

# Forum

## technische Bildung

---

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

**4/74**

---

**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  
Fachschrulrat Helmut Wiederrecht  
6921 Lobenfeld, Torgartenstr. 34

Zuschriften und Beitrage erbeten an Fischer-Werke Artur Fischer, 7241 Tumlingen. Beitrage konnen bei Quellenangabe und gegen Übersendung eines Belegexemplares nachgedruckt werden.

**Erscheinungsweise und Bezugsmoglichkeiten:**

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

Westermanns Pagogische Beitrage –  
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:**

Werner Baum, Lehrer, 1000 Berlin 31, Umlandstr. 133

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

Rolf Krenzer, Sonderschullehrer, 6340 Dillenburg, Johannstr. 11

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

Horst-Werner Meier, Lehrer, 3261 Todenmann, Am Moorhof 205

**Standige Beratung:**

Horst Dinter  
Professor für Arbeitslehre – Technik und Wirtschaft, Pagogische Hochschule des Saarlandes, Saarbrücken.

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

Dr. Ulrich Freyhoff  
Professor für Allgemeine Didaktik und Schulpagogik, Pad. Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Herbert Frommberger  
Professor für Schulpagogik, Pad. Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Dipl.-Vw. Erich-Albert Grunert  
Stadtschrulrat, Lehrbeauftragter für Didaktik der Wirtschaftswissenschaften, Pagogische Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Fritz Kaufmann  
Fachschrulrat für Werkerziehung, Pagogische Hochschule Heidelberg.

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

Dr. Hans Maier  
Professor für Schulpagogik, Pagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Ewald Rother  
Professor für Allgemeine Pagogik, Pagogische Hochschule Heidelberg.

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

Druck: Druckhaus Rombach+Co GmbH, 7800 Freiburg  
Printed in Germany

# Forum

## technische Bildung

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

### **Inhaltsverzeichnis**

**Heft 4/74**

1. Werner Baum  
Unterrichtsbeispiel: „Bau einer Hängebrücke“  
Orientierungsstufe/Sekundarstufe I . . . . . Seite 4
2. Bernhard Linss  
Sachinformation zum Thema „Hängebrücken“ . . . . . Seite 9
3. Horst-Werner Meier  
Unterrichtsbeispiel: „Hydraulik im Unterricht“  
Sekundarstufe I . . . . . Seite 11
4. Hans M. Brammertz  
Unterrichtsbeispiel: „Konstruktion eines Karnevalwagens“  
Primarstufe . . . . . Seite 18
5. Rolf Krenzer  
Aus der Arbeit im Rahmen der Arbeitserziehung der Schule  
für geistig Behinderte . . . . . Seite 23
6. Produktinformation  
Neue Hand- und Arbeitsbücher für Lehrer . . . . . Seite 27

## Bau einer Hängebrücke

Unterrichtsbeispiel für die Orientierungsstufe Sekundarstufe I, durchgeführt in der Jens-Nydal-Grundschule Berlin im 6. Schuljahr (10 Jungen, 6 Mädchen)

Zeit: drei Doppelstunden

Arbeitsmaterial: 15 Lernbaukästen u-t S, 5 Lernbaukästen u-t 1

### 1. Lernziele

Die Schüler sollen

1. ihnen selbst bekannte sowie nur im Bild gezeigte Brücken benennen und sie den drei Brückentypen Balken-, Bogen- und Hängebrücke zuordnen können;

2. beim Gespräch über die im Bild gezeigten Brücken herausfinden,

a) daß die Brückenkonstruktionen ihren Aufgaben angepaßt werden müssen

b) daß die Brückenkonstruktionen u. a. auch von geographischen Gegebenheiten abhängig sind;

3. erfahren, daß Hängebrücken dort den Vorzug erhalten, wo

a) breite Gewässer (Stützweiten ab 300 m) zu überbrücken sind,

b) sie in der Regel dem Individualverkehr (Autos, Fußgänger) dienen,

c) der Schiffsverkehr (lichte Durchfahrtshöhe) nicht beeinträchtigt werden darf,

d) man eine klare Linienführung wünscht (Ästhetik);

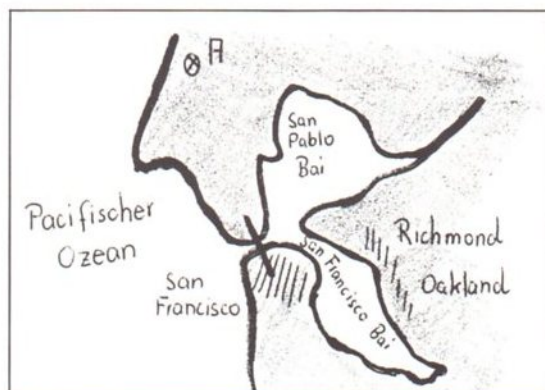


Abb.1 Skizze der geographischen Lage von San Francisco.

4. beim Bauen, Beschreiben und Skizzieren der Modelle folgende Begriffe richtig anwenden können: Pylon (Hauptturm, Pfeiler), Tragkabel (Hängegurt), Hängestab, Versteifungsträger, Verankerung;

5. beim Konstruieren und Überprüfen feststellen, daß die Tragkabel nicht allein zwischen den beiden Pylonen ausgespannt werden dürfen, sondern über die Pylone verlängert und im Boden verankert werden müssen;

6. bei einem Gespräch über Hängebrücken herausfinden, worauf beim Bau einer Hängebrücke mit einer großen Spannweite (z. B. 1200 m) zu achten ist: z. B. Temperaturwechsel (Dehnungsfugen), Windbelastung.

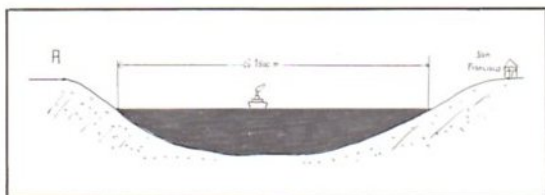


Abb.2 Querschnitt durch die Einfahrt in die San Francisco Bai.

### 2. Anfangssituation

„An einigen Küsten der Erde befinden sich Meereseinbuchtungen, die nur eine relativ schmale Öffnung zum Meer oder Ozean haben und sich daher ausgezeichnet für Häfen eignen. An einer solchen Meeresbucht liegt San Francisco in Nordamerika.“ Eine Skizze an der Tafel (Abb. 1) verdeutlichte die Lage. „In die San Francisco Bai fahren große und größte Schiffe, um dort zu ankern. Aus der nördlichen Richtung A wollen viele Menschen mit dem Auto nach San Francisco. Wie können sie dort am besten hin?“

Die Einfahrt in die San Francisco Bai wurde im Querschnitt an die Tafel skizziert (Abb. 2).

Die Schüler fanden nun heraus, daß man sich von A nach San Francisco mit einer Fähre übersetzen lassen könnte oder man müßte einen langen Umweg über Richmond und Oakland fahren. Einig waren sich alle darin, daß eine Brücke die beste Lösung wäre. Obwohl die Schüler sicher mehrere verschiedene Brückenkonstruktionen kennen, konnten sie nur die Bogenbrücke und die Hängebrücke nennen. Offensichtlich hatten die Schüler beim Betrachten von Brücken nicht auf die unterschiedlichen Konstruktionen geachtet. Es mußte deshalb

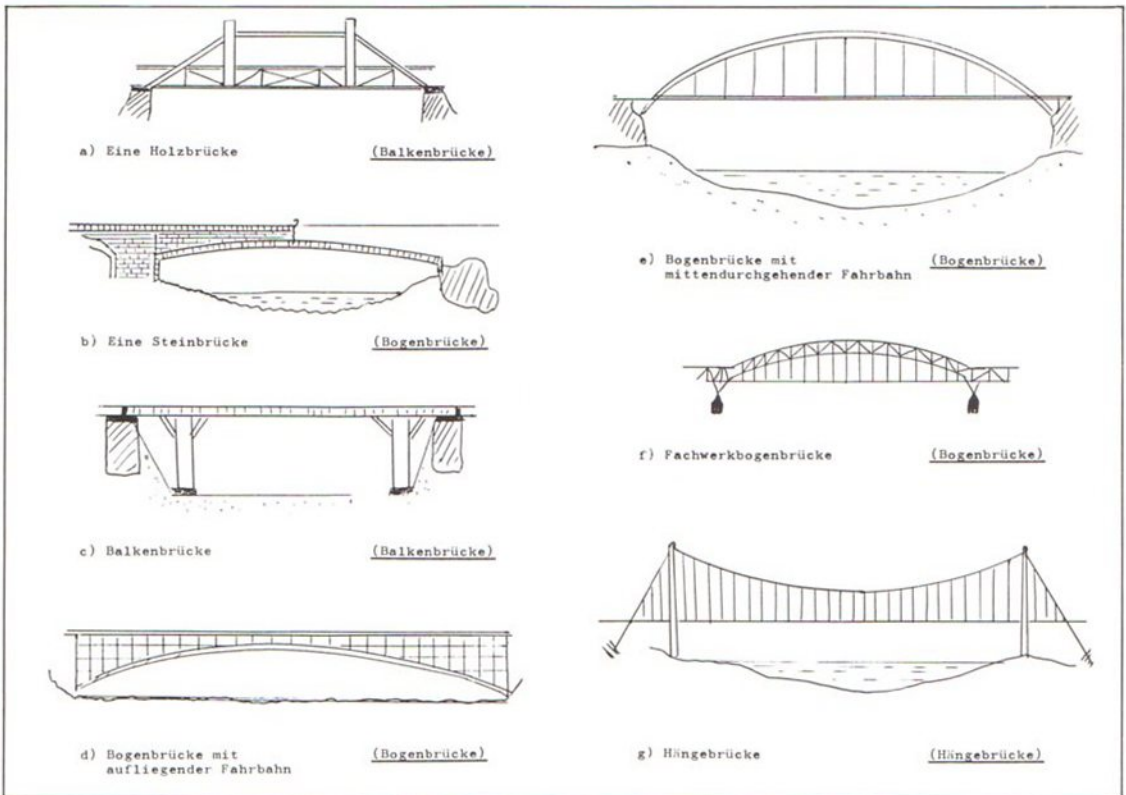


Abb. 3 Diese Skizzen von Brücken entstanden beim Betrachten der Dias. Die Schüler beurteilten die Brücken zunächst nach sehr unterschiedlichen Merkmalen, z. B. Baumaterial (vgl. a und

b), Konstruktion (vgl. c – g), Lage der Fahrbahn (vgl. d und e). Die in Klammer hinzugesetzten Begriffe stellen die Zuordnung zu einem bestimmten Brückentyp dar (vgl. Lernziel 1).

zuerst geklärt werden, daß nicht jede Brückenform an jeder beliebigen Stelle verwendet werden kann. Dazu zeigte ich den Schülern sieben Dias von verschiedenen Brückentypen. Beim Betrachten der Dias entstanden an der Tafel Skizzen der Brücken (Abb. 3).

Im Gespräch über diese Skizzen wurde nach ähnlichen bzw. unterschiedlichen Konstruktionsmerkmalen gesucht. Dabei wurden die Schüler insbesondere auf Balken- und Bogenbrücken hingewiesen, so daß es den Schülern dann möglich war, die auf den Skizzen dargestellten Brückenkonstruktionen den drei genannten Typen (Balken-, Bogen- und Hängebrücke) zuzuordnen.

Der Unterrichtsplan ließ es aus Zeitgründen nicht zu, die Brücken genau zu unterscheiden. Zur Information des Lesers wird hier eine genauere Beschreibung zu den Skizzen gegeben:

a) Balkenbrücke: Das Hängewerk ist als „überspannter Bogen“ konstruiert.

b) Rahmenbrücke, sie wird meist den Bogenbrücken zugeordnet.

c) Balkenbrücke, genauer: Balkenbrücke auf mehreren Stützen mit „Durchlaufträger“.

f) Fachwerkbogenbrücke, hier als Auslegerbogenbrücke gebaut.

g) Erdverankerte Hängebrücke („Echte Hängebrücke“).

Die sieben Brückenkonstruktionen wurden den geographischen Gegebenheiten der Einfahrt in die San Francisco Bai gegenübergestellt. In einem Gespräch wurden zunächst die Brückentypen eliminiert, die hier keine Verwendung finden können, wobei die Schüler gehalten waren, ihre Ansicht zu begründen. So wurden z. B. die Brückentypen a–c von allen Schülern als ungeeignet bezeichnet.

Dann stellte ich noch einmal heraus, welche Aufgaben die zu bauende Brücke erfüllen sollte: Sie soll nur dem Individualverkehr

dienen, der Schiffsverkehr darf nicht durch Pfeiler oder durch ungenügende lichte Durchfahrthöhe behindert werden.

Einige Schüler hielten nun die Brücken, wie sie in den Skizzen d–f dargestellt sind für ungeeignet. Begründung: man kann keine Bogen mit einer Spannweite von über 1000 m bauen.

Die Schüler wurden dann darüber informiert, daß die längste Bogenbrücke der Welt eine Spannweite von etwas über 500 m hat und die Hafeneinfahrt von Sydney (Australien) überbrückt.

Wegen der großen Spannweite kam für die Schüler nur noch der Bau einer Hängebrücke in Frage.

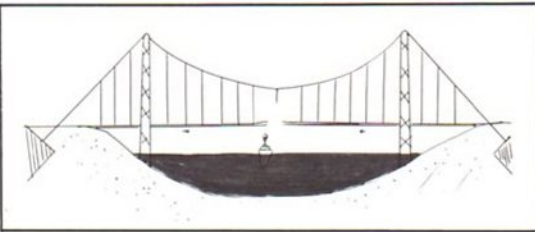


Abb. 4 Querschnitt durch die Einfahrt in die San Francisco Bai mit einer Faustskizze der Hängebrücke.

### 3. Vorüberlegungen zum Bau der Hängebrücke

In das Tafelbild von der Einfahrt in die San Francisco Bai wurde dann folgerichtig wie in der Wirklichkeit die Hängebrücke eingezeichnet (Abb. 4). Zunächst wurden die beiden Türme – die beiden Pylonen – in der Nähe der Ufer „errichtet“. Die Schüler meinten, daß dann die Hängegurte (die Tragbänder) über die Pylone gezogen werden müssen.

Da man von den Schülern nicht erwarten konnte, daß sie eine Vorstellung von den Tragbändern haben, wurde versucht, sie ihnen anhand der Daten der Hudsonbrücke zu erläutern. Spannweite 1066,8 m; Tragbänderdurchhang 99 m, Pylonenhöhe 182 m über Mittelhochwasser, Brückenbreite 39,2 m. Die Tragbänder haben einen Durchmesser von 91 cm, sie bestehen aus je 61 Strängen, wobei jeder Strang wieder aus 434 Einzeldrähten besteht.

Die Schüler wurden darüber informiert, daß die Stränge zunächst einzeln über die Pylonen gezogen und später alle Stränge zusammenge-

preßt (gebündelt) wurden. Gegen ein Auseinanderfallen wurden sie außerdem durch starke Metallringe gesichert.

Danach wurden die Schüler aufgefordert, zu überlegen, wie die Tragbänder geführt werden müssen, damit die Pylonen nicht unter dem Gewicht der Tragbänder zur Mitte der Brücke hin abknicken. Die Antwort kam spontan: Die Tragbänder müssen an beiden Enden fest verankert werden, diese Verankerung stellt dann „ein Gegengewicht“ dar.

Danach wurden die Hängestäbe eingezeichnet und schließlich die Versteifungsträger, die die Fahrbahn aufnehmen sollten.

### Bau der Hängebrücke

#### 1. Doppelstunde

Jede Partnergruppe verfügte über zwei Tische, die einen Mindestabstand von 50 cm hatten. Dieser Tischabstand sollte durch den Bau einer Hängebrücke überbrückt werden. Jede Partnergruppe erhielt drei u-t S und einen u-t 1.

Die Partnergruppen teilten sich in zwei Untergruppen auf, die auf jeder Tischseite mit dem Bau der Pylonen begannen. Unterschiedliche Konstruktionen innerhalb einer Gruppe wurden abgesprochen und einheitlich weitergeführt. Interessant war, daß alle Gruppen mit einem einwandigen Gerüstbau begannen. Dabei muß allerdings bemerkt werden, daß die Schüler zum ersten Male mit Statikkästen arbeiteten, ihnen das Material vom Umgang her also neu war. Mit Bausteinen aus dem u-t 1 wurde ein großes „H“ zusammengesetzt und auf dem Querbalken mit dem Pylon begonnen, wozu Bausteine des Statikkastens benutzt wurden. Die Gerüstpfosten wurden miteinander verbunden und somit versteift.

Zufrieden waren alle Gruppen mit dieser Konstruktion nicht, da sie durch die Höhe bedingt stark wankte. Als ich dann bei einer Gruppe die Hand auf die Gerüstspitze legte und den Schülern sagte, daß ich jetzt eine Kraft entsprechend dem Gewicht der Hängegurte, der Versteifungsträger und der Fahrbahn wirken lasse, verformte sich der Pylon bauchartig (Abb. 5). Es gab ein großes Gelächter und alle Schüler waren sich darin einig, daß dieser Pylon keine vertikale Belastung aushalten würde. Hier brauchte nichts weiter gesagt zu werden. Die Schüler berieten in ihren Gruppen

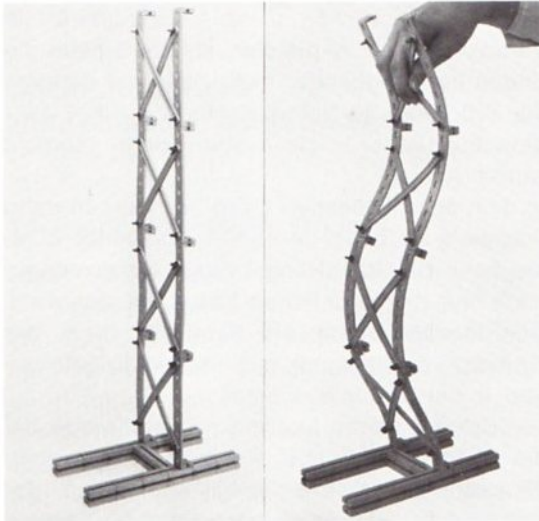


Abb. 5 Der Versuch zeigt deutlich die Verformung des „Pylonen“ bei der Belastung.

und begannen dann schließlich mit einem Turmgerüst, das einen rechteckigen Grundriß hatte, wobei sie darauf achteten, daß Platz für die Fahrbahn vorhanden blieb. Es wurde eine Fahrbahnplatte angepaßt und die Pylonen in die Höhe gebaut. Die Schüler benötigten relativ viel Zeit, bis die Schwierigkeiten dieser Anfangsphase überwunden waren.

Schwierigkeiten gab es dann auch bei der Zusammenführung der Eckpfosten an der Turmspitze. Die Abbildung (Abb. 7) zeigt, wie diese Schwierigkeiten gelöst wurden.

Nach diesem Bauabschnitt waren die Schüler sichtlich mit ihrem Ergebnis zufrieden.

Als die Hängegurte an beiden Pylonen befestigt wurden, fielen die Pylone um, da die Hängegurte sie aus dem Gleichgewicht brachten. Dieses Problem wurde verblüffend schnell gelöst, indem die Schüler die Fundamente der Pylone rückwärtig mit Bausteinen verlängerten und deren Ende mit „Seilen“ verspannten (Abb. 6). Zur Demonstration der Verankerung wurden auf die rückwärtigen Fundamentverlängerungen Baukästen gestellt.

Während dieser Bauversuche war zu beobachten, daß sich die ungeschickteren Schüler stark von den geschickteren anregen ließen.

Nach der ersten Doppelstunde hatte die leistungsstärkste Gruppe Pylone gebaut, sie mit Hängegurten versehen und die rückwärtige Verankerung vorgenommen. Die leistungsschwächste Gruppe (eine Mädchenzweiergruppe) war noch beim Bau der Pylone.

## 2. Doppelstunde

Alle Gruppen begannen ihre Arbeiten fortzuführen. Die bisher erfolgreichste Gruppe trieb von beiden Pylonenseiten zur Brückenmitte Versteifungsträger vor, die durch Hängestäbe an den Hängegurten befestigt wurden (Abb. 7). Nachdem die Versteifungsträger von beiden Seiten vereinigt waren, wurden die Fahrbahnplatten eingepaßt und an den Versteifungsträgern befestigt.

Noch hatte diese Hängebrücke einen Konstruktionsfehler, auf den ich aufmerksam machte, denn die Hängegurte waren mit den Pylonen fest verbunden.

Im Modell sieht man diese Schwierigkeiten nicht. Ich habe die Schüler auch nicht während des Fahrbahneinbaues daraufhingewiesen, weil es die Arbeit unnötig erschwert hätte.

Im Gruppenarbeitskreis erörterte ich diesen Sachverhalt mit den Schülern, die dann auch von selbst darauf kamen, daß eine solche Konstruktion ungünstig ist.

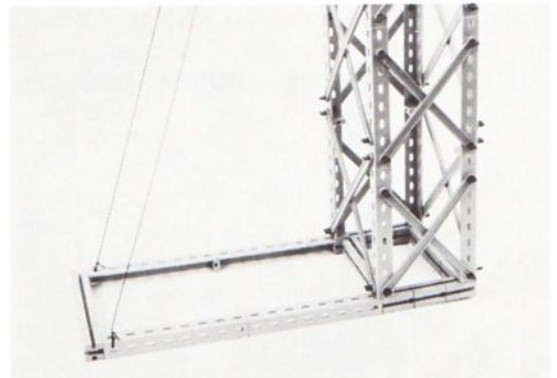


Abb. 6 Vergrößerung der Standfestigkeit der Pylone.

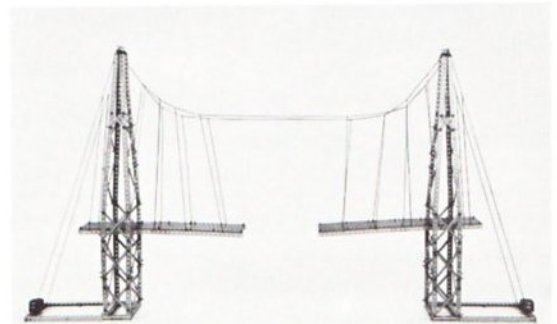
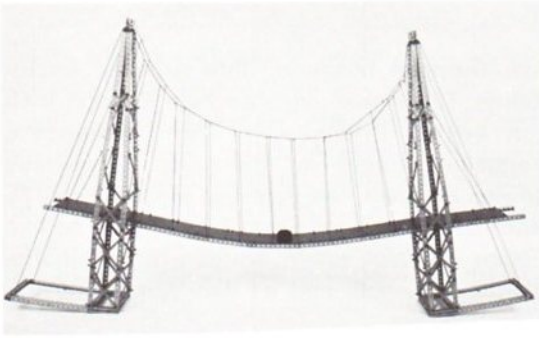


Abb. 7 Beginn der Montage des Versteifungsträgers.



*Abb. 8 Die Belastungsprobe zeigt deutlich, daß diese Art der „Verankerung“ nicht ausreicht. Die verankerten Enden hoben sich an, die Brücke bog sich stark durch.*

Diese Einsicht führte zum Umbau der Hängegurte an den Pylonen. Die Hängegurte wurden „umgebaut“ und über die Pylonenspitzen gelegt.

Zum Ende der zweiten Doppelstunde wurde das fertiggestellte Modell einer Belastungsprobe mit Eisengewichten ausgesetzt.

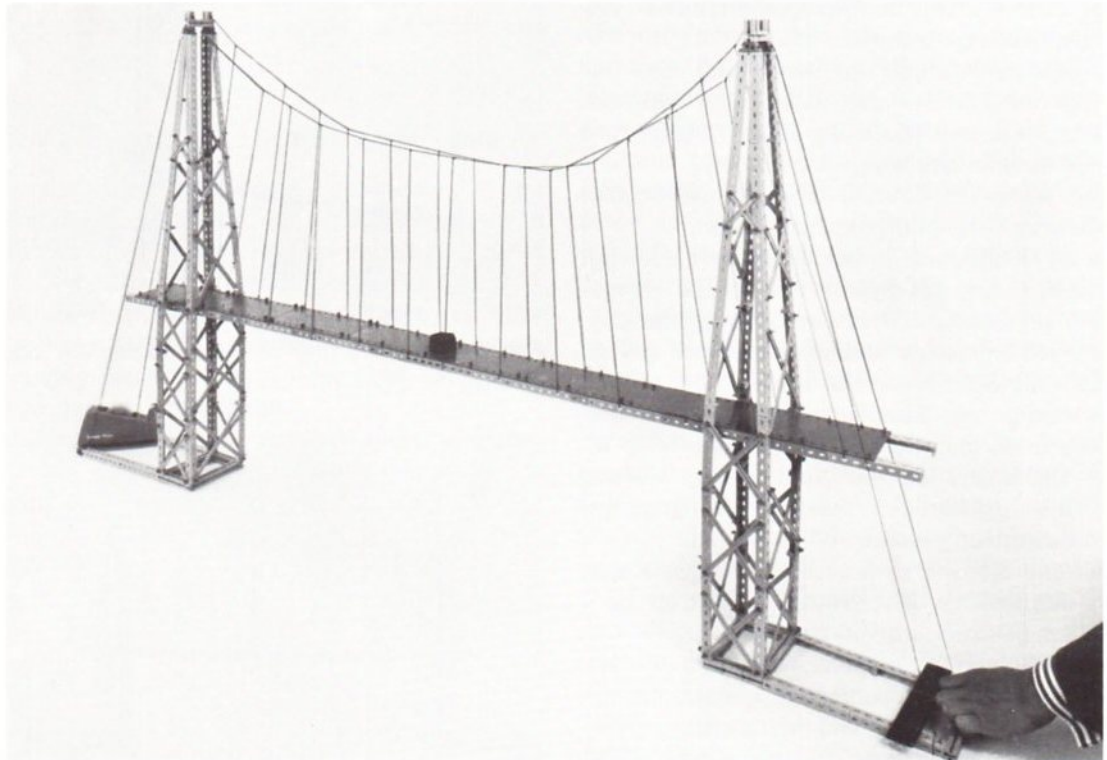
Die Brückenmitte bog sich beträchtlich durch und die „verankerten“ Enden hoben sich an

(Abb. 8). Wie wichtig diese feste rückwärtige Verankerung ist, zeigte sich, als die Schüler die Enden der Tragbänder festhielten und dadurch die Brückenmitte trotz Belastung durch Eisengewichte wieder in die Ausgangslage gebracht wurde (Abb. 9).

In dem abschließenden Gespräch wurden dann nochmals die besonderen Konstruktionsprobleme beim Bau der Hängebrücke zusammengestellt und die gefundenen Lösungen diskutiert. Das Modell wurde als Arbeitsergebnis der Gruppe, versehen mit technischen Erläuterungen, in der Schule ausgestellt.

Die Schüler waren alle mit großer Freude bei der Arbeit. Auch die weniger erfolgreichen Gruppen waren sich einig, daß ihnen der Brückenbau viel Spaß gemacht hat. Obwohl meine Schüler über alle Themen im Bereich des technisch-naturkundlichen Unterrichtes Berichte schreiben müssen, wurde ihnen der Spaß am Hängebrückenbau dadurch nicht verdorben.

Dieses Thema habe ich in dieser Altersstufe nur durchgeführt, weil die Probleme durch praktische Betätigung einsichtig gemacht werden konnten.



*Abb. 9 Bei besserer Verankerung (im Versuch durch Festhalten simuliert) hielt die Brücke der Belastung ohne Verformung stand.*



## **Sachinformation zum Thema „Hängebrücken“**

### **1.1 Begriffsbestimmung und Idee**

Eine Hängebrücke ist eine Brücke, deren horizontale Bauteile (Versteifungsträger, Fahrbahnträger, Fahrbahntafel und Windverband) mit Hilfe von Hängestäben an Seilen (Tragbändern) aufgehängt sind.

Diese werden von Pfeilern (Pylonen) unterstützt.

Das Tragband ist eigentlich ein umgekehrter Bogen, der durch Zugkräfte beansprucht wird.

Wie bei jedem Bogen treten auch hier an den Widerlagern Horizontalkräfte auf, die jedoch in diesem Falle Zugkräfte sind.

Idee und Faszination der Hängebrücke liegen in der Überwindung immer größerer Spannweiten. Dies wird ermöglicht vor allem durch das geringe Eigengewicht und die Verbesserung der Materialeigenschaften der Tragbänder.

Die Geschichte der Entwicklung der Hängebrücke kann auch definiert werden als eine Geschichte des Erfindergeistes und der Ingenieurtechnik im Kampf gegen die Kräfte der Natur und gegen menschliche technische Unzulänglichkeit.

### **2. Systeme (Gruppen) von Hängebrücken**

Man unterscheidet nach dem statischen Aufbau:

#### **2.1 Verankerte Brücken.**

Die Enden der Tragbänder sind außen in Fundamentblöcken verankert.

2.2 Brücken, bei denen der Horizontalschub (besser: Horizontal-Zug) aufgehoben ist. Dies geschieht so, daß die Zugkraft der Tragbänder an den Enden in den horizontalen Versteifungsträger eingeleitet wird. Hierdurch wird dieser Träger auf Druck beansprucht. Die Verankerungsblöcke entfallen.

### **3. Einzelteile der Hängebrücken**

#### **3.1 Versteifungsträger.**

Er ist ein Teil der horizontalen Brückenkonstruktion und kann ein Fachwerkträger, ein

Vollwand- oder auch ein Hohlkastenträger sein. Er dient zur Aufnahme von Druckkräften und zur Verteilung von Einzellasten auf Hängestäbe und Tragband.

#### **3.2 Fahrbahnträger und Fahrbahntafel.**

Diese Bauteile leiten die Verkehrslasten (Rad- drücke von Fahrzeugen) in die Unterkonstruktion und in den Versteifungsträger ein.

#### **3.3 Windverband.**

In der Regel ein Fachwerkträger, der die gegen Seitenwind empfindliche Konstruktion aussteift.

3.4 Hängestäbe, meist aus Rundstahl oder Profilstahl bestehend. Mit ihnen ist die eigentliche Brücke an den Tragbändern aufgehängt. Die Hängestäbe können auch Seile sein.

#### **3.5 Tragband.**

Es besteht heute meist aus einem geschlagenen Drahtseilbündel hochwertigen Stahls. Es wurden hierfür auch schon Ketten verwendet, die den Vorteil haben, daß sie sich nicht dehnen („recken“), jedoch kostspielig sind. Auch Flachstähle können Verwendung finden.

#### **3.6 Tragpfeiler (Pylonen).**

Sie dienen zur Abstützung des Tragbandes und werden vorwiegend auf Druck, jedoch auch durch Horizontalkräfte beansprucht. Wegen der hohen vertikalen Lasten werden sie zur Erhöhung der Knicksicherheit meist als sogen. „Rahmenkonstruktion“ mit Querriegeln ausgebildet. Als Material finden Stahl, Stahlbeton und Spannbeton Verwendung, früher waren sie auch oft als gemauerte Pfeiler ausgebildet.

#### **3.7 Widerlager und Verankerung.**

Wenn die Brücke nicht mit „aufgehobenem Zug“ konstruiert ist, müssen die Tragbänder in Verankerungsblöcken befestigt werden. Das Widerlager leitet alle übrigen Horizontal- und Vertikallasten in den Baugrund.



Abb. 1 Hängebrücke San Francisco – Oakland Bay Bridge  
Foto: Stahlberatung Düsseldorf, Nr. St. 7305

#### 4. Spannweiten von Hängebrücken

Nach statistischen Erhebungen beginnt die Wirtschaftlichkeit einer Hängebrücke bei einer Spannweite von ca. 250 m. Die maximale Spannweite, die heute zu erreichen ist, liegt bei etwa 1500 m.

Hängebrücken haben ein verhältnismäßig geringes Eigengewicht im Vergleich mit anderen Konstruktionen. Trotzdem spielt wegen der großen Spannweite und damit des großen Gesamtgewichts die Verkehrslast nur eine untergeordnete Rolle.

Sie sind sehr durchbiegungsempfindlich, weil die Hängekonstruktion „weich“ ist, elastischer als die von Bogen- oder Trägerbrücken. Die Tragbänder „dehnen“ sich, sobald Verkehrslast auftritt. Für sehr hohe Einzellasten, z. B. für Eisenbahnbrücken, sind sie nur bedingt geeignet.

#### 5. Bauaufgabe und Ästhetik

Hängebrücken werden immer dort zur Ausführung kommen, wo große Spannweiten überbrückt werden müssen und wo der Bau von Zwischenpfeilern einen unverhältnismäßig großen Aufwand erfordert. Dies gilt für tiefe Geländeeinschnitte, Buchten, Meeresarme. So wurden auch die letzten bedeutendsten Hängebrücken Europas in Lissabon (Tejo) und Istanbul (Bosporus) gebaut. Geplant ist die Überbrückung der Straße von Messina (Sizilien–Festland), mit einer Spannweite von 1500 m.

Von einer solchen „hängenden“ Konstruktion geht immer ein besonderer ästhetischer Reiz aus:

die Leichtigkeit der Konstruktion und die Eleganz der Linienführung symbolisieren einen Sieg der Technik über die Schwerkraft.

## Hydraulik im Unterricht

*Unterrichtsbeispiel für die Orientierungsstufe/ Sekundarstufe I, durchgeführt in der Volksschule 3253 Hess. Oldendorf 4 (Welsede) im 7./8. Schuljahr und der Mittelpunktschule Rinteln Süd, 3260 Rinteln, im 6. Schuljahr (Beispiele 1 und 2).*

*Arbeits- und Anschauungsmittel:*

*ft u-t 1, Plexiglas, Gewindeschrauben und Muttern  $\phi$  3 mm, Einmalspritzen 2 und 20 ml.*

### 1. Vorbemerkung

Die Themen Hubpumpe und Hydraulikbremse können aufgrund ihrer durchsichtigen Struktur bereits in der Orientierungsstufe bearbeitet werden. Bei eingehender vorhergehender oder begleitender Bearbeitung der Themen Luft und Wasser im Physikunterricht, die auch den Teilbereich Ventile umfassen muß, bietet sich eine besonders günstige Ausgangssituation. Es dürfte dann auch ohne weiteres das Thema Hebebühne bereits im 5./6. Schuljahr erfolgreich erarbeitet werden können.

### 2. Lernziele

Die Schüler sollen

2.1 erfahren, daß hydraulische Systeme die Möglichkeit bieten, mit Hilfe von Schlauchleitungen, in denen Flüssigkeiten oder Gase bewegt werden, Kräfte über weite Strecken zu führen.

2.2 den Zusammenhang zwischen Kolbenhub und Zylinderdurchmesser erfassen und sowohl sprachlich als auch zeichnerisch darstellen und erläutern können.

2.3 die Beobachtungen beim Testen der Hydrauliksysteme bei einer Bremse und einer Hebebühne etwa so beschreiben können:

Wenn auf den kleinen Kolben (kleiner Zylinderquerschnitt) Druck ausgeübt wird, muß er bei einem geringen Kraftaufwand über eine lange Strecke bewegt werden. Der große Kolben (großer Zylinderquerschnitt) wird dabei nur über eine kurze Strecke bewegt; die Kraft, die dann z. B. beim Bremsen auf das Rad wirkt, ist groß. Bei der Hebebühne sollen sie zusätzlich die Bedeutung der Ventile (Öffnungsrich-

tung, Strömungsrichtung der Flüssigkeit) formulieren und begründen können.

2.4 den Vorteil der außerordentlich variablen Führung der Schlauchleitungen sehen und begründen können.

2.5 nach der Analyse der technischen Probleme bei einer Pumpe, einer Bremse und einer Hebebühne die erforderlichen Bauteile vorschlagen und später die zur Verfügung stehenden Bauelemente und Baugruppen zweckmäßig aggregieren können.

### 3. Sachinformation

Die Hydraulik oder Hydromechanik ist die Wissenschaft von der Strömung und vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten (physikalisch-technologische Begriffsbestimmung).

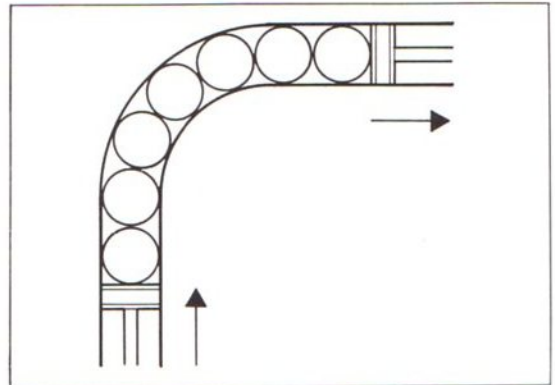


Abb.1 Mechanische Analogie zur Kraftübertragung durch Flüssigkeiten.

Als Hydraulik bezeichnet man auch Einrichtungen, bei denen mit Hilfe des Drucks von Flüssigkeiten Kräfte (Bewegungen, Bewegungsenergie) übertragen werden (technische Begriffsbestimmung). Solche Anlagen finden vielfache Anwendung z. B. im Fahrzeugbau (Bremsanlage, hydraulische Lenkhilfe), im Flugzeugbau (beim Einziehen und Ausfahren des Fahrwerks), bei Baumaschinen, landwirtschaftlichen Fahrzeugen, bei Hebezeugen (hydraulische Wagenheber), bei Pressen u. a. m. Bei den unterrichtlich behandelten Gegenständen handelt es sich um hydrostatische Getriebe. Das sind Druckmittelgetriebe, die Bewegungen (Kräfte) mit Hilfe von Flüssigkeiten übertragen. Denkt man sich als Modellflüssigkeit Kugeln, so bilden zwei gleitende Kugeln ein Viergelenkgetriebe (Abb. 1).

Folgt man dieser Annahme, so sind alle Vorgänge in hydrostatischen Druckmittelgetrieben mit denen in herkömmlichen mechanischen Getrieben vergleichbar. „Getriebe, die in Bewegungsursachen und Wirkungen Ähnlichkeiten aufzeigen, müssen auch eine ähnliche getriebliche Zusammensetzung haben.“<sup>1</sup>

Die Leitungen der Flüssigkeitsgetriebe können als Schub- bzw. Gleitgelenke aufgefaßt werden. Die Verbindung zwischen Flüssigkeit und Kolben ist als Kupplung anzusehen. Querschnittsänderungen in den Leitungen können als Zwischentriebe oder Zwieggelenke interpretiert werden. Das Verhältnis der Kolbenflächen (Pumpenzylinder: Arbeitskolben) gilt als Über- bzw. Untersetzung.

Die Verwendung hydraulischer Systeme, hydraulischer Kraftübertragungen, bietet sich aus vielerlei Gründen an: Hydraulischer Druck kann in flexiblen Leitungen über weite Strecken „transportiert“ werden. Die nahezu beliebige Verlegbarkeit der Hydraulikleitungen ist in vielen Fällen dem Seilzug oder Zahnradübertragungen überlegen, da keine kostspieligen Umlenkvorrichtungen erforderlich sind. Hydraulische Systeme brauchen nur eine Pumpe als Energieteil. Der Druck ist überall gleich groß, woraus sich eine genaue Steuerungsmöglichkeit der Bewegungsvorgänge ergibt. Zudem weisen hydraulische Getriebe nur wenige Verschleißteile auf, sind daher wartungsarm und „betriebskostenfreundlich“.

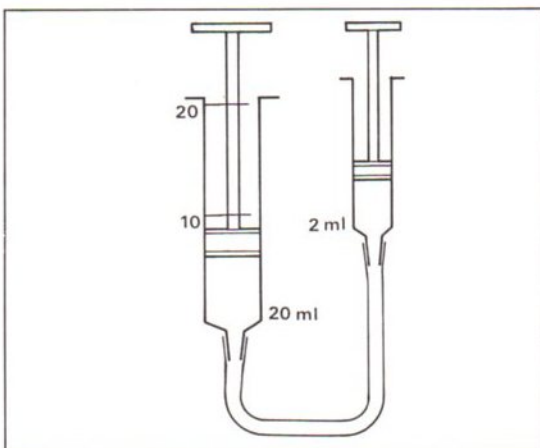


Abb.2 Anordnung der beiden Spritzen zum ersten Versuch.

<sup>1</sup> Franke, R.: Vom Aufbau der Getriebe I. Düsseldorf 1958

Beispiele für hydrostatische Getriebe:

Hydraulischer Bagger, Bremsanlage, Hebebühne, Pressen, hydraulisch betätigte Kupplung bei Peugeot.

#### 4. Themenfolge

Die Themen werden in dieser Reihenfolge im Unterricht erscheinen: Bremse – Pumpe – Hebebühne.

Mit der Stellung des Themas Bremse am Anfang wird dem Prinzip „Vom Leichten zum Schweren“ Rechnung getragen; dem Schüler bietet sich hier in einer einfachen Anordnung Zugang zum Thema Hydraulik.

Für die Erstellung einer funktionierenden Pumpe ist die Auswahl der erforderlichen Teile aus dem Baukasten vom Schüler zu vollziehen. Nachdem der Schüler bei der Pumpe die Erfahrung von der richtigen Anordnung der Ventile gemacht hat, wird er sie beim Thema Hebebühne sicher ohne Schwierigkeiten aktualisieren können, muß aber darüber hinaus eine zweite Spritze verwenden und die Verbindung vom Arbeitskolben zu einem Vorratsbehälter herstellen oder unterbrechen.

#### 5. Motivation – Hydraulische Bremse

Diesem Thema ging u. a. der Bau eines Holzfahrzeugs mit Lenkmöglichkeit und Bremse voraus. Dabei sollte die Bremse von vorn bedient werden können und auf die Hinterräder wirken. Dabei erfuhren die Schüler, daß nach umfangreicher Vorplanung der jeweiligen Konstruktion auch ein relativ zeitaufwendiges Umsetzen in die Praxis nötig war, bis die Bremsanlage einwandfrei arbeitete. Gestänge, Drehpunkte und Gelenke mußten erdacht und erstellt werden. Dabei wurden natürlich des öfteren Korrekturen an den einzelnen Leisten des Gestänges erforderlich.

Die Vorgänge die zur Lösung der Teilaufgabe Bremse führten, wurden vor Einsetzen der Arbeit an der Hydraulikbremse im Gespräch noch einmal aktualisiert, ins Bewußtsein zurückgerufen und an der Tafel notiert. Zur ergiebigeren Durchführung dieses einführenden Unterrichtsabschnitts lagen den Arbeitsgruppen die Werkstücke vor.

##### 5.1 Einführung zur Hydraulikbremse

„Wir wollen jetzt einmal versuchen, mit den verteilten Spritzen (2 und 20 ml / teilweise 10

und 20 ml), Schläuchen und Baukästen ebenfalls – vielleicht sogar leichter – eine Bremsanlage zu bauen, wie sie heute im Prinzip in alle Kraftwagen eingebaut wird.“

Nun wird eine Spritze von 20 ml mit einem Plastikschlauch ( $\phi$  3 mm) versehen. Schlauch und Spritze (20 ml) werden etwa bis zur 10-ml-Marke aus bereitstehenden Bechergläsern mit Wasser gefüllt. Dann erst wird der Schlauch auf die ganz gefüllte kleine Spritze (2 ml) aufgesteckt (Abb. 2).

Spritze 1 wird in die eine, Spritze 2 in die andere Hand genommen. Dabei liegen die Spritzenzylinder zwischen Zeige- und Mittelfinger. Der Daumen liegt jeweils auf dem Kolben. Der Schüler soll nun gleichzeitig mit aller Kraft auf die Kolben beider Spritzen drücken (ggf. die Spritzen in den Händen tauschen). Er wird die Erfahrung machen, daß es nie gelingt, den großen Kolben in seiner Stellung zu halten.

### 5.3 Erkenntnis

Wenn der Kolben der kleinen Spritze von 2 auf 0 ml heruntergedrückt wird, legt er 30 mm zurück. Der Kolben der großen Spritze steigt von 10 auf 12 ml; er legt dabei 6 mm zurück.

Weg des kleinen Kolbens: 30 mm.

$$\text{Fläche ca.: } \frac{0,81^2 \cdot 3,14}{4} = 0,64 \text{ cm}^2.$$

Weg des großen Kolbens: ca. 6 mm.

$$\text{Fläche ca.: } 1^2 \cdot 3,14 = 3,14 \text{ cm}^2.$$

Hydraulischer Unterschied: 5:1.

Verhältnis der Fläche: 1:5.

Der Druck ist in hydraulischen Systemen wohl überall gleich, aber durch die Vergrößerung der Kolbenfläche bei der großen Spritze wird auch eine fast fünfmal so große Kraft wirksam wie bei der kleinen Spritze (Kraft = Druck mal Fläche).

Dieser Text wird im Werkheft fixiert.

## 6. Werkvorgang

Mit dem Versuch und der formulierten Erkenntnis ist der Sachverhalt hinreichend umschrieben. Im folgenden Werkvorgang hat der Schüler den Auftrag, die gewonnene Baugruppe mit dem Fahrzeug zu einem funktionsfähigen

Bremssystem zu aggregieren. Dabei hat der Schüler

1. diese Problemstellung zu bewältigen: „Welcher Zylinder (Spritze) muß wo angebracht werden, wenn du durch leichten(!) Pedaldruck eine starke Bremswirkung erzielen willst?“ (Abb. 3)

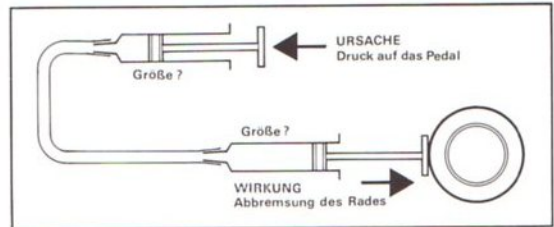


Abb.3 Skizze der Anordnung zur Verdeutlichung des Problems.

2. Ein Fahrzeug mit geeigneter Befestigungsvorrichtung für Spritzen und Schlauch zu bauen.

Der Bau des Fahrgestells geht in den Partnergruppen relativ rasch voran. Dabei ergeben sich zwei Fahrzeugtypen. Ein einfaches Fahrgestell, das den Schüleraussagen zufolge daraus resultiert, daß es ja vornehmlich auf die Bremse ankommt. Häufiger allerdings werden „ansprechende Autos“ gebaut, bei denen sich dann allerdings zeigt, daß sie für die entsprechenden Befestigungsvorrichtungen der Spritzen in einzelnen Punkten umgebaut werden müssen. Teilweise werden von den Schülern sogar besondere Betätigungsvorrichtungen konstruiert (Abb. 4–8).



Abb. 4 Erste Lösung: Hinten wird das mittlere Rad gebremst; die Bremsfläche ist klein, da nur die Kante des Spritzengriffs das Rad berührt.

Es zeigt sich, daß sich die Spritzen gut mit den ft-Bauteilen befestigen lassen. Die Schlauchführung bereitet in keinem Fall Probleme, da der Schlauch erstens beliebig zu verlegen ist (Vorteil des Hydrauliksystems) und zweitens genau in Nuten und Löcher der Bausteine und Platten paßt (vgl. Abb. 4).



Abb. 5 Korrigierte und erweiterte Lösung: Der Spritzengriff bremst nun das Rad auf einer größeren Fläche ab.

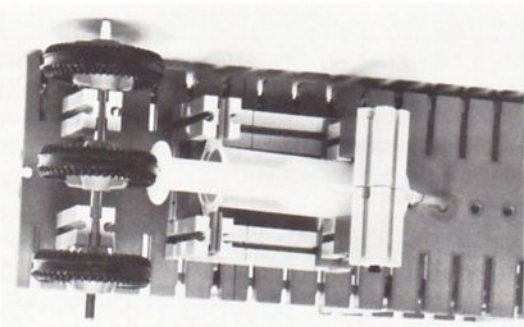


Abb. 6 Bremsanlage zum Fahrzeug der Abb. 5.

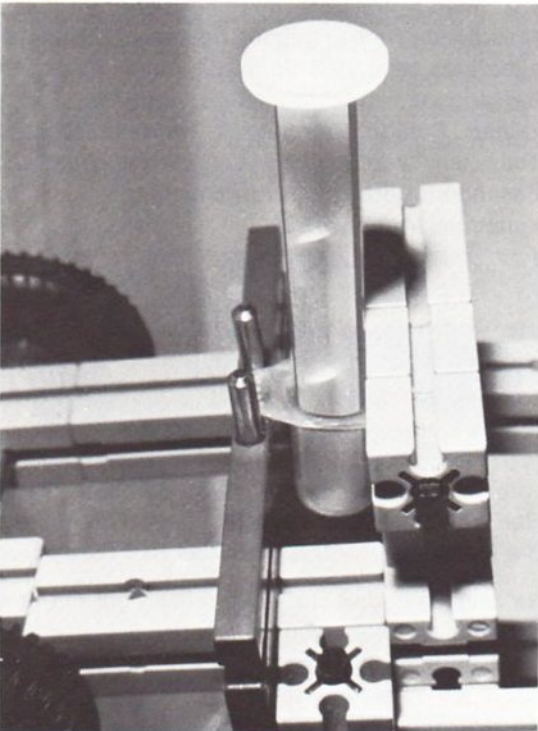


Abb. 7 Befestigung des Betätigungskolbens. (Ausschnitt des Modells aus Abb. 5)

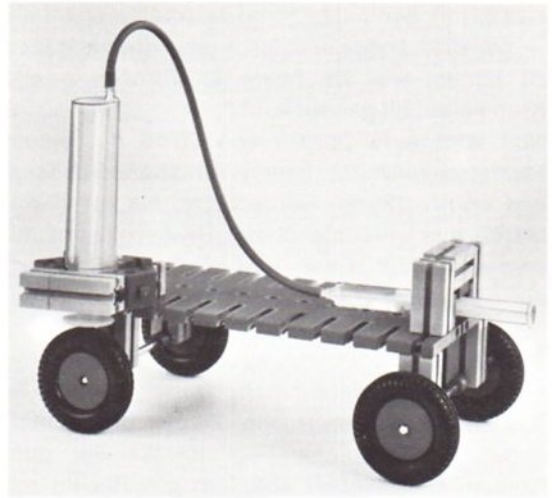


Abb. 8 Abbremsung des Rades von oben; zu beachten ist die Analogie zur Fahrradbremse.

### 7. Testsituation

Wenn ft-Elektromotoren zur Verfügung stehen, können die Schüler eine Welle des Fahrzeugs antreiben und dann die Bremse ausprobieren. Im vorliegenden Falle wurden die Fahrzeuge einfach geschoben. Dabei konnten die Schüler die Bremse betätigen.

### 8. Motivation und Problemstellung Hubpumpe

Dieser Unterrichtsabschnitt beginnt gleich mit der Problemstellung und einer kurzen allgemein gehaltenen Angabe der zu verwendenden Materialien.

„Wasser soll aus einem Brunnen nach oben gepumpt werden.“ Zur Lösung dieser Aufgabe stehen zur Verfügung: ft u-t 1, eine 20-ml-Spritze und der Spritzbehälter, ein T-Stück und durchsichtige Kunststoffschlauchstücke ( $\varnothing 3\text{mm}$ ) und zwei Blitzventile (Alligaro).

Aus der Tafelzeichnung (Abb. 9), die zur Verdeutlichung der Problemstellung herangezogen wird, geht hervor, daß die Flüssigkeit zuerst nach oben befördert werden muß, ehe sie in einem weiteren Arbeitsschritt in ein seitlich bereitstehendes Gefäß einlaufen kann (Ansaugen – Ausstoßen). Auf die beiden Arbeitsschritte sollte hingewiesen werden.

### 9. Werkvorgang

Dem Schüler oder der Partnergruppe sollte wie bei meinen Unterrichtsversuchen vor Beginn des werkenden Tuns eine kurze Besinnungsphase geboten werden, in der die Teile

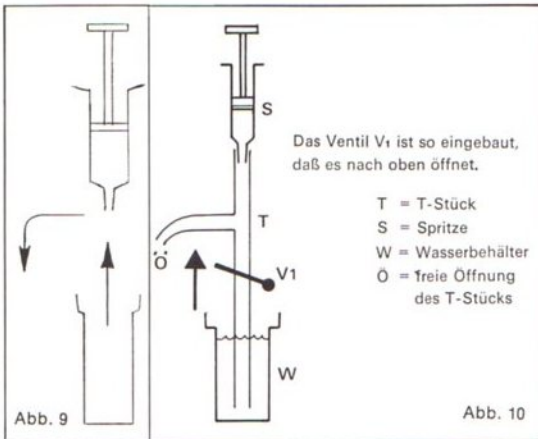


Abb. 9 Tafelzeichnung zur Verdeutlichung der Problemstellung: Hubpumpe.

Abb. 10 Das Ventil V1 ist so eingebaut, daß es nach oben öffnet. Das leichtere Medium Luft wird bei diesem Baufortschritt bei Ö angesaugt.

ausgesucht werden, die zum Bau des funktionsfähigen Objekts erforderlich sind. Danach wird der Lehrer im klärenden Gespräch die Wahl begründen lassen. Zu diesem Zeitpunkt sollten Überlegungshilfen gegeben werden (keine Lösungen vorwegnehmen!), da sonst erfahrungsgemäß die meisten Gruppen nur ein Ventil verwenden würden.

In meinem Unterricht waren die Schüler der Meinung, Wasser könne angesaugt werden und bei anschließendem Druck auf den Spritzenkolben durch die Austrittsöffnung gelangen. Manche meinten, das Wasser werde nach dem Ansaugen sicher nicht wieder in den Vorratsbehälter gedrückt. Beide Aussagen waren sicher überlegt, aber es wurde nicht bedacht, daß beim Ansaugen das leichtere Medium Luft bei Ö angesaugt wird (Abb. 10 und 11).

Man sollte die Schüler noch einmal zum Durchdenken der Zusammenhänge (Luft – Wasser – ein oder zwei Ventile) anregen, aber keinesfalls die Lösung geben.

Bei der folgenden Arbeit wird sich zeigen, daß die Schüler beim Bau des Gestells mit dem Baukastenangebot des u-t 1 gut arbeiten können. Die Befestigung der Spritze oder des Behälters bereitet nie ernsthafte Probleme.

Fertiggestellte Hubpumpe (Abb. 13):

Unter dem T-Stück, das sich unterhalb der Spritze befindet, ist ein Ventil angebracht. Das zweite Ventil ist rechts (kurz vor der Austrittsöffnung) sichtbar (Abb. 12 und 13).

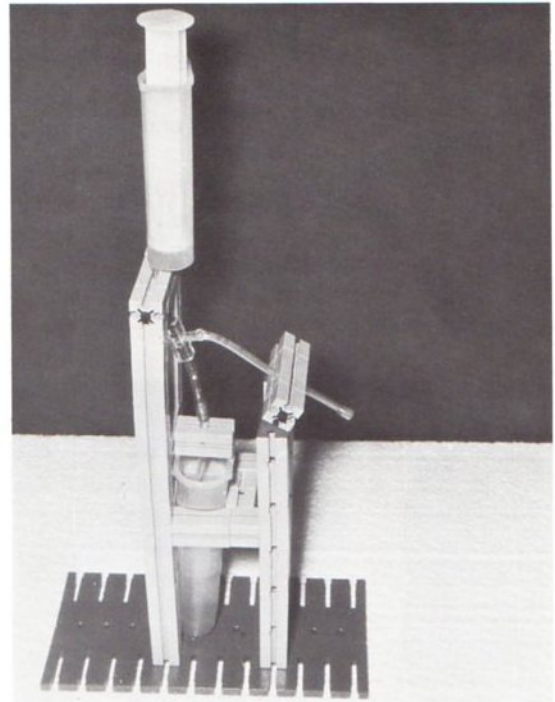


Abb. 11 Das Foto zeigt den in der Abb. 10 skizzierten Baufortschritt (Fehlösung).

## 10. Testsituation

Nach etwa einer Stunde werden die Schüler mit ersten Ergebnissen aufwarten. Bei Funktionsuntüchtigkeit der Anlagen ist in der Regel nur ein Ventil eingebaut worden. Nun muß darauf hingewiesen werden, daß Luft angesaugt worden ist und daher eine Lösung gefunden werden muß, die beim Ansaugen der Luft den Weg versperrt. Dabei wird häufig auch die Öffnungs- und Schließrichtung der Ventile erörtert werden müssen.

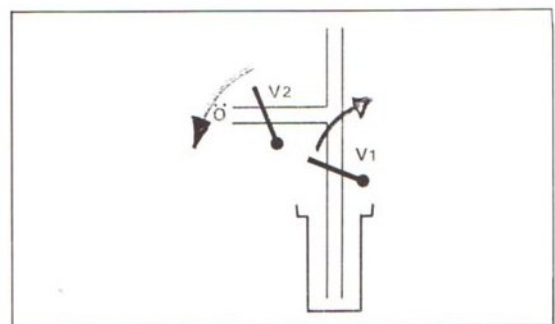


Abb. 12 Die Skizze verdeutlicht den Einbau der Ventile. Die Pfeile geben die Öffnungsrichtung an.

## 11. Erkenntnis

Bei der freien Öffnung  $\phi$  des T-Stücks muß ein zweites Ventil so eingebaut werden, daß es der Luft bei  $\phi$  den Weg versperrt und von unten Wasser gefördert werden kann.

V 1 öffnet beim Ansaugen des Wassers, sperrt beim Heruntergehen des Kolbens.

V 2 sperrt beim Ansaugvorgang, öffnet beim Herunterdrücken des Kolbens und läßt das Wasser in ein bereitstehendes Gefäß fließen.

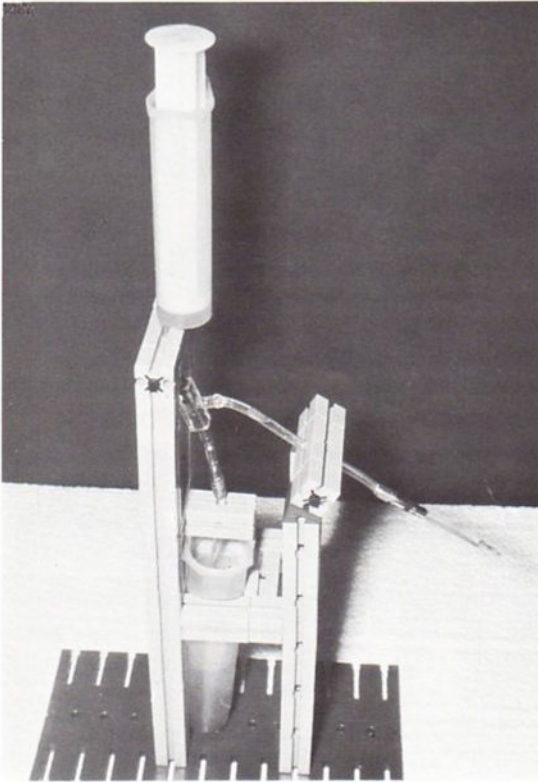


Abb. 13 Modell einer funktionstüchtigen Hubpumpe. Das zweite Ventil ist rechts (kurz vor der Austrittsöffnung) sichtbar.

## 12. Die Hebebühne

### 12.1 Problemstellung

Die Schüler bringen für diese Aufgabe das wichtigste Vorwissen mit, daß bei gewünschtem geringen Kraftaufwand als Geberzylinder eine kleine Spritze und als Hebebühne eine große Spritze zu verwenden ist.

Auf den Kolben des Arbeitszylinders, auf dem als Hebefläche eine Plexiglasplatte (ca. 50x50 mm) zu befestigen ist (verschrauben oder (kleben), soll eine Kraft wirken, da ja schwere Lasten gehoben werden müssen. Damit auf den Arbeitszylinder eine große Kraft wirken kann, ist ein zweiter (Pumpen-)Zylinder (2 ml) erforderlich. Einen Vorratsbehälter für die Hydraulikflüssigkeit benötigt man ebenfalls. Hier wird wie beim vorausgehenden Thema die Verpackung der 20-ml-Spritze verwendet. Der Kolben des Arbeitszylinders soll sich bis obenhin in der Spritze bewegen.

Es ist zweckmäßig, das Gestell der Pumpe mit der verschraubten 20-ml-Spritze wieder zu verwenden.

### 12.2 Werkvorgang

Normalerweise gelingt es den Schülern, die Problemstellung so zu analysieren, daß sie daraus zwei Vorgänge ausgliedern können:

a) Ansaugen von Hydraulikflüssigkeit in einen kleinen Pumpenzylinder.

b) Pumpen der Hydraulikflüssigkeit in einen größeren Zylinder. Nun muß aber ein Ventil der Hydraulikflüssigkeit den Weg zurück in den Vorratsbehälter versperren.

Es sollte verlangt werden, das Resultat der vor dem Bauen erfolgten Überlegungen in einer Skizze zu fixieren und zu erklären. Wahrscheinliche Anfangsskizze (Abb. 14).

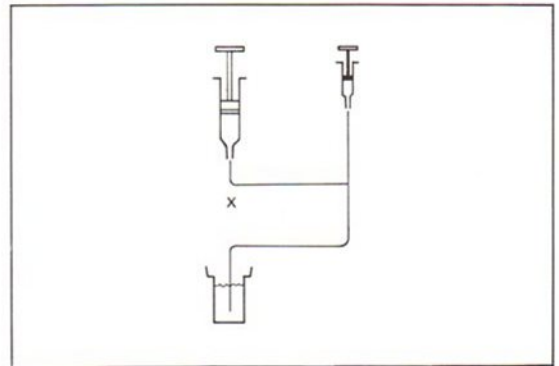


Abb. 14 Die Skizze zeigt eine Möglichkeit, wie Schüler ihre Überlegungen vor dem Bauen darstellen können.

Die Rückführung der Hydraulikflüssigkeit beim Senken des Arbeitskolbens wird zumeist nicht beachtet (x). Die Klasse ist auf diesen häufigen Fehler hinzuweisen.



Die weitere Beratung der einzelnen Partnergruppen erfolgt an Hand der Skizze und des Baufortschritts. Dabei wird auf den Einbau der Ventile zu achten sein. Gezielte Hinweise sind aber erst dann sinnvoll, wenn sich in der Testsituation Probleme zeigen.

### 12.3 Testsituation

Durch Heben des Pumpenkolbens S1 der kleinen Spritze (2 ml) wird Hydraulikflüssigkeit Wasser oder – besser – Bremsflüssigkeit) aus dem Behälter angesaugt. Das Ventil V1 öffnet. Anschließend wird der Kolben S1 nach unten gedrückt; Ventil V1 versperrt der Flüssigkeit den Weg, Ventil V2 öffnet, und die Flüssigkeit gelangt in die große Spritze (20 ml) mit dem Arbeitskolben (Abb. 15 und 16).

Der Arbeitskolben bewegt sich bei einem Pump- und Druckvorgang um ca. 6 mm nach oben. Durch wiederholtes Ansaugen und Drücken (der kleinen Spritze) gelangt der Arbeitskolben um den vollen Betrag (ca. 7,5 cm) nach oben. Die auf S2 ruhende Last – durch Druck mit dem Finger simuliert – kann wieder gesenkt werden, wenn die Sperre Sp gelockert wird.

### 12.4 Wichtige Hinweise

Die Hebebühne scheint auch zu funktionieren, wenn das Ventil V2 nicht eingebaut ist und der Arbeitskolben S2 unbelastet ist. Diese Fehllösung wird oft angeboten.

Grund: Es ist für den Pumpenkolben S1 leichter, Flüssigkeit aus dem Behälter B anzusaugen, als die nach S2 gepumpte Flüssigkeit zurückzuholen.

Der Fehler zeigt sich bei Belastung von S2. Dann wandert die Hydraulikflüssigkeit nämlich hin und her. Die Plastikschläuche lassen sich im allgemeinen nur aufziehen, wenn sie in heißem Wasser erwärmt werden. Das Aufziehen ist nicht leicht und erfordert einige Geduld.

### 12.5 Fazit

Mit den vorgestellten Aufgaben zur Hydraulik, deren Resultate durch Zeichnungen und Kurztexte fixiert werden sollten, wird auch im Technikunterricht ein Bereich erschlossen, der in der technischen Realität außerordentlich wichtig ist.

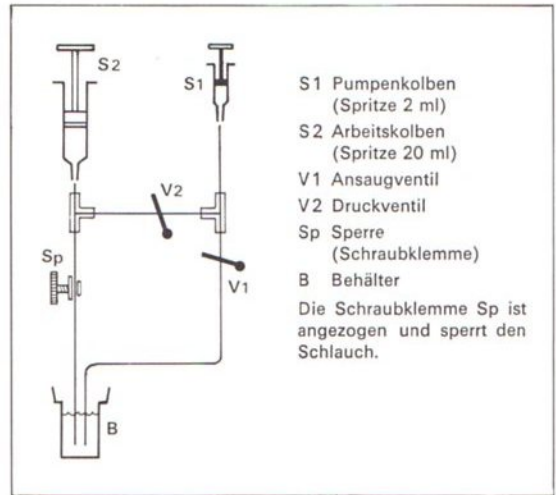


Abb. 15 Die Skizze zeigt die Anordnung und die Öffnungsrichtungen der Ventile.

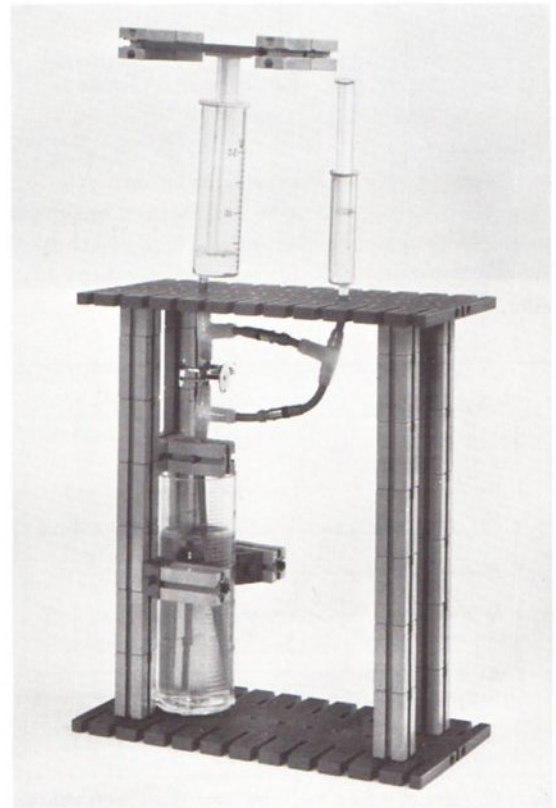


Abb. 16 Modell einer Hebebühne mit hydraulischer Betätigung.

Druckfehlerberichtigung zu „Forum“ 3/74 (S. 24, Sp. 1, Zeile 16): statt „Kieleinwirkung“ muß es lauten „Kielwirkung“.

## Konstruktion eines Karnevalwagens

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

Die Schüler arbeiten seit dem 1. Schuljahr mit fischertechnik.

Zeit: Eine Doppelstunde.

Arbeitsmaterial: 16 Lernbaukästen u-t 1, eine Dose Packgummi, eine Rolle Schnur.

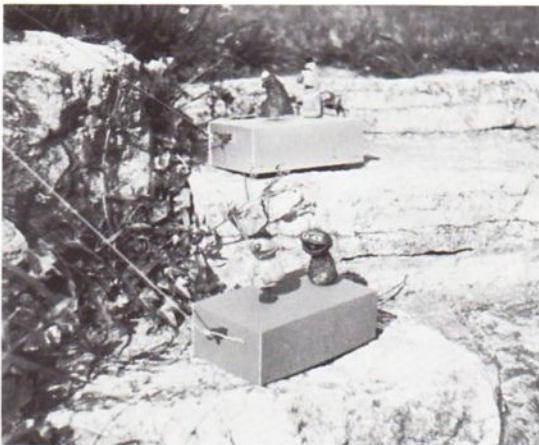


Abb. 1 Blackbox-Modelle.

Beobachtungen	Probleme
1. mit Schnur ges.	→ Befestigung?
2. durch Karton verdeckt	→ Was ist drin?
3. Fahren dreht Puppen	→ Rad-drehung → Pu-drehung
4. Hinterräder treiben an	→ waagrecht → senkr. Achse
5. Pu. A drehen gleichsam. aber, versch. schnell	→ Verbindung, → Radgröße
6. Pu. B dreh. versch. rum, aber gleich schnell	→ Verbindung, → Radgröße
7. leichte Lenkung	→ Vorderad-Aufhängung

Abb. 2 Zusammenstellung der Beobachtungen bei der Vorführung der Drehpuppenwagen und der daraus abgeleiteten Konstruktionsprobleme.

### 1. Aufgabe

Der Bau eines Karnevalwagens, auf dem sich Puppen in unterschiedlicher Richtung und mit

unterschiedlicher Geschwindigkeit drehen, ist eine Aufgabe, bei der Bewegungen weitergeleitet und umgeformt werden müssen.

Diese Aufgabe schließt sich an das Unterrichtsbeispiel „Bau einer Handbohrmaschine“ an, das im Forum 3/74 veröffentlicht wurde.

Notwendig sind folgende Vorkenntnisse:

- Kegelzahnräder ermöglichen eine Weiterleitung einer Drehbewegung aus einer Ebene in eine andere,
- Kombinationen von (Zahn-)Rädern verschiedener Größe ergeben Übersetzungen ins Schnelle (Übersetzung) bzw. Übersetzung ins Langsame (Untersetzung),
- Getriebe sind in einem Gestell gelagert.

### 2. Lernziele

(z. T. nach Maier, Forum 1/74)

Die Schüler sollen

1. beim Planen und Konstruieren der Drehpuppenwagen ihre Erkenntnisse zur Übertragung und Weiterleitung von Bewegungen (vgl. Aufgabe: Bau einer Handbohrmaschine) wiederholen, vertiefen und auf die Lösung der neuen Aufgabe übertragen können,
2. dabei Zahnradgetriebe und/oder Zugmittelgetriebe entsprechend den Anforderungen des Gerätes einsetzen können,
3. beim Beobachten des Bewegungsablaufs (fahren der Wagen – bewegen der Puppen) am vorgegebenen Blackbox-Modell durch Überlegen den technischen Funktionszusammenhang herstellen und konstruktive Möglichkeiten für die Realisierung des Bewegungsablaufs vorschlagen können,
4. sich im Anfertigen von Zeichnungen im Maßstab 1:1 üben und dabei einzelne Konstruktionselemente durch Symbole darstellen,
5. das Modell eines Drehpuppenwagens mit dem bei dem Blackbox-Modell realisierten Bewegungsablauf aus vorgefertigten Teilen konstruieren können.

### 3. Anfangssituation

Der Lehrer fährt zwei Drehpuppenwagen (Abb. 1) vor den Schülern einher. Der Unterbau des Wagens ist mit Plakatkarton verdeckt (Blackbox); nur die Puppen sind zu sehen.

Nach Kichern und Lachen folgten spontane Äußerungen wie: Kinderspielzeug; das sind Kar-

nevalswagen; Herr Brammertz spielt mit Püppchen; darf ich auch mal fahren?

Die Schüler beschrieben die Wagen und die Bewegung der Puppen. Bei falschen Äußerungen bewegten die Schüler die Wagen und korrigierten ihre Aussage.

Einige Schüler wollten sofort Vermutungen über den verdeckten Mechanismus äußern. Diese Vermutungen wurden mit der Bemerkung zurückgehalten, wir sollten zuerst einmal alles festhalten, was zu beobachten sei.

Nach Nennung der wichtigsten Fakten durch die Schüler zeigte eine vorbereitete Folie auf dem Overhead-Projektor eine Zusammenfassung in Stichworten (Abb. 2, linke Seite).

Die letzte Aussage der Liste wird als Differenzierungsmöglichkeit angeboten; sie weist darauf hin, daß man nachträglich eine Lenkvorrichtung einbauen kann. Eine wortgewandte Schülerin meldete sich sofort als es galt, die Beobachtungen nochmals zusammenfassend darzustellen.

#### 4. Problemstellung

Den einzelnen Punkten folgend, seien nun die Probleme genannt, die sich ergeben. Natürlich kannten einige Schüler schon Lösungen (s. o.) und wollten sie nennen. Sie wurden aber angehalten, bei den debattierten Fragestellungen zu bleiben, um nicht Mitschülern die Möglichkeit zu nehmen, eigene Lösungen zu finden. Dieser Hinweis wurde teilweise verständnisvoll-stolz, aber auch mit Enttäuschung hingenommen; teilweise flüsterte man wenigstens dem Nachbarn seine Idee zu. Sobald keine Wortmeldungen mehr erfolgten, wurde die (ebenfalls vorbereitete) rechte Hälfte der Folie aufgedeckt. Schüler formulierten stichwortartig die zu lösenden Probleme (Abb. 2, rechte Seite).

#### 5. Lösungsvorschläge

Das erste Problem ist leicht zu lösen: der Haken wird sofort genannt. Der „Erfinder“ legt einen Haken auf den Projektor, so daß sein Schattenbild erscheint.

Zu 2. wird die große Grundplatte unter der Verkleidung vermutet; sie wird ebenfalls auf den Projektor gelegt.

Zu 3. gibt es mehrere Lösungen. Bester Ausgangspunkt: Erinnerung an die letzte Konstruktionsaufgabe „Handbohrmaschine“. Die Folie

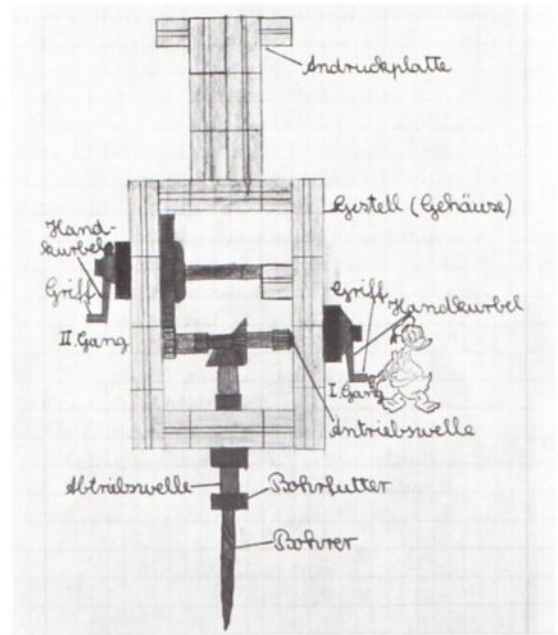


Abb.3 Schülerzeichnung des Modells einer Handbohrmaschine (vgl. Hans M. Brammertz „Bau einer Handbohrmaschine“, in Forum technische Bildung, Heft 3/74, Seite 25 ff).

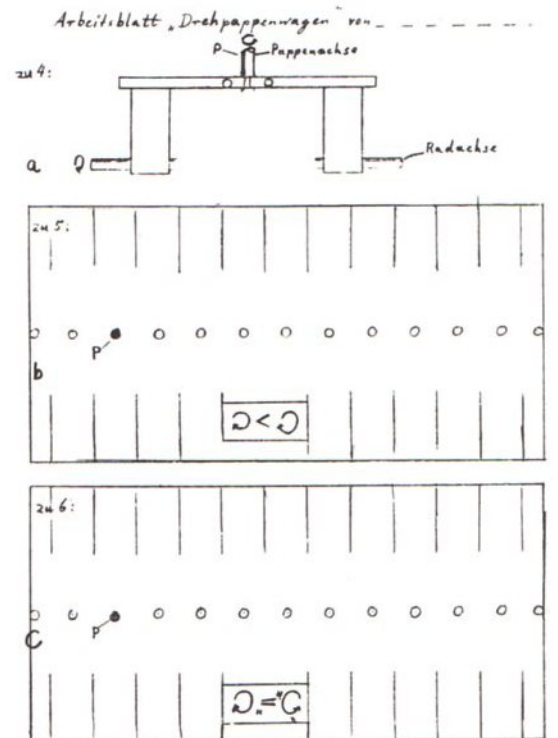


Abb. 4 Arbeitsblatt zum Ausprobieren von Lösungsmöglichkeiten.

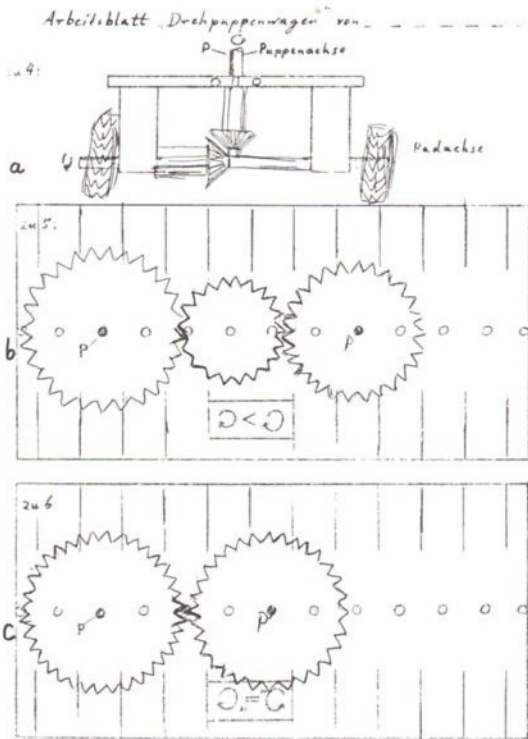


Abb. 5 Arbeitsblatt mit Lösungsvorschlägen.

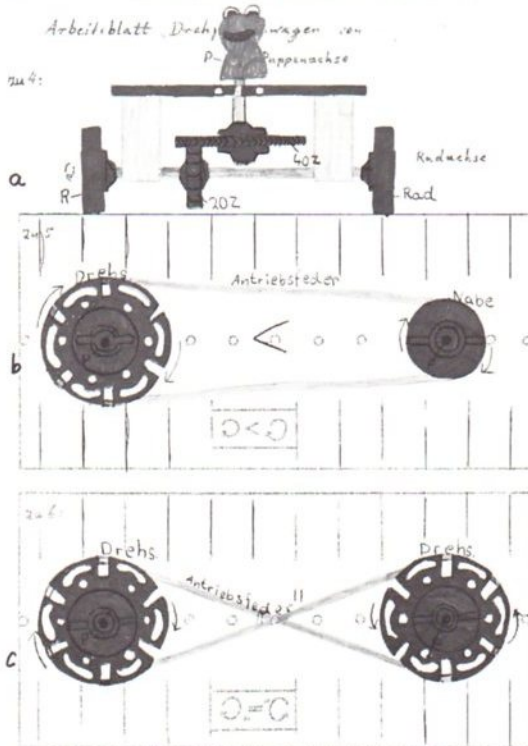


Abb. 6 Die Abbildung zeigt, daß die gleichen Konstruktionsprobleme auf verschiedene Arten gelöst werden können.

einer guten Schülerzeichnung (vgl. Abb. 3) zur Bohrmaschine wird aufgelegt. Der Zeichner wird aufgefordert, seine Konstruktion am Projektor zu erläutern; schließlich soll er die Folie so drehen, daß man zwei Püppchen im Schattenbild aufsetzen kann. Zuerst legte Dagmar die Folie so, daß das Püppchen auf dem Kurbelansatz für den 1. Gang stand. Durch Mitschüler angeregt, drehte sie dann die Folie um  $180^\circ$  und legte zwei Püppchen auf die Wellenenden der anderen Seite (1. Gang und 2. Gang – Welle). Da, wo der Bohrer sitzt, sagte sie, muß man ein Rad des Wagens anbringen. Also wurde ein Rad auf die Bohrwelle gelegt. Diesen Transfer schafften nicht alle Schüler, wie die nachfolgenden Fragen zeigten. Daher nahmen wir uns vor, später hierzu eine Probekonstruktion vorzunehmen.

Zu 4. bot die Bohrmaschine eine Lösung mit zwei Kegelrädern an. Ein Schüler legte zwei Kegelräder so auf die Arbeitsfolie (Abb. 4a), daß sie ineinandergriffen.

Die Arbeitsblätter wurden ausgeteilt, und die Schüler sollten ihren Lösungsvorschlag zu 4 einzeichnen (Abb. 5a). Das Gestell war im Maßstab 1:1 gezeichnet; also konnten die Original-Bauteile probeweise aufgelegt werden. Auf diese Möglichkeit mußte ich einige Schüler hinweisen, die allein nicht zurechtkamen. Trotz der Vorgabe „Kegelräder“ kamen auch Vorschläge mit 10er und 40er Zahnrad, seitliche Zahnung (Abb. 6a). Das heißt, daß kreative Schüler trotz anderer Hilfsangebote eigenständige Lösungen fanden.

Mehrere Schüler griffen zu den bereitliegenden Kleinfolien (20x20), zeichneten ihre Lösung durch und legten sie den Mitschülern per Projektor vor. Das nahm nicht viel Zeit in Anspruch, da die Arbeitsfolie den Schülerarbeitsblättern entsprach, somit nur die Ergänzung gezeichnet und projiziert zu werden brauchte.

Zu 5. wurde angeregt, eine Probekonstruktion auf einer Grundplatte oder auf dem Arbeitsblatt (Abb. 4) (nur legen) durchzuführen. Die codierte Anweisung ( $\ominus < \ominus$ ) wurde von den Schülern richtig gedeutet. Hierzu wurde der entsprechende Wagen noch einmal bewegt. Es wurde gefunden, daß die Zeichen die Beobachtung 5. symbolisieren. Sprechweise: „Die beiden Puppen sollen sich in gleicher Richtung drehen; aber die rechte soll sich schneller drehen.“

Lösungsvorschläge wurden auf dem Projektor im Schattenbild mit Originalmaterial gelegt und von den Mitschülern beurteilt.

Bei 6. wurde ebenso verfahren. Die Schüler stellten fest: „Die beiden Puppen drehen sich entgegengesetzt, aber mit gleicher Geschwindigkeit“. Zu 5. und 6. habe ich jeweils nur zwei Vorschläge im Projektor demonstrieren lassen, um nicht individuelle Lösungen anderer Art zu unterdrücken. Außerdem wollten die Kinder nun endlich an die Arbeit gehen (Abb. 5c und 6c).

## 6. Konstruktion

Der Übergang von der Projektierungs- zur Konstruktionsphase ist fließend. Es wird in Zweiergruppen gearbeitet. Bei Bedarf können Packgummis zur Befestigung der Püppchen und Schnurabschnitte zum Ziehen der Wagen vom Lehrertisch geholt werden. Bald tauchten an einer vorhergesehenen Stelle Schwierigkeiten auf. Die „Puppenachse“ traf nicht genau auf die „Radachse“! Ich unterbrach die Arbeit der Gruppen und verwies auf den Bauvorschlag, der auf der bisher nicht beachteten Rückseite (Abb. 7) des Arbeitsblattes vorgegeben war.

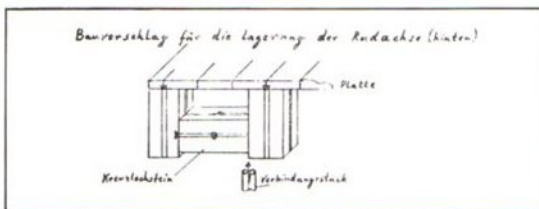


Abb. 7 Auf der Rückseite des Arbeitsblattes (vgl. Abb. 4) wurde die hier gezeigte Konstruktionshilfe gegeben.

Die Schüler bauten in Zweiergruppen, die frei gebildet wurden. Da 7. zunächst ausgeklammert war, bauten mehrere Gruppen Wagen mit vier fest gelagerten Rädern, die nachher z. T. in lenkbare umgebaut wurden. Das Problem der Puppen-Befestigung auf den Achsen wurde anfangs durch einfaches Anbinden gelöst; dann aber – nach erfolgreichem Ausprobieren der Drehfunktion – störte offenbar diese primitive Befestigung. Einige fragten, ob sie mal die

Puppen meiner Vorführwagen abheben dürften. Diese waren Sesamstraße-Fingerpuppen, auf ein Kardangelenk oder eine Seiltrommel gesteckt. Für die – zumeist mitgebrachten – Walt-Disney-Püppchen wurde andere Befestigungsmöglichkeiten gefunden. Häufig benutzte man eine Drehscheibe, an deren Schlitzen die Figürchen mit Packgummis angebunden wurden.



Abb. 8 Modell eines Drehpuppenwagens. Der Antrieb erfolgt durch die Hinterachse über Zahnräder (vgl. Abb. 5a und Abb. 11).

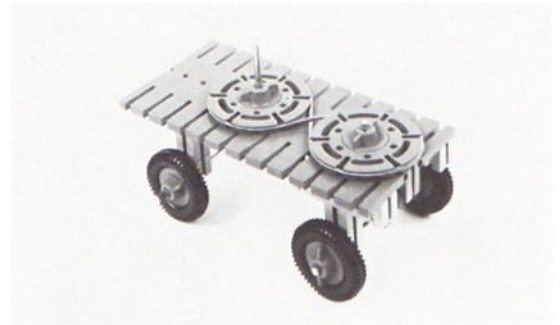


Abb. 9 Die Drehung der Hinterachse wird bei dieser Konstruktion durch Kegelhäder übertragen.

## 7. Prüfsituation

Fertiggestellte Wagen wurden auf den Fußboden den Mitschülern vorgeführt. Die Funktionsweise und die Typ-Zugehörigkeit (5. oder 6.) wurden dem Lehrer und den Umstehenden erklärt, etwaige Fehler benannt und korrigiert (Abb. 8, 9, 10). Bei der Vorführung auf dem kunststoffbeschichteten Lehrertisch rutschten die Räder vielfach; der Fußboden war eine geeignetere Fahrbahn. Es ergab sich allmählich eine Wagenschlange, die um die Gruppentische herumfuhr, ein „Karnevalszug“. Nach etwa

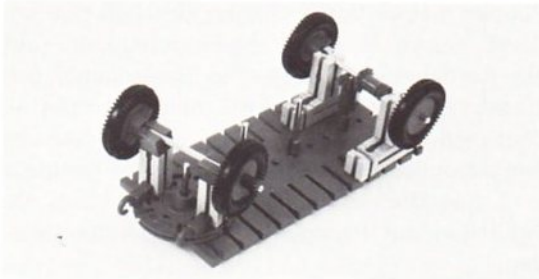


Abb. 10 Fahrgestell und Antriebsteil des Drehpuppenwagens aus Abb. 12

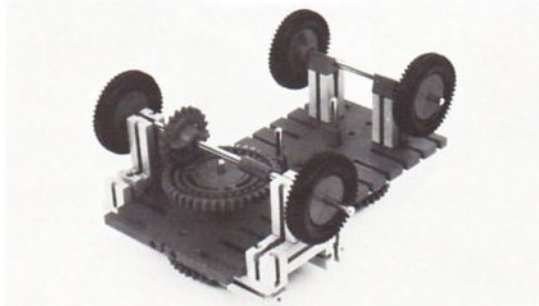


Abb. 11 Fahrgestell des Wagens aus Abb. 8. Damit das Zahnrad 20Z leichter und genauer zum Eingriff gebracht werden kann, ist das Lager der Hinterachse verschiebbar.

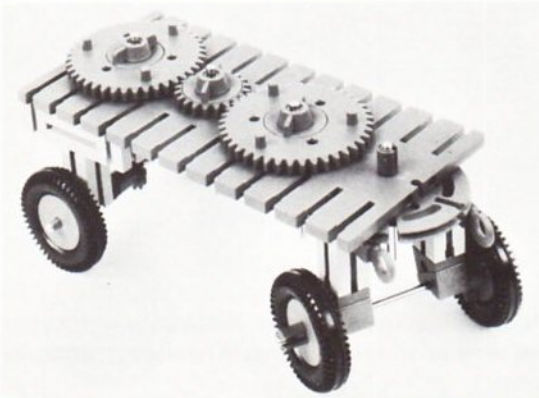


Abb. 12 Lenkbares Modell eines Drehpuppenwagens.

zehn Minuten wurden die Wagen zu einer Ausstellung zusammengetragen.

### 8. Bewertung

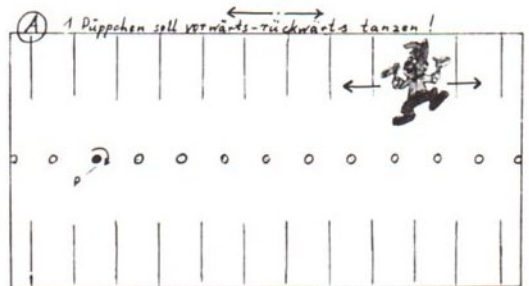
Wenn Unterricht überhaupt Freude bereiten kann, dann war es hier der Fall! Da den Kindern während des Unterrichts ein erstrebenswertes Ziel vor Augen stand, ließen Aufmerksamkeit und Lernwille nichts zu wünschen übrig. Eine Ausnahme bildeten zwei Gruppen, die, ungünstig zusammengesetzt, keinen Erfolg

aufzuweisen hatten; hier mußte der Lehrer einige Male anregend eingreifen. Das Blackbox-Verfahren erwies sich als sehr günstig im Hinblick auf Motivation und Information: Alle Schüler wollten ein solches zunächst etwas rätselhaftes Spielzeug bauen. Der Transfer Bohrmaschine-Drehpuppenwagen wurde wider Erwarten nur von etwa der Hälfte der Schüler geleistet. Etwa sechs Schüler hätten der unterrichtlichen Aufbereitung der Konstruktionsaufgabe gar nicht bedurft. In den nächsten Tagen wurden zu Hause gebaute Wagen mitgebracht. Diese Wagen, z. T. auch mit anderen Bausystemen hergestellt, waren einfache Nachkonstruktionen, aber auch Variationen (drei und vier Puppen).

### 9. Fortsetzung

Im Blackbox-Verfahren können noch andere Bewegungen vorgestellt werden: Auf Wagen A tanzt eine Puppe vor und rückwärts, auf Wagen B ebenfalls, aber eine zweite dreht sich um ihre eigene Achse. (Lösung A mit Exzenter-scheibe, B mit Kurbelwelle (Abb. 13). Weitere Bewegungen und Bewegungskombinationen sind denkbar.

Arbeitsblatt Tanzpuppen-Wagen von H.M. Braumetz



P = Puppenachse

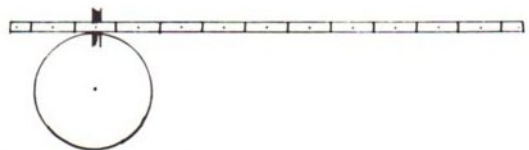
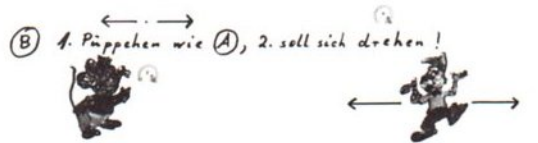


Abb. 13 Arbeitsblatt zur Weiterführung der Konstruktionsaufgaben.

## **Aus der Arbeit im Rahmen der Arbeitserziehung der Schule für geistig Behinderte**

*Erfahrungen aus der Schule für geistig Behinderte des Dillkreises/Hessen.*

*Alter der Kinder: 8–12 Jahre, 8 Kinder pro Gruppe. Arbeitsmittel: Baukasten 1000 v.*

### **1. Einführung**

In der Sonderschule für geistig Behinderte werden Kinder gefördert, die wegen der Schwere ihrer geistigen Behinderung in der Sonderschule für Lernbehinderte nicht hinreichend weitergebildet werden können. Der Unterricht dieser Schule orientiert sich in seinen wesentlichen Aufgabenbereichen an der Schulung lebenspraktischer Fähigkeiten. Das geistig behinderte Kind bedarf der ständigen Führung durch den Erzieher, der ihm die nach seinem individuellen Konzentrations- und Leistungsvermögen ausgerichteten Aufgaben anbietet und oft helfen muß, wenn die Aufgabe von dem Kind bewältigt werden soll.

Weil das behinderte Kind zu jeder Zeit den Erzieher benötigt und den direkten Kontakt zu ihm sucht, sind die Klassen der Sonderschulen für geistig Behinderte relativ klein gehalten (8 Schüler pro Gruppe).

Nach dem Besuch der Sonderschule, der bis zum 18. Lebensjahr erweitert werden kann, wird das geistig behinderte Kind in eine Werkstatt für Behinderte überwiesen. Hier wird ihm ein Arbeitsplatz zugewiesen, den es im Bereich seiner Fähigkeiten und Fertigkeiten nach einer Eingewöhnungszeit ausfüllen sollte. Mit Recht erwartet die Werkstatt für Behinderte, daß neben dem großen Angebot der Schule für geistig Behinderte, das der Persönlichkeitsentwicklung des einzelnen dient, auch eine systematische Arbeitserziehung angestrebt wird, die dem einzelnen Behinderten die spätere Arbeit in der Werkstatt erleichtert und ihn fähig macht, einzelne Arbeiten genau und richtig auszuführen und diese in einen – wenn auch stark begrenzten – Zusammenhang einzuordnen. Je früher ein solches Angebot gegeben wird, um so größer ist die Chance,

daß einmal erlernte Fähigkeiten beibehalten und erweitert werden können. Aus diesem Grund wird in der Schule für geistig Behinderte des Dillkreises/Hessen bereits in der Grundstufe mit einer ersten Arbeitserziehung begonnen. Sie beschränkt sich im wesentlichen darauf, daß mit großen Bausteinen und großformatigen technischen Einzelteilen systematisch gebaut wird, wobei die Aufgabenstellung sich allein nach dem individuellen Leistungsvermögen richtet, das bei ständiger Förderung nach und nach verbessert werden kann.

Wenn das Kind die Mittelstufe der Schule besucht, ist es bereits in der Lage, auch mit kleineren Elementen aktiv handelnd umzugehen und erste technische Aufgaben zu lösen, die einen höheren Einsatz der Feinmotorik verlangen. Weil das Kind der Mittelstufe aber nur für eine kurze Zeit konzentriert arbeiten kann, muß der Erfolg seiner Bemühungen recht bald von ihm selbst gesehen werden. Es verliert sonst schnell die Lust am Weiterarbeiten. Sehr selten können von ihm Aufgaben zur Hälfte gelöst und zu einem späteren Zeitpunkt weitergeführt werden. Erst wenn es am Ende seiner Anstrengung auch den sofort eintretenden Erfolg, nämlich das fertige Werkstück, sieht, ist es bereit, bei einer anderen Gelegenheit sich ebenso intensiv wieder einzusetzen. Es weiß, daß ihm etwas gelungen ist. Das ist die Basis für eine neue Anstrengungsbereitschaft.

Nachdem wir in der Mittelstufe der Schule für geistig Behinderte mit verschiedenen Baukästen experimentiert hatten, entschieden wir uns, für diese Stufe den Baukasten 1000v (Vorstufe) anzuschaffen, der bereits in der Oberstufe erfolgreich eingesetzt war.

Die Schule wird als Ganztagschule geführt. Das heißt, daß die Schüler täglich von 8.30 Uhr bis 16.00 Uhr die Schule besuchen. Besonders der Nachmittagsunterricht bereitet vielfach Schwierigkeiten, die zum Teil durch den Konzentrations- und Leistungsabfall nach der Mittagszeit bedingt sind. Aus diesem Grund gingen wir dazu über, verschiedene Angebote auszuarbeiten, so daß der einzelne am Nachmittag wählen kann, womit er sich beschäftigen möchte. Allerdings muß er sich für jeweils sechs Monate entscheiden, an welchem Tag und zu welcher Zeit er eines dieser Angebote wahrnehmen möchte.

Für die Mittelstufe werden angeboten: Sport-



*Abb.1 Geistig behindertes Kind beim Bauen mit dem Baukasten 1000 v.*

liche Spiele – Baden – Spielen – Arbeit mit Tonbandgeräten – Schallplatten – Basteln – Hobbygruppe Technik. Nachdem den Kindern alle Angebote vorgestellt worden waren, durften sie sich für diese oder jene Gruppe entscheiden. So entschieden sich acht Schüler dafür, jeweils am Montag und am Donnerstag von 14.30 bis 16.00 Uhr die Hobbygruppe Technisches Werken zu besuchen.

Die Werkstatt für Behinderte, die sich an diesem Kurs sehr interessiert zeigte, stellte uns einen Werkmeister zur Verfügung, der zusammen mit einem Lehrer diese Gruppe betreut.



*Abb.2 Waltraud baut zusammen mit dem Erzieher „ihre“ Schaukel.*

## **2. Zur Arbeit mit dem Baukasten**

Wir begannen damit, daß wir jedem Kind das Material des Fischertechnik-Baukastens anboten und eine sehr einfache Aufgabe stellten: Es sollte ein „Auto“ gebaut werden.

Nachdem gezeigt worden war, wie einfach die Räder an die Grundplatte gesteckt werden können, begannen die ersten Versuche. Inner-

halb kurzer Zeit hatte ein Schüler vier Räder befestigt und führte den anderen voller Stolz sein Auto vor. Der Arbeitsanreiz für die anderen lag darin, daß sie erlebten, daß ein Mitschüler ein Fahrzeug gebaut hatte, das wirklich „funktionstüchtig“ war, mit dem man fahren konnte und das sich sogar beladen ließ.

Während dieser Schüler nun vollauf damit beschäftigt war, mit seinem Auto auf dem Fußboden zu spielen, arbeiteten die anderen weiter. Ein zweiter Schüler stellte sein Auto ebenfalls fertig, während die anderen die Hilfe des Lehrers und des Werkmeisters benötigten. Besonders die Kinder, deren Schwierigkeiten im Bereich der Feinmotorik liegen, wandten sich gleich an den Erzieher und baten um Hilfe. Gemeinsam mit ihm befestigten sie ein Rad an der Grundplatte und stellten mit Begeisterung fest, daß sich dieses Rad tatsächlich drehen ließ. Bei den übrigen Räderbefestigungen versuchte der Erzieher, soweit wie möglich, zurückzutreten und den einzelnen selbst arbeiten zu lassen. Wem es dann gelang, nur mit geringer Hilfe das zweite Rad richtig zu befestigen, der versuchte sich auch an den anderen.

Hinzu kam, daß die Kinder, die ihr Modell bereits fertiggestellt hatten, nun ihren Mitschülern aus eigenem Antrieb halfen.

## **3. Erproben der Modelle**

Als jeder sein fertiges „Auto“ vor sich stehen hatte, begann das Spielen mit diesen Fahrzeugen.

Auf dem Fußboden wurden mit Kreide Straßen aufgezeichnet, über die nun die Autos fahren durften. Jeder durfte zusätzlich noch eine Gerade einzeichnen. Selbstverständlich spielten auch die Erzieher mit ihren Autos mit. Sie richteten einen Materialplatz ein, auf dem sie alle Einzelteile eines Baukastens lagerten. Nun erhielten die einzelnen Autos den Auftrag, verschiedene Teile dort aufzuladen und an einem anderen Platz wieder abzuladen. Dabei wurden im Spiel die verschiedenen Teile (Räder, große graue Steine, kleine graue Steine, rote Platten usw.) richtig herausgesucht und transportiert. Dieses Spielen mit dem fertigen Modell machte so viel Spaß, daß von allen mit großem Bedauern das Spiel abgebrochen werden mußte, da die Busse bereits auf den Heimtransport warteten.



Die Kinder gaben aber erst ihr Spiel auf, als die Erzieher ihnen versicherten, daß die fertigen Autos nicht wieder auseinanderggebaut würden, sondern jeder beim nächsten Treffen sein Auto wiederhaben könnte.

Die zweite Unterrichtseinheit brachte als Aufgabenstellung den Bau einer Brücke, unter der die Autos hindurchfahren sollten. Auch diese Aufgabe wurde von allen mit großem Eifer in Angriff genommen. Die Brücken fielen in ihrer Größe sehr unterschiedlich aus und litten vor allem daran, daß sie nicht die notwendige Standfestigkeit hatten.

Deshalb entschied sich die Gruppe dafür, die Brücken im Sandkasten aufzubauen. Die folgende Zeit wurde damit verbracht, Straßen im Sandkasten anzulegen und an einigen Stellen die neuen Brücken über die Straße zu führen. Anschließend durften die Autos die neuen Straßen befahren.

Mit geringer Mühe konnten die Bausteine nach dem Spiel wieder gereinigt werden. Neben dem Bauen einzelner Modelle steht in der Mittelstufe das handelnde Umgehen mit den fertigen Dingen im Mittelpunkt des Unterrichtsgeschehens. Das behinderte Kind erfährt, daß es selbst in der Lage ist, etwas zu bauen und so funktionstüchtig zu gestalten, daß es mit dem fertigen Modell spielen und sich sinnvoll beschäftigen kann. Je stärker ein solches Modell in sein Spiel einbezogen werden kann, um so größer ist seine Bereitschaft, neue Aufgabenstellungen in diesem Bereich anzugeben. Deshalb darf sich die Beschäftigung mit diesem Baukasten in der Mittelstufe der Sonderschule für geistig Behinderte nicht im Konstruieren – auch nur der allereinfachsten Modelle – erschöpfen. In jedem Falle muß das Spiel, in dem die fertigen Modelle sinnvoll eingesetzt werden, folgen.

Behinderte können nur sehr kleine Schritte bewältigen, das heißt, daß sie oft bei einem einmal hergestellten Modell verharren und dieses eine Modell immer und immer wieder bauen möchten. Beispielsweise baute diese Gruppe fast vier Wochen lang nur Autos und Brücken, die sie immer wieder in neue Spiele einbezog (z. B. Autorennen: Welches Auto fährt am weitesten, wenn es von einer Schrägen herunterfahren darf? – Welches Auto fährt am schnellsten? – Welches Auto fährt durch ein aufgestelltes Ziel? usw.).



*Abb. 3 Peter kann seine Schaukel jetzt allein bauen. Er will sie aber in jeder Stunde wenigstens einmal bauen.*

#### **4. Weiterführung**

Als dann vorgeschlagen wurde, das Auto durch Aufbauten zu vervollständigen, waren zuerst nur wenige dazu bereit. Als sie aber dann erlebten, wie durch dieses weitere Zubehör ihr Fahrzeug einem Auto immer ähnlicher wurde, verstärkte sich ihre Anstrengungsbereitschaft erheblich. Sie lernten auch, daß man die Autos nach dem Unterricht wieder in ihre Einzelteile zerlegen konnte, weil das erneute Zusammen setzen in der nächsten Stunde immer geringere Schwierigkeiten bereitete (Bild 1: Neue Autoformen werden gefunden.)

Im Umgang mit dem Material geht es uns darum, immer Anregungen zu Modellen zu geben, mit denen die Schüler anschließend wirklich hantieren können. Das geistig behinderte Kind, das in der Mittelstufe unterrichtet wird, will den Erfolg seiner Leistung nicht in einem statischen Gegenstand sehen, der für es nach seiner Fertigstellung keinen Gebrauchswert mehr hat. Es arbeitet konzentriert und intensiv, weil es mit dem fertigen Modell etwas tun möchte. So hatten alle großen Spaß, als sie eine Schaukel bauen durften, die sich wirklich bewegte, auf der Stofftiere und kleine Puppen richtig schaukeln konnten. Als dann die Schaukel sogar auf Räder transportiert werden konnte und zu einem „Schaukelauto“ wurde, ergaben sich zahlreiche neue Spielmöglichkeiten. Es ist interessant zu beobachten, daß behinderte Kinder sofort, wenn sich beim Arbeiten Schwierigkeiten ergeben, zu ihrem Erzieher kommen, um sich helfen zu lassen. Auch wenn dann das fertige Produkt nur mit



Abb. 4 Peter war dann sofort bereit, seine Schaukel mit Rädern zu versehen.

der Unterstützung des Erziehers erstellt wurde, wird es doch als Ergebnis der eigenen Leistung angesehen (Abb. 2–4).

Wer es aber geschafft hat, ganz selbständig ein Modell zu bauen, der kann aufgefordert werden, sein Modell noch weiter auszubauen. So war Peter sofort bereit, seine Schaukel mit Rädern zu versehen (Abb. 4).

Nach wie vor sind die Kinder der Mittelstufe der Schule für geistig Behinderte an dem Angebot, das ihnen im Rahmen dieses Kurses gegeben wird, stark interessiert. Es ist gelungen, nach und nach eine stattliche Reihe von Modellen anzubieten, die auch von dem größten Teil der Gruppe nachgebaut werden konnten. Bekannte Gegenstände der Umwelt, z. B. Stühle, Bänke und Tische, wurden nachgebaut und anschließend im Spiel verwendet. Jochen schaffte es sogar, mit Hilfe des Erziehers einen

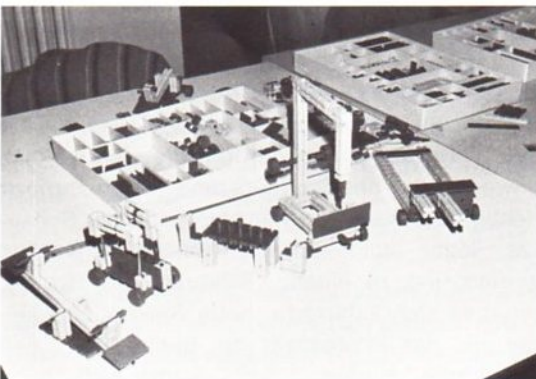


Abb. 5 Modelle, die die Kinder der Mittelstufe einer Schule für geistig Behinderte nach 48 Stunden gebaut haben.

Kran zu bauen, der ihm so gut gefiel, daß er ihn unbedingt mit nach Hause nehmen mußte. Auch wirkliches Spielmaterial wurde von der Gruppe gebaut, z. B. eine Klopfbank, eine Windmühle, Lastwagen und Flugzeuge (Abb. 5).

## 5. Zusammenfassung

Bei allen Vorteilen, die die leichte Handhabung des fischertechnik-Materials bietet, muß der Erzieher geistig behinderter Schüler der Mittelstufe darauf achten, daß er niemals diese Schüler, die zwischen 8 und 12 Jahren sind, überfordert, sondern ihnen immer wieder Gelegenheit gibt, mit den fertigen Modellen im Spiel umzugehen und ihre Funktionstüchtigkeit zu erproben. Folgende Punkte wurden von uns als notwendig für das erste Umgehen mit dem Vorschulkasten angesehen:

1. Allereinfachste Modelle sollten angeboten werden.

– Es ist für jeden einzelnen Schüler für seine Weiterarbeit mit dem Vorschulkasten überaus wichtig, daß er die Arbeit, die er leistet, genau und richtig ausführt. Das System des Baukastens wird am deutlichsten bei der Arbeit von allereinfachsten Modellen erkannt und verstanden. Wenn es sich zeigt, daß der Erzieher zu stark eingreifen und helfen muß, sind erste wichtige Schritte zu schnell übersprungen worden.

2. Der Erzieher sollte nach und nach in seiner Hilfestellung zurücktreten.

– Bereits das behinderte Kind der Mittelstufe sollte dazu angeleitet werden, möglichst selbstständig zu arbeiten. Das ist leichter zu erreichen, wenn dem Beharrungsvermögen auf dem einmal Gelernten nachgegeben wird und erst dann, wenn es die Situation ermöglicht, der nächste schwierigere Schritt angeboten wird.

Oft wird ein Mitschüler, der einen weiteren Schritt bereits bewältigt hat, gern die Rolle des Helfers übernehmen.

3. Kinder der Mittelstufe sollten genügend Zeit haben, um mit den fertiggestellten Modellen handelnd umgehen zu können.

– Das Spielen mit den selbsthergestellten Dingen ist ein wichtiges Ziel des Unterrichts und regt zu weiterem Gestalten an. Je genauer das Modell gebaut wurde, um so funktionstüchtiger erweist es sich dann im anschließenden Spiel.

## Produktinformation

*Neue Veröffentlichungen der Fischer-Werke zum fischertechnik-Schulprogramm.*

### Sekundarstufe I

Horst Dinter – Ralf Matthias: „Werkzeichnen – Technisches Zeichnen – Ein Zeichenkurs mit fischergeometric“. Erscheinungstermin: Dezember 1974.

Das fischergeometric-Material ist im Jahre 1972 der Öffentlichkeit zum ersten Male vorgestellt worden – nach einer verhältnismäßig langen Zeit gründlicher vorbereitender Untersuchungen und der üblichen produktionstechnischen Entwicklung. Es ist ein Material, das von vornherein für die Schule konzipiert war. Von solchem Material verlangt der Lehrer heute mit Recht, daß es im Unterricht sorgfältig erprobt ist und daß ihm Arbeitshinweise beigegeben sind, die ihn von der langen und aufwendigen Arbeit mit dem „Sammeln von eigenen Erfahrungen“ weitgehend freistellen.

Erfahrungen mit Modellmaterial für das Technische Zeichnen können naturgemäß nur dort gewonnen werden, wo Technisches Zeichnen planmäßig unterrichtet wird. Das waren – neben einigen Schulen in Bundesländern, wo Technisches Zeichnen traditionell einen festen Platz im Unterricht hat – bisher vor allem die berufsbildenden Schulen. Dort konnten nun mit dem neuen Material „Übungsgegenstände“ in (fast) beliebiger Zahl, mit sehr unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad und dazu mit geringem Zeitaufwand, gebaut werden. Das erste Begleitmaterial für die fischergeometric-Kästen 1–3 enthält daher Unterlagen, mit denen die Schüler „das Sehen“ üben sollen, das Vorstellen, das Umdenken, das Vergleichen.

Mit der immer stärkeren und konsequenteren Durchdringung und Aufarbeitung des Arbeitsfeldes Technik für den Unterricht an allgemeinbildenden Schulen wurde dann jedoch bald deutlich, daß das Werkzeichnen, das Technische Zeichnen, auch in diesen Schulen schon vorgelehrt und eingeführt werden muß.

Die Autoren versuchten daher, einen „Anfängerkurs“ zu entwickeln, mit dem die Schüler in sorgfältig aufeinander abgestimmten Schritten in das Technische Zeichnen eingeführt werden können. Dabei ist darauf geachtet worden, daß

das oben schon einmal beschriebene technische „Sehen und Denken“ angelegt werden kann und daß die Schüler so frühzeitig wie möglich mit dem Normzeichnen vertraut werden. Alle für einfache technisch-zeichnerische Darstellungen nötigen Einzelheiten werden erarbeitet, sowohl bei den Darstellungsformen, als auch bei den Darstellungsmitteln und den wichtigen Sonderbereichen.

Als „Vorlagenmaterial“ verwendet der Autor fischergeometric-Bauteile aus den Kästen 1–3. Sie haben sich für diese Arbeit als besonders geeignet erwiesen, denn sie ergeben klare Formen, gestatten einen sachgerechten, die didaktisch-methodische Schrittfolge des „Lehrgangs“ ermöglichenden Aufbau von Formen-Einzelheiten und die rasche Änderung von Formen zu neuen Aufgabenstellungen – und sie sind sehr leicht zu handhaben.

Prof. Dinter geht mit seiner Arbeit allerdings noch um zwei entscheidende Schritte weiter: dem Lehrgang sind Überprüfungsunterlagen beigegeben (der Lehrer kann sie in der für seine Klasse benötigten Anzahl anfordern; mit ihnen sollen die Schüler nach allen wichtigen Arbeitsschritten ihren Leistungsstand überprüfen); schwierige zeichnerische Aufbauvorgänge sind, in einzelne Phasen zerlegt, zu Folienfolgen für Tageslichtprojektoren aufgearbeitet worden. Mit den Überprüfungskarten wird die heute immer dringlicher vorgetragene Forderung nach ständiger Lernzielkontrolle erfüllt. Die Folien sollen den Lehrer dazu anregen, sich solche Unterlagen zu weiteren Einzelheiten des Zeichenkurses selbst herzustellen.

Der Autor geht davon aus, daß die „normale“ Schule über je einen Satz (= 20–30 Kästen) fischergeometric 1, 2 und 3 verfügt, somit jeder Schüler „sein“ Modell bauen kann und nur gelegentlich einmal mehrere Schüler ihr Material zu einem aufwendigeren Modellkörper zusammenlegen sollten.

„Wie es sich für einen Zeichenkurs gehört“ wird der Inhalt der Broschüre vor allem durch Abbildungen (Zeichnungen und Fotos) dargestellt. Die Texte sind weitgehend vereinheitlicht. Alle Einzelheiten werden unter übersichtlichen Seitenköpfen abgehandelt. Mit einer großzügig angelegten Inhaltsübersicht, die fast ein „Arbeitsplan“ sein könnte, sollte sich der Lehrer leicht in diesem Kurs zurechtfinden können.



Werner Pfeiffer Jan Rolff Carl Schietzel  
Wielrad Schmayl Christian Vollmers

**Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr**



### Orientierungsstufe

Pfeiffer, Rolff, Schietzel, Schmayl, Vollmers: „Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr – ein Erfahrungsbericht“. 148 Seiten mit 229 Abbildungen. Arbeitsmittel: Lernbaukästen u-t 1, u-t 2, u-t 3 Fischer-Werke, Tümlingen, Art. Nr. 6 39285 6. Das Buch ist ab sofort lieferbar.

Dieses Buch schließt an die Darstellung von Unterrichtsbeispielen aus der Grundschule an (Art. Nr. 6 39260 6). Auch im 2. Erfahrungsbericht werden Beispiele dargestellt, die aus unmittelbarer Schulerfahrung heraus geplant und dann im Unterricht größtenteils mehrfach erprobt worden sind. Im Anschluß an drei systematische Lektionen über Drehbewegungen (Schmayl) werden folgende Aufgaben behandelt: Schleifmaschine (Schmayl), Waschstraße (Pfeiffer), Seilwinde (Vollmers), Wagenheber (Vollmers), Gabelstapler (Rolff), Seilbahn (Vollmers), elektrische Säge (Rolff), Ventilator (Schmayl), Ramme (Pfeiffer), Magnetkran (Rolff), elektrischer Türöffner (Rolff), Magnetschwebbahn (Vollmers), Blinkleuchte (Rolff), Musikwalze (Pfeiffer). Ein Anhang enthält Testfragen zur Kontrolle des Lernerfolgs. Jeder Aufgabe sind ausführliche und für die Unterrichtsdurchführung ausreichende Sachinformationen vorangestellt. Abbildungen unterstützen diese Informationen. Der größte Teil der Abbildungen zeigt beispielhafte Lösungen der technischen Probleme in Form des Modellbaus; es werden auch Fehllösungen und Lösungen im Ansatz gezeigt, damit auf die didaktisch neugierigen Punkte aufmerksam gemacht werde, die der besonderen Aufmerksamkeit des Lehrers bedürfen.



### Primarstufe

Broschüre „Grundschule – Sachunterricht – Technik im Lehrplan von NRW und fischertechnik-Schulprogramm“. 52 Seiten mit 68 Abbildungen, Arbeitsmittel: u-t 1.

Art.-Nr. 6 39283 6. Diese Broschüre ist ab sofort lieferbar.

In dieser Informationsschrift werden Teile der seit 1. 8. 1973 in NRW gültigen Richtlinien für die Grundschule mit entsprechenden Unterrichtsvorschlägen (mit fischertechnik) verknüpft. Diese Unterrichtsvorschläge sind drei neuen Lehrerhand- und Lehrerarbeitsbüchern zum Technikunterricht in der Grundschule entnommen:

1. W. Breunig / H. Maier / G. Ruckwied / H. Wiederrecht: „Technische Elementarbildung in der Primarstufe – Handbuch II“ (Art.-Nr. 6 39440 6)
2. Raabe / Schietzel / Vollmers: „Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung in der Grundschule“. (Art.-Nr. 6 39260 6)
3. Ullrich / Klante: „Technik im Unterricht der Primarstufe“. (Art.-Nr. 6 39284 6)