

LERNEN UND LEHREN

METHODISCHE SCHRIFTEN
FÜR LERNENDE LEHRER

PHYSIKUNTERRICHT

GÜNTHER HINSDORF UND KARL LOCHAU

BAUANLEITUNG
ZUR SELBSTANFERTIGUNG
EINFACHER PHYSIKALISCHER
APPARATE



VOLK UND WISSEN VERLAGS GMBH · BERLIN / LEIPZIG

LERNEN UND LEHREN

METHODISCHE SCHRIFTEN FÜR LERNENDE LEHRER

HERAUSGEBER: DR. GERTRUD ROSENOW

PHYSIKUNTERRICHT

GÜNTHER HINSDORF UND KARL LOCHAU

BAUANLEITUNG
ZUR SELBSTANFERTIGUNG
EINFACHER PHYSIKALISCHER
APPARATE



VOLK UND WISSEN VERLAGS GMBH · BERLIN / LEIPZIG

Best.-Nr.17023

Preis RM 0,50

Gedruckt in der Weichertschen Buchdruckerei, Berlin (155) · G-19419

ANLEITUNG

Jeder Lehrer mindestens in einem Fach ein Fachlehrer!

Der Unterricht in der Physik ist unmöglich ohne Versuche. „Wir haben keine Apparate“, ist die Klage. „Baut euch welche!“ antworten wir.

Niemand kann sich mehr herausreden, daß das unmöglich sei. In dieser Schrift ist keine Bauanweisung vorgelegt, die nicht in einer Arbeitsgemeinschaft von Dozenten und Schülern eines Neulehrerlehrgangs gründlich ausprobiert worden ist. Und wir haben bestimmt keine Materialhilfsquellen zur Verfügung gehabt.

Macht es nach! Ja, macht es besser!

In Stadt- und Dorfschulen!

Es ist bitter nötig, und Spaß macht das Basteln auch noch — den Kindern und euch!

INHALTSVERZEICHNIS

	Abbildung	Seite
I. Mechanik		
1. Schwerpunktplatte	1.....	7
2. Stehaufmännchen	2.....	7
3. Balkenwaage	3.....	8
4. Rolle	4, 5, 6.....	8
5. Flaschenzug	7.....	9
6. Foucaultsches Pendel	8.....	9
7. Pascalscher Apparat	9.....	10
8. Springbrunnen	10.....	10
9. Seitendruckversuch	11.....	11
10. Rückstoßversuch	12, 13.....	11
11. Segnersches Wasserrad	14.....	12
12. Schaufelrad	15, 16.....	12
13. Windbüchse	17, 18.....	13
14. Heronsball	19.....	13
15. Handspritze	20.....	14
16. Luftballon	21.....	14
II. Wärmelehre (Kalorik)		
17. Kugel-Ring-Versuch	22.....	15
18. Fühlhebel	23.....	15
19. Wärmeleitungsversuch	24.....	16
20. Wasserströmungsversuch	25.....	16
21. Ofenschlange	26.....	17
22. Reibungsversuch	27.....	17
23. Hygroskop	28.....	18
24. Dampftrad	29.....	18
III. Lehre vom Schall (Akustik)		
25. Luftstoßapparat	30.....	19
26. Schnurtelephon	31.....	20
27. Schallbrechungsversuch	32.....	20
28. Sprachrohr	33.....	21
29. Resonanzkasten	34.....	21
30. Chladnische Klangfiguren	35.....	21
31. Monochord	36.....	22
IV. Lehre vom Licht (Optik)		
32. Sonnenuhr	37.....	23
33. Fettfleckphotometer	38.....	24
34. Optische Scheibe	39.....	24
35. Kugelspiegel	40.....	26
36. Lichtbrechungsversuch	41, 42, 43.....	26
37. Natürliches Prisma	44.....	28
38. Linsen	45, 46.....	28
39. Lochkamera	47, 48.....	29

	Abbildung	Seite
40. Episkop	49	30
41. Fernrohr	50, 51, 52	31
42. Mikroskop	53	31
43. Farbenkreisel	54	32

V. Magnetismus

44. Magnet durch Elektrizität	55	33
45. Magnet durch Bestreichen	56	33
46. Feldlinienversuch	57	33
47. Kompaßnadel	58	34
48. Doppelnadel	59	34
49. Polversuch	60	34

VI. Elektrizität

50. Seifenblasenversuch	61	35
51. Elektrophor	62	35
52. Elektroskop	63	35
53. Tanzende Puppen	64	36
54. Wasserstrahlversuch	65	36
55. Reibungselektrizitätsmaschine	66, 67, 68, 69	36
56. Leydener Flasche	70	38
57. Entlader	71	39
58. Kupfer-Zink-Element	—	39
59. Strommesser	72	40
60. Kohle-Zink-Element	73	40
61. Funkenrad	74	40
62. Zersetzungsapparat	75	41
63. Spule	76	42
64. Versuch mit Eisenfeilspänen	77	42
65. Eisenkern	78	42
66. Elektrische Klingel	79	43
67. Hörapparat	80	43
68. Mikrophon	81	44
69. Elektromotor	82, 83	44
70. Transformator	84, 85	45
71. Induktionsversuch	86	46
72. Dynamo	87	47
73. Hitzdrahtamperemeter	88	47
74. Elektroskop	89	48
75. Graphitwiderstand	90	48

VII. Bastlertips

Glasschneiden	49
Glassprengen	50
Glasbohren	50
Bearbeitung von Glasröhren	50
Holz kitt	50
Schutz gegen Nässe	50
Unbrennbarmachung von Stoffen	50
Elektrischer Widerstand	50
Seifenblasen	50

I. MECHANIK

RAUM FÜR NOTIZEN

Seit Jahrtausenden ist der Mensch bemüht, sich die Kräfte der Natur nutzbar zu machen und ihre Geheimnisse zu erforschen. Schon die alten Ägypter kannten die Hebelgesetze, als sie die riesigen Pyramiden bauten. Es würde viele Bände füllen, wollte man den langen Weg beschreiben, den der Mensch in rastlosem Schaffen und Erfinden gebraucht hat, um von der Pechfackel zum elektrischen Glühlicht, vom einfachen Karren zum Auto zu gelangen. Hunderte und Tausende haben daran gearbeitet; jeder kam ein Stückchen weiter, und keiner hätte fehlen dürfen, bis wir unsere heutigen Wunderwerke der Technik bauen konnten. Überall um uns herum, an allen Gegenständen, Maschinen und Geräten des täglichen Lebens sehen wir den Geist jener Erfinder, die der Natur ihre Geheimnisse entrissen und deren Kräfte in den Dienst der Menschheit gestellt haben. Mancher unserer jungen Leser wird sich schon gefragt haben, wie die Wirkungsweise dieser oder jener Maschine zustande kommt, wie diese Kräfte zu erklären sind, die in der Wunderwelt der Technik arbeiten. Hiervon wollen wir im folgenden berichten.

1. Schwerpunktplatte

Die in der Mechanik in Betracht kommenden Versuche sind zunächst Schwerpunktsversuche. Ein Satz der Mechanik heißt: Alle Körper werden von der Erde angezogen. Die entsprechende Versuchsanordnung hierzu ist das Lot, dessen Faden die senkrechte Richtung, die Richtung zum Erdmittelpunkt hin, anzeigt.

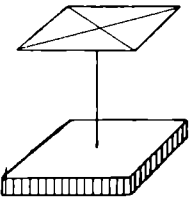


Abb. 1
Schwerpunktplatte

Das Lot stellen wir am einfachsten aus einer nicht zu dicken Schnur her, an die wir ein altes Uhrgewicht hängen.

Zu den Schwerpunktsversuchen von Körpern bauen wir uns ein Stativ (Abb. 1) aus Holz. In dessen Mitte bohren wir eine Stricknadel

ein. Auf deren Spitze setzen wir Körper so, daß die Nadel sie im Schwerpunkt unterstützt.

2. Stehaufmännchen

Den nächsten Versuch führen wir mit einem Stehaufmännchen durch (Abb. 2). Wir lassen uns vom Drechsler eine Holzkugel herstellen. In sie schneiden wir einen Keil ein, der mit Blei gefüllt und wieder sorgfältig verkittet wird, so daß die Rundung erhalten bleibt. Die Kugel zieht man mit einem Püppchen aus

Pappe. Obwohl unser Stehaufmännchen oft lustig umherwackelt, stellt es sich zuletzt immer so ein, daß der Schwerpunkt möglichst tief liegt.



Abb. 2 Stehaufmännchen

3. Balkenwaage

Instrumente für die Versuche mit Hebeln.

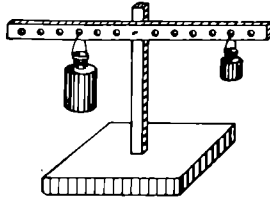


Abb. 3 Balkenwaage

Zur Herstellung einer Balkenwaage schneiden wir wieder ein Stativ aus Holz. Auf das Stativ wird eine Holzleiste geleimt. Die Leiste trägt am oberen Ende einen runden, köpflösen Nagel. Der dazugehörige Waagebalken besteht ebenfalls aus einer Holzleiste, in die in gleichem Abstand vom Mittelpunkt nach beiden Seiten Löcher gebohrt sind. Man kann auf diese Weise den Waagebalken oder Hebelarm so verstellen, daß die eine Seite des Armes drei-, vier-, fünfmal so lang wird wie die andere (Abb. 3).

4. Rolle

Als eine Art der Hebel kann man die Rollen betrachten. Man kann sie in verschiedener Weise zusammenstellen. Es ist zweckmäßig, die Rollen in verschiedenen Größen anzufertigen, um damit einen regelrechten Flaschenzug zusammenstellen zu können.

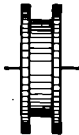


Abb. 4 Rolle

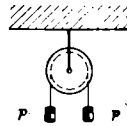


Abb. 5 Feste Rolle

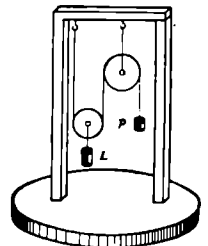


Abb. 6 Bewegliche Rolle

Wenn wir keinen Drechsler haben, der uns einige Holzrollen drechselt, so sägen wir mit der Laubsäge Holzscheiben von mindestens 10 mm Dicke aus. Auf beide Seiten jeder Holzscheibe kleben wir etwas größere dicke Pappscheiben. Ziehen wir durch

den Mittelpunkt einen abgefeilten Nagel hindurch, so ist unsere Rolle fertig (Abb. 4).

Hängen wir die Rolle an ihrer Achse auf, so nennen wir sie eine feste Rolle. An ihr herrscht Gleichgewicht, wenn an beiden Seiten die gleichen Gewichte hängen (Abb. 5).

Legen wir zu dieser Rolle um eine zweite die Schnur herum und befestigen diese oben, so haben wir die bewegliche Rolle. An ihr herrscht Gleichgewicht, wenn der Zug halb so groß ist wie das Gewicht, das gehoben werden soll (Abb. 6).

5. Flaschenzug

Zum Bau eines Flaschenzuges brauchen wir drei Paar Rollen verschiedener Größe. Die Schere wird aus zwei längeren Leisten gebildet, die oben und unten durch je ein Klötzchen verbunden sind. In diese werden auch die Aufhängehaken eingeschraubt. Für die Rollenachsen werden nun in entsprechenden Abständen Löcher in die Leisten gebohrt, die Rollen dazwischengeschoben und die Achsen (abgefeilte runde Nägel) durchgeschoben. Dann ist noch die Schnur zu ziehen (wie aus der Zeichnung ersichtlich). Damit ist der Flaschenzug, aus der Verbindung mehrerer fester und beweglicher Rollen bestehend, fertig (Abb. 7).

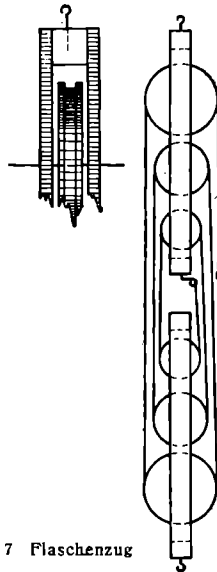


Abb. 7 Flaschenzug

6. Foucaultsches Pendel

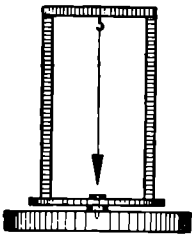


Abb. 8
Foucaultsches Pendel

Auch den Foucaultschen Pendelversuch können wir an Hand einer hübschen Versuchskonstruktion nachmachen. Wir brauchen dazu ähnlich wie bei Abb. 6 ein Stativ aus einer einfachen Holzplatte und aus einfachen Holzleisten. Der Unterschied zur Abb. 6 besteht nur darin, daß diese einen doppelten Boden haben muß, denn das Seitengestell muß drehbar sein. In der Mitte des Querbalkens befestigen wir einen Haken, an dem das Pendel (Lot) mit dünner Schnur hängt. Für den Versuch selbst wäre es günstiger, wenn man auf der drehbaren Scheibe einen Durchmesser anzeichnet (Abb. 8).

7. Pascalscher Apparat

Wie es eine Mechanik der festen Körper gibt, so kennt man auch eine Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. Dem Schüler darf nicht unklar bleiben, daß zur Mechanik nicht nur Flaschenzüge und Hebel, sondern auch Wasserräder und Seifenblasen gehören.

Als erstes Gesetz aus dieser Lehre lernen wir, daß alle Flüssigkeiten einen Druck nach allen Seiten ausüben. Da Flüssigkeiten nur in Gefäßen aufbewahrt werden können, unterscheiden wir verschiedene Druckarten, nämlich Bodendruck und Seitendruck. Hierzu wollen wir einige Versuche unternehmen.

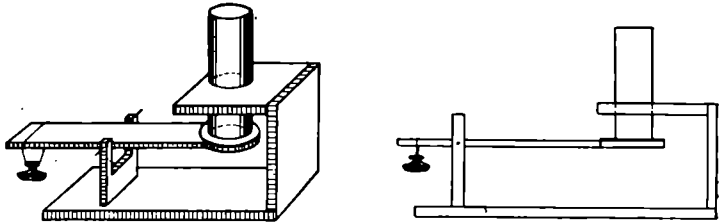


Abb. 9 Pascalscher Apparat

Zur Darstellung des Bodendruckes dient der sogenannte Pascalsche Apparat (Abb. 9). Wir brauchen wieder eine Holzplatte als feste Unterlage. An einem Ende der rechteckigen Holzplatte schrauben wir eine rechtwinklige Fläche (ebenfalls aus Holz) auf. Der waagerechte Teil dieser Winkelfläche hat einen kreisförmigen Ausschnitt, in den ein offener Zylinder eingeführt und fest verkittet wird. Als unteren Verschuß des Zylinders benutzen wir eine Scheibe, die mit einer Gummihaut überzogen ist, so daß die Scheibe den Zylinder luftdicht abschließt.

Die Unterseite der Scheibe drückt auf den Arm eines Hebels, dessen Achse durch eine eingeschnittene Leiste geht, die auf dem anderen Ende errichtet ist. Am entgegengesetzten Ende des Hebels hängt ein Gewicht zum Verschieben. Füllt man den Zylinder mit Wasser, dann übt das Wasser einen durch das Gewicht am Hebel meßbaren Druck auf die Bodenplatte aus.

8. Springbrunnen

Eine weit bekanntere Versuchskonstruktion ist die des Springbrunnens (Abb. 10). Es bleibt der Initiative des Lehrers überlassen, wie er den Versuch aufbaut. Siehe Zeichnung!

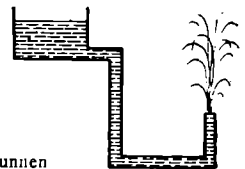


Abb. 10 Springbrunnen

9. Seitendruckversuch

Der Seitendruck einer Flüssigkeit, auf die Gefäßwände wird am einfachsten mittels einer möglichst hohen schlanken Konservendose dargestellt. In diese Konservendose werden in einem vom Lehrer bestimmten Abstände mehrere Löcher senkrecht übereinander gebohrt und mit Stöpseln verschlossen. Nachdem für einen entsprechenden Abfluß gesorgt worden ist, können die Löcher geöffnet werden. Die verschiedene Länge der Wasserstrahlen zeigt die Verschiedenheit des Seitendruckes an den einzelnen Stellen an. Wichtig ist bei diesem Versuch die Erkenntnis, daß der Druck mit zunehmender Tiefe größer wird.

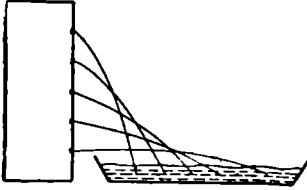


Abb. 11 Seitendruckversuch

einzelnen Stellen an. Wichtig ist bei diesem Versuch die Erkenntnis, daß der Druck mit zunehmender Tiefe größer wird.

10. Rückstoßversuch

Findet der Druck einer Flüssigkeit irgendwo einen Ausgang (wie in Abb. 11), so übt er einen gewissen Druck auf sein Gefäß aus, d. h. er wird die Wandfläche, die er angreift, bewegen (siehe Abb. 12).

Man nennt diese Art von Bewegung den Rückstoß. Auch dafür gibt es einen sehr schönen Versuch.

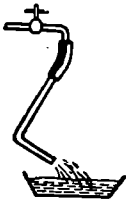


Abb. 12

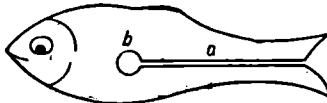


Abb. 13

Rückstoßversuch

Wir schneiden aus Schreibpapier einen Fisch nach Art und Größe, wie ihn Abb. 13 zeigt, und bringen in der Längsachse einen Kanal a von etwa 1 mm Breite und daran anschließend einen kleinen kreisrunden Ausschnitt b an. Dann legen wir den kleinen Fisch vorsichtig auf die Wasserfläche in einer langgestreckten Bratenschüssel und warten, bis sich das Papier, das sich anfangs rollte, flach gelegt hat. Dann leiten wir den Versuch ein, indem wir mitten auf den Ausschnitt bei b ein Tröpfchen Öl fallen lassen. Sofort schießt der Fisch quer über die Schüssel hin. Das Öl hat nämlich das Bestreben, sich auf dem Wasser schnell auszubreiten, findet bei a einen Ausgang und treibt den Fisch durch Rückstoß vorwärts. Zu jedem neuen Versuch muß ein neuer Fisch verwendet werden.

11. Segnersches Wasserrad

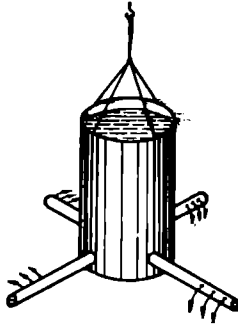


Abb. 14
Segnersches Wasserrad

Nach diesem mehr spielerischen Versuch noch einen ernsteren, der auf demselben Prinzip beruht. Es ist die Konstruktion des Segnerschen Wasserrades (Reaktionsturbine). Als Behälter dient uns wieder eine Konservendbüchse, in die wir kreuzweis gegenüberliegend vier Löcher bohren. In diese Löcher schieben wir festsitzende Holunderröhren, die wir am Außenende verkitten. Dann werden sie gleichmäßig auf einer Seite so angebohrt, daß Wasser ausfließen kann. Siehe Zeichnung (Abb. 14)!

Das ganze hängen wir an einer Schnur über einem Waschbecken auf. Gießen wir Wasser in die Büchse, so beginnt sie sich lustig zu drehen.

An Stelle der einfachen Holunderröhren können auch Glasröhren benutzt werden, die am Ende umgebogen sind.

12. Schaufelrad

Hat das Wasser erst einmal einen Ausweg gefunden, so fängt es an zu strömen. Wie der Wind, so übt auch das strömende Wasser einen Druck auf jede ihm den Weg versperrende Fläche aus.

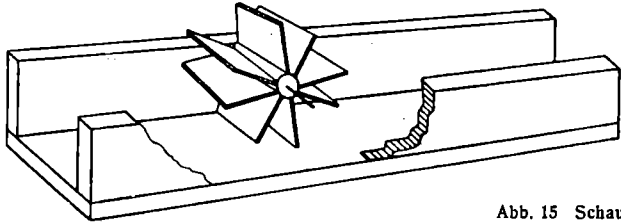


Abb. 15 Schaufelrad

und schiebt diese weg. Uralt ist die Erfindung des Schaufelrades, mit dessen Hilfe man sich immer wieder die Energie des strömenden Wassers zunutze machte. Die Herstellung eines solchen Wasserrades erfordert keine große Mühe. Wie Abb. 15 zeigt, werden in eine Holzwalze Schaufeln aus Blech eingeschoben, nachdem wir die Schnitte vorher mit der Laubsäge eingesägt hatten. Die Ebenen der Schaufeln müssen zur Walzenachse hin zeigen. Die Welle des Schaufelrades ist horizontal in einen Fließkanal aus Holz oder Blech eingeschoben. Fließt Wasser durch den Kanal, so drückt es die eintauchenden Schaufelflächen nach

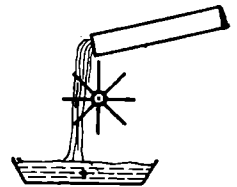


Abb. 16 Schaufelrad

vorn und ruft die Drehbewegung des Schaufelrades hervor. Statt das Wasser von unten auf die Schaufeln wirken zu lassen, kann man es ebensogut auf die Schaufeln herabfallen lassen, wie aus Abbildung 16 ersichtlich ist.

13. Windbüchse

Bei der Lehre von den Gasen können wir uns leider nicht so auf Versuche stützen; denn diese sind sehr kompliziert. Wir untersuchen zunächst wieder den Druck der Gase. Daß Gase zusammengedrückt werden können und dabei das Bestreben haben,

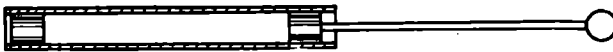


Abb. 17 Windbüchse

sich wieder auszudehnen, beweist uns am deutlichsten die Windbüchse. Die Windbüchse kann aus einer einfachen Glasröhre hergestellt werden. Einen Stempel verfertigt man am besten aus Holz, die dazugehörigen Pfropfen aus einer Kartoffelscheibe. Drückt man den Stempel in die Röhre hinein, so steigt der Druck der eingeschlossenen Luft bald so stark, daß der vordere Pfropfen schußartig davonfliegt (Abb. 17). Zur weiteren Untersuchung des Luftdruckes brauchen wir eine kleine Flasche, deren Boden abgeschnitten ist. Sie wird mit einer Gummihaut zugebunden. Die Flaschenöffnung verschließt man mit einem Korken; in den ein Glasrohr mit Gummischlauch eingeführt ist. In dieser Flasche können wir nun durch Saugen oder Pumpen beliebig einen Unter- oder Überdruck erzeugen (Abb. 18).

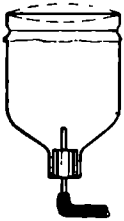


Abb. 18

14. Heronsball

Der nächste Versuch wird mit dem Heronsball dargestellt (Heron von Alexandrien, ein Grieche). Zu einer Flasche mit weitem Hals besorgen wir uns einen gut passenden Korken, den wir in seiner Längsrichtung mit zwei Bohrungen versehen. Durch die eine Bohrung stecken wir ein Glasrohr, dessen oberes Ende durch Erhitzen in einer Flamme zu einer Spitze ausgezogen haben. Durch die zweite Bohrung führen wir ein rechtwinklig abgeboogenes Glasrohr ein. Dann füllen wir die Flasche zur Hälfte

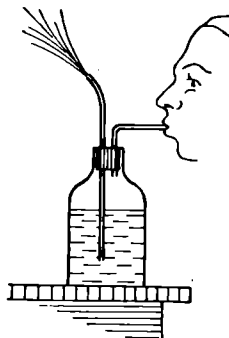


Abb. 19 Heronsball

mit Wasser. Die untere Öffnung der geraden Röhre muß dabei unterhalb des Wasserspiegels bleiben. Blasen wir in das rechtwinklige Rohr Luft ein, dann drückt die in der Flasche verdichtete Luft das Wasser durch das gerade Spritzrohr. Dies geschieht so lange, wie wir die Luftverdichtung durch Blasen aufrechterhalten (Abb. 19).

15. Handspritze

Den Ausgleich verschiedener Gasdrücke zeigt uns die einfache Handspritze. Sie besteht aus einem Glasrohr (in unserem Fall), das vorn etwas zugespitzt ist. In ihm bewegt sich ein dicht anschließender Stempel hin und her. Beim Hochziehen des Stempels entsteht ein luftverdünnter Raum. Der Überdruck der äußeren Luft jedoch drückt das Wasser in das Rohr hinein (Abb. 20).

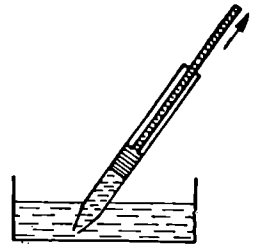


Abb. 20 Handspritze

16. Luftballon

Gase, die leichter sind als Luft, steigen genau so nach oben, wie ein Körper im Wasser, der leichter ist als dieses, oben schwimmt. Beweise hierfür sind der Luftballon und der Zeppelin, die beide mit Gas gefüllt sind, das leichter als Luft ist. Wir können dieses Prinzip auch schon an einer Seifenblase erkennen, die wir mit Leuchtgas füllen. Wir wollen uns jetzt einen Luftballon nachbauen. Es ist gar nicht so schwer, aus zwölf Seidenpapierbogen (Abb. 21a)

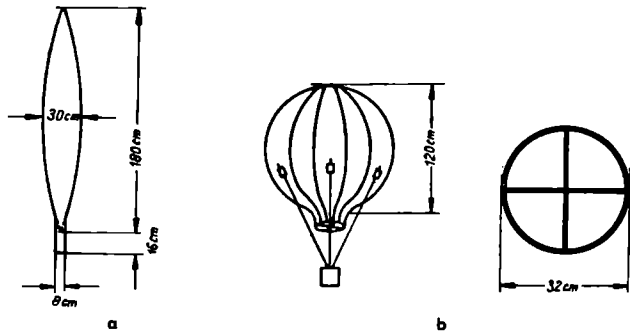


Abb. 21 Luftballon

einen kugelförmigen Ballon, unten mit einer Öffnung versehen, herzustellen. Klebt man alle Streifen aneinander, so erhält man einen wundervollen runden Ballon von 120 cm Durchmesser und Höhe und mit einer unteren Öffnung von 32 cm Weite, wie ihn Abb. 21b zeigt. In die untere Öffnung wird, um sie auseinander zu halten,

ein leichter Reifen aus Rohr oder aus einer Weidenrute eingeklebt. Dieser Reif muß mit einem Kreuz von dünnem Eisendraht versehen sein. Soll der Ballon noch eine kleine Gondel tragen, so haben wir dafür zu sorgen, daß alle ihre Teile und die Aufhängung sehr leicht werden. Ein Papierkästchen eignet sich am besten dazu. Da wir bei der Füllung mit Feuer hantieren müssen, müssen wir sehr vorsichtig damit zu Werke gehen. Wir befestigen am Drahtkreuz des Ringes ein halbfautgroßes Stück mit Spiritus getränkter Watte. Es ist ratsam, das Wattestück nicht sofort anzuzünden, da die Wände des Ballons sonst leicht Feuer fangen. Die Gefahr läßt sich vermeiden, wenn wir eine brennende Spirituslampe so unter die Öffnung halten, daß die Watte noch nicht anbrennt. Der Ballon beginnt sich sofort aufzublähen, und nun können wir die Watte anzünden. Ist der Ballon gut und leicht gebaut, so wird er sich ruhig und „majestätisch“ in die Luft erheben.

II. WÄRMELEHRE (Kalorik)

17. Kugel-Ring-Versuch

Die bekannteste Wirkung der Wärme besteht in der Ausdehnung von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern. Der Unterschied der Ausdehnung der festen und flüssigen Körper von der der gasförmigen besteht darin, daß sich die festen und flüssigen je nach ihrer Eigenart verschieden ausdehnen. Alle gasförmigen Körper dagegen dehnen sich immer um denselben Betrag aus. Der bekannteste Versuch ist der mit der Kugel und dem Ring. Die Konstruktion ist allerdings nicht ganz einfach. Man läßt sich vom Dreher eine Eisenkugel von ungefähr 5 cm Durchmesser herstellen. An der Kugel befindet sich ein Haken, an dem die Kugel mittels einer Kette an einem Eisenstativ aufgehängt wird. Am selben Stativ befestigen wir einen Drahring von ebenfalls 5 cm Durchmesser. Der Ring muß so groß sein, daß die Kugel gerade herabfallen kann. Wird die Kugel erhitzt, so dehnt sie sich aus. Die Folge davon ist, daß sie nicht mehr durch den Ring hindurchfällt (Abb. 22).

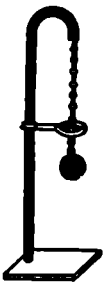


Abb. 22 Kugel-Ring-Versuch

18. Fühlhebet

Noch eine andere Versuchskonstruktion zeigt sehr deutlich die Ausdehnung der Körper. Auf eine rechteckige Grundplatte aus Holz wird ein Metallrohr senkrecht aufgeschraubt. An diesem befestigt

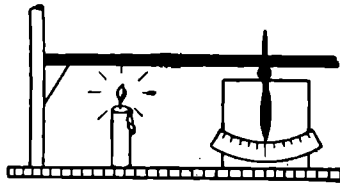


Abb. 23 Fühlhebel

man einen Eisenstab in waagerechter Lage so, daß das eine Ende frei ragt. Unter diesem freiragenden Ende stellen wir einen quaderförmigen Holzklötz mit einer Skala auf. Zwischen dem Holzklötz und dem freiragenden

Ende des Eisenstabes muß ein Raum frei bleiben, damit ein Bolzen, an dessen Achse ein Pappzeiger befestigt ist, gerade eingeklemmt werden kann. Der Zeiger wird anfangs so eingestellt, daß er senkrecht auf die Mitte der Skala zeigt. Erhitzt man den Eisenstab, so dehnt er sich aus. Der Bolzen mit dem Zeiger dreht sich. An Stelle des Eisenstabes können auch andere Metallstäbe der verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten benutzt werden (Abb. 23).

19. Wärmeleitungsversuch

Zum Beweise, daß Metalle die Wärme verschieden leiten, macht man folgenden Versuch. Zwei Stative stellt man einander gegenüber. An dem einen befestigt man eine Kupfer-, am anderen eine Eisenstange. Bedingung ist, daß beide Stangen gleich lang sind.

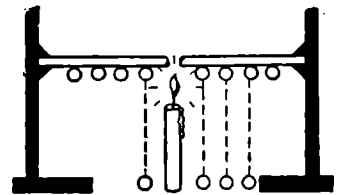


Abb. 24 Wärmeleitungsversuch

Ferner sollen sich ihre Enden berühren. Wenn man die Berührungsstelle mit einer Kerze erhitzt, so fallen die in gleichmäßigem Abstand angeklebten Wachskügelchen verschieden herunter. So erkennt man, daß Metalle die Wärme ungleich leiten (Abb. 24).

20. Wasserströmungsversuch

Flüssigkeiten, die erwärmt werden, beginnen zu strömen. Ebenso wie dünnere Luft in dichterem aufsteigt, so steigt erwärmtes Wasser in kälterem auf.

In ein Aquarium füllt man Wasser. Dieses läßt man vollständig zur Ruhe kommen und schüttet dann etwas Kaliumpermanganat in die eine Hälfte. Es löst sich sofort

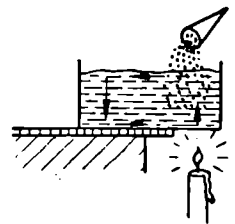


Abb. 25

Wasserströmungsversuch

auf und färbt das Wasser an dieser Stelle violett. Erhitzt man das Wasser mittels einer Flamme an einer Stelle, so beginnt hier das Wasser zu steigen. Auf der anderen Seite sinkt das Wasser. Es entsteht also ein Kreislauf, eine Wasserströmung (Erklärung des Golfstromes). (Abb. 25.)

21. Ofenschlange

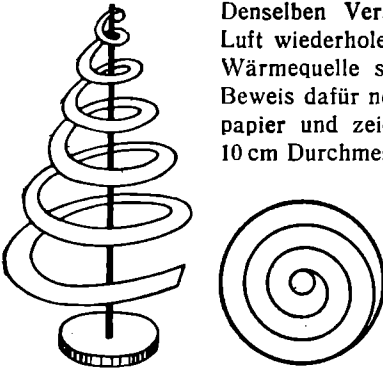


Abb. 26 Ofenschlange

Denselben Versuch können wir jederzeit mit Luft wiederholen. Über jedem Ofen, über jeder Wärmequelle steigt warme Luft empor. Zum Beweis dafür nehmen wir einen Bogen Schreibpapier und zeichnen auf ihn eine Spirale von 10 cm Durchmesser. Die Spirallinien haben einen fingerbreiten Abstand voneinander. Die Aufzeichnung schneidet man mit der Schere so nach, daß ein fortlaufendes Spiralband herabfällt, wenn man das Papier in der Mitte etwas einkniff und durch eine Stricknadel unterstützt. Die Nadel wird auf

einen breiten Korken gesteckt und die ganze Vorrichtung auf einen warmen Ofen gestellt. Sofort beginnt sich die Spirale zu drehen, da die aufsteigende Luft die spiraligen schrägen Flächen zur Seite drückt (Abb. 26).

22. Reibungsversuch

Wärme wird nicht nur durch die Sonne, sondern auch durch Verbrennung erzeugt. Man kann sie auch durch Reibung, d. h. durch Umsetzung von mechanischer Arbeit, erzeugen. Dies erkannten schon Völker des Altertums, indem sie durch Reiben eines Holzstabes auf einem trockenen Brett Feuer erzeugten. Dieses Prinzip herrscht heute noch in den Feuerzeugen. Der Unterschied ist hier nur, daß Metall auf Metall gerieben wird. Interessant ist es jedoch, sich diesen Vorgang einmal genauer anzusehen. Die Funken des Feuerzeuges sind offensichtlich geschmolzene Metallteilchen. Zum Stahlschmelzen (beim Feuerzeug ist es Stahl) braucht man eine Temperatur von 1400 Grad Celsius. Diese Temperatur muß also wirklich erreicht werden, und zwar während der Dauer eines einzigen Schlages. Es ist wohl jedem klar, daß die Erwärmung von 0 bis 1400 Grad Celsius nicht sprungweise vor sich gehen kann. Es muß in dem Augenblick des Schlagens, dessen Dauer wir mit einer achtel Sekunde sicherlich nicht überschätzen, die ganze Temperaturskala von 0 bis 1400 Grad durchlaufen werden. Das macht auf einen Grad 0,00008 Sekunden. So geht man oft an den seltsamsten Erscheinungen achtlos vorüber, nur weil Häufigkeit und Gewohnheit sie des Wunderbaren entkleidet haben.

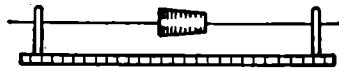


Abb. 27 Reibungsversuch

Reibungswärme stellt man am besten dar, indem man einen Korken auf einer Stricknadel hin- und herschiebt. Die Stricknadel wird unter Umständen so heiß, daß man sich die Finger daran verbrennt. Konstruktion: Auf einer rechteckigen Platte von der Länge einer Stricknadel werden zwei Lagerböcke befestigt, durch die die Stricknadel mit dem Korken gezogen wird (Abb. 27).

23. Hygroskop

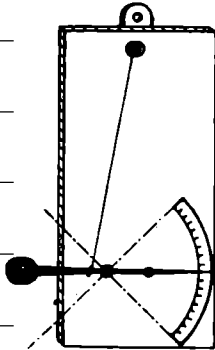


Abb. 28 Hygroskop

Den uns umgebenden Wasserdampf können wir mit unseren Sinnen nicht wahrnehmen. Daher bauen wir uns ein Hygroskop (= Feuchtigkeitsmesser), das uns diesen Sinn ersetzt. Wir brauchen wieder ein rechteckiges Brettchen, an dem wir oben an einer Schraube eine Darmsaite (alte Geigensaite) befestigen. Auf dem unteren Teil des Brettchens werden ein Zeiger und eine Skala angebracht. Der über die Achse verlängerte Zeiger trägt am Ende ein Gewicht. Zwischen dem Gewicht und dem Drehpunkt des Zeigers wird das andere Ende der Saite befestigt. Dehnt sich die Saite aus, so hält sie

bewegt sich nach oben. Zieht sie sich zusammen, so dreht sich der Zeiger entgegengesetzt (Abb. 28).

24. Dampftrad

Der Wasserdampf hat in der Technik vielfach Anwendung gefunden, am häufigsten bei Dampfmaschinen und Dampfträdern. Ein Dampftrad ist sehr einfach zu konstruieren. Es besteht aus drei Teilen. Den Dampfkessel bildet eine in Drahtstücken gelagerte

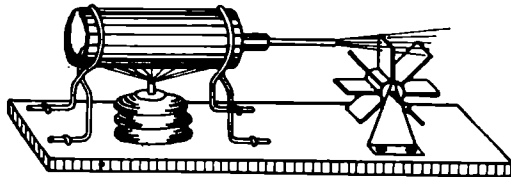


Abb. 29 Dampftrad

Blechflasche, durch deren Kork ein zur Spritze, ausgezogenes Glasrohr geführt ist. Das Schaufelrad besteht aus einem Korken, in den eine Reihe von Blechstücken als Schaufeln gesteckt sind. Der Korken ist von einem Nagel durchbohrt als Welle. Der Nagel findet Halt in zwei Seitenstücken. Die zur Hälfte gefüllte Blechflasche wird durch einen Spiritusbrenner erhitzt. Alles ruht auf einem rechteckigen Grundbrett (Abb. 29).

III. LEHRE VOM SCHALL (Akustik)

Die fünf Sinne des Menschen hat man mit geöffneten Toren verglichen, durch welche alle Erscheinungen der Natur ins Bewußtsein gelangen. Wir könnten keinen der Sinne entbehren, ohne zugleich auf einen Teil der Natureindrücke verzichten zu müssen. Alle Eindrücke, die der Mensch mit seinem Gehör aufnimmt, nennen wir Schall. Die menschlichen Sprachlaute, die Töne der Musik, jedes Geräusch sind Empfindungen der Gehörnerven.

Wenn wir etwa das Fell einer Trommel anschlagen, dann gerät es in Schwingungen. Aber nicht nur das Fell selbst, sondern auch die umgebende Luft wird dadurch in Bewegung gesetzt. Sie wird mit jeder Schwingung zusammengedrückt (verdichtet), dehnt sich wieder aus und teilt den Druck der weiter entfernt liegenden Luftschicht mit, so daß abwechselnd immer auf eine verdichtete Luftschicht eine verdünnte folgt. Wir können diesen Vorgang durch das Hineinwerfen eines Steines in Wasser veranschaulichen. Den Beweis, daß es in der Luft mit dem Schallvorgang ähnlich ist, gibt uns der sogenannte Luftstoßapparat, dessen Bauanleitung ich jetzt bringen will.

25. Luftstoßapparat

Wir brauchen hierzu wieder ein hölzernes Grundbrett, auf das zwei einander parallele Seitenbretter aufgeschraubt werden. In jedem der Seitenbretter wird eine Kreisfläche ausgesägt. Die entstandenen Löcher überklebt man mit starkem Zeichenpapier. Damit sich das Zeichenpapier

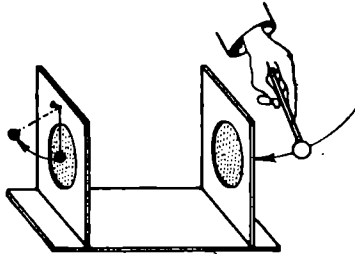


Abb. 30 Luftstoßapparat

straff über den Kreisausschnitt spannt, ist es vor dem Leimen feucht zu machen. In der Mitte des oberen Randes des einen Seitenbrettchens wird ein Nagel eingeschlagen, an welchem als Pendel ein runder Glas- oder Porzellanknopf an einer Schnur hängt. Wird der Apparat mit einer Schraubzwinge an einem Tisch befestigt, so kann man mit einem kleinen Trommelschläger gegen das eine aufgespannte Papier schlagen. Der Erfolg ist, daß das auf der anderen Seite aufgespannte Papier den durch die Luft weitergegebenen Stoß aufnimmt und das Pendel abstößt (Abb. 30).

Nach diesen Versuchen können wir auch verstehen, weshalb man im luftleeren Raum nichts hört.

26. Schnurtelefon

Da es sich beim Schall **nur um eine mechanische Fortpflanzung** von Schwingungen handelt, leiten nicht nur die Luft, sondern auch Flüssigkeiten und feste Körper den Schall weiter. Daher können wir unter Wasser sehr gut hören. Legt man eine Uhr auf das Ende eines Holzbalkens, dann kann man das Ticken der Uhr am anderen Ende sehr deutlich vernehmen.

Um zu beweisen, daß feste Körper besser leiten als Luft, bauen wir uns ein Schnurtelefon.

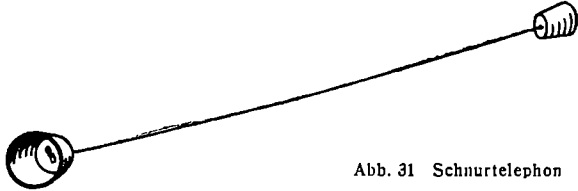


Abb. 31 Schnurtelefon

Zunächst werden zwei Becher aus nicht allzu starker Pappe geklebt, in der Größe etwa der zum Würfeln gebräuchlichen. In ihrem Boden, gerade in der Mitte, erhalten sie ein Loch, so groß, daß man eine starke Schnur hindurchführen und innen mit einem Holzkegel befestigen kann. Die Schnur kann 20 m oder vielleicht noch länger sein. Jede der beiden Personen, die miteinander telefonieren wollen, erhält einen Becher. Dann treten beide so weit auseinander, daß die Schnur straff gespannt ist. Spricht nun die eine Person in den Schallbecher, während die andere den ihrigen an das Ohr hält, so sind selbst ziemlich leise gesprochene Wörter auch auf größere Entfernung hin vernehmbar (Abb. 31).

27. Schallbrechungsversuch

Wir wissen, daß eine Schallwelle, trifft sie auf einen festen Körper auf, genau so reflektiert wird, wie ein Lichtstrahl beim Spiegel.

Diese Erkenntnis wird vielfach verwertet. Zum Beweise stülpen wir über eine Uhr eine lange Röhre. Wir hören an der Öffnung der Röhre deutlich das Ticken der Uhr, da ja die Schallwellen in eine Richtung gelenkt werden. Halten wir über diese Öffnung einen Spiegel und seitlich davon unser Ohr (siehe Zeichnung!), so hören wir ebenfalls ein Ticken. Der Spiegel hat die Schallwellen zu unserm Ohr hin gebrochen (Abb. 32).

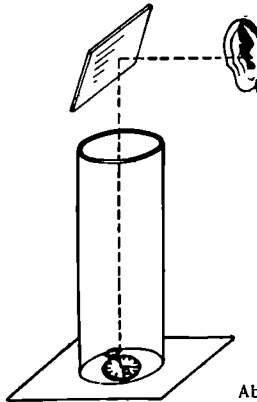


Abb. 32 Schallbrechungsversuch

28. Sprachrohr

Anwendung findet diese Erkenntnis bei den Sprach- und Hörrohren. Ein Sprachrohr läßt sich aus 0,5 mm starkem Blech herstellen. Es genügt aber auch schon starke Pappe. Der nach Abb. 33 aus-

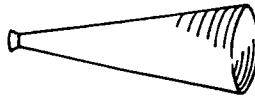
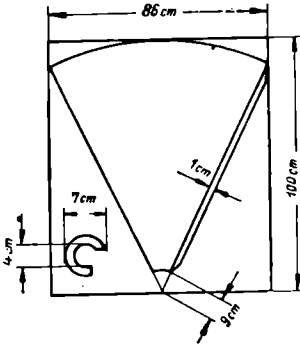


Abb. 33 Sprachrohr

geschnittene Mantel wird zu einem Rohr mittels der Lasche zusammengeklebt bzw. gelötet. An die enge Rohröffnung kleben oder löten wir ein Mundstück. Verfertigen wir das Sprachrohr aus Pappe, so kann es zur Erhöhung der Festigkeit mit dicker, heißer Schellacklösung getränkt werden (Abb. 33).

29. Resonanzkasten

Wir hörten, daß ein Ton erst dann entsteht, wenn ein Körper schwingt. Will man diesen Ton verstärken, dann baut man einen Resonanzkasten. Das Prinzip der Tonverstärkung durch einen Resonanzkasten wird vielfach bei Musikinstrumenten angewandt (Geige, Cello, Zither). Wir wollen uns einen Resonanzkasten aus trockenem Fichtenholz bauen, wie wir es bei jedem Tischler erhalten. Dann leimen wir das Kästchen quaderförmig zusammen und lassen eine Schmalseite als Schalloch offen. In den Deckel bohren wir eine Stricknadel ein, die wir durch Zupfen zum Schwingen bringen. Ihr schwacher Ton wird durch den mitschwingenden Kasten wesentlich verstärkt (Abb. 34).

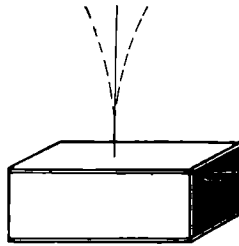


Abb. 34 Resonanzkasten

30. Chladnische Klangfiguren

Ich sprach eben vom Zustandekommen eines Tones durch Schwingungen. Dabei muß noch etwas beachtet werden: Schwingt ein Körper unregelmäßig (Auffallen eines Steines auf den Erdboden), so entsteht ein Geräusch. Schwingt ein Körper regelmäßig (Strick-

nadel), so entsteht ein Ton. Diese regelmäßigen Schwingungen können wir beim Bestreichen einer Geigensaiten erleben oder beim Anschlagen einer Glocke oder eines Trommelfelles. Die Schwingungen eines Körpers erkennt man, wenn man auf eine schwingende Geigensaiten einen kleinen Papierreiter setzt. Noch besser hat sie uns der Physiker Chladni gezeigt. Um seinen Versuch zu wiederholen, bedürfen wir zunächst einer Klangplatte. Man kann Glas dazu verwenden, besser ist jedoch Messingblech; wir durchbohren die Platte genau in der Mitte. Dann durchbohren wir ein etwa 4 cm hohes Holzklötzchen und ein Korkstück von kleineren Abmessungen, legen das erstere dicht am Rande auf den Tisch, tun

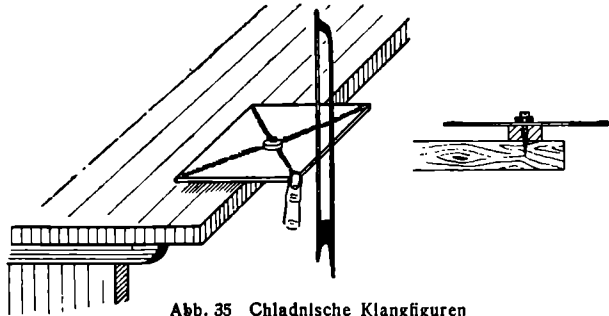


Abb. 35 Chladnische Klangfiguren

die Klangplatte darüber und zuletzt das Korkstück und befestigen alles zusammen mit einer langen Holzschraube auf der Tischplatte. Die Messing- oder Glastafel ragt dann über den Tischrand hinaus. Wir streuen nun durch ein Teesieb feinen trockenen Sand gleichmäßig auf die Platte. Jetzt streichen wir die Platte mit einem Geigenbogen an einer Kante an und berühren mit einem Finger der anderen Hand gleichzeitig eine Ecke. Die Folge davon wird sein, daß der Sand von der schwingenden Platte emporgeschleudert wird, hinundhertanz, bis er schließlich, wenn ein reiner Ton entstanden ist, zu einem schönen Kreuz angeordnet auf der Platte liegenbleibt (Abb. 35).

31. Monochord

Vermittels eines anderen Apparates, des Monochords, können wir ebenfalls Schwingungsgesetze erkennen. Als Resonanzkasten wird ein länglicher, rechteckiger Kasten (ungefähr 40 bis 50 cm) aus trockenem Fichtenholz gebaut. An der einen Schmalseite wird er offengelassen. Auf den Deckel werden zwei dreikantige Querstücke geleimt. Mittels eines U-förmig ausgeschnittenen Brettchens befestigen wir an der Stirnseite ein Rädchen, über welches eine an einem $\frac{1}{2}$ -kg-Gewicht befestigte Darmsaiten geführt wird. Das andere Saitenende binden wir an einen Nagel am anderen Ende des

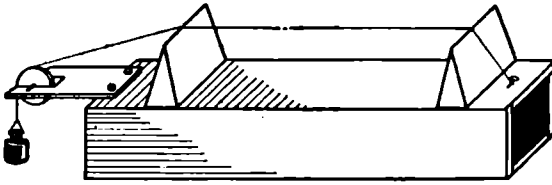


Abb. 36 Monochord

Kästchens, so daß die Saite straff gespannt ist. Zupfen wir die Saite, so wird sie einen Ton von bestimmter Höhe von sich geben. Zu Schwingungsversuchen benutzen wir ein drittes Querstück, das wir an einer bestimmten Stelle unter die Saite schieben können (Abb. 36).

IV. LEHRE VOM LICHT (Optik)

Wenn wir irgendeinen Körper, etwa ein Stückchen Metall, Holz oder auch ein Gas sehr stark erhitzen, dann beginnt dieser Körper zu glühen. Das heißt auch, er leuchtet. Auf diese Weise wird Licht, werden Lichtstrahlen erzeugt. Auch die Sonne ist nichts anderes als ein glühender Körper. Sie ist die stärkste Lichtquelle für unsere Erde.

Die Lichtstrahlen der Sonne, wie überhaupt die jedes leuchtenden Körpers, müssen sich auf irgendeine Weise fortpflanzen, sonst könnten wir sie nicht sehen. Daß sie sich geradlinig fortpflanzen, folgern wir daraus, wie sie Schatten bilden. Diese Tatsache der geradlinigen Fortpflanzung der Lichtstrahlen wurde schon vor vielen hundert Jahren zur Bestimmung der Tageszeit mittels sogenannter Sonnenuhren verwertet.

32. Sonnenuhr

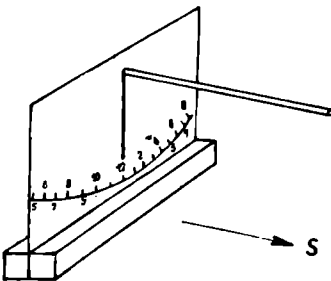


Abb. 37 Sonnenuhr

Die Herstellung einer solchen Uhr ist sehr einfach. Wir leimen an eine starke Pappfläche (Größe 30×40 cm) zwei Holzleisten so an die untere Kante, daß die Pappe senkrecht stehen kann. Am oberen Rande befestigen wir einen etwa 20 bis 30 cm langen Stab (Wurstspeiler) senkrecht auf dieser Pappscheibe. Damit ist die Sonnenuhr eigentlich schon fertig; wir brauchen sie nur noch zu eichen. Das

macht man, indem man sie so in die Sonne stellt, daß der Stab genau nach Süden zeigt. Der Schatten muß dann am Mittag genau senkrecht fallen. Nun brauchen wir nur noch zwischen 7 Uhr früh und 5 Uhr abends die Stellen zu bezeichnen und mit Ziffern zu versehen, an denen der Schatten des Stabes zu den übrigen 11 Stunden des Tages steht. Die viertel und halben Stunden sind dann mit dem Auge leicht abzuschätzen (Abb. 37).

33. Fettfleckphotometer

Später wollte man die Lichtquellen messen, um zu wissen, wie stark diese oder jene ist. Das Instrument, mit dem man mißt, heißt Fettfleckphotometer. Ein solches wollen wir jetzt bauen. In ein Stück schwarzen Kartons schneidet man ein etwa 12 cm weites Loch und überklebt es mit einer weißen, durchscheinenden Papier-

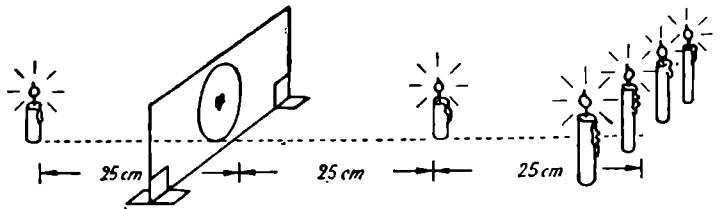


Abb. 38 Fettfleckphotometer

scheibe, in deren Mittelpunkt wir einen kleinen Fettfleck anbringen. Damit der Karton senkrecht steht, kleben wir vier Füße aus Karton an. Auf beiden Seiten der Scheibe wird je eine Kerze in gleicher Entfernung aufgestellt. In diesem Augenblick erhält der Fettfleck von beiden Seiten gleiche Lichtmengen und hebt sich deshalb nicht von seiner Umgebung ab. Wenn aber auf der einen Seite statt einer Kerze vier Kerzen aufgestellt werden, dann verschwindet der Fettfleck erst, wenn die vier Kerzen in der doppelten Entfernung vom Schirm stehen. Daraus kann man ersehen, daß die Lichtmenge mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Auf diese Weise können wir auch leicht die Lichtstärke anderer Lichtquellen (Glühlampen usw.) messen, wenn wir zum Vergleich eine Lampe verwenden, deren Lichtstärke uns bekannt ist (Hefnerkerze).

34. Optische Scheibe

Die Lichtstrahlen werden beim Auftreffen auf eine Fläche zurückgeworfen. Am einfachsten kann man das an einem Spiegel beweisen. Um zu erkennen, nach welchen Gesetzen die Lichtstrahlen reflektiert werden, bauen wir uns eine optische Scheibe.

Wir brauchen dazu zunächst zwei Holzbrettchen (30×30 cm), die wir senkrecht aufeinander leimen. Durch den Mittelpunkt der senk-

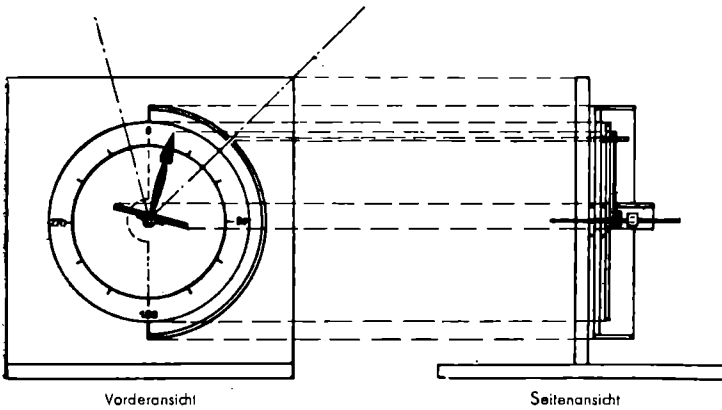


Abb. 39 a Optische Scheibe

rechten Platte ziehen wir eine Achse und stecken auf sie den Mittelpunkt eines Kreisabschnittes von 180 Grad, der aus 10 mm starkem Sperrholz besteht. An den Rand dieses Abschnittes kleben wir einen 7 cm breiten schwarzen Kartonstreifen als Schirm. In diesen Schirm schneiden wir einen 2 mm breiten Spalt (s. Abb. 39a). Nun wird eine dritte, kreisförmige Scheibe ausgeschnitten, die etwas kleiner sein muß als der Kreisabschnitt. Diese Scheibe wird mit schwarzem Papier beklebt. Außen wird ein weißer Rand gelassen und auf ihm 360 Grad eingeteilt. Als letztes Stück brauchen wir einen gewöhnlichen Taschenspiegel, an dessen Seite wir einen papiernen Zeiger befestigen, der genau senkrecht zur Spiegelfläche steht. Diesen Spiegel mit Zeiger schieben wir drehbar auf die Achse auf. Wollen wir den Apparat benutzen, so stellen wir ihn mit der Schirmseite in die Sonne. Durch den Spalt dringt ein schmaler Lichtstrahl nach innen, den wir durch Drehen des Kreis-

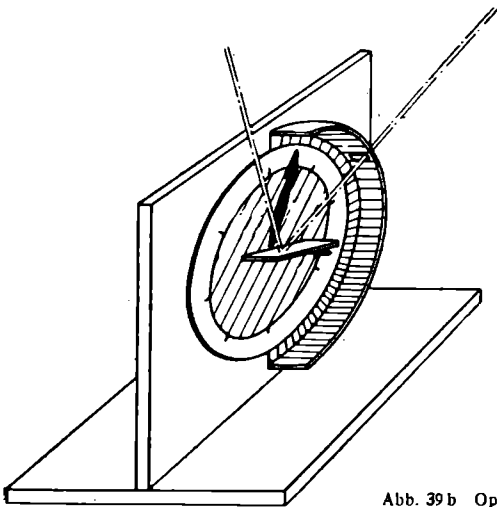


Abb. 39 b Optische Scheibe

ausschnittes so dirigieren, daß er genau auf die Scheibenachse auftrifft. Dort wird er von der ebenfalls nach Belieben einzustellenden Spiegelfläche reflektiert und geht unter einem bestimmten Winkel wieder hinaus. Den Einfallswinkel können wir durch den einfallenden Lichtstrahl und den Zeiger (Mittellot), den Ausfallswinkel durch Zeiger und ausfallenden Strahl nach der 360-Grad-Einteilung messen (Abb. 39).

Nach den Versuchen mit der optischen Scheibe können wir sehr leicht das Gesetz ableiten, daß der Ausfallswinkel gleich dem Einfallswinkel ist. Auf dieser Erkenntnis beruhen sämtliche Spiegelgeräte (Episkop).

35. Kugelspiegel

Besonders interessant sind die Reflexionserscheinungen am Hohlspiegel, einem Spiegel, dessen reflektierende Seite wie eine Kugelfläche gekrümmt ist. Jeder Rasierspiegel ist solch ein Kugelspiegel. Die Herstellung eines solchen aus einem Uhrglase ist auch nicht besonders schwer. Man gießt zu diesem Zwecke heiße Silbernitratlösung (AgNO_3) mit einem geringen Zusatz von Weinstein säure und Salmiakgeist in das Uhrgläschen. Nach einiger Zeit schlägt sich ein feiner Silber Spiegel an der Innenseite des Glases nieder, der nach Abgießen der Lösung abgewaschen und vorsichtig getrocknet wird.

Lassen wir Sonnenstrahlen, die wegen der ungeheuren Entfernung der Sonne von der Erde als gleichlaufend (parallel) angesehen werden können, auf einen solchen Hohlspiegel fallen, dann werden die Strahlen in einen einzigen Punkt zurückgeworfen (siehe Abb. 40). In diesem Punkt rufen die konzentrierten Lichtstrahlen eine Wärmeentwicklung hervor, die leicht entzündbare Stoffe zum Brennen bringt. Der Punkt wird deshalb auch Brennpunkt (Fokus) genannt.

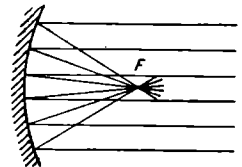


Abb. 40 Kugelspiegel

36. Lichtbrechungsversuch

Lichtstrahlen werden, wenn sie auf Körper treffen, nicht nur reflektiert, sie werden in manchen Fällen auch gebrochen, d. h., daß Lichtstrahlen, die z. B. durch eine Glasplatte hindurchgeschickt werden, nicht nur zurückgeworfen, sondern auch gebrochen, d. h. in eine andere Richtung abgelenkt werden. Dieses Ablenken in eine andere Richtung ist das Wesen der Brechung (Refraction).

Sehen wir uns ein Wasserglas, in dem ein Bleistift steckt, von der Seite an, so erscheint uns der Bleistift geknickt. So etwas beob-

achten wir immer, wenn ein Lichtstrahl schräg auf eine Trennungslinie zweier Medien. (hier Luft und Wasser) fällt. Auch hier läßt sich wieder eine Regel bilden. Im Berührungspunkt des Lichtstrahles mit dem neuen Medium errichten wir ein Lot nach oben und unten. Vergleichen wir den einfallenden Strahl zum Lot und den ausfallenden Strahl zum Lot, so ergibt sich die Regel, daß der Ausfallstrahl immer dann zum Lote hin gebrochen wird, wenn der Strahl von einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium (Wasser) einfällt. Diese Regel ist umkehrbar.

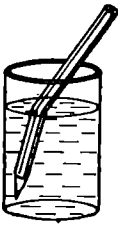


Abb. 41

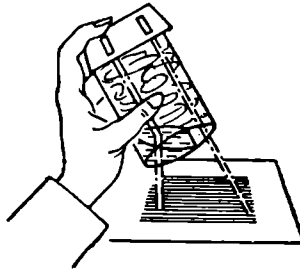


Abb. 42

Lichtbrechungsversuch

Die Brechung können wir noch folgendermaßen veranschaulichen. In einen Glasbecher wird etwas Wasser gegossen, so daß beim Schräghalten des Bechers das Wasser den Boden nur halb bedeckt. Durch einen Pappdeckel werden zwei Lichtstrahlen so eingelassen, daß der eine nur durch den Boden des Bechers, der andere durch das Wasser des Bechers hindurchgeht. Die Ablenkung wird deutlich sichtbar, wenn man in das Glas etwas Rauch einbläst (Abb. 42).

In dem Becher hatte das Wasser eine keilförmige Gestalt. Als eine künstliche Nachahmung dieser Keilform gelten die Glasprismen. Sie sind insofern sehr interessant, als sie das Licht nicht nur in eine andere Richtung ablenken, sondern es auch in seine Bestandteile, in Farben (Abb. 43) zerlegen.

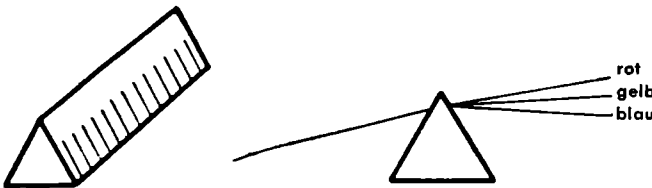


Abb. 43 Prisma

Wir sind nun leider nicht in der Lage, echte Prismengläser herzustellen. Doch genügen für unsere Versuche natürlich Prismen aus Wasser.

37. Natürliches Prisma

Das beste natürliche Prisma ist ein mit Wasser gefülltes Aquarium (siehe Abb. 44). Durch irgendeinen Spalt lassen wir in einem verdunkelten Zimmer einen Lichtstrahl so auf die Ecke eines Aquariums fallen, daß diese Ecke wie ein Prisma wirkt (Abb. 44).

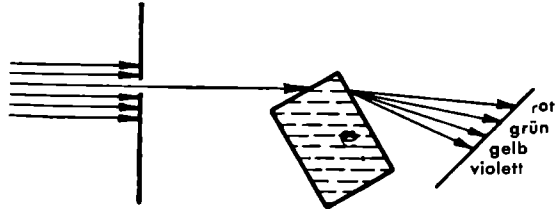


Abb. 44 Natürliches Prisma

38. Linsen

Auf diesem Vorgang der Brechung der Lichtstrahlen beruht auch die Wirksamkeit einer optischen Linse. Die einfachste Form einer Linse ist jedem von der Lupe oder dem Brennglas her bekannt. Ein solcher Glaskörper hat zweimal kugelförmig nach außen ge-

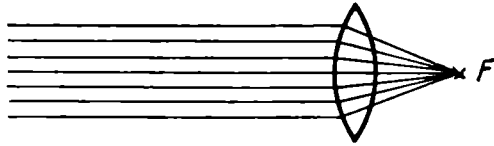


Abb. 45 Brennpunkt und Brennweite

wölbte Flächen und damit die Eigenschaft, parallel auffallende Lichtstrahlen in einem Punkte F , dem Brennpunkt, zu sammeln. Lassen wir Sonnenstrahlen auf die Linse fallen und verschieben wir hinter der Linse ein Stück Papier so lange, bis das Sonnenbildchen in einem winzigen Leuchtpunkt wird, dann erhalten wir die Brennweite der Linse (Entfernung Brennpunkt—Linsenmitte). Je stärker



Abb. 46 a Sammellinsen



Abb. 46 b Zerstreuungslinsen

die Linsenflächen gekrümmt sind, um so kleiner ist die Brennweite. Man unterscheidet zwei Arten von Linsen. Die Sammellinsen (Abb. 46 a) und die Zerstreuungslinsen (Abb. 46 b).

39. Lochkamera

Bevor wir zu weiteren Konstruktionen mit Linsen kommen, möchte ich noch die Anleitung zu einer sogenannten Lochkamera geben. Wir halten zunächst Umschau unter Pappschachteln und Zigarrenkisten, ob eine für unseren Zweck passend ist. Findet man darunter eine, deren Tiefe ungefähr 15 cm beträgt und deren Boden die Abmessungen von etwa 13×10 cm hat, so ist sie als photographischer Apparat geeignet. Doch kommt es auf die Maße nicht so genau an. In dem Boden des Kästchens wird genau in der Mitte ein Loch von 2 cm Durchmesser ausgestanzt. Um das photographische Bild, das nachher entsteht, schärfer zu machen, muß man dem Loch so scharfe Ränder als möglich geben. Wir kleben also vor das Loch schwarzes Photopapier und durchstechen es schnell mit einer rotglühenden Nadel. Das Loch soll nicht mehr als 0,5 mm, aber auch nicht weniger als 0,2 mm haben. In den Deckel, der sehr gut schließen und mit breiten Rändern weit über die Schachtel greifen muß, wird die Platte eingelegt, auf der das photographische Bild entstehen soll. Um jede Reflexion innerhalb des Kästchens zu verhüten, werden Kasten und Deckel innen mit schwarzem Papier ausgekleidet. Wer noch einige photographische Platten besitzt, kann mit diesem Apparat photographieren (Abb. 47).

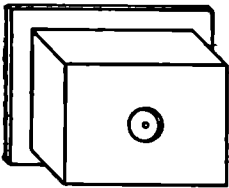


Abb. 47

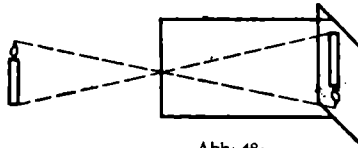


Abb. 48

Lochkamera

Er braucht nur die Platte auf dem Deckel zu befestigen und ihn fest andrücken (im Dunkeln). Stellt man den Apparat vor ein möglichst hell beleuchtetes Objekt und läßt eine kleine Zeitspanne Licht einfallen, so wird die Platte genau so belichtet wie bei jedem photographischen Apparat (Abb. 48). An Stelle der photographischen Platte kann man auch eine Mattscheibe einsetzen und dann das entstehende Bild mit dem Auge beobachten. Um störendes Licht von der Mattscheibe abzuhalten, werfen wir ein schwarzes Tuch über unseren Kopf und den rückwärtigen Teil der Kamera.

Das von dieser Lochkamera entworfene Bild ist äußerst lichtschwach, um so mehr, je kleiner es ist. Man hat später diesen Mißstand beseitigt und hat in das Loch eine Sammellinse eingesetzt. Haben wir erst eine Linse zur Hand, so ist es uns ein leichtes, das auch zu tun. Wir haben damit einen echten Photoapparat.

40. Episkop

Die Apparate, die auf der umgekehrten Wirkung einer Kamera beruhen, sind der Projektionsapparat und das Episkop. Mit geringen Mitteln läßt sich solch ein Episkop bauen, das scharfe Bilder bis zu 1,5 m Seitenlänge hervorbringt.

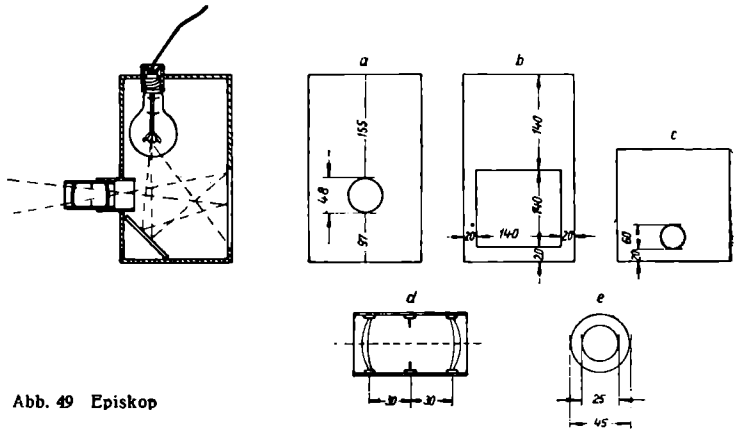


Abb. 49 Episkop

Zunächst bauen wir uns ein Kistchen von 30 cm Höhe, 18 cm Tiefe und 18 cm Breite für das Lampengehäuse. In die Vorderwand sägen wir ein rundes Loch (Abb. 49a), in die Rückwand ein Fenster als Bildbühne nach Abb. 49b und in die Decke ein Loch nach Abb. 49c. In dieses Deckenloch wird eine Lampenfassung sorgfältig und fest eingeschraubt. Für die Objektivfassung (49d) verwenden wir ein 5 cm langes Messingrohr von 48 mm Außendurchmesser, das festsitzend in die vordere Öffnung des Gehäuses eingepaßt wird. In ein genau in dies Messingrohr passendes zweites Rohr von 8 cm Länge setzen wir nun laut Abb. 49d zwei Meniskenlinsen von 45 mm Durchmesser und 2,5 cm Dioptrien ein, die wir bei jedem Optiker nach unseren Angaben erhalten. Abb. 49e zeigt die Maße der Blende B, die wir aus schwarzem Karton ausschneiden und genau in die Mitte zwischen die Linsen setzen. Als Glühlampe verwenden wir eine 300-Watt-Lampe. Die einseitige Beleuchtung des Bildfensters wird durch einen am Gehäuseboden geneigt angebrachten Spiegel (etwa 10×15 cm) ausgeglichen, wie der angedeutete Strahlengang zeigt. Zur Luftkühlung bohren wir in die Seitenwände einige größere Löcher, decken den Lichtausfall durch angenagelte Blechstücke ab und können nun die erste Probe vornehmen. Die zu projizierenden Bilder werden verkehrt gegen den Fensterausschnitt gepreßt. Die Scharfeinstellung erfolgt durch Verschieben des Objektivs.

41. Fernrohr

Beim Bau von Episkopen und Projektionsapparaten beschränkte man sich meistens auf eine Linse. Es entstehen jedoch viel interessantere Dinge, wenn wir zwei oder mehr Linsen zusammensetzen. Eine dieser Zusammenstellungen ist das Fernrohr. Der Zweck des Fernrohres ist, Gegenstände in großer Entfernung so

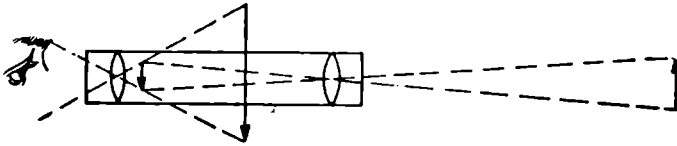


Abb. 50 Astronomisches Fernrohr

zu vergrößern, daß unser Auge Einzelheiten erkennen kann. Wir unterscheiden zunächst ein astronomisches Fernrohr von einem terrestrischen. Das astronomische verwendet man nur zu Himmelsaufnahmen, da es umgekehrte Bilder ergibt (Abb. 50). Das terrestrische Fernrohr verwendet man auf der Erde; es hat noch eine dritte, eine Umkehrlinse, und liefert deshalb aufrechte Bilder (Abb. 51).

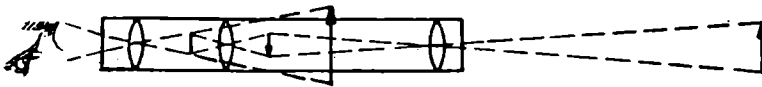


Abb. 51 Terrestrisches Fernrohr

Ein terrestrisches Fernrohr können wir uns jederzeit aus zwei ineinanderverschobenen Messing- oder Papprohren herstellen. Als Objektivlinse verwenden wir ein rundes Brillenglas von 5 Dioptrien (20 cm Brennweite). Die Umkehrlinse soll 3 bis 4 cm Brennweite haben, die Okularlinse 5 cm. Der richtige Abstand zwischen Umkehr- und Okularlinse ist durch Versuch festzustellen. Es ist ersichtlich, daß ein derartiges Fernrohr, wie wir es konstruiert haben, zu lang werden würde, wollten wir die Vergrößerung verbessern. Man hat deshalb in den normalen Ferngläsern zwei dachförmige Prismen eingesetzt, die durch zweimalige Brechung um je 180 Grad den Strahlengang verkürzen.

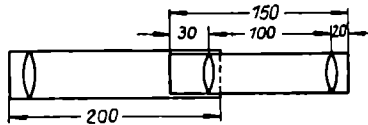


Abb. 52 Terrestrisches Fernrohr

42. Mikroskop

Während das Fernrohr die Aufgabe hat, weit entfernt liegende Gegenstände zu vergrößern, dient das Mikroskop dazu, Gegenstände zu vergrößern, die sich unmittelbar vor dem Objektiv be-

finden. Es bestehen also zwischen Mikroskop und Fernrohr keine wesentlichen Unterschiede.

Das einfachste Mikroskop bauen wir uns aus zwei ineinanderpassenden Messingrohren von je 6 cm Länge zusammen. Das weitere Rohr erhält am Ende eine Linse von etwa 3 cm Brennweite und 1 bis 1,5 cm Durchmesser eingesetzt und wird in einem entsprechenden Loch im oberen Brettchen befestigt. In das obere Ende des engeren Rohres setzen wir eine Linse von 4 bis 5 cm Brennweite, deren Durchmesser größer als der der unteren sein kann. Legen wir nun auf das untere Brettchen unter das Objektiv eine Fliege, dann werden wir nach entsprechendem Tieferstellen des Objektivrohres und langsamem Auf- und Niederschieben des Okulars ein stark vergrößertes Bild betrachten können (Abb. 53).

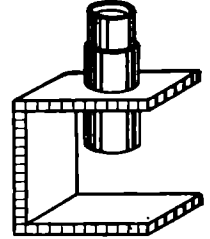


Abb. 53 Mikroskop

43. Farbenkreisel

Wir haben bei unseren Prismaversuchen gemerkt, daß das Prisma einen Lichtstrahl nicht nur bricht, sondern daß es den Lichtstrahl auch in verschiedene Farben zerlegt, die in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sind. Die Zerlegung des Lichtes nennt man Farbenzerstreuung oder Dispersion (siehe Abb. 43). Mit den auf diese Weise gewonnenen Farben kann man vielerlei Versuche anstellen. Einer dieser Versuche beruht auf der Tatsache, daß alle

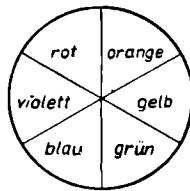


Abb. 54 Farbenkreisel

Spektralfarben vereinigt wieder weiß ergeben. Wir machen das so, indem wir auf einen Pappkreisel die Hauptfarben des Spektrums auftragen. Beim Drehen dieses Kreisels verschwimmen alle Farben zu einem annähernden Weiß. Tragen wir nur zwei Ergänzungsfarben auf, so verhält sich die Erscheinung ähnlich. (Ergänzungsfarben: rot-blaugrün, orange-gelb-blau, gelb-blauviolett.) Beim dritten Versuch tragen wir die Mischfarben auf den Kreisel auf. Das sind die Farben, die sich vermischen und dabei eine neue Farbe ergeben (rot-gelb-orangerot, gelb-blau-grün, rot-blau-violett).

Die Farbenzerstreuung macht sich in unangenehmer Weise bei den Fernrohren bemerkbar.

V. MAGNETISMUS

44. Magnet durch Elektrizität

Im Gebiet des Magnetismus ist der Raum für eine Versuchsreihe beschränkt. Wir sind auf einen kräftigen Magneten angewiesen. Diesen stellt man folgendermaßen her: Man beschafft sich vom Schmied einen Stahlstab, günstiges Maß $10 \times 2 \times 2$ cm. Diesen umwickelt man beliebig oft mit Leitungsdraht. Nach der Zwischenschaltung einer Lampe sendet man Strom hindurch. Zu beachten ist, daß man hierbei keinen weichen Eisenstab benutzt. Dieser weist nur während des Stromflusses Magnetismus auf. Im Stahlstab dagegen bleibt der Magnetismus erhalten.

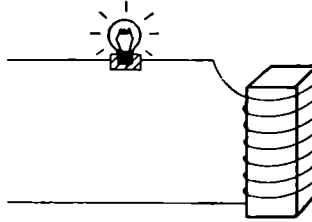


Abb. 55 Magnet durch Elektrizität

45. Magnet durch Bestreichen

Wir sind noch lange nicht mit unserem ersten Magneten zufrieden. Mit ihm stellen wir zugleich einen zweiten her. Ein gleichartiger Stahlstab wird beschafft. Danach gehen wir an unser Werk. Wir wollen Magnetismus durch Magnetismus erzeugen. Zu dem Zwecke bestreichen wir mit unserem Magneten den Stahlstab derartig, daß wir von dessen Mitte ausgehend ihn mit dem einen Ende unseres Magneten bis zum Ende des Stahlstabes berühren. Mit dem anderen Ende unseres Magneten verfahren wir auf der anderen Stahlseite ebenso. Den Vorgang kann man beliebig oft wiederholen. Bemerkenswert ist, daß die mit Nord bestrichene Seite zum Südbereich des neuen Magneten wird und umgekehrt (Abb. 56).

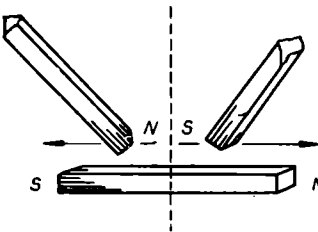


Abb. 56 Magnet durch Bestreichen

46. Feldlinienversuch

Zur Veranschaulichung der Feldlinien sind wir unbedingt auf Eisenfeilspäne angewiesen. Diese wird man bei jedem Metallhandwerker bekommen können. Notfalls empfehle ich, sie mit Hilfe einer Feile und eines Stückes Eisen herzustellen. Klar und deutlich zeichnen sich die Feldlinien unserer zwei Magnete ab, wenn wir auf deren entgegengesetzte Pole einen Papierbogen mit Eisenfeilspänen legen.

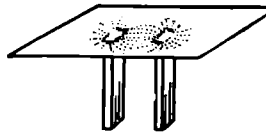


Abb. 57 Feldlinienversuch

Den Verlauf der Feldlinien im großen zeigt der Versuch mit schwimmenden Magnetpolen. In einer mit Wasser gefüllten Schüssel lassen wir einige mit Stecknadeln versehene Korkteilchen schwimmen. Bei der Annäherung unseres Magneten tritt eine Gruppierung ein.

47. Kompaßnadel

Unerläßlich ist bei der Durchnahme des Magnetismus das Vorhandensein eines Kompasses. Wir unterscheiden hier zwei Bauarten, Kompaß in horizontaler und in vertikaler Richtung. Wir bedienen uns eines Stativs. Als Kompaßnadel dient eine Stricknadel, die durch einen Flaschenkorken gesteckt wird. Den Korken befestigen wir mit einer Schnur am Stativ. Als Erweiterung des Versuches kann man noch eine Gradskala zeichnen und ausschneiden.

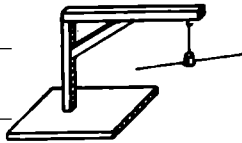


Abb. 58 Kompaßnadel

48. Doppelnadel

Um die Anziehungskraft der Erde vollständig auszuschalten, stellen wir uns einen Kompaß mit einer Doppelnadel her. Die Versuchsanordnung von vorhin halten wir ein. An Stelle einer Stricknadel werden jedoch zwei untereinander befestigt. Bevor wir dies tun, prüfen wir die Nadeln auf ihre Pole. Es muß nämlich beachtet werden, daß sich stets die entgegengesetzten Pole gegenüberliegen.

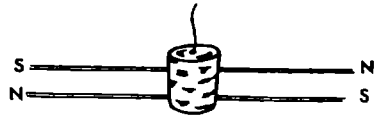


Abb. 59 Doppelnadel

Ein derartiges Kompaßgerät ist viel empfindlicher als eine einfache Magnetnadel.

Als letzter Versuch in diesem Gebiet sei noch jener erwähnt, der das Verhältnis gleichnamiger und ungleichnamiger Pole veranschaulicht.

49. Polversuch

Wir benutzen wieder unsere zwei Magnete. Beide haben wir in zwei Teile zerlegt und mit buntem Papier beklebt. Den Bereich des Nord-

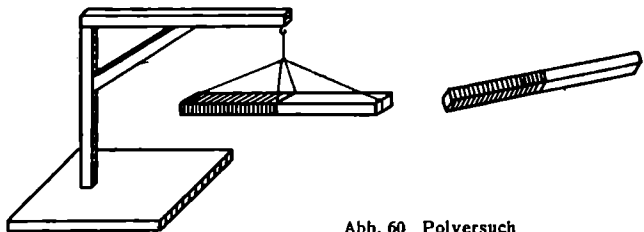


Abb. 60 Polversuch

pols beider Magnete beklebt man z. B. mit rotem Papier, den Südpolbereich mit gelbem. Ein Magnet wird waagrecht an das Stativ gehängt. Mit dem anderen Magneten nähern wir uns diesem. Als Ergebnis erhalten wir in unserem Falle, daß sich gleichfarbige Seiten abstoßen, rote und gelbe sich dagegen anziehen.

VI. ELEKTRIZITÄT

50. Seifenblasenversuch

Durch Reibung eines Bernsteinstückes, eines Hartgummifederhalters, eines Kunstharzkaumes, einer Siegellackstange mit einem wollenen Tuch erhält der Reibungskörper die Fähigkeit, leichte Körper anzuziehen. Einen eindrucksvollen Versuch mit Seifenblasen empfehle ich. Eine Siegellackstange, die sich hier und da aufstöbern läßt, wird in einem Wolltuch kräftig gerieben. Um ihre Anziehungsfähigkeit zu beweisen, haben wir Seifenblasen hergestellt. Damit diese länger halten, genügt ein kleiner Zusatz von Glycerin in Seifenwasser. Komme ich mit meiner durch die Reibung geladenen Siegellackstange in die Nähe von Seifenblasen, so werden diese angezogen.

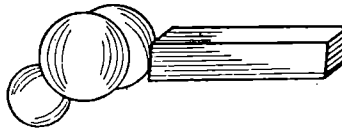


Abb. 61 Seifenblasenversuch

51. Elektrophor

Da die bisher bekannte Ladungsmenge äußerst gering war, machen wir uns an den Bau eines Gerätes, mit dem wir eine größere Menge dieser Reibungselektrizität herstellen können. Es wird ein Elektrophor gebaut. Dieser besteht aus zwei Teilen. Als Unterteil können wir eine Untertasse verwenden. In sie gießen wir geschmolzenes Kolophonium, das mit Wachs vermengt ist. Es ist darauf zu achten, daß eine glatte Oberfläche entsteht. Als Oberteil dient uns der Deckel einer kleinen Blechdose mit seitlicher Wölbung und isoliertem Griff. Die erstarrte Masse im Unterteil wird kräftig mit einem Fell gerieben. Hiernach setzt man den Deckel auf, der wegen seiner Minuselektrizität die Plusselektrizität aufnimmt.



Abb. 62 Elektrophor

52. Elektroskop

Das wahrscheinlich schon bekannte Elektroskop dient zum Nachweis der gewonnenen Reibungselektrizität. Wir gebrauchen hierzu

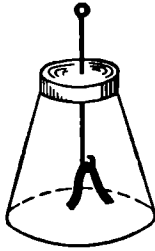


Abb. 63
Elektroskop

eine mittlere Flasche mit nicht zu engem Hals, ein Stück starken Draht, einen Korken und Silberpapier oder Holundermark. Durch den Korken stecken wir den Draht, der oben einen Ring bildet, in die Flasche dagegen einen Haken. Hieran befestigt man zwei gleich lange Streifen Silberpapier. Stolz sind wir auf unser selbstgebautes Elektroskop, denn wir können nicht nur bestimmen, ob ein Körper elektrisch ist, sondern auch die Art der Elektrizität feststellen.

53. Tanzende Puppen

Ein für Kinder unvergeßlicher Versuch mit der Reibungselektrizität ist folgender:

Wir brauchen eine flache Glasschüssel, eine Glasplatte, aus Holundermark hergestellte Figuren und unseren Elektrophor oder eine Siegellackstange. Nähert man den Deckel des Elektrophors der Glasschüssel, die mit einer Glasplatte abgedeckt

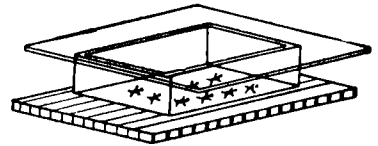


Abb. 64 Tanzende Puppen

ist, so kommt plötzlich ein emsiges Leben in die leblosen Gestalten. Die Glasschüssel braucht eine isolierte Unterlage. Ich bin der Meinung, daß dieser Versuch seine Wirkung nicht verfehlen wird.

54. Wasserstrahlversuch

Elektrischen Einfluß auf einen Wasserstrahl können wir ebenfalls ausüben. Mit Hilfe eines Trichters, eines Gummischlauches und eines spitz zulaufenden Glasrohrstückes stellen wir einen Springbrunnen her. Dessen Wasserstrahl wird durch eine mit Wolltuch geriebene Siegellackstange gestört.

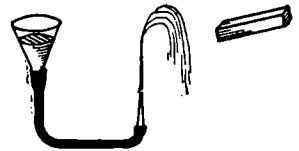


Abb. 65 Wasserstrahlversuch

55. Reibungselektrizitätsmaschine

Da die bisherige Art der Erzeugung von Elektrizität durch Reibung sowohl primitiv als auch umständlich war, so wollen wir uns eine Maschine konstruieren. Es soll keine hochwertige Dynamomaschine werden, angetrieben von Hunderten von PS, die eine emsige Stadt versorgen kann. Mit den einfachsten Mitteln, wie wir sie bisher gewohnt waren, gehen wir an den Bau. Freilich werden wir hier und da einen Handwerker aufsuchen müssen. Zunächst gebe ich das benötigte Material an: eine kreisrunde Glasscheibe aus gewöhnlichem Fensterglas, zwei Lederpolster oder Fellteile, einige

zugeschnittene Holzteile, eine vom Schlosser hergestellte Kurbelachse und einige Metallstäbe.

Die Glasscheibe, die als Reibungskörper dient, lassen wir uns vom Glaser zurechtschneiden. In der Scheibenmitte ist eine Durchbohrung von 0,5 cm notwendig. Durch sie führt später die Kurbelachse.

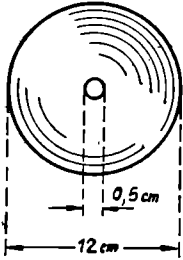


Abb. 66 a Glasscheibe

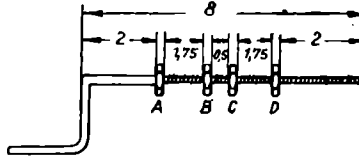


Abb. 66 b Kurbelachse

Letztere läßt man, je nach der Art des Materials, am besten von einem Metallhandwerker oder Drechsler nach obenstehender Zeichnung herstellen. Die Achse ohne Kurbelstück ist 8 cm lang. Die Stärke richtet sich nach dem vorhandenen Material. Davon ist natürlich auch die Durchbohrung der Glasplatte abhängig. Feststehend sind also diese Maße nicht, nur das Verhältnis muß gewahrt werden. Nach Möglichkeit läßt man die Schraubenmutter A auf der Achse unverrückbar befestigen. Alle anderen sind auf einem Gewinde. A und D dienen zur Befestigung der Achse an den Seitenstücken, B und C zur Stabilisierung der Glasscheibe.

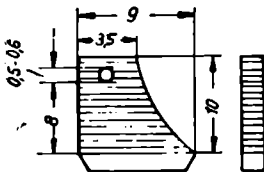


Abb. 67 a Seitenteil mit Lager

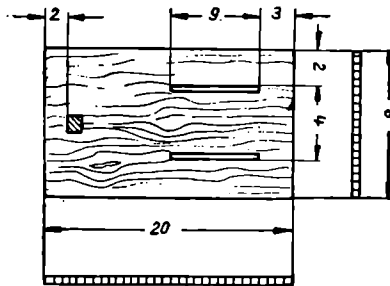


Abb. 67 b Grundbrett

Glasscheibe und Achse lagern in den zwei Seitenstücken. Sie sind nach obenstehender Zeichnung aus Holz anfertigen. Die in der Zeichnung unschraffierten Stücke werden im Grundbrett verleimt. Das Grundbrett besteht aus einem 1,5 cm starken Holz mit bezeichneten Einkerbungen. Zwischen der Glasscheibe und den Seitenstücken befinden sich die Lederpolster oder Fellstücke. Sie werden

fest an den Seitenstücken angebracht. Bedingung für das spätere Gelingen ist, daß sie leicht die Glasplatte berühren. Ferner muß das die Glasplatte reibende Material geerdet sein.



Abb. 68 Metallstäbe

Bei der Umdrehung der Glasscheibe geht diese durch zwei ringförmige Metallstäbe hindurch. Diese biegen wir aus Draht zurecht. Sie werden in einem durchbohrten Holzstab befestigt. Nach Möglichkeit lassen wir an den Draht eine Bleikugel löten.

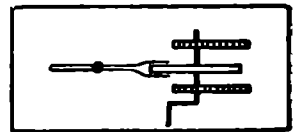
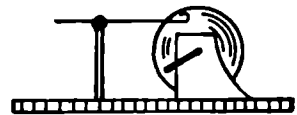
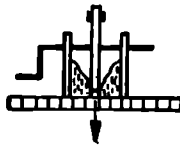


Abb. 69 Reibungselektrizitätsmaschine

Haben wir nun alle Teile beschafft, so beginnen wir mit dem Zusammensetzen, wie es aus den Zeichnungen ersichtlich ist. Die Seitenteile und das Holzstäbchen werden mit dem Grundbrett verleimt.

Obwohl der Bau umständlich und schwierig erscheint, so lohnt er doch die Mühe. Empfehlenswert ist es, die Drahringe mit spitzen, der Glasscheibe zugewandten, diese jedoch nicht berührenden Silberpapierstreifen zu bekleben.

56. Leydener Flasche

Um die größere Menge von Elektrizität zu sammeln, über die wir jetzt verfügen, benutzt man einen Sammelapparat. Ein solcher ist die Leydener Flasche. Sie besteht aus einem Glasbecher, der außen und innen bis auf einen Oberrand mit Silberpapier beklebt wird. Der Oberrand wird innen und außen mit einer isolierenden Schicht (Schellack) versehen. Als Abschluß dient ein zugeschnittener Holzdeckel. Dieser wird ebenfalls mit Schellack

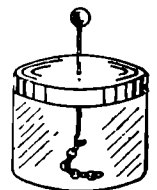


Abb. 70
Leydener Flasche

bestrichen, damit er die Elektrizität nicht leitet. Durch die Deckelmitte stecken wir einen Draht mit einer aufgelöteten Bleikugel. Im Glase befestigt man ein Kettchen, das auf dem Silberpapier zu liegen kommt. Beim Laden der Leydener Flasche durch Überspringen von Funken aus unserer Reibungsmaschine muß der äußere Belag mit der Erde verbunden sein.

57. Entlader

Bei allen Versuchen mit der Leydener Flasche ist Vorsicht am Platze, damit wir nicht unversehens einen elektrischen Schlag erhalten. Daher benutzt man zur Entladung einen Entlader. Wir stellen ihn aus einem zurechtgebogenen Draht, einem Korken und einem Holzstäbchen her. Der Draht wird durch den Korken gesteckt. Dieser wiederum ist auf dem Holzstäbchen befestigt.

Von den zahlreichen Versuchen, die man mit der Leydener Flasche anstellen kann, die aber nichts Neues bringen, greifen wir einen heraus. Wir stellen neben einer Leydener Flasche, isoliert von der Unterlage, eine ebenfalls isolierte Drahtrolle auf. In diese legen wir eine Nähnadel. Diese hat nicht die Eigenschaft, Eisenfeilspäne anzuziehen. Entladen wir unsere Leydener Flasche mehrmals durch die Drahtrolle, so weist die Nadel magnetische Eigenschaften auf.

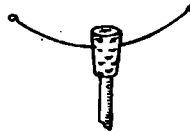


Abb. 71 Entlader

58. Kupfer-Zink-Element

Von der Reibungselektrizität gehen wir zum galvanischen Strom über. Auf dessen Wirkung bauen sich viele wichtige Anwendungen (Elemente) des täglichen Lebens auf. Der hier entstehende Strom beruht auf der Differenz zweier Metalle in einer Flüssigkeit. Diese Erscheinung kann man rein gefühlsmäßig wahrnehmen. Wir legen auf die Zunge ein Stück Zinkblech und einen silbernen Löffel getrennt voneinander. Die äußeren Enden berühren sich. Erstaunt sind wir über den eigentümlichen Geschmack, den wir im Munde haben. Er rührt von der entstandenen Elektrizität her. Freilich ist dies nur ein Minimum an Wirkung. Eine größere Stromerzeugung findet statt, wenn wir in einem Glasbecher zwei verschiedene Metalle in eine Flüssigkeit tauchen. Wir verwenden hierzu je eine rechteckig zugeschnittene Kupfer- und Zinkplatte. Jede befestigen wir mit einer Schraube an einem Querhölzchen. Als Flüssigkeit wird verdünnte Schwefelsäure benutzt. Vorsicht! Die Schwefelsäure wird langsam dem Wasser zugefügt! Senkt man nun beide Metallplatten getrennt in die Flüssigkeit, so ist das Element fertig. Komplizierter gebaut sind die Elemente, die wir im praktischen Leben finden. Uns geht es aber darum, das Wesen eines Gerätes verständlich zu machen.

59. Strommesser

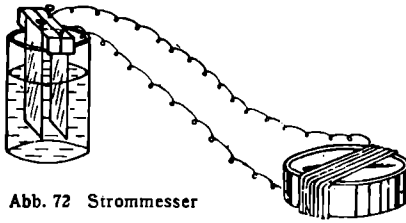


Abb. 72 Strommesser

Um die Wirkung eines Elementes zu erkennen, wird ein einfacher Strommesser gebaut. Sind wir in dem Besitz eines Kompasses, so ist dieses Problem schon gelöst. Isoliert vom äußeren Rande des Kompasses durch einen

Papierstreifen, versehen wir diesen mit möglichst vielen Windungen (Klingeldraht). Unser Strommesser soll sich bewähren. Wir schließen ihn in den Stromkreis eines Elementes. Befriedigt stellen wir einen Ausschlag der Kompaßnadel fest. Sind wir in der Lage, mehrere Elemente herzustellen, so wird der Ausschlag größer.

60. Kohle-Zink-Element

Bei folgendem Gerät tauschen wir die Kupferplatte gegen einen Kohlenstab aus einer verbrauchten Taschenlampenbatterie aus. Die verdünnte Schwefelsäure gießen wir zu einer Lösung von Kaliumbichromat. Der Vorteil dieses Gerätes ist, daß es eine erhöhte Spannung aufweist. Beim Zusammenschluß von drei bis vier dieser letzten Elemente kann man schon eine Taschenlampenbirne zum Aufleuchten bringen. Zu beachten ist, daß sich Kohle und Metall nur während des Gebrauches in der Flüssigkeit befinden. Im anderen Falle zersetzt die Säure die Zinkplatte. Wird der Strommesser angeschlossen, weist er einen erheblich stärkeren Ausschlag auf.

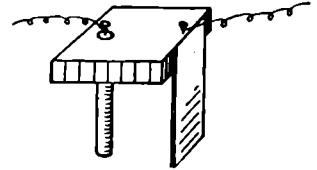


Abb. 73 Kohle-Zink-Element

61. Funkenrad

Soeben haben wir Apparate erwähnt, mit denen man galvanischen Strom erzeugt. Bevor wir dieses Gebiet verlassen, wollen wir noch eine Versuchsanordnung bringen. Gebraucht wird ein hölzernes Grundbrett, ein Zahnrad, eine Kurbelachse, eine Blechfeder und ein Holzflock. Die Maße sind der Zeichnung zu entnehmen. Um Raum zu sparen, verzichten wir auf die nochmalige Zeichnung der Kurbelachse. Sie ist derjenigen der Reibungsmaschine maßgetreu. Falls man ein Zahnrad aus einer Uhr, vom Spielzeug usw. mit geringer

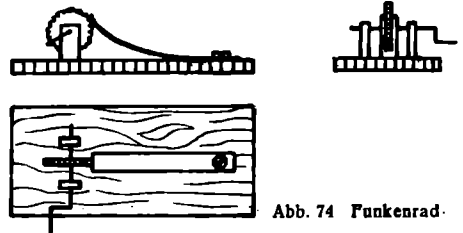


Abb. 74 Funkenrad

Durchbohrung in der Mitte besitzt, läßt man diese von einem Metallhandwerker vergrößern. Als Feder kann jeder zurechtgeschnittene Blechstreifen dienen. Er wird mit einer kleinen Schraube am Grundbrett befestigt. Eine Stromquelle oder mehrere (beim Zusammenschluß stets Kohle mit Metall) beschaffen die nötige Elektrizitätsmenge. Die Stromzuführung erfolgt teils auf der Feder, teils auf der Achse. Wird das Zahnrad gedreht, so entsteht durch das Springen der Feder von Zahn zu Zahn ein lebhaftes Funkensprühen.

62. Zersetzungsapparat

Bisher erhielten wir aus Flüssigkeiten, in denen sich verschiedenartige Metalle befanden, einen elektrischen Strom. Jetzt wollen wir das Entgegengesetzte versuchen. Wir sind gespannt auf das Er-

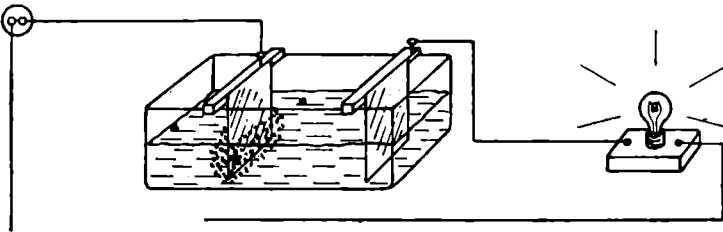


Abb. 75 Zersetzungsapparat

gebnis. Wie schon vorher, tauchen wir wieder verschiedene Metalle in eine Flüssigkeit, doch zapfen wir diesmal keinen Strom ab, sondern wir schicken ihn hinein. Selbstverständlich gebrauchen wir eine größere Strommenge als bisher. Daher gehen wir, wohl anfänglich mit Lampenfieber, an den großen Stromkreis, der uns täglich umgibt, vorsichtig heran. Bevor wir dies tun, werden einige Stücke Leitungsdraht für Starkstrom besorgt. Vielleicht läßt sich auch ein Anschlußkabel für ein elektrisches Gerät auftreiben. Da wir es beim jetzigen Versuche mit Starkstrom zu tun haben, so schalten wir mangels eines Widerstandes eine elektrische Lampe dazwischen. Hiernach können wir beruhigt den Strom in unser Gefäß schicken. Die Metalle sind wieder verschieden (Kupfer und Zink). Als Flüssigkeit kann man alle diejenigen benutzen, die Leiter sind. Stets werden wir eine andere Erscheinung haben. Meistens perlen kleine Gasbläschen an die Oberfläche. Der Strom zersetzt also die Flüssigkeit. Besonders eindrucksvoll ist ein Versuch mit Kaliumpermanganat. Dieses ergibt in Wasser gelöst eine farbige Flüssigkeit. Bei Stromfluß tritt eine Wanderung der Farbe ein. Haben wir eine genaue Waage zur Hand, erfahren wir, daß die Metallplatten bei der Elektrolyse an Gewicht abnehmen.

63. Spule

Bei der Behandlung der Reibungselektrizität hatten wir diese durch mehrere Drahtwindungen geleitet. In die Windungen legten wir eine Stricknadel. Diese wurde magnetisiert. Den Versuch wollen wir im größeren Umfange wiederholen. Als Stromquelle benutzen wir das Kohle-Zink-Element. Um einen größeren Stahlstab elektrisieren zu können, genügen nicht mehr einige Windungen. Frisch geht es daher an den Bau einer größeren Spule. Diese be-

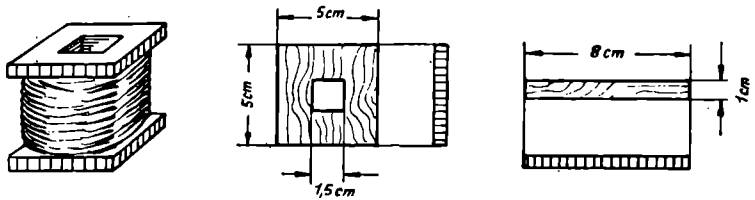


Abb. 76 Spule

steht aus einem Holzrahmen und den Drahtwindungen. Den Holzrahmen bilden zwei Seitenstücke, die den Windungen seitlich Halt verleihen. In die Mitte setzen wir vier längliche Brettchen ein. An den Seitenstücken werden zwei kleine Schrauben befestigt. Sie dienen als Verbindungsstück zwischen Spule und Strom.

Als Draht für die Windungen genügt einfacher Klingeldraht. Es ist etwa eine Länge von 50 m notwendig.

Ist unsere Spule fertiggestellt, so schalten wir sie in den Stromkreis ein. In den Hohlraum der Spule stecken wir ein unmagnetisches Eisenstück. Sofort weist dieses magnetische Eigenschaften auf. Diese sind um so größer, je zahlreicher die Windungen sind.

64. Versuch mit Eisenfeilspänen

Einen interessanten Versuch können wir mit unserer Spule und Eisenspänen anstellen. Nachdem der Stromkreis geschlossen ist, schütten wir in die Öffnung der Spule Eisenfeilspäne. Gespannt sind wir auf das Ergebnis. Die Spule scheint die Späne verschluckt zu haben. Erst wenn wir den Stromkreis öffnen, fallen diese aus der Spule heraus.

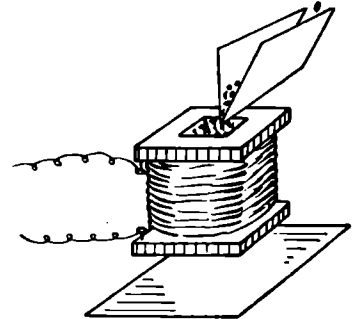


Abb. 77

Versuch mit Eisenfeilspänen

65. Eisenkern

Eine Kraftprobe können wir auch mit unserem Elektromagneten machen. Hierzu benötigt man einen für die Spule passenden Eisen-

kern. Einen solchen fertigt jeder Schmied an. Stellen wir unseren Elektromagneten in eine Nagelkiste, schließen den Stromkreis und ziehen ihn langsam aus der Kiste heraus, so hängt bestimmt der halbe Inhalt am Eisenkern.

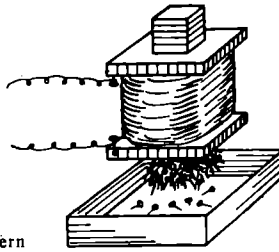


Abb. 78 Eisenkern

66. Elektrische Klingel

Endlich wollen wir unserem starken Elektromagneten eine nutzbringende Arbeit zuweisen. Wie oft vernehmen wir am Tage das Klingeln an fremden Haustüren! Warum sollen nicht auch wir in den Besitz einer elektrischen Klingel kommen? Wir bauen uns eine und brauchen hierzu die Glocke einer alten Klingel, ein Grundbrett, einen vom Schlosser zusammengelöteten Schläger, mehrere Holzpföcke und einige Schrauben. Der Elektromagnet mit

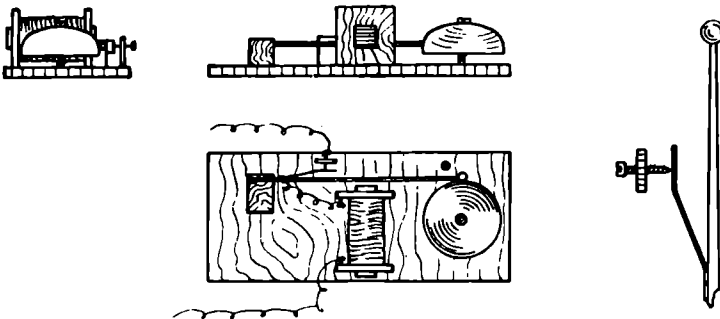


Abb. 79 Elektrische Klingel

Kern ist der wichtigste Bestandteil. Besondere Beachtung müssen wir dem Schläger widmen. Von ihm und der aufgelöteten Feder hängt besonders der gewünschte Erfolg ab. Auf das die Glocke berührende Ende wird die Bleikugel aufgelötet. Die aufgelötete Feder nimmt den Strom auf. Den Schläger befestigen wir auf dem Grundbrett mit einem eingekerbten Hölzchen. Die Glocke wird mit einer eingesetzten Schraube befestigt. Eine weitere Schraube dient als Verbindungsstück zwischen Stromkreis und Klingel.

Schrill ertönen beim ersten Stromstoß die Klingelzeichen.

67. Hörapparat

Vielseitig ist die Anwendung des Elektromagneten. Da wir im Zeitalter einer hochentwickelten Technik leben, wollen wir auch Telephon und Mikrophon in unsere Betrachtung ziehen. An Stelle

des Telefons, mit dem man zu gleicher Zeit fernsprechen und -hören kann, bauen wir uns einen Kopfhörer. Dazu benutzen wir wieder unseren Elektromagneten. Auf ihn wird der Blechdeckel einer kleinen Dose so gelegt, daß er den Eisenkern berührt. Setzen wir unsere Spule unter Strom und schalten das bekannte Funkenrad dazwischen, so vernehmen wir ein unaufhörliches Knacken am Deckel. Bekannt wird das jedem vom Rundfunkapparat sein.

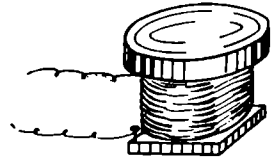


Abb. 80 Hörapparat

68. Mikrophon

Für den Hörapparat fehlt jetzt der Partner, der Sprechapparat. Dies ist das Mikrophon. Hierzu brauchen wir einige Kohlenstifte aus einer verbrauchten Taschenlampenbatterie. Die Stifte zerbrechen wir mit einem Hammer zu kleinen Körnern und füllen diese in eine Streichholzschachtel. Durch sie stecken wir getrennt voneinander zwei Stecknadeln.



Abb. 81 Mikrophon

Es werden Stromquelle (Kohle - Zink - Element), Kopfhörer und Mikrophon verbunden. Die beiden letzten Geräte bringt man möglichst weit auseinander. Ist nochmals alles überprüft worden, so schließen wir den Stromkreis. Deutlich vernehmbar hört man im Kopfhörer, was jemand von entfernter Stelle in das Mikrophon spricht. Wer hätte gedacht, daß das Fernsprechen und -hören so einfach ist!

69. Elektromotor

Eine wichtige Anwendung findet der Elektromagnetismus im Elektromotor. Einen solchen, freilich sehr einfachen, wollen wir uns bauen. Hierzu wird wieder unser Elektromagnet gebraucht. Zu einem Motor gehört allerdings ein wenig mehr. Die Bezeichnung „Anker“ wird vielen geläufig sein. Einen solchen lassen wir vom Schmied

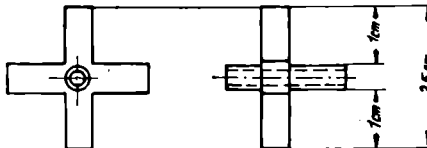


Abb. 82 Anker des Elektromotors

nach obenstehender Zeichnung herstellen. In der Mitte wird das Ankereisen durchbohrt, damit es bequem auf einer Stricknadel lagern kann. Die sonstigen Maße für den Anker sind der Zeichnung zu entnehmen.

Das Ankereisen bringen wir auf der einen Seite des Elektromagneten auf einer Stricknadel drehbar an, die in den Seitenstücken

Halt findet. Sie dient dem Ankereisen als Achse. Um eine ungestörte Drehung zu ermöglichen, ist dies mit einer Art Buchse versehen. Auf deren äußerem Rande liegt ein Stück Kupferdraht auf.

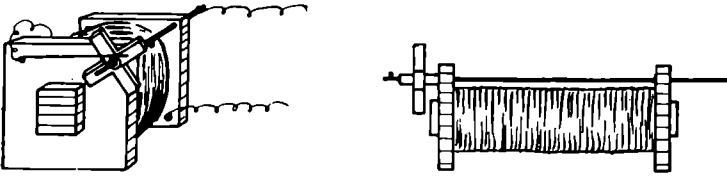


Abb. 83 Elektromotor

Die Stromzuführung ist folgende: Von der Stromquelle fließt der Strom durch die Spule, durch das Kupferdrahtstück auf den Anker. Von hier kehrt der Strom zur Quelle zurück. Dreht sich das Ankereisen nicht zugleich, so stoßen wir es an. Es wird sich dann emsig drehen, solange Strom fließt.

70. Transformator

Um Arbeit von unserem Motor verlangen zu können, müssen wir mehr Energie, also einen stärkeren Strom, hineinschicken. Starkstrom aus unserem Netz wäre zuviel des Guten. Er muß erst vermindert werden. Dies geschieht durch Transformatoren. Oft haben wir das Wort schon im Mund gehabt. Was für Apparate sind dies überhaupt? Wir finden große Transformatoren an Dorf- und Stadträndern. Stets geht von ihnen bei Tag und Nacht ein Summen aus.

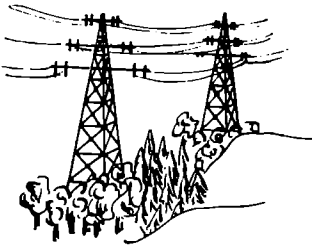


Abb. 84 Hochspannungsleitung

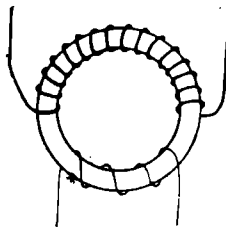


Abb. 85 Transformator

Sie haben die Aufgabe, Wechselströme mit hohen Spannungen in solche niederer umzuformen. Was ist Wechselstrom? Den Gegensatz Gleichstrom kennen wir. Das Wesen des Wechselstromes besteht darin, daß er stets seine Stromrichtung ändert, während der Gleichstrom, z. B. aus einem unserer Elemente, nur in eine Richtung fließt. Verfügen wir über einen Lautsprecher, so kann der Wechselstrom nachgewiesen werden. Die stetige Stromänderung macht sich in einem ständigen Summton bemerkbar. Beim Gleichstrom ist ein Knacken nur beim Einschalten zu hören. Der Begriff

Spannung taucht ebenfalls zum ersten Male auf und wird daher erklärt. Man bezeichnet das Verhältnis zweier Pole einer Stromquelle als Spannung. Man versucht sie auszugleichen, indem beide Pole verbunden werden.

Eine Starkstromleitung, die über Hunderte von Kilometern führt, hat eine ungeheuer große Spannung. Unmöglich ist es natürlich, den Strom sogleich für uns anzuzapfen. Hier liegt das Arbeitsfeld des Transformators. Von mehr als 1000 Volt wird die Spannung auf unsere 220 Volt heruntergedrosselt.

Da wir auf einen Versuch brennen, geht es diesmal vorsichtig an unsere Steckdose. Deren Spannung wollen wir mit einem selbstgebauten Transformator erniedrigen. Dazu brauchen wir einen Eisenring und zwei verschiedene Arten Leitungsdraht. Ein geschlossener Eisenring wird leicht zu beschaffen sein. Auf dessen eine Hälfte wickeln wir möglichst viel starken Draht. Vom schwächeren sind nur wenige Windungen erforderlich. Durch die zahlreichen Windungen schickt man den starken Wechselstrom (keinen Gleichstrom!). Infolge der verschiedenen Windungen verhalten sich die Spannungen so zueinander wie die Windungen. Haben wir z. B. 220 Volt und teils 60, teils 3 Windungen, so beträgt die neue Spannung 11 Volt.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Spannung 1} & ; & \text{Spannung 2} & = & \text{Windungszahl 1} & : & \text{Windungszahl 2} \\ 220 & : & ? & = & 60 & : & 3 \\ & & & & \text{Spannung 2} & = & 11 \text{ Volt.} \end{array}$$

71. Induktionsversuch

Aus der Vereinigung von Metallen mit einer Flüssigkeit erhielten wir einen Strom. Hiernach führten wir durch die Metalle einen elektrischen Strom in eine Flüssigkeit. Jetzt gehen wir denselben Weg. Bisher haben wir eine Spule unter Strom gesetzt. Verstärkt

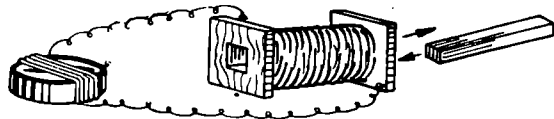


Abb. 86 Induktionsversuch

wurde sie in ihrem Magnetismus durch einen Eisenkern. Wer will es uns verwehren, einmal zu versuchen, aus einer Spule Strom zu bekommen? Mit großer Hoffnung gehen wir an diesen Versuch. Unsere Spule wird mit einem Strommesser zusammengeschaltet. Den Eisenkern bewegen wir innerhalb der Spule hin und her. Ge-spannt sehen wir auf den Strommesser und nehmen erfreut einen Ausschlag der Nadel wahr. Es ist also ein elektrischer Strom vorhanden. Dieser allerdings ist die Folgeerscheinung der induzierten Spannung, die wir mit dem Elektroskop nachweisen können.

Auf der Tatsache der induzierten Spannung sind alle Fahrraddynamos wie auch große Generatoren gebaut.

72. Dynamo

Um uns die Wirkung eines Dynamos vor Augen zu führen, stellen wir folgende Versuchsanordnung her: zwei Spulen mit Eisenkern, ein Strommesser und ein drehbarer Magnet. Die Spulen werden so einander gegenüber aufgestellt, daß zwischen ihnen noch Platz für die Umdrehungen des Magneten bleibt. Die Spulen verbinden wir miteinander und schalten den Strommesser dazwischen. Dieser weist einen Ausschlag auf, sobald der Magnet gedreht wird.

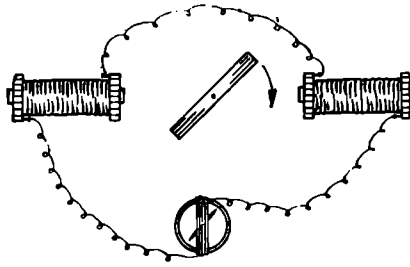


Abb. 87 Dynamo

73. Hitzdrahtamperemeter

Auf verschiedene Weise haben wir Strom hergestellt. Mannigfaltig war auch dessen Wirkung und Anwendung. Die Messung der Elektrizität aber wurde vernachlässigt. Über unsere Kompaßnadel beim Stromnachweis und das Blättchenelektroskop sind wir nicht hin-

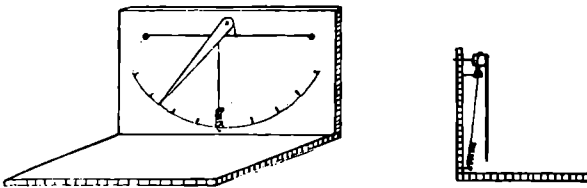


Abb. 88 Hitzdrahtamperemeter

ausgekommen. Der Messung wollen wir daher zum Schluß Platz einräumen. Es gilt hierbei, vor allen Dingen zwei Größen des elektrischen Stromes zu messen, die Stromstärke und die Spannung. Kennzeichen eines elektrischen Stromes sind die Erwärmung des Leiters, das Auftreten eines Magnetfeldes und die chemische Zersetzung einer Flüssigkeit. Auf der ersten Tatsache, nämlich der Erwärmung eines Leiters, fußend, gehen wir an den Bau eines Stromstärkemessers. Dazu brauchen wir zwei Holzbrettchen. Sie werden mit Schrauben zu einem rechten Winkel verbunden. An dem senkrecht stehenden Brett bringt man zwei Klemmen an. Zwischen diese spannt man straff einen dünnen Draht. Über ihm befindet sich eine Holzrolle, an die wir eine Pappscheibe als Stromanzeiger kleben. Über die Rolle führt ein Garnstück vom gespannten Draht zu einer kleinen Feder. Diese bewirkt eine stetige Spannung des Garnes. Fließt nun Strom durch den straff ge-

spannten Draht, so erwärmt sich dieser und dehnt sich aus. Dies wirkt sich in einer Umdrehung der Pappscheibe aus. Die Stromstärke wird in Ampere gemessen.

74. Elektroskop

Elektrische Spannungen mißt und vergleicht man mit einem Elektroskop. Dies weicht von der alten Bauart ab. Zuerst besorgen wir uns ein Glasgefäß. Dessen isolierter Holzdeckel hat zwei Klemmen für den Stromanschluß. Eine der Klemmen zeigt einen durchgehenden Metallstab (Stricknadel), woran ein Aluminiumblättchen (Silberpapier) befestigt ist. An die Außenseite des Glases kleben wir einen breiten Aluminiumstreifen. Dieser ist mit einer zweiten Klemme (Schraube) verbunden. Legen wir eine Spannung an, d. h. bringen unser Elektroskop in einen Stromkreis, so wird das Blättchen im Innern zum außen angeklebten Streifen angezogen, obwohl keine direkte Verbindung besteht. Zur Messung des Ausschlags können wir eine Skala im Glase anbringen. Gemessen wird die Spannung in Volt.

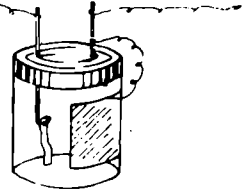


Abb. 89 Elektroskop

75. Graphitwiderstand

Zu Volt und Ampere kommt als stetiger dritter Begleiter das Ohm hinzu. Diese Größe ist abhängig von den beiden ersteren. Es ist die

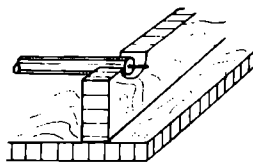
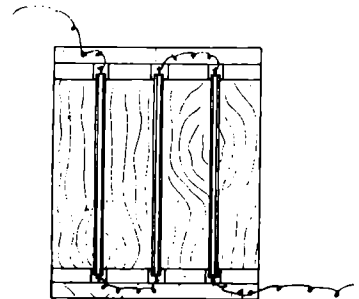


Abb. 90 Graphitwiderstand



Einheit für den Widerstand eines Körpers. Vom Widerstand sind Stromstärke und Spannung abhängig. Dieses Verhältnis können wir uns durch einen dünnen Wasserschlauch mit einem stärkeren Ansatzstück erklären. Fließt Wasser durch den Schlauch, so wird es nur einen geringen Druck aufweisen. Diese Tatsache ist bedingt durch das Ansatzstück. Genau so verhält sich der elektrische Strom. Er findet in jedem Leiter einen anderen Widerstand. Da wir

nicht trockene Worte hören wollen, so bauen wir uns einen Widerstand. Ein solcher kann aus Graphitstäbchen hergestellt werden. Hierzu genügen schon die billigsten Bleistifte. Wir nehmen einige Bleistifte, bei denen an beiden Seiten etwas Holz entfernt wird, um an die Stifte zu gelangen. Die vorstehenden Graphitendchen bewickeln wir mit dem blanken Ende eines Anschlußdrahtes. Die Bleistifte lagern in den Einschnitten von zwei Leisten und werden fest verkittet. Je nach Bedarf schaltet man ein oder mehrere Graphitwiderstände (Bleistifte) in den Stromkreis. Eine Wirkung ist z. B. das Abnehmen der Leuchtstärke einer kleinen Lampe.

VII. BASTLERTIPS

Es ist verständlich, wenn uns von vielen Seiten der Vorwurf gemacht wird, es hätte keinen Zweck, Bauanweisungen zu geben, es fehle ja an den einfachsten Materialien. Aber wir wären schlechte Lehrmeister, wenn wir nicht gerade das bedacht hätten. Der aufmerksame Leser unserer Schrift wird schon gemerkt haben, daß wir uns bemüht haben, nur die alltäglichsten Dinge zum Bauen zu verwenden. Was wir brauchen, ist nichts weiter als Holz und dann so ziemlich alle Metallteile, die sich mehr oder weniger in einem Haushalt umhertreiben. Es werden alle Abfälle gebraucht, mögen das nun alte Schuhkremeschachteln, Lampenbrenner, Nägel, Gardinenstangen, Uhren, Uhrgewichte, Ketten, Uhrfedern oder Flaschenkapseln sein. Neben den metallenen Gegenständen brauchen wir Glas-, Holz- und Porzellanknöpfe, Honig- und Trinkgläser, Draht, alte Geigensaiten, Fadenspulen, Weinflaschen, Stricknadeln und Korken. Etwas von diesen Dingen hat bestimmt jeder Haushalt, und wenn von den dreißig Schülern einer Klasse jeder nur etwas mitbringt, dann ist auch genug Material zum Bauen da.

Glasschneiden

Wir brauchen zum Glasschneiden keineswegs einen teuren Diamanten, es genügt ein Glasschneider mit gehärtetem Stahlrädchen. Wenn auch dieser nicht vorhanden ist, so nehmen wir eine alte Stupsfeile, die, glühend gemacht, durch Abschrecken in kaltem Wasser oder Petroleum glashaft wird. Das Ritzen der Glasoberfläche muß ein ganz charakteristisches singendes Geräusch hervorrufen, dann ist der Schneider in der richtigen Stellung angesetzt. Wenn das Glas etwas dick ist, muß man es mit leichten Schlägen unter der angeschnittenen Linie beklopfen. Unter Wasser kann man dünneres Glas auch mit einer Schere schneiden.

Glassprengen

Eine Flasche umwickelt man mit einem in Benzin getränkten Wollfaden. Bevor die Flammen erlöschen, taucht man die Flasche in kaltes Wasser. An der erhitzten Stelle entsteht ein Sprung. Ein leichter Schlag mit einem Holzhammer trennt beide Teile.

Glasbohren

Zum Glasbohren wird gewöhnlich eine gehärtete, spitz zugeschliffene Dreikantfeile empfohlen, die in eine Bohrmaschine eingespannt wird. Gebohrt wird von beiden Seiten, was langwieriger, aber mit keiner Gefahr des Springens verbunden ist. Ganz kleine Bohrungen kann man bei einiger Vorsicht auch mit dem Drillbohrer machen.

Bearbeitung von Glasröhren

Glasröhren werden gebogen oder zur Spitze ausgezogen, indem man sie über einer Gas- oder Spiritusflamme bis zum Glühen erhitzt und dann außerhalb der Flamme bearbeitet. Will man eine Glasröhre durchschneiden, so muß man sie vorher mit einer Dreikantfeile anfeilen und dann einfach abbrechen. Glaszylinder bekommt man, indem man alte Lampenzylinder von Petroleumlampen sammelt.

Holzklitt

Seidenpapier wird in Wasser vollständig aufgeweicht und mit einem Leim ordentlich verknetet. Dem Teig werden noch gebrannte Magnesia und Sägespäne zugesetzt. Durch Färben der Masse kann man eine Holzart nachahmen.

Schutz gegen Nässe

erzielt man bei Holz und Pappe durch Bestreichen mit Schellacklösung oder durch Eintauchen in geschmolzenes heißes Paraffin. Diese Imprägnierung schützt auch gegen Säure.

Unbrennbar

werden Holz, Papier und Stoffe durch Tränken mit einer konzentrierten Alaunlösung.

Einen elektrischen Widerstand

stellt man her, indem man zwischen Steckdose und anzuschließendes Instrument eine Wattbirne schaltet. Die Stromstärke in diesem Stromkreis richtet sich nach der Wattanzahl der Birne.

Seifenblasen bis zu Kindskopfgröße

bekommt man, wenn man der Seifenlösung etwas Glycerin hinzufügt.

EINE ZEITSCHRIFT FÜR LEHRER UND ERZIEHER

die neue schule

BLÄTTER FÜR DEMOKRATISCHE ERNEUERUNG
IN UNTERRICHT UND ERZIEHUNG

Diese Halbmonatsschrift wendet sich an alle
Lehrer und Erzieher, sie berichtet über Wesen
und Sinn der Neugestaltung des deutschen
Schulwesens. Beiträge und Diskussionen über
erzieherische Fragen geben wichtige Hinweise
für die tägliche Berufspraxis des Pädagogen

Bestellungen durch den Buchhandel
Erscheinungsweise halbmonatlich

Preis des Einzelheftes **60** Pfennig
Im Abonnement 6 Hefte RM 3,—



V O L K U N D W I S S E N
V E R L A G S G M B H · B E R L I N / L E I P Z I G

*Eine wissenschaftliche zeitschrift
für den pädagogen der gegenwart*

pädagogik

Beiträge zur erziehungswissenschaft

In der schwierigen, vielgestaltigen erziehungsarbeit unserer zeit will diese monatszeitschrift ein spiegel aller ernsthaften bemühungen um eine neue, nach streng wissenschaftlichen grundsätzen aufgebaute pädagogik sein

Bestellungen durch den buchhandel oder durch die post · Erscheinungsweise einmal monatlich

Preis des einzelheftes RM **2,-**
Im abonnement 3 hefte RM 5,-



DER PÄDAGOGISCHE VERLAG
VOLK UND WISSEN
VERLAGS GMBH · BERLIN/LEIPZIG

VOLK UND WISSEN

VERLAGS GMBH · BERLIN/LEIPZIG

DER PÄDAGOGISCHE VERLAG

- ABTEILUNG 1
KIND UND KINDERGARTEN
- ABTEILUNG 2
GRUND- UND OBERSCHULE
- ABTEILUNG 3
FACHBUCH
- ABTEILUNG 4
FERNUNTERRICHT
- ABTEILUNG 5
PÄDAGOGIK
- ABTEILUNG 6
FREMDSPRACHEN
- ABTEILUNG 7
LEHR- UND LERNMITTEL
- ABTEILUNG 8
JUGENDBILDUNG (AUSSERSCHULISCH)
- ABTEILUNG 9
ERWACHSENENBILDUNG
- ABTEILUNG 10
KUNST A. BILDENDE KUNST B. MUSIK
- ABTEILUNG 11
ZEITSCHRIFTEN
- ABTEILUNG 12
AUSSTELLUNGEN



Auslieferung aller Verlagserscheinungen nur durch den Buchhandel