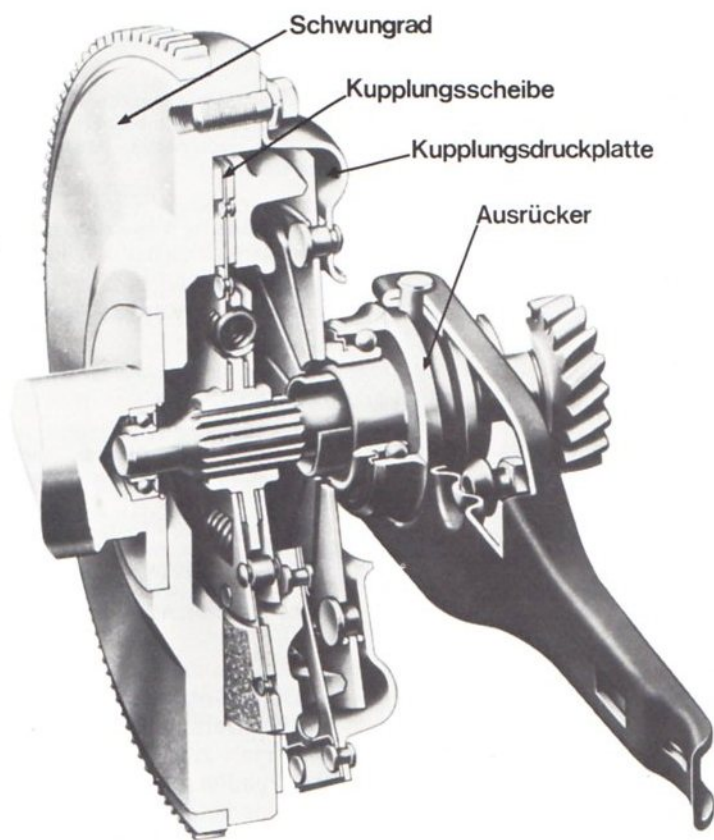


Forum

technische Bildung



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

2/77

Dieses Heft ist das letzte Heft des Informationsdienstes der Fischer-Werke, der 1973 begründet worden ist.

Vom nächsten Heft an erscheint das Forum unter der Schriftleitung der Herren Prof. W. Biester, Prof. Dr. W. Traebert und Fachschulrat H. Wiederrecht als selbständige pädagogische Zeitschrift im Schulverlag Vieweg/Düsseldorf.

Den wissenschaftlichen Beratern, die bisher für die Gestaltung des Forums verantwortlich gewesen sind, danken die Fischer-Werke für ihre langjährige und treue Mitarbeit.

Dr. h. c. Artur Fischer

Herausgeber:

FISCHER-WERKE Artur Fischer GmbH & Co KG
7244 Tumlingen-Waldachtal 3
Telefon (074 43) 121 Telex 7 64 224

Redaktion:

Fachschulrat Helmut Wiederrecht
Torgartenstraße 34, 6921 Lobbach-Lobfeld
Ludwig Lubert, Fischer-Werke, 7244 Tumlingen-Waldachtal 3

Zuschriften und Beiträge erbeten an Fischer-Werke Artur Fischer, 7244 Tumlingen-Waldachtal 3. 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. Die Informationsschrift kann direkt bei den Fischer-Werken für kostenlosen Bezug bestellt werden.

Mitarbeiter dieses Heftes

Armin Keßler, Fachschulrat, Weberstraße 14, 6940 Weinheim
Egon Martin, Fachschulrat, Am Schänzel 26, 6903 Neckargemünd-Dilsberg
Richard Reiter, Realoberlehrer, Bahnhofstraße 93/1, 7340 Geislingen/Stg.
Ekkehard Ripp, Studienrat, z. Z. Via T. da Cazzaniga 9/6, I-20121 Milano
Helmut Wiederrecht, Fachschulrat, Torgartenstraße 34, 6921 Lobbach-Lobfeld

Ständige Beratung:

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

Dr. Horst Egen
o. Professor für Technik und ihre Didaktik, Pädagogische Hochschule Westfalen-Lippe, Abt. Bielefeld.

Dr. Ulrich Freyhoff
o. 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 Hochschulen 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.

Druck: Druckhaus Romßach + Co. GmbH., Freiburg i. Br.

Titelbild: Kraftfahrzeug-Kupplung
Die Abbildung wurde uns freundlicherweise durch die Fichtel & Sachs AG, Schweinfurt, zur Verfügung gestellt.

Druckfehlerberichtigung aus Heft 1/77

Untersuchungen über das Zusammenwirken von Kräften an Tragflächen

In dem o. g. Beitrag von Herrn o. Prof. Dr. Horst Egen ist ein sinnentstellender Druckfehler enthalten. Wir bedauern dies.

Im Heft 1/77 muß es in dem Beitrag auf Seite 8 linke Spalte richtig lauten:

... Otto Lilienthal (1848–1896) hat als erster eine solche Darstellung verwendet. Den Schülern wird man zum Zeichnen der Diagramme Millimeterpapier zur Verfügung stellen.

Im allgemeinen wird für die c_w -Werte ein größerer Maßstab als für die c_d -Werte gewählt. Um Übertragungsfehler zu vermeiden, sollte im Technikunterricht in der Regel hiervon abgesehen werden. Dies ist auch bei den folgenden Polardiagrammen der Fall; sie sind auch so anschaulich genug (Abb. 5 und Abb. 6).

Die Redaktion

Forum

technische Bildung

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

Inhaltsverzeichnis

Heft 2/76

1. Helmut Wiederrecht
Unterrichtsbeispiel: Kupplungen
Sekundarstufe I Seite 4
2. Richard Reiter
Aufgaben aus der Abschlußprüfung im Fach Technik
Sekundarstufe I Seite 10
3. Egon Martin
Unterrichtsbeispiel:
Seil, feste Rolle, lose Rolle, Flaschenzug
Sekundarstufe I / Gehörlosenschule Seite 14
4. Ekkehard Ripp
Unterrichtsbeispiel:
Bauelemente der Elektronik
Sekundarstufe II Seite 20
5. Armin Keßler
Sachinformation:
Theorie der Halbleiter Seite 25
6. Produktinformation
Unterrichtshilfen
zu den Lernbaukästen u-t 3 und u-t 3/1 – Heft 3 A 2 Seite 30
7. Mitteilung der Fischer-Werke
Hinweise zur Direktvertrieb Seite 32

Kupplungen

0. Einleitung

Mit der „Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus vom 12. April 1976 Nr. III A 4-4/53955 wurden die Curricularen Lehrpläne für die Hauptschule, 7. Jahrgangsstufe für Arbeitslehre, Haushalts- und Wirtschaftskunde, Sozialkunde, Technisches Werken und Textilarbeit vorgelegt.

Für den Sachbereich *Maschinentechnik* mit den Themen *Kupplung und Bremsen* sind 16 Stunden (je Thema 8 Unterrichtsstunden) vorge-
sehen.

Im folgenden sollen nun einige Anregungen für die eigene Unterrichtsplanung und -durchführung zum Thema Kupplung beschrieben werden.

1. Zur Anfangssituation

Zwei Möglichkeiten bieten sich alternativ an:

1.1 Erfragen der Vorerfahrung

Schüler der 7. Jahrgangsstufe haben häufig ein ganz erhebliches Vorwissen. Dies kann etwa durch folgende Fragestellungen erkundet werden: Was wißt ihr von Kupplungen? Wo gibt es sie in der Umwelt? Wozu dienen sie? Was wißt ihr über den Aufbau und die Funktion?

Die Schüler nennen hier meist: Kupplungen werden als *Anhängerkupplung* verwendet. Anhänger werden mit Anhängerkupplungen an Lastkraftwagen, an Traktoren angehängt. Auf dem Bahnhof werden Anhänger zum Transport von Gepäck (Expreßgut) an Elektrowagen angehängt. Kupplungen verbinden die Wagen eines Zuges miteinander und mit der Lokomotive. Wohnwagen werden durch die Anhängerkupplung mit dem Pkw verbunden.

Die Schüler wissen auch, daß in *Kraftfahrzeugen* (Mopeds, Motorräder, Pkw, Lkw, Traktor) eine Kupplung eingebaut ist. Näheres dazu folgt weiter unten.

Selten nennen die Schüler die Steckverbindungen zwischen Verlängerungsschnur und Anschlußkabel oder zwischen Wasserhahn und Gartenschlauch, obwohl beides auch als Kupplung bezeichnet werden kann. Hier bietet sich nun die Möglichkeit, das allgemeine Gespräch auf die Kupplung im Kraftfahrzeug zu lenken. Dies geschieht durch den Hinweis: „Heute soll insbesondere die Kupplung im Kraftfahrzeug untersucht werden.“

1.2 Die Kupplung im Kraftfahrzeug

Der methodische Weg ist in Stichworten folgender:

1. An das Beobachtbare in der Umwelt wird erinnert.
2. Die Aufgaben der Kupplung und die Anforderungen an die Kupplung werden zusammengestellt.
3. Das zu lösende technische Problem wird formuliert.
4. Lösungen für dieses Problem werden gesucht.
5. Die gefundenen Lösungen werden diskutiert und auf ihre Funktionstüchtigkeit und Zweckmäßigkeit hin untersucht.
6. Allgemeine Prinzipien werden aus den verschiedenen Lösungen abgeleitet. Denkbare Verwendungsmöglichkeiten für die einzelnen Lösungen werden diskutiert. („Wo könnte man eine solche Lösung verwenden?“)
7. Lösungen aus der technischen Wirklichkeit werden anhand von Zeichnungen, Skizzen oder originalen Gebilden untersucht und mit den selbst gefundenen Lösungen verglichen.
8. Von dem speziellen Problem der Kupplung im Kraftfahrzeug wird das Thema verallgemeinert. („Wo gibt es noch Kupplungen? Wozu dienen sie? Wie funktionieren sie?“)

1.3 Anfangssituation

Mit dem im folgenden beschriebenen Weg soll die allgemeine Erörterung verschiedener Kupplungsarten nicht ausgeschlossen werden. Dies wird lediglich auf einen späteren Zeitpunkt verschoben.

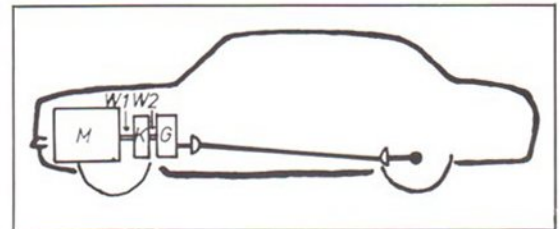


Abb. 1 Skizze zur Anfangssituation

Den Schülern wird durch eine Tafelzeichnung die in Abb. 1 wiedergegebene Zeichnung vorgestellt. Hier sind wesentliche Teile der Kraftübertragung beim Pkw dargestellt.

Die Schüler betrachten die Skizze. Sie werden aufgefordert, sich zum hier Dargestellten zu äußern. Meist finden sie sofort die Namen der einzelnen Teile. Die Namen werden in die Skizze eingetragen. Die Schüler werden dar-

über informiert, daß in der nächsten Zeit das Teil, „Kupplung“ genannt, näher untersucht werden soll.

Zunächst sollen sich die Schüler darüber äußern, was sie über die Kupplung wissen. Fragestellung: In welchen Situationen wird beim Kraftfahrzeug die Kupplung benötigt? (Bei welchen Gelegenheiten wird die Kupplung gebraucht?) Durch diese Fragestellung soll die Aufmerksamkeit der Schüler auf das Beobachtbare gelenkt werden. Von daher soll die Motivation für die Untersuchung der Funktion gewonnen werden.

Aus ihrer Umwelterfahrung heraus beschreiben die Schüler meist folgende Situationen:

1. Beim Anfahren muß man die Kupplung „allmählich kommen lassen“

Der Motor stirbt sonst ab, er wird abgewürgt.

2. Vor dem Wechseln der Gänge (vor dem Umschalten) muß man die Kupplung „treten“ („ziehen“).

(Damit die verschiedenen Gänge verschleißarm – geräuschlos – geschaltet werden können, ist eine zeitweilige Unterbrechung des Kraftflusses vom Motor zum Getriebe erforderlich. Diese Unterbrechung und das Wiederherstellen der Verbindung ist mit Hilfe der Kupplung möglich.)

3. Wenn der Gang eingelegt ist, muß man die Kupplung treten, bevor man den Anlasser betätigt, sonst ruckt das Fahrzeug, es gibt sonst einen Ruck nach vorn.

4. Wenn man anhalten will – z. B. vor einer Ampel – dann muß man die Kupplung betätigen, sonst wird der Motor abgewürgt. (Begründung: Zum Anhalten bei laufendem Motor muß der Kraftfluß zwischen Motor und Getriebe unterbrochen werden.)

„Wir haben jetzt zusammengestellt, in welchen Situationen die Kupplung benötigt wird. Es gilt jetzt herauszufinden, welche Aufgaben die Kupplung zu erfüllen hat und welche Anforderungen an die Kupplung zu stellen sind:

1. Die Kupplung muß die Kraft¹ des Motors sicher vom Motor (Welle 1) zum Getriebe (Welle 2) übertragen.

2. Durch sie muß sich die Verbindung zwischen Motor und Getriebe herstellen und lösen lassen.

3. Sie muß zuverlässig und leicht zu bedienen sein. (Das Anfassen der laufenden Welle ist als gefährlich zu betrachten!)

4. Die Führung der Wellen 1 und 2 muß stabil sein.

2. Arbeitsauftrag

„Nach dieser Besprechung sollt ihr versuchen, ein Modell einer Kupplung zu bauen. Dabei ist wichtig, daß die Drehung von der Welle 1 (Motor) auf die Welle 2 (zum Getriebe) übertragen wird.

Lagert zunächst zwei Wellen so, daß sie in eine Richtung zeigen („fluchten“) und daß zwischen beiden ein Abstand von etwa 2 cm bleibt (Abb. 2). Auf die Welle 1 setzt statt des Motors eine Handkurbel.

Später soll überprüft werden, bei welchen Modellen die Drehbewegung übertragen werden kann, welche Modelle den Anforderungen eines Kraftfahrzeugs entsprechen und welche Kräfte sich übertragen lassen.“

Hinweis auf das Arbeitsmaterial: Außer den Baukästen u-t 1 ist vorhanden: Doppelseitiges Klebeband, Schmirgelpapier, Pappe, Gummi (Fahrradschlauch), Kunstleder, dünnes Sperrholz, Kupferblech, Federn, Kunststoffschlauch (ϕ 4 mm, passend zu den Wellen).

Zusätzliche Hilfen können erforderlich werden beim Einbauen des Bedienungshebels. Anregungen sind bei den Lösungsbeispielen zu finden. Diese Hilfen können auch erst später bei der Diskussion über die einzelnen Lösungsversuche gegeben werden (vgl. Auswertung).

In dieser Situation sollten im Unterricht unterschiedliche Lösungen entstehen (formschlüssige, kraftschlüssige, schaltbare und nicht schaltbare). Es ist nicht erforderlich, daß hier nur Modelle von Kupplungen entstehen, die den Anforderungen im Kraftfahrzeug entsprechen. Für das auswertende Gespräch ist es vorteilhaft, wenn möglichst unterschiedliche Typen vorhanden sind.

3. Lösungsbeispiele

Die folgenden Beispiele dienen der Information des Lehrers über die Möglichkeiten, die der Baukasten bietet. Falls die Schüler nur zögernd oder lauter gleiche Lösungen bauen, sollte er sie selbst auf weitere Lösungen hinweisen (Abb. 3–8).

4. Auswerten – Überprüfen

Wenn der Lehrer den Eindruck gewinnt, daß die Schüler nicht mehr weiterkommen bzw. fertig sind, sollte er sie mit ihren Modellen von ihren Arbeitsplätzen wegholen und sie zum Gespräch über die Modelle an einem Tisch versammeln.



Abb. 2 Lagerung der Wellen 1 und 2



Abb. 3a–d Der Baukasten bietet viele Möglichkeiten, eine Kupplung zu bauen. Neben den Bauelementen „Kardangeln“ und „Kupplungsbuchse“ kann auch ein Stückchen Schlauch die Verbindung zwischen den Wellen herstellen.

Abb. 3a: Drehscheibe als „Schwungrad“, Zahnrad als Kupplungsscheibe; die Zapfen greifen in die Drehscheibe, formschlüssig.

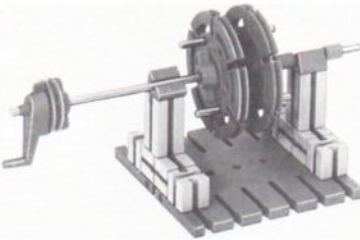


Abb. 3b: Zwei Drehscheiben dienen der Kraftübertragung, mit „Achsen“ formschlüssig, ohne „Achsen“ kraftschlüssig.

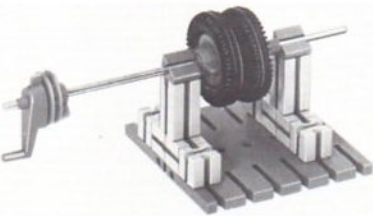


Abb. 3c: Durch die seitlichen Profile der Reifen formschlüssig.

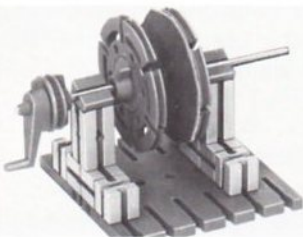


Abb. 3d Auf der Drehscheibe ist mit doppelseitigem Klebeband Kunstleder aufgeklebt. So können auf beide Seiten unterschiedliche „Beläge“ aufgeklebt werden, dadurch wird unterschiedlicher Kraftschluß erzielt.

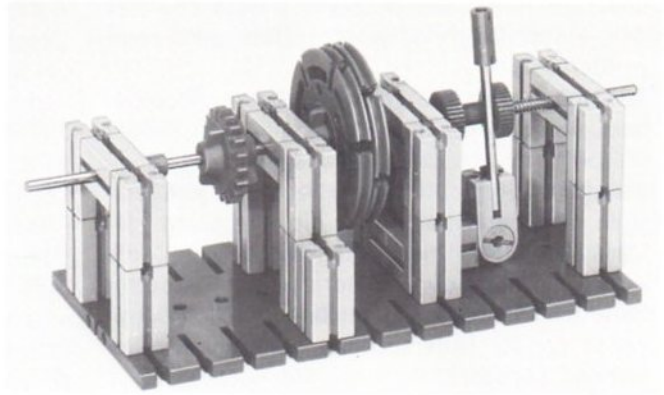


Abb. 4 Modell einer Einscheibenkupplung mit Druckfeder und Bedienungshebel, an das Zahnrad kann der Motor angeschlossen werden

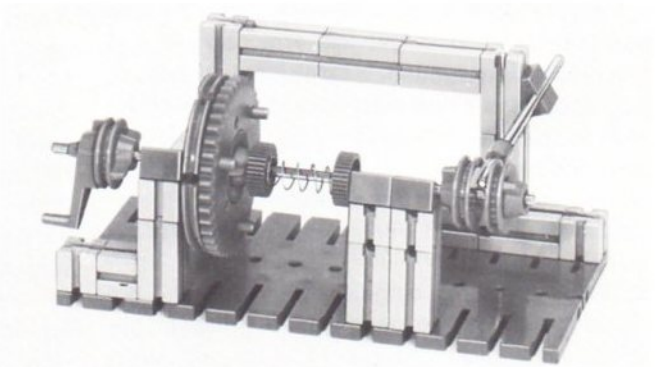


Abb. 5 Modell einer Einscheibenkupplung mit besonders stabiler Lagerung der Wellen

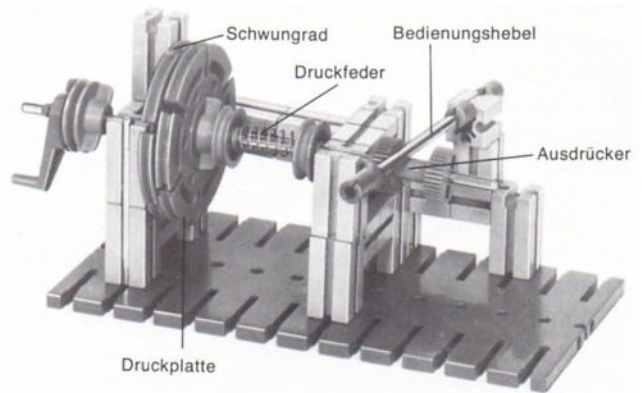


Abb. 6 Modell einer Einscheibenkupplung. Der Bedienungshebel ist in einem Baustein mit rundem (rotem) Zapfen gelagert

4.1 Beschreiben der Lösungen

Die Auswertung wird zunächst folgende Aufträge umfassen:

- „Beschreibt den Aufbau und die einzelnen Teile.“ Dabei sollte vor allem auf die richtige Zuordnung zum Arbeitsauftrag geachtet werden: Motor, Welle 1, Kupplung (Schwungrad und Kupplungsscheibe), Welle 2.
- Führt die Funktion vor: ausgekuppelt, eingekuppelt!
- Wie ist die Funktionstüchtigkeit, die Zuverlässigkeit der Konstruktion?
- Wie wird die Kupplung betätigt? Ist eine Bedienungsmöglichkeit eingebaut? Hier können Anregungen für die Konstruktion oder Verbesserung der Bedienungsmöglichkeit gegeben werden (Abb. 4–7).
- Welche Kupplungen würden sich für den „Einbau in ein Kfz“ eignen? Begründung!

4.2 Überprüfen, Feststellen, Messen der übertragbaren Kraft¹

Ein wesentlicher Gesichtspunkt zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit ist die Frage, welche Kraft¹ übertragen werden kann. Deshalb sollte wenigstens grob die Kraft gemessen werden, die die Kupplung übertragen kann. Die Abbildung 9 zeigt eine Versuchsanordnung, die es ermöglicht, die übertragbare Kraft zu messen. Aus den dabei beobachtbaren Unterschieden lassen sich weitere Überlegungen ableiten.

- Wovon hängt die übertragbare Kraft ab?

Abb. 9 Der Antrieb des Modells erfolgt durch einen Elektromotor. Statt des Bedienungshebels ist eine Bremsvorrichtung eingebaut. Wenn diese Bremsvorrichtung unter Wahrung der Abstände in die verschiedenen Modelle eingebaut wird, ist es nicht erforderlich, das Drehmoment zu berechnen. Es können dann zur Beurteilung des übertragbaren Drehmoments direkt die Kräfte verglichen werden, die an den verschiedenen Modellen gemessen werden. Dazu wird die Bremse über den Kraftmesser allmählich so fest angezogen, bis sich eine Welle oder eine Scheibe nicht mehr dreht. Des besseren Kraftschlusses wegen ist in diesem Modell das „Schwungrad“ mit Schmirgelpapier, die „Kupplungsscheibe“ mit Kunstleder belegt

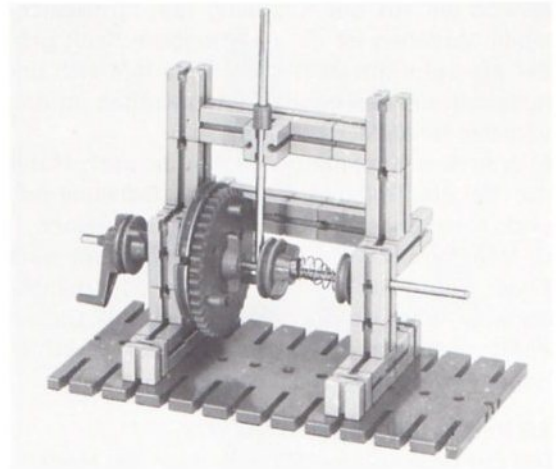


Abb. 7 Wie auch in den Abb. 5, 6 und 8 ist die Druckfeder deutlich zu sehen

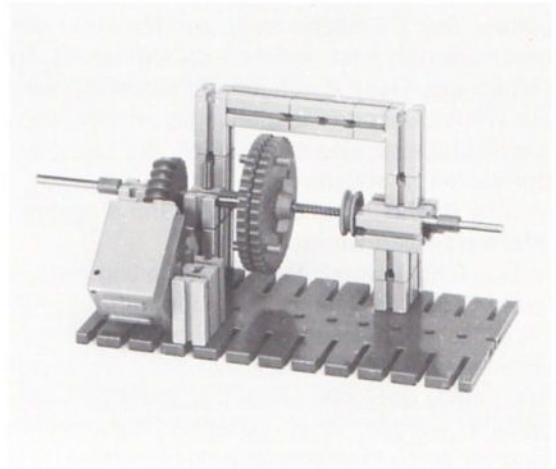


Abb. 8 Der Antrieb erfolgt hier durch einen Elektromotor, Bedienungselemente sind nicht eingebaut

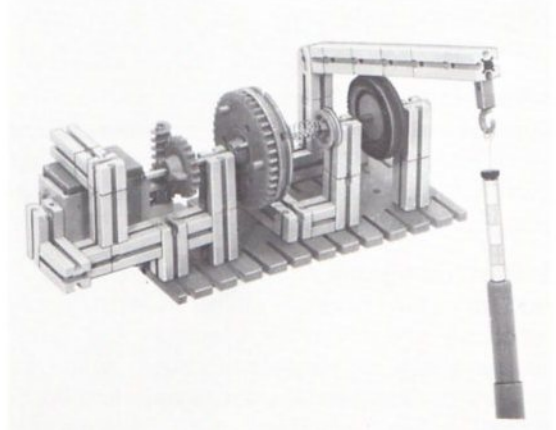


Abb. 9

a) Von der Art der Kupplung (bei formschlüssigen Modellen ist die übertragbare Kraft größer als bei kraftschlüssigen. Dies läßt sich unmittelbar aus den beobachteten Kräften an den verschiedenen Modellen ablesen).

b) Von den Kupplungsbelägen: Je nach Material ist die Reibung zwischen „Schwungrad“ und „Kupplungsscheibe“ größer oder kleiner.

c) Von dem Anpreßdruck: Ist überhaupt eine Feder eingebaut? Preßt sie die „Kupplungsscheibe“ stark gegen das Schwungrad? Dieses Phänomen kann durch das Einsetzen verschiedener Federn untersucht werden.

4.3 Verbessern der Modelle

Bei der gemeinsamen Überprüfung der Modelle unter 4.1 und 4.2 stellt man häufig folgende Mängel fest:

– Die Lagerung der Wellen ist nicht stabil genug. Beim Bremsversuch zur Messung der übertragbaren Kraft weichen die Wellen häufig seitlich aus. Beim Betätigen der Kupplung wird die Welle durch das Bedienungsgestänge weggedrückt. Es ist also erforderlich, die Lagerung der Wellen zu stabilisieren.

– Eine Bedienungsmöglichkeit kann eingebaut oder verbessert werden.

– Der Einbau verschiedener Kupplungsbeläge kann gezielt in Auftrag gegeben werden: Mit Hilfe des doppelseitigen Klebebandes können verschiedene Materialien auf das „Schwungrad“ und auf die „Kupplungsscheibe“ aufgeklebt werden, eine günstige Kombination kann so durch Probieren gefunden werden.

– Die Wirkung der Federn kann untersucht werden. Hier haben Schüler schon vorgeschlagen, zur Verbesserung der Wirkung eine zweite Feder auf die andere Seite einzubauen. Die Folge davon wäre dann, daß das Auskuppeln unmöglich wird.

4.4 Anfertigen von Skizzen

Zur Auswertung gehört auch, daß eine Skizze (etwa wie Abb. 10) angefertigt wird. In einer kurzen Beschreibung lassen sich die wichtigsten Fachausdrücke festhalten.

5. Übertragung und Analyse einer Kupplung

Nachdem die Schüler einige Konstruktionsprobleme und mögliche Lösungen bei ihren Bauversuchen kennengelernt haben, sollen im folgenden Lösungen aus der technischen Wirklichkeit analysiert und mit den Lösungen auf der Modellebene verglichen werden.

Arbeitsaufträge dazu können lauten:

1. Versucht, die Teile der Kupplung den Teilen im Modell zuzuordnen! Welche Teile sind sowohl im Modell als auch in der Kupplung zu finden?

2. Beschreibt die Kraftübertragung!

3. Sucht Unterschiede zwischen dem Modell und der Kupplung! Versucht, diese Unterschiede aus der Funktion zu erklären!

Ein ganz wesentlicher Unterschied zwischen Modell und der Wirklichkeit ist darin zu sehen, daß in der Praxis weder die Motor- noch die Getriebewelle axial (in Längsrichtung der Welle) verschoben werden (vgl. dazu 6. Aufbau der Einscheibenkupplung).

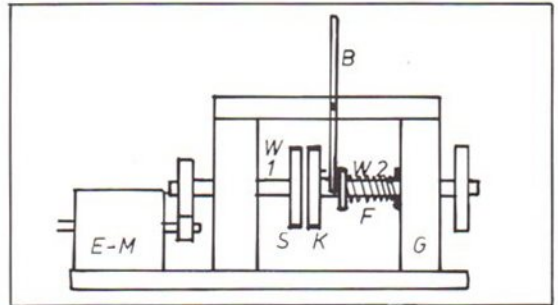


Abb. 10 Skizze zur Kupplung (Quelle: Lehrplan, vgl. Literatur 1)

6. Aufbau der Einscheibenkupplung²

Die Kraftfahrzeugkupplung, fast immer als trockene Reibungskupplung ausgeführt, ist im Kraftfluß stets zwischen Motor und Schaltgetriebe angeordnet. Die Kupplung in ihrer Funktion als Bindeglied zwischen Motor und Getriebe gibt das vom Motor kommende Drehmoment an das Getriebe weiter. Ferner muß sie die Möglichkeit geben, den Kraftfluß während der Fahrt zu unterbrechen, um die Gänge wechseln zu können.

Eine vollständige Kupplung besteht grundsätzlich aus Kupplungsdruckplatte, der Kupplungsscheibe, dem Ausrücker und dem Schwungrad. Den Aufbau der Kupplung zeigen das Titelbild dieses Heftes, Abb. 11 und 12.

Kupplung eingekuppelt (Abb. 11): Die Druckplatte (1), die mit dem Schwungrad (2) fest verschraubt ist, preßt die Kupplungsscheibe (3) gegen das Schwungrad. Das Drehmoment („die Kraft des Motors“) wird – wie die Pfeile andeuten – über die Kupplungsscheibe, die auf der Keilverzahnung sitzt, an das Getriebe weitergeleitet.

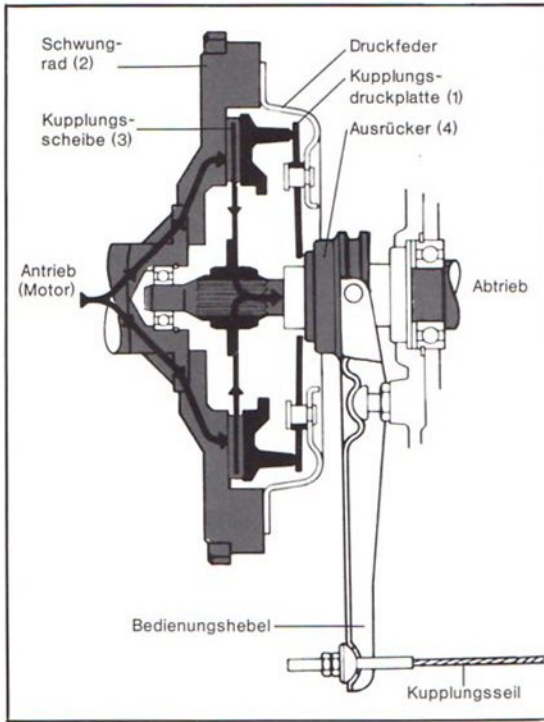


Abb. 11 Die Pfeile deuten den Kraftfluß an.

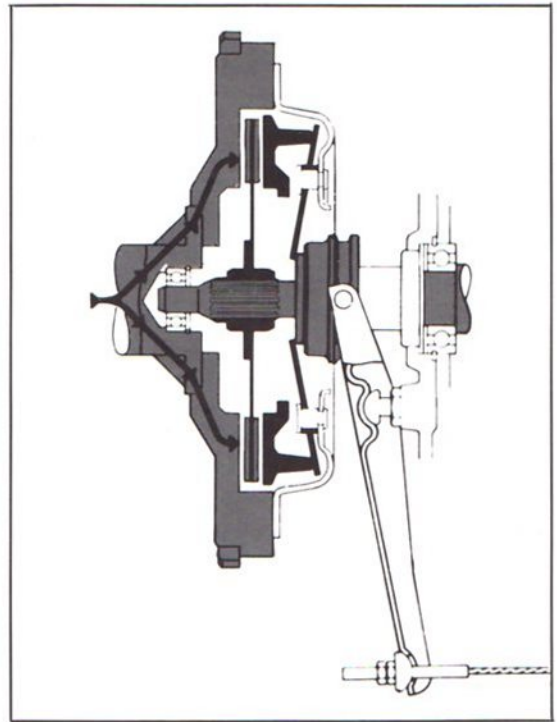


Abb. 12

Kupplung ausgekuppelt: Die Unterbrechung des Kraftflusses erfolgt über den Ausrücker (4). Das Kupplungsgestänge drückt gegen die Ausrückhebel bzw. die Membranfederungen und bewegt sie um den vorgeschriebenen Ausrückweg. Die Anpreßplatte wird soweit zurückgenommen bis sie vollständig von der Kupplungsscheibe abhebt. Die Kupplungsscheibe wird frei; die Getriebegänge können geschaltet werden (Abb. 12).

7. Systematisieren

Wie oben (vgl. 1.1 Anfangssituation) angedeutet, sind Kupplungen in der Umwelt häufig zu finden.

7.1 Leitungskupplungen

Durch sie werden z. B. Schläuche (z. B. Gartenschlauch) untereinander oder mit dem Wasserhahn verbunden. Elektrische Leitungen werden ebenfalls durch Kupplungen miteinander verbunden. So stellt z. B. die Lüsterklemme die Verbindung zwischen der Hausleitung und der Zuleitung zu den Glühlampen her. Verlängerungsschnur und Gerätezuleitung werden durch eine Kupplung verbunden.

7.2 Fahrzeugkupplungen

Anhänger und Zugwagen werden durch die sogenannte Anhängerkupplung miteinander verbunden. Lkw-Anhänger, Traktor-Anhänger, Lokomotive-Wagen, Wagen auch untereinander; Elektrowagen-Anhänger bei Bundesbahn und Bundesbahn auf Bahnhöfen, Pkw und Anhänger (Wohnwagen).

Hier dient die Kupplung der Übertragung der Zugkraft des ziehenden Fahrzeugs auf die Anhänger.

7.3 Kupplungen zur Übertragung von Drehmomenten: Zusammenstellungen über diese Arten sind in der Literatur (vgl. 1 und 2) zu finden.

Anmerkung

¹ Richtiger wäre: „Die Kupplung muß das **Drehmoment** übertragen.“ Häufig verfügen Schüler der 7. Jahrgangsstufe vom Physikunterricht her noch nicht über diesen Begriff. Er ist deshalb durch das unpräzise Wort „Kraft“ ersetzt worden. Bei dem Bremsversuch (vgl. 4.2 Messen der übertragbaren Kraft) ist deshalb darauf zu achten, daß bei gleichbleibendem Antrieb die Bremsvorrichtung mit jeweils genau gleichen Abständen auf das Rad auf der Welle 2 gedrückt wird. Nur unter dieser Bedingung können statt der Drehmomente die Kräfte, die bei den verschiedenen Modellen gemessen werden, verglichen werden.

Literaturhinweise

1. Staatsinstitut für Schulpädagogik München: Handreichungen zu den Curricularen Lehrplänen für die 7. Jahrgangsstufe der Hauptschule, München 1976, Herstellung und Vertrieb: Verlag Auer Donauwörth. Auf den Seiten 105–129 ist auch der in der Einleitung genannte Curriculare Lehrplan enthalten.
2. Stührmann/Wessels: Lehrerhandbuch für den Technischen Werkunterricht, Bd. I Maschinentechnik in Unterrichtsbeispielen, Weinheim 1970 (Verlag Beltz).
3. Europa Lehrmittel: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, Wuppertal 1976. Hier ist eine ausführliche Sachinformation über Kupplungen im Kraftfahrzeug zu finden.

2. Quellenangabe

Die Fichtel und Sachs AG, 8720 Schweinfurt 2 hat uns freundlicherweise die Genehmigung gegeben, das Titelbild, die Abbildungen 11 und 12 aus ihrer Druckschrift „Einbauhinweise für den Konstrukteur, Kupplungen“ zu entnehmen. ■

Aufgaben aus der Abschlußprüfung im Fach Technik

Schulversuch an den Realschulen in Baden-Württemberg

Im Rahmen des Schulversuchs „Profilierung des Unterrichts in den Klassen 9 und 10 der Realschule“ in Baden-Württemberg wurden für den fachpraktischen Teil der zentralen Abschlußprüfung 1976 im 4. Kernfach „Technik“ erstmals Aufgaben mit ft-Lernbaukästen gestellt. Bei den nachfolgenden Beispielen handelt es sich um solche Aufgaben. Vorschlagsberechtigt waren alle am Schulversuch beteiligten Schulen im Bereich des OSA N-Wttg., die in Frage kommenden Prüfungsaufgaben wurden von einer Fachkommission aus den eingegangenen Vorschlägen zusammengestellt.

Die Grundlage für die Aufgabeninhalte bilden

1. der vorläufige Lehrplan für den Schulversuch in den Klassen 9 und 10 der Realschule, 1975, Fach: Technik (verbindlich für die Versuchsschulen seit Schuljahrsbeginn 1975/76).

2. Die Stoffpläne für das Kernfach Werken in den Klassen 9 und 10 der Realschule 1973 und ihre Ergänzungen (Übergangspläne).

3. Der Bildungsplan für die Mittelschulen in Baden-Württemberg 1963.

Für die Prüflinge (Abschlußprüfung 1976) ergab sich daraus seit 1970 folgende Situation: Unterricht in den Klassen 5 bis 8 nach Lehrplan 1963 (zwei Wochenstunden Werken), in Klasse 9 nach Lehrplan 1973 (Schulversuch, vier Wochenstunden Technik), und in Klasse 10 nach Lehrplan 1975 (Schulversuch, vier Wochenstunden Technik).

Deshalb mußten die Prüfungsaufgaben nach dem Vorwissen der Schüler bzw. nach den Lernzielen der verschiedenen Pläne gestellt werden. Dies wirkte sich auf die Thematik und den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben aus.

Die nachfolgenden Aufgabenvorschläge beziehen sich auf den Technikunterricht einer Realschule, in dem in Klasse 9 und 10 u. a. folgende Themen behandelt wurden: Lenkgetriebe bei Fahrzeugen – Antrieb und Kraftübertragung bei Arbeitsmaschinen, insbesondere bei Werkzeugmaschinen und bei Mofa und Moped – automatisches Steuern und Regeln von Prozessen in Maschinen und Anlagen. Im Unterrichtsverlauf

wurden beispielsweise zur Problemuntersuchung bei Konstruktionsexperimenten und zur Lernzielkontrolle Funktionsmodelle mit verschiedenen Werkstoffen und Verfahren und mit ft-Lernbaukästen erstellt. Dabei wurden Einzelprobleme in geringem Umfang auch rechnerisch untersucht (z. B. Grashof'scher Lehrsatz, Übersetzungsverhältnisse). Die Schüler hatten zum Zeitpunkt der Abschlußprüfung eine etwa dreijährige Schulerfahrung mit den Lernbaukästen u-t 1 bis u-t 3.

1. Aufgabe

Thema: Wechselgetriebe

Werkstoff – Hilfsmittel:

Technikbaukasten (z. B. fischertechnik u-t 1 und u-t 2) oder Technikbausatz (Halbzeug, Rad-elemente), E-Motor, Stromquelle (Trafo, Batterie)

Aufgabe:

Es ist das Funktionsmodell eines Wechselgetriebes mit einem schnellen Vorwärtsgang (Übersetzung ins Schnelle), einem langsamen Vorwärtsgang (Übersetzung ins Langsame) und einem langsamen Rückwärtsgang (Übersetzung ins Langsame) zu bauen

Ausführung:

Antriebsteil ist der E-Motor (evtl. mit einem zusätzlichen Vorschaltgetriebe). Der Schaltvorgang soll mit Hilfe eines Schalthebels durch Axialverschiebung der Antriebswellen erfolgen. Alle Schaltstellungen müssen feststellbar sein. Auf entsprechende Leerlaufstellungen ist zu achten. Das Gestell ist stabil auszuführen und auf eine Grundplatte zu montieren, die beweglichen Teile sind funktionsgerecht axial zu sichern. Der Energiefluß ist für alle Schaltstellungen in einer Symbolskizze darzustellen, außerdem sind die Übersetzungsverhältnisse nachzuweisen.

Lösungen:

Die Abbildungen zeigen Schülerarbeiten. Die Welle 1 ist die Antriebswelle, Welle 2 ist die Abtriebswelle. Zur besseren Unterscheidung sind in den Skizzen die sich im Eingriff befindenden Zahnräder nur gegenübergestellt. Die Schüler verwandten verschiedene Farben zur Darstellung der Zahnräder (Abb. 1a–1d) und Abb. 2 und 3.

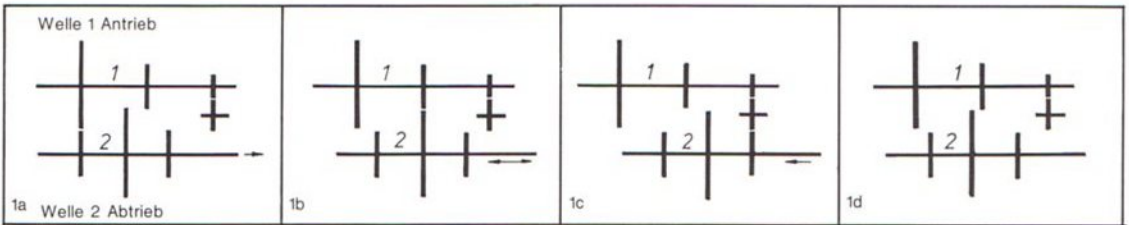


Abb. 1a–1d Zeichnerische Darstellung des Energieflusses in den verschiedenen Schaltstellungen

Abb. 1a Vorwärtsgang, Übersetzung ins Schnelle, treibendes Zahnrad 40 Z, getriebenes Zahnrad 10 Z

Abb. 1b Vorwärtsgang, Übersetzung ins Langsame, treibendes Zahnrad 10 Z, getriebenes Zahnrad 40 Z

Abb. 1c Rückwärtsgang, das mitlaufende Zwischenrad kehrt die Drehrichtung um, Übersetzung ins Langsame, treibendes Zahnrad 10 Z, getriebenes Zahnrad 20 Z, die Anzahl der Zähne des Zwischenrades hat keinen Einfluß auf das Übersetzungsverhältnis

Abb. 1d Leerlaufstellung zwischen den beiden Vorwärtsgängen

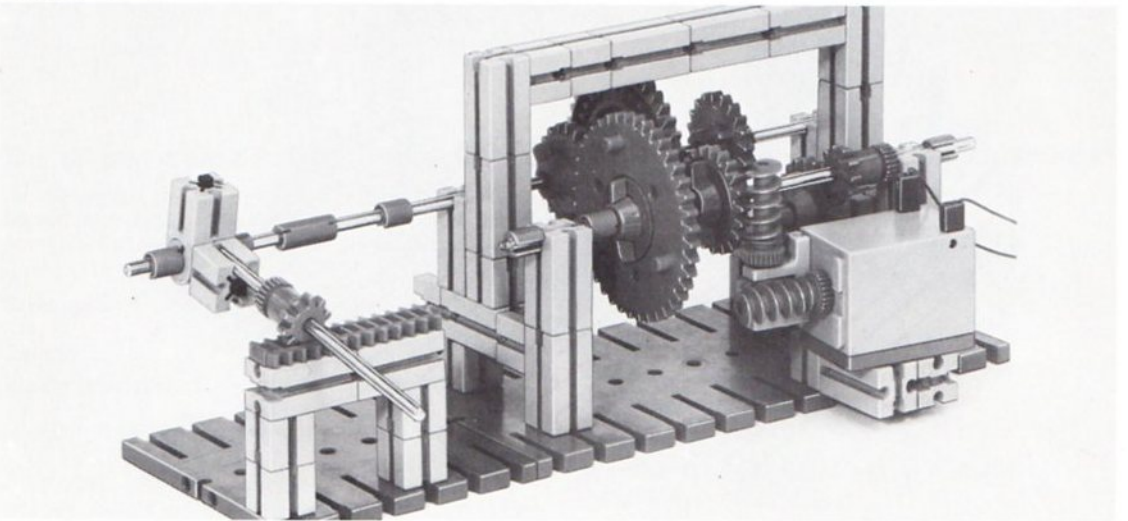


Abb. 2 Foto der in den Abbildungen 1a bis 1d skizzierten Übersetzungsverhältnisse

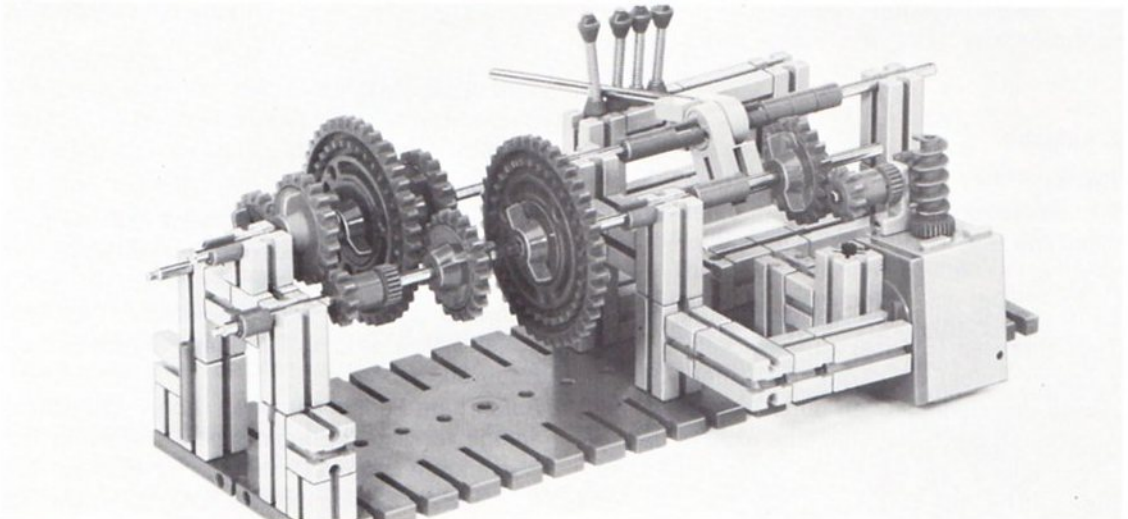


Abb. 3 Wechselgetriebe mit zwei Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang

Bewertungsschlüssel: Funktionsmodell Wechselgetriebe

Vorwärtsgang, schnell	1
Vorwärtsgang, langsam	1
Rückwärtsgang, langsam	2
3 Schaltstellungen, feststellbar	4,5
2 Leerlaufstellungen	2
Stabilität des Gestells	2
axiale Fixierung, Drehteile	2
Aufwandsökonomie	3
	<hr/>
	17,5 Punkte
3 Schaltstellungen mit Energiefluß	4,5
Berechnung der Übersetzungsverhältnisse (Formel und Lösungen)	2
	<hr/>
	6,5 Punkte
	<hr/>
	24,0 Punkte
	<hr/>

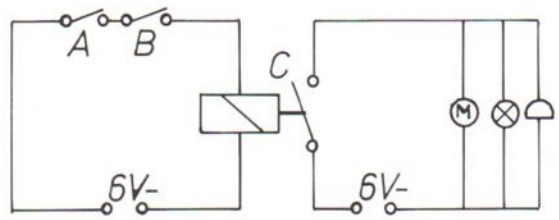


Abb. 4 Schaltskizze zur 2. Aufgabe, das Symbol rechts zeigt einen Summer

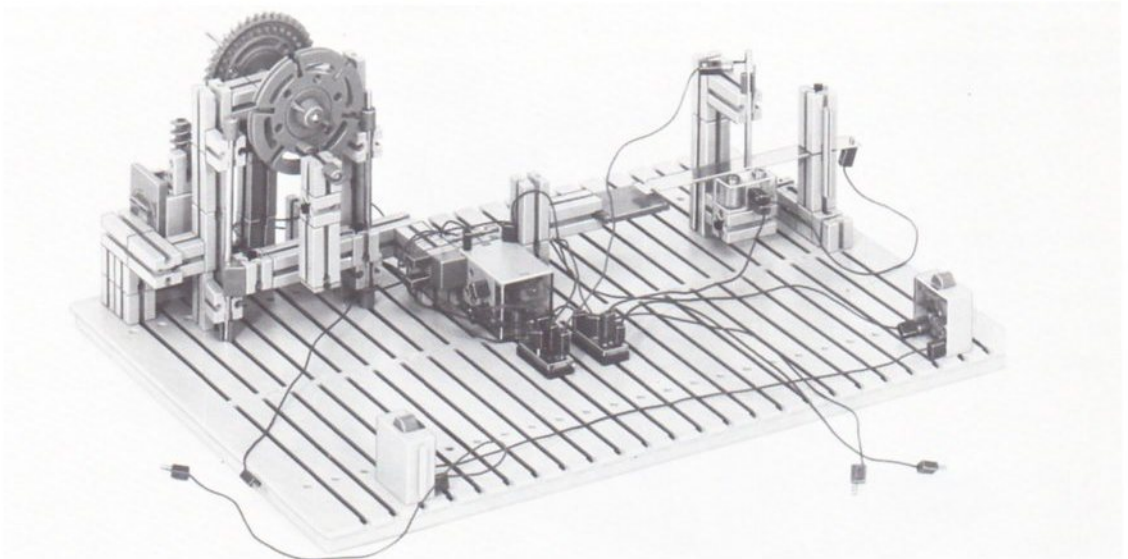


Abb. 5 Schülerarbeit zur 2. Aufgabe

2. Aufgabe

Thema:

Schutzschaltung zur Steuerung einer Arbeitsmaschine

Aufgabe:

Es ist das Modell einer Schutzschaltung für eine Tiefziehpresse (Stanze) zu entwickeln und aufzubauen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Hände des Bedienenden durch eine besondere Anordnung der Schaltelemente nicht in den Gefahrenbereich der Maschine gelangen können. Dies gilt für das Einschalten der Maschine und den gesamten maschinellen Arbeitsvorgang.

Ausführung:

Die Schaltanlage muß mit einem Arbeitsstromkreis und einem Steuerstromkreis aufgebaut sein. Der Arbeitsstromkreis enthält Kontrollelemente und das Antriebsselement. Die Kontrollelemente sind optisch und akustisch auszuführen.

Außer dem Funktionsmodell (Abb.5) der Schaltanlage ist eine schematische Darstellung der Steuerkette und ein Schaltplan (Abb. 4) mit den technischen Symbolen anzufertigen. Zusätzlich kann auch die Wertetabelle erstellt werden.

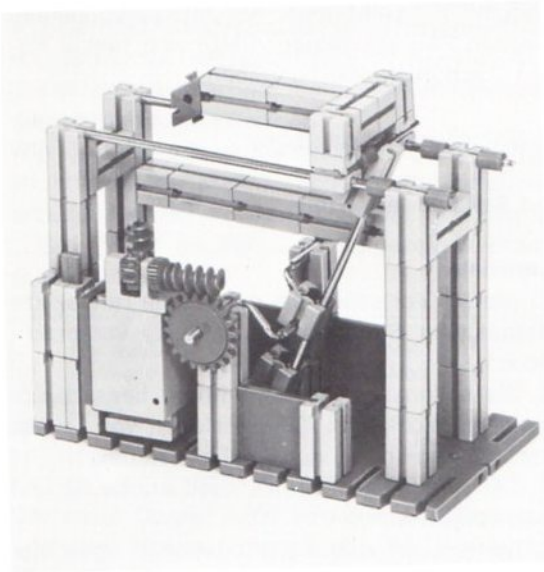


Abb. 6 Modell einer Kurzholmaschine

Anmerkung der Redaktion: Dieses Thema ist in zwei Beiträgen (Unterrichtsbeispiel und Sachinformation) im Forum 2/74, Seite 19–22, behandelt.

3. Aufgabe

Thema:

Kurbelgetriebe: Schwingende Kurbelschleife

Werkstoff – Hilfsmittel: vgl. 1. Aufgabe

Aufgabe:

Es ist das Funktionsmodell einer Kurzholmaschine mit schwingender Kurbelschleife im Antriebsteil zu bauen.

Ausführung:

Als Energieteil ist der E-Motor (z. B. fischer-technik u-t 2, eventuell mit Vorschaltsschneckengetriebe) zu verwenden. Die Antriebskurbel soll mit einem Gleitkörper verbunden sein, der sich in der Schleife bewegt und diese so führt, daß der Rücklauf des Arbeitsschlittens schneller erfolgt als der Vorschub (Arbeitsschub). Das Gestell ist stabil auszuführen und auf eine Grundplatte zu montieren. Die gleitenden Teile sind einwandfrei zu führen, Drehteile sind axial zu fixieren.

Vor- und Rücklauf sind grafisch darzustellen und rechnerisch nachzuweisen. Gewünscht ist eine einfache Funktionskizze und die Benennung der wichtigsten Teile (Arbeitsmaschine, Abb. 6).

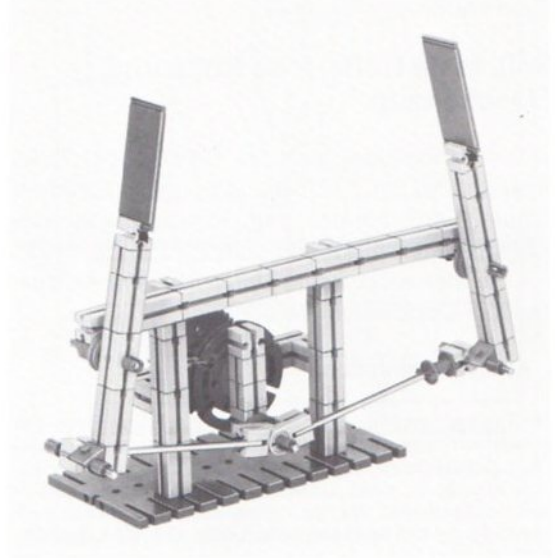


Abb. 7 Funktionsmodell eines Kfz-Scheibenwischers

4. Aufgabe

Thema:

Kurbelgetriebe: Kurbelschwinge

Werkstoff – Hilfsmittel: vgl. 1. Aufgabe

Aufgabe:

Es ist ein räumliches Funktionsmodell eines Kfz-Scheibenwischers mit zwei Wischerarmen zu bauen.

Ausführung:

Der Antrieb (Elektromotor, eventuell mit einem Getriebe) des Funktionsmodells kann sich sowohl auf der Seite, als auch in der Mitte befinden. Die Wischerarme können im Gleich- oder Gegenlauf schwingen. Sie sollen einen möglichst großen Winkel überstreichen.

Das Gestell ist stabil zu bauen und auf eine Grundplatte zu montieren, die beweglichen Teile sind funktionsgerecht axial zu sichern.

Die Lösung der Aufgabe ist außerdem in einer Funktionskizze darzustellen, alle Teile sind zu benennen, und die Funktionstüchtigkeit des Modells ist rechnerisch nachzuweisen (Abb. 7). ■

Seil, feste Rolle, lose Rolle und Flaschenzug

Unterrichtsbeispiel aus der Gehörlosenschule, durchgeführt im 7./8. Schuljahr der Staatlichen Schule für Gehörlose und Schwerhörige, Heidelberg-Haus Neckargemünd.

Für die hier vorgestellte Unterrichtseinheit wurden fünf Doppelstunden benötigt.

1. Ausgangssituation

Die Themen wurden im Anschluß an die Behandlung des Hebels und seiner technischen Anwendungen mit 7 gehörlosen Schülerinnen und Schülern im Alter von 12,6 bis 14,2 Jahren in einer Unterrichtseinheit von 5 Doppelstunden bearbeitet. Da die Klasse bereits in dieser Zeitschrift vorgestellt wurde (Forum technische Bildung 3/75, S. 20 f), kann hier auf eine detaillierte Darstellung der anthropogenen und sozial-kulturellen Bedingungen verzichtet werden.

2. Unterrichtsform und Methode

Der Naturlehreunterricht an der Gehörlosenschule, wie er hier verstanden wird, ist einmal gekennzeichnet durch Methodenwechsel, zum anderen durch Variation der Sozialform des Unterrichts.

Das Unterrichtsgespräch entwickelte sich im Frontalunterricht unter mehr oder weniger direkter Steuerung. Dabei saßen die gehörlosen Schülerinnen und Schüler im Halbkreis um den Lehrer, damit sie sowohl bei ihm als auch bei den Mitschülern vom Mund ablesen konnten; Frontalunterricht ist hier also eine behinderungsspezifische Unterrichtsform.

Während der Bau- und Versuchsphase trat der Lehrer etwas in den Hintergrund, er lenkte eher indirekt über schriftliche Arbeitsanweisungen und Impulse. Die Schüler arbeiteten partnerschaftlich in Zweier- und Dreiergruppen.

Die Formulierung der Gesetzmäßigkeiten erfolgte wiederum im Frontalunterricht in analytischem Vorgehen.

3. Medien

Neben den allgemeindidaktischen Arbeitsmitteln wie Sprache, Fotos, Tafelskizzen, Arbeitsblättern, Lernbaukästen u-t 1, Kraftmessern und Schlitzgewichten wurden folgende behinderungsspezifische Medien eingesetzt: individuelle Hörgeräte, (Mund-)Absehbild, Tafelbild (mit topischen Hilfen zur Erfassung von Inhalt und Sprachform) und das Physikbuch „wie

warum“ für Gehörlose. Als Artikulationshilfen wurden Phonemzeichen (PMS) und taktile Hilfen (Tastfühlstuktur) gegeben.

4. Unterrichtsbeschreibung

4.1 Seil und feste Rolle

Lernziele

1. Die Schüler sollen die durch eine Tafelskizze dargestellte Situation (vgl. Abb. 1) versprachlichen.
2. Sie sollen aus ihrer Erfahrung bessere Lösungsmöglichkeiten für das Heben von Lasten vorschlagen und an der Tafel skizzieren.
3. Der Begriff „feste Rolle“ soll erarbeitet und besprochen werden.
4. Die Schüler sollen ein funktionsfähiges Modell eines Aufzuges mit einer festen Rolle bauen.
5. Sie sollen die Begriffe „feste Rolle, Gabel und Achse“ sprechen und die Teile am Modell aufzeigen.
6. Sie sollen die Funktionsfähigkeit der Modelle prüfen und ggf. Mängel beheben.
7. Die Schüler sollen Vermutungen über den Zusammenhang zwischen Last und Kraft äußern.
8. Die Meinungen sollen im Versuch überprüft werden: Verschiedene vorgegebene Lasten sollen über die feste Rolle mit den entsprechenden Kräften ins Gleichgewicht gebracht werden.
9. Die Ergebnisse sollen tabellarisch festgehalten, formuliert und aufgeschrieben werden.

Anfangssituation

Die Schüler saßen im Halbkreis vor der Tafel. Der Lehrer klappte die Tafel auf. Dadurch wurde die zuvor verdeckte Skizze (Abb. 1) sichtbar. Motiviert durch diesen Impuls, äußerten sich die Schüler wie: „Das ist schlecht.“ „Das ist schwer.“ „Der Mann ist dumm.“ B., der seinem Vater schon beim Umbau geholfen hat: „Mein Vater hat ein Rad.“ Der Lehrer verbesserte: „Er hatte eine Rolle.“ Er schreibt das neue Wort an die Tafel. Die Schüler sprechen es mit. St.: „Der Arbeiter braucht eine Rolle.“ Auf die Frage des Lehrers, wer die Rolle zeichnen kann, meldete sich B. Er zeichnete rasch eine Stange mit einem Querbalken, an dem eine Rolle befestigt war. L.: „Ich vermute, daß Bernhards Vater die Rolle aus dem Keller geholt hat. Was hat er dann damit gemacht?“ B.: „Fest!“ und

macht dazu eine Handbewegung für „binden“. A.: „Bernhards Vater hat die Rolle festgemacht.“ H.: „Er hat sie festgebunden.“ P.: „Am Balken.“ Die Wörter festmachen, festbinden und befestigen werden angeschrieben.

Wie im Gehörlosenunterricht Begriffe durch strukturierende Maßnahmen an der Tafel erarbeitet werden können, soll hier am Begriff „feste Rolle“ exemplarisch aufgezeigt werden (LZ 3).

festmachen	– Er macht die Rolle fest.
festbinden	– Er bindet die Rolle fest.
befestigen	– Er befestigt die Rolle.
	– Die Rolle ist befestigt.
	Man nennt sie deshalb feste Rolle .

Der neue Begriff wird von den Schülern gesprochen. Wo es nötig ist, gibt der Lehrer Artikulationshilfen.

Arbeitsauftrag

Der Lehrer zeigt auf die Schülerzeichnung an der Tafel. Dann gibt er folgende Anweisung: „Baut bitte einen Aufzug mit einer festen Rolle. Wir wollen später kleine Lasten damit hochziehen.“

Schülerverhalten während der Bau- und Prüfphase

Die Schüler fingen sofort an zu bauen, und die ersten waren bereits nach ca. 15 Minuten fertig (LZ 14). Beim Hochziehen der Lasten bemerkten sie jedoch, daß der Hubweg zwischen Bodenplatte und Rolle unbefriedigend kurz war. Sie bauten deshalb größere Modelle mit Auslegern, die sie über die Tischkante hinaus-schoben. Da der Materialbedarf in dieser Situation größer wurde, arrangierten sich die Schüler ohne Einflußnahme des Lehrers so, daß sie in zwei Zweiergruppen und in einer Dreiergruppe zusammenarbeiteten. Im Hinblick darauf, daß die zu einem späteren Zeitpunkt geplanten gezielten Versuche an größeren Modellen einsichtig und leichter durchzuführen sind, wurde den Schülern genügend Zeit gelassen.

Beim freien Experimentieren stellten einige Schüler Mängel hinsichtlich der Stabilität und Standfestigkeit fest. Sie verbesserten darauf selbständig ihre Modelle, indem sie z. B. die Bodenplatten verlängerten, die Ausleger verstreben und so den Schwerpunkt weiter nach hinten verlegten. Ein Schüler stellte einen Ge-

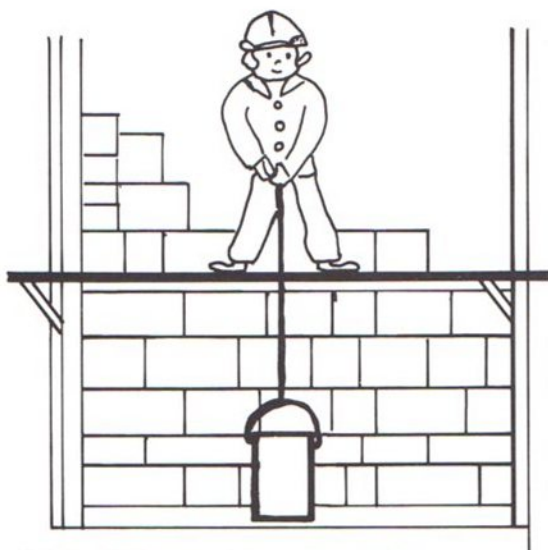


Abb. 1 Skizze zur Anfangssituation

wichtsstein als Gegengewicht auf die Bodenplatte, eine andere Gruppe baute eine Brücke über zwei Tische und befestigte daran die Rolle (Abb. 2, 3, 4 und 6).

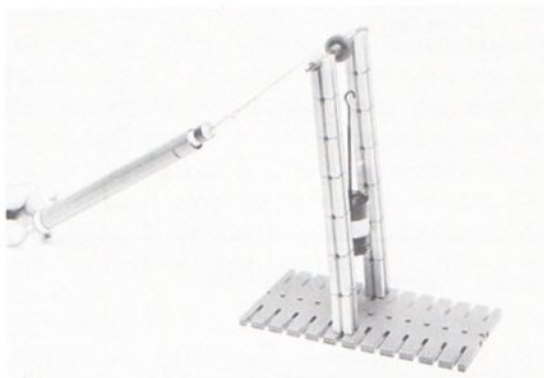


Abb. 2 Schülerarbeit zur festen Rolle

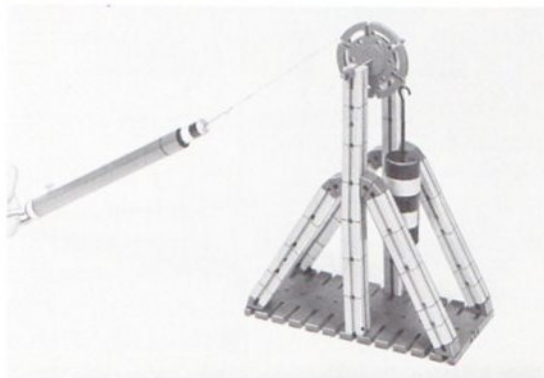


Abb. 3 Der Schüler hat das Gestell zusätzlich stabilisiert

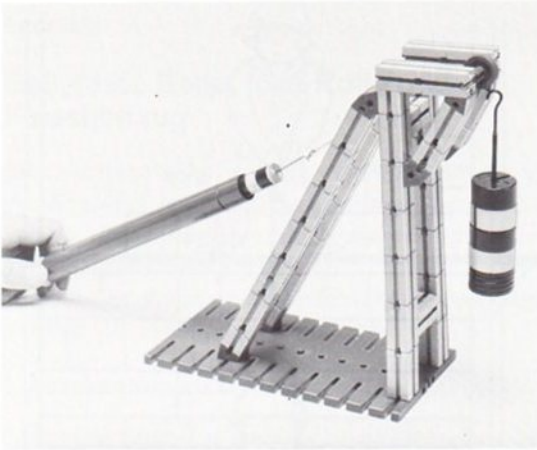


Abb. 4 Der Schüler hat die Rolle seitlich montiert, er erreicht so eine größere Hubhöhe

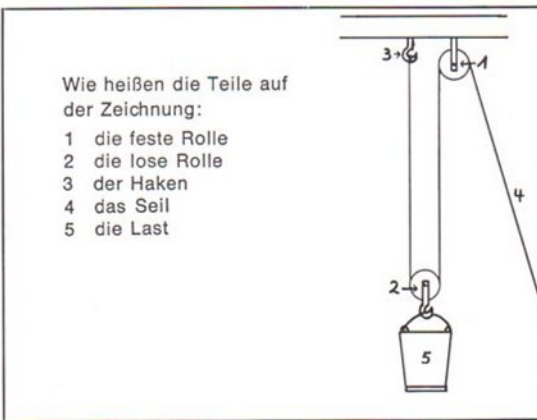


Abb. 5 Skizze zur losen Rolle

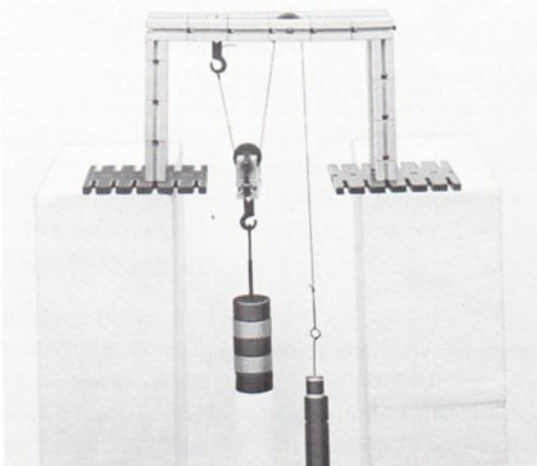


Abb. 6 Schülerarbeit zur losen Rolle. Ein Schüler hatte bereits ein ähnliches Gestell für die Lagerung der festen Rolle gebaut

In dem Kreisprozeß zwischen Prüfen und Verändern entstanden brauchbare Modelle, so daß sich deren Prüfung im Frontalunterricht erübrigte (LZ 6).

Während der Bau- und Prüfphase ging der Lehrer zu den einzelnen Gruppen und sprach mit den Schülern über ihr Vorhaben. Dabei wurden die wichtigsten Teile gezeigt und benannt (LZ 5).

Problemsituation

Da die Schüler zum Teil schon beim freien Experimentieren – vermutlich im Analogieschluß zu Versuchen mit Wippe und Balkenwaage – mit Schlitzgewichten das Gleichgewicht an der festen Rolle hergestellt, den Zusammenhang zwischen Last und Kraft also beobachtet hatten, wurden die entsprechenden Werte für die Kraft rasch gefunden und in der Tabelle, die an der Tafel stand, eingetragen. Durch Einsetzen des Gleichheitszeichens in die Leerstelle wurde die Beziehung zwischen Last und Kraft zunächst mathematisch ausgedrückt und anschließend versprachlicht.

Tafelbild:

die Last	die Kraft
100 p	...
200 p	...
350 p	...

Last	Kraft
------	-------

Last und Kraft sind gleichgroß.
Mit der festen Rolle kann man keine Kraft sparen.
Aber man zieht nach unten. Das ist bequemer.

Als Lernkontrolle stellten die Schüler in der Lernstunde (Hausarbeit) die drei Messungen zeichnerisch dar und ergänzten die Zeichnungen durch den Tafeltext.

4.2 Die lose Rolle

Während die Schüler in der ersten Doppelstunde freier bauen und probieren konnten, war diese Doppelstunde durch eine straffere Führung gekennzeichnet.

Lernziele

1. Sie sollen auf einem Arbeitsblatt Fragen, die sich auf die schriftliche Information beziehen, beantworten sowie an einer Zeichnung die wichtigsten Teile des Aufzuges benennen (Lernkontrolle).

- Die Schüler sollen ein „Hebezeug“ mit einer losen Rolle und einer festen Rolle im Modell bauen.
- Sie sollen im Versuch Last und Kraft vergleichen und die Beobachtungen in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt eintragen.
- Sie sollen ihre Beobachtungen in einem Satz formulieren.
- Sie sollen einen Aufzug mit zwei losen Rollen bauen und seine Funktionsweise beschreiben.

Die Schüler verglichen die Last mit der Kraft von Gewichten. Die bereitliegenden und bekannten Kraftmesser wurden von ihnen nicht benutzt. Von daher sind die „eindeutigen“ Ergebnisse in der Tabelle zu begründen. Um den Entscheidungsspielraum der Schüler nicht im Voraus einzuzengen, machte sie der Lehrer erst nach Versuchsbeginn darauf aufmerksam, daß das Gewicht der losen Rolle bei der Last berücksichtigt werden muß. Die Schüler wogen die Rollen und verminderten die angehängte Last um das entsprechende Gewicht, indem sie Schlitzgewichte wegnahmen. Dabei wurde bei diesen und allen folgenden Versuchen ein mittleres Rollengewicht von 20 p zugrunde gelegt, weil die verwendeten Schlitzgewichte eine genauere Abstimmung nicht zuließen.

Anfangssituation/Arbeitsauftrag

Die Schüler saßen im Halbkreis vor ihren Pulten. Der Lehrer projizierte mit dem Tageslichtprojektor eine vorbereitete Folie an die Wand (Abb. 5). Die Schüler sahen einen Arbeiter, der mit einer losen Rolle eine Last hochzog. St.: „Warum hat der Mann zwei Rollen?“ Der Lehrer schrieb die verbesserte Frage an die Tafel: „Warum verwendet der Arbeiter zwei Rollen?“ Die Schüler fragten wiederholt. Der Lehrer meinte: „Das verrate ich nicht. Am Ende der Stunde könnt ihr die Frage selbst beantworten.“ Beim Gespräch wurden vor allem die Teile, die in Abb. 5 zu sehen waren, benannt.

Arbeitsauftrag: „Baut bitte einen Aufzug mit einer losen Rolle und einer festen Rolle.“

2. *Vergleicht die Last und Kraft an der losen Rolle (LZ 4). Frage: Kann man mit der losen Rolle Kraft sparen? (LZ 5). Antwort: Mit der losen Rolle braucht man ... Kraft.*

3. *Bernhard zieht einen Eimer Mörtel hoch. Der Eimer wiegt 12 kp.*

a) *B. verwendet eine „feste Rolle“. Wieviel Kraft braucht er? Er braucht eine Kraft von ... kp.*

b) *Er verwendet eine „lose Rolle“. Wieviel Kraft braucht er hier. Er braucht eine Kraft von ... kp (LZ 6).*

Die Schüler lösten anhand des Arbeitsbogens selbständig die Aufgaben und formulierten die Gesetzmäßigkeiten. Gegen Ende der Stunde zeigte der Lehrer auf den eingangs angeschriebenen Fragesatz an der Tafel. Die Schüler lasen die Frage mit: „Warum verwendet der Arbeiter zwei Rollen?“ und antworteten spontan: „Mit der losen Rolle spart er Kraft“ (Lernzielkontrolle).

Danach erhielten die Schüler den Auftrag, ihre Versuchsanordnung zu zeichnen, Kräfte und Lasten in eine Tabelle einzutragen und die Schlußfolgerung zu formulieren. Da die Schüler die Versuche zuvor selbst durchgeführt hatten, bereitete ihnen dies keine Schwierigkeiten.

Schülerverhalten während der Bauphase

Die Schüler versuchten, die alten Modelle weiter auszubauen, was jedoch nur St. gelang, der eine Brücke (Abb. 6) gebaut hatte. Die anderen taten sich dabei schwer, weshalb sie dann ebenfalls „Versuchsbrücken“ bauten.

Dabei gingen die Schüler arbeitsteilig vor: Während die einen Gabeln bauten und die Rollen darin lagerten, bauten die anderen das Gestell. Dann wurde das Seil (die Schnur) am Balken befestigt, die lose Rolle wurde eingehängt und das Seil über die feste Rolle geführt. Schließlich wurden Lasten an die lose Rolle gehängt und hochgezogen. Mängel (wie z. B. seitliches Spiel der Rollen auf den Achsen) wurden behoben (LZ 3) (Abb. 6).

Problemsituation

Sobald eine Gruppe mit ihrem Modell fertig war, bekam sie Arbeitsblätter mit folgenden Aufgaben:

1. *Hängt die (gemeint sind die in der Tabelle angegebenen) Lasten an die lose Rolle. Zieht sie hoch und mißt die Kraft.*

4.3 Versuche mit zwei losen Rollen

Lernziele

Die Schüler sollen

- das Modell eines Aufzuges mit zwei losen Rollen und einer festen Rolle bauen.
- den auf einem Arbeitsblatt angegebenen Versuch durchführen.
- die an der Tafel gemeinsam erarbeitete sprachliche Fassung des Ergebnisses aufschreiben.

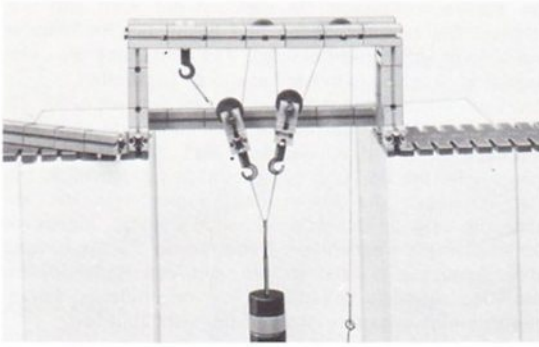


Abb. 7 Schülerarbeit mit zwei losen Rollen

Gewichtskraft (Last) 100 p		Zugkraft 25 p		
Gewichtskr. (Last)	Zugkraft			
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	
100 p	25 p	27 p	25 p	25 p
200 p	52 p	53 p	50 p	50 p
300 p	80 p	80 p	80 p	75 p
400 p	105 p	110 p	107 p	100 p
<p>Aufgabe Hängt die (entsprechenden) Lasten an und mißt die Kräfte. Tragt die Ergebnisse in die Tabelle ein.</p> <p>Wir erkennen: Mit 2 losen Rollen kann man noch mehr Kraft sparen. Die Zugkraft ist nur $\frac{1}{4}$ der Gewichtskraft (Last).</p> <p>Die Last hängt an vier Seilen. Ein Seil trägt also 25 p.</p>				

Abb. 8 Arbeitsblatt zum Versuch mit zwei losen Rollen mit den Eintragungen durch Schüler

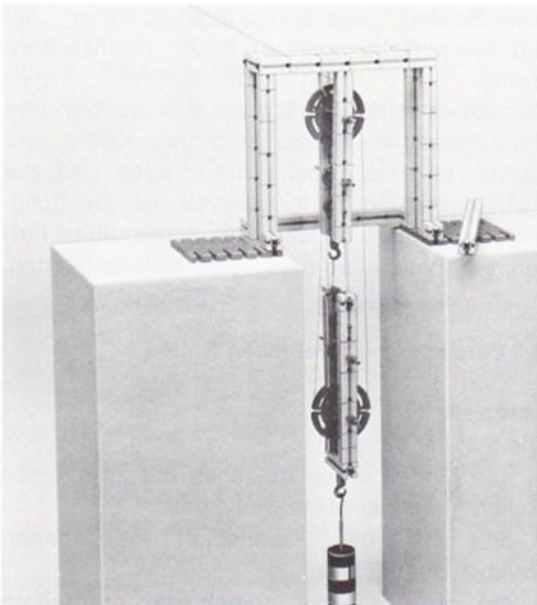


Abb. 9 Schülerarbeit, Flaschenzug mit sechs Rollen

Arbeitsauftrag

„Ihr habt gesehen, daß man mit einer losen Rolle Kraft sparen kann. Wie kann man aber noch mehr Kraft sparen?“ Die Schüler schlugen vor, zwei oder mehr lose Rollen zu verwenden. Daraus wurde der Auftrag: „Wir wollen das prüfen. Baut so einen Aufzug.“

Der Arbeitsauftrag wurde absichtlich so weit gefaßt, um den Schülern die Möglichkeit zu geben, selbst nach Lösungen zu suchen und die Modelle in der Prüfphase zu verbessern (Abb. 7). Das Modell wurde dann an der Tafel skizziert; während der Überprüfung stellten die Schüler fest, daß einige Teile unnötig waren, in der Zeichnung wurden sie entfernt, die Modelle wurden entsprechend verbessert.

Schülerverhalten während der Bauphase

Die Schüler führten die Messungen selbständig durch und trugen die Ergebnisse in eine Tabelle ein. Der intelligenteste Schüler hatte aber schon vor dem Versuch die Gesetzmäßigkeit erkannt und dies offensichtlich den beiden anderen Gruppen mitgeteilt, denn sie versuchten auch, den „Sollwerten“ dadurch möglichst nahe zu kommen, daß sie nach Anheben der Last den Zug so weit verminderten, daß die Last eben noch an der Stelle blieb. Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen wurden an der Tafel zusammengestellt. Die Differenz zwischen gemessenem Wert und dem errechneten wurde den Schülern situativ mit dem Begriff der Reibung erklärt, der aber erst in einem anderen Zusammenhang ausführlicher erarbeitet werden soll.

Beim Experimentieren entdeckten die Schüler, daß sie viel Seil ziehen mußten, die Last sich aber verhältnismäßig wenig anhub. Diese Beobachtung wurde versprachlicht, aber nicht messend weiter verfolgt, da der Begriff der mechanischen Arbeit erst in der Weiterführung des Themas geklärt werden soll. Das verhältnismäßig große Gewicht der Gabeln im Vergleich zur geförderten Last wurde von den Schülern nicht erwähnt und vom Lehrer auch nicht angesprochen, da die Relation in der Technik anders ist.

Später bearbeiteten die Schüler ein weiteres Arbeitsblatt, d. h. sie schrieben die jeweils wirkende Kraft an die einzelnen Seilstücke. Die

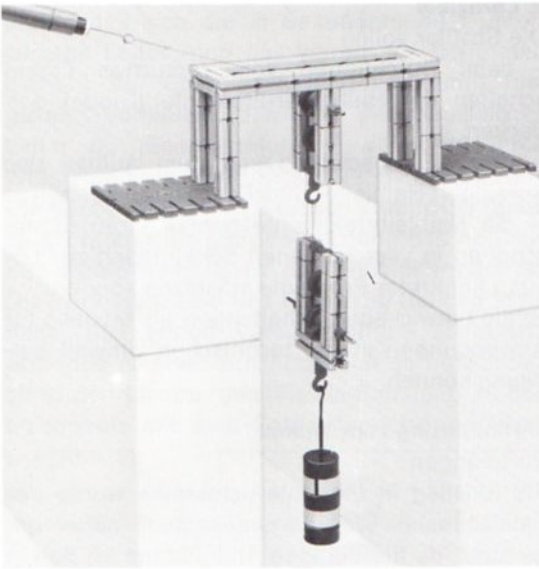


Abb. 10 Schülerarbeit eines Flaschenzuges mit vier Rollen

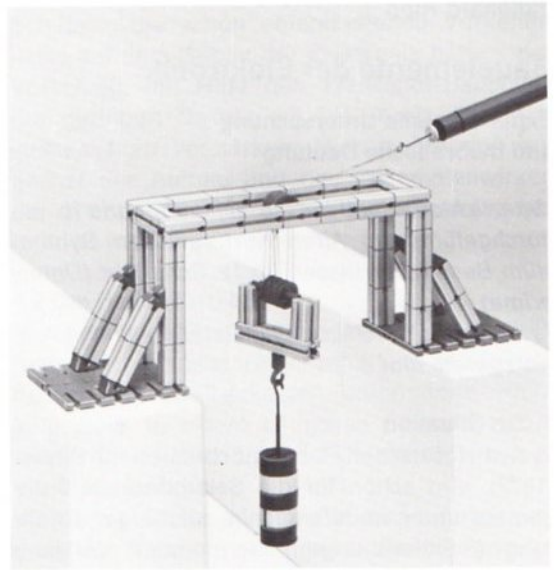


Abb. 11 Schülerarbeit eines Flaschenzuges, jeweils drei Rollen sitzen auf einer Achse

sprachliche Fassung wurde an der Tafel erarbeitet und dann von den Schülern aufgeschrieben (Abb. 8).

4.4 Der Flaschenzug

Lernziele

1. Die Schüler sollen einen Versuch mit drei losen Rollen durchführen und die Versuchsergebnisse aufschreiben (Transfer).
2. Sie sollen die Rollen in einer „Flasche“ vereinigen und einen Flaschenzug bauen.

Das Lernergebnis der letzten Stunde wurde abgefragt und verkürzt an die Tafel geschrieben, wobei die Schüler zu weiteren Vermutungen veranlaßt wurden.

Schülerverhalten während der Bauphase

Die Schüler fügten in kurzer Zeit eine weitere lose Rolle an den noch vorhandenen Versuchsaufbau, so daß sie rasch zu den Ergebnissen kamen, die dann an der Tafel notiert und als Aufgabe in der Lernstunde aufgeschrieben wurden.

Beim Hantieren mit den drei losen Rollen merkten die Schüler, daß die Anordnung labil war. Auf die Lehrerfrage, wie man diese Konstruktion verbessern könne, schauten die Schüler im Physikbuch nach, wo ein Flaschenzug mit

zwei losen Rollen abgebildet war. Eine Gruppe baute diesen Flaschenzug nach, die zweite baute einen mit sechs Rollen, während die dritte Gruppe einen Flaschenzug baute, bei dem jeweils drei Rollen auf einer Achse steckten (Abb. 9, 10 und 11). In der Lernstunde wurden die drei Modelle dann gezeichnet.

Um die Kraftersparnis zu demonstrieren, die sich mit einem Flaschenzug erzielen läßt, ist ein Lerngang zum Bauhof der Stadt geplant, wo ein großer stationärer Flaschenzug vor einer Lagerhalle aufgebaut ist. Dieser Lerngang konnte bisher noch nicht stattfinden, da dort zur Zeit keine entsprechenden Verladearbeiten anstanden.

Zusammenfassung

Durch den Bau der einfachen Maschinen, durch Versuche und Verbesserungen am Modell, also vorwiegend in operativem Zugriff, sollte den „Schülern das Verständnis für physikalische Vorgänge, die ihnen ... im Umgang mit Werkzeugen und Maschinen begegnen“,³ erschlossen werden.

Der Umgang mit dem Baumaterial stimulierte kognitive und kommunikative Prozesse, die zur Einsicht in die physikalischen Wirkungszusammenhänge einfacher Maschinen führten. ■

Bauelemente der Elektronik

Experimentelle Untersuchung und theoretische Deutung

*Unterrichtsbeispiel für die Sekundarstufe II
durchgeführt am Alten Kurfürstlichen Gymna-
sium Bensheim/Hessen im 12. Schuljahr (Unter-
prima)*

*Arbeitsmittel: 15 Lernbaukästen u-t 4, 15 ft-
Netzgeräte mot 4*

1. Zur Situation

In den Hessischen Rahmenrichtlinien für Physik (1972) wird schon für die Sekundarstufe I allgemein unter anderem „ein auf tätiger Erfahrung (Schülerübungen) beruhendes Vertrautwerden mit den Methoden physikalischen Erkennens“ gefordert (S. 5).

Näherhin wird u. a. als Lernziel formuliert: „Die Behandlung von Elektronenröhre, Fozelle, Halbleiterdiode, Transistor, Halbleiterwiderstand innerhalb des Unterrichts erscheint insbesondere im Hinblick auf die Elektronik und deren zentrale Stellung in Physik und Technik von Bedeutung zu sein; die Schüler sollten einen Einblick in das Stoffgebiet erhalten, um wichtige Erscheinungen und Vorgänge ihrer technischen Umwelt zu verstehen. ... Auf die Verflechtung von Physik und Technik soll auch in diesen Kapiteln eingegangen werden“ (S. 57).

Die Unterrichtseinheit wurde in zwei Parallelklassen durchgeführt, je einer des naturwissenschaftlichen Zweiges und des Sportzweiges. Bei mancherlei Verschiedenheit in der physikalischen Vorbildung war beiden Klassen gemeinsam, daß sie entgegen den Lehrplänen aus Raum-, Geräte- und Lehrermangel in der Sekundarstufe I keinen selbsttätigen Experimental-Unterricht, d. h. Schülerübungen hatten. Diese Tatsache war ein Hauptgrund für die Einschaltung der oben angeführten Unterrichtsreihe, einerseits, um diese Lücke ein wenig zu schließen, andererseits aber auch von der experimentellen Untersuchung der in u-t 4 enthaltenen elektronischen Bauteile her die Behandlung der Theorie der Halbleiterelemente zu motivieren. Nicht zuletzt sollten aber Modelle für in der technischen Umwelt vorkommende elektronische Geräte und Schaltungen entwickelt werden.

2. Lernziele

Die Schüler sollen

- beim Durchführen von Versuchen Eigenschaften der Halbleiter-Elemente (Diode) entdecken.
- diese Eigenschaften aus dem Aufbau des jeweiligen Halbleiterkristalls erklären können.
- die Halbleiterelemente gemäß ihren Eigenschaften in verschiedenen Schaltungen zur Lösung konkreter Probleme einsetzen können.
- die entwickelten Schaltungen als Modelle für Anwendungen in der technischen Umwelt aufbauen können.

3. Hinführung zum Thema

Vorübungen

Als Einstieg in die Unterrichtsreihe wurde der Relaisbaustein des Lernbaukastens näher untersucht, da hierbei eine Anknüpfung an den in der Sekundarstufe I im Rahmen der Elektrizitätslehre behandelten Elektromagnetismus und gleichzeitig ein erster experimenteller Umgang mit einigen der vorliegenden Bauelemente möglich war. Neben der Untersuchung des Aufbaus und der Funktion des Relais als Schalter für elektrisch getrennte Stromkreise wurden die Selbstunterbrecherschaltung (Relais als Summer) und die sogenannte Selbsthalteschaltung (Relais als Speicher) entwickelt.

4. Unterrichtsverlauf

4.1 Fotowiderstand

Als erstes elektronisches Bauelement wurde der Fotowiderstand in Serie mit einem Lämpchen L_1 in einen Stromkreis geschaltet (Abb. 1).

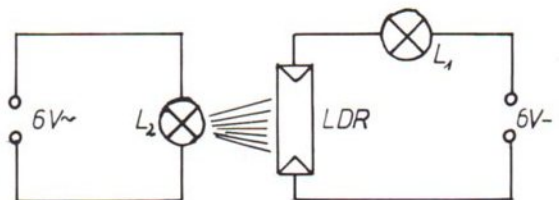


Abb. 1

Mit der Linsenlampe L_2 , die über einen zweiten Stromkreis angeschlossen war, wurde der Fotowiderstand mehr oder weniger beleuchtet. Überraschend für die Schüler war, daß der Widerstand des Fotowiderstandes (LDR) durch die Licht-(= Energie-)Zufuhr geringer wurde. Je stärker der Fotowiderstand beleuchtet wurde, desto heller leuchtete die Glühlampe L_1 .

Die meisten Schüler erinnerten sich nämlich daran, daß sich die in Sekundarstufe I untersuchten Leiter (und das waren nur die metallischen) bei Energiezufuhr (Erwärmung) umgekehrt verhielten, d. h. daß die metallischen Leiter bei Energiezufuhr (Erwärmung) ihren Widerstandswert vergrößern (z. B. Eisendraht). Die Beobachtungen bei diesen Versuchen boten so die Motivation zur Besprechung des Aufbaus des Photowiderstands aus Halbleitermaterial. Die Wirkungsweise des Fotowiderstandes legte nahe, den ersten Versuchsaufbau zur Lichtschranke zu erweitern. Dazu war es notwendig, statt der Lampe den Relais-Baustein in den Stromkreis mit dem Fotowiderstand zu schalten (Abb. 2).

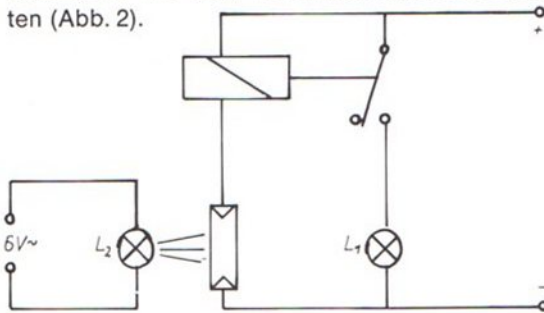


Abb. 2

Die Lampe L_1 wurde jetzt durch einen Relaiskontakt ein- und ausgeschaltet, ihre Helligkeit war also nicht mehr von dem Widerstandswert des Fotowiderstandes abhängig. Die auf den Fotowiderstand treffende Lichtmenge bestimmte, ob das Relais anzog oder nicht. Wurde dieser durch die Linsenlampe nur schwach beleuchtet, so war sein Widerstandswert relativ hoch. Dadurch war der in diesem Stromkreis fließende Strom zu schwach, um das Relais zum Anziehen zu bringen. Erst bei entsprechend geringem Abstand zwischen Linsenlampe und Fotowiderstand zog das Relais an. Damit war eine Versuchsanordnung gefunden, die sich für Anwendungen wie Fahrstuhlsicherung, automatisches Öffnen von Türen, Ingangsetzen von Rolltreppen und ähnliches eignete. Die Schüler konnten sich vorstellen, daß durch das Relais statt der Lampe L_1 ein Motor ein- und ausgeschaltet wurde.

Bei der Diskussion der Anwendungsmöglichkeiten war das Problem aufgetaucht, wie man mit Hilfe eines Fotowiderstandes die Blendenöffnung einer Kamera automatisch steuern könne. Da die bisher entwickelten Schaltungen wegen der zu geringen Empfindlichkeit als nicht

geeignet erkannt wurden, kam von einigen Schülern, die schon entsprechende Vorkenntnisse auf dem Gebiet der Elektronik hatten, der Vorschlag, mit Hilfe des Transistor-Bausteins die geringen Ströme im LDR-Kreis des Versuches 1 zu verstärken. Hier mußte nun zunächst der Aufbau und das Zusammenwirken der p- und n-dotierten Schichten eingehend behandelt werden.

4.2 Die Halbleiterdiode

Vor der eingehenden experimentellen Erarbeitung der Transistoreigenschaften wurde zunächst die im Baukasten vorhandene Halbleiterdiode in einem einfachen Stromkreis untersucht und ihre Eigenschaft als elektrisches Ventil untersucht.

Wurde die Diode an den Gleichspannungsausgang des Netzgerätes angeschlossen, so mußte die Diode in Durchlaßrichtung gepolt sein, wenn die Lampe leuchten sollte, d. h. sie mußte so angeschlossen werden, daß die Sperrschicht von den Ladungsträgern leitend gemacht wurde (siehe Sachinformation) (Abb. 3).

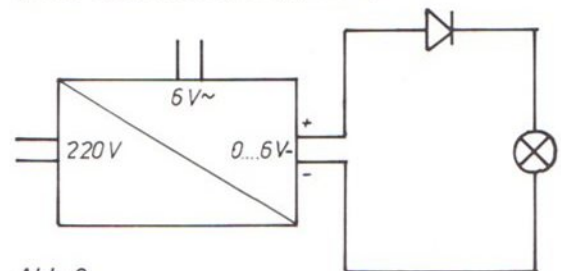


Abb. 3

Wurde die Diode umgedreht, also in Sperrrichtung angeschlossen, oder die Polung des Netzgerätes umgekehrt, was die gleiche Wirkung hat, brannte die Lampe nicht. Damit konnte die Ventilwirkung der Diode anschaulich gemacht werden. Es wurde aber auch deutlich, daß man die Diode als einen Schalter betrachten kann, der von der Polarität der angelegten Spannung gesteuert wird, d. h. die Polarität der anliegenden Spannung entscheidet, ob die Diode leitet oder sperrt.

Dieses Phänomen macht man sich bei der Gleichrichtung von Wechselspannung zunutze. Es soll im nächsten Versuch aufgezeigt werden. Wurde die Diode an den Wechselspannungsausgang des Netzgerätes angeschlossen, so leuchtete die in Serie mit der Diode geschaltete Lampe zwar unabhängig von der Polung bzw. der Schallrichtung der Diode gleich stark auf.

Sie leuchtete allerdings wesentlich schwächer, als wenn man sie direkt an Wechselspannung angeschlossen hätte. Die Überprüfung mit einem einfachen Meßgerät bestätigte die Gleichrichterwirkung der Diode. Dabei wurde je nach Polung der Diode die negative oder die positive Halbwelle der Wechselspannung gesperrt, und nur die entgegengesetzte Halbwelle konnte die Diode passieren, so daß hinter der Diode eine Gleichspannung zur Verfügung stand. Am Meßgerät, das die einzelnen Halbwellen bei der Anzeige integrierte, war eine um die Hälfte geringere Spannung abzulesen als bei der Messung der Wechselspannung (Abb. 4).

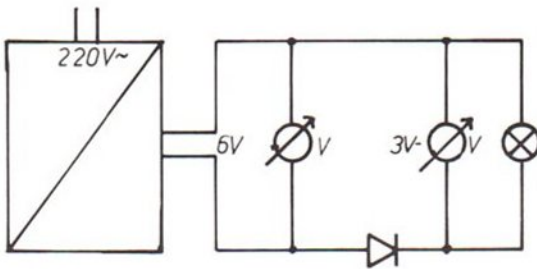


Abb. 4

Diese einfache Gleichrichtung der Diode nennt man Einweggleichrichtung.

Das Ergebnis der Einweggleichrichtung ist aber für viele Aufgabenstellungen nicht ausreichend. Eine wesentlich bessere Lösung stellt die Brückengleichrichtung dar. Die Funktion einer solchen Gleichrichtung konnte zunächst anhand des Schaltbildes auf dem Gleichrichter-Baustein theoretisch erarbeitet und dann in Gruppenarbeit praktisch überprüft werden.

Das systematische Verfolgen der Stromwege während der beiden Halbwellen des Wechselstromes ergab, daß durch die Kombination von vier Dioden eine Gleichrichtung der beiden Halbwellen der Wechselspannung vorgenommen wird und somit während der beiden Halbwellen ein Stromfluß möglich ist.

Als in Gruppenarbeit immer vier Dioden zu einer Brücke zusammengestellt wurden, wurde dieses Ergebnis bestätigt. Die Lampe leuchtete heller als bei der Einweggleichrichtung der Diode.

Daß die Lampe, wenn man sie an den Gleichspannungsausgang des Gleichrichter-Bausteins anschließt, noch etwas heller brennt, hängt mit der Speicherwirkung des Ladekondensators zu-

sammen, auf den hier nicht näher eingegangen werden soll.

4.3 Der Transistor

Nach der im Rahmen der Bildungspläne für die Oberstufe geforderten Behandlung des elektrischen Leitungsmechanismus in Festkörpern, hier am Beispiel der Halbleiterdiode, konnte nun die Theorie des Transistors besprochen werden. Die Unterbrechung der experimentellen Arbeit für einige Unterrichtsstunden war zumindest für die beiden Oberstufenklassen erforderlich. Sie verstärkte aber auch den Eifer für die Theorie-Erkenntnisse, da dieselben ja auch experimentell überprüft werden und für praktische Schaltungen eingesetzt werden sollten: Zuerst wurde also der im Transistor-Potentiometer-Baustein befindliche Transistor eingehend untersucht. Mit einem Lämpchen im Kollektorkreis als Indikator (und als notwendig, den Kollektorstrom begrenzender Widerstand) wurde von den Schülern die Wirkungsweise des Transistors überprüft. Dazu wurde der Transistor entsprechend Abb. 5 an den Gleichrichter-Baustein angeschlossen. Das Anschlußschema ergab sich aus der theoretischen Behandlung des physikalischen Aufbaus eines npn-Transistors (siehe Sachinformation).

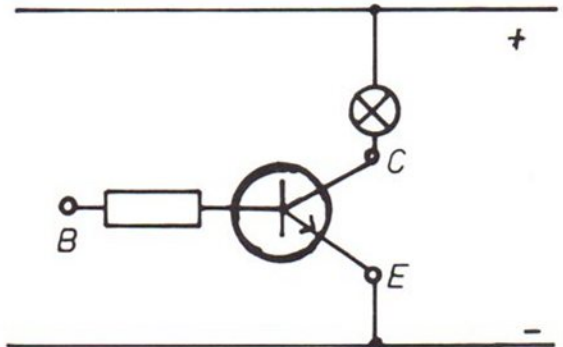


Abb. 5

Die Lampe brannte nur, wenn der Basisanschluß des Transistors an „plus“ lag. Wurde die Basis an „minus“ gelegt, so ging die Lampe aus.

Um eine stufenlose Steuerung des Kollektorstromes und damit die Steuerung der Helligkeit der Lampe durch den Basisstrom zu untersuchen, wurden die beiden einstellbaren Widerstände von 25 kΩ und 1 MΩ und der Fotowiderstand versuchsweise zwischen die Basis und den Pluspol der Spannungsquelle geschaltet (Abb. 6).

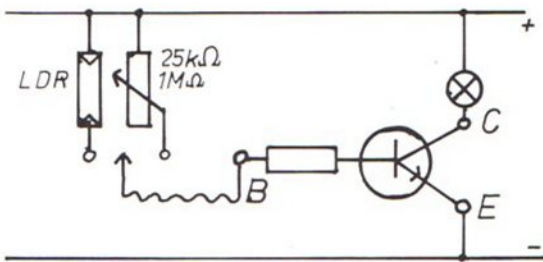


Abb. 6

Dabei wurde den Schülern deutlich, daß der Basisstrom, der vom Widerstandswert des veränderbaren Widerstandes abhängt, den Kollektorstrom beeinflusst, die Lampe dadurch je nach Stärke des Kollektorstromes mehr oder weniger hell leuchtet.

Als Nachteil dieser Schaltungsanordnung wurde erkannt, daß große Widerstandsänderungen an der Basis des Transistors nötig sind, um den Lampenstrom entsprechend schnell zu ändern. Um die Steuerung des Transistors zu verbessern, mußte an dieser Stelle auf die Theorie zurückgegriffen werden. Der Transistor steuert nur dann durch, wenn seine Basis gegenüber dem Emitter positiv ist. Da aber an der Basis-Emitterstrecke des Transistors ein Spannungsabfall von $0,7\text{V}$ stattfindet, muß die Spannung zwischen Basis und Emitter mehr als $0,7\text{V}$ betragen, damit der Transistor durchsteuert. Sind es weniger als $0,7\text{V}$, dann sperrt der Transistor. Diese Gesetzmäßigkeit kann man mit Hilfe einer Spannungsteilerschaltung, die bereits aus der Sekundarstufe I bekannt war, beim Schalten eines Transistors anwenden (Abb. 7).

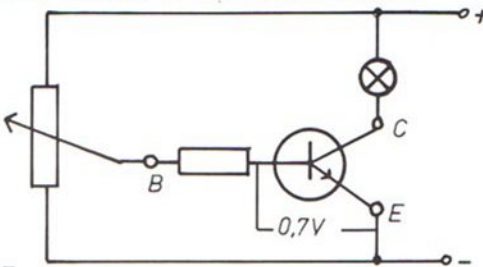


Abb. 7

So lange die Spannung zwischen dem Emitteranschluß (in unserem Falle liegt er an 0V) und der Basis des Transistors wesentlich geringer ist als $0,7\text{V}$, sperrt der Transistor, die Lampe leuchtet nicht. Eine geringe Spannungsänderung im Bereich von $0,5\text{--}0,7\text{V}$ läßt die Lampe langsam aufleuchten, und ab $0,7\text{V}$ ist der Transistor voll durchgesteuert, die Lampe im Kollektor-Emitter-Stromkreis leuchtet hell.

Bei dieser Schaltung genügen also geringe Spannungsänderungen, die sich durch entsprechende Widerstandsänderungen am Spannungsteiler ergeben, um den Transistor vom gesperrten in den leitenden Zustand zu steuern und umgekehrt wieder zu sperren.

Bei diesem ersten Versuch wurde die Spannungsteilerschaltung nur mit dem Potentiometer aufgebaut. Die beiden Teilwiderstände können aber auch aus zwei getrennten Widerständen gebildet werden. Dabei ist es aber notwendig, daß ein dem ersten Versuch entsprechendes Verhältnis dieser Einzelwiderstände eingestellt wird. Das heißt, der Widerstand, der zwischen Basis und 0V liegt, muß wesentlich kleiner sein im Verhältnis zum Widerstand zwischen Basis und 10V , um die Basis-Emitterspannung für das Durchsteuern oder Sperren des Transistors zu erbringen.

Hier bot sich die Verwendung des Fotowiderstandes in Verbindung mit dem einstellbaren Drehwiderstand an, um den zurückgestellten Verbesserungsvorschlag der Schüler für eine Lichtschranke mit größerer Empfindlichkeit zu realisieren. Dabei wurden die verschiedenen Positionen des Fotowiderstandes innerhalb des Spannungsteilers und seine Auswirkung auf das Verhalten der Schaltung diskutiert und anschließend überprüft (Abb. 8).

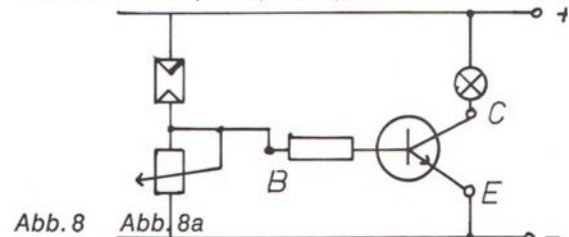


Abb. 8

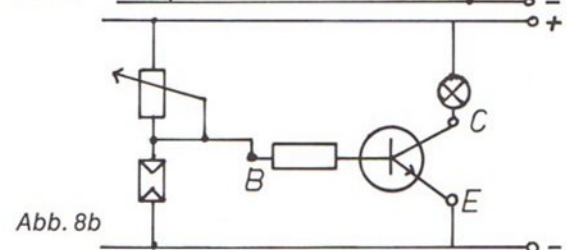


Abb. 8b

Beleuchtete man den Fotowiderstand, wenn er im oberen Teil des Spannungsteilers lag, so bewirkte das ein Durchsteuern des Transistors, die Lampe leuchtete. Dunkelte man den Fotowiderstand ab, so ging die Lampe aus.

Lag dagegen der Fotowiderstand im unteren Teil des Spannungsteilers, so sperrte der Transistor bei Beleuchtung des Fotowiderstandes.

Für eine optimale Funktion der Schaltung mußte der Drehwiderstand entsprechend hochohmig eingestellt werden.

Von der Verwendung des Transistor-Potentiometer-Bausteins zu der fertig verdrahteten Transistor-Verstär-

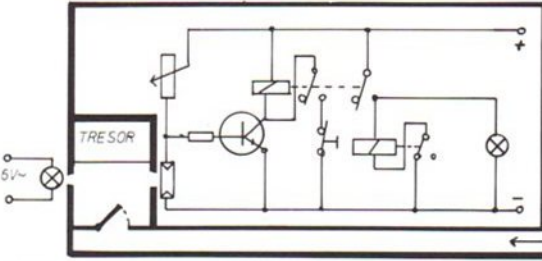


Abb. 9

ker-Bausteins war es dann nur noch ein kleiner Schritt. Die Schüler erkannten so auch den Vorteil der Schaltungs-

vereinfachung (Integration von Bauelementen), insbesondere bei Verwendung der Verbindungsstecker zur Stromversorgung.

Am Schluß der Unterrichtsreihe stand die Aufgabe, mit Hilfe der vorhandenen und jetzt im einzelnen bekannten Schaltelemente bzw. Bausteine eine Alarmanlage zu bauen, die bei unbefugtem Zutritt, z. B. in einen Tresorraum, sich automatisch in Gang setzt und nur an einem separaten Ort (Alarmzentrale) ausschaltbar war. Um die Anlage möglichst realistisch im Modell simulieren zu können, wurde hierzu auf Vorschlag der Schüler mit Hilfe von Wänden aus Pappe auf einem Grundbrett der Tresorraum nachgebildet, so daß die Lage der Lichtschranke nicht ohne weiteres auszumachen war. Ergänzend hierzu kam der Vorschlag, in der Wirklichkeit die Lichtschranke mit unsichtbarem infrarotem Licht zu betreiben.

Die elektronische Schaltung wurde jetzt entsprechend den vorausgegangenen Versuchen unter Verwendung eines Relais für die Speicherung des Alarms und eines weiteren Relais als Alarmmelder aufgebaut. Zusätzlich wurde eine optische Anzeige vorgesehen (Abb.9 und 10).

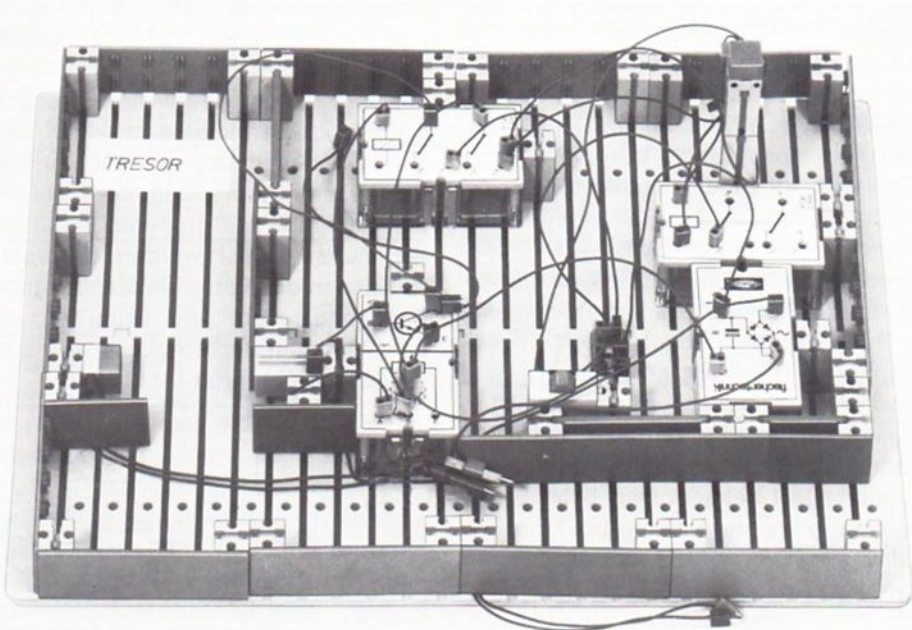


Abb. 10 Modell der Anlage

5. Schlußbetrachtung

Mit dem vorliegenden Unterrichtsbeispiel wurde der Versuch gemacht, einerseits im Rahmen des Lehrplans das Thema der Elektrizitätsleitung in Festkörpern am Beispiel der Halbleiter zu behandeln, andererseits die vorhandene Lücke eines von Schülern getragenen Experimentalunterrichts ein wenig zu schließen. Wie die von den Schülern erbrachten Stellungnahmen zur Unterrichtsreihe zeigen (eine Darstellung derselben würde den Rahmen dieses Artikels sprengen), darf der Versuch als gelungen betrachtet werden. Allgemein ist zu sagen, daß sich insbesondere

die Kompaktheit sowohl der einzelnen Bausteine als auch des ft-Baukastens u-t 4 im ganzen als sehr vorteilhaft erwiesen hat, denn die Versuche wurden in einem für Schülerübungen nicht geeigneten sogenannten Stufen-Hörsaal durchgeführt. Sie hätten ebenso in einem gewöhnlichen Klassensaal unter Verwendung einiger Netzverteilersteckdosen ausgeführt werden können, da der Platzbedarf äußerst gering war, ohne die Übersichtlichkeit der einzelnen Schaltaufbauten zu beeinträchtigen. Die Raumfrage braucht also kein Hindernis für experimentelles Arbeiten mit dem ft-Baukasten zu sein. ■

Sachinformation: Die Theorie der Halbleiter

1. Grundlagen

Atomaufbau und Kristallstruktur

Der Grundbaustein der Materie ist das Atom, das nach dem Bohrschen Atommodell aus dem Kern und den um ihn kreisenden Elektronen besteht. Die am weitesten außen kreisenden Elektronen stellen den Zusammenhalt mit dem Nachbaratom her; sie gehen Bindungen ein. Die Anzahl der äußeren Elektronen, die ein Element besitzt, um solche Bindungen einzugehen, bestimmt seine Wertigkeit oder Valenz. Sie sind auch für den Aufbau der Kristallstruktur verantwortlich.

Jedes Element ist bestrebt, beim Kristallaufbau einen möglichst stabilen Zustand einzunehmen. Dazu wären 8 Elektronen auf der äußeren Schale notwendig.

Halbleiter, wie z. B. Germanium und Silizium, sind vierwertig, d. h. sie haben vier Valenzelektronen.

Bei der Kristallbildung bekommt nun jedes Halbleiteratom von benachbarten Atomen je ein Elektron. Dabei dienen die eigenen Valenzelektronen den anderen Atomen ebenfalls wieder zur Ergänzung ihrer Schale. Jedes der Valenzelektronen stellt also zu seinem Nachbaratom eine Bindung her, da aber diesem das gleiche geschieht, ergibt sich zwischen zwei benachbarten Atomen immer eine Bindung durch zwei Valenzelektronen.

Im Kristallgitter erhält man so eine starke Bindung der Atome und festgelegte Elektronen. Dies spielt für die elektrische Leitfähigkeit eine große Rolle.

Ein guter elektrischer Leiter ist z. B. Kupfer. Hier sind die Atome im Kristallverband so angeordnet, daß sich einige Elektronen von ihren Atomkernen lösen können und sich relativ frei im Kristallgitter bewegen können. Die Anzahl der frei beweglichen Ladungsträger ist ein Maß für die Leitfähigkeit.

Bei den Isolatoren gibt es keine freien Ladungsträger.

Germanium und Silizium in reiner Form dürften – betrachtet man die Kristallstruktur – keine freien Elektronen haben, denn die Valenzelektronen sind im Kristallgefüge gebun-

den. Dies gilt aber nur im Bereich des absoluten Temperaturnullpunktes (-273°C), denn bei dieser Temperatur vollziehen die Atome noch keine Wärmeschwingungen. Mit steigender Temperatur wird diese Wärmeschwingung stärker, so daß einige Valenzelektronen aus ihren Bindungen gerissen werden. Es entstehen freie Ladungsträger. Die Valenzelektronen werden damit zu Leitungselektronen. Überall wo nun Elektronen aus ihren Bindungen gerissen werden, entstehen sogenannte „Löcher“, auch Defektelektronen genannt, da dem zurückbleibenden Atom eine negative Ladung fehlt. Es ist somit positiv geladen.

Legt man nun eine Spannungsquelle an das Halbleitermaterial, so bewegen sich die Leitungselektronen zum positiven Pol der Spannungsquelle. Nun können diese Elektronen aber auch von bereits entstandenen Löchern angezogen werden. Damit füllen sie zwar Löcher aus, hinterlassen aber an anderer Stelle neue Löcher.

Während sich die Elektronen zum Minuspol bewegen, rücken die entstehenden Löcher zwangsläufig in umgekehrter Richtung zum Pluspol der Spannungsquelle.

Temperaturverhalten des Halbleitermaterials

Die Tatsache, daß mit zunehmender Erwärmung des Halbleitermaterials die Leitfähigkeit verbessert wird, macht sich bei allen Halbleitern bemerkbar. In Halbleitern wird dieser Effekt technisch ausgenutzt.

Dotierung von Halbleitermaterial/ n-Leitfähigkeit, p-Leitfähigkeit

Diese beim Temperaturverhalten beschriebene geringe Leitfähigkeit reicht aber keineswegs aus, um größere Ströme zuzulassen. Man muß deshalb die Leitfähigkeit des Halbleiters bewußt vergrößern. Dies geschieht durch das Dotieren. Darunter versteht man ein gezieltes Verunreinigen des Halbleitermaterials mit Stoffen höherer oder niedrigerer Wertigkeit. Diese Fremdatome nehmen dann innerhalb des Kristallgitters Plätze der Halbleiteratome ein.

Dotiert man z. B. Silizium mit dem fünfwertigen Antimon, so bleibt pro Antimon-Atom ein Valenzelektron übrig, da innerhalb des Kristallgitters von Silizium entsprechend der Wertigkeit nur 4 Valenzelektronen gebunden werden können. Man erhält also einen gezielten Elek-

tronenüberschuß. Diese ungebundenen Valenzelektronen führen zur sogenannten n-Leitfähigkeit (= negativ, da Elektronen als Träger negativer Ladung gelten). Weitere fünfwertige Dotierungsstoffe sind Phosphor und Arsen. Weil sie Elektronen spenden, nennt man sie auch Donatoren.

Dotiert man mit dreiwertigen Stoffen (z. B. Indium, Gallium, Aluminium), so fehlen für den normalen Kristallgitteraufbau Elektronen, da sich der Dotierungsstoff dem Halbleitermaterial anzupassen versucht. Es bleiben sogenannte „Löcher“. Diese freibeweglichen Löcher verhalten sich elektrisch wie positive Ladungen. Die durch diese Dotierungsstoffe verursachte Leitfähigkeit wird auch als p-Leitung bezeichnet. Man erhält nun – je nach Dotierung – ein n-leitendes oder p-leitendes Halbleitermaterial. Das bedeutet, daß die Stromleitung im ersten Fall von der Bewegung der Elektronen abhängt, bei p-Leitung von der Bewegung der „Löcher“.

2. Der Fotowiderstand

Der Fotowiderstand ist ein elektronisches Bauelement, das seinen Widerstandswert in Abhängigkeit von der auf ihn treffenden Beleuchtungsstärke ändert. Man bezeichnet ihn deshalb als lichtabhängigen Widerstand (light dependent resistor), kurz LDR.

Er besteht in vielen Fällen aus dem n-leitenden Cadmiumsulfid, in das Kupferchlorid als Störstellen eingelagert ist, das die Funktion hat, bereits bei geringer Lichtenergiezufuhr eine Ablösung von Ladungsträgern zu ermöglichen. In Abhängigkeit von der Beleuchtungsintensität dieser Cadmiumsulfidschicht werden also Ladungsträger frei, die die Leitfähigkeit des Halbleitermaterials erhöhen. Auf das Cadmiumsulfid sind zwei kammartige Elektroden aufgedampft, die der Stromzuführung dienen. Schaltet man den Fotowiderstand in Serie mit einem Verbraucher (Lampe oder anderer Widerstand) in einen Stromkreis, so fließt ein nur geringer Strom, wenn der Fotowiderstand nicht beleuchtet ist.

Bei stärkerer Beleuchtung, d. h. größerer Leitfähigkeit des Fotowiderstandes, steigt bei gleichbleibender Versorgungsspannung die Stromstärke in diesem Stromkreis an.

Der Widerstandswert des Fotowiderstandes sinkt bei sehr heller Beleuchtung auf ca. 30 Ohm. Sein Dunkelwiderstand (Widerstandswert nach

30 Minuten absoluter Dunkelheit) liegt bei ca. 10 Megaohm.

3. Die Halbleiterdiode

Die Halbleiterdiode besteht aus einem Germanium- oder Siliziumkristall, dessen eine Hälfte positiv und dessen andere Hälfte negativ dotiert ist. Den Grenzbereich zwischen beiden Schichten nennt man p-n-Übergang. Im Grenzbereich diffundieren Elektronen und Löcher in entgegengesetzten Richtungen durch die Grenzfläche hindurch in das Gebiet der anderen Ladungsträger, d. h. Elektronen wandern in den p-Bereich, Löcher wandern in den n-Bereich. Hier neutralisieren die Überschusselektronen des n-Leiters die Defektelektronen oder Löcher des p-Leiters und umgekehrt. Dadurch bildet sich eine dünne Schicht aus, die ohne bewegliche Ladungsträger ist.

Diese Schicht ohne Ladungsträger nennt man Sperrschicht.

Im p-Bereich läßt sich die Grenzschicht durch die Abwanderung von Löchern und durch das Zuwandern von Elektronen negativ auf, im n-Bereich bildet sich durch den umgekehrten Vorgang eine geringfügig positive Spannung aus. Diese dem Potential des dotierten Stoffes entgegengerichtete Spannung verhindert, daß weitere Elektronen und Löcher durch die Grenzschicht diffundieren (Abb. 1a und 1b).

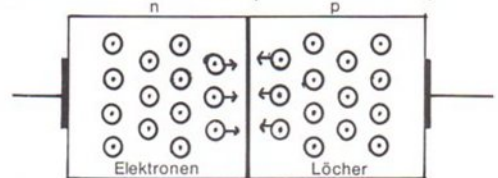


Abb. 1a Diffusion von Ladungsträgern

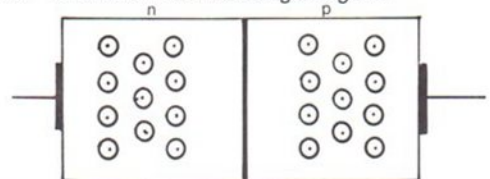


Abb. 1b Sperrschicht

Wesentlich für die Diode ist nun, daß diese Grenzschicht von außen beeinflussbar, steuerbar ist.

Schließt man die Diode über einen Verbraucher (ohne Verbraucher würde ein zu großer Strom die Diode zerstören) so an eine Spannungsquelle an, daß an der n-dotierten Seite plus und an der p-dotierten Seite minus liegt, so werden die Elektronen vom positiven Pol und

die Löcher vom negativen Pol angezogen. Dadurch verbreitert sich der von Ladungsträgern freie Übergang noch mehr, die Diode wird noch hochohmiger, sie ist in Sperrichtung geschaltet (Abb. 2a).

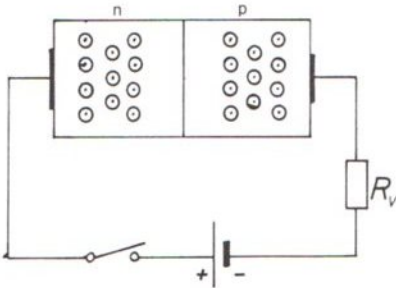


Abb. 2a Polung in Sperrichtung

Polt man dagegen die Spannungsquelle um, d. h. an der n-dotierten Seite liegt nun negatives Potential und an der p-dotierten Seite positives Potential, so werden die freien Ladungsträger in die Sperrichtung hineingedrückt. Mit zunehmender Spannung verkleinert sich die Sperrichtung und ist beim Erreichen der Antidiffusionsspannung, auch Schleusenspannung genannt (0,3 V Germanium, 0,7 V Silizium) abgebaut. Der p-n-Übergang ist jetzt leitfähig. Die Diode ist in Durchlaßrichtung betrieben (Abb. 2b).

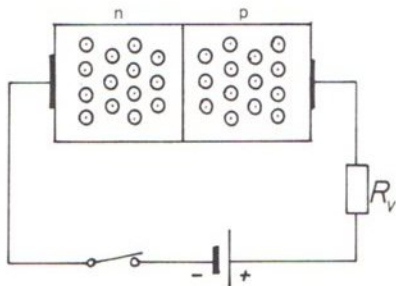


Abb. 2b Polung in Durchlaßrichtung

Damit hat also die Diode Ventilcharakter. In einer Richtung sperrt sie den elektrischen Strom, sie ist sehr hochohmig; in der anderen Richtung ist sie stromdurchlässig.

4. Der Transistor

Aufbau

Ein Transistor besteht im Prinzip aus drei Halbleiterschichten: zwei gleichdotierten äußeren und einer entgegengesetzt dotierten inneren Schicht. Die beiden gleichdotierten Schichten nennt man Emitter (E) bzw. Kollektor (C),

die dazwischen liegende Schicht Basis (B). Jede der drei Schichten besitzt einen entsprechend bezeichneten Anschluß. Je nach der Schichtenfolge unterscheidet man zwei Typen von Transistoren: den pnp- und den npn-Transistor. Da der letztgenannte im Transistor- und Verstärkerbaustein des u-t 4 eingebaut ist, soll seine Funktionsweise nachfolgend kurz beschrieben werden:

Durch die drei nebeneinander liegenden Halbleiterschichten erhält man zwei pn-Übergänge.

Funktion

Liegt keine Spannung an den Schichten an, so erhält man zwei an Ladungsträgern verarmte Schichten (man könnte sich vorstellen, daß zwei Dioden gegeneinander in Reihe liegen, Abb. 3a).

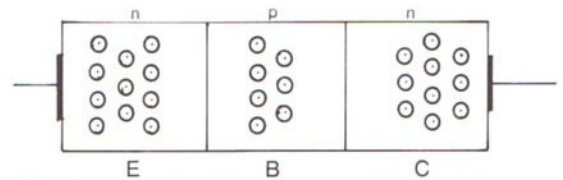


Abb. 3a

Legt man nun die rechte n-Schicht an den Pluspol einer Batterie und die linke n-Schicht an den Minuspol (Abb. 3b), so wird sich die rechte Grenzschicht verbreitern, da der Pluspol der Batterie die negativen Ladungsträger der rechten Schicht anzieht und die positiven Ladungsträger der mittleren Schicht abstößt.

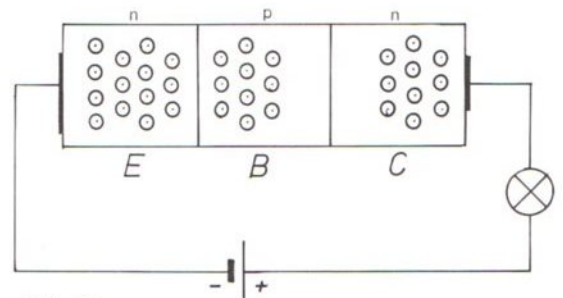


Abb. 3b

Der Minuspol der Batterie dagegen drückt die negativen Ladungsträger der linken Schicht nach rechts und zieht die positiven Ladungsträger der mittleren Schicht an, damit ist die linke Grenzschicht mit Ladungsträgern aufgefüllt. Sie könnte leiten.

Die rechte Grenzschicht sperrt jedoch, so daß in dem Stromkreis noch kein Strom fließt. Die Lampe bleibt dunkel.

Bisher waren allerdings auch nur Kollektor und Emitter angeschlossen. Schließt man noch die Basis nach Abb. 4a über eine zusätzliche Batterie an, so brennt die Lampe. Da hier der Emitter zweimal angeschlossen ist (an beiden Batterien), spricht man von Emitterschaltung.

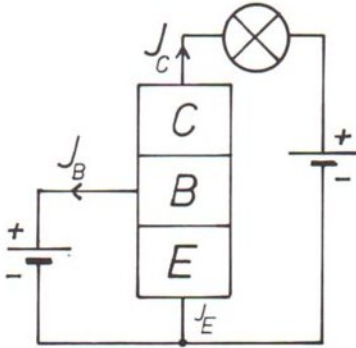


Abb. 4a Hier deuten die Pfeile die Bewegungsrichtung der Elektronen an!

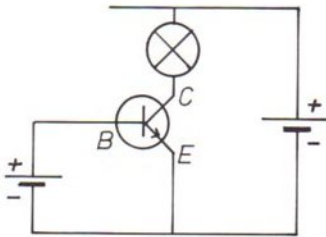


Abb. 4b

Sobald die Spannung in der in Abb. 4a und 4b angegebenen Weise anliegt, beginnen Elektronen der Emitterschicht in die Basis einzuziehen. Da nun diese Schicht sehr dünn ist (ca. 0,03 mm) und außerdem i. a. schwächer dotiert als die beiden anderen Schichten, durchdringt ein Großteil der Elektronen (ca. 99%) aufgrund ihrer Trägheit bzw. kinetischen Energie und der infolge der zwischen Emitter und Kollektor wirksamen Spannung (elektrische Anziehungskräfte!) den als Sperrschicht wirkenden p-n-Übergang zwischen Basis und Kollektor und bildet so den Kollektorstrom I_C . Der Rest der Elektronen (ca. 1%) fließt über die Basis direkt zum Emitter zurück (Basisstrom I_B).

Man kann nun die Stärke des Kollektorstromes (der ja ungefähr gleich der Stärke des Emitterstromes ist: $I_C = I_E - I_B$) in weiten Grenzen durch den relativ schwachen Basisstrom stufenlos und praktisch trägheitslos steuern, indem man die Spannung zwischen Emitter und Basis mit einem regelbaren Widerstand (Potentio-

meter, Fotowiderstand) in der gewünschten Weise verändert und so den Basisstrom reguliert.

Legt man negatives Potential an die Basis, dann bildet sich zwischen Basis und Emitter eine zusätzliche Sperrschicht; die Sperrwirkung des Transistors ist noch stärker.

Man kann die Basis so „züchten“, daß ein sehr kleiner Basis-Strom im Steuerstromkreis genügt, um im Laststromkreis einen kräftigen Kollektor-Strom fließen zu lassen. Man spricht dann von einer hohen Stromverstärkung.

Ansteuerung des Transistors

Für die Steuerung des Transistors ist der Basisstrom maßgebend. Ein über den veränderbaren Vorwiderstand geänderter Basisstrom führt zu einem geänderten Kollektor-Emitter-Strom.

Dieser Basisstrom ist aber wieder von der Basis-Emitter-Spannung abhängig. Das ist die Spannung, die zwischen den beiden Anschlüssen Basis und Emitter anliegt.

Da die Basis-Emitter-Strecke des Transistors als Diode betrachtet werden muß, benötigt sie, um leitfähig zu werden, wie eine Diode eine Spannung, die der in der Diode aufgebauten Antidiffusionsspannung entspricht. Dies ist die Basis-Emitter-Spannung. Sie beträgt bei Silizium ca. 0,7 V.

Bis ca. 0,5 V Basis-Emitter-Spannung bleibt der Transistor gesperrt. Unterhalb dieser für die Basis-Emitter-Diode entscheidenden Schwellenspannung fließt kein Basisstrom und damit auch kein Kollektorstrom.

Mit langsam ansteigender Basis-Emitter-Spannung steigt sehr schnell der Basisstrom an (Eingangskennlinie). Diesem wiederum entspricht ein vom Stromverstärkungsfaktor abhängiger Kollektorstrom. In dem Bereich zwischen 0,55 und 0,7 V bringen geringste Spannungsänderungen über die Basisstromänderung eine starke Änderung des Kollektorstromes. Dies ist wichtig für die Verwendung des Transistors als Verstärker.

Im Bereich von 0,7 bis 0,9 V Basis-Emitter-Spannung ist die Basis-Emitter-Strecke sehr niederohmig. Der Transistor hat die sogenannte Basis-Emitter-Sättigungsspannung erreicht. Um den Kollektorstrom auf den möglichen Maximalwert ansteigen zu lassen, muß der Basisstrom ebenfalls verhältnismäßig stark ansteigen. Dieser Bereich ist wichtig für den Transistor im Schalterbetrieb.

Der Transistor als Schalter

Um den Transistor als Schalter einzusetzen, muß die Kollektor-Emitter-Strecke einmal zuverlässig sperren, zum anderen möglichst niederohmig werden, um den erforderlichen Laststrom zu ermöglichen. Dieses Verhalten im Laststromkreis wird durch entsprechendes Ansteuern über die Basis erreicht. Fließt ein entsprechender Basisstrom, so ist der Kollektorstrom groß, der Transistor wirkt dann als geschlossener Schalter. Um ein sicheres Durchsteuern des Transistors zu erhalten, übersteuert man den Transistor mit dem 2- bis 5fachen des Basisstroms, der für den geforderten Kollektorstrom notwendig wäre.

Fließt kein Basisstrom, d. h. die Basis-Emitter-Spannung liegt unter 0,5 V, dann fließt auch kein Kollektorstrom. Damit wirkt der Transistor wie ein offener Schalter.

Gleichzeitig wird hier aber deutlich, daß der Transistor nicht nur als Schalter, sondern wie das Relais auch als **Schaltverstärker** wirkt, da zur Steuerung des Laststroms nur geringe Steuerströme benötigt werden.

Allerdings ist der Transistor, wie wir aus den vorangegangenen Überlegungen wissen, kein typischer Schalter; er muß entsprechend angesteuert werden. Ist der Basisstrom nicht groß genug, so fließt zwar Kollektorstrom, aber die Lampe brennt nicht hell, oder das Relais hat noch nicht angezogen.

Im Schalterbetrieb kommt es also für den Transistor auf zwei Zustände an:

1. Kollektor-Emitter-Strecke sehr hochohmig. Es fließt kein Basisstrom und damit kein Laststrom. Der Transistor wirkt als offener Schaltkontakt.

2. Kollektor-Emitter-Strecke möglichst niederohmig. Dazu wird der Transistor über einen entsprechenden Basisstrom aufgesteuert. Es fließt ein kräftiger Laststrom, dadurch wirkt der Transistor als geschlossener Schaltkontakt.

Bei Transistoren im Schalterbetrieb muß man darauf achten, daß der Übergang vom einen Schaltzustand in den anderen möglichst schnell erfolgt, da der Transistor in dem Zwischenbereich – in dem er noch nicht ganz aufgesteuert ist oder ganz sperrt – wie ein Vorwiderstand im Laststromkreis wirkt. Das bedeutet, daß er sich wie jeder Widerstand erwärmt.

Wegen der bei den Leitungsvorgängen stets auftretenden Wärme muß bei entsprechend

großen Strömen für eine genügende Kühlung gesorgt werden. Hierzu dient der Kühlstern, der für die Abstrahlung der Wärme sorgt. Zur Begrenzung der Ströme auf das höchstzulässige Maß ist in der Basiszuleitung ein Vorwiderstand eingebaut. Der Kollektor-Emitter-Kreis muß aus dem gleichen Grund stets einen Lastwiderstand (Relaiswicklung, Glühlampen) enthalten.

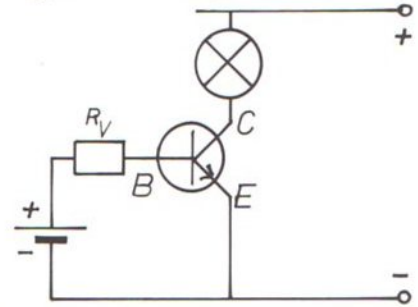


Abb. 5

Die Ansteuerung der Basis

Für die Ansteuerung der Basis eines Transistors sind drei Schaltungsvarianten möglich, wobei die dritte die häufigste ist.

1. Die Basis liegt über einem Vorwiderstand am positiven Potential einer zweiten Spannungsquelle (Abb. 5).

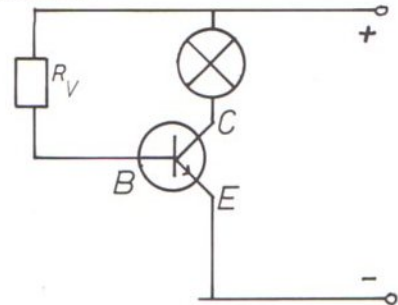


Abb. 6

2. Die Basis liegt über einem Vorwiderstand am positiven Potential derselben Spannungsquelle wie der Laststromkreis (Abb. 6).

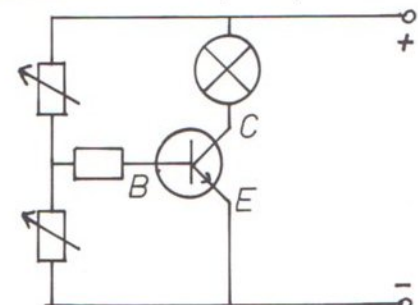


Abb. 7

3. Die Basis erhält über einen Spannungsteiler positives Potential. Dabei kann dieser Spannungsteiler aus zwei veränderbaren Widerständen gebildet werden (Abb. 7).

Produktinformation

Unterrichtshilfen zu den Lernbaukästen u-t 3 und u-t 3/1.

Für die Hand des Lehrers ist folgende Broschüre erschienen:

Armin Keßler – Gerhard Ruckwied: 3 A 2

„Schwachstromanlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung“

Fischer-Werke, Tumlingen-Waldachtal 1977.

Art. Nr. 39313 1

Preis DM 7,80 zuzügl. Mehrwertsteuer.

Die Broschüre enthält auf 84 Seiten fast 200 Abbildungen. In den Heften der Reihe A werden technische Informationen und Modellbeispiele aus dem Lernbereich Elektrotechnik vorgestellt; in diesem 2. Heft der Reihe A werden speziell elektrotechnische Probleme der Überwachung, Steuerung und Regelung behandelt.

Es wird gezeigt, aus welchen elementaren Baugruppen Anlagen mit Überwachungs-, Steuerungs- oder Regelungsfunktionen bestehen, welche Teilfunktionen diese Baugruppen ausüben und wie sie sich im Modell darstellen lassen, und es wird erklärt, welche Baugruppen in welcher Weise kombiniert werden müssen, um die geforderte Funktion der Anlage zu erfüllen. Entsprechend der beiden Hauptanliegen 1. Erklärung der Funktion elementarer Baugruppen und 2. Beschreibung der Funktionsweise von Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsanlagen ist die Darstellung in zwei Teile gegliedert.

1. Baugruppen für Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsanlagen

Hier werden wichtige Baugruppen in ihrer Funktionsweise beschrieben, und an Beispielen wird gezeigt, wie diese Funktionen im Modell dargestellt werden können. Im Mittelpunkt stehen die verschiedenen Baugruppen der Funktionseinheit „Schaltvorrichtungen“ und der Funktionseinheit „Energiewandler“. Beide Funktionseinheiten stellen die Hauptbestandteile solcher Anlagen dar und kehren in den Anlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung in vielfältigen Kombinationen immer wieder.

Einige Beispiele: Mechanisch betätigte Schalter und Taster, elektromagnetisch betätigte Schalter, thermisch betätigte Schalter, durch Licht betätigte Schalter.

Als Energiewandler dienen: Elektromagnet, Motor und Getriebe, Meldegeräte, Zählwerke.

2. Anlagen zur Überwachung, Steuerung und Regelung

Hier wird an zahlreichen Beispielen gezeigt, wie sich ganze Anlagen im Modell darstellen lassen.

Durch die Beispiele soll deutlich werden,

– welche der Baugruppen, die im ersten Teil beschrieben wurden, benötigt werden, um die geforderten Funktionen zu erfüllen;

– welches besondere mechanische und schaltungstechnische Zusammenwirken der Funktionen der elementaren Baugruppen notwendig ist, damit die gewünschte Gesamtfunktion der Anlage erfüllt ist.

Die ausgewählten Modellbeispiele der beiden Teile decken alle einschlägigen Themen aus den Lehrplänen der verschiedenen Bundesländer ab. Einige Beispiele sind in keinem Lehrplan enthalten. Sie werden mitgeteilt, damit interessierte Lehrer einen zusammenhängenden Überblick über den Bereich Überwachen, Steuern und Regeln erhalten und in Schülerarbeitsgemeinschaften ein zusätzliches Angebot machen können.

Einige Beispiele: Wasserstandsmelder, Temperaturwarnanlage, Alarmanlage, Dämmerungsschalter, Programmsteuerung, Temperaturregelung, Füllstandsregelung.

Bei jeder Baugruppe und jedem Anlagentyp werden jeweils in einer Art Sachanalyse die technischen Sachverhalte geklärt und dann in den Beispielen gezeigt, wie diese Sachverhalte in funktionstüchtigen Modellen überführt werden können.

Die Analysen und Beispiele unterstützen den Lehrer in folgenden Aufgaben:

– Zuordnen von Einzelthemen zu Themenbereichen des Lehrplans,

– Bestimmen des Schwierigkeitsgrades und damit Anpassung der thematischen Aufgaben an den Ausbildungsstand der Schüler und die Ausstattung der Schule,

– Klärung der technischen Funktionen und ihres Zusammenhangs und dadurch Möglichkeiten der Planung zielgerichteter Lernprozesse und sachgemäßer Lernhilfen.

Für den Bau der Modelle ist die Verwendung der Lernbaukästen u-t 3/1 bzw. u-t 3 in Verbindung mit den Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2 vorgesehen.

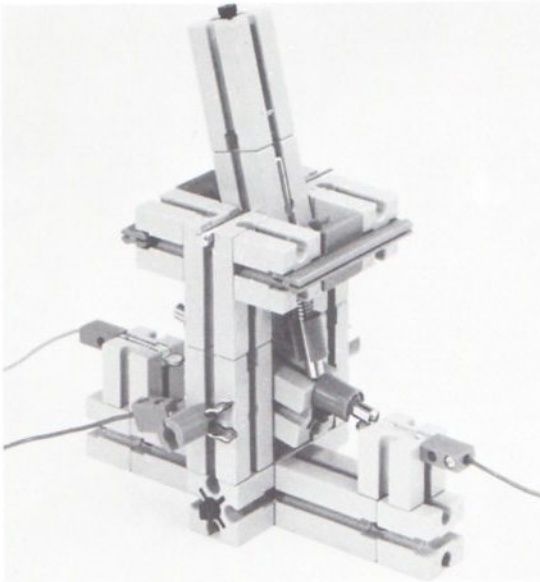


Abb. 1 Kippschalter

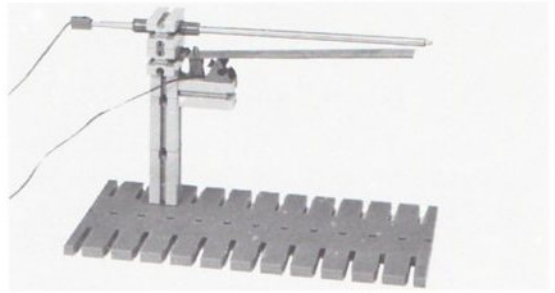


Abb. 2 Bimetall als Schaltkontakt

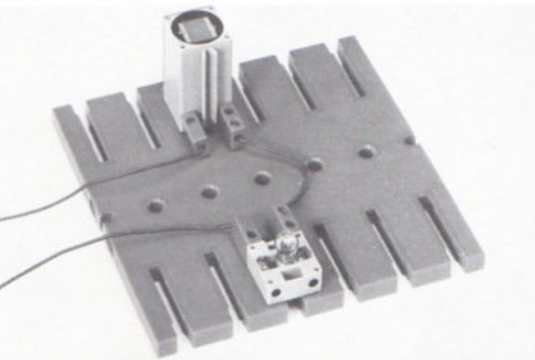


Abb. 3 Fotowiderstand als Schalter

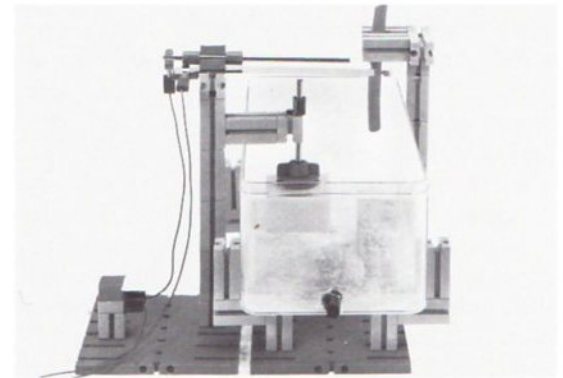


Abb. 4 Wasserstandsmelder

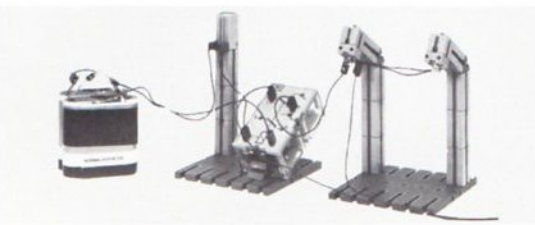


Abb. 5 und 6 Dämmerungsschalter

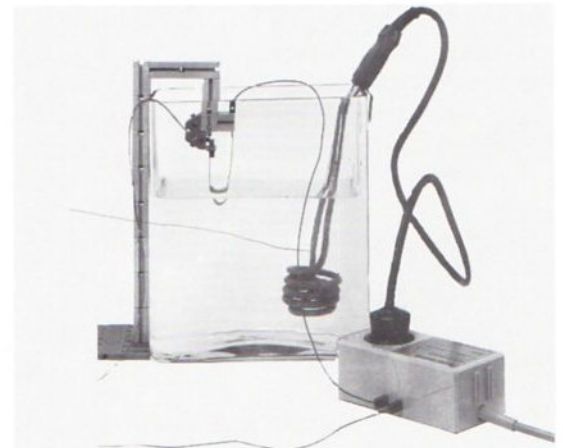


Abb. 7 und 8 Temperaturregelung/Aquarienneheizung

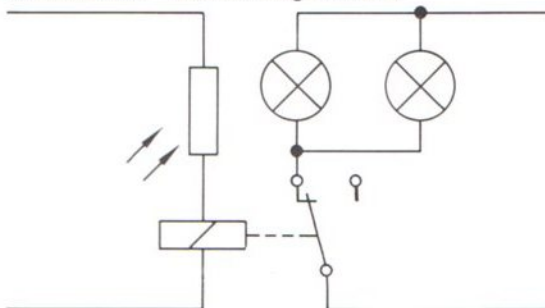


Abb. 6

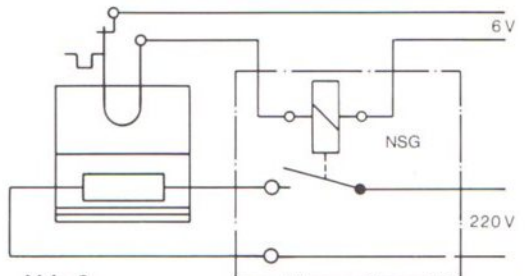


Abb. 8

Mitteilung der Fischer-Werke

Zum Bezug der fischertechnik-Lernbaukästen

Mit der immer größer werdenden Anzahl der Schulen, die fischertechnik-Lernbaukästen im Unterricht einsetzen, wächst die Zahl der Lehrkräfte, die Antwort auf technische Fragen suchen.

Schon bisher haben wir versucht, den Lehrern zu helfen. Seit 1969 wurden von den Fischer-Werken tausende von Broschüren u. ä. mit Hinweisen zum Unterricht verteilt, Unterrichtshilfen (Lehrerhandbücher) entwickelt, Forschungs- und Examensarbeiten unterstützt.

Mit dem „*Forum technische Bildung*“ wird seit 1973 ein für Lehrer kostenloser Informationsdienst herausgegeben. 71 Unterrichtsbeispiele aus allen Schulstufen wurden in den Heften 1/73 bis 1/77 veröffentlicht.

Da die Baukästen bisher vom Handel bezogen wurden, blieben die Bezieher dem Werk häufig unbekannt. Um die Betreuung zu intensivieren und die Wünsche besser kennenzulernen, suchen die Fischer-Werke den direkten Kontakt. *Das fischertechnik-Schulprogramm wird deshalb ab 1. März 1977 direkt vom Werk an die Schulen geliefert. Die Schulen können das gesamte Schulprogramm entweder direkt bei den Fischer-Werken oder auch nach wie vor beim Lehrmittel-Fachhandel – zur Weiterleitung ans Werk – bestellen.*

Es ist sichergestellt, daß die Schulen das Schulprogramm günstig anschaffen können und darüber hinaus vom Werk unterstützt werden, z. B. durch

1. fachkundige, persönliche Beratung vor und nach dem Kauf,
2. einfachen Bezug von didaktischen und technischen Anleitungen, von Ersatzteilen und Bauelementen, sowie von einzelnen Baukästen, z. B. für Erprobungen,
3. kostenloses Informationsmaterial über die speziellen Programme für die verschiedenen Schularten,
4. kostenlosen Bezug der Zeitschrift „*Forum technische Bildung*“,

5. Informationsveranstaltungen mit Fachreferenten.

Bitte fordern Sie bei Bedarf Angebotsunterlagen und Informationsmaterial für Ihre Schule und für Ihren Unterricht an. Der zuständige Schulfachberater der Fischer-Werke ist gerne bereit, Sie unverbindlich zu beraten.

Adresse:

Fischer-Werke, Artur Fischer GmbH & Co. KG,
Abteilung Schule, 7244 Tumlingen-Waldachtal 3,
Telefon 0 74 43 - 121

Die Anschriften der Schulfachberater für das fischertechnik-Schulprogramm:

- | | |
|---|--|
| 60 Berlin | Horst Rothe
Cosmarweg 58
1000 Berlin 20
Tel.: (0 30) 3 66 10 01 |
| 73 Bayern | Wolf-Rüdiger Adolph
Forstenrieder Allee 130
8000 München 71
Tel.: (0 89) 7 55 25 61 |
| 74 Baden-Württemberg | Fritz Aichinger
Breite 92
7450 Hechingen 6
Tel.: (0 74 71) 49 14 |
| 75 Hessen
Rheinland-Platz
Saarland | Hans-Georg Schulz
Helgenwald 4
6301 Fernwald-Annerod
Tel.: (06 41) 4 35 58 |
| 76/77 Nordrh.-Westf.
– Münster
– Düsseldorf
– Arnsberg
– Köln | Klaus Franz
Yorkstraße 27
5600 Wuppertal 11
Tel.: (02 02) 78 29 03 |
| 78 Nordrh.-Westfalen
– Detmold
Niedersachsen
– Süd
Kassel | Walter Geßl
Ossietzkyring 44
3000 Hannover
Tel.: (05 11) 46 71 44 |
| 79 Niedersachsen
– Nord
Schleswig-Holstein
Hamburg
Bremen | Heinz-Dieter Teppe
Am Weiher 5
3110 Uelzen 2
Tel.: (05 81) 1 71 65 |