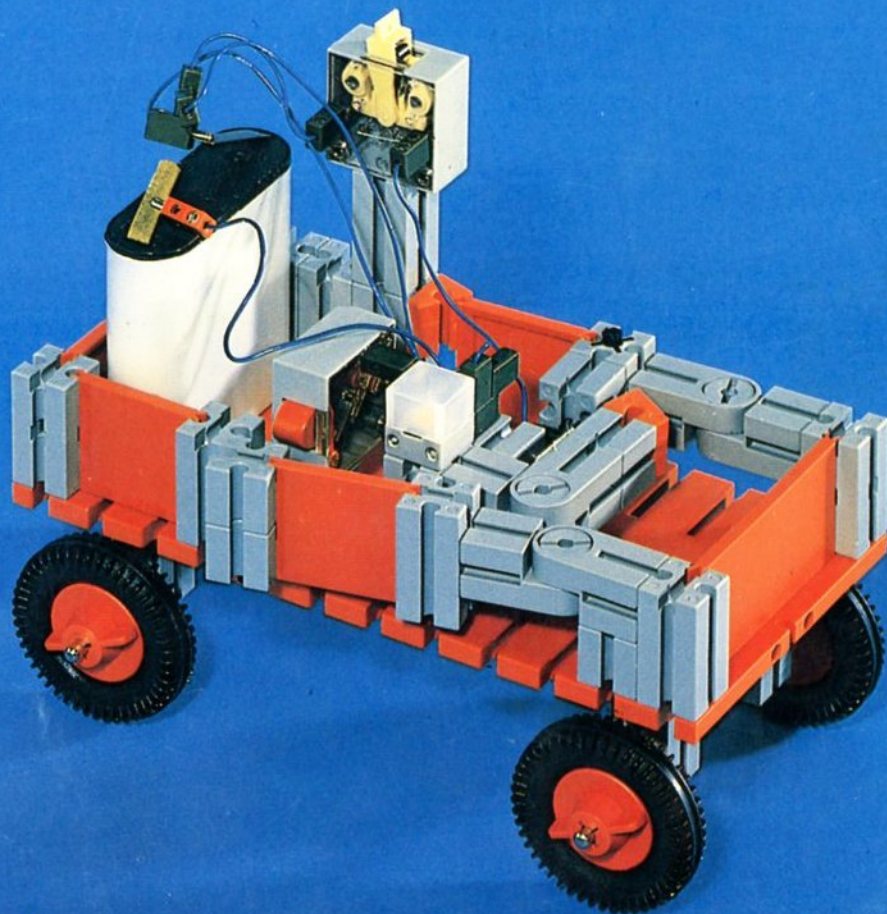


Elektrotechnik

Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung in der Sekundarstufe I



© by Fischer-Werke Artur Fischer, Tümlingen 1979

ISBN-Nr. 3-7883-0152-X

Art.Nr. **6 39271 1**

Gesamtherstellung: C. F. Müller, Großdruckerei und Verlag GmbH, Karlsruhe

Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung: Elektrotechnik in der Sekundarstufe I

Ein Erfahrungsbericht mit 95 Abbildungen
von Klaus Lindemann, Rolf Möhlenbrock

Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen
Neckar-Verlag, Villingen

INHALT

Vorwort	
Einleitung	1
1 Didaktische Vorbemerkungen	5
2 fischertechnik-Schalter	10
3 Autobeleuchtung (außen)	13
4 Innenbeleuchtung eines Pkw	27
5 Auto-Blinkanlage	34
6 Elektrisches Schiebedach	46
7 Lichtmaschine (Generator) und Anlasser (Motor) – elektromechanische Energiewandler im Auto	54
Hinweise zur Unterrichtsorganisation	70
Kontrolle des Lernerfolgs	
Aufgaben für die Unterrichtsbeispiele	71

Vorwort

Mit diesem Buch setzen wir unsere Berichterstattung über Unterrichtsbeispiele fort, die wir 1972 begonnen haben. Ihren Ausgang nahm diese Versuchsarbeit in der Grundschule¹; inzwischen ist sie über das 5. und 6. Schuljahr² mit diesem Erfahrungsbericht bis in die Sekundarstufe I vorgestoßen. Damit haben wir 65 Unterrichtsthemen praktisch erprobt, die bei weitem größte Zahl davon in mehreren Durchgängen. Daß es so viele werden konnten, hat seinen Grund hauptsächlich darin, daß wir die theoretischen Ansprüche nicht zu hoch angesetzt und stattdessen den Schwerpunkt unserer Anstrengungen in die Praxis gelegt haben.

Unterstützung wurde uns von vielen Seiten zuteil. So sind wir besonders Herrn Professor Dr. Carl Schietzel zu großem Dank für seine Anregungen und kritischen Hinweise verpflichtet. Für Unterstützung bei der Durchführung der Unterrichtsversuche danken wir insbesondere Herrn Rüdiger Raufuß. Herr Werner Adomeit half bei der Bereitstellung der

¹) Raabe, Schietzel, Vollmers: Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung in der Grundschule, Tumlingen und Braunschweig 1972

²) Pfeiffer, W. u. a.: Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. und 6. Schuljahr, Tumlingen und Braunschweig 1974

technischen Ausrüstung für die Unterrichtserprobungen. Herr Hans-Joachim Staufenbiel besorgte die photographischen Arbeiten.

Der Firma R. Bosch GmbH, Stuttgart, insbesondere Mitarbeitern im Verkaufshaus Hamburg sowie der Daimler-Benz AG, Werk Sindelfingen sind wir verpflichtet, weil sie uns mit Bildmaterial, Konstruktionsunterlagen und Prospekten bereitwillig geholfen haben.

Die Unterrichtsbeispiele sind eine Vorbereitungshilfe für einen Lernbereich, der in der ersten Entwicklung ist. Technik-Unterricht muß sich noch durchsetzen. Neue Freunde, deren er sehr bedarf, wird er auf die Dauer nur dadurch gewinnen, daß eigene Unterrichtserfahrungen in diesem neuen Lehrgebiet von seiner Bedeutung, von seiner Anregungskraft und didaktischen Qualität überzeugen. *Der Durchgang durch die Praxis*, den wir in den vergangenen fünf Jahren vollzogen haben, *beweist* es zwingender, als alle Argumente es vermöchten: *Technisches Werken ist Unterricht des höchsten kognitiven Niveaus, von den darüber hinausgehenden Qualitäten zu schweigen.*

Mai 1979

Die Verfasser

Einleitung

Die hier veröffentlichten Unterrichtsbeispiele zum *Lernbereich Technik für Schüler der Sekundarstufe 1* sind von den Verfassern angesichts ihres Unterrichts entworfen und mit ihren Schülern im Unterricht erprobt worden. Ihre Unterrichtsbeispiele wollen wie Beispiele verstanden werden – als *Anregungen und Hilfen für Unterricht*, zu dem sie den Leser animieren wollen.

Guter Unterricht, ob man ihn direkt oder durch Bericht und Lektüre miterlebt und nachvollzieht, ist immer beispielgebend. Er regt zur Nachahmung an. Solche Nachahmung ist nicht Kopie. Sie bedeutet *Anlehnung an ein Beispiel dem Sinne nach*. Beispiele werden *benutzt*, und das heißt, nach den jeweiligen persönlichen und sachlichen Gegebenheiten variiert und angepaßt. Beispiele regen zu eigenen Entschlüssen an und sind das Gegenteil eines Rezepts.

Beispiele zeigen Unterrichtswege auf, die dem Leser bisher verborgen geblieben sind oder die er bisher gemieden hat. Sie können dabei auch Hinweise auf *Unterrichtsmaterial* enthalten, das dem Leser bisher fremd geblieben ist. Dies letztere ist möglicherweise für manchen Leser der Fall, soweit es sich um *technische Baukästen* handelt. Die Beispiele dieses Buches sind allesamt mit technischen Baukästen durchgeführt worden, einem didaktischen Hilfsmittel, das vor zehn Jahren in den Schulen noch völlig unbekannt gewesen ist. Bei der Wahl eines technischen Baukastens haben die Autoren sich für die Fischertechnik entschieden, ein didaktisch besonders hochqualifiziertes, zudem in seinen Materialeigenschaften bisher unübertroffenes Lernmaterial.

Technische Baukästen sind im Schulsektor ein den bekanntesten Lehrmitteln des Physik- und Chemieunterrichts analo-

ges Unterrichtsmaterial. Unter technischem Aspekt werden sie durch drei Hauptmerkmale charakterisiert – durch Vorfertigung, durch Normierung und durch Präzision. Als *vorgefertigte Bauteile* stehen die Baukastenelemente hinsichtlich ihres Fertigungsgrades zwischen den Fertigteilen der Industrie – Auto; Fertighaus –, die nur noch an ihren Platz zu bringen sind (Montage), und dem Halbzeug – Bretter; Bleche; Gewebe –, das vom Handwerker weiterverarbeitet wird. Dieser Platz zwischen in der Verwendung festgelegtem Montagmaterial und handwerklicher Bearbeitung bedürftigem Halbzeug verschafft den Baukastenelementen eine *optimale didaktische Qualität*. Sie haben *Freiheitsgrade* der kreativen Verwendung in einer Zahl, wie sie keinem anderen Medium zukommt.

Diese didaktische Auszeichnung gewinnen die Baukastenelemente im Zusammenhang mit ihrer *Normierung*. Schon die Klötze des kulturgeschichtlich alten Holzbaukastens sind normiert, aber erst das Kind etwa vom zweiten Schuljahr an, das *technische* Baukästen benutzt, macht von dieser Eigenschaft sinngemäßen Gebrauch. Die Maß- und Formbeschränkung durch Normung beschränkt die Verwendungsmöglichkeiten nicht, wie vordergründig vermutet werden könnte, sondern vermehrt sie. Erst durch die Normierung erhält das Material seine große *Einsatzvariabilität*.

Normierung wiederum setzt *Präzision* voraus. Moderne technische Baukästen sind Präzisionsprodukte von einem Anspruch, der mit demjenigen technischer Geräte und Maschinen gleicher Größenordnung Schritt hält. Der Umgang mit einem solchen Material im Spiel oder im Unterricht beeinflusst schon als solcher den mit dem technischen Baukasten beschäftigten Benutzer: *die in das Spiel- und Lernmaterial eingegebenen technologischen Eigenschaften übertragen sich im Gebrauch*. Der Unterricht, der auf klare Erkenntnis und Bewußtheit abzielt, hat dadurch einen unvergleichlich fruchtbaren Boden für das Lernen. Konstruierendes, kombinierendes, logisch verknüpfendes und schöpferisches Denken und Hervorbringen werden durch den technischen Bau-

kasten provoziert. Der Schüler wird durch dieses Medium vom geistigen Ansatz her in die Nähe zum planenden und erfindenden Ingenieur, zum produktiven homo faber gebracht.

Diese didaktische Chance wurde von den Autoren genutzt. Ihnen geht es letztlich darum, *die Schüler dahin zu bringen, technische Probleme selbständig zu lösen, schöpferische Erkenntniskräfte zu mobilisieren und dabei exemplarisch Grundlagen einer technischen Bildung zu vermitteln.*

In der Mitte des Unterrichts steht deshalb in allen Beispielen folgerichtig das erfinderische Konstruieren – das Bauen von technischen Modellen mittels Baukästen. Dieses Konstruieren ist ein in sich sehr verschränkter Hantierungs- und Denkprozeß, dessen Phasen kaum zu isolieren und bewußt-zumachen sind. (Dem Unterricht erwächst daraus kein Nachteil.) Geistiger Entwurf und manuelle Konstruktion folgen nicht aufeinander, wie es einfacher logischer Ordnung gemäß wäre. Der Entwurf wird vielmehr weitgehend erst während des Konstruktionsprozesses klar. Das hat zur Folge, daß voraufgehende Unterrichtsgespräche zwar physikalische Grundlagen des gestellten Konstruktionsproblems klären und allgemeine Konstruktionsgrundsätze festlegen können; aber *das konkrete Modell ist jeweils eine persönliche Schöpfung*, dessen Herstellungsgang individuell und entsprechend unzugänglich ist. Den größten allgemeinen Aufschluß bringt wahrscheinlich die *Kritik* der fertigen Produkte. Diese Kritik sollte deshalb ein unerläßlicher Bestandteil des Unterrichtes sein. Kritik wird – so liegt es der Mentalität unserer Gesellschaft zugrunde – im allgemeinen als ein herabsetzendes Vergleichen, als eine durch Neid mitbestimmte Nörgelei, als eine Zensurierung empfunden und gehandhabt. Kritik hat aber einen ganz anderen Kern: sie ist das Mittel, die allem großen oder kleinen Menschenwerk gegenüber *notwendige Prüfung und Kontrolle* vorzunehmen und die sich daraus ergebenden *Korrekturen* durchzuführen. *Lernen* (und arbeiten) *ist Prozeß in einem Regelkreis: Entwurf und Realisa-*

tion – Kritik (Kontrolle und Prüfung) – *Revision* (Korrektur und Weiterentwicklung) sind dessen wichtigste Stationen.

Technisches Konstruieren und Bauen ist als solches ein Erkenntnisprozeß. Dieser Prozeß wird mit fortschreitender geistiger Reife immer strenger logisch und immer abstrakter; er wird dabei mathematisch-geometrischem, funktionalem Denken immer ähnlicher. Gleichzeitig werden für diese Arbeit die Anforderungen an Sach- und Fachkenntnisse, insbesondere auch physikalische, immer größer. Die Kapitel zur (Auto)Elektrik beweisen es besonders deutlich. Die Techniklehre gerät dadurch in Nähe und Abhängigkeit vom Physik- und Mathematikunterricht. Diese Beziehung, hier nur zu erwähnen, methodisch einmal fruchtbar zu machen, ist ein pädagogisches Zukunftsziel.

Trotz dieser Angewiesenheit, die, fruchtbar gemacht, den Technikunterricht auf die Höhe seiner Leistung bringen würde, gibt es eine Grunderfahrung im Fall des Versagens auf der Gegenseite, die von außerordentlicher allgemeinpädagogischer Bedeutung ist: Wo die Rechenfähigkeiten schlecht sind und das mathematische Verständnis gering ist, wo die physikalischen Kenntnisse verworren und mangelhaft sind, dort lassen sich immer noch *selbständige gute Leistungen im erfindenden, kombinierenden Konstruieren mit Baukastenmaterial erzielen*. In diesem didaktischen Phänomen liegt eine der *Chancen zur geistigen Reaktivierung der Hauptschule, der Förderklassen, ungelernter jugendlicher Arbeitsloser*. Hier sind zeitgemäße Wiederentdeckungen des „Denkens der Hand“ mit weitreichenden erzieherischen Folgen möglich.

Fachsprache

Anspruchsvollere Konstruktionen lassen sich nur hervorbringen, wenn *Grundelemente der Fachsprache* vermittelt worden sind. Entsprechende Bezeichnungen und Begriffe sind am Ende der Unterrichtsbeispiele zusammengestellt worden. Besondere Beachtung verdienen die *Funktionsele-*

mente der Sprache wie z. B. etwas verstreben, umlenken, ausbalancieren, verteilen, umleiten; parallel lagern, führen, schalten; etwas verstärken (Stütze, Strom); etwas isolieren, unterbrechen, weiterleiten. Solche Sprachelemente werden am sichersten dadurch *gelernt*, daß der Lehrer sie mit den Schülern im Unterrichtsgespräch *anwendet*, wobei Erklärungen und Definitionen an geeigneter Stelle eingefügt werden.

Materialbearbeitung

Beim Bau der Modelle sind die Schüler *von der Bearbeitung widerständigen Materials* befreit. Dadurch entgehen ihnen zwar handwerkliche Werkerfahrungen; aber auf der anderen Seite ist nun ihre ganze Arbeitskraft frei für technische Konstruktions- und Funktionsprobleme. Wo Schüler durch längeren Umgang mit Baukastenmaterial vertraut geworden sind, werden Konstruktionen mit hohem Originalitätswert und technischem Niveau möglich. Viele der abgebildeten Modelle weisen darauf hin, wobei zu bemerken ist, daß solche Eigenschaften sich nicht auf den ersten Blick verraten. Ihm drängt sich vielmehr eine gewisse Uniformität der Objekte auf, die durch die wiederkehrenden Elemente des Baumaterials suggeriert wird. Der Betrachter muß sich bemühen, gleichsam hinter die Abbildungen zu schauen und den Konstruktionsprozeß nachzuvollziehen.

Unterrichtsbeschreibung

Um dem Leser die Orientierung zu erleichtern, sind die *Unterrichtsbeschreibungen* alle nach *demselben Schema* gefertigt worden. Das Darstellungsschema untergliedert sich folgendermaßen:

1. Sachinformation
2. Didaktische Gesichtspunkte
3. Lernziele
4. Aufgabenstellung
5. Unterrichtsdurchführung
6. Realbezug

Angeschlossen ist die Lernkontrolle (vgl. S. 71 ff.).

Sachinformation

Für die *Sachinformationen* besteht folgende Problematik: Ist es für die Grundschule und auch die Mittelstufe (Orientierungsstufe) nicht allzu schwierig, stufengemäße Sachinformationen zu geben, so stehen die Dinge für die Sekundarstufe I anders. Jedenfalls nicht mehr in allen Fällen können die Informationen unter der Annahme völligen Nichtwissens des Lehrers gegeben werden. Das gilt insbesondere für den Bereich der Elektrik. Innerhalb der Unterrichtsbeschreibungen kann in diesen Fällen nur mit *Literaturangaben* weitergeholfen werden. Ohne *physikalische Grundkenntnisse* gerät der Lehrer auf dünnes Eis. Die *didaktischen Gesichtspunkte* weisen auf die zentrale *Lernpointe* des Themas hin, die der Lehrer auch bei Abschweifungen und Sonderaufgaben nicht aus dem Auge verlieren darf. Weil die Konstruktionsaufgaben meistens in unterschiedlichem Tempo gelöst werden, empfiehlt es sich, für die schneller arbeitenden Schüler *Zusatzaufgaben* bereits bei der Unterrichtsvorbereitung einzuplanen.

Partnerarbeit

Partnerarbeit zu zweien hat sich als eine besonders fruchtbare Lernkonstellation erwiesen. Oft ist diese Arbeitsform durch den Bestand an Baukästen zwangsläufig vorgeschrieben; wo diese Beschränkung fortfällt, sollte der Lehrer den Schülern trotzdem die Möglichkeit solcher Zusammenarbeit einräumen.

Lernziele

In den Lernzielen sind die Leistungserwartungen zusammengefaßt. Sie vermögen jedoch nur die kontrollierbaren Lernschichten zu erfassen. Weder ist der Gang des Unterrichts durch sie angedeutet, noch auch lassen sie sich „durchnehmen“. Der Lehrer soll sie zwar immer vor Augen haben, aber gleichzeitig muß er wissen, daß seine Unterrichtsinitiativen hauptsächlich darauf gerichtet sein sollen, die einzelnen Schüler in ihren kreativen Prozessen zu unter-

stützen, Blockaden zu brechen, durch Hinweise Denkfortschritte einzuleiten, Irrwege aufzudecken.

Aufgabenstellung

Der Erfolg des Unterrichts, seine „Linie“ hängt entscheidend von der klaren und methodisch richtig kalkulierten Aufgabenstellung ab. Ist die Aufgabe zu weit und zu verschwommen gefaßt, dann gibt es für das Planen und Konstruieren keine deutlichen Zielpunkte. Die Unterrichtszeit wird dann oft mit Herumprobieren oder mit der Herstellung von Modellen vertan, die hinter dem Leistungsniveau der Schüler zurückbleiben. Wird die Aufgabe andererseits zu eng gefaßt, dann fehlt der nötige geistige Spielraum für selbständige Lösungen. Es ist die richtige Mitte zwischen diesen unfruchtbaren Positionen zu finden.

Unterrichtsdurchführung

Die Unterrichtsdurchführung ist das Rückgrat der Beschreibung. Hier wird konkreter Unterricht nacherzählt und im Bilde erläutert – alles knapp, aber für den verständigen Lehrer deutlich. Anregung und Ermutigung, aber auch Zweifel nehmen an diesen Beschreibungen ihren Ausgang. Was die Sache wert ist, kann nur beurteilen, wer sich selber ähnlich an entsprechende Aufgaben herangemacht hat. Dafür wollen die Beschreibungen Impulse geben.

Realbezug

Der Realbezug, ob direkt oder vermittelt Bild und Text hergestellt, will die Modelle mit der Wirklichkeit der technischen Welt verknüpfen. Durch diese Bezugsetzung wird der Modellbau davor bewahrt, Selbstzweck zu werden. Wenn die Welt der Technik nur noch durch das Medium „Technischer Baukasten“ wahrgenommen wird, ist dessen didaktischer Nutzen vertan.

Kontrolle des Lernerfolgs

Die Kontrolle des Lernerfolgs soll das Überprüfen des Unterrichts erleichtern. Zu diesem Zweck sind am Schluß des Buches Aufgaben zusammengestellt worden, aus denen sich der Lehrer die für seine Schüler geeigneten heraussuchen kann.

Die Beispiele sollen dem Lehrer die Vorbereitung seines Unterrichts erleichtern, mögen sie auch dazu beitragen, den Technikunterricht voranzubringen. Die Autoren hoffen, daß das vorgelegte Anregungsmaterial guter Boden ist. Umgraben müssen ihn nun andere.

Schietzel

1 Didaktische Vorbemerkungen zum Themenkomplex „Elektrotechnik“

In einem Curriculum „Technik“ nimmt der Lernbereich „Elektrotechnik“ eine zentrale Stellung ein. Dies ist wohlbegründet, denn in der heutigen, durch Technik signierten Welt ergeben sich für jeden in den unterschiedlichsten Lebensbezügen und Handlungssituationen vielfältige Berührungspunkte zu elektrotechnischen Bauelementen, Geräten und Systemen; sei es im täglichen Gebrauch von elektrischen Haushaltsgeräten, sei es im Umgang mit Produkten der modernen Elektronik und Computertechnologie oder sei es in der Konfrontation mit der Energieproblematik. Allein von daher ist die Vermittlung von Grundkenntnissen und -fähigkeiten aus diesem technischen Seins- und Wissensgebiet unverzichtbarer Bestandteil einer technischen (Grund-) Bildung. Dieser Standpunkt findet seinen faktischen Ausdruck durch eine entsprechende Berücksichtigung des Lernbereiches „Elektrotechnik“ in vorliegenden Lehrplänen/ Curriculumentwürfen.

Analysiert man die Lehrpläne/Curriculumentwürfe, so ist festzustellen, daß sich der Lernbereich „Elektrotechnik“ oftmals noch in Anlehnung an die traditionelle, gleichwohl von den wissenschaftlichen Bezugsdisziplinen inzwischen weitgehend aufgebene Fachsystematik in

- a) elektrische Energietechnik
- b) elektrische Nachrichten- bzw. Informationstechnik
- c) Steuerungs- und Regelungstechnik¹

aufgliedert. Obwohl eine dieser Fachsystematik folgende Anordnung der Unterrichtsthemen nicht mehr aus der technischen Realität abgeleitet werden kann, sprechen dennoch didaktische Gründe für eine Beibehaltung der Reihenfolge. Cum grano salis kann man nämlich sagen, daß sich gerade grundlegende schaltungs- und gerätetechnische Inhalte am ehesten an konstruktiv-funktionell noch durchschaubaren Bauelementen und Geräten der elektrischen Energietechnik erarbeiten lassen. Überdies sind z. B. bei elektromechanischen Schaltern und Geräten der Energietechnik Bezüge zu konkret-anschaulichen mechanischen Konstruktionsprinzipien herstellbar. Damit kann an vorhergegangene Lernerfahrungen der Schüler angeknüpft werden.

Demgegenüber verbindet sich mit der Auseinandersetzung mit informations- und regelungstechnischen Inhalten tendenziell ein höherer Grad an Unanschaulichkeit und Abstraktheit, so daß höhere Anforderungen an das kognitive Leistungsvermögen der Schüler gestellt werden.

Die folgenden Unterrichtsbeispiele bilden eine zusammenhängende *Unterrichtsreihe zur Elektrotechnik/Energietechnik*. Im Sinne der didaktischen Spirale werden jene Vorkenntnisse in den Unterricht einbezogen, die von den Schülern in der Primar- und Orientierungsstufe erarbeitet worden sind (vgl. hierzu im Bd. 2 dieser Reihe die Themen „Magnetkran“, „elektrischer Türöffner“, „Blinkleuchte“)².

Die Themen dieser Unterrichtsreihe zur Elektrotechnik beziehen sich auf

- (1) die elektrische Energieerzeugung
 - (2) die elektrische Energieübertragung/Schaltungstechnik
 - (3) die elektrische Energieverwendung,
- sollen damit das Systemtripler der elektrischen Energietechnik erfassen und für die Schüler abbilden.

¹ Um ein Mißverständnis zu vermeiden, sei auf folgendes hingewiesen: in der Systematik der technischen Wissenschaften nehmen „Steuerungs- und Regelungstechnik“ als sogenannte „Systemwissenschaften“ eine disziplinenverbindende und übergeordnete Stellung ein, sind also kein eigentliches Teilgebiet der Elektrotechnik, wengleich auf der Ebene der Realisierung von Steuerungs- und Regelungssystemen elektrotechnische Systemkomponenten das Bild bestimmen.

² Pfeiffer, W. u. a.: Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im 5. + 6. Schuljahr, Braunschweig und Tümlingen 1974

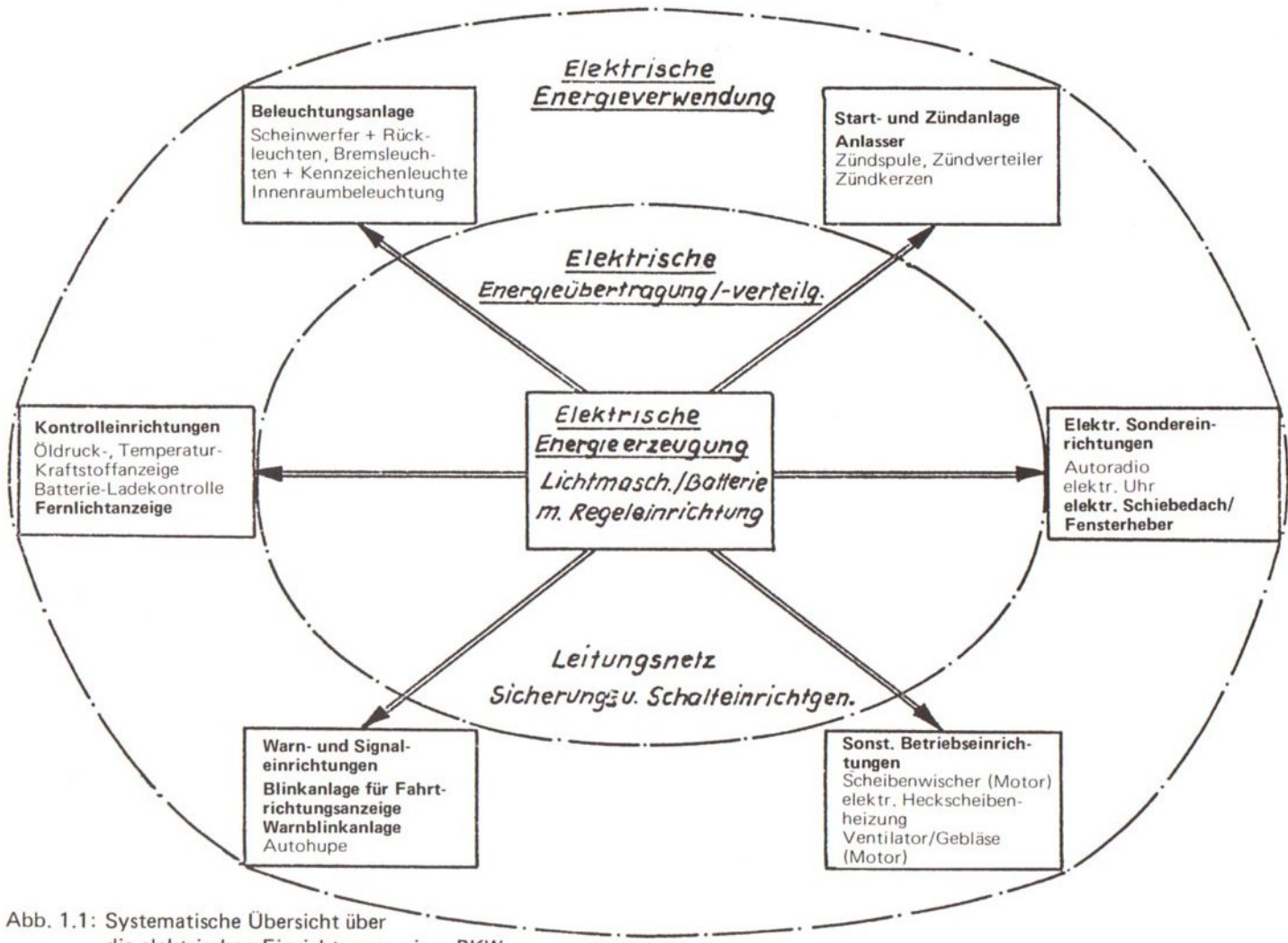
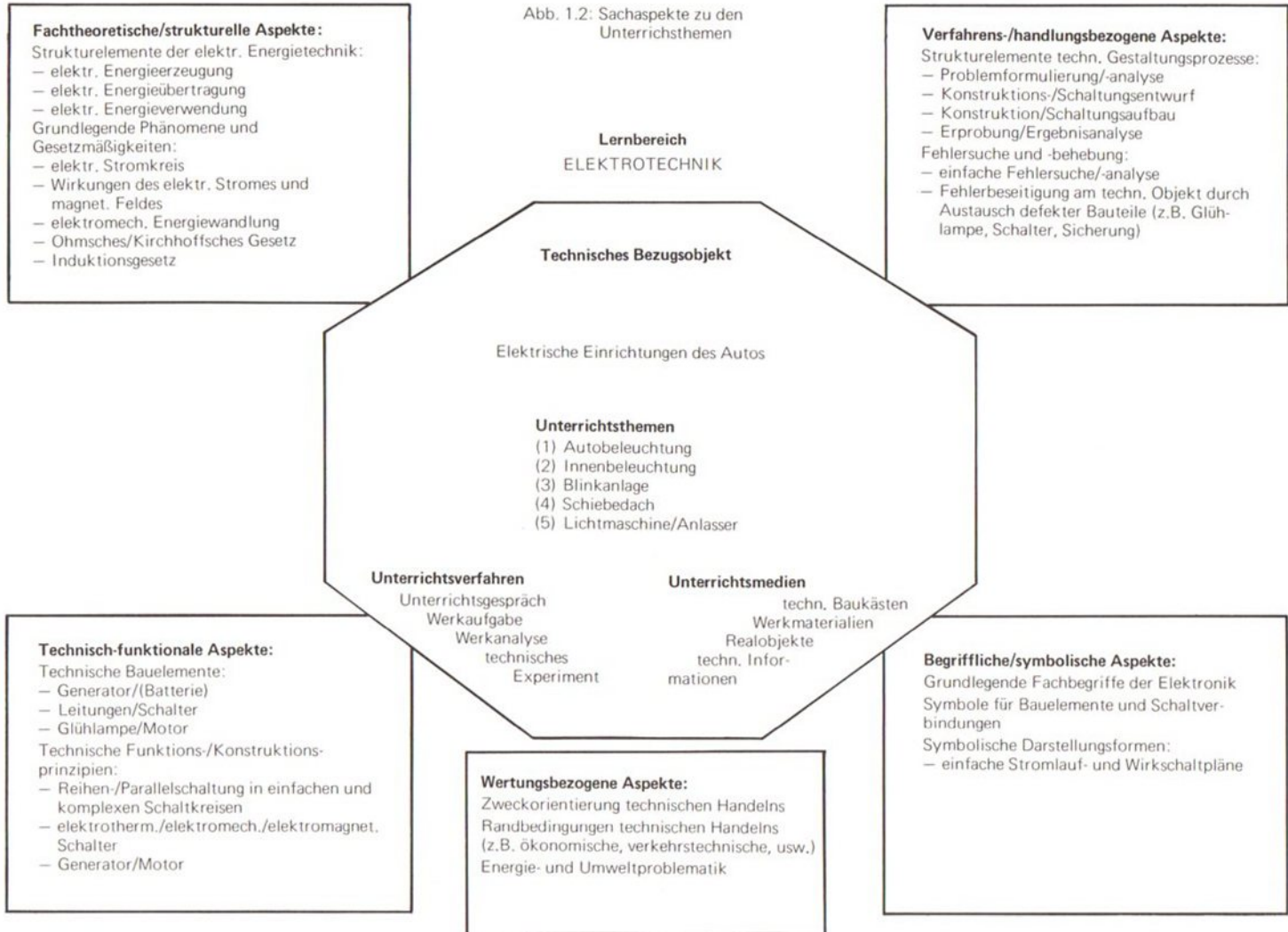


Abb. 1.1: Systematische Übersicht über die elektrischen Einrichtungen eines PKW

Abb. 1.2: Sachaspekte zu den Unterrichtsthemen



Man kann es als einen didaktischen „Glücksumstand“ betrachten, daß sich dieses dreigliedrige Gesamtsystem der elektrischen Energietechnik an einem einzigen technischen Objekt, das zudem auf das besondere Interesse der Schüler stößt, unterrichtlich demonstrieren und erarbeiten läßt. Es handelt sich dabei um das Objekt „Auto“ bzw. dessen elektrische Einrichtungen.

Der gegenständliche Bezug zu diesem technischen Objekt schafft jederzeit die Möglichkeit der realen Vergegenwärtigung irgendeines Unterrichtsproblems. Außerdem gestattet dieser Objektbezug, nach der Ausdifferenzierung der Sachfragen und deren unterrichtlichen Behandlung Einzelaspekte in einen überschaubaren und konkreten Gesamtzusammenhang wieder einzuordnen.

Den elektrotechnischen Systemzusammenhang des Komplexes „Autoelektrik“ gibt die schematische Übersicht nach Abb. 1.1 wieder.

Folgende Einzelthemen sind ausgewählt und in eine Reihenfolge zunehmender Sachkomplexität gestellt worden:

- (1) die Autobeleuchtung
- (2) die Innenbeleuchtung
- (3) die Blinkanlage
- (4) das elektrische Schiebedach
- (5) die Lichtmaschine (Generator)/der Anlasser (Motor)

Die mit den Themen verbundenen Sachaspekte werden durch die Abbildung 1.2 dargestellt.

Der Objektbezug „Auto“ gewährleistet, daß mit technischen Baukästen gewonnene Einsichten und Erkenntnisse in der Realbegegnung überprüft werden können. Und umgekehrt lösen Beobachtungen und Erfahrungen, die die Schüler in der Begegnung mit dem Auto bereits gesammelt haben, Fragen aus, die zu praktischer Arbeit mit den Baukästen und zu theoretischer Analyse zurückführen. Eine geradezu ideale Möglichkeit, den Realbezug über Analyse, Demontage und Remontage zu dem Unterrichtsgegenstand herzustellen, bietet sich dank der Tatsache, daß das nötige Arbeitsmate-

rial leicht – Autofriedhof, Reparaturwerkstatt, Tankstelle – zugänglich ist.

Den Unterricht können über erkenntnisbezogenes Lernen hinaus Arbeitsweisen, wie Prüfen, Messen, Reparieren, bestimmen. Von daher vermag ein entsprechend akzentuierter Unterricht zu diesem Themenkomplex nicht nur basale Sachkompetenz, sondern ansatzweise auch Handlungskompetenz in Hinblick auf zukünftige Lebenssituationen zu vermitteln.

Möhlenbrock/Lindemann

Funktion ist mit dem Schalter jedoch keine Nullstellung als Zwischenschaltstufe herstellbar.

Vielseitiger läßt sich der ft-Drehschalter verwenden. Mit seinen acht Kontaktpaaren und den damit möglichen Kontaktbelegungen bietet er verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Die einfachste Schaltung ist die Ein/Aus-Schaltung; eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung des Drehschalters als Umschalter. Hier lassen sich als Alternativen die direkte Umschaltung von der Umschaltung mit Nullstellung als Zwischenstufe unterscheiden.

Der ft-Tastschalter mit selbsttätigem Rückgang springt in seine Ruhestellung zurück, sobald er nicht mehr betätigt wird. Er läßt sich als Ein-Taster (Schließer) schalten: sobald der Schalter gedrückt wird, schließt er den Stromkreis. Er läßt sich ebenso als Aus-Taster (Öffner) schalten; bei Betätigung unterbricht er den Stromkreis. Als dritte Möglichkeit

bietet sich an, den Schalter als Umschalt-Taster zu verwenden. In Ruhestellung schließt die Schaltzunge dann den Stromkreis 1, in Arbeitsstellung den Stromkreis 2.

Es ist darauf hinzuweisen, daß sich beim Verdrahten des Tasters für einige Schüler Schwierigkeiten dabei ergeben können, die auf der Rückseite des Schalters aufgedruckten Anschlüsse richtig zu verwenden. Die Ursache dafür ist, daß die Anschlüsse des Schaltbildes seitenverkehrt zu den tatsächlichen liegen und ihre Lage auch nicht konform wiedergegeben wird.

Wo die Zahl der verfügbaren Schalter nicht ausreicht, müssen die Schüler sich selber Schalter herstellen. Dadurch wird das Verständnis für die Konstruktion der ft-Schalter vertieft und vielleicht auch ein Gefühl für die fertigungstechnische Leistung geweckt, die in der Produktion solcher kleinen Bauelemente steckt.

Abb. 2.2: Stellschalter, Drehschalter und Tastschalter (von links nach rechts)

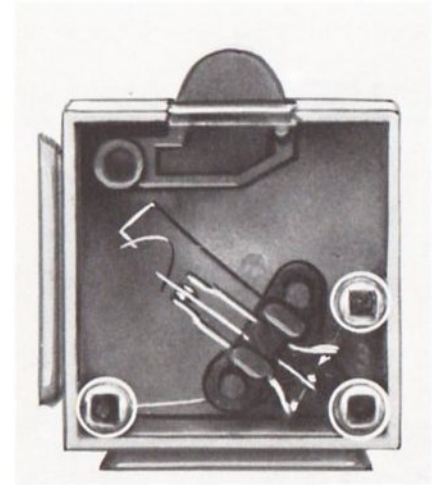
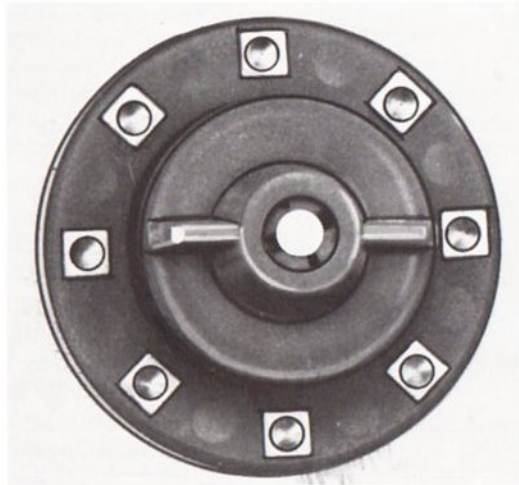
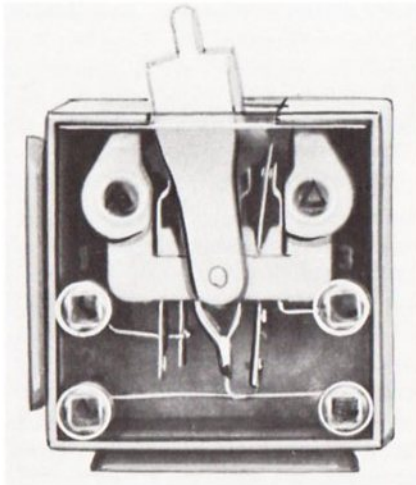
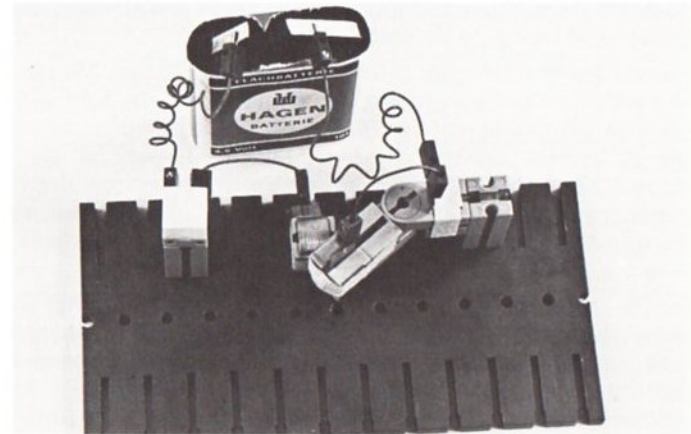
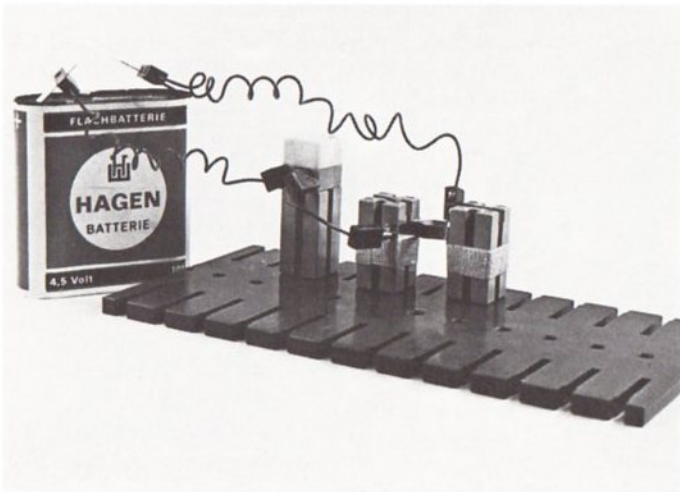
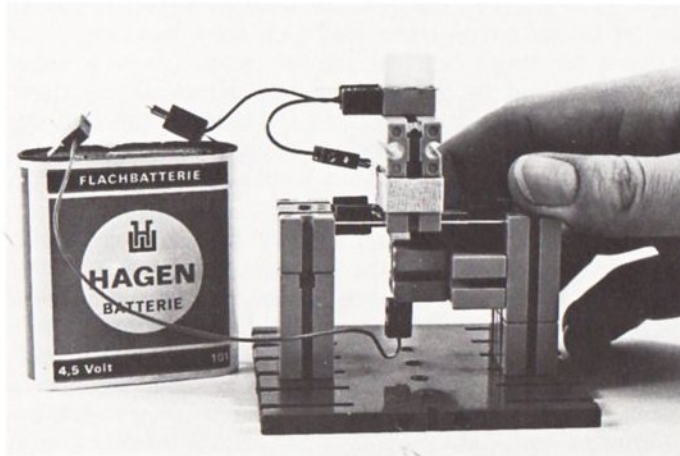


Abb. 2.3, 2.4, 2.5: Beispiele selbstkonstruierter Ein/Aus-Schalter



Für das Herstellen von Schaltern sind die ft-Bauelemente durch Zusatzmaterial wie Kupferdraht, Klebeband und Karton zu ergänzen.

Lösungsbeispiele für selbstgefertigte Schalter zeigen die Abbildungen 2.3 bis 2.5. Abbildung 2.3 zeigt einen Schiebeshalter: der Stromkreis ist geschlossen, wenn die mit Klebeband an dem beweglichen Baustein befestigte Kupferfolie den Schleifkontakt berührt. In Abbildung 2.4 wird für den Schaltvorgang die Gleitfähigkeit des Zapfens in der Führung der Grundplatte genutzt. Diese Bewegung wird in Abbildung 2.5 von einem Gelenkstein übernommen.

Konstruktionsmöglichkeiten, die sich auch für die Herstellung von Tastschaltern eröffnen, werden im Unterrichtsbeispiel „Innenbeleuchtung“ dargestellt.

Vom Lehrer wird aufgrund der spezifischen Unterrichtssituation zu entscheiden sein, ob er bei Einführung des Baukastens ut-3 in den Unterricht die Schalter und ihre schaltungstechnischen Möglichkeiten in einfachen Aufgaben vorab klären will oder ob die einzelnen Schaltelemente jeweils eingebunden in eine zweckgerichtete Aufgabenstellung den Schülern vertraut gemacht werden sollen. *Lindemann*

3 Die Autobeleuchtung (außen)

Sachinformation

In den Anfangszeiten des Automobilbaus und des motorisierten Straßenverkehrs reichte es vollständig aus, wenn Kraftfahrzeuge über eine einfache Außenbeleuchtung verfügten, die nur geringen beleuchtungstechnischen Ansprüchen zu genügen hatte. Bei den heutigen Verkehrsverhältnissen jedoch sind die Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen von Kraftfahrzeugen zu einem wesentlichen Funktionselement für die Verkehrssicherheit geworden.

Angesichts des heutigen Verkehrsaufkommens und der hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten müssen Kraftfahrzeuge über umfangreiche und zuverlässige Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen verfügen. Die Forderung nach hoher Zuverlässigkeit wird nur noch durch *elektrische* Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen erfüllt. Kennzeichnend für die technische Entwicklung auf diesem Sektor der Kraftfahrzeugtechnik ist die zunehmende Verwendung elektronischer Bau- und Schaltelemente, deren Lebensdauer weit über derjenigen entsprechender elektromechanischer Bauteile liegt. Ein bezeichnendes Beispiel dafür ist der Blinkgeber für die Warnblinkanlage, dessen Schaltfunktion bei neueren Typen über einen elektronischen Baustein gesteuert wird.

Die „elektrische Beleuchtungsanlage“ umfaßt die folgenden Funktionsgruppen:

- (1) Scheinwerfer einschließlich Sondereinrichtungen, wie Nebel- und Zusatz-Halogencheinwerfer
- (2) Rücklichter, Bremslichter, Kennzeichenbeleuchtung sowie Rückfahrcheinwerfer und Nebelschlußleuchten
- (3) Seitliche Parkleuchten
- (4) Innenraumbelichtung, Instrumentenbeleuchtung, Kofferraum- und Schließfachbeleuchtung

Die elektrische Versorgung der Beleuchtungsanlage erfolgt *während der Fahrt* und *bei Leerlauf des Motors* durch die

„Lichtmaschine“ (12-V-Drehstromgenerator mit Gleichrichtern bzw. bei älteren Fahrzeugtypen häufig noch 6-V-Gleichstromgeneratoren); im Stand bei stillstehendem Motor durch den Fahrzeug-„Akku“ (12-V- oder 6-V-Batterie).

Das elektrische „Bordnetz“ des Autos ist ein *Gleichstrom-Netz* mit einer Nennspannung von 12 V bzw. 6 V. Als Rückleiter des elektrischen Stromes werden die leitenden Fahrzeugteile benutzt, so daß dadurch eine *einpolige Ausführung des Leitungsnetzes* möglich wird. Deutlich sichtbar ist dies am „Akku“, dessen Minus-Pol unmittelbar mit dem Fahrzeugkörper („Masse“) verbunden ist.

Als Schaltorgane für die Beleuchtungsanlage kommen je nach Schaltfunktion, Schaltleistung und Schalthäufigkeit verschiedene Schaltertypen zur Anwendung:

- elektromechanische Stell- und Tastschalter, teilweise als Mehrfach-Funktionsschalter
- elektrothermische Schalter (Bimetall- bzw. Hitzdrahtschalter)
- elektromagnetische Schalter (Relais) bei größeren Schaltströmen
- elektronische Schalter (astabiler Multivibrator mit Drehankerrelais)

Aufgrund der höheren Zuverlässigkeit und wegen der größeren Schaltleistung geht die Tendenz dahin, zunehmend mehr elektromagnetische Relais (in Verbindung mit elektronischen Schaltgliedern) einzusetzen.

Die Absicherung der einzelnen elektrischen Schaltkreise durch Sicherungen wird bei verschiedenen Autotypen unterschiedlich vorgenommen. Teilweise werden mehrere Schaltkreise nur über eine einzige Sicherung elektrisch abgesichert, in anderen Fällen erfolgt eine Einzelabsicherung der Schaltkreise. Dabei hat das letztere Verfahren den Vorteil, daß eine Fehlersuche leichter fällt.

Die Sicht- und Erkennungsleuchten der Außenbeleuchtung – Scheinwerfer, Rücklichter, Kennzeichen-Beleuchtung – sind zu einer Einheit zusammengeschaltet, d. h. die Glühlampen

des Scheinwerfer-Abblendlichtes, der Rücklichter und der Kennzeichenbeleuchtung liegen elektrisch parallel zueinander. Das Ein- und Ausschalten geschieht über einen einzigen Schalter, der in vielen Fällen als Mehrfach-Funktions-schalter konstruiert ist, mit dem nicht nur die Außenbeleuchtung ein- und ausgeschaltet, sondern zusätzlich eine Umschaltung von Abblend- und Fernlicht vorgenommen werden kann. In einigen Autotypen hat man neben einem zentralen Lichtschalter zusätzliche Schalter für die Betätigung des Fernlichtes und der Lichthupe (Kurzzeit-Einschaltung des Abblendlichtes) eingebaut. Hier sind Schaltungsalternativen möglich.

In dem abgebildeten Grundschriftplan für die elektrische Beleuchtungsanlage eines Autos (Abb. 3.1) sind neben dem Lichtschalter Einzelschalter für das Abblend- und Fernlicht (Abblendschalter) und für die Lichthupe (Lichthupentaster mit Relais) vorgesehen.

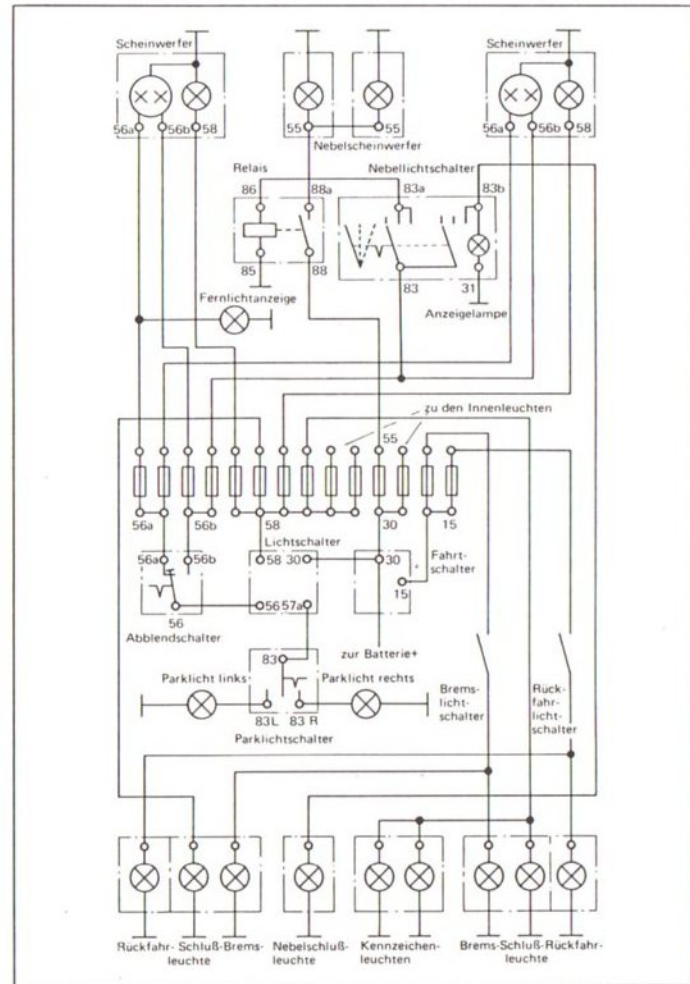
Zur Kontrolle des Schaltzustandes der Außenbeleuchtung schaltet man über den zentralen Lichtschalter gleichzeitig die Instrumentenbeleuchtung mit ein, so daß man an der Instrumentenleuchte erkennt, ob die Fahrzeugbeleuchtung ein- oder ausgeschaltet ist.

Beleuchtungstechnisch besonders interessant sind die Scheinwerfer des Autos.

Die Scheinwerfer sollen dem Fahrer ein sicheres Fahren bei Nacht ermöglichen. Dafür muß das Fernlicht nicht nur eine gute Reichweite haben, sondern darüber hinaus eine ausreichende Seiten- und Höhenstreuung aufweisen, um den Sichtkontakt mit dem Fahrbahn-Umfeld herzustellen. Beim Abblendlicht ist dagegen eine richtig eingestellte Hell-Dunkel-Grenze des Lichtes wichtig, um Blendungen zu vermeiden.

Der Scheinwerfer besteht aus dem Gehäuse, einem paraboloiden Reflektor, einer prismatischen Streuscheibe und den Glühlampen, die über Flachstecker und Steckdose mit dem elektrischen Stromkreis des Autos verbunden sind.

Abb. 3.1: Stromlaufplan für die Beleuchtungsanlage eines Autos (Fa. Bosch)



Im Regelfall sind die Scheinwerfer mit zwei Glühlampen ausgestattet. Die größere von beiden und gleichzeitig auch wesentlich leistungs- und lichtstärkere ist eine Zweifaden-Glühlampe (Bilux-Lampe; Abb. 3.2) für Abblend- und Fernlicht (heute überwiegend 12 V, 45/40 W). Die kleinere Glühlampe ist die Standlicht-Glühlampe; sie ist aus Sicherheitsgründen immer auch dann eingeschaltet, wenn das Abblendlicht *oder* das Fernlicht eingeschaltet ist.

Der als Paraboloid ausgebildete Scheinwerfer-Reflektor hat die Funktion, das von der Glühlampe ausgestrahlte Licht zu bündeln und in Fahrtrichtung zu reflektieren.

Die paraboloidale Form bewirkt, daß die von einer im Brennpunkt des Reflektors angeordneten Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen parallel zur Reflektorachse abgestrahlt werden (Abb. 3.3). Liegt die Lichtquelle außerhalb des Brennpunktes, so tritt je nach Lage eine entsprechend starke Streuung der Lichtstrahlen auf. Diese Wirkungen des Reflektors nutzt man für das Abblend- und Fernlicht aus.

Um einen möglichst hohen Reflexionsgrad zu erreichen, wird auf die Reflektoroberfläche Aluminium aufgedampft. Der Reflexionsgrad neuer Reflektoren liegt bei ca. 90 % der auftreffenden Lichtmenge. Durch Alterungserscheinungen und Staubeinflüsse nimmt der Reflexionsgrad mit der Zeit ab. Der Reflektor wird „blind“ und verliert seine Wirkung.

Abb. 3.2: Auto-Bilux-Lampe

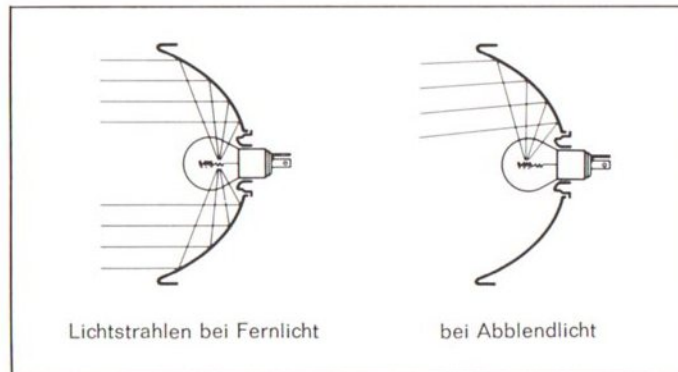


Abb. 3.3: Lichtstrahlen-Verlauf bei Fern- und Abblendlicht

Die heute überwiegend eingesetzten Bilux-Lampen verfügen über getrennt schaltbare Glühfäden (Material: Wolfram). Der Glühfaden für das Fernlicht liegt bei richtiger Montage genau im Brennpunkt des Reflektors, so daß eine parallele Abstrahlung des Lichtes erfolgt. Der Abblend-Glühfaden befindet sich einige Millimeter vor dem Brennpunkt und liegt etwas oberhalb der Reflektorachse. Dadurch werden die Lichtstrahlen als gestreutes, kegeliges Lichtbündel nach unten abgelenkt (Abb. 3.3). Um die direkt nach vorn und nach oben austretenden Lichtstrahlen abzufangen, ist ein Abdeckschirm unterhalb des Glühfadens für das Abblendlicht montiert.

Zur besseren Ausleuchtung der dem Gegenverkehr abgewandten Fahrbahnseite strahlt das Abblendlicht asymmetrisch (Abb. 3.4).

Im Vergleich zu den komplizierteren Bilux-Lampen für die Scheinwerfer werden für die Rück- und Bremslichter einfachere Zweifaden-Glühlampen eingesetzt; deren Leistungsaufnahme ist etwa nur halb so groß wie die der Bilux-Lampen.

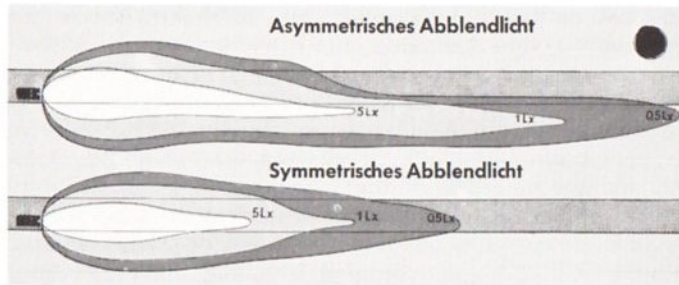


Abb. 3.4: Lichtstrahlen-Verlauf bei asymmetrischem und symmetrischem Ablendlicht

Theoretische Zusammenhänge bei der Reihen-Parallelschaltung

Das erste Kirchhoffsche Gesetz

An einem Stromverzweigungspunkt ist die Summe der zufließenden Ströme gleich der Summe der abfließenden Ströme. Oder: Die Summe der Ströme ist an einem Stromverzweigungspunkt gleich Null (Abb. 3.5):

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

Die parallelgeschalteten Glühlampen liegen alle an derselben Spannung. Da sie alle denselben Widerstandswert haben, teilt sich der Gesamtstrom der Schaltung in 4 gleich große Teilströme auf.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist die Spannung an den parallelgeschalteten Glühlampen

$$U_{1-4} = \frac{I}{4} \times R$$

Die Spannung an der Glühlampe 0 ist:

$$U_0 = I \times R$$

Folgerung: Die Spannung an Glühlampe 0 ist um den Faktor 4 größer als die Spannung an den Glühlampen 1–4.

Zahlenbeispiel: Beträgt die Batteriespannung 10 V, so beträgt die Spannung an Glühlampe 0 = 8 V; die Spannung an den Glühlampen 1–4 beträgt 2 V.

Modellbildung

Die Widerstände der parallelgeschalteten Glühlampen lassen sich nach folgender Formel zu *einem Ersatzwiderstand* zusammenfassen:

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

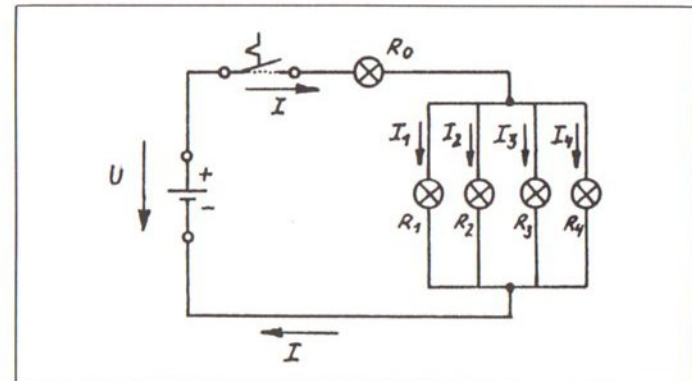
$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

Da in diesem Fall alle Einzelwiderstände gleich groß sind, ist der Gesamt-Ersatzwiderstand R_g :

$$R_g = \frac{R}{4}$$

Folgerung: Der Ersatzwiderstand der Parallelschaltung ist kleiner als jeder Einzelwiderstand.

Abb. 3.5: Das Erste Kirchhoffsche Gesetz



Es läßt sich folgende Ersatzschaltung (Abb. 3.6) zeichnen:

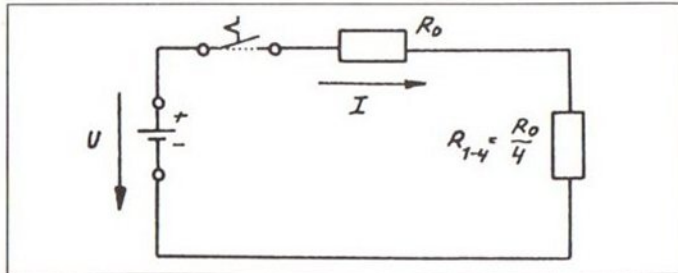


Abb. 3.6: Ersatzschaltung

Da sich bei der Reihenschaltung die Teilspannungen im Verhältnis der Einzelwiderstände aufteilen, kommen wir zu dem Ergebnis: $U_O = 4 \times U_{1-4}$

Literatur

Technische Informationen der Fa. BOSCH GmbH:
Schaltzeichen und Schaltpläne der Kraftfahrzeugelektrik,
Stuttgart 1971, 2. Ausgabe 1974
Scheinwerfer für Kraftfahrzeuge
Stuttgart o.J., VDT-A1/1, 1. Ausgabe
Fachredaktion Technik des Bibliographischen Instituts
(Hrsg.):
Wie funktioniert das?
Mannheim 1963

Didaktische Gesichtspunkte

Das Thema „Autobeleuchtung“ ist in mehrfacher Hinsicht gut geeignet, die Schüler an grundlegende elektrotechnische Struktur- und Funktionszusammenhänge heranzuführen.

Einerseits zeichnet sich das Thema durch seine Realitätsnähe aus, und es hat eine lebenspraktische Bedeutung für den Schüler; andererseits sind die mit dem Thema verbun-

denen Probleme überschaubar und vom theoretischen Hintergrund her vom Schüler zu bewältigen.

Bei der Entwicklung von Schaltkreisen für die Autobeleuchtung und der Umsetzung in eine funktionsfähige Schaltung stehen zwar schaltungstechnische Probleme im Mittelpunkt, wie Schalterauswahl und richtige Schaltverbindungen, jedoch sollen dabei allgemeine Lernaufgaben der Elektrotechnik immer mit einbezogen werden. Durch die Verdeutlichung des Zusammenhanges von Energiequelle, Übertragungs- und Schalteinrichtungen (Leitungen/Schalter) und Energieverbraucher gewinnt der Schüler grundlegende Einsichten und er wird in die Lage versetzt, einen elektrischen Stromkreis aufzubauen. Insbesondere schaltungstechnische *Fehl*-lösungen bei Reihen- und Parallelschaltung elektrischer Verbraucher (Glühlampen) sind entsprechend aufgearbeitet erkenntnisfördernd.

Das Thema bietet sodann Gelegenheit, verkehrs- und beleuchtungstechnische Fragen (Bilux-Lampe) unter dem Aspekt der Energieproblematik zu behandeln. Mit der Erhöhung, der Sicherheitsanforderungen im Straßenverkehr nimmt auch der Umfang der elektrischen Beleuchtungseinrichtungen zu und damit ebenfalls der Energiebedarf. Hieraus ergibt sich ein Ansatzpunkt für eine Diskussion mit den Schülern.

Die erfolgreiche Behandlung dieses Unterrichtsthemas setzt voraus, daß die Schüler durch den Physik-Unterricht bereits die elementaren Gesetzmäßigkeiten und Begriffe (Ohmsches Gesetz, Spannung, Strom, Widerstand) der Elektrotechnik kennengelernt haben und ein Verständnis vom elektrischen Stromkreis und den verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten (Reihen-/Parallelschaltung) mitbringen.

Die folgende Anordnung der Aufgaben hat sich für den Unterricht als geeignet erwiesen:

1. Scheinwerfer und Rücklichter sollen über eine Energiequelle (Batterie) und einen Schalter zu einer funktionsfähigen Beleuchtungseinheit zusammengeschaltet werden.

2. Die Schaltung soll durch eine optische Kontrollanzeige so erweitert werden, daß ohne Kenntnis des Schalterstandes eine Aussage über den Betriebszustand der Beleuchtungsanlage gemacht werden kann.
3. Die Schaltung ist so umzugestalten, daß über einen entsprechenden Schalter eine Umschaltung von Abblend- auf Fernlicht vorgenommen werden kann.

Unterrichtsmethodisch ist es zweckmäßig, die Schüler nach einer Einführung in die Problemstellung zu ermuntern, das Schaltproblem zunächst vermittels einer Schaltskizze zu lösen und erst im Anschluß daran die Schaltung aufzubauen. Schon wegen der begrenzten Anzahl der Baukästen, aber auch, um die Kooperationsfähigkeit der Schüler zu fördern, empfiehlt sich für diesen Unterricht die Partnerarbeit.

Lernziele

Die Schüler sollen . . .

- . . . unter Verwendung der in der Elektrotechnik üblichen Schaltsymbole eine Schaltskizze anfertigen und ihre Bedeutung für technische Problemlösungen einordnen und bewerten können.
- . . . geeignete Schaltertypen auswählen und die unterschiedlichen Funktionen verschiedener Schalter erklären können.
- . . . am Modell eines Autos einen verzweigten elektrischen Stromkreis für die Scheinwerfer und Rücklichter aufbauen können.
- . . . schaltungstechnische Alternativen sowohl unter elektrischen als auch unter Sicherheitsgesichtspunkten analysieren und bewerten können.
- . . . den Unterschied zwischen einer Reihen- und einer Parallelschaltung erklären können.
- . . . die Funktionsweise einer Bilux-Glühlampe erklären können.
- . . . eine Sicht-Funktionsprüfung an einer Bilux-Glühlampe vornehmen können.
- . . . eine defekte Bilux-Lampe am Auto auswechseln können.

Aufgabenstellung

Der Unterricht läßt sich durch verschiedene Stichworte, wie Verkehrskontrolle, TÜV-Überprüfung, etc. sehr schnell auf das Thema „Autobeleuchtung“ lenken. In dem einleitenden Unterrichtsgespräch werden dabei die einzelnen Funktionselemente der elektrischen Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen angesprochen und in ihrer Bedeutung für die Verkehrssicherheit eingeordnet.

Die Schüler erhalten dann den ersten Arbeitsauftrag:

Die Grundschialtung für die Scheinwerfer- und Rücklichtbeleuchtung eines Autos ist zu entwickeln und mit ft-Bausteinen am Modell eines Autos aufzubauen.

Bevor die Schüler mit der Problemlösung beginnen, sollten ihnen die genormten Schaltsymbole für Glühlampen, Schalter und Energiequelle (Batterie) erläutert werden, um später Darstellungsschwierigkeiten zu vermeiden.

Im Anschluß an den ersten Arbeitsauftrag und die Diskussion von Fehlerursachen und Vor- und Nachteilen der von den Schülern entwickelten Schaltungen sollte die Problemstellung durch folgenden Auftrag erweitert werden:

Die Schaltung ist durch eine optische Kontrollanzeige so auszubauen, daß ohne Kenntnis des Schalterstandes eine Aussage über den Betriebszustand (Ein/Aus) gemacht werden kann.

Die Erweiterung liegt darin, daß zusätzliche Funktions- und Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen sind.

Die Schüler werden bereits im vorausgegangenen Unterrichtsgespräch die Umschaltung von Abblend- auf Fernlicht und die dabei erfolgende optische Anzeige durch die blaue Kontrollleuchte auf der Instrumententafel im Auto angesprochen haben.

Die damit verbundene Schaltungsaufgabe wird in einem dritten Arbeitsauftrag aufgegriffen:

Die Schaltung ist so umzugestalten, daß unter Verwendung von Bilux-Glühlampen oder zwei übereinander angeordneten

ft-Leuchtsteinen mit Hilfe eines entsprechenden Schalters eine Umschaltung von Abblend- auf Fernlicht vorgenommen werden kann. Das Fernlicht soll dabei durch eine optische Kontrollanzeige angezeigt werden.

Es empfiehlt sich, für das Thema „Autobeleuchtung“ von vornherein mindestens zwei bis drei 90minütige Unterrichtseinheiten vorzusehen, um auch auf beleuchtungstechnische Fragen eingehen zu können, die sich im Zusammenhang mit dem Abblend- und Fernlicht ergeben. Die zweite Unterrichtseinheit sollte ausschließlich dem dritten Arbeitsauftrag gewidmet sein.

Unterrichtsdurchführung - 1. Unterrichtseinheit

Material: u-t 1, u-t 3, Batterie oder ft-Netzgerät

Die Schüler neigen dazu, unmittelbar nach dem einführenden Unterrichtsgespräch und dem ersten Arbeitsauftrag mit dem Konstruieren beginnen zu wollen, weil sie meinen, das schaltungstechnische Problem sehr schnell lösen zu können.

Dies gilt jedoch, wie die Erfahrungen gezeigt haben, nur in sehr begrenztem Maße.

Hier ist grundsätzlich zu überlegen, ob man als Lehrer steuernd eingreifen sollte, indem man die Schüler auffordert, zunächst eine Schaltskizze für die Schaltung zu entwickeln und erst im Anschluß daran die Schaltung zu realisieren. Die Alternative zu diesem Vorgehen besteht darin, daß die Schüler beim Zusammenschalten der Bauelemente über die dabei auftretenden Schwierigkeiten selbständig zu der Einsicht gelangen, daß sich die Lösung des Problems leichter über eine vorher angefertigte Schaltskizze erreichen läßt.

Das letztere Vorgehen ist zeitaufwendiger, aber es führt dazu, daß die Schüler über nachhaltige eigene Erfahrungen die Bedeutung technischer Zeichnungen für die Lösung technischer Probleme erkennen.

In der Konstruktionsphase konstruieren die Schüler erfah-

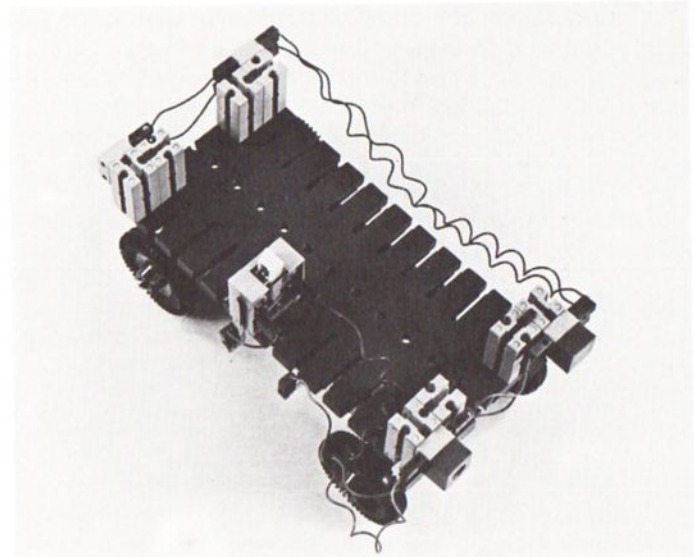
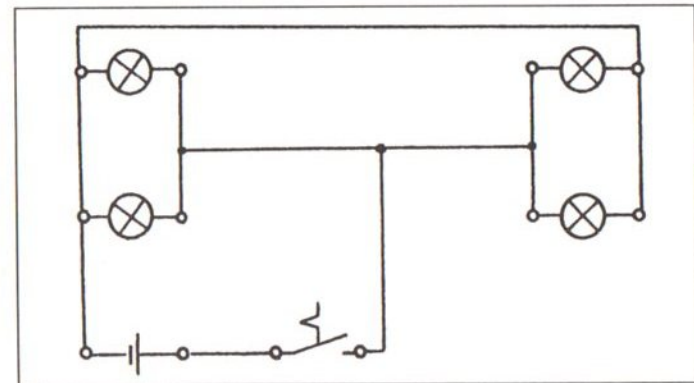


Abb. 3.7 u. 7a: Grundmodell der Autobeleuchtung – Scheinwerfer und Rücklichter sind parallelgeschaltet



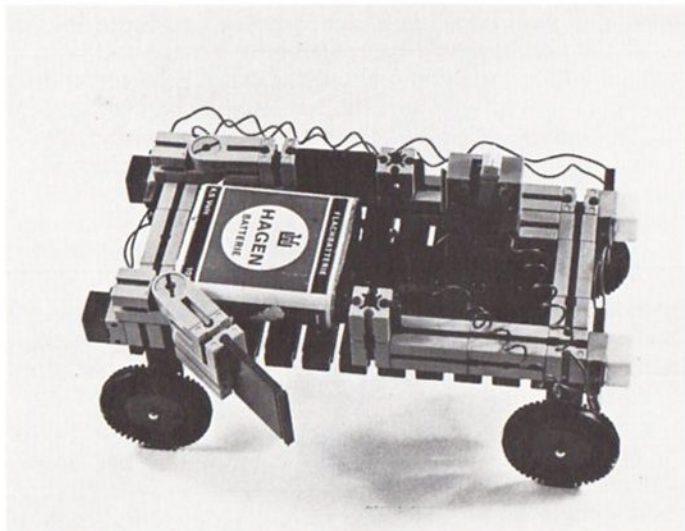


Abb. 3.8: Eine konstruktive Variante mit ft-Schalter

rungsgemäß ein fahrbares Auto-Modell. Erst daran anschließend gehen sie daran, die Schaltung aufzubauen.

Die richtige Problemlösung, nämlich mit einem Stellschalter die parallel zueinander liegenden Beleuchtungselemente zu betätigen, wird von den meisten Schülern ohne größere Schwierigkeiten gefunden, sofern Grundkenntnisse über den elektrischen Stromkreis vorhanden sind. Zwei schaltungstechnisch gleiche, sich nur im konstruktiven Aufbau unterscheidende Lösungen sind in den Abb.3.7/8 dargestellt.

An Fehllösungen (Abb. 3.9), bei denen alle Beleuchtungselemente in Reihe geschaltet waren, läßt sich in der Diskussion herausarbeiten, daß bei dieser Schaltung eine defekte Glühlampe nicht nur die Gesamtanlage lahmlegt, sondern daß auch die Fehlersuche schwierig ist. Wenn die Schüler

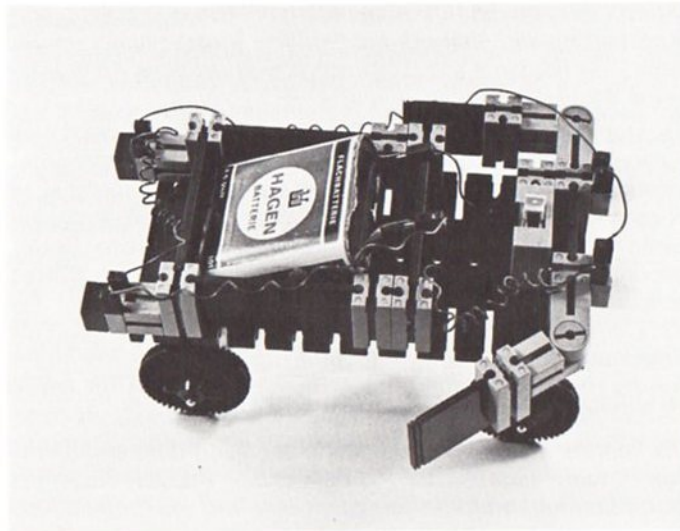
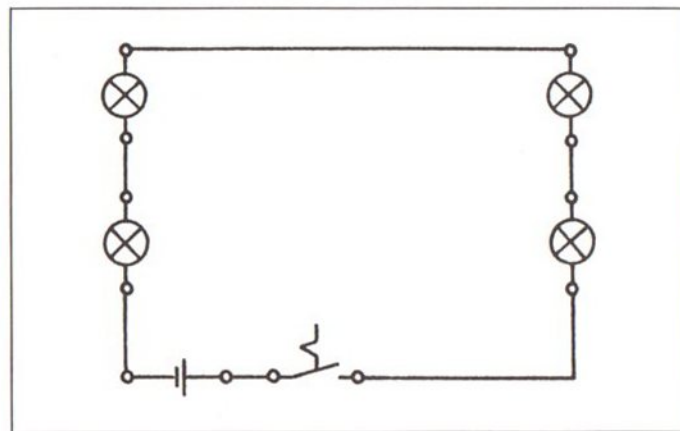


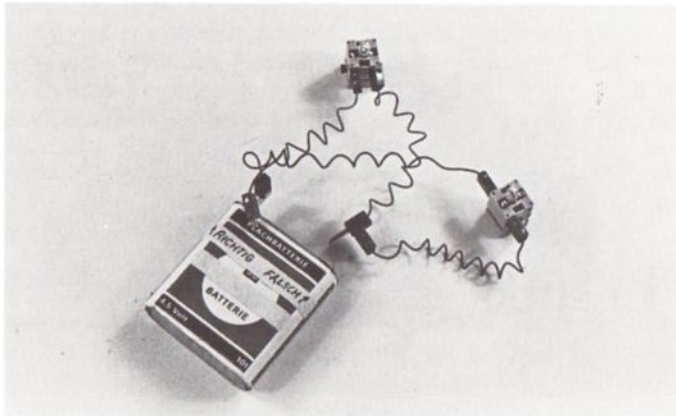
Abb. 3.9 u. Fehllösung – die Beleuchtungselemente sind in Reihe geschaltet



im Umgang mit ft-Leuchtsteinen und ft-Schaltern bislang wenig geübt sind, treten bei deren Verwendung wahrscheinlich Schwierigkeiten auf. Bei den Leuchtelementen ist es nämlich möglich, die Anschlüsse falsch zu wählen, so daß an dem Leuchtstein eine Kurzschlußverbindung hergestellt werden kann. (Abb. 3.10).

In unseren Klassen/Arbeitsgruppen vermuteten die Schüler zunächst einen Defekt der Glühlampe, und sie versuchten den Fehler durch Auswechseln der Glühlampe zu beheben bzw. tauschten das gesamte Leuchtelement aus. Jedoch auch durch eine neue Glühlampe konnte der Fehler nicht aufgehoben werden. Erst nach eingehender Untersuchung des Leuchtelementes stellten die Schüler fest, daß die Steckverbindung fehlerhaft war und zu einem Kurzschluß geführt hatte. Da keine Sicherungen zur Absicherung des Schaltkreises verwendet wurden, konnte der Kurzschluß als Fehlerursache nicht unmittelbar erkannt werden.

Abb. 3.10: ft-Leuchtbaustein mit richtigen und falschen Anschlüssen



Auch das Auswählen und Anschließen von Schaltern ist dann nicht ganz problemlos, wenn die Schüler noch nicht mit diesen ft-Elementen gearbeitet haben. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, entweder die Schüler selbst Schalter konstruieren zu lassen oder eine eingehende Analyse der ft-Schalter vorzunehmen. Dies beansprucht zusätzliche Zeit.

Abbildung 3.11 und 3.12 zeigt ein Schülerergebnis mit selbst konstruiertem Schalter (siehe auch die Abb. 2.3 – 2.5, Seite 12).

Die Bearbeitung des zweiten Arbeitsauftrages erbrachte überraschend viele verschiedene Lösungen, an denen sich besonders gut theoretische Grundlagen der Elektrotechnik herausarbeiten ließen.

Einige Schüler trennten die Schaltung in Scheinwerfer- und Rücklichtkreis und legten je eine Kontrolleuchte in Reihe zu den parallel zueinander geschalteten Scheinwerfern bzw. Rücklichtern. Die Schüler strebten dabei an, getrennte Aussagen über den Betriebszustand von Scheinwerfern einerseits und Rücklichtern andererseits zu machen (Abb. 3.13).

Eine andere Gruppe benutzte dagegen nur eine einzige Kontrolleuchte, schaltete diese aber auch in Reihe zu den parallel geschalteten Beleuchtungselementen (Abb. 3.14).

Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Schaltung lieferte ein für die Schüler völlig überraschendes Ergebnis. Obwohl die Schaltung durch den Einbau der Kontrolleuchte nur geringfügig verändert worden war, leuchtete nach dem Einschalten nur diese Leuchte auf, während Scheinwerfer- und Rückleuchten dunkel blieben.

Eine von den Schülern durchgeführte Schaltungsanalyse erbrachte keine Rückschlüsse auf die Fehlerursache. Die Schaltung wies weder Kurzschlußverbindungen auf noch waren die Leuchtsteine defekt. Es wurde nun notwendig, gemeinsam mit den Schülern theoretische Überlegungen zur Erklärung des Schaltungsverhaltens anzustellen.

Da unsere Schüler bereits die grundlegenden Begriffe und

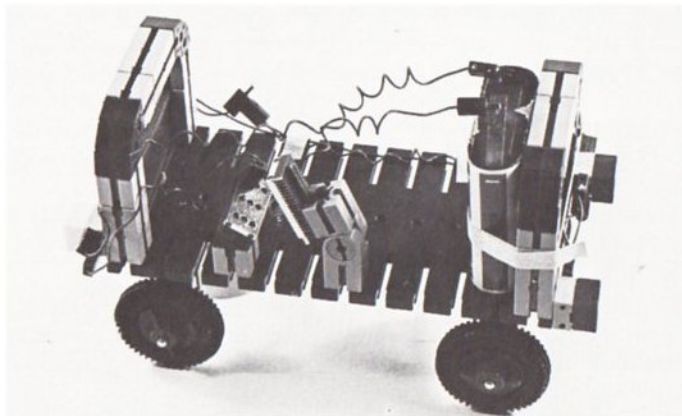


Abb. 3.11: Autobeleuchtung mit selbst konstruiertem Schalter – Schalter geöffnet

Abb. 3.13: Modell der Autobeleuchtung mit zwei Kontrolleuchten für Scheinwerfer und Rücklichter (Fehllösung)

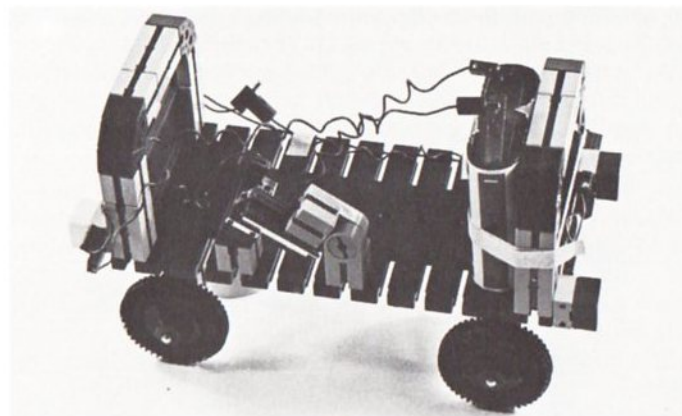
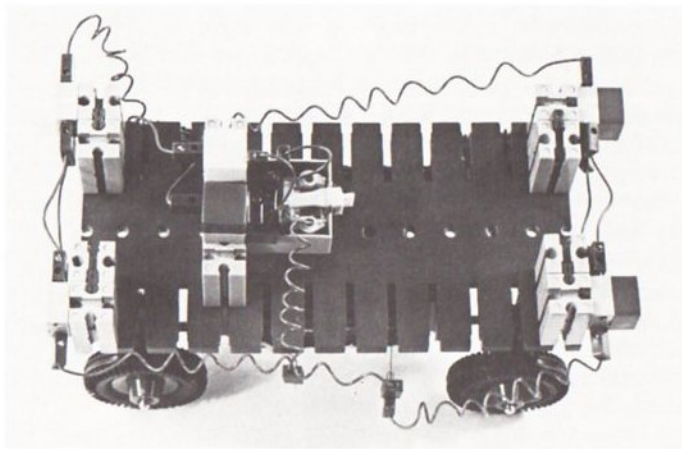
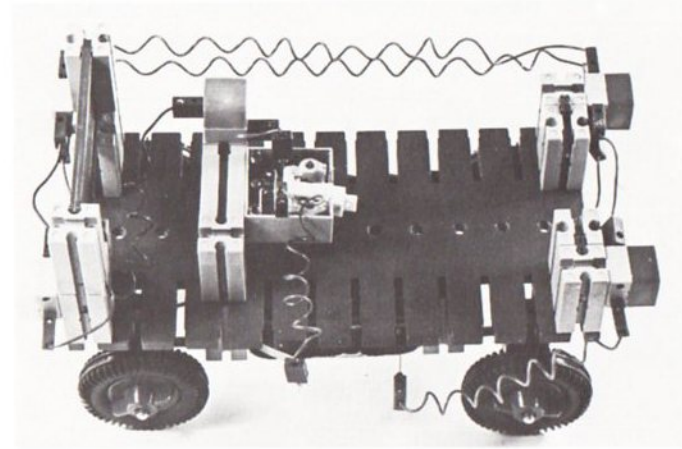


Abb. 3.12: Schalter geschlossen – die Beleuchtung ist eingeschaltet

Abb. 3.14: Fehllösung – die Kontrolleuchte liegt in Reihe zu den parallelgeschalteten Beleuchtungselementen



Gesetzmäßigkeiten des elektrischen Stromkreises kannten, wurde zur Erklärung des Schaltungsverhaltens der in Abbildung 3.5 dargestellte Zusammenhang entwickelt:

Durch einen einfachen Versuch läßt sich demonstrieren, daß die Lichtstärke und damit die Spannung an den parallel geschalteten Glühlampen um so geringer wird, je mehr Glühlampen parallel geschaltet werden. Im gleichen Maße erhöht sich die Spannung an der in Reihe dazu geschalteten Glühlampe.

Es kommt nun darauf an, den Schülern zu verdeutlichen, daß der *Gesamtwiderstand* einer Parallelschaltung immer *kleiner* ist als jeder *Einzelwiderstand* dieser Schaltung und daß die Parallelschaltung ersatzweise durch diesen Gesamtwiderstand dargestellt werden kann (Modellbildung). Die gemischte Schaltung läßt sich damit umwandeln in eine Reihenschaltung, bei der sich die Spannungen im Verhältnis der Widerstände aufteilen.

Ist es nicht möglich, diese Zusammenhänge formelmäßig mit den Schülern zu entwickeln, so muß eine verbalsprachliche Erklärung genügen.

Die im Automobilbau übliche Schaltungsart, die Kontrollleuchte parallel zu den Scheinwerfern und Rückleuchten zu schalten, wurde von einigen Schülern als unbefriedigend empfunden, da der Ausfall eines Scheinwerfers nicht über die Kontrollleuchte erkennbar ist (Abb. 3.15). Es wird nur signalisiert, daß die Außenbeleuchtung eingeschaltet ist, nicht, ob alle Lampen auch funktionieren. Diese Lösung befriedigt jedoch die Aufgabenstellung, zumal die von einigen Schülern entwickelten Alternativlösungen Nachteile für die Zuverlässigkeit der Beleuchtungsanlage aufwiesen.

Unterrichtsdurchführung - 2. Unterrichtseinheit

Material: u-t 1, u-t 3, Bilux-Lampen, Bosch-Stellschalter, Stromversorgungsgerät (bis V Gleichstrom)

Es fällt den Schülern nicht schwer, den beleuchtungstechnischen Unterschied zwischen Fern- und Abblendlicht zu er-

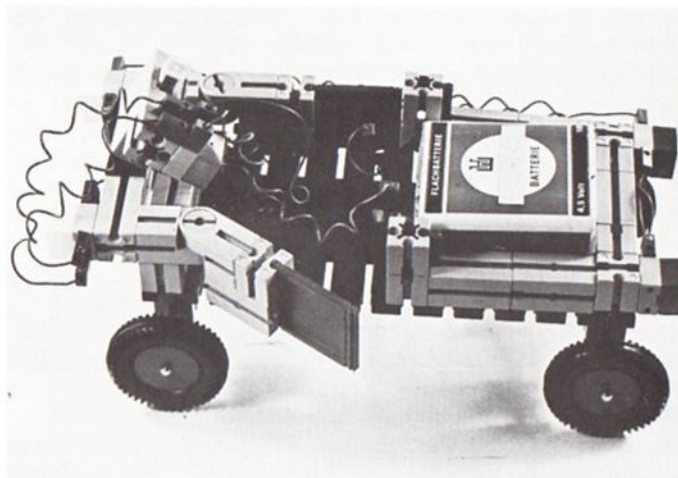
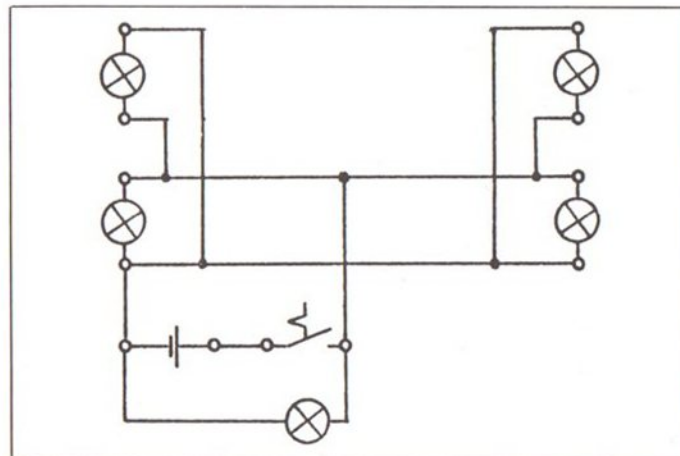


Abb. 3.15 u. Richtige Lösung – der Betriebszustand der Beleuchtungsanlage wird durch eine Kontrollleuchte angezeigt



klären und die verkehrstechnische Notwendigkeit der Scheinwerfer-Umschaltung anzugeben. Hier haben die Schüler im Straßenverkehr bereits eigenes Wissen gesammelt.

Bevor die Schüler mit der Schaltungsentwicklung beginnen, erhalten sie Informationsunterlagen (s. Abb. 3.2–3.4) über Bilux-Lampen. Anhand dieser Unterlagen erarbeiten sich die Schüler diejenigen Sachinformationen, die für den Schaltungsaufbau mit Bilux-Lampen wichtig sind.

In unseren Klassen sind wir zu dem Ergebnis gekommen, daß es zweckmäßig ist, den Schülern ein Arbeitsblatt an die Hand zu geben, auf dem die Schaltungssymbole bereits geordnet dargestellt sind (Abb. 3.16). Die Schüler haben also nur noch die richtigen Schaltverbindungen einzuzichnen. Ohne diese Hilfestellung sind die Schüler überfordert. Auch bei dieser Vorgabe werden noch erhebliche Anforderungen an die Schüler gestellt. Häufigste Fehler sind fehlende Schaltverbindungen und Schaltungskurzschlüsse. Auch die schaltungstechnische Anordnung der beiden Schalter bereite einigen Schülern Schwierigkeiten. Hier war Hilfe in jedem Einzelfall erforderlich.

Ist die Entwicklung der Schaltung abgeschlossen, so folgen die Konstruktion und Erprobung. Der Aufbau der Bauelemente wird von den Schülern relativ schnell vollzogen, sofern ausschließlich ft-Bauelemente eingesetzt werden. Verwendet man dagegen Bilux-Leuchten (Abb. 3.17) und Schalter der Autozubehörindustrie, dann ergeben sich zunächst Befestigungsprobleme. Die Bilux-Lampen lassen sich gut mit Tesaband auf einem ft-Baustein befestigen, nur muß darauf geachtet werden, daß die Anschlußkontakte zugänglich bleiben. Die von uns verwendeten Bosch-Schalter lassen sich in zwei Bausteine einklemmen und dadurch gut montieren. Vor der Montage ist eine Analyse dieser Schalter wichtig, um die richtigen Anschlußverbindungen herstellen zu können.

Nicht allen Schülern gelingt es auf Anhieb, die von ihnen entwickelte Schaltskizze in eine funktionsfähige Schaltung

Abb. 3.16: Arbeitsblatt zur Entwicklung einer Schaltung für Fern- und Abblendlicht

<u>Techniklehre</u>	<u>DIE AUTOBELEUCHTUNG</u>	Arbeitsblatt
<u>Datum:</u>	Fernlicht - Abblendlicht	Name: <u>G. Buck</u>

Aufgabe: Versuche bitte, eine vollständige Schaltung für die Autobeleuchtung zu entwickeln. Die Schaltung soll folgende Aufgaben erfüllen:

Alle Beleuchtungselemente sollen über einen Licht-Hauptschalter eingeschaltet werden. Dies ist durch eine Kontrolllampe anzuzeigen.

Außerdem sollen die Bilux-Lampen der Scheinwerfer über einen weiteren Schalter von Abblend- auf Fernlicht umgeschaltet werden können. Das Fernlicht ist über eine zusätzliche Kontrollleuchte anzuzeigen.

Das Schaltungssymbol für eine Bilux-Lampe ist nebenstehend abgebildet.

Zeichne bitte mit Bleistift, dann kannst du falsche Schaltverbindungen leichter korrigieren.

Wenn du die Schaltung entwickelt hast, überprüfe sie bitte und beginne erst dann mit dem Schaltungsaufbau.

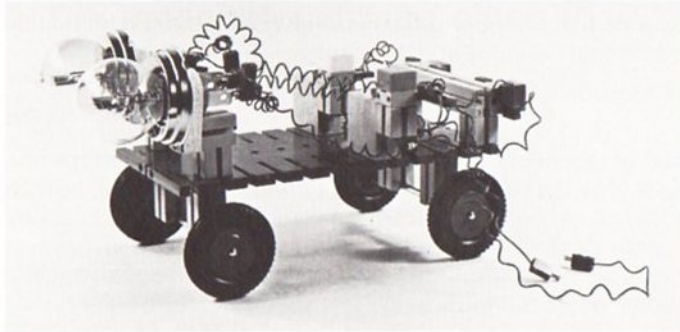


Abb. 3.17 u. Vollständiger Schaltungsaufbau mit Bilux-
Lampen und zwei Kontrolleuchten (Schalt-
bild 4)

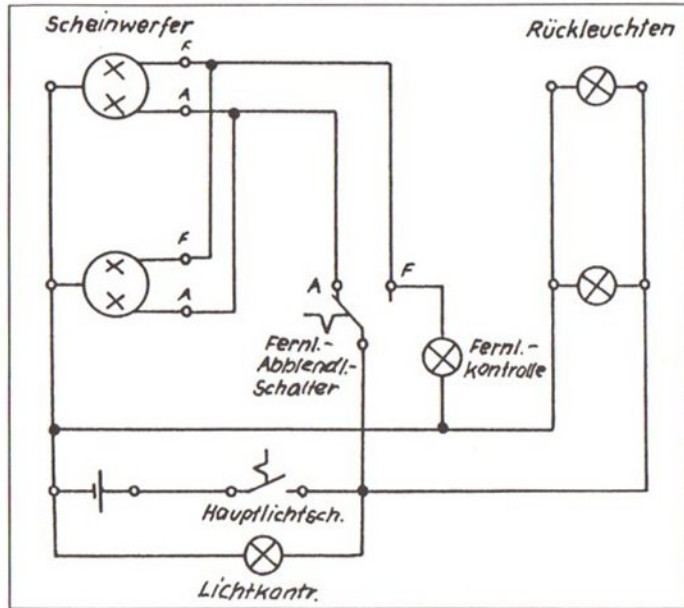


Abb. 3.18: Schüler wechseln eine Scheinwerfer-Bilux-
Lampe aus



umzusetzen. Um die Schwierigkeiten zu überwinden, ist ihnen zu raten, jede vorgenommene Schaltverbindung auf der Schaltskizze abzuhaken. Dadurch werden Fehler ausgeschaltet und der Schüler gewinnt eine Übersicht über die noch durchzuführenden Schaltungsarbeiten.

Für die Erprobung von Schaltungsaufbauten mit Bilux-Lampen reichen Batterien und ft-Netzgerät wegen der hohen Leistungsaufnahme dieser Lampen nicht mehr aus. Hierfür ist ein Netzgerät zu verwenden, dessen Spannungsbereich bis 15 V gehen sollte und das einen Ausgangsstrom von mindestens 4 A liefern muß.

Realbezug

Der Realbezug läßt sich für alle Schüler an jedem Kraftfahrzeug unmittelbar herstellen. Auf einer einfacheren Ebene lassen sich die Schaltungsprinzipien an der Beleuchtungsanlage eines Fahrrades wiedererkennen. Allerdings ist die Anzahl der Beleuchtungselemente geringer und der Stromkreis wird nicht durch einen Schalter unterbrochen.

Auf jeden Fall sollte mit den Schülern die Beleuchtungseinrichtung eines Autos untersucht werden (Abb. 3.18) indem sie die Bedienungshebel und -knöpfe betätigen und ihre Funktionen kennenlernen. Durch den Einbau von Fehlern (defekte Sicherung/Glühlampe) können die Schüler aufgefordert werden, die Fehlerstelle zu suchen und den Fehler zu beheben. Dabei lassen sich Fähigkeiten, wie das Ausbauen eines Scheinwerfers und das Auswechseln defekter Glühlampen, vermitteln. Eine Funktionsprüfung defekter Bauteile sollte dabei auf die Sichtprüfung beschränkt bleiben. Eine weitergehende Fehlererkennung und -beseitigung bedarf zusätzlicher Kenntnisse und Fähigkeiten, die nicht das Ziel dieses Unterrichts sind.

Möhlenbrock

4 Die Innenbeleuchtung eines Pkw

Sachinformation

Alle Kraftfahrzeuge haben heute eine Innenbeleuchtung des Fahrgastraumes. Darüber hinaus weisen viele Fabrikate eine Beleuchtung des verschließbaren Ablagefaches am Armaturenbrett und des Kofferraumes auf. Diesen Beleuchtungsstellen ist gemeinsam, daß das Einschalten der Lampen über Tast-Schalter erfolgt. Um diese Funktion zu ermöglichen, sind die Tast-Schalter jeweils so in den Rahmen eingebaut, daß sie der Innenkante der Tür (Klappe oder Haube) gegenüberliegen. Das Licht brennt, solange die Tür geöffnet und der Tastschalter in Ruhelage ist. Beim Schließen der Tür wird der Taster betätigt, der Stromkreis unterbrochen. Somit haben wir es bei der Innenbeleuchtung des Pkw mit sogenannten *Aus-Tastern (Öffnern)* zu tun. Der gleiche Schaltvorgang ist bei der Beleuchtung vieler anderer Geräte anzutreffen, z. B. beim Kühlschrank, bei der Kühltruhe, der Innenbeleuchtung von Schränken oder Musiktruhen.

Als *Ein-Taster mit Schließkontakt* wird der Tastschalter beim Bremslicht und beim Rückfahrcheinwerfer des Pkw verwendet. Der selbsttätige Rückgang der Taster ist auf zwei Weisen konstruktiv gelöst worden: in den meisten Fällen sorgt eine Druck- oder Zugfeder dafür; es gibt aber auch hydraulisch betätigte Taster, z. B. für die Bremslicht-Schaltung des Pkw (vgl. Abb. 4.1).

Die Innenbeleuchtung kann beim Pkw alternativ über jede Tür und zusätzlich über einen Stellschalter am Leuchtkörper betätigt werden. Daraus ergibt sich das gezeigte Schaltbild (Abb. 4.2).

Didaktische Gesichtspunkte

Diese Aufgabe führt die Schüler in elektrotechnische Probleme mit Schaltern ein, die sich in ihrer Funktion grundlegend

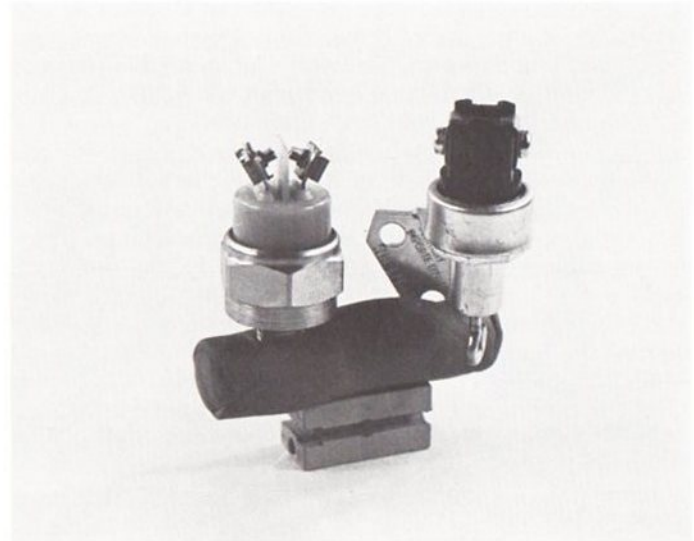
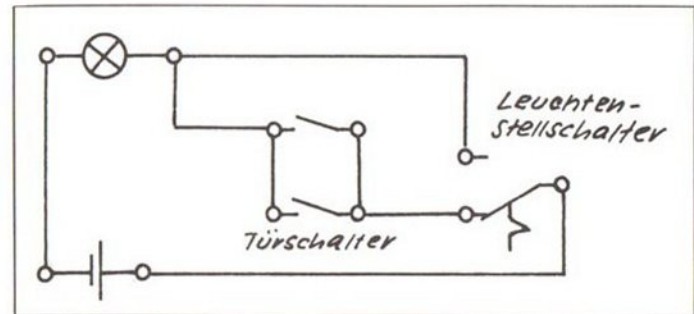


Abb. 4.1: Hydraulisch und mechanisch betätigte Bremslichtschalter

Abb. 4.2: Schaltplan für die Innenraum-Beleuchtung – Tastschalter in Arbeitsstellung gezeichnet – Türen geschlossen



gend von Stellschaltern unterscheiden. Die Möglichkeit, solche Taster als Schließer, Öffner oder Umschalter einsetzen zu können, hat diesen Schaltern ein weites Anwendungsfeld verschafft. Im täglichen Umgang haben die Schüler die Einsatzmöglichkeiten von Tastschaltern vielfältig kennengelernt. Das Aufgabenbeispiel „Innenbeleuchtung“ bietet die Möglichkeit, die Betrachtung des Tastschalters auf seine Funktion als Öffner einzugrenzen. Trotz dieser Begrenzung der Aufgabe wird von den Schülern eine komplexe schaltungstechnische Lösung verlangt, da – analog der realen Situation – die Innenbeleuchtung sowohl über zwei Türen als auch über einen Stellschalter geschaltet werden soll. Damit werden die im Unterrichtsbeispiel „Außenbeleuchtung“ gewonnenen Einsichten über Parallelschaltung dahingehend erweitert und vertieft, daß hier für die geforderte Und-Oder-Schaltung die Taster parallel und in Reihe zum Stellschalter zu schalten sind.

Außerdem zwingt der Einsatz von zwei Tastschaltern dazu, daß sich die Schüler neben dem vorhandenen ft-Taster einen zweiten Schalter selbst herstellen müssen. Dabei bietet sich die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Schüler die elektrotechnische Funktion des Tastschalters verstanden haben oder ihn nur als black-box einsetzen.

Lernziele

Darstellen des Schaltplans für die Innenleuchte mit zwei Öffnern und Stellschalter. Anwenden der entsprechenden Schaltzeichen.

Einen Taster funktionsgerecht als Öffner für die Innenbeleuchtung des Autos einbauen und schalten.

Konstruieren von funktionstüchtigen Tastschaltern aus ft-Elementen und Zusatzmaterialien.

Herstellen eines verzweigten Stromkreises aus zwei Tastern, Stellschalter und Leuchtstein zur Schaltung der Innenleuchte.

Öffner und Schließer unterscheiden und beschreiben können.

Nennen von Anwendungsbeispielen für Tastschalter aus der Umwelt.

Aus- und Einbauen von Tastschalter und Innenleuchte kennenlernen zur Durchführung einfacher Reparaturen.

Begriffe: Verzweigter Stromkreis, Stellschalter, Tastschalter, Öffner, Schließer.

Aufgabenstellung

Die Schüler haben alle schon erfahren, daß beim Öffnen der Autotür die Innenbeleuchtung eingeschaltet wird. Sie berichten von ihrer Beobachtung, daß aus dem Türrahmen ein Knopf ragt, über den beim Öffnen der Tür der Kontakt eines Schalters geschlossen wird. In diesem einführenden Gespräch stellen die Schüler fest, daß sich solche Einrichtungen auch an anderen Stellen in vielen Pkw finden: Innenbeleuchtung des Handschuhfachs, des Kofferraums, Kontrollanzeige für die Handbremse, Bremslicht, Rückfahrcheinwerfer. Ebenso bekannt ist, daß die Beleuchtung des Innenraums über alle Türen des Fahrzeugs erfolgt. Außerdem besteht die Möglichkeit, über einen Stellschalter auf der Fahrerseite auch bei geschlossener Tür die Innenbeleuchtung einzuschalten.

Aus diesem Gespräch ergibt sich eine Abfolge von Aufträgen, die den Schülern schrittweise gestellt werden sollten:

1. *Stelle eine Schaltung her, durch die beim Öffnen einer Tür die Innenbeleuchtung deines Fahrzeugs eingeschaltet wird. Du kannst für diese Aufgabe auch einen eigenen Schalter aus Baukastenelementen und Zusatzmaterialien konstruieren.*
2. *Über einen zweiten Schalter soll die Innenbeleuchtung auch bei geschlossener Tür eingeschaltet werden können.*
3. *Die Innenbeleuchtung soll über eine zweite Tür des Fahrzeugs betätigt werden können.*

Unterrichtsdurchführung

Material: u-t 1, u-t 3, Karton, Gummiband, Kupferfolie
0,1 mm, Klebeband

Werkzeug: Schere

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, daß die Schüler zur Lösung dieser Aufgaben die Partnerarbeit bevorzugten. Im ersten Auftrag konzentrierten sie sich auf die Schaltung der Innenleuchte mit einem Öffner. Nach dem einleitenden Unterrichtsgespräch gingen die Schüler in dieser Phase des Unterrichts daran, sich mittels einer Schaltskizze vorher Klarheit über die Konstruktion zu verschaffen. Neben dem Konstruktionsproblem des Schaltens einer Lampe mit einem Öffner (Aus-Taster) war für die Schüler auch bedeutsam, eine solche Konstruktion zu finden, die eine einwandfreie Betätigung des Tast-Schalters ermöglicht. Deshalb setzte der überwiegende Teil der Schüler den Taster des u-t 3 ein. Ein Beispiel für die Lösungen zeigt Abbildung 4.3.

Abb. 4.3: Schaltungsaufbau mit einem Tastschalter und Glühlampe

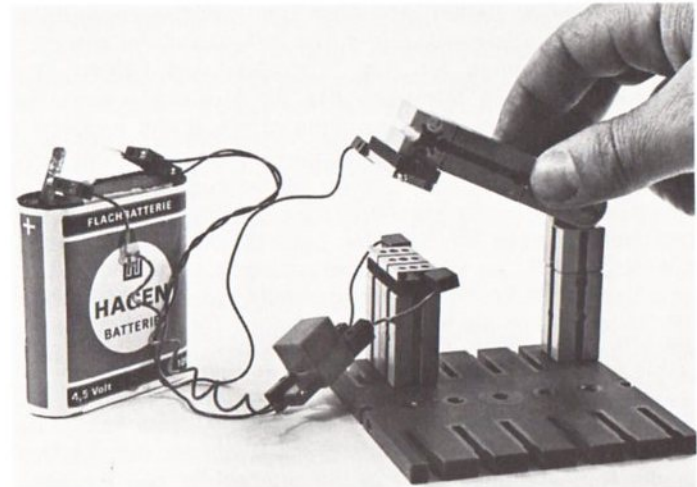
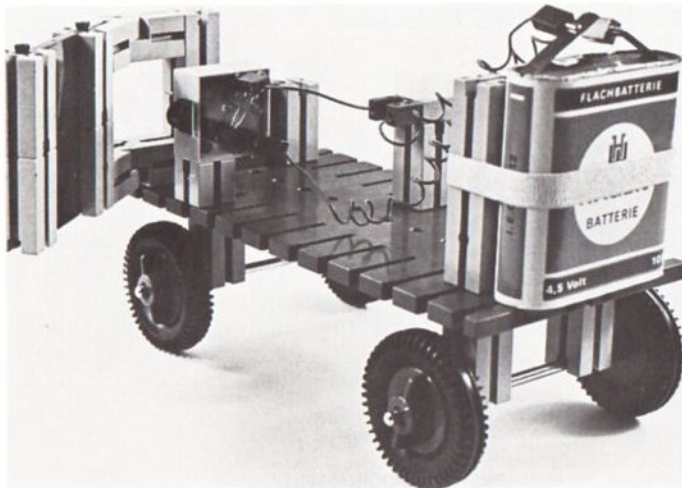
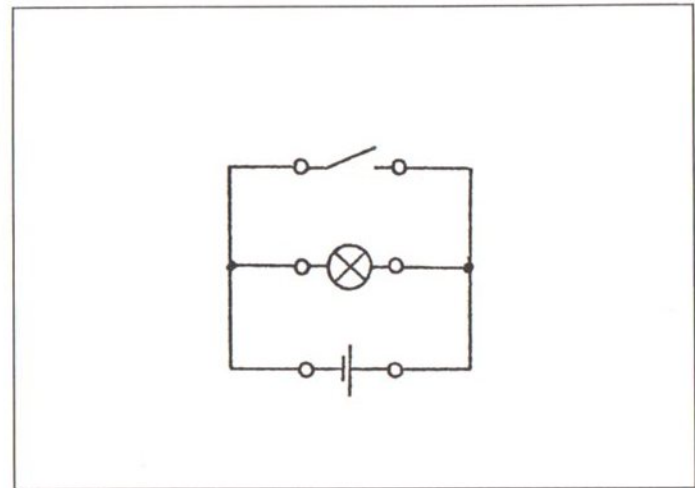


Abb. 4.4 und 4.4a: Fehllösungsaufbau – durch den Schalter wird der Stromkreis kurzgeschlossen



Andere Schüler hatten sich auch der Aufgabe zugewandt, mit Baukasten-Elementen und den Zusatzmaterialien einen Schaltmechanismus für das Schließen und Öffnen des Stromkreises beim Betätigen der Tür zu konstruieren. Es mußten konstruktive Überlegungen dahingehend angestellt werden, einen Schaltmechanismus zu entwickeln, der über Federdruck selbsttätig in seine Ruhestellung zurückgeht. Außerdem mußte für einwandfreies Schließen und Öffnen des Stromkreises im Schalter gesorgt werden. Abbildung 4.4 zeigt, daß bei diesen Überlegungen anfänglich auch schaltungstechnische Fehler gemacht wurden. Wird der „Schalter“ durch die hier noch gedachte Tür betätigt, so erlischt die Lampe, weil ein Kurzschluß hergestellt wird (vgl. Schaltbild Abb. 4.4a)

Eine richtige Lösung für den Tastschalter zeigt Abbildung 4.5. Hier bewirkt ein Gummiband die Rückkehr des Tasters in die Ruhestellung. Nicht gelöst worden ist das Problem, den Stromkreis bei geschlossener Tür geöffnet zu halten. Lösungen hierfür werden in den Abbildungen 4.6 und 4.7 gezeigt. Im Modell der Abbildung 4.8 reagieren die parallel angeordneten Federfüße auf den geringen Anpreßdruck der geschlossenen Tür über den gleichseitigen Winkelstein an der Innenkante der Tür. In einem anderen Modell (Abbildung 4.9) bewirkt ein Federgelenkstein das Schließen des Schalters in Ruhestellung. Das Arretieren der Tür und damit das Halten des Tasters in geöffnetem Zustand wurde erreicht durch einen mit Klebeband auf den gleichschenkligen Winkelstein geklebten und federnd wirkenden Kartonwinkel.

Die Erledigung des ersten Arbeitsauftrages beanspruchte unterschiedlich viel Zeit. Frühzeitig fertig gewordene Schüler wurden aufgefordert, einen Schaltplan zu ihrer Lösung zu zeichnen.

Nach einem Vergleich der unterschiedlichen Lösungen, die sich aber alle auf das gleiche Schaltbild zurückführen lassen, wurde die zweite Aufgabe gestellt. Jetzt verwendeten die meisten Schüler den Stellschalter des u-t 3 (vgl.

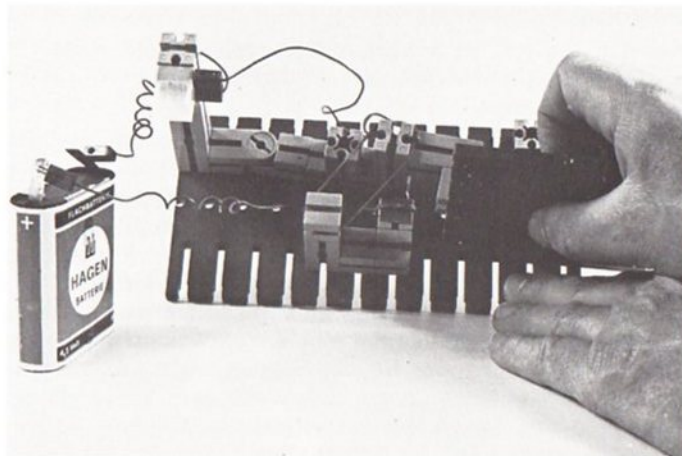
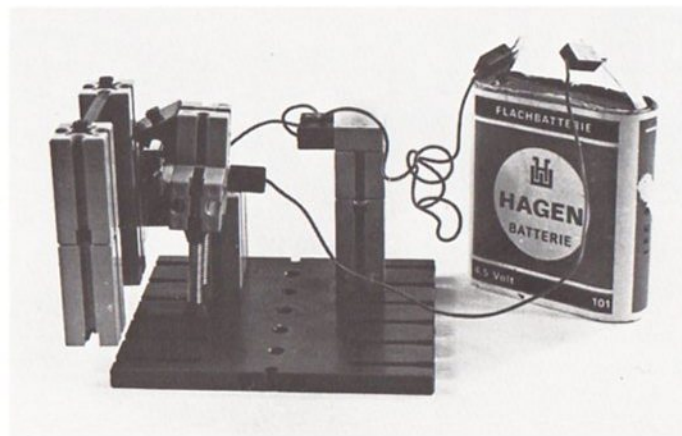


Abb. 4.5: Schaltungsaufbau mit selbst konstruiertem Tastschalter

Abb. 4.6: Konstruktive Variante mit selbst konstruiertem Tastschalter



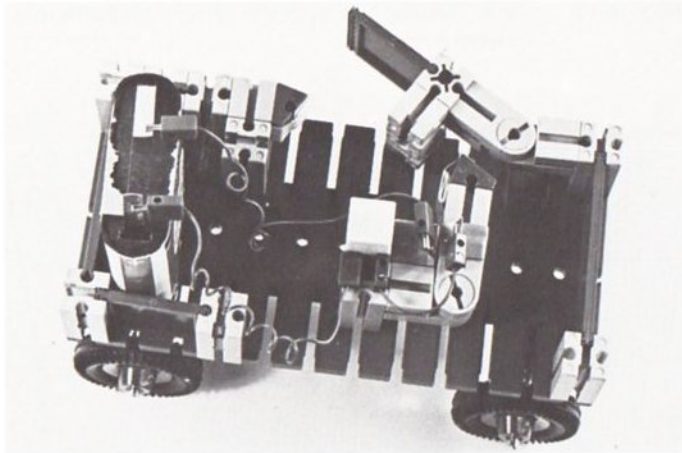


Abb. 4.7: Schalterkonstruktion mit einem Gelenkstein
 Abb. 4.8: Innenbeleuchtung mit Tast- und Stellschalter

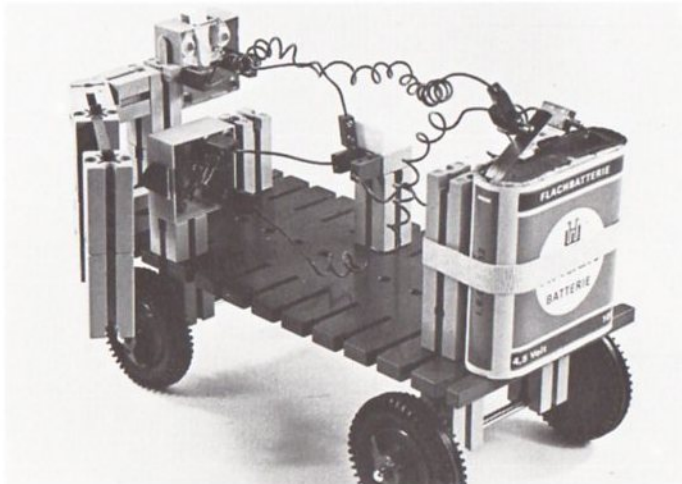


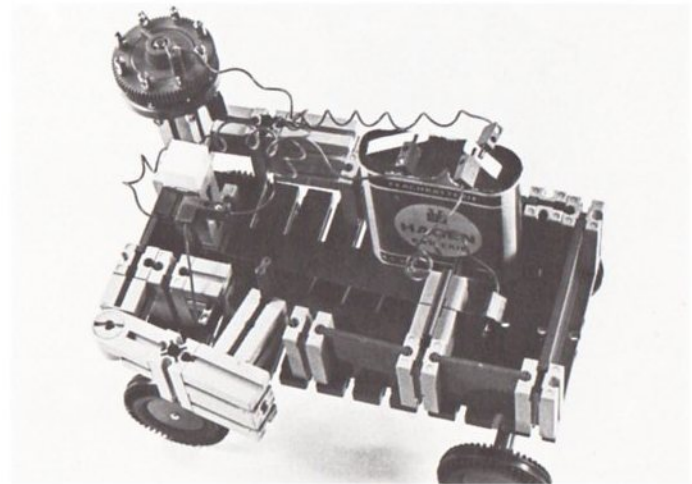
Abb.4.8), in einem Fall auch den Stufenschalter (vgl. Abb.4.9). Damit die Schüler die angestrebte Schaltung selbst überprüfen können, ist es auch hierfür ratsam, Schaltskizzen anfertigen zu lassen (vgl. Abb. 4.10).

Eine letzte Erweiterung dieser schaltungstechnischen Probleme ergab sich mit der dritten Aufgabe, die Innenbeleuchtung über die Taster zweier Türen und den Umschalter bedienen zu können, wie dies Abbildung 4.11 zeigt.

Realbezug

Als Abschluß dieser Unterrichtseinheit bietet sich an, die Einrichtung der Innenbeleuchtung an einem Pkw zu untersuchen. Zunächst wird festgestellt, wo Schalter und Leuchten im Inneren des Wagens zu finden sind und zu welchen Einrichtungen des Pkw sie gehören: Handschuhfach, Koffer-

Abb. 4.9: ft-Drehschalter übernimmt die Funktion des Stellschalters



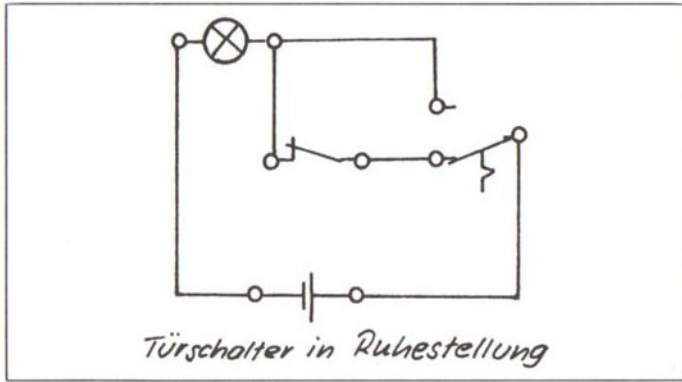


Abb. 4.10: Schaltbild

Abb. 4.11: Vollständiger Schaltungsaufbau mit Stell-
schalter und zwei Türschaltern

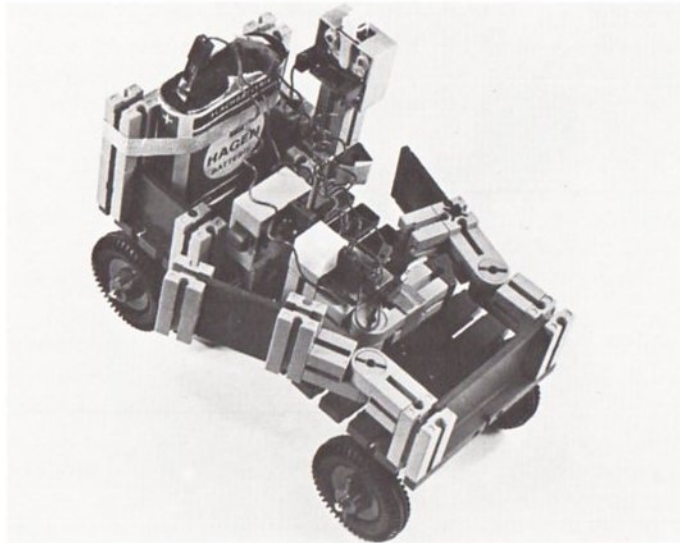


Abb. 4.12: Ein Türschalter wird von einer Schülerin aus-
gebaut



Abb. 4.13: Innenraumleuchte eines Pkw



raum, Fahrgastraum, Handbremse, Fußbremse. Dann wird geprüft, ob es sich um Tastschalter oder Stellschalter handelt. Angeleitet vom Lehrer bauen die Schüler unter Verwendung der erforderlichen Spezial-Schraubendreher einzelne Schalter aus und lernen die verschiedenen Typen kennen. (Abb. 4.12; 4.13) Sie erfahren, daß die Schalter und Leuchten über Klemmbuchsen mit den Kabeln verbunden werden. Sie stellen fest, wie alte Teile gegen neue ausgetauscht werden können. Die Schüler beobachten auch, daß für die Tastschalter am Türrahmen Gummiisolierungen gegen Feuchtigkeit erforderlich sind.

Nach dem Ausbau der Schalter lernen die Schüler dann, mit welchen Handgriffen die Schalter und Leuchten sachgemäß wieder eingebaut werden müssen. Sowohl die Einsicht in die Konstruktion der Schalter als auch das vollständige Installieren von Schaltern und Leuchten lernen die Schüler anhand von Altteilen kennen. Für diese Arbeiten sollten hinreichend viele Schalter für Demontage-Arbeiten zur Verfügung stehen; z. T. müssen Vergußteile aufgebrochen werden. Die Schüler erfahren dabei, wie Federungen für den Arbeitskontakt mit den Schalterteilen verbunden sind, daß Schalter nicht nur über Druck- und Zugfedern, sondern beim Bremslicht auch pneumatisch arbeiten. Abschließend können mit funktionsfähigen Altteilen für Demonstrationszwecke auf Tafeln die Schaltungen verschiedener Innenbeleuchtungen und des Bremslichtes hergestellt werden.

Lindemann

5 Die Auto-Blinkanlage

Sachinformation

Man unterscheidet am Auto die elektrische Warnblinkanlage und die Blinkanlage für die Fahrtrichtungsanzeige. Beide elektrischen Anlagen gehören zu den optischen Warn- und Signaleinrichtungen eines Kraftfahrzeugs.

Während die Warnblinkanlage alle vier Blinkleuchten des Autos gleichzeitig mit einer bestimmten Schaltfrequenz ein- und ausschaltet, um damit Verkehrsteilnehmer auf eine Gefahrenquelle aufmerksam zu machen, arbeitet die Blinkanlage für die Fahrtrichtungsänderung nur über die jeweiligen Seiten-Blinkleuchten.

Warnblinkanlage und Blinkanlage für die Fahrtrichtungsanzeige unterscheiden sich nur hinsichtlich des schaltungstechnischen Aufbaus. Das technische Funktionsprinzip ist in beiden Fällen gleich: Über einen selbsttätig arbeitenden Schalter (Blinkrelais/Blinkgeber) wird der Blinkerstromkreis mit einer Taktfrequenz von 1–2 Hz, also 60–120 mal in der Minute, unterbrochen. Als Blinkrelais/Blinkgeber werden sowohl elektrothermisch als auch elektronisch angesteuerte elektromagnetische Schalter verwendet.

Hitzdraht- und Bimetall-Blinkgeber sind selbsttätig arbeitende, thermisch-elektromagnetisch gesteuerte Impulsgeber, für deren Blinkkontaktsteuerung die Wärmedehnung eines stromdurchflossenen Widerstandsdrahtes (Hitzdraht) bzw. eines Bimetallstreifens (s. Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung im fünften und sechsten Schuljahr, S. 124) ausgenutzt wird. Im Zusammenwirken mit der Längenausdehnung des Hitzdrahtes/Bimetalls schaltet ein Elektromagnet periodisch die Kontakte des Blinkankers und des Kontrollankers. Durch diese indirekte Arbeitsweise über einen Elektromagneten bleibt die Kontaktabnutzung gering und die Lebensdauer hoch. In Abb. 5.1 ist ein Hitzdraht-Blinkge-

ber mit einem Kontrollanker für die Blinkerkontrolle im Fahrzeuginneren abgebildet.

Seit einiger Zeit setzt man anstelle von Hitzdrähten und Bimetallen elektronische Impulsgeber für die Ansteuerung des Schaltrelais ein. Dadurch wird die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Blinkgebern weiter erhöht.

Bei den elektronischen Blinkgebern steuert ein astabiler Multivibrator* periodisch den Schaltvorgang eines Drehankerrelais.

* Astabile Multivibratoren sind freischwingende elektronische Kipp-schaltungen, deren Ausgangsspannung ohne entsprechende äußere Ansteuerung periodisch zwischen zwei Spannungswerten hin und her schwingt. Die Ausgangsspannung ist rechteckförmig.

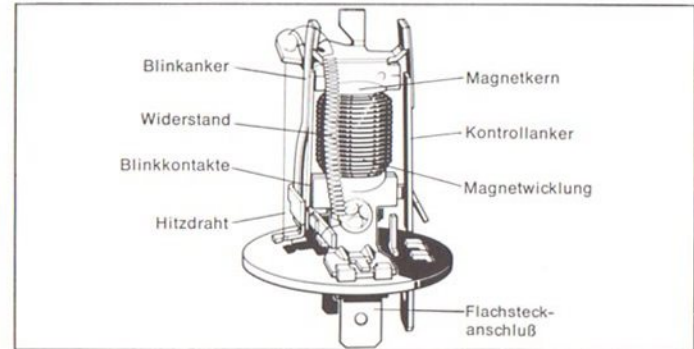


Abb. 5.1: Hitzdraht-Blinkgeber mit Kontrollanker

Abb. 5.2: Blinkgeber-Schaltungen für Dunkel- (links) und Hellbeginn (rechts)



Schaltungstechnisch sind bei elektrothermischen Blinkgebern zwei Schaltungsvarianten zu unterscheiden: Blinkgeber mit Dunkelbeginn und Blinkgeber mit Hellbeginn (Abb. 5.2).

Blinkgeber mit Dunkelbeginn haben in Ruhelage geöffnete Schaltkontakte. Nach Schließen des Blinkstromkreises über den Blinkerschalter leuchten die Blinkleuchten im ersten Moment noch nicht auf, da der in Reihe mit den Blinkleuchten und der Magnetwicklung geschaltete Hitzdraht durch seinen hohen Widerstand (und zusätzlichen Vorwiderstand) den Strom so stark begrenzt, daß die Spannung an den Blinkleuchten nicht ausreicht, um sie aufleuchten zu lassen. Erst nach Erwärmung des Hitzdrahtes (nach etwa 0,5 Sekunden) schließt sich der Blinkankerkontakt. Dadurch wird der Hitzdraht kurzgeschlossen, und die Blinkleuchten erhalten die volle Betriebsspannung. Der Hitzdraht erkaltet wieder und der Vorgang wiederholt sich periodisch.

Bei Blinkgebern mit Hellbeginn leuchten die Blinkleuchten dagegen sofort nach Einschalten des Blink Schalters auf, da Hitzdraht- und Blinkleuchtenstromkreis parallel zueinander liegen. Die Erwärmung des Hitzdrahtes bewirkt, daß sich der Blinkkontakt verzögert öffnet und damit sowohl den Hitzdraht – als auch den Blinkleuchtenstromkreis unterbricht. Auch hier wiederholt sich dieser Vorgang nach Erkalten des Hitzdrahtes periodisch.

Blinkgeber sind elektrisch so dimensioniert, daß der Ausfall einer Blinkleuchte durch die Blinker-Kontrolleuchte im Wageninneren registriert werden kann. Bei Blinkgebern mit Hellbeginn wird der Defekt einer Blinkleuchte durch eine erhöhte Blinkfrequenz der intakten Blinklampen und der Kontrolleuchte signalisiert. Bei Blinkgebern mit Dunkelbeginn bleibt die Kontrolleuchte dunkel.

Die Abbildungen 5.3 und 5.4 zeigen den Aufbau verschiedener Blinkgeber-Typen.

Die Schaltpläne für die Fahrtrichtungsanzeige und die Warnblinkanlage sind in Abb. 5.5 und 5.6 dargestellt.

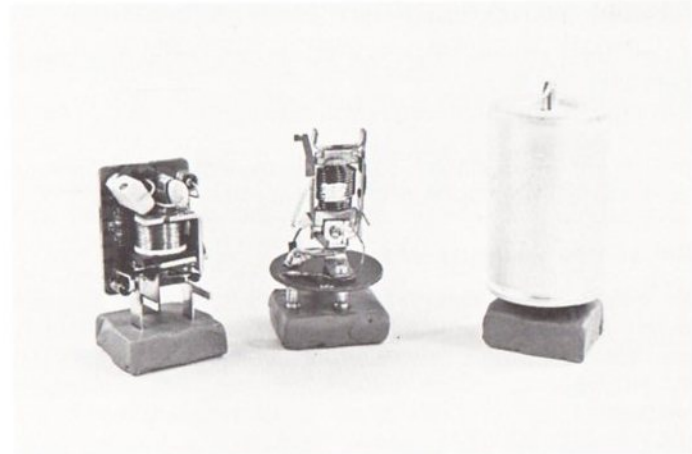


Abb. 5.3: Blinkgeber-Typen im Aufbau

Abb. 5.4: Elektronischer Blinkgeber – in der Mitte der Frontplatte ist der rechteckige integrierte Schaltbaustein zu erkennen



Literatur

Technische Informationen der Fa. Bosch GmbH: Blinkanlagen, Stuttgart o. J.

Bibliograph. Institut (Hrsg.): „Wie funktioniert das?“, Mannheim 1963

Institut zur Entwicklung moderner Unterrichtsmedien (Hrsg.): „Grundlagen der Elektronik“, Bremen 1972

Didaktische Gesichtspunkte

Periodische Schaltvorgänge, die ohne äußere Eingriffe durch selbsttätig arbeitende Schalter gesteuert werden, sind für die Schüler besonders faszinierend. Von daher ist ihr Interesse für dieses Unterrichtsthema relativ leicht zu wecken.

Vom Sachgehalt her bietet das Unterrichtsthema die Möglichkeit, Schüler an Funktions- und Konstruktionsprinzipien elektrothermisch gesteuerter Schalter heranzuführen und

Abb. 5.5: Schaltplan einer Einkreis-Blinkanlage

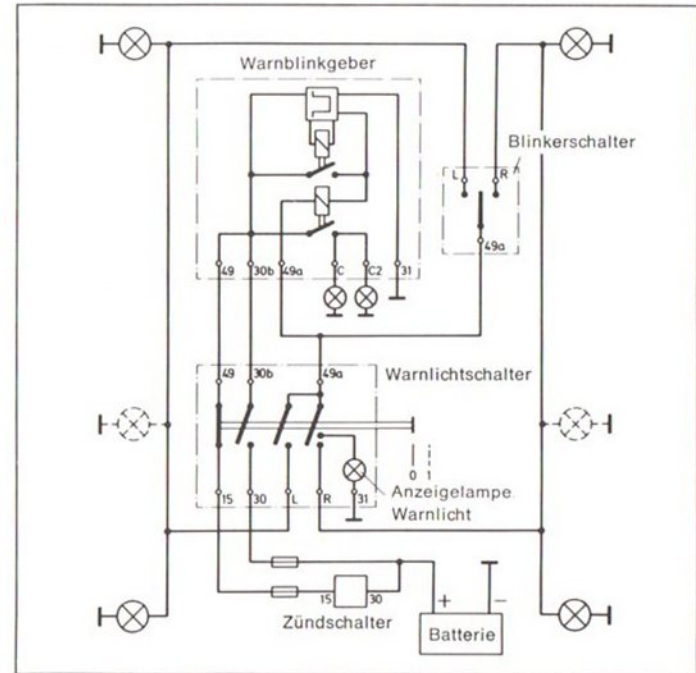
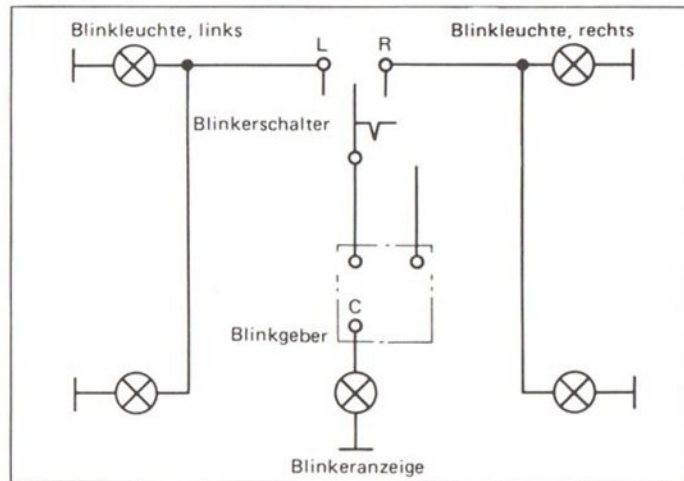


Abb. 5.6: Schaltplan für die Kombination von Warnblinkanlage und Fahrtrichtungsanzeige

ihnen technische Anwendungen elektrophysikalischer Phänomene (Wärmewirkung des elektrischen Stromes, Leiterausdehnung bei Erwärmung) aufzuzeigen. Neben strukturellen und technisch-funktionalen/konstruktiven Aspekten – verfahrensmäßig in den Unterricht eingebracht durch Werkanalyse und Werkaufgabe – lassen sich mit dem Thema praktische Kenntnisse und Fertigkeiten vermitteln: Erkennen einfacher Fehlerursachen und Austauschen defekter Bauteile und Schaltelemente (Glühlampen, Blinkrelais).

Haben die Schüler bereits in einem früheren Unterricht die

Wirkungsweise eines Bimetalls kennengelernt und vielleicht auch schon mechanisch oder elektrothermisch gesteuerte Blinkleuchten entwickelt, so ist es zweckmäßig, den Schwerpunkt bei der Aufgabenstellung auf das schaltungs-technische Problem einer Blinkanlage mit Bimetall und elektromagnetischem Relais zu legen. Hierbei können die Schüler die Bedeutung von Arbeits- und Steuerstromkreis kennenlernen. Ist die Wirkungsweise eines Bimetalls den Schülern noch unbekannt, so sollte die Unterscheidung und Verwendung des Bimetalls im Vordergrund stehen.

Für die Bearbeitung dieses Unterrichtsthemas ist es unerheblich, daß von den verschiedenen Blinkgeber-Prinzipien mit den ft-Bauelementen nur ein Blinkgeber nach dem Bimetall-Prinzip konstruierbar ist. Grundsätzlich ließe sich zwar mit Zusatzmaterialien auch ein Hitzdraht-Blinkgeber entwickeln, jedoch bringt dies keine wesentlich neuen Erkenntnisse. Die Demontage und anschließende Analyse eines Hitzdraht-Blinkgebers ist besser geeignet, dem Schüler die konstruktive Lösung für die Erfüllung der geforderten Schaltfunktion zu verdeutlichen.

Wir setzen auch in diesem Unterricht Arbeitsblätter (Abb. 5.7, 7a) ein. Durch diese Arbeitsunterlagen werden die Schüler angeregt, Schaltungsentwürfe zu Hause anzufertigen, die dann im Unterricht diskutiert werden sollten.

Zwar lassen die zeichnerischen Darstellungen in vielen Fällen noch eine wünschenswerte Übersichtlichkeit vermissen, aber dies ist letztlich eine Frage der Übung und der richtigen Anleitung. Unsere Schüler gelangten meist selbst zu der Erkenntnis, daß erst eine *übersichtliche* Schaltskizze eine wirkliche Hilfe beim Aufbau und Verdrahten der Schaltung leistet.

Lernziele

Die Schüler sollen ...

... die Wirkungsweise eines Bimetalls erklären und Anwendungsbeispiele nennen können.

- ... eine Schaltung für die Warnblinkanlage unter Benutzung genormter Schaltungssymbole entwickeln können.
- ... unter Verwendung eines Bimetalls einen Schaltungsaufbau für eine Warnblinkanlage zusammenstellen können.
- ... einen Schaltplan für die Fahrtrichtungsanzeige entwickeln und einen Schaltungsaufbau vornehmen können.
- ... (den Unterschied zwischen Arbeits- und Steuerstromkreis erklären können).
- ... verschiedene Blinkgebertypen nennen können.
- ... die Funktionsweise eines Hitzdraht-Blinkgebers erläutern können
- ... am Auto ein Blinkrelais erkennen und im Fehlerfall austauschen können.
- ... Fehlerursachen einer Warnblink- und Blinkanlage nennen und in einfachen Fällen den Fehler beheben können.

Aufgabenstellung

Die Schüler erhalten durch Arbeitsblätter (Abb. 5.7, 5.7a) die beiden folgenden Arbeitsaufträge:

Entwicklung einer Schaltung für die Warnblinkanlage eines Autos und Aufbau eines funktionsfähigen Modells mit Hilfe eines Bimetall-Schalters.

sowie

Entwicklung einer Schaltung für die Fahrtrichtungsanzeige eines Autos und anschließende Konstruktion der Blinkanlage mit Hilfe eines Bimetall-Schalters.

Für Schüler, die bereits in vorausgegangenen Unterrichtseinheiten mit Bimetallschaltern gearbeitet haben (s. Unterrichtsbeispiele für das fünfte und sechste Schuljahr – die Blinkleuchte), lassen sich die Arbeitsaufträge so erweitern, daß die Warnblinkanlage mit Hilfe eines Bimetalls und eines elektromagnetischen Relais aufgebaut werden soll, wobei eine Trennung von Arbeits- und Steuerstromkreis vorzusehen ist. Der Bimetall-Schalter steuert dabei den Relais-Stromkreis, und die Blinkleuchten werden über die Arbeits-

Abb. 5.7 und 5.7a: Schülerarbeitsblätter

Techniklehre	<u>DIE AUTO - BLINKANLAGE</u>	Arbeitsblatt 1
Datum: 17.1.75	Der Bimetall-Schalter	Name: J. May

Sachinformation

Ein Bimetall besteht aus zwei verschiedenen Metallen, die als Blechstreifen aufeinander geklebt sind. Die beiden Metallstreifen dehnen sich bei Erwärmung unterschiedlich stark aus. Erwärmt man einen solchen Bimetallstreifen, so zieht das sich weniger ausdehnende Metall das sich stärker ausdehnende zu sich herüber, das Bimetall krümmt sich.

Dir ist bereits bekannt, daß sich ein metallischer Leiter erwärmt, wenn ein elektrischer Strom durch ihn hindurchfließt. Diese Wirkung des Stromes nutzt man in der Elektrotechnik aus, um ein Bimetall als Schalter zu verwenden.

Bimetall-Schalter gehören zur Gruppe der selbsttätigen elektrothermischen Schalter, weil sich das Bimetall unter dem Einfluß des elektrischen Stromes erwärmt, sich dabei krümmt und damit selbsttätig einen elektrischen Stromkreis öffnen und schließen kann.

Untersuche bitte ein Bimetall und überprüfe, ob sich die eben beschriebene Wirkung zeigt, wenn Du eine leuchtende Glühlampe ganz nah an das Bimetall hältst.

Dir ist sicherlich bekannt, daß Autos über eine Warnblinkanlage verfügen, um im Gefahrenfall durch gleichzeitiges Blinken aller 4 Blinkleuchten andere Verkehrsteilnehmer warnen zu können. Der Blinkvorgang wird dabei durch einen selbsttätigen Schalter - das Blinkrelais - ausgelöst und gesteuert. Solche Blinkrelais arbeiten in einigen technischen Ausführungen mit einem Bimetall, das den Blinkerstromkreis selbsttätig öffnet und schließt.

Versuche bitte einmal, eine Schaltung für die Warnblinkanlage eines Autos zu entwickeln. Verwende dabei einen Bimetallschalter; das elektrische Schaltsymbol ist nebenstehend abgebildet.

oder

Schaltungssymbol für Bimetall-Schalter (-auslöser)

Die Schaltung soll folgende Funktion erfüllen: nach Betätigen eines Stellenschalters sollen alle 4 Blinkleuchten über einen Bimetall-Schalter gleichzeitig und automatisch ein- und ausgeschaltet werden.

Blinkanlage-Arbeitsbl.2

Schaltplan für eine Warnblinkanlage

Bevor Du die nächste Schaltaufgabe bearbeitest, baue bitte erst diese Schaltung auf und erprobe sie.

Schaltung für die Fahrtrichtungsanzeige

Entwickle bitte eine Schaltung für die Fahrtrichtungsanzeige. Über einen Schalter, den Du selber auswählen sollst, sollen die linken und rechten Blinkleuchten getrennt geschaltet werden. Das Blinken soll durch eine Kontrollleuchte angezeigt werden

Wähle einen der folgenden Schalter:

- 1 Bimetall-Schalter
- 2 Blink-Schalter
- 3 Kontrollleuchte

kontakte des Relais periodisch ein- und ausgeschaltet. Diese Aufgabenstellung ist auch besonders reizvoll für leistungsstärkere Schülergruppen.

Eine Erweiterung des zweiten Arbeitsauftrages kann darin bestehen, die Schüler aufzufordern, eine kombinierte Schaltung für die Warnblinkanlage und die Fahrtrichtungsanzeige zu entwickeln und aufzubauen.

Unterrichtsdurchführung – 1. Unterrichtseinheit

Materialien: u-t 1, u-t 3, 4,5-V-Batterien oder ft-Netzgerät

Mit dem Stichwort „Warnblinkanlage“ und dem sich daraus entwickelnden Gespräch über die verkehrstechnische Funktion gelangen die Schüler sehr schnell zum eigentlichen Kernstück dieser elektrischen Warneinrichtung – dem Blinkgeber/Blinkrelais.

Die Anregung, mit Hilfe eines geeigneten Schalters eine solche selbsttätige Schaltung zu entwickeln, wird von den Schülern in der Regel sofort aufgegriffen.

Nachdem sich die Schüler anhand des Arbeitsblattes (Abb. 5.7) grundlegende Sachinformationen zur Funktionsweise eines Bimetalls erarbeitet haben, gehen sie daran, eine Schaltskizze für die Warnblinkanlage zu entwerfen.

Der Schaltungsentwurf wird von den meisten Schülern in recht kurzer Zeit fertiggestellt. Dies ist nicht weiter überraschend, da sie bei der Entwicklung einer Autobeleuchtung schon komplexere Schaltungsaufgaben bewältigt haben.

Die ersten Schwierigkeiten bereitet die Konstruktion eines Bimetall-Schalters. Zwar hatten die Schüler in einem Vorversuch die Wirkungsweise des Bimetalls kennengelernt (Krümmungsrichtung bei der Erwärmung) und konnten daher das Bimetall prinzipiell richtig montieren, jedoch hatten sie bei ihren Konstruktionen dann den Kontaktdruck so stark eingestellt, daß die Stromwärme nicht ausreichte, um eine befriedigende Schalthäufigkeit zu erzielen. In einigen Fällen reichte die Ausdehnung des Bimetalls nicht aus, um den Kontaktdruck zu kompensieren, so daß die Blink-

leuchten ständig leuchteten. Hierzu ist nun grundsätzlich zu bemerken, daß infolge der geringen Leistung der Glühlampen auch die Stromstärke im Stromkreis sehr klein ist und damit natürlich auch die Stromwärmewirkung auf das Bimetall. Es liegen also bauelementebedingte Schwierigkeiten vor. Dies ist mit den Schülern im Unterrichtsgespräch herauszuarbeiten. Einige Schüler plädierten für eine Erhöhung der Stromstärke. Sie hatten nämlich festgestellt, daß eine Erhöhung der Spannung zu einer größeren Helligkeit der Beleuchtungselemente führte und dabei die Schalthäufigkeit des Bimetall-Schalters vergrößert wurde. Die Schüler folgerten völlig richtig, daß eine Spannungserhöhung gleichzeitig einen größeren Strom bewirkte (Ohmsches Gesetz). Durch die Nenndaten der Leuchtsteine stieß dieser Vorschlag jedoch auf seine Grenzen.

Als Ersatzlösung wurde vorgeschlagen, parallel zu den Blinkleuchten zusätzlich Leuchtsteine zu schalten und diese möglichst nahe unterhalb des Bimetall-Schalters zu montieren (Abb. 5.8).

Dieser Lösungsvorschlag erwies sich als praktikabel. Die Wärmeabstrahlung der Leuchtsteine reichte aus, um eine befriedigende Schalthäufigkeit der Warnblinkanlage zu erzielen. Die Schaltfrequenz technischer Warnblinkanlagen ließ sich zwar nicht erreichen, aber die Schalthäufigkeit lag immerhin bei etwa 20–30 Schaltintervallen je Minute.

Die Schaltung für die Warnblinkanlage gibt die Abbildung 5.8a wieder.

Da einige Schülergruppen die Lösung relativ schnell erarbeitet hatten, erhielten sie die Zusatzaufgabe, eine Schaltung mit Bimetall und zusätzlichem Relais zu entwerfen. Nachdem die Schüler die Schaltfunktion des ft-Relais erprobt hatten, entwickelten sie ohne größere Hilfestellung eine Schaltung, bei der Steuer- und Arbeitsstromkreis getrennt sind. Gelungene Lösungen sind in den Abbildungen 5.9 und 5.10/10a dargestellt. Anhand dieser Lösung wurde mit den Schülern der Vorteil einer Unterteilung von Arbeits- und Steuerstromkreis diskutiert. Hierbei ist herauszuarbei-

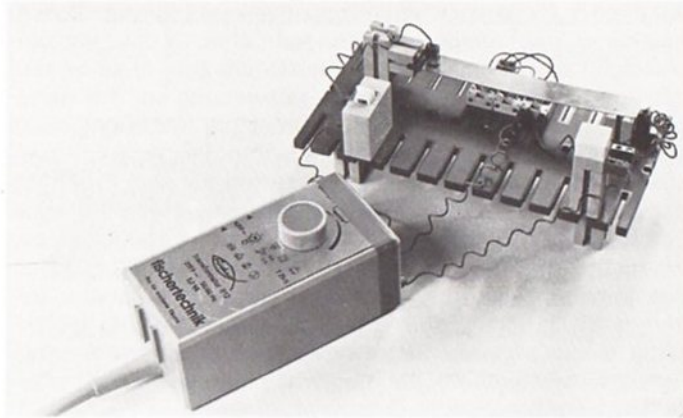
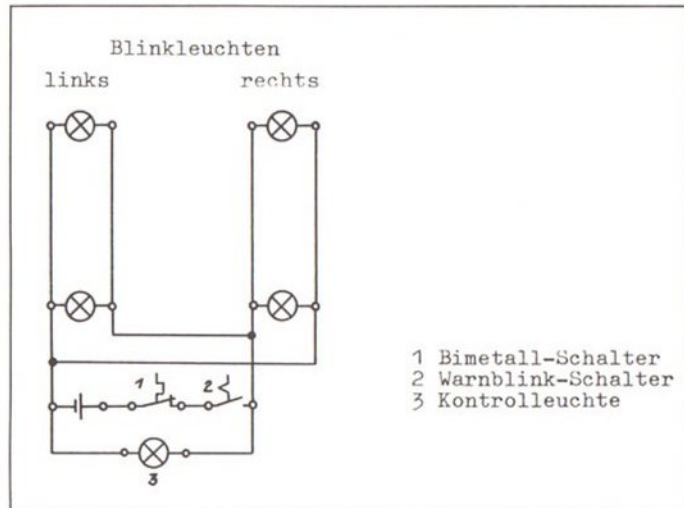


Abb. 5.8: Erster Versuchsaufbau mit Bimetall-Schalter

Abb. 5.8a: Schaltung für eine Warnblinkanlage mit Bimetall-Schalter



ten, daß mit Hilfe kleiner Steuerströme über Relais und andere elektromagnetische Schalter (Schütze) große Leistungen geschaltet werden können. Die Schüler lernen damit ein Grundprinzip der elektrischen Schaltungs- und Steuerungstechnik kennen, das auch für ein Verständnis später zu behandelnder elektronischer Schaltvorgänge von zentraler Bedeutung ist.

Unterrichtsdurchführung – 2. Unterrichtseinheit

Material: u-t 1, u-t 3, 4,5-V-Batterien oder ft-Netzgerät
Bosch-Stellschalter mit Nullstellung

Der Übergang von der Warnblinkanlage zur Blinkanlage für die Fahrtrichtungsanzeige stellt die Schüler vor keine großen Probleme. Die einzige Schwierigkeit liegt darin, einen geeigneten Schalter auszuwählen.

Bevor die Schüler mit dem Schaltungsaufbau beginnen, erhalten sie den Auftrag, mit ft-Bauelementen einen Schalter zu konstruieren, der über zwei Schalt- und eine mittlere Nullstellung verfügt. Haben die Schüler in vorausgegangenen Unterrichtsstunden schon eine Schalteranalyse und -konstruktion vorgenommen, so benutzen sie fast ausschließlich den ft-Drehschalter (Abb. 5.11). Um Schaltungsfehler beim Anschließen des Schalters zu vermeiden, sollte man ihnen den Tip geben, die nicht benutzten Kontaktstücke herauszudrücken, so daß die für den Stellschalter notwendigen Kontakte übrigbleiben. Allerdings ist es erforderlich, mindestens einen gegenüberliegenden Federkontakt und drei Gegenkontakte stehenzulassen, da sich der Drehschalter sonst beim Drehen verkantet.

Die Schaltung für die Fahrtrichtungsanzeige unterscheidet sich von der Warnblinkanlagen-Schaltung lediglich dadurch, daß die Seitenblinkleuchten über einen Mehrstellen-Schalter getrennt geschaltet werden. Die Schüler konnten also ihr Schaltungsmodell der Warnblinkanlage durch wenige Eingriffe umrüsten. Dennoch traten hierbei Fehler auf. So vergaßen einige Schüler, die Leitungsverbindungen zwi-

schen den beiden Blinklichtkreisen herauszunehmen, so daß bei jeder Blinkschalter-Stellung wieder alle vier Blinkleuchten gleichzeitig blinkten. Solche Fehler waren jedoch immer schnell gefunden und behoben. Schwieriger war das Auffinden von Kurzschlußverbindungen. Hier mußte der gesamte Schaltungsaufbau systematisch überprüft werden*.

Ein funktionsfähiges Schaltungsmodell der Blinkanlage, allerdings noch ohne Kontrolleuchte, zeigt die Abbildung 5.12.

* Sollen die Schüler Funktion und Wirkung von Sicherungen im elektrischen Stromkreis kennenlernen, so empfiehlt es sich, zumindest bei einigen Schaltungsmodellen den Stromkreis mit empfindlichen Glassicherungen, die im Fachhandel erhältlich sind, abzusichern. Bei Kurzschlußverbindungen erhält der Schüler sofort eine „Antwort“ durch das Verhalten der Sicherung.

Abb. 5.9: Modell einer Warnblinkanlage mit ft-Relais ohne Blinkkontrolle

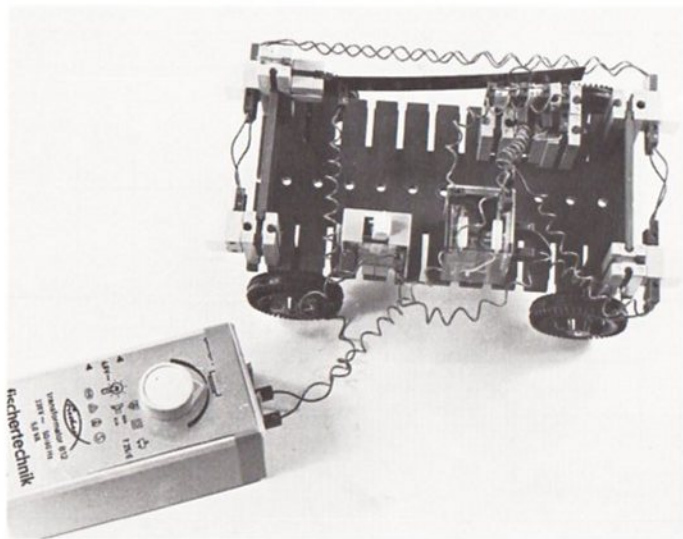
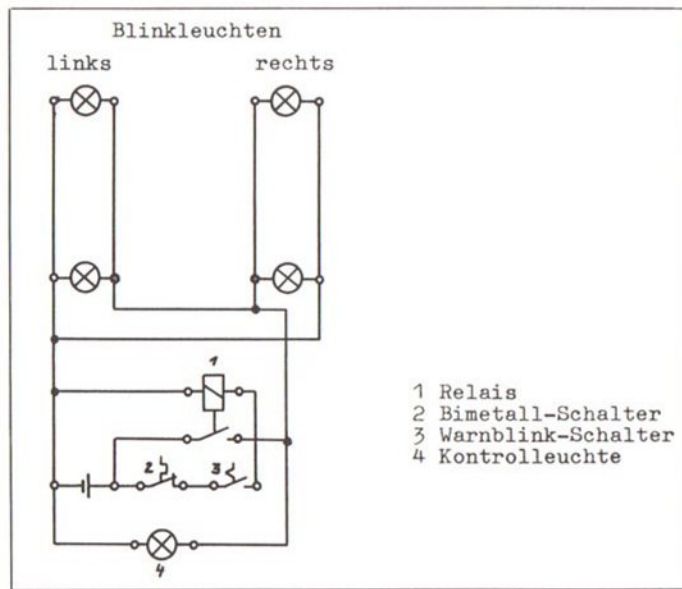
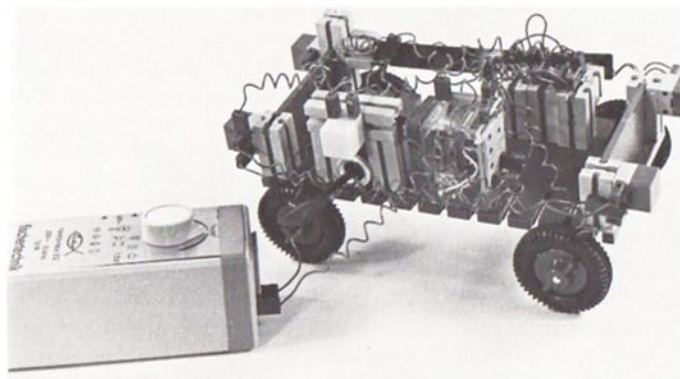


Abb. 5.10 u. Modell einer Warnblinkanlage mit Bosch-Stellschalter und Relais



Die Berücksichtigung einer zusätzlichen Blinkkontrolleuchte erfordert von den Schülern bereits ein beträchtliches Maß an schaltungstechnischem Kombinationsvermögen.

Einigen Arbeitsgruppen gelang es erst nach Fehlversuchen (siehe z. B. Schaltung nach Abb. 5.13), die Blinkkontrollleuchte richtig in die Schaltung einzufügen. Es mußte nämlich darauf geachtet werden, die getrennten Blinkkreise nicht wieder über die Schaltverbindungen für die Kontrollleuchte zu verbinden. Die Lösung bestand darin, entweder den Blinkerschalter als zweipoligen Mehrstellenschalter zu konstruieren (Abb. 5.14/14a), oder aber den Bimetallschalter mit einem zusätzlichen Arbeitskontakt zu versehen (Abb. 5.15/15a). Hierbei waren Hilfestellungen erforderlich.

Wir ließen auch hier wieder im Automobilbau gebräuchliche Schaltertypen (Preis 3,- bis 4,- DM) einsetzen. Sie hatten den Vorteil der leichten Demontierbarkeit, so daß die Schü-

Abb. 5.11: Konstruktionsmodell eines Blinkerschalters

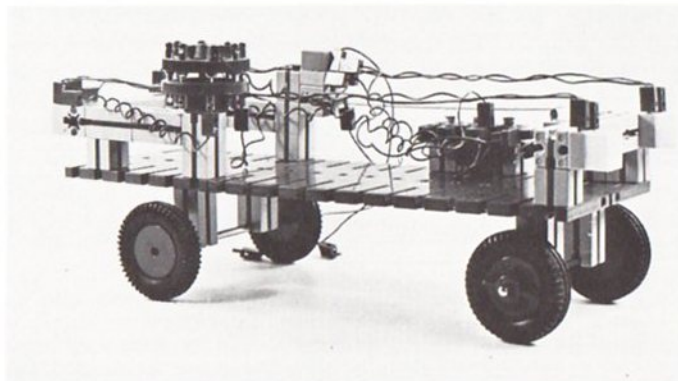
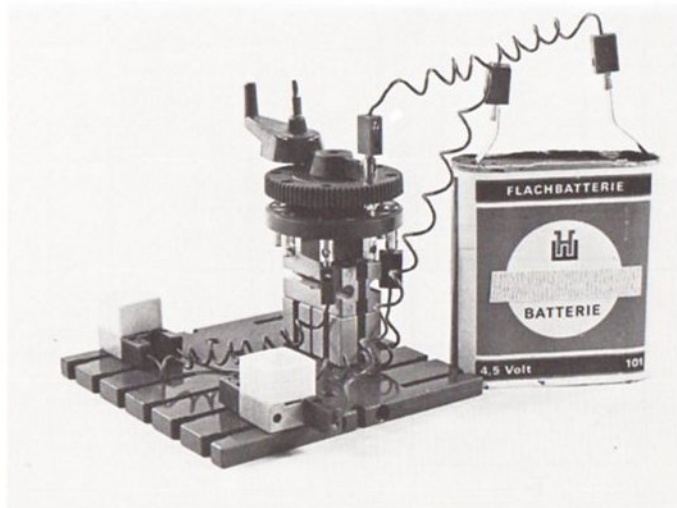
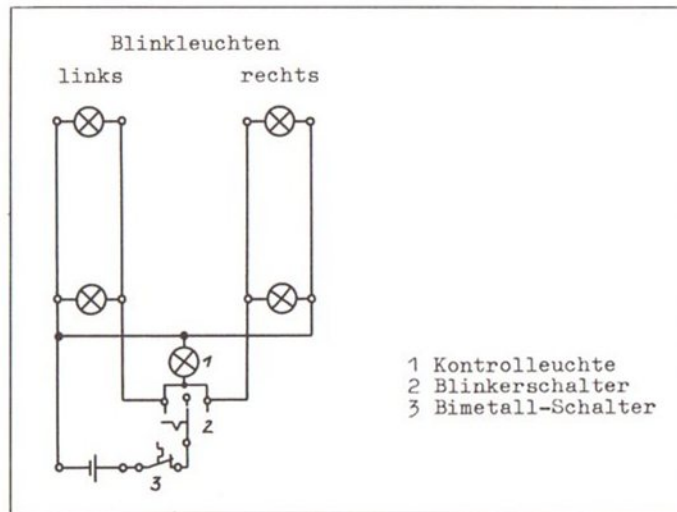


Abb. 5.12: Modell für die Fahrtrichtungsanzeige

Abb. 5.13: Fehllösung – über den Blinkerschalter werden beide Blinkkreise miteinander verbunden



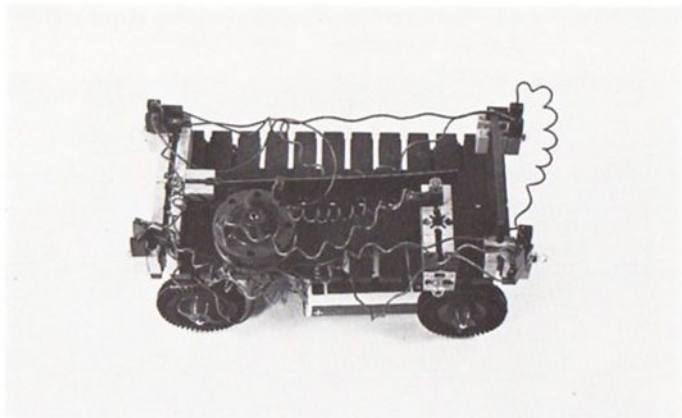


Abb. 5.14: Blinkanlage mit zweipoligem Blinkerschalter und Kontrollanzeige

Abb. 5.14a: Schaltung für die Fahrtrichtungsanzeige mit zweipoligem Blinkerschalter

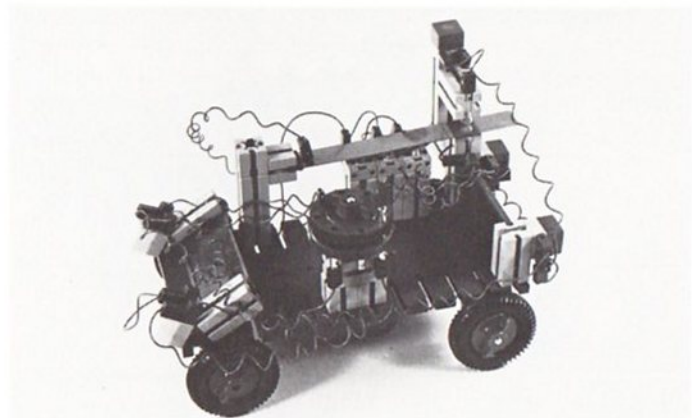
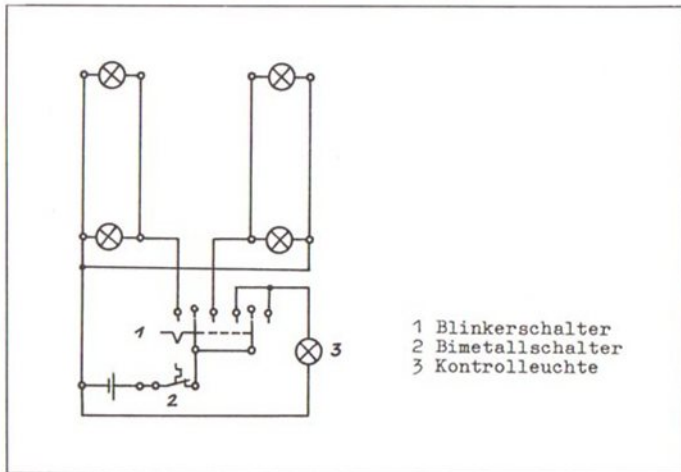
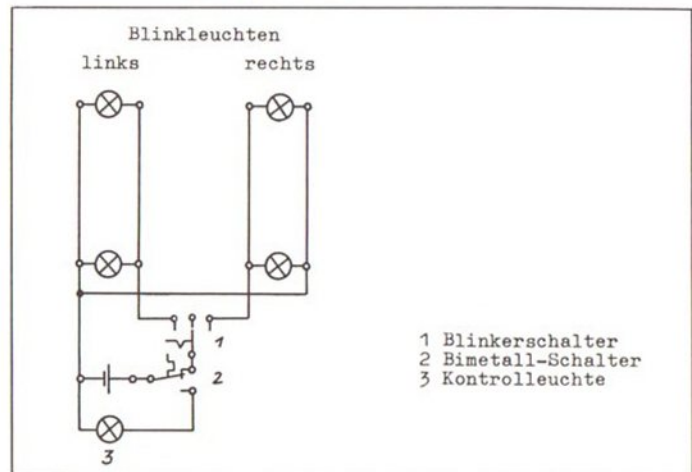


Abb. 5.15: Der Bimetall-Schalter mit Arbeits- und Ruhekontakt – eine sehr empfindliche Konstruktion

Abb. 5.15a: Schaltung für die Fahrtrichtungsanzeige mit Kontrolleuchte



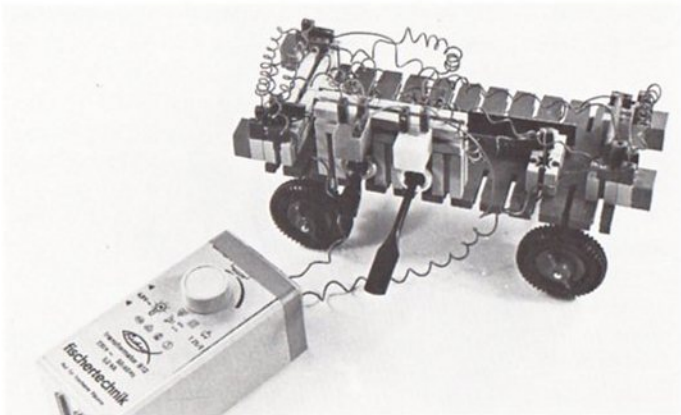


Abb. 5.16: Ein gelungenes Schülereggebnis – Schaltungskombination
Warnblinkanlage/Fahrtrichtungsanzeige

Abb. 5.16a: Kombinierte Schaltung für die Warnblinkanlage und die Fahrtrichtungsanzeige

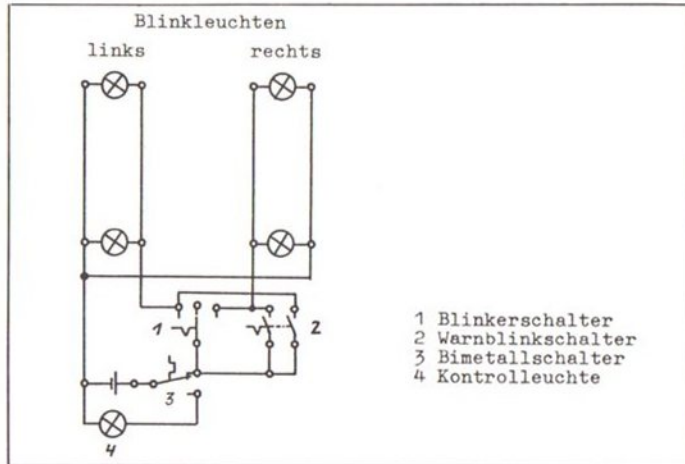


Abb. 5.17: Ein Schüler beim Auswechseln einer defekten Blinkleuchte



Abb. 5.18: Die Rücklichteinheit mit Blinkleuchte wird kontrolliert



ler das „Innenleben“ vor dem Einbau genau analysieren konnten.

Eine Schülergruppe entwickelte eine kombinierte Schaltung für das Warnblinklicht und die Fahrtrichtungsanzeige. Dabei werden beide Schaltungsfunktionen durch Kontrolleuchten angezeigt (Abb. 5.16/16a).

Realbezug

Elektrothermische Schalter werden überall dort eingesetzt, wo durch den Einfluß von Temperaturänderungen – hervorgerufen durch Stromwärme oder äußere Temperaturdifferenzen – elektrische Schalt- und Steuerungsvorgänge selbsttätig ausgelöst werden sollen.

Technische Anwendungsbeispiele sind neben den hier aufgegriffenen Blinkanlagen Bimetall- oder Hitzdrahtschalter für die Temperaturregelung von Bügeleisen, Kochplatten oder Heißwassergeräten. Auch Sicherungsautomaten zum Schutz elektrischer Stromkreise arbeiten mit elektrothermischen Schaltern, die bei Kurzschlüssen oder Überlast den Stromkreis selbsttätig öffnen. Ein weiteres Beispiel sind Thermostaten für Raumtemperatur-Regelungen.

Im Rahmen dieses Unterrichtskomplexes „Auto-Elektrik“ sollten die Schüler die Funktionselemente und die Funktion der Blinkanlage am technischen Objekt „Auto“ selbst kennenlernen, eine Fehlersuche bei einer defekten Anlage vornehmen und defekte Bauelemente selbständig austauschen (Abb. 5.17, 5.18). Es erweist sich hierbei als zweckmäßig, den Schülern technische Informationsunterlagen und Schaltpläne zur Verfügung zu stellen.

Möhlenbrock

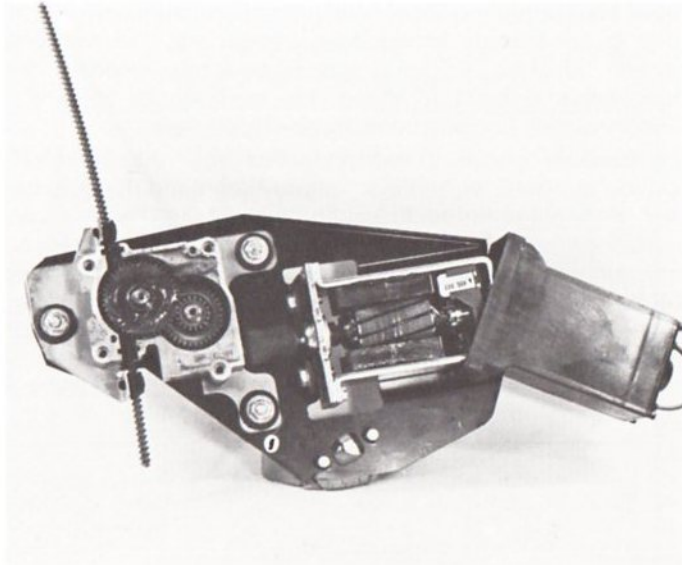
6 Das elektrische Schiebedach

Sachinformation

Elektrisch betätigte Schiebedächer (und dies gilt ebenso für elektrische Scheibenheber) sind Einrichtungen im Automobil, die ausschließlich der Bequemlichkeit dienen, jedoch nicht die Verkehrssicherheit und Fahrtüchtigkeit erhöhen. Dies ist auch der Grund dafür, daß sie nicht zur technischen Grundausrüstung des Personenkraftwagens gehören.

Das Schiebedach wird durch einen E-Motor mit Getriebe bewegt, dessen Drehbewegung über eine biegsame Welle weitergeleitet wird (Abb. 6.1). Dieses Aggregat ist im Heck-

Abb. 6.1: Geöffnetes Antriebsaggregat



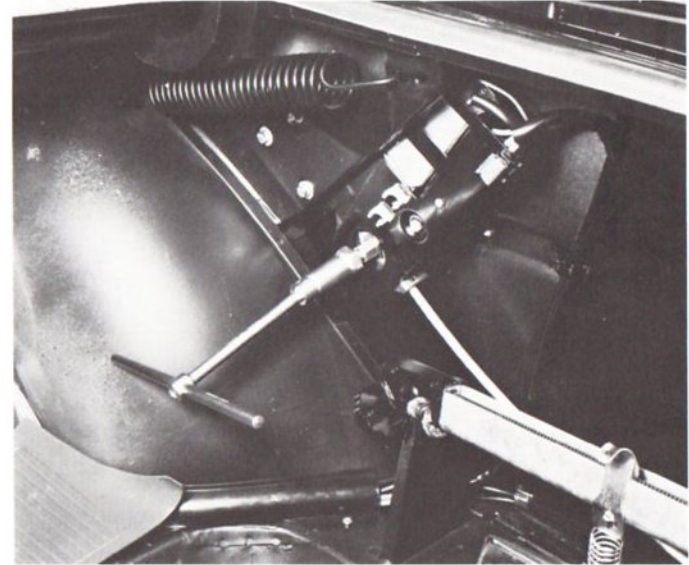
teil des Wagens eingebaut (Abb. 6.2). Für die Lageveränderung des Schiebedaches sind zwei Lage-Endpunkte bestimmt:

- (1) Das Schiebedach ist ganz geschlossen.
- (2) Das Schiebedach ist maximal weit geöffnet.

Der Antriebsmotor muß über entsprechende Schaltungseinriffe in seiner Drehrichtung umgekehrt und bei Erreichen der Lage-Endpunkte abgeschaltet werden. Die selbsttätige Ausschaltung des Antriebsmotors beim Erreichen eines der Lage-Endpunkte wird dadurch bewirkt, daß das bewegte Schiebedach in diesen Positionen den Stromkreis unterbricht und damit den E-Motor ausschaltet.

Die Unterbrechung des Stromkreises kann mechanisch oder elektronisch erfolgen. Im ersten Falle sind in den Schalt-

Abb. 6.2: Aggregat, eingebaut im Heckteil eines Pkw



kreis des E-Motors sogenannte Endschalter (Taster) eingebaut, die bei Erreichen eines bestimmten Lagepunktes betätigt werden. Diese Taster funktionieren als „Öffner“, da sie in Arbeitsstellung den Stromkreis unterbrechen. Zwischenstellungen (z. B. Schiebedach halb geöffnet) lassen sich dadurch erreichen, daß der Motorstromkreis über einen Stellschalter mit Nullstellung (vgl. den Abschnitt ft-Schalter, ihre Einsatzmöglichkeiten und Darstellungsformen, S. 10) an der entsprechenden Stelle unterbrochen wird.

In technisch verfeinerten Lösungen können die mechanischen Endschalter durch elektronische Bauelemente ersetzt werden. Die Unterbrechung des Stromkreises erfolgt dann durch elektronische Abtastung des Schiebedaches.

In vielen Autos mit elektrischen Schiebedächern wird der Motor über elektromagnetische Relais geschaltet, so daß die Kontaktabnutzung der Stellschalter für das Ein- und Ausschalten gering bleibt. Damit liegt eine Trennung in Arbeits- und Steuerstromkreis vor, denn der Stellschalter betätigt den Motor indirekt über das Relais (siehe Schaltbild zu Abbildung 6.11).

In gleicher Weise wie elektrisch betätigte Schiebedächer arbeiten automatische Türöffner, Garagentore und Falttüren. Hierbei wird die Auslösung des Öffnungs- und Schließvorganges häufig über Lichtschranken oder Fußkontakte bewirkt.

Didaktische Gesichtspunkte

Der Vorgang des selbsttätigen Öffnens und Schließens, der hier am Beispiel des elektrischen Autoschiebedaches untersucht werden soll, ist den Schülern aus ihrer Umwelt wohl bekannt. Sie haben erlebt, daß sich beim Betreten von Geschäften und Gebäuden Glastüren automatisch öffnen und wieder schließen, gleiches konnten sie beobachten bei den Türen von Fahrstühlen oder Garagen. In dieser Weise werden auch Rolltreppen in Gang gesetzt und wieder gestoppt.

Diese elektrischen Steuerungsvorgänge interessieren die

Schüler, jedoch wird der elektro-mechanische Wirkungsmechanismus von ihnen nicht ohne Erklärungshilfen verstanden. Das Beispiel „Elektrisches Schiebedach“ eröffnet die Möglichkeit, an einem überschaubaren Objekt Einsichten in Steuerungs-Vorgänge zu gewinnen und dabei gleichzeitig mechanisch-konstruktive und schaltungstechnische Probleme zu lösen.

Es sollen speziell zwei Sachverhalte aufgeheilt werden:

- die Drehrichtungsumkehr von E-Motoren
- die automatische Abschaltung durch mechanische Endschalter mit Endkontakten.

Die Schüler können dabei auf bekannte Bauelemente der Elektrotechnik (Schalter) und auf die im vorausgegangenen Unterricht erworbenen Kenntnisse (Innenbeleuchtung, Blinkanlage) zurückgreifen. Es wird außerdem ein elektrischer Motor zum Einsatz gebracht; in einzelnen Arbeitsgruppen sollte das elektromechanische Relais hinzukommen.

Da die Aufgabe nicht ganz einfach zu lösen ist, sollte der folgende Unterrichtsablauf in einem Gespräch vorausbedacht und gegliedert werden. Es lassen sich dann drei Unterrichtsphasen unterscheiden:

- Konstruktion eines Schiebedachs, das von einem E-Motor angetrieben wird.
- Entwicklung eines Schaltplans für die elektrische Schiebedachsteuerung.
- Ausführung der schaltungstechnischen Arbeiten.

Es ist zu empfehlen, Konstruktions- und Entwicklungsphase voneinander zu trennen. Hierbei sind zwei Wege der unterrichtlichen Durchführung möglich:

Nach dem Gespräch bearbeiten die Schüler als erstes das konstruktive Problem der Bewegungsübertragung vom E-Motor auf das Schiebedach und dessen Lagerung – dies fällt ihnen nach unseren Erfahrungen leichter als die Lösung des Schaltungsproblems. Sie sind anschließend in besonderem Maße motiviert, das schaltungstechnische Problem zu bewältigen.

Es hat sich auch der umgekehrte Weg als gangbar erwiesen, mit der Lösung der Schaltungsaufgabe zu beginnen. In jedem Falle erfordert diese Phase des Unterrichts Hilfestellungen des Lehrers. Hierzu schlagen wir den Einsatz eines Arbeitsblattes vor, das den Schülern Anhaltspunkte liefert, an die ihre Überlegungen anknüpfen können.

Lernziele

Die Schüler sollen ...

- ... eine bewegliche Lagerung des Schiebedachs konstruieren können.
- ... den Steuerungsvorgang bei elektrisch betätigten Schiebedächern analysieren können.
- ... erkennen, daß sich die Drehrichtung des Gleichstrommotors ändert, wenn die Anschlußklemmen umgepolt werden.
- ... die Schaltung für ein elektrisches Schiebedach entwickeln können.
- ... ein funktionsfähiges Modell des elektrischen Schiebedachs konstruieren und schaltungstechnisch richtig ansteuern können.
- ... das Prinzip der elektrotechnischen Schaltung auch an anderen Objekten (selbsttätig funktionierende Türen, Tore, Treppen usw.) erkennen können.

Aufgabenstellung

Nach einem Unterrichtsgespräch erhalten die Schüler entsprechend den einzelnen Unterrichtsphasen folgende Arbeitsaufträge:

- *Konstruiere ein funktionsfähiges Modell eines Schiebedachs, dessen Stellung sich zwischen zwei Endpunkten beliebig verändern läßt. Die Bewegung soll von einem E-Motor ausgeführt werden.*
- *Entwickle einen Schaltungsvorschlag, der folgende Bedingungen erfüllt:*
 - (a) Das Schiebedach soll elektrisch geöffnet und geschlossen werden können.

- (b) Erreicht das Schiebedach eine Endlage (Schiebedach geschlossen/geöffnet), so soll eine automatische Abschaltung des E-Motors erfolgen.
- (c) Die Drehrichtung des Motors muß nach Erreichen einer Endlage umgeschaltet werden können.

- *Verdrahte entsprechend dem entwickelten Schaltplan die elektrotechnischen Bauelemente des Schiebedachmodells und prüfe die Funktion.*

Unterrichtsdurchführung

Material: ut-1, ut-3, Gummiband, Zwirn

Das Unterrichtsthema erfordert zwei Doppelstunden, wenn die Schüler Erfahrungen im Konstruieren mit ft-Bauelementen bereits gesammelt haben. In der ersten Doppelstunde wenden sie sich dem konstruktiven Teil, in der zweiten den schaltungstechnischen Problemen zu.

Die Schüler berichteten zunächst von Steuerungsvorgängen mit Endschaltern, die sie schon beobachtet hatten. Die Mehrzahl der Schüler gab als Beispiele sich selbsttätig öffnende und schließende Türen und Garagentore an. Elektrische Schiebedächer und Fensterheber beim Auto waren nur einzelnen Schülern bekannt; ein Schüler nannte allerdings auch das Beispiel der elektrisch betätigten Autoantenne. Hingegen kannten die meisten Schüler das über eine Handkurbel bediente Schiebedach. Diesen Vorgang ohne Kraftanstrengung „fernzusteuern“, regte die Schüler sogleich zum Überlegen an. Im Vordergrund standen zunächst konstruktive Überlegungen, z. B. die Frage, wie der ft-Motor das Schiebedach wohl bewegen könne. Die Schüler griffen auf das Beispiel der sich automatisch öffnenden und schließenden Glastüren zurück und übertrugen die hier gesammelten Beobachtungen auf das Schiebedach. Als wesentlich stellten sie heraus: Gleitlagerung des Schiebedaches, Antriebsmotor, Schalter zum Ein- und Ausschalten des Motors; Schalter zum „Stoppen“ der Bewegung des Daches, „denn die Glastüren halten auch an und bleiben offen, wenn man

auf der Gummiplatte stehen bleibt“. Aufgrund ihrer Erfahrungen aus dem vorausgegangenen Unterricht, vermuteten die Schüler, daß dieser Schaltvorgang von Tastern übernommen werden könne. Den Schülern wurde bestätigt, daß ihre Vermutung richtig sei. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, wurden die Schüler angeregt, in ihren Konstruktionen die Taster mitzubedenken. Nunmehr konnte der erste Teil (a) des Arbeitsauftrages gestellt werden.

Die Konstruktion erfolgte in Partnerarbeit. Der konstruktive Aufbau ist in vielen Varianten möglich und bereitet den Schülern keine besonderen Schwierigkeiten. Problem Nr. 1 bestand darin, die Gleitlagerung möglichst leichtgängig zu gestalten. Hierzu eignen sich sehr gut die Stangen des ut-3. Die Schüler müssen dennoch beachten, daß die Zahl der darauf gleitenden Bausteine möglichst gering bleibt. Ein weiteres Problem bildet die Umwandlung der Drehbewegung des E-Motors in eine gradlinige Bewegung des Schiebedaches.

Eine erste, mechanisch noch nicht recht stabile Lösung gibt Abbildung 6.3 wieder: Die Bewegung des Motors wird auf eine Zahnstange übertragen, die mit dem Dach verbunden ist. Die Kraft des Motors wirkt direkt auf die gesamte Schiebedachkonstruktion. Um ein Verkanten zwischen Motor und Schiebedach zu verhindern, wurde die Halterung des Motors durch zusätzlich eingeschobene Stangen (verdeckt) verstärkt und zur Lagerung des Daches wurden je zwei Bausteine verwendet. Die Stangen mußten, um die Reibung möglichst gering zu halten, sehr genau parallel justiert werden.

In Abbildung 6.4 ist für die Bewegungsübertragung Gummiband gewählt worden. Da der Motor auch bei kleiner Schaltstufe des Trafos für die hier vorliegenden Konstruktionen immer noch recht schnell dreht, wirkte sich bei diesem Modell der sonst unerwünschte Schlupf zwischen Schnurrad und Gummiband positiv aus.

Im Modell Abbildung 6.5 wird die Drehzahl des Motors durch eine Untersetzung herabgesetzt. Die hier von den Schülern

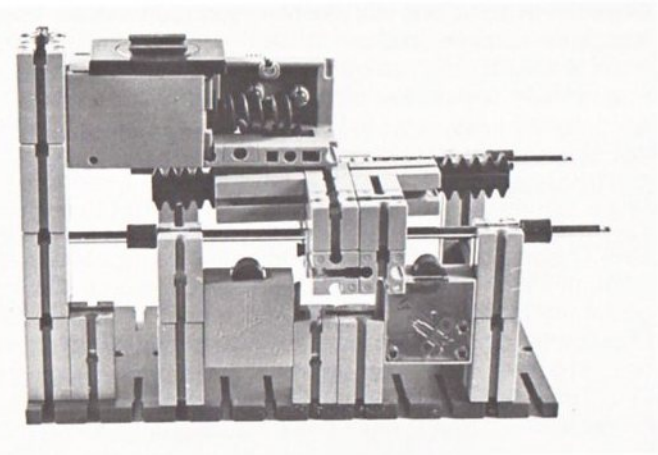
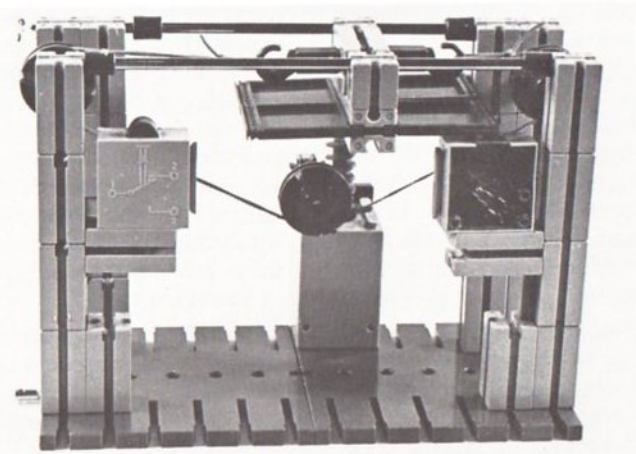


Abb. 6.3: Bewegungsmechanismus des Schiebedachs, Beispiel 1

Abb. 6.4: Bewegungsmechanismus, Beispiel 2



gewählte Übertragung der Drehbewegung auf einen Faden (ein dazwischengeknüpftes Stück Gummiband hält ihn gespannt) schafft die Voraussetzung dafür, daß das Dach über eine größere Distanz hin und her bewegt werden kann.

Gleiches ist in der Konstruktion in Abbildung 6.6 erreicht. Für den Bewegungsmechanismus wird das Prinzip der Schubkurbelbewegung genutzt.

In ihre Konstruktionen fügten die Schüler ausnahmslos je zwei Taster ein. Die Schalter wurden entweder dadurch betätigt, daß am Dach befestigte Bausteine in dessen Endlage gegen die Tasten drückten (vgl. Abb. 6.6), oder daß sie beim Überfahren des Schiebedaches heruntergedrückt wurden (vgl. Abb. 6.4). Letzteres bereitete einige Schwierigkeiten: Beim Überfahren des Daches klemmte der Schalter. Dieser Fehler wurde durch Drehen des Schalters um 180 Grad behoben, so daß der Drehpunkt des Anschlagkopfes in Richtung des Berührungspunktes mit dem zu verschiebenden Objekt zeigt.

Nach Erledigung der ersten Teilaufgabe, die vorwiegend einen mechanisch-konstruktiven Charakter hatte, wurde mit den Schülern das Antriebsproblem besprochen. Zunächst wurde herausgearbeitet, daß der Motor über einen Schalter in seiner Drehrichtung geändert werden kann, wenn dieser die Anschlüsse umpolt. Nach der Klärung dieses Sachverhaltes erprobten viele Schüler über den Drehschalter des ft-Trafos und der mit ihm möglichen Polwendung ihre Modelle. Dabei stellten die Schüler fest, daß es außerordentlich schwierig war, den richtigen Zeitpunkt für die Abschaltung des Motors zu finden. Diese Erfahrung wies die Schüler nachdrücklich auf den Vorteil einer automatischen Endabschaltung auch an ihren eigenen Modellen hin.

Diese Schaltungsaufgabe stellt erhebliche Ansprüche an die Kombinationsfähigkeit der Schüler. Damit möglichst viele Schüler die Aufgabe bewältigen, wurden sie durch ein Arbeitsblatt mit der Aufgabenstellung und der Anordnung der Schaltungselemente (Abb. 6.7) unterstützt.

Nach der Abklärung von Rückfragen entwickelten die meisten Schülergruppen die Schaltung wie sie in Abbildung 6.7 und entsprechend im Schaltbild zu Abbildung 6.8, 6.8a wiedergegeben wird. Da der Umschalter keine Nullstellung besitzt, läßt sich das Schiebedach entweder nur ganz öffnen oder schließen. Zwischenstellungen sind nicht möglich.

Bei dem Modell in Abbildung 6.9, 6.9a entwickelten die Schüler eine Schaltung mit einem Stellschalter mit Nullstellung. Das ermöglicht Zwischenstellungen des Schiebedaches. Liegen die Endlagenschalter im ersten Schaltungsbeispiel zwischen Umschalter und Motor, so sind sie hier zwischen Umschalter und Batterie angeordnet.

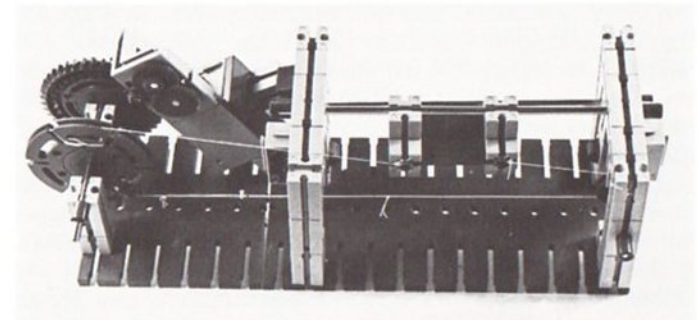


Abb. 6.5: Bewegungsmechanismus, Beispiel 3

Abb. 6.6: Bewegungsmechanismus, Beispiel 4

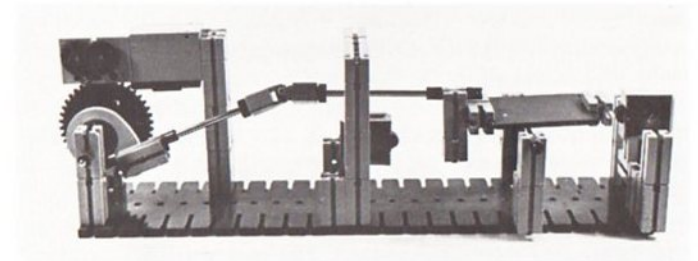


Abb. 6.7: Arbeitsblatt „Schaltung des Schiebedachs“

Techniklehre	DAS ELEKTRISCHE SCHIEBEDACH	Arbeitsblatt
Datum:		Name: <i>Udo Schmidt</i> <i>Udo Kötter</i>

Aufgabe: Entwickle einen Schaltungsvorschlag, der folgende Bedingungen erfüllen soll:

- Das Schiebedach soll über einen Schalter elektrisch geöffnet und geschlossen werden können.
- Erreicht das Schiebedach eine Endlage (Schiebedach geschlossen/geöffnet), so soll eine automatische Abschaltung des E-Motors erfolgen.
- Die Drehrichtung des Motors muß nach Erreichen einer Endlage umgeschaltet werden können.

Zeichne bitte mit Bleistift, dann kannst du falsche Schaltverbindungen leichter korrigieren.

Wenn du die Schaltung entwickelt hast, überprüfe sie noch einmal und beginne erst dann mit dem Schaltungsaufbau.

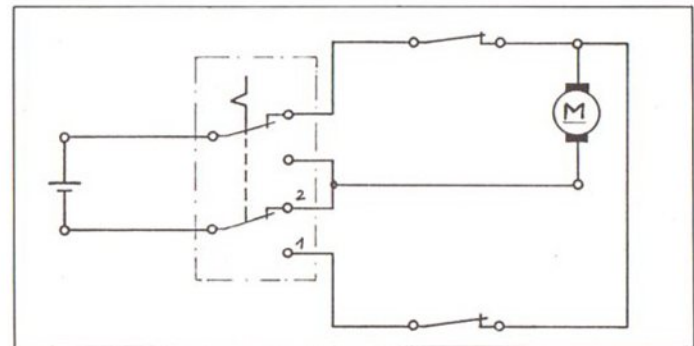
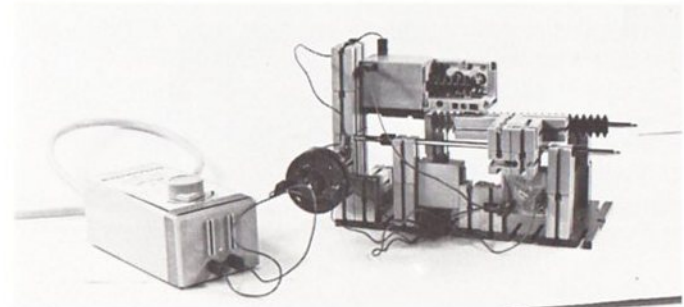
Schaltungsanordnung:

Schalterstellung 1 : Schiebedach wird geschlossen
Schalterstellung 2 : Schiebedach wird geöffnet

Nicht allen Schülern gelang es, die gestellte Aufgabe auf Anhieb richtig zu lösen. Vor allem beim Aufbau der Schaltung am Modell ergaben sich Fehler. So ist in Abbildung 6.10 der Umschalter nicht richtig verdrahtet. Eine weitere Fehlerursache bestand darin, daß in einigen Fällen Kurzschlußverbindungen hergestellt wurden. Hier erwies es sich als nachteilig, daß aufgrund des kurzschlußfesten Netzgerätes (Sicherungen sind nicht eingebaut) eine sofortige Identifikation eines Kurzschlusses für die Schüler nicht möglich ist.

Abb. 6.8: Schaltungstechnische Lösung, Beispiel 1

Abb. 6.8a: Schaltskizze

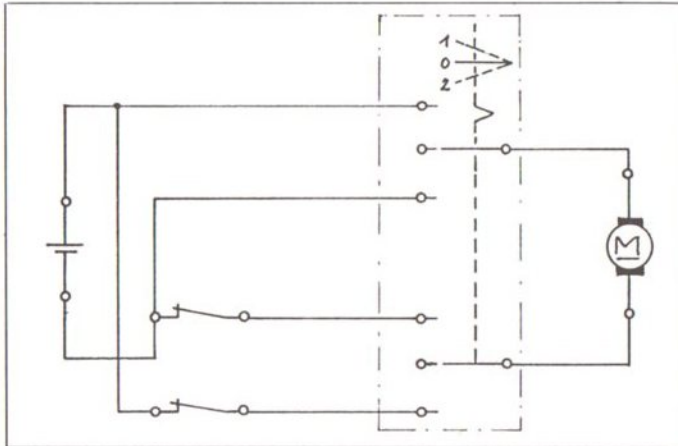
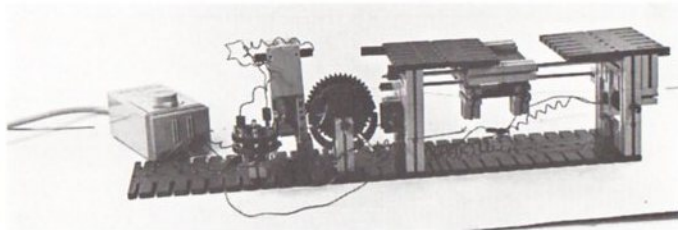


Eine weitere Fehlermöglichkeit ergab sich durch das Vertauschen der Anschlüsse an den Tastschaltern. Die gezielte Fehlersuche bereitete einigen Schülern erhebliche Probleme. Hier waren Hilfestellungen des Lehrers unerlässlich.

Eine besonders interessierte Arbeitsgruppe verzichtete auf den Einsatz eines ft-Umschalters für die Drehrichtungsumkehr des E-Motors und versuchte, diese Schaltfunktion mit Hilfe von zwei Relais zu lösen. Nach einigen Fehlversuchen ist es den Schülern gelungen, eine funktionsfähige Schaltung für ihr Schiebedach-Modell (Abb. 6.11, 6.11a) zu ent-

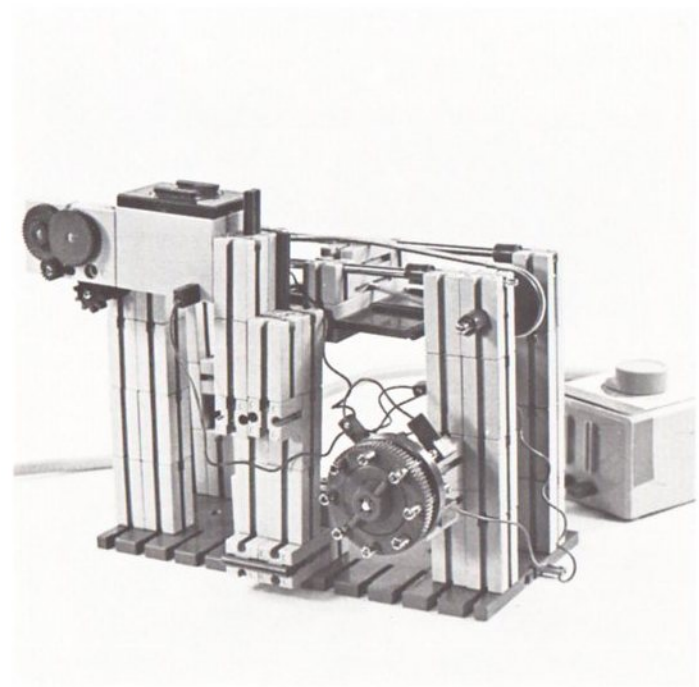
Abb. 6.9: Schaltungstechnische Lösung, Beispiel 2

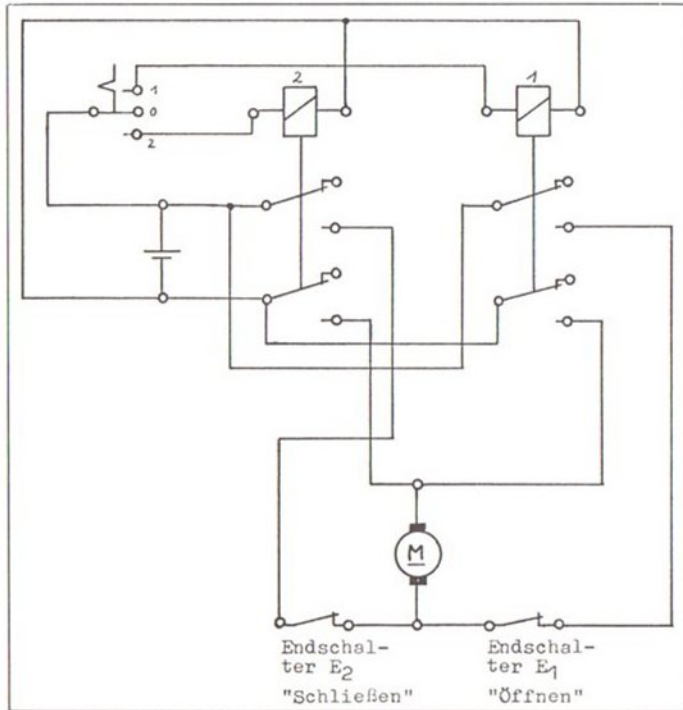
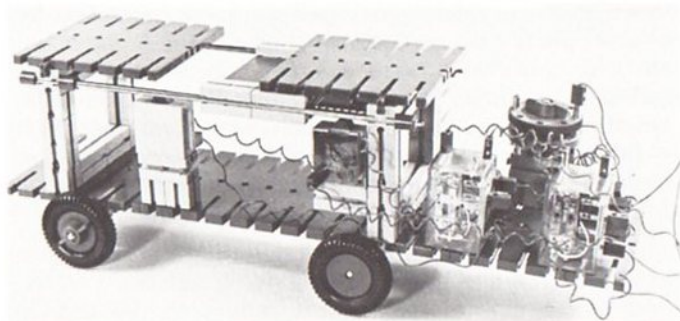
Abb. 6.9a: Schaltskizze



wickeln. Das Schaltbild verdeutlicht, wie bei dieser Schaltung die Drehrichtungsänderung über die Relais vorgenommen wird. Schaltet man den Stellschalter (hierzu wurde der ft-Drehschalter eingesetzt) auf Richtung „Öffnen“, so zieht das Relais 1 an, der Arbeitsstromkreis wird geschlossen und das Schiebedach über den Motor soweit geöffnet, bis der Endschalter (Aus-Taster) den Strom unterbricht. Wird der Stellschalter auf „Schließen“ umgeschaltet, so erfolgt über Relais 2 eine Drehrichtungsänderung des Motors und das Schiebedach wird geschlossen. Auch hier unterbricht

Abb. 6.10: Schaltungstechnische Lösung, Beispiel 3





der Endschalter (Aus-Taster) den Vorgang. Durch Mittelstellung (Nullstellung) des Stellschalters kann das Schiebedach in verschiedenen Positionen zum Halten gebracht werden.

Realbezug

Im Sinne des üblichen Anspruchs ist der Realbezug zur Sache vorhanden, auch wenn eine Untersuchung an einem Fahrzeug selbst kaum durchführbar erscheint. Aber so wie Schüler automatische Steuerungen bei Türen, Treppen, Fahrstühlen beobachtet haben, wird ihnen der technisch vergleichbare Mechanismus bei einem Auto direkt oder im Bild (Fernsehen, Film) jedenfalls einmal unter die Augen gekommen sein. Aber bei allen diesen Einrichtungen liegen die mechanischen und elektrotechnischen Funktionsteile verdeckt unter Verkleidungen. Sie wirken in manchem geheimnisvoll, sie sind „black box“. Die Modelle sind es, die diese technischen Phänomene durchschaubar machen. Außer in Zufallssituationen bleibt der Unterricht auf sie begrenzt.

Lindemann

Abb. 6.11: Beispiel für die Trennung von Steuerungs- und Arbeitskreis

Abb. 6.11a: Schaltskizze

7 Lichtmaschine (Generator) und Anlasser (Motor) – elektromechanische Energiewandler im Auto

Sachinformationen

Jedes Kraftfahrzeug benötigt zum Betrieb der elektrischen Einrichtungen am Auto eine Energiequelle, die während des Fahrbetriebs die elektrische Energieversorgung sicherstellt. Batterien sind wegen ihrer begrenzten Kapazität (Ladungsmenge in Ah) hierfür nicht geeignet, da sich ihr Energievorrat bei großer und ständiger Stromentnahme schnell erschöpft.

Die gesamte Energieversorgung übernimmt deshalb die Lichtmaschine, ein elektrischer Generator, der im Regelfall über einen Keilriemen vom Verbrennungsmotor angetrieben wird. Die Lichtmaschine stellt das Herzstück der elektrischen Einrichtungen des Autos dar; sie wandelt vom Verbrennungsmotor abgegebene mechanische Energie in elektrische um und gehört damit zur Gruppe der elektromechanischen Energiewandler.

Je nach Umfang und Leistungsbedarf der elektrischen Einrichtungen eines Autos liegen die Nenn-Leistungsgrößen von Lichtmaschinen zwischen 200 und 300 W, d. h. bei einer Netzspannung von 12 V liefert die Lichtmaschine bei 300 W Leistungsabgabe einen Strom $I = 25 \text{ A}$; genügend, um alle elektrischen Verbraucher mit Energie zu versorgen und die Batterie im Fahrbetrieb aufzuladen.

Schon wegen der Batterie, die nur einen Gleichstrom liefert und auch mit Gleichstrom geladen werden muß, werden alle elektrischen Einrichtungen des Autos mit Gleichstrom betrieben. Dies bedeutet aber, daß auch die Lichtmaschine einen Gleichstrom liefern muß. Bis vor wenigen Jahren waren deshalb Kraftfahrzeuge ausschließlich mit Gleichstromgeneratoren ausgerüstet (vgl. Abb. 7.1).

Drehstromgeneratoren verdrängen als Lichtmaschinen immer mehr die bisherigen Gleichstromgeneratoren. Sie erzeugen drei um 120° gegeneinander phasenverschobene Wechselspannungen, die in geeigneter Weise miteinander „verkettet“ (Stern- oder Dreieckschaltung) und über Silizium-Gleichrichter in eine pulsierende Gleichspannung umgewandelt werden. Für den Einsatz von Drehstromgeneratoren als Lichtmaschinen gibt es einen wichtigen Grund:

Im Vergleich zu Gleichstromgeneratoren geben Drehstromgeneratoren bereits bei der Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors eine hinreichende Leistung ab, so daß ein frühzeitiger Ladebeginn der Batterie möglich wird. Die Batterie wird schneller wieder aufgeladen und kann von der Baugröße her kleiner gehalten werden (geringere Kapazität), da sie bei Motorleerlauf nicht mehr einen Teil des Energiebedarfs zu decken braucht.

Unter dem Gesichtspunkt der Energiewandlung bildet der Anlasser des Autos – ein Gleichstrom-Reihenschlußmotor (Abb. 7.2) – genau das Gegenstück zur Lichtmaschine. Wie alle Elektromotoren, wandelt auch der Anlasser die zugeführte elektrische Energie in mechanische Energie um und führt sie dem Verbrennungsmotor zu, um diesen für den Startvorgang anzutreiben. Damit ist bereits die Funktion des Anlassers gekennzeichnet.

Mit etwa 0,4 kW Leistungsabgabe (Pkw) ist der Anlasser der größte elektrische „Energieverbraucher“ des Autos. Allerdings ist er nur kurzzeitig beim Startvorgang in Betrieb. Gespeist wird der Anlasser von der Batterie, die kurzzeitig diese Leistung zur Verfügung stellen kann.

Elektrophysikalische Grundlagen, Aufbau und Wirkungsweise von Generatoren und Elektromotoren

Generatoren und Motoren dienen der elektromechanischen Energiewandlung. Sowohl der Generator als auch der E-Motor unterliegen wenigen elektrophysikalischen Gesetzmäßigkeiten; es sind hauptsächlich die folgenden:

Abb. 7.1: Lichtmaschine (Bosch-Gleichstromgenerator)

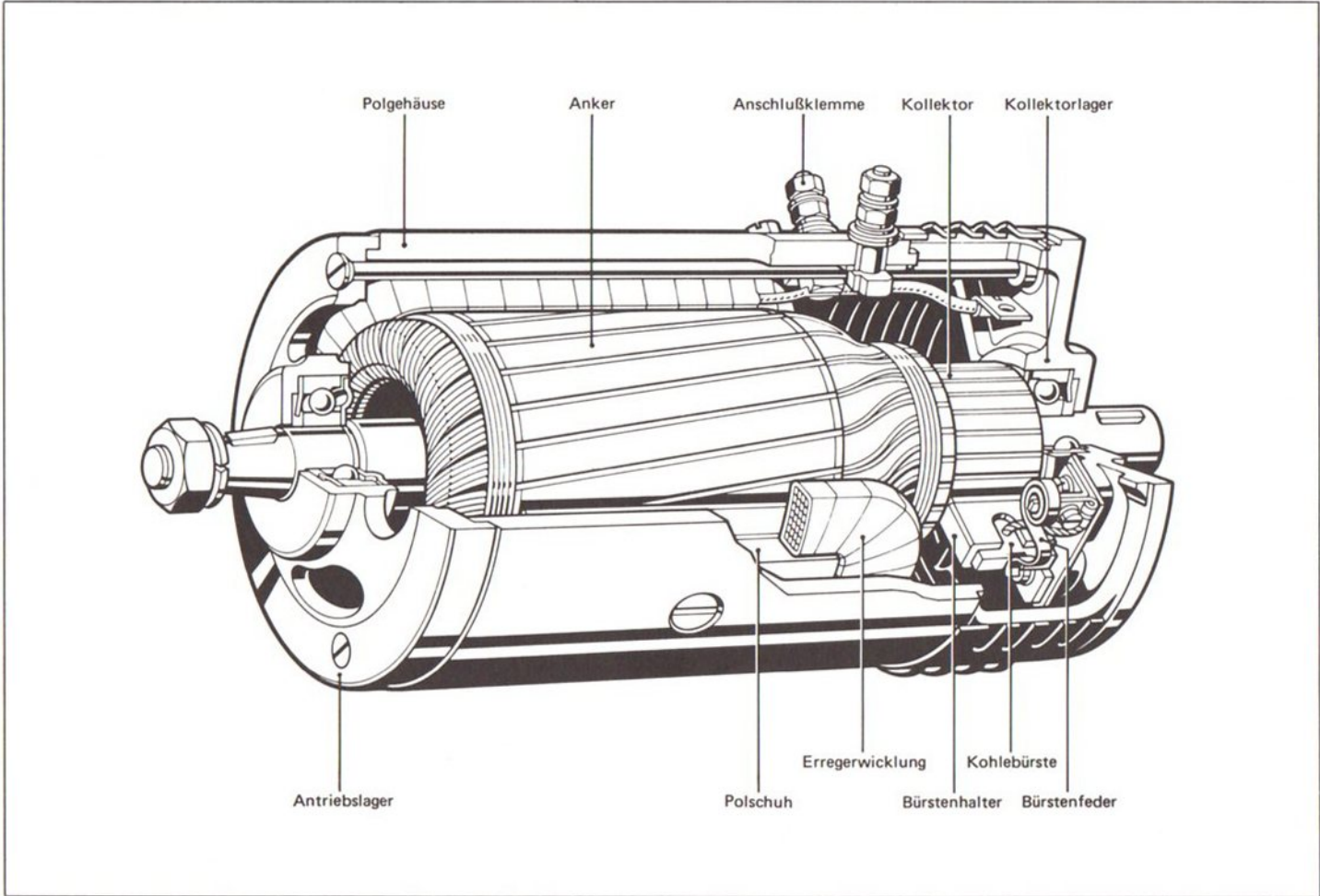
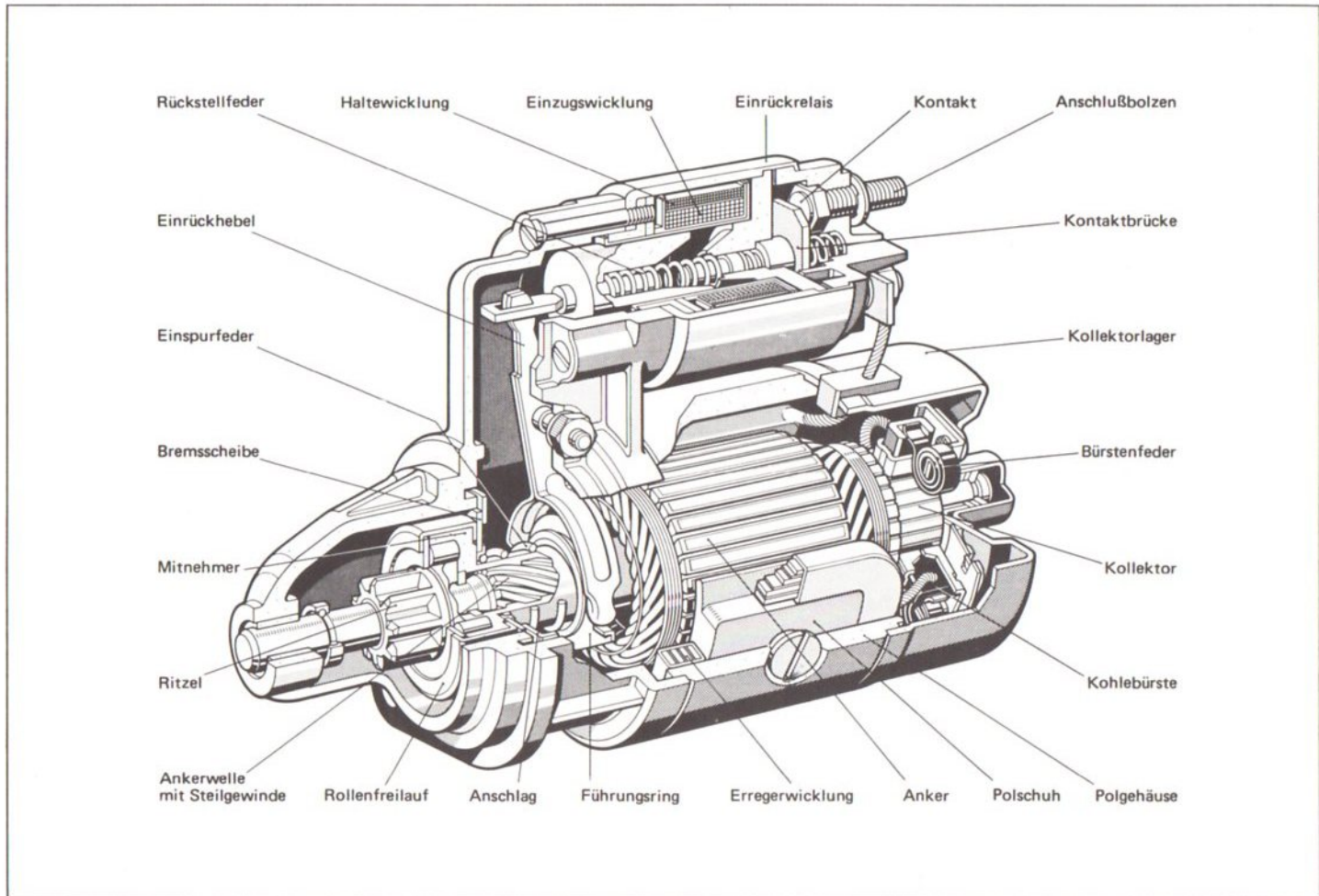


Abb. 7.2: Anlasser (Gleichstrom-Reihenschlußmotor der Firma Bosch)



Die für die Generatoren und Motoren maßgeblichen physikalischen Phänomene spielen sich in einem *magnetischen Feld* ab. Dieses Feld wird durch zwei Eigenschaften bestimmt – durch *mechanische Kraftwirkungen* und durch *elektrische Induktionserscheinungen* (Abb. 7.3).

Jeder elektrische Strom ist mit einem magnetischen Feld verbunden. Auf einen stromdurchflossenen Leiter wird in seinem Magnetfeld eine *auslenkende Kraft* ausgeübt (Abb. 7.3).

Ändert sich der von einer Leiterschleife umschlossene magnetische Fluß, so wird in der Leiterschleife eine der Flußänderung proportionale *elektrische Spannung induziert* (Faradaysches Induktionsgesetz).

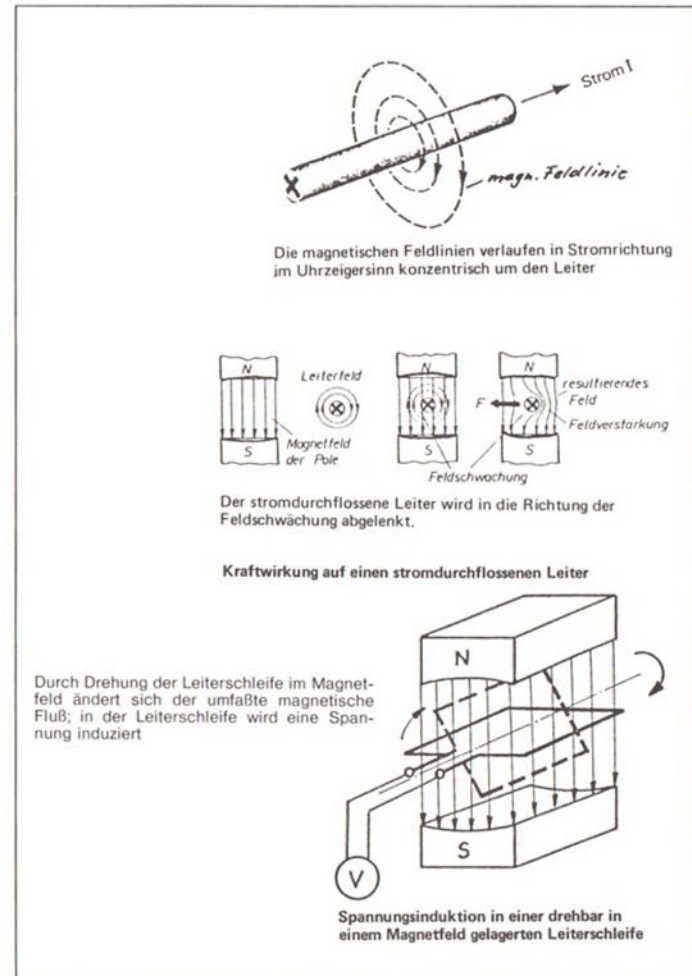
Gleichstrommaschinen sind aufgebaut aus einem feststehenden Maschinenteil – *Ständer* oder *Stator* – und einem darin drehbar gelagerten Maschinenteil – *Anker*, *Läufer* oder *Rotor*. Das Magnetgehäuse des Ständers, meistens aus weichmagnetischem Walzstahl oder Stahlguß hergestellt, dient als Joch (magnetischer Rückschluß) für die von den Magnetpolen ausgehenden Magnetfelder. Die *Magnetpole* sind im Regelfall aus gegeneinander isolierten Dynamoblechen zusammengeschiebt und im Magnetgehäuse festgeschraubt.

Zur Erzeugung der elektromagnetischen Felder werden *Magnetwicklungen* aus Kupfermaterial auf den Magnetpolen montiert.

Der Anker der Gleichstrommaschine trägt auf der Ankerwelle ein genutetes Blechpaket, das ebenfalls aus gegeneinander isolierten Dynamoblechen zusammengesetzt ist. Die *Ankerwicklung* wird durch die Nuten des Anker-Blechpaketes geführt. Die Wicklungsanfänge und -enden der Ankerwicklung sind mit den einzelnen Segmenten des *Kommutators* (Kollektor, Stromwender) durch eine Lötverbindung verbunden.

Für die Stromzuführung (Motor) bzw. Stromabnahme (Generator) schleifen auf dem Kommutator *Kohle-Bürsten*, die von

Abb. 7.3: Kraft- und Induktionswirkung magnetischer Felder



einer *Bürstenvorrichtung* gehalten und geführt werden. Dieser Funktionsteil der Gleichstrommaschine ist sehr empfindlich und bei falscher Einstellung tritt ein schneller Verschleiß des Kommutators und der Bürsten ein.

Elektrische Maschinen sind überwiegend aus Eisenmetallen aufgebaut. Die Ursache dafür liegt darin, daß Eisen für magnetische Felder den geringsten magnetischen Widerstand bildet. Aus diesem Grunde ist man bei der Konstruktion elektrischer Maschinen bemüht, die Luftwege für die magnetischen Felder möglichst klein zu halten, da Luft einen vielfach höheren magnetischen Widerstand als Eisen besitzt.

Der Luftspalt zwischen den Magnetpolen des Ständers und dem Anker wird deshalb sehr klein ausgeführt.

Um mit geringen Stromstärken ein möglichst starkes magnetisches Feld zu erzeugen, das voll wirksam für die Drehmomenterzeugung (Motor) bzw. Spannungserzeugung (Generator) zur Verfügung steht, ist es wegen des geringen magnetischen Widerstandes von Eisen zweckmäßig, das magnetische Feld in einem möglichst *geschlossenen Eisenkreis* verlaufen zu lassen (magnetische Feldlinien bilden geschlossene Linienzüge zwischen Nord- und Südpol).

Die Zusammensetzung der Ständer-Magnetpole und des Ankers aus einzelnen dünnen Blechen wird vorgenommen, um sogenannte Wirbelströme, die durch veränderliche Magnetfelder an den Kanten der Magnetpole und im Anker entstehen, weitgehend zu unterdrücken. Diese Wirbelströme führen nämlich zu Verlusten, die den Betriebswirkungsgrad der Maschine herabsetzen.

Zur Spannungserzeugung in einem Generator ist ein magnetisches Feld erforderlich. Die Erzeugung eines Magnetfeldes erreicht man entweder dadurch, daß die Magnetwicklung des Ständers an eine externe Spannungsquelle angeschlossen wird, so daß sich durch den dann fließenden Strom in der Wicklung ein elektromagnetisches Feld aufbaut (*Prinzip der Fremderregung*), oder aber man nutzt zur

Felderzeugung den in einem Elektromagneten stets zurückbleibenden Restmagnetismus (Remanenz) aus (*Prinzip der Selbsterregung*). Dieser meist geringe Restmagnetismus reicht aus, um in den Ankerwicklungen eine Spannung zu erzeugen, die wiederum einen Strom durch die Magnetwicklung treibt, so daß sich dann ein starkes elektromagnetisches Feld aufbauen kann.

Wird der Anker eines Gleichstrom-Generators durch eine Antriebsmaschine angetrieben, so ändert sich zeitlich der jeweils von den Ankerwicklungen umfaßte magnetische Fluß des Magnetfeldes. Nach dem Induktionsgesetz wird dabei zu jedem Zeitpunkt eine elektrische Spannung in den Ankerwicklungen induziert, deren Höhe abhängt von dem gerade umfaßten magnetischen Fluß, der Drehgeschwindigkeit des Ankers und der Windungszahl der Ankerwicklungen. Da die *Flußänderung bei Gleichstrom-Generatoren* (näherungsweise) *sinusförmig* erfolgt, hat auch die *erzeugte Spannung* in den Ankerwicklungen einen *sinusförmigen Verlauf*.

In jedem Gleichstrom-Generator wird also eine Wechselspannung erzeugt, die erst über eine Spannungsumkehr durch den Kommutator in eine Gleichspannung umgewandelt wird.

Verbindet man die Anschlußklemmen des Generators mit einem elektrischen „Verbraucher“, so fließt aufgrund der erzeugten Spannung ein elektrischer Strom vom Generator zum Verbraucher und zurück. Dabei wird elektrische Energie vom Generator zum Verbraucher übertragen.

Ändert man die Energieflußrichtung und legt an die Anschlußklemmen der Maschine eine elektrische Gleichspannung, so fließt durch die Anker- und Magnetfeldwicklungen ein elektrischer Strom. Dieser erzeugt sowohl ein magnetisches Feld in den Anker- als auch in den Ständerwicklungen. Durch die Kraftwirkung, die das Ständermagnetfeld auf die stromdurchflossenen Leiter des Anker ausübt, wird der drehbar gelagerte Anker in eine Drehbewegung versetzt. Die Maschine arbeitet jetzt als Motor; sie kann an der Ankerwelle ein Drehmoment abgeben.

Die auf die Ankerwicklungen wirkende Kraft hängt ab von der Stärke des Ankerstromes, von der Anzahl der von diesem Strom durchflossenen Ankerwicklungen und von der Stärke des auf sie einwirkenden Ständermagnetfeldes.

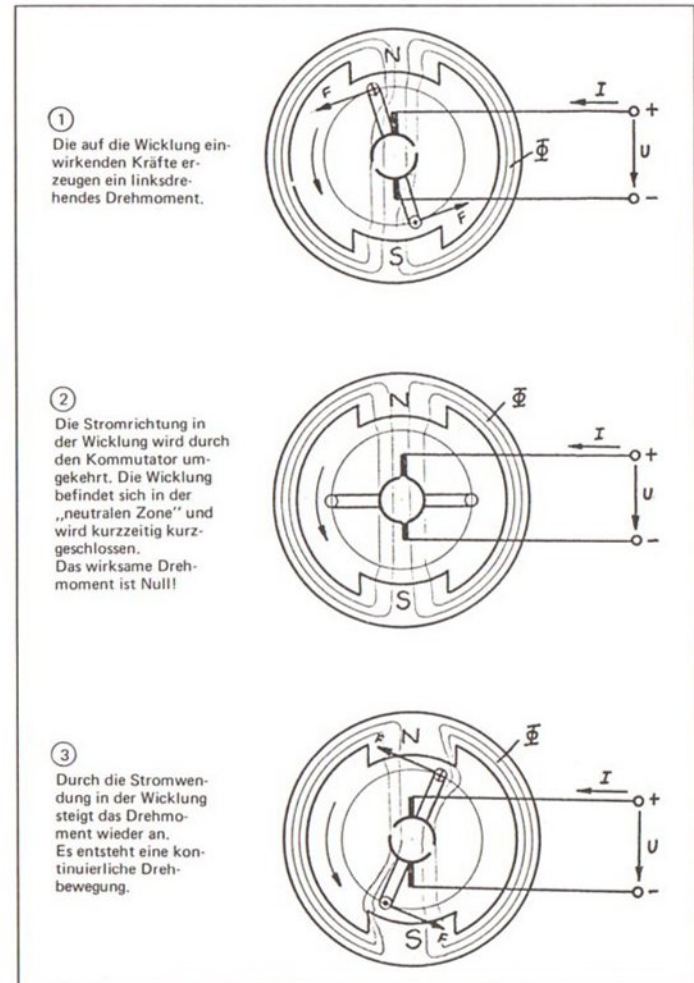
Sowohl für die Erzeugung einer Gleichspannung beim Generator als auch für eine kontinuierliche Drehbewegung und damit Drehmomenterzeugung beim Motor ist die Kommutierung oder Stromwendung von zentraler Bedeutung.

Der prinzipielle Vorgang der Kommutierung läßt sich am Beispiel des Motors durch Abb. 7.4 verdeutlichen. Würde man einem Gleichstrommotor den Strom direkt ohne Stromwendung zuführen, so wäre bei der Ausgangslage 1 eine Drehbewegung nur bis zur Horizontalstellung der Ankerwicklung möglich, denn in dieser Stellung erzeugen die wirksamen Kräfte kein Drehmoment mehr. Erst durch eine Umkehrung der Stromrichtung durch den Kommutator an dieser Stelle kehrt sich auch die Richtung des Ankerfeldes um, so daß wiederum eine Kraftwirkung im Drehsinn auftritt, die eine kontinuierliche Rotation des Ankers bewirkt.

Maschinen mit nur einem Polpaar (Nord- und Südpol) und nur einer Ankerwicklung, wie in Abb. 7.11 dargestellt, würden allerdings nur ein schwankendes Drehmoment liefern. Um ein möglichst gleichbleibendes Drehmoment zu erreichen, werden Gleichstrom-Motoren fast ausschließlich mit mehreren Ständerpolen und mit mehreren Ankerwicklungen, die gleichmäßig über den gesamten Ankerumfang verteilt sind, ausgeführt. Dies gilt analog für Generatoren.

Schaltungstechnisch unterscheidet man bei Gleichstrommaschinen im wesentlichen zwei Möglichkeiten des Zusammenschaltens von Anker- und Magnetfeldwicklungen: Die Wicklungen werden entweder hintereinander geschaltet (Reihen- oder Hauptschlußmaschine) oder parallel geschaltet (Nebenschlußmaschine). Die Schaltungsart hat Rückwirkungen auf das Betriebsverhalten der Maschine.

Abb. 7.4: Stromwendung in einem Gleichstrommotor



Literatur

Robert Bosch GmbH (Hrsg.): Technische Unterrichtung – Generatoren

1. Ausgabe – VDT-UBE 301/1

Technische Unterrichtung – Elektrische Startanlagen

1. Ausgabe – VDT-UBE 501/1

Stuttgart 1972

Küpfmüller, K.: Einführung in die theoretische Elektrotechnik
Berlin/Heidelberg/New York 1973, 10. Auflage

Moeller, F., Vaske, P.: Elektrische Maschinen und Umformer,
Teil I

Stuttgart 1970, 11. Auflage

Seifert, W.: Generator-Motor, Physikalische Grundlagen und
mechanische Grundformen

Siemens-pu 02, Berlin/München 1972

Didaktische Gesichtspunkte

Generatoren und Motoren haben unter technischem Aspekt eine zentrale Bedeutung in vielen Lebensbereichen. Als Mittel zur Bereitstellung und Umwandlung elektrischer Energie sind sie aus unserem Alltag und der technischen Welt nicht mehr wegzudenken.

Für die Versorgung mit elektrischer Energie bilden Generatoren das Rückgrat. Diese Maschinen reichen dabei nach Größe und Wirkungsgrad vom kleinen Fahrraddynamo über die Lichtmaschine des Autos bis hin zu den Großgeneratoren in Kraftwerken mit Leistungen bis zu 500 MW (Millionen Watt) und darüber. Es läßt sich voraussagen, daß sich der Einsatzbereich von Motoren und Generatoren in der Zukunft noch weiter vergrößern wird, z. B. durch Verkehrssysteme mit Elektroantrieb. Dies nicht zuletzt wegen des guten Betriebswirkungsgrades und der Umweltfreundlichkeit elektrischer Antriebe.

Alle Schüler sind bereits mit Generatoren und Motoren umgegangen, angefangen beim Fahrraddynamo und der elektri-

schen Eisenbahn bis hin zu den Motoren in Haushaltsgeräten wie Staubsauger, Mixer, Haartrockner und vielleicht auch der Bohrmaschine. Die Lichtmaschine, der Anlasser und der Scheibenwischermotor sind in der Regel ebenfalls bekannt. So fällt es nicht schwer, für diese technischen Objekte auch im Unterricht Interesse zu wecken, die zugrundeliegende Physik und Technologie erarbeiten zu lassen und daran anschließend die Schüler zu motivieren, entsprechende Funktionsmodelle zu entwickeln.

Der Unterricht, um den es sich hier handelt, ist „schwer“. Vielleicht ist es nicht zu vermeiden, daß dieser oder jener Schüler dabei abbaut. Geduld und Hilfestellungen sind deshalb verstärkt erforderlich.

Der didaktische Schwerpunkt des Unterrichts liegt auf der Erarbeitung der Erkenntnis, daß Generatoren und Motoren elektromechanische Energieumwandler darstellen, die sich hinsichtlich ihres konstruktiven Aufbaus prinzipiell nicht voneinander unterscheiden.

Es macht den Kern dieser Unterrichtseinheit aus, daß mit der Entwicklung eines Motors und eines Generators für die Schüler ein Systemzusammenhang der elektrischen Energietechnik erschlossen und zugleich geschlossen wird: elektrische Energieerzeugung – ihre Übertragung und Verteilung (Schaltungstechnik) und ihre Verwendung (Motor, Glühlampen).

Die Schüler sollen dabei die elektrophysikalischen Grundlagen elektrischer Maschinen kennenlernen und an ihren eigenen Konstruktionen den Einfluß charakteristischer Kenngrößen von Motor und Generator erkennen.

Es kommt uns bei der Konstruktion eines Generators nicht darauf an, daß dieser in Anlehnung an die Lichtmaschine des Autos aufgebaut ist, auch nicht, daß eine hinreichend hohe Spannung erzeugt wird, die zum Betrieb einer Glühlampe ausreicht – hierfür reichen das Baukastensystem und die verwendeten Zusatzmaterialien nicht aus. Die Lichtmaschine ist nur der Aufhänger für die zu gewinnende Erkennt-

nis, daß der elektromechanische Energiewandlungsprozeß, ob Generator, ob Motor, physikalisch gesehen spiegelbildlich gleich (umkehrbar) ist. Im Gegensatz zu den stärker praktisch-technischen Lernzielen der vorausgegangenen Unterrichtsbeispiele stehen hier erkenntnisorientierte Lernziele im Vordergrund. Auf dem Weg zu diesen Zielen werden allerdings die technische Kreativität und das Kombinations- und Konstruktionsvermögen in besonders hohem Maße heraufgefordert.

Ein Unterricht zu diesem Thema kann nicht voraussetzungslos beginnen. Wir haben die Erfahrung gemacht, daß die angestrebten Lernziele sich dann erreichen lassen, wenn durch den Physik-Unterricht bereits grundlegende Kenntnisse zum Elektromagnetismus vermittelt wurden.

Für die Bearbeitung dieses Unterrichtsthemas sind mehrere Unterrichtseinheiten erforderlich. Es hat sich als geeignet erwiesen, in einem ersten Unterrichtsabschnitt mit den Schülern über den Anlasser und die Lichtmaschine des Autos zunächst grundlegende Sachinformationen zum Motor und Generator zu erarbeiten. Dazu gehört, daß die Schüler die wichtigsten Bauelemente kennenlernen und ihnen die elektrophysikalischen Grundlagen noch einmal vergegenwärtigt werden.

Da sich die Konstruktionsaufgabe in Teilaufgaben untergliedert, ist die Kleingruppenarbeit zu bevorzugen. Nach vorheriger Abstimmung über den Konstruktionsplan können die Gruppenmitglieder die einzelnen Teilaufgaben parallel bearbeiten.

Wir empfehlen, den Schülern von vornherein Zusatzmaterialien an die Hand zu geben, denn insbesondere die Kollektor- und Stromzuführungskonstruktion bereitet erhebliche Probleme, wenn ausschließlich mit ft-Bauelementen gearbeitet wird.

Lernziele

Die Schüler sollen ...

- ... elektrische Generatoren und Motoren am Beispiel von Lichtmaschine und Anlasser eines Autos als zentrale elektrischen Geräte für die elektromechanische Energiewandlung kennenlernen.
- ... sollen die Umkehrbarkeit des elektromechanischen Energiewandlungsprozesses anhand selbst konstruierter Motoren und Generatoren erfahren.
- ... an grundlegende Konstruktions- und Funktionsprinzipien elektrischer Maschinen herangeführt werden.
- ... sollen erkennen, daß die vom Generator erzeugte Spannung abhängig ist von der Stärke des Magnetfeldes, der Anzahl der dieses Magnetfeld umfassenden Ankerwindungen und der Drehgeschwindigkeit des Ankers.
- ... sollen erkennen, daß die auf den Motoranker einwirkende Kraft (Drehmoment) abhängig ist von der Stärke des Magnetfeldes, von der Stromstärke in den Ankerwindungen und der Anzahl der Ankerwindungen.
- ... sollen wissen, daß Eisen ein besonders gut magnetischer Leiter ist.
- ... sollen Begriffe, wie Stator/Ständer, Anker/Läufer, Magnetwicklung/Ankerwicklung, Kommutator/Kollektor und Stromwendung kennen und richtig benutzen können.
- ... sollen die beim Gleichstrommotor notwendige Stromwendung in ihrer Wirkungsweise erklären können.
- ... den Funktionsunterschied zwischen Lichtmaschine und Anlasser erklären können.
- ... einen funktionsfähigen Gleichstrommotor konstruieren und diesen als Generator einsetzen können.
- ... Konstruktionsmängel an den selbst konstruierten Modellen als solche erkennen und beheben können.

Aufgabenstellung

Nach der einführenden Unterrichtsphase erhalten die einzelnen Schülergruppen folgenden ersten Arbeitsauftrag:

Mit Hilfe von Baukastenelementen und Zusatzmaterialien ist ein Gleichstrom-Motor zu konstruieren.

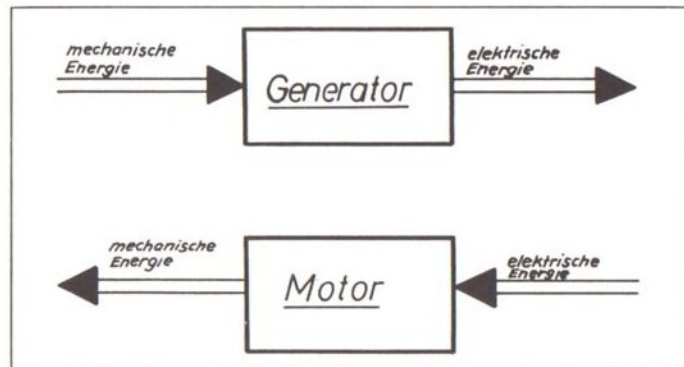
Der Arbeitsauftrag unterteilt sich in drei Teilaufträge, die nach Entwicklung eines Arbeitsplans parallel ausgeführt werden können:

1. Konstruktion eines Motorankers mit Ankerwicklung, die mit Lackdraht gewickelt werden soll.
2. Konstruktion eines Ständergestells mit Magneten. Das Ständer-Magnetfeld soll zweipolig sein.
3. Entwicklung eines Kollektors mit zweifach unterteilten Schleifringen und einer möglichst reibungsarmen Stromzuführung.

Die Bearbeitung des zweiten Teilauftrages setzt voraus, daß die Außenabmessungen des Ankers vorher festgelegt worden sind, damit dieser sich im Ständergestell ohne Berührung der Magnete drehen läßt.

Sind die Arbeiten soweit vorangeschritten, daß ein Zusammenbau der Einzelteile und eine erste Erprobung vorgenommen werden kann, so werden die Ergebnisse diskutiert, Vor- und Nachteile der einzelnen Konstruktionen herausgearbeitet und notwendig werdende Veränderungen an den Aufbau-

Abb. 7.5: Schema für die Energieumwandlung



ten vorgenommen. Um die charakteristischen Einflußgrößen auf das Motorverhalten deutlich zu erkennen, erhalten die Arbeitsgruppen dann den Auftrag, stärkere Magneten einzusetzen, eventuell auch die Ankerwindungszahl zu erhöhen und die Betriebsspannung heraufzusetzen.

Ist die Erprobungsphase und die Diskussion der Arbeitsergebnisse abgeschlossen, wird folgender Arbeitsauftrag erteilt:

Der Motoranker soll über ein Zahnrad vom ft-Motor angetrieben werden und als Generator arbeiten. Die erzeugte Spannung an den Stromabnehmerkontakten wird mit einem geeigneten Meßgerät gemessen.

Unterrichtsdurchführung – 1. Unterrichtsabschnitt

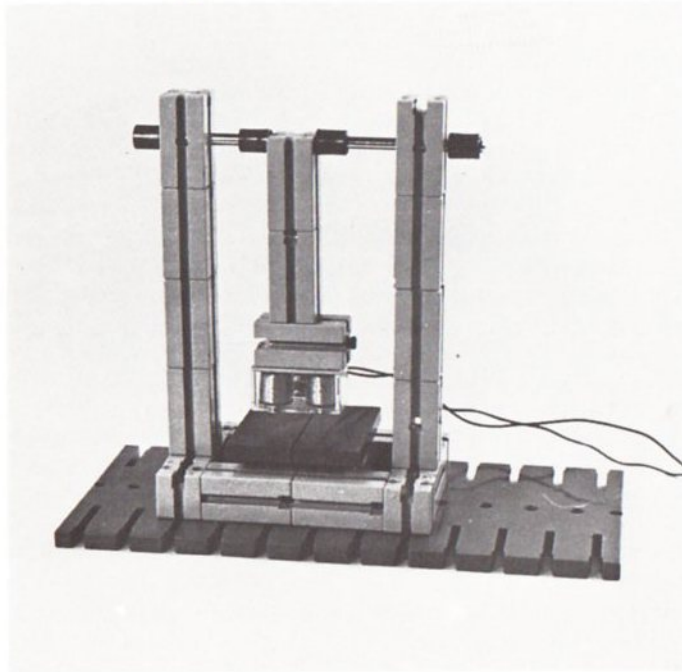
Durch den Tafelanschrieb „Elektrischer Motor und Generator am Auto“ werden die Schüler aufgefordert, elektrische Maschinen des Autos zu zeichnen und ihre Funktion zu beschreiben. Es gelingt meistens sehr rasch, die Schüler den zentralen Unterschied zwischen Motor und Generator erkennen zu lassen.

Anhand eines einfachen Schemas (Abb. 7.5) lassen sich die Schüler zu der Folgerung führen, daß der Energieumwandlungsvorgang beim Motor und Generator umkehrbar ist und daß daher Motoren und Generatoren prinzipiell gleich aufgebaut sein müssen. An dieser Stelle tritt vielleicht die Frage auf, warum ein Auto sowohl einen Anlasser als auch eine Lichtmaschine besitzt; es müßte doch *eine* elektrische Maschine ausreichen, die wahlweise als Motor und Generator arbeitet. Antwort: Diese Folgerung ist prinzipiell richtig; aber aus technischen Gründen läßt sich eine solche Maschine nicht realisieren (verschiedene Betriebserfordernisse bei Anlasser und Lichtmaschine, unterschiedliche Einbaustellen und Antriebe).

Der von den Schülern vermutete Sachverhalt, daß Motor und Generator grundsätzlich gleich aufgebaut sein können, läßt sich an Kleinmotoren (Trix-Motor, ft-Motor) zwar

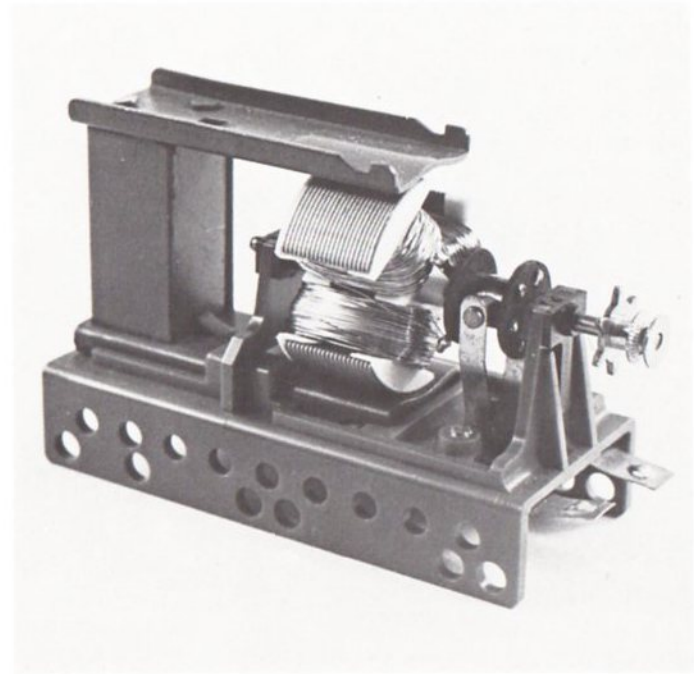
schnell bestätigen, jedoch verzichteten wir zu diesem Zeitpunkt darauf, weil diese didaktische Pointe von den Schülern später an den eigenen Modellen realisiert werden sollte. Statt dessen führten wir mit den Schülern einen einfachen Versuch zur Spannungserzeugung und zur magnetischen Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter durch. Für diesen Versuch können außer Unterrichtsmaterialien aus der Physiksammlung auch die Permanentmagnete und der Elektromagnet des u-t 3 eingesetzt werden (Abb. 7.6).

Abb. 7.6: Grundversuch zum stromdurchflossenen Leiter



An einem einfachen zweipoligen Gleichstrom-Motor (Abb. 7.7) ließen wir abschließend den Aufbau des Motors beschreiben und die Einzelteile benennen. Begriffe wie Anker, Magnetwicklung und Kollektor waren vielen Schülern bereits bekannt. Der Stator/Ständer wurde als Motorgehäuse gekennzeichnet. Wichtig ist, daß der Vorgang der Stromwendung gründlich erklärt wird.

Abb. 7.7: Trix-Baukastenmotor

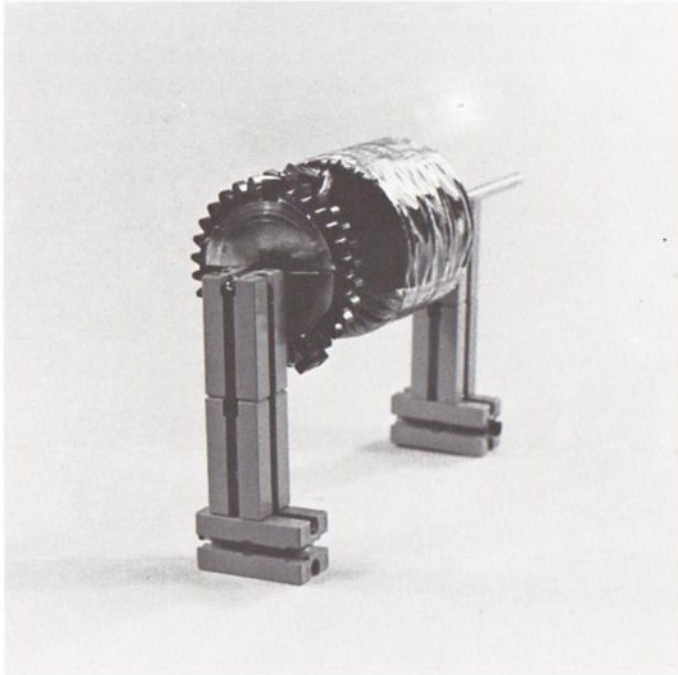


Unterrichtsdurchführung – 2. Unterrichtsabschnitt

Material: u-t 1, u-t 3, isolierter Kupferlackdraht \varnothing 0,2–0,3 mm, Kupferfeinblech oder Weißblechstreifen, Tesaband, Kleber, Phywe-Hufeisenmagnet und Stromversorgungsgerät (bis 20 V Gleichstrom).

Sondermaterial: Weicheisenring; Oxidmagnete und Ferritscheiben (Bezugsquelle: Fachhandel oder Firma Valvo, 2 Hamburg 1, Burchardstraße 19)

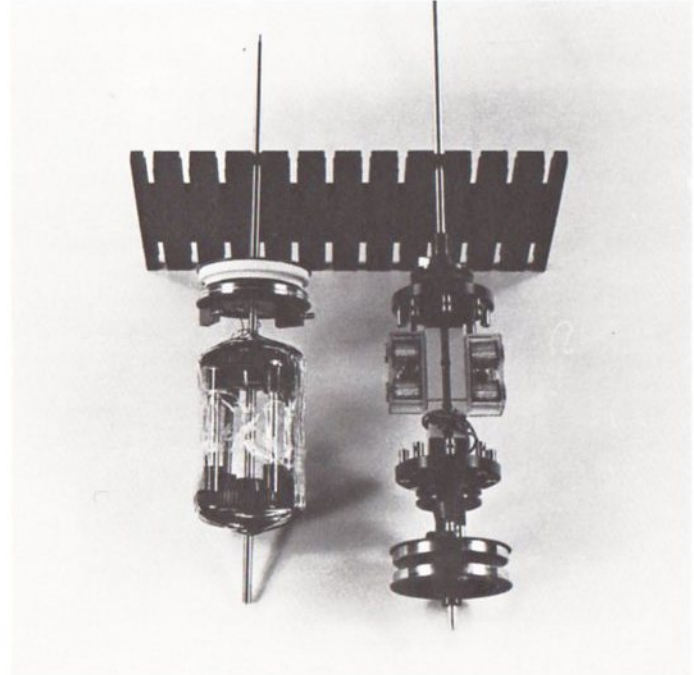
Abb. 7.8: Ankermodell mit Kollektor – Verwendung von ft-Reifen



Die Schüler erhalten vorab einige Konstruktionshinweise: Das Magnetgestell soll nur mit *einem* Polpaar (Nord- und Südpol) versehen werden; dadurch wird die Konstruktion des Kollektors erleichtert. Auf den Anker, der entsprechend zu wickeln ist, sind möglichst viele Windungen aufzubringen.

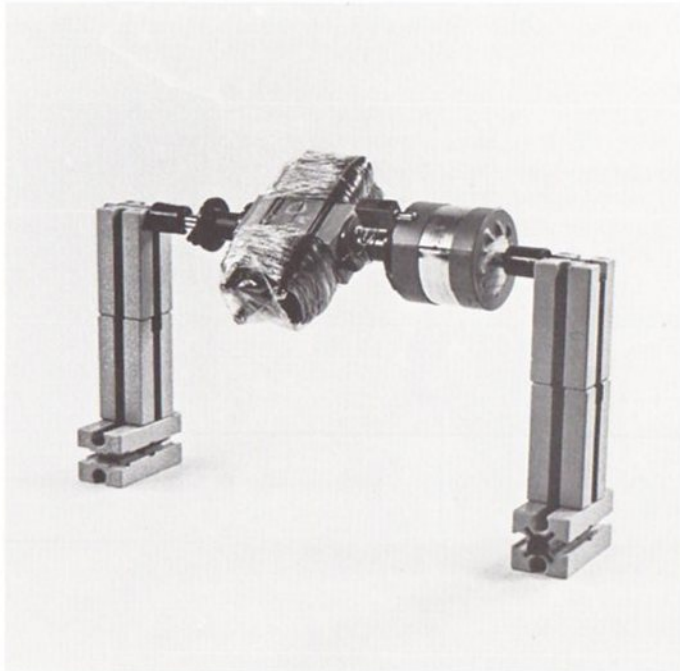
In der Anfangsphase des Unterrichts sind Ratschläge des Lehrers notwendig. Dadurch wird der Konstruktionsvorgang vor Abirrungen bewahrt. Sind die Startprobleme aber erst

Abb. 7.9: Ankermodelle aus ft-Bauteilen



einmal überwunden, so entwickeln die Schüler eine erstaunliche Kreativität. In vielen Fällen versuchten sie in Anlehnung an technische Motoren einen zylinderförmigen Anker zu konstruieren. Häufig wurden dabei mehrere Gummiräder auf einer Welle montiert, so daß die Ankerwicklung gut in die querliegenden Profiltrillen eingelegt werden konnte (Abb. 7.8). Eine Gruppe, der wir geraten hatten, den Anker mit Hilfe von Eisenstäben zu konstruieren, demontierte den ft-Drehgeber und schob kurze Eisenstäbe in die Kontaktlöcher (Abb. 7.9). Eine nicht weniger interessante Lösung stellt der folgende Anker – dieselbe Abbildung links – dar:

Abb. 7.10: Ankermodell; Kollektor aus Zusatzmaterial

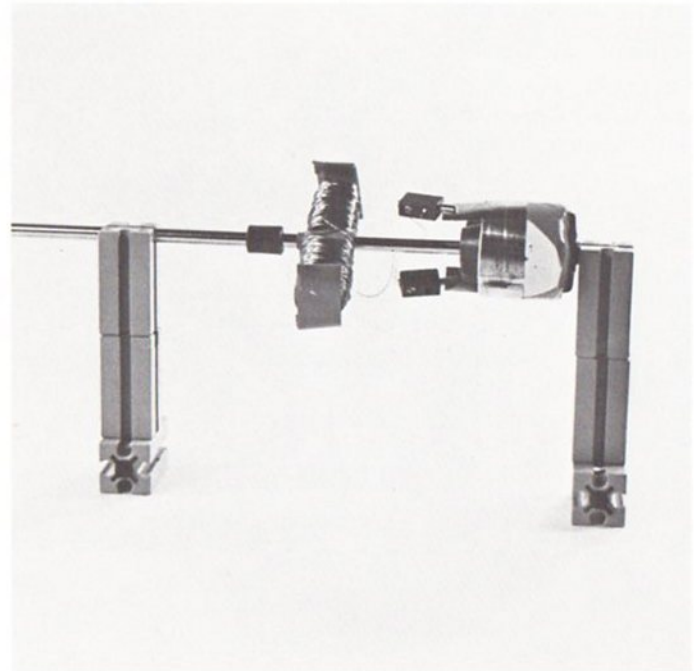


Aufgrund des Vorversuchs (Abb. 7.6) hatten die Schüler gefolgert, daß es möglich sein müsse, mit Hilfe von zwei ft-Elektromagneten einen Anker ohne Zusatzmaterial zu bauen. Die Konstruktion gelang.

Beeinflußt durch die Ankerkonstruktion des Trix-Motors sind offenbar die beiden Ankermodelle in den Abbildungen 7.10 und 7.11.

Da die Schüler die Ankerwicklungen häufig nicht fest genug wickelten, erhielten sie zur Befestigung der Wicklungen Tesaband.

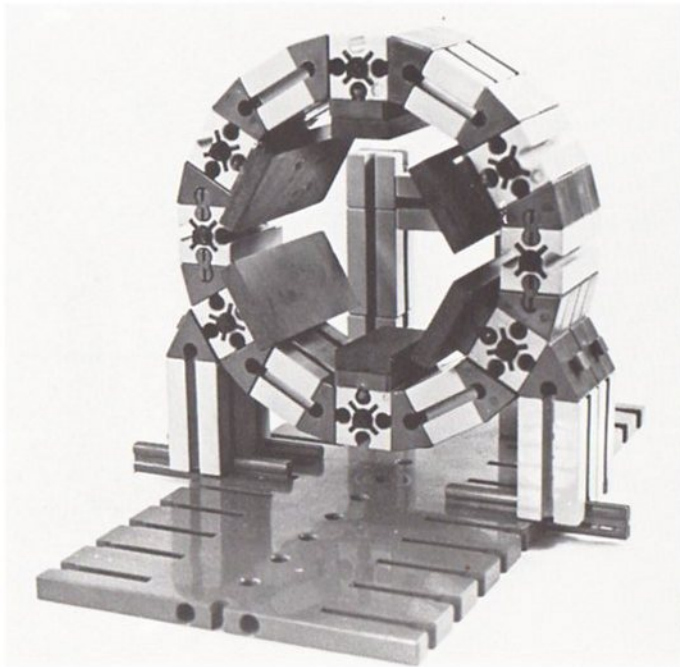
Abb. 7.11: Ankermodell aus Zusatzmaterial



Die im allgemeinen etwa parallel zur Ankerkonstruktion durchgeführte Entwicklung des Magnetgestells (Ständers) läuft im Regelfall ohne größere Schwierigkeiten ab. Als Magnete setzen die Schüler durchweg die Permanentmagnete des u-t 3 ein. Erst in der Erprobungsphase verwendeten wir die wesentlich stärkeren Oxidmagnete.

Eine herausragende Ständerkonstruktion, die der technischer Maschinen stark ähnelt, ist einer Schülergruppe gelungen, die sich in einer Arbeitsgemeinschaft besonders intensiv der Motorkonstruktion widmete (Abb. 7.12 und 7.13). Es war allerdings ein Glücksumstand, daß der Innendurch-

Abb. 7.12: Gelungene Konstruktion eines Stators

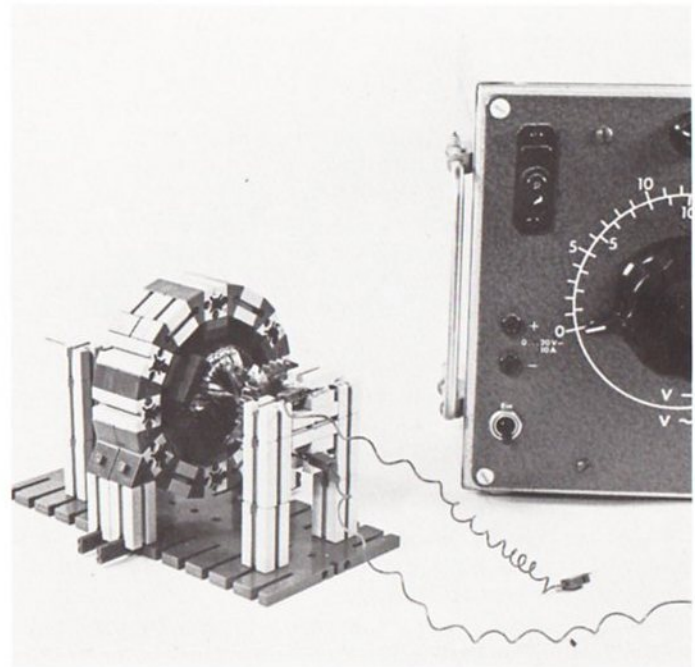


messer des Ständers gerade so groß war, daß ein mit ft-Reifen konstruierter Anker genau eingepaßt werden konnte und der Luftspalt zwischen dem Anker und den Ständermagneten sehr gering war.

Wie die Schüler bei ihren späteren Erprobungen der Modelle noch feststellen sollten, ist dies besonders wichtig. Der Luftspalt zwischen Anker und Ständer muß möglichst klein sein, wenn der Motor einwandfrei laufen soll.

Die weitaus größten Schwierigkeiten bereitete die Konstruktion eines Kollektors mit reibungsarmer Stromzuführung. Einige Schüler kamen schnell auf die Idee, den ft-Schleifring

Abb. 7.13: Fertiges Modell eines Gleichstrommotors



zu verwenden (vgl. Abb. 7.14). Nun besitzt dieses Bauteil zwar zwei getrennte Schleifringe, aber sie sind nicht in der erforderlichen Weise unterteilt. Ein Schüler hatte einen weiterhelfenden Einfall. Er schlug vor, je eine Umfangshälfte mit Tesaband abzukleben, so daß die beklebten Hälften isoliert sind. So erhielt man auf jedem Schleifring je eine Ringhälfte für die Stromzuführung. Diese Lösung wurde auch von anderen aufgegriffen.

Nachdem dieser Schritt erledigt war, bauten die Schüler den Anker in das Magnetgestell ein. Wichtig war dabei, den Anker genau zu zentrieren und für einen möglichst reibungsarmen Lauf zu sorgen.

Die Stromzuführung erfolgt am besten durch einen Kupfer- oder Weißblechstreifen, der federnd an den Kollektor gedrückt wird. Als Halterung dient entweder ein Feder-Gelenkstein (Abb. 7.14) oder ein Kleinbaustein (Abb. 7.15). Es bereitet keine Schwierigkeiten, die Kontaktstifte der Verbindungsleitungen an der Stromzuführung zu befestigen. Eine andere, kompliziertere Lösung besteht darin, ft-Kontaktstifte des u-t 3 so zwischen den beiden Schleifringen anzubringen, daß die Stifte auf den Rändern der Ringe schleifen.

Die Konstruktion des Kollektors und der Stromzuführung war, wie gesagt, schwierig, und sie erforderte viel Zeit. Hilfen und Hinweise des Lehrers sind außerdem unerlässlich.

Der erste Problemlauf brachte durchweg noch nicht den erwünschten Erfolg. In vielen Fällen ruckte der Anker nur kurz, rotierte aber nicht. Meist lag die Ursache dieses Versagens darin, daß die Stromwendung an der falschen Stelle erfolgte. (Parallele: Zündung des Benzinmotors.) In anderen Fällen war das Magnetfeld der ft-Magnete zu schwach: Zur Erzeugung eines ausreichenden Magnetfeldes ist ein relativ großer Strom in den Ankerwicklungen notwendig, den das ft-Netzgerät nicht abgeben kann. Wir setzten deshalb ein Phywe-Netzgerät ein und speisten die Ankerwicklung mit einer Spannung von 10 bis 20 V.

In der Erprobungsphase wurden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Modelle untersucht. Dabei erkannten wir die

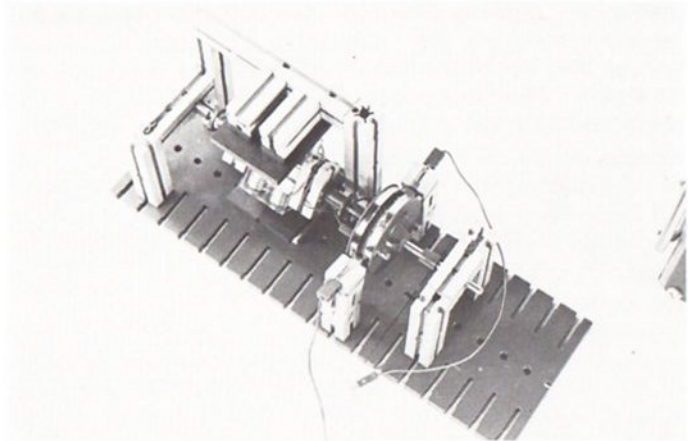
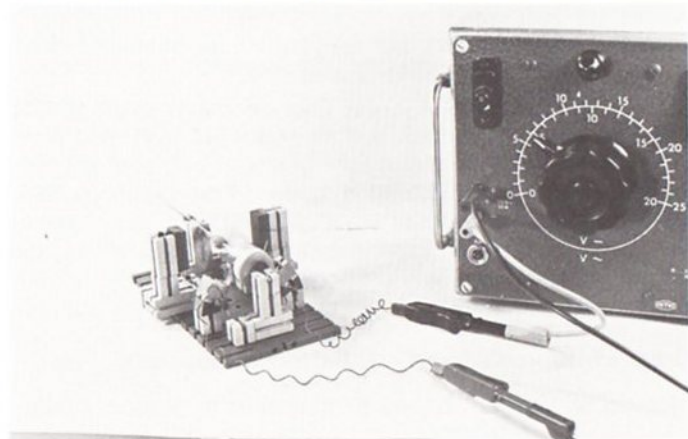


Abb. 7.14: Eine eigenwillige, aber funktionsfähige Motorkonstruktion; die nebeneinanderliegenden Magnete haben verschiedene Polarität

Abb. 7.15: Motor in Betrieb



Stärke der Magnete, die Größe des Luftspalts und die Ankerstromstärke als die wichtigsten Einflußgrößen. Durch Verwendung von Ankern mit verschiedenen Windungszahlen ließ sich herausarbeiten, daß die Kraftwirkung auf den Anker auch von der Anzahl der Ankerwindungen abhängt.

Industrielle Motoren bestehen im wesentlichen aus Eisen. Die Schüler mußten bei ihren Konstruktionen weitgehend auf Eisen verzichten. Dies hat natürlich zur Folge, daß die magnetischen Feldlinien im Luftraum bzw. in Nicht-Eisen-Materialien verliefen, was Rückwirkungen auf das vom Motor abgegebene Drehmoment hat.

In einigen Versuchsklassen ließen wir deshalb Anker konstruieren, in die Ferritscheiben eingelegt wurden. Außerdem stellten wir den Schülern als Magnetgestell einen starken Hufeisen-Magneten (Abb. 7.16) zur Verfügung bzw. setzten von vornherein die stärkeren Oxid-Magnete ein. Im Vergleich zwischen den „eisenlosen“ Motor-Modellen und den mit stärkeren Magneten und Ferritscheiben versehenen Modellen können die Schüler den Einfluß des Eisens auf das Motorverhalten deutlich erkennen: Der Motor wird mit größerer Kraft gedreht und liefert ein höheres Drehmoment.

Abbildung 7.17 zeigt ein Magnetgestell aus Eisen (abgeschnittenes Rohrstück), auf dem zwei zusammenschaltete Magnetwicklungen aufgebracht sind.

Obwohl unsere Schüler in der Erprobungsphase die größte Befriedigung darin fanden, daß ihr Motor lief, darf der Unterrichtslehrer, der seine Ziele viel weiter gesteckt hat, sich mit diesem Ergebnis nicht zufrieden geben. Erst durch gezielte Veränderungen am Motor – dadurch entsteht ein physikalisch-technologischer Experimentiergang – gelingt es, die Erkenntnisse über das Funktionsprinzip „Motor“ und anschließend „Motor/Generator“ zu entwickeln.

Unterrichtsdurchführung – 3. Unterrichtsabschnitt

Materialien: Wie im 2. Unterrichtsabschnitt, jedoch zusätzlich ft-Motor und Gleichspannungs-Meßgerät

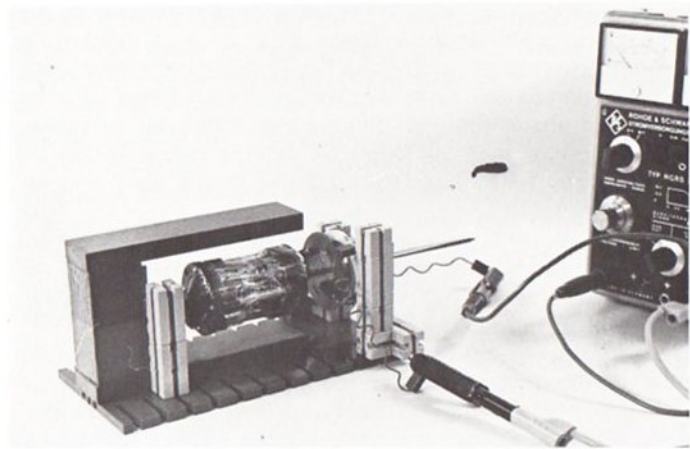
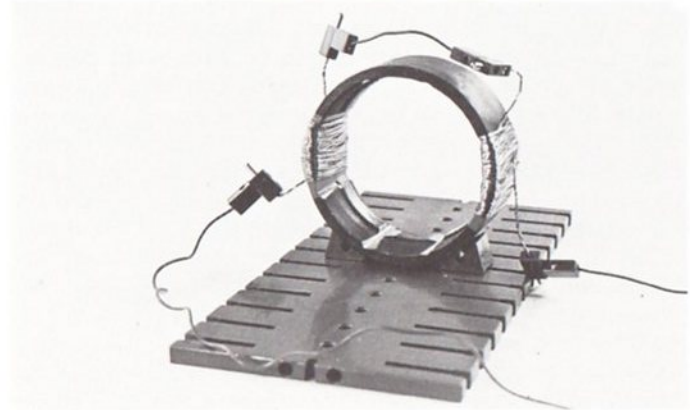


Abb. 7.16: Durch die Verwendung eines Hufeisenmagneten und den Einbau von Metallstangen in den Anker entwickelten die Schüler einen besonders kräftigen Motor

Abb. 7.17: Ein Magnetgestell aus einem Eisenring mit zwei Magnetwicklungen



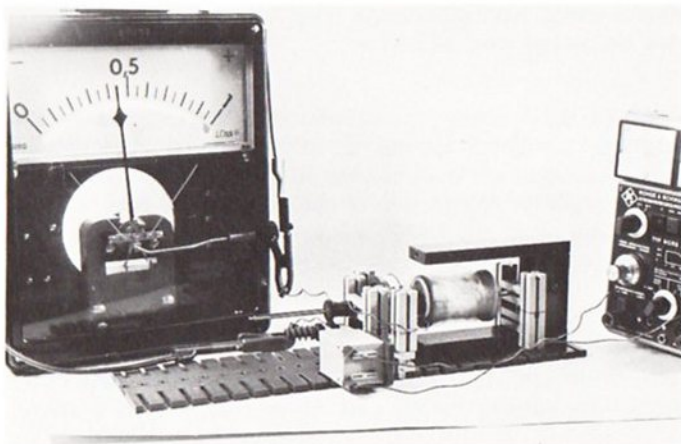


Abb. 7.18: Generator in Betrieb – die erzeugte Spannung beträgt ca. 0,5 V

Die Schüler erhalten die Aufgabe, ihre Motor-Modelle über ein Zahnrad mit dem ft-Motor anzutreiben. Der Motor soll jetzt als Generator arbeiten. Dadurch soll die im ersten Unterrichtabschnitt erarbeitete Vermutung überprüft werden, daß Motor und Generator grundsätzlich den gleichen Aufbau besitzen. Nachdem wir vorher den Schülern die Aufgabe und den Anschluß eines Spannungsmeßgerätes gezeigt hatten, schalteten sie das Meßgerät an die Stromabnehmer des Kollektors (Abb. 7.18). Einige Schüler verwendeten anstelle des Meßgerätes einen ft-Leuchtbaustein, in der Hoffnung, daß die erzeugte Spannung zum Betrieb der Glühlampe ausreichen würde. Die Modelle lieferten jedoch nur eine Spannung bis maximal 0,7 V. Die Schüler konnten aber erkennen, daß die Höhe der erzeugten Spannung stark von der Drehzahl des antreibenden Motors sowie von dem konstruktiven Aufbau des Modells abhängig war (Anzahl der Ankerwindungen, Stärke des Magnetfeldes).

Realbezug

Eine genauere Untersuchung der Lichtmaschine und des Anlassers am Auto stößt auf Grenzen. Man wird sich darauf beschränken müssen, den Schülern Konstruktionsformen und Einbaustellen zu zeigen. Dabei kann man auf weitere Elektromotoren, wie Scheibenwischermotor und Ventilatormotor, aufmerksam machen. Im Regelfall ist der Scheibenwischermotor zugänglich und die äußere Abdeckkappe des Motors läßt sich leicht abnehmen, so daß die Schüler den konstruktiven Aufbau gut erkennen können.

Für eine Analyse der Lichtmaschine und des Anlassers ist der Einsatz technischer Informationsunterlagen z. B. der Fa. Bosch geeignet. Möglichst anhand von Schnittmodellen sollen die Schüler den Unterschied zwischen einer Drehstrom- und einer Gleichstromlichtmaschine kennenlernen. In diesem Zusammenhang sollte auf die Vorzüge der Drehstromlichtmaschine gegenüber der Gleichstrommaschine eingegangen werden.

Wenn es nicht schon früher geschehen ist, sollten spätestens jetzt entsprechende Geräte und Maschinen demonstriert werden (Fahrraddynamo, Motoren aus Haushaltsgeräten). Dabei lassen sich gerade gewonnene Erkenntnisse am neuen Objekt einsetzen und vertiefen.

Möhlenbrock

Hinweise zur Unterrichtsorganisation

Baukästen von einem Kollegen *verwalten* lassen.

Jeden Baukasten und die dazugehörige große, rote Grundplatte *fortlaufend nummerieren* (Klebeetikett, Filzstift oder anlösende Tusche); dies hat folgende Vorteile:

- Der Schüler erhält stets denselben Kasten und fühlt sich für dessen Vollständigkeit stärker verantwortlich.
- Wenn Baukasten-Modelle ausgestellt werden sollen oder nicht im Unterricht fertiggemacht werden konnten, lassen sich später das Modell (mit nummerierter Grundplatte) und (unvollständiger) Baukasten leicht einander zuordnen.
- Die Zahlen auf dem Baukasten ermöglichen den Einsatz eines Kontrollbogens (siehe unten).

Wenn die Schüler keine *Erfahrungen* mit dem Baukastenmaterial haben, sollten ein bis zwei Doppelstunden für das Kennenlernen der Bauelemente und ihrer Verbindungsmöglichkeiten eingeplant werden (z. B. Freies Bauen).

Für das *Einräumen* die ersten drei Male etwa 20 Minuten, später zehn Minuten berücksichtigen.

Sollten Bauelemente verlorengehen, lassen sie sich *einzel*n nachkaufen (z. B.: Fischer-Werke, 7244 Tumlingen/Waldachtal 3).

Zusatzmaterialien zur Ergänzung der Baukastenelemente bereithalten; Gummiringe (Verpackungsmaterial), dünner Bindfaden, Schere, Klebeband, Aktendeckelkarton.

Muster eines Kontrollbogens (DIN A 4), der jedem Baukasten beigelegt werden sollte.

Baukasten Nr.

Datum	Name	Klasse	vollständig/es fehlt:	geprüft

Kontrolle des Lernerfolgs

Die nachfolgenden Aufgaben sind in erster Linie als Möglichkeit gedacht, die Lernleistungen der Schüler zu überprüfen. Diese Verwendung ist jedoch nicht zwingend. Es sind auch andere Einsatzsituationen und Absichten denkbar.

- Die Aufgaben können gemeinschaftlich im Frontal- oder Gruppenunterricht gelöst werden. Dann vertiefen und festigen sie das behandelte Beispiel.
- Mit der gleichen Zielsetzung können die Schüler die Aufgaben im Hause bearbeiten.
- In Prüfungssituationen gegeben, erhält der Lehrer Auskunft über die Effektivität des Unterrichts und der Schüler über seine Leistung.
- Zu Prüfungsarbeiten zusammengestellt, geben die Aufgaben dem Lehrer zusätzliche Hilfen für die Zensurenfindung. Denn es ist problematisch, Zeugnisnoten nur aus den Konstruktionsleistungen herzuleiten, da die Modelle den *positiven* Lerneffekt von Fehllösungen und die Ergebnisse des auswertenden und weiterführenden Unterrichts nicht anzeigen.

Die Fragen und Aufträge sind zumeist so abgefaßt, daß die erworbenen Kenntnisse und Einsichten *nicht nur abgefragt* werden, *sondern unter neuem Blickwinkel angewandt* werden müssen. Sie fragen somit nach Selbständigkeit im Denken und nach einem weiterwachsenden Verständnis der im Unterricht durchdachten und im praktischen Tun bewältigten technischen Sachverhalte.

3 Die Autobeleuchtung

1. Gib bitte an, welche elektrischen Schaltungssymbole richtig und welche falsch dargestellt sind. Welche Bedeutung haben sie?

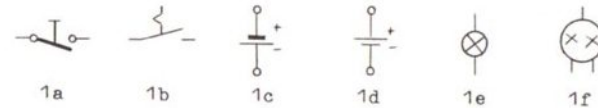


Abb. 3.K 1

Lösung:

1b, 1d, 1e, 1f

Stellschalter, Batterie, einfache Glühlampe, Bilux-Lampe

2. Kennzeichne die falsche Schaltverbindung in dem Schaltplan und gib an, welche Auswirkung der Schaltfehler hat.

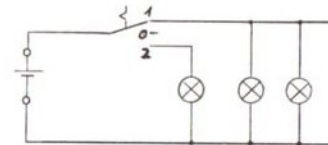


Abb. 3.K 2

Lösung:

Die Schaltverbindung nach der letzten Glühlampe ist falsch; sie bewirkt bei Schalterstellung 1 einen Kurzschluß, da die Batteriepole unmittelbar miteinander verbunden werden.

3. Welche der beiden Schaltungen ist für die Autobeleuchtung geeignet und warum? Wie nennt man die Schaltungen?

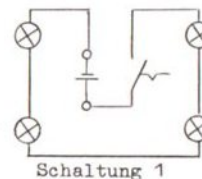
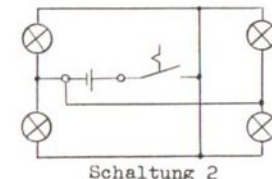


Abb. 3.K 3



Lösung:

Schaltung 2, weil bei einer defekten Glühlampe die übrigen in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden.

Schaltung 1: Reihenschaltung

Schaltung 2: Parallelschaltung

4. Die Glühlampen in der Schaltung haben alle denselben Widerstandswert. Warum leuchtet die Glühlampe 1 heller als die Glühlampen 2 und 3?

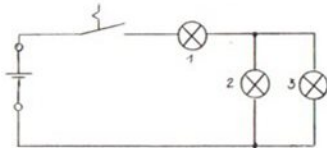


Abb. 3.K 4

Lösung:

An der Glühlampe 1 liegt eine höhere Spannung, weil der Gesamtwiderstand der beiden parallel geschalteten Glühlampen geringer ist als der Einzelwiderstand einer Glühlampe. Dadurch ist nach dem Ohmschen Gesetz auch die Spannung an den Glühlampen 2 und 3 geringer als an Glühlampe 1.

5. Benenne die folgenden Schalter.

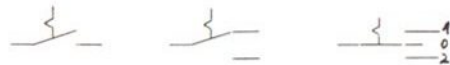


Abb. 3.K 5

Lösung:

Einfacher Stellschalter, Umschalter (Stellschalter), Mehrstellen-Schalter mit (Nullstellung)

6. Erkläre die Funktionsweise einer Bilux-Lampe.

Lösung:

Eine Bilux-Lampe hat zwei getrennt schaltbare Glühfäden für Abblend- und Fernlicht. Der Glühfaden für das Abblendlicht ist durch einen Abdeckschirm so abge-

deckt, daß die Lichtstrahlen nur nach oben abgestrahlt und über den Reflektor auf die Fahrbahn gelenkt werden. Damit vermeidet man eine Blendung entgegenkommender Fahrzeuge.

7. Wie läßt sich erkennen, daß eine Bilux-Lampe defekt ist?

Lösung:

Bilux-Lampe gegen das Licht halten und überprüfen, ob der Glühfaden unterbrochen ist.

4 Lernerfolgskontrolle – Innenbeleuchtung

1. Wodurch unterscheidet sich ein Tastschalter von einem Stellschalter?

Lösung:

Ein Tastschalter geht selbsttätig in seine Ausgangsstellung zurück, ein Stellschalter nicht.

2. Nenne den Unterschied zwischen einem Schalter mit Schließerkontakt und einem Schalter mit Öffnerkontakt.

Lösung:

Schalter mit Öffnerkontakt haben in der Ausgangsstellung geschlossene Kontakte; Schalter mit Schließerkontakt geöffnete.

3. Warum kann man die Innenbeleuchtung über die beiden Türschalter geschaltet als ODER-Schaltung bezeichnen?

Lösung:

Weil die Innenleuchte bei entsprechender Stellung des Stellschalters eingeschaltet wird, wenn entweder die eine Tür *oder* die andere Tür geöffnet wird.

4. Welche Aufgabe erfüllen die Türschalter, wenn der Stellschalter den Innenleuchtenstromkreis direkt schließt?

Lösung:

Keine. Die Innenbeleuchtung ist unabhängig von den Türschaltern ständig eingeschaltet.

5 Lernerfolgskontrolle – Die Auto-Blinkanlage

1. Erkläre den Aufbau und die Wirkungsweise eines Bimetalls.

Lösung:

Ein Bimetall besteht aus zwei verschiedenen Metallen, die als Metallstreifen fest miteinander verbunden sind. Erwärmt man ein Bimetall, so dehnen sich die beiden Metallstreifen verschieden stark aus, und das Bimetall krümmt sich.

2. Wo werden Bimetalle in der Elektrotechnik eingesetzt (nenne drei Anwendungsbeispiele) und welche Funktion erfüllen sie?

Lösung:

Bimetall-Blinkgeber, Sicherungsautomat, Bügeleisen, Heizungs-Thermostat

Bimetalle arbeiten als selbsttätige elektrothermische Schalter.

3. Welche Aufgabe hat die Warnblinkanlage?

Lösung:

Durch gleichzeitiges Blinken aller vier Blinkleuchten sollen Verkehrsteilnehmer auf eine Gefahrensituation (-stelle) aufmerksam gemacht werden.

4. Welche Blinkgeber-Typen kennst Du? Nenne mindestens zwei.

Lösung:

Bimetall-Blinkgeber, Hitzdraht-Blinkgeber, Elektronische Blinkgeber

5. Woran erkennt man im Auto, daß eine Blinkleuchte defekt ist?

Lösung:

Der Blinkgeber und damit die Kontrollleuchte arbeiten mit größerer Schalthäufigkeit/-frequenz.

6 Lernerfolgskontrolle – Das elektrische Schiebedach

1. Beschreibe den Steuerungsvorgang für das elektrische Schiebedach.

Lösung:

Der Antriebsmotor wird angeschaltet, das Schiebedach öffnet sich. Bei Erreichen der Endlage betätigt es einen Taster (Öffner) und schaltet den Motor automatisch ab. Wird der Umschalter erneut betätigt, ändert sich die Drehrichtung des E-Motors und das Schiebedach wird geschlossen. Erreicht es seine Endlage, betätigt es wiederum einen Taster (Öffner) und schaltet dadurch den Motor ab.

2. Nenne technische Beispiele, die schaltungstechnisch nach dem gleichen Steuerungsprinzip arbeiten wie elektrische Schiebedächer.

Lösung:

Automatische Türöffner, Garagentore, Fahrstühle

3. Wodurch läßt sich die Drehrichtung eines Gleichstrommotors ändern?

Lösung:

Die Drehrichtung des Gleichstrom-Motors ändert sich, wenn die Polarität an den Anschlußklemmen umgekehrt wird.

4. Handelt es sich bei den Endschaltern um Schalter mit „Öffner-Kontakten“ oder mit „Schließerkontakten“.

Lösung:

Die Endschalter sind „Öffner“.

5. Ergänze die folgende Schaltung (Abb. 6.K 1), in der die Drehrichtung des Motors durch einen Schalter umgekehrt werden soll.

Lösung:

Gepunktet eingezeichnet

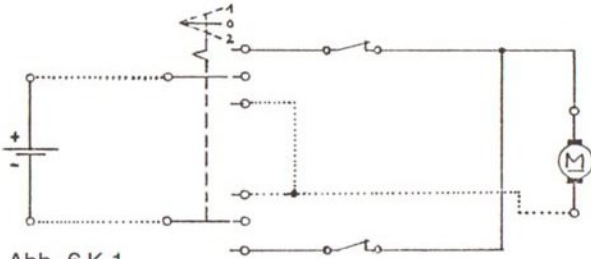


Abb. 6.K 1

7 Lernerfolgskontrolle – Lichtmaschine (Generator) und Anlasser (Motor)

1. Beschreibe den Vorgang der Spannungserzeugung in einem elektrischen Generator. Nenne das zugrundeliegende Gesetz.

Lösung:

Läßt man eine Leiterschleife (Ankerwicklung) in einem magnetischen Feld rotieren, so wird in der Leiterschleife eine elektrische Spannung erzeugt*.
Induktionsgesetz

2. Wovon hängt die Höhe der erzeugten Spannung in einem Generator ab? Kreuze bitte die richtigen Antworten an.
 - a) von der Stärke des magnetischen Feldes, das auf die Leiterschleife (Ankerwicklung) einwirkt.
 - b) von dem Widerstand der Ankerwicklung.
 - c) von der Anzahl der im Magnetfeld bewegten Windungen der Leiterschleife (Ankerwicklung).
 - d) von der Geschwindigkeit, mit der sich die Leiterschleife (Ankerwicklung) im Magnetfeld bewegt.
 - e) von der Form des Kollektors.

Lösung: a/c/d

* Exakt müßte es heißen: in einer Leiterschleife wird eine Spannung induziert, wenn sich der mit ihr verkettete Fluß zeitlich ändert.

3. Welche Aufgabe haben Generatoren?
Kreuze bitte die richtigen Antworten an.
 - a) elektrische Spannungen zu erzeugen.
 - b) elektrische in mechanische Energie umzuwandeln.
 - c) mechanische in elektrische Energie umzuwandeln.
 - d) als Lichtmaschine den Automotor anzutreiben.

Lösung: a/c

4. Welche Aufgaben haben Elektromotoren?
Kreuze bitte die richtigen Antworten an.
 - a) mechanische Arbeit zu leisten
 - b) elektrische in mechanische Energie umzuwandeln
 - e) mechanische in elektrische Energie umzuwandeln
 - d) elektrischen Strom zu erzeugen

Lösung: a/b

5. Worin besteht der grundlegende Unterschied zwischen Generator und Motor?

Lösung:

Der Generator wandelt mechanische Energie in elektrische Energie um; der Motor wandelt elektrische in mechanische Energie um.

6. Welche elektromagnetische Erscheinung nutzt man beim Motor aus?

Lösung:

Ein stromdurchflossener Leiter (Ankerwicklung) ist von einem magnetischen Feld umgeben. Im Zusammenhang mit einem weiteren Magnetfeld (Ständermagnetfeld) wirkt auf den stromdurchflossenen Leiter eine Kraft. (Die Kraftwirkung erfolgt in Richtung der sich gegenseitig schwächenden Feldkräfte).

7. Wovon hängt die Kraft (das Drehmoment) ab, mit der ein Motoranker bewegt wird?

- a) von der Stärke des Ständer-Magnetfeldes
- b) von der Anzahl der Ankerwindungen

- e) von dem Durchmesser des Leiterdrahtes
 - d) von der Stromstärke in der Ankerwicklung
- Lösung:* a/b/d

8. Nenne die wichtigsten Bauteile von Generator und Motor.

Lösung:

- Ständergehäuse mit Magnetwicklung
- Anker mit Ankerwicklung
- Kommutator (Stromwender) – bei Gleichstrommaschinen
- Stromzuführungskontakte (Stromabnehmer-)
- Ankerlagerung

9. Welche Aufgabe hat die Lichtmaschine eines Autos?

Lösung:

Die Lichtmaschine versorgt die elektrischen Einrichtungen des Autos mit elektrischer Energie.

10. Welche Aufgabe hat der Anlasser?

Lösung:

Beim Starten des Autos treibt der Anlasser den Automotor, bis dieser gezündet hat und selbsttätig weiterläuft.

Abbildungsnachweis

Kap. 1 Zeichnungen R. Möhlenbrock

Kap. 2 Alle Fotos H. J. Staufenbiel

Kap. 3 Abb. 3.1, 3.3, 3.4 Firma Bosch

Alle Fotos H. J. Staufenbiel

Alle sonstigen Zeichnungen R. Möhlenbrock

Kap. 4 Abb. 4.13 Daimler Benz AG

Alle Fotos H. J. Staufenbiel

Alle Zeichnungen K. Lindemann

Kap. 5 Alle Schaltpläne aus Prospekten von der Firma Bosch.

Alle Fotos H. J. Staufenbiel

Gezeichnete Schaltskizzen R. Möhlenbrock

Kap. 6 Abb. 6.1 und 6.2 Daimler Benz AG

Alle Fotos sonst von H. J. Staufenbiel

Alle gezeichneten Schaltskizzen K. Lindemann

Kap. 7 7.1, 7.2 Firma Bosch

Alle Fotos von H. J. Staufenbiel,

Zeichnungen sonst von R. Möhlenbrock

Unterrichtsbeispiele zur technischen Bildung in der Sekundarstufe I

Ein Erfahrungsbericht mit 210 Abbildungen

Herausgeber: Christian Vollmers

Die einzelnen Kapitel verfaßten:

Werner Pfeiffer, Jan Rolff, Winfried Schmayl
und Christian Vollmers

148 Seiten, 14,80 DM

Fischer-Werke Artur Fischer, Tumlingen

Neckar-Verlag, Villingen

INHALT

Vorwort	1
Einleitung	1
Technische Zeichnungen und Symbole	
1 Grundlagen des technischen Zeichnens	5
Maschinentechnik	
2 Stufenrädergetriebe	13
3 Stufenlos verstellbares Getriebe	19
4 Schrittgetriebe	27
5 Scheibenwischer	35
6 Aufwickelmaschine	44
7 Windräder	51
8 Speziallenkungen – Beispiel Kamerawagen	64
9 Türschloß	76
10 Signal und Schranke	84
Steuerungsvorgänge	
11 Kugelsortieranlage	95
12 Ventilsteuerung bei Pumpen	101
13 Ventilsteuerung – Viertaktmotor	113
14 Fliehkraftkupplung	121
Statik	
15 Querverstrebungen	127
Hinweise zur Unterrichtsorganisation	
	134
Kontrolle des Lernerfolgs	
Aufgaben für die Unterrichtsbeispiele	135

