mit Hilfe der Markierungen lassen sich auch Zwischenwerte ablesen. Eine Umdre-

hung des Zahnrades mit den kleinen Zähnen entspricht einer Strecke von etwa 7,2 cm.

Abb. 23: Das Modell aus Abb. 22 ist um eine Stufe erweitert. Dadurch erhöht sich die Speicherkapazität von 4 Umdrehungen auf 16 Umdrehungen. Dies entspricht einem Weg von etwa 115 cm.

Abb. 24: Modell wie Abb. 23, aus Zeichenkarton wurde mit doppelseitigem Klebeband auf jedem der beiden großen Zahnräder eine Skala angebracht. Zur besseren Ablesemöglichkeit wird die Skala durch Blenden verdeckt, die abzulesenden Ziffern erscheinen im „Fenster“.

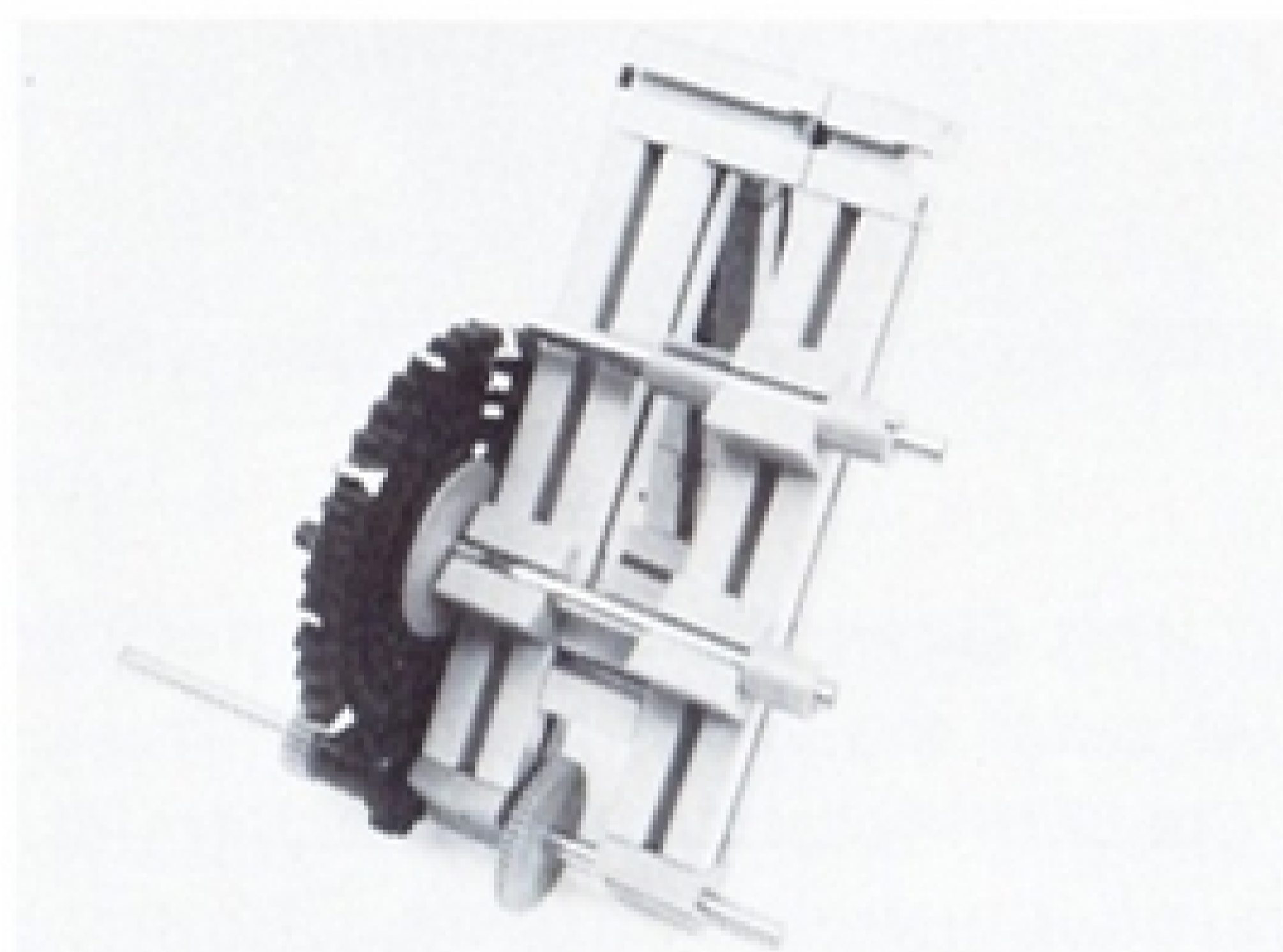


Abb. 22

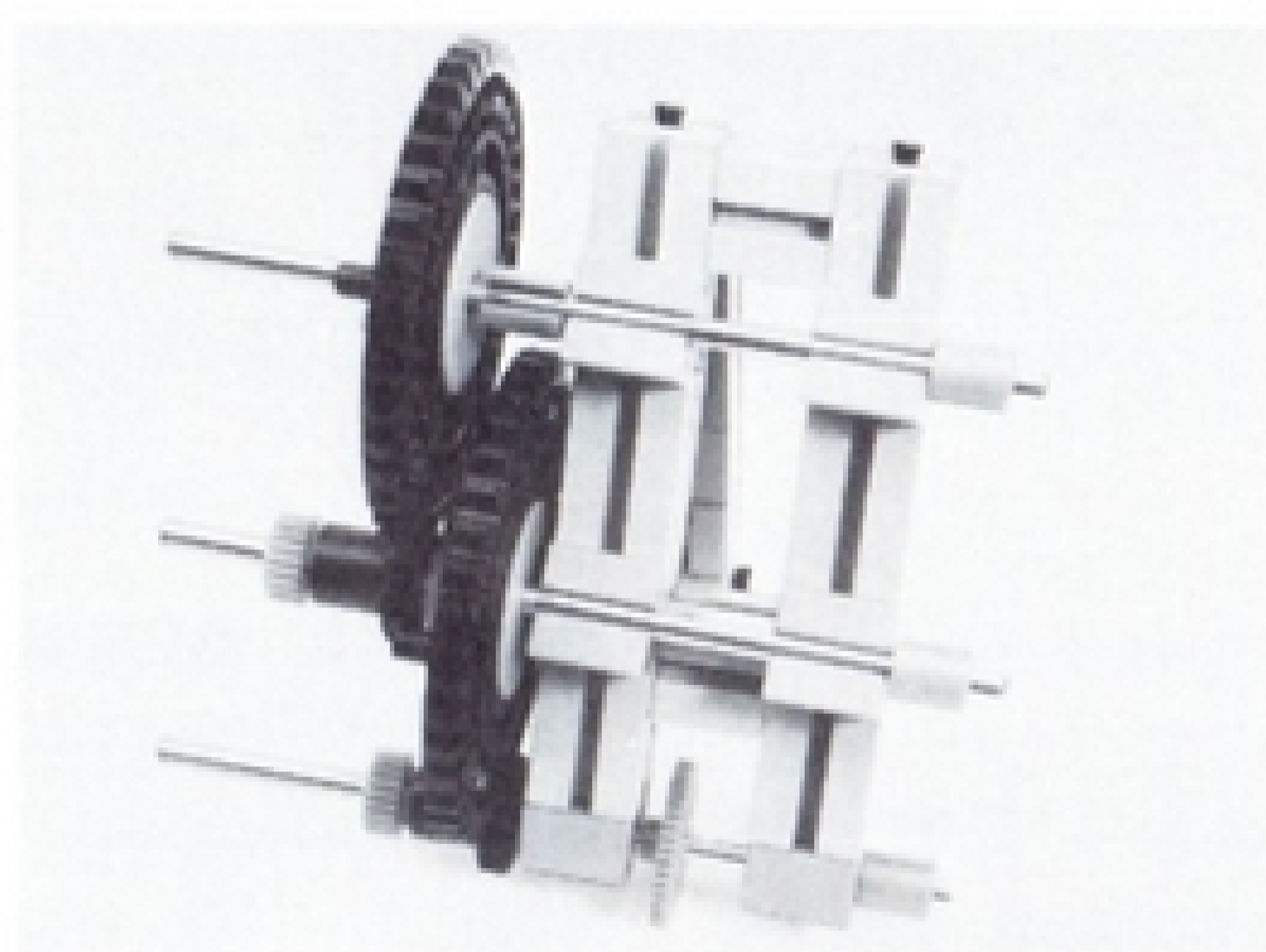


Abb. 23

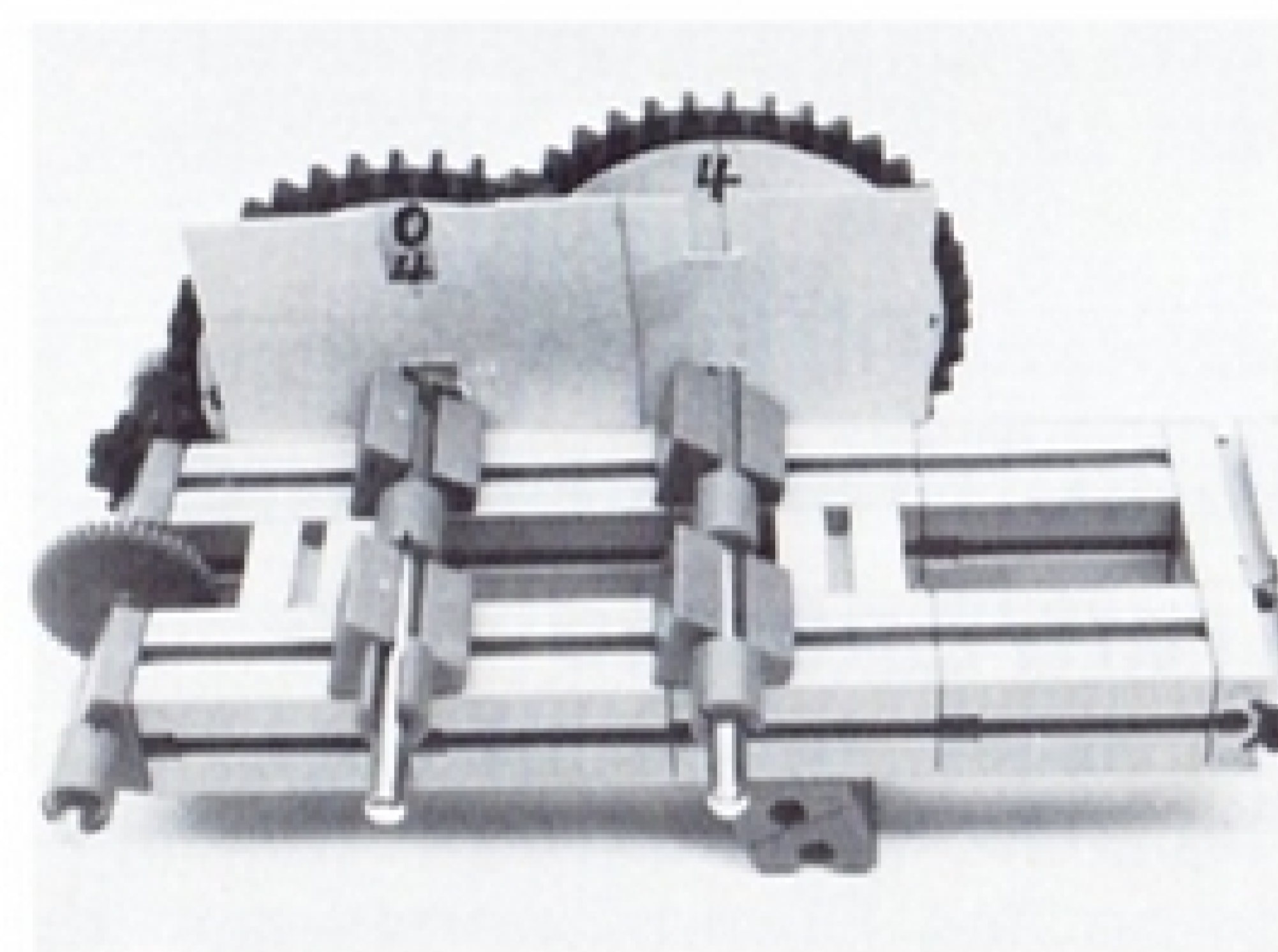


Abb. 24

Klasse 7

Lehrplanthema

Gleichförmig übersetzende Getriebe

Konstruktionsbeispiele vgl. Abb. 5–16.

Abb. 25: Modell einer 3-Gang-Kettenschaltung. Die wählbaren Übersetzungen sind 1:1; 1:1,33 und 1:2. Da die Kette nach dem Umlegen vom größten auf kleinste Zahnrad durchhängt, wird die Länge der Kette von einem federnd gelagerten Kettenspannrad (Federgelenkstein!) ausgeglichen.

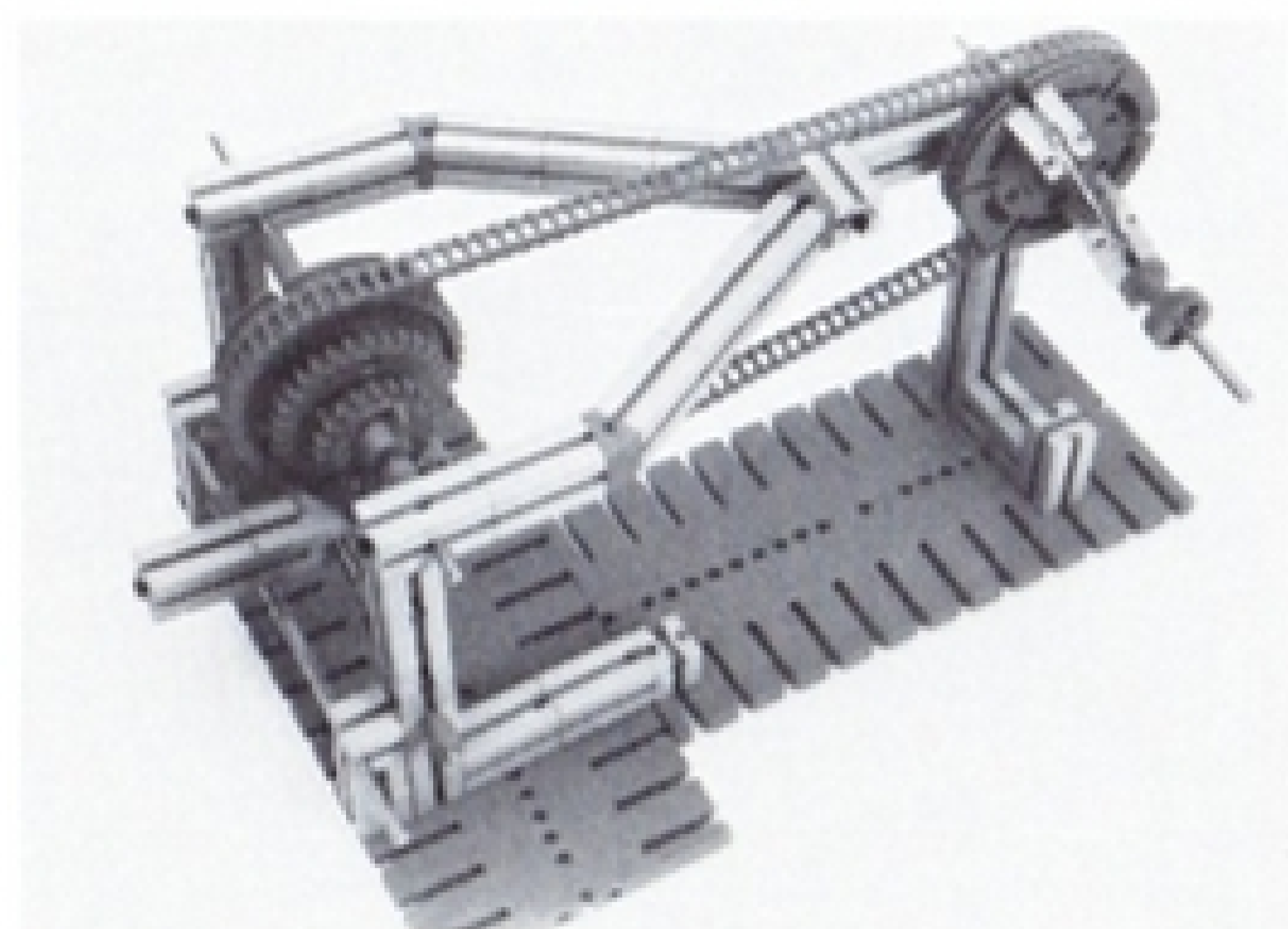


Abb. 25

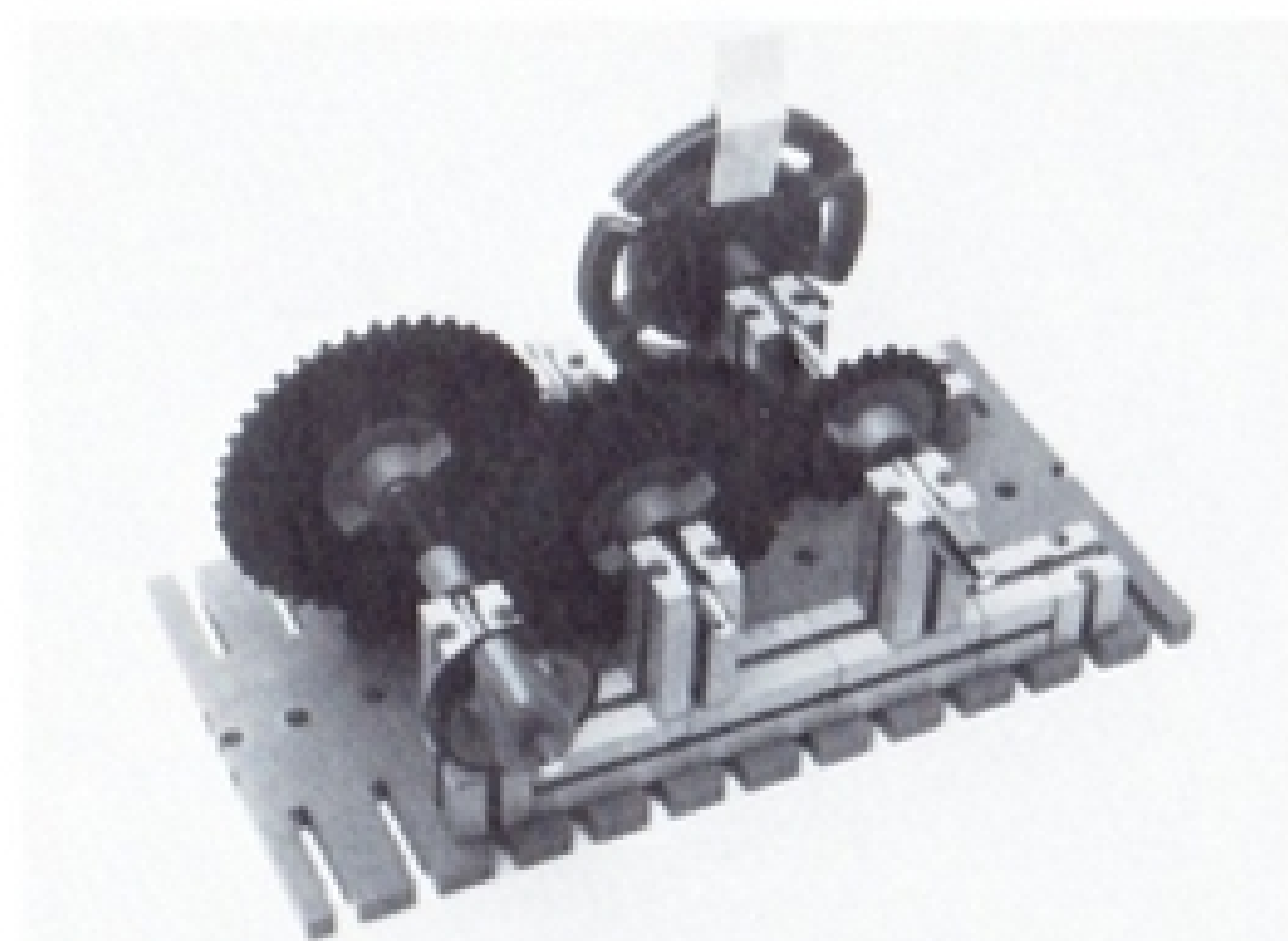


Abb. 26

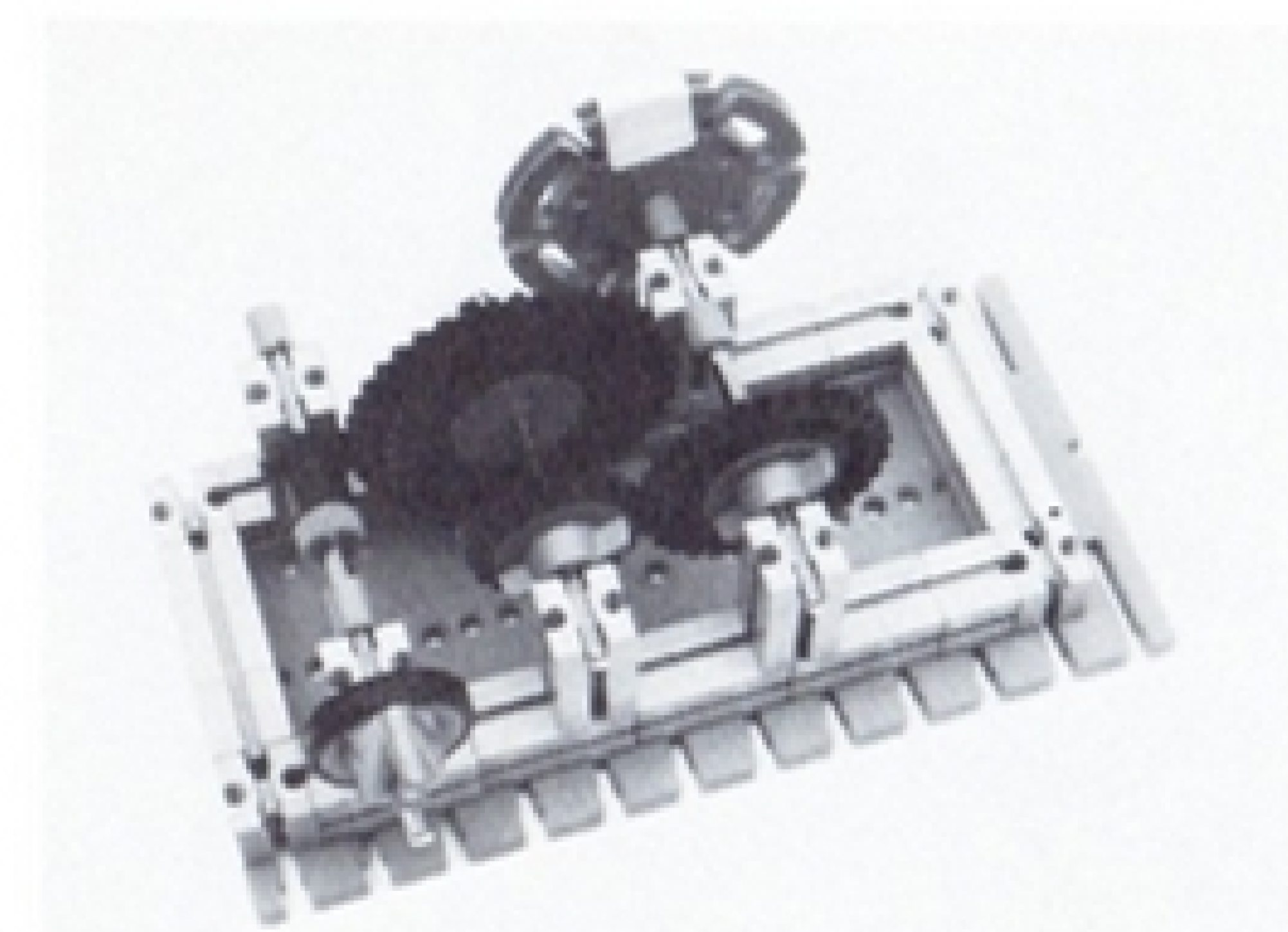


Abb. 27

Klasse 8

Lehrplanthema

Rädergetriebe mit doppelter oder mehrfacher Übersetzung konstruieren

Abb. 26: Modell eines einfachen Stufengetriebes mit Übersetzung ins Schnelle (Übersetzungsverhältnis 1:4 und 1:2, gesamt 1:8).

Abb. 27: Stufengetriebe mit Übersetzung ins Langsame (1:8).

Abb. 28: Wird eine Seilwinde angeschlossen, so läßt sich der Kraftvorteil beim Heben eines Gewichts mit und ohne Getriebe erleben und berechnen. Zusätzlich zum Kraftvorteil durch das Stufengetriebe wirken sich hier noch die Handkurbel (langer Hebelarm!) und die Seiltrommel (kurzer Hebelarm!) aus.

Abb. 29: Stufengetriebe mit Zugmittel. Das Modell enthält eine Übersetzung ins Langsame (etwa 2,8:1).

Abb. 30: Modell eines Ventilators.

Abb. 31: Modell eines Wechselgetriebes.

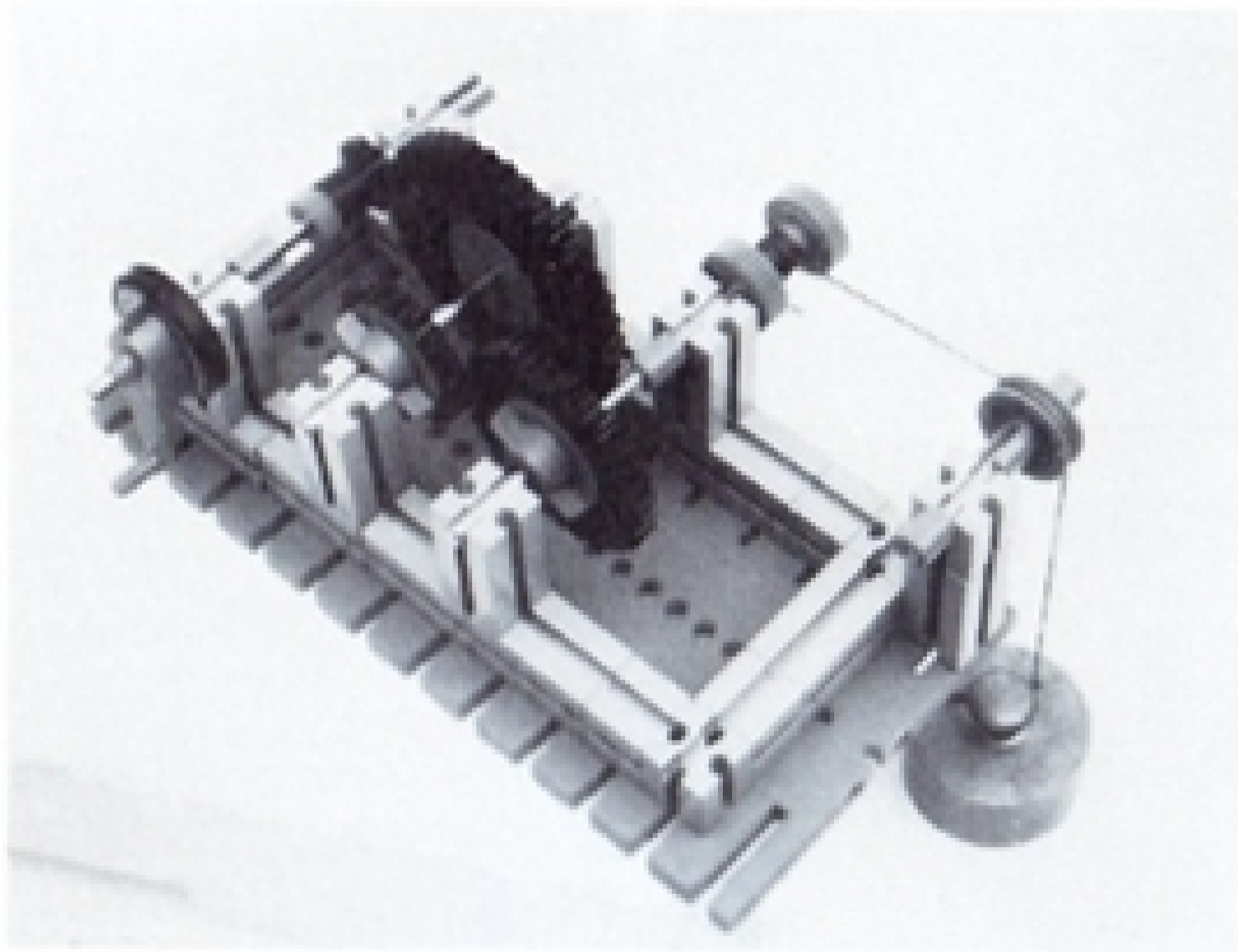


Abb. 28

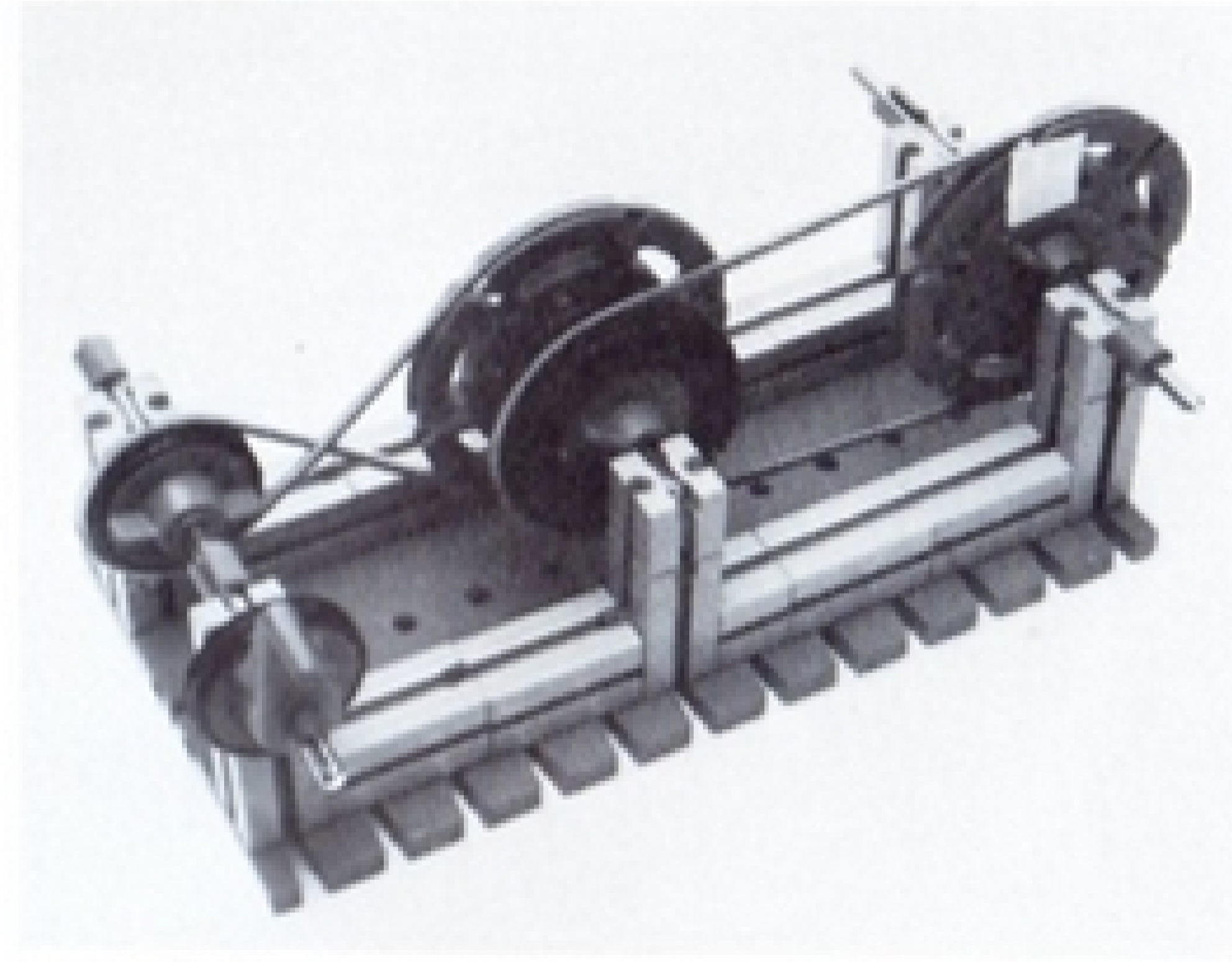


Abb. 29

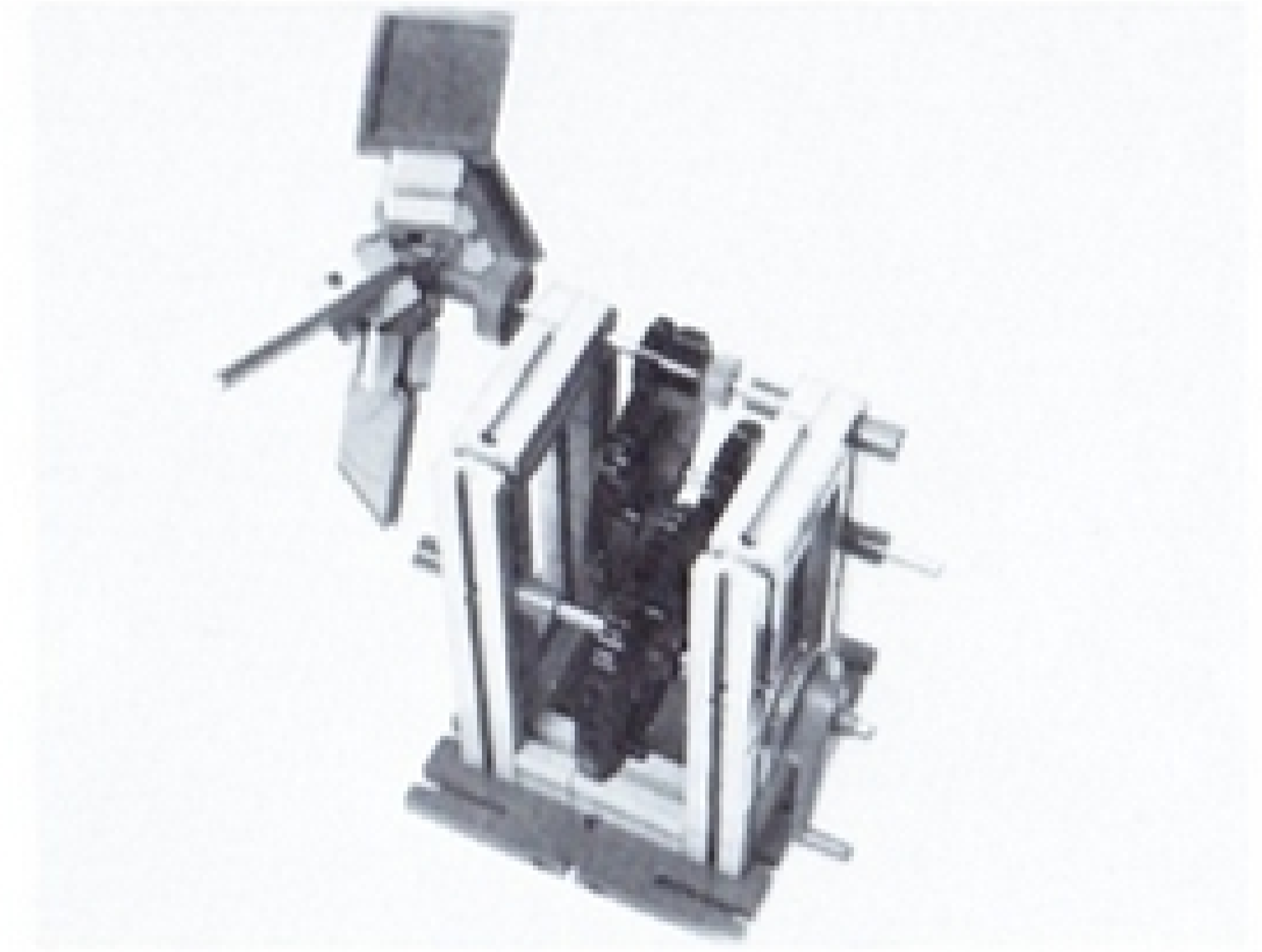


Abb. 30

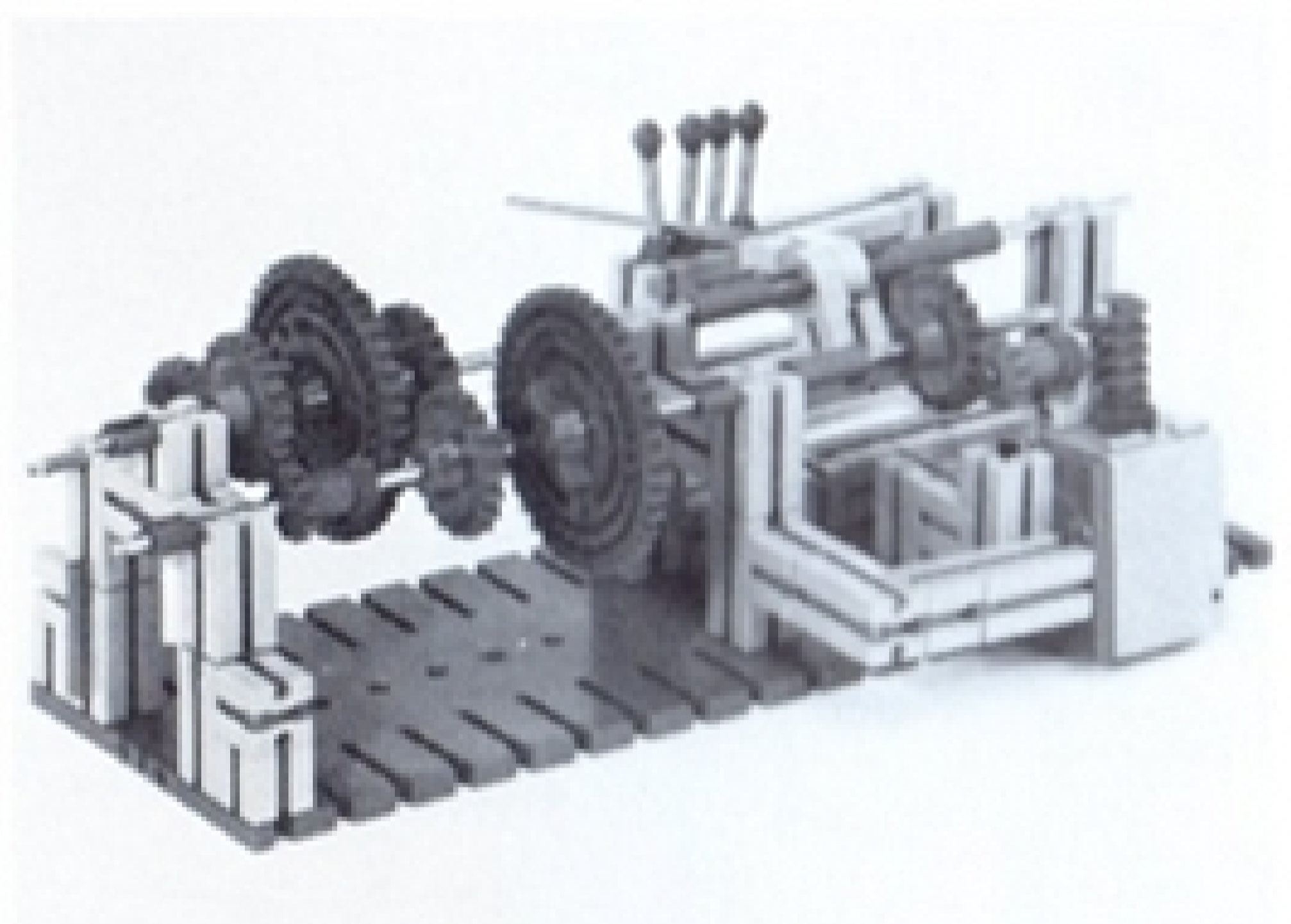


Abb. 31

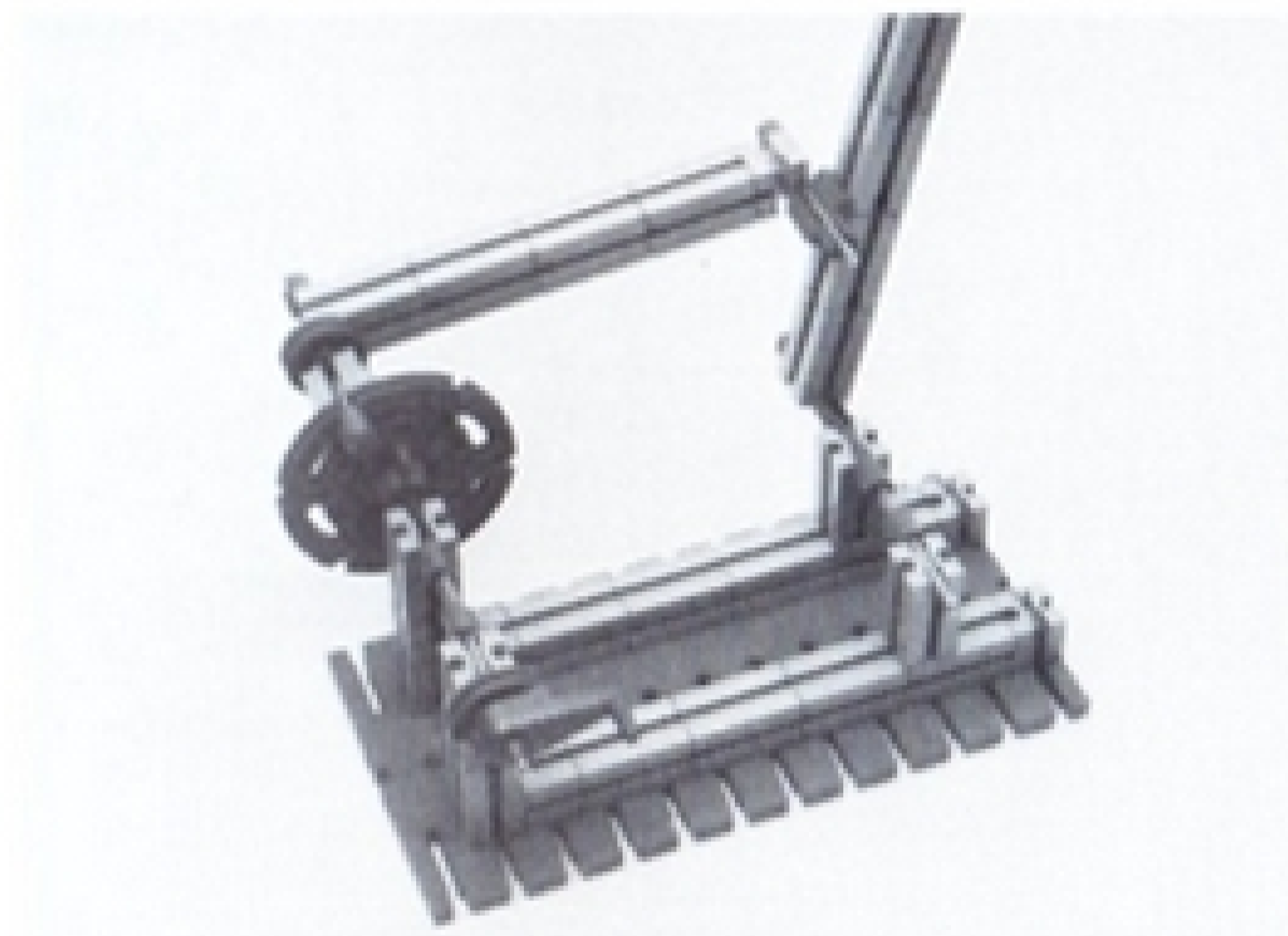


Abb. 32

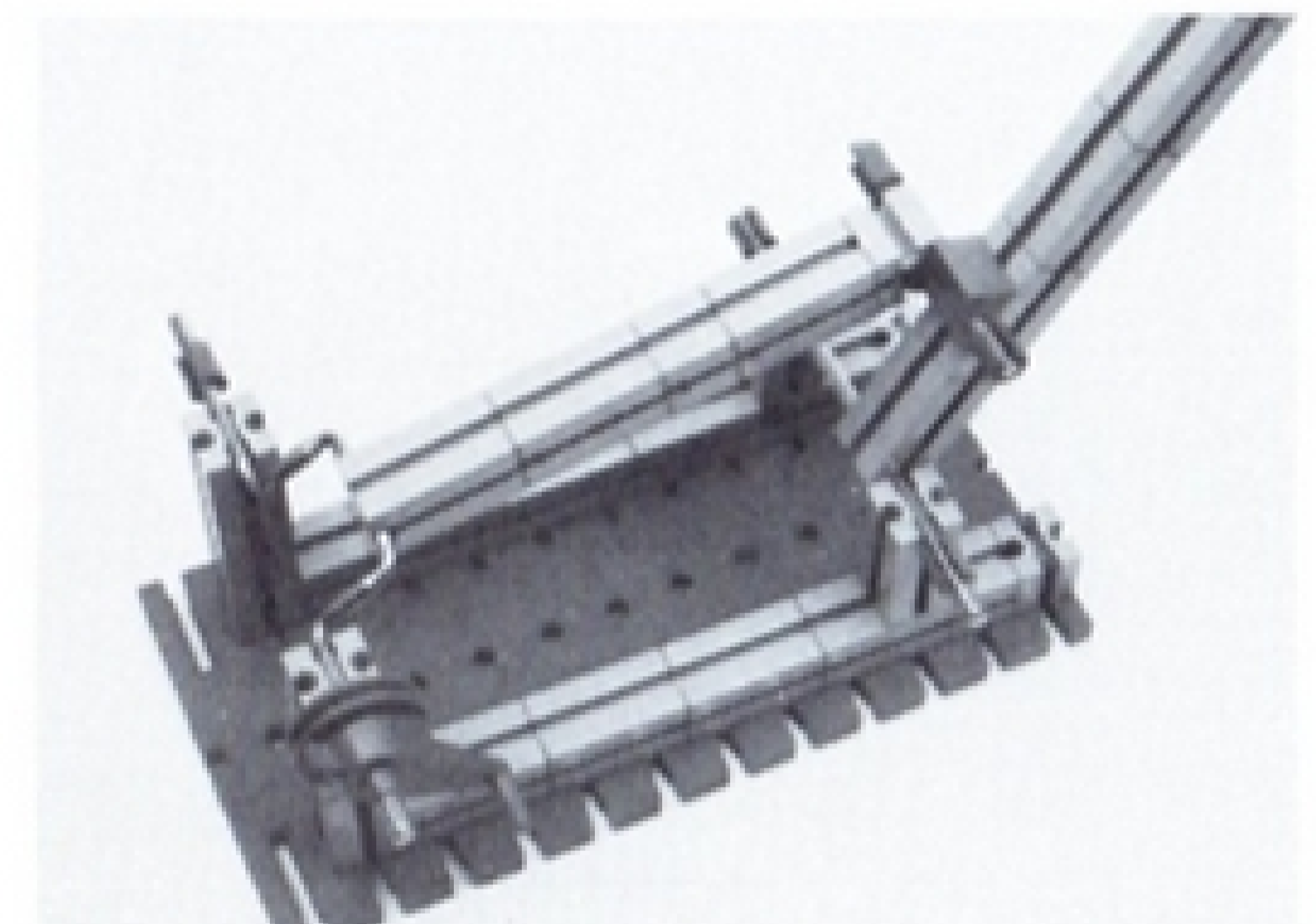


Abb. 33

Lehrplanthema
Kurbelschwinge
Umlaufende Schubkurbel
Schwingende Kurbelschleife
Kreuzschleife

„Alternativ zu ‚Gleichförmig übersetzende Getriebe‘: (Umfassender Lehrgang. Empfohlen wird die Behandlung der Kurbelschwinge durch Konstruieren und der weitere Nachweis durch Demonstrationen).“ (Lehrplan TE Seite 40)

(Scheibenwischer mit einem Wischerarm). Die „Kurbel“ wird durch die Drehscheibe dargestellt.

Abb. 33: Modell einer Kurbelschwinge. Die Verbindung zwischen Koppel und Schwinge läßt sich stufenlos verändern, ebenso die Länge des „Gestells“. Dadurch läßt sich experimentell der Satz von Grashof ableiten.

Abb. 34: Andere Konstruktion der Kurbelschwinge.

Abb. 35: Motorgetriebenes Modell eines Scheibenwischers, Gleichlaufsystem.

Abb. 32: Einfaches Modell einer Kurbelschwinge

Abb. 36: Rückseite des Modells von Abb. 35.

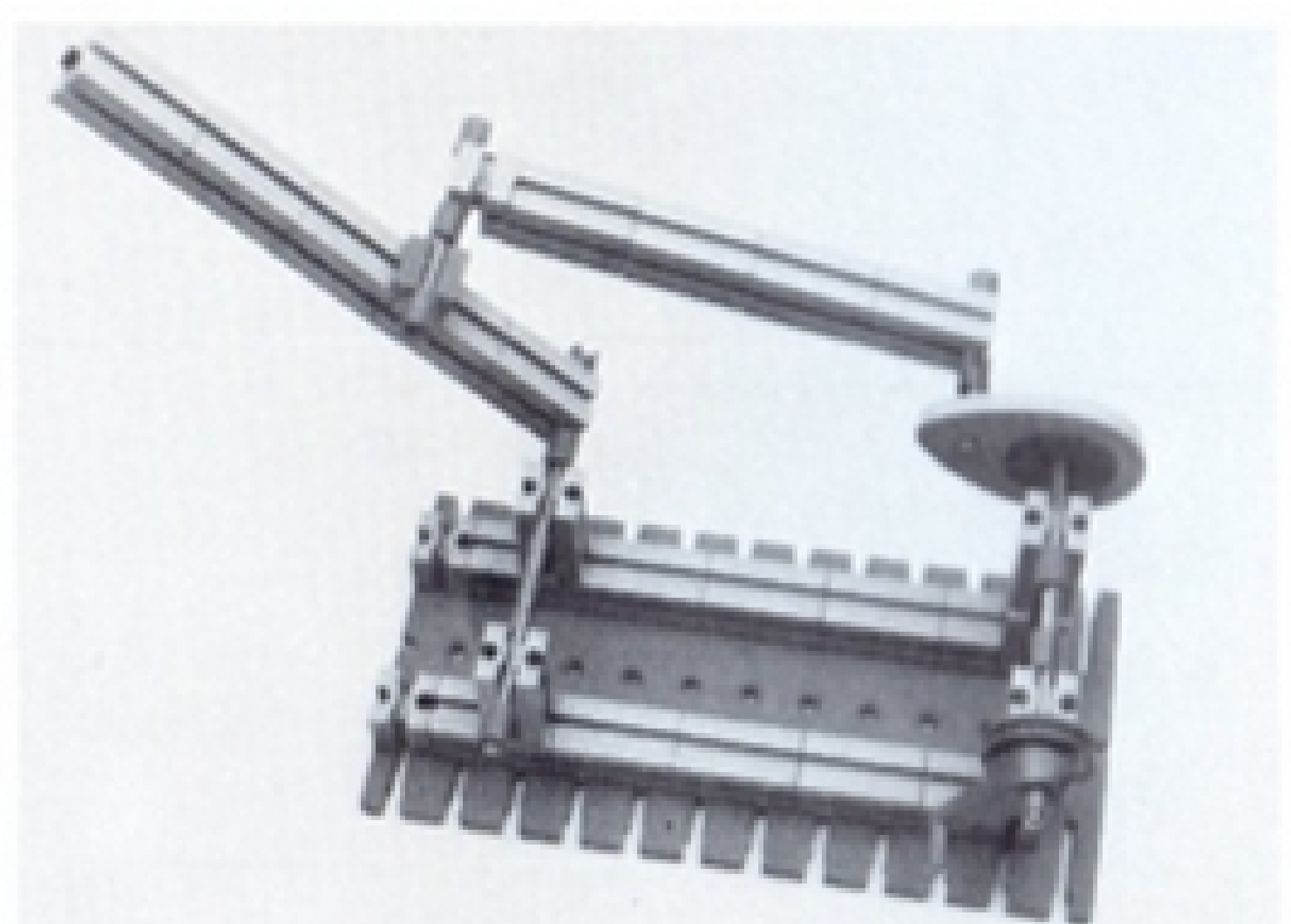


Abb. 34

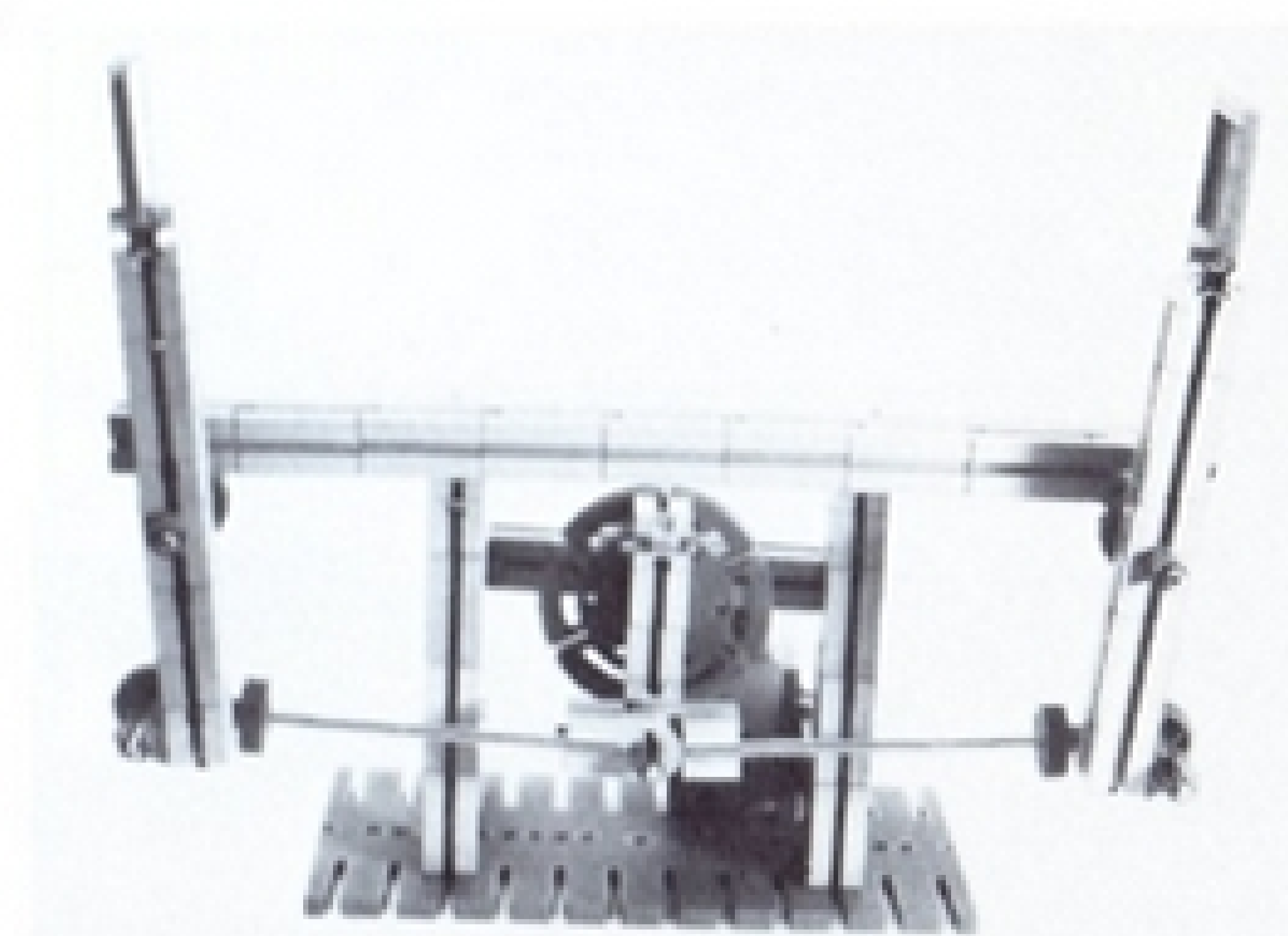


Abb. 35

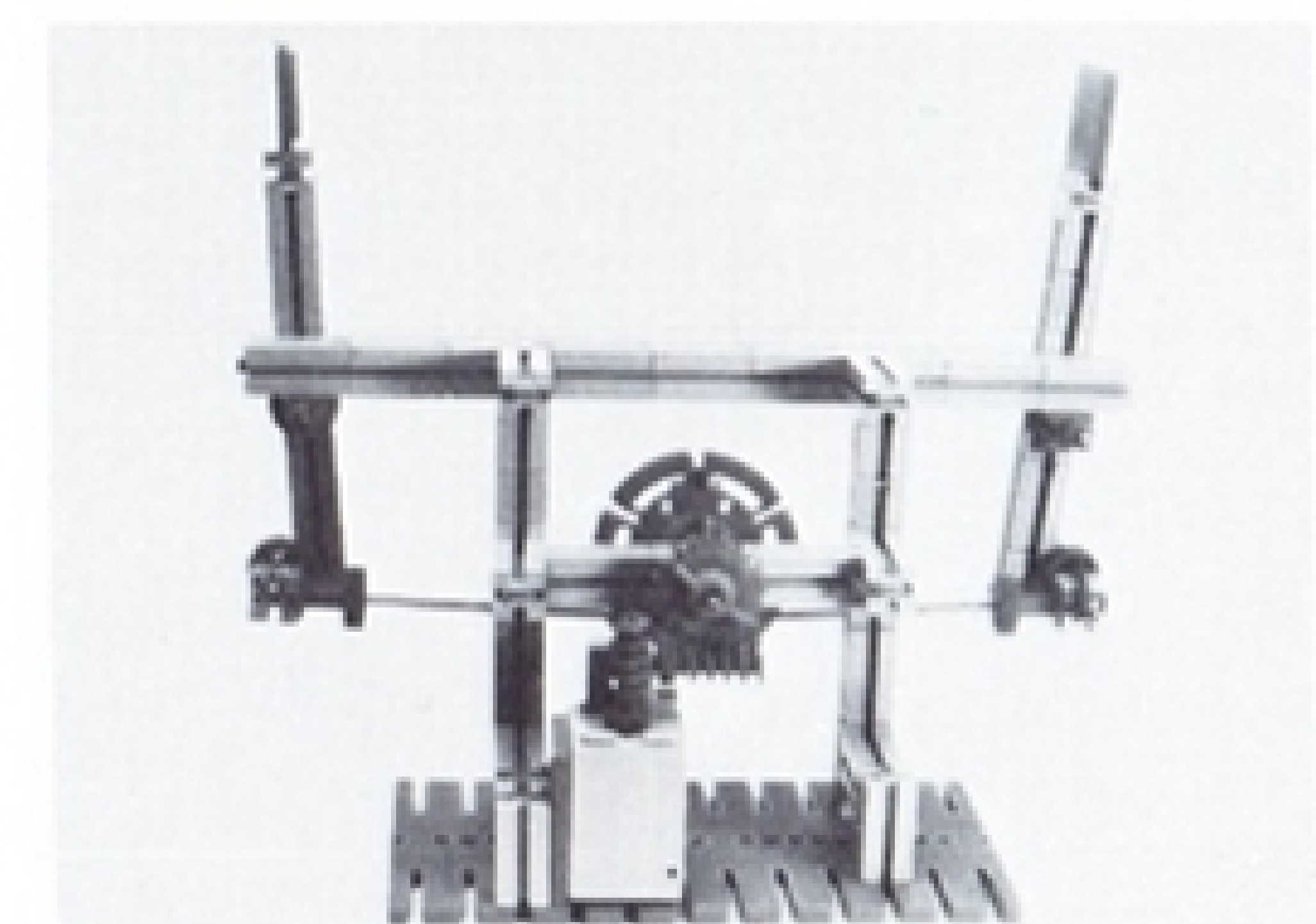


Abb. 36

Abb. 37: Modell eines Scheibenwischers mit zwei Wischerarmen, Gleichlaufsystem.

Abb. 38: Modell mit Gegenlaufsystem.

Abb. 39: Rückseite des Modells von Abb. 38

Abb. 40: Motorgetriebenes Modell eines Scheibenwischers mit zwei Wischerarmen, Gegenlaufsystem.

Abb. 41: Einfaches Modell einer umlaufenden Schubkurbel.

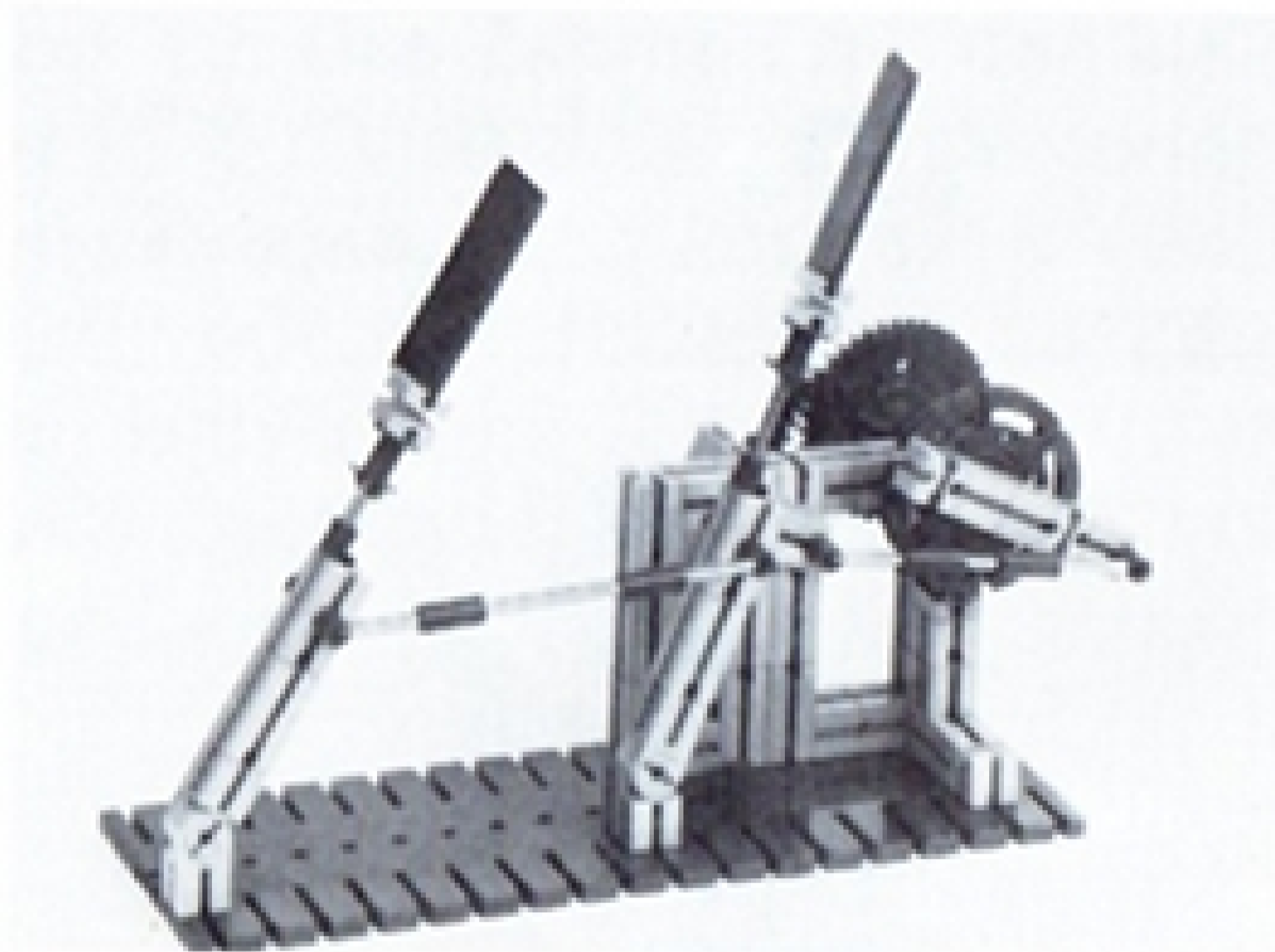


Abb. 37

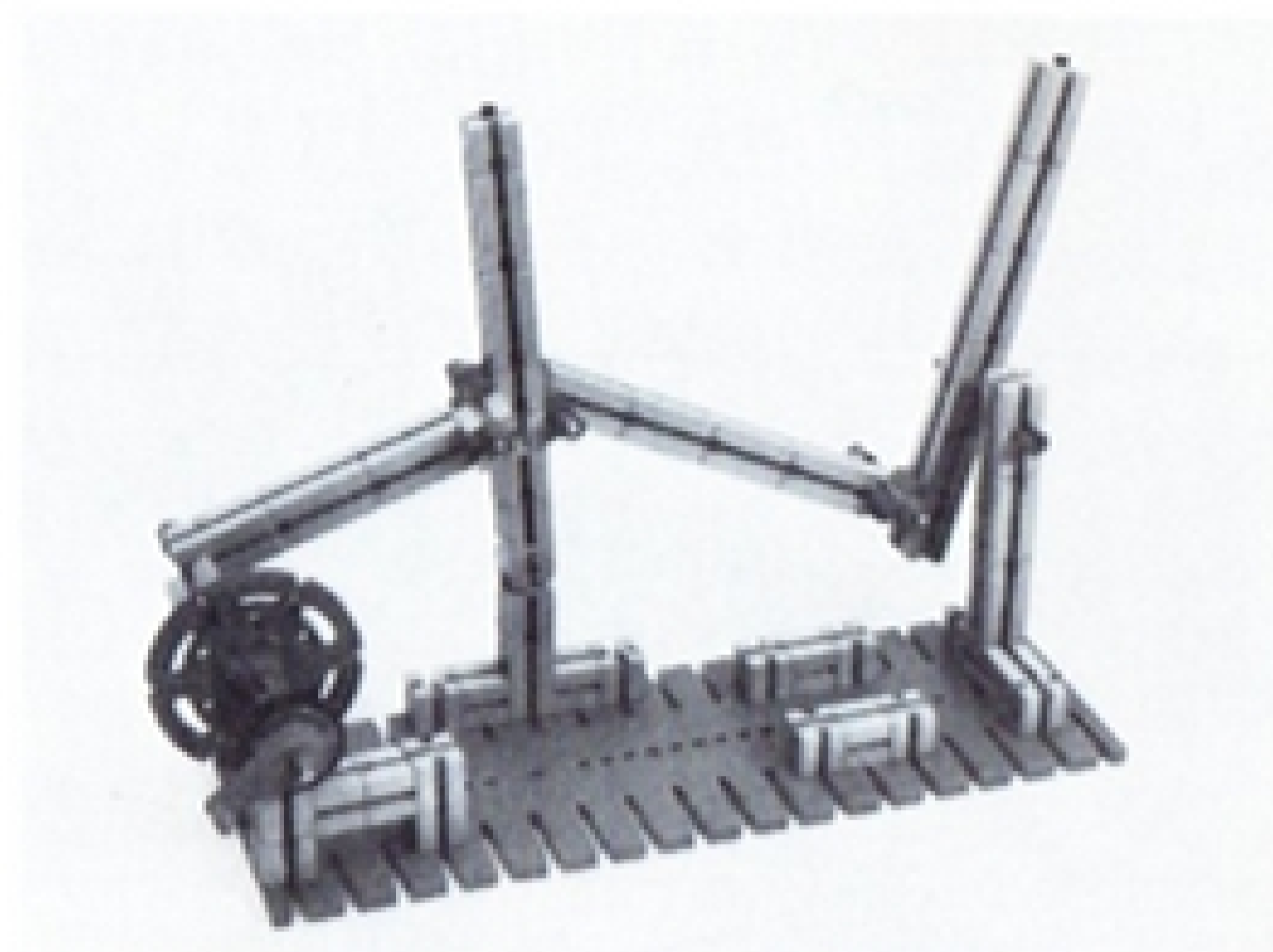


Abb. 38

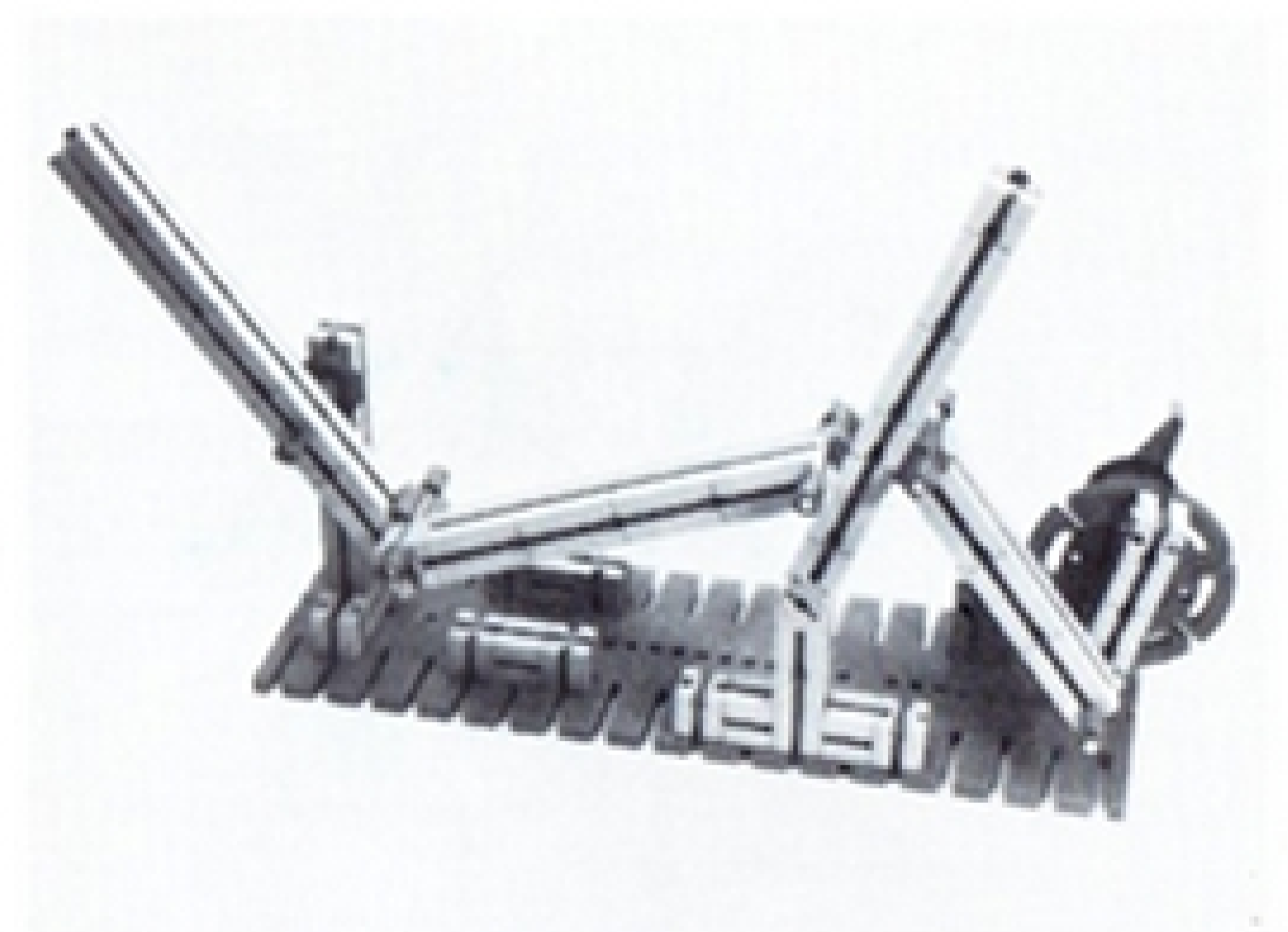


Abb. 39

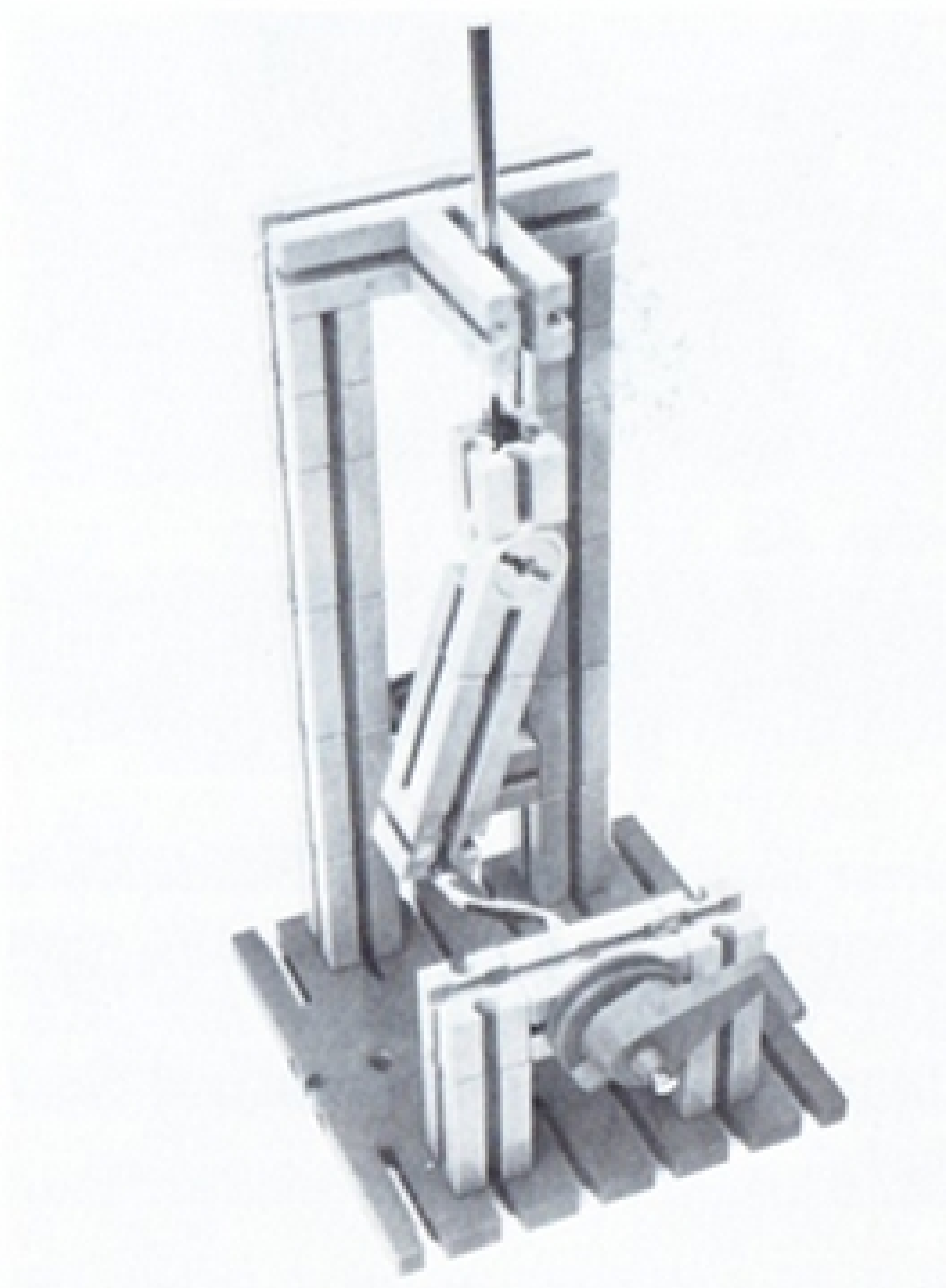


Abb. 42

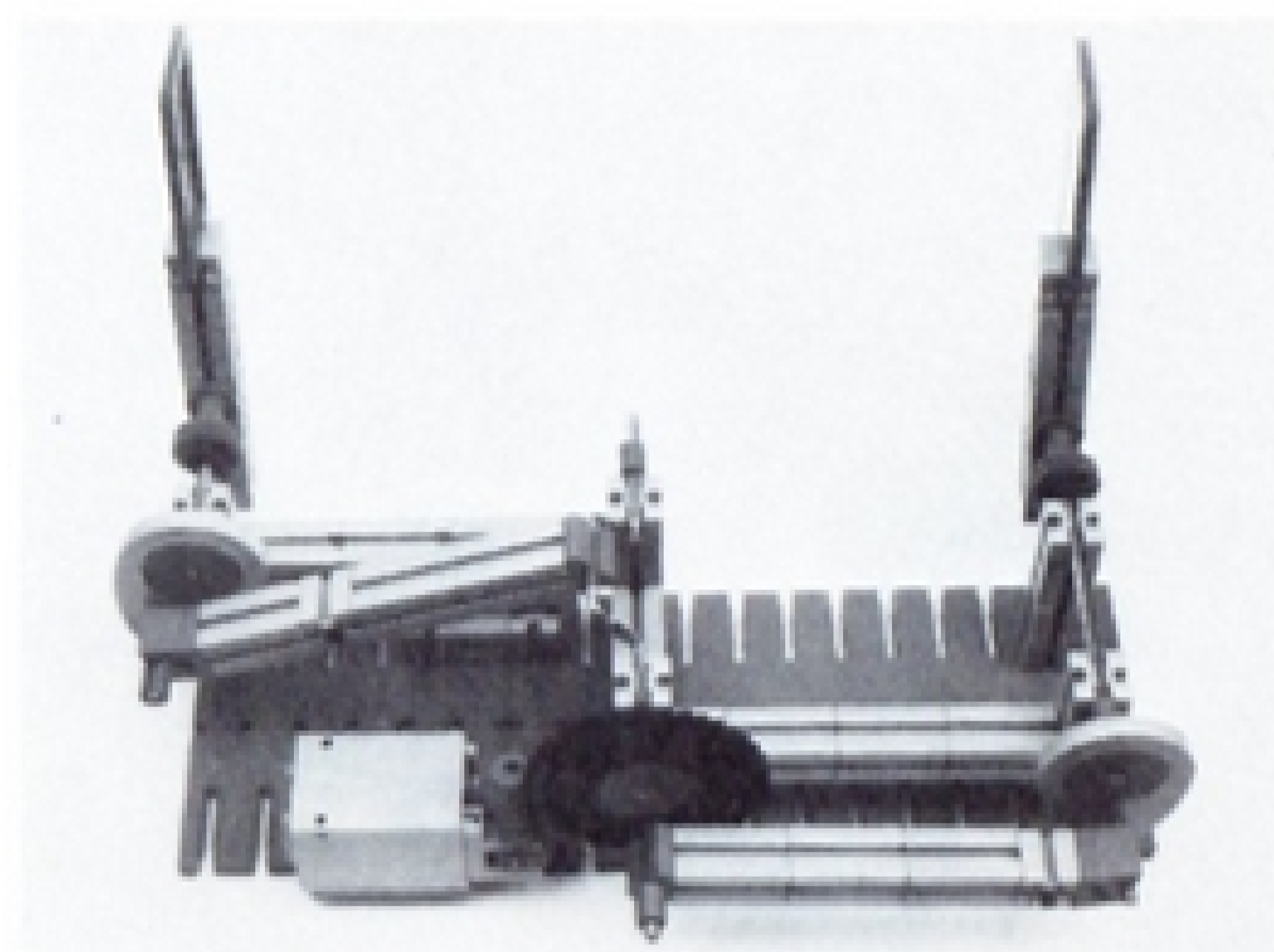


Abb. 40

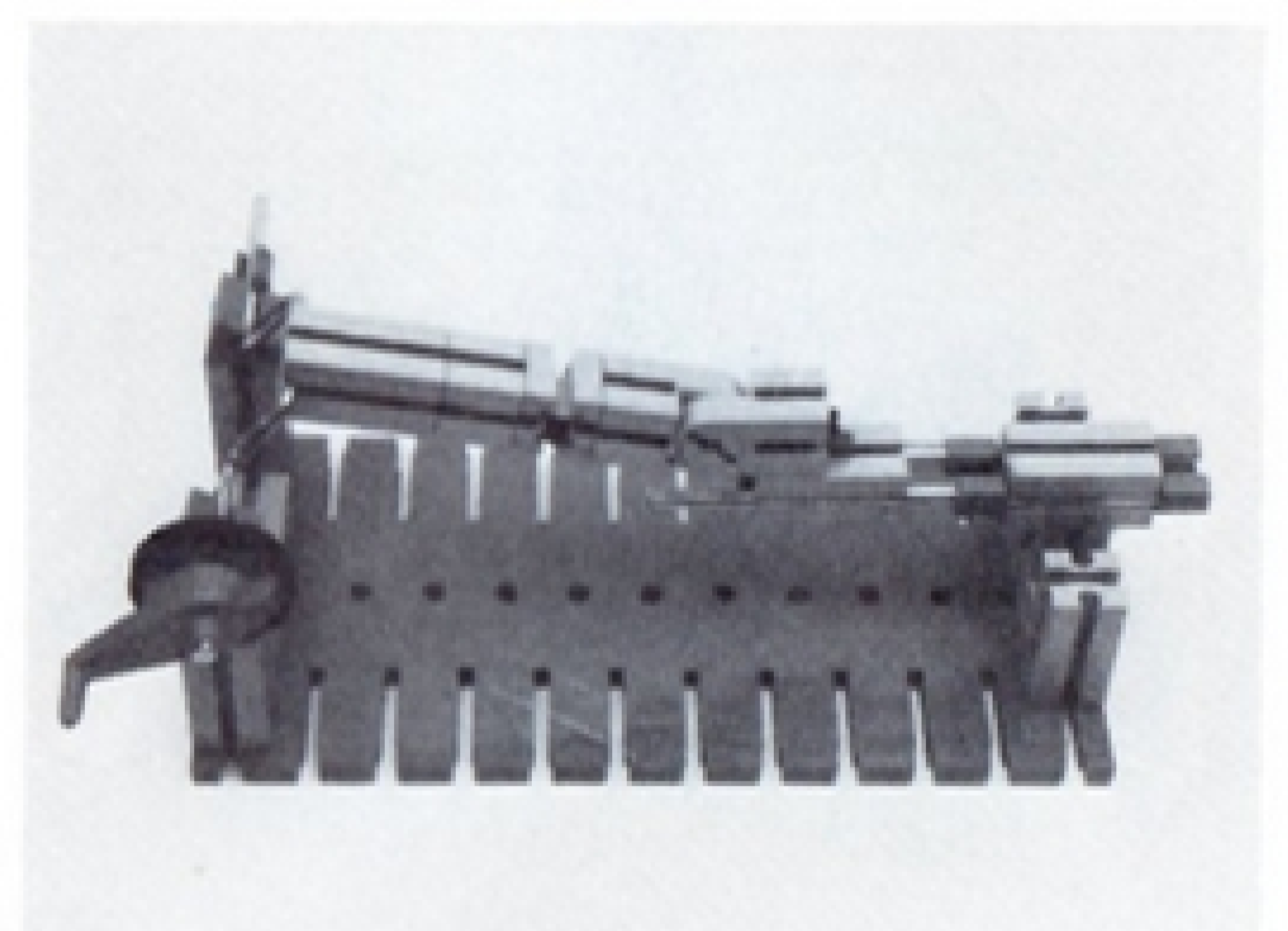


Abb. 41

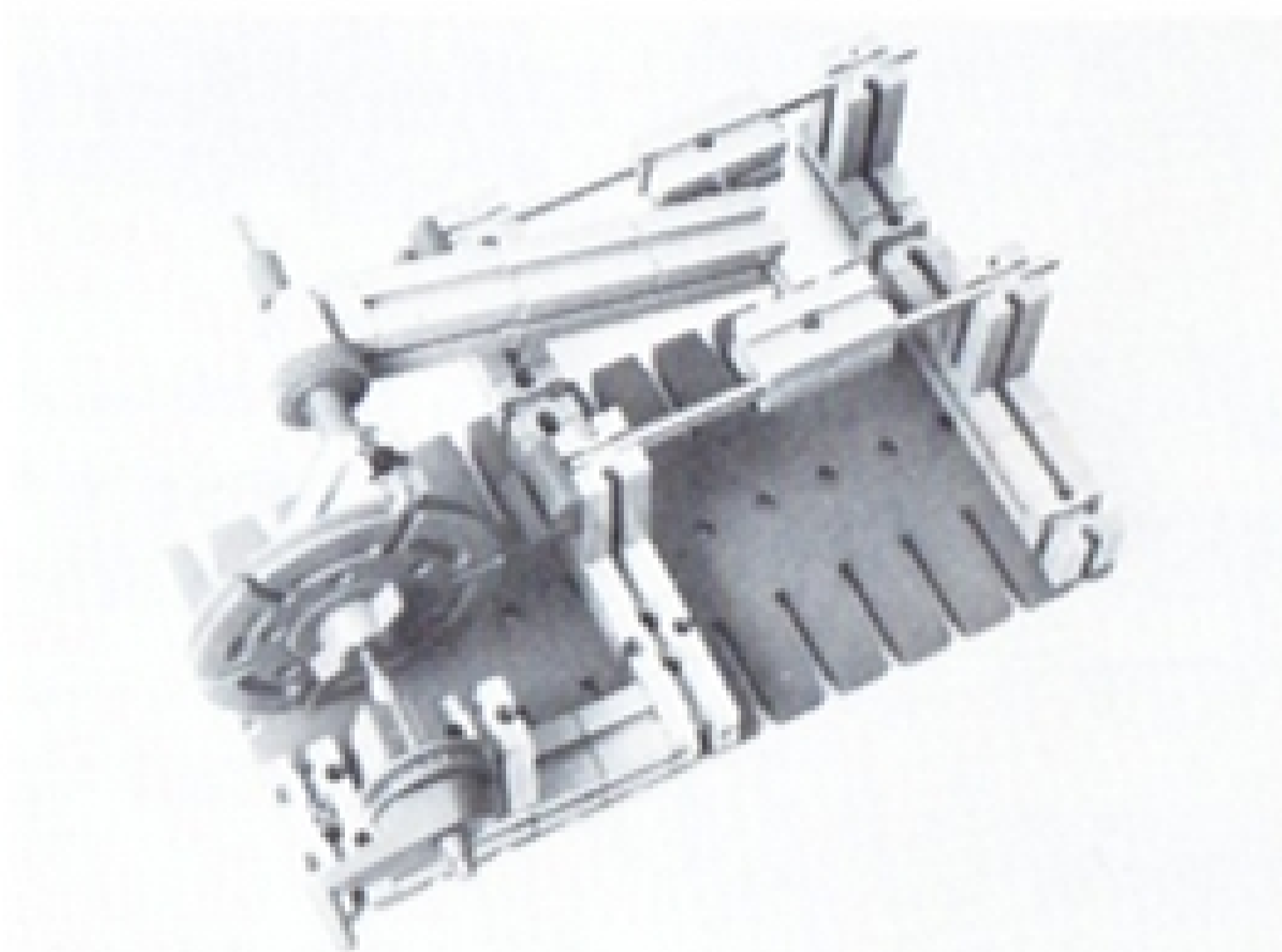


Abb. 43

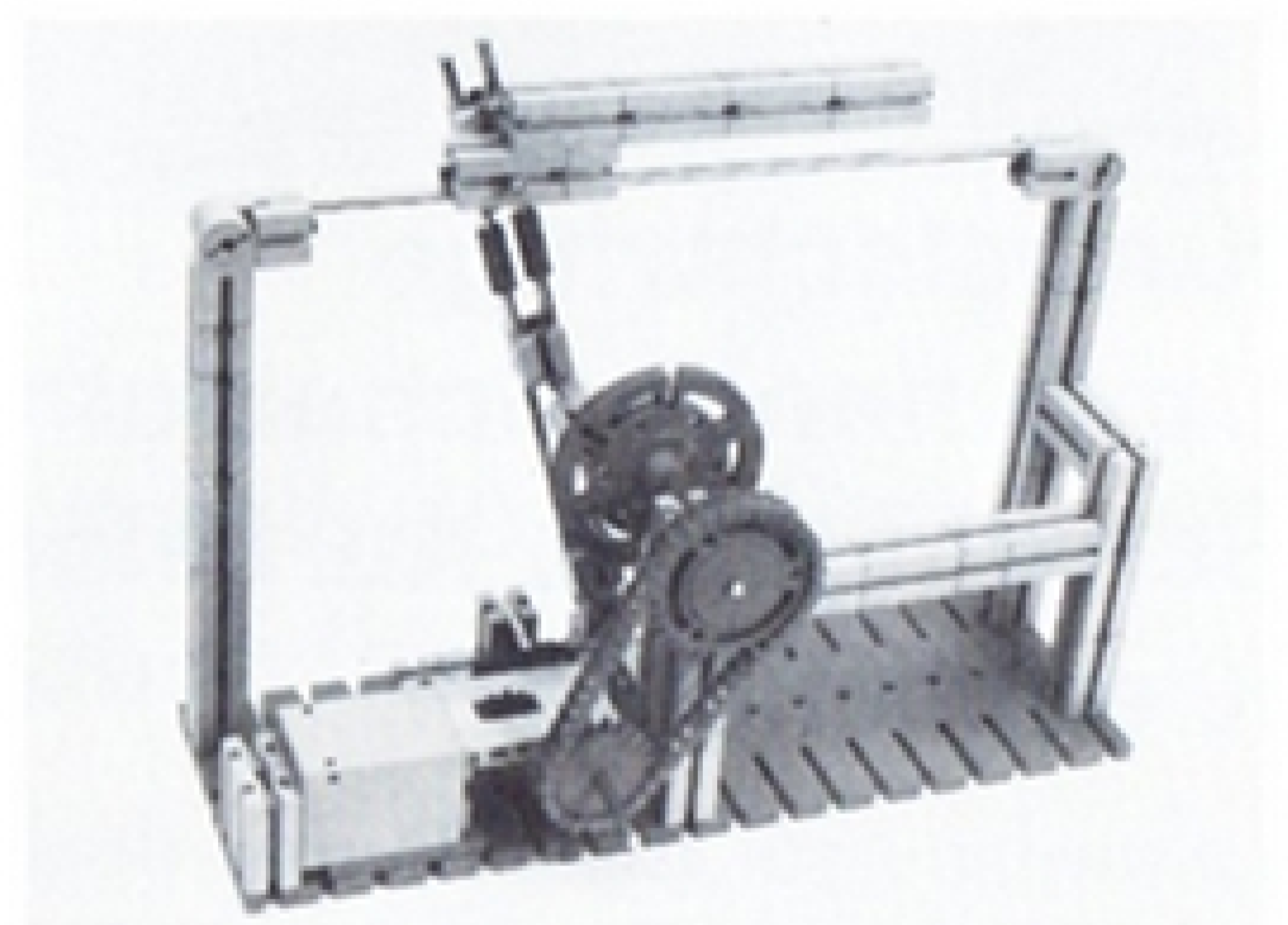


Abb. 44

Abb. 42: Modell einer umlaufenden Schubkurbel, andere räumliche Anordnung. Die Führung der Schubstange wird hier durch den im Gestell befestigten Kreuzlochstein gewährleistet.

Abb. 43: Umlaufende Schubkurbel.

Abb. 44: Modell zur Aufgabe „Schwingende Kurbelschleife.“

Ein reich bebildeter Lehrplanauszug Hauptschule Nordrhein-Westfalen (20 Seiten), der auch die Themen und Modellbeispiele zur Elektro- und Informationstechnik enthält, kann *kostenlos* bei den Fischer-Werken angefordert werden.



Fischer-Werke
Artur Fischer GmbH & Co. KG
(Abteilung Schule)

7244 Tumlingen/Waldachtal 3