

# Forum technische Bildung

# **Beispiele-Informationen-Diskussion zum Unterricht mit dem fischertechnik-Schulprogramm**

3/74

**Herausgeber:**

FISCHER-WERKE Artur Fischer  
7241 Tumlingen, Krs. Freudenstadt  
Telefon (07443) 121 Telex 7 64 224

**Redaktion:**

Ludwig Luber, c/o Fischer-Werke, 7241 Tumlingen  
Fachschulrat Helmut Wiederrecht  
6921 Lobenfeld, Torgartenstr. 34

Zuschriften und Beiträge erbeten an Fischer-Werke Artur Fischer, 7241 Tumlingen. Beiträge können bei Quellenangabe und gegen Übersendung eines Belegexemplares nachgedruckt werden.

**Erscheinungsweise und Bezugsmöglichkeiten:**

Forum Technische Bildung, ein Informationsdienst der Fischer-Werke für Schulen, erscheint drei- bis viermal im Jahr als Beilage in folgenden Zeitschriften:

Westermanns Pädagogische Beiträge –  
Georg Westermann-Verlag, Braunschweig

Die Arbeitslehre –  
Ernst Klett Verlag, Stuttgart

Technik und Wirtschaft im Unterricht –  
Otto Maier Verlag, Ravensburg

Die Informationsschrift kann auch direkt bei den Fischer-Werken bestellt werden.

**Mitarbeiter dieses Heftes:**

Johannes M. Borges, Rektor, 425 Bottrop, Baukelstr. 3

Hans M. Brammertz, Lehrer, 5100 Aachen, Smh Bergfeld 14

Dr. Horst Egen, Professor, 4802 Halle (Westf.), Samlandweg 117

Dr. Jan Leendertz, z. Z. Student, 7815 Kirchzarten, Dietenbach 3

Dr. Bernhard Linss, beratender Bauingenieur, 7290 Freudenstadt, Postfach 605

Werner Pfeiffer, Lehrer, 4924 Barntrup i. L., Bahnhofstr. 5

**Ständige Beratung:**

Horst Dinter  
Professor für Arbeitslehre – Technik und Wirtschaft, Pädagogische Hochschule des Saarlandes, Saarbrücken.

Dr. Horst Egen  
Professor für Technologie und Didaktik des technischen Werkens, Pädagogische Hochschule Westfalen-Lippe, Abt. Bielefeld.

Dr. Ulrich Freyhoff  
Professor für Allgemeine Didaktik und Schulpädagogik, Päd. Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Herbert Frommberger  
Professor für Schulpädagogik, Päd. Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Dipl.-Vw. Erich-Albert Grunert  
Stadtschulrat, Lehrbeauftragter für Didaktik der Wirtschaftswissenschaften, Pädagogische Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Fritz Kaufmann  
Fachschulrat für Werkerziehung, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Heribert Keh  
Direktor der Staatlichen Realschule Ebern/Unterfranken.

Dr. Hans Maier  
Professor für Schulpädagogik, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Ewald Rother  
Professor für Allgemeine Pädagogik, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Carl Schietzel  
Professor i. R. für Didaktik (Sachkunde) im Fachbereich Erziehungswissenschaften, Universität Hamburg.

Druck: Druckhaus Rombach + Co GmbH, 78 Freiburg  
Printed in Germany

# **Forum technische Bildung**

**Beispiele — Informationen — Diskussion  
zum Unterricht mit dem fischertechnik-Schulprogramm**

## **Inhaltsverzeichnis**

**Heft 3/74**

1. Werner Pfeiffer  
Unterrichtsbeispiel: „Probleme beim Deckenbau“  
Sekundarstufe I . . . . . Seite 4
2. Bernhard Linss  
Sachinformation zum Thema „Deckenbau“ . . . . . Seite 11
3. Jan Leendertz  
Konstruktion eines Baggers mit  
pneumatischen Elementen . . . . . Seite 13  
Sekundarstufe I
4. Johannes Borges  
Flugversuche mit Fluggleitern  
„Bau einer Startmaschine“ . . . . . Seite 20  
Sekundarstufe I
5. Horst Egen  
Sachinformation: „Flugstabilität beim  
Balsa-Wurfgleiter“ . . . . . Seite 22
6. Hans M. Brammertz  
Unterrichtsbeispiel: „Weiterleiten und Umwandeln  
der Drehbewegung bei der Handbohrmaschine“  
Primarstufe . . . . . Seite 24
7. Produktinformation: hobbylabor 1 . . . . . Seite 27

## Probleme beim Deckenbau

### Technischer Bereich: Ingenieurbau/Statik

*Unterrichtsbeispiel für die Sekundarstufe I, durchgeführt in der Hauptschule Barntrup, NRW, im 7. Schuljahr (17 Jungen, 7 Mädchen, im Alter 12–13 Jahre)*

#### Arbeitsmittel:

24 Lernbaukästen u-t 1, 24 Lernbaukästen u-t S, Strohpappe, Schaumgummiplatten, Arbeitsmappen der Schüler

#### Anschauungsmittel/Unterrichtshilfe:

Architektenpläne, Besichtigung der Baustelle

### 1. Der Aufbau der Lernschritte

1.1 Anknüpfung an die Wirklichkeit – Unterrichtsgang zu einer Baustelle.

1.2 Modellversuche und Einführung erster notwendiger Begriffe der Fachsprache.

1.3 Versuche zum Begriff der Festigkeit.

1.4 Versuche zu den Begriffen des Platten- und Scheibenmechanismus.

1.5 Abschließende Versuche mit Trägern zur Abstimmung statischer Notwendigkeiten und wirtschaftlicher Forderungen.

1.6 Nochmaliger Unterrichtsgang zu einer Baustelle und Auswertung der gewonnenen Kenntnisse.



Abb. 1 Rohbau eines neuen Schulgebäudes.

(1) Die Technik, Wissen im Überblick, Freiburg 1969. Meyer-Nachschlagewerk „Wie funktioniert das?“, Mannheim 1971.

Der Neue Brockhaus, Wiesbaden 1962. 3. Auflage, Band 5. Die Werkaufgabe, Wolfenbüttel u. a., Nr. 190, 192.

Die Werkstunde, Frankfurt ab 1969, u. a. Nr. 6, 7. Verschiedene Veröffentlichungen der Fischer-Werke.

### 2. Lernziele

2.1 Die Schüler sollen bei ihren Konstruktionsversuchen und beim Besichtigen der Baustelle entdecken, daß überall dort, wo gebaut wird, statische Probleme zu lösen sind.

2.2 Die Schüler sollen bei der Durchführung der Belastungsversuche herausfinden, daß beim Deckenbau Kräfte wirken, die man nur durch sorgfältige Untersuchungen feststellen kann.

2.3 Die Schüler sollen beim Gespräch über die Decke darüber informiert werden, daß in der Technik nicht nur technische Notwendigkeiten erfüllt, sondern auch wirtschaftliche Forderungen beachtet werden müssen.

2.4 Die Schüler sollen die Begriffe – Auflager, Zugspannung, Druckspannung, Eigenlast, Verkehrslast, Tragwerk, Trägerprofil, Steg und Druckplatte – richtig verwenden können<sup>1</sup>.

2.5 Bei den Begriffen der Festigkeit, Kohäsionskraft und Last- bzw. Kraftabtragung soll es zu einem notwendigen Vorverständnis kommen.

2.6 Die Schüler sollen für eine Deckenkonstruktion ihrer Umgebung sachgerechte Erklärungen formulieren können.

### 3. Ausgangssituation

Die Schüler der Schuljahre 1972/73 und 1973/74 der genannten Schule waren und sind in der glücklichen Lage, die Bauarbeiten eines neuen Schulgebäudes verfolgen zu können (Abb. 1). Da außerdem die Baupläne zur Verfügung standen, lag es nahe, dieses für die Schüler wichtige Geschehen mit in den Werkunterricht einzubeziehen. Dieser Bezug ist natürlich selten, doch kann ein ähnlicher Bezug zu einer beliebigen Baustelle jederzeit hergestellt werden. Baupläne lassen sich dann ebenfalls beschaffen.

Der Unterricht wurde eingeleitet mit einem Unterrichtsgang zu einer Stelle, von der aus der gesamte Bauplatz zu überblicken war. Nach der allgemeinen Orientierung folgte die genauere Betrachtung der Bauweise. Die Schüler stellten fest, daß große Deckenflächen auf wenigen dünnen Stützen ruhen. Mit dieser Feststellung kehrten wir zurück in den Werkraum und betrachteten dort die Pläne des Architekten. Der Raum mit der größten freitragenden Deckenfläche wurde herausgesucht und in der Arbeitsmappe der Schüler skizziert (Abb. 2).

M 1 : 500

etwa im Verhältnis 2:3. Als Bodenfläche dient die Großbauplatte oder eine Platte, die aus Grundplatten (Abb. 5 und Abb. 14) zusammengesetzt ist. An diesem Grundgestell wurden nun nacheinander die Versuche zur Ermittlung der statischen Eigenschaften der verschiedenen Deckenkonstruktionen durchgeführt. Auf diese Versuche wurden die Schüler durch den Lehrer wie folgt vorbereitet:

„Um zu erkennen, worauf es beim Deckenbau ankommt, wollen wir unser Modell mit einem Material abdecken, das ohne Belastung fest genug ist, mit Belastung jedoch sofort nachgibt. Daran können wir dann erarbeiten, wie beim Deckenbau vorzugehen ist.“ Die Schüler erhalten Pappstücke, die den Maßen des Modells angepaßt sind. An der Tafel oder durch ein Arbeitsblatt wurden inzwischen die Aufgaben für die Versuche bekanntgegeben:

1. Pappe so auflegen, daß sie von allen Säulen unterstützt wird.

Abb. 2 Anordnung der Pfeiler in dem Raum mit der größten freitragenden Deckenfläche.

#### 4. Problemstellung

Nach dieser Planskizze wurde aus Bauteilen des u-t 1 ein Pfeilergerüst hergestellt, das die Konstruktion des skizzierten Raumes (ohne die Decke) ungefähr nachbildet. Die Seiten stehen

V1



Abb. 3a ausreichende Festigkeit

V2

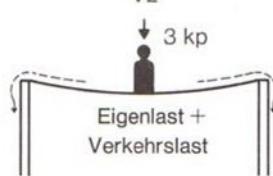


Abb. 3b Belastung auf dem Mittelpunkt = schwache Kraftabtragung. Tragwerk nicht ausreichend.

V3

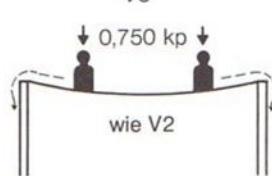


Abb. 3c Belastung verteilt = bessere Kraftabtragung. Tragwerk nicht ausreichend.

Abb. 3 Skizzen zur Erläuterung der Belastungsversuche und der Begriffe.

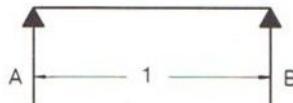


Abb. 4a  
A-B = Auflager  
1 = Spannweite

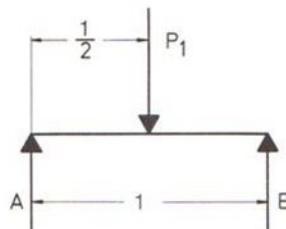


Abb. 4b  
P = Last in kp  
 $\frac{1}{2}$  = Kraftabtragung über die halbe Spannweite

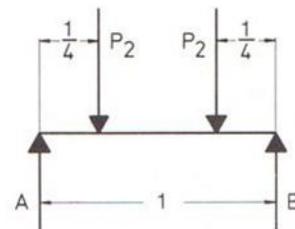


Abb. 4c  
 $P_2 = \frac{P_1}{4}$

▲ = Symbol für gelenkige Lagerung von Trägern auf Stützen (im Gegensatz zur beidseitigen Einspannung des Trägers in die Auflager)

Abb. 4 Symbolische Darstellung der Verhältnisse zwischen Last und Kraftabtragung.

2. Belastung durch ein Gewicht, das nur in der Mitte aufliegt.

3. Belastung durch ein Gewicht, das an vier Auflagestellen gleichmäßig auf der Fläche verteilt wird.

In einer für die Versuche angelegten Tabelle notieren die Schüler ihre Beobachtungen. An der Tafel entstehen Skizzen und/oder Zeichnungen, die den Versuchen entsprechen. Im Laufe des Unterrichtsgesprächs werden mehrere Begriffe erläutert und dort eingetragen (Abb. 3 und Abb. 4).

Die Ergebnisse der Versuche (Abb. 5, 6 und 7) waren so eindeutig, daß die Schüler keinerlei Schwierigkeiten hatten, dem Unterricht zu folgen. Da die neuen Begriffe anschaulich und einleuchtend sind, prägten sie sich schnell ein. Die Frage, welche Folgerungen man aus dem Versuch 2 ziehen könne, wurde sofort beant-

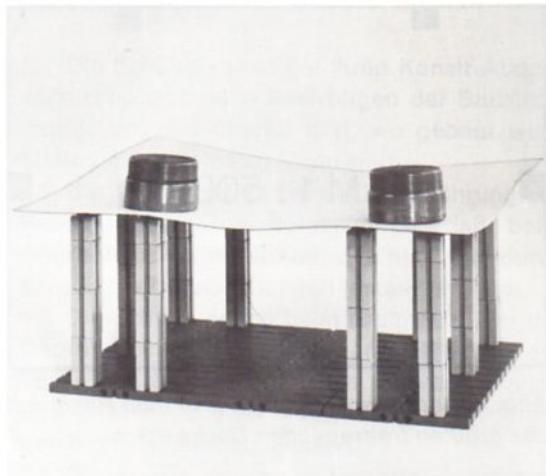


Abb. 7 Belastung der Decke wie im 3. Versuch (Abb. 3c und 4c).

wortet, indem die Schüler vorschlugen, ein „festeres“ Material zu verwenden oder für mehr Unterstützung zu sorgen. Die Verteilung der Last und die Einspannung der Decke in die Auflager wurden ebenfalls genannt.

### 5. Veranschaulichung des Begriffes der Festigkeit

Die genannte Erkenntnis macht es notwendig, von der Festigkeit zu sprechen. Der Lehrer knüpft an die Äußerungen der Schüler an und gibt einen neuen Denkanstoß: „Es stellte sich heraus, daß die Pappe zwar ein ungeeignetes Material war, sie aber bei Belastung trotzdem nicht brach. Wie ist das zu erklären?“ Den Schülern fällt es nicht schwer, vordergründige Antworten auf die Frage zu geben: „Die Pappe reichte gerade noch so aus.“ „Die Pappe war so, wie wir sie im Versuch gebraucht haben, stabil genug.“ „Auch mit dem Gewicht war die Pappe ganz schön fest.“ „Pappe ist ja dick.“ „Pappe nimmt man ja auch für Kartons, die was halten müssen.“ Daraufhin gibt der Lehrer folgende Hinweise: „Die Pappe hat eine gewisse Festigkeit. Sie reicht für geringe Belastungen aus, für stärkere nicht. Man unterscheidet Biegefestigkeit, Druckfestigkeit, Reißfestigkeit und andere Arten von Festigkeit. Wir haben es hier mit der Biege (Durchbiege-) Festigkeit zu tun. Statt von Biegefestigkeit kann man auch von Tragfähigkeit sprechen.“

Die Biegefestigkeit erhöht sich mit der Material-

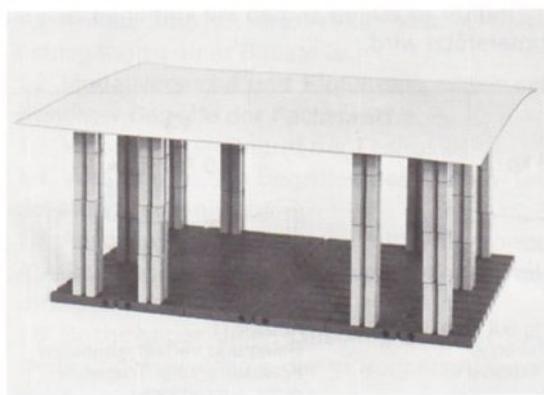


Abb. 5 Versuchsaufbau zur Abb. 3a.

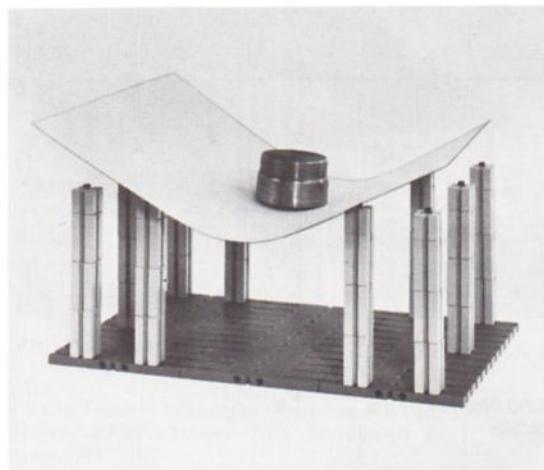


Abb. 6 Belastung der Decke im Mittelpunkt. Mit Hilfe des Maßstabes kann die Durchbiegung gemessen werden (Versuch 3b).

stärke. Aber gleich starke (und gleich große) Pappen haben nicht dieselbe Biegefestigkeit. Diese Eigenschaft hängt auch noch von der Art, der Qualität der Pappe ab, auch von der Laufrichtung der Fasern in ein und derselben Pappe. Gleich starke Bleche haben eine größere Biegefestigkeit als Pappe – aber sie sind auch schwerer. Wir können eine lange Reihe anderer Materialien anfügen, die immer wieder andere Biegefestigkeiten aufweisen. Jedes Material hat seine speziellen Eigenschaften. Diese Materialeigenschaften hängen vom „inneren Gefüge“ – Fasern, Lamellen, Kristalle – ab. Aus dem Physikunterricht weiß ihr, daß Fasern, Lamellen oder Kristalle wieder aus kleineren Teilchen zusammengesetzt sind, und zwar aus Atomen und Molekülen. Die Kraft, die diese Teilchen zusammenhält, nennt man Kohäsionskraft.“ Hieraus ergibt sich der erste Merksatz:

**5.1 Der innere Zusammenhalt der kleinsten Teile eines Materials (Kohäsionskraft) bestimmt wesentlich seine Festigkeit.**

Im Anschluß an diese Ausführungen wird die Grundplatte 150/90 als wesentlich festeres Material als die Pappe vorgestellt. Bei starker Be-

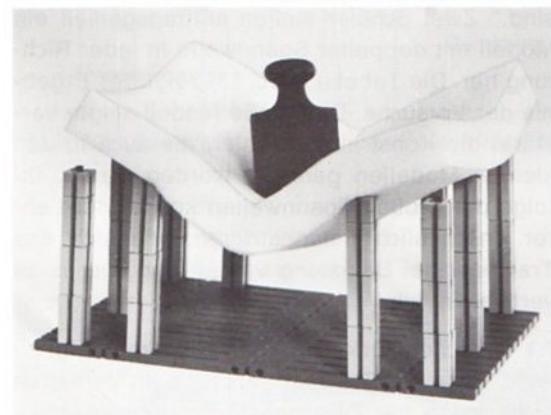


Abb. 8 Das Foto zeigt die Durchführung des 4. Versuches.

lastung biegt sich aber auch diese Platte durch. Frage des Lehrers: „Was geht in dem Material vor?“ Nach teilweise hilflosen Äußerungen verteilt der Lehrer passende Schaumgummiplatten und Holzhämmer für den Versuch 4: „Drücke langsam zunehmend mit dem Kopf des Hammers auf den Rand der Schaumgummiplatte, genau zwischen den zwei Stützen. Nun beobachte sorgfältig, wie sich das Schaumgummi verhält. Mache dir kurze Notizen.“ Abbildung 8

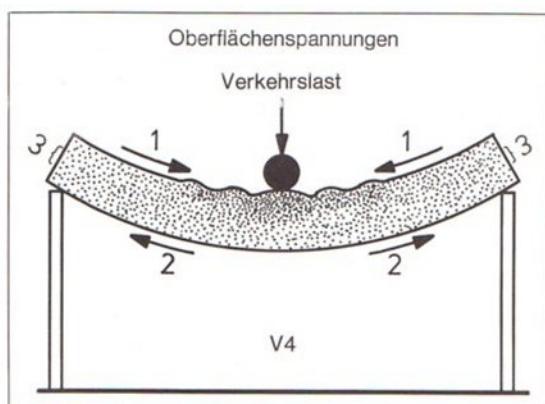


Abb. 9 Schematische Darstellung zum 4. Versuch.

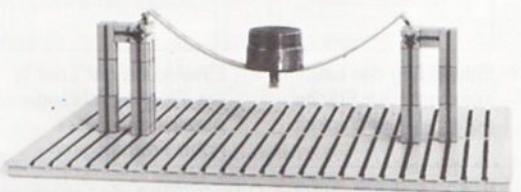


Abb. 10 Durchbiegung der Träger, wenn sie flach aufliegend belastet werden (Belastung mit 0,250 kp).

zeigt den Versuch, der in einem Unterrichtsgespräch, einer Tafelskizze (Abb. 9) und einem Merksatz geklärt und erläutert wird:

**5.2 Ein Material ist um so besser für den Deckenbau geeignet, je mehr es Widerstand gegen Verformung durch Druck- und Zugkräfte leistet.** Eine Zusammenfassung soll den Überblick herstellen und einen neuen Abschnitt einleiten. Nach den bisher gewonnenen Erkenntnissen muß eine Deckenkonstruktion nach folgenden Gesichtspunkten geplant werden:

1. Festigkeit des Materials.
2. Richtige Unterstützung der Decke mit Rück- sicht auf die zu erwartende Last.
3. Wahl der Stützweiten und der Auflager.

## 6. Versuche mit Trägern

Beim Formulieren der Bedingungen wurde das Gespräch auf das schon mehrfach erwähnte

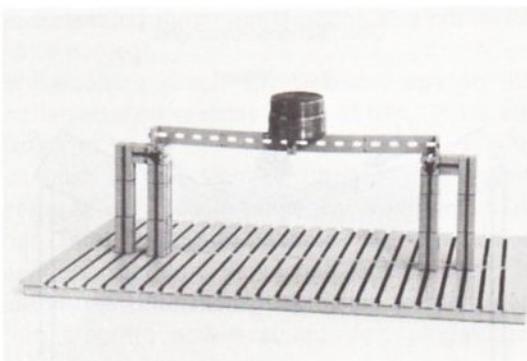


Abb. 11 Durchbiegung der Träger, wenn sie eine hochkant stehende „Scheibe“ bilden (Belastung 0,5 kp).

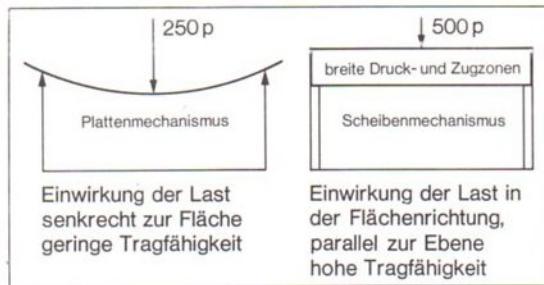


Abb. 12 Schematische Darstellung der Wirkung einer Last auf eine Platte bzw. eine Scheibe.

Stichwort „Träger“ gelenkt und auf die Frage, warum Träger so besonders „tragfähig“ sind. Ein weiterer Versuch (5) soll Klarheit bringen. Die Schüler experimentieren mit Flachträgern aus dem u-t S. Sie untersuchen die Durchbiegung der Träger, wenn sie flach aufliegend belastet werden (Abb. 10) und stellen eine wesentlich erhöhte Festigkeit/Tragfähigkeit fest, wenn sie eine hochkant stehende „Scheibe“ bilden (Abb. 11).

Diese Versuche riefen Äußerungen wie die folgenden hervor:

„Der hochkant stehende Träger drückt sich nicht so stark durch, weil die Last mehr unterstützt wird, da ist mehr Halt drunter.“ „Bei der Scheibe ist das so wie bei einem Träger, der hat ja auch so ein senkrecht stehendes Teil, das viel tragen kann.“

Es wird erkannt, daß sich ein Flachträger (Brett, Platte oder dergleichen), hochkant gestellt, unter derselben Last weit weniger durchbiegt, als wenn er flach liegt (Abb. 11).

Durch die Verbreiterung der Druck- und Zugzonen ist es möglich, wieder ein Gleichgewicht

zwischen der Belastung und den dadurch entstehenden Spannungen herzustellen. Der Widerstand gegen die Verformung wird größer.

In der anschließenden Unterrichtsphase wird der Lernbaukasten u-t S auf verwendbare Träger hin untersucht. L- oder Winkelträger sind einsatzbereit vorhanden, T-Träger können aus zwei L-Trägern hergestellt werden. U-Träger lassen sich aus einem Flachträger und zwei seitlich eingesetzten Flachstücken zusammenbauen. Aufgrund der Frage, welcher Vorteil sich neben der hohen Tragfähigkeit noch ergibt, wurde die vierte Forderung erkannt, die bei der Deckenkonstruktion berücksichtigt werden muß: Sparsamer Materialverbrauch.

## 7. Versuche mit Trägerkonstruktionen

Das Modell der Abb. 5 wird noch einmal gebaut. Nach den bisher erarbeiteten Voraussetzungen soll mit den Trägerprofilen weitergearbeitet werden. Die Aufgabe lautet (Versuch 6): „Konstruiert ein Tragwerk, das der Belastung der Versuche 2 und 3 (besser) standhält. Verwendet nur so viele Träger, wie unbedingt notwendig sind.“ Zwei Schüler stellen auftragsgemäß ein Modell mit doppelter Spannweite in jeder Richtung her. Die Tabelle (Abb. 13) zeigt das Ergebnis der Versuche. Das große Modell zeigte verstärkt die Konstruktionsfehler, die auch in den kleinen Modellen gemacht worden waren. Infolge der großen Spannweiten konnte der Lehrer anschaulich demonstrieren, wie sich das Tragwerk bei Belastung verhält und wie es zu verbessern ist:

7.1 Zwischenstücke erhöhen die Tragfähigkeit nicht, denn das Tragwerk ändert sein Verhalten nicht, wenn die Zwischenstücke herausgenommen werden.

7.2 Das Mittelfeld muß durch zusätzliche Träger stabilisiert werden (Abb. 13).

7.3 Die Tragfähigkeit von Trägern ist in der kurzen Spannrichtung am höchsten.

7.4 Zur leichteren Einspannung der Träger wird ein Rahmen aus Bausteinen des Lernbaukastens u-t 1 zusammengesteckt (Nuten waagrecht!). Für die Träger ist das U-Profil am besten geeignet. Da die Nahtstellen an den Stirnseiten der Träger in jedem Falle äußerst schwach sind, können die am stärksten belaste-

Tabelle

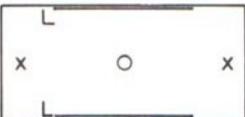
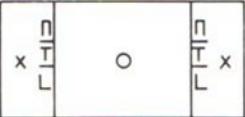
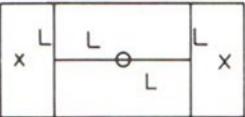
Modell	Belastung mit 5 kg	Ergebnis
	seitliche Belastung <input checked="" type="checkbox"/> Belastung der Mitte <input type="radio"/>	Lastabtragung: ausreichend ungenügend
	Belastung der Seitenfelder <input checked="" type="checkbox"/> Belastung des Mittelfeldes <input type="radio"/>	gut mangelhaft
	Belastung der Seitenfelder <input checked="" type="checkbox"/> Belastung der Mitte <input type="radio"/>	gut befriedigend
	Belastung der Seitenfelder <input checked="" type="checkbox"/> Belastung der Mitte <input type="radio"/>	gut fast gut

Abb. 13 Zusammenfassung der Belastungsversuche (Tabelle).

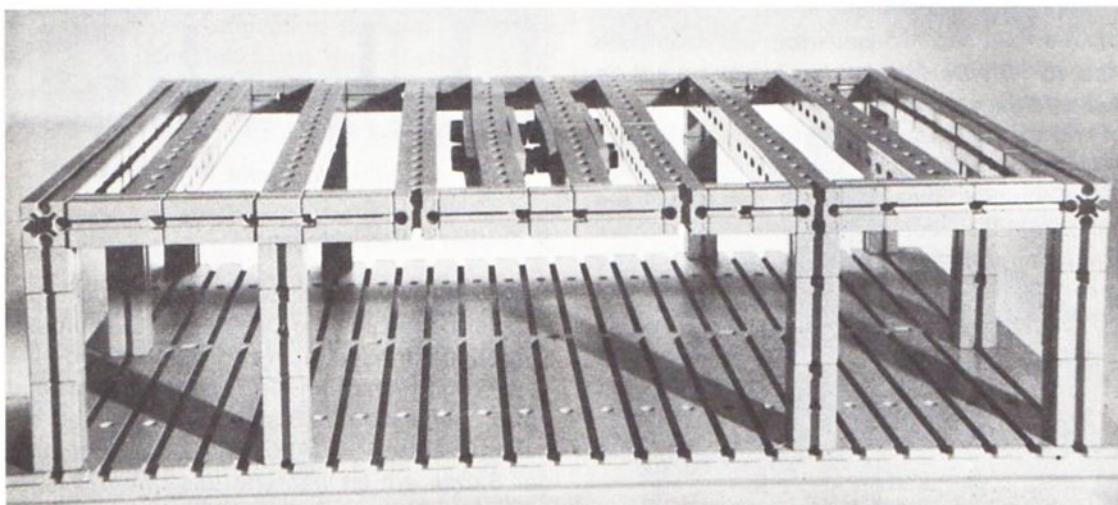


Abb. 14 Decke mit Trägern aus U-Profilen.

ten Profile an den Verbindungsstellen mit seitlich angesetzten Streben verstärkt werden (Abb. 14). Die End-Aufbaustufe (Abb. 14) muß sich nun als gut erweisen, d. h., die Deckenplatte muß an allen Stellen gleich tragfähig sein. Um das zu zeigen, sind die Platten für die Abdeckung hervorragend geeignet, da sie voneinander unabhängige Sektoren bilden.

Nun stellt sich heraus, daß das Tragwerk der Belastung auf den Außenfeldern standhält (Abb. 15), die Tragfähigkeit des Mittelfeldes allerdings immer noch nicht voll befriedigend ist (Abb. 16). Führt der Lehrer die Überlastung der Mittelfelder durch ein entsprechend hohes Gewicht herbei, kann noch einmal sehr anschaulich dargestellt werden, wie sehr die Durchbiegung abhängig ist vom Abstand der Auflager voneinander, also von der Länge der Träger (Abb. 17) und dem damit verbundenen Weg der Lastabtragung. Auf die Frage, wie man der Durchbiegung entgegenwirken könnte, schlagen die Schüler nun noch vor, eine dicke, festere Deckenplatte zu verwenden (Abb. 18). Die Versuche werden damit abgeschlossen

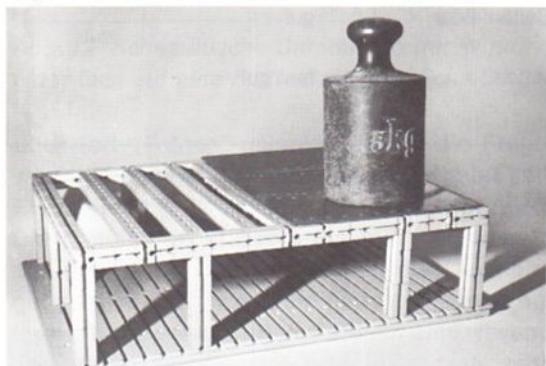


Abb. 15 Die Decke hält der Belastung auf den Außenfeldern stand.

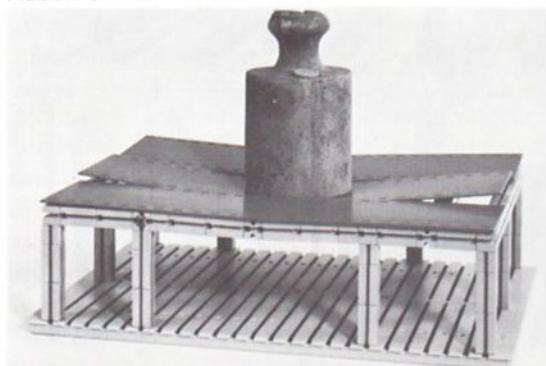


Abb. 16 Die Tragfähigkeit des Mittelfeldes ist noch nicht befriedigend.

und die Ergebnisse an der Tafel zusammengefaßt:

1. Zwischenstücke, die nicht unmittelbar auf dem Rahmen aufliegen, verbessern die Tragfähigkeit nicht.
2. Gleichmäßig große Felder ergeben eine ausgeglichene Lastabtragung.
3. Trägerprofile und Konstruktion des Tragwerks müssen auf die zu erwartende Verkehrs- und Eigenlast abgestimmt werden.

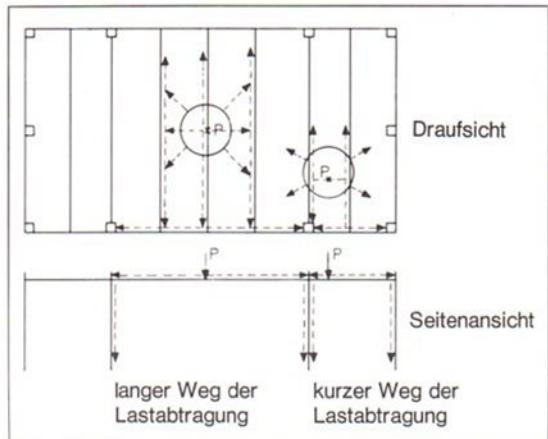


Abb. 17 Skizze zur Lastabtragung.

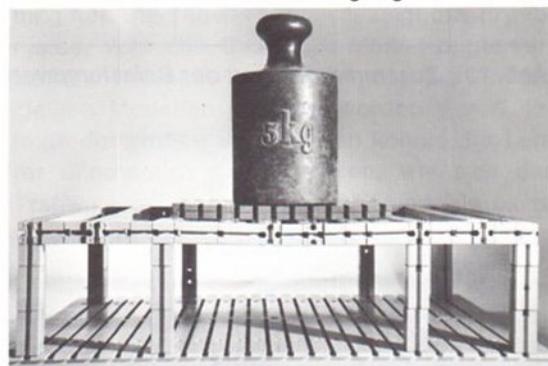


Abb. 18 Stabilisierte Decke.

## 8. Zweiter Unterrichtsgang

Die Baustelle wird ein zweites Mal besucht. Die Schüler betrachten die Deckenkonstruktion und kehren in den Werkraum zurück. Dort wird eine Querschnittsskizze an die Tafel gezeichnet und soweit verbessert, daß sie der Wirklichkeit annähernd entspricht (Abb. 19). Die Beschriftung der Skizze erfolgt während des Unterrichtsgespräches. Anschließend werden 3 Fragen gestellt:

8.1 „Wie könnte man solch eine Decke nennen?“

Antworten: „Spardecke“, „Wabendecke“, „Gitterdecke“.

Tafel und Arbeitsmappe: Kassettendecke (von Cassette = Kästchen).

8.2 „Woraus besteht die Konstruktion der Decke?“

Antworten: „Aus V-Trägern“, „Massive Betonträger“, „Trägernetz“, „Trägergitter“.

Tafel und Arbeitsmappe: Trägergitter, Stege und Druckplatte.

8.3 „Welche Vorteile hat die Decke?“

Antworten: „Sie ist nicht so dick“, „Wegen des

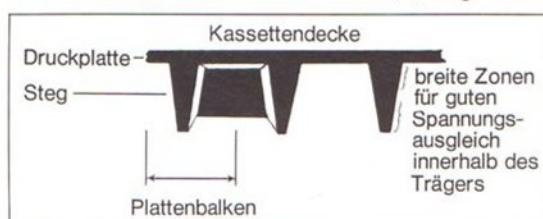


Abb. 19 Skizze zeigt den Querschnitt der Kassettendecke des neuen Schulgebäudes.

Trägergitters ist sie sehr stabil“, „Da verbraucht man nicht so viel Material“.

Tafel und Arbeitsmappe:

- Sparsamer Materialverbrauch,
- geringes Gewicht,
- hohe Belastbarkeit,
- günstige Akustik im Raum.

Im Anschluß hieran muß die Möglichkeit gegeben werden, bei weiteren U-Gängen als Hausaufgabe oder in Stillarbeit an einem Arbeitsblatt mit vorgezeichneten Deckenkonstruktionen solche aus der Umgebung (Schule, Turnhalle, Wohnung, Fachwerkhaus, Kirche usw.) in Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse zu betrachten.

## 9. Nachbesinnung

Die Schüler waren mit viel Freude bei der Sache und beherrschten zum Schluß die meisten Begriffe recht sicher. Durch die Lernbaukästen und das Material Schaumgummi war es gelungen, die an sich trockene Thematik zu verlebendigen. Für die Architektur stellt die Konstruktion der Decken vielleicht das wichtigste aller technischen Probleme dar.

Den Schülern davon einen Begriff zu geben, sollte ein zentrales Anliegen eines Technikunterrichts sein. ■

Bernhard Linss

## Sachinformation zum Thema „Deckenbau“

### 1. Begriffsbestimmung

Eine „Decke“ innerhalb eines Bauwerks ist ein raumabschließender, „bedeckender“ Bauteil. In der Regel handelt es sich um ebene Konstruktionen: Ist eine Decke zur Erhöhung ihrer Tragfähigkeit gekrümmmt, sprechen wir von „Gewölben“, „Kuppeln“ oder „Schalen“. Der Begriff der „Decke“ schließt ein, daß sie an einer oder mehreren Stellen auf tragenden Baugliedern aufliegt. Dies können Wände sein, Stützen oder auch Träger, die ihre Last wieder auf Stützen abgeben. Der Bauteil, der den Baukörper nach unten abschließt, heißt Boden (z. B. bei Wohnhäusern der Kellerboden, der auf Erdreich aufliegt).

### 2. Funktion

#### 2.1 Tragende Funktion

Die raumabschließende Funktion der Decke ist stets auch mit einer Tragfunktion verbunden. Eine Decke, die keine Belastung erhält, muß doch in der Lage sein, ihr Eigengewicht zu tragen und eine zusätzliche Last durch Personen, die sie bei notwendigen Reparaturen begehen müssen. Die Forderungen an eine Decke hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit können sehr unterschiedlich sein. Ein Flachdach, z. B. auf einem Hochhaus, muß außer seinem Eigengewicht auch noch die Schneelast tragen können, vielleicht auch einen zusätzlichen Plattenbelag und Personenlasten. In einer Schule müssen größere Nutzlasten von der Decke getragen werden als in einem Wohnhaus. In Fabrikationsräumen sind die Nutzlasten oft noch sehr viel größer als auf der Zwischendecke eines Fußballstadions. Welche Belastung jeweils anzunehmen ist, wird in Deutschland durch die „Deutsche Industrie-Norm“ (DIN) festgelegt. Für die gesamten Beispiele ist die DIN 1055 maßgebend. (Verkehrslasten: DIN 1055, BL. 3)<sup>1</sup>

#### 2.2 Aussteifende Funktion

Ein Bauwerk muß nicht nur standsicher für ver-

<sup>1</sup> Im Originalabdruck: Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, 1 Berlin.

tikale Lasten (Eigengewicht, ruhende Verkehrs-lasten) sein. Es erhält in der Regel auch *horizontale* Belastungen. Hierzu gehört vor allem die Belastung durch Wind. Diese Windlast wird in einer horizontal wirkenden Last und in kp/m<sup>2</sup> Wandfläche ausgedrückt und nimmt mit der Höhe zu. Um die Standsicherheit gegen diese horizontalen Lasten zu erreichen, muß ein Bauwerk „ausgesteift“ sein. Dies kann durch Wände geschehen, durch Stützen, durch sog. „Rahmenkonstruktionen“ und durch Skelettbauweise. In fast allen Fällen haben die Decken hierbei eine wichtige Funktion. Sie wirken als waagrechte Scheiben, die starr sind, und übertragen die horizontalen Kräfte an die Stellen und auf die Bauteile (Stützen, Wände oder einen massiven „Kern“ wie ein Treppenhaus, einen Fahrstuhlschacht), die diese Kräfte ableiten können. Natürlich gibt es neben der Windlast zahlreiche andere Horizontalkräfte:

Bremskräfte von Kranbahnen in Industriebauten, Bremskräfte von PKW auf Rampen in Parkhäusern, Anprallkräfte von Fahrzeugen auf Bauteile, die besonders exponiert am Verkehrsfluß stehen. Ein Bauwerk, das im Erdreich steht, muß auch die horizontalen Kräfte aus dem Erddruck aufnehmen.

### 2.3 Schützende Funktion

Hier sind vor allem Decken zu nennen, deren Aufgabe der Schutz eines Raumes ist: Decken über Luftschutträumen (Katastrophen); Tresoren (Einbruch), Decken in Atomforschungsinstituten und Reaktoren (Strahlung), Decken über Straßen im Gebirge (Lawinen und Steinschlag), über Kühlräumen (Wärmeschutz) und über Parkplätzen (Wetterschutz).

### 3. Konstruktions-System

#### 3.1 Balkendecke

Das einfachste System ist die Balkendecke, wo-

bei die Balken einen Raum überdecken und auf den Wänden aufliegen. Jeder Balken trägt einen Anteil der Decken-Eigenlast, der sich aus dem Abstand zu den benachbarten Balken ergibt.

Bei einer solchen „Balken- oder Trägerdecke“ spielt das Material für das statische Prinzip keine Rolle. Die gebräuchliche Form ist auch heute noch die Holzbalkendecke oder die Decke aus Stahl- oder Betonträgern. Eine solche Decke kann auch über mehrere Felder durchlaufen oder sie kann auch auskragen (Balkon usw.), wobei sich ihr Tragverhalten wesentlich verändert. (Im Modellversuch erlaubt die enge Fugenteilung der fischertechnik-Bauteile eine Demonstration der Biegelinie, d. h. der Zug- und Druckzonen durch die gepreßten und klaffenden Fugen).

#### 3.2 Plattendecke

Das Material dieses Systems ist heute meist Stahlbeton, auch „Massivplatte“ genannt. Der Vorzug dieser Konstruktion liegt darin, daß eine homogene Platte auch Einzellasten aufnehmen und verteilen kann und beliebige Auflagerbedingungen hinnehmen oder nur auf einzelne Stützen aufgelagert werden kann.

#### 3.3 Plattenbalkendecke

Eine Kombination aus der Balkendecke mit einer Plattendecke zur besseren Verteilung der Lasten. Eine Vereinigung der Vorteile: das geringe Gewicht der Balkendecke, vereint mit dem Vorteil der Plattendecke hinsichtlich ihrer Lastverteilung und ihrer Scheibenwirkung. Die Balken schauen an der Unterseite wie Stege heraus und sind an ihrer Oberseite durch eine Platte verbunden. Eine Sonderform ist die Kassettendecke, bei der die tragenden Stege in beiden Richtungen verlaufen.

### Vorschau

#### Forum technische Bildung 4/74:

Heft 4/74 erscheint voraussichtlich im Oktober 1974: Aus dem Inhalt (Änderungen vorbehalten): 1. Horst-Werner Meier: „Hydraulik im Unterricht“, 6. Schuljahr, Hauptschule / 2. Rolf Krenzer: „Aus der Arbeit im Rahmen der Arbeitserziehung der Schule für geistig Behinderte“. (Diese beiden Beiträge waren schon für

Heft 3/74 vorgesehen. Aus Platzgründen mußten sie für Heft 4/74 zurückgestellt werden). / 3. Werner Baum: „Bau einer Hängebrücke“, 6. Schuljahr, Grundschule Berlin-Orientierungsstufe / 4. Bernhard Linss: „Sachinformation zum Thema Hängebrücken“ / 5. Heinz Ullrich: „Hessische Rahmenrichtlinien: Technischer Aspekt des Sachunterrichts“.

## Konstruktion eines Baggers mit pneumatischen Elementen

*Herr Leendertz hatte bisher als Student der PH Freiburg noch keine Gelegenheit, seinen Entwurf im Unterricht zu erproben. Deshalb erscheinen auch nur Vorschläge für Lernziele und Anfangssituationen. Es fehlen die Beschreibungen von Schülerarbeiten; von Erfahrungen, die die Schüler während des Unterrichts sammelten, von Schwierigkeiten und deren Überwindung im Unterricht.*

*Wir geben diesem Beitrag trotzdem Raum im „Forum“, weil wir der Auffassung sind, daß hier eine ganze Reihe von Anregungen und Informationen gegeben, Fragen gestellt werden, so daß es sich lohnt, darüber nachzudenken. Wir würden uns natürlich freuen, wenn sich einige Lehrer finden, die die folgenden Hinweise aufgreifen, den Entwurf einmal im Unterricht durchführen und uns über ihre Erfahrungen berichten würden.*

*Die Redaktion*

Am 3.12.1973 übersandte Herr Dr. Jan Leendertz, zur Zeit in einem Zweitstudium Student der PH Freiburg, den Fischer-Werken einen Aufsatz, in dem er über die Herstellung eines pneumatisch bewegten Baggers berichtete. (Hier war ein Versuch unternommen worden, fischertechnik-Bauelemente für hydraulische Funktionen einzusetzen, ein Problem, das in Tümlingen seit 1970 verfolgt wird.) In einem Brief vom 5.2.1974 stellte die Redaktion folgende Fragen:

Sehr geehrter Herr Dr. Leendertz, zu Ihrem Beitrag haben wir noch einige Rückfragen: 1. Warum, zu welchem Zweck sollten Sie einen solchen Bagger konstruieren? 2. Wurde die Aufgabe an der PH gestellt oder in einer Schule während Ihres Praktikums? 3. Wo konstruierten Sie den Bagger, allein – oder mit Schülern? 4. Wo und zu welchem Zweck soll der Bagger eingesetzt werden?

Darauf erhielt die Redaktion folgende Antwort, die wir mit Erlaubnis des Verfassers gekürzt seinem Bericht voranstellen:

Sehr geehrter Herr Luber, zu Ihrem Brief von gestern: Da Bagger sehr imposante, formschöne und durch ihre Kraft beim Aufreißen von Straßenpflaster und Teerdecken äußerst demonstrative Maschinen für die Veranschaulichung von hydraulischer Kraftübertragung sind, die zudem überall in ihrer Funktion beobachtet werden können, habe ich mich für die Entwicklung eines Baggers mit Tieflöffelausrüstung entschieden. Schüler an Haupt- und Realschulen sollen im Unterrichtsfach „Technisches Werken“ oder zukünftig „Technik“ elementare Einsichten in die verschiedenen Teilbereiche der Technik erhalten. Die Unterrichtsstunden sollen im allgemeinen so konzipiert sein, daß zunächst ein Konstruktionsproblem bewußt gemacht wird und anschließend das Lernziel durch praktisches Tun, durch Erarbeiten und teilweises Nacherfinden erreicht werden soll. Da wir angehenden Lehrer natürlich erst einmal selbst solche Probleme erarbeiten müssen, bietet ein Seminar eine gute Gelegenheit, uns auf die späteren Aufgabenstellungen vorzubereiten. Will man diese Aufgaben aus Hydraulik innerhalb des Faches Technisches Werken an Schulen in ein Problemfeld einordnen, so fiele es unter das Feld: „Mittel und Verfahren zur Energieumwandlung, Energieübertragung und zur Umformung des mechanischen Energieflusses“, oder evtl. noch unter das Problemfeld „Technische Mittel zur Steuerung und Regelung von Prozessen“.

Klasse: ab 8. Klasse Realschule oder 9. Klasse Hauptschule.

Warum Hydraulik? Weil Kraft in jeder Richtung, um „x“ Ecken herum problemlos (durch die Schläuche) übertragen werden kann, wobei die Kraftleiter (Schläuche) beweglich sind. Hydraulik arbeitet absolut proportional zum Impuls am Steuerpult und exakt, während bei Pneumatik das Nachschleppen der Arbeitskolbenbewegung und Kompressibilität der Luft nachteilig wirken.

### Vorschläge zur Gestaltung der Anfangssituation:

Zwei verschieden große Spritzen mit Schlauch verbinden und in der Klasse herumgehen lassen. Schüler sollen Spritzen betätigen und von selber zu Feststellungen bzw. Fragen kommen. Oder: Mehrere Arten der Kraftübertragung erörtern (mechanisch auf verschiedene Arten, elektrisch, elektronisch).

Oder: Bagger zu Beginn der Stunde an der nächsten Baustelle in Aktion besichtigen und den Bewegungsablauf notieren.

Oder: Dias oder Fotos oder noch besser: Filmschleife 8 mm, 2 m lang, mitbringen, usw.

wegungsablauf entdecken und Unterschiede ansprechen können. Sie sollen Vermutungen über die Gründe für die beobachteten Unterschiede äußern können.

Soviel zu Ihrer Frage 1 bzw. 2.

Zu Frage 3: Ich konstruierte den Bagger allein. Ich hätte Zeit gehabt, ihn während des Semesters in der einmal wöchentlich stattfindenden Doppelstunde zu Ende zu bringen. Die Geduld hatte ich nicht. Ich arbeitete (abends) zu Hause und hatte nach drei Tagen das Modell fertig, das ich Ihnen zusandte.

Zu Frage 4: Wo und zu welchem Zweck soll der Bagger in Zukunft eingesetzt werden? Diese Frage beantwortet sich von selbst durch das Schicksal, das alle ft-Modelle im Normalfall erlitt: Sie müssen ja bald wieder demontiert werden, da man den Baukasten wieder für das nächste Modell braucht. Einzige Konservierungsmethode bleibt Fotografieren. So wird der Bagger sicher nicht mehr zum Einsatz kommen. Wenn ich jetzt an einer Klasse Hydraulik behandeln würde, könnte ich auch mein Lehrermodell zeigen und mit den Schülern vergleichen anstellen, was sie dort und hier zu bemängeln haben, was geändert werden könnte.

Der Bagger sollte an der PH Freiburg in den Schaukästen, doch gab ich ihn nicht dazu her, weil ich wieder bauen will und die Teile brauche. Ich hoffe, Ihnen gedient zu haben. Freundliche Grüße, Leendertz.

## Gliederung des Unterrichts

1. Anfangssituation: vgl. oben.
2. Den geforderten Bewegungsablauf eines Baggers beim Arbeiten beschreiben und als Anforderung für die Konstruktion festlegen.
3. Die Schüler ein Modell entwickeln lassen.
4. Den Transfer zur Wirklichkeit herstellen.

Die Lernziele könnten etwa so lauten:

1. Die Schüler sollen aus ihrem Erfahrungsbereich etwa folgende Anwendungsbereiche der Hydraulik nennen können: Bagger, Fahrgestelle von Flugzeugen, Ladevorrichtungen bei Lastwagen, Kipper, Trommel- und Scheibenbremsen, Hebebühnen für PKW u. a. m.
2. Die Schüler sollen durch Beobachten eines Baggers beim Arbeiten den Bewegungsablauf feststellen und mit Hilfe von Strichen, Pfeilen und einfachen Skizzen darstellen können.
3. Die Schüler sollen aus vorgefertigten Teilen ein Modell eines Baggers konstruieren. Dabei sollen Stütze, Träger, Stiel und Löffel pneumatisch bewegt werden. Fahrgestell und Oberwagen sollen durch Motoren angetrieben werden.
4. Die Schüler sollen die wichtigen Funktionseinheiten am Modell zeigen und benennen, den Funktionszusammenhang und den Bewegungsablauf am Modell demonstrieren können.
5. Sie sollen aufgrund der Versuche beim Konstruieren und Überprüfen des Modells die Begriffe Hydraulik und Pneumatik anwenden und die Vorteile einer hydraulischen Kraftübertragung nennen können: Kraft kann in jede Richtung (um „x“ Ecken) übertragen werden: Umlenkrollen, Schmierstellen, Seile usw. entfallen; Kraftaufwand beim Bedienen gering.
6. Die Schüler sollen bei der sich anschließenden Betrachtung eines Baggers (Bilder, Filme, Dias, Bagger auf einer Baustelle oder Ausstellung) Modell und Wirklichkeit vergleichen, ähnliche Teile (Funktionseinheiten), ähnlichen Be-

## Ein Bericht aus der Seminararbeit

– Fach Technisches Werken –  
der PH Freiburg i. Br.

Seminarleiter: Realoberlehrer Gerhard Heßel.

### 1. Situation

Im Rahmen des Seminars „Hydromechanische Kraftübertragungen“ wurde die Aufgabe gestellt, die Wirkungsweise von hydromechanischen oder ähnlichen Kraftübertragungen durch die Konstruktion eines funktionierenden Modells zu demonstrieren.

### 2. Problemstellung

Im Bereich der Hydraulik bzw. Pneumatik soll durch geeignete Konstruktionen veranschaulicht

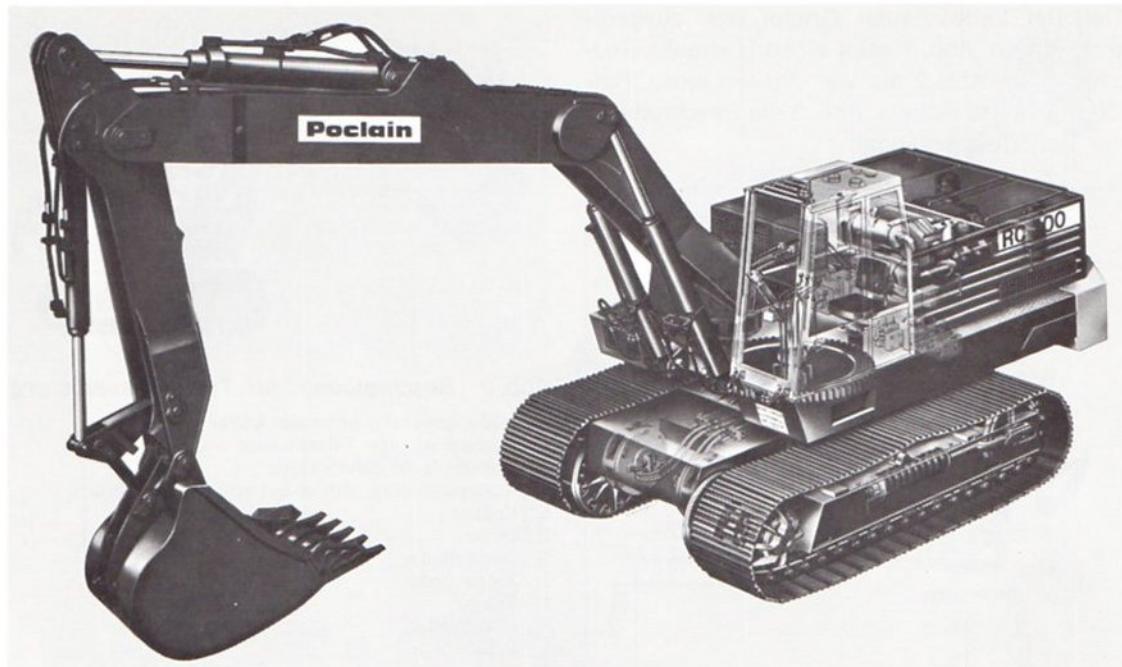


Abb. 1 Schnittzeichnung eines Hydraulikbaggers.

werden, daß hydraulische Systeme die Möglichkeit bieten, über variabel verlegbare Schlauchleitungen, in denen als Druckmittel Flüssigkeiten oder Gase „bewegt“ werden, Kräfte über weite Strecken in jede Richtung problemlos zu übertragen. Die Saug- und Druckwirkung von Kolben und der Zusammenhang von Kolbenhub und Zylinderdurchmesser soll erkannt werden können<sup>1</sup>. Hierbei bezieht sich die Formulierung „Saugwirkung“ nur auf das nachstehend beschriebene Funktionsmodell mit Einwegspritzen. Es wird hier – im Gegensatz zur Hydraulik in der Wirklichkeit – gesaugt, weil sich Preßzylinder, in denen der Kolben in beiden Richtungen durch Druck bewegt wird, aus Einwegspritzen nur sehr schwer herstellen lassen. Ich habe hier experimentiert, aber die Herstellung realitätsgetreuer Preßzylinder scheiterte an den Schwierigkeiten beim Kleben und Abdichten. Die Schüler sind auf diese Ungenauigkeit hinzuweisen. Hier liegt noch ein weiter Bereich zum Experimentieren.

Vor der Erarbeitung des Themas Hydraulik mit Schülern sollten Zahnrad- und Kolbenpumpe bereits besprochen worden sein.

<sup>1</sup> Vgl. Horst-Werner Meier: Hydraulik; in: Die Scholle 12/73, S. 770 ff.

I. Franke, R.: Vom Aufbau der Getriebe I, Düsseldorf 1958.

Zahnradpumpen kann man sich billig von Autofriedhöfen besorgen: Es sind die kleinen Scheibenwischeranlagen-Pumpen aus etwas aufwendigeren PKW's (Ford, BMW, Mercedes Benz). Sie haben zum Antrieb einen winzigen E-Motor und laufen mit 6 bzw. 12 Volt. Durch Vorsetzen eines Umpolschalters kann man sie wahlweise in beiden Richtungen pumpen lassen.

### 3. Wahl des Lerngegenstandes

Hydraulikbagger sind sehr demonstrative Maschinen für die Veranschaulichung von hydraulischen Kraftübertragungen; zudem können sie in ihrer Funktion überall beobachtet werden.

### 4. Sachinformation

#### Einleitung

In den letzten Jahren haben sich Hydraulikbagger aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit und wegen der leichten Bedienung und Wartung immer stärker gegen die Seilbagger durchgesetzt. Seilbagger werden nur noch dort eingesetzt, wo es auf besonders große Reichweiten und -tiefen ankommt (mehr als 15 m unter der Erdoberfläche). Hydraulikbagger können mit

Tieflöffel, Ladeschaufel, Greifer usw. ausgerüstet werden. Abb. 1 zeigt einen Hydraulik-Raupenbagger, Abb. 2 die vier Phasen eines Tieflöffel-Arbeitsbeispiels, Abb. 3 die Beschreibung der Tieflöffelausrüstung.

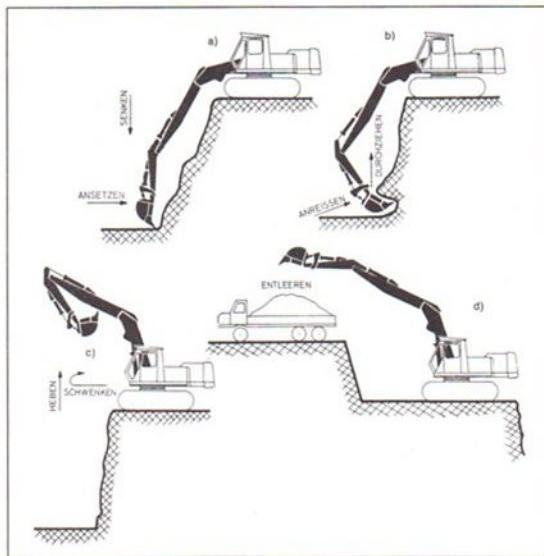


Abb. 2 Die 4 Phasen eines Tieflöffel-Arbeitsbeispiels

a) sehr geringer Kraftbedarf

Senken

Ansetzen

b) sehr hoher Kraftbedarf

Anreißen

Durchziehen

c) mittelhoher Kraftbedarf

Heben

Schwenken

d) geringer Kraftbedarf

Entleeren

### Wirkungsweise

1. Hydraulikzylinder: Hydraulikzylinder haben eine doppelte Wirkung. Die Schnittzeichnung (Abb. 4) erklärt die beiden unterschiedlichen Verwendungen der Druckflächen der Zylinder. Seite A: Großer Querschnitt, maximaler Schub, wird verwendet für das Heben des Trägers, das Andrücken des Stiels, das Eindringen des Löffels, das Schließen des Greifers. Seite B: Kleiner Querschnitt, kleinere Druckkammer und höhere Schubgeschwindigkeit, wird verwendet für das Senken des Trägers, das Strecken des

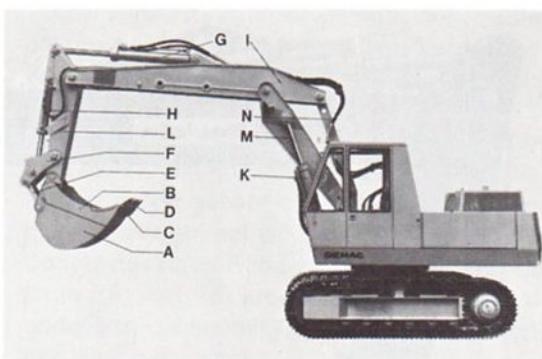


Abb. 3 Beschreibung der Tieflöffelausrüstung

- |   |  |
|---|--|
| A | leistungsgünstig geformter Löffel            |
| B | hochschleißfeste Felsschneide                |
| C | Vollschutz für Zahntaschen                   |
| D | auswechselbare, sich selbst schärfende Zähne |
| E | Koppel                                       |
| F | Lenker                                       |
| G | Stielzylinder                                |
| H | Kippzylinder                                 |
| I | Träger                                       |
| K | Hubzylinder                                  |
| L | Stiel  |
| M | Stütze                                       |
| N | Strebe                                       |

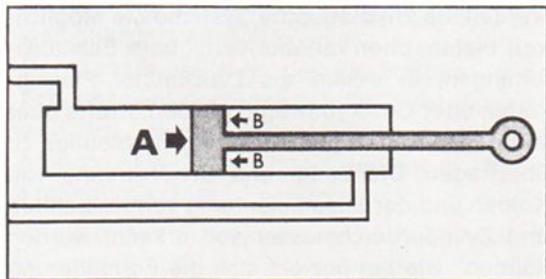


Abb. 4 Schnittzeichnung eines doppelt wirkenden Hydraulikzylinders.

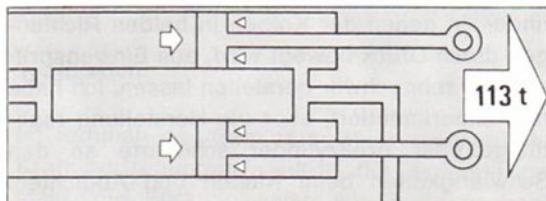


Abb. 5 Schnittzeichnung zweier parallel gespeister Hydraulikzylinder.

Stiels, das Öffnen des Greifers oder des Löffels. Soll der Träger durch zwei Zylinder gehoben oder gesenkt werden, so wird das Hydrauliköl in beide Zylinder geleitet (Abb. 5).

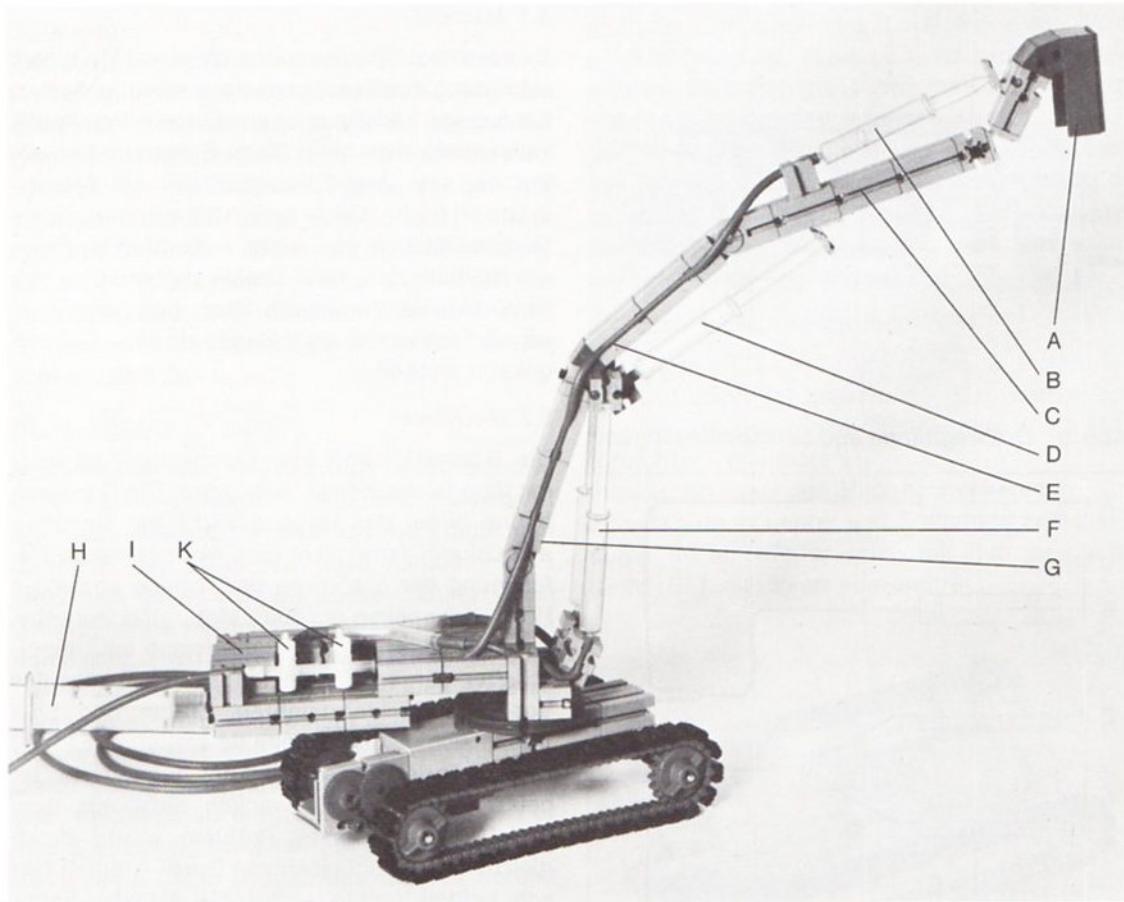


Abb. 6 fischartenik-Modell

A Löffel	C Stiel	E Träger	G Stütze	I Schwenkbühne (Oberwagen)
B Kippzylinder	D Stielzylinder	F Hubzylinder	H Pumpe	K Steuerung durch 2 Dreiweghähne

2. Hydraulikpumpe: Die vom Dieselmotor direkt angetriebene Hydraulikpumpe leitet das Hydrauliköl zu den Steuerapparaten mit Rückdruckregelung. Die vom Fahrerhaus aus zu bedienenden Steuerapparate sind durch Rohrleitungen von geringem Querschnitt mit den verschiedenen hydraulischen Einheiten (Hydraulikmotoren für die Schwenkung des Oberwagens, Hydraulikmotoren für den Antrieb des Raupenlaufwerkes, Zylinder) verbunden.

##### 5. Konstruktion des Funktionsmodells

Anhand der Abbildungen 6, 7 und 8 lässt sich ersehen, wie einfach sich die fischartenik-Bauelemente mit Schläuchen und Spritzen verbinden lassen. Bis zur hier gezeigten Lösung gab es natürlich erheblich klobigere und noch nicht befriedigende Zwischenlösungen.

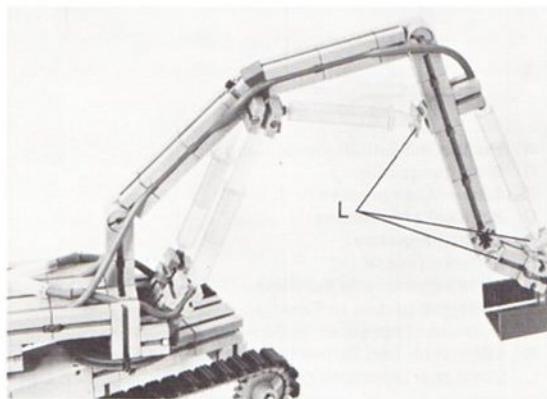


Abb. 7 Einpassung der Zylinder (Spritzen) in die Bausteine. (L = Scharniere aus u-t S)

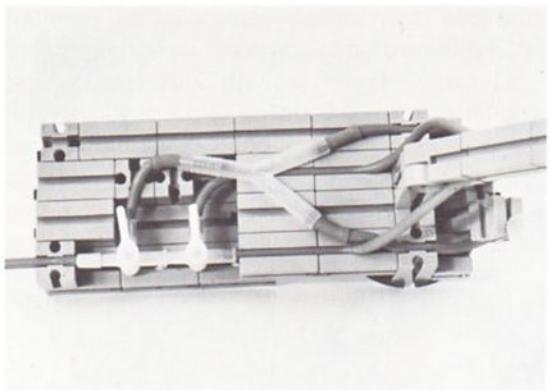


Abb. 8 Dreiweghähne und Schlauchleitungen.

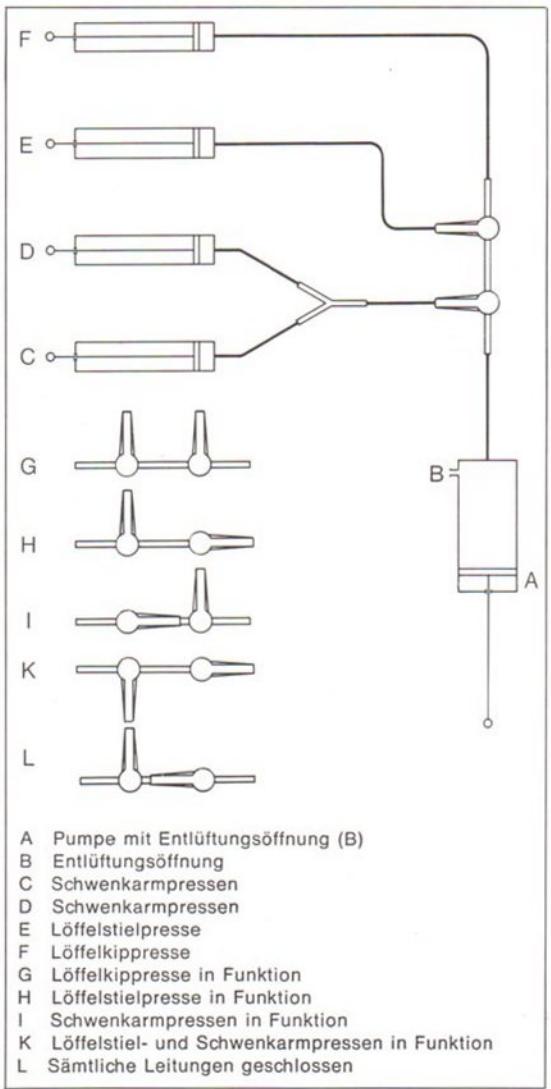


Abb. 9 Pneumatische Steuerung des Greifarms

### 5.1 Material

fischertechnik-Bauteile aus zwei u-t 1, einem u-t 2, dazu aus Zusatzpackungen Raupenketten, Scharniere und Bauplatten. Für die Pneumatik verwendete ich eine 20-ml-Einwegspritze als Pumpe, vier 2-ml-Einwegspritzen als Arbeitszylinder (Hub-, Stiel- und Kippzylinder), 1,5 m Gummischlauch von 4 mm Außendurchmesser, ein Ypsilonstück, zwei Dreiweghähne. Das Material für die Pneumatik kann beim medizinischen Fachhandel für weniger als 10,- DM eingekauft werden.

### 5.2 Mechanik

Die Schwenkbühne (der Oberwagen) ist starr mit dem Drehschemel verbunden. Die Schwenkbühne bildet das Gegengewicht zur Tieflöffelausrüstung, ermöglicht eine nicht störende Befestigung der Schläuche und Ventile sowie ein Herumschwenken um 360°. Motor und Getriebe, Raupenbänder und der Batteriestab mit Umpolschalter sorgen für ein langsames, kraftvolles Vor- und Rückfahrtsfahren. Träger und Stiel lassen sich natürlich vielfältig variieren. Es muß nur gewährleistet sein, daß das gebaggerte Gut beim Heben und Schwenken nicht aus dem Löffel rutscht. Dieses Problem wurde durch gleichzeitiges Einlassen von Druck – durch Öffnen beider Ventile – auf die Arbeitszylinder von Stiel und Löffel zufriedenstellend gelöst.

### 5.3 Pneumatik

Arbeitszylinder: 2-ml-Einwegspritzen aus Kunststoff (einzelnen oder in Packungen zu 100 bzw. 200 Stück preiswert erhältlich) stellen die Arbeitszylinder dar. Die Kolbenenden, an denen sich ein etwa pfenniggroßer Abschluß zum Ansetzen des Daumens befindet, werden so zugeschnitten, daß sie sich in die Bausteine einschieben lassen. Die am Anfang des Spritzen-Zylinders angebrachten Teile zum Gegendrücken mit Zeige- und Mittelfinger wurden entfernt.

#### Befestigung der Spritzen:

Das zugeschnittene Kolbenende wird in einen Baustein 15 mit rundem Zapfen gesteckt. Auf der anderen Seite wird dort, wo sonst die Nadel aufgesteckt wird, der Gummischlauch aufgeshoben. Die Spritze wird mit dem aufgesteckten Schlauch bis zum Anschlag in Baustein 15 geschoben bzw. gezogen (Abb. 7). Schwergehende Kolben lassen sich mit 400er Schmirgelpapier leichtgängig machen.

## Schläuche:

Zur Leitung des Druckes oder Soges habe ich Gummischlauch verwendet. Außendurchmesser 4 mm. Der erste Arm des Baggers (Träger), auf dem das Hauptgewicht ruht, wird durch zwei Spritzen (= Hubzylinder) gehoben bzw. gesenkt. Arm 2 (Stiel) durch eine Spritze (= Stielzylinder) und der Löffel durch eine weitere Spritze (= Kippzylinder – Abb. 6). Die Schläuche der vier Spritzen laufen zur Schwenkbühne. Sie lassen sich in den Rillen der Bausteine versenken (Abb. 8).

## Dreiweghähne („Ventile“)

Das Problem war: Wie kann ich Überdruck und Unterdruck (gleichgültig, ob mit Flüssigkeit oder Luft) von einer Pumpe aus auf Träger und Stiel bzw. den Löffel individuell ausüben? Zwei Lösungen boten sich an. Erste Lösung: Zwei Dreiweghähne werden beschafft. Durch sie kann durch Umdrehen eines Hahnes Flüssigkeit oder Luft entweder in den einen oder den anderen Schlauch strömen. Mit einem solchen „Ventil“ werden entweder der Löffel oder der Stiel bedient. Der zweite Hahn kann durch Entfernen des Anschlags so umgestaltet werden, daß er vier Einstellmöglichkeiten hat und zum „Und“-Ventil wird. Durch Drehen des Hahnes werden beide Leitungen zusammen (vgl. Abb. 9, Stellung C, D und E oder F) – oder jede Leitung einzeln (nur C, D oder nur E bzw. F) – geöffnet. Durch die Stellung „L“ – siehe Abb. 9 – werden alle Leitungen geschlossen. Von beiden Ventilen führt ein Schlauch zur Pumpe (Abb. 8 und 9). Zweite Lösung: Man fertigt aus einem Stück Plexiglas oder ähnlichem Material ein „Schieber“-Ventil, das den Luftstrom auf die verschiedenen Arbeitszylinder verteilt.

Pumpe: Als Pumpe nahm ich eine 20-ml-Einwegspritze, die wegen ihrer Größe gut drückt, wegen des „geschlossenen“ Systems jedoch nicht zufriedenstellend saugt. Je nach Ventileinstellung konnte ich jeden Arm einzeln oder auch beide Arme kombiniert hochdrücken. Beim Saugen senkten sich die Arme nicht genügend, obwohl der Kolben der Pumpe bis zum Anschlag herausgezogen war (Verdünnung des Mediums Luft). Deshalb bohrte ich ein 2-mm-Loch in das Ende des Spritzenzylinders der Pumpe. Beim Pumpen, also beim Drücken, halte ich den Daumen auf das Loch. Zum Saugen drücke ich den Kolben voll in den Zylinder, so

dafür die Luft durch das Loch entweicht. Nun halte ich das Loch wieder zu und sauge. Dieser Vorgang ist beliebig wiederholbar. Pumpen und Saugen funktionieren auf diese Weise einwandfrei. Es handelt sich jetzt um ein offenes System, weil jederzeit durch das Öffnen des Loches am Pumpenzylinder Luft zum Drücken nachgeholt oder zum Saugen herausgelassen werden kann.

## 5.4 Zusätzliche Antriebsmöglichkeit

Abb. 10 zeigt die Möglichkeit des Einzelantriebes und damit der Steuerung – der Raupen sowie der Steuerung des Oberwagens durch Motoren bzw. „minimots“.

Inzwischen war der Bagger wochenlang „im Einsatz“, da es Lehrer und Studenten zwischen durch immer wieder reizt, mit ihm zu „baggern“. Er funktioniert einwandfrei.

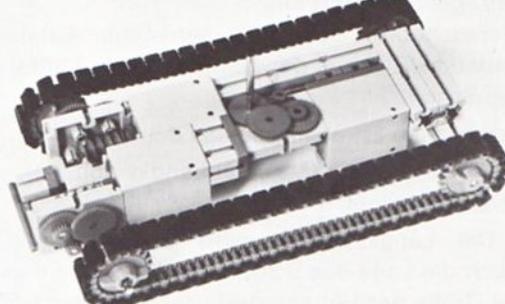


Abb. 10 Alternative: Einzelantrieb der Raupenketten und Antrieb/Steuerung des Oberwagens durch Motoren (auch mit mini-mots möglich, mit wesentlich geringerem Platzbedarf).

## Bildernachweis

Abb. 2: Liebherr-Hydraulikbagger GmbH, 7951 Kirchdorf/Iller.

Abb. 1, 4, 5: Deutsche Poclain GmbH, Groß-Gerau.

Abb. 3: Johs. Fuchs KG, Maschinenfabrik, 7257 Ditzingen.

## Flugversuche mit Flugleitern Bau einer Startmaschine

Aus dem Unterricht in der Hauptschule  
7. Schuljahr der Gladbeck-Butendorf-Hauptschule

Arbeitsmittel: u-t 1  
Zeit: eine Doppelstunde

### 1. Zur Situation

Das Thema wurde in folgender Weise erarbeitet:

#### 1. Stufe

*Arbeit mit Papierschwalben*

(nach W. Biester: Werkunterricht, Begründung und Praxis. 2. Auflage. Bochum: Kamp 1970, Kamps pädagogisches Taschenbuch, Band 36)

#### 2. Stufe

*Balsagleiter „5 aus einem Brettchen“*

(Herausgeber: Deutscher Aero-Club, Landesverband NRW, aus der Schriftenreihe „Luftfahrt und Schule“)

Gewonnene Erkenntnisse aus den 2 Stufen:

1. Die Querstabilität ist abhängig von der V-Form der Flügel.

2. Die Längsstabilität wird stark beeinflußt durch die Lage des Schwerpunktes sowie durch die Größe der Höhenruderflosse und deren Abstand vom Schwerpunkt.

3. Die Richtungsstabilität wird im wesentlichen bewirkt durch die Größe der Seitenruderflosse und deren Abstand vom Schwerpunkt sowie in diesem Zusammenhang von der Größe der Rumpfseitenflosse vor dem Schwerpunkt.

4. Der Gleitwinkel (und damit eine optimale Flugbahn während des Gleitfluges) ist weitgehend abhängig von der Schwerpunktllage.

In der letzten vorgesehenen Doppelstunde standen folgende Punkte an:

1. Startübungen
2. Fehlerbehebung
3. Meßflüge bzw. Wettbewerb nach Flugweg und Flugzeit

### 2. Lernziele

Die Schüler sollen die Anforderungen, die an eine solche Maschine zu stellen sind, etwa so beschreiben können:

Die Maschine muß eine Führung für den Rumpf haben, damit die Flughaltung bei allen Versuchen gleich wird.

Die Maschine muß die Modelle bei allen Versuchen mit gleicher Geschwindigkeit abschießen können.

Der Abschußwinkel muß leicht verstellbar sein, damit ein günstiger Abschußwinkel ermittelt werden kann.

Die Schüler sollen eine solche Maschine bauen und hinsichtlich der oben genannten Anforderungen überprüfen können.

### 3. Problemstellung

Beim Wettbewerb tauchte nun ein Problem auf, das weder in der mir bekannten Fachliteratur noch im Unterricht bisher erkannt worden war.

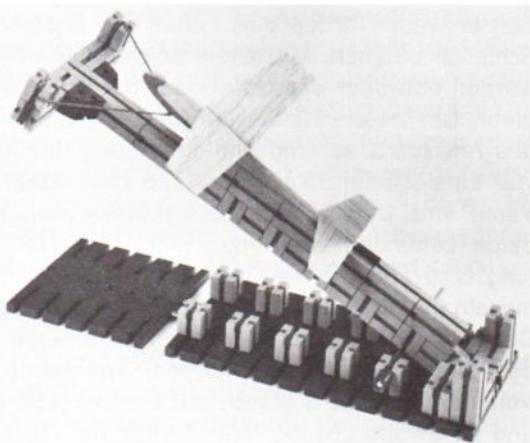


Abb. 1 Abschußrampe mit Verstellmöglichkeit für den Abschußwinkel.

Die Ergebnisse der Meßflüge wurden stark von der Geschicklichkeit des werfenden Schülers beeinflußt. (Unterschiede bei einem Modell und bei verschiedenen Werfern.)

Hier tauchte das technische Problem auf, das von den Schülern in dem Wunsch nach objektiveren Meßergebnissen erkannt wurde.

Die erste Lösung bestand darin, daß alle Modelle von einem Schüler geworfen wurden. Beim zweiten Durchgang wurden aber auch jetzt noch Abweichungen im Meßergebnis – allerdings bedeutend kleinere Abweichungen – festgestellt.

Die Schüler erkannten, daß noch bessere Meßergebnisse nur mit Hilfe einer Maschine erzielt werden könnten. Diese Startmaschine mußte eine Führung für den Rumpf haben (Flughaltung), einen hinteren Anschlag für den Rumpf (Startgeschwindigkeit) und einen verstellbaren Abflugwinkel haben.

Hieraus wurde das Problem schriftlich formuliert:

Erfinde ein Gerät, das es ermöglicht, Flugmodelle aus Balsaholz mit der gleichen Startgeschwindigkeit, dem gleichen Abflugwinkel und der gleichen Flughaltung zu starten.

#### 4. Zur Lösung des Problems

Für die Lösung dieses Problems wurde von den Schülern als Baumaterial fischertechnik gewünscht. Als Begründung wurde angeführt: Die Holzstärke unseres Flugzeugrumpfes (2 mm) paßt genau in die „Rille“ der Steine.

Der Abflugwinkel kann durch den Einbau eines Gelenks und durch Versetzen der Achse leicht verändert werden.

Auf der Abschußbahn kann mit Hilfe eines kleinen Bausteinnes die Abschußstelle genau markiert werden. Dadurch wird der Gummi bei jedem Startversuch gleich gespannt. So wird bei allen Startversuchen eine gleiche Abschußgeschwindigkeit erreicht.

Durch die großen roten Platten wird die „Maschine“ sofort standfest.

Die Bauzeit ist sehr kurz.

Als Startmittel wurde ein Couponring gewählt. Am Rumpf wurde in Höhe der Tragflächen eine Nadel eingesteckt, damit der Couponring eingeschlagen und gespannt werden kann.

Die Bauzeit mit Verbesserungen betrug eine Stunde!

Bei der Untersuchung über einen günstigen Abschußwinkel fanden die Schüler heraus, daß erst vom höchsten Punkt der Flugbahn an der eigentliche Gleitflug begann. Versuche, bei denen das Flugmodell waagrecht abgeschossen wurde, brachten gute Ergebnisse hinsichtlich der Reproduzierbarkeit von Flugweg und Flugzeit.

Mit unserer Maschine wurden gute Meßergebnisse erzielt: Bei 10 Flügen mit dem gleichen Modell betrug die Abweichung in der Weite 2 cm und in der Richtung 30 cm.

Ort der Meßflüge: Flur im Erdgeschoß unserer Schule.

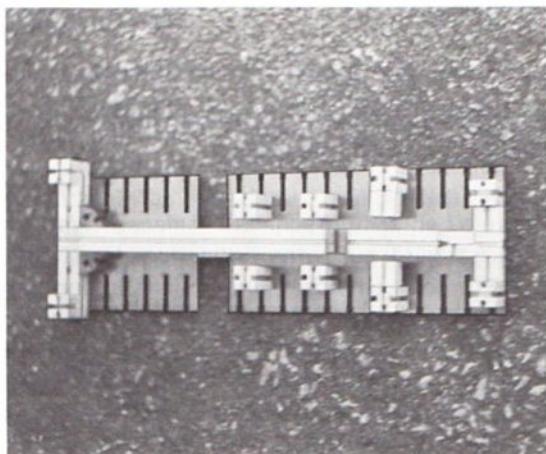


Abb. 2 Abschußrampe – Draufsicht.

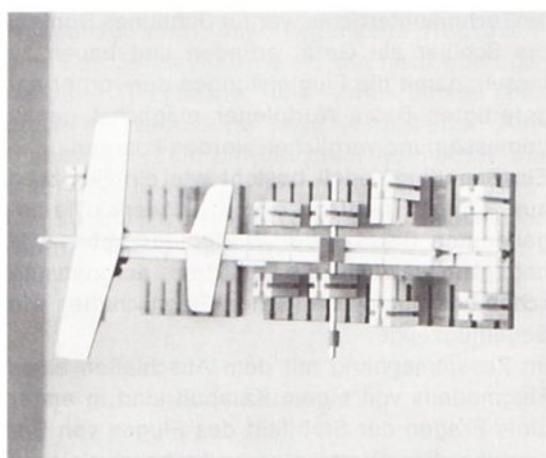


Abb. 3 Gesamtbild der Abschußrampe.

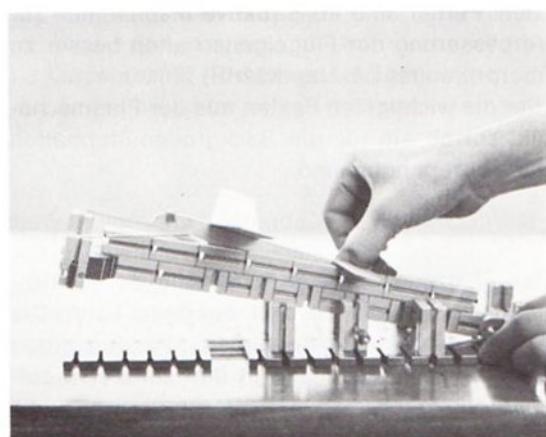


Abb. 4 Abschußrampe mit Flugleiter kurz vor dem Start.

## Sachinformation: Flugstabilität beim Balsa-Wurfgleiter

Wer als Lehrer für Technik/technisches Werken tätig ist, wird auch das Entwerfen, Herstellen und Erproben einfacher Flugmodelle in den Unterricht einplanen. Balsa-Wurfgleiter sind geeignete Objekte zum Studium flugmechanischer Phänomene, zum Lösen technischer Probleme und zur Einsicht in Gesetzmäßigkeiten, die bei der Konstruktion aller Flugzeuge zu beachten sind, gleichgültig, ob Segelflugmodell oder Düsenvverkehrsflugzeug.

Logische Konsequenz eines problemorientierten Technikunterrichts war für Johannes Borges, die Schüler ein Gerät erfinden und bauen zu lassen, damit die Flugleistungen der vorher angefertigten Balsa-Wurfgleiter möglichst genau gemessen und verglichen werden konnten.

Ein Segelflugmodell besteht wie ein Flugzeug aus Rumpf, Tragflächen und Leitwerk. Die so genannten Balsa- oder Wurfgleiter haben daher grundsätzlich die gleichen aerodynamischen und flugmechanischen Eigenschaften wie Segelflugzeuge.

Im Zusammenhang mit dem Abschießen eines Flugmodells von einem Katapult sind in erster Linie Fragen der Stabilität des Fluges von Bedeutung. Der Start unter weitgehend gleichen Bedingungen macht es möglich, die Stabilitäts-eigenschaften von Modellen unter experimentellen Bedingungen zu ermitteln und zu vergleichen. Ferner sind konstruktive Maßnahmen zur Verbesserung der Flugeigenschaften besser zu überprüfen als bei Handstart.

Hier die wichtigsten Fakten aus der Flugmechanik, soweit sie für die Backgroundinformation des Lehrers nötig sind.

### 1.

Das Flugzeug hat drei Achsen, in deren Richtung und um die es sich bewegen kann. Die Achsen sind gedachte Linien, die durch den Schwerpunkt gehen und in ihm senkrecht aufeinanderstehen.

Die Querachse liegt parallel zu den Tragflächen, die Längsachse ist gleich der Rumpflängsachse, die Hochachse liegt senkrecht dazu.

Das Koordinatenkreuz ist „flugzeugfest“, es folgt allen Bewegungen des Flugzeugs. Entsprechend den drei Achsen unterscheidet man drei verschiedene Stabilitäten, sie werden nach den Bewegungsrichtungen genannt:

- Längsstabilität,
- Querstabilität,
- Kursstabilität (oder Richtungsstabilität).

Die *Längsstabilität* wird durch Drehung um die *Querachse* verändert, die *Querstabilität* wird durch Drehung um die *Längsachse* verändert, die *Kursstabilität* wird durch Drehung um die *Hochachse* verändert.

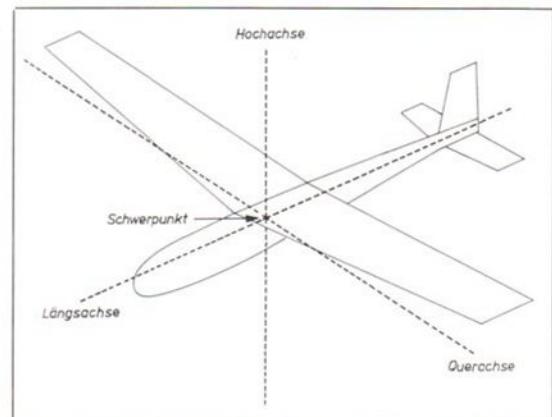


Abb. 1 Die Achsen des Flugzeugs (an einem schematisierten Balsagleiter).

### 1.1 Längsstabilität

Beim stationären (unbeschleunigten) Geradeausflug greifen Gewicht und Auftrieb im Schwerpunkt an, das Flugzeug befindet sich im Gleichgewicht. Wenn die Auftriebskraft vor dem Schwerpunkt angreift, „pumpt“ das Flugzeug: es ist schwanzlastig. Beim Balsagleiter ist jedoch leicht kopflastige Trimmung erforderlich, zumal bei Katapultstart. Nur so wird genügend Längsstabilität erzielt.

Die Auftriebskraft greift in der Regel im Schwerpunkt an. Wird durch größeren Anstell-

winkel (bei Versuchen mit dem Katapult oder im Freien bei einer Bö von unten) eine zusätzliche Auftriebskraft  $\Delta A$  wirksam, dann greift diese im sogenannten Indifferenzpunkt an. Es kann geschehen, daß dieser mit dem Schwerpunkt zusammenfällt. Aber nur wenn der Indifferenzpunkt hinter dem Schwerpunkt liegt, ist der Zustand der *statischen Stabilität* gegeben. Ein Flugmodell mit dieser Eigenschaft kehrt auch nach einem Luftstoß in seine ursprüngliche Flugbahn zurück. Es liegt daran, weil die im Indifferenzpunkt angreifende zusätzliche Auftriebskraft ein rückführendes Drehmoment bewirkt. Bei vor dem Schwerpunkt liegendem Indifferenzpunkt wirkt die Zusatzauftriebskraft in Richtung der Änderung des Anstellwinkels  $\alpha$ , was Instabilität zur Folge hat.

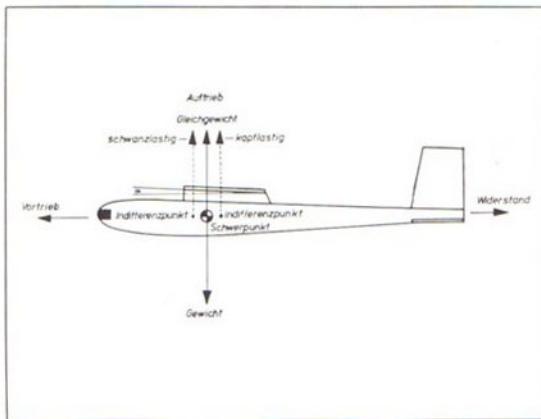


Abb. 2 Hebelwirkungen der Auftriebskräfte (der besseren Übersichtlichkeit halber wurde der Anstellwinkel bei der schematischen Darstellung des Balsagleiters am Tragflächenende eingezeichnet).

Wenn ein Flugzeug nach der Störung durch eine Bö ohne Überschwingen in seine ursprüngliche Flugbahn zurückkehrt, hat es auch *dynamische Stabilität*. Sie soll vor allem bei einfachen Flugmodellen besonders groß sein, weil diese sich selbst steuern müssen.

Die größte Bedeutung für die Längsstabilität hat das Höhenleitwerk, beim Balsagleiter also die Höhenleitwerksflosse, denn das Ruder fehlt ja. Die Stabilisierung ist um so besser, je größer die Fläche der Flosse und je weiter sie vom Schwerpunkt entfernt ist. Es gilt das Hebelgesetz.

## 1.2 Querstabilität

Wenn eine vertikale Bö eine Tragflächenhälfte anbläst und eine Drehung um die Längsachse eintritt, wird ein Flugmodell ohne Querstabilität eine Rollbewegung ausführen und schließlich abstürzen. Das liegt daran, weil bei Schräglage der Auftrieb nicht mehr entgegengesetzt dem Gewicht wirkt. Bereits George Cayley hatte erkannt, daß eine V-förmige Stellung der Tragflächen ein rückdrehendes Moment erzeugt. Den gleichen Effekt haben die „Ohren“ mancher Flugmodelle. Ein tiefliegender Schwerpunkt wirkt ebenfalls stabilisierend, weshalb bei Hochdeckern im allgemeinen auf eine V-Stellung der Tragflächen verzichtet wird.

Bei V-förmig gestellten Tragflächen erfährt die hängende Tragfläche (das ist die aus der Normallage nach unten gegangene Tragfläche) einen größeren Auftrieb als die nach oben gegangene Tragfläche, und zwar infolge des durch die veränderte Lage vergrößerten Auftriebs. Außerdem bewirkt beim Abrutschen die unter die hängende Tragfläche quer anströmende Luft (relativer Wind) ein zusätzliches rückdrehendes Moment.

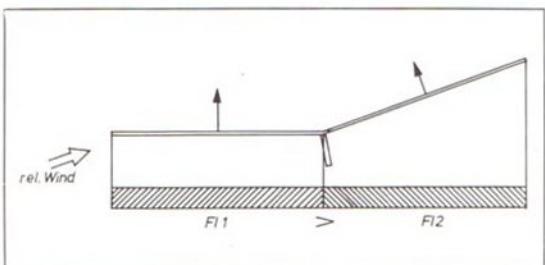


Abb. 3 Querstabilisierung durch V-Form.

## 1.3 Kursstabilität (Richtungsstabilität)

Bei seitlich wirkender Bö führt das Flugzeug eine ungewollte Drehung um die Hochachse aus, fliegt zunächst „schiebend“ weiter, wobei die von vorn anströmende Luft Wirkungen hervorruft, welche die Flugstabilität beeinträchtigen. Die voreilende Tragfläche wird bei den üblicherweise gepfeilten Tragflächen stärker angeblasen. Dies hat weiteres Drehen zur Folge, zumal der Auftrieb an der in Lee befindlichen Tragfläche immer geringer wird. Nun wächst aber bei gepfeilten Tragflächen der Widerstand der nach vorn schiebenden Tragfläche, was ein rückdrehendes Moment zur Folge hat.

Das ist der Grund für diese konstruktive Maßnahme.

Den größten Einfluß auf die Kursstabilität hat jedoch das Seitenleitwerk, also beim Balsagleiter ohne Ruder die Seitenleitwerksflosse. Hier gilt analog das für das Höhenleitwerk Beschriftene. Von erheblicher Bedeutung ist auch die Ausbildung des Rumpfes. Eine große Rumpffläche vor dem Schwerpunkt verstärkt die Tendenz, bei seitlicher Anblasung aus dem Kurs zu drehen. In solchen Fällen bringt ein besonders großes Seitenleitwerk (infolge seiner „Wetterfahnenwirkung“) die erforderliche Kursstabilität. So ist es z. B. bei den meisten Düsenverkehrsflugzeugen. Beim Wurfgleiter bringt jedoch die Kieleinwirkung einer großen Rumpfvorderfläche Vorteile für die Kursstabilisierung.

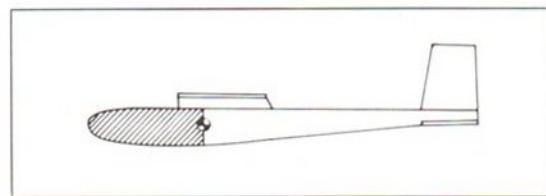


Abb. 4 Kursstabilisierung durch Seitenleitwerksflosse und Leitwerkswirkung des Rumpfvorderteils.

#### 1.4 Koppelung der Stabilitäten

Der Übersichtlichkeit halber wurden die drei Stabilitäten des Fluges getrennt behandelt. In Wirklichkeit sind diese meist gekoppelt. Die V-Form der Tragflächen bewirkt nicht allein Querstabilität, sondern erhöht auch die Kursstabilität.

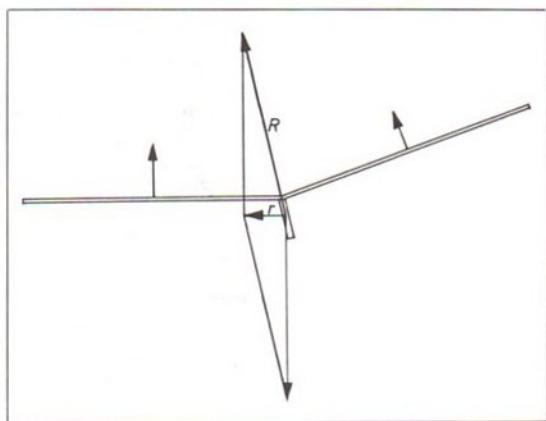


Abb. 5 Gekoppelte Stabilisierung durch V-Form. ■

Hans M. Brammertz

## Bau einer Handbohrmaschine

Unterrichtsbeispiel für die Primarstufe, durchgeführt in der Gemeinschaftsgrundschule „Am Höfing“, Aachen, im 4. Schuljahr (16 Jungen, 16 Mädchen)

Zeit: eine Doppelstunde

### 1. Lernziele

Die Schüler sollen beim Betrachten einer geöffneten Handbohrmaschine herausfinden, daß die an der Kurbel wirkende Kraft (Muskelkraft des Menschen) durch Hebel (Kurbel), Zahnräder (Kegel- und Stirnräder) und Wellen weitergeleitet und auf das Werkzeug (4-mm-Bohrer) übertragen wird.

Dabei sollen die Schüler auch entdecken, daß diese Maschinenteile in einem der Verwendung entsprechenden Gehäuse gelagert sind und dabei auch die zweckmäßige Gestaltung der Andruckplatte und des Führungsgriffs ansprechen können.

Die Schüler sollen das Winkelgetriebe als Möglichkeit zur Weiterleitung der Drehbewegung auf zwei sich unter  $90^\circ$  kreuzenden Wellen kennen- und konstruieren lernen.

Die Schüler sollen ihre Konstruktionsversuche in einer angemessenen Prüfsituation beurteilen, Fehlfunktionen herausfinden; erklären und möglichst beheben können.

### 2. Anfangssituation und Arbeitsauftrag

Den Schülern wurde die Aufgabe gestellt, die Funktionsweise einer Handbohrmaschine zu erkunden und das Modell eines solchen Gerätes aus fischertechnik zu bauen.

Die Frage eines Schülers, ob man denn damit in Holz bohren könnte, wird von der Klasse nach einem Umherraten so entschieden: „Statt in Holz bohren wir mit unsren Bohrmaschinen in Styropor!“ Entsprechende Teile von Verpackungsmaterialien waren auf einem Tisch bereits bereitgelegt.

### 3. Unterrichtsverlauf

#### a) Analyse der Handbohrmaschine

Drei Handbohrmaschinen standen zur Verfügung. Einige Schüler führten damit Probebohrungen in eine auf dem Tisch befestigte Holz-

leiste aus. Zum Schutz des Tisches war sie mit einer Stahlschiene unterlegt. Die Schüler wurden aufgefordert, zu überlegen, was wohl in dem schwarzen Mittelstück der Bohrmaschine sein könnte. Zunächst kamen einige spontane Äußerungen, wie z. B.:

„Darin sind vielleicht zwei Achsen, die so (Geste:  $90^\circ$ ) zusammenkommen.“ — „Nein, darin müssen Zahnräder sein, die ineinander greifen, so (Geste: 2 gespreizte Hände greifen rechtwinklig ineinander und drehen).“ — „Ich weiß, wie die schrägen Zahnräder heißen — Kegelzahnräder!“ — Vom 2. Gang sprach niemand, und so fragte ich auch nicht danach, um die Probleme nicht zu häufen.

Dann sollten die Schüler ihre Vermutungen auch mit Hilfe einer Zeichnung darstellen. Hierzu erhielt jeder Schüler ein Arbeitsblatt (vgl. Abb. 1), außerdem standen auch Folien zur Verfügung, so daß die Skizzen der Schüler über den Projektor für alle sichtbar gemacht werden und dann besprochen werden konnten.

Nachdem so einige Vermutungen im Raum standen, wurden in drei (leider nur!) Gruppen zu 10–11 Schülern die Maschinen geöffnet und in Funktion beobachtet. Die Schüler verglichen den Mechanismus zur Kraftübertragung mit ihren Skizzen. Solche, die nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmten, konnten durch entsprechenden Aufkleber oder durch Neuzeichnung korrigiert werden.

#### b) Konstruktion der Bohrmaschine

Die Schüler bauen in Zweiergruppen und sollen möglichst die Originalbohrmaschinen nicht mehr zu Rate ziehen, sie liegen jedoch noch auf einem Tisch an der Seite. Die 4 mm-Bohrer werden mit dem Hinweis ausgehändigt, daß sie in die Seiltrommel (= Bohrfutter) passen.

Während einige Gruppen zuerst die Kegelzahnräder auf Achsen steckten und danach ans Gestell herangingen, bauten andere ein dem Originalgehäuse ähnliches Gestell, worin dann die Achsen und Zahnräder nicht mehr unterzubringen waren. Hier wurden schon die Weichen für Erfolg oder Mißerfolg gestellt. Einige Gruppen kamen überraschend auf die Idee, die Bohrmaschine auf einer Grundplatte zu montieren; nur wenige schafften es, einen Rahmen als Gestell zu konstruieren, wie es ja die Originalmaschine hatte erkennen lassen (Abb. 2 und 3). Bei den meisten Konstruktionen wäre eine Unterlegscheibe von 2 mm Dicke erforderlich ge-

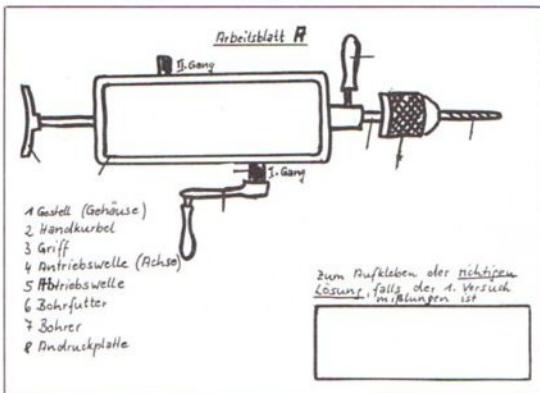


Abb. 1 Arbeitsblatt: Die Schüler können auf die freie Fläche einzeichnen, wie sie sich die Umwandlung und Weiterleitung der Drehbewegung vorstellen. Falls der erste Versuch mißlingt, kann später eine verbesserte Zeichnung auf diese Fläche aufgeklebt werden.

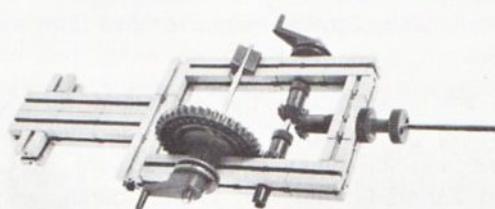


Abb. 2 Modell einer Handbohrmaschine mit zwei Gängen. Das Gehäuse ist als Rahmen aus Bausteinen konstruiert.

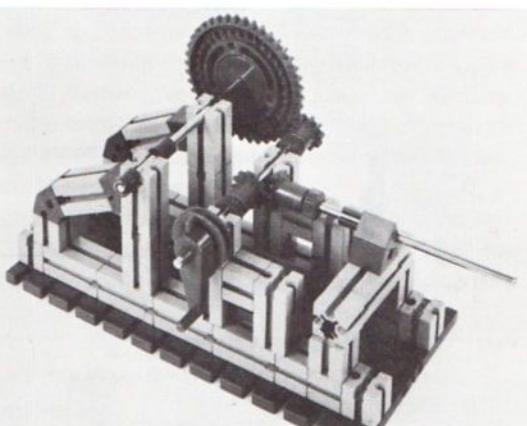


Abb. 3 Modell einer Handbohrmaschine. Die Grundplatte dient hier als „Gehäuse“.

wesen, um ein genaues und rutschfreies ineinander greifen ohne Gegendruck von der Kurbel her zu gewährleisten.

### c) Erprobung

Wenn eine Gruppe ihre Maschine fertiggestellt hat, kommt sie zum Prüfstand und versucht, ein Loch in das Styropor zu bohren. Fehler wurden benannt und begründet, Verbesserungsmöglichkeiten wurden gemeinsam mit dem Lehrer und Mitschülern gesucht.



Abb. 4 Zwei Schüler beim Erproben ihrer Modelle.

Es zeigte sich, daß der Prüfstand für den 1. Gang gut geeignet war; bei den wenigen Zweigang-Maschinen drehten sowohl Kurbel und Zahnräder auf den Wellen durch, wenn der Andruck zu stark war. Die Andruckplatte – falls überhaupt angebracht – wurde bei der Erprobung gar nicht oder nur anfangs ange-

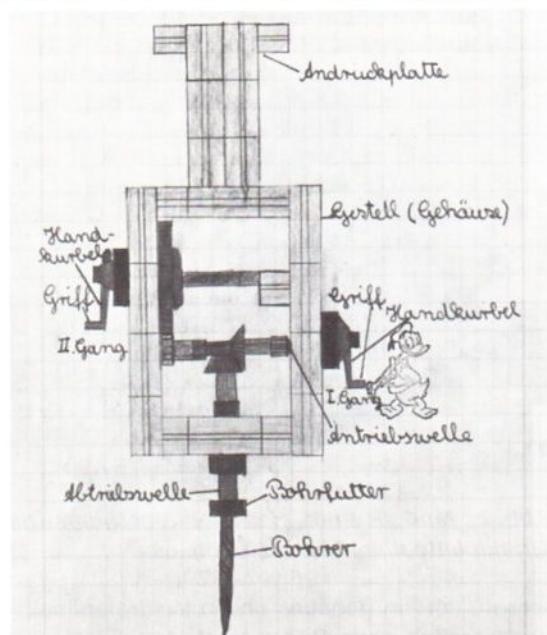


Abb. 5 Zeichnung des Modells aus Abb. 2.

faßt, da sich ein Festhalten am Gestell meist als wirksamer erwies.

Deutlich war zu beobachten, daß am Prüfstand die Gruppen voneinander lernten und daß manche Idee übernommen wurde.

### d) Gemeinsame Besprechung und Sicherung der gewonnenen Einsichten

Nach etwa 25–30 Minuten wurden die Bauarbeiten abgeschlossen bzw. unterbrochen. Die einzelnen Gruppen stellten ihren Mitschülern die Maschinen vor.

Die Schüler sprachen dabei eigentlich nur über völlig mißlungene Arbeiten sowie ausgefallene, die als zu kompliziert benannt wurden. Häufig war zu hören: „Das kann man doch viel einfacher machen, wenn man ...“

Die endgültige Form und Gestaltung der Bohrmaschinen sollte als Hausaufgabe im Maßstab 1:1 gezeichnet werden. Die einzelnen Teile wurden durch Ziffern gekennzeichnet, die Termini wurden dazu angegeben (Abb. 5).

### 4. Zusätzliche Angaben

Die Schüler fühlten sich durch die Aufgabenstellung angesprochen und gingen gerne an die Aufgabe heran. Trotz der in der Anfangssituation durchgeführten Versuche und Überlegungen (Was ist wohl in dem Gehäuse?) und der Möglichkeit, die Maschine geöffnet zu untersuchen, kamen nach einiger Zeit nochmals insgesamt 8 Schüler und betrachteten die ausliegenden Maschinen noch einmal gründlich.

Drei Zweiergruppen kamen mit der Konstruktion nicht zurecht, sie hatten zwar das Problem des Winkelgetriebes gelöst, scheiterten aber beim Bauen des Gestells. Die meisten der von den Schülern entwickelten Lösungen waren nicht nachgestaltend, wie die Zeichnungen der Schüler und die Fotos zeigen. Erst nach Beendigung der Überprüfung durften die Schüler, die keine brauchbare Lösung fanden, meinen Lösungsvorschlag nachbauen (zwei Zweiergruppen).

Die Klasse arbeitet seit dem ersten Schuljahr mit fischertechnik. Es ist deshalb möglich, daß in einer Klasse, die nur über wenig Vorkenntnisse im Umgang mit dem Baukasten verfügt, die Arbeit nicht so zügig verläuft. Dann wäre eventuell eine genauere Vorplanung nötig, bei der z. B. Winkelgetriebe, Kurbelbefestigung und Vorschläge für den Bau des Gestells erörtert werden.

# Produktinformation

## hobbylabor 1

„Zu keiner Zeit der Geschichte hat sich die Welt für den Menschen derart schnell und entscheidend verändert wie in den letzten zwanzig Jahren. Ein großer Anteil an dieser Entwicklung ist der Elektronik zuzuschreiben. Kein anderer Industriezweig hat jemals eine solche Expansion erlebt. Die Elektronik ist in alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche eingedrungen; ihre Methoden bestimmen entscheidend den technischen Fortschritt“ (Jean Pütz in „Einführung in die Elektronik“, dem Buch zur gleichnamigen Fernsehreihe, Verlagsgesellschaft Schulfernsehen, Köln).

Mit dem fischertechnik-Lernbaukasten u-t 4 bzw. dem Baukasten hobby 4 können Schüler und Auszubildende Funktionsmodelle aus der Technik – bis hin zu funktionstüchtigen Fertigungsstraßen – elektronisch steuern und regeln. Sie entdecken beim Konstruieren Anwendungsmöglichkeiten der Elektronik – doch was ist Elektronik?

Für die Beantwortung dieser Frage bietet fischertechnik jetzt eine dem System entsprechende Lösung: Experimente mit Baukästen an Hand ausführlicher Anleitungsbücher.

mente ermöglichen eine Fülle von Experimenten, die zum Verständnis elektrischer Zusammenhänge führen.

Empfohlene Energiequelle: fischertechnik-Netzgerät mot. 4.

### II Das Anleitungsbuch hobbylabor 1

Für den Baukasten gibt es ein umfangreiches Anleitungs- und Arbeitsbuch, in dem der Gleichstromkreis, der die Grundlage des Verständnisses der Elektronik bildet, ausführlich behandelt wird. Exakte Laboruntersuchungen können in Meßreihen und vorgegebenen Diagrammen festgehalten, mit selbsterstellten Diagrammen verglichen und ausgewertet werden. Einige Stichworte aus dem Inhaltsverzeichnis: Strom – Spannung – Widerstand, elektrische Leistung und Arbeit, Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen, Stellwiderstände und Potentiometer, Energiequellen, Gemischte Schaltungen, Netzwerke, Brückenschaltung, Diode, Kondensator und Spule im Gleichstromkreis, Reed-Relais. Mit vielen Abbildungen, Zeichnungen, Tabellen und mit ausführlichem Register.

hobbylabor 1 eignet sich für das autodidaktische Experimentieren in den Sekundarstufen I und II, für Schüler und Auszubildende mit Hauptschulabschluß, mittlerer Reife oder Abitur – aber auch für alle, die sich aus beruflichen Gründen oder aus Neigung die Grundlagen der Elektronik erarbeiten wollen.

Die Abbildung 2 auf Seite 28 zeigt das Beispiel eines Experiments, Abb. 3 die entsprechende Seite des Anleitungsbuches, Abschnitt 12.4.3 „Der Entladungsvorgang“, aus Kapitel 12 „Der Kondensator im Gleichstromkreis“, Unterkapitel 12.4 „Laden und Entladen über einen Widerstand“.

Weitere Entwicklung: hobbylabor 2 Elektronik-Halbleiter – hobbylabor 3 Elektronik – Digitale Schaltungen.

---

### Berichtigung

zu „Forum technische Bildung“ 2/74, Seite 28, Produktinformation über fischergeometric 5000: Dieser Baukasten enthält die rechteckigen Bauelemente von sechs, nicht vier, Einzelkästen fischergeometric 1, dazu den Inhalt von je zwei fischergeometric 2 und 3.

### I Der Baukasten hobbylabor 1

#### Einführung in die elektrotechnischen Grundlagen des Gleichstromkreises.

Die hobbylabor-Serie erschließt die physikalischen und technologischen Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik. Der Baukasten hobbylabor 1 enthält einen Experimentierfeld-Baustein, der den Aufbau vielfältiger Schaltungen durch einfaches Stecken der elektrischen Elemente erlaubt. Der Experimentier-Baustein kann mit jedem anderen ft-Elektronik-Baustein kombiniert werden. Außerdem enthält der Baukasten ein Meßgerät zur Strom- und Spannungsmessung, einen Potentiometer-Baustein, einen Reed-Kontakt, einen Dauermagnet, eine Diode, eine Spule zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes, Schichtwiderstände, Kondensatoren und viele Kleinteile. Diese Bauteile

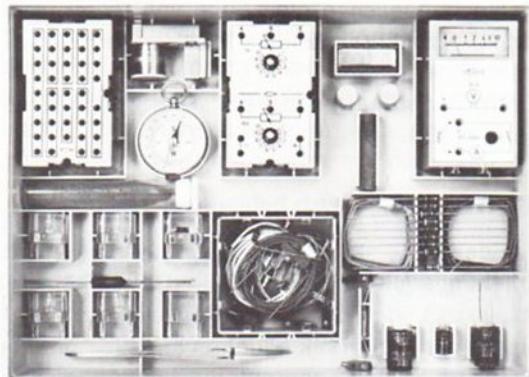


Abb. 1 Baukasten hobbylabor 1  
Art.-Nr. 2306267

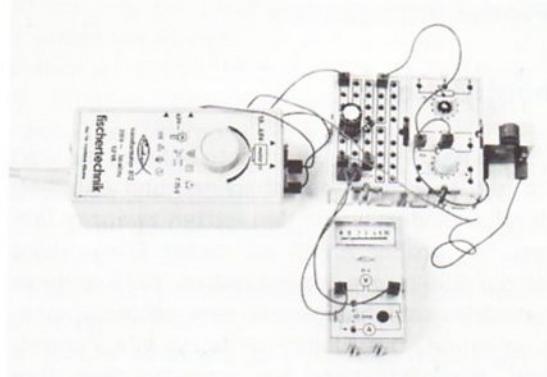
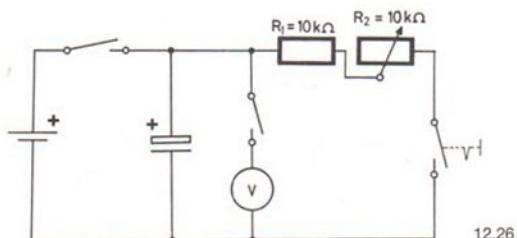
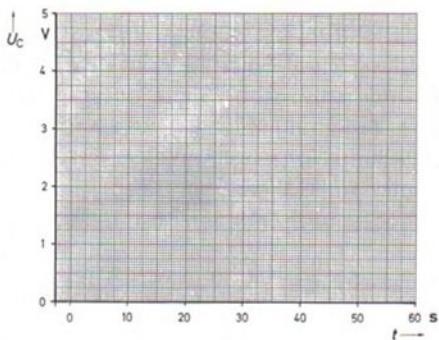


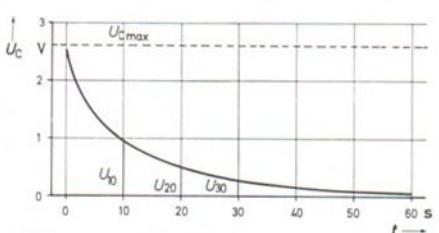
Abb. 2 Sichtbare Entladung an einem  
Elektrolyt-Kondensator.



12.26



12.27



12.28

#### 12.4.3 Der Entladevorgang

Mit der Schaltung 12.26 können Sie, wenn Sie Lust haben, die Entladekurve des Kondensators über einen  $20\text{-k}\Omega$ -Widerstand aufnehmen. Die dazugehörige Tabelle können Sie ähnlich der Tabelle 12.23 selbst erstellen. Auch hier ist es zweckmäßig, wieder den Mittelwert aus 3 Meßreihen zu bilden. Ihre Meßwerte sollten Sie in das vorbereitet Koordinatennetz 12.27 eintragen. Die daraus zu konstruierende Entladekurve wird im Prinzip der des Bildes 12.28 entsprechen. Auch sie scheint dem gleichen Gesetz zu folgen, nach dem die „Ladekurve“ verläuft. Das wird ganz deutlich, wenn Sie die Entladekurve auf transparentes Papier übertragen und dann mit der Ladekurve zur Deckung bringen.

Bevor wir in der Behandlung des Kondensators weitergehen, sollen noch einmal die wichtigsten der gewonnenen Erkenntnisse zusammengefaßt werden.

#### Zusammenfassung

1. Zu Beginn der Ladung wirkt der Kondensator einen Moment lang wie ein „Kurzschluß“; dann verhält er sich so ähnlich wie ein stromdurchflossener Widerstand, dessen Wert mehr oder weniger schnell ansteigt; nach beendetem Ladung wirkt er wie eine „Leitungsunterbrechung“. (Das gilt allerdings nur für den Gleichstromkreis. Bei Wechselstrom ist das anders, wie wir noch sehen werden.)
2. Der aufgeladene Kondensator wirkt dagegen wie eine Energiequelle mit einem mehr oder weniger großen „Energieinhalt“, den sie an einen Verbraucher (Widerstand, Lampen usw.) abgeben kann.
3. Bei beiden Vorgängen fließt ein Strom: der Lade- bzw. der Entlastestrom. Die Ströme fließen in entgegengesetzter Richtung.
4. Die Spannung  $U_c$  am Kondensator wechselt jedoch die Polarität (Richtung) nicht! Sie ist nichts anderes als ein „Maß“ für den Elektronendruck zwischen den Kondensatorplatten!
5. Beide Vorgänge benötigen eine ganz bestimmte Zeitspanne. Außerdem verlaufen sie zeitlich nicht „gleichmäßig“ (= linear), sondern folgen einer „nichtlinearen Funktion“, von der im Abschn. 12.5.4 noch kurz die Rede sein wird.

Abb. 3 Musterseite aus dem Anleitungsbuch, Seite 190, „Der Entladevorgang“.