

Forum

technische Bildung



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

4/76

Herausgeber:

FISCHER-WERKE Artur Fischer GmbH & Co KG
7244 Tumlingen-Waldachtal 3
Telefon (07443) 121 Telex 7 64 224

Redaktion:

Ludwig Luber, Fischer-Werke, 7244 Tumlingen-Waldachtal 3
Fachschulrat Helmut Wiederrecht
Torgartenstraße 34, 6292 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

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

Mitarbeiter dieses Heftes

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

Gerhard H. Duismann, Lehrer, Martener Straße 328,
4600 Dortmund 70

Wolfgang Gerich, Lehrer, Leplershof 12,
4690 Herne 2

Jürgen Hengemühle, Lehrer, Erdelhofstraße 17,
4600 Dortmund 15

Gerhard Ruckwied, Lehrer, Lindenweg 5,
6908 Wiesloch-Baiertal

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

Herstellung im Druckhaus Rombach+Co GmbH,
Freiburg im Breisgau
Printed in Germany

Titelfoto: Lichtsignalanlage an einer Straßenkreuzung
Werkfoto Siemens

Änderung der Bezugsmöglichkeiten

Verehrte Leserinnen und Leser,

im Impressum unserer Zeitschrift heißt es: „... erscheint als Beilage zu...“. Wegen der ständig steigenden Kosten kann dieser Weg in Zukunft nicht mehr beschritten werden. Schon das Heft 1/77 wird nur noch direkt von den Fischer-Werken, 7244 Tumlingen-Waldachtal 3, bezogen werden können. Das bedeutet für Sie:

Wenn Sie bisher die **einzelnen Hefte direkt** von den Fischer-Werken **erhalten haben, ändert sich für Sie nichts**. Sie brauchen den Coupon Forum-Bestellung auch nicht einzusenden.

Wenn Sie die Hefte bisher **als Beilage oder Beihefter** zu den Trägerzeitschriften **erhalten haben** und weiter am Bezug interessiert sind, dann **sollten Sie den Coupon Forum-Bestellung ausfüllen** und an die Fischer-Werke schicken. Ihnen werden dann ab Heft 1/77 die einzelnen Hefte kostenlos und regelmäßig zugeschickt.

Falls Sie sich für die auf Seite 30 vorgestellten Bausätze fischergeometric 4 und fischergeometric 5000 interessieren, können Sie mit dem Coupon „fischergeometric“ weitere Unterlagen anfordern (Coupon Seite 30).

Der Herausgeber

An	COUPON FORUM-BESTELLUNG
Fischer-Werke	
Artur Fischer	
Abt. Schule	
7244 Tumlingen-Waldachtal 3	
Ich erhielt das FORUM bisher als Beilage in einer Fachzeitschrift.	
Ab 1. 1. 1977 bestelle ich das	
„Forum technische Bildung“	
zur regelmäßigen und kostenlosen Lieferung an folgende Anschrift:	
Name	_____
Straße, Nr.	_____
PLZ, Ort	_____
Dienstbezeichnung	_____
Schule/Dienststelle	_____
Datum, Unterschrift	_____

Forum

technische Bildung

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

Inhaltsverzeichnis	Heft 4/76
1. In eigener Sache	Seite 3
2. Wolfgang Gerich Unterrichtsbeispiel: Programmierte Steuerung Sekundarstufe I	Seite 5
3. Gerhard Ruckwied Modellbeispiele: Programmsteuerungen für eine Verkehrssampel Sekundarstufe I	Seite 9
4. Gerhard H. Duismann Unterrichtsbeispiel: Programmschaltwerke Sonderschule für Lernbehinderte	Seite 13
5. Umwandlung von Lichtenergie in mechanische Energie	Seite 18
6. Jürgen Hengemühle „Offener Lehrentwurf“: Pupillenreflex am menschlichen Auge Sekundarstufe I	Seite 19
7. Hans M. Brammertz Unterrichtsbeispiel: Technik im ersten und zweiten Schuljahr – Unterrichtseinheit Fahrzeuge Primarstufe	Seite 23
8. Produktinformation	Seite 29
8.1 Informationsschrift fischergeometric	
8.2 fischergeometric 4 und fischergeometric 5000	

Programmierte Steuerung

Entwicklung eines Schaltwerks zur Steuerung einer Lichtsignalanlage.

Unterrichtsbeispiel aus der Sekundarstufe I, durchgeführt in einem 9. Schuljahr (16 Mädchen, 14 Jungen) der Königin-Luisen-Hauptschule, Herne II.

Zeit: 7 Doppelstunden.

Arbeitsmittel: 15 Lernbaukästen u-t 1, 15 u-t 3, 15 Großbauplatten, oder die Grundplatten aus u-t 1, 15 Netzgeräte, 2 zusätzliche Leuchtsteine und 2 Federgelenksteine aus nicht benutzten Baukästen je Gruppe, starke, feste Pappe (keine Wellpappe), Pappscheren, Spitzbohrer; falls die Schaltwalze nicht von Hand, sondern durch einen Motor gedreht werden soll, noch 15 u-t 2.

1. Vorbemerkung

Da die Schüler zum ersten Male mit dem Lernbaukasten u-t 3 arbeiteten, erfolgte die Erarbeitung der Lösung im Klassenverband. Die dadurch gegebene Gleichartigkeit der einzelnen Arbeiten wurde in Kauf genommen, da so gewährleistet war, daß alle Schüler eine funktionsfähige Lösung aufbauen konnten. Bei der methodischen Entscheidung mußte ferner berücksichtigt werden, daß vor allem die Mädchen kaum Vorerfahrungen auf dem Gebiet der Kombination von Schaltelementen besaßen. Während der praktischen Verwirklichung ergaben sich noch mehrmals Detailprobleme, die individuell unterschiedliche Lösungen und Verbesserungen zuließen.

Die Schüler hatten die Aufgabe „Verkehrssteuerung“ bereits einmal in Gruppen im 7. Schuljahr bearbeitet. Damals wurden die Verkehrsströme in Einzelströme zerlegt und auf Einzelfahrbahnen den jeweiligen Fahrtrichtungen zugeführt. Dabei waren Schaltwerke aller Art zugelassen. Es waren von den einzelnen Gruppen sehr unterschiedliche Lösungen für die gleiche Aufgabe gefunden worden.

Für die Entwicklung der elektromechanischen Steuerung erwies sich aber der Gruppenunterricht in mehreren Jahrgängen als ungeeignet, da zu viele Teilprobleme zu lösen sind. Infolge der fehlenden Vorerfahrung wären nur wenige Schüler imstande gewesen, die auftretenden Schwierigkeiten zu meistern. Da die Lösungen aber mit der technischen Wirklichkeit verglichen

werden sollten, durften sich die Modelle nicht zu weit von ihr entfernen.

2. Technische Information

Gemeinsames Merkmal aller Steuerprogramme ist das Öffnen und Schließen von Stromkreisen innerhalb eines vorgegebenen Zeitplanes. Danach kann entweder die Wiederholung angeordnet werden oder ein neues Programm eingegeben werden. Die Programme können durch die Anordnung von Kurvenscheiben (Nockenscheiben), auf Lochstreifen, Magnetband o. ä. gespeichert werden.

3. Lernziele

- 3.1 Die Schüler sollen erfahren, daß bei periodisch wiederkehrenden Abläufen eine Maschine die Steuerung übernehmen kann.
- 3.2 Die Schüler sollen lernen, zeitliche Abläufe durch Skizzen und Tabellen darzustellen.
- 3.3 Die Schüler sollen Wissen aus dem Bereich der Physik (Elektrotechnik) aktivieren.
- 3.4 Die Schüler sollen einzelne Bauteile selbst herstellen und dabei erneut feststellen, daß Genauigkeit bei der Arbeit erforderlich ist.
- 3.5 Die Schüler sollen das Gelernte auf ähnliche Abläufe übertragen können.
- 3.6 Die Schüler sollen das Gelernte auf andere Schaltabläufe übertragen können.

4. Unterrichtsverlauf

4.1 Problemstellung

„An dieser Kreuzung steht zu den Hauptverkehrszeiten ein Polizist und regelt den Verkehr. Der Polizist soll durch eine Ampelanlage (Lichtsignalanlage) ersetzt werden (Abb. 1).“

4.2 Klärung des Problems

Das in der Situation enthaltene Steuerproblem wurde tabellarisch erfaßt, die einzelnen Steuerphasen wurden durch Skizzen erläutert (Abb. 2, Abb. 3a–3d, Abb. 4).

Durch die Notwendigkeit des Durchspielens und des Notierenmüssens ergab sich die Steuertabelle (Abb. 5). Die Standorte der einzelnen Ampeln wurden den Fahrtrichtungen zugeordnet (Abb. 3a–3d).

4.3 Entwicklung der Steuerwalze

Den Schülern war klar, daß die einzelnen Leuchten durch eine Vorrichtung im Schalt-

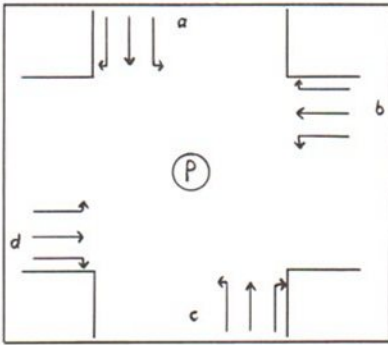


Abb. 1 Für den Verkehrsfluß wurden Geradeausfahrer, Rechts- und Linksabbieger angenommen.

Steuereinrichtung	Stelleinrichtung	gesteuerter Vorgang
Polizist	Bewegungen von Körper und Armen Halt Achtung! Fahren	Verkehr
Ampelanlage	Wechselleuchten der Lampen Halt Achtung! Fahren	Verkehr

Abb. 2 Tabellarischer Vergleich der Steuerungen, im Tafelbild erschienen die Lampen farbige.

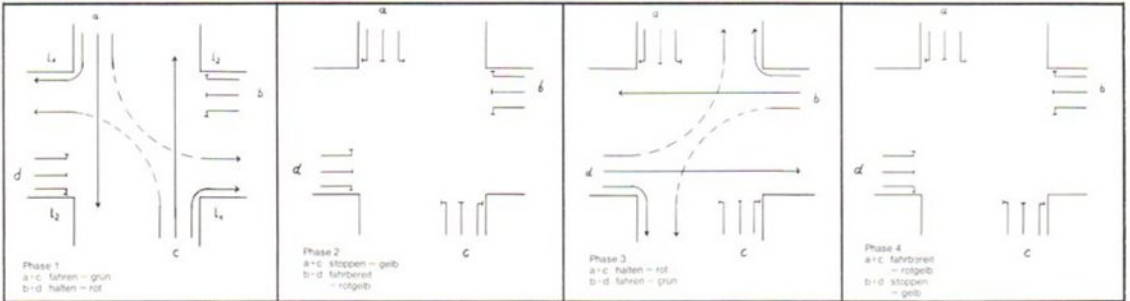


Abb. 3 Skizzen zur Verdeutlichung des Verkehrsflusses. Als Sinnbilder für Bewegungen wurden Pfeile, für Halten Querbalken verwandt. Da die Linksabbieger den Geradeausverkehr beachten müssen, wurden deren Spurlinien im Kreuzungsbereich gestrichelt.



Abb. 4 Skizze zur Präzisierung der Fragestellung: L_1 = Signalmast 1 mit drei Lampen, L_2 = Signalmast 2 mit drei Lampen

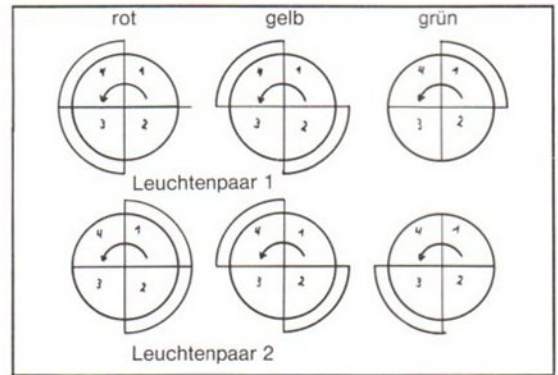


Abb. 6 Steuerscheiben für L_1 und L_2

Phase	L_1			L_2		
	rot	gelb	grün	rot	gelb	grün
1						
2						
3						
4						

Abb. 5 Steuertabelle, ausgefüllte Fläche bedeutet „Lampe leuchtet“

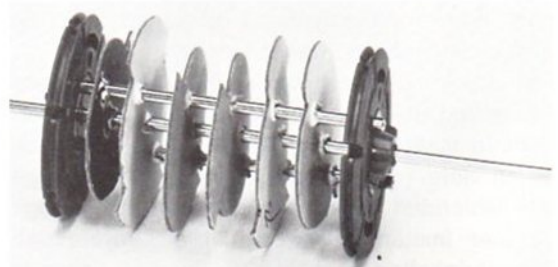


Abb. 7 Eine montierte Steuerwalze

kasten ein- und ausgeschaltet wurden. Zur Realisierung setzten sie in Vorversuchen die Schalter aus dem u-t 3 ein. Die Beobachtung des Schaltverhaltens ergab aber, daß selbst mit dem Drehschalter kein nahtloses Schalten möglich war; zwischen dem Erlöschen der einen und dem Aufleuchten der folgenden Leuchte blieb immer etwas Zeit, in der keine Lampe brannte.

Hier half nun eine Wiederholung der verschiedenen Schalterarten. Dabei wurde besonders nach Tastschaltern und Drehschaltern unterschieden. Aus Einzelteilen wurde ein Schalter gebaut. Der Kontakt wurde durch einen Federgelenkstein gehalten. Die Kurvenscheibe aus dem u-t 1 war so montiert, daß beim Drehen der Scheibe der Schalter abwechselnd geschlossen und geöffnet war. Später wurde die Exzeterscheibe aus dem u-t 2 verwendet, weil durch den längeren Exzenterabschnitt längere Schließzeiten möglich waren.

Die Verwendung der Federgelenksteine zur Halterung der Kontakte stellte sich später für unsere Konstruktion als Nachteil heraus (vgl. Erprobung). Dieser Mangel konnte dann durch eine Umgestaltung des Schalters behoben werden.

In den anschließenden Überlegungen fanden die Schüler heraus, daß für jede Leuchte analog der Steuertabelle ein besonderer Schalter erforderlich ist. Die einzelnen Schalter sollten ähnlich wie oben beschrieben gebaut werden. Die Exzeterscheiben wurden durch leicht zu bearbeitende Pappscheiben ersetzt. Die Scheiben sollten entsprechend den vier Bewegungsphasen in Sektoren von 90° eingeteilt werden. Durch Wegschneiden von Kreissegmenten sollte erreicht werden, daß beim Drehen der Steuerscheibe der Stromkreis manchmal geschlossen und bei anderen Stellungen geöffnet werden konnte (Abb. 6). Eine sehr große Schwierigkeit war das Befestigen und Ausrichten der Steuerscheiben zu einer Steuerwalze. Die Naben konnten nicht eingesetzt werden, da die kleinen Arretierungsnuten nicht hergestellt werden konnten. Es blieb nur die Aufreihung auf einer Achse, die Steuerscheiben mußten aber jetzt noch gegen unbeabsichtigtes Verdrehen gesichert werden. Nach dem Lehrerhinweis auf die Drehscheiben im u-t 1 schlugen die Schüler zwei seitliche Achsen als „Sicherungsstäbe“ vor. Durch die Drehscheiben war auch der

Durchmesser der Steuerscheiben festgelegt. Die Steuerphasen 1—4 wurden entsprechend markiert. Das Anreißen der Achslöcher erfolgte durch Auflegen der Drehscheiben. Die Achslöcher selbst wurden mit den Nagelbohrern gebohrt (Abb. 7).

4.4 Herstellen der Modelle

Da die Schalter und die Steuerwalzen bereits entwickelt waren, ergaben sich beim Bau der Modelle keine wesentlichen Schwierigkeiten. Es wurde noch eine günstige Anordnung für die einzelnen Lampen überlegt und abgesprochen. Danach bauten die Schüler selbständig die Modelle.

4.5 Erprobung und Verbesserung

Die Erprobung erfolgte dadurch, daß die verschiedenen Modelle in Betrieb gesetzt und beobachtet wurden. Die Drehung der Steuerwalze erfolgte von Hand mit einer Kurbel.

Während der Erprobung zeigten sich mehrere Mängel:

1. Die Steuerscheiben wurden durch die Verbindungszapfen der Bausteine 30 seitlich verschoben.
2. Der Andruck der Federgelenksteine war zu stark.
3. Die Plättchen der Kontaktstücke brachen teilweise ab. Die Ursache war zu große Andruckstärke der Kontaktstücke auf den Kontaktgeber als Folge von Ungenauigkeiten bei der Anfertigung der Steuerscheiben.
4. Der Wechsel der Steuerphasen erfolgte nicht exakt. Manchmal leuchtete die eine Lampe noch und die andere schon.

Der zuerst genannte Mangel konnte durch das Anbringen von Winkelsteinen an den Bausteinen 30 nur teilweise behoben werden. Für die anderen Mängel wurden zunächst keine Verbesserungsmöglichkeiten gefunden. Erst die Demontage einer vorhandenen Waschmaschinensteuerung brachte Vorschläge (Abb. 8). Nun wurden die Schaltglieder als einseitige Hebel auf einer Achse gelagert, die starren Kontaktstücke wurden gegen Federkontakte ausgewechselt. Zur Schwerpunktverlagerung des Hebels und zur Sicherung der Kabelstecker wurden Bausteine 15 angebracht. Die Quernut der Bausteine 15 diente als Führung der Hebel an der Steuerscheibe. Da die Schaltglieder jetzt von den Nuten in der Bauplatte unabhängig waren, wurden auf den Führungs-

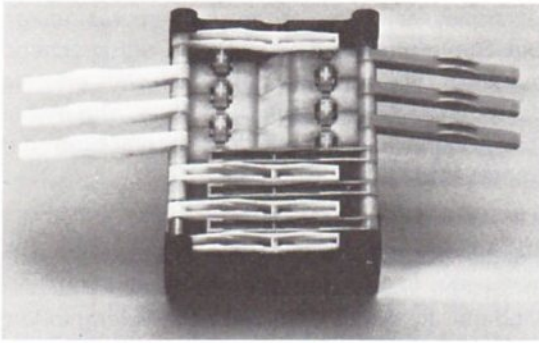


Abb. 8 Schaltteil einer Programmwalze. Einzelne Schalthebel wurden zur Seite geklappt. Deutlich sichtbar sind auch die viereckigen Endstücke der Federkontakte, die hier in zwei Reihen angeordnet sind.

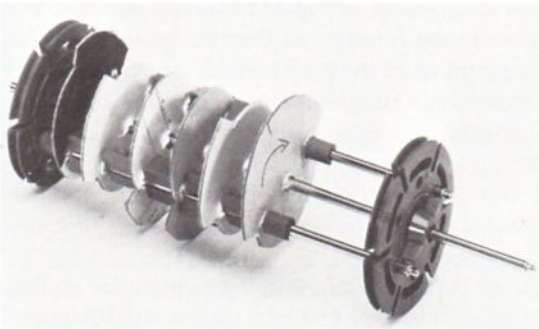


Abb. 9 Die verbesserte Steuerwalze

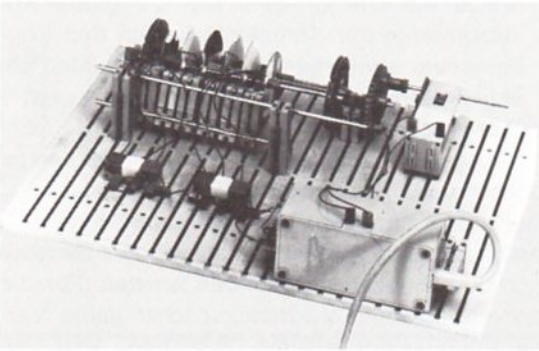


Abb. 10 Gesamtansicht des verbesserten Modells

achsen der Steuerwalze Winkelsteine eingebaut. Damit war das seitliche Verschieben der Steuerscheiben endgültig unterbunden (Abb. 9). Die Steuerwalze konnte jetzt auch durch den Motor angetrieben werden. Auch der unter 4. genannte Mangel konnte beseitigt werden. Die Ecken der Andrucksegmente der Steuerscheiben wurden für jeden Phasenwechsel solange abgeschnitten, bis eine relative

Aufgabe 1
Die Autos sollen in folgender Reihenfolge fahren:
1) a und c
2) b und d
Entwickle:
a) Phasenskizzen
b) Steuertabelle
c) Steuerscheiben für alle Ampeln

Aufgabe 2
Die Autos sollen in folgender Reihenfolge fahren:
1) a Links- und Rechtsabbieger
c Links- und Rechtsabbieger
2) a Geradeausfahrer
c Geradeausfahrer
3) b Geradeausfahrer
d Geradeausfahrer
4) b Links- und Rechtsabbieger
d Links- und Rechtsabbieger
Entwickle:
a) Phasenskizzen
b) Steuertabelle
c) Steuerscheiben für alle Ampeln

Abb. 11

Gleichzeitigkeit des Ein- und Ausschaltens erreicht wurde (Abb. 10).

5. Kontrolle einzelner Lernziele

Die Kontrolle der Lernziele 3.2 und 3.5 erfolgte in einer Arbeit mit differenzierten Anforderungen. Als Beispiel werden hier zwei Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad vorgestellt (Abb. 11).

Zur Kontrolle des Lernziels 3.6 mußte die Klasse geteilt werden. Zur Vorarbeit bekamen die Schüler den Auftrag, den Arbeitsablauf einer Waschmaschine zu notieren und als Steuertabelle einzutragen.¹ Die Pläne wurden untereinander und mit dem vorhandenen Steuerplan verglichen. Außerdem war es gelungen, über den örtlichen Elektro-Einzelhandel eine betriebsfähige teilautomatische Waschmaschine und vier Schaltsysteme des gleichen Typs zu erhalten. Hieran konnten nun einige Schaltschritte nachvollzogen werden.

¹ Als Grundlage für diese Erkundung diente folgendes Schulbuch: Biester, Wolfgang: Technik 7/8, Ferd. Kamp Verlag, Bochum o. J., Seite 43.

Programmsteuerungen für eine Verkehrsampel

Modellbeispiele aus Bauelementen der Lernbaukästen u-t 1, u-t 2 und u-t 3 oder u-t 3/1

1. Steuerungen mit Hilfe von Programmwalzen und Schleifkontakten

1.1 Programmwalzen aus Blechdosen und Klebestreifen

Die einfachste Lösung für den Bau einer automatisch gesteuerten Lichtsignalanlage stellt das Modell in Abb. 1 dar.

Boden und Deckel einer Milchdose werden in der Mitte durchbohrt, so daß eine Achse 110 hindurchgesteckt werden kann. Mit Hilfe eines Zahnrads Z 40 und einer Drehscheibe wird die Blechwalze fest auf die Achse montiert und in einem Gestell drehbar gelagert. Vier Federkontakte werden mit einer geeigneten Halterung so nahe an die Walze gesetzt, daß die Kontaktstifte gut auf dem Blechmantel schleifen, wenn die Walze gedreht wird.

Der linke Federkontakt dient als Stromzuführung; durch ihn wird die Blechwalze unter Spannung gesetzt. Die drei übrigen Kontakte dienen als Stromabnehmer und leiten den elektrischen Strom von der Walze zu den drei Signallampen: Der zweite Kontakt von links versorgt die grüne Lampe, der zweite von rechts die gelbe und der rechte die rote.

Stehen diese drei Kontakte mit der Metalloberfläche der Walze in Verbindung, so brennen die Lampen. Wird die Verbindung unterbrochen, so erlöschen sie. Sollen die einzelnen Lampen in einer bestimmten Reihenfolge und für eine bestimmte Dauer aufleuchten und erlöschen, so kann man den gewünschten Ablauf auf der Blechwalze programmieren, indem man auf die Walze bzw. die Schleifbahnen der Stromabnehmer Kunststoff-Klebestreifen von bestimmten Längen klebt. Wird die Walze langsam gedreht und schleift dabei einer der drei Stromabnehmer auf Metall, so leuchtet die dazugehörige Lampe auf; schleift er auf einem Klebestreifen, so erlischt sie.

Abb. 2 zeigt, wie der Walzenumfang beklebt werden muß, wenn drei Lampen etwa so gesteuert werden sollen, wie es der Lichtsignal-

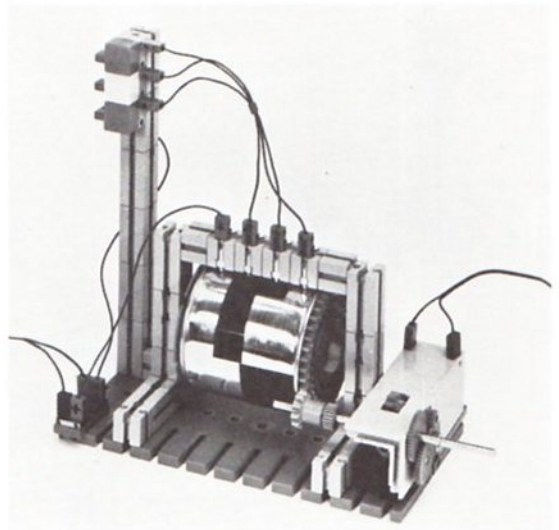


Abb. 1

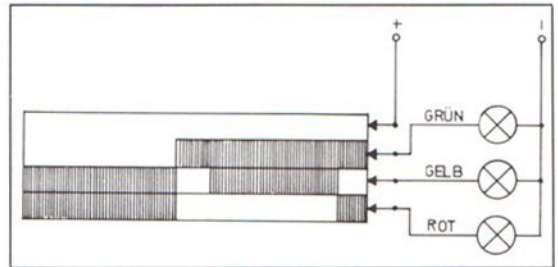


Abb. 2

folge einer Verkehrsampel entspricht. Die schraffierten Stücke stellen Isolierstreifen dar.

1.2 Programmwalzen aus fischertechnik-Schleifringen und Isolierstücken

Der Lernbaukasten u-t 3 enthält zwei Schleifringkörper mit je zwei Schleifbahnen. Mit diesen Bauteilen kann eine Programmsteuerwalze hergestellt werden, die in Verbindung mit Isolierstücken und geeigneten Schleifkontakten nach demselben Prinzip als Steuergerät arbeitet wie die in Abb. 1 dargestellte Ausführung.

Abb. 3 zeigt ein mit Schleifringen konstruiertes Modell. Mit den Abb. 4 bis 7 und den entsprechenden Erläuterungen sollen Aufbau und Funktion der Programmwalze verdeutlicht werden.

Abb. 4: Ein Schleifring hat zwei voneinander isolierte Schleifbahnen. Sie sind in der Abbildung als Kreise dargestellt und mit je einem Schleifkontakt versehen.

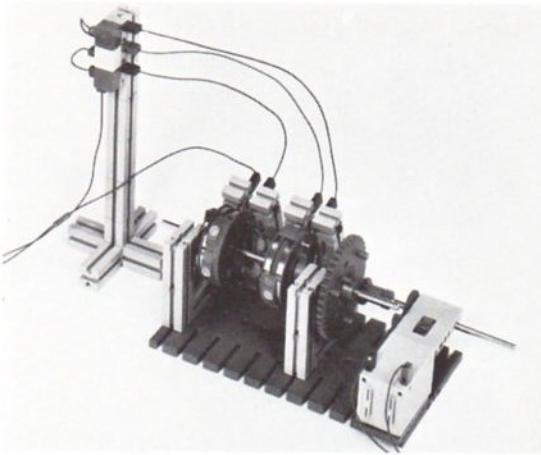


Abb. 3

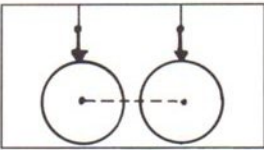


Abb. 4

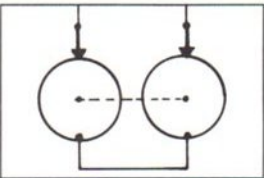


Abb. 5

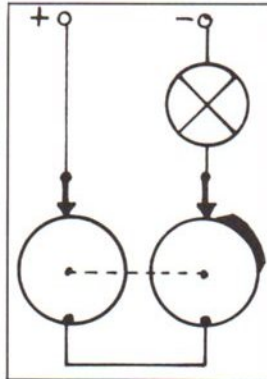


Abb. 6

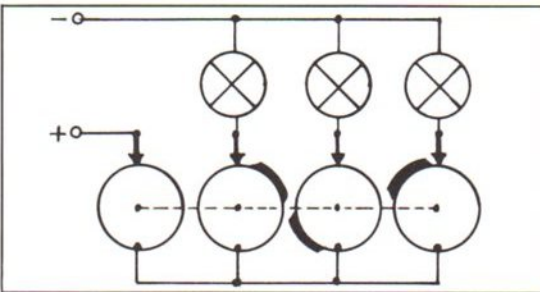


Abb. 7

Abb. 5: Werden die Buchsen des Schleifrings durch ein Kabel verbunden, so kann der elektrische Strom über die beiden Schleifbahnen von einem Schleifkontakt zum anderen fließen. Abb. 6: Wird der Schleifring in einen Lampenstromkreis eingesetzt, und wird eine Schleifbahn stellenweise isoliert, so arbeitet der Schleifring, wenn man ihn dreht, wie ein Schalter: Schleift der rechte Schleifkontakt auf Metall, so ist der Stromkreis geschlossen; schleift er auf dem Isolierstück, so ist er geöffnet.

Abb. 7: Wenn zwei Schleifringe auf eine Welle gesetzt werden, kann man alle vier Schleifbahnen elektrisch leitend verbinden. Setzt man auf jede Schleifbahn einen Schleifkontakt, so ergibt sich dieselbe Möglichkeit, mehrere Stromkreise zu steuern, wie bei der Blechdose: Der linke Kontakt kann als Stromzuführung dienen, die übrigen Kontakte können als Stromabnehmer für die Stromversorgung der drei Signallampen verwendet werden.

Der Lernbaukasten u-t 3 enthält spezielle Isolierstücke, die zum Abdecken der Schleifbahnen auf die Schleifringe montiert werden. Dabei gibt es einseitige und zweiseitige Stücke, so daß sowohl eine als auch gleichzeitig beide Bahnen eines Schleifrings isoliert werden können.

Um die drei Signallampen dem Zyklus einer Ampelanlage entsprechend zu steuern, müssen ein- und zweiseitige Isolierstücke in bestimmten Abständen auf die Schleifringe gesetzt werden. Würde man bei dem Modell in Abb. 4 die vier teilweise isolierten Schleifbahnen als gerade Streifen darstellen, so ergäbe sich das Bild in Abb. 8. Die dunklen Flächen stellen nicht isolierte Teilstücke der Schleifbahnen dar. Die Schleifbahn 1 dient als Stromzuführung und ist daher nicht isoliert. Die Schleifbahn 2 steuert die Grünphase, 3 die Gelbphase und 4 die Rotphase.

Abb. 9 zeigt den Schaltplan des Modells. Die vier Scheiben stellen die vier Schleifbahnen dar, die elektrisch miteinander verbunden und entsprechend der Abb. 8 mit Isolierstücken besetzt sind.

Für Schüler ist es schwierig, ohne Vorlagen auf zwei Schleifringen eine Ampelsteuerung wie in Abb. 8 zu programmieren, da sie bei der Anordnung der Isolierstücke auf dem rechten Schleifring die Abfolge und das Zusammenspiel von zwei Signalen berücksichtigen und dementsprechend teils einseitige und teils zweiseitige Isolierstücke anbringen müssen. Außerdem ist die Anordnung und Montage der erforderlichen Stromabnehmer relativ schwierig, weil jeder Kontakt auf engem Raum separat mit einer Halterung versehen und an die Schleifbahnen gedrückt werden muß. Leichter gelingt eine Programmierung und Anordnung der Stromabnehmer, wenn drei Schleifringe zur Verfügung stehen. Abb. 10 zeigt eine Schülerarbeit aus dem 8. Schuljahr, bei der für jede

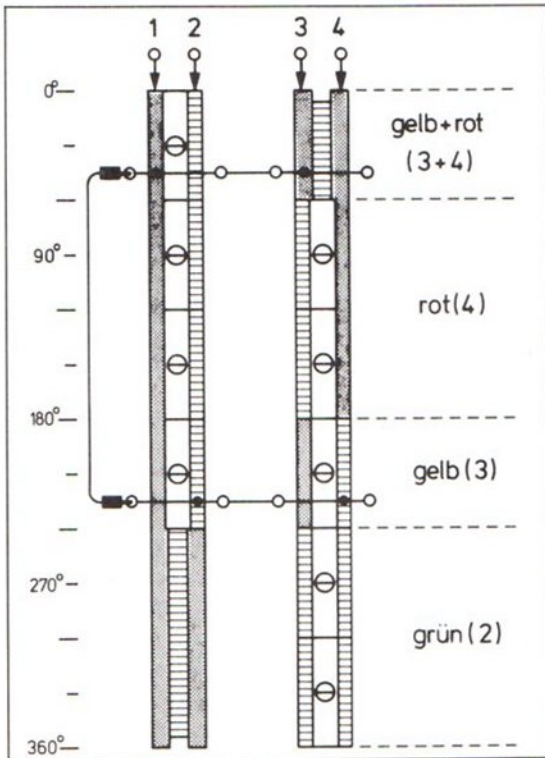


Abb. 8

Signallampe ein Schleifring verwendet wurde. Der linke Schleifring dient zur Stromzuführung (linke Schleifbahn) und zur Steuerung der Gelbphase (rechte Schleifbahn). Der mittlere Schleifring steuert die Rotphase und der rechte die Grünphase.

2. Steuerungen mit Hilfe von Steuernocken

Steuernocken aus fischertechnik-Schalt-scheiben

Der Lernbaukasten u-t 3/1 enthält 8 Schaltscheiben, mit denen eine Programmsteuerung für vier Stromkreise konstruiert werden kann. Mit je zwei Schaltscheiben kann man eine Nockenscheibe herstellen. Je nachdem, in welcher Stellung zueinander die beiden Scheiben fixiert werden, ergeben sich Nockenscheiben mit verschieden ausgebildeten Nocken (Abb. 11). Diese Nocken dienen zur Betätigung von Steuertastern, wie das Modell in Abb. 12 zeigt. Wird die Nockenwelle gedreht, so hebt und senkt sich der Kontakthebel; dadurch kann ein Stromkreis je nach Länge der Nockenbahn und Umdrehungsgeschwindigkeit der Nocke in verschieden großen Intervallen geöffnet und geschlossen werden.

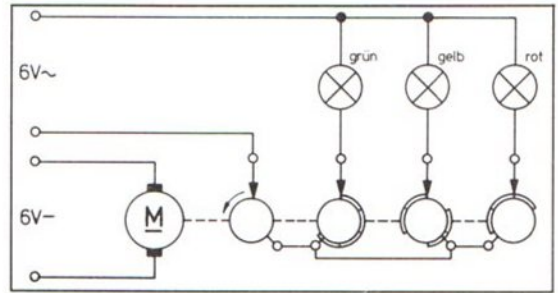


Abb. 9

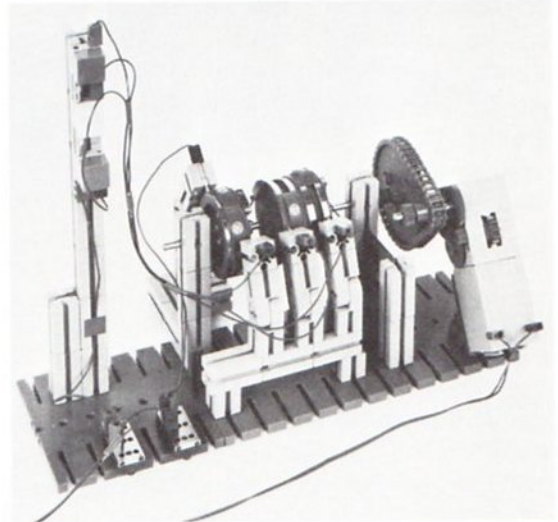


Abb. 10

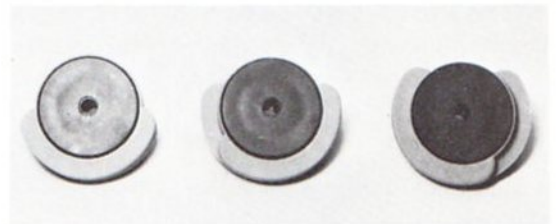


Abb. 11

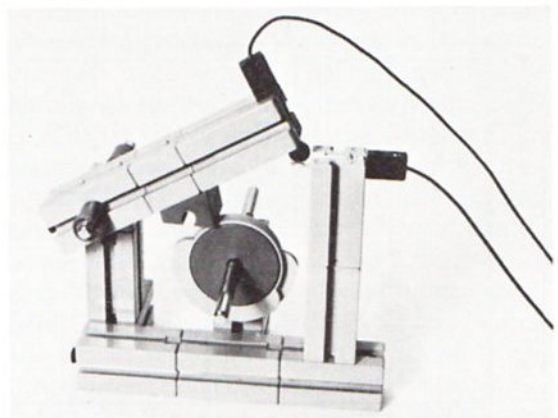


Abb. 12

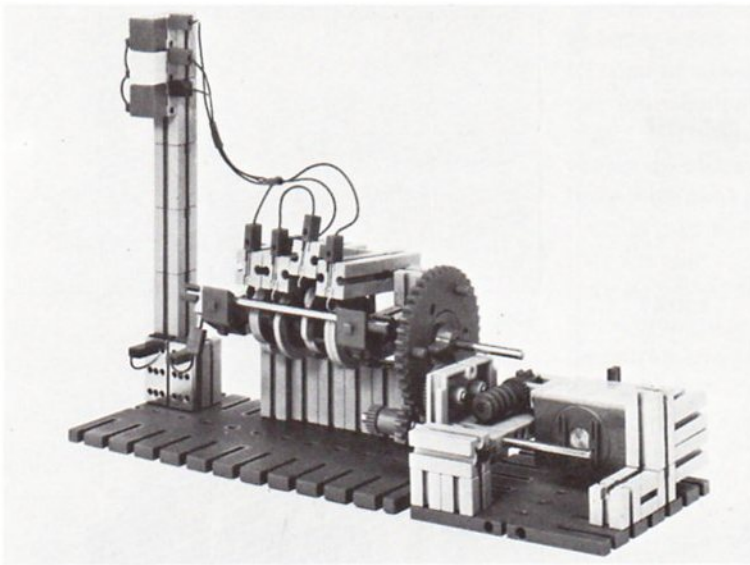


Abb. 13

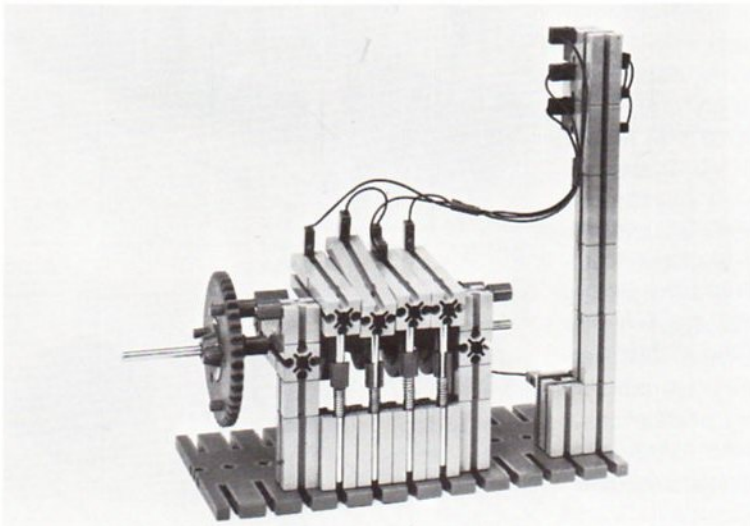


Abb. 14

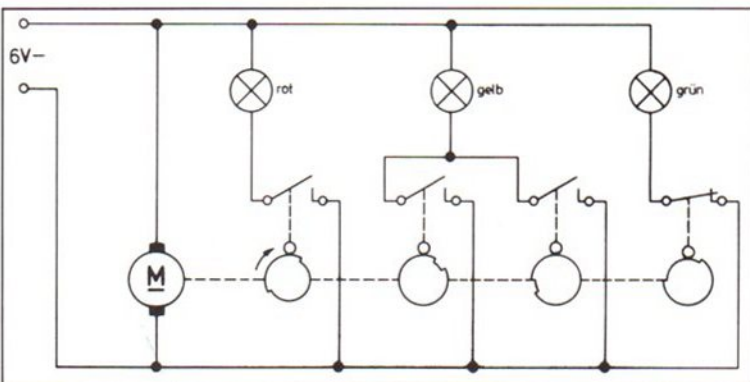


Abb. 15

Setzt man vier Nockenscheiben auf eine Welle und kombiniert sie mit ebensovielen Kontakthebeln und einer gemeinsamen Stromzuführung, so erhält man ein Programmsteuergerät für vier Stromkreise.

Abb. 13 zeigt ein Steuergerät für das Modell einer Verkehrsampel. Die vier Nockenscheiben sind in verschiedenen Stellungen zueinander auf die Antriebswelle montiert. Dadurch werden die Kontakthebel jeweils zu verschiedenen Zeiten angehoben und abgesenkt und somit die angeschlossenen Lampenstromkreise zeitlich verschieden geöffnet und geschlossen. Da die Nockenbahnen der Scheiben verschieden groß sind, bleiben die Stromkreise unterschiedlich lange geöffnet oder geschlossen. Die Nocken sind so angeordnet und die Nockenbahnen so dimensioniert, daß die drei Signallampen bei einer Umdrehung der Nockenwelle dem Schaltprogramm einer Verkehrsampel entsprechend gesteuert werden.

Abb. 14 zeigt die Konstruktion der Kontakthebel mit Druckfedern und Stößel.

In Abb. 15 ist der Schaltplan des Modells dargestellt. Dabei fällt auf, daß die Gelbphasen durch zwei Nockenscheiben geschaltet werden. Dies liegt daran, daß eine fischertechnik-Nockenscheibe bei einer Umdrehung nur eine Aus- und eine Einschaltung ermöglicht. Da die gelbe Lampe bei einem Schaltzyklus zweimal ein- und ausgeschaltet werden muß, werden zwei Nockenscheiben benötigt. ■

Programmschaltwerke – Konstruktion, Analyse und Bedeutung

Unterrichtsbeispiel aus der Schule für Lernbehinderte, durchgeführt in der Alfred-Adler-Schule, Schule für Lernbehinderte, Dortmund-Rahm. Die Unterrichtseinheit wurde in fünf verschiedenen Klassen (7. bis 10. Schuljahr, pro Klasse 8 bis 14 Schüler) erprobt.

Arbeitsmittel: 10 Lernbalken u-t1, Lämpchen, Kabel, Stromquelle, Blechstreifen, Programmschaltwerke aus Geschirrspülmaschinen.

1. Vorbemerkung

Die Lehrpläne der Lernbehindertenschulen verzichten häufig auf schwierig erscheinende technische Probleme mit der Begründung, diese seien für Lernbehinderte zu schwer zu durchschauen. Dies gilt besonders für Aufgaben aus dem Bereich der Automationstechnik. Ein solcher Themenbereich ist in den als vorbildlich geltenden Richtlinien für die Lernbehindertenschule in Nordrhein-Westfalen¹ nicht enthalten. Im folgenden Beispiel ist der Versuch der Erarbeitung eines komplizierten Mechanismus gemacht worden, der erfolgreich in fünf verschiedenen Klassen (sieben bis zehn) erprobt wurde und dabei ständiger Verbesserungen unterlag. Grundlage für den Versuch war neben den Intentionen des Faches Technik die Überzeugung, die Bruner² wie folgt formuliert: „Jedem Kind kann auf jeder Entwicklungsstufe jeder Lehrgegenstand in einer intellektuell ehrlichen Form erfolgreich gelehrt werden.“

Da bereits Unterrichtsbeispiele zu diesem Thema vorliegen, ist die individuelle Gestaltung des Unterrichts erleichtert, und man entgeht durch mehrere mögliche Alternativen, auch durch die Benutzung anderer Medien, dem oft gemachten Vorwurf einseitiger Rezeptologie (vgl. Freyhoff³).

2. Grobziele der Unterrichtseinheit

Die Schüler sollen die Funktion und Bedeutung von Programmschaltwerken kennenlernen. Das Ziel ist erreicht, wenn die Schüler:

- Ein funktionsfähiges Modell nacherfinden und mit dem bereitgestellten Material (vgl. oben) realisieren.

- Einen vorgegebenen Programmschalter analysieren und angemessen beschreiben können.
- Einfache Schaltprogramme lesen, entwerfen und zeichnen können.

3. Begründung der Themenwahl

3.1 Fachliche Begründung

Die automatische Regelung sich häufig wiederholender elektrisch bewirkter Funktionen (Bewegung, Heizung, Licht) wird immer häufiger durch Programmschaltwerke vorgenommen. Der Ablauf des gewählten, im Schaltwerk vorbestimmten Programms wird nach dessen Start von dem Schaltwerk selbstständig übernommen. Im Programm werden die Zeiten des Schließens und Öffnens elektrischer Kontakte festgelegt. Solche Schaltwerke sind in einfachen Produktionsmaschinen vorhanden. Aber auch im Haushalt finden sie in Wasch- und Geschirrspülmaschinen Anwendung. Damit sind sie in der Umwelt aller Schüler vorhanden. Nicht bekannt ist den Schülern und vielen Erwachsenen die Funktionsweise, sie wird auch nicht hinterfragt. Durch diese Unterrichtseinheit soll der relativ einfache Mechanismus aufgedeckt und seine Funktionsweise allen Schülern verständlich werden. Im Ansatz sollen auch Probleme der Automation der industriellen Produktion, wie die strukturelle Arbeitslosigkeit, aber auch Entlastung von stupider Arbeit, angesprochen und berücksichtigt werden.

3.2 Begründung in bezug auf die Unterrichtsmedien

Die Herstellung der Modelle und damit der Einsatz des technischen Baukastens ist nur ein, allerdings wichtiger Schritt zur Erreichung der übergeordneten Ziele. Ein Programmschaltwerk (programmgesteuerte Verkehrsampel) aus ft-Bauteilen wird in der Anleitung zum fischertechnik-Baukasten e-m1⁵ beschrieben. Diese Lösung ist relativ schwierig nachzubauen und verlangt einen hohen Einsatz motorischer Fertigkeiten und das Vorhandensein mehrerer Baukästen. Mit herkömmlichem Material, Milchdosen als Schaltwalze usw., wird die Herstellung eines Programmschaltwerkes von Mehrgardt⁶ beschrieben. Auch hier ist der Aufbau kompliziert und aufwendig. Bei beiden Unterrichtsvorschlägen besteht außerdem die Schwierigkeit des Transfers. Die in der Technik verwendeten Schaltwerke funktionieren anders.

Der in den meisten Schulen vorhandene fischertechnik-Baukasten u-t1 reicht mit einigen zusätzlichen herkömmlichen Materialien aus, um die beschriebenen Ziele zu erreichen. Der Vorteil wird noch durch die Zeitersparnis ergänzt.

4. Übersicht über die Unterrichtseinheit

Voraussetzung für diese Unterrichtseinheit sind Grundkenntnisse der Maschinenlehre (Nockensteuerung), der Elektrotechnik (Parallelschaltung) und Umgangserfahrung mit dem u-t 1.

- 4.1 Erste Sequenz: Problemstellung, Nacherfindungsauftrag, Versuche zur Problemlösung.
- 4.2 Zweite Sequenz: Realisierung des Modells, Funktionserprobung.
- 4.3 Dritte Sequenz: Analyse eines Programmschaltwerkes, Vergleich mit dem Modell.
- 4.4 Vierte Sequenz: Schaltprogramme, Entwurf, Folgen des Einsatzes.

5. Der Ablauf der Unterrichtseinheit in den einzelnen Sequenzen

5.1 Nocken schließen elektrische Kontakte

5.1.1 Lernziele

Die Schüler sollen ihre Kenntnisse der Nockensteuerung (Hammerwerk, Ventile im Automotor) und der Elektrotechnik (Schalten von Stromkreisen durch Blechstreifenschalter) in Zusammenhang bringen. Das Ziel ist erreicht, wenn die Schüler mit den vorgegebenen Bauteilen eine Schaltung herstellen können. Zur Erreichung des Zieles kann individuelle Hilfe nötig werden, weil alle Schüler das Lernziel erreichen sollen.

5.1.2 Unterrichtsmedien / Arbeitsmittel

fischertechnik u-t1, Lämpchen mit Fassung, Stromquelle (Flachbatterie 4,5 V), Kabel und Blechstreifen ca. 70 x 10 mm.

5.1.4 Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf

Im Gespräch wird, ohne das Wort schon zu erwähnen, der Programmablauf einer Waschmaschine erarbeitet. Herausgearbeitet wird die Abfolge von bestimmten Funktionen in den genauen Zeitabläufen, und daß die erforderlichen Schaltungen selbstständig erfolgen. Durch Wiederholung bzw. Erinnerung an die Grundprinzipien der Nockensteuerung (Hammerwerk, Automotor u. ä.) wird ähnliches herausgestellt.

Die Schüler erhalten die Blechstreifen und den Nacherfindungsauftrag, die ihnen bekannte Nockensteuerung zum Schließen von Kontakten zu benutzen. Dabei wird jede funktionsfähige Lösung akzeptiert, auch wenn sie zur Weiterarbeit nicht geeignet ist (Abb. 1).

5.2 Wir bauen ein automatisches Schaltwerk mit verstellbaren Kontaktzeiten

5.2.1 Lernziele

Die Schüler sollen ein funktionsfähiges Modell mit mindestens zwei voneinander unabhängigen Kontaktbahnen bauen. Das Ziel ist erreicht, wenn alle Schüler (-gruppen) das Modell so bauen, daß es funktioniert und eine Veränderung des Programmablaufes möglich ist. Weiter sollen die Schüler die Funktion beschreiben und dabei die Fachwörter richtig benutzen.

5.2.2 Unterrichtsmedien / Arbeitsmittel

fischertechnik u-t1, Lämpchen mit Fassung, Stromquelle mit Anschlußschnüren und Blechstreifen.

5.2.3 Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf

Die in der ersten Sequenz erarbeiteten Modelle sollen jetzt erweitert werden. Dies läßt sich dadurch erreichen, daß immer zwei Nockenscheiben mit Flachnaben auf einer Achse montiert werden. Die flachen Seiten der Naben müssen einander zugewandt sein. Durch Verschieben ist eine, wenn auch geringe, zeitliche Verlängerung der Kontaktzeiten möglich (Abb. 2). (Das gleiche Prinzip wird auch bei den Schaltscheiben im u-t3/1 angewandt.)

Der Antrieb erfolgt in der Regel durch eine Handkurbel. Zur Demonstration der Schaltvorgänge werden Lämpchen aus der Physiksammlung benutzt (Abb. 3). Im Lehrgespräch müssen die Fachwörter: Nockenwelle, Schaltwerk, Kontaktzungen, Schaltprogramm, programmieren eingeführt und benutzt werden. Es ist besonders wichtig, daß dies beachtet wird, weil gerade Lernbehinderte durch mangelnde Beherrschung der Fachsprachen auffallen⁴. Zur Übung und Kontrolle können Lückentexte benutzt werden, um den Gebrauch der Wörter zu üben. In einem ersten Schritt sollen die vorgegebenen Wörter an die richtigen Stellen gesetzt werden, später müssen die Wörter ohne Vorgabe eingesetzt werden.

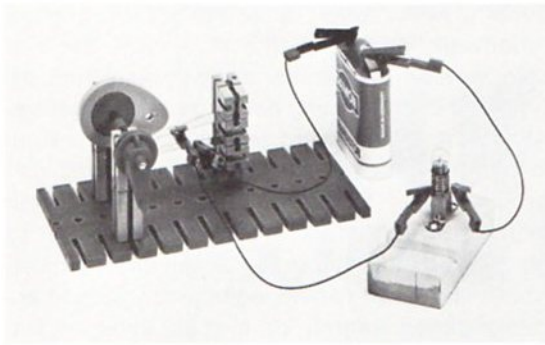


Abb. 1 Schülerarbeit aus der ersten Sequenz

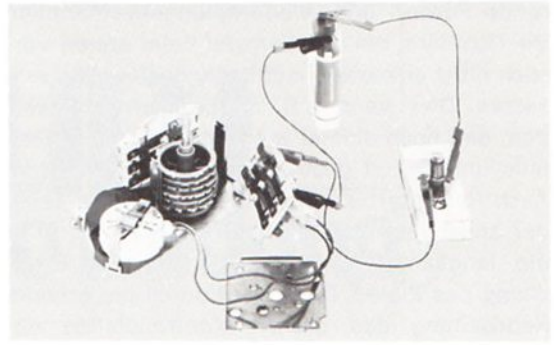


Abb. 4 Programmschaltwerk aus einer Geschirrspülmaschine

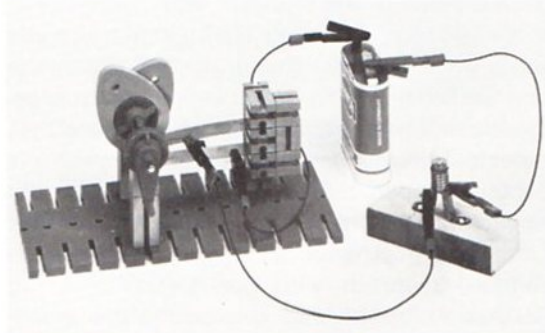


Abb. 2 Schaltscheibe aus zwei Nockenscheiben

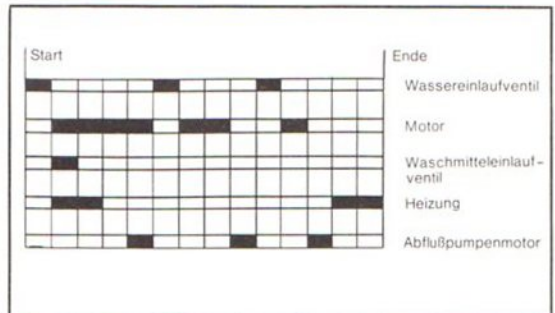


Abb. 5 Die Skizze zeigt ein vereinfachtes Schaltprogramm (Tafelzeichnung)

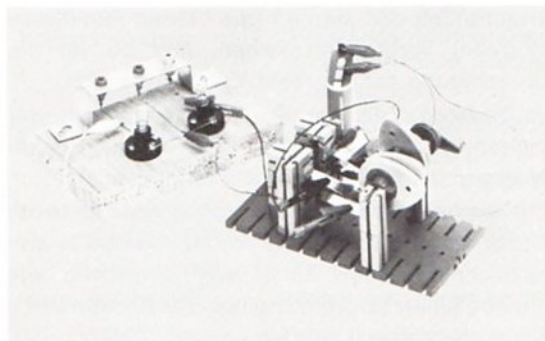


Abb. 3 Schaltwerk mit zwei voneinander unabhängigen Schaltbahnen, Schülerarbeit aus der zweiten Sequenz

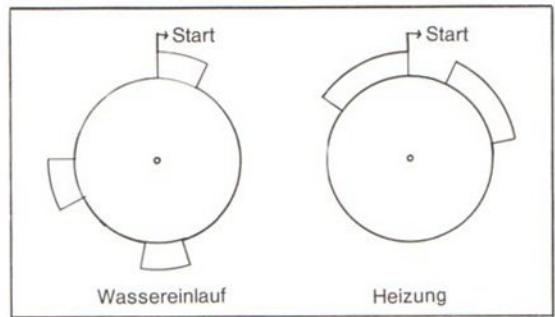


Abb. 6 Eine von dem Lehrer gefertigte Skizze der Nockenscheiben

Beispiel für ein Lernziel-Kontrollblatt:

Einen Schalter mit vorbestimmten Schaltzeiten und Schaltmöglichkeiten nennt man In ihm werden die Schaltzeiten im voraus genau festgelegt. Dies nennt man Der Schalter hat wenige wichtige Bauteile. Die drücken die zusammen. So werden die elektrischen Kontakte und später wieder geöffnet. Durch das Schließen werden oder und Kontrol geschaltet. Setze die folgenden Wörter richtig ein:

Heizung, proklamieren, Kohlebürsten, Bewegungen (Motore, Ventile), geschlossen, Zungen, Programmschalter, Nockenscheiben, -lampen, probieren, programmieren. (Drei Wörter gehören nicht in den Text. Sie müssen übrig bleiben.) Es wird angestrebt, daß das Lernziel von 80 bis 90% der Schüler erreicht wird. Die Kontrolle dient, zumindest nicht bei der ersten Durchführung, der Notenfindung, sondern gibt Aufschluß über den Erfolg unterrichtlicher Maßnahmen bzw. Aufschluß über noch durchzuführen

rende Förder- und Wiederholungsmaßnahmen. Bei Schülern, die das Lernziel beim ersten Versuch nicht erreichen, muß individuelle Hilfe einsetzen. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, daß noch einmal wiederholend die Einzelteile am Modell gezeigt und benannt werden. Auch Partnerarbeit, ein Schüler zeigt die Teile, der andere benennt sie, bzw. umgekehrt, führt die langsamer lernenden Schüler zur Erreichung des Zieles. Diese wird durch die erneute Bearbeitung des Lernziel-Kontrollblattes abgesichert.

Es ist daher notwendig, die Zahl der Lernziel-Kontrollblätter so festzulegen, daß genug für die schwächeren Schüler zur Wiederholung zur Verfügung stehen. Auch eine Langzeitkontrolle, etwa 6 bis 8 Wochen nach Abschluß der Unterrichtseinheit, sollte durchgeführt werden. Sie gibt Aufschluß über den langfristigen Erfolg und hilft, bei einer Wiederholung der Unterrichtseinheit in einer anderen Klasse bestimmte Fehler zu berichtigen.

5.3 Wie arbeitet das Programmschaltwerk der Spülmaschine?

5.3.1 Lernziele

Die Schüler sollen ein Programmschaltwerk analysieren können. Das Ziel ist erreicht, wenn die Schüler:

- Die wichtigsten Funktionsteile wiedererkennen, zeigen und benennen.
- Die Funktionsweise des Schaltwerkes angemessen beschreiben.
- Ein im Unterricht erarbeitetes Schaltprogramm (Abwicklung) angemessen interpretieren.
- Ein vereinfachtes Programm (Abwicklung) mit drei Funktionskreisen nach einer Beschreibung entwerfen und skizzieren.

5.3.2 Unterrichtsmedien / Arbeitsmittel

Programmschaltwerk aus einer Haushaltsmaschine (hier: Geschirrspülmaschine), Wandtafel oder Overhead-Projektor. Evtl. Lämpchen, Stromquelle und Anschlußschnüre.

5.3.3 Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf

Die Schüler erhalten pro Arbeitsgruppe ein ausgebautes Programmschaltwerk. (Defekte, aber brauchbare Geräte erhält man bei den Kundendienst-Werkstätten der großen Hersteller.) Die Schüler werden aufgefordert, Vermutungen über die Funktion dieses Gerätes zu

äußern. Meist wird es sofort als Programmschaltwerk erkannt. Sollte dies nicht der Fall sein, werden die Schüler zur genauen Betrachtung und Beschreibung der Einzelteile angeregt. Als erstes Bauteil wird in der Regel die Nockenwalze entdeckt. Nun bereitet es auch den schwächeren Schülern keine Schwierigkeit mehr, das Gerät als Programmschaltwerk zu bezeichnen. Evtl. kann auch auf das Lernziel-Kontrollblatt der vorausgegangenen Stunde zurückgegriffen werden, da hier die genauen Namen der Bauelemente gelernt wurden.

Der Beweis der bisher nur als Vermutung zu bezeichnenden Äußerungen wird durch Versuche erbracht. Zu dem Gerät holen sich die Schüler Lämpchen, Kabel und Flachbatterie und schließen sie an. Nach einigen Versuchen, die durch die Vielzahl der Anschlüsse und evtl. defekte Leiterbahnen bedingt ist, kommen alle Schülergruppen zum Erfolg. Durch Drehen der Nockenwalze (Drehknopf, Zange) werden die Lämpchen geschaltet. In einem zusammenfassenden Gespräch wird das Verständnis der Schüler überprüft und gegebenenfalls erweitert und abgerundet.

Hier muß sich zeigen, ob alle Schüler die Vorarbeiten mit den Medien (die beiden Funktionsmodelle) verstanden haben. Nur so ist die Übertragung auf die reale Technik möglich.

Im zweiten Teil der Sequenz entwickelt der Lehrer im Gespräch ein vereinfachtes Schaltprogramm in abgewickelter Form (Abb. 6).

Zur weiteren Veranschaulichung können noch einzelne Nockenbahnen im Querschnitt aufgezeichnet werden. Es ist leicht einsichtig, wie die einzelnen Nockenscheiben zur Nockenwalze zusammengesetzt werden können (Abb. 7).

Nach der Erarbeitung und Verständniskontrolle des Teillernzieles muß besonderer Wert auf die Übertragbarkeit der Möglichkeiten des automatischen Schaltwerkes des Programmschalters, auf andere ähnliche Schaltvorgänge gelegt werden. Es muß allen Schülern deutlich werden, daß die Automatisierung durch vorher von Menschen betätigte Steuerungen (Schaltungen), hier das Ein- und Ausschalten von elektrischen Funktionen, Motore, Magnetventile, Heizung usw., auch in der industriellen Produktion immer mehr um sich greift.

Dies geschieht im Unterrichtsgespräch.

Aus diesem Grund soll das Teillernziel — der Entwurf eines einfachen Schaltprogramms —

anhand einer einfachen Produktionsmaschine als Beispiel erreicht werden. Dazu wird den Schülern eine stark vereinfachte Funktions- und Ablaufbeschreibung gegeben, die leicht in ein Programm umgesetzt werden kann. Die Schüler sollen ein abgewickeltes Programm skizzieren.

Beispiel für ein Arbeitsblatt:

In einer Fabrik werden viele kleine Blechteile mit zwei gleichgroßen Löchern benötigt. Bisher mußten die Arbeiter folgende Arbeiten hintereinander ausführen: Einschalten der Motorsäge, Ausschalten der Motorsäge, Einschalten des Vorschubs, Ausschalten des Vorschubs, Einschalten der Bohrmaschine, Ausschalten der Bohrmaschine, Einschalten des Vorschubs, Ausschalten des Vorschubs, Einschalten der Bohrmaschine, Ausschalten der Bohrmaschine, Einschalten des Vorschubs, Ausschalten des Vorschubs, Einschalten der Motorsäge usw., usw., usw.

1. Welche und wieviel Schalter muß der Arbeiter bedienen?

3 Schalter.

Motorsäge, Vorschub und Bohrmaschine.

2. Zeichne ein abgewickeltes Programm für ein Schaltwerk, das die Schaltungen automatisiert.

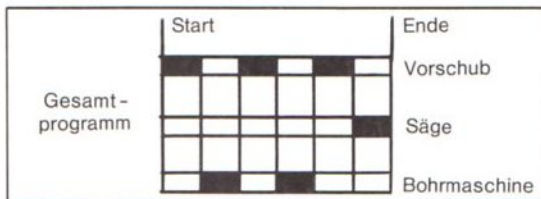


Abb.7 Skizze des Schaltprogramms aus der Lernkontrolle

3. Wie nennt man die Tätigkeit, die du jetzt ausgeführt hast?

Programmieren.

5.4 Folgen der Automation

5.4.1 Lernziele

Die Schüler sollen einen ersten Eindruck über die Folgen der Automation bekommen. Das Ziel ist erreicht, wenn:

- Die Schüler den Ersatz einfacher, oft stupider Arbeiten als positive Folge der Automation ausdrücken können.
- Die Schüler die strukturelle Arbeitslosigkeit als mögliche negative Konsequenz der Automation beschreiben können.

- Die Schüler entsprechende Zeitungsmeldungen, Radioberichte o. ä. angemessen interpretieren können.

5.4.2 Unterrichtsmedien/Arbeitsmittel

Lernziel-Kontrollbogen der Vorstunde, Zeitungsberichte über Folgen der Automation bzw. über die Möglichkeiten der Automation.

5.4.3 Anmerkungen zu den Intentionen der vierten Sequenz

Bei diesem Teil der Unterrichtseinheit geht es um die möglichen Folgen der Automation, die oft durch den Verlust von Arbeitsplätzen schlagartig sichtbar werden. Dabei geht es nicht um eine Verdammung, aber auch nicht Bejubelung des technischen Fortschritts bei der Automation. Möglichst nüchtern sollen die möglichen Folgen erforscht werden. Diese Unterrichtseinheit kann daher das Problem nur anreißen. Es soll den Schülern deutlich werden, daß technische Erfindungen und Entwicklungen dem Menschen die Arbeit erleichtern und abnehmen sollen, aber auch weitere Folgen im sozialen und ökonomischen Bereich haben. Diese Folgen müssen vor dem Einsatz dieser Erfindungen schon bedacht werden. Die Probleme auf dem Arbeitsmarkt sind in der Strukturkrise der letzten Jahre deutlich geworden, sie sind noch nicht gelöst und werden sich wahrscheinlich noch verstärken.

Der Lehrer sollte sich daher eine Sammlung von Nachrichten, Berichten usw. zulegen bzw. von den Schülern sammeln lassen, die sich mit den hier angeschnittenen Fragen beschäftigen. Man findet derartige Nachrichten recht häufig in den Wirtschaftsteilen der Tageszeitungen. Futurologische Literatur bietet hier eine weitere gute und wichtige Fundgrube. Auch technikgeschichtliche Fragestellungen, z. B. die Mechanisierung der Produktion am Beispiel der Textilproduktion, können in diesem Zusammenhang benutzt werden.

5.4.4 Anmerkungen zum Unterrichtsverlauf

Hier kann an die dritte Sequenz angeknüpft werden. Die Einsparung des Arbeiters an der Produktionsmaschine kann an diesem Beispiel mit der positiven und der negativen Konsequenz erarbeitet werden. Erstens fällt die stumpfsinnige Arbeit weg, zweitens geht aber auch der Arbeitsplatz verloren. Im Anschluß sollten die Zeitungsausschnitte, entsprechende

Nachrichten oder andere Quellen gelesen und interpretiert werden. Die jeweiligen Einsparungen an Arbeitsplätzen können auch an Beispielen in Prozenten oder Bruchteilen erarbeitet werden. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß Arbeitszeitverkürzungen, Urlaubsverlängerungen und andere soziale Maßnahmen einen großen Teil der verlorenen Arbeitszeit wieder auffangen. Weitere Arbeitsplätze werden bei der Produktion, der Konstruktion und dem Verkauf der Automatisierungseinrichtungen gebraucht. Trotzdem ist ein Verlust an Arbeitsplätzen zu verzeichnen, aber es sei nochmals vor kurzschlüssigen, zu stark vereinfachenden Schlüssen gewarnt.

6. Zusammenfassung

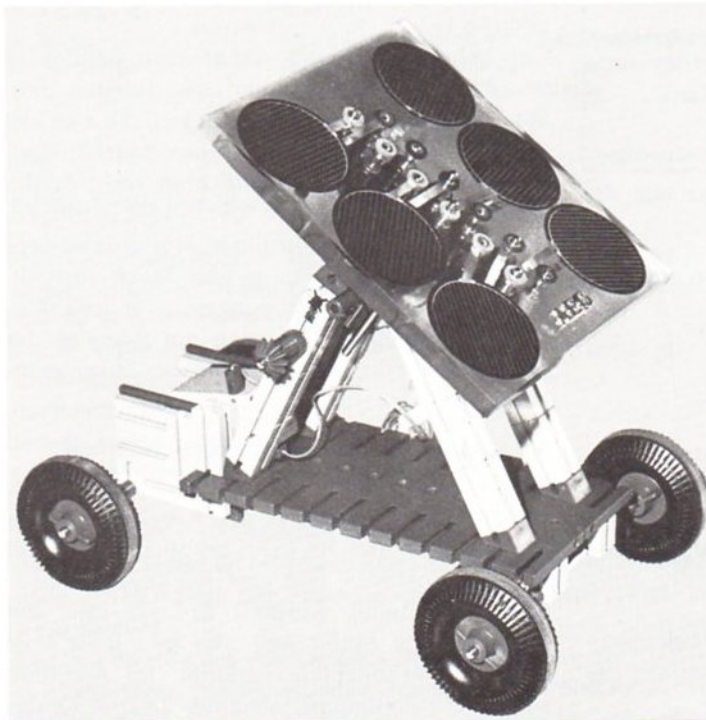
Es wurde eine mehrfach erprobte Unterrichtseinheit aus der Schule für Lernbehinderte vorgestellt, bei der es um die Automation verschiedener Funktionen durch Programmschaltwerke ging. Die Schüler sollten im ersten ausführlichen Teil die technische Konstruktion und die Anwendungsmöglichkeiten durch Nacherfindung und probierende Analyse kennenlernen. Dabei wurde besonderer Wert auf einfachste Konstruktion mit nur wenigen festgelegten Bauteilen gelegt.

Ferner wurde diese Art des Vorgehens im Unterricht als Alternative zu einigen bereits vorliegenden Berichten ähnlicher Art begriffen. Hieran knüpft sich auch die Möglichkeit der Diskussion über die Notwendigkeit bzw. Berechtigung schulartspezifischer Unterrichtsorganisation, wie sie in dieser Zeitschrift durch H. Maier⁷ angesprochen wurde.

In einem weiteren Teil wurden einige Folgen der Automation durch den Einsatz programmgesteuerter Produktionsmaschinen zum Unterrichtsgegenstand gemacht. Das Hauptanliegen der Technik, die menschlichen Lebensbedingungen zu verbessern, wurde zum Prüfstein für die positiven und negativen Folgen der Automation gemacht.

Literaturangaben

- 1 Der Kultusminister von Nordrhein-Westfalen: Richtlinien für Schulen für Lernbehinderte, Düsseldorf 1972.
- 2 Bruner, J.: Der Prozeß der Erziehung, Berlin/Düsseldorf 1970, Seite 44.
- 3 Freyhoff, U.: Zur Diskussion: Der offene Lehrentwurf, in: Forum technische Bildung, Heft 1/76, Seite 20 und 21.
- 4 Gehrecke/Mohr: Naturlehre in der Schule für Lernbehinderte, Berlin 1973.
- 5 Asmuth/Duismann: Technisches Wissen und technisches Verständnis lernbehinderter Sonderschüler, Manuskript 1975/76.
- 6 Duismann, H. G.: Technisches Werken in der Arbeitslehre der Lernbehindertenschule.
- 7 fischertechnik e-m 1 (Elektromechanik), Tümlingen.
- 8 Mehrgardt, O.: Die Werkaufgabe 134 und 135, Wolfenbüttel, o. J.
- 9 Maier, H.: Woran erkennt man einen schulartspezifischen Unterricht im technischen Werken? in: Forum technische Bildung, Heft 2/75, Seite 21. ■



Umwandlung von Lichtenergie in mechanische Energie

Die beiden Fotos wurden uns von Herrn Professor Dr.-Ing. W. Hallmann, Fachhochschule Aachen, zugeschickt. Die Modelle dienen ihm zur Demonstration der Energieumwandlung in den Raumfahrtpraktikas.

Das Foto zeigt ein Fahrzeug, das mit Sonnenenergie (Sonnenlicht) angetrieben wird. Die für den Elektromotor benötigte Leistung von etwa 1,5 Watt liefert ein von AEG in Sonderanfertigung hergestellter Solarzellengenerator. Sechs Siliziumsolarzellen (\varnothing 5 cm) sind in Epoxydharz bruchsicher vergossen. Die Energieumwandlung läuft wie folgt ab: Lichtenergie von der Sonne wird in elektrische Energie, diese in Bewegungsenergie umgewandelt.

Solarzellen sind wegen der heute noch geringen Stückzahlen relativ teuer. Für das ft-Fahrzeug geeignete handelsübliche Solarzellen kosten etwa DM 300,- bis 400,- pro Stück.

Pupillenreflex am menschlichen Auge

Ein einfacher Regelkreis aus der biologischen Kybernetik

Die biologische Forschung hat sich längst technologisches Gedankengut zu eigen gemacht, um zu Modellvorstellungen über die sehr komplizierten Wirkungszusammenhänge in Lebewesen zu kommen.

Die Biotechnik ist inzwischen zu einer eigenen Wissenschaft geworden, die mit ihren Erkenntnissen sowohl der Biologie als auch der Technik neue Impulse gibt. In diesem Bereich befaßt sich die biologische Kybernetik mit der Anwendung kybernetischer Erkenntnisse auf biologische Sachzusammenhänge. Sie versucht nicht, biologische Steuerungen und Regelungen durch technische zu ersetzen, bedient sich aber der Begriffe, um zu Aussagen und Modellvorstellungen zu kommen.

Im menschlichen Körper wie auch bei Tieren und Pflanzen gestalten viele Regelkreise, die zum Teil miteinander verbunden und einander untergeordnet sind, die Funktionen von Stoffwechsel, Atmung, Bewegung, Wärme usw. Ein relativ einfacher Regelkreis, der dazu noch weitgehend unvermascht mit anderen Regelkreisen ist, regelt die Helligkeit im menschlichen Auge.

Zwischen der vorderen Augenkammer und der Linse des menschlichen Auges liegt die Regenbogenhaut oder Iris. Ihre Hauptaufgabe ist, dafür zu sorgen, daß der innere Augapfel und damit die lichtempfindliche Retina ständig und unabhängig von der Außenhelligkeit konstantes Licht erhält. Die freibleibende Öffnung in der Mitte der Iris, die Pupille, muß daher je nach anfallender Lichtmenge von außen, größer oder kleiner werden. Ein Versuch vor dem Spiegel zeigt das Pupillenspiel:

Bedeckt man eine Minute lang ein Auge mit der Hand, kann man danach das Schließen der Pupille beobachten. Ebenfalls läßt sich die Pupille verengen, wenn das Auge mit einer Taschenlampe angestrahlt wird.

Bei Lichteinfall ins Auge werden die Sehzellen der Retina im hinteren Auge gereizt. Sie geben die Erregung über die Sehnerven zur „Formatio reticularis“ des Mittelhirns weiter. Hier

wird entsprechend geschaltet. Über den Parasympathicus verengt und den Sympathicus erweitert die Iris die Pupille (Abb. 1).

Der Vorgang wird dem Menschen nicht bewußt, er kann auch nicht bewußt in ihn eingreifen. Er gehört zu den Reflexen, die in ihrer Gesamtheit dafür sorgen, daß der Körper rasch und ohne Einschaltung des Bewußtseins der Umwelt angepaßt bleibt. Reflexe der einfachen Art verlaufen vom Sinnesorgan (Rezeptor) über Empfindungsnerven zum Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark). Hier wird eine entsprechende Schaltung vorgenommen und der Impuls zum ausführenden Organ (Effektor) geleitet. Da der Informationsgang bogenförmig vom Rezeptor über die Schaltstelle (Synapse) zum Effektor verläuft, bezeichnet man ihn als Reflexbogen (Abb. 2).

In den meisten Fällen beeinflußt die Reaktion des Effektors wiederum die Aufnahme von Reizen durch den Rezeptor, d. h. der Effektor handelt so, daß der ursprüngliche Zustand, der durch den Rezeptor kontrolliert wird, wiederhergestellt wird. Es ist schon lange üblich, solche biologischen Reflexbögen mit technischen Regelkreisen gleichzustellen. Hier wie dort werden Informationen geleitet und durch Störgrößen geänderte Situationen durch Rückkopplung wieder auf einen festgelegten Sollwert gebracht.

In den technischen Sprachgebrauch übertragen ist die Lichtmenge, die im Inneren des Augapfels auf die Retina einwirkt, die Regelgröße. Sie unterliegt Änderungen durch die sich ständig ändernde Lichtmenge von außen, der Störgröße. Damit die Störgröße kompensiert wird, muß durch Verändern der Stellgröße an der Iris die Regelgröße einer Führungsgröße angepaßt werden.

Regelstrecke (Helligkeit im Auge) und Regeleinrichtung (Gehirn) bilden den Regelkreis, dazwischen liegen das Maßglied Retina und das Stellglied Iris (Abb. 3).

Wenn die Störgröße eine erhöhte Lichtintensität bedeutet, muß die Regeleinrichtung die Stellgröße so verändern, daß die Regelgröße der Führungsgröße wieder angeglichen wird. Die Regelgröße wird dabei so weit vermindert, daß sie die Führungsgröße unterschreitet. Damit erhält die Regeleinrichtung die Information vom Maßglied, die Regelgröße wieder zu erhöhen. Das Ergebnis ist ein Schwanken um

die jeweilige Führungsgröße. Der Wert der Führungsgröße wird fortwährend über- oder unterschritten.

Beim menschlichen Auge sind die Schwankungen so stark gedämpft, daß man sie an der Pupille nicht erkennen kann. Das sogenannte Pupillenspiel kann jedoch experimentell verstärkt werden: Wirft man einen feinen Lichtstrahl so in das Auge, daß er gerade den Rand der Iris trifft, wird sie in dauernde Schwingungen versetzt.

In dem Fall, in dem der Lichtstrahl an dem Irisrand vorbei die Retina trifft, verläuft die Regelung so, daß die Iris die Pupille verkleinert. Damit wird die Retina nicht mehr vom Lichtstrahl getroffen, und die Iris öffnet die Pupille wieder usw.

Die Einstellung der Pupille verläuft, von den Schwankungen abgesehen, stetig, d. h. proportional zur Lichtintensität. Trifft viel Licht auf das Auge, schließt sich die Pupille stark, bei schwächerem Licht öffnet sie sich wieder nach dem Grad der vorhandenen Helligkeit. Für die Einstellarbeit der Iris wird Hilfsenergie in Form von Nährstoffen über das Blut herangeführt. Die nervöse Energie liefert nur den Impuls zur Einstellung.

Aus ft-Material kann man in einem einfachen Modell die Lichtregelungsvorgänge im Auge simulieren (Abb. 4–6).

Aufbau

Der Augapfel wird durch eine Pappröhre dargestellt, deren oberes Ende mit Durchschlagpapier (für Schreibmaschinen) bedeckt ist, damit in ihrem Inneren diffuses Licht herrscht. Die Röhre ist über den Fotowiderstand gestülpt. Der Fotowiderstand als Retina muß durch Bedecken mit Durchschlagpapier unempfindlicher gemacht werden. Er wird zwischen Basis des Transistors und Pluspol des Gleichrichter-Bausteins geschaltet. Das Relais ist in den Laststromkreis des Transistors geschaltet. Gesteuert wird die Spannung an der Basis durch den Spannungsteiler des Potentiometer-Bausteins.

An die Arbeitskontakte des Relais ist der Elektromotor so angeschlossen, daß die Schaltung einem Polwendeschalter entspricht. Bei Ruhekontakt läuft der Motor rechtsherum, bei Arbeitskontakt linksherum. Ein Taster ist zwischen Ruhekontakt und Motor geschaltet. Er wird durch einen Exzenter als Nocken betätigt. Eine Kartonscheibe mit bogenförmiger Kante wird auf der Welle des Winkelgetriebes befestigt und kann bei Laufen des Motors über der Pappröhre herfahren und sie abdunkeln.

Funktion

Die Regelstrecke ist die Pappröhre, in der eine konstante Helligkeit herrschen soll. Das Meßglied, der Fotowiderstand, übermittelt dem Re-

lais als Regler die Information, ob die Helligkeit über- oder unterschritten ist.

Ist sie unterschritten, schließt das Relais den Ruhekontakt und der Motor mit der Kartonscheibe als Stellglied erweitert die Öffnung über der Röhre für größeren Lichteinfall. Dabei wird der Helligkeitswert überschritten, das Relais schließt den Arbeitskontakt, der Motor dunkelt die Öffnung wieder ab. Je nach der Lichtintensität über der Röhre pendelt die Kartonscheibe so, daß ein größerer oder kleinerer Abschnitt für den Lichteintritt frei bleibt. Ist die Außenhelligkeit zu gering, öffnet die Scheibe vollständig, und der Motor wird durch Exzenter und Schalter abgeschaltet.

Die Führungsgröße ist durch die Steuerspannung zwischen Basis und Emitter vorgegeben. Um den Regler an veränderliche Lichtverhältnisse anzupassen und optimal auszusteuern, kann die Steuerspannung über das Potentiometer verändert werden.

Modell – Auge

Das Funktionsmodell kann nicht alle Einzelheiten des Regelgeschehens beim Pupillenspiel genau simulieren. Das ist auch nicht erforderlich. Wichtig ist, daß Funktion und Glieder des Modells mit dem Vorbild vergleichbar sind. Vom Auge selbst sind der äußere Augapfel als zylindrische Hülse, die Retina als lichtempfindlicher Fotowiderstand und die Iris als Motor und abdeckende Kartonscheibe vorhanden. Alle anderen Teile des Organs, die zumeist zum eigentlichen Sehen gehören, sind nicht dargestellt. Die Kartonscheibe der Iris kann auch adäquater durch eine große Irisblende aus dem Fotohandel ersetzt werden. Die Funktion wird dadurch jedoch nicht berührt. Die überaus komplizierten Vorgänge im Gehirn werden durch ein elektrisches Relais auf das eben noch vertretbare Maß an Vergleichbarkeit reduziert. Die Nerven als Informationsleiter mit elektrischen Kabeln gleichzustellen ist üblich, seit man weiß, daß nervöse Informationen chemo-elektrisch weitergeleitet werden.

Ein deutlicher Unterschied besteht in einem Fall:

Die Iris erhält vom Gehirn nur die Impulse zum Öffnen und Schließen der Pupille über die motorischen Nerven. Die Arbeitsenergie bekommt sie über die Blutbahn. Beim Modell werden Signal- und Arbeitsstrom zum Laufen des Motors direkt über das Relais geschaltet. Eine Trennung der beiden Funktionen ist nicht nötig. Im Ganzen funktioniert das Pupillenmodell wie die Pupille am menschlichen Auge.

Die Pupille schließt und öffnet sich je nach dem Maße der einfallenden Helligkeit und öffnet sich bei zu großer Dunkelheit ganz. Das Pupillenspiel, in der Natur fast vollständig gedämpft, äußert sich in relativ großen Schwankungen.

Didaktik

Biologische Sachverhalte in den Technikunterricht einzubeziehen, ist durchaus nicht neu. Helmut Benjes stellt in seinem Buch „Erfinden, Forschen, Konstruieren im Technikunterricht“ eine Reihe von sehr interessanten Modellen aus der biologischen Kybernetik vor. Das Gebiet ist in sich reizvoll. Einmal werden technische Funktionszusammenhänge sichtbar, werden mit ungewöhnlichen Mitteln Lösungen angestrebt, zum anderen bekommt die Schulbiologie in sonst abstrakten Bereichen Anschaulichkeit. Das biologisch-technische Modell stellt die Wirklichkeit auf eine niedere Abstraktionsstufe; es hilft, komplizierte Zusammenhänge als Denkmodell begreifbar zu machen. Schwierig ist im Technikunterricht der Zugang zu biologischen Themen. Voraussetzung ist hier wie bei anderen fachübergreifenden Themen die gute Zusammenarbeit zwischen den Fachlehrern. Der Anstoß zum Erstellen eines biologischen Modells kann aus dem Fach Biologie kommen, oder im Technikunterricht stößt die Gruppe auf ein Phänomen, das auch biologisch auswertbar erscheint. Das vorliegende Modell läßt sich beispielsweise im Technikunterricht über die Steuerung entwickeln.

Thema: **Steuerung**

Außensteuerung: Dämmerungsschalter

Bei einbrechender Dunkelheit wird über ein Relais eine Lampe im Zimmer eingeschaltet. Die Eingangsgröße wird durch einen Fotowiderstand außerhalb des Hauses aufgenommen.

Die Erkenntnis, daß durch sich verändernde Helligkeitswerte elektrische oder elektromechanische Vorgänge ablaufen können, führt zur Überlegung, ob diese Vorgänge wiederum im Sinne eines Regelkreises die Eingangsgröße beeinflussen können. Versuche ergeben, daß ein Motor (mit Getriebe) eine Abdeckplatte über dem Fotowiderstand hin- und herbewegen kann. Da der Motor die Ausgangsgröße aufnimmt und damit wiederum auf die Eingangsgröße einwirkt, ist somit die Steuerkette zum Regelkreis weiterentwickelt.

Thema: **Regelung**

Konstanthalten der Helligkeit in einem kleinen Raum bei veränderlicher Außenhelligkeit

Beispiel: Pupille am menschlichen Auge

Lernziele Technischer Aspekt:

Die Schüler sollen das Prinzip der Regelung erkennen und in einem Modell anwenden.

Biologischer Aspekt:

Die Schüler sollen lernen, daß die Helligkeit im menschlichen Auge im Sinne eines technischen Regelkreises konstant gehalten wird.

Problem: Bei Abdunkeln des Fotowiderstandes mit der Hand schaltet der Dämmerungsschalter das Licht an. Kann an Stelle der Lampe ein Motor angebracht werden, der ein Stück Karton wegdreht, wenn der Fotowiderstand zu stark abgedunkelt ist?

Erweiterung: Kann durch geeignete Schaltung derselbe Motor den Karton wieder über den Fotowiderstand drehen, wenn er zu stark beleuchtet ist?

Transfer: menschliches Auge

Lösung: Über Zeichnung und Probieren eine Schaltung von Relais zu Motor entwickeln lassen, die den Motor bei Ruhekontakt rechts herum und bei Arbeitskontakt links herum laufen läßt (Polwendeschalter).

Erstellen des Augenmodells (Hülse und Kartonscheibe) und Zusammenbau.

Erprobung: Das Modell regelt bei mittlerer Helligkeit ähnlich wie die Iris am menschlichen Auge. Bei zu geringer Helligkeit schaltet das Relais auf Ruhekontakt, und der Motor dreht die Kartonscheibe ständig über der Hülse in einer Richtung.

Problem: Es muß ein Unterbrecher eingebaut werden, der den Motor nicht weiterdrehen läßt als bis zur größten Öffnung der „Pupille“. Auch die menschliche Pupille hat eine feste größte Weite.

Lösung: Eine Exenterscheibe wird als Nocken auf der Getriebewelle für die Kartonscheibe angebracht. Der Nocken betätigt einen Taster, der den Strom des Ruhekontakts unterbrechen kann.

Analyse: Regeltechnische Begriffe auf Teile und Funktionszusammenhänge des Modells anwenden. Erstellen eines Blockschaltbildes.

Konfrontation/Transfer: Gegenüberstellung Pupillenreflex und Regelung beim Modell. Gemeinsamkeiten in der Funktion und technische Vereinfachungen.

Der Artikel will im Sinne eines offenen Lehrentwurfs verstanden sein. Die unterrichtliche Erarbeitung hängt in starkem Maße davon ab, welche Vorkenntnisse im Bereich Technik sowie im Bereich Biologie bestehen und welche Form der Zusammenarbeit zwischen den beiden Fächern besteht. ■

Technik im ersten und zweiten Schuljahr – Unterrichtseinheit Fahrzeuge

Unterrichtseinheit aus der Primarstufe, durchgeführt in der Gemeinschaftsgrundschule „Am Höfling“, Aachen, im ersten und im zweiten Schuljahr (1. Schuljahr 37 Schüler, 2. Schuljahr 30 Schüler).

Zeit: 12 Unterrichtsstunden.

Arbeitsmittel: Lernbaukästen u-t 1, für je zwei Schüler ein Kasten; fischertechnik hobbywelt 1 und 1A, für je vier Schüler ein Kasten; Plakatkarton, je zwei Schüler ein Bogen, farblich sortiert; Nadeln oder Nägel, bzw. Schaschlik-Spieße als Achsen, je Schüler ca. vier Stück; Gips, je Schüler ca. 150 g; Gipsbeutel (Anrührbecher), für je 2 Schüler ein Beutel; Teelöffel; Joghurtbecher mit Hohlboden, 4 Stück je Schüler; Klebstoff für Karton und Styropor; Kohlepapier.

Ein Teil des Verbrauchsmaterials wurde von den Schülern mitgebracht.

1. Vorbemerkung

Im Schuljahr 1974/75 habe ich in einer 1. und in einer 2. Klasse die Unterrichtseinheit Fahrzeuge erprobt. Es kam mir u. a. darauf an, die Vorschläge des Lehrplans von NRW aus dem Jahre 1973 zu dieser Unterrichtseinheit zu testen. Ich habe sie ziemlich vollständig erprobt und dem Thema deshalb einen Zeitaufwand zugebilligt, der nicht die Regel sein muß.

Angelehnt an den Lehrplan ergab sich folgende Untergliederung der Unterrichtseinheit in 6 Einzelthemen:

- Bau eines Versuchsfahrzeugs,
- Wagen mit Aufbau für den Transport von losem Material,
- Bau eines LKW-Anhängers,
- Bau eines LKW,
- Bau eines Sportwagens,
- Ersatz des Baukastens durch freies Material (Karton, Styropor, Gips).

Dieses Programm war die Folge des Vorsatzes, den Lehrplan zu erproben und zu versuchen, die unterschiedlichen Lernziele und -inhalte unter ein umfassendes Thema zu stellen, so daß, vom Schüler aus gesehen, eine Sinnlichkeit die Unterthemen umspannt. Wäre ich aus-

schließlich den Gesetzen des Unterrichts gefolgt, so hätte sich eine Untergliederung in drei Komplexe ergeben, von denen zur Zeit nur ein einziger erarbeitet worden wäre, nämlich der folgenden:

Versuche mit Fahrzeugmodellen (Faktoren der Fahrbarkeit),

Transport von Schüttgut mit LKWs,

Fahrzeuge herstellen aus „freiem“ Material.

2. Was sagen die Richtlinien zum Thema?

In den Richtlinien des Landes Nordrhein-Westfalen (RL) heißt es im Kapitel Sachunterricht (SU):

„Im gestaltenden Umgang und im Erfahren optischer und haptischer Qualitäten wird die sinnliche Wahrnehmung trainiert...“ – „In der Partner- und Gruppenarbeit und der Darstellung vor der Klasse läßt sie (die gestaltende Auseinandersetzung mit technischen Problemen) Möglichkeiten der Zusammenarbeit (sich mitteilen, einander helfen, Arbeiten miteinander absprechen) erfahren und gibt Gelegenheit, Sozialformen kooperativen Lernens zu trainieren.“ – „... dient jede probierend-experimentierende und konstruierend-gestaltende Tätigkeit dem Erwerb von Erfahrungen über Eigenschaften und Verhalten von Werkstoffen und der Ausbildung einfacher, für den täglichen Gebrauch notwendiger Fertigkeiten und Techniken... sowie der manuellen Geschicklichkeit und dem Unfallschutz.“

Als Lernziele und -inhalte sowie Hinweise für den Unterricht werden weiterhin genannt:

Rollen, rutschen, fahren

Beispiel: Fahrzeuge einfacher Art.

Erfahrungen zur Lagerung von Rädern und Achsen – Reibung.

Bearbeitung von Karton und Handhabung von Werkzeugen.

Die Aufgabe soll in spielender Form in die werkende Auseinandersetzung einführen.

Eigenschaften, Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwendung eines Werkstoffes und Gebrauch einfacher Hilfsmittel – Bauen mit Papier und Karton.

Papier, Karton, Pappe... werden geschnitten, gefaltet... gefalzt... geklebt.

Papiere, Karton und Pappe werden durch Falten stabiler (RL, SU, S. 50 ff.).

3. Bau eines Versuchsfahrzeugs

Bei diesem Thema ist wichtiger als das Bauen des relativ einfachen Fahrzeugs das „Experimentieren“ damit. (Deshalb **Versuchsfahrzeug.**)

Nach den RL sollen die Kinder

„Erfahrungen zur Lagerung von Rädern und Achsen – Reibung“ gewinnen und gemäß dem Lernziel zu 3.1

„einen Versuch zur Untersuchung der Reibung (Rollreibung) mitgestalten, durchführen und auswerten“ können.

Entsprechend dieser Zielsetzung ergab sich folgender

3.1 Arbeitsauftrag

Aus vorgegebenen Teilen (große Grundplatte, vier große Bausteine, zwei Achsen 110, vier Räder nach Wahl) soll ein Wagen gebaut werden.

Es soll herausgefunden werden, welcher Wagen am besten (am weitesten und am schnellsten) rollt.

3.2 Bauen des Wagens

Der Bau des Wagens erfolgte in Partnerarbeit (je zwei Kinder hatten einen Kasten). Hilfe beim Radwechsel auf verschiedene Naben war mehrfach notwendig, zumal auch Drehscheiben und verschiedene Zahnräder verwendet wurden (Abb. 1).

Diese Hilfen gab nicht nur der Lehrer. Vorher waren einige Schüler informiert und mit diesem speziellen Hilfsauftrag betraut worden. Dieses Amt eines „Spezialisten für...“ wurde gerne übernommen. Es wurden für die verschiedenen Hilfeleistungen im Verlaufe des Unterrichts jeweils verschiedene Schüler gewählt.

3.3 Überprüfen auf dem Prüfstand

Je drei Wagen werden mit einem Tafellineal von einer schräggestellten Tischplatte gestartet (Abb. 2). Die Partner der „Fahrer“ am Start erwarten ihren Wagen am unteren Tischende. Die Gewinner zeigen ihre Konstruktion vor und versuchen zu erklären, warum ihr Wagen besser gerollt ist als die beiden anderen. Diese „Erklärungen“ waren meistens Vermutungen, die die physikalischen Ursachen gar nicht trafen. Die Kinder zogen Schlüsse, die das Ergebnis aus augenfälligen Merkmalen „erklärten“: „Große Reifen rollen eben besser als Kleine“ – und genau das Gegenteil, wenn ein Wagen mit großen Rädern der langsamere war! Oder es

wurde gemeint: „Die hinteren Räder müssen größer als die vorderen sein!“ Hier wurde offenbar aus der Neigung der Bodenplatte nach vorn geschlossen, dieser Neigung wegen rolle der Wagen auf einer geneigten Tischplatte schneller. Die Verwendung von Zahnrädern wurde gutgeheißen, weil das Fahrzeug damit „prima durch Matsch fahren“ könne – „prima“ bezieht sich auf den Spaß, den solches Fahren macht, nicht auf die verbesserte Fahreigenschaft infolge eines sachgerechten Reifenprofils!

Im Zweifelsfall wurde ich als Sachverständiger angerufen. Ich machte dann klar, daß die Lagerung der Achsen und die Montage der Räder für die Rolleistung ausschlaggebend sind.

Gegenüber diesen Faktoren und wegen der Kürze der Teststrecke hatten die (geringen) Gewichtsunterschiede der Fahrzeuge – außer den angegebenen Teilen durften andere nicht verwendet werden – und die verschiedenen Radgrößen keinen nachweisbaren Einfluß auf die Fahrgeschwindigkeit und die Länge der zurückgelegten Strecke.

Die Unterlegenen gingen „an die Boxen“ und änderten die Konstruktion, um an einem neuen Lauf teilzunehmen. Anfangs stand der Lehrer als Starter, dann nur noch als Berater zur Verfügung.

Nach dem zweiten Lauf wurden die Schüler wieder nach den vermuteten Ursachen für gute oder schlechte Fahrleistungen befragt. Im allgemeinen kamen recht vernünftige Äußerungen, die genauere Beobachtungen und Überlegungen erkennen ließen, zum Beispiel: „Die Räder schleifen da; das bremst beim Fahren“ – „Unsere Karosserie ist abgegangen. Die muß man besser befestigen.“ – „Woher kommt das, daß unser Wagen schleudert, wenn wir ihn anschubsen?“

Erprobung auf dem Hof oder in der Halle.

Wir veranstalteten ein „Großes Rennen“ auf dem Schulhof. (Wo die Bodenverhältnisse ungünstig sind, ist die Erprobung in der Turn- oder Pausenhalle möglich.) Es zeigte sich nun, daß die Ergebnisse hauptsächlich von der Geschicklichkeit beim Anschubsen der Fahrzeuge abhängen und daß die konstruktiven Elemente in den Hintergrund traten. Ist damit der Versuch, das Lernziel „Einen Versuch durchführen und auswerten“ zu erreichen, gescheitert? Zugegeben, ja – aber dafür ist ein anderes, nämlich ein

emotionales Lernziel erreicht worden: Die Schüler haben dem Versuchsgeschehen ihre volle Aufmerksamkeit geschenkt, sie haben Freude daran gehabt, haben einander gegenseitig aktiviert, ermutigt, unterstützt, korrigiert; auch sind sie an vielen Stellen stutzig geworden, haben sie erneut nachgedacht, einen spontanen Einfall selber anschließend bezweifelt.

4. Wagen mit Aufbauten für den Transport von loseem Material – Ausbau des ersten Wagens

1. Arbeitsauftrag

Der Wagen soll so ausgebaut werden, daß man auf ihm möglichst viel Schüttmaterial (z. B. Steck- oder Reihperlen, Knicker) sicher transportieren kann.

Teststrecke: Eine Berg-und-Tal-Bahn. Sie soll befahren werden, ohne daß von der Ladung etwas herunterfällt.

Hinweis zum Arbeitsauftrag: Es ist wichtig, daß die Teststrecke vor der Konstruktionsphase vorgestellt wird! Soviele Informationen und Bedingungen, wie aus dem Betrachten und Besprechen der Teststrecke entnommen werden können, sind vom Lehrer kaum zu geben. Außerdem soll ja Problemfindung ermöglicht werden; hier ist eine geeignete Situation dazu.

4.2 Ausführen des Arbeitsauftrags

Der Bau des Wagens erfolgte ohne weitere Hinweise.

4.3 Überprüfen auf der Teststrecke

Ein Schüler fährt den Wagen über die Strecke und der Partner fährt den Wagen zurück. Wenn kein Ladegut verloren wurde, ist der Test bestanden (Abb. 3 + 4).

Unstabile oder fehlerhafte Konstruktionen werden verbessert. Fehler waren nur am Ladekasten zu erwarten, da das Chassis das gleiche war wie vorher: Der Ladekasten konnte nach Breite, Länge und Höhe zu klein geraten, undicht oder zu aufwendig in der Konstruktion sein.

Verbesserungshinweise brauchte ich nur selten selbst zu geben; Gespräche zwischen den Schülern und das Inaugenscheinnehmen anderer Fahrzeuge lösten entsprechende Impulse aus.

5. Bau eines LKW-Anhängers

5.1 Arbeitsauftrag

Zum Wagenchassis soll ein passender Aufbau aus Plakatkarton angefertigt werden.

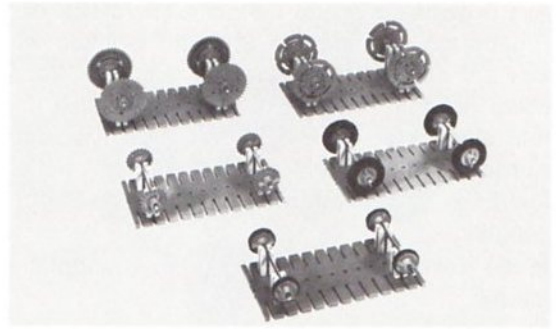


Abb. 1 Versuchsfahrzeuge aus der ersten Phase. Statt der großen Reifen konnten auch die kleinen verwendet werden. Außerdem konnten die Schüler Drehscheiben und Zahnräder einsetzen.



Abb. 2 Auf dem Prüfstand werden die Wagen getestet.



Abb. 3 Wagen mit Aufbauten zum Transport von loseem Material.



Abb. 4 Erprobung der Transporter auf der Berg- und Talbahn.

Aus organisatorischen Gründen (Vergleich der Ergebnisse, vorbereitete Streifen) einigten wir uns auf eine Wandhöhe von 4 cm. Die Wand sollte ringsum aus einem einzigen Streifen mit nur **einer** Klebstelle bestehen. Als Klebstoff wurde Greenit empfohlen (keine „Fäden“, haftet fest nach kurzem Antrocknen). Weitere Bedingungen . . .:

- a) die Kastenwand soll zur großen Grundplatte passen,
- b) sie soll abnehmbar sein, aber nicht in der Höhe verrutschen („Wie eine Hose ohne Gürtel“). Hinweis: Bevor man Karton knickt, falzt man mit dem Scherenrücken (Scheren mit rundem Ende benutzen!). Lineal verwenden!

5.2 Ausführen des Arbeitsauftrages

Je zwei Schüler stellen in Partnerarbeit zunächst einen Rahmen her, dann einen zweiten (Abb. 5).

5.3 Gespräch über die Ergebnisse

Über ihre Arbeitsprodukte besprachen sich die Kinder untereinander und mit dem Lehrer.

Als werkgerecht wurden Arbeiten bezeichnet, die

- genau auf die Grundplatte paßten,
- die „sauber“ (rechtwinklig, scharf) gefaltete Ecken aufwiesen,
- die nicht nachrutschten, sondern mit der Unterkante der Platte abschlossen.

Die Schüler äußerten sich sehr kritisch, so daß von seiten des Lehrers mit Lob kompensiert werden mußte.

Häufigste Mängel waren Schiefwinkligkeit beim Falzen und daraus resultierende Abweichungen zu den Maßen der Grundplatte.

Es ist zu überlegen, ob man ein 90°-Zeichendreieck zum Anzeichnen und Falzen empfehlen sollte.

5.4 Möglichkeit der Differenzierung

Fertige Anhänger sollen eine Kupplung erhalten, so daß man sie ziehen und anhängen kann. Ergebnis: Genormte Kupplungen (meist aus roten Haken gebildet) erleichtern oder ermöglichen erst das Anhängen an andere Fahrzeuge.

6. Bau eines LKW

6.1 Ein LKW soll gebaut werden, an den man Anhänger (3.3) anhängen kann. Das Fahrwerk blieb das gleiche wie bisher.

Der Aufbau durfte beliebig erstellt werden. Neben gelungenen Aufbauten gab es Produkte, bei denen folgende Mängel auftraten:

- zu aufwendig (viele Bauteile – wenig Laderaum),
- unproportioniert (zu kleine Fahrerkabine – zu hohe Einfassung der Ladefläche),
- undicht (Lücken, vor allem in Ecken),
- untypisch (nicht LKW-ähnliche Aufbauten).

6.2 Im Kreisgespräch wurden die Modelle erläutert und kritisiert. Es fiel nicht schwer, in den Schülern den Wunsch nach einer besseren Ausführung zu wecken und damit den Übergang zur folgenden Arbeit zu finden:

6.3 Ein Ausschneidebogen lieferte die Vorlagen für eine „Kartonkarosserie.“

Zwei Übertragungstechniken von Schablonen auf ein Material wurden erklärt:

- a) ausschneiden und auflegen, nachzeichnen,
 - b) durchpausen ohne ausschneiden.
- Büroklammern hielten die Teile. Das Knicken des Klebefalzes wurde erklärt und vorgemacht. Die Vorlage wurde per Folie auf dem Overhead-Projektor erklärt.

6.4 Die Karosserie wurde in Partnerarbeit hergestellt und auf das bekannte Chassis gesetzt. Ein Pappwinkel am Heck verhinderte das Durchrutschen.

Eine zweite Karosserie wurde dann, meist in anderer Farbkombination, für den Partner gebaut. „Fenster“, „Lampen“, „Blinker“ usw. wurden aus Knöpfen, Aufklebern, verschiedenen Plastikteilen, etwa von verbrauchtem Spielzeug, hergestellt. Diese Aufgabe konnte auch zu Hause durchgeführt werden (Abb. 6).

6.5 Vorstellung und Wertung im Kreisgespräch. Hier galten sinngemäß die Kriterien aus 3.4.2. Der Rundung am vorderen Kabinendach wurde besondere Beachtung geschenkt, da die Rundklebe-Technik schwierig und für die nachfolgende Aufgabe (PKW) wichtig war.

6.6 Anwendung: Je zwei Partner stellten einen Lastzug aus LKW und Anhänger zusammen und spielten damit; Ladematerial war bereitgestellt.

7. Bau eines Sportwagens

7.1 Aufgabenstellung: Zum gleichen Chassis sollte ein Sportwagenaufbau erstellt werden. Hierzu gibt es wieder einen Vorlagebogen zum Ausschneiden oder Durchpausen.

Hinweis: Der Klebefalz muß an Rundungen in Dreiecksform eingeschnitten werden.

Spätestens an dieser Stelle ist zu fragen, ob sich der Einsatz von Schablonen rechtfertigen läßt, die doch der Kreativität so wenig Raum lassen? Wenn man aber bedenkt, wieviele Kenntnisse und Fertigkeiten durch Imitation und ähnliche Manipulationen zustande kommen, werden die Bedenken vielleicht geringer. Möglicherweise verschwinden sie gar, wenn die Erfahrung gemacht wird, daß viele Schüler über Vorlagen nicht nur zu einer erstaunlichen Präzision bei der Werkarbeit gelangen, sondern auch **eigene** Vorstellungen realisieren. (Mir sind bekannt geworden: Jeep „Daktari“, VW-Bully, Tiertransporter.)

7.2 Bau in Partnerarbeit; zunächst ohne weitere Hinweise. Bald tauchte das Problem auf: Die Karosserie „saß“ nicht in Höhe und Länge auf der Grundplatte! – Mit Baukastenteilen mußte der Zwischenraum jeweils aufgefüllt werden. Dieses Problem war „eingebaut“ und führte zu dem erwarteten Stutzen. Ratlos baten einige Schüler um Hilfe; sie erhielten den Hinweis auf die zum Ausgleich geeigneten kleinen Bausteine und die roten Winkelsteine.

7.3 Erprobung auf dem Hof oder im Flur: Wettrennen. Hierbei kam es eigentlich nicht auf die Geschwindigkeit an, sondern auf den festen Sitz der Karosserie und die Freude, die bei diesem Tun geweckt wurde, indem man sein Modell präsentieren konnte (Abb. 7).

7.4 Ausstellung der besten Anhänger, LKW und Sportwagen in der Aula.

8. Ersatz des Baukastens durch freies Material wie Styropor, Gips, Karton u. a.

8.1 Aufgabenstellung: Das bisher mit fischertechnik-Material erstellte Chassis soll durch ein eigenes ersetzt werden; denn die gebauten Fahrzeuge soll man mitnehmen und behalten dürfen.

8.2 Material: Styropor

Man kann Styroporplatten leicht mit einem elektrischen Schneidgerät bearbeiten, z. B. aus hobbywelt 1 und 1A (Abb. 8). Styropor wird mit einem Spezialklebstoff verklebt z. B. UHU-por.

Material: Gips

Gips wird in Wasser gegeben, nach dem Durchtränken angerührt und in Formen gegossen. Im Guß enthaltene Luftblasen werden durch leicht-

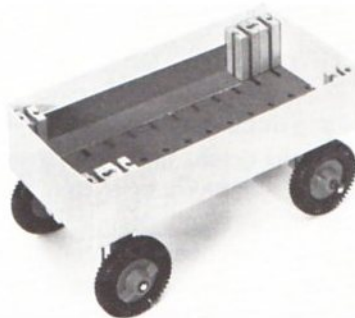


Abb. 5 „LKW-Anhänger“, die Aufbauten wurden mit Karton gestaltet.

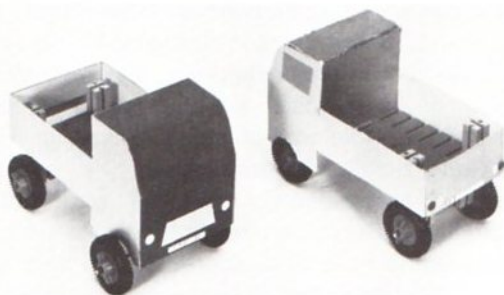


Abb. 6 Auf das Fahrgestell wurden hier die aus Karton geformten Aufbauten eines LKW gesetzt.



Abb. 7 Am Start vor dem Rennen auf dem Schulhof.



Abb. 8 Der Wagenboden aus Styropor wird gerichtet.

tes Stoßen der Form entfernt. Harten Gips kann man schleifen, schneiden, bohren, bekleben, bemalen.

8.3 Herstellung der Bodenplatte aus Styropor.

Die Schüler zeichneten, mit einer Grundplatte als Schablone, auf Styroporstreifen von 9 cm Breite (vom Lehrer mit Handsäge [„Fuchschwanz“] und Tafellineal vorbereitet) den Wagenboden vor. Der Schnitt erfolgte mit einem elektrischen Schneidegerät oder auch Handsäge (Abb. 8).

Die Gipsräder dienten als Schablonen beim Anzeichnen der Aussparungen für diese Räder.

Es erwies sich als besonders günstig, daß die Schüler die Beschaffenheit von Styropor schon kannten. Somit entstanden durch die Schneidetechnik selbst keine Probleme; nur war die Winkeltreue ziemlich unterschiedlich. Die meisten Schüler entschieden sich, wohl wegen der schnelleren Durchführbarkeit, für die Handsäge; das elektrische Schneidegerät leistete aber bei der Erstellung der Radausschnitte bessere Dienste.

8.4 Herstellung der Gipsräder.

Als Form dienen Joghurtbecher mit Hohlboden; bei anderen Gießformen sollte man die Ausschaltbarkeit beachten.

In einem Gipsbeutel (aus Gummi oder Plastik) ließen wir 75 g Wasser (= 1/2 Joghurtbecher) mit ca. 8 Teelöffeln Gips durchziehen, dann rührten wir knotenfrei an. Die Masse sollte „wie Honig“ fließen. Durch wiederholtes Stoßen auf die Tischplatte entfernten wir die Luftblasen aus dem eingegossenen Gipsbrei. Nach dem Erhärten wurden die Räder durch Druck von innen auf den Becherboden ausgeschalt; an der Luft, evtl. auf Heizkörpern wurden sie getrocknet (Abb. 9).

Es empfiehlt sich, vor dieser Arbeit möglichst viele Zeitungen auslegen zu lassen, um nicht unliebsame Nacharbeiten durch Reinigen von Fußboden und Tischen erledigen zu müssen.

Mehrere Gipsbehälter standen zur gleichzeitigen Versorgung von 4–6 Schülern (d. h. durch Partnerprinzip 8–12) auf dem Boden.

Gebrauchte Gipsbeutel brauchen nicht ausgespült zu werden; nach kurzer Zeit bröckelt der abgebundene Gips bei leichtem Durchkneten heraus.

Der Lehrer sollte die Aufgabe übernehmen, in jedes Rad ein Achsloch zu bohren; es erscheint

zumindest fraglich, ob man Schülern die Bohrmaschine in die Hand geben sollte.

Es genügt, wenn der Bohrer den gleichen Durchmesser wie die verwendete Achse hat; ein Spielraum ergibt sich beim Bohren des weichen Materials von selbst.

8.5 Zusammenbau: Die Räder wurden mit langen Teppich- oder Dekonadeln (Nägeln) am Styroporboden befestigt. Eine zwischengelegte Reihperle oder Unterlegscheibe verringerte die Reibung.

Bei Verwendung von Weich-Styropor nimmt man besser durchgehende Starrachsen aus Schaschlik-Spießen; die Radsicherung ist einfach durch eine außen aufgesteckte und verklebte Reihperle oder Pappscheibe zu erreichen. Auf den Mantel der Räder wurde Klebeband (z. B. Tesaband) wie ein Reifen aufgebracht. Es wirkt auch wie ein Autoreifen, wenn es etwa 1 cm breiter gewählt wird, als die Räder dick sind, so daß es auch von der Seite zu sehen ist. Das fertige Chassis wird mit geeignetem Klebstoff in die Karosserie eingeklebt.

Die Fülle der hier aufgezählten Tätigkeiten wirkte keinesfalls verwirrend auf die Schüler, da an der Tafel ein Flußdiagramm zur Arbeitsfolge im Gespräch entwickelt worden war. Das Flußdiagramm enthielt, senkrecht fortlaufend angeordnet, zunächst die Reihenfolge der Tätigkeiten, links und rechts daneben in Farbe nötiges Material bzw. Werkzeug.

8.6 Erprobung

Die Kriterien für ein gutes Arbeitsergebnis können nicht allgemein verbindlich aufgestellt werden. Als Mindestforderungen wurden bei uns verlangt:

- haltbare Verbindungen zwischen Karosserie, Boden und Achsen
- frei drehende Räder
- fertiges Produkt.

Die Anforderungen an die Schüler sind teilweise erheblich; das gilt insbesondere für die Verwendung von Schablonen und für das Herstellen der Räder aus Gips.

9. Weiterführung

Nach eigenen Entwürfen weitere Fahrzeuge unter Verwendung der nun bekannten Materialien bauen (Hausaufgabe).



Abb. 9 Sportwagen: Aufbauten aus Karton, Bodenplatte und Achslager aus Styropor, Räder aus Gips, Reifen aus Gummi, Stecknadeln als Achsen.

8. Produktinformation

8.1 Informationsschrift fischergeometric

Im Format DIN A 4 werden auf 12 Seiten die Bauelemente aus den Baukästen fischergeometric 1, 2, 3 und 4 vorgestellt. Ausführlich behandelt werden die Möglichkeiten, Modelle für die verschiedenen Anwendungsbereiche (Geometrie/Raumlehre, geometrisches und technisches Zeichnen) zu bauen. Anwendungsbeispiele mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad zeigen lehrplanbezogene Einsatzmöglichkeiten im Unterricht. Die Informationsschrift wird von den Fischer-Werken auf Anforderung kostenlos geliefert.

Mit dem **Coupon** (Seite 30) können Sie weitere Informationen, den Besuch des Schulfachberaters der Fischer-Werke, Probepackungen und eine Bestellkarte für Prüfstücke anfordern.

8.2 fischergeometric 4 und fischergeometric 5000 (neu)

Das Sortiment an Bausätzen für das geometrische und technische Zeichnen — fischergeometric 1, 2 und 3 — wird durch den Baukasten fischergeometric 4 mit zylindrischen, pyramiden- und kegelförmigen Bauteilen abgeschlossen. Im einzelnen enthält der Bausatz folgende Teile:

1. Zylinder

- 1.1 1/4 Zylinder
R 30 x 20,
Art. Nr. 3 37 802 1



- 1.2 Quader
40 x 40 x 20
mit 1/4 Bohrung R 10
Art. Nr. 3 37 801 1



Weitere zylindrische Bauteile befinden sich im Baukasten fischergeometric 3.

2. Pyramide

- 2.1 1/4 Pyramide
20 x 20 x 40
Neigung 1:2
Art. Nr. 3 37 793 1



- 2.2 1/4 Pyramide
20 x 20 x 20
Neigung 1:1
Art. Nr. 3 37 792 1



- 2.3 1/4 Pyramide
20 x 40 x 40
Neigung 1:1, 1:2
Art. Nr. 3 37 794 1
(rechts)



- 2.4 1/4 Pyramide
20 x 40 x 40
Neigung 1:1, 1:2
Art. Nr. 3 37 795 1 (links)



3. Kegel und Kegelstumpf

- 3.1 1/4 Kegel
R 20 x 40
Neigung 1:2
Art. Nr. 3 37 797 1



- 3.2 1/4 Kegel
R 20 x 20
Neigung 1:1
Art. Nr. 3 37 796 1



- 3.3 1/4 Kegelstumpf
R 40 – R 20
Neigung 1:1
Art. Nr. 3 37 798 1



- 3.4 1/4 Kegelstumpf
R 40 – R 20
Neigung 1:2
Art. Nr. 3 37 799 1



- 3.5 Quader
40 x 40 x 20
mit 1/4 Kegelausschnitt
R 10 / R 20
Art. Nr. 3 37 800 1



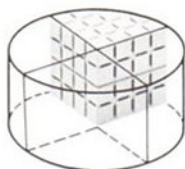
Zusammen mit den Bausätzen 1, 2 und 3 können diese Bauteile für Aufgaben aus folgenden Bereichen eingesetzt werden:

- Geometrie und Raumlehre
- geometrisches und technisches Zeichnen

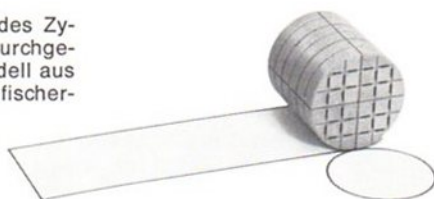
Die folgenden Abbildungen beschränken sich auf die Darstellung einiger Modelle und ihrem Aufbau mit Elementen aus dem Baukasten fischergeometric 4. Ein neuer Prospekt der Fischer-Werke (vgl. Produktinformation 8.1) enthält ausführliche Informationen.

Arbeitsbeispiele zum Bereich Geometrie und Raumlehre

1. Zylinder mit Achsen und Modellen des Viertel-, Halb- und Vollzylinders



5. Abwicklung des Zylinders, durchgeführt mit Modell aus Bausätzen fischergeometric 3



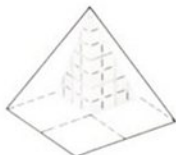
2. Kegel mit Modellen nach durchgeführten Axialschnitten



6. Abwicklung des Kegels, Mantel und Grundfläche, durchgeführt mit Modellen aus Bausätzen fischergeometric 4



3. Geschnittene Pyramide mit den entsprechenden Teilpyramiden



7. Abwicklung einer schräg geschnittenen Pyramide, durchgeführt mit Bauteilen aus den Bausätzen fischergeometric 2 und 4



4. Ableitung des Lehrsatzes vom Volumen der Pyramide am Beispiel des geschnittenen Würfels



An
Fischer-Werke
Artur Fischer
Abt. Schule/MS
7244 Tumlingen-Waldachtal 3

COUPON „fischergeometric“

Bitte senden Sie mir folgende Unterlagen:

- Informationsschrift fischergeometric 76/77
- Probepackung fischergeometric
- Prüfstücksbestellkarte
- Unverbindliche Beratung durch Ihren Schulfachberater erbeten
- Prospekt und Angebot über Unterrichtshilfen, einschließlich
Broschüre „Werkzeichnen – Technisches Zeichnen“
Broschüre 3 A 1 „Lernbaukästen für Elektrotechnik“
Broschüre 3 A 2 „Schwachstromanlagen zur Signalübertragung, Steuerung und Regelung“

Name _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Dienstbezeichnung _____

Schule/Dienststelle _____

Datum, Unterschrift _____

Mit dem **Coupon** können Sie weitere Informationen, den Besuch unseres Schulfachberaters, Probepackungen und eine Bestellkarte für Prüfstücke anfordern.

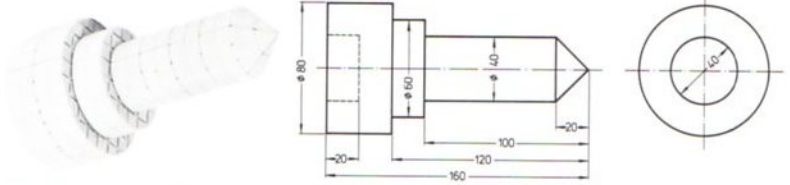
Zur Ausstattung:

Nach den bisher vorliegenden Unterrichtserfahrungen ist es vorteilhaft, wenn pro Schule ein kompletter Klassensatz – je ein Bausatz fischergeometric 1 bis 4 – zur Verfügung steht, damit jeder Schüler seine eigenen Modelle bauen kann. Dieser Klassensatz kann sowohl für den Unterricht im technischen Zeichnen als auch für Geometrie und Raumlehre eingesetzt werden. Diese Bausätze können auch nach und nach angeschafft werden, oder Zweiergruppen benutzen je einen Satz. Größere und stärker gegliederte Körper werden in Gruppenarbeit aus einer entsprechenden Anzahl von Bausätzen erstellt. Dafür ist auch der große Baukasten fischergeometric 5000 geeignet.

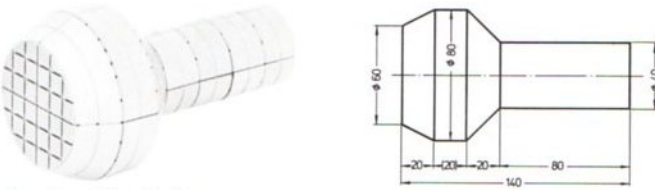
Für die Demonstrationszwecke, z. B. für den Bau von Vorlagen für größere, stärker gegliederte und zusammengesetzte Körper und Werkstücke sowie für die Gruppenarbeit von zwei bis drei Partnern steht mit fischergeometric 5000 ein zweckentsprechendes Arbeitsmittel zur Verfügung.

Der Baukasten enthält jetzt die rechteckigen Bauelemente von zwei Einzelkästen fischergeometric 1, die schrägflächigen Bauelemente von zwei fischergeometric 2, die Elemente mit Rundungen aus zwei fischergeometric 3 und die zylindrischen, pyramiden- und kegelförmigen Bauteile aus zwei fischergeometric 4, dazu je ein Exemplar der jeweiligen Lernprogrammhefte.

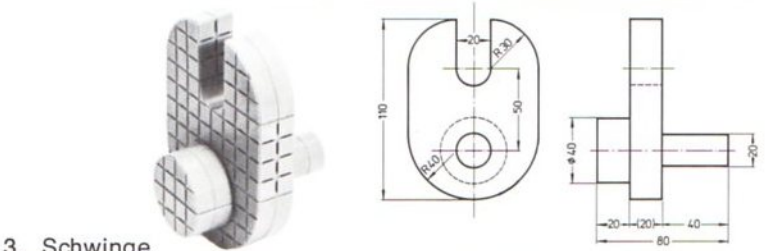
Beispiele zum technischen Zeichnen (mit fischergeometric 4) Zwei- und Dreitafelprojektion (Rechtwinklige Parallelprojektion)



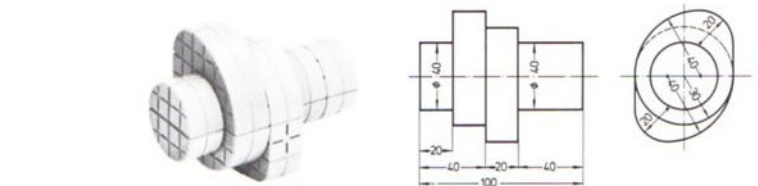
1. Zentrierbolzen



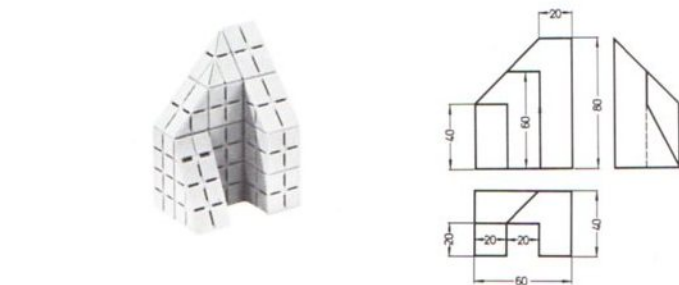
2. Anschlagbolzen



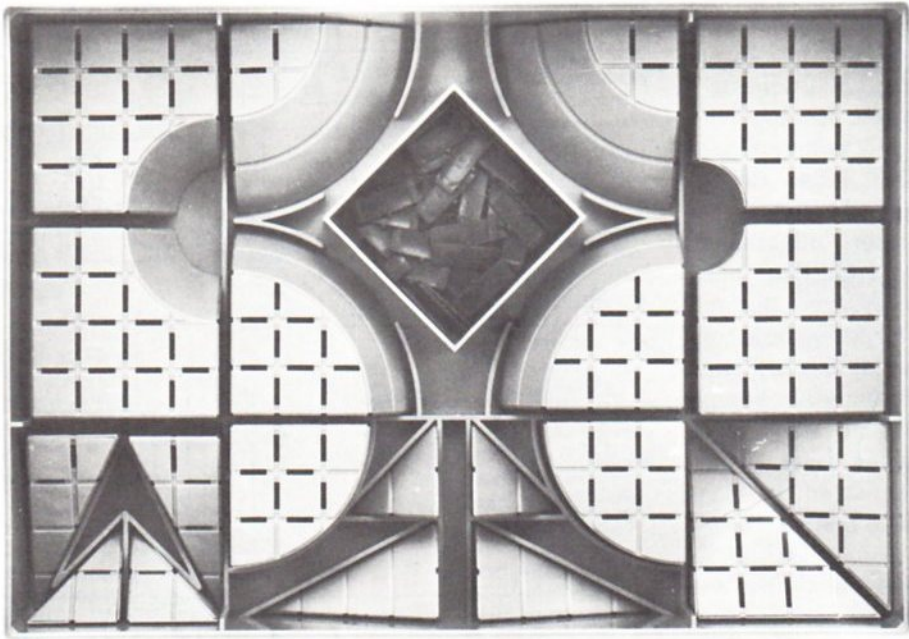
3. Schwinge



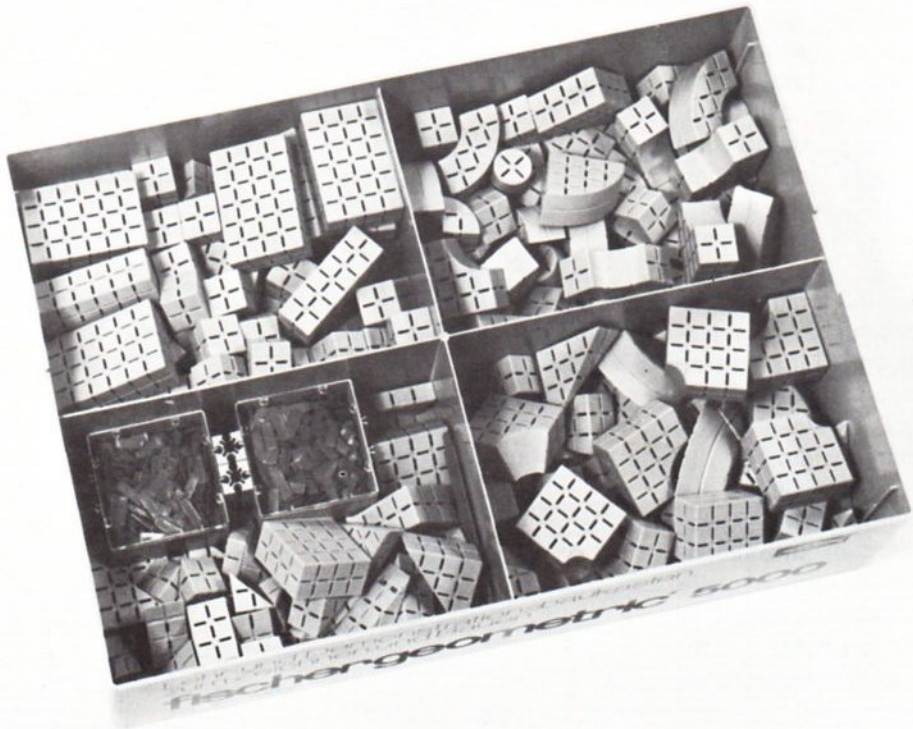
4. Nockenwelle



5. Führungskeil



fischergeometric 4, Art. Nr. 2306346



fischergeometric 5000 Lehr- und Demonstrationsbaukasten, Art. Nr. 2305536