

Forum

technische Bildung

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

2/76

Herausgeber:

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

Redaktion:

Ludwig Luber, Fischer-Werke, 7241 Tumlingen
Fachschulrat Helmut Wiederrecht
Torgartenstraße 34, 6921 Lobbach-Lobenfeld

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 Werken im Unterricht
Neckar Verlag, Villingen

Naturwissenschaften im Unterricht
Aulis Verlag, Deubner & Co. KG, Köln

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

Mitarbeiter dieses Heftes:

Edwin Auer, Lehrer,
Flurstraße 8/1, 8034 Unterpfaffenhofen
Günter Bickert, Lehrer,
Kösterstraße 14, 4600 Dortmund 15
Armin Maurer, Lehrer,
Schröderweg 58, 5608 Radevormwald
Harry Nullmeyer, Lehrer,
Passein 3, 6905 Schriesheim
Gerhard Ruckwied, Lehrer,
Lindenweg 5, 6908 Wiesloch-Baiertal
Helmut Wiederrecht, Fachschulrat,
Torgartenstraße 34, 6921 Lobbach-Lobenfeld

Ständige Beratung:

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

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

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

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

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

Fritz Kaufmann
Fachschulrat für Werkerziehung, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

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

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

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

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

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

Forum

technische Bildung

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

Inhaltsverzeichnis

Heft 2/76

1. Harry Nullmeyer
Unterrichtsbeispiel: Der Sicherheitsgurt –
Versuche zur Erkundung seiner Wirkungsweise
Sekundarstufe I Seite 4
2. Armin Maurer
Unterrichtsbeispiel: Wir konstruieren Testfahrzeuge und
untersuchen die Bewegungen des Fahrers bei einem
Aufprall
Orientierungsstufe/Sekundarstufe I Seite 6
3. Helmut Wiederrecht
Sachinformation: Der Sicherheitsgurt im Kraftfahrzeug . Seite 11
4. Gerhard Ruckwied
Unterrichtsbeispiel: Stromversorgung bei rotierenden
elektrischen Verbrauchern am Beispiel der Karussell-
beleuchtung
Sekundarstufe I Seite 14
5. Günter Bickert
„Offener Lehrentwurf“: Das Dreieck als elementares
Fachwerk
Orientierungsstufe/Sekundarstufe I Seite 23
6. Edwin Auer
Unterrichtsbeispiel: Zeichnen der fehlenden Ansicht
in der Dreitafelprojektion
Sekundarstufe I Seite 27
7. Produktinformation Seite 28
 - 7.1 Neue Bauteile aus dem fischertechnik-Programm
Raupenketten und Förderbecher, Kleinstmotor und
Hubgetriebe, Zählwerk, Mini-Taster Seite 28
 - 7.2 Netzschaltgerät Seite 30
 - 7.3 Dokumentation zur technischen Bildung Seite 31
 - 7.4 Neue Bauteile zum Lehrbaukasten Elektronik Seite 31
 - 7.5 Lehrbaukasten Gleichstromtechnik Seite 32

Der Sicherheitsgurt – Versuche zur Erkundung seiner Wirkungsweise

Die Versuche wurden durchgeführt in der Pestalozzi-Hauptschule Weinheim im 9. Schuljahr. Arbeitsmittel:

Lernbaukästen u-t 1, Holzreste, Pappstreifen, Räder und Rollen, Klebstoff, Gummiringe, Gummibänder, Ziegelsteine und Wägestücke.

1. Lernziele

1.1 Die Schüler sollen die Notwendigkeit des Sicherheitsgurtes durch Beobachten von Modellversuchen entdecken und die Wirkungsweise beschreiben können.

1.2 Die Schüler sollen einfache „Versuchsfahrzeuge“ und „Testpuppen“ zur Demonstration der bei frontalem Aufprall auftretenden Kräfte herstellen können.

1.3 Die Schüler sollen Möglichkeiten des Schutzes von Personen (Gurt, Knautschzone, usw.) beschreiben können.

2. Planungsskizze zum Verlauf der Unterrichtseinheit

2.1 Die Schüler wurden in einem einführenden Gespräch mit Schwierigkeiten vertraut gemacht, die bei einem Zusammenstoß auftreten können. Es wurde nicht auf die physikalischen Gesetzmäßigkeiten eingegangen.

2.2 Sie wurden vor die Aufgabe gestellt, sich „etwas“ zu überlegen, bei dem die charakteristischen Bewegungen des „Fahrers“ bei einem Aufprallunfall beobachtbar gemacht werden können. Zu berücksichtigen sei: Fahrzeug, Geschwindigkeit, Hindernis, „Fahrer“.

Die Schüler schlugen vor, Versuche durchzuführen. Vermutlich hatten sie ähnliches bereits im Fernsehen oder in Zeitschriften gesehen.

2.3 Die Schüler arbeiteten in Gruppen an dem Bau der Fahrzeuge und an der Versuchsanordnung. Sie fertigten dabei Skizzen an, um genauere Unterlagen für die Materialauswahl zu erhalten. Folgende Punkte sollten von den Schülern beachtet und möglichst in die Überlegungen einbezogen werden:

Fahrzeug: Konstruktion verschieden, nur Geradeauslauf soll gewährleistet sein. Möglichkeiten zur Befestigung der Testpuppe sollten vorhanden sein, ausreichende Stabilität, damit mehrere Tests überstanden werden.

Antrieb: Es sollen möglichst hohe Geschwindigkeiten erreicht werden, um die Wirkung der dann beim Aufprall auftretenden Kräfte beobachten zu können; z. B. Antrieb durch den Hangantrieb auf einer langen schiefen Ebene. *Fahrbahn und Hindernis* sollen den Belastungen beim Aufprall standhalten. Als Hindernis boten sich Ziegelsteine an.

2.4 Nach Besprechung der „Pläne und Skizzen“ mit dem Lehrer arbeiteten die Schüler in Gruppen an dem Bau der Fahrzeuge und der Versuchsstrecke (vgl. Abbildungen).

2.5 Nach dem Bauen führten die Schüler die Versuche durch. Wichtig war dabei genaues Beobachten und Protokollieren der gesehenen Tatsachen.

2.6 Es folgte die Besprechung der Protokolle im Klassengespräch. Sie wurden auf Richtigkeit und Glaubwürdigkeit hin diskutiert. Die Frage nach der Allgemeingültigkeit der Beobachtungen (im Verkehr) wurde gestellt.

2.7 Gewonnene Erkenntnisse wurden auf die Verkehrspraxis übertragen; die Relevanz des Sicherheitsgurtes im Fahrzeug wurde begründet.

3. Versuche

3.1 Teststrecken

3.1.1 Der Antrieb erfolgte durch die Hangantriebskraft auf der schiefen Ebene. Wichtig war, daß ein guter „Geradeauslauf“ des Fahrzeugs gewährleistet war. Der Neigungswinkel war veränderlich; dadurch konnten unterschiedliche Aufprallgeschwindigkeiten erreicht werden (Abb. 1).

3.1.2 Der Antrieb erfolgte durch ein fallendes Wägestück. Das Fahrzeug wurde als „Testschlitten“ ohne Räder gebaut. Der Bindfaden (ca. 130 cm lang) führte vom Fahrzeug durch den Prellbock, über die Umlenkrolle zum Wägestück (Gewicht 1 kp). Da die Wägestücke auch leicht auszutauschen waren, konnten auch hier unterschiedliche Aufprallgeschwindigkeiten erzielt werden (Abb. 2).

3.1.3 Der Antrieb erfolgt durch ein Gummiband. Das relativ schwere Fahrzeug wurde bis zu einer bestimmten Entfernung vom Prellbock weggezogen. Dadurch wurde das Gummiband gespannt. Sobald der Wagen losgelassen wurde, wurde er durch das Gummiband in Richtung zum Prellbock beschleunigt. Der Prellbock wurde durch eine Schraubzwinge zusätzlich befestigt, damit er sich weder durch das gespannte Gummiband noch durch das aufprallende Fahr-

zeug bewegen ließ. Durch Verändern der Dehnung des Bandes und durch den Austausch des Bandes konnten verschiedene Aufprallgeschwindigkeiten erreicht werden (Abb. 3).

Zwei dieser Vorschläge (schiefe Ebene, Gewicht über Umlenkrolle) wurden realisiert. Ein weiterer Versuch sah vor, das Fahrzeug durch Anschieben von Hand zu bewegen. In der Besprechung mit der Klasse wurde dies jedoch für die Versuchszwecke als ungeeignet empfunden, da die erzielten Aufprallgeschwindigkeiten nicht reproduzierbar waren; der Versuch könnte also nicht unter gleichen Bedingungen wiederholt werden.

Eine andere Gruppe hatte eine naheliegende Idee: Sie wollte ein Fahrzeug durch Motor und Getriebe (u-t-2) antreiben. Auch diese Möglichkeit wäre geeignet, gleichbleibende Versuchsbedingungen zu schaffen.

3.2 Fahrzeuge

Als Fahrzeuge dienten Wagen oder Schlitten, wie sie auf Abb. 4 zu sehen sind. Die Schüler bauten jedoch auch Fahrzeuge aus Holz, die sich gut für die Versuche eigneten.

3.3 Testpuppen

Die Versuche wurden mit leichten und schweren Testpuppen durchgeführt. Die Ergebnisse waren jeweils ähnlich. Nur die „Auswirkungen“ („Verletzungen“/Beschädigungen und die Flugweite) waren bei schweren Testpuppen deutlicher zu sehen und ausgeprägter.

Als Testpuppen dienten vornehmlich aus Ton geformte und gebrannte Figuren. Die Schüler fanden, dieses Material sei für ihre Versuche am besten geeignet. Einige Schüler bauten auch Testpuppen aus den Baukastenelementen.

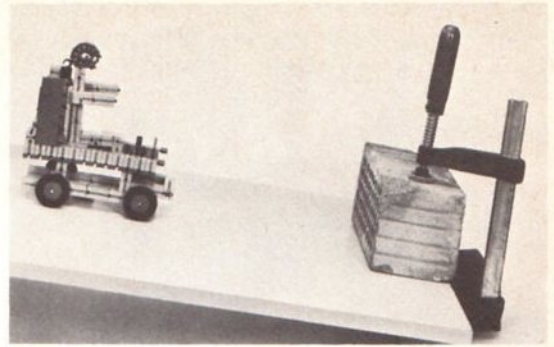


Abb. 1

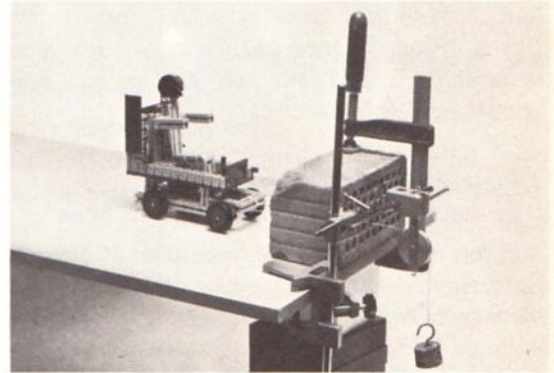


Abb. 2

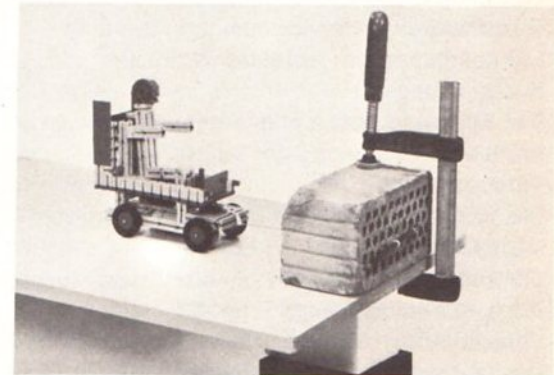


Abb. 3

Abb. 1 Teststrecke: Der Antrieb erfolgte durch den Hangabtrieb auf der schiefen Ebene. Der Neigungswinkel kann durch Unterlegen von weiteren Klötzen verändert werden.

Abb. 2 Der Antrieb des Wagens erfolgte durch ein fallendes Gewicht. Im Versuch war hier ein Wägestück von 1 kp angehängt.

Abb. 3 Der Antrieb erfolgte durch ein gespanntes Gummiband. Es wurde durch den „Prellbock“ hindurchgeführt und durch einen Bleistift gesichert.

Abb. 4 Fahrzeug, Testschlitten und Testpuppe aus Baukastenelementen. Sitz und Befestigungsmöglichkeiten für den Gurt sind vorhanden.

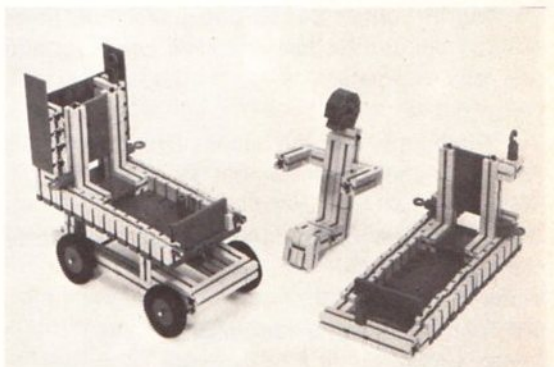


Abb. 4

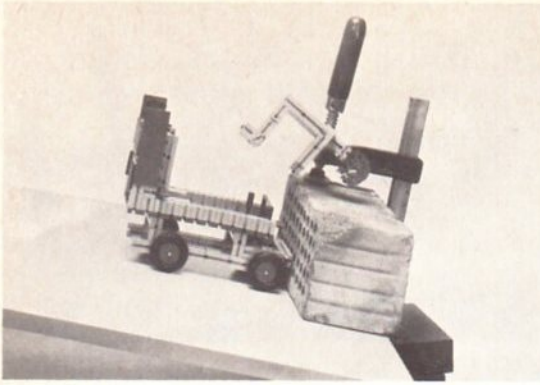


Abb.5 Foto aus dem Versuch „ohne Gurt“. Das Fahrzeug wurde bei dem Versuch nicht beschädigt, die Testpuppe schlug mit dem „Kopf“ auf den „Prellbock“.

4. Protokoll einer Schülergruppe zu den Versuchen mit dem „Testschlitten“

Auf die Veröffentlichung mehrerer Protokolle wird verzichtet, die Anlage der Protokolle war immer gleich.

Versuch 1

Der Testschlitten startete auf einer Bahn mit der Länge von 122 cm. Er wurde durch ein Wägestück (1 kp) beschleunigt.

Die Testpuppe war nicht angeschnallt.

Beobachtung

Die Testpuppe schlug mit dem Kopf auf den Prellbock.

Versuch 2

Die Testpuppe war nicht angeschnallt.

Beobachtung

Sie überschlug sich und blieb mit dem Rücken auf dem Prellbock liegen.

Versuch 3

Die Testpuppe war nicht angeschnallt.

Beobachtung

Sie flog in hohem Bogen durch die Luft. Beim Aufprall auf den Boden verlor sie den Kopf und den rechten Arm.

Versuch 4

Die Testpuppe war mit einem Drei-Punkt-Gurt (Gummiringen) „angeschnallt“.

Beobachtung

Die Testpuppe blieb im Fahrzeug, sie wurde nicht beschädigt.

Versuch 5

Die Testpuppe war wieder angeschnallt.

Beobachtung

Sie wurde beim Aufprall nicht beschädigt. ■

Armin Maurer

Wir konstruieren Testfahrzeuge und untersuchen die Bewegungen des Fahrers bei einem Aufprall

Unterrichtsbeispiel aus der Orientierungsstufe/ Sekundarstufe I zur Verkehrserziehung, durchgeführt in der Geschwister-Scholl-Schule/ Hauptschule in Radevormwald im 5. Schuljahr (38 Schüler).

Arbeitsmittel:

Je Schüler ein Lernbaukasten u-t1, Streichhölzer, Verpackungsgummi, Klebeband u. a. m.

Grobziel

Die Schüler sollen entdecken, daß der Dreipunkt-Sicherheitsgurt in Verbindung mit einer Kopfstütze Schutz bei Unfällen bietet.

1. Vorbemerkung

1.1 Das Unterwegssein hat sich durch die Entwicklung der Technik und durch die Zunahme der Fortbewegungsmittel vor allem im Individualverkehr so verändert, daß sich ständig neue Verhaltensweisen für diese Daseinsfunktion des Menschen entwickeln müssen.

Schon Kinder sollen mit dem Verkehrswissen vertraut werden, das für eine Verkehrserziehung, die Gewöhnungen und Haltungen des einzelnen in der sozialen Gruppe der Verkehrsteilnehmer prägen soll, nötig ist.

Trotz der Einschränkung, daß eine Verkehrssituation eigentlich einmalig und deshalb nicht reproduzierbar ist, verlangt die Verkehrserziehung die Vermittlung von Verkehrssituationen, die als Lebenssituationen zu verstehen sind: Beobachten, Einbringen fremder und eigener Erfahrungen, Konstruieren und Rekonstruieren von beobachteten Verkehrssituationen dienen bei selbstkritischer Reflexion einem unerläßlichen Sicherheitstraining. Nur der Verkehrsteilnehmer kann die Möglichkeit bzw. die Schwere eines Unfalles herabsetzen, der gelernt hat, die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit abzuschätzen, Gefahren rechtzeitig vorauszu sehen und auf unfallträchtiges Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer so zu reagieren, daß nach menschlichem Ermessen ein Schaden vermieden oder so geringfügig wie möglich gehalten wird.

1.2 Verkehrserziehung ist auf handlungswirksames Verhalten des einzelnen in der „Gruppe“ Verkehrsteilnehmer ausgerichtet. Es erscheint daher zwingend, gerade das Sicherheitsdenken

unter dynamischen Aspekten mit kind-, sach- und mediengerechten¹ Arbeitsformen anzubahnen.

Wir betrachten Lernen als sozialen Prozeß, in dem der Lernende sich mit seinesgleichen und mit dem Unterrichtsgegenstand auseinandersetzt. Arbeiten mit einem Partner oder in einer Kleingruppe ermöglicht die Auseinandersetzung im arbeitsgleichen wie im arbeitsteiligen Verfahren. Diese Auseinandersetzung verlangt unter bestimmten Bedingungen eine Anpassung an unabänderliche Gegebenheiten und bedeutet mehr als bloße Einordnung oder Anerkennung z. B. von Verkehrsregeln.

1.3 Es ist sicher nicht die Aufgabe der Schule, die Schüler zu Pseudo-Testern auszubilden. Die einfache Konstruktion der Fahrzeuge und die Überzeugungskraft der Versuche lassen die Schüler aber erfahren, welche Wirkung in bezug auf Sicherheit Sicherheitsgurte entfalten können. Deshalb wurden mit den Fahrzeugen Unfallabläufe in vereinfachter Form simuliert. Das Trägheitsgesetz mußte dazu weder bekannt sein noch erarbeitet werden.

1.4 In einer vorangegangenen Doppelstunde wurde den Schülern das Material aus den Lernbaukästen vorgestellt. Dabei lernten sie die wichtigsten Verbindungsmöglichkeiten zwischen den Bauelementen kennen. Die Aufgabe dazu lautete: Baut ein einfaches, nicht lenkbares Fahrzeug.

Das Konstruieren und das Auswerten mußte der Lehrer durch gezielte Arbeitsanweisungen steuern. Sie wurden im vorliegenden Fall durch Arbeitsblätter und gestellte Fotos gestützt. Außerdem wurde durch den Einsatz der Fotos der Bezug zur Verkehrswirklichkeit hergestellt.

2. Unterrichtsverlauf

2.1 Wir konstruieren einfache Testfahrer und Testfahrzeuge mit verschiedenen Sitz- und Sicherheitsbedingungen.

2.1.1 Lernziele

Die Schüler sollen

1. die durch den Lehrer geschilderte Situation analysieren und die Aufforderung entnehmen können, vier gleiche Fahrzeuge mit verschiedenen Sitzbedingungen und einem Testfahrer zu konstruieren.

2. folgende Bedingungen für die Versuche formulieren können:

die Größe und das Aussehen der Testfahrzeuge richten sich nach der Größe des Testfahrers;

der Testfahrer muß in den Knien und in der Hüfte nach vorn und hinten beweglich sein; sein Kopf muß schwer sein, der Hals soll durch ein Streichholz dargestellt sein;

die vier Fahrzeuge müssen gleiches Fahrgestell und gleiche Räder haben;

sie dürfen sich nur durch das Aussehen der Sitze und durch das Anbringen von Sicherheitsgurten wie folgt unterscheiden:

Fahrzeug 1 hat einen „normalen“ Sitz.

Fahrzeug 2 hat einen „normalen“ Sitz und einen (Schräg-)Schultergurt;

Fahrzeug 3 hat einen „normalen“ Sitz und einen Dreipunktgurt;

Fahrzeug 4 hat einen Sitz mit Kopfstütze und einen Dreipunktgurt.

2.1.2 Anfangssituation

Der Lehrer erzählte folgende Geschichte: „Frau Reininghaus möchte sich ein neues Auto kaufen. Sie hat sich Prospekte angesehen und auch schon Probefahrten gemacht. Es fällt ihr aber schwer, sich zu entscheiden. Insbesondere die Wirkung von Sicherheitsgurt und Kopfstütze kann sie sich nicht so recht vorstellen. Sie spricht mit ihrem Bruder und ihrem Neffen Jochen darüber. Jochen verspricht, ihr das näher zu erläutern. Bei dem nächsten Besuch führt Jochen das Ergebnis seiner Überlegungen vor: Er hat vier fast gleiche Modellautos mit Fahrern, die beinahe wie Roboter aussehen, gebaut. Bei der Vorführung der Versuche faßt sich die Tante an ihre Knie, ihren Kopf oder an ihr Genick. Für das Genick hat Jochen in seinen Modellen ein Streichholz verwendet. Noch bevor Jochen ihr die Ergebnisse seiner Versuche auf ein paar Bögen übergeben kann, ist sie überzeugt und meint, daß sie sich die Sitze auch mit Kopfstütze bestellen wird.“

Bereits die spontanen Äußerungen der Schüler führten zu Ergebnissen: Die Schüler stellten fest, daß sie Jochens Rolle übernehmen sollten; als Tafelanschrift entstand dann die Aufstellung über die Beschaffenheit der vier Testwagen.

Konsequenz: es mußten vier Fahrzeuge hergestellt werden, dazu der oder die Testfahrer. Als günstige Gruppengröße wurde vier genannt; einige Schüler meinten, fünf Gruppenmitglieder wären besser, dann könne einer die Testfahrer konstruieren; schließlich bildeten sich zwei Gruppen zu je 4 und 6 Gruppen zu je 5 Mitgliedern.

Nach dem Austeilen der Baukästen wurde in den Gruppen beraten und eine gewisse Arbeitsteilung vorgenommen. Während der ersten Planungen und Konstruktionsversuche sprach sich das Beratungsergebnis mehrerer Gruppen herum: Ausgangspunkt für das gesamte Vorhaben müsse für jede Gruppe ein einheitlicher Testfahrer sein; seine Ausmaße und seine Funktionsgerechtigkeit seien ausschlaggebend für Größe und Aussehen der Testfahrzeuge.

2.1.3 Konstruktion

Die Schüler suchten im u-t 1 Bausteine, die zum Konstruieren einer menschenähnlichen Figur geeignet waren: als Kopf wurde zunächst eine Nabe 30 mit Reifen 30 gewählt. Später stellte sich heraus, daß von den bereitgestellten Hilfsmaterialien (Korken, elektrische Sicherungen, Plastilinmasse etc.) Isolatoren von Weidezäunen wegen ihres Gewichtes als besonders geeignet erschienen. In beiden Fällen bereitete es Schwierigkeiten, ein Streichholz gemäß der Erzählung als Hals zu befestigen. Durch Umwickeln des Streichholzes mit Klebeband oder Papier an seinen Enden wurde das Problem gelöst.

Gelenksteine erwiesen sich für die Rumpfkonstruktion als brauchbar. Sie wurden solange mit anderen ft-Materialien kombiniert, bis menschenähnliche Figuren entstanden.

Die Abbildung 1 zeigt rechts eine später von den Schülern als zu aufwendig verworfene Lösung. Außer dem „falschen“ Hals war der Fahrer zu labil (bewegliche Knie, Hüfte und Arme) konstruiert und wies zu viele Details auf, die z. B. die Befestigung der Sicherheitsgurte erschwerten.

Der linke Fahrer in Abbildung 1 war klarer gegliedert und einfacher konstruiert; er konnte bei den Testversuchen besonders gut beobachtet werden. Daher wurde er auch zum „Fotomodell“ erhoben.

Nach einer zusammenfassenden Zwischenbesprechung wurden beim anschließenden Konstruieren der Fahrzeuge nicht nur die Ausmaße des Testfahrers berücksichtigt:

In jeder Gruppe entstanden vier Grundkonstruktionen mit verschiedenen Sitzen gemäß der Zielbeschreibung. Individuelle Lösungen ergaben sich trotz der notwendigen Gemeinsamkeiten.

Erwähnt werden muß das Anbringen der „Sicherheitsgurte“, hier in Form von Verpak-

kungsgummiringen. Viele Schüler kannten die verschiedenen Formen der Sicherheitsgurte nicht oder nicht genau genug, um ihre Lage am Körper und ihre Befestigungsstellen am Fahrzeug nachahmend zu gestalten. Hier halfen sich die Gruppen gegenseitig.

Haken und Zapfen der Bausteine dienten als Befestigungspunkte der Gurte.

Wurden bereits vom ersten Rollen der Fahrzeuge an Fahrversuche gemacht, so erprobten gegen Ende der Doppelstunde alle ihre Modelle. Neben dem reinen, wünschenswerten Spielen kam es auch schon zu ersten Testfahrten gegen Hindernisse wie Hände, Baukästen und andere Fahrzeuge. Auf Grund der gemachten Beobachtungen kam es oft zu baulichen Veränderungen, vor allem wenn die Fahrzeuge oder die Fahrer Beschädigungen aufwiesen.

2.2 Wir lassen die Testfahrzeuge auf ein festes Hindernis prallen und beobachten sowie vergleichen die Bewegungen des Testfahrers unter verschiedenen Sitzbedingungen.

2.2.1 Lernziele

Die Schüler sollen

1. durch Vergleichsversuche in Kleingruppen den Bewegungsablauf des Testfahrers unter den vier verschiedenen Sitzbedingungen beim Aufprall auf ein festes Hindernis bei annähernd gleichen (Schätz-)Geschwindigkeiten beobachten, beschreiben und die Ergebnisse in vorbereitete Arbeitsblätter eintragen können;
2. die Funktionsweise/-tüchtigkeit, die Zweckmäßigkeit und die Sicherheit der verschiedenen Sitzbedingungen beim Aufprall herauszufinden, beschreiben und beurteilen können;
3. die Fachausdrücke (Schräg-)Schultergurt, Dreipunkt(sicherheits-)gurt, Kopfstütze und Peitscheneffekt anwenden können.

2.2.2 Anfangssituation

Nach einer Woche stellte der Lehrer die vier Testfahrzeuge einer Gruppe kommentarlos auf einen Tisch. Die Schüler äußerten sich über den Anlaß der Entstehung, stellten die Unterschiede bei den Fahrzeugen heraus und wiederholten einige Fakten der Lehrererzählung. Der Lehrer gab Hinweise auf die „paar Bögen“, die Jochen seiner Tante überreichen wollte, und ließ an jede Gruppe vier Bögen austeilten. Die Spalte „Ausgangssituation“ wurde durch Streichen des Nichtzutreffenden wie folgt fertiggestellt:

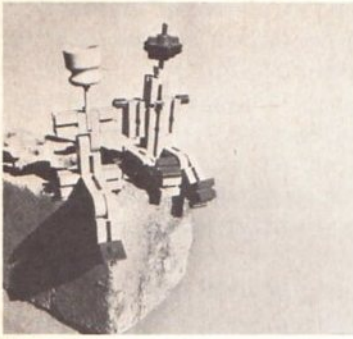


Abb. 1 „Testpuppen“

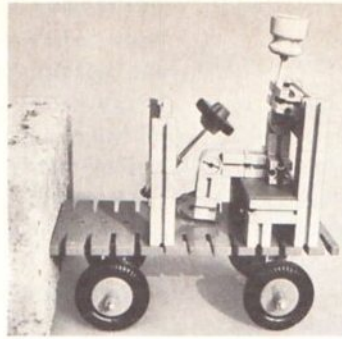


Abb. 2 Ausgangssituation

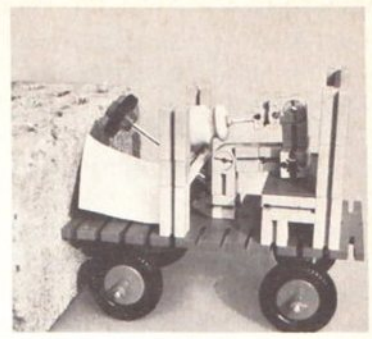


Abb. 3 Endsituation

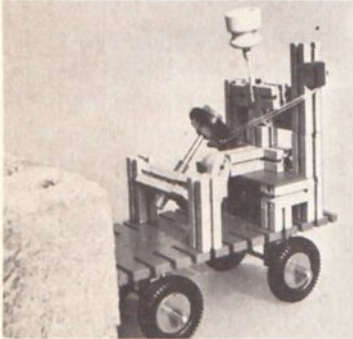


Abb. 4 Ausgangssituation



Abb. 5 Aufprallsituation



Abb. 6 Endsituation

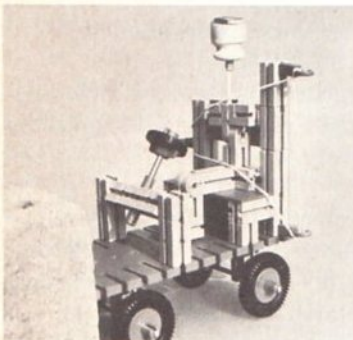


Abb. 7 Ausgangssituation



Abb. 8 Aufprallsituation



Abb. 9 Endsituation

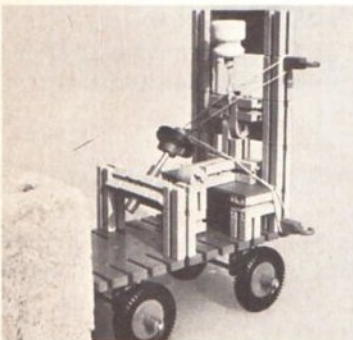


Abb. 10 Ausgangssituation; die Endsituation entsprach ihr im wesentlichen. Sie wird nicht mehr gezeigt.

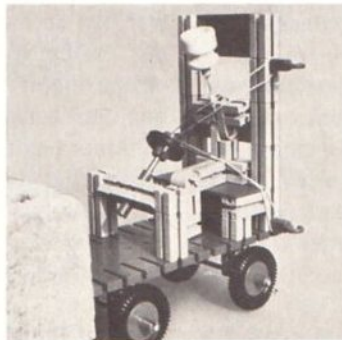


Abb. 11 Aufprallsituation

Abb. 1 Zwei Entwürfe für „Testpuppen“. Der „Fahrer“, den das Bild links zeigt, wurde später für die Versuche verwendet.

Abb. 2–3 Diese Abbildungen zeigen die beobachteten Phasen des Bewegungsablaufs bei Versuchen ohne „Gurt“. Die Stellungen der Testpuppe wurden für das Fotografieren nachgestellt.

Abb. 4–6 Die Abbildungen zeigen den beobachteten Bewegungsablauf bei Versuchen mit „Zweipunktgurt“ („Schräg-Schultergurt“).

Abb. 7–9 Phasen des beobachteten Bewegungsablaufs bei Versuchen mit „Dreipunktgurt“.

Abb. 10 und 11 Phasen des Bewegungsablaufs bei Versuchen mit „Dreipunktgurt und Kopfstütze“.

Testwagen 1

Der Fahrer ist nicht angeschnallt.

Der Sitz hat keine Kopfstütze.

Testwagen 2

Der Fahrer ist mit Schultergurt angeschnallt.

Der Sitz hat keine Kopfstütze.

Testwagen 3

Der Fahrer ist mit Dreipunktgurt angeschnallt.

Der Sitz hat keine Kopfstütze.

Testwagen 4

Der Fahrer ist mit Dreipunktgurt angeschnallt.

Der Sitz hat eine Kopfstütze.

Auf verschiedene Schülerfragen nach der Bedeutung der Begriffe „Aufprallsituation“, „Zwischensituation“ und „Endsituation“ kam es zu einer erregten Diskussion über Unfallsituationen und ihre Stadien, wie sie auch schon am Ende der ersten Doppelstunde während der Spielphase in Ansätzen stattgefunden hatte. Dabei traf der Lehrer die Vorbereitungen zu seiner Demonstration, indem er nur ein Fahrzeug auf dem Tisch stehen ließ und einen Kalksandstein an das Ende des Tisches legte.

Er ließ das Testfahrzeug 1 sehr langsam gegen den Stein prallen und gab dazu folgende Erläuterung: „Wir wollen nun unsere Versuche durchführen. Versucht dabei zu beobachten, wie sich eure Fahrer verhalten, wenn die Fahrzeuge auf den Stein aufprallen. Ihr beginnt mit dem Fahrzeug 1. Sein Erbauer läßt es mit geringer, dann mit höherer Geschwindigkeit mehrere Male gegen das Hindernis fahren. Die anderen beobachten die Bewegungen des Testfahrers. Über das Beobachtete sprecht ihr euch ab und tragt es ein. Überlegt jedes Mal, ob ihr außer der Ausgangssituation noch drei Situationen unterscheiden könnt.“

2.2.3 Testsituation, aufgetretene Schwierigkeiten und Ergebnisse

Nachdem Fahrzeuge und Steine aufgebaut waren, begannen die Testversuche. Durch zu hohes Tempo kamen einige Wagen vom Tisch ab und wurden zum Teil stark beschädigt. Auch durch falsche Verbindungen und zu lockere Befestigung der Radnaben wurden Neu- oder Umkonstruktionen nötig, die aber dank der einfachen Bauweise schnell vonstatten gingen.

In einer Zwischenbesprechung wurde das Ergebnis einer Gruppe mit Testwagen 1 vorgestellt (Abb. 2 und 3).

1.1 Ausgangssituation kurz vor dem Aufprall, wie oben beschrieben.

1.2 Aufprallsituation: Der Körper schießt vor, Kopf und Oberkörper prallen auf das Lenkrad, evtl. auf das Fenster.

1.3 Zwischensituation: Entweder wird der Fahrer herausgeschleudert, oder er wird zurückgeschleudert.

1.4 Endsituation: im zweiten Fall bleibt der Körper zusammengeklappt irgendwo auf dem Sitz liegen.

Andere Gruppen hatten ähnliche Ergebnisse. Es zeigte sich, daß bei geringer Geschwindigkeit die besten Beobachtungsmöglichkeiten gegeben waren.

Schwierigkeiten bereitete die Zuordnung in die Zwischensituation. Auch bei den folgenden Auswertungen kam es in den abschließenden Gesprächen hier zu Auseinandersetzungen. Der Lehrer beendete sie damit, daß er den der Unfallwirklichkeit naheliegendsten Fall zur Eintragung vorschlug. Hier die weiteren Ergebnisse:

Testwagen 2 (Abb. 4–6).

2.2 Aufprallsituation

Der Körper wird nach vorne geschleudert. Während der Rumpf durch das Gummi gehalten wird, schnellen Kopf und Beine weiter vor.

2.3 Endsituation

Der vom Gummi gehaltene Körper schnell zurück. Der Kopf knallt gegen die Oberkante der Lehne, das Foto zeigt, daß der Hals die Lehnenkante trifft.

Schon bei den ersten Versuchsfahrten mit den als Sicherheitsgurten fungierenden Verpackungsgummis wurde deutlich, daß die Ergebnisse abhängig waren von der Höhe der Anbringung bzw. dem Anlegen und der Festigkeit der Gummis. Je lockerer das Gummi angelegt war, um so mehr glichen die Ergebnisse denen der Testfahrten 1. Je fester sie angelegt waren, um so mehr entsprachen sie den Beobachtungen bei Testwagen 3 (Abb. 7–9).

3.2 Aufprallsituation

Der Körper wird nach vorne geschleudert.

3.3 Zwischensituation

Er schnell zurück. Kopf und Hals werden über die Kante des Sitzes gebogen. Das Streichholz, der „Hals“, bricht.

3.4 Endsituation

Während der Körper keine andere Stellung einnimmt, hängt der Kopf am „Hals“ oder liegt irgendwo im oder neben dem Fahrzeug.²

Es ist einleuchtend, daß die Ergebnisse der

Testfahrten mit Wagen 3 zu den entscheidenden im Hinblick auf die Lernziele gehören. Die Reaktionen der Schüler verdienen daher besondere Beachtung.

Da alle Fahrversuche mit großer Freude durchgeführt wurden und es oft zu begeisterten Äußerungen kam, wenn sich der Fahrer verhielt, wie man es von ihm erwartete oder aber etwas ganz anderes beobachtet wurde, wundert es nicht, daß es zu einer überlauten Begeisterung kam, als das erste Streichholz brach. Auch andere Gruppen bestaunten das Ergebnis, während sich der Fahrzeugkonstrukteur ärgerlich zeigte; er mußte seinem Fahrer einen neuen Hals für einen zweiten Versuch machen.

Es dauerte nur ein paar Minuten, bis eine Schülerin „Genickbruch“ sagte und damit den Vergleich zur Verkehrswirklichkeit herstellte: vorübergehend wurde es ruhiger. Die Ergebnisse der Testfahrten (Abb. 10 und 11) waren eigentlich gar nicht mehr so interessant.

4.2 Aufprallsituation

Der Körper wird nach vorne geschleudert.

4.3 Zwischensituation

Er schnell zurück. Der Kopf schlägt dabei kräftig und laut gegen die Kopfstütze.

4.4 Endsituation – wie Ausgangssituation.

Nach dem Abbau der Modelle und dem Einräumen des Materials wurden die Ergebnisse kurz zusammengefaßt: am besten gesichert auch gegen einen Aufprall bei sehr hoher Geschwindigkeit waren die Fahrer in den Fahrzeugen 4; den meisten Spaß hatten die Fahrten mit den Fahrzeugen 3 gemacht.

¹ Allgemein zugängliche und kindgemäße Medien standen nicht zur Verfügung. Der Unterrichtsfilm FT 2098 „Mit voller Wucht“ konnte wegen seines hohen Niveaus nicht einmal ausschnittsweise eingesetzt werden. Demonstrationsunterricht (vgl. Riek, Seite 23 ff) verbietet sich aus lern- und verkehrspsychologischen Gründen.

² Anmerkung der Redaktion: Der in den Versuchen beobachtete Peitscheneffekt ist u. a. auch auf die Verwendung von Verpackungsgummi als „Gurte“ zurückzuführen (vgl. Sachinformation).

LITERATURANGABEN

- Danner, M. und Joh. Halm: Physik im Straßenverkehr, Jugendverkehrserziehung Heft 6, ADAC, München 1969
- Knopflacher, Hermann: „... und verlor die Herrschaft über den Wagen. In: BILD DER WISSENSCHAFT 4/74, S. 76–82 kpb: Lebenshilfe. In: GUTE FAHRT 2/73, S. 42–45
- Lewrenz, Herbert: Mehr Mensch sein als Autofahrer. In: BILD DER WISSENSCHAFT 4/74, S. 82–84
- Mertens, Theodor: Die Verbesserung des Insassenschutzes beim Pkw durch Haltesysteme (speziell Sicherheitsgurte) – erarbeitet mit Hilfe von Nutzen/Kosten-Analysen. In: Zeitschrift für Verkehrserziehung 3/73, S. 20–28
- Riek, Klaus: Verkehrsunterricht mit technisch-physikalischen Versuchen. In: Zeitschrift für Verkehrserziehung 4/73, S. 23–27 ■

Helmut Wiederrecht

Sachinformation:

Der Sicherheitsgurt im Kraftfahrzeug

Der Sicherheitsgurt ist ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit im Fahrzeug. Der Gurt nimmt bei einem Aufprall Energien auf, läßt die Angegurteten an der Fahrzeugverzögerung teilhaben und verhindert das Hinausgeschleudertwerden. Der Sicherheitsgurt ist damit ein Mittel, Fahrzeuginsassen bei Unfällen vor Verletzungen zu bewahren oder die Verletzungsschwere zu mildern.

Er schützt den Körper vor hartem Aufschlagen gegen Lenkung, Armaturentafel, Windschutzscheibe, Dachrahmen, Säulen. Er mildert durch seine eigene Dehnung den Fahrzeugaufprall für die angeschnallte Person.

Er verbindet Fahrzeug und Insasse, so daß diesem neben der Gurtdehnung auch noch die Verformung des Fahrzeugs als zusätzlicher Abbremsweg zugute kommt.

Er hält Insassen im Wageninnern fest, so daß das nachweislich um ein Vielfaches höhere Verletzungsrisiko vermieden wird, welches entsteht, wenn Personen durch Türen, offenes Schiebedach oder durch Scheiben ins Freie geschleudert werden.

Zunächst soll dargestellt werden, was sich mit den Insassen eines Fahrzeugs während eines Aufpralls ereignet:

Bei einem Aufprall müssen in kürzester Zeit große Energien, die vorher noch beim fahrenden Auto und damit auch bei den Insassen in Form von Bewegungsenergie (kinetische Energie) vorhanden waren, vernichtet werden. In vereinfachter Form kann die Aufprallenergie auf ein festes Hindernis mit der Energie verglichen werden, die beim Auftreffen am Boden frei wird, wenn der gleiche Körper aus einer entsprechenden Höhe fällt (Abb. 1).

Mit steigender Geschwindigkeit wächst die entsprechende Fallhöhe quadratisch nach der Beziehung $s = \frac{v^2}{2g}$ (s = Fallhöhe, v = Geschwindigkeit des Fahrzeugs beim Aufprall, g = Erdbeschleunigung). Aus der Abbildung 1 geht hervor, daß schon bei relativ kleinen Geschwindigkeiten, z. B. 40 km/h, Energien frei werden, die einer Fallhöhe von etwa 6 m entsprechen. Aus dieser Erkenntnis heraus erwächst die oft

nicht beachtete Notwendigkeit, auch bei Fahrten in der Stadt, also im unteren Geschwindigkeitsbereich, Gurte zu benutzen. Aus der Kenntnis der tatsächlichen Unfälle heraus läßt sich sagen, daß sich z. B. plötzliches Bremsen bei niedrigen Geschwindigkeiten besonders für den Beifahrer schlimm auswirken kann. Dabei werden nämlich nicht nur die aus der Geschwindigkeit resultierenden Beschleunigungskräfte frei, sondern durch das Nachgeben der Vorderradfedern macht das Auto eine schnelle Nickbewegung, wodurch der Beifahrer einen kräftigen Impuls erfährt. Durch die nun resultierende Beschleunigung kann er durch die Windschutzscheibe geschleudert werden. Der Fahrer selbst ist bei diesen niedrigen Geschwindigkeiten etwas weniger gefährdet, da er bereits Bruchteile von Sekunden vorher wissen wird, was auf ihn zukommt. Reflexmäßig kann er seine Haltung verändern und sich außerdem am Lenkrad abstützen.

Die von Prof. Fiala, TU Berlin, gezeichnete Skizze (Abb. 2) zeigt, wie sich rein schematisch ein Aufprall auf ein festes Hindernis — was übrigens aus Zwecken der Reproduzierbarkeit und der Einfachheit immer wieder den echten Unfall simulieren soll — abspielt. Der Wagen habe zum Zeitpunkt des Aufpralls eine Geschwindigkeit von 50 km/h. Dies entspricht nach der Beziehung $E = 1/2 m v^2$ bei mittlerem Körpergewicht (ungefähr 80 kp) einer kinetischen Energie von rund 800 mkp. Durch das erste Abstützen des Fahrers ergibt sich über einen Weg von 0,5 m eine Kraft von 200 kp. Es wird also eine Energie von 100 mkp vernichtet. Der Wagen verformt sich dann auf weiteren 0,5 m mit der gleichen Kraft, was wiederum 100 mkp Energieaufzehrung bringt. Für die restlichen 600 mkp bleibt nur noch ein Verformungsweg von 0,1 m, so daß die entscheidende Kraft von 6000 kp — die eigentliche Aufprallkraft — entsteht. Während der gezeichnete Insasse vorher noch die auftretenden Kräfte abfangen konnte, fliegt er nun ohne weiteren Halt nach vorn, d. h. mit dem Kopf an die Windschutzscheibe, mit dem Brustkorb auf das Lenkrad und mit den Knien unter das Armaturenbrett.

Die Abbildungen 3—5 zeigen die Bewegungsphasen an einer Versuchspuppe bei einem Kaputtversuch mit einer Aufprallgeschwindigkeit von 50 km/h.

Phase 1: Es kommt zum Aufprall, der Fahrer sitzt noch in normaler Haltung.

Phase 2: Wenige Hundertstel Sekunden nach dem Aufprall. Kopfstütze, Rückenlehne und Puppe haben sich bereits merkbar nach vorn bewegt.

Phase 3: Etwa 0,08 Sekunden nach dem Aufprall. Der Kopf stößt an die Windschutzscheibe, Arme und Beine werden gestaucht. Die Beine haben sich unter das Armaturenbrett geschoben, der Brustkorb ist auf das Lenkrad geprallt, das Gesicht schlägt an die Windschutzscheibe (Augenverletzungen!).

Die Abbildungen 6—8 zeigen bei ähnlichem zeitlichen Verlauf, wie ein Dreipunktgurt die angegurtete Puppe im Sitz festhält.

Phase 1: Es kommt zum Aufprall, die Puppe sitzt noch normal.

Phase 2: Die Puppe hat sich etwas nach vorn bewegt. Die Gurtwirkung beginnt. Der Gurt hält die Puppe fest, verhindert das Stauchen der Beine und den Aufprall des Brustkorbs auf dem Lenkrad, der Kopf schlägt nicht gegen die Windschutzscheibe.

Phase 4: Die Puppe kehrt wieder in den Sitz zurück. Der Gurt ist aufgrund der aufgetretenen Kräfte bleibend gedehnt.

Eindringlicher und deutlicher läßt sich die Wirkung des Gurtes kaum darstellen. Man sieht deutlich, daß mit dem Gurt in hohem Maße die Forderung erfüllt ist, bei einem Fahrzeug die angegurteten Insassen an der Verzögerung des Fahrzeugs von Anfang an teilhaben zu lassen. Dadurch werden die Insassen der Deformation des Fahrzeugs entsprechend verzögert, und es wird vermieden, daß sich die Körper während des Aufpralls mit der ihnen jeweils zugehörigen Energie im Fahrzeug weiterbewegen.

Die Kräfte und damit die Beanspruchungen der Insassen werden um so kleiner, je länger der Bremsweg, hier der Verformungsweg nach einem Aufprall wird. Dies resultiert daraus, weil bei gleicher Aufprallgeschwindigkeit und längerem Verformungsweg, wie aus der Beziehung $b = \frac{v^2}{2s}$ ersichtlich, die Verzögerung geringer wird. Der Gurt läßt sozusagen die angegurteten Personen an der Verzögerung, die durch die Verformung der Bugpartie entsteht, teilhaben. Eine weitere Verlängerung des Bremsweges bzw. eine Verringerung der Verzögerung und damit eine Verringerung der

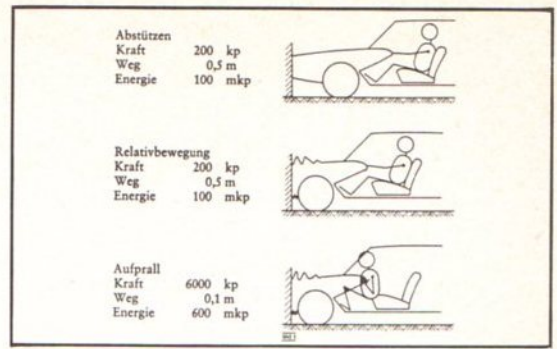
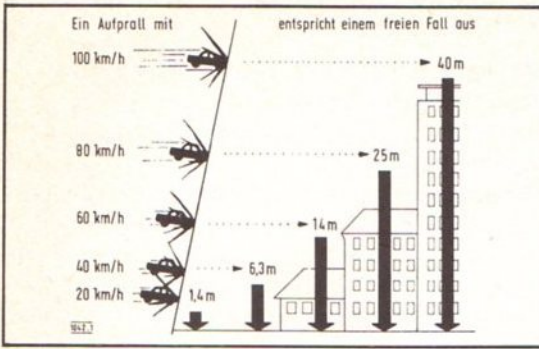


Abb. 1 Skizze zur Verdeutlichung der bei einem Aufprall vorhandenen Bewegungsenergie.

Abb. 2 Schematische Darstellung des Ablaufs beim Aufprall auf ein festes Hindernis.

Abb. 3–5 Bewegungsablauf einer Versuchspuppe bei einem Katapultversuch mit einer Aufprallgeschwindigkeit von 50 km/h; Testpuppe nicht gesichert.

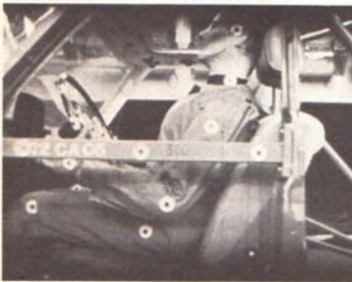


Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5

Abb. 6–8 Bewegungsablauf bei einem Frontalaufprall, Versuchspuppe mit Gurt gesichert.



Abb. 6



Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9



Abb. 10

Quellenangabe:

Die Sachinformation ist formuliert in enger Anlehnung an: Bernd Fugmann: Der Sicherheitsgurt im Kraftfahrzeug aus technischer Sicht, erschienen in: Elektrizitätswirtschaft, Zeitschrift der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke – VDEW, im Verlag der Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke, Frankfurt am Main, Bd. 67 (1968) 2, Seite 34–39. Dipl.-Ing. B. Fugmann ist Mitarbeiter des ADAC, Abteilung Technik. Daraus entnommen sind auch die Abbildungen 1 u. 2. Die Abbildungen 3–10 wurden uns freundlicherweise von der Daimler-Benz AG, 7032 Sindelfingen, zur Verfügung gestellt.

Abb. 9–10 Bewegungsablauf bei einem Heckaufprall, Sicherung durch Kopfstütze.

Kräfte erreicht der Gurt durch die Dehnung seines Bandes. Durch diese Dehnung ist der Gurt in der Lage, Arbeit aufzunehmen und damit einen Teil der Bewegungsenergie des Insassen zu vernichten. Die Dehnung darf sich jedoch nur in geringem Maße wieder elastisch zurückbilden, damit vermieden wird, daß der Körper nach seiner Vorwärtsverlagerung eine zu große Rückwärtsbeschleunigung erfährt. Es muß daher bei der Auslegung des Gurtbandes ein bestimmtes Verhältnis zwischen der gesamten und bleibenden Arbeitsaufnahme erreicht werden. Nachdem es also notwendig ist, daß der Gurt nach seiner Beanspruchung in einem gewissen Dehnungszustand verharrt, sind auch seine Festigkeitseigenschaften nach einer derartigen Belastung verändert. Er muß deshalb ausgetauscht werden.

Weiterhin muß bei der Auslegung des geeigneten Gurtbandes einerseits eine Dehnung gefunden werden, die einen möglichst großen zusätzlichen Bremsweg schafft, während andererseits die Gurtverlängerung auch nicht so groß sein darf, daß der Körper in Kollision mit den vor ihm befindlichen Fahrzeugteilen kommen kann.

Beim Heckaufprall kann der Gurt weniger Wirkung entfalten; dies ist auch nicht nötig, weil hier die Rückenlehne den Körper abstützt. Ohne Kopfstütze ist allerdings der Kopf ohne Halt, und das Genick könnte gefährlich weit nach hinten abknicken. Deshalb ist die Kopfstütze eine sinnvolle Ergänzung des Sicherheitsgurtes (Abb. 9 und 10).

Wegen der erwähnten Tatsache, daß der Gurt durch bleibende Dehnung Arbeit aufnimmt, ist es nicht der Wirklichkeit entsprechend, wenn im Modellversuch der Gurt durch ein Gummiband dargestellt wird. Das Gummiband speichert die Energie und gibt sie in der Form des Rückpralls an die Insassen zurück. Andere Möglichkeiten, auch die Arbeitsaufnahme durch den Gurt zu simulieren, wären: Das Ende eines textilen Fadens wird durch eine Klemmung gezogen (Umsetzung der Bewegungsenergie in Reibungswärme). Man kann auch das Ende des Bandes an einem Metallstreifen oder Draht befestigen. Der Draht (z. B. Kupferdraht) würde sich bleibend verbiegen. Dadurch würde der in den Modellversuchen auftretende Rückpralleffekt vermieden. ■

Gerhard Ruckwied

Stromversorgung bei rotierenden elektrischen Verbrauchern am Beispiel der Karussellbeleuchtung

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I, durchgeführt in der Grund- und Hauptschule Dielheim im 8. Schuljahr mit 14 Schülern. Arbeitsmittel: 14 Lernbaukästen u-t 1, 14 Lernbaukästen u-t 2, 14 Lernbaukästen u-t 3. Zur Stromversorgung dienen 14 Netzgeräte (fischertechnik mot 4).

Die Unterrichtseinheit kann auch mit dem neuen Lernbaukasten u-t 3/1 bearbeitet werden.

Zeit: zwei Doppelstunden, eine Einzelstunde

1. Technisches Problem

Die Lampen am rotierenden Karusselloberteil müssen während der Drehung zuverlässig mit Strom versorgt werden.

Da feste Leitungen die Drehbewegung behindern, muß die Energieübertragung durch eine Vorrichtung erfolgen, die eine Drehbewegung der Versorgungsleitungen zuläßt.

2. Technische Information

Bei manchen Maschinen müssen elektrische Verbraucher, die sich bewegen oder drehen, z. B. Motoren, Elektromagnete oder Lampen, mit elektrischer Energie versorgt werden.

Solange die Bewegungen auf ein Hin- und Hergehen auf kurzen Strecken oder auf Drehungen unter 360 Grad beschränkt bleiben, kann die Stromversorgung mit Hilfe von flexiblen Leitungen vorgenommen werden. Diese lassen einen gewissen Bewegungsspielraum zu.

Sobald aber Rotationsbewegungen ausgeführt werden, ist dies nicht mehr möglich. Die Leitungen würden sich verdrillen und zerreißen. In solchen Fällen werden sogenannte Schleifringe mit Stromzuführungen eingesetzt.

An dem Maschinenteil, das die Rotationsbewegung ausführt, sind Metallringe befestigt, die sogenannten Schleifringe, die gegeneinander isoliert sind (Abb. 1). Mit diesen ist der zu versorgende elektrische Verbraucher durch zwei Leitungen verbunden. An die Schleifringe werden durch Federdruck Schleifkontakte aus Kohle oder Kupfer, die sogenannten Bürsten, angepreßt, über die die elektrische Energie zugeführt wird.

Schleifringe und Bürsten zur Stromübertragung

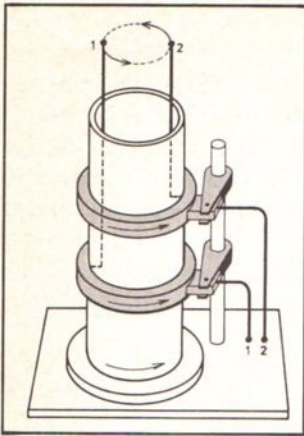


Abb. 1

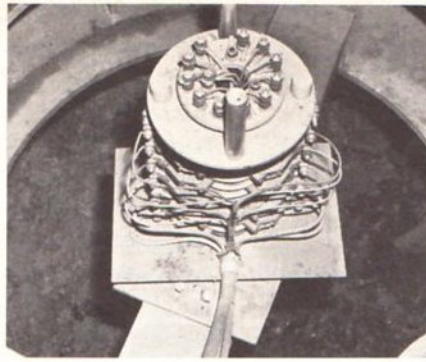


Abb. 2

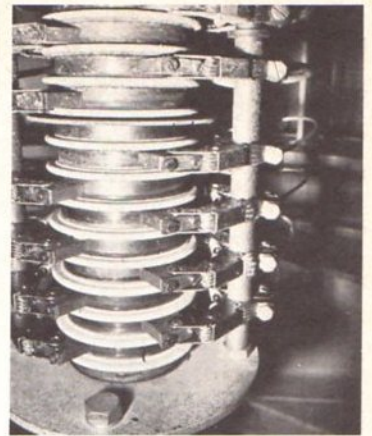


Abb. 5

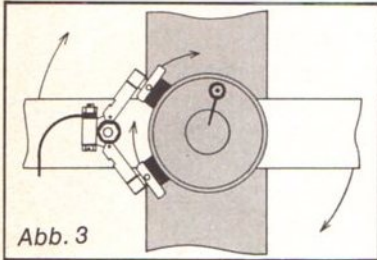


Abb. 3

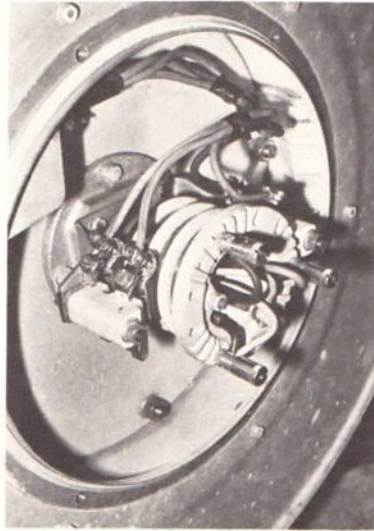


Abb. 6

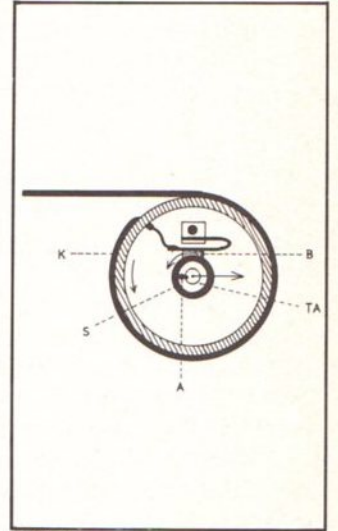


Abb. 7

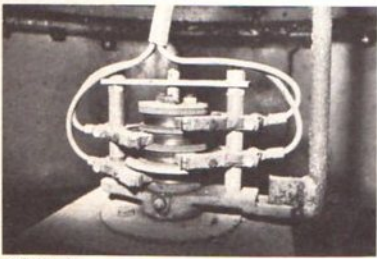


Abb. 4

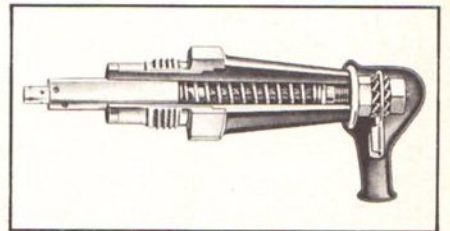


Abb. 9

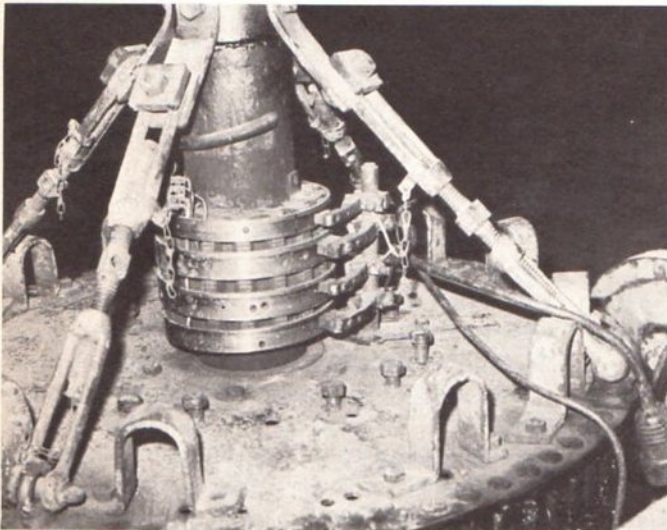


Abb. 8

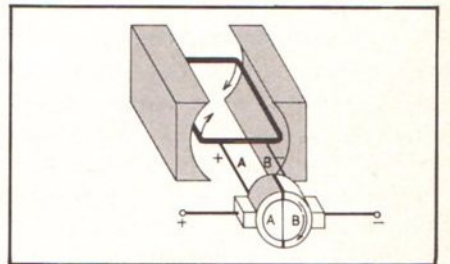


Abb. 10

werden zum Beispiel bei Drehkränen, Karussells, Riesenrädern, elektromagnetischen Kupplungen und – in etwas abgewandelter Form – bei Elektromotoren verwendet.

Turmdrehkräne können sich auf dem Unterwagen mit einem Drehkranz um 360 Grad drehen. Die Motoren für Hubwerk, Auslegereinzehwerk oder Laufkatze müssen diese Drehbewegungen zwangsläufig mitausführen und sollen in jeder Stellung der Drehsäule oder auch während der Drehung zuverlässig mit Strom versorgt werden. Deshalb führt man den Motoren und Steuergeräten, die sich oberhalb des Drehkranzes befinden, die elektrische Energie über Schleifringe und Bürsten zu.

Der Schleifringkörper mit den gegeneinander isolierten Schleifringen ist im Innern des Drehkranzes eingebaut (Abb. 2).

Mit sogenannten Bürstenapparaten werden die Bürsten an die Schleifringe gedrückt. Aus Gründen der Sicherheit schleifen auf jedem Schleifring jeweils zwei Bürsten, so daß bei mangelhaftem Kontakt der einen Bürste dennoch eine sichere Stromzuführung über die andere gewährleistet ist (Abb. 3).

Die Bürsten bestehen aus Bronzekohle oder aus Kupfer. Der Schleifringkörper ist an Teilen des Unterwagens befestigt; er dreht sich also nicht. Dagegen sind die Bürstenapparate mit Teilen des Oberwagens verbunden, so daß sie beim Schwenken mitgenommen werden und die Bürsten um die Schleifringe laufen.

In der Abbildung 4 ist der Schleifringkörper eines Krans mit vier Schleifringen zu sehen. Er ist für die Übertragung von Drehstrom ausgelegt.

Die Abbildung 5 zeigt Schleifringe und Bürstenapparate eines 13poligen Schleifringkörpers. Vier Schleifringe dienen der Versorgung mit Drehstrom, die übrigen sind für Steuerleitungen vorgesehen, über die der Kran mittels eines Steuerpults auch vom Boden aus bedient werden kann.

In der **Kabeltrommel** eines auf Schienen laufenden Krans sind ebenfalls Schleifringe und Bürstenapparate eingebaut (Abb. 6 und 7).

Beim Fahren wird das Gummikabel (K) abgewickelt oder aufgerollt. Dazu muß sich die Kabeltrommel drehen. Die Bürstenapparate (B) sind an der Trommel befestigt und drehen sich mit ihr um die nicht verdrehbare, hohle Trommelachse (TA), auf der der Schleifringkörper (S)

sitzt. Seine Anschlüsse (A) führen durch die Trommelachse zu den Kranmotoren.

Bei **Karussells** oder **Riesenrädern** müssen die rotierenden Glühbirnen mit Strom versorgt werden. Auch dort verwendet man Schleifringe und Bürsten. Die Abbildung 8 zeigt Schleifringkörper und Bürstenapparate eines Karussells älterer Bauart.

Sollen die Lampen blinken, so werden Isolierstücke in bestimmten Abständen auf die Schleifringbahnen gesetzt.

Die **elektromagnetische Kupplung** stellt eine Verbindung zwischen zwei Wellen her. Auf dem Ende der einen sitzt ein Magnetkörper, auf dem Ende der anderen eine Ankerscheibe. Wird der Elektromagnet eingeschaltet, so zieht er die Ankerscheibe an und stellt eine kraftschlüssige Verbindung zwischen beiden Wellen her. Da der Elektromagnet während der Rotation mit Strom versorgt werden muß, sind Schleifringe erforderlich. Mit diesen ist die Magnetspule, die in den Magnetkörper eingegossen ist, elektrisch verbunden.

Wird an den beiden Schleifringen Spannung angelegt, so wird der Magnet eingeschaltet. Die elektrische Energie wird mit Hilfe von Stromzuführungen übertragen, deren Schleifkörper aus Graphit bestehen. Diese werden mit Federn gegen die Schleifringe gedrückt. Die Abbildung 9 zeigt das Schnittbild einer solchen Stromzuführung.

Das Prinzip der Stromübertragung mit Schleifringen und Bürsten findet am häufigsten beim **Elektromotor** Verwendung. Dort muß die Ankerwicklung, die als Elektromagnet arbeitet, während der Drehung des Ankers mit Strom versorgt, aber auch gleichzeitig ständig umgepolt werden, um eine kontinuierliche Drehbewegung zu ermöglichen.

Um die Spannung umzupolen, verwendet man nicht zwei getrennte Schleifringe für die Stromzuführung und die Stromrückführung, sondern nur einen Schleifring, der in mehrere gegeneinander isolierte Segmente unterteilt ist. Er heißt Stromwender oder Kommutator; meist wird er als Kollektor bezeichnet. Die folgende Abbildung veranschaulicht das Prinzip der Stromübertragung mit gleichzeitiger Umpolung der Wicklung bei Gleichspannung (Abb. 10).

Die Abbildung 11 zeigt Kollektor und Bürsten eines Spielzeugmotors.

3. Hinweise zum Bau von Modellen

Im Lernbaukasten u-t 3, der bei dem im folgenden beschriebenen Unterricht eingesetzt wurde, sind zwei Schleifringe enthalten, die zur Übertragung von elektrischer Energie auf rotierende Lampen, Motoren oder Elektromagnete verwendet werden können.

Als mögliche Lösung der vorliegenden Aufgabe kommen Modelle in Frage, die in etwa so konstruiert sind wie das Modell in der Abbildung 12. Durch die Übersetzung des Antriebs im Verhältnis von 200:1, die mit Hilfe der zweiten Schnecke und des Zahnrades Z 20 erreicht wird, erhält das drehbare Oberteil eine günstige Drehgeschwindigkeit. Die Schleifringe und die durch Federgelenksteine angepreßten Schleif-

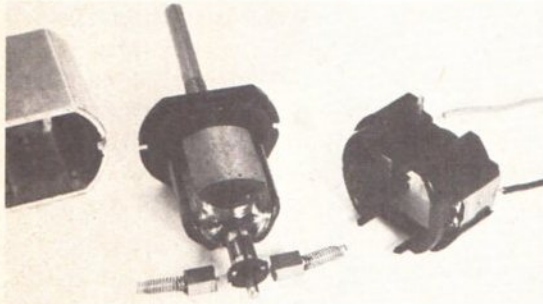


Abb. 11

kontakte gewährleisten auch bei hoher Drehzahl des Karussells eine zuverlässige Stromübertragung.

In der Abbildung 13 ist der Verdrahtungsplan des Modells dargestellt. Die Lampen liegen an Wechselspannung an; der Motor wird mit Gleichspannung versorgt. Durch diese Schaltung leuchten die Lampen ständig mit gleicher Helligkeit, gleichgültig, ob das Karussell stillsteht oder mit voller Geschwindigkeit fährt.

Aus der Abbildung 14 geht hervor, wie die Lampenleitungen an den Schleifringen angeschlossen sind.

Hinweis bei Verwendung des Lernbaukastens u-t 3/1

Der neue Lernbaukasten u-t 3/1 enthält keine Schleifringe. Jedoch kann man auch die runde Rückschluß- oder Ankerplatte, die in beiden Baukästen vorhanden ist, als Schleifring verwenden.

Als Stromführungen dienen in diesem Fall am besten Federkontakte, die im u-t 3/1 in der Kassette zu finden sind, beim u-t 3 dem Drehschalter entnommen werden können.

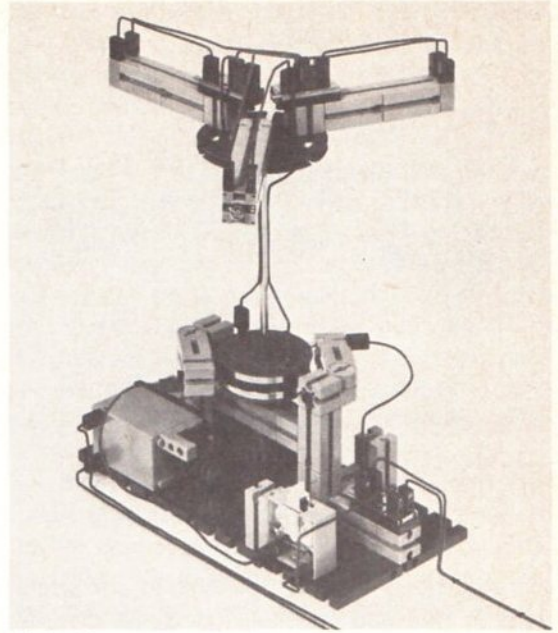


Abb. 12

Die Abbildung 15 zeigt ein Modell mit einer Stromübertragung über die Welle und die Ankerplatte. Die Stromzuführung erfolgt durch Federkontakte. Der eine Federkontakt ist an der Antriebswelle oberhalb der Antriebskette angesetzt. Die Welle dient somit als elektrischer Leiter. Die angelegte Spannung wird mit einem Klemmkontakt am oberen Ende der Welle abgenommen und der einen Verteilerplatte und damit dem einen Pol der Lampen zugeführt. Der zweite Pol der Lampen, bzw. die zweite Verteilerplatte ist durch einen senkrecht stehenden Federkontakt mit der Ankerplatte verbunden. An deren Rand ist ein weiterer Federkontakt angesetzt. Bei einer Rotation der Welle schleift der eine Kontakt auf dem Rand der Ankerplatte, der andere auf dem Umfang der Welle.

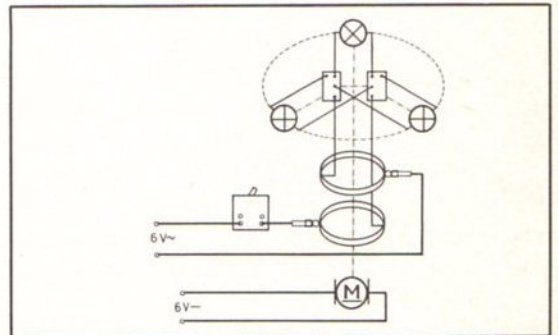


Abb. 13

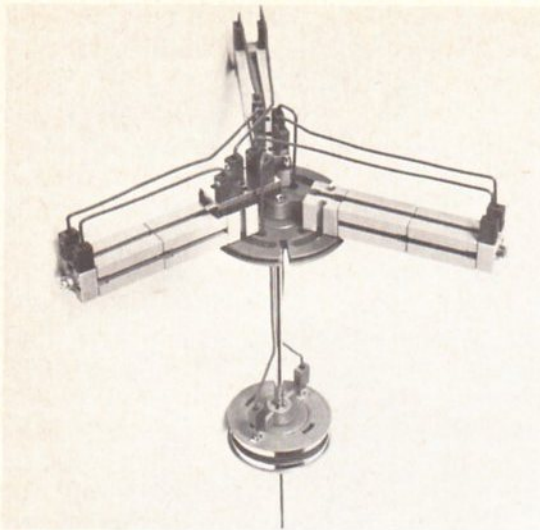


Abb. 14

Die Abbildung 16 zeigt den Aufbau der Stromzuführungen noch einmal, jedoch ist hier der senkrecht stehende Federkontakt anders befestigt.

4. Lernziele

Lernzielgruppe 1

Die Schüler sollen

- eine Drehsäule konstruieren können, die mit einer Übersetzung von etwa 100:1 bis 300:1 vom Elektromotor angetrieben wird.
- die Lagerung dieser Drehsäule so stabil ausführen können, daß die Konstruktion geeignet

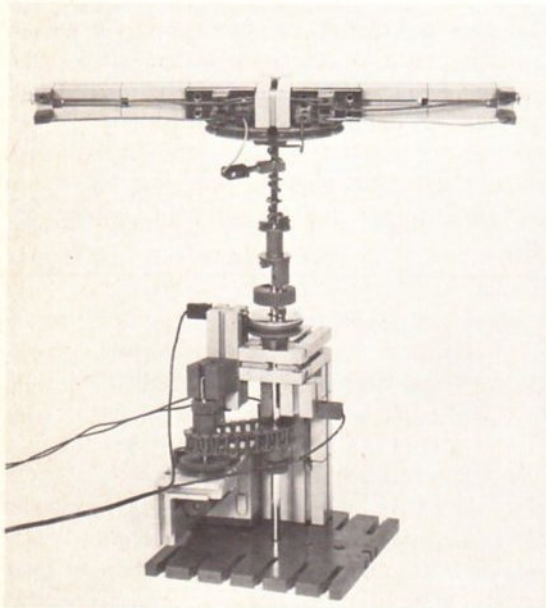


Abb. 15

ist, das Oberteil des Karussells und die Sesseln aufzunehmen.

– erkennen, daß die Übertragung von elektrischer Energie auf Verbraucher, die sich auf einer Kreisbahn von mehr als 360 Grad bewegen, nicht mit festen oder flexiblen Leitungen vorgenommen werden kann, sondern durch Schleifkontakte und Schleifbahnen erfolgen muß.

– konstruktive Lösungen für eine elektrische Verbindung zwischen den sich drehenden Lampen und den beiden nicht beweglichen Leitungen der Spannungsquelle finden.

– entdecken, daß sich für die Lösung des Problems Schleifringe eignen.

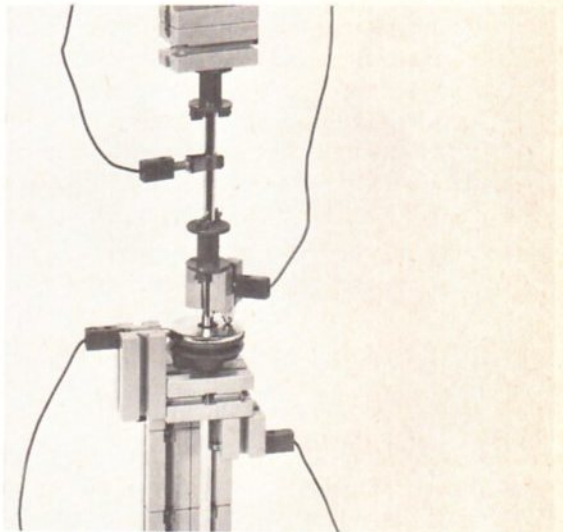


Abb. 16

– erkennen, daß für die Stromversorgung eines Verbrauchers zwei Schleifbahnen und zwei Schleifkontakte nötig sind.

– den Weg des Stroms vom Schleifring zum Verbraucher beschreiben und die Verbraucher dementsprechend richtig anschließen können.

– Stromzuführungen konstruieren können, die den elektrischen Strom zuverlässig auf die Schleifringe übertragen.

– feststellen, daß die Schleifkontakte durch Federdruck angepreßt werden müssen.

– für die gesamte Anlage zwei getrennte Spannungsquellen einsetzen können: Gleichspannung für den Motor, Wechselspannung für die Beleuchtung.

Lernzielgruppe 2

Die Schüler sollen

– in der Lage sein, einen Schaltplan für die fertige Anlage zu zeichnen.

– Verwendungsmöglichkeiten für Schleifringe in der technischen Wirklichkeit kennenlernen und nennen können, z. B. bei Karussells, Riesenrädern, Turmdrehkränen, Elektromotoren.

– beim Vergleichen ihrer Lösungen mit solchen aus der technischen Wirklichkeit Gemeinsames herausfinden.

– am Beispiel von Elektromotoren die für Stromführungskontakte geläufigen Begriffe „Bürsten“ sowie den Begriff „Kollektor“ für den Schleifring beim Elektromotor kennenlernen.

– lernen, daß die Schleifringe aus Kupfer, die Schleifkontakte aus Kohle oder Kupfer bestehen.

5. Vorwissen der Schüler dieser Klasse

Die Schüler kennen die Anschlußtechnik von mehreren Lampen in Parallelschaltung.

Für den Verlauf der Arbeiten ist es vorteilhaft, daß sie außerdem im vorausgegangenen Schuljahr gelernt haben, wie man eine senkrechte Drehsäule oder Welle stabil lagert und antreibt.

6. Anfangssituation

„Gegenüber unserer Schule liegt ein großer Platz, auf dem zur Zeit der Kirchweih die Schausteller ihre Buden, Autoscooter und Karussells aufstellen.

Das ist für euch immer eine interessante und lustige Sache. Besonders reizvoll wird es dann am Abend, wenn Hunderte von bunten Lampen eingeschaltet sind. Ein interessanter Lichteffect wird beispielsweise bei einem Karussell erzielt, wenn sich die Lampen beim Fahren mitdrehen.“

7. Arbeitsauftrag

„Baut ein Karussell, das von einem Elektromotor angetrieben wird. Das Oberteil, an dem die Sesselchen hängen, soll bunte Lampen tragen, die sich beim Drehen des Karussells mitbewegen.

Die Lampen sollen ein- und ausgeschaltet werden können.“

8. Unterrichtsverlauf

Nachdem die mechanischen Probleme gelöst und die Lampen an den Trägern für die Sessel angebracht waren, erlebte ein Schüler nach dem andern, was offensichtlich keiner erwartet hatte: Beim Drehen des Karussells verdrillte sich das Zuführungskabel und behinderte dadurch die Drehbewegung.

Bei der Diskussion, die nach dieser Feststellung einsetzte, waren sich alle Schüler zunächst darüber einig, daß die Stecker des Zuführungskabels bei der Drehung des Oberteils auf keinen Fall mitgeführt werden dürfen.

Ein Schüler war der Auffassung, daß die Stecker an ein sich drehendes Teil, das den Strom leiten kann, gehalten werden müssen. Andere Schüler stimmten zu. Es kam der Vorschlag, die Stecker an die rotierende senkrechte Welle zu halten und an diese oben die Lampe anzuschließen. Aber schon nach kurzer Zeit stellten die Schüler fest, daß dies nur für eine Lampenleitung eine Lösung wäre, nicht aber auch für die zweite.

Ein Schüler schlug nun vor, zwei Blechscheiben waagrecht übereinander anzuordnen und an der Drehsäule anzubringen (Abbildung 17). An diese Scheiben wollte er die Lampenkabel fest anschließen und die Stecker des Zuführungskabels während der Drehung an die Scheibenflächen halten. Dies schien eine brauchbare Lösung zu sein. Sie wurde nach den Anweisungen des Schülers an die Tafel gezeichnet. Von hier war es kein weiter Schritt mehr, die Schüler zu überzeugen, daß man auch dickere Scheiben verwenden könnte und daß man die Stecker, anstatt sie an die Kreisfläche zu halten, auch am Umfang der Scheiben ansetzen könnte (Abb. 18).

Auf die Aufforderung hin, im Kasten nach einem geeigneten Bauelement zu suchen, zeigten und nannten die Schüler den Schleifring. Noch vor dem Einbauen sollten sie dann durch Betrachten herausfinden, welche Buchsen elektrisch leitend jeweils mit den Schleifringen verbunden sind.

In die Modelle waren die Schleifringe dann rasch eingebaut und die Lampen angeschlossen. Neues Überlegen erforderte die Befestigung der Stecker. Lösungen wie sie Abb. 19 zeigt, waren unbefriedigend.

Ein Schüler hatte eine brauchbar erscheinende Lösung: Er nahm zwei Verteilerplatten, befestigte sie auf geeigneten Haltern, schloß die Zuführungskabel an und schob dann die Verteilerplatten mit den Stiften gegen die Schleifringe (Abb. 20). Als das Karussell dann in Gang gesetzt wurde, leuchteten die Lampen tatsächlich auch während der Drehung.

Diese Lösung wurde von anderen Schülern nachgebaut.

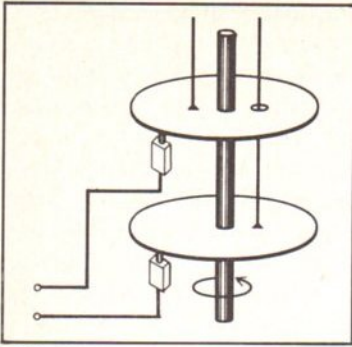


Abb. 17

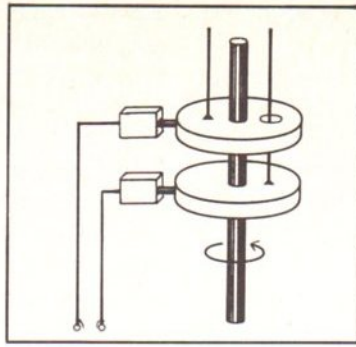


Abb. 18

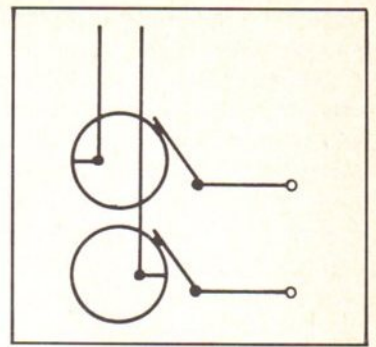


Abb. 21

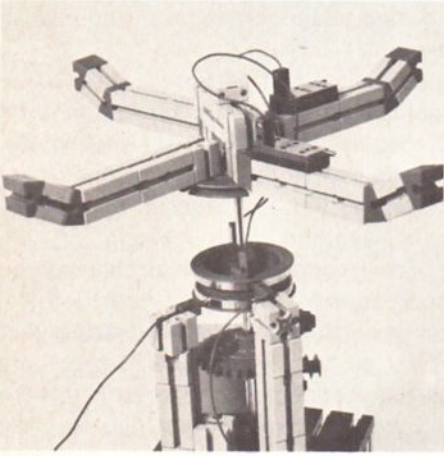


Abb. 19

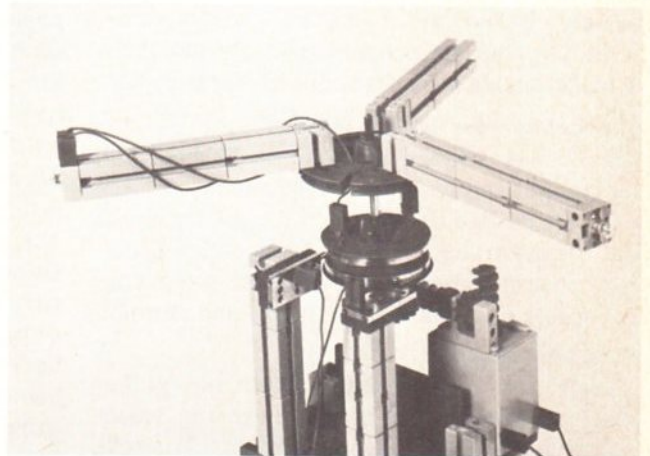


Abb. 20

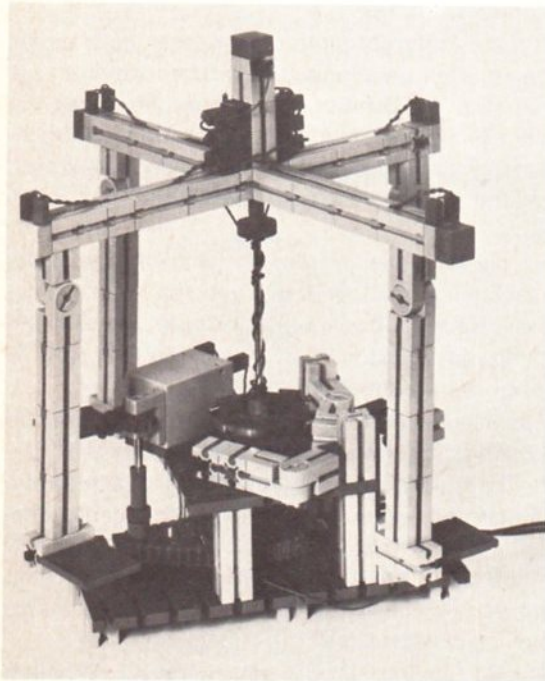


Abb. 22

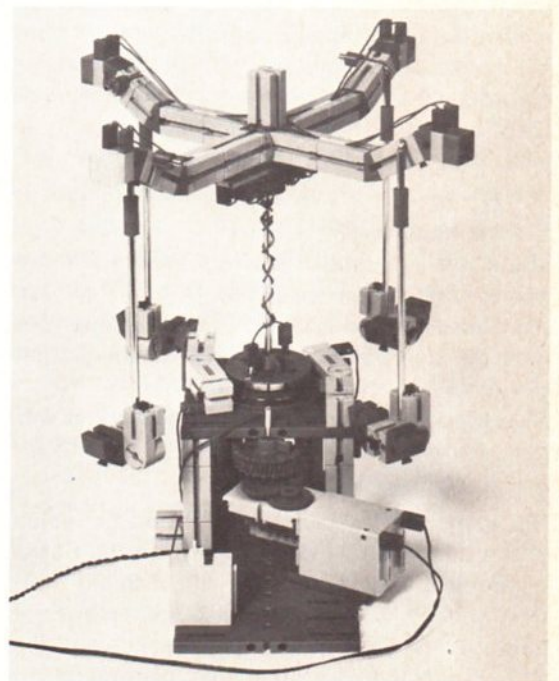


Abb. 23

Zu Beginn der nächsten Doppelstunde wurden die Modelle erprobt. Es zeigte sich bald, daß bei vielen der Strom nicht zuverlässig übertragen wurde. Durch die Erschütterungen des Antriebs verschoben sich die Halterungen der Verteilerplatten und die Stromzuführung wurde unterbrochen. Um Abhilfe zu schaffen, wies der Lehrer auf die im Sortiment des u-t3 speziell für die Stromübertragung auf Schleifringe vorgesehenen Kontakte hin und machte auch auf die gefederten Kontakte des Drehschalters aufmerksam, die ausgebaut werden können. Ferner wurden Befestigungsmöglichkeiten für die Kontakte mit Hilfe der Federgelenksteine demonstriert.

Alle Modelle sollten nun umgerüstet und mit einer zuverlässigen Stromzuführung ausgestattet werden. Außerdem empfahl der Lehrer, den Motor des Karussells am Gleichspannungsausgang des Netzgeräts, die Beleuchtung am Wechsellspannungsausgang anzuschließen. Dadurch kann das Karussell mit beliebiger Drehzahl gefahren werden, ohne daß die Lampen ihre Leuchtstärke verändern.

Ein Problem war schließlich noch zu lösen: Beim Abschalten des Motors und dem damit verbundenen plötzlichen Abbremsen des Antriebs schlugen die Sesselchen gegen die Drehsäule. Dies wurde dadurch verhindert, daß die Verschraubung des Zahnrads auf der Antriebswelle so weit gelockert wurde, daß die Drehsäule beim Anlaufen des Motors gerade noch mitgenommen wurde. Dadurch lief das Karussell beim Start sanft an, wurde aber bald auf die volle Geschwindigkeit beschleunigt. Umgekehrt wurde der Schwung des sich drehenden Oberteils beim Abschalten nicht hart, sondern sanft abgebremst.

Gegen Ende der Doppelstunde sollten die Schüler versuchen, einen Schaltplan für die elektrische Anlage ihres Karussells zu zeichnen. Zunächst mußte ein geeignetes Symbol für die Schleifringe und die Stromzuführungen gefunden werden. Einige Schüler zeichneten Vorschläge an die Tafel. Die Ausführung, die in Abb. 21 dargestellt ist, sagte den Schülern am meisten zu. Sie wurde übernommen. Außerdem wurden noch einmal die Symbole für Gleichspannung und Wechsellspannung an die Tafel gezeichnet. Die Schüler zeichneten nun einen Plan ihrer Schaltung, die Entwürfe wurden am Ende der Doppelstunde eingesammelt.

9. Abbildungen und Beschreibungen der Lösungen

Die Abbildung 22 zeigt ein Modell mit vier Sesselchen. Der Antrieb hat eine Übersetzung von 30:1. Dies ist ungünstig, weil die Beschleunigung und die Geschwindigkeit bei voller Betriebsspannung zu hoch sind. Das Karussell kann nur mit sehr niedriger Spannung gefahren werden.

Das Oberteil ist mit Hilfe einer Seiltrommel, bei der der eine Klemmring abgenommen wurde, auf der senkrechten Welle befestigt.

Die Schaltung ist die gleiche wie in der Abb. 13, nur sind hier anstelle von drei Lampen fünf angeschlossen. Alle Lampenleitungen sind auf den Verteilerplatten zusammengeführt. Die Stromzuführung zur Drehsäule erfolgt über Kontakte, die durch Federgelenksteine an die Schleifringe angepreßt werden.

Das Modell in der Abbildung 23 hat durch den Einsatz des Stufengetriebes eine günstige Drehgeschwindigkeit. Wie beim vorigen Modell ist das Oberteil mit Hilfe einer Seiltrommel auf die senkrechte Welle gesetzt. Die beiden Verteilerplatten wurden an der Unterseite der Träger befestigt.

Die Sesselchen sind mit Hilfe von Winkelachsen und Stangen so aufgehängt, daß sie sich beim Drehen des Karussells durch die auftretende Fliehkraft in Schräglage ausrichten können.

Die Abbildung 24 zeigt ein Karussellmodell mit drei Sesselchen. Die Konstruktion würde es ohne weiteres ermöglichen, sechs Sesselchen aufzunehmen. Da aber der Lernbaukasten u-t 1 nur vier Flachbausteine enthält, aus denen die Sitze hergestellt sind, hat der Schüler nur drei Sesselchen in gleich großen Abständen zueinander aufgehängt.

Das Modell hat eine Übersetzung von 80:1. Wie die Stromzuführung konstruiert wurde, zeigt die Abbildung 25. Die Kontakte werden mit Federgelenksteinen an die Schleifringe gedrückt. Die Abbildung 26 zeigt eine sehr stabile Ausführung. In der Abbildung 27 sind Einzelheiten der Konstruktion des Oberteils zu erkennen. Die Stromzuführungen bestehen aus Kontakten mit gefederten Stiften, die aus einem Drehschalter ausgebaut wurden.

Die Ketten sind an einem Drehbolzen, der aus Klemmkontakten und Zwischensteckern konstruiert ist, so aufgehängt, daß die Sesselchen durch die auftretende Fliehkraft leicht nach

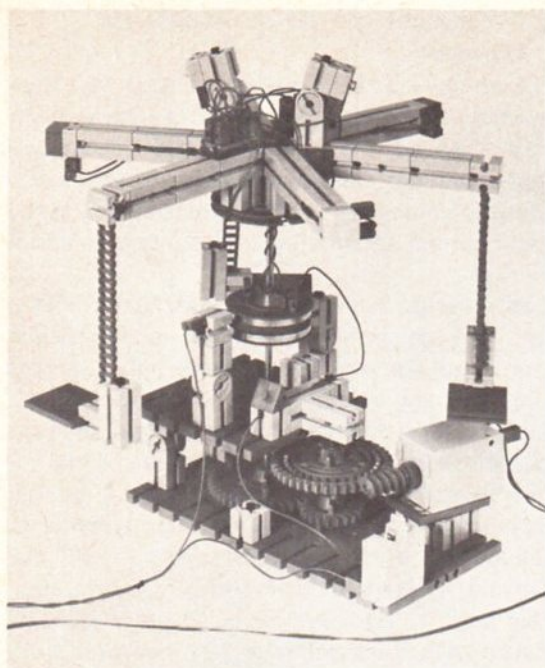


Abb. 24

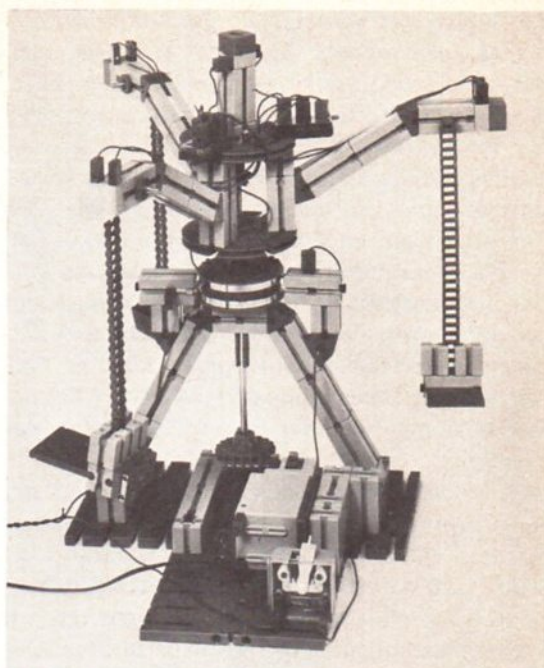


Abb. 26

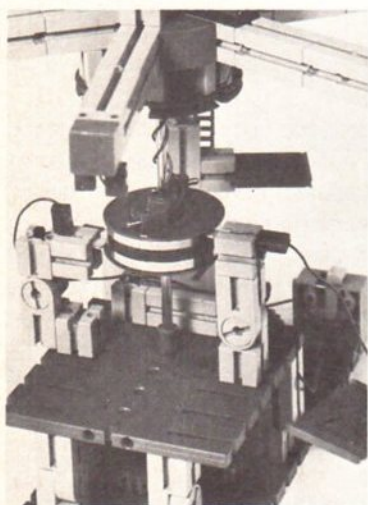


Abb. 25

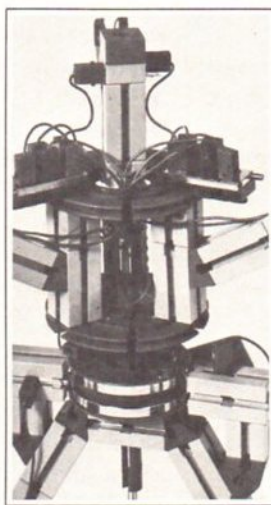


Abb. 27

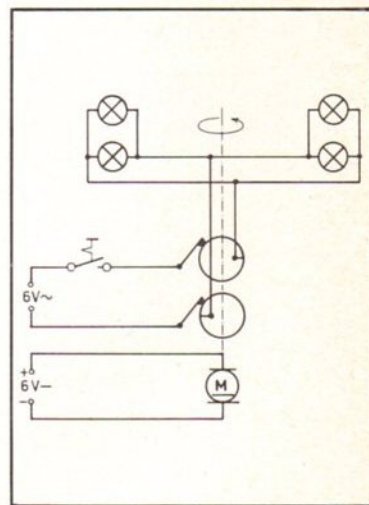


Abb. 28

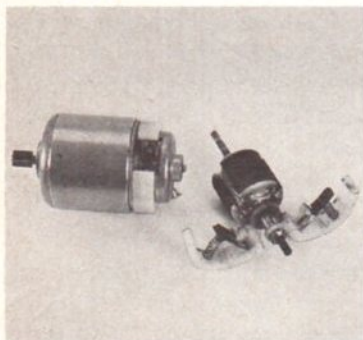


Abb. 29

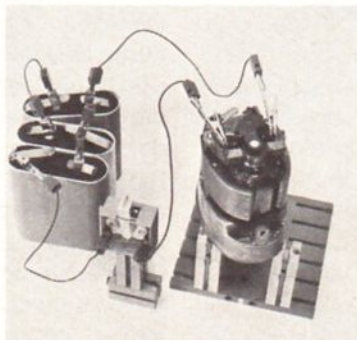


Abb. 30

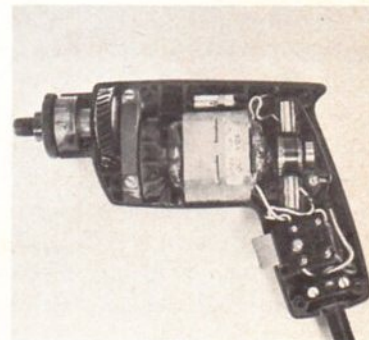


Abb. 31

außen getragen werden können. Mit einer Übersetzung des Antriebs von 200:1 wird eine günstige Drehgeschwindigkeit erreicht.

10. Zusammenfassung und Bezug zur technischen Wirklichkeit

Für den Abschluß der Arbeiten zum Thema „Karussell“ waren noch weitere 45 Minuten der nächsten Doppelstunde nötig.

Ein Schüler, der einen besonders übersichtlichen Schaltplan entworfen hatte, sollte diesen an die Tafel zeichnen. Nach geringfügigen Korrekturen wurde daraus der Schaltplan, wie ihn die Abbildung 28 zeigt.

Ein hektographiertes Arbeitsblatt enthielt eine kurze Information über die Verwendung von Schleifringen in der technischen Wirklichkeit:

„Schleifringe werden in der Technik überall dort eingesetzt, wo Elektromotoren, Elektromagnete oder elektrische Glühlampen Drehbewegungen ausführen müssen. Dies kommt z. B. bei Turmdrehkränen, Magnetkupplungen, Karussells oder Riesenrädern vor.

Auch beim Elektromotor gibt es einen Schleifring, auf dem zwei Stromführungen schleifen. Der Schleifring ist in mehrere getrennte Stücke, sogenannte Segmente, aufgeteilt. Die Stromzuführung nennt man Bürsten. Sie bestehen entweder aus Kohle oder Kupfer. Die Schleifringe stellt man aus Kupfer her.“

Unter diesem Text war außerdem eine Zeichnung wie in Abbildung 3 mit der Bildunterschrift „Schleifring mit Bürstenapparat von einem Turmdrehkran“ abgedruckt.

Die Schüler lasen diesen Text. Anhand von Fotografien wie in den Abbildungen 4, 5 und 8 sollten sie sich danach ein Bild vom Aussehen der Schleifringe und Stromzuführungen in der technischen Wirklichkeit machen.

Zum Abschluß wurden vom Lehrer drei Elektromotoren vorgestellt und in Betrieb gesetzt, und zwar der Elektromotor einer elektrischen Zahnbürste (Abb. 29), der Motor eines Scheibenwischers (Abb. 30) und der einer Bohrmaschine (Abb. 31). Bürsten und Kollektoren sind gut sichtbar.

In diesem Zusammenhang werden die im Text vorkommenden Begriffe „Bürsten“, „Kollektor“ und „Wicklung“ geklärt. Auf die Funktion des Kollektors in seiner Eigenschaft als „Stromwender“ wurde nicht näher eingegangen. ■

Günter Bickert

Das Dreieck als elementares Fachwerk

Im Heft 1/76 forderte U. Freyhoff den „offenen Lehrentwurf“. Der folgende Beitrag soll diese Vorstellungen an einem Beispiel konkretisieren.

Soweit statische Sachverhalte im Technikunterricht der Primar- und Sekundarstufe I behandelt werden, sind es nicht nur didaktische Grundsätze, sondern auch sachliche Schwierigkeiten, die nach dem einfachen, elementaren Fall suchen lassen. Quantitative Untersuchungen statischer Sachverhalte scheitern zumeist an fehlenden mathematischen Grundlagen. Experimentelle Untersuchungen sind nur an einfachen statischen Sachverhalten möglich und liefern fast ausschließlich qualitative Ergebnisse. Der einfache statistische Sachverhalt kann eigentlich nur dazu dienen, Strukturen statistischer Wirklichkeit aufzuzeigen und Denk- und Arbeitsmethoden der Technik zu erfahren.

Eine experimentelle Statik nach der Methode des trial and error ermöglicht zwar kreativitätsorientierten Technikunterricht¹, aber es wäre eine unnötige Verkürzung der Methodik dieses Unterrichtsfaches, würde der kreativitätsorientierte Unterricht alleiniges oder überwiegendes Kennzeichen des Technikunterrichtes sein. Einem Werkunterricht² mag die Förderung kreativer Fähigkeiten und Verhaltensweisen angemessen sein, Technikunterricht ist mehr. Ursachen und Folgen der Technisierung im Spannungsfeld der technischen, ökonomischen und politischen Sachzwänge sind ebenfalls nicht kreativ erfahrbare.

Kennzeichen des Technikunterrichts ist es unter anderem, wenn ein konkret anschaulichen Gegenständen phänomenbezogenes Wissen nach funktionalen Gesetzmäßigkeiten hinterfragt wird. Eine über die qualitative Betrachtung hinausgehende quantitative Analyse vermag die Erkenntnis zu begründen, daß technisch-physikalische Phänomene mathematisch betrachtet und beschrieben werden können, daß die Mathematik kreativitätsorientierte Probehandlungen zu ersetzen vermag.

Die rechnerische und zeichnerische Betrachtung technischer Sachverhalte ist im wesentlichen nur innerhalb der Getriebelehre in Richtlinien und Lehrpläne aufgenommen worden,

weil auf entsprechendes mathematisches Grundwissen zurückgegriffen werden kann³. Die mathematische Betrachtung kann jedoch dann auf weitere technische Sachverhalte ausgedehnt werden, wenn mathematische Formeln und Verfahren nicht entwickelt werden müssen, sondern einfach gebraucht werden. Es ist im Technikunterricht üblich und legitim, Baugruppen als blackbox zu benutzen. Warum soll gleiches nicht für mathematische Formeln und Verfahren gelten? Diese können im Technikunterricht als „mathematische Blackbox“ angesehen und verwendet werden. Innerhalb der Statik z. B. sollte es daher im 9./10. Schuljahr möglich sein, Auflagerkräfte in einfachen, elementaren Fällen zu berechnen, Stabkräfte in einem einfachen Fachwerk zu bestimmen und Gleichgewichtsbetrachtungen in einfachen Fällen durchzuführen.

Erste und propädeutische Grunderfahrungen zum Fachwerk können bereits in der Grundschule erworben werden. Ein Thema „Wie Gebautes stabil wird (Skelettbau)“ ist zwar nicht speziell auf das Fachwerk zugeschnitten, aber die Schüler lernen, daß die Profilierung des Baumaterials Einfluß auf die Tragfähigkeit der Konstruktion hat, daß mit V-Schienen, Leisten, Eisenträgern usw. materialsparend gebaut werden kann, daß Gerüstbauteile geklebt, verschraubt, genietet, geschweißt werden können⁴. Im vierten Schuljahr kann der Problemkreis wieder aufgegriffen werden. Dem Thema „Tragfähige und standfeste Skelettbauten“ werden die für ein Verständnis des Fachwerkes wichtigen Lernziele zugeordnet: „In Bauwerken wirken Kräfte; Zug- und Druckbeanspruchung; Stabilität durch Verstrebungen (Diagonalverspannungen). Tragfähigkeit entsteht durch Unterstützung, Materialverstärkung, Formänderung (Profile), Träger und Stütze, Druckstab, Zugband.“⁵

In der Orientierungsstufe, aber auch schon im vierten Schuljahr ist ein Einstieg denkbar mit der Aufgabe: Wir bauen ein Gartentor/Hoftor aus Stäben. Die Schüler lernen, welche Teile der Konstruktion auf Druck oder auf Zug beansprucht werden einschließlich der Konsequenzen für die Profilierung der Stäbe.⁶

(Abb. 1 und 2)

In der Sekundarstufe I ist am bekanntesten der Beginn mit dem Thema Überbrückung.⁷ Aufgaben dazu stellen die Grundsätze des Konstru-

ierens und Reflektierens in den Vordergrund und sollen im besonderen Maße das Problemlöseverhalten schulen. Das Dreieck als Grundelement des Fachwerkes wird jedoch entweder überhaupt nicht oder nur deskriptiv betrachtet. Folgende Ausführungen zur Statik des Dreiecks wollen daher Überlegungen anregen, ob und in welcher Art und Weise qualifizierende und quantifizierende Untersuchungen zum Thema Fachwerk in der Sekundarstufe I möglich sind. Das Dreieck als Grundelement des Fachwerkes kann am Ende einer Unterrichtseinheit „Überbrückung“ behandelt werden. Möglich ist auch ein Beginn, der das Dreieck als gemeinsames Strukturelement von Fachwerkkonstruktionen herausarbeitet.⁸ Beide Ansätze haben die Analyse technischer Wirklichkeit gemeinsam. Denkbar ist auch ein Anschluß an einen Lehrgang Kurbelgetriebe. Die Schüler kennen das Gelenkviereck als bewegliche und das Gelenkdreieck als unbewegliche Figur. Auf der Grundlage des Gelenkdreiecks als dem einfachsten stabilen Fachwerk können Tragwerke konstruiert und analysiert werden.

Der Versuchsaufbau in Abb. 3 zeigt das Dreieck in einem einfachen Kran. Drei Scharniere aus dem ut-S Baukasten bilden die Gelenke. Die beiden Federn stammen aus dem ut-2 Baukasten. Ein Belastungsversuch zeigt eine Zugbeanspruchung für den Horizontalstab und eine Druckbelastung für den Diagonalstab, Abb. 4. Diese qualitativen Erkenntnisse können die Schüler umsetzen in Überlegungen bezüglich der Profilierung der Stäbe. Weil der Horizontalstab auf Zug beansprucht wird, kann dieser durch ein Seil ersetzt werden. Diese Erkenntnis kann übertragen werden auf Baukräne und Ladebäume, wie sie auf Frachtschiffen üblich sind.

Wenn in dem Versuch nach Abb. 4 die Federn durch ft-Kraftmesser neuer Bauart ersetzt werden, sind nicht nur qualitative Erkenntnisse möglich, sondern es können auch erste quantitative Ergebnisse der in den Stäben wirkenden Kräfte bei vorgegebener Belastung gewonnen werden. Die Schüler können ein für sie erstaunliches Ergebnis beobachten: Die Druckkraft in dem Diagonalstab ist größer als die Kraft, die durch das Gewicht erzeugt wird, Abb. 5.

Dieser Versuchsaufbau bietet für technisch begabte Schüler eine Differenzierung insofern, als sie mittels technischer Experimente dem

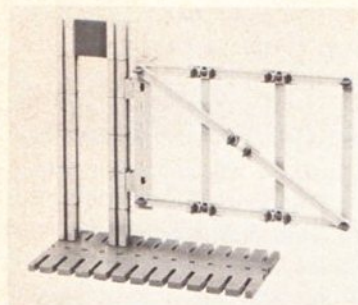


Abb.1 Gartentor; die Diagonale garantiert die Unverschieblichkeit des Systems.

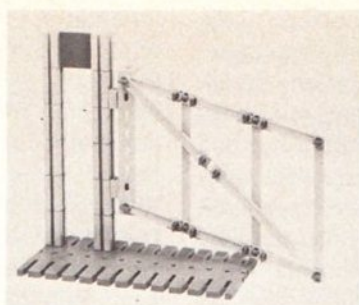


Abb.2 Gartentor; der diagonale Stab ist gelöst, das ursprünglich rechteckige Gartentor verschiebt sich zu einem Parallelogramm.

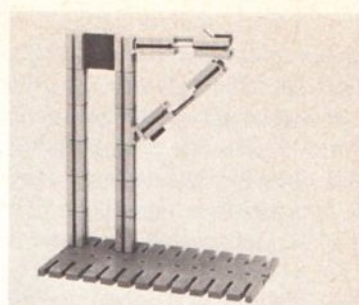


Abb.3 Das Gelenkdreieck in einem einfachen Kran.

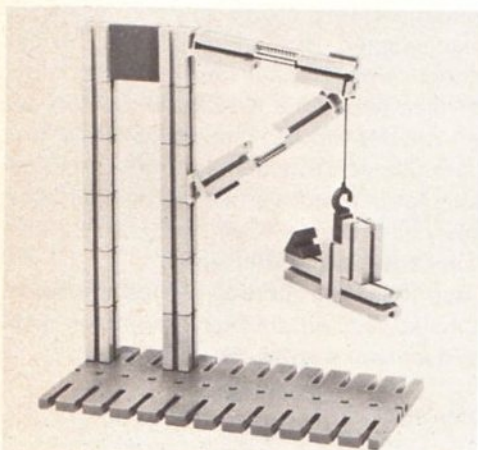


Abb.4 Der belastete Kran weist Zugkräfte im Horizontalstab und Druckkräfte im Diagonalstab nach.

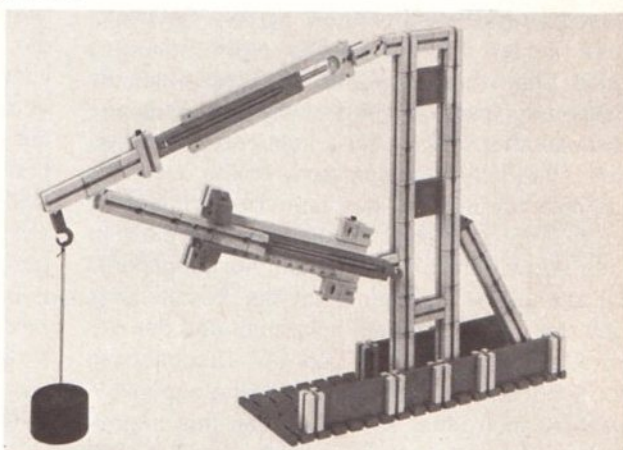


Abb.5 Das Gelenkdreieck in einem einfachen Kran. Die in den Diagonal- und Horizontalstab eingebauten Kraftmesser ermöglichen quantitative Untersuchungen der Stabkräfte.¹⁰

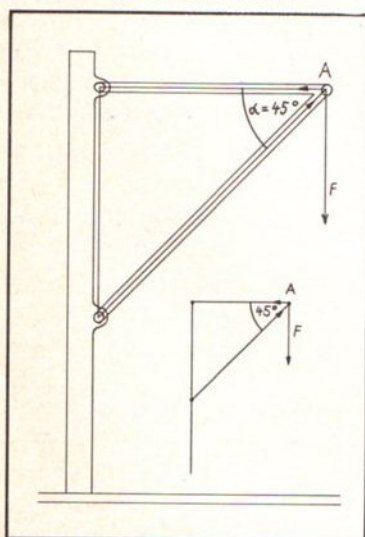


Abb.6 Lageplan: Das Gelenkdreieck in einem einfachen Kran.

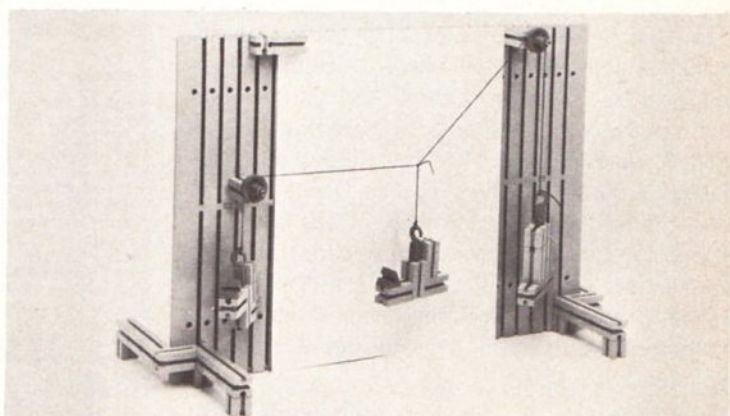


Abb.7 Versuch zur Gleichgewichtsbetrachtung für den Punkt A (vgl. Abb. 6).

Problem nachgehen können: Wovon hängen die in den Stäben wirkenden Kräfte bei vorgegebener Gewichtskraft ab? Die Differenzierungsaufgabe kann durch die Einschränkung erleichtert werden, daß der Kran im unbelasteten Zustand bei unveränderter Länge des Horizontal- oder Diagonalstabes immer ein rechtwinkliges Dreieck darstellen soll. Eventuell mit Hilfe des Lehrers können die Schüler erkennen, daß die in den Stäben wirkenden Kräfte außer von der Größe der Gewichtskraft offensichtlich auch noch von dem Winkel abhängen, den der Horizontalstab mit dem Diagonalstab bildet. Die Ergebnisse werden in eine Tabelle eingetragen. Die Tatsache, daß die in dem Diagonalstab wirkende Druckkraft größer ist als die Gewichtskraft, bedarf für die Schüler einer Erklärung durch den Lehrer. Es würde an dieser Stelle die Forderung nach der Schulung des Problemlöseverhaltens bzw. nach kreativitätsorientiertem Unterricht überspannen, wollte man die Lehrererklärung und das Lehrerexperiment für Sachverhalte ablehnen, welche die Schüler nur sehr schwer erarbeiten können. Ausgangspunkt für die Lehrerdarbietung ist die Feststellung, daß der Kran so gebaut sein muß, daß der Horizontalstab nicht reißt und der Diagonalstab nicht bricht. Das bedeutet: Der Knotenpunkt A (Abb. 6) muß unter Einfluß der an ihm angreifenden Kräfte im Gleichgewicht sein. Ein Lehrerversuch nach Abb. 7 dient den Schülern als Anschauung. Es ist nicht schwer einzusehen, daß aus experimentellen Gründen die Druckkraft des Diagonalstabes durch eine gleichgerichtete Zugkraft ersetzt wurde.

Der Lehrerversuch nach Abb. 7 kann ein brauchbarer Einstieg in die zeichnerische Behandlung des Gleichgewichtsproblems für den Knotenpunkt A sein. Zunächst die Entwicklung eines Lageplanes: Mit einer Lampe können die Seile als Schatten auf Papier projiziert und festgehalten werden (Abb. 7). Damit liegen die Wirkungslinien der Kräfte fest. Die Größen der in den Stäben wirkenden Kräfte ist aus den Versuchen mit den Kraftmessern bekannt, die Gewichtskraft ist vorgegeben. Nach Einführung eines geeigneten Kräftemaßstabes kann der Lageplan bezüglich der Größe der Kräfte vervollständigt werden.

Der Kräfteplan für den Knoten A verdeutlicht das Gleichgewicht. Der Knoten A befindet sich dann im Gleichgewicht, wenn die zeichnerische

Addition der Kräfte ein geschlossenes Kräfteck ergibt. Die mit den Kraftmessern gefundenen Stabkräfte werden für die Zeichnung zu ungenau sein. Wichtig ist die Erkenntnis, daß bei bekannter Gewichtskraft die Stabkräfte zeichnerisch ermittelt werden können, wenn deren Richtungen bekannt sind.⁹

Der Lageplan für den Knoten A nach Abb. 7 hat den Schönheitsfehler, daß er mit dem Kran keine Ähnlichkeit hat. Der Lehrer sollte zeigen, daß eine Abbildung des Krans bereits ein Lageplan ist, der genau den gleichen Kräfteplan ergibt (Abb. 6). Die Pfeile im Kräfteplan können auf den Knotenpunkt A bezogen werden (Abb. 6). Der Pfeil der Druckkraft zeigt auf den Knoten. Die beiden anderen Kräfte, die den Knoten in die angegebenen Richtungen ziehen, weisen vom Knoten weg. Die auf den Knoten A bezogenen Pfeile geben die Krafrichtungen an, die auf den Knoten wirken. Diese Erkenntnis wird in weiteren Untersuchungen zur Statik des Dreiecks aufgegriffen und vertieft werden. Übungsaufgaben zum Thema Kran festigen den Umgang mit Lage- und Kräfteplänen. Falls den Schülern bereits Winkelfunktionen bekannt sind, sollten die Stabkräfte auch rechnerisch bestimmt werden. Es gilt (Abb. 6):

$$\text{Horizontalkraft} = \frac{\text{Gewichtskraft}}{\text{tg } \alpha}$$

$$\text{Diagonalkraft} = \frac{\text{Gewichtskraft}}{\text{sin } \alpha}$$

Der Vergleich des zeichnerischen mit rechnerischen Verfahren zur Ermittlung der Stabkräfte ergibt, daß die rechnerische Lösung nur die Maßzahl und die Dimension der Kraft liefert, nicht jedoch auch die Richtung als wesentliche Angabe des Vektors Kraft.

Anmerkungen

¹ Vgl. H. Hörner, in: H. Hörner, F. Kaufmann, Statische Probleme bei Brücken, Türmen, Masten, Braunschweig 1975, S. 96 ff.

² H. Hörner a. a. O. S. 96.

³ Z. B. Richtlinien und Lehrpläne für die Hauptschule in Nordrhein-Westfalen vom 1. 8. 1973, TE 31, 38 ff.

⁴ Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschulen in Nordrhein-Westfalen vom 1. 8. 1973, SU/100.

⁵ Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschulen in Nordrhein-Westfalen vom 1. 8. 1973, SU/204 f.

⁶ Vgl. Voell-Farber und Mitarbeiter: Technisches Werken in der Hauptschule, Schülerarbeitsheft 1, Sachbereich Bauen, Winkelers Verlag — Gebr. Grimm, Darmstadt 1970.

⁷ H. Sellin: Die Überbrückung, in: Dortmunder Hefte für Arbeitslehre und Sachunterricht, Heft 1, Oktober 1969, S. 1 ff. H. Hörner a. a. O.

⁸ vgl. H. Hörner a. a. O.

⁹ Ausführliche Sachinformation in: fischertechnikhobby Experimente + Modelle, hobby 1, Band 3, S. 37 ff.

¹⁰ Abb. 5: Beim oberen Kraftmesser wurde der Haken abgesägt und ein Baustein 30 senkrecht mit Uhu-Plast an den Kraftmesser geklebt. Beim unteren Kraftmesser wurden Halterungen mit Bausteinen aus dem u-tS und u-t1 gebaut. ■

Zeichnen der fehlenden Ansicht in der Dreitafelprojektion

Erfahrungsbericht aus einem 8. Schuljahr (Mädchen und Jungen) der Kerschensteinerschule in Unterpfaffenhofen

Arbeitsmittel: Baukästen fischergeometric 1, Zeichenpapier und Zeichengeräte

Unterrichtszeit: eine Doppelstunde

Voraussetzungen

- 1) Die Schüler wissen bereits, daß und wie Werkstücke in der rechtwinkligen Parallelprojektion nach DIN 6 dargestellt werden.
- 2) Auch wissen sie, daß zur Darstellung eines Körpers mit drei verschiedenen großen Ausdehnungen (Länge, Breite, Höhe) drei Ansichten erforderlich sind („Dreitafelprojektion“), während beispielsweise bei Körpern mit quadratischer oder kreisförmiger Grundfläche (Würfel, Kegel etc.) zwei Ansichten genügen.

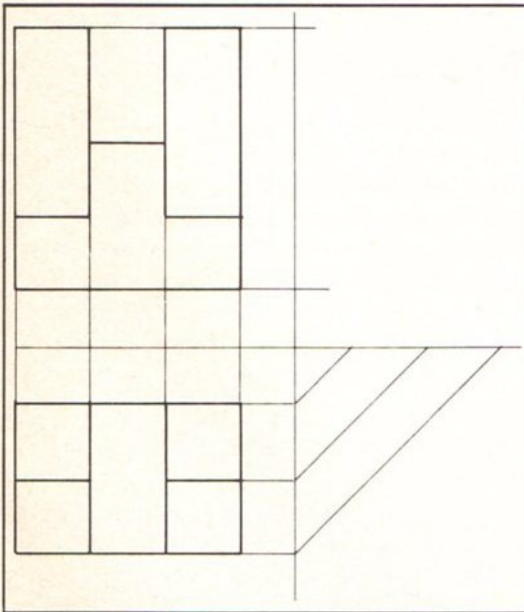


Abb.1 Das Arbeitsblatt zeigte die Vorderansicht und die Draufsicht eines Körpers. Die Schüler hatten die dritte Ansicht zu finden und zu zeichnen.

Lernziele

- 1) Einsicht, warum bei der rechtwinkligen Parallelprojektion für einen Körper mit drei verschiedenen großen Ausdehnungen zwei Ansichten nicht genügen können.
- 2) Fähigkeit, zu zwei gegebenen Ansichten die fehlende dritte zu zeichnen („Ergänzungszeichnen“).

Unterrichtsverfahren

Jeder Schüler erhielt ein Arbeitsblatt mit der Darstellung eines Körpers in Vorderansicht und Draufsicht (Abb. 1).

Arbeitsauftrag 1

Baue den Körper aus Bauelementen auf und überlege dabei, warum Vorderansicht und Draufsicht nicht genügen!

(Anmerkung: Bei diesem Körper sind noch mehrere Lösungen möglich, wenn nur zwei Ansichten vorliegen.)

Arbeitsauftrag 2

Zeichne nun zu den vorgegebenen Ansichten die dritte Ansicht auf das Arbeitsblatt (Seitenansicht).

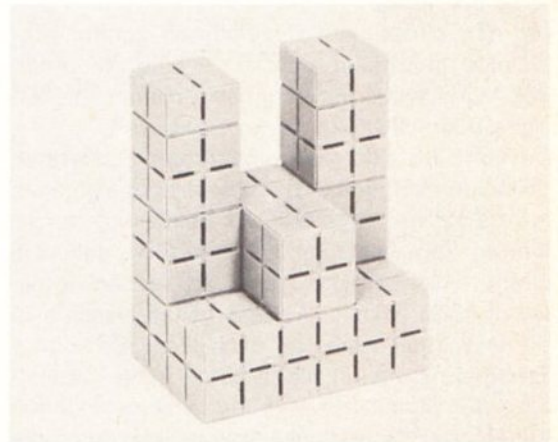


Abb.2 Das Foto zeigt einen Körper, der den zwei Ansichten entspricht und den die Schüler dann gezeichnet haben.

Arbeitsauftrag 3

Baue nun den durch die vollständige Dreitafelprojektion eindeutig dargestellten Körper (Abb. 2).

Beobachtungen während des Unterrichts

Die Schüler taten sich anfangs recht schwer, als von ihnen die Umsetzung einer Zeichnung in ein räumliches Gebilde verlangt wurde. Bei der Aufgabenstellung wurde ja nicht der häufig eingeschlagene Weg gegangen, der von einem vorgegebenen Modell zu einer Zeichnung führt. Die Schüler mußten vielmehr anhand der vorgegebenen Ansichten über den Weg der Vorstellung und mechanischen Ausführung der Projektionszeichnung die dritte Ansicht entwickeln.

Dadurch entstand der Zwang, die zu entwickelnde Zeichnung ständig an Hand der Vorstellung zu überprüfen und im Wechsel damit die Vorstellung an Hand der Zeichnung zu revidieren. Aus der Beobachtung der Schüler während des Unterrichts und aus einigen Äußerungen gewann ich den Eindruck, daß den Schülern eine solche Art der Aufgabenstellung sehr zusagte, wohl auch deshalb, weil sie neu und ungewohnt war.

Die zuletzt hergestellten Modelle wurden auf die gezeichneten Ansichten aufgelegt und dadurch überprüft. Nicht selten war ein lautstarkes „Aha“-Erlebnis zu bemerken, wenn das Modell mit der Zeichnung noch nicht identisch war, oder auch ein bereits in der Vorstellung richtig entwickeltes Modell Fehler in der Zeichnung aufdeckte.

Mit den einzelnen Bauelementen konnte problemlos gearbeitet werden – eine Änderung des Modells bei auftretenden Unstimmigkeiten war weder schwierig noch zeitraubend.

Da die Bausteine mit einheitlichem Rastermaß versehen sind, ließ sich ein sofortiger Vergleich mit der zuvor angefertigten Zeichnung durchführen. Voraussetzung war natürlich, daß vom Lehrer entsprechende Maße vorgegeben waren. Durch solch anschauliches Arbeiten lassen sich die Aufgaben mühelos nach dem Schwierigkeitsgrad staffeln. Die zeichnerische Darstellung der räumlichen Gebilde in verschiedenen Lagen oder Projektionen erweist sich durch die Möglichkeit des Überprüfens am selbstgefertigten Modell als relativ problemlos. Es ist ausnahmslos allen Schülern gelungen, die dritte Ansicht in derselben Stunde zu ermitteln. ■

Produktinformation

1. Neue Bauteile aus dem fischertechnik-Programm

Fortsetzung der Reihe aus Heft 4/75, Seite 28

1.1 Raupenkettten und Förderbecher (ft 020)

Siehe Heft 4/75

1.2 mini-mot 10 Kleinstmotor und mini-mot 11 Getriebeteile

Mit den Kleinstmotoren kann wegen ihres geringen Gewichts und ihres kleinen Platzbedarfs die Bewegungsenergie unmittelbar dort erzeugt werden, wo sie gebraucht wird, so z. B. in der Laufkatze eines Portalkrans.

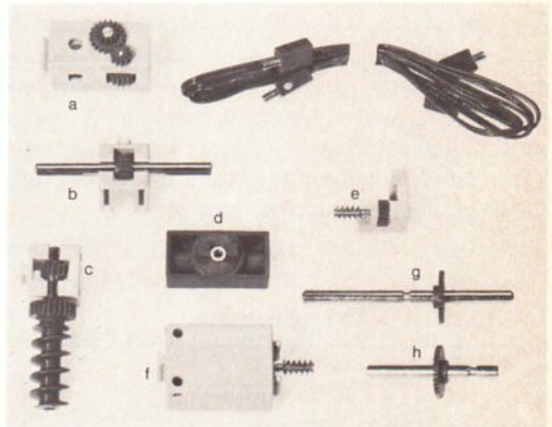


Abb. 1 mini-mot 10:

- a) U-Getriebe
- b) Getriebehälter ohne Schnecke
- c) Getriebehälter mit Schnecke, m 1,5
- d) Drehschieber
- e) Getriebehälter mit Schnecke, m 0,5
- f) Mini-Motor 6 V =
- g) U-Achse 60 mit Zahnrad Z 28
- h) U-Achse 40 mit Zahnrad Z 28

1.3 mini-mot 12 Hubgetriebe, Hubzahnstange und Hubgelenk

Die Motorschnecke des mini-Motors greift in das aufsteckbare Getriebe und bewegt eine eingesetzte Zahnstange. Damit steht ein elektromechanischer Linearantrieb für begrenzten Hub (Analogie zum Hydrozylinder) zur Verfügung. In Funktionsmodellen können z. B. Kranausleger und Laufkatzen bewegt, Bagger gesteuert und mit Gabelstaplern Lasten gehoben werden.

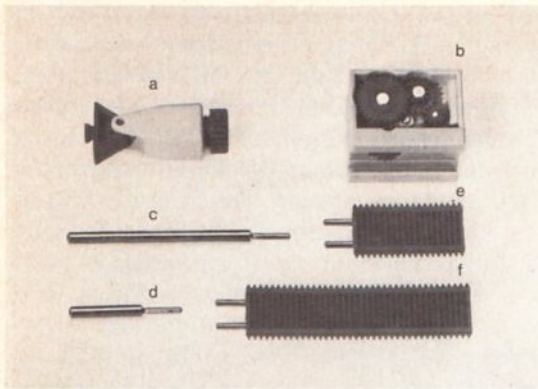


Abb. 2 mini-mot 12, Hubgetriebe:

- a) Hubgelenk
- b) Hubgetriebe
- c) Schubstange 60
- d) Schubstange 30
- e) Hub-Zahnstange 30 mit Rändelstift
- f) Hub-Zahnstange 60 mit Rändelstift

1.4 Zählwerk em 6

Das Zählwerk kann überall da eingesetzt werden, wo entweder Vorgänge (wie z. B. bei Personenzählanlagen in Ausstellungen oder an Rolltreppen) oder Schaltvorgänge gezählt werden (z. B. bei Vorrichtungen zum Auswerten von Lochkarten).

Ansteuern kann man das elektromagnetisch betätigte Zählwerk über alle mechanisch betätigten Schalter, über Reedkontakt, Relais oder Bimetall. Durch den Fotowiderstand, den Heißleiter oder den Sensor kann es nur über den Ausgang des Verstärkerbausteins angesteuert werden.

Technische Daten:

- Zählbereich: 0–20 Zählakte
- Maximale Spannung: 10 Volt
- Ansprechspannung: 6 Volt

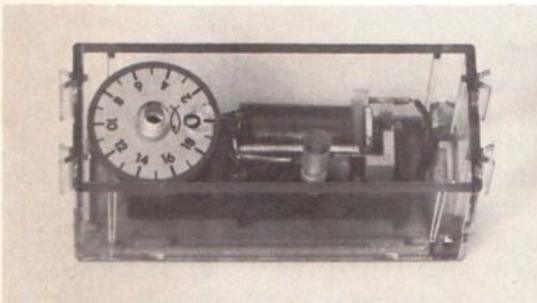


Abb. 3 Zählwerk

1.5 Mini-Taster em 9

Der Mini-Taster (Abb. 4 und 5) hat die Größe eines Bausteins 30 bei halber Tiefe. Er läßt sich in Steckbauweise mit den ft-Teilen verbinden. Das Schaltbild auf der Vorderseite symbolisiert die Funktionen und weist auf die Beschaltungen hin.

Der Taster ist universell verwendbar; es lassen sich damit alle Schaltungen, die mit Hand-Taster oder Hand-Schalter hergestellt werden können, realisieren. Er kann verwendet werden

a) als Taster, Endtaster, Austaster, Umschalt-Taster

b) als Schalter
Mit Bauteilen aus den ft-Lernbaukästen (u-t 1, Schaltscheiben, Nockenscheiben usw.) kann der Taster zum Schalter umgerüstet werden.

Beispiele: Ein-, Ausschalter, Umschalter, Wechselschalter, Serienschalter (2 oder mehrere Taster), Kreuzschalter (2 Taster), Polwendschalter (2 Taster)

c) zur Realisierung logischer Schaltungen:
Oder-Schaltung, Und-Schaltung, Nicht-Schaltung

Taster oder zum Schalter erweiterte Taster können zu vielen Schaltungen miteinander kombiniert werden.

Beispiele: Serienschaltung, Wechselschaltung, Kreuzschaltung, Sicherheitsschaltungen (log. Schaltungen) und Blinkschaltungen.

Die Buchsen sind von zwei Seiten aus – Vorder- und Rückseite – zugänglich. Sie können von beiden Seiten aus beschaltet werden. Die mittlere Buchse ist der Eingang. Bei Beschaltung der mittleren und oberen Buchse ist der Taster als Eintaster (Folgetaster), bei Beschaltung der mittleren und unteren Buchse als Aus-



Abb. 4 Universal-Taster em 9 mit Verpackung. Der Baustein 30 zeigt die Größenverhältnisse.

Taster (Nicht-Taster) benutzt. Durch diese Anordnung kann der Schüler die Schaltung leicht kontrollieren.

Hinsichtlich der Anordnung gibt es folgende Kombinationsmöglichkeiten:

Sie können übereinander angeordnet werden (durch die Betätigung des oberen Tasters werden alle darunter liegenden mitbetätigt; die Betätigung kann von Hand, mit Schaltscheiben oder Nockenscheiben vorgenommen werden); sie können nebeneinander angeordnet werden (durch die geringe Tiefe besteht die Möglichkeit, zwei Taster mit einem Finger zu betätigen; bei entsprechender Montage können zwei oder auch mehrere nebeneinander liegende Taster mit einer Schaltscheibe gleichzeitig betätigt werden);

sie können nebeneinander und übereinander montiert werden. Ein Block von vier Tastern z. B. – 2 Taster übereinander, 2 Taster nebeneinander – nimmt etwa den gleichen Raum ein wie ein Taster der bisherigen größeren Ausführung. Anwendungen logischer Schaltungen mit mehreren Tastern lassen sich deshalb auf relativ kleinem Raum ausführen.

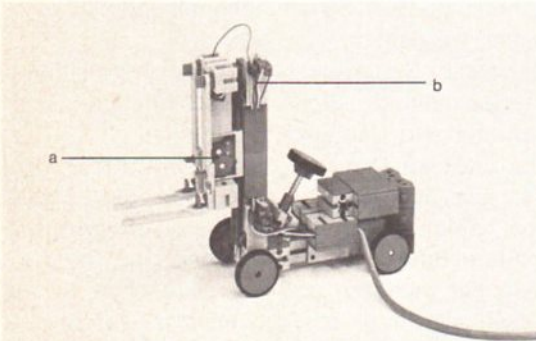


Abb. 5 Modellbeispiel: Gabelstapler mit Hubtriebe (a) und Mini-Taster (b) als Endschalter.

2. fischertechnik em 11 – Netzschaltgerät

Mit diesem neuen fischertechnik-Netzschaltgerät können elektrische Geräte, die mit 220 V Wechselspannung betrieben werden, gefahrlos mit 6 V Gleichspannung geschaltet werden, da es ein Relais enthält, dessen Kontakte 220 V Spannung schalten können, während die Relaispule mit 6 V Gleichspannung versorgt wird. Diese Relaispule hat eine Stromaufnahme von 75 mA und kann somit durch alle Schaltvorrichtungen, die mit den fischertechnik-Lernbaukästen u-t 3 und u-t 4 aufgebaut werden können,

angesteuert werden. Die Schaltimpulse können z. B. von Programmschaltern, magnetisch betätigten Schaltern, Bimetallschaltern, Fotowiderstand¹, Heißeiter¹ oder elektronischen Zeitschaltungen ausgehen. So ist es möglich, über das Netzschaltgerät elektrische Geräte mit 220 V Betriebsspannung wie Lampen, Heizungen, Ventilatoren, Pumpen, Motoren u. a. bis zu einer maximalen Stromaufnahme von 6 A ein- oder auszuschalten. Mit dem Netzgerät kann der Schüler elektrische Geräte der technischen Wirklichkeit in seine Experimente mit einbeziehen. Dadurch kann die Wirkungsweise bestimmter Steuerungs- und Regelungsschaltungen besonders anschaulich dargestellt werden.

¹ Über Verstärker oder Relais

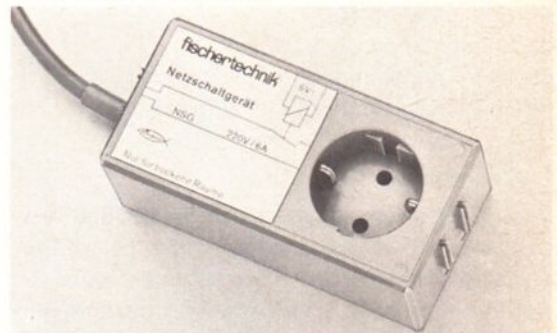


Abb. 6 fischertechnik em 11 – Netzschaltgerät

Arbeitsbeispiel mit dem Netzschaltgerät Wärmeregulierung mit dem Bimetallschalter

Problemstellung

Mit Hilfe eines durch ein Bimetall betätigten Schalters soll eine Schaltanordnung gefunden werden, die bei sinkender Raumtemperatur einen Heizofen ein- und bei gesteigerter Temperatur diesen wieder ausschaltet.

Funktionsbeschreibung

Der Taster unterhalb des gebogenen Bimetalls ist als Austaster geschaltet und liegt in Reihe mit der Relaiswicklung des Netzschaltgerätes an der Gleichspannungsquelle. Damit hat die Relaispule angezogen, das Heizgerät ist eingeschaltet. (Zuvor muß allerdings der im Heizgerät eingebaute Schalter eingeschaltet werden.) Die auf das Bimetall auftreffende Warmluft biegt das Bimetall so, daß der Taster betätigt wird und das Relais des Netzschaltgerätes ausschaltet. Dadurch wird das Heizgerät abgeschaltet. Sinkt die Temperatur im Raum wieder ab, geht das Bimetall nach oben und gibt den Taster wieder frei. Das Heizgerät

wird dadurch eingeschaltet. Mit diesem Schaltungsaufbau wird also eine Wärmeregulierung erreicht, da sinkende Temperaturen über das Bimetall die Wärmequelle einschalten, entsprechend steigende Temperaturen die Wärmequelle aber wieder abschalten.

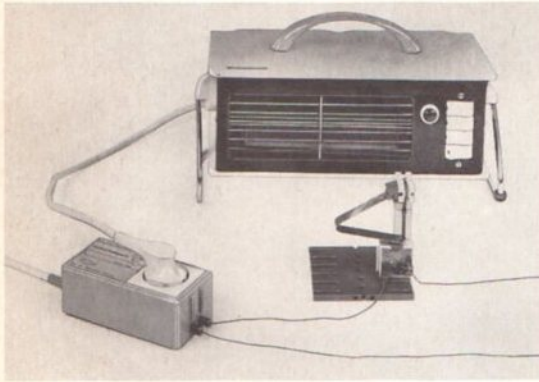


Abb. 7 Arbeitsbeispiel: Wärmeregulierung mit dem Bimetallschalter.

3. Keh. Knerr. Graf Dokumentation zur technischen Bildung

Der Lehrmittelverlag Augst stellte auf der Didacta 1975 in Nürnberg vier Medienpakete unter dem Rahmentitel „Dokumentation zur technischen Bildung“ vor, und zwar die Mappen Reihe 1: Die Arbeitsmaschine, Reihe 2: Hebezeuge, Reihe 3: Getriebe, Reihe 4: Landfahrzeuge.

Jede Mappe enthält: 10 Folien für den Overheadprojektor, 20 Color-Dias für den Diaprojektor und 1 Beiheft (beschriebenes Verzeichnis der Folien und Dias nebst Quellenangaben).

Diese Reihen wurden nun von den gleichen Autoren um zwei Reihen erweitert:

Reihe 0: Physikalische und maschinentechnische Grundlagen,

Reihe 5: Brücken, Türme, Masten.

Während die Reihen 1 bis 4 den Gesamtbereich der technischen Mechanik umreißen, wird mit der Reihe 5 der Bereich der Statik angegangen, der in der Reihe 6: Decken, Gewölbe, Flächen-tragwerke seinen Abschluß finden wird.

Wer bereits mit den Reihen 1 bis 4 gearbeitet hat, wird die Reihe 0 sehr begrüßen. In dieser Reihe werden 13 Overheadfolien mit graphischen Darstellungen und begleitendem Text vorgelegt, mit deren Hilfe die Gesetzmäßigkeiten im Bereich der technischen Mechanik aufgezeigt werden können.

Die neuen Reihen, „0“ und „5“, wurden auf der Didacta 1976 in Basel vorgestellt. Alle Anfragen und Bestellungen bezüglich der Dokumentation zur technischen Bildung sind zu richten an: Lehrmittelhandel und Verlag Frohmuth Augst, 85 Nürnberg 121, Edmund-Rumpler-Weg 10.

4. Neue Bauteile zum Lehrbaukasten Elektronik (Elektronikbox 1000)

Im Heft 1/74 wurde dieser Lehrbaukasten bereits vorgestellt. Inzwischen wurden zwei neue, zusätzliche Bauteile entwickelt, die sowohl in Verbindung mit der Elektronikbox als auch unabhängig davon eingesetzt werden können: Eine Steckplatte und eine Steckleistenplatte.

Die Steckplatte gestattet es, handelsübliche Bauelemente wie z. B. Widerstände, Kondensatoren und Transistoren direkt zu stecken. Mit der Steckleistenplatte können elektronische Schaltungen auf Europakarten mit 31poliger Steckverbindung nach DIN 41 617 gesteckt und untersucht werden.

Für das Arbeiten mit der Elektronikbox sind inzwischen 100 programmierte Übungen in 7 Bänden (12–18 Übungen pro Band) sowie Arbeits- und Begleithefte lieferbar.

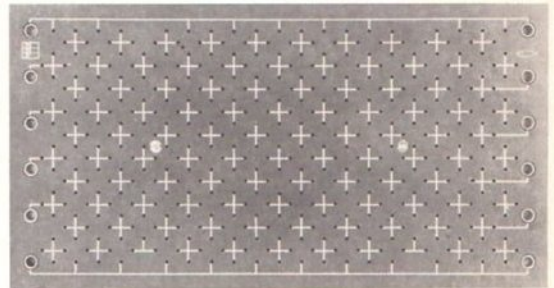


Abb. 7 Steckplatte

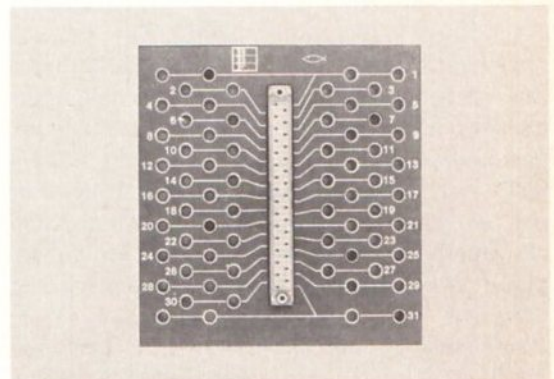


Abb. 8 Steckleistenplatte

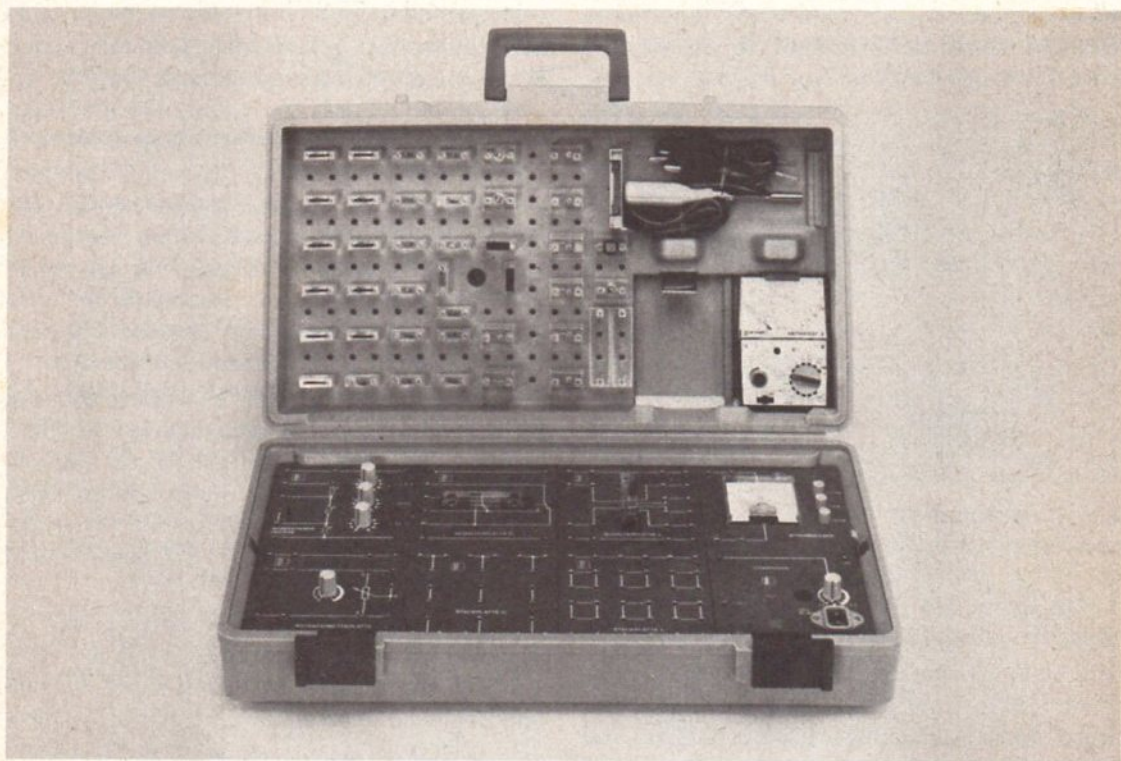


Abb. 9 Lehrbaukasten Gleichstromtechnik (DC-Box 100)

5. Lehrbaukasten Gleichstromtechnik (DC-Box 100)

Dieser Lehrbaukasten für die Grundlagen der Elektrotechnik (Gleichstromtechnik) wurde vom Bundesinstitut für Berufsbildungsforschung BBF erarbeiteten komplexen Lehrsystems für Bildung und Wissenschaft entwickelt. Der Baukasten ist ein weiterer Baustein des vom BBF erarbeiteten komplexen Lehrsystems Elektrotechnik/Elektronik (MME). Die DC-Box eignet sich besonders als schnell verfügbares Kleinlabor für alle grundlegenden Schaltungen, die bei der Einführung in die Elektrotechnik behandelt werden müssen (z. B. Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessungen, Ohmsches und Kirchhoffsche Gesetze, Lampenschaltungen, temperatur-, spannungs- und lichtabhängige Widerstände, Meßbereichserweiterung usw.).

Zusammen mit den programmierten Übungen des BBF können die grundlegenden Schaltungen der Gleichstromtechnik von Auszubilden-

den und Schülern selbständig erarbeitet werden. Die DC-Box ist an beliebigen Lernorten bei geringsten Rüstzeiten und kleinem Platzbedarf einsetzbar. Dieser Lehrbaukasten ist vorzugsweise einsetzbar

- an Realschulen und Gymnasien,
- im Berufsgrundbildungsjahr,
- im ersten und zweiten Ausbildungsjahr aller Elektroberufe,
- in den Lehrwerkstätten der Industrie,
- in Abend- und Tagesseminaren Elektrotechnik und Elektronik,
- zur Vorbereitung der Ausbilder auf die Ausbildereignungsprüfung,
- an Fachschulen und Volkshochschulen.

Ein Sonderprospekt „Elektronikbox 1000 / DC-Box 100“ informiert ausführlich über die beiden Lehrbaukästen und das umfangreiche Begleitmaterial. Dieser Sonderprospekt kann vom Lehrmittelhandel oder direkt vom Hersteller – Fischer-Werke Artur Fischer, 7241 Tumlingen-Waldachtal – angefordert werden. ■

Forum technische Bildung 2/76
Berichtigung

Seite 32:

5. Lehrbaukasten Gleichstromtechnik
(DC-Box 100)

Dieser Lehrbaukasten für die Grundlagen der Elektrotechnik (Gleichstromtechnik) wurde vom Bundesinstitut für Berufsbildungsforschung (**BBF**) **mit Förderung des Bundesministeriums** für Bildung und Wissenschaft entwickelt.