

Forum

technische Bildung

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

4/75

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 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:

Horst Dinter, Professor,
6600 Saarbrücken, Graf-Stauffenberg-Str. 66
Ralf Matthias, Pädagogischer Mitarbeiter,
6600 Saarbrücken, Waldhausweg 14
Jan Rolff, Lehrer,
2000 Hamburg 39, Dorotheenstr. 61
Dr. Ewald Rother, Professor,
6909 Rettigheim, Gartenstr. 45
Winfried Schmayl, Lehrer,
2359 Henstedt-Ulzburg 2, Düstelstücken 6B

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
Stadtschrulrat, Lehrbeauftragter für Didaktik der Wirtschaftswissenschaften, Pädagogische Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Fritz Kaufmann
Fachschrulrat 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, 7800 Freiburg
Printed in Germany

Forum

technische Bildung

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

Inhaltsverzeichnis

Heft 4/75

1. Winfried Schmayl
Unterrichtsbeispiel: Das Türschloß
Sekundarstufe I Seite 4
2. Ewald Fr. Rother (Bearbeitung)
Unterrichtsbeispiel: Untersuchungen der Gleichgewichts-
bedingungen eines Systems „Die zweisitzige Wippe“
Beitrag aus Belgien/5. Schuljahr Seite 12
3. Ralf Matthias
Unterrichtsbeispiel: Rollenförderer
Orientierungsstufe/Sekundarstufe I Seite 17
4. Jan Rolff
Unterrichtsversuche zum Thema „Hydraulik“
Orientierungsstufe/Sekundarstufe I Seite 21
5. Leserbrief Seite 25
6. Werkzeichnen – Technisches Zeichnen
Vorrede zu einer neuen Spalte Seite 26
7. Horst Dinter
Werkzeichnen – Technisches Zeichnen
Versuch einer Standortbestimmung Seite 26
8. Produktinformation Seite 28

Das Türschloß

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I, durchgeführt an der Schule Bindfeldweg 37, Hamburg 61, mit zwei Gruppen aus dem 8. Schuljahr (Realschule), jeweils 18 Schüler (neun Jungen, neun Mädchen).

Zeit: Zwei Doppelstunden für die Konstruktionsaufgaben, zwei Doppelstunden für die Analyse der Zeichnungen und das Demontieren der Originalschlösser.

Arbeitsmaterial: Je Schüler ein Lernbaukasten u-t 1, Pappe, Gummiband, Eisendraht (Φ 2 mm), Klebeband, Aluminiumblech (3 mm dick), Kunststoffstreifen (2,5 cm breit), Nägel.

Schere, Pappmesser, Kneifzange, Kombizange, Handbohrmaschine, Spiralbohrer.

1. Sachinformation

Türen werden gewöhnlich so verschlossen, daß ein waagrecht geführter Riegel aus dem Schloß in das Loch des Schließblechs hineinfährt, das gegenüber dem Schloß auf dem Türrahmen befestigt ist. In das Schloß sind Vorrichtungen eingebaut, die einem unbefugten Öffnen Widerstände entgegensetzen.

Die Ansprüche an die Sicherheit von Schlössern sind sehr unterschiedlich. Sie steigen z. B. von der Badezellentür über die Zimmertür und die Haustür bis zur Tresortür. Dementsprechend gibt es eine große Zahl von unterschiedlichen Schloßkonstruktionen. Im Hinblick auf den Sicherheitsgrad sind unter den heute gängigen Türschlössern drei Haupttypen zu unterscheiden: das Buntbartschloß, das Mehrzuhaltungsschloß (Chubbsschloß) und das Zylinderschloß. Das *Buntbartschloß* besitzt eine sehr einfache Bauart von geringer Sicherheit (Abb. 1). Es wird häufig für Zimmertüren gewählt. Die wesentlichen Schloßteile sind auf einer Grundplatte, dem Schloßblech, befestigt. Auf dem Führungszapfen ist der Riegel mit einem Schlitz so gelagert, daß er vor- und zurückgeschoben werden kann. Die Sperrung wird dabei durch eine federnde Zuhaltung bewirkt, die mit einem Rasthaken in die Sperrschlitze des Riegels greift. Bei der Drehung des Schlüssels führt der Schlüsselbart zwei Arbeitsgänge aus. Zunächst drückt er die Zuhaltung hoch und entsperrt da-

mit den Riegel. Dann schiebt der Bart den Riegel weiter, indem er in eine Kerbe an der Riegelunterseite greift; die Zuhaltung rastet im nächsten Sperrschlitz wieder ein. Am abgebildeten Schloß kann der Riegel in zwei Stufen herausgedreht werden.

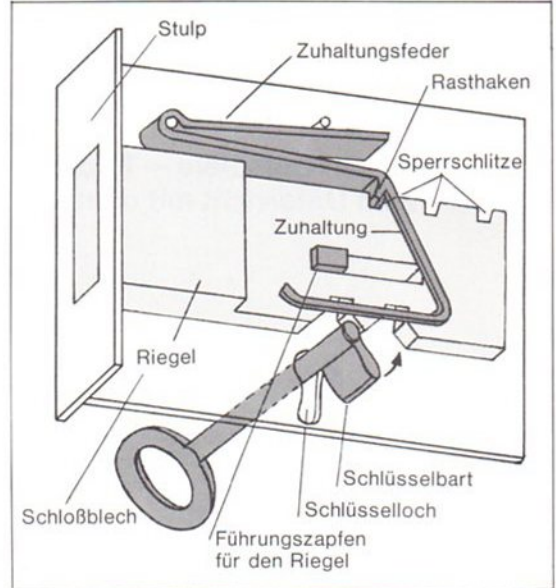


Abb. 1 Buntbartschloß

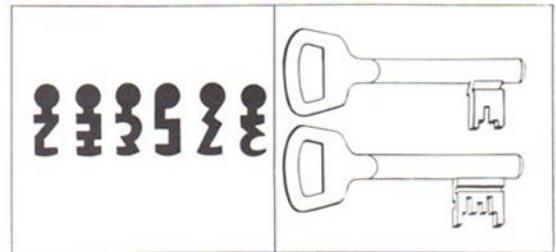


Abb. 2 Bartprofile

Abb. 3 Schlüssel für Mehrzuhaltungsschlösser

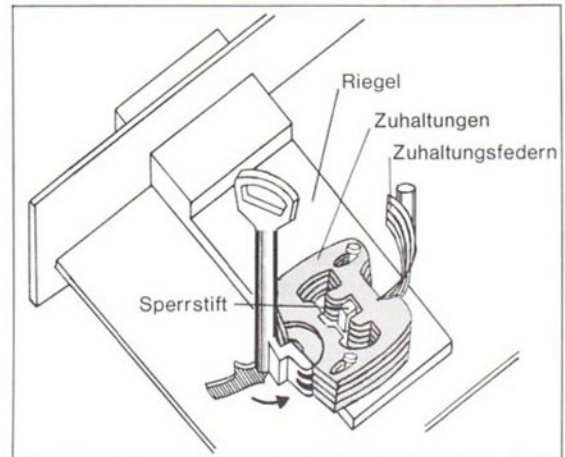


Abb. 4 Mehrzuhaltungsschloß

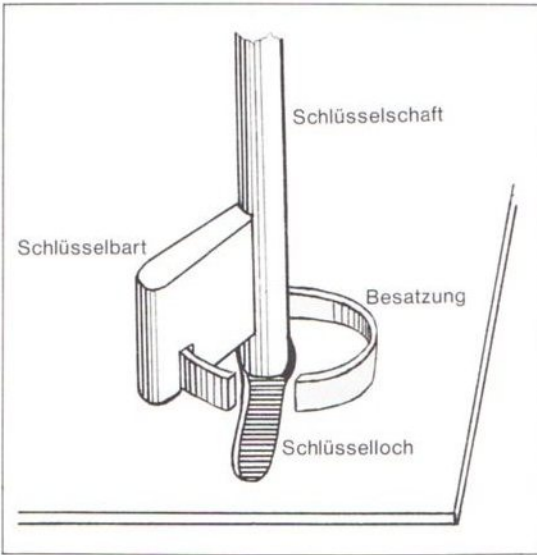


Abb. 5 *Zusätzliche Sicherung: Reifenbesatzung am Schloßboden vernietet*

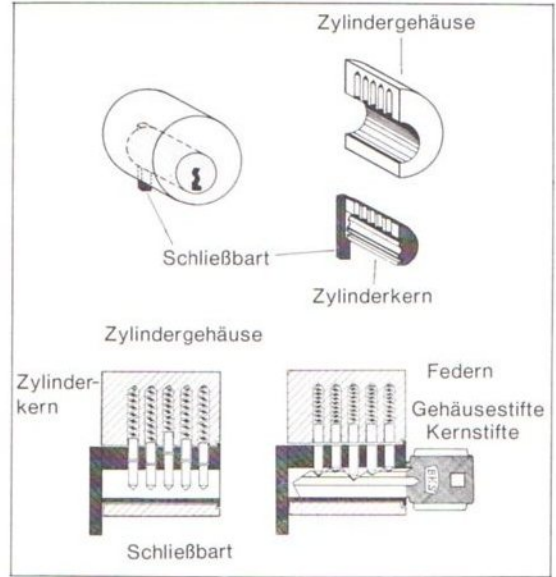


Abb. 6 *Zylinderschloß*

Schutz gegen unzulässiges Öffnen bieten Buntbartschlösser nur durch die Form des Schlüssellockes. Es ist so ausgeführt, daß nur ein zum Schloß gehörender Schlüssel mit passendem Bartprofil eingeführt werden kann (Abb. 2). Wesentlich sicherer sind *Mehrzuhaltungsschlösser*, die nach ihrem Erfinder auch als Chubbsschlösser bezeichnet werden (Abb. 4, 16, 18). Der Engländer Jeremia Chubb konstruierte 1818 das erste Schloß mit mehreren Zuhaltungen. Welchen Schloßtyp man vor sich hat, läßt schon der Schlüssel erkennen. Für Chubbsschlösser sind Schlüssel mit gestuften Einschnitten am Bart kennzeichnend (Abb. 3). Die Einschnitte sind auf die unterschiedlich geformten Zuhaltungen abgestimmt. Die Zuhaltungen liegen vor dem Riegel. Es sind Metallscheiben, die in der Mitte Rasten in Form gezahnter Schlitzes haben. Sie sind vertikal verschiebbar. Jede Zuhaltung sperrt den Riegel, indem sie mit einer Raste über den Sperrstift greift, der fest auf dem Riegel angebracht ist. Beim Schließen hebt der Schlüsselbart mit seinen Stufen alle Zuhaltungen auf die richtige Höhe an, klinkt dadurch den Sperrstift aus und gibt den Riegel frei. Die letzte Bartstufe bewegt den Riegel. Ein falscher Schlüssel hebt einen Teil der Zuhaltungen zu wenig oder zu viel an, so daß der Riegel blockiert bleibt. Je mehr Zuhaltungen ein Schloß hat, um so größer ist die Zahl der Schlüssel-

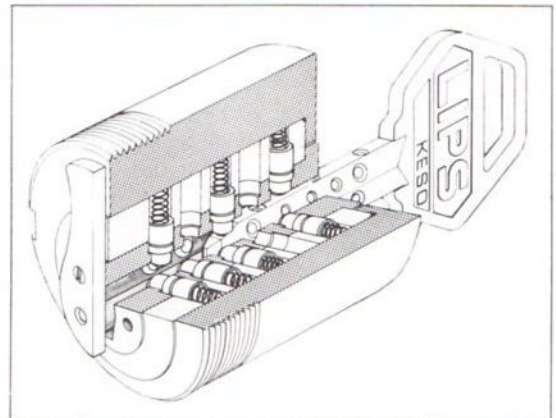


Abb. 7 *Zylinderschloß mit drei Reihen Sperrstiften*

variationen und um so unwahrscheinlicher ist es, daß ein anderer Schlüssel paßt. Eine weitere Möglichkeit, die Sicherheit von Buntbart- und Chubbsschlössern zu erhöhen, besteht in der Anbringung von sogenannten Besatzungen. Das sind stiftförmige oder ringförmige Hindernisse, die auf dem Schloßboden im Kreis um den Drehpunkt des Schlüssels befestigt sind. Der passende Schlüssel hat im Bart den Besatzungen entsprechende Aussparungen, so daß er sich drehen läßt (Abb. 5). Falsche Schlüssel werden durch die Besatzungen an der Drehung gehindert.

Besonders hohe Sicherheit bieten **Zylinder-schlösser**, die deshalb gemeinhin auch Sicherheitsschlösser genannt werden (Abb. 6 und 19 bis 21). Der Schließzylinder ist kein Schloß im eigentlichen Sinn, sondern eine Erschwernisvorrichtung, die zu einem Grundschloß mit Riegel und einer Zuhaltung gehört (Abb. 19). Der zum Schloß gehörende charakteristische kleine Schlüssel bildet erst zusammen mit dem Zylinderkern den Gesamtschlüssel, der den üblichen Bartschlüsseln vergleichbar ist. Denn erst der am Zylinderkern befestigte Schließbart hebt die Zuhaltung an und schaltet den Riegel.

Die Hauptelemente des Schließzylinders sind das Zylindergehäuse und der Zylinderkern. Das Zylindergehäuse ist fest mit dem Schloßblech verbunden. Mit Hilfe eines passenden Schlüssels kann der Zylinderkern im Gehäuse gedreht werden. Kern und Gehäuse sind durch fünf bis sieben hintereinander liegende Sperrstiftpaare verbunden, die ein unbefugtes Drehen des Kerns verhindern. Je ein Gehäuse- und ein Kernstift wirken zusammen. In geschlossenem Zustand drücken Federn die Gehäusestifte in den Zylinderkern und sperren ihn. Sie liegen dort auf einem Vorsprung des Schlüsselkanals auf. Wird der richtige Schlüssel eingeführt, dann hebt er durch seine Einschnitte die Stiftpaare so weit an, daß ihre Trennfugen mit der Trennlinie zwischen Zylinderkern und -gehäuse übereinstimmt. Nur bei dieser Stellung der Stifte kann der Zylinderkern gedreht werden. Ein falscher Schlüssel hebt nur einen Teil der Sperrstifte auf die richtige Höhe, so daß die restlichen Stifte immer noch ein Öffnen unmöglich machen. Nach den DIN-Vorschriften (DIN 18 252) für Zylinderschlösser müssen zu jedem Bartprofil mindestens 30 000 Schlüsselvarianten garantiert sein. Diese Forderung wird von einer Weiterentwicklung der herkömmlichen Zylinder um ein Vielfaches erfüllt. Das Lips-Keso-System ermöglicht bei der Verwendung nur eines einzigen Profils Millionen von Variationen (Abb. 7). Jeder Zylinder dieses Typs enthält statt einer drei Reihen von Stiften und jede Reihe bis zu fünf Stiften. Diese sind so angeordnet, daß sie genau in die auf den beiden Seiten und der Schmalkante des Schlüssels angebrachten Bohrlöcher passen. Die Bohrungen auf den Seiten des Schlüssels haben vier, die auf der Schmalkante drei verschiedene Bohrtiefen. Ihr Abstand untereinander kann beliebig variiert,

ihre Längsachse kann mehr zur Schlüsselmitte oder zum Rand hin angeordnet werden. Da die Bohrungen in symmetrischer Form doppelt auf dem sechseckigen Schlüssel vorhanden sind, kann er zweiseitig benutzt werden. Das bedeutet, es gibt kein Oben und kein Unten.

2. Didaktische Gesichtspunkte

Der Technikunterricht hat in seinem Bemühen, technische Umwelt verständlich zu machen, Schlösser relativ wenig beachtet. Das ist um so erstaunlicher, als kaum ein anderer technischer Gegenstand so allgegenwärtig ist. Schlösser werden dauernd mit gedankenloser Selbstverständlichkeit auf- und zugeschlossen und dabei selten in ihrer Funktionsweise durchschaut. Von daher drängen sie sich als Unterrichtsgegenstand geradezu auf. Außerdem gehören sie zu den ältesten Schöpfungen menschlichen Erfindergeistes. Der Anstoß, Schlösser zu machen, kommt aus sehr elementaren Regungen und Gefühlen. Sie sind Objekte zwischen menschlicher Habgier und Neugier einerseits und dem Bedürfnis nach Schutz und Sicherheit andererseits.

Aus den emotionalen Anklängen des Themas bezieht der Unterricht starke Motivationen. Die Vorstellung, allein den Code eines Schlosses zu besitzen und es bedienen zu können, ist für Schüler ungemain reizvoll. Sie erfassen schnell die Aufgabe, Verschlüsse zu bauen, und sie bemühen sich, einen komplizierten, undurchschaubaren Mechanismus zu erfinden.

Das Thema „Schloß“ ist in besonderem Maße geeignet, konstruktive Fähigkeiten zu entwickeln. Technische Phantasie und räumlich-kinetisches Vorstellungsvermögen werden stark gefordert und gefördert. Neben diesen psychologischen und fachdidaktischen Aspekten steht die gesellschaftliche und die lebenspraktische Bedeutung des Themas: die Schüler lernen, die Sicherheit gängiger Schloßkonstruktionen einzuschätzen.

Der Unterricht kann in folgende Phasen aufgliedert werden:

1. Konstruieren von Verschlüssen aus Baukastenteilen.
2. Analysieren technischer Zeichnungen von Schlössern.
3. Demontieren von Schlössern.

3. Lernziele

Die Schüler sollen

1. einen einfachen Riegel funktionsgerecht (angemessenes Spiel und vorgegebene Bewegungsstrecke) lagern;
2. eine Betätigungsmöglichkeit für den Riegel von der Türaußenseite her schaffen;
3. eine Sperrvorrichtung konstruieren, die den Riegel beim Verschieben selbsttätig blockiert und deren Sperrwirkung durch einen Schlüssel aufgehoben werden kann;
4. die Funktion verschiedener Schlösser nach Abbildungen und an Modellen und Originalen entdecken und beschreiben;
5. Originalschlösser nach ihrem Sicherheitsgrad unterscheiden und die Bedingungen für eine hohe Sicherheit nennen;
6. bei ihren Konstruktionsversuchen und zu den Beschreibungen die folgenden Begriffe richtig verwenden können: Schlüsselbart, Schlüsselprofil, Riegel, Führungsstift, Zuhaltung, Besatzung, Sperrstift, Zylinderkern, Schließbart, Zylindergehäuse, Trennfuge, Stulp, Buntbartschloß, Mehrzuhaltungsschloß (Chubbsschloß), Zylinderschloß, Wechsel, Falle, Nuß, Drücker.

4. Aufgabenstellung

Die Schüler beobachteten und beschrieben die Bewegung und Funktion des Riegels beim Schließen der Klassentür. – Die folgenden Aufträge wurden nacheinander erteilt. Der nächste wurde erst gegeben, wenn der vorangegangene durchgeführt war und die Lösungen besprochen waren:

1. Die Grundplatte aus dem Baukasten soll eine Tür darstellen. Sie soll durch einen Riegel von innen verschlossen werden können. Dazu muß der Riegel ein bestimmtes Stück (die Länge eines großen oder eines kleinen Bausteins) aus der Tür heraus in einen gedachten Türrahmen hineinfahren.
2. Schaffe eine Möglichkeit, den Riegel auch von außen (von der anderen Seite der Tür) zu betätigen.
3. Wenn der Riegel von außen vorgeschoben wird, soll er selbsttätig gesperrt werden. Um die Sicherheit des Verschlusses zu erhöhen, soll die Sperrung von einem Fremden möglichst nicht aufzuheben sein.

Hinweis: Die letzte Bedingung erfüllst du am ehesten, wenn der Riegel durch ein Hilfsmittel (Schlüssel) entsperrt werden muß.

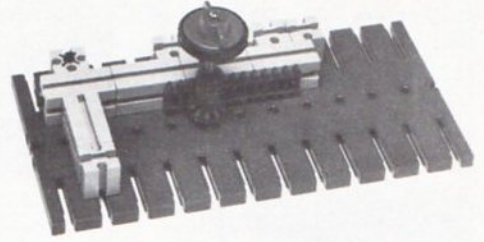


Abb. 8 Riegel aus Bausteinen mit Betätigung über Zahnrad und Zahnstange

5. Unterrichtsdurchführung

Im ersten Auftrag beschäftigten sich die Schüler mit dem Kernstück jeden Schlosses, dem Riegel. Es kam vor allem darauf an, ihn in einer sicheren Führung zum leichten Gleiten zu bringen. Dies muß unbedingt erreicht sein, um die Konstruktion entsprechend den dann folgenden Aufträgen ausbauen zu können. Es lag nahe, den Riegel durch aneinandergereihte Bausteine 30 darzustellen. In dem Modell der Abbildung 8 wird der Riegel über Zahnrad und Zahnstange bewegt; das Zahnrad verhindert gleichzeitig das Herausfallen des Riegels. – Es war auch zugelassen, eine Stange als Riegel zu nehmen (Abb. 9). Führung des Riegels und Bestimmung der Bewegungsstrecke waren hierbei kein Problem. Um an der Stange einen Griff befestigen zu können, ist bei Abb. 9 eine Seiltrommel als Griffhalterung aufgeschoben. Eine weitere Form, den Riegel zu lagern, zeigt die Abb. 13. Die Klammer aus Bausteinen muß jedoch an einer Kante offen sein, um ein ausreichendes Spiel einstellen zu können.

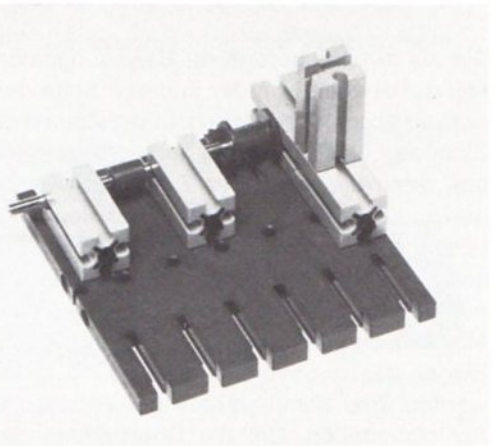


Abb. 9 Stange als Riegel

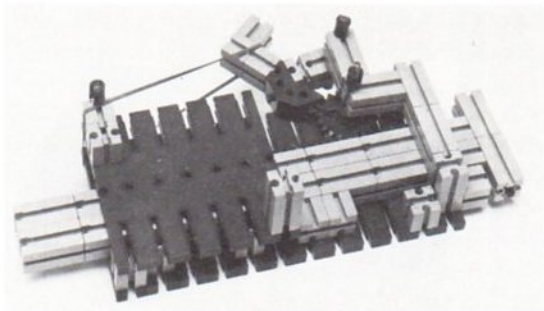


Abb. 10 Sperrklinke blockiert den Riegel

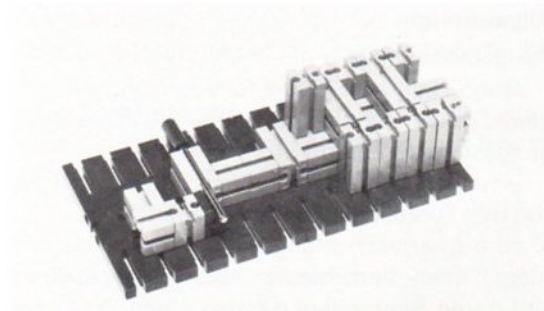


Abb. 13 Der Schlüssel hebt den Sperrstift und bewegt den Riegel

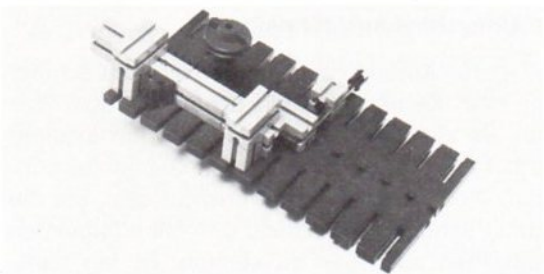


Abb. 11 Lösung mit fallendem Sperrstift

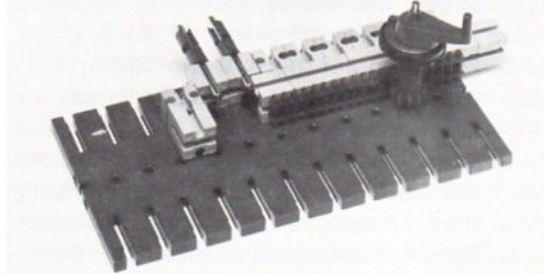


Abb. 14 Lösung mit zwei Sperrstiften

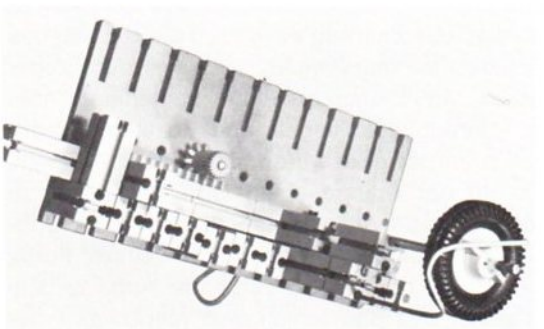


Abb. 12 Lösung mit waagrecht gleitendem Sperrstift

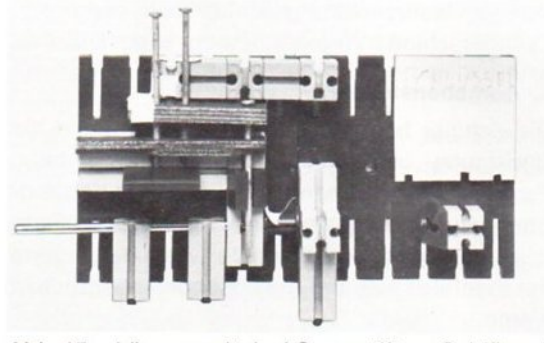


Abb. 15 Lösung mit drei Sperrstiften; Schlüssel aus Alu-Blech (oben rechts) mit Einschnitten für die Sperrstifte

Die als zweites geforderte Bewegungsmöglichkeit des Riegels von der anderen Seite der Tür her war schnell geschaffen. In der Zahnstangen-/Zahnrad-Lösung (Abb. 8) ist sie bereits enthalten, wenn die Welle des Zahnrad weit genug durch die Tür hindurchragt. Bei den anderen Lösungen muß eine abknickende Verlängerung des Riegelgriffs ober- bzw. unterhalb der Grundplatte durch ein Loch in der „Tür“ führen.

Mit dem dritten Konstruktionsauftrag sollte der Riegel gegen unbefugte Betätigung geschützt werden. Erst damit werden die Verschlüsse zu Schloßmodellen. Um die Überprüfung der Sicherheit möglichst realistisch zu gestalten – an-

dere Schüler sollten ohne Einsicht in den Schloßmechanismus versuchen, ihn zu betätigen –, wurde empfohlen, die Grundplatte mit Klebestreifen auf einem großen Stück Pappe als eigentlicher Tür zu befestigen. Dadurch wie auch durch anderes Zusatzmaterial wurde der Lösungsspielraum, innerhalb dessen die Schüler ihre konstruktive Phantasie zur Geltung bringen konnten, erweitert.

In unseren Versuchen überwogen Sperrstiftlösungen (Abb. 11 bis 15). Doch entstanden auch einige Sperrklinkenkonstruktionen, von denen eine auf der Abb. 10 zu sehen ist: Die Sperrklinke (Winkelsteine) hemmt das Zahnrad (Z 20)

und dies wiederum über die Zahnstange den Riegel. Der Riegel kann nur bewegt werden, wenn der Schlüssel die Sperrklinke anhebt. Da der Schlüssel durch eines von vielen Löchern in der Tür geschoben werden muß, das aber nur „Eingeweihte“ kennen, ist eine beachtliche Sicherheit erreicht.

Die Abbildungen 11 bis 13 zeigen Schlösser, in denen der Riegel durch jeweils einen Sperrstift blockiert werden kann. Beim Modell der Abb. 11 wird der Sperrstift vom Schlüssel durch eine versetzte Öffnung in der Tür angehoben und damit der Riegel freigegeben. Die geringe Größe des Schlüssellocks und der Abstand zum Sperrstift machen hier die Sicherheit aus. Die Arbeit auf der Abb. 12 ist keine Lösung im Sinne der Aufgabenstellung, weil der waagrecht laufende Sperrstift den Riegel nicht selbständig sperrt, was durch ein Gummiband leicht zu bewirken gewesen wäre. So aber muß der Schlüssel den Sperrstift in den Riegel hineinziehen und zum Öffnen wieder hinauschieben. Die Konstruktion der Abb. 13 weist eine bemerkenswerte Besonderheit auf. Auf Grund seiner Form bewältigt der sich drehende Schlüssel zwei Funktionen: Die obere Nase hebt zunächst den Sperrstift, die untere schiebt dann den Riegel zurück. Riegelentsperrung und Riegelbetätigung sind also zusammengefaßt.

Eine größere Zahl von Sperrstiften erhöht den Sicherheitsgrad, wenn jeder einzelne die Bewegung des Riegels verhindert. Solche Sicherheit ist auf den Modellen Abb. 14 und 15 erreicht. Um das Schloß öffnen zu können, muß ein Schlüssel benutzt werden, der alle Stifte gleichzeitig auf die richtige Höhe bringt. Die Stellung der Stifte ist ein Code, der in Form von Einschnitten in den Schlüssel aus Alu-Blech eingegeben ist. Das Modell der Abb. 15 verwendet als Sperrstifte Nägel und als Halterung der Stifte auf Riegel und Grundplatte Kunststoffstreifen. Durch entsprechende Bohrungen in den Kunststoffstreifen können die Abstände der Stifte und ihre Tiefenstaffelung verändert werden. Das ermöglicht eine Fülle von Variationen. Als Nachteil dieses Konstruktionsprinzips erkannten die Schüler, daß die Position der Stifte von außen sichtbar und auch relativ leicht abzutasten ist.

Die Arbeiten der Schüler weisen in den Grundzügen deutliche Parallelen zu fabrikationsüblichen Schloßmechanismen auf: waagrecht ge-

führter Riegel, Blockierung des Riegels durch Sperrelemente, Sperrelemente als Variations-träger, Entsperrung des Riegels durch einen Schlüssel. — Die Unterschiede lagen von der Konstruktion her vor allem im Folgenden: In industriell hergestellten Schlössern wirken die Sperrelemente durch Federkraft statt durch Schwerkraft. Es gibt keine gesonderte Betätigungs-vorrichtung für den Riegel, weil der Schlüssel den Riegel entsperrt und bewegt. Die Variation der Sperrelemente liegt nicht in ihrer Anordnung, sondern bei Zuhaltungen in der Form und bei den Sperrstiften der Schließzylinder in der Teilung.

6. Realbezug

Analysieren von Schloßabbildungen

Auf die konstruierende Auseinandersetzung mit Verschlusproblemen folgte die analytische, und zwar zunächst als Arbeit an Zeichnungen. Es wurden die Abb. 1 und 6 benutzt, die den Schülern als Kopie in die Hand gegeben wurden. Für die Bildanalyse boten sich als Arbeitsform Gespräch und Diskussion an. In der Konstruktionsphase war jedoch ein so weitgehendes Vorverständnis für das Bauprinzip von Schlössern ge-

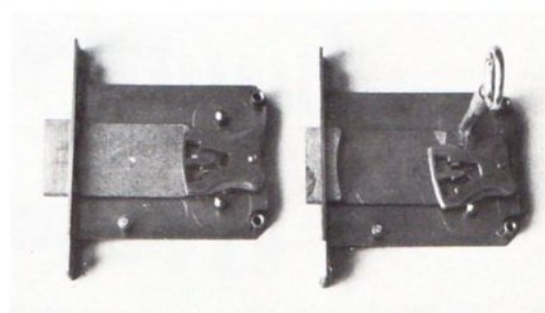


Abb. 16 Chubbschloß mit drei Zuhaltungen

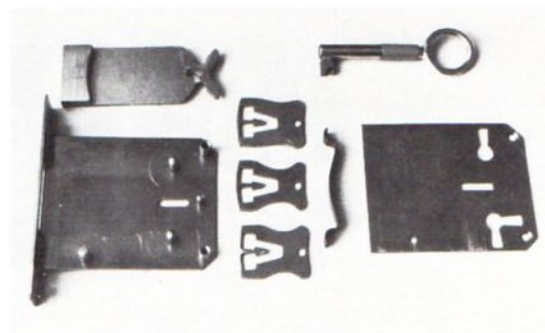


Abb. 17 Einzelteile des Chubbschlusses



Abb. 18 Das Chubb-schloß wird demontiert

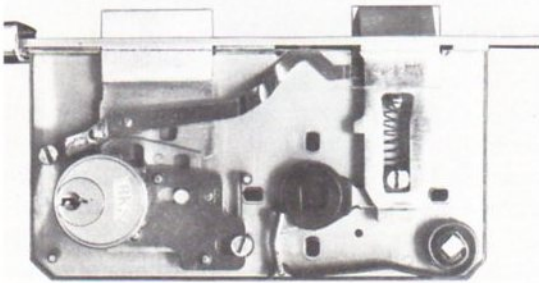


Abb. 19 Grundschloß mit Schließzylinder

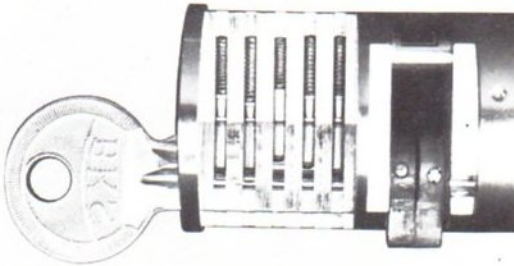


Abb. 20 Schnittmodell eines Zylinderschlosses mit passendem Schlüssel

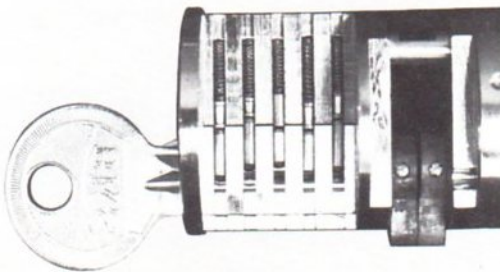


Abb. 21 Schnittmodell eines Zylinderschlosses mit falschem Schlüssel

wonnen worden, daß ohne ein vorbereitendes Gespräch von den Schülern schriftliche Funktionsbeschreibungen verlangt werden konnten. Zur Bildanalyse wurden die Darstellungen des Buntbart- und des Zylinderschlosses ausgewählt. Dafür sprachen folgende Gründe: Anhand der vereinfachten Zeichnung des Buntbartschlosses werden die Schüler mit dem Gerüst aller heute gebräuchlicher Türschlösser bekannt gemacht, in das unterschiedlich anspruchsvolle Sicherheitsvorrichtungen eingefügt werden können. Das Zylinderschloß ist als derartige Zusatzausrüstung nur zusammen mit einem Buntbartschloß zu verwenden; die Behandlung des Schließzylinders setzt die Kenntnis des Buntbartschlosses voraus. Fertige montierte Zylinder lassen sich außerdem nicht zerlegen und kommen deshalb nicht für die Demontage in Frage, so daß ihre Wirkungsweise am besten über die Bildanalyse erschlossen wird.

Demontieren von Schlössern

Auf der nächsten Stufe untersuchten die Schüler industriell gefertigte Schlösser auf dem Weg der Demontage. Dazu eignen sich Chubb-schlösser mit drei Zuhaltungen und ohne Falle, wie sie häufig für Schränke verwendet werden (Abb. 16 und 17). Mit diesen Schlössern lernten die Schüler gleichzeitig den dritten wichtigen Schloßtyp kennen.

Für je zwei Schüler wurde ein Schloß bereitgestellt. Bei der Beschaffung ist auf die Demontierbarkeit zu achten; Schloßblech und Deckblech sind heute oft zusammengenietet, also nicht mehr einfach zu trennen. Wenn möglich, sollten zu jedem Schloß zwei oder drei unterschiedliche Schlüssel gekauft werden, auf die das Schloß umgestellt werden kann.

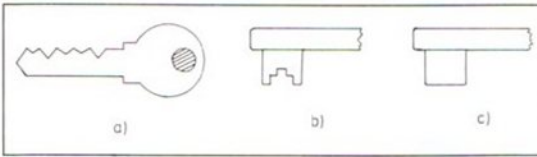
Zum Ablauf der Demontage: Die Schüler versuchten, ihr Schloß mit den bereitgestellten Schlüsseln zu schließen. Als sie den passenden Schlüssel herausgefunden hatten und die Einschnitte im Bart verglichen hatten, wurde das Deckblech abgenommen, so daß die Teile beim Schließen beobachtet werden konnten. Nun wurden die Teile benannt und nach beweglichen und feststehenden Elementen geordnet (Tafel). Die Demontage wurde unter dem Gesichtspunkt fortgeführt, die Funktion der einzelnen Teile

herauszufinden (Abb. 18). Es waren vor allem die Einwirkungen des Bartes auf die Zuhaltungen und die Funktion des Sperrstiftes zu erkunden. Nachdem die wichtigsten Wirkungsbeziehungen festgestellt waren, wurde der Funktionszusammenhang der Schloßkonstruktion formuliert. Eine sehr reizvolle Aufgabe vor der Remontage war es, das Schloß auf einen neuen Schlüssel umzustellen, indem die Reihenfolge der Zuhaltungen gemäß den anderen Einschnit-

ten des Schlüsselbartes verändert wurde. Abschließend wurden weitere Schösser und Lehrmodelle betrachtet (Abb. 19 bis 21). Sie veranschaulichten kompliziertere Konstruktionen und zusätzliche Schloßelemente (z. B. Falle, Nuß, Wechsel). Im Gespräch wurde der Sicherheitswert der einzelnen Schloßarten erörtert, ihre Einsatzorte wurden genannt und der Zusammenhang zwischen beidem herausgearbeitet.

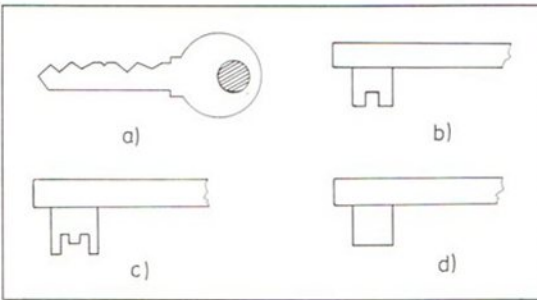
7. Das Türschloß (Lernerfolgskontrolle)

1. Zu welchen Schloßtypen gehören folgende Schlüssel?



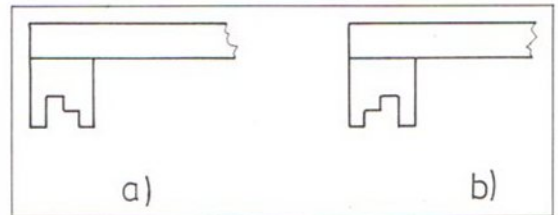
Antwort: Zylinderschloß (a), Mehrzuhaltungsbzw. Chubb'schloß (b), Buntbart'schloß (c)

2. Ordne nach dem Sicherheitsgrad von der geringsten bis zur höchsten Sicherheit!



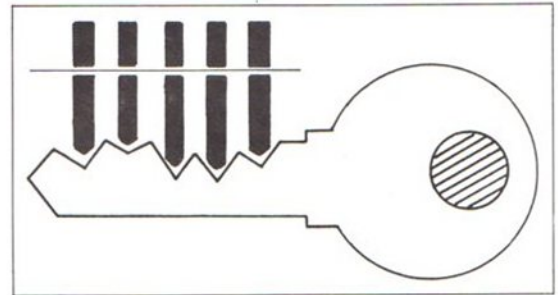
Antwort: d, b, c, a

3. Was muß in diesem Mehrzuhaltungsschloß verändert werden, wenn es vom Schlüssel a auf den Schlüssel b umgestellt werden soll?



Antwort: Die untere (am Riegel liegende) und die mittlere Zuhaltung müssen ausgetauscht werden.

4. Zeichne zu diesem Schlüssel die Sperrstifte!



Lösung: Die Sperrstifte sind eingezeichnet.

8. Literatur

Schlegel, Friedrich Werner: Kulturgeschichte der Türschösser, Duisburg 1963.

Sturm, Hermann: Das Schloß – Einführung in Grundprobleme informationsverarbeitender Maschinen, in: Unterrichtsbeispiele zur Wirtschaftswelt und Arbeitswelt (Hrsg. Wolfgang Klafki), Düsseldorf 1970, S. 216–249.

Vollmers, Christian: Präparation 67 und 68

(Schösser und Schlüssel; Das moderne Sicherheitsschloß), in: Westermanns Pädagogische Beiträge 1971/1 und 2.

Informationsmaterial und z. T. Originalteile stellen zur Verfügung:

- BKS GmbH, Velbert
- Zeiss Ikon AG, Berlin
- Lips' Slotenfabrieken M. V., Dordrecht-Holland

Untersuchungen der Gleichgewichtsbedingungen eines Systems „Die zweiseitige Wippe“

(Institut International pour L'Education Technologique Bruxelles)

Dieses Beispiel ist als Einführung in den Technikunterricht der Unterstufe (5. Jahrgang) in Belgien gedacht. Unterrichtspläne und einzelne Unterrichtseinheiten wurden von belgischen Lehrergruppen erarbeitet und erprobt. Gegenwärtig liegen sie allen belgischen Lehrern zur weiteren Erprobung und Verbesserung vor, bevor sie verbindlich vom belgischen Kultusministerium eingeführt werden.

Das Institut Internationale pour l'Education Technologique in Brüssel hat diese Unterrichtseinheit wie auch andere jenen Ländern zur Verfügung gestellt, die mit den Vorarbeiten zur Einführung des Technikunterrichts im Rahmen der Allgemeinbildenden Schulen zur Zeit befaßt sind. Durch einen permanenten Informations- und Erfahrungsaustausch soll erreicht werden, daß etwa im Hinblick auf Fächerkooperation nicht nur Lernprozesse im technischen Bildungsbereich optimiert werden.

Die Unterrichtseinheit „Die zweiseitige Wippe“ ist streng gegliedert. Es soll damit erreicht werden, daß auch der technisch nicht sonderlich vorgebildete Lehrer einen größtmöglichen Lehr- und Lernerfolg erzielen kann.

1. Hinweise und Materialien für den Lehrer

1.1 Ziele: Die Schüler sollen anhand eines einfachen Objektes die Gleichgewichtsbedingungen eines zweiseitigen Hebels untersuchen,

– das für dieses Gleichgewicht geltende Gesetz ableiten können,

– ein funktionstüchtiges Modell konstruieren, – seine Funktionselemente benennen und beschreiben können.

1.2 Lernmaterial:

1.2.1 für den Lehrer:

kleines Modell der zweiseitigen Wippe (oder Foto), Vorrichtung mit Hebelarm und verschiedenen Gewichten, Dynamometer (Kraftmesser), Verzeichnis der Fachtermini,

1.2.2 für die Schüler:

1. für jede Gruppe: 1 Lernbalken ut 1, 1 Arbeitskarte, 1 Leiste, 1 Winkel, 1 Vorrichtung mit Hebelarm und verschiedenen Gewichten; 2. für jeden Schüler: 1 Testbogen, 1 illustriertes Verzeichnis der Fachtermini.

1.3 Methodische Vorschläge:

Es wird vorausgesetzt, daß die Schüler die für diese Versuchsreihe notwendigen Vorkenntnisse und Vorerfahrungen haben: Kräfte/Wirkungen/graphische Darstellung. (Anm.: Hierzu wurde ein sog. Vorkursprogramm erstellt, das ebenso wie diese Planungen den belgischen Lehrern vorliegt.)

Jede aus zwei oder drei Schülern bestehende Gruppe erhält eine Arbeitskarte und einen Lernbalken ut 1.

In der Anfangssituation wendet sich der Lehrer an alle Schüler und fordert sie auf, mit dem Lernmaterial das Modell einer zweiseitigen Wippe zu bauen.

In der Lösungssituation werden die Ergebnisse ausgewertet: Montagen werden überprüft und korrigiert, so daß die Funktionstüchtigkeit aller von den Schülern gebauten Modelle gesichert ist. Hierbei können schon die ersten Begriffe geklärt werden. Das Protokoll für die Zusammenfassung wird ebenfalls vorbereitet.

Wir schlagen zwei Arten des Vorgehens zur Überprüfung der nach den ersten Versuchen aufgestellten Hypothesen vor:

a) Der Lehrer experimentiert und veranschaulicht mit seinem Lehrmaterial die Gleichgewichtsbedingungen eines geraden Hebels und demonstriert die Einwirkung gleichgerichteter Kräfte. Nach dieser experimentellen Phase kann die endgültige Zusammenfassung erarbeitet werden.

b) Die Schüler experimentieren nach konkreter Aufgabenstellung durch den Lehrer. Dieser ist lediglich Berater bei Schwierigkeiten. Die Ergebnisse werden auf Arbeitsblättern fixiert. Anschließend werden die Schüler aufgefordert, eine Liste von Gegenständen aufzustellen, bei denen wie bei der Wippe zweiseitige Hebel wirksam werden. Die Gleichgewichtsbedingungen sind von ihnen jeweils zu erläutern. (Anm.: Diese Aufgabe dient gleichzeitig der Lernkontrolle: Die Schüler sollen entsprechende Gesetzmäßigkeiten in anderen Geräten, Maschinen, Gegenständen etc. „wiederfinden“ und begründen können.)

1.4 Exemplarische Thematisierung:

1.4.1 Sachinformation

Wenn die Wippe nicht belastet ist, weist sie aufgrund ihrer Konstruktion häufig einen labilen Gleichgewichtszustand auf. Begründung: Ihr Schwerpunkt befindet sich oberhalb ihres Drehpunktes. In diesem Falle begibt sie sich in eine der beiden möglichen stabilen Positionen, d. h. einer der beiden Balkenenden (Sitze) berührt den Boden. Die Drehachse befindet sich in der Mitte des Balkens.

Wird die Wippe im labilen Gleichgewichtszustand gehalten und nimmt ein Kind auf einem der Sitze Platz, so wird das Gleichgewicht gestört. Das Kind übt auf ein Ende der Wippe eine Kraft aus, die so groß ist wie sein Körpergewicht. Diese Kraft bewirkt, daß sich die Wippe um ihre Achse dreht.

Um das Gleichgewicht wieder herzustellen, muß ein zweites Kind auf dem anderen Ende des Balkens Platz nehmen, das genau so schwer ist wie das erste Kind. Es übt nun seinerseits eine Kraft aus, die den Balken in eine entgegengesetzte Drehung versetzt.

Ist ein Kind schwerer als das andere, so muß es vom Ende des Balkens wegrücken und sich der Drehachse solange nähern, bis die Wippe wieder im Gleichgewicht ist.

1.4.2 Begriffsbestimmung: Hebel:

Der Hebel ist eine einfache Maschine, die aus einer starren Stange besteht, die um eine Achse (Drehachse) drehbar ist und der Einwirkung von Kräften unterliegt, durch die sich der Hebel sowohl in die eine als auch in die andere Richtung drehen kann. Die Kräfte haben entgegengerichtete Wirkungen.

Da die Kräfte in unserem Beispiel sowohl auf der einen als auch auf der anderen Seite der Drehachse des Hebels wirksam werden, spricht man von einem zweiseitigen Hebel.

1.4.3 Gleichgewichtsbedingungen eines Hebels:

Das Gleichgewicht hängt ab von

- den Kräften,
- dem Abstand, den ihr Angriffspunkt von der Drehachse hat.

Versuch:

Eine Metallatte weist in ihrer Mitte eine Drehachse auf. Wenn sie darauf ruht, befindet sie sich im Gleichgewichtszustand. Sie stellt einen Hebel dar (Abb. 1a).

Auf dieser Latte sind Stifte angebracht, die alle denselben Abstand von einander haben. Man

kann die Stifte entsprechend numerieren. Manche Modelle weisen Löcher auf, in die man kleine, mit Haken versehene Gewichte hängen kann (Abb. 1b).

Hängt man eines der Gewichte an den zweiten Stift auf der einen Seite, muß man ein ebenso großes Gewicht an dem zweiten Stift der anderen Seite befestigen, damit das Gleichgewicht wiederhergestellt wird (Abb. 1c).

Versetzt man eines der beiden Gewichte, wird das Gleichgewicht gestört (Abb. 1d und e).

Das Gleichgewicht des Hebels hängt vom Abstand der Angriffspunkte der Kräfte von der Drehachse ab.

Hängt man zwei Gewichte an den 3. Stift der linken Seite, so muß man, will man das Gleichgewicht mit **einem einzigen Gewicht**

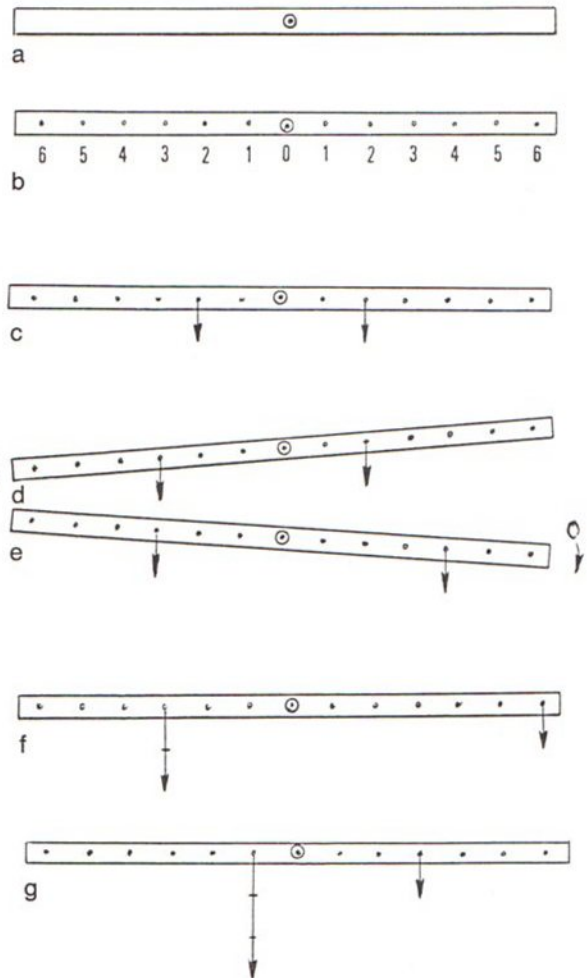


Abb. 1 Skizzen zur Erläuterung des Hebelgesetzes.

wiederherstellen, dieses am 6. Stift der rechten Seite anbringen (Abb. 1f).

Hängen wir drei Gewichte an den ersten Stift, wird das Gleichgewicht dann wieder hergestellt, wenn wir ein Gewicht an den 3. Stift auf der anderen Seite hängen (Abb. 1g).

In jedem Fall ist das Produkt aus Kraft und Abstand des Angriffspunktes von der Drehachse links und rechts gleich.

Wenn die Latte im Gleichgewicht ist, so sind die Produkte aus Kraft und Abstand des Angriffspunktes von der Drehachse auf beiden Seiten dieser Achse gleich.

Linke Seite	Rechte Seite
Kraft x Abstand	Kraft x Abstand
1 x 2	1 x 2
2 x 3	1 x 6
3 x 1	1 x 3

Abb. 2 Tabelle zum Hebelgesetz.

Man verwendet immer dann einen Hebel, wenn man eine **Kraft überwinden will, die man Last (L) nennt. Das erreicht man dann, wenn man eine andere Kraft ausübt, die man bewegende Kraft nennt (F = jene Kraft, die überwinden soll).**

In beiden Fällen nennt man die Entfernung der Angriffspunkte der Kräfte von der Drehachse Hebelarm. Es gibt also einen „Kraftarm“ (a) und einen „Lastarm“ (b).

$$F \times a = L \times b \quad \text{oder} \quad \frac{F}{L} = \frac{b}{a}$$

Die Kräfte verhalten sich umgekehrt proportional zur Länge ihrer Hebelarme.

1.4.4 Hebelwirkung:

Will man die geringstmögliche Kraft aufwenden, muß der Hebelarm so lang wie möglich sein.

Man kann die eben aufgestellte Gleichung mit Hilfe eines Dynamometers (Kraftmesser) überprüfen:

Ein Stift auf der einen Seite der Drehachse wird belastet, und man bringt nun den Dynamometer nacheinander an allen Stiften der anderen Seite an und mißt so die Kraft, die jeweils benötigt wird, um den Hebel ins Gleichgewicht zu bringen (horizontale Lage). Man kann feststellen, daß, je mehr man sich

von der Drehachse entfernt, man um so weniger Kraft aufwenden muß.

Ein zweiseitiger Hebel ist also umso vorteilhafter (vom Standpunkt der aufzuwendenden Kraft aus), je länger der „Kraftarm“ des Hebels ist.

Wenn a kleiner ist als b, muß F größer sein als L.

Im Fall der zweiseitigen Wippe sind beide Hebelarme gleich lang. Deshalb müssen möglichst gleich große Kräfte auf sie einwirken. Man wählt also Kinder, die etwa gleich schwer sind. Dann ist der Hebel im Gleichgewicht, da:

$$a = b \quad \text{und} \quad F = L$$

1.4.5 Verbesserung der zweiseitigen Wippe:

Seit der Zeit, als eine Wippe nur aus einem Balken und einem Rundholz bestand, wurde sie beträchtlich verbessert.

Sie liegt nun nicht mehr nur einfach auf einer runden Unterlage auf. Mit Hilfe von zwei Puffern wird der Wippebalken in der richtigen Position gehalten. Er bewegt sich um eine Drehachse, die durch den Balken hindurchgeht, so daß er an zwei seitlichen Trägern befestigt werden kann.

Es wurden auch Rückenstützen angebracht, die das Kind halten sollen, wenn die Wippe sich neigt. Sie hat auch Haltegriffe, so daß der Körper bei Schaukelbewegungen leichter im Gleichgewicht gehalten werden kann. Außerdem wurden auf dem Balken kleine Sitze angebracht, deren abgerundete Form (keine scharfen Kanten) dem „rittlings“ sitzenden Kind besser angepaßt ist.

1.6 Fächerkooperation:

Physik:

Eingehende physikalische Untersuchungen durch Bestimmung der Gesetzmäßigkeit am zweiseitigen Hebel

Mathematik:

Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen und Berechnung von a, b, F oder L

Technisches Werken:

nach der Untersuchung des geraden Hebels mit parallel einwirkenden Kräften kann man zur Untersuchung und Konstruktion von geraden Hebeln mit nicht parallelen Kräften und zu Winkelhebeln übergehen. Des weiteren: Kurvenscheiben, Seilwinden, Waagen etc.

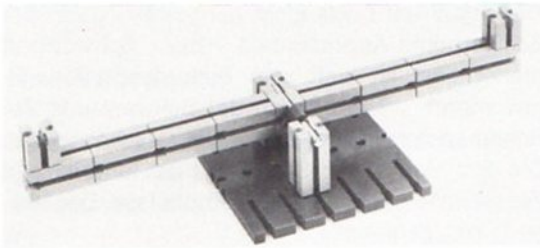


Abb. 4 Modell einer Wippe, es herrscht Gleichgewicht.

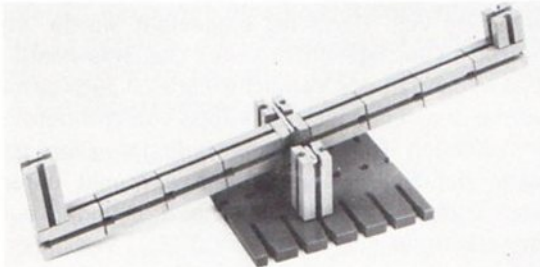


Abb. 5 Da auf der linken Seite eine größere Kraft angreift, ist diese Wippe im Ungleichgewicht.

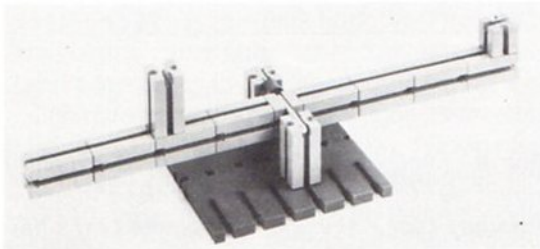


Abb. 6 Durch Verschieben des Angriffspunktes der größeren Kraft in Richtung auf die Drehachse ist wieder Gleichgewicht hergestellt.

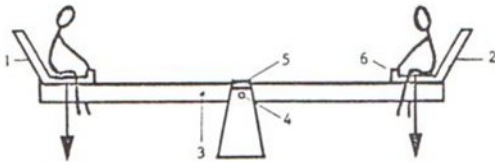


Abb. 7 Skizze einer Wippe.

2. Unterlagen und Materialien für die Schüler

2.1 Arbeitskarte

Die zweiseitige Wippe

Untersuchung der Gleichgewichtsbedingungen eines Systems:

Aufgabe: Baut das Modell einer zweiseitigen Wippe. Stellt hierzu eine Liste der Einzelteile auf, die Ihr für Eure Konstruktion benötigt. Unterscheidet die notwendigen und die weniger notwendigen oder unnötigen Teile.

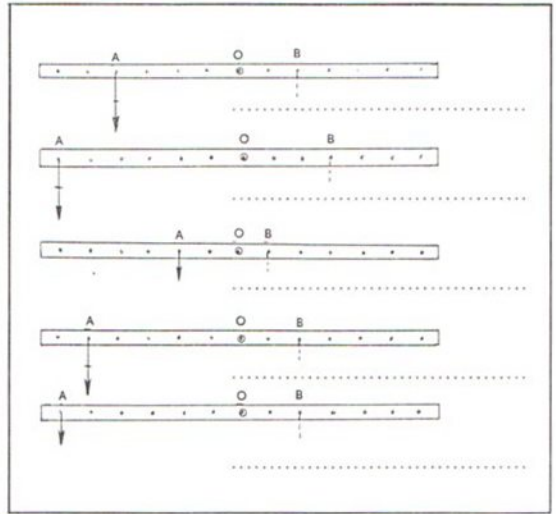


Abb. 8 Übungen zum Hebelgesetz.

Zeichnet die Vorderansicht Eures Modells. Bezeichnet die wichtigsten Teile.

Befindet sich Euer Modell im Gleichgewicht?

Was passiert, wenn ein Kind auf die Wippe klettert? Fertigt eine Faustskizze an und versucht zu erklären, was geschieht!

Wie kann das ursprüngliche Gleichgewicht wieder hergestellt werden? Gebt eine Erklärung und eine Begründung!

Können zwei Kinder mit unterschiedlichem Gewicht zusammen auf der Wippe schaukeln? Erläutert Eure Antwort.

Veranschaulicht Eure Erläuterung mit Hilfe des Modells und stellt Eure Lösung durch eine einfache Skizze dar.

Können ihr die Schlußfolgerungen aus Euren Versuchen in einem Gesetz (einer Formel) formulieren?

2.2 Zusammenfassung

2.2.1 Beschreibung der Wippe (Abb. 7): Rückenstütze, Sitz, Wippebalken, Drehachse, Puffer, Haltegriffe, Darstellung des Gewichtes der beiden Kinder A und B. (Die Länge des Pfeils ist proportional zur Größe der Kraft.)

2.2.2 Definition des Hebels:

Der Hebel ist eine starre Stange, die um eine Achse drehbar ist und Kräften mit entgegengesetzter Wirkung unterliegt, die Last (L) muß überwunden werden, die Kraft (F) muß überwinden, der Abstand des Angriffspunktes der Kraft von der Drehachse ist der Hebelarm (a und b), die Wippe ist ein zweiseitiger Hebel.

2.2.3 Gleichgewicht von geraden Hebeln, auf die entgegengerichtete Kräfte einwirken:

Wenn die Kinder auf der Wippe nicht gleich schwer sind (nicht nur die gleiche Kraft ausüben), muß sich das schwerere Kind der Drehachse nähern, damit das Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

Wir stellen fest:

Im Gleichgewichtszustand ist das Produkt aus Kraft x Kraftarm des Hebels gleich dem Produkt aus Last x Lastarm.

$F \times a = L \times b$ Die Kräfte sind umgekehrt proportional zu ihren Hebelarmen. Ebenso sind die Hebelarme umgekehrt proportional zur Größe der einwirkenden Kräfte.

$$\frac{F}{L} = \frac{b}{a}$$

2.2.5 Übungen zur Anwendung:

Zeichnet in jedem der folgenden Fälle die Kraft ein, die nötig ist, um das Gleichgewicht wiederherzustellen und schreibt die entsprechende Gleichung hin.

Angenommen, auf einer Seite einer Wippe nimmt ein 40 kg schwerer Junge im Abstand von 2 m von der Drehachse Platz, und auf der anderen Seite ein 50 kg schwerer Junge: In welchem Abstand von der Drehachse muß der schwerere Junge Platz nehmen, damit ein Gleichgewicht entsteht (Abb. 8)?

Anmerkung

Zu diesem Beitrag ist eine Anmerkung nötig: Korrekte Gleichgewichtsversuche sind – wie im Bericht angedeutet – nur am Waagebalken mit (beweglich) angehängten Lasten möglich.

Mit den beiden Abbildungen sollen die Schwierigkeiten aufgezeigt werden, die in solchen Untersuchungen bei einer starren Wippenkonstruktion mit Belastungen oberhalb des Drehpunktes auftreten, wenn – wie in den beiden Skizzen dargestellt – der Schwerpunkt des Balkens mit dem Drehpunkt zusammenfällt. Werden jetzt noch zusätzlich Bausteine zur Belastung aufgesteckt, so liegt der Schwerpunkt höher als der Drehpunkt. Die Wippe befindet sich – wenn überhaupt – im labilen Gleichgewicht.

Der Versuch muß sehr vorsichtig aufgestellt werden (labiles Gleichgewicht wegen der hohen Schwerpunktlage).

Ergebnis: wenn der Doppelstein auf der halben Strecke steht (dicker schwarzer Strich), ist das

Gleichgewicht noch nicht hergestellt, denn der Schwerpunkt/Angriffspunkt der Schwerkraft dieser Last ist weit zum Balkenende hinausgewandert, während sich der Schwerpunkt der linken Last zum Drehpunkt hin verschoben hat. Die Projektion der Strecken nach unten zeigt die wahren Abstand-Last-Verhältnisse. Der Versuch ist „geplatzt“.

Dies läßt sich dadurch vermeiden, daß der Abstand nur bei waagrechter Lage des Balkens abgelesen wird. Bleibt der Balken waagrecht, wenn er von Hand so eingestellt wurde, so herrscht Gleichgewicht (labiles Gleichgewicht). Das Mißlingen des Versuchs läßt sich auch dann vermeiden, wenn sich die Wippe von vornherein im stabilen Gleichgewicht befindet. Dies ist dann der Fall, wenn der Schwerpunkt unter dem Drehpunkt liegt (vgl. Abb. 4, 5 und 6 auf den Seiten 24 und 25 im Heft 3/75).

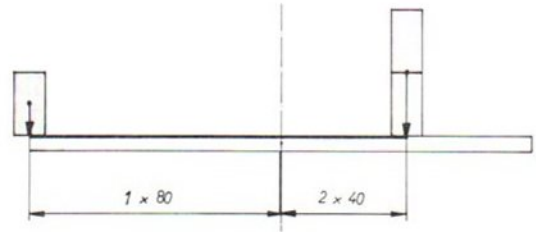


Abb. 9 (statischer Aufbau, d. h. der Lehrer kann die Gleichgewichtsverhältnisse demonstrieren). Last x Abstand = doppelte Last x halber Abstand.

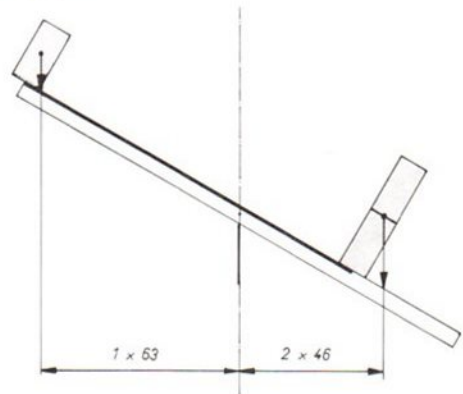


Abb. 10 (Aufbau nach einem Versuch, den der Schüler selbst durchführen sollte: an jedem Balkenende stand zunächst ein Baustein; rechts wurde dann ein zweiter aufgesetzt. Die Aufgabe: „Verschiebe diesen Doppelstein so weit zur Mitte hin, bis die Wippe im Gleichgewicht steht.“) ■

Rollenförderer

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I, 6. Schuljahr, 16 Schüler.

Arbeitsmaterial: Je Schüler ein Lernbaukasten u-t 1.

1. Voraus-Aufgabe

Die Schüler sollen eine Vorrichtung entwickeln, die es gestattet, die Achsen/Wellen in Getriebe-konstruktionen (parallel aber) in beliebigem Abstand zueinander einzustellen.

Zur Erläuterung

Auf fischertechnik-Grundbauplatten können „geradeaus“ übertragende Reibräder- und Zahnradgetriebe nur so aufgebaut werden, daß zwischen den einzelnen Rädern entweder ein vollkommener oder gar kein kraft- oder formschlüssiger Kontakt besteht.

Für Untersuchungen an Zahnrad-Getriebe-modellen ist das unbedingt nötig, weil ungenau-fehlerhaftes Eingreifen der Zahnreihen die Zahnräder beschädigen kann. Anders ist das bei Versuchen mit kraftschlüssigen Getrieben, besonders bei Reibrädergetrieben. Fragen nach den Folgen zu starken oder zu schwachen, ein-seitigen oder allmählich nachlassenden Kon-taktdrucks, nach der Achsanordnung und der Achslagerung, dem Kontaktpunkt usw. können aus einer zwangsläufig-richtigen Anordnung aller Bauteile in einem Modell nicht beantwortet werden.

2. Die Lösung der Voraus-Aufgabe

Die Schüler bauten unmittelbar auf die Grund-platte (Abb. 5) oder „aufgeständert“ (Abb. 4) „Gleitschienen“ aus Bausteinen, auf denen die Lagerböcke für ihre Getriebe-konstruktionen verschiebbar angeordnet werden können. Damit ließ sich jeder beliebige Abstand der Achsen voneinander sehr genau einstellen. Allerdings wurde sorgfältig darauf geachtet, daß die Lager-böcke stets parallel zueinander verschoben wurden. Außerdem mußte gewährleistet sein, daß die Lagerböcke sicher stehen.

* Die umgekehrte Erscheinung ist ebenso bekannt: ein Rad, das auf einer Straße abrollt, befördert sich selbst, die Achse, auf die es montiert ist, und den Aufbau, der auf der Achse steht.

3. Die Ausgangssituation

Durch die Skizze (Abb. 1) wurde sie verdeutlicht. Eine Leiste (ein „Balken“), unter der ein Rad/ eine Rolle abrollt, wird in der Abrollrichtung weiterbefördert*.

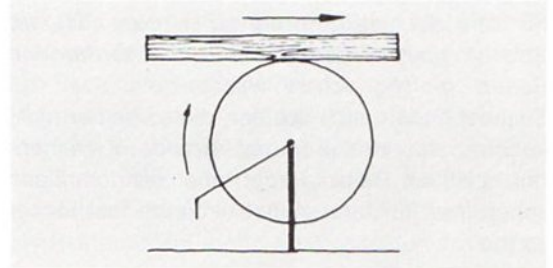


Abb. 1 Skizze zur Verdeutlichung der Ausgangssituation.

4. Die erste Problemfrage:

Kann mit einer aus Rollen aufgebauten Vorrichtung Fördergut über eine (beliebig) lange Strecke transportiert werden?

Im 6. Schuljahr kennen die Schüler zumeist die einfachen Gesetzmäßigkeiten der verschiedenen Getriebesysteme. Sie wissen daher in bezug auf unsere Aufgabe:

werden mehrere Rollen mit geringem Abstand hintereinander aufgebaut, fällt die Leiste zwar nicht zu Boden, bleibt aber spätestens dann unbewegt liegen, wenn sie von der ersten, der angetriebenen Rolle herabgeglitten ist – denn bereits die zweite Rolle dreht sich nicht mehr mit;

werden die Rollen hingegen so montiert, daß sie sich berühren, drehen sie sich mit, die zweite Rolle jedoch im Gegensinne zu ersten usw. – und die Leiste bleibt ebenfalls liegen, spätestens wenn sie die zweite Rolle berührt.

Hier nun wurde den Schülern aufgetragen, daß sie die in sich so widersprüchlich erscheinende Aufgabe lediglich mit den im fischertechnik-Baukasten u-t 1 vorhandenen Bauteilen lösen sollten, daß ihnen weitere/andere Hilfsmittel nicht zur Verfügung stünden. Dieser Hinweis war nötig geworden, weil ein Schüler sofort anmerkte, daß man Lasten – auch waagrecht – am besten auf Transportbändern befördern könne, daß also lediglich im gewünschten (Transport-)Abstand zwei Rollen aufzubauen und zwischen sie ein Band zu spannen sei.

Ein Mitschüler antwortete: „Es gibt auch Lasten, die nicht auf Transportbändern gefördert wer-

den können, z. B. sehr heiße oder sogar glühende Rohlinge oder Werkstücke in einem Eisenwerk. Unter ihnen würde jedes Transportband sofort verbrennen, Sie müssen auf Rollen weitergeschickt werden.“

4.1 Erstes Teilproblem

Für die Lastenförderung über eine längere Strecke hin muß der Drehsinn aller fördernden Rollen „gleichgerichtet“ werden.

Zumeist finden auch Schüler, die es bisher nicht kennen, das drehsinn-umkehrende Zwischenrad in einem Reibrädergetriebe* schnell. Dann sehen ihre Förderer-Konstruktionen fast immer so aus:

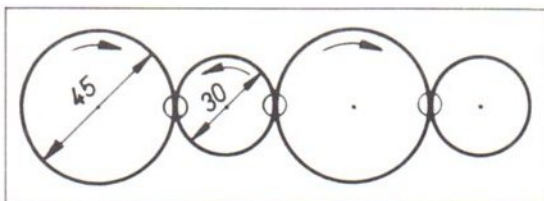


Abb.2 Schemazeichnung zur Achsanordnung des ersten Lösungsversuches.

Die Achsen sind in gleicher Höhe angeordnet. Tragende/fördernde Rollen sind (z. B.) die großen Räder mit den „Geländereifen“ (– wir haben den Schülern geraten, sie als Doppelrad zu montieren, damit die Leisten/Balken eine ausreichend breite Auflagefläche haben).

Die kleineren Zwischenräder (ϕ 30) störten den Transport des Balkens nicht, da sie ihn gar nicht berührten.

So ließ sich also eine längere Leiste tatsächlich ein beachtliches Stück weit transportieren. Die Erkenntnisse, die die Schüler aus dieser Aufgabe gewannen und auch selbständig als „Regeln“ formulierten, lauteten:

1. In einem Reibrädergetriebe drehen hintereinander montierte Räder im Gegensinne.
2. Alle Räder in der ungeraden Zahlenfolge drehen im Sinne des Antriebsrades.
3. Alle Räder, die zwischen das erste (Antriebs-) und das letzte (Abtriebs-) Rad montiert sind, heißen Zwischenräder.

4.2 Neuer Lösungsschritt

Der im ersten Lösungsversuch entstandene Förderer war noch längst keine „Bestlösung“, ob-

wohl er durchaus funktionsfähig war – allerdings nur in einem sehr engen Funktionsbereich.

Die Schüler erkannten das sofort, als der Lehrer sie aufforderte, nun einige wesentlich kürzere, nur etwa 5 cm lange Leistenabschnitte weiterzufördern. Die Fördereinrichtung versagte. Die kurzen Holzstücke kippten in der großen Lücke hinter dem Antriebsrad zum niedrigen Zwischenrad hinunter, blieben dort liegen oder fielen seitlich aus dem Förderer heraus.

Mit dieser neuen, sich als notwendig anbietenden und in sich völlig logischen Funktionserweiterung wurde die Aufgabe re-problematisiert. Der Lehrer bahnte einen Lösungsprozeß an, in dem nichts grundsätzlich Neues mehr erarbeitet/entwickelt, sondern etwas bereits Bekanntes erweitert, ergänzt, modifiziert und/oder in einen geänderten Zusammenhang gebracht werden mußte.

Die Schüler sollten in diesem Versuch zeigen, ob sie gelernt hatten, Grundprinzipien in der Funktion von Reibrädergetrieben experimentell bloßzulegen und konstruktiv anzuwenden.

4.2.1 Problemanalyse

Die Schüler hatten beim Versuch, die kurzen Leistenabschnitte zu transportieren, feststellen müssen, daß die Abstände zwischen den fördernden Rollen für kleinformatige Lasten zu weit waren. Das fischertechnik-u-t-1-Sortiment bietet keine Räder mit geringerem Durchmesser als Zwischenräder an. Es lag nun nahe, daß die Schüler die Aufgabe aufgrund dieser Tatsache für unlösbar erklärten. Der Lehrer ermutigte die Arbeitsgruppe deshalb noch einmal ausdrücklich zu einer Lösung, in der das bisher Erarbeitete nur umgestellt, verändert werden sollte.

4.2.2 Lösungsprozeß

Tatsächlich brauchten sogar die findigsten Schüler für den Lösungsprozeß verhältnismäßig viel Zeit. Einigen Schülern mußte der Lehrer damit helfen, daß er sie aufforderte: „Stecke ein Rad auf eine Achse und halte es an deinem Modell an das Antriebs-, das Abtriebs- oder eines der Förderräder.“

Hier handelte es sich um den Versuch, eine „Einstellung“ abzubauen, die sich in der Arbeit mit Baukastensystemen bei Lernenden leicht bilden kann: die Maßgleichheit der Bauteile läßt es ohne eine bewußt-divergierende Grundvor-

* Unser Förderer ist konstruktiv ein Getriebe, d. h. eine „kinematische Vorrichtung (kinematische Kette), die der Kupplung... von Bewegungen und der Energieübertragung dient“; Meyer: Lexikon Technik und exakte NW.

stellung gar nicht zu, daß Achsen in einfachen Getriebekonstruktionen anders als auf gleicher Höhe angeordnet werden! Dadurch bildet sich rasch ein Konstruktions-„Grundmuster“, das für weiterführende Problemlösungsprozesse erst abgelöst werden muß. Die Achsenanordnung des ersten Lösungsversuchs ist ein solches „Grundmuster“ (Abb. 2). Der erste Schritt zu seiner Auflösung wurde vom Lehrer dadurch vorgegeben, daß er die Schüler dazu aufforderte, ein zusätzliches „freies“ Rad am Modell „mitlaufen“ zu lassen. Das konnte der Lage der Dinge nach nur an einem anderen als den in der Grundkonstruktion festgelegten „Kontaktpunkten“ geschehen.

Mit diesem kleinen Zwischenversuch gewannen die Schüler die Erkenntnis (– die später in eine Regel gefaßt wurde):

Eine Bewegungsübertragung ist von jeder Stelle der Lauffläche eines (Reib-)Rades auf jede Stelle der Lauffläche eines anderen Rades möglich.

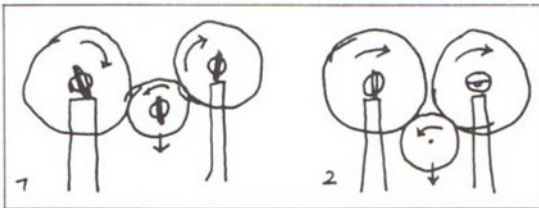


Abb. 3 Die Zeichnung (Schülerarbeit) zeigt, wie das Zwischenrad in zwei Schritten herausgelöst wurde.

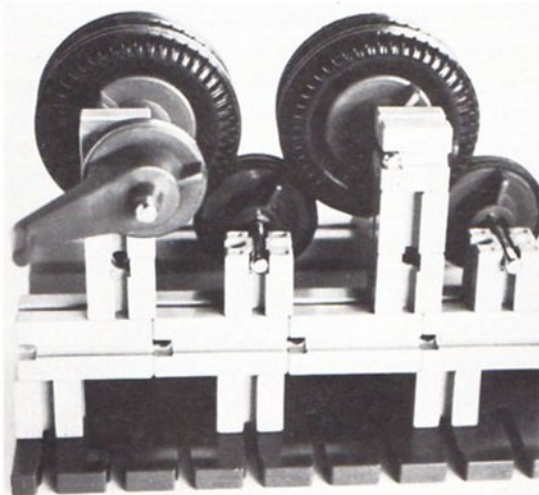


Abb. 4 Modell eines Rollenförderers. Die Achsabstände der einzelnen Reibräder können auf der „Gleitschiene“ stufenlos verstellt werden.

Damit war eine wesentliche Voraussetzung für den Weitergang des Problemlösungsprozesses erreicht.

Tatsächlich kann der Abstand zwischen zwei fördernden Rädern in unserer Vorrichtung nur dadurch verringert werden, daß das Zwischenrad aus seiner genau mittigen, achshöhengleichen Stellung heraus und so weit wie möglich nach unten versetzt wird.

Hier spätestens war es unbedingt nötig, daß die Schüler die Achslagerblöcke frei verschieben konnten, denn für diese neue Konstruktion stimmten die „Normalabstände“ im fischertechnik-System nicht mehr. Sie brauchten außerdem zum Herauskonstruieren der Zwischenräder aus der Reihe der fördernden Rollen viel Fingerspitzengefühl und eine gute Kenntnis der Möglichkeiten des Materials.

Der im Modell (Abb. 4) erreichte Abstand zwischen den Förderrädern ist wohl der geringste, der sich bei vertretbarem konstruktiven Aufwand erreichen läßt. In dieser Konstruktion sind außerdem alle lagernden Bauteile ausreichend zu fixieren. Der Förderer funktioniert mit der notwendigen Sicherheit.

5. Auswertung

Die Schüler hatten bei diesem oft in mehreren Schritten ablaufenden Konstruktionsvorgang genau beobachten können, wie durch „Heruntersetzen“ der Zwischenräder der Raum zwischen den fördernden Rollen immer kleiner wurde und wie trotzdem der Reibkontakt, die Bewegungsübertragung unter den einzelnen Bauteilen der Vorrichtung einwandfrei erhalten blieb.

Selbstverständlich wurden die Schüler auch bei dieser Aufgabe wieder ständig dazu angehalten, Lösungseinzelheiten, konstruktive Einfälle zeichnerisch festzuhalten. In einem gezeichneten Protokoll sehen zwei Schritte im Herauslösen des Zwischenrades so aus, wie es Abb. 3 zeigt.

Das Modell Abb. 4 ist einer Schülerlösung nachgebaut. Dabei wurden die Abstützungen für die Lagerböcke weggelassen, damit das Foto die Innenkonstruktion des Förderers besser zeigen kann. So läuft das Zwischenrad, um noch ein wenig Abstand zu sparen, in der Eintiefung zwischen den beiden „Geländereifen“ der Förderrollen.

Einige Schüler, die den Platz auf der Gleit-

schiene möglichst gut ausgenutzt hatten, konnten insgesamt vier Förderrollen (und zwischen ihnen drei Zwischenräder) montieren. Andere schafften nur drei. Die unterschiedliche Anzahl der Rollen und der Zwischenräder eröffnete eine Frage des Lehrers, die zu einer weiteren Regel führte:

Ändert sich mit der Zahl der Zwischenräder etwa die Drehfrequenz (Drehzahl/Drehgeschwindigkeit) der Transportrollen?

Die Schüler konnten aus Versuchen an ihren Modellen die Frage nur dann richtig beantworten, wenn die Förderer tadellos funktionierten. Und hier war der Hinweis notwendig, daß das bei mehr als drei Förderrollen schon ein wenig problematisch wird (Leistungsgrenze des Reibrädergetriebes!). Trotzdem ließ sich die Regel ableiten:

Die Anzahl der Zwischenräder ändert die Drehfrequenz (Drehgeschwindigkeit) des Getriebes (des Förderers) nicht.

Auch die Antwort auf die Lehrerfrage nach der Drehfrequenz zielte auf die technische Wirklichkeit: es wäre höchst gefährlich, wenn in einer Rollenförderer-Anlage Rollen etwa unterschiedlich schnell liefen!

Die Untersuchungen an einer Fördereinrichtung aus Rädern, die in direktem Eingriff/Kontakt laufen, waren damit abgeschlossen. Die Schüler sollten ihrer (Modell-) Konstruktion nun einen Namen suchen, und sie fanden ihn sofort: **Rollenförderer.**

Hier könnte unser Bericht schließen. Aber er fand noch eine überraschende Fortsetzung.

6. Eine Lösung „außer der Reihe“

Ein Schüler unserer Versuchsklasse gab sich mit den Lösungen, die aus einem Reibrädergetriebe abgeleitet worden waren, nicht zufrieden. Er stellte fest:

1. sind selbst im fast perfekten Modell Abb. 4 die Abstände zwischen den Förderrollen noch immer verhältnismäßig groß,

2. funktionieren Rollenförderer mit mehr als drei Fördererrollen – zumindest im Modell – nicht mehr mit ausreichender Sicherheit.

Deshalb begann er einen „besseren“ Weg zu suchen.

Das Modell Abb. 5 stellt seine Lösung vor. Tatsächlich sind die Abstände zwischen den Förderrollen so gering, daß sich die Rollen fast schon berühren, und mit dem nach außen ver-

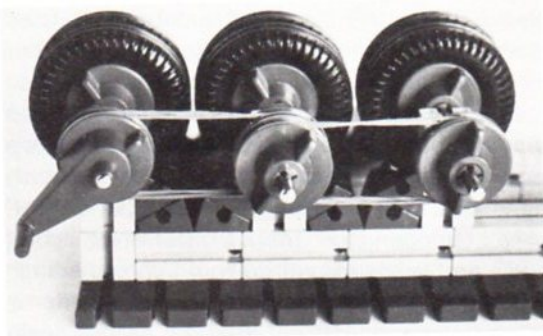


Abb. 5 Rollenförderer mit nach außen verlegtem Riemenantrieb.

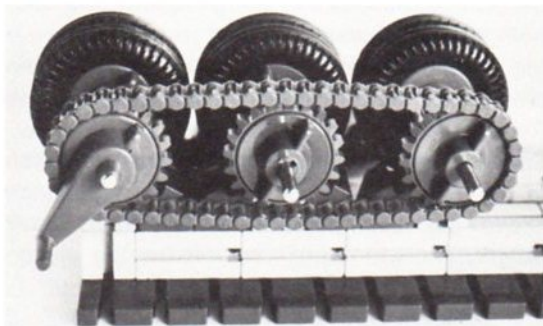


Abb. 6 Der Gummi (vgl. Abb. 5) wurde durch eine Gliederkette ersetzt. Aus dem kraftschlüssigen Getriebe ist dadurch ein formschlüssiges Getriebe geworden.

legten Riementrieb erreicht der Konstrukteur eine wesentlich zuverlässigere Bewegungsübertragung.

Wir haben ihm dann aus dem Ergänzungsbestand Material für eine Gliederkette zur Verfügung gestellt, mit der er seine Fördererkonstruktion weiter entscheidend verbessern/vereinfachen konnte (Abb. 6).

Auch aus diesen letzten Bauversuchen wurden dann noch einmal einige wichtige Erkenntnisse zu den Getriebefunktionen abgeleitet, z. B.

die kraftschlüssigen Zugmittelgetriebe (Modell Abb. 5) arbeiten nur dann (verhältnismäßig) sicher, wenn das Zugmittel möglichst weit um die (Schnur-) Laufräder herumgeführt wird (ein Versuch, die Zuggummis ebenso einfach über die Rollen hinweg zu führen, wie das beim Gliederketten-Modell Abb. 6 geschehen ist, mißlang kläglich);

formschlüssige Zugmittelgetriebe dagegen arbeiten zuverlässig, selbst wenn Zahnräder und Gliederketten nur mit wenigen Gliedern im Eingriff stehen. ■

Unterrichtsversuche zum Thema „Hydraulik“

Die Erprobung wurde durchgeführt in der Schule Altonaer Straße in Hamburg mit Schülergruppen (19 Jungen, 13 Mädchen) des 6. und 7. Schuljahrs.

Arbeitsmaterial: Lernbaukästen u-t1, Scharniere aus dem u-t S, Zusatzmaterial: je Schüler: eine 20 ml-Einwegspritze, eine 5 ml-Einwegspritze mit zugeschnittenem Kolbenende, Gummischlauch (4–5 mm Außendurchmesser), einige T-Stücke für Schlauchverbindungen, 10 ml-Einwegspritzen, 2 ml-Einwegspritzen.

Vorbemerkung

Im „Forum technische Bildung“ 3/74 wurde im Aufsatz „Konstruktion eines Baggers mit pneumatischen Elementen“ von Jan Leendertz ein Beispiel dafür unterbreitet, wie hydraulische Probleme im Technik-Unterricht erarbeitet werden können. Bei Leendertz, der sein Beispiel unterrichtlich noch nicht erprobt hat, fehlen z. T. die für den Praktiker wichtigen Hinweise und Hilfen für eine unterrichtliche Durchführung; auch die Frage nach verschiedenen Einsatzmöglichkeiten im Technik-Unterricht bleibt offen. Diese Lücke soll der Beitrag schließen helfen.

Die Einsatzmöglichkeiten des hydraulischen Zusatzmaterials sollen an drei Aufgaben gezeigt werden:

Bewegliche Brücke

Gabelstapler

Löffelbagger und Schürflader

Die vollständige Durchführung dieser Aufgaben im Rahmen des klassischen fischertechnik-Materials ist mit entsprechenden Lernzielaufgaben und unterrichtlichen Hinweisen beschrieben worden in: Raabe/Schietzel/Vollmers: „Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung in der Grundschule“, Braunschweig und Tumlingen 1972, und in Pfeiffer/Schietzel/Schmayl/Rolff/Vollmers: „Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr“, Braunschweig und Tumlingen 1974¹.

Vgl. auch: Jan Leendertz, „Konstruktion eines Baggers mit pneumatischen Elementen“ in: Forum 3/74, Seite 13–19. Horst-Werner Meier, „Hydraulik im Unterricht“ in: Forum 4/74, Seite 11–17.

Auf eine Sachinformation kann verzichtet werden, weil Leendertz in seinem Bericht darauf eingeht. Die Aufgaben wurden im 6. und im 7. Schuljahr erprobt. Eine Weiterführung in der Sekundarstufe I bietet sich an bei einem Unterricht über das Automobil innerhalb der Themen Bremsen, Getriebe, Kupplung.

Lernziele

Funktionstüchtige Modelle mit hydraulischen Funktionen bauen können.

Folgende Begriffe anwenden können: Hydraulik, Pumpe, Arbeitszylinder (Preßzylinder).

Die technischen Vorzüge einer hydraulischen Kraftübertragung nennen können: Kraft kann über variabel verlegbare Schlauchleitungen in jede Richtung übertragen werden; Umlenkvorrichtungen nicht erforderlich, Druck ist überall gleich groß; gute Steuerungsmöglichkeiten der Bewegungsvorgänge.

Die hydraulische Kraftübertragung physikalisch erklären können: Übertragen von Kräften mit Hilfe des Drucks von Flüssigkeiten; Flüssigkeiten eignen sich zur Kraftübertragung, weil sie nicht zusammendrückbar sind (bzw. nur minimal).

Anwendungsbereiche der Hydraulik nennen können: Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Baumaschinen, Pressen usw.

(Diese Lernziele ergänzen die in den genannten Unterrichtsbeschreibungen aufgeführten Lernziele.)

Unterrichtsdurchführung

Ich habe mit dem hydraulischen Konstruktionsmaterial im Anschluß an die ein und zwei Jahre früher ausführlich behandelten oben genannten Themen folgende Einsatzmöglichkeiten erprobt und als unterrichtlich gut geeignet befunden:

1. Aufgabe:

Bewegliche Brücken

Zu Beginn des Unterrichts wurden die Möglichkeiten, Brücken zu bewegen, wieder in Erinnerung gerufen: Es sind Dreh-, Klapp-, Hub-, Zug- und Schiebebrücken zu unterscheiden. Der Lehrer stellte dann die Aufgabe, das Modell irgendeiner dieser Brücken zu bauen und dasselbe hydraulisch in Bewegung zu setzen.

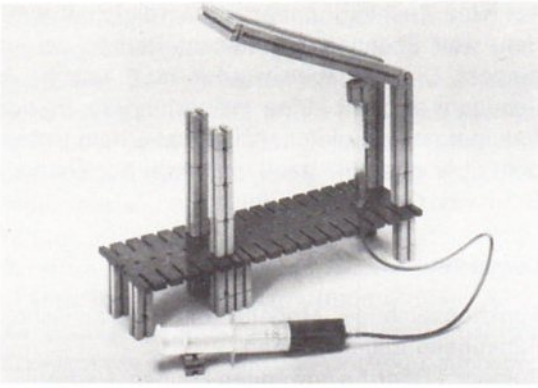


Abb. 1 Modell einer Klappbrücke, die „Brückenfahrbahn“ wurde hydraulisch bewegt.

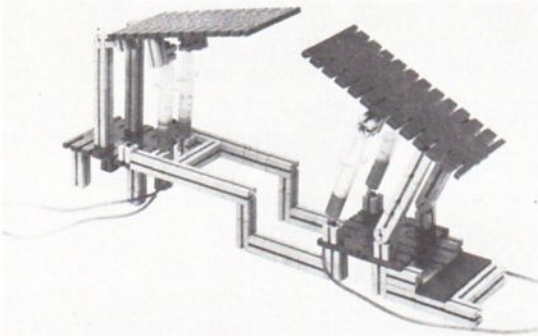


Abb. 2 Modell einer Klappbrücke mit zwei beweglichen Brückenteilen (Partnerarbeit).

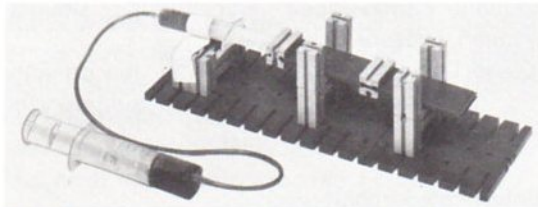


Abb. 3 Modell einer Schiebebrücke. Der „Arbeitszylinder“ ist hier mit Klebeband befestigt.

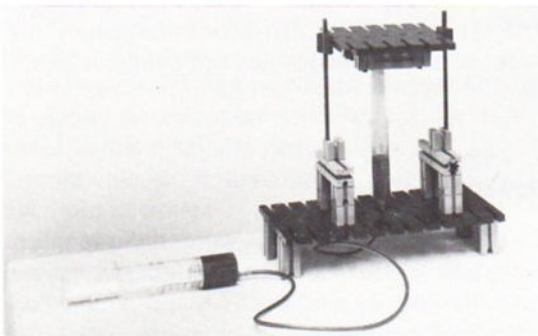


Abb. 4 Modell einer Hubbrücke. Die beiden Achsen dienen der Führung, sie verhindern ein seitliches Verschieben und Verkanten.

Mit diesem neuen Begriff war das Stichwort gegeben, das zugrundeliegende technische Prinzip in einem möglichst elementaren und anschaulichen Grundversuch zu demonstrieren. Zu diesem Zweck ließ der Lehrer zwei verschiedenen große Spritzen mit einem Schlauch verbunden in der Klasse herumgehen. (Schlauch und 20-ml-Spritze sind zuvor etwa bis zur 10-ml-Marke mit Wasser gefüllt worden). Die Schüler stellten fest, daß beim Hineindrücken des Kolbens an der 20-ml-Spitze der Kolben der 5-ml-Spritze herausgedrückt wird. Beim Herausziehen des großen Kolbens wurde der Kolben der kleinen Spitze wieder in die Ausgangslage zurückgesaugt.

Die Schüler erinnerten sich sofort an Maschinen, in denen hydraulischer Druck angewendet wird: Hydraulikbagger, Schürflader (Radlader), Hubbrücke, Ladefläche und Heckklappe an Lastwagen usw. Durch das Zusammentragen dieser Beispiele wurden gleichzeitig schon Anregungen zur Lösung für die weiteren Aufgaben gegeben.

Die Befestigung von Schlauch und Arbeitszylinder sollte der Lehrer kurz demonstrieren: Das zugeschnittene Kolbenende der 5-ml-Spritze wird in eine Bausteinrille geschoben (Abb. 1). Als Gegenlager wird der Schlauch entweder an den Bausteinen mit Klebeband festgeklebt (Abb. 9), in den Schlitzen der Grundplatte gelagert oder auch in einer Bausteinrille versenkt. Bei den ersten Anwendungsversuchen verklemmten sich die Arbeitszylinder beim Herausdrücken. Deshalb ließen sich Klappbrücken z. B. nicht genügend anheben. Erst als die Schüler die Kolbenenden in Gelenksteinen, Scharnieren oder in den Bausteinen mit rotem Zapfen drehbar lagerten, ließen sich die Brücken bis zum Anschlag herausdrücken. Die Abbildung 1 zeigt den ersten Versuch. Der ausgefahrene Kolben drückt die Brücke hoch. Der Kolben ist hier mit einem Scharnier aus dem u-t S an der Brückenbahn befestigt. Eine Sperrvorrichtung, um die Brücke in dieser Lage zu halten, ist nicht nötig. Deutlich wird die Funktion der Spritzen an der Partnerarbeit zweier Schüler (Abb. 2). An der

¹ Der etwa pfenniggroße Abschluß des Kolbens wird so zugeschnitten, daß er sich in eine Bausteinrille schieben läßt (auf ca. 4 mm). Das Zuschneiden sollte mit einem erwärmten Messer vorgenommen werden. Die am Anfang des Spritzenzylinders angebrachten Teile zum Gegendrücken werden gerade geschnitten. Schwergängige Kolben werden entweder mit 400er Schmirgelpapier leichtgängig gemacht, oder sie werden etwas eingefettet.

linken Brückenhälfte sieht man den aufgeschobenen Baustein (mit rotem Zapfen), der sich beim Herausdrücken im großen Baustein drehen kann, so daß Zylinder und Kolben nicht verklemmen. Die rechte Brückenhälfte wird durch zwei Hubzylinder angehoben, deren Schläuche mit einem T-Stück verbunden sind.

Eine andere Lösung wird auf Abbildung 3 dargestellt: Hier hat der Schüler versucht, das Problem durch eine Schiebebrücke zu lösen. Geführt von den senkrechten Bausteinen schiebt sich die Brückenbahn bei Druck auf den Energieteil nach vorn. Anders gelöst ist bei diesem Modell die Befestigung des Arbeitszylinders. Der Schüler hat den Spritzenhalter am Zylinder in den Bausteinrillen eingeklemmt.

Weitere Lösungen zeigen die Modelle der Abbildungen 4 und 5, die von einigen Schülern als Autohebebühnen gedeutet wurden. Das Modell der Abbildung 4 zeigt eine Hubbrücke, die in zwei Stangen geführt wird. Bei Abbildung 5, ebenfalls eine Hubbrücke, wird die Brücke durch Zahnstangen, die in Stirnräder eingreifen, geführt.

2. Aufgabe Gabelstapler

Aufgabenstellung:

Baue einen Gabelstapler, mit dem Du hydraulisch Lasten anheben und absetzen kannst und der Lasten transportiert.

Nachdem den Schülern die Einsatzmöglichkeiten des Zusatzmaterials im vorausgegangenen Unterricht deutlich geworden war, bereitete ihnen diese Aufgabe kaum noch Schwierigkeiten. Bei allen Modellen wurden zwischen (Abb. 6) oder neben dem Standmast ein oder zwei Hubzylinder gelagert, die beim Ausfahren des Kolbens die Gabel anheben. In einigen Fällen vergrößerten aufgeschobene Zahnstangen (Abb. 7) die Festigkeit des Standmastes. In einem Modell hat der Schüler rechts und links vom Standmast einen Hubzylinder angebracht.

3. Aufgabe: Löffelbagger und Schürflader

Aufgabenstellung:

Konstruiere einen Löffelbagger, der hydraulisch mit dem Löffel Sand aufnehmen und an anderer Stelle wieder abladen kann.

Oder: Konstruiere einen Schürflader, der Erde aufnehmen und den Boden planieren kann.

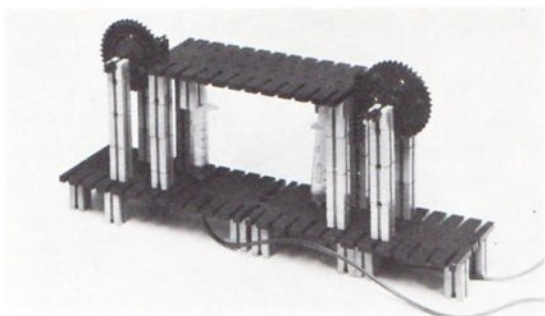


Abb. 5 Modell einer Hubbrücke. Durch ein T-Stück sind die beiden „Arbeitszylinder“ an eine „Pumpe“ angeschlossen.

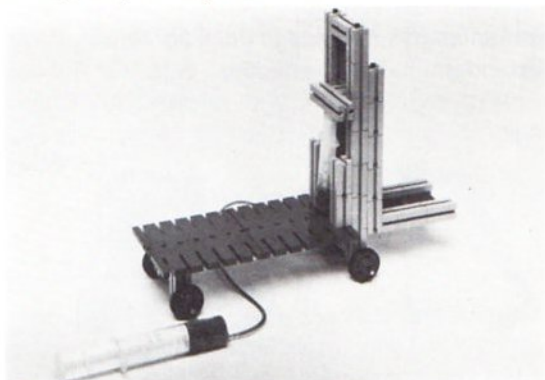


Abb. 6 Modell eines Gabelstaplers, die Hebevorrichtung wird hydraulisch betätigt. Das Ende des „Arbeitszylinders“ reicht durch die Grundplatte, dort ist dann der Schlauch angeschlossen.

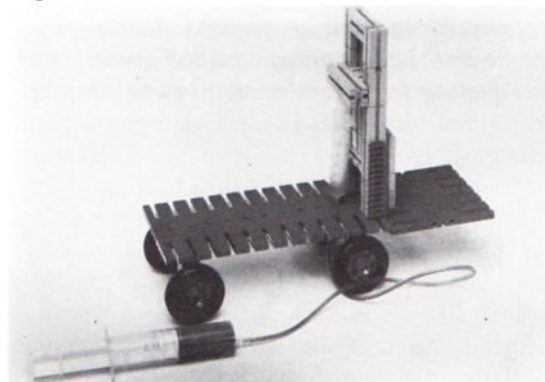


Abb. 7 Modell eines Gabelstaplers. Die Führung der Hebevorrichtung ist ähnlich gebaut wie bei dem Modell auf Abb. 6: Zwischen den Bausteinen des Rahmens können die Bausteine auf- und abgleiten. Die querliegenden Bausteine verhindern das Abkippen der Hebevorrichtung nach vorne. In diesem Modell ist der Rahmen durch die Zahnstangen zusätzlich stabilisiert.

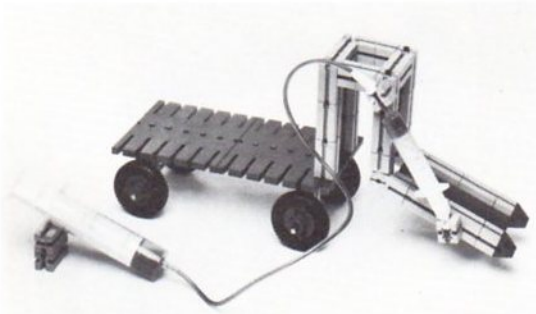


Abb. 8 Modell eines Schürfladers. Die Spritze 5 ml („der Arbeitszylinder“) ist in Bausteinen mit runden Zapfen gelagert. Dadurch wird ein Verkanten des Kolbens in der Spritze verhindert.

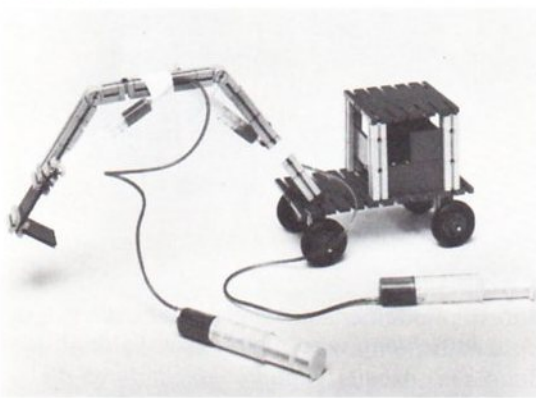


Abb. 9 Modell eines Baggers mit hydraulischer Betätigung. Da jedem der beiden Arbeitszylinder eine gesonderte „Pumpe“ zugeordnet ist, können die beiden beweglichen Teile unabhängig voneinander bewegt werden.



Abb. 10 Bagger. Die verschiedenen Arbeitszylinder und die zu ihnen führenden Schlauchleitungen sind deutlich zu sehen. Man beachte auch die Abstützung zur Vergrößerung der Standfestigkeit.

Bei dieser wie bei den vorherigen Aufgaben wurde auf den Einsatz von Ventilen (Dreiweghähnen) verzichtet. Deshalb wurden die Baggermodelle von den Schülern weitgehend in Partnerarbeit konstruiert: Da für jeden der beiden Arbeitszylinder eine 20 ml-Spritze als Pumpe benötigt wurde, ließ sich so der Bewegungsablauf des Löffels oder Schürfers besser koordinieren. Bei dieser Aufgabe stellte sich heraus, daß die geforderten Bewegungsabläufe nur hydraulisch ausgeführt werden konnten.

Durch entsprechende Anordnung der Zylinder kann (Abb. 9) der Baggerarm (Träger) bewegt werden; durch Herausdrücken des vorderen Kolbens (am Kippzylinder) kommt der Löffel auf den Boden. Wird der Kolben zurückgesaugt, schabt der Löffel über den Boden und nimmt Sand auf.

Nicht alle Schüler machten sich an diese schwierige Aufgabe heran. Sie konstruieren statt dessen den einfacheren Schürflader. Die Abbildung 8 zeigt ein Lösungsbeispiel, bei dem ein Planierschild mit Hilfe des Arbeitszylinders gekippt und gehoben werden kann.

Realbezug

An die Besprechung der Modelle schloß sich ein Gespräch über die Funktionsweise von Baggern, Brücken, Gabelstaplern und Gabelhubwagen in der technischen Wirklichkeit unserer Arbeitswelt an. (Prospektmaterial von Herstellerfirmen war dabei von großem Nutzen.) – Ein Vergleich zwischen den im Modell verwendeten hydraulischen Bauteilen und dem hydraulischen System in der Technik sollte auf alle Fälle angestellt werden. Anlaß dazu bietet die Beobachtung, daß die Spitzen einwandfrei auf Druck arbeiten, bei Sog aber bisweilen schwerfällig zurückkommen.

Im Gegensatz zu den Modellen, wo die Zylinder auf Saug- und Druckwirkung arbeiten, werden bei der Hydraulik in der technischen Realität die Kolben nur durch Druck bewegt. Als Mittel zur Druckübertragung wird Hydrauliköl verwendet. Zur Vertiefung des Verständnisses bietet sich eine Realitätsbegegnung an. Bei einem Hydraulikbagger sehen die Schüler deutlich, daß bei den Zylindern an jedem Ende eine Hydraulikleitung mündet, über die jeweils der Druck gesteuert wird (Abb. 10). ■

Leserbrief

zum Beitrag: Jan Leendertz: Konstruktion eines Baggers mit pneumatischen Elementen (Forum 3/74, Seite 13 ff.).

... Grundelemente eines hydrostatischen Getriebes (auch die Kraftübertragung eines Hydraulikbaggers kann nur als ein solches Flüssigkeitsgetriebe gesehen werden) sind Energieerzeuger (Pumpe) und Energieverbraucher (Motor oder Zylinder). Wirkprinzip dieses Systems ist es, daß über eine Pumpe mit kleiner Leistung eine große Kraftwirkung erzielt werden kann. Ein einfaches Beispiel dafür ist der hydraulische Wagenheber: Häufiges Pumpen mit einem kleinen Kolben bewirkt ein langsames, aber kräftiges Anheben. Eben dieses „Pumpen“ ist ein wichtiges Merkmal für die in einem Bagger verwendete Hydraulikanlage.

Ein Bagger mit einer „Riesenpumpe“ kann das aber wohl kaum verdeutlichen.

... Hydraulikbagger arbeiten mit Differentialzylindern, also mit doppelt wirkenden Zylindern, deren Auslegung in beiden Arbeitsrichtungen verschiedene Geschwindigkeiten ermöglicht. Die Herstellung dieser Zylinder gelingt Leendertz mit dem von ihm verwendeten Material aber nicht. Auch eine gegenläufig arbeitende Anlage mit einfach wirkenden Kolben, durch die er wenigstens die Arbeitsmöglichkeiten eines Baggers hätte zeigen können, scheitert (wahrscheinlich) an der dann zu komplizierten Steuerung. Spätestens hier wäre doch wohl deutlich geworden, daß dieses Modell für eine einfache Darstellung in der Schule ungeeignet ist. Die Einführung eines „Saugsystems“ aber kann das „Modell“ nicht retten.

Werner Schmidt cand. W.-Ing.

Zur Diskussion gestellt

Der Beitrag von Jan Leendertz über die „Konstruktion eines Baggers mit pneumatischen Elementen“ (Forum 3/74) hat bei unseren Lesern unterschiedliche Reaktionen ausgelöst. *Werner Schmidt* lehnt in seinem Leserbrief das unterrichtliche Vorhaben von Leendertz ab.

Schmidt wendet ein, daß Leendertz in seiner Konstruktion die technischen Sachverhalte der Wirklichkeit so stark verändere, daß es nicht nur zu Vereinfachungen, sondern zu Verfälschungen komme. So werde statt der nicht zusammendrückbaren Flüssigkeit zusammendrückbare Luft verwendet; so würde auch das technische Prinzip verfälscht, in dem das Verhältnis von Pumpenquerschnitt und Querschnitt der Arbeitszylinder gegenüber der Wirklichkeit genau umgekehrt würde.

Jan Rolff greift dagegen die Anregungen von Jan Leendertz auf, läßt Modelle bauen, in denen Brücken, Bagger und andere Maschinen hydraulisch bewegt werden, wenn auch nicht nach dem in der Technik tatsächlich praktizierten Schema, sondern mittels von Schülern erfundenen Konstruktionen, die in der technischen Wirklichkeit nicht realisierbar sind (vgl. Seite 21–24 dieses Heftes). Unbestreitbar liegen hier Lösungsversuche von Schülern eines 7. Schul-

jahres vor, in denen ein Moment der hydraulischen Funktion (Kraftübertragung durch Flüssigkeiten) in Maschinen dargestellt ist. Unbestreitbar ist allerdings auch, daß dies nur unter erheblicher Vereinfachung des technischen Sachverhalts geschah (vgl. Leserbrief).

Fragen werfen sich auf. Geht die didaktische Reduktion bei Leendertz und Rolff so weit, daß sie nicht elementarisiert, sondern verfälscht? Genügt eine Beschäftigung mit der Hydraulik, die sich etwa auf einen Unterricht beschränkt, wie ihn Rolff beschrieben hat, noch dem Sachanspruch? Kann man dem Gedanken von Leendertz und Rolff zustimmen, daß es für die Entwicklung des technischen Verständnisses lohnend sei, Einblick in ein Kraftübertragungssystem zu gewinnen, bei dem man Kräfte „um x Ecken“ (Leendertz) übertragen kann? Das quantitative Verhältnis von Kraftaufwand am Einsatzort (Arbeitszylinder) zum Kraftaufwand am Ausgangspunkt dürfe dabei vernachlässigt werden.

Die Stellungnahme unserer Leser würde uns interessieren: Was ist hier unterrichtlich erlaubt, was verboten, was erwünscht? Werden hier technische Sachverhalte elementarisiert oder verfälscht?

Die Redaktion

Vorrede zu einer neuen Spalte im Forum

In den vorangegangenen Heften haben wir manchmal spezielle Beiträge zum technischen Zeichnen veröffentlicht. Herausgeber und Berater haben sich nun entschlossen, diese Spalte zu erweitern und als ständige Einrichtung zu führen.

Dies kann nur gelingen, wenn Sie, unsere Leser, aktiv mitarbeiten und so zur Gestaltung dieser Spalte beitragen.

Grundsätzliche Probleme und Einzelfragen können unter verschiedenen Aspekten gesehen und erörtert werden. Zum Beispiel:

1. Unterrichtsbeispiele / Erfahrungsberichte
2. Sachinformationen
3. Arbeitsmittel
4. Diskussionsbeiträge / Leserbriefe

Schwerpunkte können sehr unterschiedlich gesetzt werden:

Lernorganisatorische Fragen:

Wodurch lassen sich Ziele, Inhalte und unterrichtliche Maßnahmen begründen? Welche methodischen Schritte werden beim Erarbeiten z. B. von Darstellungsarten vollzogen? Welche Alternativen gibt es dazu? Wie sind sie zu bewerten? Welche Möglichkeiten zur Gestaltung von Anfangssituationen und zur Motivation der Schüler können empfohlen werden? Welche Fragen tauchen auf beim Lernen/beim Üben? Welche erprobten Aufgaben werden gestellt?

Sachliche Fragen:

Welche Normen sind bei der Darstellung zu berücksichtigen (Linienbreite, Linienführung, Linienarten; Verzerrung der Winkel, Verkürzung von Strecken u. a. m.)? Welche Vor- und Nachteile gibt es zwischen den Darstellungsarten? Wie lassen sich in einer Skizze/Zeichnung Richtung und Größe von Kräften darstellen? Wie kann eine Zeitfolge deutlich gemacht werden?

Zur Mitarbeit auch in dieser Spalte bitten wir Sie, unsere Leser. Die oben angedeuteten Aspekte und Fragen wollen Ihnen nur einige Anregungen geben. Sie sollen natürlich dadurch nicht eingeengt oder eingeschränkt werden. Wir freuen uns über jeden Beitrag, auch wenn das darin angeschnittene Problem nicht in der Aufzählung enthalten ist.

Die Redaktion

Horst Dinter

Versuch einer Standortbestimmung

1. Analyse der vorliegenden Lehrpläne

Der Themenbereich – das Werkzeichnen/das technische Zeichnen – wird durchgehend in den vorliegenden Lehrplänen und Lehrplanentwürfen angesprochen. Dabei ist der Stellenwert dieser Arbeitsfelder in diesen Veröffentlichungen ganz unterschiedlich. Einmal ist es Schulfach mit eigenem Wochenstundenanteil, anderswo wiederum wird es als Lehrgang vorgestellt, der „zur geeigneten Zeit“ neben dem Techniklehreunterricht herlaufen soll, und schließlich ist es in einigen Lehrplänen voll integrierter Bestandteil der Techniklehre – was immer man auch darunter verstehen mag.

In Bayern gibt es u. a. das traditionelle Fach „technisches Zeichnen“, das seit je in den dortigen Realschulen mit so großem Erfolg gepflegt worden ist, daß es auch in den Arbeitslehreunterricht der Hauptschulen als Fach übernommen wird.

In Hessen dagegen ist das technische Zeichnen in die jeweils „technischen Aspekte“ der in diesem Lehrplan („Handreichungen Arbeitslehre-Polytechnik“) vorgestellten Projekten integriert. Im letzten Ausbildungsabschnitt (9. und 10. Schuljahr) soll dann allerdings ein „kombinierter Lehrgang Metall/Bau/Installation/Elektro“ im technischen Zeichnen angeboten werden, also ein Ausbildungsprogramm, das eigentlich schon in das Fachzeichnen gehört und das selbstverständlich voll ausreichende oder sogar bessere Kenntnisse im technischen Zeichnen voraussetzt.

Rheinland-Pfalz sieht einen „Lehrgang technisches Zeichnen“ von der Werkskizze bis zur Werkzeichnung und zum Funktionsplan, außerdem zur Erlernung der Normschrift vor, der sich oft an einzelne Aufgaben aus dem Technik-Lehrplan anlehnt, gelegentlich aber auch weit darüber hinausgeht.

Weitgehend integriert und durch einen besonderen „Lehrgang“ nicht festgelegt ist die Arbeit mit dem technischen Zeichnen in den Lehrplänen in Nordrhein-Westfalen und im Saarland. Dort wird die planende, sichernde, unter-

stützende oder klärende Funktion der technischen Zeichnung oder Skizze immer dann herausgestellt, wenn sie in einer Aufgabenlösung besonders wichtig erscheint.

Zu allen drei Organisationsformen für einen Unterricht „technisches Zeichnen“ gibt es einige (rhetorische) Fragen, etwa:

Bayern: Kann es gelingen, die Arbeitspläne für den Techniklehre-Unterricht und für das technische Zeichnen so aufeinander abzustimmen, daß Zeichenfertigkeiten dann bereitstehen, wenn sie in der Techniklehre gebraucht werden? Wieweit „verselbständigt“ sich das technische Zeichnen, wenn es dem Techniklehre-Unterricht nicht gelingt, rechtzeitig und ausreichend „Gegenstände“ anzubieten, an denen das Zeichen-Übungsprogramm erarbeitet werden kann?

Hessen: Wie soll in einem Projektunterricht mit ganz speziellen Aufgabenstellungen der Zugang zur gesamten Breite des Stoffprogramms für technisches Zeichnen gewonnen werden? Lassen sich die Schwierigkeitsgrade der Einzelaufgaben und Aufgabenteile in umfassenden Projekten aufeinander abstimmen? Wie wird auch hier sichergestellt, daß nicht nur die für die Lösung jeweils einer Aufgabe benötigten Fertigkeiten und Kenntnisse vermittelt werden, sondern sich das Ausbildungsprogramm zur notwendigen Vollständigkeit schließt (das gleiche gilt für den Plan im Saarland)? Mit welcher Kontinuität kann in dieser Organisationsform gearbeitet werden? Wann, wie und an welchen Gegenständen wird geübt?

2. In wessen Zuständigkeitsbereich (im Unterricht) fällt das technische Zeichnen?

Soll sich der Kunsterzieher um die Einführung des Schülers in das Zeichnen mit Bleistift, Tuschefüllhalter, Lineal und Zirkel kümmern? Zeichnen heißt ja „Darstellen mit den Darstellungsmitteln der Linie und nach Gesetzmäßigkeiten des Sehens“, so, wie sie heute im erweiterten Arbeitsfeld des Kunsterziehers, in der „visuellen Kommunikation“ erarbeitet werden müssen? Viele Kunsterzieher sind jedenfalls in der Lage, eine gediegene Einweisung in die Grundlagen des technischen Zeichnens zu geben, aber – und das ist ohne jeden Vorwurf festgestellt – sie werden die Einzelschritte ihres methodischen Weges und ihre Gegenstände unter den ihnen vertrauten Gesichtspunkten

der Ästhetik und der Gestaltung sehen (müssen). Auf diesem Wege begegnen sie der Technik nur selten einmal.

Oder ist technisches Zeichnen etwa identisch mit oder eine Ableitung vom Zeichnen in der „darstellenden Geometrie“ des Mathematikers? Das technische Zeichnen und die darstellende Geometrie berühren sich zweifellos überall dort, wo es sich um – z. T. in Formeln „eingefrorene“ – Gesetze der Abstraktion handelt. Auch zwischen der darstellenden Geometrie des Mathematikers und dem technischen Zeichnen gibt es also Berührungspunkte – aber keinesfalls so große Überschneidungen, daß man die Arbeit im technischen Zeichnen dem Mathematiker überlassen dürfte.

Das technische Zeichnen ist eine Aufgabe des Techniklehre-Unterrichts.

3. Zur Ausbildung der Lehrer

Mit der Feststellung wird eine weitere Frage aufgeworfen: Wieweit ist die Fachlehrkraft für den Techniklehre-Unterricht dazu befähigt, Werkzeichnen/technisches Zeichnen zu unterrichten? In einer Reihe neuerer Studiengänge für Technik-Lehrer sind Einführungs-/Ausbildungskurse zum technischen Zeichnen vorgesehen. Hier allerdings muß klar gesehen werden, daß die für einen solchen Kurs zur Verfügung stehende Zeit nur einen Bruchteil dessen ausmacht, was in der Ausbildung für einen technischen Zeichner aufgewandt wird!

Technisches Zeichnen ist zudem in großem Umfang „Übungssache“. Aber Üben erfordert viel Zeit, und die haben Studenten oder Lehrer, die sich im technischen Zeichnen weiterbilden wollen, nicht eben reichlich. Außerdem braucht man zum Üben das geeignete Übungsmaterial, Aufgabenstellungen, die sich an dem orientieren, was im Techniklehre-Unterricht verlangt werden muß.

Hierzu klaffen im Bestand zur Verfügung stehender Literatur und anderer Arbeitsunterlagen noch immer große Lücken. Dabei kann auch der Hinweis nicht helfen, daß es ja anderweitig (z. B. für Ingenieure, technische Zeichner, Berufsschulen) genug Material gäbe: Es ist schlecht, den einzelnen Kollegen bei der Durchsicht und der Aufarbeitung solcher Unterlagen alleine zu lassen.

Die Beiträge in unserer neuen Spalte „Werkzeichnen/technisches Zeichnen“ wollen versuchen, hier zu helfen. ■

Produktinformation

1 Der Lernbaukasten u-t S Statik

Mit diesem Baukasten werden dem Schüler Bauteile aus dem Bereich der Statik – Flach- und Winkelträger, Bogenstücke, Streben usw. – zur Verfügung gestellt. Die reichhaltige Materialauswahl erlaubt die Konstruktion von Bauwerken (Modellen), an denen statische Gesetzmäßigkeiten deutlich werden. In Frage kommen insbesondere Brücken, Türme, Masten und Kräne. Das Wiedereinräumen der Bauteile allerdings war besonders in den unteren Schuljahren nicht immer einfach. Der Lernbaukasten u-t S wird deshalb seit Mai 1975 mit einem leeren Sortierkasten ausgeliefert. Der Inhalt des Baukastens kann so auf zwei Kästen verteilt eingeräumt werden. Die Abb. 1 zeigt den Baukasten u-t S mit Sortiereinsatz, Abb. 2 das auf zwei Fächer verteilte Material. Übersichtliche Anleitungen erleichtern das Einsortieren. Der Sortiereinsatz kann auch einzeln bezogen werden.

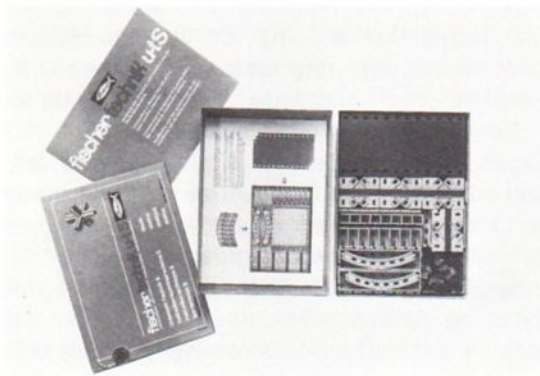


Abb. 1 u-t S mit Sortiereinsatz, Art.-Nr. 2 306106 (Sortiereinsatz einzeln Art.-Nr. 4372411).

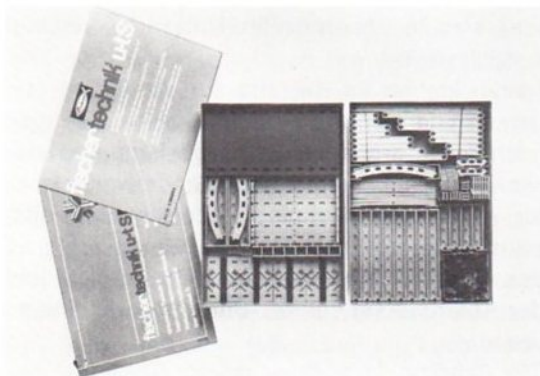


Abb. 2 Der Lernbaukasten u-t S mit Sortiereinsatz nach dem Einräumen.

2 Informationen zum fischertechnik-Programm:

„Technik – Technisches Werken; Lehrplananforderungen und Unterrichtshilfen des fischertechnik-Schulprogramms.“

Von den Fischer-Werken wurde unter dem obigen Titel eine Orientierungshilfe für die Unterrichtsvorbereitung zusammengestellt. Sie weist auf Veröffentlichungen der Fischer-Werke hin, in denen für die Lehrplanthemen des Werk- und Technikunterrichts methodische Hinweise und Sachinformationen gegeben werden. Die in diesen Veröffentlichungen enthaltenen Unterrichtsbeispiele und didaktischen Hilfen decken die Ansprüche der bisher zur Verfügung stehenden neueren Lehrpläne und -entwürfe von sieben Bundesländern in hohem Maße ab. Die Orientierungshilfe kann von den Fischer-Werken, 7241 Tumlingen-Waldachtal, zur kostenlosen Lieferung angefordert werden.

3 Neue Bauteile aus dem fischertechnik-Programm

Das Schulprogramm enthält naturgemäß nicht alle Bauelemente des gesamten fischertechnik-Programms. So wurden u. a. alle Bauteile weggelassen, die der Verkleidung und äußeren Verschönerung dienen. Batteriestab mot. 5, Netzgerät mot. 4 (Transformator), Kraftmesser, Voltmeter em 8 und die Elektronik-Bausteine dagegen werden zusammen mit den Lernbaukästen angeboten. Das Gesamtprogramm bietet darüber hinaus – z.T. neue – Bauelemente, die für bestimmte Aufgaben im Sach- und Technikunterricht interessant sein können. Einige dieser Bauelemente werden deshalb in loser Folge hier vorgestellt werden.

3.1 Raupenkettten und Förderbecher (ft 020)

für die Konstruktion von Kettenfahrzeugen und Förderanlagen.



Raupenkettten und Förderbecher

Die Reihe „Neue Bauteile“ wird fortgesetzt.