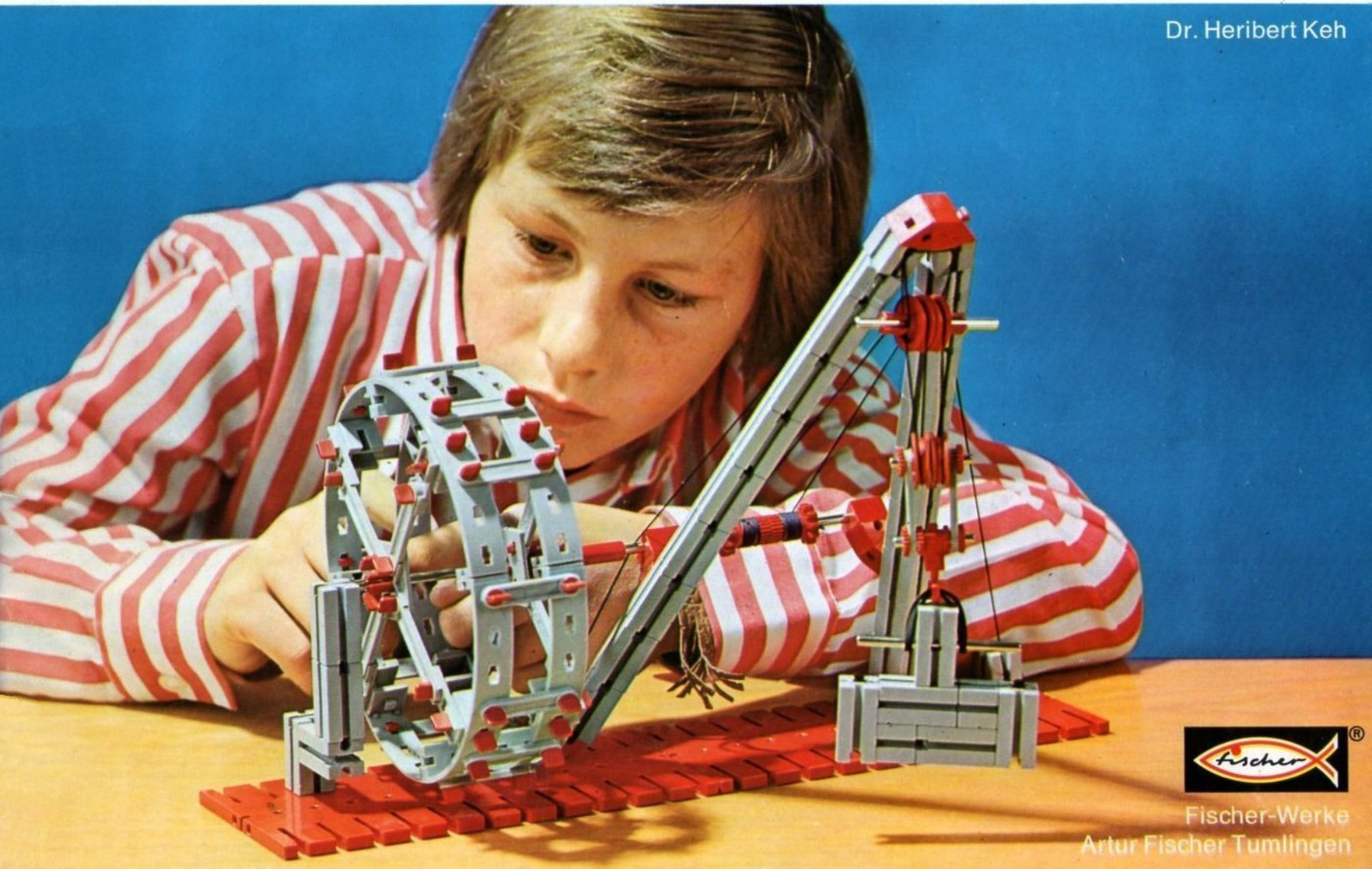


# Vom zweiarmigen Hebel zum modernen Baukran

Dr. Heribert Keh



Fischer-Werke  
Artur Fischer Tumlingen

Dr. Heribert Keh

# Vom zweiarmigen Hebel zum modernen Baukran

Fischer-Werke · Artur Fischer Tumlingen



## Inhalt

|  |          |
|--|----------|
| Vorwort  | S. 5     |
| A. Theoretische Vorerwägungen                      |          |
| 1. Was heißt curricular                            | S. 7     |
| 2. Was heißt Operationalisierung                   | S. 7     |
| 3. Was sind technische Sachverhalte                | S. 8     |
| 4. Was sind Lernsequenzen                          | S. 8     |
| B. Werkvollzug I                                   |          |
| 1. Orientierende Lehre                             | S. 9     |
| 2. Experimentierendes Erkunden                     | S. 12    |
| 3. Das Curriculum TZ in Verbindung<br>mit Ph und M | S. 14    |
| C. Werkvollzug II                                  |          |
| 1. Vorbesprechung – theoretische<br>Vorinformation | S. 21    |
| 2. Vorbesprechung – praktische Information         | S. 22    |
| 3. Aufgabenverteilung                              | S. 22    |
| 4. Gruppenarbeit                                   | S. 22    |
| Montageprotokoll I                                 | S. 22    |
| Montageprotokoll II                                | S. 24    |
| Montageprotokoll III                               | S. 25    |
| Endmontage   | S. 26    |
| D. Schlußbemerkungen                               | S. 27    |
| Abbildungsnachweis                                 | S. 29    |
| Nachbildungen historischer Modelle                 | S. 30/31 |





## Vorwort

Unser Thema läßt bereits durch seine Formulierung zweierlei erkennen, nämlich

1. daß ein geschichtlicher Entwicklungszusammenhang aufgezeigt werden soll und
2. daß verschiedene, unter sich zusammenhängende technische Sachverhalte in mehreren Werkvollzügen erarbeitet werden sollen.

Was aus der Formulierung des Themas nicht hervorgeht und deshalb eigens hervorgehoben werden muß, ist die Absicht, einem Vorurteil entgegenzuwirken, das sich in die jüngste pädagogische Diskussion um Lerninhalte und Verfahrensweisen des Technischen Werkens eingeschlichen hat. Ich meine das Vorurteil einer falsch gestellten Alternative:

Technisches Werken *entweder* im traditionellen Verstande (Bearbeitung von Materialien zum Zwecke der Herstellung von Gebilden) *oder* Erarbeitung technischer Sachverhalte unter ausschließlicher Verwendung von Montagebaukästen.

Es ist zwar richtig, daß man sowohl das *eine* wie auch das *andere* tun kann. Dies muß, so meine ich, der persönlichen Entscheidung des Werklehrers überlassen bleiben.

Falsch aber ist es zu behaupten, daß man das eine nicht tun kann, ohne das andere zu lassen.

Seit Jahren arbeite ich mit einem „gemischten Verfahren“ (traditionelle Werkvollzüge in Verbindung mit dem fischertechnik-System), ganz einfach deshalb, weil mir hierdurch am besten realisierbar erscheint, was ich für unabdingbar halte: die curriculare Operationalisierung technischer Sachverhalte nach Lernsequenzen.

Da es notwendig ist, eingangs zu sagen, was unter der *curricularen Operationalisierung technischer Sachverhalte nach Lernsequenzen* verstanden werden soll, ergibt sich für meine Abhandlung „Vom zweiarmigen Hebel zum modernen Baukran“ die folgende Gliederung:

- A) Theoretische Vorerwägungen
- B) Werkvollzug I
- C) Werkvollzug II
- D) Schlußbemerkungen

München, November 1972

Der Verfasser



## A) Theoretische Vorerwägungen

### 1. Was heißt curricular?

Curricular in dem hier gebrauchten Wortsinn bedeutet: auf ein curriculum spezifikum bezogen. Das für das Technische Werken einschlägige curriculum spezifikum ist das curriculum Technische Bildung.

1.1. Das curriculum Technische Bildung ist als curriculum spezifikum ein Teilbereich des curriculum generale, das im Bereich des grundbildenden Schulwesens für alle Schulgattungen (Grundschule, Hauptschule, Realschule, Gymnasium) gilt. Zwar ist, soviel ich sehe, ein solches curriculum generale von der wissenschaftlichen Pädagogik noch keineswegs erarbeitet. Aus der Sicht des Praktikers aber lassen sich die Bildungsbereiche nennen, aus denen sich ein solches curriculum generale zusammensetzt.

1.2. Diese Bereiche sind:

der Bereich der Sprachlichen Bildung,  
der Bereich der Technischen Bildung,  
der Bereich der Naturwissenschaftlichen Bildung,  
der Bereich der Gesellschaftswissenschaftlichen Bildung,  
der Bereich der Naturwissenschaftlichen Bildung,  
der Bereich der Wirtschaftswissenschaftlichen Bildung,  
der Bereich der Musischen Bildung,  
der Bereich Gesundheitslehre und Leibeserziehung,  
der Bereich der Kulturtechniken und  
der Bereich der Gewissensbildung.

Uns interessiert hier vor allem der Bereich der Technischen Bildung. Für ihn gilt der nachfolgende Katalog allgemeiner Lernziele:

1.3. Der Schüler muß

- a) in der Lage sein, technische Grundvorgänge zu verstehen und den Zusammenhang zwischen Gestalt und Funktion technischer Gebilde zu begreifen. Dazu gehört auch die Fähigkeit, einfache technische Gebilde zu konstruieren (Technisches Zeichnen) und zu bauen (Technisches Werken);
- b) lernen, technische Zusammenhänge in einer der Technik adäquaten Weise zu verbalisieren;
- c) Grundkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen den Naturwissenschaften einerseits, der Technik andererseits besitzen;
- d) erkennen, daß und inwieweit die Technik dazu beiträgt, das Leben der Gesellschaft zu erleichtern, zu erweitern und zu erhöhen;
- e) die Technik als volkswirtschaftlichen Faktor begreifen;
- f) Grundkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Kunst und Technik besitzen;
- g) die Technik als etwas Humanes verstehen lernen und darüber hinaus bereit und in der Lage sein, sie zu bejahen und in sein Weltbild aufzunehmen.

### 2. Was heißt Operationalisierung?

Der Begriff des Operationalen ist im Bereich der empirischen Wissenschaften entwickelt worden. Als Operationalismus bezeichnet man eine wissenschaftstheoretische Richtung, die sich operationaler Definitionen bedient.

Die Definition eines Begriffes (bzw. eines Sachverhaltes) ist dann operational, wenn sie die Angabe von Verfahren (Operationen) zur Erhebung von Daten beinhaltet.

Im Bereich der Pädagogik sind operationale Definitionen solche, die auf objektive Meßbarkeit abstellen, so z. B. die Definition von Intelligenz auf der Grundlage von Testaufgaben, von Testbedingungen und Auswertungsvorschriften.



Im weiteren Sinne des Wortes ist unter Operationalisierung jede Form der pädagogischen Aufbereitung von Unterrichtsgegenständen zu verstehen, insofern und inwieweit sie objektive Erfolgskontrollen zuläßt.

### 3. Was sind technische Sachverhalte?

Unter den vier hier zu definierenden Begriffen scheint der des technischen Sachverhaltes der einfachste zu sein. Er ist es mitnichten!

3.1. Wenn wir beispielsweise mit Karl Klöckner (Die Maschine als Aufgabenbereich des Werkunterrichts, in: Werkunterricht als Technische Bildung, Verlag Julius Beltz, Weinheim 1969) die Maschine definieren als „ein technisches System, das Arbeit leistet oder Energie umwandelt“, so erhalten wir mit dieser Definition zwei sehr allgemeine technische Sachverhalte aus dem Teilbereich des Maschinenbaus, nämlich den der *Arbeitsleistung* und jenen der *Energieumwandlung*.

3.2. Wenn wir mit Bodo Wessels (Die Werkerziehung, Julius-Klinkhardt-Verlag, Bad Heilbrunn, 1967) sagen: „Elementare Sachverhalte des Maschinell-Kinetischen sind: Antrieb, Übertragungs- und Arbeitsmechanismus der Maschinen“, erhalten wir drei andere Sachverhalte aus dem Teilbereich des Maschinenbaus, nämlich die Aussage darüber, aus welchen Teilen eine Maschine im allgemeinen besteht:  
aus einem *Antriebsmechanismus*,  
einem *Übertragungsmechanismus* und  
einem *Arbeitsmechanismus*.

3.3. Wenn wir aber an die Ingenieurwissenschaften die Frage nach den Elementen der Maschine richten, erhalten wir die Antwort: „Maschinenelemente sind: Verbindungen (unlösbare und lösbare), Wellen, Kupplungen, Lager und Dichtungselemente“ (vgl. Fischer-Lexikon, Technik 2, Maschinenbau!).

Wir können also die Frage nach den technischen Sachverhalten nicht stellen, ohne sie mit den spezifischen Lernzielen Technischer Bildung zu verbinden. Damit treffen wir eine Selektion unter den technischen Sachverhalten, deren oberstes Kriterium die lernzielorientierte pädagogische Relevanz darstellt.

### 4. Was sind Lernsequenzen?

Der Begriff der Lernsequenz wird in einschlägigen Publikationen sehr unterschiedlich gebraucht, so z. B. als Stufenfolge von in sich abgeschlossenen Lehreinheiten. Noch Heinrich Roth versteht unter Lernsequenz die Abfolge von Unterrichtsschritten, z. B. „Problem aus der Praxis“ – „Lösung durch Handeln und Reflexion“ – „Anwendung“ (Übertragung, Transfer). Bekanntlich besteht das Organisationsprinzip der programmierten Unterweisung darin, eine Lerneinheit in eine große Zahl relativ sehr kleiner Lernschritte zu zerlegen.

Die neuere, vor allem die empirische Lehr- und Lernforschung rückt zunehmend ab vom stufentheoretischen Verständnis der Lernsequenzen. Unter Lernsequenzen werden heute teilweise bereits lernzielbezogene Unterrichtsstrategien verstanden, didaktisch-methodisch aufbereitete Unterrichtseinheiten, die sich über einen relativ großen Zeitraum erstrecken, m. a. W. problemorientierte Entwicklungsreihen. Eine solche problemorientierte Entwicklungsreihe meint unser Thema

*Vom zweiarmigen Hebel zum modernen Baukran;*  
eine Entwicklungsreihe, die mehrere Werkvollzüge unter dem Aspekt der curricularen Operationalisierung technischer Sachverhalte praktisch aufarbeitet.

Erwähnen darf ich noch, daß die nun folgende Darstellung die exakte Wiedergabe eines in den Klassen 8 d und 8 e der Staatlichen Realschule Ebern durchgeführten Unterrichtsablaufs darstellt.



## B) Werkvollzug I

Der Werkvollzug I setzt sich zusammen:  
*aus einer Lehrerdarbietung* („Orientierende Lehre“),  
*aus einer Schülerübung* mit ut – 1 („Experimentieren-  
des Erkunden“),  
*aus der Erarbeitung eines Konstruktionsvorganges*  
(„Curriculum Technisches Zeichnen in Verbindung mit  
Physik und Mathematik“) und  
dem *Bau eines Kranmodells* (Werkstück I).

### Die Orientierende Lehre

zeigt den Zusammenhang zwischen Kunst und Technik auf. Dieser Zusammenhang wird illustriert mit Farbdias und Arbeitsfolien über einen Overheadprojektor. Die in dieser Abhandlung gemachten Ausführungen stellen eine starke Verkürzung der wirklich dargebotenen Unterrichtseinheit (2 Stunden) dar. Näheres über den Zusammenhang zwischen Kunst und Technik (abgestellt auf das Anliegen der Werkerziehung) enthält das Buch: Keh, Der Werkunterricht, H. Schroedel-Verlag, Hannover, Best.-Nr. 39001 – insbesondere das Kapitel II, 2: Die Urtriebe menschlicher Werkstätigkeit, S. 45 ff.

### Im Experimentierenden Erkunden

geht es um die empirische Erhärtung der Hebelgesetze, die den Schülern der 8. Klasse bereits aus dem Physikunterricht – wenigstens teilweise und theoretisch – bekannt sein müssen.

### Das Curriculum TZ in Verbindung mit Ph und M

dient der curricularen Operationalisierung des Konstruktionsvorganges: Die Konstruktionszeichnung wird zum Ausgangspunkt genommen, ihre Voraussetzungen werden an die einschlägigen mathematisch-physikalischen Gesetzmäßigkeiten gebunden.

## Werkstück I

wird hergestellt aus zum Teil vorgegebenen und aus zum Teil erst zu bearbeitenden Materialien im Maßstab 1:1 gemäß der vorher erstellten Werkzeichnung.

### I. Orientierende Lehre

„Ex oriente lux“: Aus dem Osten kam das Licht, das Licht der Menschheit, das Licht der Kultur, das Licht der Wissenschaften und der Künste, das Licht der Zivilisation.

Aus dem Osten, d. h. aus dem Vorderen Orient: aus Mesopotamien, aus Syrien und Palästina, aus Ägypten. Von da holten es die Griechen über Kreta und Mykene nach Hellas und nicht nur dies: sie schmolzen es um in diese unsere abendländische Kultur.

1.1. Wenn wir den Namen Ägypten hören, sehen wir vor uns die Pyramiden von Gise, das Tal der Könige oder die Tempel von Abu Simbel. Wir erkennen in der Monumentalarchitektur und in der Kolossalplastik der alten Reiche das Walten einer gigantischen Idee: der Idee des Staatskosmos und des Gott-Königtums. Wir vergessen über unserer Bewunderung aber zumeist, nach den Mitteln zu fragen, mit deren Hilfe die großen Ideen verwirklicht werden konnten:

Welche Mittel hatten die Ägypter, um Kalksteinblöcke bis zu 1,5 Tonnen von Stufe zu Stufe bis zur Spitze ihrer Pyramide zu heben?

Welche Mittel setzten die Babylonier, die Assyrer ein, um Skulpturen von mehreren Tonnen Gewicht oft über relativ weite Wegstrecken zu schleppen?

1.2. Wir stehen mit diesen Fragen an der Wiege der Geschichte der Technik, genauer an der Geburtsstätte des Maschinenbaus. Da finden wir die fünf sog. „klassischen Maschinen“: Hebel, Welle, Rad, Rolle und Schiefe Ebene, zunächst wohl rein empirisch gefunden („erfunden“), sodann aber reflektiert und nach



mathematisch-physikalischen Gesetzmäßigkeiten erschlossen – die Grundlagen kinetischer Mechanismen, die es als „zusammengesetzte Maschinen“ endlich erlaubten, menschliche und tierische Kräfte, aber auch Wasser und Wind einzusetzen, umzuwandeln, zu nützen.

Abb. 1 gibt ein Relief aus Ninive (ca. 700 v. Chr.) wieder, indem wir sehr deutlich erkennen können, wie eine Kolossalskulptur in einer Art Schiff (Schlitten) über Rollenhölzer hinweg mit Hilfe eines riesigen Hebels vorwärts bewegt wird.

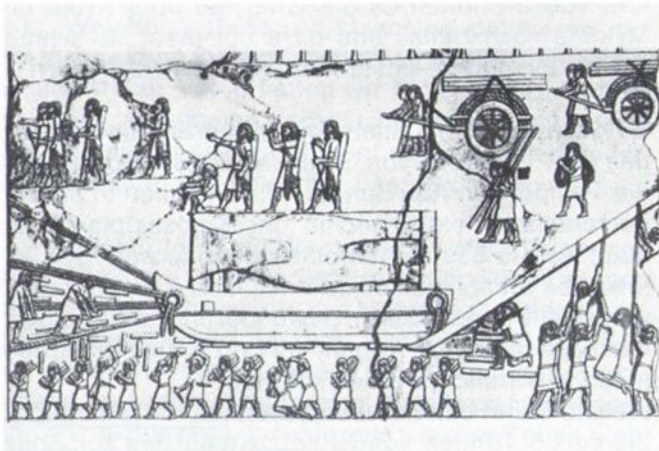


Abb. 1

1.3. Relativ früh entstand aus der Zusammensetzung einiger der klassischen Maschinen der Kran.

In Abb. 2 sind historische Beispiele zusammengestellt, entnommen dem längst vergriffenen Werk von Artur Fürst, Das Weltreich der Technik, Vgl. Ullstein, Berlin 1927.

10 Die mit den Skizzen verbundenen Namen sind selbst

ein Stück Geschichte des Maschinenbaus:

Vitruvius, ein römischer Ingenieur, lebte von 88 – 26 v. Chr., Taccola, eigentlich Mariano Jacopo aus Siena, lebte von 1831 – 1450, Leonardo da Vinci von 1452 – 1519.

Freilich markieren diese Daten einen langen geschichtlichen Entwicklungszeitraum. Es ist aber unschwer zu erkennen, daß bereits der wiedergegebene altgriechische Baukran, für dessen Konstruktion uns allerdings kein Name überliefert wurde, die wichtigste Funktion des Krans, nämlich das Heben schwerer Lasten, in perfekter Weise zu leisten vermochte: mit Flaschenzug und Seilwinde („Haspel“).

Der Kran des Vitruvius beinhaltet auch schon das Prinzip des Drehkranzes und jener des Leonardo den doppelten Ausleger, die exakteste Anwendung des zweiarmigen Hebels, die sich denken läßt. Was es mit dieser Anwendung auf sich hat, wollen wir nun im Experiment erkunden.

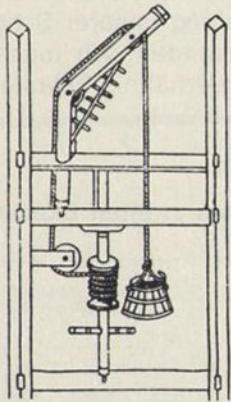
#### Anmerkung:

Unter den jüngeren Publikationen zum Thema „Geschichte der Technik“ verdient das Buch von Robert Soulard, „Geschichte der Maschinen“, Editions Rencontre, 1963, für unseren Zusammenhang Beachtung. Vermutlich ist der in Abb. 2 wiedergegebene altgriechische Kran (mit Seilwinde und Flaschenzug) eine Erfindung des Archimedes (287 – 212 v. Chr.).

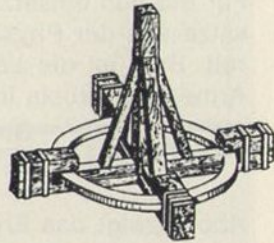
Soulard schreibt in dem genannten Buch:

„Auch die Wasserschraube soll er erdacht haben, die Winde, den Kran mit Flaschenzug und die Hebeltheorie.“

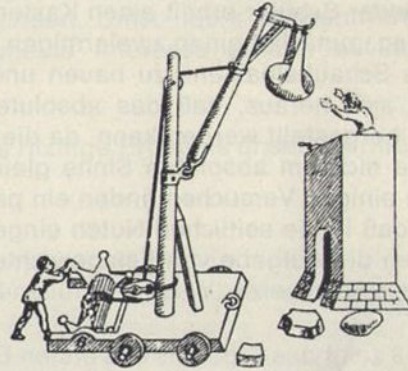
Wir wissen, „daß der Hebel schon vorher bekannt war, während die Winde und der Kran mit Flaschenzug, ebenso wie die Schraube, erst viel später zur Anwendung kamen, und zwar unter den Römern im 1. Jahrhundert v. Chr.“ (S. 14, 2. Spalte).



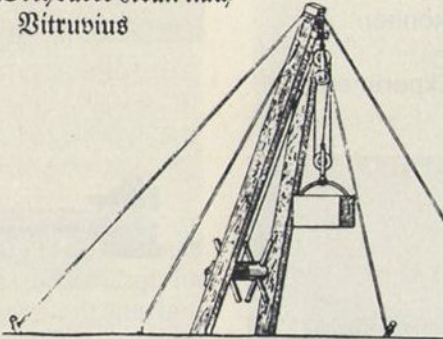
95. Schwenkbarer Kran nach Laccola



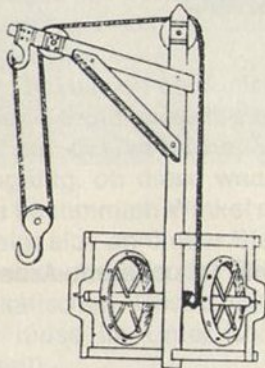
93. Drehbarer Kran nach Vitruvius



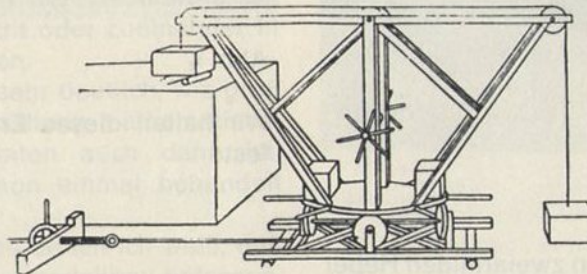
98. Baukran mit schwenkbarem Ausleger nach Laccola



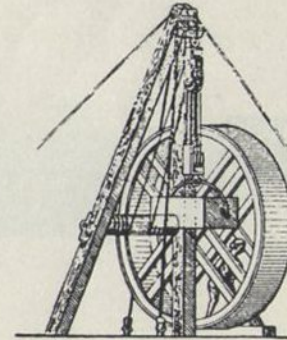
91. Altgriechischer Baukran mit Haspel



94. Feststehender Kran nach Laccola



99. Drehkran mit doppeltem Ausleger nach Leonardo



92. Altgriechischer Baukran mit Tretrad



## 2. Experimentierendes Erkunden

2.1. Jeder Schüler erhält einen Kasten ut – 1 mit dem Auftrag, zunächst einen zweiarmigen Hebel im Sinne eines Schaukelbalkens zu bauen und zu lagern. Es stellt sich heraus, daß das absolute Gleichgewicht nicht hergestellt werden kann, da die einzelnen Bausteine nicht im absoluten Sinne gleich schwer sind. Nach einigen Versuchen finden ein paar Schüler heraus, daß in die seitlichen Nuten eingeschobene Bauplatten die Aufgabe von Feingewichten im Sinne der Justierung unserer „Waage“ erfüllen können.

Abb. 3 zeigt das Ergebnis des ersten Experiments.

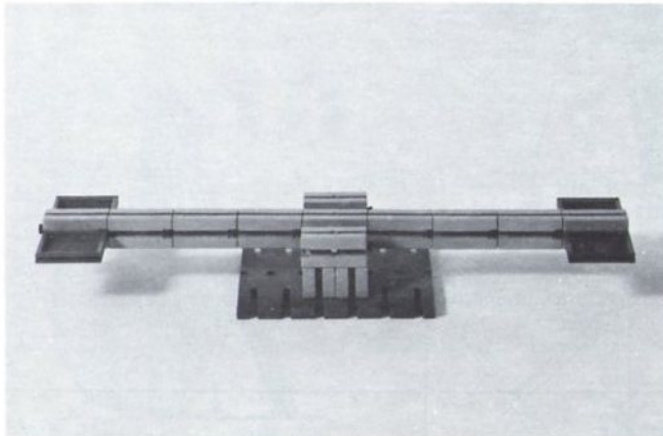


Abb. 3

2.2. Der zweite Auftrag lautet, den zweiarmigen Hebel im Verhältnis

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{4}{5} \text{ umzubauen.}$$

Dies geschieht. Nun ist der Hebel selbstverständlich „aus der Waage“. Wir werfen die Frage auf, was wir

tun müssen, um ihn wieder in die Waage zu bringen. Für die nun einsetzenden Versuche stehen Gewichtssätze aus der Physik-Sammlung unserer Schule bereit. Bald ist die Lösung gefunden: Wir müssen die Arme des Hebels im Gegenverhältnis belasten, also

$$\text{im Verhältnis } \frac{G_1}{G_2} = \frac{5}{4}.$$

Abb. 4 zeigt das Ergebnis des zweiten Experiments.

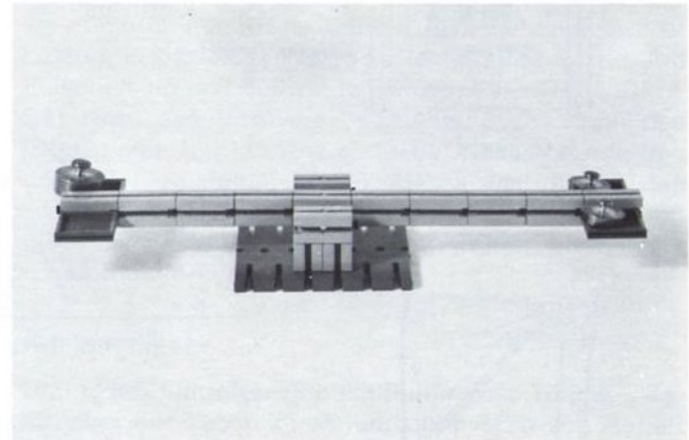
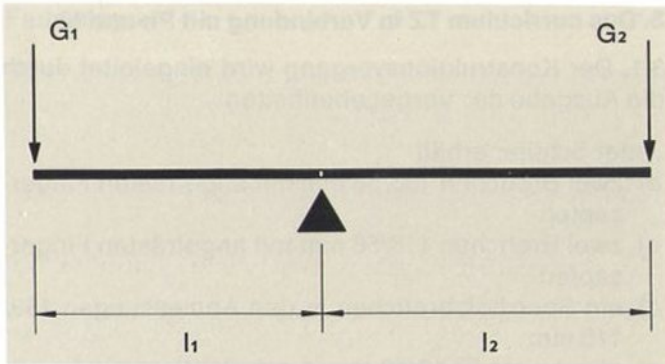


Abb. 4

Wir halten dieses Ergebnis in unserem Arbeitsheft fest:



$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{4}{5} ; \frac{G_1}{G_2} = \frac{5}{4}$$

2.3. Unser nächstes Experiment gilt der Frage, wie sich ein geknickter Hebel verhält. Denn unser Ziel im Werkvortrag I soll der Bau eines Krans mit starrem Ausleger sein.

In der Diskussion stellt sich heraus, daß die Meinungen der Schüler geteilt sind. Die Mehrzahl meint, es käme auf die wirkliche Länge der Hebelarme an, gleichgültig, ob diese waagrecht oder zueinander in einem bestimmten Winkel stehen.

(Es zeigt sich an dieser Stelle sehr deutlich, wie groß die Unsicherheit in der Beherrschung mathematisch-physikalischer Gesetzmäßigkeiten auch dann ist, wenn diese im Unterricht schon einmal behandelt wurden!)

Nur einige, es sind Schüler, von denen ich weiß, daß sie sich in ihrer Freizeit mit Flugmodellbau befassen, „wagen“ die Behauptung, daß sich der geknickte Hebel so verhält wie seine Projektion in die Ebene. Die klassische Formulierung: „Der Hebelarm ist festgelegt als Abstand des Drehpunktes von der Wirkungslinie der Kraft“ bringt keiner!

Es dauert auch relativ lange, bis ein überzeugendes Ergebnis vorliegt. Es wird im übrigen nur von einer Minderheit gefunden. Umso mehr konzentriert sich nun das allgemeine Interesse gerade auf diesen Sachverhalt.

Abb. 5 zeigt das richtige Ergebnis unseres dritten Experiments.

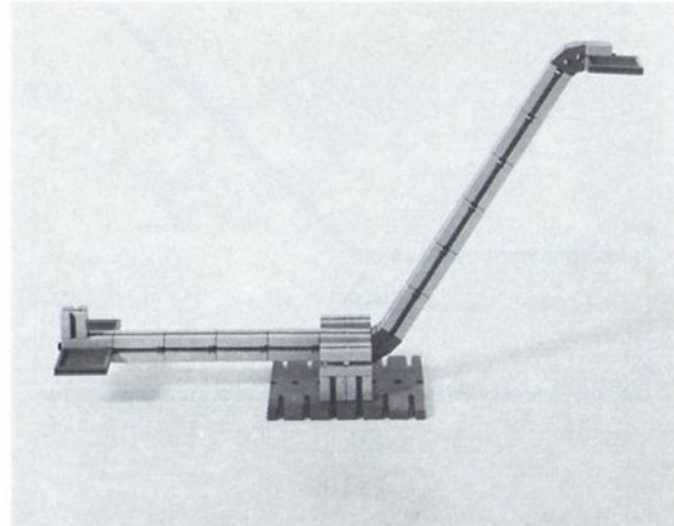
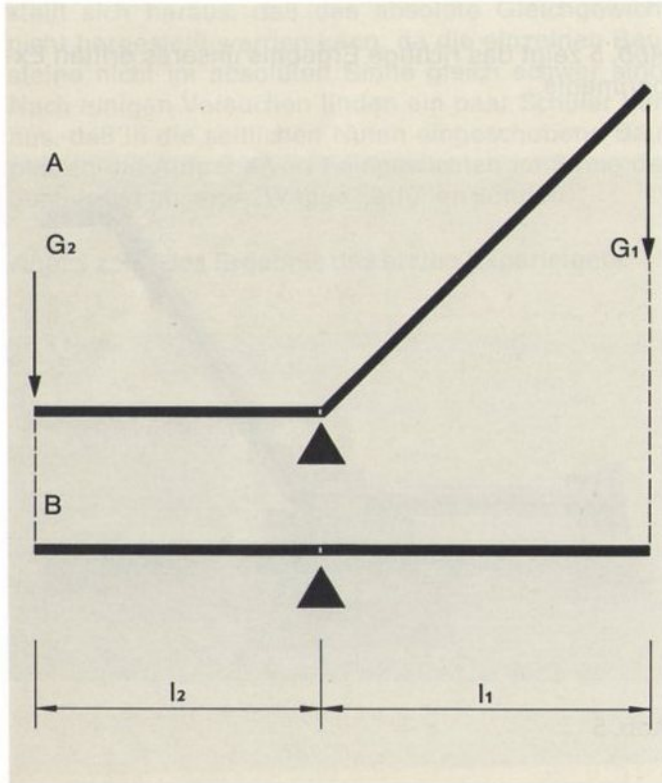


Abb. 5



Da dieser Sachverhalt für Werkvollzug I von besonderer Bedeutung ist, wird auch er im Arbeitsheft festgehalten, und zwar mit folgenden Schemata:



Das bedeutet, daß wir den geknickten Hebel (Schema A) beim Auswiegen so behandeln müssen, als entsprächen seine beiden Arme den Längen  $l_2$  und  $l_1$  in Schema B.

„Der Hebelarm ist festgelegt als Abstand des Drehpunktes von der Wirkungslinie der Kraft“ wird ebenfalls ins Arbeitsheft eingetragen.

### 3. Das curriculum TZ in Verbindung mit Ph und M

3.1. Der Konstruktionsvorgang wird eingeleitet durch die Ausgabe der Vorgegebenheiten:

Jeder Schüler erhält

- zwei Brettchen 153/58 mm mit angefrästen Fingerzapfen
- zwei Brettchen 118/58 mm mit angefrästen Fingerzapfen
- ein Sperrholzbrettchen in den Abmessungen 153/118 mm
- eine Leiste  $\square$  10/10 mm, 1 m lang
- zwei Holzscheibenräder ( $2r = 56$  mm)
- drei Holzscheibenräder ( $2r = 38$  mm)
- zwei Wellen  $\phi$  4 mm, 150 mm lang
- eine Preßspanplatte 135/60 mm, 5 mm stark
- eine Leiste  $\square$  10/15 mm, 30 cm lang
- einen Kranhaken und eine Handkurbel aus dem Lager der Schule.

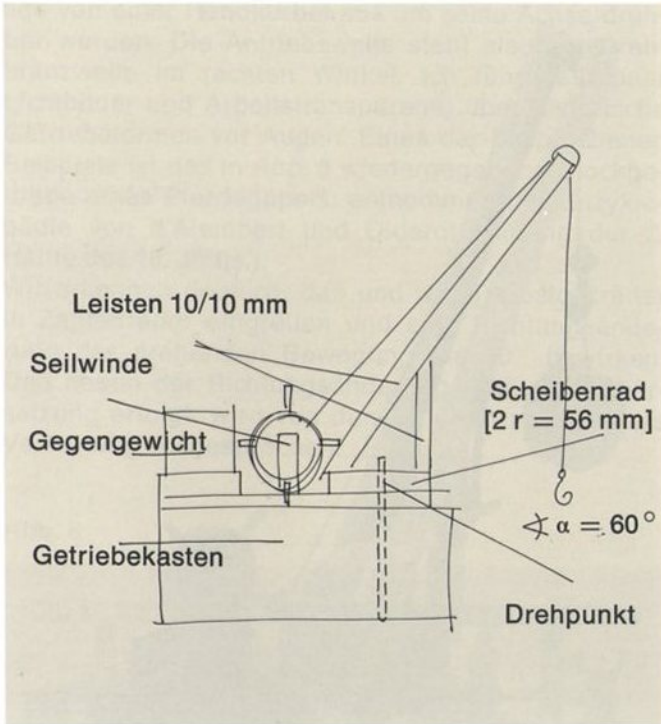
Die Ausgabe der Rohmaterialien und der Halbfertigwaren vor Inangriffnahme der Konstruktionszeichnung ist notwendig, da von ihnen die Größe des zu konstruierenden Modells abhängt. Wir erörtern nach der Materialausgabe den ersten Arbeitsabschnitt im Technischen Zeichnen:

Als Aufgabe ist gestellt, die Hauptansicht eines Kranmodells im Maßstab  $M = 1:1$  zu zeichnen.

Das Krangestell soll auf einem Getriebekasten stehen, dessen Größe sich aus den Materialien unter a, b und c ergibt. Das Krangestell, verbunden mit einer Kranbrücke, ist gemäß nachfolgender Faustskizze zu konstruieren!

(Anmerkung: Die Schüler sind von Anfang an daran gewöhnt worden, entsprechend vorgegebenen Einzelteilen und an Hand einer Faustskizze, die den Konstruktionsvorgang erläutert, zu arbeiten.)

## Faustskizze



Nach der Erläuterung dieser Faustskizze werden die Brettchen unter a) und b) verzapft, so daß die endgültigen Maße des Getriebekastens festliegen. Die Schüler beginnen nun ihre Konstruktionszeichnung mit dem Getriebekasten 153/58 mm. Sie bauen die Konstruktionszeichnung (Hauptansicht der Dreitafelprojektion), wie sie gewohnt sind, von unten nach oben auf. Die Länge des starren Auslegers wird ebensowenig vom Lehrer festgelegt wie die Größe der Lagerböcke für die Seilwinde. Die Annahme der Größe des Gegengewichtes ist ebenso

offen. Diese Freiheiten werden gegeben, damit der Schüler selbst bereits in der Konstruktionszeichnung um das richtige Verhältnis von Funktion und Gestalt des zu konstruierenden technischen Gebildes bemüht ist.

Abb. 6 zeigt die erste Phase der Konstruktionszeichnung.

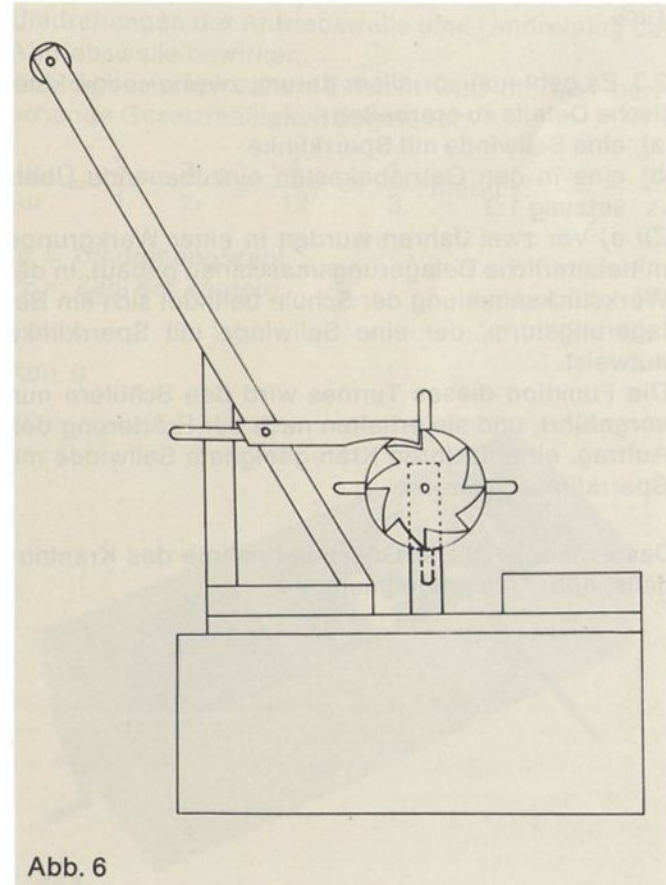


Abb. 6



3.2. Nachdem alle Schülerzeichnungen den Stand dieser Wiedergabe erreicht haben, wird das Technische Zeichnen zunächst eingestellt. Die Schüler erhalten den Auftrag, das Kranmodell so weit zu bauen, wie es der augenblickliche Stand der Konstruktionszeichnung zuläßt. Die hierzu benötigte Zeit belief sich in der Klasse 8 d auf 6, in der Klasse 8 e auf ca. 8 Stunden.

Die halbfertigen Kranmodelle werden abgestellt. Wir kehren zum eigentlichen Konstruktionsvorgang zurück.

3.3. Es geht nun vor allem darum, zwei wichtige kinetische Details zu erarbeiten:

- a) eine Seilwinde mit Sperrklinke
- b) eine in den Getriebekasten einzubauende Übersetzung 1:3

Zu a) Vor zwei Jahren wurden in einer Werkgruppe mittelalterliche Belagerungsmaschinen gebaut. In der Werkstücksammlung der Schule befindet sich ein Belagerungsturm, der eine Seilwinde mit Sperrklinke aufweist.

Die Funktion dieses Turmes wird den Schülern nun vorgeführt, und sie erhalten nach der Erörterung den Auftrag, eine für ihren Kran geeignete Seilwinde mit Sperrklinke zu bauen.

Das Ergebnis ist der Gesamtaufnahme des Kranmodells, *Abb. 7*, zu entnehmen.

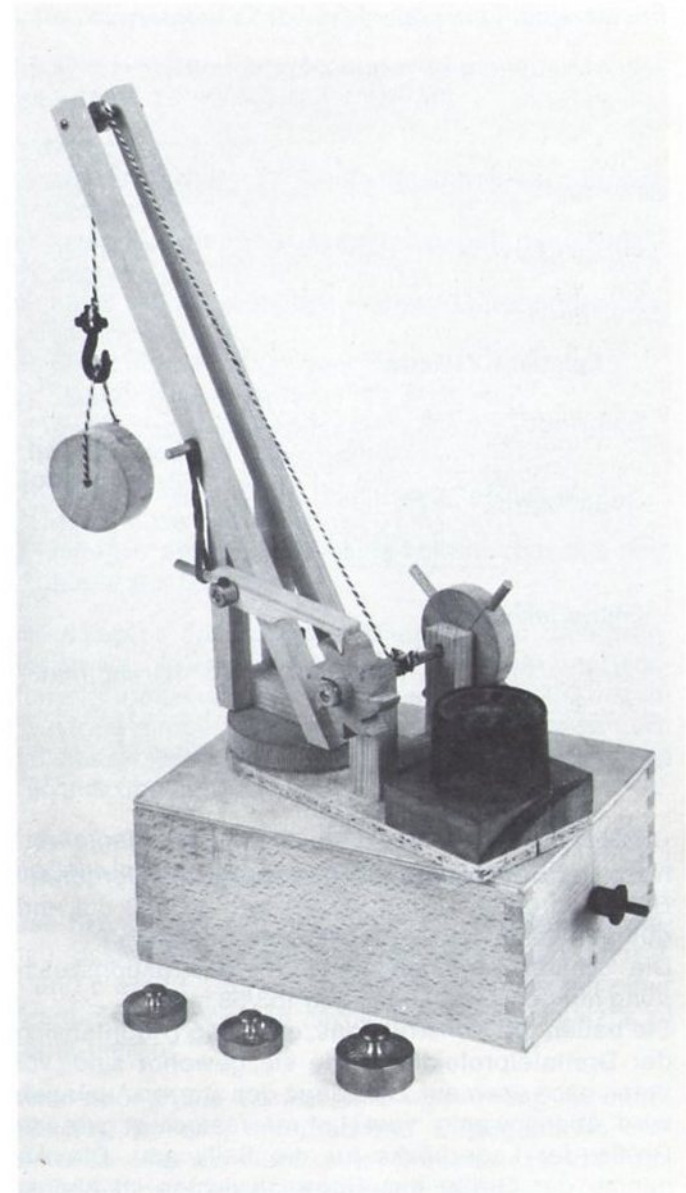
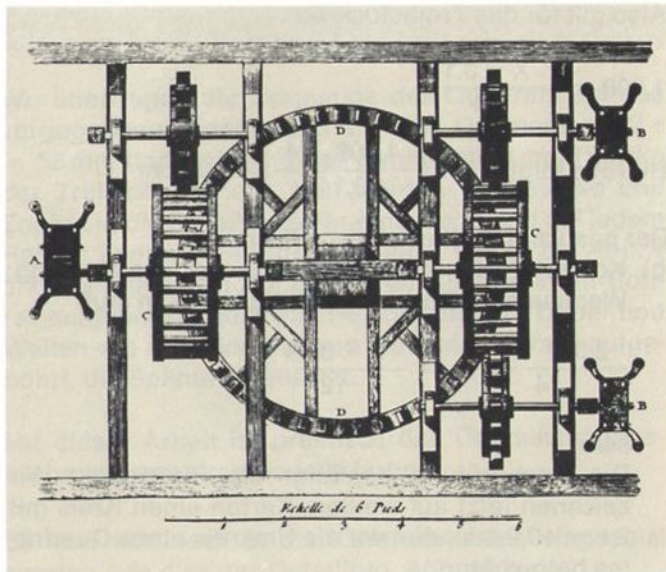


Abb. 7.

Zu b) Bevor wir an den Bau der Übersetzung gehen, schalten wir ein Informationsgespräch ein. Unser Kran soll von einer Handkurbel aus um seine Achse drehbar werden. Die Antriebswelle steht also zur Drehkranzwelle im rechten Winkel. Ich führe ein paar Lichtbilder und Arbeitstransparente über historische Getriebeformen vor Augen. Eines der besprochenen Beispiele ist das in Abb. 8 wiedergegebene Stockgetriebe eines Pferdegepels, entnommen der Enzyklopädie von d'Alembert und Diderot (Anfang der 2. Hälfte des 18. Jhdts.).

Wir erkennen deutlich, daß und wie Treibstockräder in Zapfenräder eingreifen und eine Richtungsänderung der drehenden Bewegung um 90° bewirken. Daß neben der Richtungsänderung auch eine Übersetzung erfolgt, wird von den Schülern zunächst als Vermutung ausgesprochen.

Abb. 8



Nach der Besprechung unserer Lichtbilder und Arbeitstransparente wird ein einfaches Vormodell, wie es die Abb. 9 zeigt, vorgeführt. Wir nehmen dieses Vormodell als Auslöser der curricularen Operationalisierung des in der Folge zu stellenden Werkauftrages. Das auf der waagrechten Welle liegende Treibstockrad weist 4 Treibstöcke auf, das auf der senkrechten Welle liegende Zapfrad 12 Zapfen.

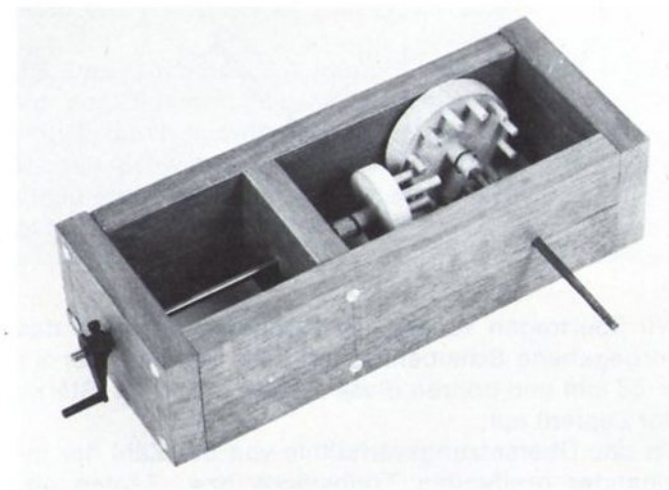
Die genaue Beobachtung des Bewegungsablaufs an unserem Vormodell führt zu dem Ergebnis, daß drei Umdrehungen der Antriebswelle eine Umdrehung der Abtriebswelle bewirken.

Aus dieser empirischen Einsicht wird die hier herrschende Gesetzmäßigkeit abgeleitet:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{3}{1} ; \frac{z_1}{z_2} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} ; \text{hieraus: } \frac{u_1}{u_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

(u = Umdrehungszahl,  
z = Zahl der Zapfen).

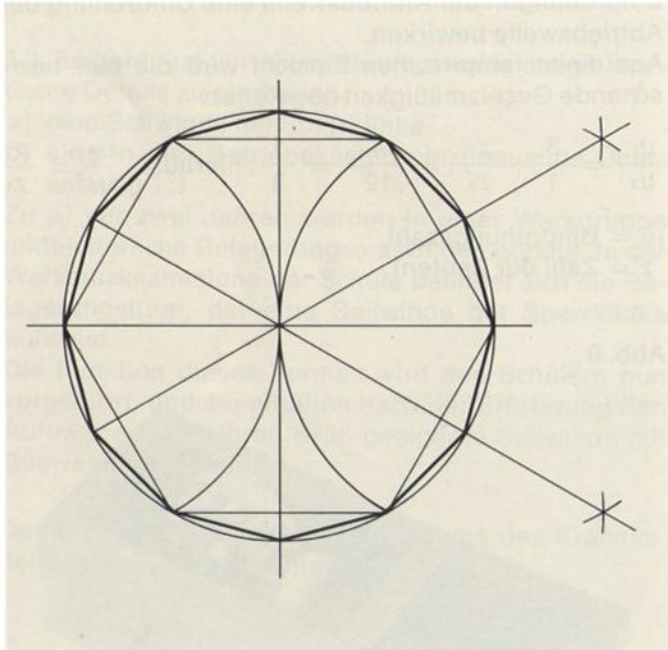
Abb. 9





3.4. Nun wird der Arbeitsauftrag erteilt, ein Treibstock und ein Zapfrad für den späteren Einbau in den Getriebekasten unseres Kranmodells herzustellen.

Vorgegeben sind ein Scheibenrad mit dem Durchmesser  $2r = 56$  mm und ein Scheibenrad mit dem Durchmesser  $2r = 38$  mm. Wir zeichnen auf weißen Karton einen Kreis mit  $r = 25$  mm, den wir als Umkreis eines regelmäßigen Zwölfecks betrachten. Wir konstruieren das regelmäßige Zwölfeck wie folgt:



Wir übertragen sodann die Zwölfeckpunkte auf das vorgegebene Scheibenrad mit dem Durchmesser  $2r = 56$  mm und bohren diese Punkte mit 4 mm (Stärke der Zapfen) auf.

Da das Übersetzungsverhältnis von der Zahl der ineinander greifenden Treibstöcke bzw. Zapfen ab-

hängt, da wir also auf dem Scheibenrad mit dem Durchmesser  $2r = 38$  mm 4 Treibstöcke ( $4:12 = 1:3!$ ) benötigen, legen wir diese Punkte wie folgt fest:

a) Zunächst ist der Durchmesser des Kreises zu finden, auf welchem die 4 Treibstöcke liegen müssen. Dieser Durchmesser ist unbekannt, also  $2r = x$ . Die 4 Punkte liegen auf dem gesuchten Kreis:  $x \cdot 3,14$ .

Der Abstand der Treibstöcke auf dem Kreis ist demnach:

$$\frac{x \cdot 3,14}{4}$$

Dieser Abstand muß der gleiche sein, wie der Abstand der Zapfen auf dem Scheibenrad mit dem Durchmesser  $2r = 56$  mm. Dieser läßt sich wie folgt berechnen:

$$\frac{3,14 \cdot 5}{12} = 15,70 : 12 = \underline{1,608 \text{ cm}}$$

Also gilt für das Treibstockrad:

$$1,608 = \frac{x \cdot 3,14}{4}$$

$$\text{Hieraus folgt: } x = \frac{1,608 \cdot 4}{3,14} = \underline{2,04 \text{ cm}}$$

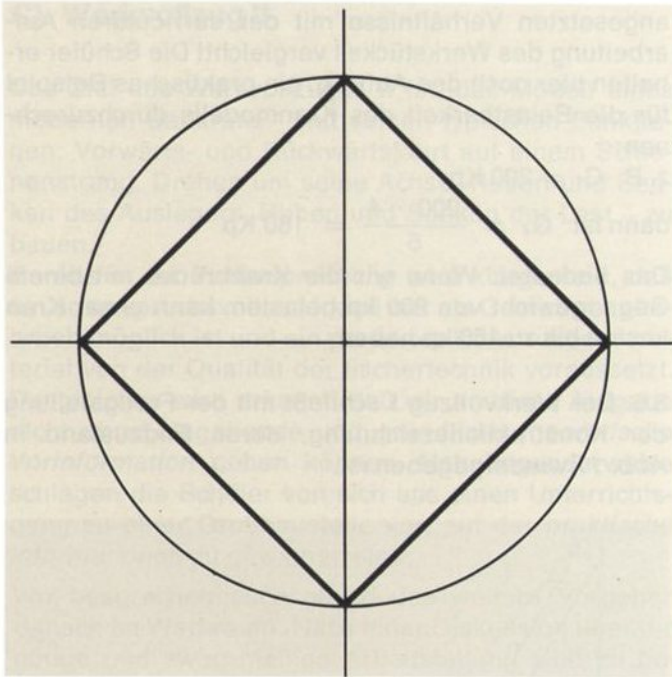
Der gesuchte Radius ist also 10,2 mm.

b) Kontrolle der Richtigkeit unserer Berechnung: Wenn unsere Rechnung richtig ist, dann muß

$$\frac{2,04 \cdot 3,14}{4} = \frac{5 \cdot 3,14}{12}$$

sein.

Die Nachprüfung bestätigt die Richtigkeit! Wir zeichnen jetzt auf weißem Karton einen Kreis mit  $2r = 10,2$  mm, den wir als Umkreis eines Quadrates betrachten:



Wir übertragen die Eckpunkte des Quadrats auf das vorgegebene Scheibenrad mit dem Durchmesser  $2r = 38\text{mm}$  und bohren diese Punkte mit 4mm (Stärke der Treibstöcke!) auf. Nun werden Treibstöcke und Zapfen in die Scheibenräder eingesetzt und auf jedem Rad im Zentrum ein Dübel verleimt, wie es die *Abb. 9* erkennen läßt. Die Dübel werden mit dem 4mm-Bohrer aufgebohrt, die Wellen eingeschoben, Dübel und Wellen zur Einbringung von Splinten 1,5mm aufgebohrt, die Splinte eingesetzt.

Mit dieser Arbeit ist praktisch das Übersetzungsgetriebe unseres Kranmodells fertig.

Es muß nun noch in den Getriebekasten eingesetzt werden, wie dies das Detailfoto, *Abb. 10*, zeigt.

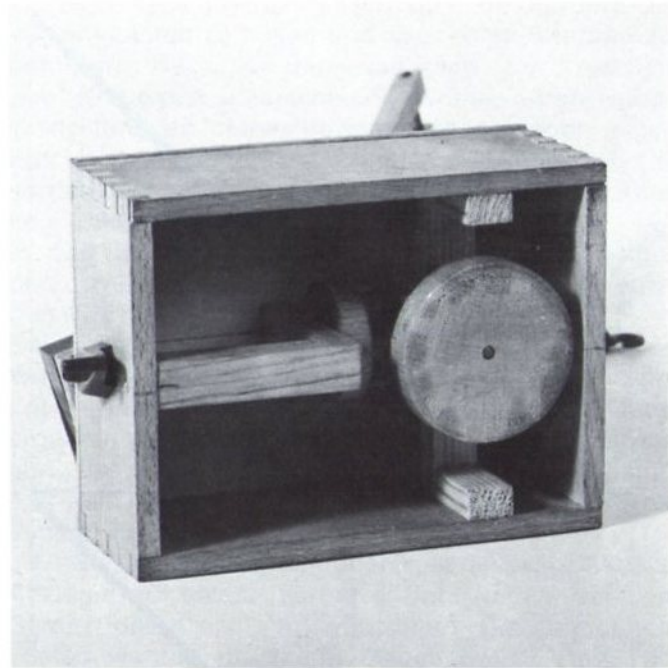
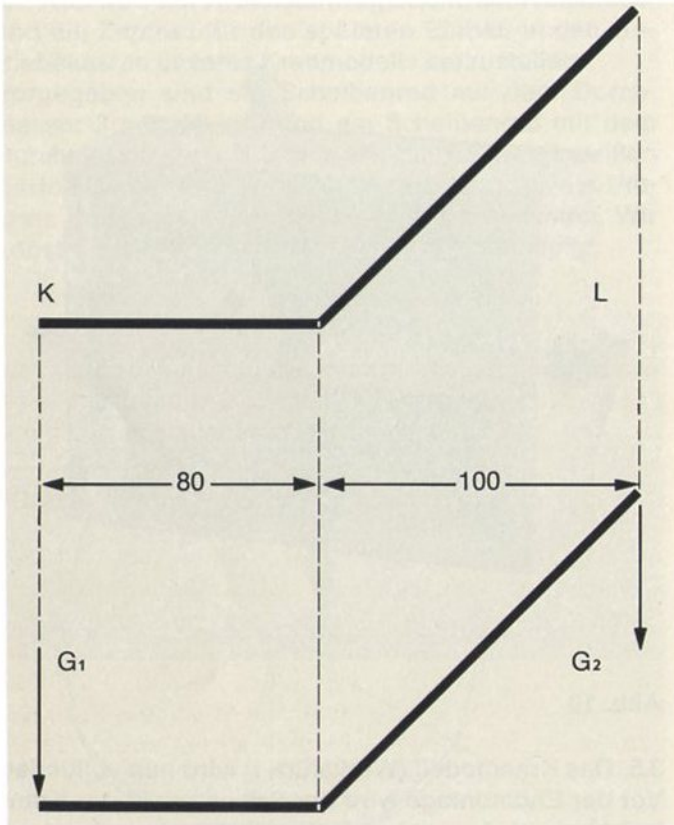


Abb. 10

3.5. Das Kranmodell (Werkstück I) wird nun vollendet. Vor der Endmontage wird der Schwerpunkt der Kranbrücke durch Auswiegen festgestellt. Diesen Schwerpunkt betrachten wir als den Drehpunkt eines zweiarmigen Hebels, wie in der nachfolgenden Skizze dargestellt.





$$\frac{K}{L} = \frac{80}{100} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{K}{L} = \frac{G_2}{G_1} ; \frac{G_2}{G_1} = \frac{4}{5} ; G_2 = \frac{4}{5} G_1$$

**Anmerkung:**

Der erfahrene Lehrer wird an dieser Stelle unschwer die innere Logik im Aufbau der Lernsequenz erkennen, wenn er die im Experimentierenden Erkunden

angesetzten Verhältnisse mit der curricularen Aufarbeitung des Werkstücks I vergleicht! Die Schüler erhalten hier noch den Auftrag, ein praktisches Beispiel für die Belastbarkeit des Kranmodells durchzurechnen:

z. B.  $G_1 = 200 \text{ Kp}$

$$\text{dann ist } G_2 = \frac{200 \cdot 4}{5} = 160 \text{ Kp}$$

Das bedeutet: Wenn wir die Kranbrücke mit einem Gegengewicht von 200 kp belasten, kann unser Kran Lasten bis zu 160 kp heben.

3.6. Der Werkvollzug I schließt mit der Fertigstellung der Konstruktionszeichnung, deren Endzustand in *Abb. 11* wiedergegeben ist.

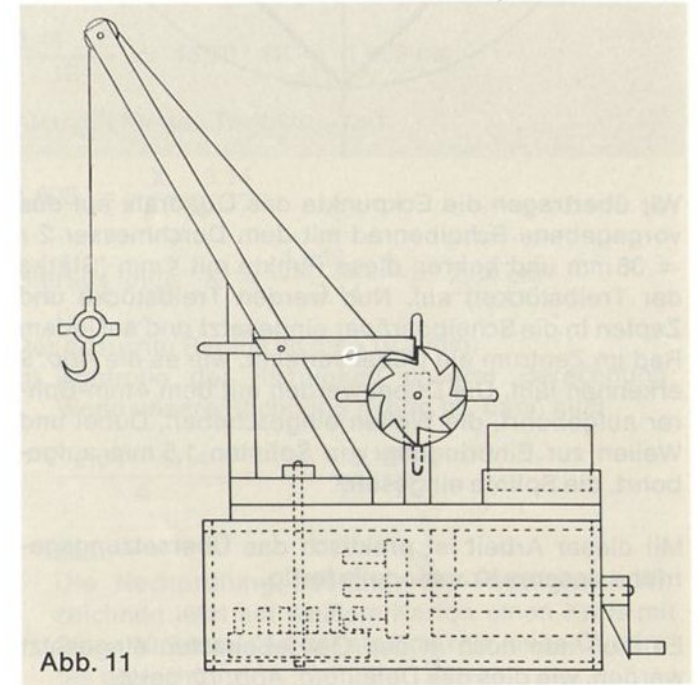


Abb. 11

## C) Werkvollzug II

Das Ziel des Werkvollzuges II ist, das Modell eines modernen Baukrans – mit seinen typischen Funktionen: Vorwärts- und Rückwärtsfahrt auf einem Schienenstrang, Drehen um seine Achse, Heben und Senken des Auslegers, Heben und Senken der Last – zu bauen.

Bereits in der *Vorbesprechung* wird klargestellt, daß ein so anspruchsvolles Modell nur als Gemeinschaftsarbeit möglich ist und ein perfektes Konstruktionsmaterial von der Qualität der Fischertechnik voraussetzt. Desgleichen wird erkannt, daß wir an diese Aufgabe nicht ohne eingehende und gründliche *theoretische Vorinformation* gehen können. Naheliegenderweise schlagen die Schüler von sich aus einen Unterrichtsgang zu einer Großbaustelle vor, auf der *praktische Informationen* zu gewinnen sind.

Wir besprechen auch gleich das weitere Vorgehen danach im Werkraum: Nach einer Diskussion über die nötige und zweckmäßige Arbeitsteilung sind zu bestimmen:

ein Montageleiter, eine Gruppe für den Bau des Krangestells (Montagegruppe I), eine Gruppe für den Bau des Fahrgestells (Montagegruppe II) und eine Gruppe für den Bau der Steuerungsanlage (Montagegruppe III).

### 1. Vorbesprechung – theoretische Vorinformation

Aus der Schülerhandbücherei werden einschlägige Lexika geholt. Insbesondere zwei Werke geben gute theoretische Informationen ab, nämlich der Band *Die Technik* aus der Reihe „Wissen im Überblick“, Verlag Herder, Freiburg i. Br., 1969, und der *Brockhaus der Naturwissenschaften und der Technik*, Vlg. Brockhaus, Wiesbaden, 1965. Aus dem Band *Die Technik* schreiben wir uns folgende Definition heraus:

„Ein Kran ist eine Arbeitsmaschine in der Fördertechnik, um Lasten zu heben und über kurze Strecken zu befördern. Nach der Bauweise kann man zwischen zwei Krantypen unterscheiden: Kräne, deren Hebevorrichtung an einem beweglichen Ausleger angebracht ist (Auslegerkrane), und Krane, deren Hebevorrichtung an einem Laufwagen in einer Brückenkonstruktion hängt (Brückenkrane) . . .

In der Bautechnik verwendet man Turmdrehkrane, deren Ausleger von einem hohen Standmast getragen wird . . .

Bei der Konstruktion von Kranen aller Art müssen der Winddruck und die dynamischen Kräfte berücksichtigt werden, die sich bei der Bewegung des Krans ergeben; gleichfalls muß die mögliche Pendelbewegung der angehobenen Lasten einkalkuliert werden.“ Aus dem Band *Brockhaus der Naturwissenschaften und der Technik* notieren wir:

„ . . . Bei fahrbaren Drehkranen ruht der schwenkbare Ausleger auf einem fahrbaren Unterwagen, der den Bereich des Krans stark vergrößert. Die gehobenen Lasten werden durch ein Gegengewicht zum Teil ausgeglichen. Die Standfestigkeit wird durch Stützspindeln am Unterwagen oder durch Schienenzangen vergrößert. Bei Drehscheibenkranen ist der Ausleger auf einer Drehscheibe aufgesetzt, die auf einem Fundament oder Unterwagen um einen senkrechten Zapfen (Königszapfen) als zentrale Führung auf Rollen schwenkt . . .“

Ein Schüler bringt noch das Buch „*Wie funktioniert das*“, Meyers erklärte Technik, Bd. 1, Bibliographisches Institut, Mannheim/Zürich, 1963.

Auch die dort zu findenden Informationen werden zur Kenntnis genommen und auszugsweise notiert:

Auslegerkrane „besitzen einen über einen Stützpunkt hinausragenden Ausleger, der um seine senkrechte Drehsäule oder um einen im Unterbau verankerten Drehzapfen, den sogenannten ‚Königszapfen‘,



schwenkbar ist. Zu den Auslegerkränen gehören auch die Turmdrehkrane. Mittels verstellbarer Seilschließen kann ihr Ausleger mehr oder weniger aufgerichtet werden und damit die Ausladung verändert, d. h. der jeweiligen Last angepaßt werden. Angestrebt wird hierbei ein stets gleichbleibendes Lastmoment (Last mal Ausladung), so daß also kleine Lasten am großen Hebelarm, große Lasten dagegen am entsprechend verkürzten Hebelarm bewältigt werden können ...“

## 2. Vorbesprechung – praktische Information

Eine in der Nähe unserer Schule gelegene Großbaustelle wird besichtigt. Wir treffen mehrere Baumaschinen an, darunter zwei Krane, beide zur Kategorie der Turmdrehkrane gehörig. Der Unterschied besteht darin, daß der eine Turmdrehkran einen waagrecht liegenden starren Ausleger mit Gegengewicht aufweist, der andere einen heb- und senkbaren Ausleger. Am starren Ausleger des ersten kann eine Laufkatze mit Hebezeug hin- und herfahren. Der zweite Kran interessiert uns mehr, zumal da er gerade vom Kranführer über ein Schaltpult ferngesteuert wird.

Wir lassen uns das Prinzip dieser Fernsteuerung erklären und können die vier Hauptfunktionen in Einzelabläufen beobachten: Vor- und Zurückfahren des Krans, Drehen um seine Achse, Heben und Senken des Auslegers, Heben und Senken der Last. Wir sind entschlossen, gerade diesen und keinen anderen Kran nachzubauen. Die Schüler machen sich einige Notizen, und wir kehren sodann in den Werkraum zurück.

## 3. Aufgabenverteilung

Unsere Werkgruppe umfaßt 16 Schüler. Zunächst wird ein Montageleiter gewählt. Sodann werden auf frei-

williger Basis 3 Gruppen gebildet: eine Montagegruppe I, die den Auftrag erhält, das Krangestell zu bauen (5 Schüler); eine Montagegruppe II, die das Fahrgestell übernimmt (5 Schüler); eine Montagegruppe III, die sich mit der Herstellung eines Schaltpultes befaßt (5 Schüler):

*Gruppe I* erhält 4 Kästen ut-s und 2 Sortierungen mini-mot. Es wird festgestellt, daß diese mini-mots, zu Seilwinden ausgebaut, das Heben und Senken des Auslegers und das Heben und Senken des Lasthakens bewirken sollen.

*Gruppe II* erhält einen Kasten ut-s und einen Kasten ut-1, dazu 2 Sortierungen mini-mot. Es wird festgestellt, daß diese mini-mots als Unterflurmotore unter dem Fahrgestell die Vorwärts- und Rückwärtsfahrt auf einem Schienenstrang, sowie das Drehen des Krangestells bewirken sollen.

*Gruppe III* erhält 2 Kästen ut-1 und 4 Kästen ut-3, einen fischertechnik-Trafo und das Lehrbuch e-m 1 ausgehändigt.

## 4. Gruppenarbeit

Nun beginnen die 3 Gruppen ihre Arbeit. Es ist abgemacht, daß jede Gruppe einen Protokollführer bestimmt, der den Montagevorgang schriftlich festzuhalten hat. Nach etwa drei Stunden liefern die einzelnen Gruppen ihre Arbeiten und die entsprechenden Protokolle ab.

Den gesamten Hergang können wir aus den Montageprotokollen ablesen.

### Montageprotokoll I

Unsere Aufgabe war, das Krangestell zu bauen. Wir hatten uns auf der Baustelle schon Notizen gemacht, und unser bester Zeichner erhielt den Auftrag, entsprechend der Größe der gewählten Winkelträger aus



der Sortierung ut-s eine Faustskizze zu machen, aus der die ungefähren Maße unseres Krangestells hervorgingen. Denn es war die allgemeine Ansicht, daß das Krangestell nicht nur funktionstüchtig sein, sondern, daß es auch in einem guten Maßverhältnis zum Fahrgestell stehen sollte.

Wir setzten zunächst den Hauptteil des Turmgerüsts aus 4 Gruppen von je 4 Winkelträgern à 60 mm, verbunden mit waagrechten Querstreben à 50 mm und diagonalen Querstreben à 70 mm zusammen. Darauf bauten wir mit Hilfe von 4 Gelenksteinen ein spitzwinklig verjüngtes und nach hinten geknicktes Kopfstück, in welches wir das Seilrollenlager für die Funktionen: Heben und Senken des Auslegers, sowie Heben und Senken der Last einbrachten.

Dann montieren wir den Ausleger aus 6 Winkelträgern à 120 mm und verjüngten diesen nach vorne durch Einbringung von Querstreben verschiedener Längen. An der Spitze wurde eine weitere Seilrolle eingebaut.

Die Verbindung des Auslegers mit dem Kranturm erfolgte mit Hilfe von 2 Gelenksteinen. Nun war der Zeitpunkt gekommen, da wir uns mit der Montagegruppe II wegen der Gestaltung der Kranbrücke verständigen mußten.

Wie uns der Montageleiter mitgeteilt hatte, war da eine Schwierigkeit zu überwinden, die sich aus der Gestaltung des „Königszapfens“ ergab. Wir lösten diese Schwierigkeit gemeinsam, indem wir einen Übergang aus den Bausteinen der Sortierung ut-1 schufen, der es gestattete, das von der Gruppe II gewünschte Drehkranzrad zu umgreifen. Nun gingen wir an den Bau der Kranbrücke. Wir waren bald einig, daß die Kranbrücke aus einer großen Bauplatte der Sortierung ut-1 bestehen sollte, da sich durch ihre Verwendung (im Gegensatz zur kleinen Bauplatte) für Gegengewicht und Seilwinden (unter Verwendung der vorgegebenen mini-mots) die günstigsten Montagebedingungen boten.

So bauten wir einen Gegengewichtskasten und in diesen die beiden mini-mots, durch Anmontage der mini-mot-Getriebe zu Seilwinden umgestaltet, ein.

Um die Stabilität des Kranturms zu erhöhen, wurde der oberste Kranz desselben mit dem Gegengewichtskasten durch Spannseile verbunden. Wir fixierten nun unser fertiges Werk auf einer großen Montageplatte, schlossen die mini-mots an den Trafo an und überprüften die Funktionstüchtigkeit der eingebauten Seilwinden.

Es zeigte sich, daß das Heben und Senken des Auslegers, wie auch das Heben und Senken des Lasthakens reibungslos verlief. Damit konnten wir dem Montageleiter die Beendigung unserer Arbeit melden. *Abb. 12* zeigt das Krangestell.

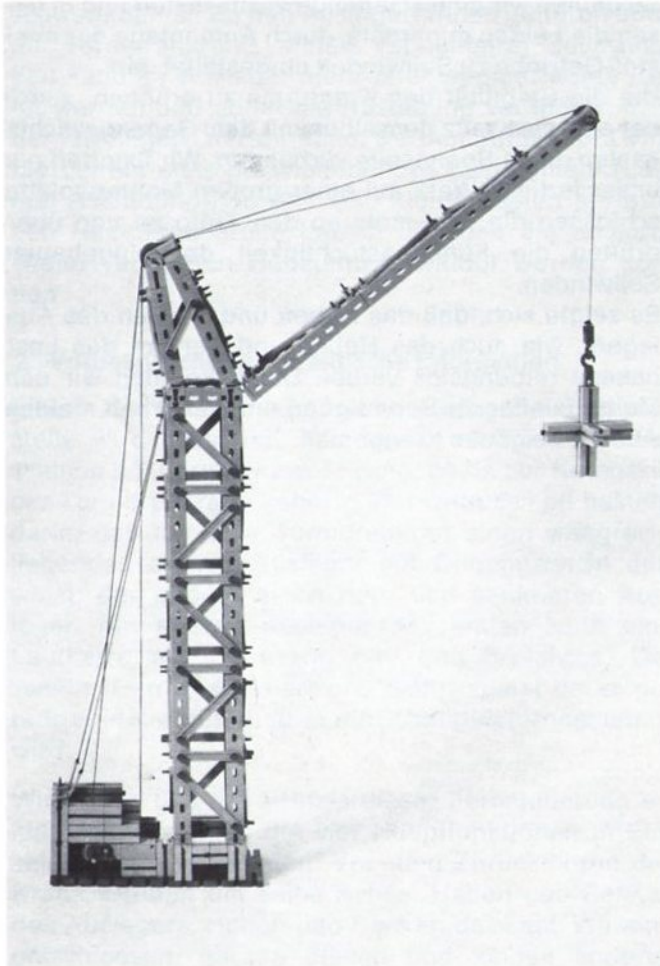


Abb. 12

### Montageprotokoll II

Wir hatten den Auftrag, das Fahrgestell eines um seine Achse drehenden Turmkranes zu bauen, desgleichen einen Schienenstrang, auf welchem der

Kran hin- und herfahren konnte. Die Größe des Fahrgestells war festgelegt durch die große Grundplatte aus fischertechnik ut-1. Zwei Kameraden unserer Gruppe gingen sofort daran, aus Winkelträgern, Schienen und Streben der Sortierung ut-s das Fahrgestell herzustellen. Das Fahrgestell selbst gab uns 2 technische Probleme auf:

- a) die Lösung des Antriebs und
- b) die Lösung des Drehkranzes.

Zu a) Aus der Sortierung fischertechnik-mini-mot kombinierten wir mot + Getriebe mit Antriebswelle (1 = 60 mm, Ritzel : 28 Z). Wir bauten diese Kombination so ein, daß das genannte Ritzel in das Stirnzahnrad (44 Z) der Antriebswelle (1 = 110 mm) aus der Sortierung ut-2 eingreifen konnte. Die Verwendung gerade der letztgenannten Welle wurde entscheidend für unser weiteres Vorgehen; denn durch sie war die Spurbreite des Fahrgestells endgültig festgelegt. Dies hatte u. a. auch zur Folge, daß die Gleisanlage umgebaut werden mußte, da die ursprünglich verwendeten Winkelträger dieser Spurbreite nicht entsprachen.

Zu b) Mit einigen Schwierigkeiten verbunden war die Lösung der Drehkranzeinrichtung. Da das fischertechnik-System auf dem Prinzip der werkzeugfreien Montage beruht, mußte die Übertragung der Drehbewegung eines Zahnrades auf die Kranbrücke mit Hilfe einer Drehkranzscheibe gelöst werden. Nach einer Reihe von Versuchen erwies sich die Fixierung der Drehkranzscheibe auf der Kranbrücke mit Hilfe von 2 Achsen (à 30 mm) aus der Sortierung ut-1 als beste Lösung. Die Entscheidung für das große Zahnrad aus ut-1 zum Antrieb des Drehkranzes machte die Kombination eines mini-mot mit rechtwinklig ange-setzter großer Schnecke notwendig. Die ersten Versuche mit diesem Antrieb zeigten, daß beim Wechsel der Drehrichtung mit einem Abschieben der Schnecke und damit gegebenem Aussetzen des Antriebs gerechnet werden muß. Dies gefiel uns ebensowenig

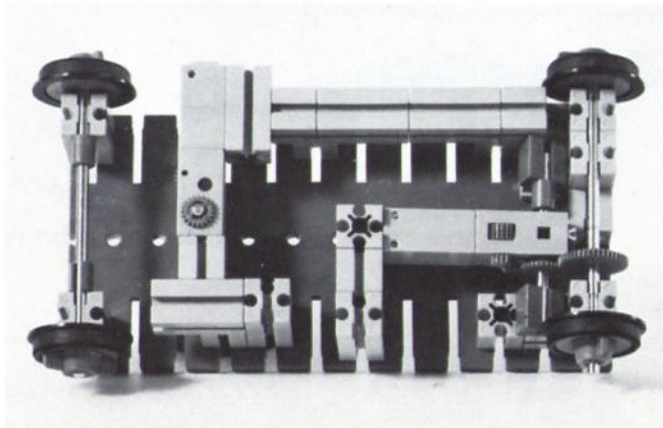


wie die Tatsache, daß die Drehung – wie ein Versuch zeigte – zu schnell ablief.

Ein Mitglied unserer Gruppe schlug daher vor, das große Zahnrad aufzugeben und die Antriebswelle des mini-mot-Getriebes zum „Königszapfen“ zu erklären. Ein Umbau unseres Fahrgestells zeigte, wie richtig und zweckmäßig dieser Vorschlag war: das größere Übersetzungsverhältnis des mini-mot-Getriebes stellte einen langsameren Bewegungsablauf der Drehung sicher.

Nachdem Gruppe II mit ihrer Arbeit am Schaltpult fertig geworden war, setzten wir unser Fahrgestell auf die Schienen und spielten die Funktionen: Vor- und Rückwärtsfahrt, sowie Drehung des Königszapfens durch. Wir nahmen auf Grund der durch diese Einspielphase gemachten Erfahrungen noch verschiedene Verbesserungen, insbesondere was die Fixierung der Motore anbelangt, vor und zwar so lange, bis ein befriedigender Grad der Funktionstüchtigkeit des Fahrgestells erreicht war. Damit waren wir in der Lage, dem Montageleiter die Beendigung unserer Arbeit anzuzeigen.

Abb. 13 zeigt das Fahrgestell.



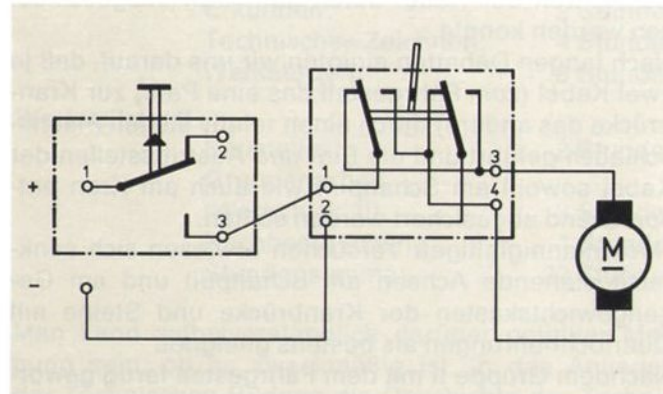
### Montageprotokoll III

Unser Auftrag war, ein Schaltpult herzustellen, von dem aus 4 mini-mots gesteuert werden konnten, und zwar jeweils ein und aus, vorwärts und rückwärts. Zur Verfügung standen 2 Kästen ut-1 und 4 Kästen ut-3, ein fischertechnik-Trafo und das Lehrbuch fischertechnik e-m 1.

Auf Grund des Studiums der Schaltzeichen im Lehrbuch erkannten wir bald, daß für jeden mini-mot eine Kombination zweier Schalter nötig war, und zwar jeweils zwischen einem Taster (Schließer) und einem Polwendeschalter.

Für die Funktion des Tasters wählten wir den fischertechnik-Wechsler mit Springkontakt, als Polwendschalter bot sich der fischertechnik-Schalter mit Springkontakten („flip-flop“) an.

Wir erprobten die gewählte Kombination zunächst experimentell und gelangten bald zur endgültigen Lösung im Sinne der nachfolgenden Schaltskizze:



Nachdem wir auf diese Weise das Schaltsystem geklärt hatten, montierten wir die 4 Schalterpaare auf eine große Grundplatte aus der Sortierung ut-1. Bei der Verkabelung stellte sich heraus, daß die in der

Sortierung ut-3 vorgegebenen Kabellängen unseren Zwecken nicht entsprachen. Aus diesem Grunde stellten wir die benötigten Kabel selbst her (vier à 120 mm, sechs à 60 mm) und versahen diese mit fischertechnik-Steckern (10 roten, 10 grünen). Die nun vorgenommene Verkabelung der vier Schalterpaare erwies sich nicht nur als zweckmäßig; sie ergab auch optisch ein gutes Bild.

Da es unser Wunsch war, den Trafo fest mit dem Schaltpult zu verbinden, fügten wir die kleine Grundplatte aus dem ut-1 mit Hilfe zweier Achsen (je 30 mm) der großen Grundplatte an. Um das Stromzuführungskabel unseres Trafo nicht zu knicken, bockten wir den Trafo mit Hilfe von zwei großen und zwei kleinen Grundbausteinen auf.

Ein neues Problem entstand aus der Überlegung, daß der Kran auf den Schienen hin- und herlaufen, das Schaltpult aber ortsgebunden bleiben sollte. Dies bedeutete, daß die vom Schaltpult zum Kran führenden Kabel so präpariert werden mußten, daß ein Überfahren der Kabel durch den Kran ausgeschlossen werden konnte.

Nach langen Debatten einigten wir uns darauf, daß je zwei Kabel (zum Fahrgestell das eine Paar, zur Kranbrücke das andere) durch einen relativ steifen Plastikschlauch geführt und die Ein- und Austrittsstellen der Kabel sowohl am Schaltpult wie auch am Kran entsprechend abgesichert werden sollten.

Nach mannigfaltigen Versuchen erwiesen sich senkrecht stehende Achsen am Schaltpult und am Gegengewichtskasten der Kranbrücke und Steine mit Querlochbohrungen als bestens geeignet.

Nachdem Gruppe II mit dem Fahrgestell fertig geworden war, verbanden wir unser Schaltpult mit dem Fahrgestell und führten einen ersten Probelauf durch.

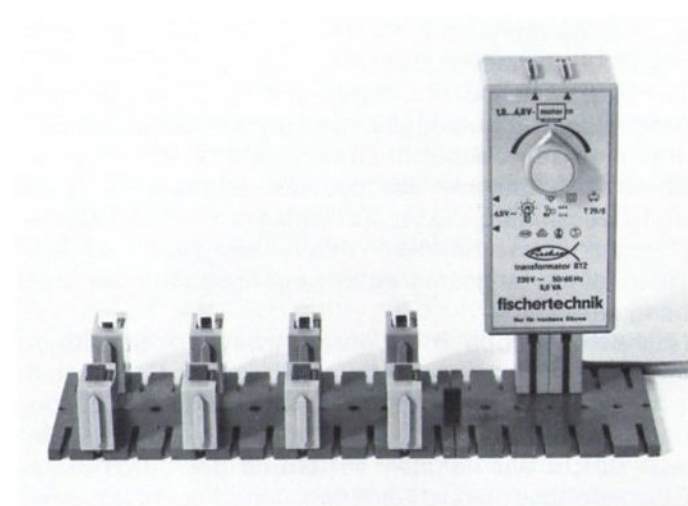


Abb. 14

### Endmontage

Unter der Regie des Montageleiters erfolgte nun der noch notwendige Zusammenbau. Da daran gedacht ist, diesen Kran in der Werkstücksammlung der Schule aufzubewahren, wurde er auf eine Preßspanplatte montiert.

Abb. 15 zeigt die Gesamtlage.



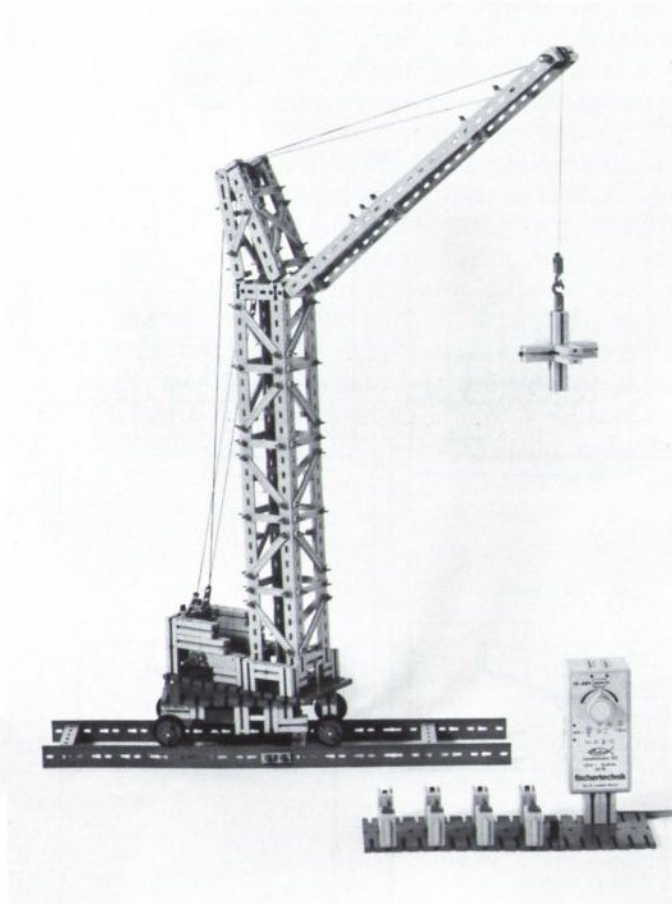


Abb. 15

Verdrahtung siehe S. 28

## D) Schlußbemerkungen

Es ging darum, eine Lernsequenz im Sinne einer problemorientierten Entwicklungsreihe

„Vom zweiarmigen Hebel zum modernen Baukran“ darzustellen. Diese Darstellung ist – wie eingangs erwähnt – der exakte Nachvollzug eines in den Klassen 8 d und 8 e der Staatl. Realschule Ebern abgewickelten Unterrichtsablaufs.

Die Abhandlung kommt somit aus der Praxis – wenn auch aus einer reflektierten – und will der Praxis dienen.

Den Praktiker interessiert aber nicht nur der Unterrichtsablauf als solcher, sondern auch die für die einzelnen Stufen dieses Ablaufs aufgewendete Unterrichtszeit. Sie verteilt sich wie folgt:

### Werkvollzug I

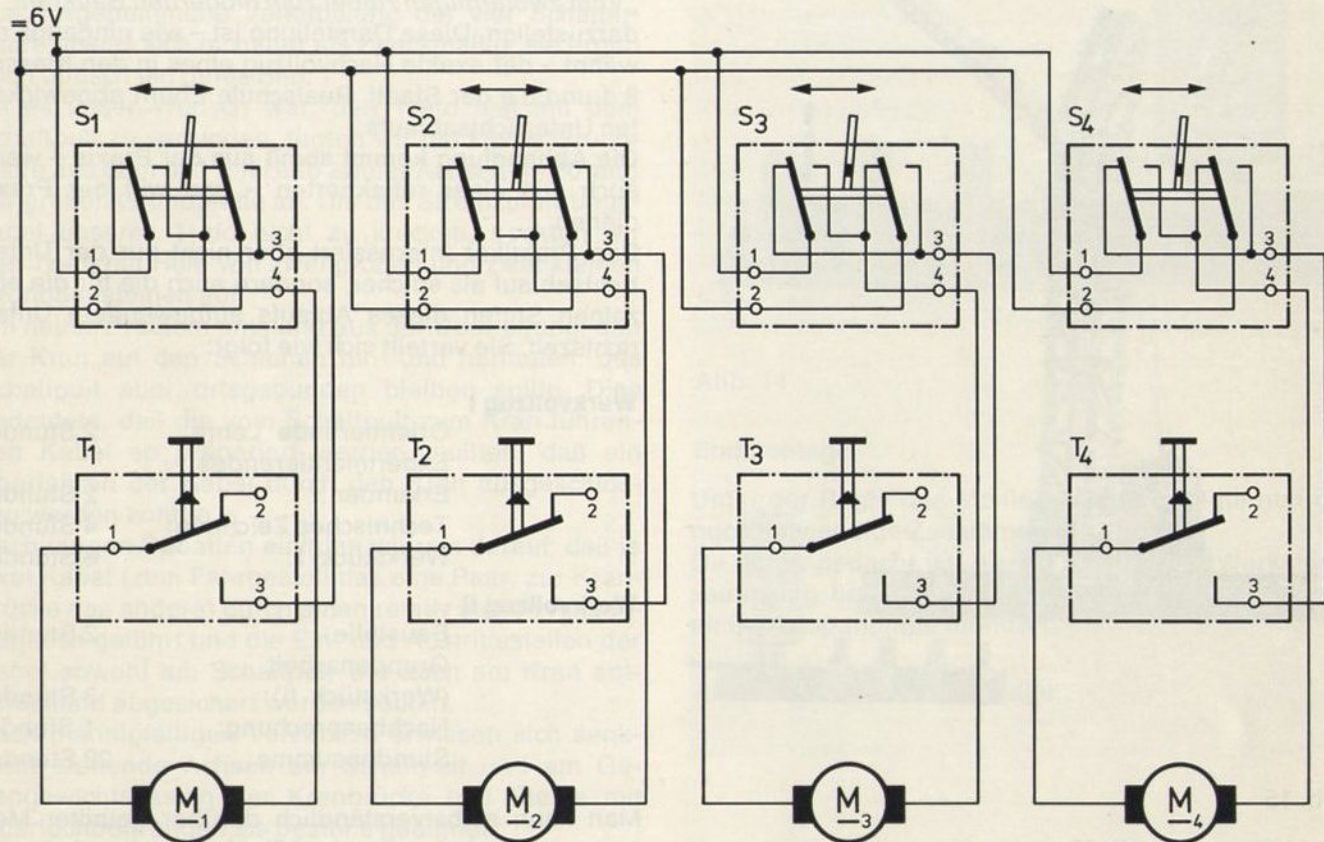
|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| Orientierende Lehre:         | 2 Stunden |
| Experimentierendes Erkunden: | 2 Stunden |
| Technisches Zeichnen:        | 4 Stunden |
| Werkstück I:                 | 8 Stunden |

### Werkvollzug II

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Baustelle:                    | 2 Stunden  |
| Gruppenarbeit (Werkstück II): | 3 Stunden  |
| Nachbesprechung:              | 1 Stunde   |
| Stundensumme:                 | 22 Stunden |

Man kann selbstverständlich darüber geteilter Meinung sein, ob es zweckmäßig ist, in das Anliegen der Technischen Bildung die Geschichte der Technik einzubeziehen.

Ich persönlich bin dieser Auffassung und zwar deshalb, weil es mir u. a. auch darum geht, den technischen Fortschritt als ein Ergebnis menschlicher Ideenbewegung zum Verständnis der Heranwachsenden



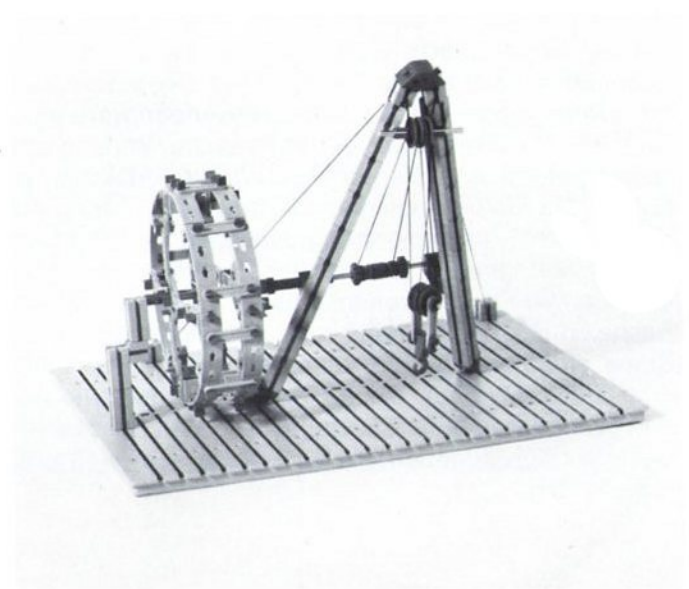
Verdrahtungsplan



zu bringen. Nur auf diese Weise, so scheint mir, kann der bei uns tradierte Wertgegensatz zwischen sinnbezogener (erstrangiger) Kultur und zweckorientierter (zweitrangiger) Zivilisation überwunden werden. Daß wir aufhören müssen, Technische Bildung als fachspezifisches Anliegen des Werkunterrichtes zu betrachten, daß wir vielmehr Technische Bildung als curricularen Zusammenhang zwischen den Fächern Physik, Mathematik, Technisches Zeichnen und Technisches Werken begreifen müssen, ist eine andere Sache, die letzten Endes zum Projektunterricht im Sinne eines engagierten team-teaching führen muß: eine Zielvorstellung, die wir zwar alle irgendwie haben, von deren Verwirklichung wir aber – was wir unumwunden zugeben sollten – noch sehr weit entfernt sind.

## Abbildungsnachweis

- Abb. 1 Relief aus Ninive, Fotokopie aus dem Buch: Kugeln, Rollen, Ringe; Festschrift der Fa. G. und J. Jaeger, Wuppertal 1968
- Abb. 2 Historische Kräne, Fotokopie aus dem vergr. Werk: A. Fürst, Das Weltreich der Technik, Vlg. Ullstein, Berlin 1927
- Abb. 3 Hebel – Modell I, Foto des Verfassers
- Abb. 4 Hebel – Modell II, Foto des Verfassers
- Abb. 5 Hebel – Modell III, Foto des Verfassers
- Abb. 6 Konstruktionszeichnung, 1. Phase – Foto des Verfassers
- Abb. 7 Kranmodell – Hauptansicht – Foto des Verfassers
- Abb. 8 Treibstockgetriebe eines Pferdegepells, Fotokopie aus dem vergr. Buch: Jugend der Maschinen, Bilder aus der Enzyklopädie von Diderot und d'Alembert, Vlg. Lange-wiesche – Brandt, 1965
- Abb. 9 Vormodell – Foto des Verfassers
- Abb. 10 Kranmodell – Ansicht von unten – Foto des Verfassers
- Abb. 11 Konstruktionszeichnung, Endstand – Foto des Verfassers
- Abb. 12 Krangestell – Foto des Verfassers
- Abb. 13 Fahrgestell – Foto des Verfassers
- Abb. 14 Steuerpult – Foto des Verfassers
- Abb. 15 Kran – Gesamtansicht – Foto des Verfassers



Hinweis: Vergleiche die Skizzen nach historischen Kränen auf Seite 11.

