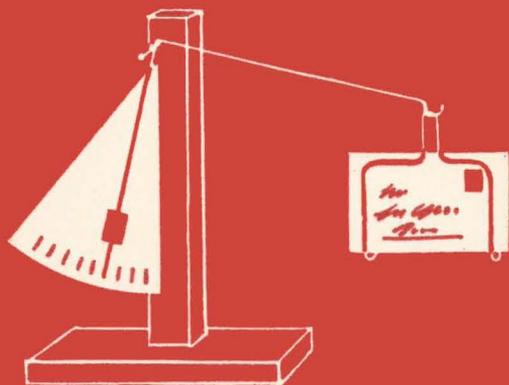
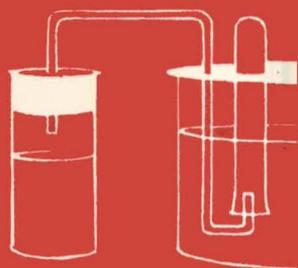
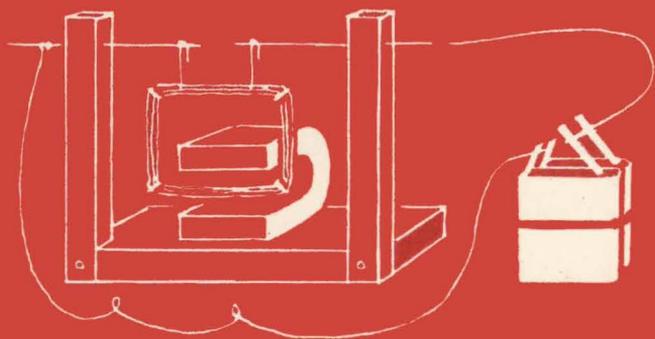
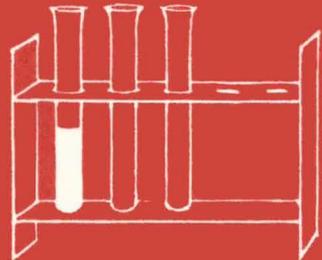
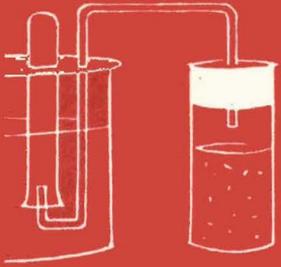
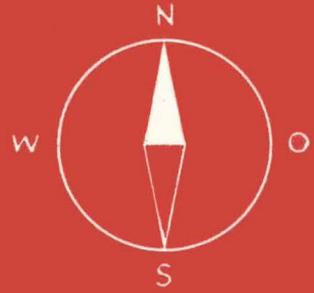
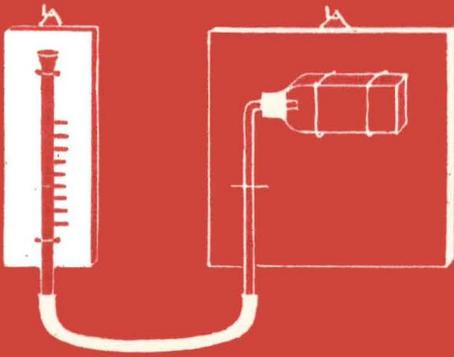




Das große Experimentierbuch

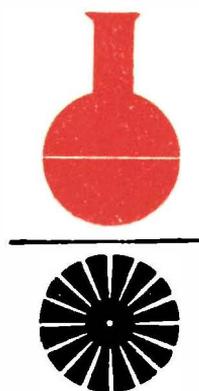




DAS GROSSE EXPERIMENTIERBUCH



Das große Experimentierbuch



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Herausgegeben von Hans-Peter Wetzstein
Verfaßt von Annegret und Hellmut Räuber (Biologische Experimente),
Erich Jahn (Physikalische Experimente),
Lothar Schulz (Chemische Experimente);
unter Mitarbeit von Hans-Peter Wetzstein
Illustrationen von Heinz-Karl Bogdanski

Alle Rechte vorbehalten

Printed in the German Democratic Republic

Lizenz-Nr. 304-270/315/74-(93)

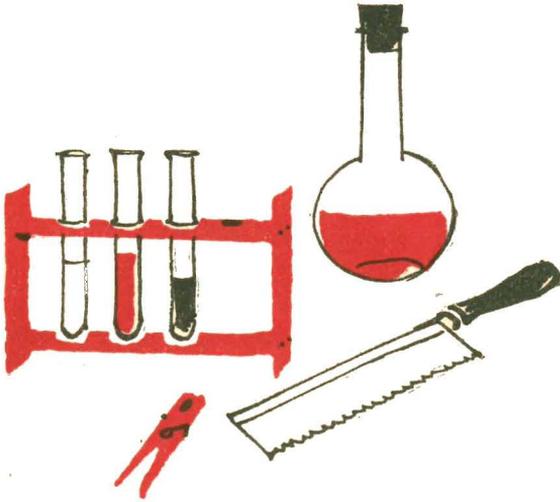
Satz und Druck: Karl-Marx-Werk Pößneck V 15/30 · 5. Auflage

LSV 7891

Für Leser von 10 Jahren an

Best.-Nr. 628 599 6

EVP 8,50



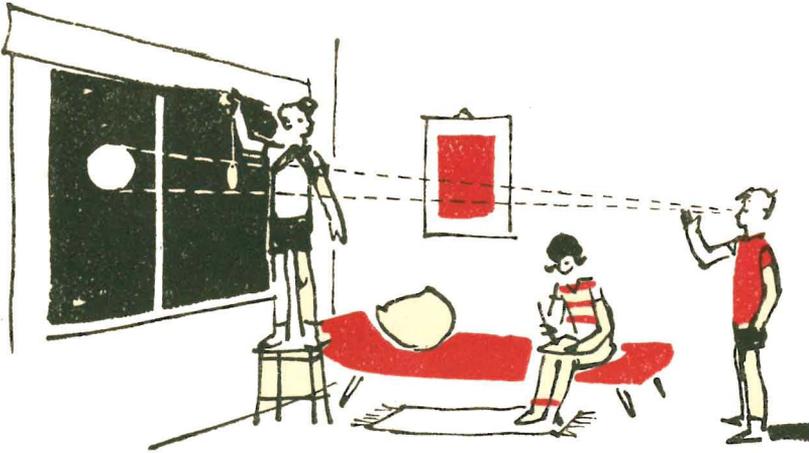
BEVOR WIR BEGINNEN **I**

*Wir wollen lernen!
Wir wollen begreifen,
Die Welt erkennen
Und uns verstehen!
Wir wollen die Fernen
Des Weltraums durchstreifen,
Wir wollen die Dinge beim Namen nennen
Und auf den Grund der Dinge sehn.*

So lautet die erste Strophe eines Gedichtes von Johannes R. Becher. Folgen wir dem Ruf des Dichters! Wer lernen und begreifen will, wem es Freude bereitet, hinter das Wie und Weshalb der Dinge zu sehen, der wird hier ein Buch voller Abenteuer und Überraschungen finden. Unsere Entdeckungsreise führt in das Reich der Biologie, Chemie und Physik, oder kurz gesagt, in die Naturwissenschaft. Unser Buch kann aus euch nicht Biologen, Chemiker oder Physiker machen, aber es will euch Erscheinungen und Vorgänge verstehen helfen, die ihr täglich beobachtet, ohne den Ursachen auf den Grund zu gehen. Die hier beschriebenen Experimente lassen erkennen, daß all die Rätsel und Geheimnisse, die den Dingen unserer Umgebung innezuwohnen scheinen, keine Rätsel und Geheimnisse sind. So unwahrscheinlich das klingt: Man kann jeder Erscheinung auf den Grund gehen. Alles vollzieht sich nach bestimmten Regeln und Gesetzen.

Scheint der gute alte Mond immer gleich hell? Wechselt er nicht regelmäßig seine Stellung am Himmelsgewölbe? Es vergehen immer 27,3 Tage, bis dieser Trabant einmal um unseren Planeten gewandert ist.

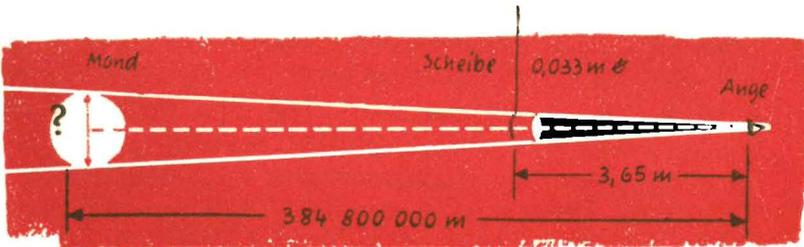
Wißt ihr, daß ihr den Monddurchmesser ermitteln könnt, wenn euch seine Entfernung von der Erde bekannt ist? Schneidet aus Zeichenkarton eine runde Scheibe von genau 33 Millimeter Durchmesser aus, in deren Randnähe ihr ein kleines Loch stecht, durch das ein Faden gezogen wird, der zum Aufhängen der Scheibe am Fensterahmen dienen soll.



Es ist bekannt, daß ein Gegenstand um so kleiner erscheint, je weiter man sich von ihm entfernt. In der doppelten Entfernung scheint er nur noch die Hälfte, in der dreifachen Entfernung nur noch ein Drittel der tatsächlichen Größe zu haben – und so weiter.

Wenn nun der Vollmond am Himmel steht, dann ist der Zeitpunkt gekommen, an dem ihr eure Messung durchführen könnt. Befestigt die Scheibe am Fensterrahmen und stellt euch so dahinter auf, daß sie den Mond genau verdeckt. Ein Freund mißt die Entfernung zwischen eurem Auge und der Kartonscheibe. Sie wird genau 3,65 Meter betragen!

Der Mond ist von der Erde durchschnittlich 384 800 000 Meter entfernt. Teilt ihr diese Zahl durch 3,65, so erhaltet ihr 105 424 657 Meter. Um so viel mal weiter als die Kartonscheibe ist also der Mond von euch entfernt. Sein Durchmesser ist infolgedessen 105 424 657 mal größer als der Durchmesser der Kartonscheibe und mißt demnach $0,033 \cdot 105\,424\,657 = 3\,479\,013$ Meter, abgerundet 3 480 Kilometer.



Ihr seht also, daß man beim Experimentieren mancherlei lernen kann, und durch genaue Beobachtung Erkenntnisse zu gewinnen, ist der Sinn eines jeden Experiments.

Das Experiment dient auch der Überprüfung dessen, was man bereits weiß. Nur das ist richtig, was sich bei der praktischen Überprüfung – eben im Experiment – als richtig erweist. Das Experiment ist sozusagen die Probe auf die Theorie. Sicherlich wußtet ihr, welchen Durchmesser der Mond hat. Nun habt ihr euer Wissen in der Praxis überprüft.

Beobachtung und Experiment waren stets die Grundlagen der naturwissenschaftlichen Forschung.

Alle jungen Naturforscher wissen: Die Beobachtung der Natur führt den Menschen zu Vermutungen. Ob die Vermutung stimmt, zeigt sich im Experiment durch die praktische Überprüfung. Ergebnis ist die Erkenntnis.

Die gleichen Ergebnisse vieler, unter denselben Voraussetzungen und Bedingungen durchgeführter Experimente erlauben es dem Menschen, diese Ergebnisse zu verallgemeinern. Das führt zur Entdeckung von Gesetzmäßigkeiten der beobachteten Naturvorgänge.

Die erkannten Gesetzmäßigkeiten der Natur müssen sich in der Praxis – im Experiment – als richtig erweisen, erst dann haben sie allgemeine Gültigkeit, erst dann sind es Naturgesetze.

Unser Buch soll euch zum Erforschen der Natur anregen. Es enthält einfachere und schwierigere, auf jeden Fall aber interessante Versuche, zu deren erfolgreicher Durchführung Genauigkeit und Sorgfalt, Sauberkeit und Ordnungsliebe gehören.

Alle Experimente sind aus eurer näheren Umgebung abgeleitet. Meist kennt ihr die Gegenstände oder Erscheinungen, die den Experimenten zugrunde liegen.

Die Durchführung dieser Experimente erfordert im allgemeinen kein oder nur wenig Geld. Einige Geräte und Chemikalien müßt ihr jedoch kaufen.

Es ist zweckmäßig, von vorn zu beginnen, denn unser Buch ist so eingerichtet, daß die Schwierigkeit allmählich zunimmt. Da es aber nicht möglich war, alle zur Durchführung der Experimente erforderlichen Kenntnisse auf den ersten Seiten zu vermitteln, hilft euch ein Register beim Nachschlagen noch unbekannter Dinge. Unter dem betreffenden, im Register nach dem Abc geordneten Stichwort findet ihr die Angabe der Buchseite, auf der die entsprechende Erklärung zu lesen ist.



Das Ausrufezeichen am Seitenrand taucht dort auf, wo es gilt, sich etwas Wichtiges einzuprägen.



Das Experimentieren bereitet viel Freude, es ist aber zugleich eine ernste, verantwortungsvolle Arbeit. Dessen müßt ihr euch bewußt sein, vor allem deshalb, weil die Experimente nicht immer gefahrlos sind. Es wäre falsch und würde der Arbeit eines wirklichen Naturforschers widersprechen, einfach wild drauflos zu experimentieren. Am Anfang muß stets die Überlegung stehen: Was will ich erkennen? Worauf kommt es an? Worauf muß ich achten?

Erst wenn ihr Text und Zeichnungen gut durchgelesen und verstanden habt, dürft ihr an die technische Vorbereitung des Experiments gehen, also an die Bereitstellung der Apparate, Geräte, Chemikalien oder Versuchsgegenstände. Dann überdenkt ihr die Reihenfolge der einzelnen während des Experiments ablaufenden Vorgänge, und nun erst darf die eigentliche Durchführung des Experiments beginnen. Die einzelnen Vorgänge dabei und das Ergebnis werden in einem Protokoll festgehalten. Folgt später ein ähnliches Experiment, dann vergleicht ihr die Protokolle und zieht Schlußfolgerungen. Nur auf diese Weise wird man ein richtiger Naturforscher.



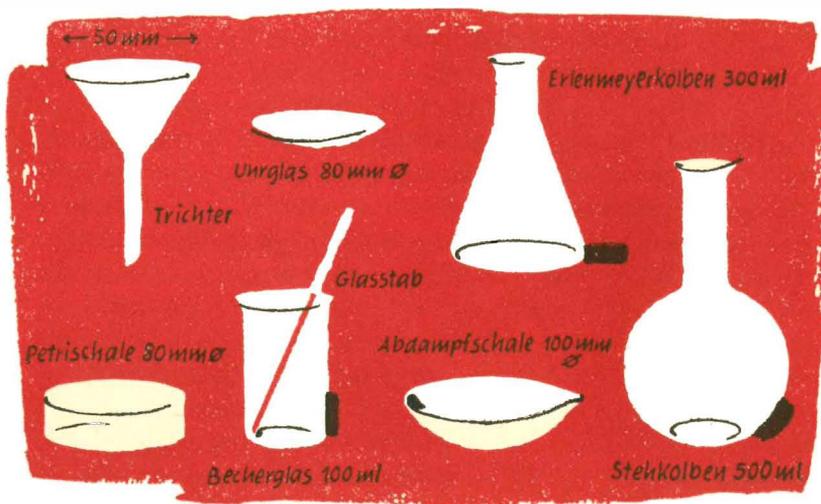
Arbeitsplatz, Geräte und Materialien

Ein guter Arbeitsplatz ist sehr wichtig. Am besten sind diejenigen von euch dran, die einen alten Tisch als festen Arbeitsplatz benutzen können, doch auch Muttis Küchentisch ist geeignet – vorausgesetzt, ihr legt eine möglichst unbrennbare, säurefeste und flüssigkeitsabweisende Platte darauf (Asbest oder Sprelacart). Der Arbeitstisch muß eine waagerechte Fläche aufweisen und fest stehen, damit nichts umfallen oder auslaufen kann! Auch gute Lichtverhältnisse sind wichtig.



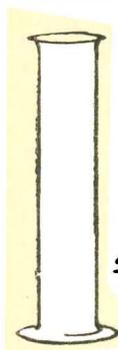
Um alle in unserem Buch enthaltenen Versuche durchführen zu können, sind einige Geräte und Materialien erforderlich. Das habt ihr sicher schon beim Durchblättern festgestellt. Doch ihr braucht nicht enttäuscht zu sein. Es ist durchaus nicht notwendig, daß ihr viele Geräte und Materialien kaufen müßt, um mit dem Experimentieren beginnen zu können. Nach und nach werdet ihr in das Buch eindringen, und nach und nach sollt ihr euch das Notwendige besorgen.





Einige wichtige Geräte könnt ihr selbst bauen, zum Beispiel ein Arbeitsbrett mit Holzstativ, das für viele Versuche benötigt wird, ebenso Reagenzglashalter, einen Reagenzglasständer und einen Dreifuß. Nachstehend findet ihr die Bauanleitungen dafür; weitere werden in anderen Teilen des Buches gegeben; wo sie nachzuschlagen sind, sagt euch das Register.

Wie man Holz und Metall bearbeitet, konnten wir in diesem Buch nicht näher beschreiben. Gründliche Auskunft gibt euch darüber „Das große Bastelbuch“, das ebenfalls im Kinderbuchverlag erschienen ist.

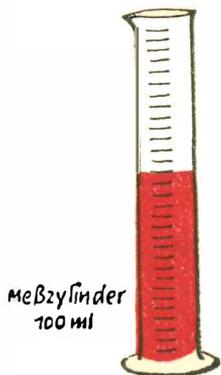


Standzylinder
100 ml

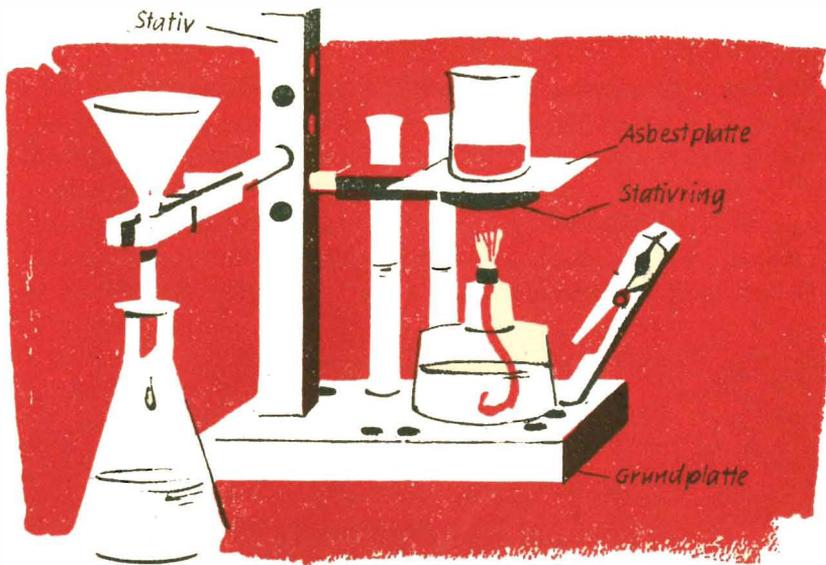
Bauanleitung für ein Arbeitsbrett mit Stativ und Stativring

Das Arbeitsbrett besteht aus einer Grundplatte, die mit genau senkrechten Bohrungen zur Aufnahme von fünf Reagenzgläsern, mehreren Reagenzglasaltern und einer Vierkanteleiste als Stativ versehen ist. Das Stativ wird von zwei Seiten durchbohrt, dadurch sind die Reagenzglasalter oder der Stativring in verschiedene Höhen einstellbar.

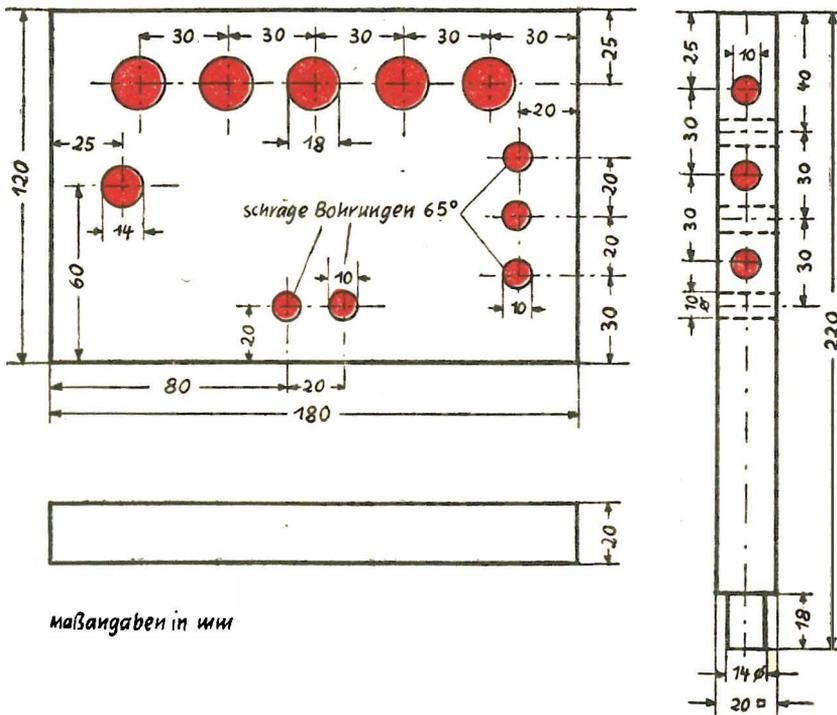
Die Zeichnung gibt die genauen Maße in Millimetern an. Um jedoch die Reagenzglasalter in unterschiedlichen Höhen anbringen zu können, sollen zwei Vierkanteleisten als Stative dienen, eine mit der Länge von 220 Millimetern, die andere mit 120 Millimeter Länge.



Meßzylinder
100 ml

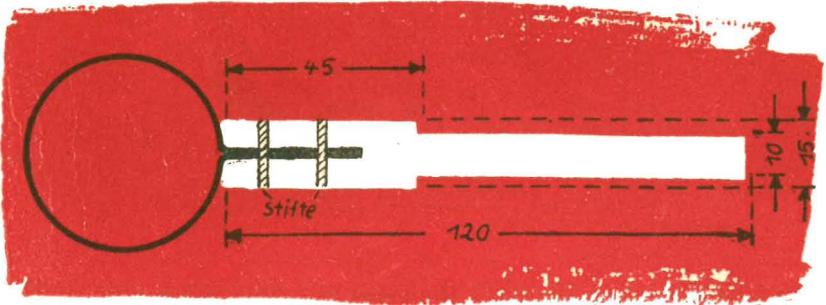


Die Bohrungen für die Reagenzglasshalter in der Grundplatte sind verschieden auszuführen, und zwar sollen jeweils zwei Bohrungen an der rechten Seite und vorn im Winkel von 65° nach der Mitte der Grundplatte zu erfolgen.



Die Bohrungen für die Reagenzgläser müssen mit Filterpapier ausgekleidet werden, bis die Gläser senkrecht darin stehen. Filterpapier kleben wir auch unter die Grundplatte, damit sie auf dem Arbeitstisch nicht verrutschen kann.

Der Stativring besteht aus einer Vierkantleiste mit den Abmessungen $120 \times 15 \times 15$ Millimeter und einem Blechring. Der obere Teil der Vierkantleiste bleibt in einer Länge von 45 Millimetern



quadratisch, während der untere Teil auf 10 Millimeter Durchmesser gerundet wird. Der quadratische Teil muß dann mit einem 30 Millimeter tiefen Schlitz versehen werden, in den die Schenkel des aus Konservenblech gefertigten Ringes greifen.

Der Ring selbst wird aus einem 200×33 Millimeter großen Blechstreifen gefertigt, der in der Breite von 15 Millimetern zu falzen ist. Der verbleibende Rand (3 Millimeter) wird umgeschlagen. Über einem Rundholz oder Eisenrohr formt ihr den Streifen dann kreisförmig, die Enden werden nach außen gebogen und greifen 30 Millimeter tief in den Schlitz. Mit zwei entsprechend großen Nägeln wird der Ring befestigt, der besseren Haltbarkeit und des Feuer-schutzes wegen umkleidet ihr den quadratischen Teil des Stativringes noch mit einem Blechmantel. Durch Veränderung der Länge des Blechstreifens lassen sich weitere Stativringe mit anderen Durchmessern leicht herstellen.



Bauanleitung für Reagenzglashalter

Reagenzglashalter sind ohne große Mühe aus handelsüblichen Wäscheklammern mit Spannfedern herzustellen. Ihr müßt nur einen Klemmenarm so verlängern, wie es die Zeichnung zeigt.

Auf einem entsprechend dicken Brettchen reißt ihr den zu verlängernden Klemmenarm auf und sägt ihn mit der Laubsäge aus. Mit Hilfe der Spannfeder fügt ihr ihn dann wieder mit der ursprünglichen Klammerhälfte zusammen.

Auf diese Weise könnt ihr euch soviel Reagenzlashalter bauen, wie ihr braucht. Damit sie jedoch in die Bohrungen der Grundplatte und des Stativs passen, müssen die Enden der verlängerten Klemmenarme auf 10 Millimeter Durchmesser gerundet werden.

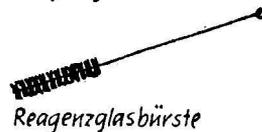
Bauanleitung für einen Reagenzglasständer

Nach der Größe der Reagenzgläser schneidet ihr vier Brettchen zu. Das eine waagerechte Brettchen wird mit entsprechenden Bohrungen versehen, das andere jedoch nur angebohrt oder aufgerieben, damit die Reagenzgläser einen festen Stand haben.

Nachdem die Schnittkanten und Bohrlöcher gut geglättet worden sind, leimt und nagelt ihr die vier Teile zusammen.



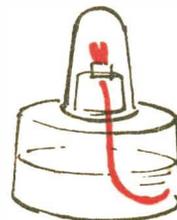
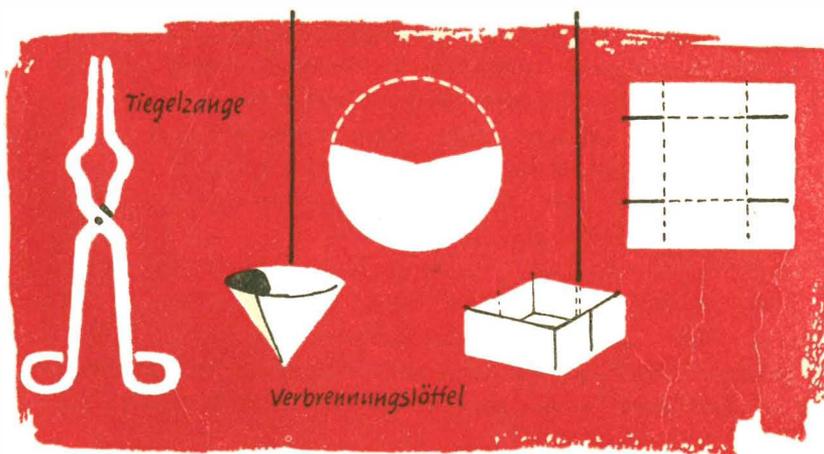
Reagenzglasständer



Reagenzglasbürste

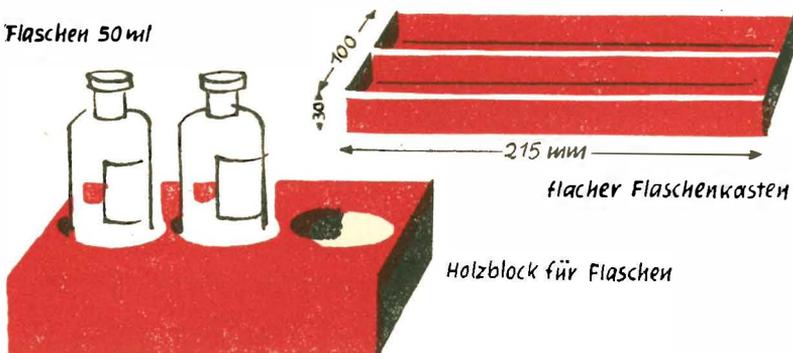
Bauanleitung für einen Dreifuß

Der Dreifuß wird aus 20 Millimeter breiten Eisenblechstreifen angefertigt, die zusammengenietet werden. Die Höhe des Dreifußes richtet sich nach der Wärmequelle, der Aufbau ist aus der Zeichnung ersichtlich.



Spiritusbrenner

Flaschen 50 ml



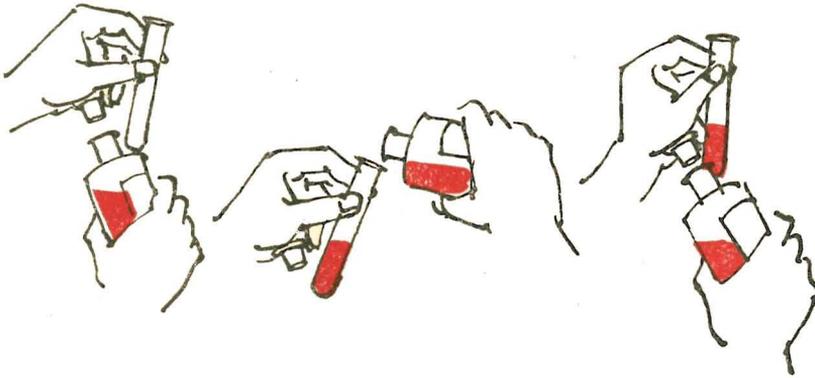
Was wir besonders beachten müssen



Wenn in unser Buch auch nur Experimente aufgenommen wurden, die im allgemeinen ungefährlich sind, so können bei unsachgemäßer Durchführung der Experimente doch ernsthafte Gefahren entstehen. Das Zeichen am Seitenrand weist euch darauf besonders hin.

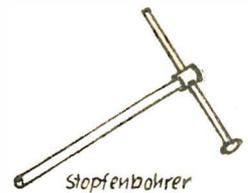
Im folgenden sind deshalb eine Reihe von Hinweisen aufgeführt, die unbedingt beachtet werden müssen. Kein einziges Experiment darf begonnen werden, ohne daß ihr euch damit ausführlich vertraut gemacht habt!

1. Die Chemikalien werden in Glasgefäßen aufbewahrt; Vorratsflaschen für feste Substanzen sollen einen weiten Hals haben, Vorratsflaschen für Flüssigkeiten einen engen. Alle Gefäße werden mit Korken, Schraubdeckeln oder Stopfen verschlossen und sind eindeutig zu beschriften.
2. Die Chemikalien haben zum Teil gefährliche Eigenschaften. Ihr sollt sie und auch die Geräte deshalb stets in einem verschlossenen Schrank aufbewahren, damit eure jüngeren Geschwister nicht damit spielen und in Gefahr kommen können. Es ist selbstverständlich, daß man während des Umgangs mit Chemikalien nicht ißt und trinkt und sich nach Durchführung der Experimente die Hände wäscht.
3. Die benutzten Geräte müssen vor und nach jedem Experiment gründlich gereinigt werden.
4. Die Geräte sind standsicher aufzubauen.
5. Flüssigkeiten werden aus Vorratsflaschen gegossen, indem die rechte Hand die Flasche so umfaßt, daß ihr Etikett in der Hand-



fläche liegt; das Gefäß, in das die Flüssigkeit gefüllt wird (zum Beispiel ein Reagenzglas), hält man mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand. Mit den noch freien Fingern und dem Handballen nimmt man den Stopfen von der Vorratsflasche und gießt die Flüssigkeit in das andere Gefäß, ohne den Rand der Flasche auf den des Gefäßes aufzusetzen.

6. Beim Herstellen verdünnter Lösungen von Säuren ist zu beachten, daß die Säure langsam unter Umrühren in das Wasser gegeben wird, niemals umgekehrt!
7. Reagenzgläser oder Glasröhren, in denen sich Säuren oder starke Laugen befinden, dürfen beim Schütteln nicht mit dem Daumen verschlossen werden.
8. Geruchsproben entnimmt man, indem man sich mit der Hand eine Probe zufächelt, niemals direkt mit der Nase! Bei giftigen Gasen sind Geruchsproben verboten.
9. Alle Glasgeräte müssen mit großer Vorsicht benutzt werden. Beim Einsetzen von Thermometern oder Glasröhren in Stopfen und Schläuche wird ein Gleitmittel verwendet (Wasser, Glycerin, Talkum), und zwar schiebt man die Stopfen unter leichtem Druck drehend in die Öffnung. Die Einsatzstücke sind dabei kurz zu fassen, die Hände schützt man durch Handschuhe oder ein Tuch vor eventuell entstehenden Glassplittern. Die Kanten der Glasröhren müssen stets rundgeschmolzen sein.
10. Nur dünnwandige Glasgefäße dürfen erhitzt werden (auf keinen Fall Standzylinder, Waschflaschen u. ä.). Größere Glasgeräte, wie Erlenmeyerkolben und Bechergläser, erhitzt man über einem Drahtnetz oder einer Asbestplatte. Alle Glasgefäße dürfen von der Flamme nicht berührt werden und beim Erhit-



Stopfenbohrer



Глиит-
stopfen



GEFAHR

zen nur zu zwei Dritteln gefüllt sein. Die Mündungen der Gefäße müssen dabei in eine solche Richtung weisen, daß niemand durch verspritzende Flüssigkeit gefährdet wird.

11. Glasgefäße dürfen schroffen Temperaturänderungen nicht ausgesetzt werden. Man erhitzt oder kühlt allmählich. Heiße oder kalte Flüssigkeiten müssen in kleinen Mengen unter Umschütteln eingegossen werden.
12. Als Wärmequelle benutzt ihr einen Spiritusbrenner. Er darf nur im gelöschten Zustand gefüllt und während des Betriebs nicht gekippt werden. Es ist darauf zu achten, daß der Docht nicht in den Brennstoffbehälter rutschen kann.
13. Werden mit dem Stopfenbohrer Löcher gebohrt, so sind diese auf eine feste Unterlage zu stellen. Keinesfalls darf der Stopfen dabei mit der Hand gehalten werden.
14. Vorratsgefäße (Spritflaschen oder einfache Glasgefäße) mit frischem Wasser müssen stets bereitstehen, ebenfalls ein Kasten mit trockenem Sand, ein gefüllter Wassereimer und feuchte Lappen.



Spritflasche



WIR EXPERIMENTIEREN MIT SAATGUT



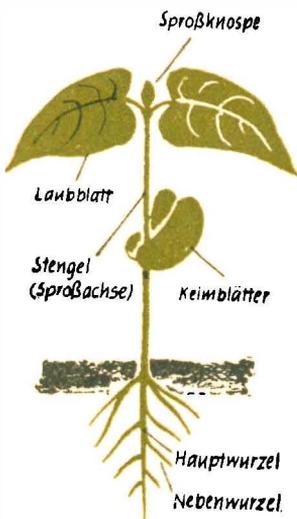
Die Pflanze in der Erbse

Wie die Saat, so die Ernte! heißt es im Volksmund. In der Sprache der Wissenschaft klingt diese in Jahrhunderten gewonnene Erfahrung komplizierter, doch sie wird genauer ausgedrückt: Da nur bestes Saatgut hohe Erträge gewährleistet, muß man seinen Wert-eigenschaften – besonders der Reinheit, Keimfähigkeit und Triebkraft – große Aufmerksamkeit schenken.

Wir wollen die Richtigkeit dieser Erkenntnis durch eigene Untersuchungen prüfen. Ist es wirklich so wichtig, nur einwandfreies, bestes Saatgut zu verwenden? Unterscheiden sich die kleinen, so ähnlich aussehenden Samen tatsächlich voneinander?

1. Wir besorgen uns größere Samen, etwa trockene Erbsen oder Bohnen. An der Samenschale ist leicht die Stelle zu erkennen, an der der Samen mit der Frucht zusammenhing (Nabel des Samens). Versuchen wir, die Samenschale mit einer Nadel anzuritzen, erweist sich dies als schwierig. Die harte Samenschale schützt den Samen vor Beschädigungen!

2. Lassen wir den Samen jedoch über Nacht in Wasser liegen, kann die Schale leicht eingeritzt und sogar abgezogen werden. Zunächst erblicken wir da zwei dicke Gebilde: die Keimblätter. Klappen wir sie auseinander, so liegt ein winziges vorgebildetes Pflänzchen bleich und unscheinbar vor uns. Das erkennen wir mit Hilfe einer Lupe sehr gut. Wir sehen die kleine Keimwurzel, einen kurzen Keimsproß und die beiden ersten Laubblätter.



3. Nun untersuchen wir Eicheln, Kastanien und Haselnüsse, um festzustellen, ob sich auch in diesen Samen kleine Pflänzchen befinden, aus denen sich später große Pflanzen entwickeln.



Getreide ernährt sich von „Mehl“

Von außen sehen die einzelnen Samen recht unterschiedlich aus. Niemand wird eine Bohne mit einer Kastanie oder ein Maiskorn mit einem Weizenkorn verwechseln. Aber wie sieht das Innere der Samen aus? Gibt es da auch Unterschiede?

1. Wir legen Weizenkörner über Nacht in Wasser. Am nächsten Morgen ist an den Spitzen ein runzliges Scheibchen zu erkennen, das wir nun mit einer Nadel vom übrigen Samenkörper trennen. Auch diesmal müssen wir durch die Lupe sehen, um ein kleines Pflänzchen zu erkennen. Es besitzt ebenfalls eine Keimwurzel und einen Keimspieß. Nach zwei Keimblättern suchen wir allerdings vergeblich. Getreide hat nur ein Keimblatt, das bei der Keimung im Korn verbleibt.

2. Was für eine weiße Masse ist im restlichen Kornkörper enthalten? Um das festzustellen, müssen wir uns aus Jodtinktur (10prozentige alkoholische Jodlösung) eine wässrige Lösung bereiten: 1 Milliliter Jodtinktur wird mit 10 Millilitern Wasser verdünnt. Heben wir nun mit Hilfe eines Glasröhrchens (obere Öffnung mit dem Daumen zuhalten!) einen Tropfen der hellbraunen Jodlösung heraus und lassen ihn auf die weiße Masse fallen (Daumen kurz anheben!), so färbt sie sich tiefblau.

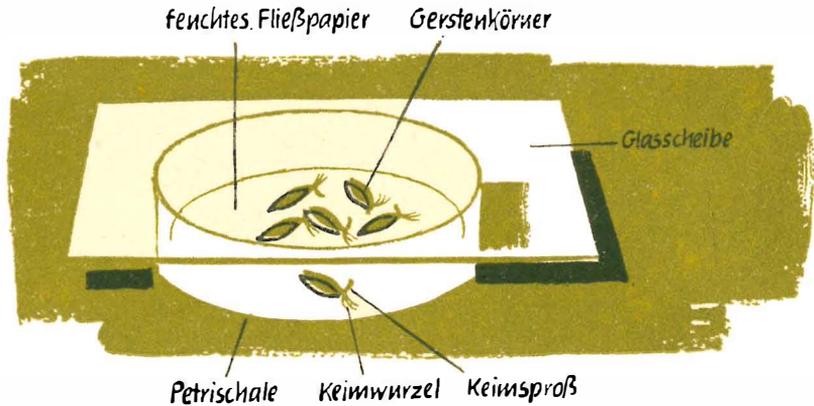
Jodlösung ist ein Reagens (Nachweismittel). Stets zeigt sie durch tiefblaue Färbung das Vorhandensein von Stärke an. Im Getreidekorn befindet sich Stärke. Sie ist aufgespeichert, um den Keimling während der Keimung zu ernähren. Deshalb wird das stärkehaltige Pflanzengewebe auch Nährkörper genannt – oder Mehlkörper, denn das Nährgewebe wird in Mühlen zu Mehl zermahlen.



Eine kleine Malzfabrik

Wenn ein Samen gequollen ist, beginnt die Keimung.

1. Wir besorgen uns eine Handvoll Gerstenkörner, müssen aber darauf achten, daß wir ungebeiztes Saatgut erhalten. Dann wird



eine Petrischale oder ein kleiner Teller mit Fließpapier ausgelegt und das Papier angefeuchtet. Auf das Fließpapier, das ständig feucht bleiben muß, kommen die Gerstenkörner, die Schale verschließen wir mit einem Deckel.

Nach drei Tagen beginnt die Gerste Wurzeln zu treiben. Der Brauer sagt dazu, sie „spitzt“ oder sie „äugelt“. Später treibt der Sproß.

2. Nach weiteren sechs Tagen untersuchen wir die Körner. Zunächst werden sie mit den Fingern zerdrückt. Eine weiße, klebrige Masse quillt heraus.

Die Stärke, die in kaltem Wasser unlöslich ist, muß sich also verwandelt haben. Was stellen wir beim Kosten fest? Die Masse im Mehlkörper, besonders aber der Keimling, schmeckt leicht süßlich. Ein Teil der Stärke wurde in Zucker verwandelt! Der bei der Keimung entstandene Zucker heißt Malzzucker.

Gemälzte Gerste verwenden die Brauer zum Brauen. Das Malz wird zerkleinert und im Maischbottich mit Wasser angesetzt. Bei einer Temperatur von etwa 75 °Celsius beginnen die Fermente, die im gekeimten Gerstenkorn sitzen, zu wirken. Sie wandeln die Stärke in Zucker um. Der Malzzucker kann dann mit Hilfe von Hefepilzen weiter zu Alkohol vergoren werden. Auf diese Weise entsteht Bier.

Schlafende Pflanzen

In den Samen ruhen junge Pflanzen. Sie können oft jahrelang ruhen und bleiben trotzdem lebensfähig. Sobald die Samen aber ausgesät werden, strecken sich die in ihnen ruhenden Pflänzchen und beginnen zu wachsen.

1. Wie kommt es, daß junge Keimpflanzen so lange ruhen können? Wir wiegen 100 Gramm Erbsen oder Getreide ab und erhitzen diese Samen bei geöffnetem Fenster auf einem Blechdeckel (mit der Zange anfassen!). Um zu vermeiden, daß die Samen zu kochen beginnen, müssen wir sie ständig mit einem Löffel bewegen. Nach 10 Minuten Erhitzen wiegen wir erneut. Was stellen wir fest?

Samen enthalten im Gegensatz zu anderen Pflanzenteilen sehr wenig Wasser (13 bis 15 Prozent). Bei diesem geringen Wassergehalt befinden sich die Samen im Ruhezustand.

Werden Samen trocken und luftig gelagert, halten sie sich jahrelang. Werden sie jedoch feucht gelagert, so verderben sie schnell.

2. Trockene Samen können auch Kälte gut überstehen. Um das zu überprüfen, zählen wir zweimal je fünf Bohnensamen ab. Die ersten fünf lassen wir trocken liegen, die zweiten legen wir zwei Tage lang zwischen feuchtes Fließpapier. Dann wickeln wir die trockenen und die feuchten Samen getrennt wasserdicht ein und legen sie in das Tiefkühlfach des Kühlschranks. Nachdem sie bei



stärkster Kühlstufe bis zum nächsten Tag gelegen haben, säen wir sie getrennt in zwei etikettierte Blumentöpfe aus. Was beobachten wir nach einigen Tagen?

In getrocknetem Zustand überstehen die Samen die Kälte, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Deshalb überdauern in der Natur alle einjährigen, kälteempfindlichen Pflanzen den Winter in Samenform.

Die Pflanze erwacht

Wir wollen feststellen, wieviel Wasser Samen aufnehmen müssen, bevor sie zu keimen beginnen. Je 50 Gramm Bohnen, Erbsen, Senfkörner und Getreide wiegen wir ab und schütten diese Mengen getrennt in gleichgestaltete Gläser, an denen die Höhe der Füllung



jeweils mit einem Klebestreifen gekennzeichnet wird. Dann füllen wir die Gläser mit Wasser. In zweistündigem Abstand wird im Protokoll festgehalten, um wieviel sich die Samen ausgedehnt haben. Nach 24 Stunden gießen wir das Wasser ab und trocknen die Samen oberflächlich auf Fließpapier. Dann wiegen wir sie erneut. Dabei stellen wir fest, daß die Samen Wasser aufgenommen haben. Sie haben an Größe und Gewicht zugenommen. Diesen Vorgang nennt man Quellung.

Die Quellung ist bei verschiedenen Samen unterschiedlich:



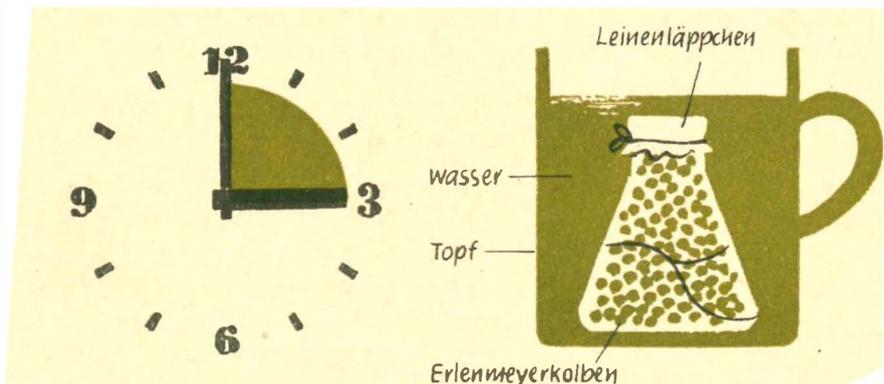
Samen	Gewicht am Anfang	Gewicht nach 24 Stunden
Erbsen	50 Gramm	
Bohnen	50 Gramm	
Weizen	50 Gramm	
Senf	50 Gramm	

Sprengstoff aus Samen

Mit Samen kann man „sprengen“, da die trockenen Teilchen des Samens bei der Quellung mit großer Kraft Wasser ansaugen. Dabei dehnt sich der Samen aus. Was ihn dabei behindert, wird beiseite gedrückt.

Wir wollen diese Quellungskräfte überprüfen.

1. Einen Erlenmeyerkolben füllen wir bis zur Öffnung mit Erbsen und gießen warmes Wasser bis zum Rand nach. Die Luft, die zwischen den Erbsen festgehalten wird, entfernen wir durch Drehen des Kolbens. Abschließend wird ein Leinenläppchen über die Öffnung gebunden und der Kolben in einen Topf mit warmem Wasser



versenkt. In kurzen Abständen beobachten wir die Samen. Bereits nach drei Stunden kann es geschehen, daß die Flasche durch die Kraft der quellenden Samen gesprengt wird. Haben wir eine dickwandige Flasche gewählt, so widersteht sie dem Druck länger.

Die beobachteten Quellungskräfte befähigen den Samen, im Ackerboden die Erde auseinanderzutreiben. Dadurch wird dem Keimling das Durchbrechen des Bodens erleichtert.

2. Wir rühren Gips mit etwas Wasser an und füllen ihn in den Kastenteil einer Streichholzschachtel. Bevor er fest wird, drücken wir eine Reihe von Erbsen in den weichen Brei. Ist der Gips dann erhärtet, reißen wir die Umhüllung ab und legen den Gipsblock in eine mit Wasser gefüllte Untertasse. Was können wir am nächsten Morgen beobachten?

Wärme, Wasser, Luft und Licht

Um keimen zu können, brauchen die Samen Feuchtigkeit. Im trockenen Samen ruht der Keimling. Doch zur Keimung sind noch andere Voraussetzungen notwendig. Welche, das wollen wir erforschen.

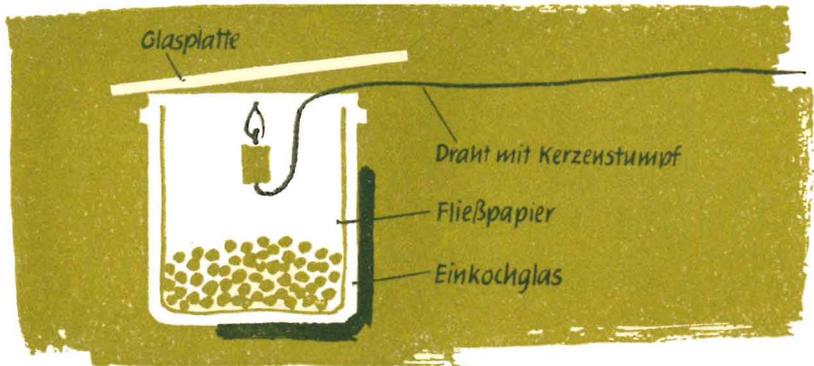
1. Wir numerieren vier Blumentöpfe und füllen sie mit Erde. In Topf 1 und 2 legen wir je fünf Gurkensamen, in Topf 3 und 4 streuen wir jeweils zwanzig Senfsamen. Dann bedecken wir die Samen mit etwas Erde. Topf 1 und 3 stellen wir in die warme Stube, Topf 2 und 4 aber in den kalten Keller oder in den Kühlschrank. Wir vergessen nicht, täglich zu gießen. Was geschieht?

Wir beobachten, daß die Samen bei verschiedenen Temperaturen keimen. Senfsamen keimt auch bei niedrigen Temperaturen. Gurkensamen braucht Wärme (15 bis 18 °Celsius) zum Keimen. Deshalb wird Gurkensamen nicht vor Mitte Mai ausgelegt.

2. Nun lassen wir Erbsen zwischen einem feuchten Tuch keimen. Wenn sich die ersten Würzelchen zeigen, legen wir die Samen in ein Einkochglas, das mit feuchtem Fließpapier ausgelegt ist. Es soll etwa zu einem Viertel mit gekeimten Erbsen gefüllt sein.

Der obere Rand des Glases wird mit einer Schicht Vaseline eingerieben und eine Glasscheibe daraufgedrückt. So erhalten wir einen luftdichten Abschluß. Was geschieht, wenn die Scheibe nach 24 Stunden etwas angehoben und ein brennender Kerzenstumpf, den wir an einem Draht befestigt haben, eingeführt wird?





Die Kerze erlischt, weil zu wenig Sauerstoff im Glas vorhanden ist. Sauerstoff wird aber zur Verbrennung gebraucht.

Jetzt legen wir die Scheibe wieder auf das Gefäß und lassen es tagelang unberührt stehen. Nach einer Woche öffnen wir es wieder. Was bemerken wir?

Die Samen sind an Sauerstoffmangel erstickt. Das kann auch im Garten und auf dem Feld vorkommen. Zu tief liegende Samen leiden besonders bei feuchtem Wetter und schwerem Boden unter Luftmangel und gehen deshalb nicht auf. Deshalb soll die Aussaat im allgemeinen höchstens dreimal so hoch mit Erde bedeckt werden, wie der Samen selbst groß ist. Zwar muß das Aussaatbeet genügend feuchtgehalten werden, der Boden darf aber auch nicht zu naß sein. Auf leichten, trockenen Böden muß tiefer gesät werden, damit das Saatgut ausreichend Feuchtigkeit zur Keimung findet.

3. Einen Blumentopf mit jungen Pflanzen stellen wir in eine sehr dunkle Ecke des Zimmers. Obwohl wir gut gießen, sehen die Pflanzen bald aus, als wären sie krank. Schließlich gehen sie ein. Wie hat sich das Pflanzenwachstum bei Lichtmangel verändert?

Neben Feuchtigkeit, Wärme und Luftsauerstoff braucht jede grüne Pflanze also ausreichend Licht, wenn sie gut gedeihen soll.



Der Pflanzenanker

Ist es gleichgültig, wie die Samen im Boden liegen? Um das festzustellen, füllen wir feuchte Sägespäne in drei Blumentöpfe. Dann legen wir in den ersten Blumentopf Bohnen, jeweils zwei mit dem Nabel nach unten, zwei mit dem Nabel nach oben und zwei mit dem

Nabel zur Seite. Anschließend bedecken wir die Samen mit Sägespänen und drücken das Ganze leicht an.

Ebenso legen wir Pferdebohnen und Erbsen aus. In den nächsten Tagen halten wir das Keimbett immer feucht. Glasscheiben auf den Töpfen verhindern die Verdunstung.

Nach einer Woche werden die Sägespäne über den Samen vorsichtig entfernt. Wir können dabei feststellen: Es ist gleichgültig, welche Lage der Samen hat. Immer erscheint zunächst die Keimwurzel. Sie wächst nach unten. Hat sie im Untergrund Halt gefunden, so zieht sie die Keimpflanze in die richtige Lage. Sie verankert die junge Pflanze im Boden.

Wozu sind die Keimblätter da?

Woher nimmt die junge Pflanze ihre Nährstoffe? Das läßt sich leicht erkunden. In fünf Blumentöpfe legen wir jeweils fünf Samen der Gartenbohne. Sobald sich die Keimblätter über dem Erdboden zeigen, führen wir folgenden Versuch durch:

Topf 1: Die Keimblätter bleiben; Topf 2: ein Keimblatt jeder Pflanze wird halbiert. Eine Hälfte wird abgeschnitten; Topf 3: ein Keimblatt jeder Pflanze wird abgeschnitten; Topf 4: anderthalb Keimblätter jeder Pflanze werden abgeschnitten; Topf 5: die Keimblätter jeder Pflanze werden abgeschnitten. Was beobachten wir?

Je mehr wir von den Keimblättern der jungen Pflanze abschneiden, um so früher geht das Pflänzchen ein.

In den Keimblättern stecken die Nährstoffe für die junge Pflanze. Diese Nährstoffe reichen aus, bis die Pflanze fest im Boden verankert ist und ihre Nahrung aus dem Boden beziehen und in den Blättern bilden kann. — Wenn wir die Pflanzen in Topf 1 weiterwachsen lassen, bemerken wir, daß die Keimblätter abfallen, wenn sich die Laubblätter entwickelt haben.



Gefährliche Feinde

Alles Saatgut, das durch die Deutsche Saatgut-Gesellschaft verkauft wird, unterliegt in den Instituten für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen einer genauen Kontrolle. Erst wenn von dort ein zufriedenstellendes Gutachten gegeben wurde,

darf es verkauft werden. Anders ist es mit dem Saatgut, das in den Genossenschaften für den Eigenverbrauch erzeugt wird. Das muß von den Genossenschaftsbauern selbst untersucht werden. Wir können ihnen dabei helfen.

Zu den schlimmsten Feinden der Kulturpflanzen gehören die Unkräuter. Die Bauern müssen sich vorsehen, daß sie nicht mit dem Saatgut zusammen gefährliche Unkräuter aussäen. Eine gründliche Reinigung des Saatgutes ist deshalb wichtig. Sie erfolgt mit Hilfe besonderer Maschinen.

Wir wollen untersuchen, ob das Saatgut unserer Genossenschaft gut gereinigt ist. Dazu wählen wir vom Weizensaatgut willkürlich einige Handvoll Körner, die wir mischen und wovon wir dann 100 Gramm abwägen. Diese Probe wird flach auf einer Pappe ausgebreitet.

Nun schneiden wir uns einen flachen Holzspan, mit dem einzelne Körner von der Probe fortgezogen werden. Dabei achten wir genau auf Unkrautsamen oder andere Verunreinigungen. Auch beschädigte Körner (Keimling!) lesen wir aus.

Alle einwandfreien Körner kommen auf einen Haufen, verletzte Körner, Steinchen, Spreu und Unkrautsamen auf einen anderen. Zum Schluß wiegen wir sowohl das ausgelesene Saatgut als auch die Verunreinigungen. Betragen letztere mehr als 2 Gramm, so ist das Saatgut nicht gründlich genug gereinigt. Dieses Getreide würde zu locker auflaufen und verunkrauten.



In 100 Gramm untersuchtem Saatgut sollen reines Saatgut sein:

Getreide, Mais	98 Gramm
Hülsenfrüchte, Raps, Senf	97 Gramm
Kohlrüben	96 Gramm
Rotklee	95 Gramm
Luzerne, Weißklee, Schwedenklee	94 Gramm
Futtermöhren	85 Gramm
Busch- und Stangenbohnen	98 Gramm
Gurken	98 Gramm
Erbsen	97 Gramm
Kohlarten, Zwiebeln	97 Gramm
Spinat	96 Gramm
Tomaten	94 Gramm

Das Tausendkorngewicht

Damit auf den Feldern kräftige Pflanzen wachsen, muß Saatgut verwendet werden, das gesunde Pflanzen liefert. Große, dicke Samen haben einen kräftigen Keimling und mehr Nährstoffe für die junge Pflanze als kleine, leichte Samen. Aus kräftigen Samen entwickeln sich kräftige Pflanzen!

Da wir nicht jedes Samenkorn einzeln wiegen können, stellen wir das Gewicht von 1000 Körnern fest. Wir entnehmen gereinigtem Saatgut wahllos je zweimal 500 Körner und wiegen sie auf einer Briefwaage. Dabei sollen 1000 Korn wiegen:

Mais	320 bis 480	Gramm
Weizen	38 bis 58	Gramm
Gerste	38 bis 54	Gramm
Roggen	28 bis 44	Gramm
Hafer	26 bis 44	Gramm
Raps	4 bis 5,5	Gramm
Weiß-, Rot- und Rosenkohl	2,8 bis 3,3	Gramm
Möhren	1,2 bis 1,4	Gramm
Kopf-, Schnitt- und Pflücksalat	1,0 bis 1,2	Gramm

Sollte das Tausendkorngewicht unter diesen Werten liegen, so sagen wir das den Genossenschaftsbauern. Die kleinen Samen sind

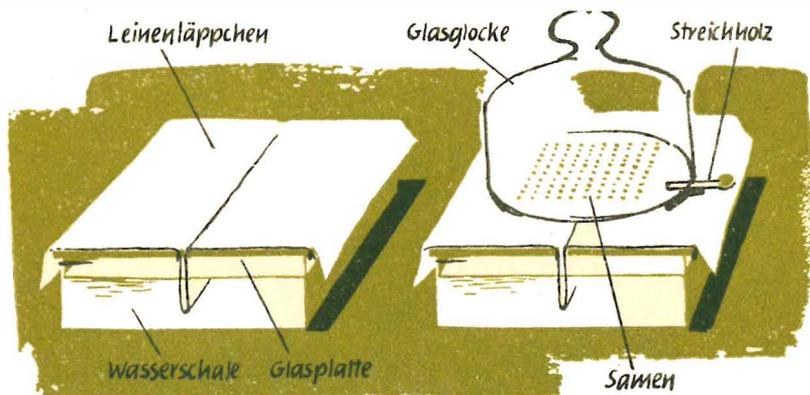
dann meist schrumpelig. Bei der Aussaat würden sie schwache Pflanzen liefern, die nicht widerstandsfähig gegen Krankheiten, Schädlinge und Witterungseinflüsse wären.

Wir führen eine Keimprobe durch

Nicht alles Saatgut keimt gleich gut. Besonders Samen, der zu alt ist oder schlecht gelagert wurde, verliert die Keimfähigkeit. Wenn sich aber viele der ausgesäten Samen nicht entwickeln, wird der Pflanzenbestand zu dünn. Das Beet oder der Acker verunkrautet dann, und der Ernteertrag wird gemindert. Deshalb ist es wichtig, die Keimfähigkeit des Saatgutes festzustellen.

Wir führen eine Keimprobe durch. Um zu erreichen, daß die Probe auch gute Keimbedingungen hat, bauen wir uns einen einfachen Keimapparat aus einer flachen Wasserschale, am besten einem rechteckigen Behälter; ferner brauchen wir zwei kleine Glasscheiben oder Plasteplatten und ein Leinenläppchen.

Die Wasserschale füllen wir zu drei Vierteln mit Wasser. Darauf legen wir die beiden Scheiben oder Platten so, daß sie in der Mitte der Schale aufeinandertreffen. Das Lämpchen wird doppelt gefaltet, angefeuchtet und so auf die Glasscheibe gelegt, daß es im Spalt zwischen den Scheiben eine Falte bildet, die in das darunterstehende Wasser gut eintaucht. Nun brauchen wir auf das Lämpchen nur noch Fließpapier zu legen, und der Keimapparat ist fertig. Das Wasser wird vom Leintuch nach oben gezogen und hält das Fließpapier ständig feucht.



Auf das Fließpapier legen wir die Samen. Um eine gute Übersicht zu haben, legen wir 100 Samen mit der Pinzette im Quadrat aus. Über das Ganze kommt eine Glasglocke, unter die wir ein Streichholz schieben. So befindet sich unter der Glocke immer feuchte Luft; die Samen haben aber genügend Sauerstoff zum Keimen. Große Samen (Erbsen, Bohnen, Mais) werden allerdings am besten in feuchtem Sand gekeimt.

Jeden Tag kontrollieren wir, wie viele Samen zu keimen beginnen. Die ermittelten Zahlen schreiben wir ins Protokoll. Nach einer genau festgesetzten Zeit beenden wir den Versuch. Von 100 Samen sollen dabei mindestens gekeimt haben:



Roggen, Weizen, Gerste	nach 10 Tagen	92 Samen
Lein, Hafer	nach 10 Tagen	90 Samen
Rotklee, Weißklee, Luzerne	nach 10 Tagen	85 Samen
Kohlrüben	nach 10 Tagen	80 Samen
Mais	nach 14 Tagen	80 Samen
Futtermöhren	nach 21 Tagen	50 Samen
Busch- und Stangenbohnen	nach 10 Tagen	85 Samen
Schalerbsen, Kohlarten	nach 10 Tagen	85 Samen
Mark- und Zuckererbsen	nach 10 Tagen	80 Samen
Spinat	nach 14 Tagen	80 Samen
Blumenkohl	nach 10 Tagen	75 Samen

Keimen in der angegebenen Zeit weniger Pflänzchen, so müssen wir das den Genossenschaftsbauern mitteilen. Das untersuchte Saatgut sollte dann nicht verwendet werden.

Wie kräftig sind die jungen Pflanzen?

Die im vorangegangenen Versuch durchgeführte Keimprobe entspricht jedoch nicht den Verhältnissen auf dem Acker. Dort muß das junge Pflänzchen die Kraft haben, durch eine 2 bis 4 Zentimeter dicke Erdschicht zu treiben. Erst diese Triebkraft zeigt uns, ob ein Samen lebensfähig ist. Doch auch das können wir im Versuch erproben.

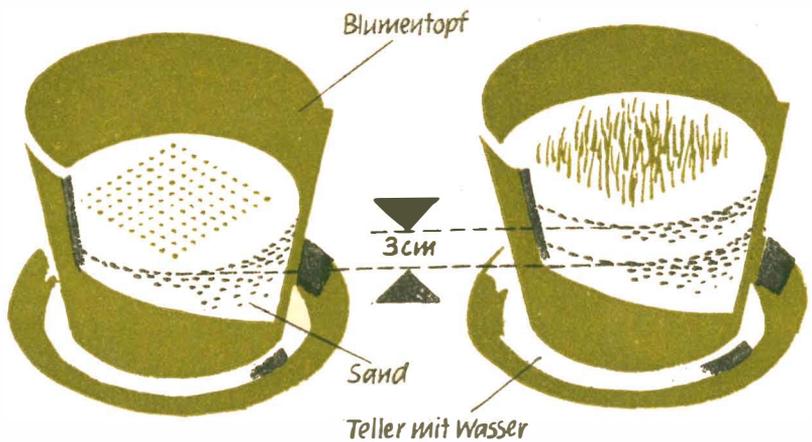
Außer etwas fein gesiebttem Sand brauchen wir einen Spiritusbrenner, einen Dreifuß und einen kleineren Blechdeckel.

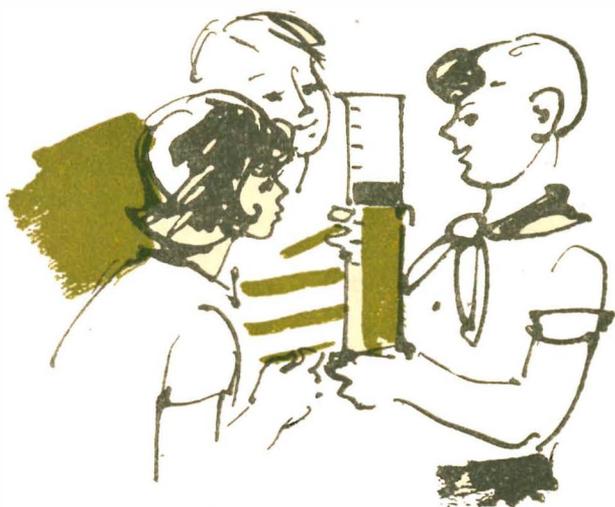
Der Spiritusbrenner und der Dreifuß werden auf ein größeres Blech gestellt, um die Gefahr eines Brandes zu vermeiden (diese



Vorsichtsmaßnahme gilt für alle Versuche, bei denen mit offener Flamme gearbeitet wird!). Nun können wir den gesiebten Sand auf einem Blechdeckel erhitzen – damit vernichten wir die im Sand möglicherweise vorhandenen Krankheitskeime. Zweckmäßig ist es jedoch, diesen Arbeitsgang im Freien oder am Fenster durchzuführen; der entstehende Rauch zieht dann ab.

Die Abflußöffnung eines mittelgroßen Blumentopfes bedecken wir mit einem Stück Fließpapier und füllen ihn halb mit dem abgekühlten und angefeuchteten Sand. Nachdem der Sand glattgestrichen worden ist, ziehen wir mit einem Stab zehn Längs- und zehn Querlinien. In die Schnittpunkte des entstandenen Netzes legen wir Weizenkörner, die 3 Zentimeter hoch mit Sand bedeckt werden. Der Topf wird dann auf einen Teller mit Wasser gestellt. Nach zehn Tagen beginnen wir mit der Beobachtung. Bei Getreide, Hülsenfrüchten und Raps müssen nach 20 Tagen 85 Samen getrieben haben. Dann hat das Saatgut genügend Kraft, auch auf dem Feld die Oberfläche des Bodens zu durchstoßen.





WIR UNTERSUCHEN ACKERBODEN

III

Boden – was ist das?

Als Boden bezeichnet man die oberste Schicht der Erdrinde. Der Boden ist aus festen Bestandteilen sowie aus Wasser und Luft zusammengesetzt und bildet ein Gefüge aus Bodenteilchen mit kleinen und kleinsten Hohlräumen.

Wir beschaffen uns verschiedene Bodenarten, zum Beispiel aus einem Garten, von einem Komposthaufen, von einer Wiese, aus Laub- und Nadelwald, von einem Acker und aus einer Sandgrube. Diese Proben schütten wir getrennt auf alte Zeitungen und lassen



sie mindestens einen Tag lang an der Luft trocknen, nachdem alle größeren Bestandteile (Kieselsteine, Wurzelreste usw.) herausgelesen wurden.

Mit den getrockneten Bodenproben führen wir dann Versuche durch, deren Ergebnisse wir miteinander vergleichen.

1. In einen hohen Standzylinder oder ein schlankes Einkochglas werden 50 Gramm Boden gegeben. Dann füllen wir das Gefäß mit Wasser und verschließen es mit einer Glasplatte oder einem Deckel. Nachdem das Gefäß kräftig geschüttelt wurde, beobachten wir, wie sich unten Sandkörner absetzen, während darüber eine trübe Flüssigkeit stehenbleibt. Über Nacht klärt sie sich.

Wir haben die Bodenprobe abgeschlämmt. Über dem schweren Sand liegt eine Tonschicht und darüber dunkler Humus. In den unterschiedlichen Bodenproben sind diese Bestandteile in verschiedenen Mengen enthalten.



Einteilung einiger Bodenarten nach ihrem Gehalt an abschlämmbaren Teilen

Bodenart- gruppe	Bodenart	Abschlämmbare Teile in Prozent
Sandböden	Sand	bis 10
(leichte	anlehmiger Sand	10 bis 13
Böden)	lehmiger Sand	14 bis 18



Bodenart- gruppe	Bodenart	Abschlammbare Teile in Prozent
Lehmböden (mittlere Böden)	stark sandiger Lehm	19 bis 23
	sandiger Lehm	24 bis 29
	Lehm	30 bis 44
Tonböden (schwere Eöden)	lehmiger Ton	45 bis 60

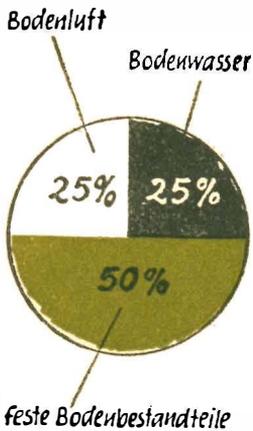
2. Ein Marmeladenglas, das mit fest angedrücktem Boden gefüllt ist, stellen wir in eine mit Wasser gefüllte Schüssel. Dabei muß das Marmeladenglas vom Wasser bedeckt sein. Wir sehen, daß aus dem Boden Luftblasen aufsteigen. Diese Bodenluft war ursprünglich in den feinen Hohlräumen zwischen den Bodenteilchen enthalten. Vom Wasser ist sie verdrängt worden.

3. In eine größere Büchse wird eine kleinere Schale oder Tasse gestellt, die 50 Gramm lufttrockenen Boden enthält. Dann wird etwas Wasser in die Büchse gefüllt und die Büchse auf den Dreifuß gestellt.

Die Bodenprobe erhitzen wir nun etwa 15 Minuten lang in siedendem Wasser. Dann nehmen wir die Schale oder Tasse mit der Bodenprobe heraus und lassen sie erkalten. Wiegen wir erneut, so stellen wir fest, daß die Bodenprobe leichter geworden ist. Der Gewichtsunterschied wird durch das aus dem Boden verdampfte Wasser verursacht.

4. Des entstehenden Gestankes wegen führen wir diesen Versuch bei offenem Fenster oder auf dem Balkon durch: Die soeben auf den Wassergehalt untersuchte Bodenprobe erhitzen wir in einer alten Blechbüchse auf dem Dreifuß, bis sie einige Zeit geglüht hat. Nach dem Erkalten wiegen wir sie wieder. Da jetzt die Humusbestandteile verbrannt sind, gibt der Gewichtsverlust die Humusmenge an. Auch die nun hellere Färbung zeigt, daß der dunkle Humus verbrannte.

5. Um festzustellen, ob im Boden auch wasserlösliche Bestandteile enthalten sind, stellen wir uns einen Bodenauszug her. Dazu füllen wir ein Reagenzglas zu einem Viertel mit einer Bodenprobe und dann ganz mit Wasser. Das Glas wird nun verschlossen und lange und kräftig durchgeschüttelt. Nach kurzer Zeit setzen sich die



Beste Boden-
zusammensetzung

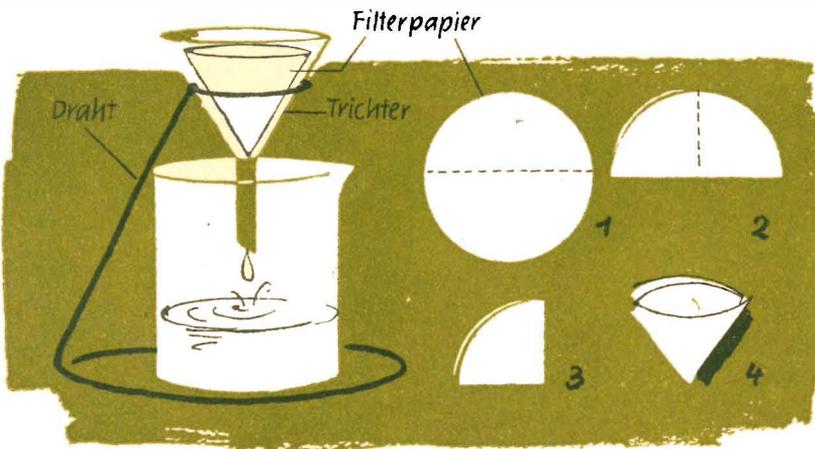
schweren Teilchen ab. Die leichteren Teilchen schweben noch in der Flüssigkeit.

Nun gießen wir die Flüssigkeit, in der noch die leichteren Teilchen schweben, vom Bodensatz ab.

Diese Art der Trennung der Bestandteile eines Gemisches nennt man Dekantieren.

Die abgegossene Flüssigkeit wollen wir nun in ein zweites Reagenzglas filtrieren.

Zum Filtrieren muß ein Filterpapier so gefaltet und zu einer Tasche auseinandergedrückt werden, wie es die Zeichnung zeigt. Dann wird es in einen Trichter eingesetzt, angefeuchtet und an die Trichterwandung gedrückt.



Den Trichter mit dem Filterpapier setzen wir in ein Filtrierstativ, das wir uns selbst bauen. Aus 3 Millimeter starkem Draht wird es angefertigt.

Die beim Filtrieren klar ablaufende Flüssigkeit bezeichnet man als Filtrat, die im Filter zurückgehaltenen festen Stoffe bilden den Rückstand.

Das Filtrat dampfen wir nun vorsichtig ein. Wir erkennen eine dünne Kruste. Sie besteht aus Salzen, die im Boden vorhanden waren.

6. Wir wollen einige dieser Salze untersuchen: Ein abgebranntes Streichholz wird in Natriumchlorid (Kochsalz) getaucht und dann in die Flamme des Brenners gehalten. Sie leuchtet gelb.



Auf diese Weise können wir stets Natriumverbindungen nachweisen. Immer verursachen Natriumsalze die Gelbfärbung einer Flamme.

Wiederholen wir diese Probe mit etwas Boden, dann zeigt uns die Gelbfärbung, daß im Boden Natriumverbindungen enthalten sind.

Ein anderes abgebranntes Streichholz tauchen wir in ein Kaliumsalz, zum Beispiel in Kaliumchlorid oder Kaliumcarbonat (Pottasche). Diesmal leuchtet die Flamme violett.

Die violette Färbung einer Flamme zeigt uns stets das Vorhandensein von Kaliumverbindungen an. Allerdings wird uns der Kaliumnachweis im Boden nur dann gelingen, wenn er eine große Menge von Kaliumverbindungen enthält oder wenn wir ein sogenanntes Kobaltglas zur Beobachtung der Flamme verwenden.

7. Wir füllen einen Eßlöffel voll trockenen Boden in eine alte Tasse und tropfen darauf verdünnte Salzsäure. Enthält der Boden viel Carbonate (Salze der Kohlensäure), dann schäumt die Probe. Hält das Schäumen einige Zeit an, ist der Boden stark kalkhaltig, da das Schäumen vor allem durch Calciumcarbonat (kohlenaurer Kalk) verursacht wird. Boden, der nach Salzsäurezusatz überhaupt nicht schäumt, ist kalkarm.

Calcium läßt sich ebenfalls durch die Flammenprobe nachweisen, die Calciumsalze geben einer Flamme ziegelrote Färbung.



Wie der Boden Wasser faßt

Durch Regen wird dem Boden Wasser zugeführt. Es läuft teils auf der Oberfläche ab, teils wird es vom Boden festgehalten und teils sickert es in tiefere Schichten.

Wir haben sicher schon einmal beobachtet, daß Sandwege nach einem Regenguß wesentlich schneller abtrocknen als Feldwege. Daraus ist zu schließen, daß die verschiedenen Bodenarten Wasser unterschiedlich schnell hindurchlassen.

1. Wir nehmen zwei gleichgroße Glaszylinder, die beiderseits offen sind (beispielsweise Zylinder von Petroleumlampen), und verschließen sie an einer Seite mit einem Stück dünnen Stoff. Den einen Zylinder füllen wir mit Sand oder Kies und den anderen mit Ackerboden, beide stellen wir auf Holzklötzchen (diese auf Suppenteller) und gießen dann gleichzeitig die gleiche Menge Wasser hinein. Mit der Uhr verfolgen wir die Durchlaufzeiten des ablaufenden Wassers.

Ein Meßglas zeigt uns dann auch die durchgelaufene Wassermenge an.

Wasser dringt in Sandböden zwar schnell ein, aber es versickert auch bald. Deshalb leiden Sandböden bei trockenem Wetter unter Wassermangel. In Tonböden dagegen dringt das Wasser nur langsam ein, aber es versickert auch langsam. Solche Böden trocknen nach starkem Regen schlecht ab und lassen sich deshalb im Frühjahr erst spät bearbeiten.

2. Ein dickes Glasrohr (oder ein Glaszylinder) wird mit Leinenlappchen verschlossen und das Ganze gewogen. Dann wiegen wir lufttrockenen Boden ab und füllen ihn in das Glasrohr, das wir mit den Leinenlappchen verschließen. Das Glasrohr wird nun in Wasser getaucht, bis sich die Erde vollgesaugt hat. Nach gründlichem Abtropfen wiegen wir das Glasrohr erneut.

Wenn wir nun das Gewicht des leeren Glasrohrs mit den Leinenlappchen und das Gewicht des eingefüllten lufttrockenen Bodens vom Gewicht des mit feuchter Erde gefüllten, abgetropften Glasrohrs abziehen, dann erhalten wir das Gewicht des vom Boden festgehaltenen Wassers.

Das Wasserfangungsvermögen (Wasserkapazität) für eine Bodenprobe errechnet sich schließlich wie folgt:

$$\frac{100 \cdot \text{Wassergewicht}}{\text{Bodengewicht}} = \text{Wasserfangungsvermögen in Prozent}$$

Unter Wasserfangungsvermögen verstehen wir zwei verschiedene Dinge: die Wasserdurchlässigkeit des Bodens, also seine Fähigkeit, Wasser mehr oder minder schnell eindringen zu lassen; außerdem aber ist das Wasserfangungsvermögen – und hier sprechen wir von der Wasserkapazität – auch das Maß für das Festhaltevermögen eines Bodens für Wasser. Die Menge des vom Boden festgehaltenen Wassers ist also unterschiedlich. Das Wasserfangungsvermögen der einzelnen Böden wird in Prozenten zum Gewicht der Böden im Trockenzustand ausgedrückt:

Bodenart	Wasserfangungsvermögen	Bodenart	Wasserfangungsvermögen
Sandboden	19 Prozent	humusreicher Sand	53 Prozent
lehmiger Sand	22 Prozent	Ton	81 Prozent
sandiger Lehm	28 Prozent	Moorboden	126 Prozent



3. Wir nehmen trockenen Sand, füllen mit einem Meßglas 100 Milliliter ab und schütten ihn auf ein Blatt Papier. Dann messen wir 100 Milliliter Wasser ab und schütten den Sand langsam in das Wasser im Meßglas zurück. Obwohl sich Körper gegenseitig verdrängen, steigt das Wasser nicht, wie erwartet, auf 200 Milliliter. Das Wasser füllt ja auch die Räume zwischen den einzelnen Sandkörnern aus!

4. Wir wiederholen den Versuch mit Kies.

Das Wasserfassungsvermögen des Bodens ist vom Humusgehalt und von der Lagerung der Bodenteilchen (Bodenstruktur) abhängig. Sand ist wasserdurchlässiger als Ackerboden und Kies wasserdurchlässiger als Sand.

Ein Teil des vom Boden festgehaltenen Wassers wird von der Bodensubstanz selbst festgehalten, ein anderer Teil befindet sich in den kleinen Hohlräumen (Kapillaren) des Bodens. Von den Pflanzen wird hauptsächlich das in den Bodenkapillaren befindliche Wasser aufgenommen.

Haben Wurzeln Haare?

1. In einen Topf mit lockerer Erde wird Senfsamen ausgesät. Nachdem sich die Keimblätter ausgebreitet haben, heben wir einige Pflänzchen mit einem Holzstäbchen vorsichtig heraus. Die Wurzeln dürfen dabei nicht abreißen!

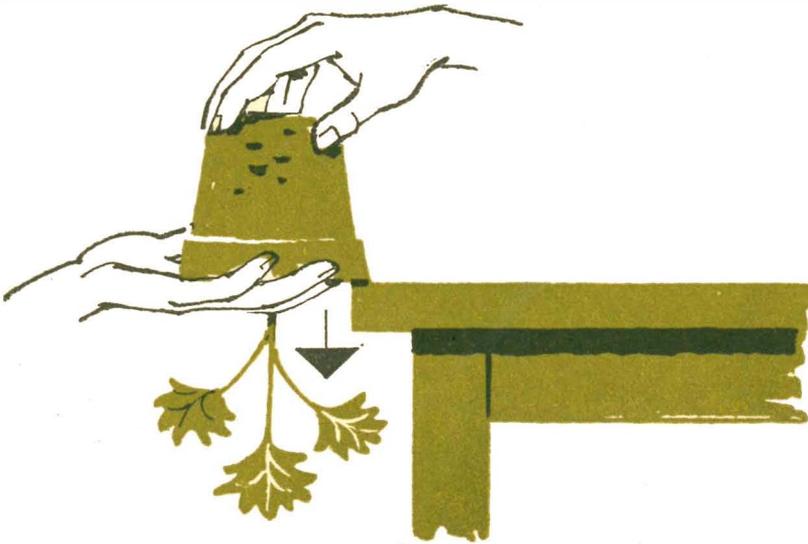
Die Pflänzchen legen wir dann auf eine Glasplatte. Dabei fällt uns auf, daß die Erde an einigen Stellen der Wurzeln fest haftet. Sie läßt sich auch kaum mit Wasser abspülen.

Woran liegt das?

2. Zur Lösung dieses Rätsels säen wir Senfsamen in unserem Keimapparat auf feuchtes blaues oder rotes Löschpapier aus. Sehr bald erscheinen die weißen Wurzeln. Bereits am dritten Tag aber erkennen wir an den Wurzelspitzen einen feinen weißen Belag. Ist das Schimmel? Eine Untersuchung mit der Lupe ergibt, daß die Wurzelspitzen mit vielen feinen Härchen besetzt sind. Also halten diese Härchen die Erdteilchen fest!

Mit den Wurzelhaaren nehmen die Pflanzen das Wasser und die darin gelösten Nährstoffe auf.

Eine Winterroggenpflanze besitzt etwa 15 Milliarden Wurzelhaare, die eine Gesamtlänge von etwa 10 000 Kilometern und eine Oberfläche von etwa 400 Quadratmeterⁿ aufweisen.

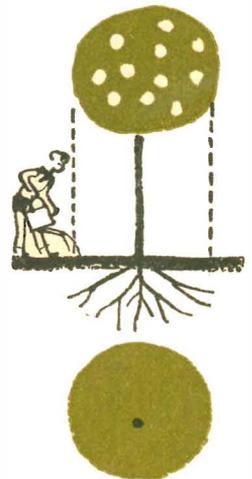


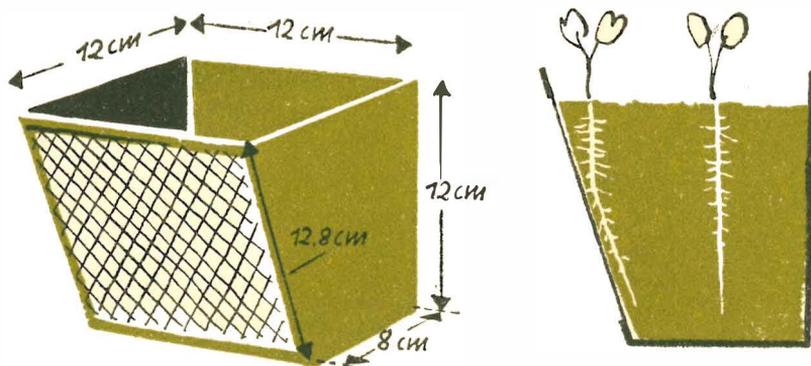
3. Haben auch ausgewachsene Pflanzen Wurzelhaare? Das läßt sich leicht feststellen. Wir brauchen nur eine Zimmerpflanze zu untersuchen.

Zunächst müssen wir die Pflanze austopfen. Das machen wir so: Wir stellen den Topf umgekehrt auf die linke flache Hand, so daß der Sproß der Pflanze zwischen Zeigefinger und Mittelfinger zu liegen kommt. Dann klopfen wir mit dem rechten Handteller kräftig auf den Topfboden. Wahrscheinlich können wir nun den Topf abnehmen, sitzt er jedoch zu fest, schlagen wir den Topfrand in der gleichen Haltung auf eine Holzkannte auf. Jetzt läßt er sich leicht lösen.

Bei vielen Topfpflanzen, die vorher feucht gestanden haben, können wir nun außen am Erdballen gut die Wurzelspitzen mit den Wurzelhaaren erkennen. Sie hatten sich der feuchten und porösen Topfwand angeschmiegt.

Die wasseraufnehmende Wurzelhaarzone befindet sich immer an den Wurzelspitzen. Deshalb werden Bäume nicht am Stamm, sondern unter der Kronentraufe gegossen. Da die Wurzelspitzen mit den feinen Wurzelhaaren sehr schnell vertrocknen, dürfen wir Pflanzen, die wir in den Garten umsetzen wollen, nicht lange an der trockenen Luft liegen lassen. Wir müssen die Pflanzenwurzeln in feuchte Erde einschlagen, falls das Umpflanzen nicht sofort vorgenommen wird.





Die Pflanzen brauchen Wasser

Wasser ist für die Pflanzen sehr wichtig. Wir haben das bereits bei der Keimung gesehen. Wie wichtig es auch für die wachsenden Pflanzen ist, zeigt uns der folgende Versuch:

Bekanntlich wachsen die Hauptwurzeln der Pflanzen senkrecht in die Tiefe. Wir wollen das Wachstum der Wurzeln beeinflussen:

Zunächst bauen wir uns einen Wurzelkasten aus Holz. Die vordere Wand wird mit einem weitmaschigen Stoff bespannt. Dabei richten wir uns nach den Maßen der Zeichnung.

In den Kasten füllen wir Erde oder feuchte Sägespäne und säen schnell aufgehende Samen (Senf, Kohl) hinein. Das Pflanzsubstrat muß gut feuchtgehalten werden.

Sobald die Wurzeln die Stoffbespannung erreicht haben, wachsen sie nicht weiter in die trockene Luft hinein, sondern schräg am feuchten Stoff entlang. Graben wir die Pflanzen nach beendetem Versuch vorsichtig aus, so ist leicht zu erkennen, daß die Hauptwurzeln bis zur Bespannung senkrecht in die Tiefe wuchsen, sich dann aber aus dieser Richtung ablenken ließen. Wasser ist für die Pflanzen also so wichtig, daß das Wachstum der Wurzeln davon stark beeinflusst wird.

Wie gelangt das Wasser an die Wurzeln?

Wenn wir ein tiefes Loch in das Erdreich graben würden – wie tief gegraben werden müßte, hinge von der Zusammensetzung der Bodenschichten ab – könnten wir beobachten, daß sich in einer be-

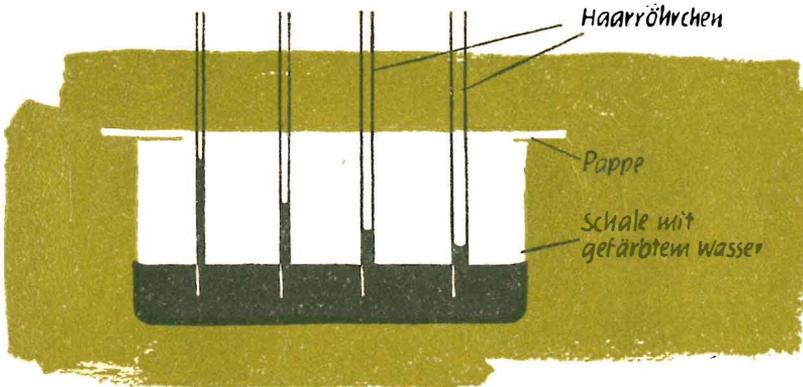
stimmten Tiefe auf dem Grunde des Erdloches Wasser sammelt, das von allen Seiten eindringt und eine bestimmte Höhe erreicht. Es ist das sogenannte Grundwasser, das sich auf undurchlässigen Bodenschichten in größerer Tiefe gesammelt hat und einen wichtigen Wasserspeicher der Natur darstellt.

Wie gelangt dieses tiefgelegene Wasser an die Pflanzenwurzeln? Wir führen mehrere Versuche durch:

1. Zunächst müssen dünne Glasröhren zu feinsten, sogenannten Haarröhrchen ausgezogen werden. Durch langsames Drehen in einer Gasflamme erweicht das Röhrchen. Dann nehmen wir es aus der Flamme und ziehen es, senkrecht gehalten, nach oben und unten auseinander. Das entstandene Haarröhrchen wird abgebrochen.

Auf diese Weise fertigen wir uns eine Anzahl solcher Röhrchen von verschiedener Stärke an.

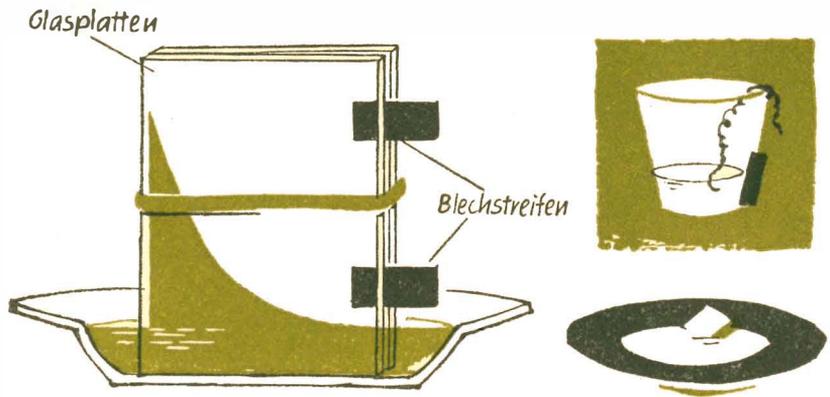
Einige Röhrchen werden nun durch eine Pappe gesteckt und die Pappe mit den Röhrchen in ein Glas mit gefärbtem Wasser gestellt. Nach kurzer Zeit wird der Wasserspiegel in den Röhrchen höher liegen als in dem Glas.



Das Ansteigen des Wassers erfolgt, weil zwischen den Glasteilchen und den Flüssigkeitsteilchen bestimmte Kräfte wirken.

Diese Erscheinung ist in feinen Röhrchen besonders deutlich zu bemerken. Man nennt sie Haarröhrchenwirkung (Kapillarität).

Beobachten wir den Wasserstand zweier verschieden starker Kapillarröhrchen, so ist der Wasserstand in der Röhre mit geringerer Weite höher.



2. Zwei Glasscheiben werden mit Seifenwasser gut gereinigt und danach getrocknet. Dann legen wir sie aufeinander, halten sie durch ein Gummiband zusammen und schieben schließlich auf einer Seite zwei 1 Millimeter starke Blech- oder Kunststoffstreifen dazwischen.

Zwischen den Platten entsteht so ein Luftraum. Die ganze Versuchsanordnung wird nun senkrecht in einen mit gefärbtem Wasser gefüllten Suppenteller gestellt. Wir sehen, daß das Wasser zwischen den Platten emporsteigt. An der engeren Seite steht es höher als an der weiteren.

3. Die Erscheinung der Kapillarität ist auch in folgenden Versuchen zu beobachten:

Wir legen ein Stück Würfelzucker auf eine feuchte Untertasse. Was geschieht?

Einen Wollfaden legen wir so über den Rand eines Wasserglases, daß sein Ende in das mit etwas Wasser gefüllte Glas taucht. Was ist zu beobachten?

Der Grundwasserspiegel ist nicht an allen Stellen des Bodens gleich hoch. Nur selten erreicht er die Wurzeln der Pflanzen. Über die feinen Poren des Bodens gelangt das Wasser jedoch infolge der beobachteten Haarröhrchenwirkung an die Pflanzenwurzeln.

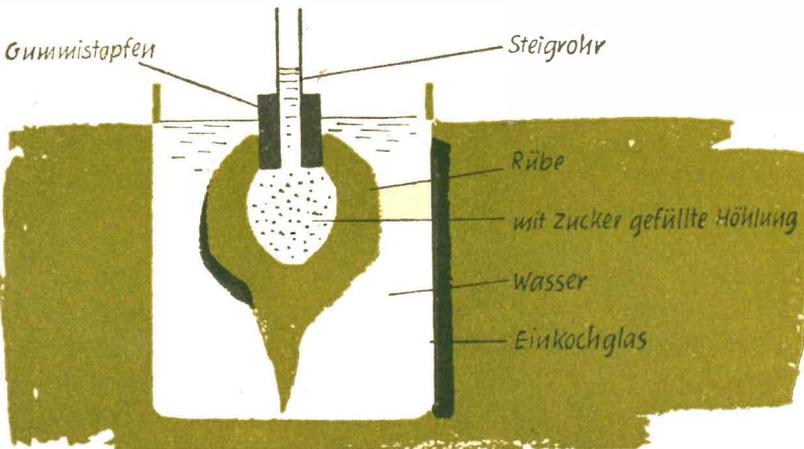
In Sandböden sind die kapillaren Kräfte gering. Die Steighöhe beträgt dort je nach Art des Bodens etwa 50 Zentimeter. In Humusböden dagegen kann die Kapillarwirkung bis in 150 Zentimeter Tiefe reichen, da die Zwischenräume im Boden hier wesentlich feiner sind.

Wie das Wasser in die Pflanze gelangt

Eine frische Rübe wird so ausgehöhlt, daß ein festsitzender Stopfen, durch den ein Glasrohr führt, auf die Öffnung der Höhlung paßt. Nachdem die Höhlung mit Zucker gefüllt wurde, gießen wir bis an den Rand Wasser darauf. Beim Verschließen der Höhlung mit dem Stopfen darf keine Luft darin verbleiben. Dann stellen wir die Rübe in ein Einkochglas, das bis zur Höhe des Stopfens mit Wasser gefüllt ist.

Bald steigt die Flüssigkeit im Glasrohr an. Es ist also Wasser in die Rübe oder Möhre eingedrungen und in ihr emporgestiegen.

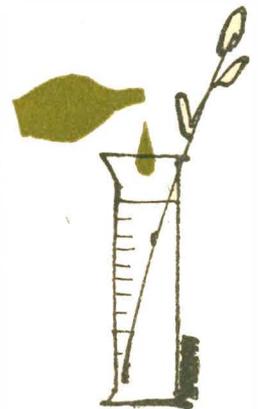
In ähnlicher Weise gelangt das Bodenwasser in die Pflanze.

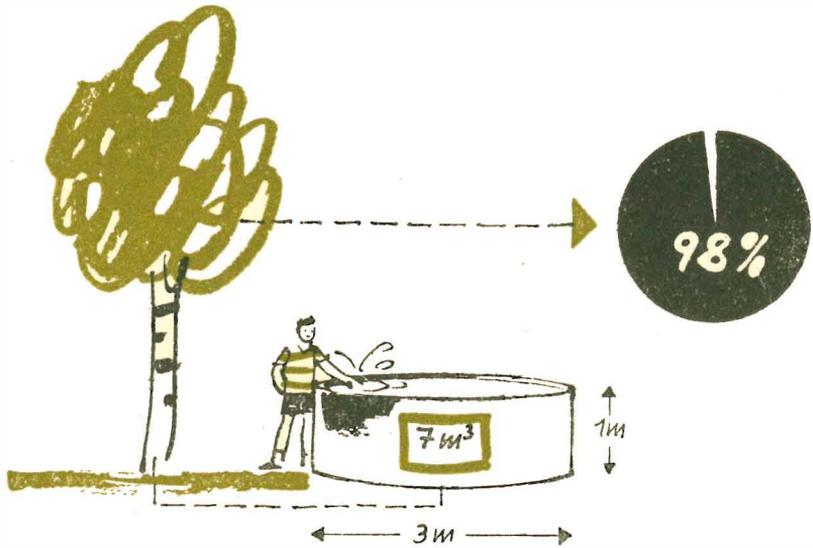


Wieviel Wasser verbraucht ein Weidenzweig?

Schnittblumen oder Zweige, die in einer Vase stehen, verbrauchen täglich eine bestimmte Menge Wasser. Welche Wassermenge mag ein Weidenzweig an einem Tage aufnehmen? Probieren wir es aus! Wir besorgen uns einen Weidenzweig und stellen ihn in eine genau abgemessene Menge Wasser, am besten in ein Meßglas. Damit keine Flüssigkeit verdunstet, gießen wir auf die Wasseroberfläche etwas Öl.

Wir beobachten den täglichen Verbrauch der Pflanze und berechnen den Wasserverbrauch für eine Woche und einen Monat!





Eine Birke braucht während des Sommerhalbjahres etwa 7000 bis 8000 Liter Wasser, also 7 bis 8 Kubikmeter. Da der größte Teil des Wassers (etwa 98 Prozent) über die Blätter durch Verdunstung (Transpiration) wieder abgegeben wird, geben die Pflanzen, zum Beispiel ein Laubbaum mittlerer Größe durch seine oft mehr als 100 000 Blätter, fast das ganze mit den Wurzeln aufgenommene Wasser wieder ab. Ein 1 Hektar großer Buchenwald transpiriert täglich etwa 30 000 Liter Wasser!

Viele Pflanzen sind gegen übermäßige Transpiration geschützt, indem ihre Blätter feine Härchen oder Wachsschichten aufweisen. Ein seltsames Verhalten zeigt der Stachelnadelbaum, der sich während der Mittagsstunden dadurch vor zu starker Transpiration schützt, daß er seine Blätter senkrecht stellt und in die Nord-Süd-Richtung dreht. Im Volksmund wird er deshalb auch „Kompaßpflanze“ genannt.

Die Wasserleitung in der Pflanze

In den Stengeln der Pflanzen und in den Stämmen der Bäume gibt es regelrechte Leitungsbahnen, in denen das Wasser von den Wurzeln bis zu den Blättern transportiert wird.

Mit Hilfe von Wasser, das wir mit roter Tinte gefärbt haben, und einem etwa 6 Zentimeter langen, frisch abgeschnittenen, 1 bis 2 Zen-

timeter dicken Linden- oder Weidenzweig können wir den Weg des Wassers sichtbar machen. Die Rinde darf aber nicht verletzt worden sein!

Nachdem wir das Zweigstück einen Tag lang in ungefärbtes Wasser gelegt haben, halten wir das untere Ende des Zweigstückes in das rot gefärbte Wasser und saugen etwa zwei Minuten lang am oberen Teil. Danach schneiden wir den Zweig der Länge nach auf.

Das rote Wasser hat uns die Leitungsbahnen angezeigt. Wenn wir den Zweig quer durchschneiden, so sehen wir, daß das Holz nahe der Rinde ringförmig gefärbt ist. Die Leitungsbahnen befinden sich also im jungen Teil des Holzes. Deshalb können auch hohle Bäume noch Saft führen und lebensfähig sein.

Die Wasserführung in Bäumen geht erstaunlich schnell vor sich. So steigt das Wasser in einer Linde oder Pappel in der Stunde um mehrere Meter. Bei Nadelbäumen geht der Wassertransport langsamer vor sich. Er erreicht die Geschwindigkeit von etwa 1 Meter in der Stunde. Nadelbäume sind sparsamer im Wasserverbrauch als Laubbäume.

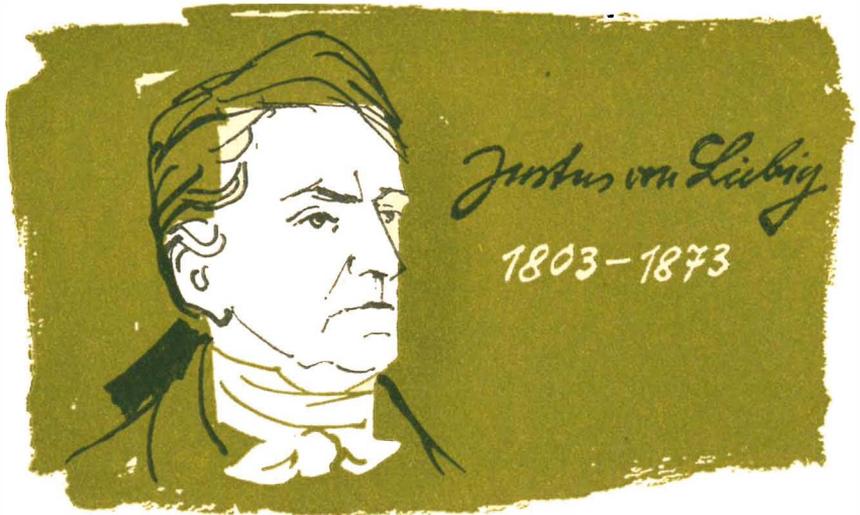
„Salzige“ Pflanzenasche

Ein berühmter deutscher Chemiker, Justus von Liebig (1803–1873), erkannte, daß die Pflanzen für ihr Wachstum nicht nur die Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff brauchen, sondern auch Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Magnesium, Kalium, Calcium und Eisen.

In unzähligen Untersuchungen hatte Liebig das Vorhandensein dieser Nährstoffe in der Pflanzensubstanz nachgewiesen. Wir können ähnliche Untersuchungen anstellen, indem wir getrocknetes Kartoffelkraut auf einer Blechplatte, die wir auf den Dreifuß legen, so lange erhitzen, bis nur noch Asche übrig ist. Dann versuchen wir den Nachweis für das Vorhandensein von Kalium und Calcium in der Asche mit Hilfe der Flammenprobe zu erbringen. Auch in Zigarettenasche läßt sich Kalium gut nachweisen.

Justus von Liebig, der schon als Junge ein begeisterter chemischer Experimentator war, leitete durch eine geniale Schlußfolgerung eine Revolution in der Landwirtschaft ein. Wenn nämlich die Pflanzen, so behauptete er, dem Boden zum Leben notwendige Nähr-





stoffe entnehmen, so muß sich der Vorrat daran einmal erschöpfen. Mit jeder Ernte würde dem Acker eine bestimmte Menge von Mineralstoffen entzogen, die der Mensch dem Boden wiedergeben müsse, sonst werde der Acker früher oder später unfruchtbar. Mit dem Stalldünger könne man dem Boden nur einen kleinen Teil der Nährstoffe zurückgeben.

Für jeden Bauer verständlich, schrieb Liebig in seinem Buch „Agrikulturchemie“: „Als Prinzip des Ackerbaus muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maße wiedererhalten muß, was ihm genommen wird“; und er empfahl den Bauern eine Bodendüngung mit Mineralsalzen. Es werde eine Zeit kommen, da man den Acker und jede Pflanze mit dem ihnen speziell zustehenden, in chemischen Fabriken hergestellten Dünger versehen werde, meinte Liebig – und er behielt recht.

Der „künstliche“ Dünger spielt heute in der Landwirtschaft eine große Rolle.

Da die Pflanzen dem Boden Nährsalze entziehen, müssen sie ihm wieder zugeführt werden. Das geschieht durch die Düngung, also durch die Zufuhr von Stoffen, die das Pflanzenwachstum sowie die Menge des Ernteertrages und seine Güte günstig beeinflussen. Wir unterscheiden zwischen zwei Arten von Düngern, nämlich Handelsdüngern (anorganische Dünger) und Wirtschaftsdüngern (organische Dünger).

Düngemittel

Wirtschaftsdünger (organische Dünger)	Handelsdünger (anorganische Dünger)
Stallmist, Jauche u. a.	Kalk-, Phosphat-, Kali-, Stickstoff- und Magnesiumdüngemittel

Nährstoffgehalt

Düngemittel	Wichtigste Nährstoffe
Wirtschaftsdünger:	
Stallmist	Calcium, Phosphor, Kalium, Magnesium, Stickstoff
Jauche	besonders Stickstoff, Kalium
Handelsdünger:	
Kalkdüngemittel	Calcium
Phosphatdüngemittel	Phosphor
Kalidüngemittel	Kalium
Stickstoffdüngemittel	Stickstoff
Magnesiumdüngemittel	Magnesium

Explodierende Pilze

Unsere Untersuchung gilt der richtigen Lagerung des Stallmistes. Bei unsachgemäßer Mistlagerung werden viele in ihm enthaltene Nährsalze unwirksam. Ein Teil wird vom Regen ausgewaschen, manche Stoffe verflüchtigen sich in der Luft. Das können wir riechen, wenn wir frühmorgens die Tür eines Pferdestalles öffnen (ein starker Ammoniakgeruch strömt dir entgegen).





Wir wollen untersuchen, wie sich diese Nährstoffverluste vermeiden lassen.

In ein Einkochglas legen wir einen Bogen feuchtes Fließpapier und darauf einen frischen, unbeschädigten Ballen Pferdemist (Pferdeapfel). Das Gefäß wird mit einer Glasscheibe zugedeckt und an einem hellen, aber nicht sonnigen Ort aufgestellt. Wenn wir die Scheibe mit einem untergelegten Streichholz lüften, brauchen wir nur dafür zu sorgen, daß der Mist nicht austrocknet.

Bereits nach etwa drei Tagen entdecken wir, daß der Mist von vielen kleinen, glitzernden Stoppeln übersät ist. Auf diesen entwickeln sich ovale, schwarze Sporenbehälter. Das ist der Schimmelpilz „Pillenwerfer“.

Ein seltsamer Name? Wir verstehen schon in den nächsten Tagen, warum der Pilz diesen eigenartigen Namen trägt. Überall an der Glaswand sitzen in Richtung des Lichteinfalls kleine, schwarze Punkte. Das sind die Sporenbehälter, die der Pilz explosionsartig abgeschleudert hat.

Stellen wir das Einkochglas in eine Schachtel, in die wir ein Loch geschnitten haben, durch das Licht einfallen kann, schleudert der Pilz seine Sporenkapseln genau dorthin.

Doch wir haben an unserem Pillenwerfer nicht lange Freude. Bald macht er anderen Pilzen Platz. Zunächst wird der Pferdemist von einem Geflecht weißer Schimmelfäden überzogen, und wenn wir genügend Geduld haben, zeigen sich auch die Pilzhüte der Ständerpilze, die uns von den „Schwämmen“ des Waldes her bekannt sind.

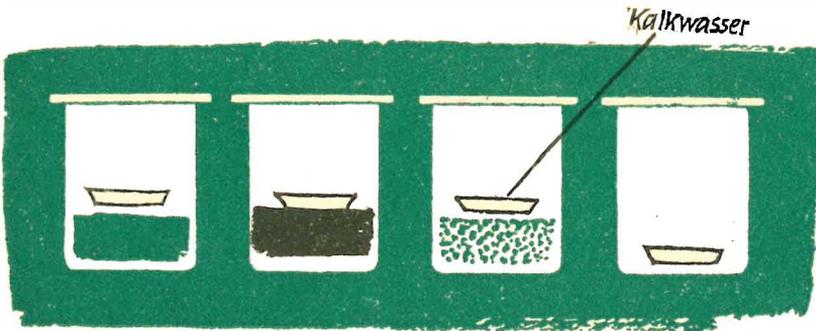
Nun können wir das Einkochglas wieder öffnen. Der Mist stinkt nicht mehr! Es verflüchtigen sich jetzt also keine Stoffe mehr in die Luft. Alle Nährsalze werden von dem Geflecht der Pilzfäden festgehalten. Es zerfällt später im Boden. Dann werden die Nährsalze für die Pflanzen wieder frei.

Dieser Versuch zeigt uns, daß Mist nicht einfach auf einem ungepflegten Misthaufen verrotten darf. Erst wenn er richtig behandelt wird, bleiben in ihm alle Nährstoffe erhalten. In der Landwirtschaft gibt es dazu verschiedene Verfahren. Wir fragen die Genossenschaftsbauern danach.

Kann der Boden atmen?

Zunächst scheint uns diese Frage etwas seltsam. Doch wir wollen sie gerade deshalb klären. Für diesen Versuch stellen wir uns Kalkwasser her. In einem Reagenzglas wird etwas Branntkalk mit Wasser befeuchtet; so entsteht gelöschter Kalk. Gießen wir dann Wasser hinzu, so wird Kalkbrei und schließlich Kalkmilch daraus. Diese filtrieren wir, und nun entsteht klares Kalkwasser.

Dann stellen wir verschiedene Einkochgläser mit Bodenproben (sowohl möglichst hellen als auch dunklen Humusboden aus der Gärtnerei) an einen warmen Ort im Zimmer. Ein flaches Schälchen mit Kalkwasser wird in jedes Glas gesetzt, und alle Gläser werden mit Glasplatten unter Verwendung von Vaseline dicht abgeschlossen. Daneben stellen wir ein leeres Kontrollglas, das ein Schälchen mit Kalkwasser enthält. Was beobachten wir am nächsten Tag?



Das Kalkwasser, das sich in den Schälchen auf den Bodenproben befindet, hat sich getrübt. Im leeren Kontrollglas dagegen ist es klar geblieben. Da Kalkwasser durch Kohlendioxid getrübt wird, müssen die Bodenproben Kohlendioxid abgegeben haben.

Der Boden scheint ähnlich wie ein Mensch oder ein Tier zu atmen! Im Boden sind viele winzig kleine Lebewesen enthalten, hauptsächlich Bakterien und Pilze. Sie wirken bei der Humusbildung mit und scheiden daher Kohlendioxid ab. Vor allem verändern sie die im Boden vorhandenen Nährstoffe so, daß diese von den Pflanzen aufgenommen werden können.

Unser Versuch zeigt, daß das Kalkwasser aus dem Glas mit dem dunklen Humusboden am meisten getrübt wird. Der Humus enthält also die meisten Mikroorganismen (Bakterien und Pilze), dadurch ist hier die „Bodenatmung“ am größten.

Auf Regenwurmjagd

Wir sammeln Regenwürmer, die wir beim Umgraben an die Oberfläche bringen, in einer Petrischale. Dann lassen wir einmal einen Regenwurm über ein Papierblatt kriechen. Dabei beobachten wir, wie sich der Körper des Regenwurms abschnittsweise verdickt und dann wieder dünner wird. Außerdem hören wir deutlich ein feines Geräusch, das durch das Einstemmen der Borsten, die sich an jedem Körperabschnitt befinden, hervorgerufen wird.

Um nun aber die Tätigkeit der Regenwürmer zu beobachten, füllen wir ein hohes Einkochglas mit lockerer Gartenerde. Nachdem wir zwei Würmer in das Glas gesetzt haben, bedecken wir die Oberfläche der Erde mit einer Schicht von dürrer Laub, das wir von Zeit zu Zeit anfeuchten. Das Gefäß muß mit Papier umhüllt und locker mit einer Glasscheibe bedeckt werden. Täglich beobachten wir die Tätigkeit der Würmer über der Erde und in ihr.

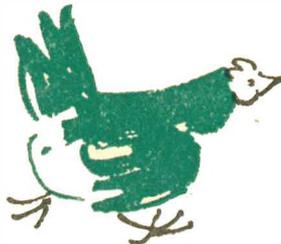
Die Regenwürmer bohren sich durch den humusreichen Boden. In die gegrabenen Röhren ziehen sie Blätter und verwesende Pflanzenteile, die sie zusammen mit Erde aufnehmen.

Von der vom Regenwurm wieder ausgeschiedenen Erde legen wir fünf Häufchen in eine Petrischale. Daneben kommen fünf Häufchen von gewöhnlichem Humusboden.

Mit einer Pipette geben wir vorsichtig Wasser hinzu, so daß die Häufchen zu zwei Dritteln ihrer Höhe im Wasser liegen. Nach zehn Minuten wird untersucht, ob sich die Häufchen im Wasser verändert haben.

Wir werden sehen, daß sich der Kot des Regenwurmes als besonders stabil erweist; die Wurmkotkrümel sind auch gegenüber Niederschlägen sehr beständig. Der Regenwurm lockert den Boden, vermischt die von ihm aufgenommenen Pflanzenreste gut mit den Bodenteilchen und trägt so zur Humusbildung bei.

Enthält der Boden viel Humus, so sind auch viele Regenwürmer darin. Viele Regenwürmer erzeugen viele Wurmkotkrümel, und in Boden mit vielen beständigen Bodenkrümeln wachsen die Pflanzen besonders gut.





WIR EXPERIMENTIEREN MIT PFLANZEN

IV

Für jede Pflanze eine besondere Erde

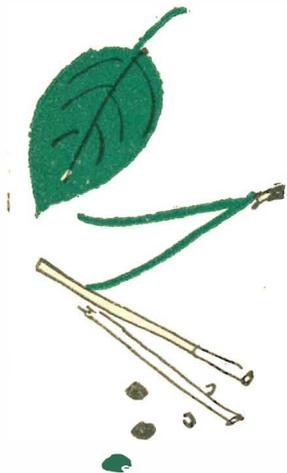
Wenn es möglich ist, sollten wir vor Beginn unserer Pflanzenexperimente eine Gärtnerische Produktionsgenossenschaft aufsuchen, um uns dort die verschiedenen gärtnerischen Erden zeigen zu lassen. Sie liegen, zu großen Mieten aufgeschichtet, an einem schattigen Ort. Pilze und Bakterien haben die ursprünglichen Abfälle, Laub oder Mist, bereits zersetzt. Nun ist Erde daraus geworden.

Zunächst scheint die Erde auf allen Mieten gleich auszusehen. Aber treten wir näher heran und lassen die verschiedenen Erden einmal durch die Hand gleiten, fallen uns doch Unterschiede auf; meist befinden sich auch noch einige, von Pilzen und Bakterien nur schlecht zersetzte Bestandteile in der Erde, an denen wir ihre Herkunft erkennen können.

Wir untersuchen Erde, die aus zersetztem Kompost entstanden ist: die Komposterde. In einer anderen Erdart entdecken wir Reste von den Blättern der Bäume. Das ist Lauberde. In der Mistbeeterde erkennen wir noch die Reste des verrotteten Strohs. Durch braune Färbung fallen uns die Nadelerde und der Torf auf. Und sogar Sand ist auf dem Erdlagerplatz zu finden. Er wird schweren Erden oft beigemischt, um sie locker und damit wasser- und luftdurchlässig zu machen.

Selten werden die gärtnerischen Erden ungemischt verwendet. Der Gärtner hat für solche Mischungen besondere Rezepte.

Auch wir benötigen für unsere Versuche gute Pflanzenerde. Des-



halb bitten wir in der Gärtnerischen Produktionsgenossenschaft darum, uns einen Eimer voll Komposterde zu überlassen.

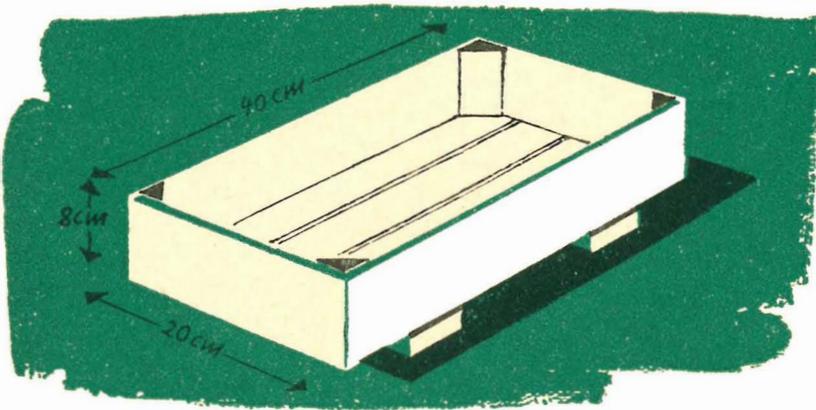
Bei unserem Besuch könnten wir uns auch gleich die Blumentöpfe im Topfschuppen zeigen lassen. Wir würden dann sehen, daß die Töpfe verschieden groß sind, denn für die einzelnen Pflanzenarten verwendet man verschieden große Töpfe, je nach Größe und Entwicklung der in ihnen stehenden Pflanzen. Alle Blumentöpfe sind mit einem Loch im Boden versehen, damit das überschüssige Wasser ablaufen kann.

Wir bauen Aussaatkästen

Die Gärtner benutzen für die Aussaat keine Blumentöpfe, sondern hölzerne Aussaatkästen. Die vielen Blumentöpfe mit den kleinen Pflänzchen würden im Gewächshaus zuviel Platz wegnehmen.

Aussaatkästen wollen wir uns selbst bauen.

Als Material dient uns Kistenholz, die Größe der Kästen bemessen wir so, daß sie auf dem Fensterbrett Platz haben. Dabei dürfen wir nicht vergessen, die Ecken mit Klötzchen zu verstärken!



Schließlich können wir die Aussaatkästen mit Erde füllen. Als Arbeitsplatz dient uns ein alter Tisch im Keller oder auf dem Balkon. Hier schütten wir zunächst den Eimer mit Kompost aus. Dazu geben wir etwa einen Spatenstich Sand, der über den gesamten Haufen gestreut wird. Anschließend schaufeln wir das Ganze mehrere Male um, bis die Aussaaterde gut gemischt ist.



Einen Teil der Erde, die feucht, aber nicht naß sein soll, füllen wir nun in die Aussaatkästen. Danach stoßen wir die Kästen kurz auf, damit sich die Erde gut setzt. Besonders müssen die Ränder überprüft und, wenn sie zu locker liegen, leicht angedrückt werden! Mit einem Abstreichbrett streichen wir schließlich die Erde glatt, so daß sie in den Kästen bis 2 Zentimeter unter den Rand reicht.

Wir lernen säen

Die Jungpflanzenanzucht läßt sich am besten im zeitigen Frühjahr durchführen, da die Pflanzen dann zur richtigen Zeit in den Garten gebracht werden können. Folgende Pflanzen eignen sich für eine Vorkultur am Stubenfenster:

Pflanzenart	Aussaatzeit ab	Pflanzzeit ab
<i>Gemüse</i>		
Blumenkohl, Weißkohl	Februar	Mitte April
Rotkohl, Wirsingkohl	Februar	Mitte April
Porree	Februar (kann kühl stehen)	Mai
Tomaten	Februar	Mitte Mai
Kohlrabi	März	Ende April
Knollensellerie	Mitte März	Mitte Mai
Kopfsalat	März	April
Gurken	April	Mitte Mai



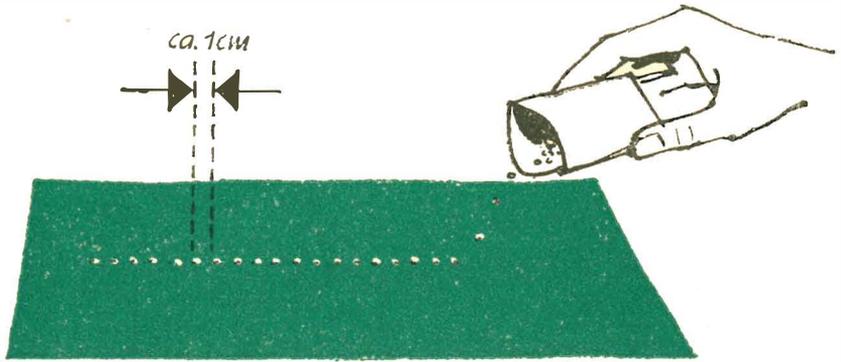
Pflanzenart	Aussaatzeit ab	Pflanzzeit ab
<i>Zierpflanzen</i>		
Löwenmaul	Februar (kleine Samen)	April
Petunien	Februar (können kühl stehen)	Mai
Sommerastern	März	Mai
Kosmeen	März (können kühl stehen)	Mai
Tagetes	April (kann kühl stehen)	Ende Mai
Kapuzinerkresse	Ende März	Ende Mai
Zinnien	April	Ende Mai

Vor der Aussaat betrachten wir die Samen. Sie sehen recht verschieden aus. Wir stellen fest: Jede Pflanzenart hat ihre eigene Samenform.

Um kein wertvolles Saatgut zu vergeuden, wollen wir die Aussaat zunächst mit einem Tütchen Sand üben. Wir kniffen es an der Breitseite ein und säen den Sand durch die so entstandene Rinne mit gleichmäßig schüttelnden Handbewegungen auf ein dunkles Tuch. Die Sandkörner sollen ziemlich gleichmäßig liegen, in einem Abstand von etwa 1 Zentimeter.

Nachdem wir genügend geübt haben, grenzen wir uns auf einem Aussaatkasten mit einem quergelegten Stäbchen eine Fläche ab. Darauf säen wir Gemüsesamen aus, der mit einem Brettchen leicht angeedrückt wird. Über die Aussaat sieben wir eine feine Schicht



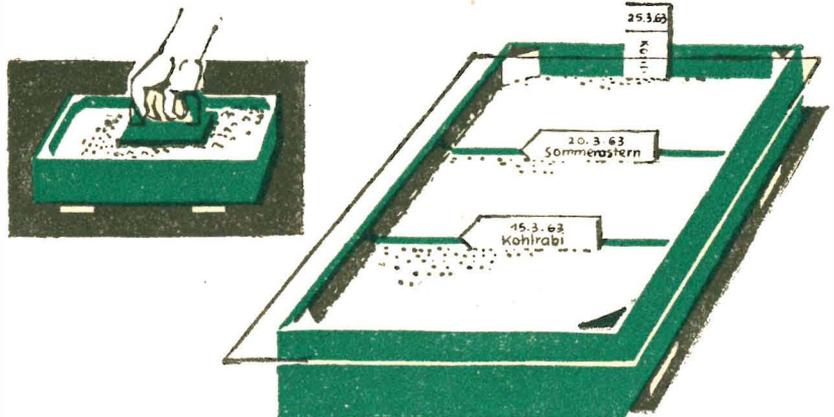


Erde und gießen dann das Ganze mit einer Blumenspritze an. In den verbliebenen leeren Abschnitt des Kastens säen wir eine andere Gemüseart aus.

Die Aussaatkästen müssen auch mit Stecketiketten versehen werden, auf denen Pflanzennamen und Aussaattermine zu lesen sind. Eine übergelegte Glasscheibe verhindert das schnelle Austrocknen der Bodenoberfläche in der trockenen Stubenluft. Nun kann der Aussaatkasten auf das Fensterbrett gestellt werden, denn wir haben ja kein Gewächshaus.

Die Aussaat muß mit Hilfe der Blumenspritze ständig feucht gehalten werden. Täglich heben wir die übergelegte Scheibe ab, um sie abzuwischen (Tropfenfall!).

Etwa nach einer Woche gehen dann die Samen auf. Zunächst schützen wir die Pflänzchen vor zu starker Sonne, indem wir mittags etwas Zeitungspapier überlegen. Außerdem wird die Glasscheibe



mit Hilfe von untergelegten Holzklötzchen gelüftet. Schließlich kann sie ganz abgenommen werden.

Die Feldpflanzen werden von den Genossenschaftsbauern sofort in Freiland ausgesät. Dabei ist vieles zu beachten; einiges sagt uns die folgende Tabelle:

Aussaattermine wichtiger Kulturpflanzen

Kulturpflanzen	Termin	Aussaatmengen kg/ha	Aussaat-tiefe cm	Drillbreite cm
Winterroggen	Mitte bis Ende September	100 bis 150	1,5 bis 2	12 bis 20
Winterweizen	Anfang bis Ende Oktober	160 bis 170	2 bis 4	18 bis 20
Sommerweizen	März	200 bis 240	2 bis 4	18 bis 20
Wintergerste	Mitte bis Ende September	130 bis 150	2 bis 3	16 bis 22
Sommergerste	nach Haferaussaat	120 bis 160	2 bis 4	10 bis 12
Hafer	so früh wie möglich	120 bis 160	2 bis 3	17 bis 20
Körnermais	Ende April	60 bis 80 (Drill)	4 bis 8	20 bis 30
Silomais	April bis Mai	70 bis 90 (Drill) 25 bis 35 (Quadratnest-pflanzverfahren)		62,5 62,5 x 62,5
Erbsen	April bis Mai	170 bis 200	4 bis 7	20 bis 30
Winterraps	Mitte August	6 bis 8	2 bis 3	30 bis 35
Zuckerrüben	Ende März bis Mitte April	26 bis 30	2 bis 4	41,7

Nun wird pikiert

Unsere Pflänzchen im Aussaatkasten wachsen jetzt schnell heran. Bald stehen sie so eng, daß die Blätter aneinanderstoßen. Wenn wir sie so stehen ließen, würden sie sich gegenseitig im Wachstum stören. Deshalb müssen wir sie auseinanderpflanzen, sobald sich die Laubblätter entwickelt haben. Vereinzeln, Pikieren oder Vertopfen nennen das die Gärtner.

Wir benutzen dazu die bereits gebauten Kästen, allerdings werden sie diesmal bis zum Rand mit Erde gefüllt. Mit einem Stäbchen

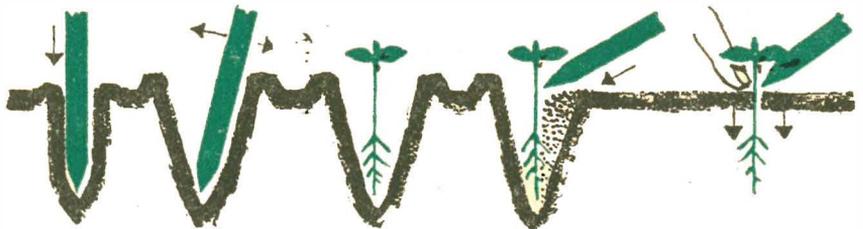


drücken wir im Abstand von 4 Zentimetern Reihen in die Erde. Dann spitzen wir ein bleistiftstarkes Stäbchen an einer Seite mit dem Messer an und erhalten so ein Pikierholz, mit dem sich gut Löcher in die Erde des Pikierkastens stechen lassen. Wollen wir die Löcher vergrößern, brauchen wir das Stäbchen nur hin und her zu bewegen.

Wenn die Arbeit beim Pikieren schnell vorangehen soll, muß ein entsprechend vorgerichteter Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Wie soll er aussehen?

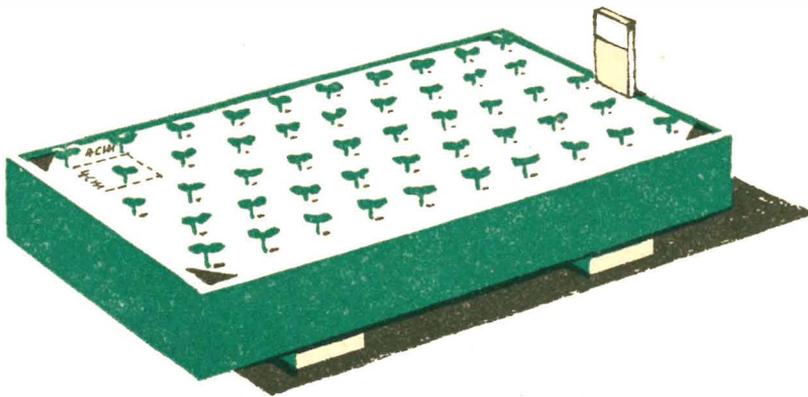
Vor uns steht der Pikierkasten, links davon der Aussaatkasten. Fahren wir mit dem Pikierholz am Boden des Aussaatkastens durch die Erde, so werden die Sämlinge gelockert; die Pflanzen lassen sich herausnehmen. Sie werden auf eine Glasscheibe gelegt, die auf der linken Seite des Pikierkastens liegt.

Das Pikieren erfolgt dann so: Eines der Pflänzchen fassen wir mit der linken Hand. Dann drücken wir am linken Ende der hintersten



Reihe ein Loch in die Erde. In dieses senken wir die Wurzeln des Sämlings. Das Loch wird dann mit dem Pikierholz zugeschoben und die Erde leicht angedrückt. Das nächste Pflänzchen folgt in etwa 4 Zentimeter Abstand. Ist die hinterste Reihe fertig pikiert, so beginnen wir mit der nächsten Reihe. Dabei achten wir darauf, daß die Pflänzchen „auf Lücke“ stehen. Nach Abschluß der Pikierarbeit gießen wir wieder mit der Blumenspritze an. Wer die Pflänzchen ganz regelmäßig in den Pikierkasten gebracht hat, wird sich an dem schönen Bild erfreuen.

Die neu bepflanzten Pikierkästen werden nun einen bis zwei Tage lang schattig gehalten. Dann können sie wieder volles Licht vertragen. Wenn sie sich schließlich erneut mit den Blättern berühren, gehen wir ans Auspflanzen.

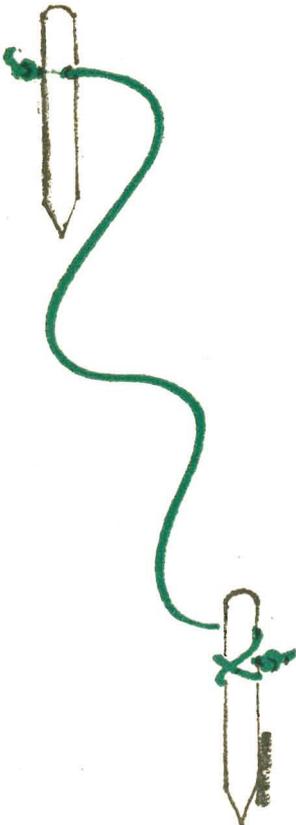
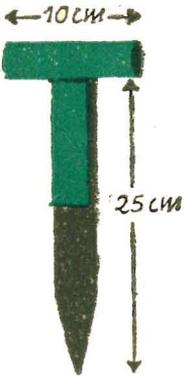


Gurken und Tomaten werden in Töpfe von 6 Zentimeter Durchmesser gepflanzt, die anderen Pflanzen kommen ins Freiland. Vorher aber müssen wir sie erst an die kühlere Außentemperatur gewöhnen, indem wir sie einige Tage lang abhärten: Sie werden bei frostfreiem Wetter ins Freiland gestellt, über Nacht aber wieder ins Zimmer geholt.

Wie wird gepflanzt?

Das Wetter ist für das Auspflanzen von großer Bedeutung: Am besten werden die Pflanzen anwachsen, wenn wir sie kurz nach einem Regen aussetzen, möglichst bei bedecktem Himmel. Wie ausgepflanzt wird, zeigt folgende Tabelle:

Pflanzenart	Reihenabstand	Abstand in der Reihe
<i>Gemüse</i>		
Blumen-, Weiß-, Wirsingkohl	50 Zentimeter	50 Zentimeter
Rotkohl	50 Zentimeter	40 Zentimeter
Porree	30 Zentimeter	15 Zentimeter
Tomaten	70 Zentimeter	70 Zentimeter
Kohlrabi	30 Zentimeter	30 Zentimeter
Knollensellerie	40 Zentimeter	30 Zentimeter
Kopfsalat	25 Zentimeter	30 Zentimeter
Gurken	80 Zentimeter	20 Zentimeter
<i>Zierpflanzen</i>		
Löwenmaul	25 Zentimeter	20 Zentimeter
Petunien	Blumenkasten	20 Zentimeter
Sommerastern	25 Zentimeter	20 Zentimeter
Kosmeen	25 Zentimeter	25 Zentimeter
Tagetes	Randbepflanzung	20 Zentimeter
Kapuzinerkresse	an Zäunen und Gerüsten	25 Zentimeter
Zinnien	25 Zentimeter	20 Zentimeter



Bevor wir jedoch an das Auspflanzen gehen, basteln wir uns ein Pflanzholz nach den Angaben der Zeichnung. Die Kanten des Griffes und der Spitze werden abgerundet.

Auch eine Markierleine ist schnell angefertigt. Wir brauchen dazu zwei Rundhölzer und eine Schnur von mindestens 10 Meter Länge. Die Hölzer werden zugespitzt und in der Mitte durchbohrt. Dann wird die Leine durch die Löcher gezogen und verknötet. Sie kann auf die beiden Hölzer gewickelt werden.

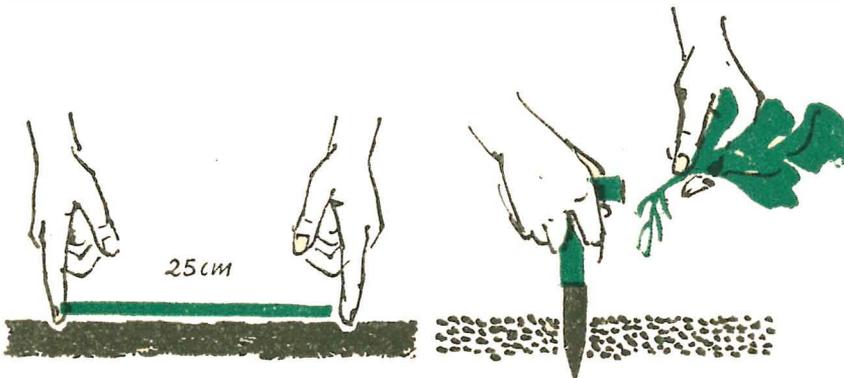
Und nun können wir beginnen. Das Beet wurde bereits im letzten Herbst umgegraben, wir brauchen es nur noch einmal mit dem Grubber zu bearbeiten und die Oberfläche mit einem Rechen zu glätten. Dabei achten wir darauf, daß alle Erdklumpen zerkleinert werden! Es darf keine Vertiefung entstehen, denn dort würde sich Regenwasser ansammeln.

Zunächst messen wir das Beet aus. Ist es 1,20 Meter breit, so lassen wir an beiden Seiten 10 Zentimeter Rand und markieren die Reihen mit jeweils 25 Zentimeter Abstand. Zwischen den beiden entsprechenden Markierungspunkten auf dem Beet spannen wir die Markierleine. An ihr entlang werden mit dem Stiel eines Rechens oder einer Hacke die Reihen gezogen. Anschließend markieren wir mit Hilfe eines Hölzchens von 25 Zentimeter Länge in immer gleichen



Abständen die Pflanzlöcher. Auf diese markierten Stellen legen wir jeweils eine Pflanze.

Wenn dann die Pflanzlöcher mit dem Pflanzholz gestochen worden sind, werden die Pflanzen in die Löcher gesenkt und die Löcher mit dem Pflanzholz von der Seite her fest zgedrückt. Schnell streicht die Hand noch einmal um die Pflanze, damit eine Gießmulde entsteht.



Die Pflanze sitzt dann richtig im Boden, wenn wir sie an einem Blatt nicht mehr herausziehen können. Genauso wie im Pikierkasten pflanzen wir auch diesmal wieder „auf Lücke“, denn dadurch wird der Platz besser genutzt. Abschließend gießen wir die Pflanzen kräftig an.



Gemüsearten, die sich nur langsam entwickeln oder frostempfindlich sind, werden getopft. Auch Frühgemüse, wie Frühblumenkohl, Frühkohlrabi und Frühlalat, wird getopft.

Mit der linken Hand greift man nach einem Topf und stellt ihn vor sich auf den Tisch. Mit der rechten Hand gibt man etwas Erde in den Topf. Gleichzeitig greift die linke Hand nach der Pflanze und faßt sie am Wurzelhals. Die Pflanze wird in die Mitte des Topfes gehalten; die rechte Hand füllt Erde nach.

Daumen und Zeigefinger beider Hände drücken die Pflanze leicht an.

Die Daumen drücken dann einen Gießrand. Der Topf wird leicht aufgeklopft, damit sich die Erde gleichmäßig setzt.

Die rechte Hand stellt den Topf dann in die bereitstehende Kiste, und der Arbeitsgang wird wiederholt. Die Pflanzen kommen nun in den Frühbeetkasten und werden bald gegossen.

Dabei ist zu beachten: Die Töpfe müssen im Boden einen Wasserabzug haben. Die Pflanzen müssen in der Mitte des Topfes gerade stehen, und es dürfen nur gesunde Pflanzen verwendet werden. Die Erde soll feucht, aber nicht naß sein, sie darf nicht zu fest angedrückt werden.

Aus Eins mach Zwei

Wir kaufen uns in einer Metallwarenhandlung ein Kopuliermesser; notfalls benutzen wir ein Taschenmesser.

Dieses Messer muß immer gut geschliffen sein. Doch wie schleift man ein Kopuliermesser? Man benutzt dazu einen feinkörnigen Abziehstein, der mit Wasser angefeuchtet wird. Der Griff des Messers muß mit der rechten Hand umfaßt werden, wobei der Zeigefinger der linken Hand auf der Klinge ruht. Mit kreisenden Bewegungen wird nun die Klinge geschliffen, aber nur die Seite mit der Nagelkerbe! Die andere Seite muß ganz eben bleiben, denn nur so kann man einen glatten Schnitt ausführen. Abschließend spülen wir die Klinge in Wasser und trocknen sie ab.

Und nun an die Arbeit: Wir wollen Pflanzen „vegetativ“ vermehren, aus einer Pflanze mehrere machen.



In der Natur gibt es die generative und die vegetative Vermehrung von Pflanzen. Die generative Vermehrung kennen wir. Hierbei wachsen die neuen Pflanzen aus Samen. Bei der vegetativen Vermehrung hingegen entstehen sie aus Pflanzenteilen.

Erdbeeren zum Beispiel bilden Ausläufer, aus denen sich neue Erdbeerpflanzen entwickeln; die Zweige der Forsythie bewurzeln sich und wachsen zu neuen Pflanzen heran, wenn sie den Erdboden berühren.

Die Gärtner haben diese Vermehrungsart der Natur abgelauscht. Sie schneiden von Pflanzen einzelne Teile ab und stecken sie in gute Vermehrungserde. Solche „Stecklinge“ bewurzeln sich bei guter Pflege bald.

Am häufigsten wird die vegetative Vermehrung mit krautigen Stecklingen oder Steckholz durchgeführt. Das wollen auch wir versuchen. Wir wählen dazu Weiden- und Pappelzweige. Am günstigsten für unsere Versuche ist die Zeit im Frühjahr, vor der Entfaltung der Knospen.

Bei frischen, etwa bleistiftstarken Zweigen setzen wir das Messer etwa streichholzbreit unter einem Blattansatz an. Auf der anderen Seite liegt der Daumen der messerführenden Hand. Mit leichtem Druck ziehen wir die Klinge durch das Holz, jedoch oberhalb des Daumens, sonst könnte es eine gefährliche und schmerzhaftere Verletzung geben! Anschließend schneiden wir auf gleiche Weise in etwa 30 Zentimeter Abstand die Spitze des Zweiges ab.

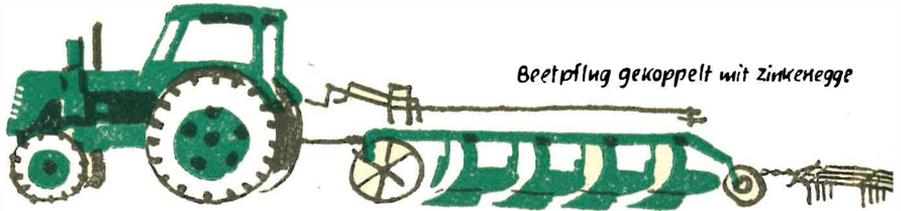
So können wir viel Steckholz zurechtschneiden und es mit den unteren Teilen in Wasser stellen. In unser Protokoll tragen wir ein, wann die ersten Wurzeln erschienen sind und wo sie sich zuerst zeigen. Das bewurzelte Steckholz können wir dann in die Erde pflanzen.

Auf diese Weise wäre es uns sehr leicht möglich, eine ganze Pappel-pflanzung anzulegen. Holz ist ein wichtiger Rohstoff!



Ampelpflanzen – selbst gezogen

Wir wollen Topfpflanzen vermehren. Vielleicht können wir auf diese Weise die Geburtstagsgeschenke für unsere Freunde selbst ziehen! Wie wäre es mit der bekannten Ampelpflanze Tradeskantie? Wenn wir diese Pflanze nicht zu Hause haben, gibt uns bestimmt ein Gärtner einige Triebe von ihr.



Mehrzwecktraktor RS 14

Hier ist schematisch dargestellt, welche Maschinen und Geräte für den Anbau von Halm- und Hackfrüchten verwendet werden. Es sind Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung, Düngung, Saat und Pflanzung, Saat- und Pflanzenpflege sowie für die Ernte von Getreide und Kartoffeln. Seht sie euch bei Gelegenheit einmal an!



Wir entnehmen den Pflanzen etwa 8 Zentimeter lange Triebspitzen und schneiden sie vorsichtig unter dem Blattknoten glatt. Dabei achten wir wieder darauf, daß unser Messer nicht durch den Sproß gedrückt, sondern gezogen wird.

Auch diese Stecklinge könnten wir im Wasser bewurzeln lassen. Diesmal wählen wir aber einen anderen Weg. Wir wollen genauso arbeiten wie der Gärtner. Deshalb füllen wir einen Blumentopf mit Komposterde. Am besten ist ein Topf geeignet, dessen obere Öffnung einen Durchmesser von 10 Zentimetern aufweist. In die Erde werden ringsherum 6 bis 8 Stecklinge ungefähr 2 Zentimeter tief gesteckt. Stets wird die Erde um den Trieb leicht angedrückt. Anschließend dürfen wir das Gießen nicht vergessen.

Wann beginnen die neuen Pflanzen zu wachsen?

Stecklinge für den Blumenkasten

Wie wäre es, wenn wir in diesem Jahr einmal Vaters Blumenkästen mit Pelargonien versorgten?

Die Hauptvermehrungszeit dieser Pflanzen liegt im August. Wir können aber auch zu jeder anderen Jahreszeit Stecklinge gewinnen. Für den Blumenkasten im Sommer müssen wir sie spätestens im Februar schneiden.

Wir nehmen ältere Pflanzen, von denen wir die Triebspitzen abschneiden. Sie sollen so lang sein, daß sie drei Blattansatzstellen (Blattknoten) besitzen. Diese Stecklinge schneiden wir etwa streichholzbreit unter dem untersten Knoten glatt. (Wir haben doch darauf geachtet, daß unser Messer wieder scharf geschliffen ist?)





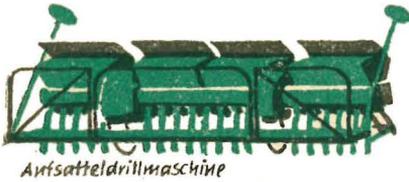
Größflächendüngerstreuer



Glattwalze

Halmfrucht

Hackfrucht



Aufsatteldrillmaschine



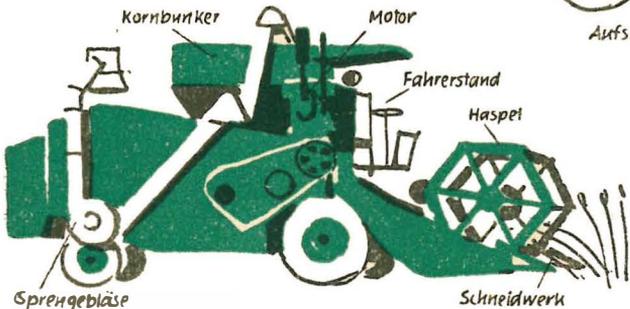
Kartoffellegemaschine



Netzegge



Aufsattelvielfachgerät



Sprengbläse
Mähdrrescher „Patriot“

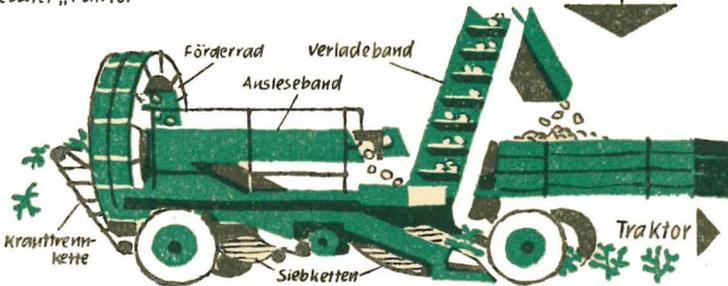
Kornbunker

Motor

Fahrerstand

Haspel

Schneidwerk



Kartoffelvollerntemaschine

Krauttreinkette

Förderrad

Verladeband

Ausleseband

Siebketten

Traktor

Pelargonienstecklinge



Gleichmäßig gestutzte Fuchste



*Gestutzte Pelargonienpflanze,
die nach dem Stutzen
wieder ausgetrieben hat*

Um die Stecklinge vor zu starker Austrocknung zu schützen, werden einige Pflanzenteile entfernt. So zupfen wir die kleinen hellgrünen, dünnen Nebenblätter (Seitenläppchen) an den Blattknoten ab. Auch die unteren Blätter werden abgeschnitten und die Blütenknospen, die sich teilweise schon gebildet haben, ausgebrochen. Eine Blüte würde der jungen Pflanze zuviel Kraft rauben.

Abschließend stecken wir dann die Stecklinge bis zur Mitte des Stückes zwischen den beiden unteren Blattknoten in die Erde. Am besten wählen wir dafür 6-Zentimeter-Töpfe, die mit sandiger Komposterde gefüllt werden. Bei Zimmertemperatur und bei nicht zu trockener Luft wachsen diese Pflanzen auch im Winter verhältnismäßig gut an.

Sind die Pflanzen dann richtig angewachsen, können wir sie düngen. Wir besorgen uns in einer Samenhandlung einen Volldünger und gießen die Pflanzen im Frühjahr vierzehntäglich mit der Lösung, die wir nach dem auf der Packung aufgedruckten Rezept anfertigen. Dabei müssen wir vor allem darauf achten, daß die Erde der Stecklinge vorm Düngen nicht trocken war.

Besonders die im August gesteckten Pflanzen sehen im Frühjahr sperrig und unansehnlich aus. Schneiden wir auch bei ihnen die Spitzen herunter, so treiben sie in den Blattachseln bald neu aus. Auf diese Weise erhalten wir buschige Pflanzen, die im Sommer viel reicher blühen als die langen, eintriebigen Pelargonien. Die abgeschnittenen Spitzen lassen sich dabei wieder als neue Stecklinge verwenden.

Auch die Gärtner beeinflussen das Wachstum vieler Pflanzen durch das Entspitzen (Stutzen) wesentlich und erhalten dadurch die Formen und Blüten, die uns bei vielen Pflanzen so gut gefallen.

Natürlich tragen wir auch diese Arbeiten in ein Protokoll ein. Und nun versuchen wir die vegetative Vermehrung bei anderen Pflanzen, etwa bei Zimmerlinden.

Können sich Pflanzen von Wasser ernähren?

Wir brauchen einige Jungpflanzen, die wir uns aus Maiskörnern schnell heranziehen können. Die Jungpflanzen wollen wir in Marmeladengläser setzen; damit sie aber Halt haben, bohren wir in die Deckel drei Löcher, durch die wir die Pflanzen stecken. Mit lockerer Watte können wir ihnen einen festen Stand geben.





Die Gläser sollen nun mit Wasser gefüllt werden, das erste mit destilliertem Wasser, das zweite mit Regenwasser und das dritte mit Leitungswasser. Damit sich keine Algen bilden können, setzen wir die Gläser in Konservendosen oder wickeln sie in Zeitungspapier ein.

Nach einigen Tagen werden unsere Maispflanzen langsam eingehen. In welcher Reihenfolge gehen sie ein? Warum gehen sie ein? Die Antwort gibt der folgende Versuch.



Salze mit großer Wirkung

Die Pflanzen gingen aus Mangel an Nährsalzen ein. Geben wir diese jedoch dem Wasser zu, so kann man die Pflanzen auch „erdelos“, in sogenannten Wasserkulturen (Hydroponik*), heranziehen.

Nährsalzmischungen gibt es in Blumengeschäften und Drogerien fertig zu kaufen, zum Beispiel die Fabrikate „S 1“ oder „Wopil“. Wir können uns jedoch solche Nährsalzmischungen auch selbst herstellen. Dazu sind die folgenden Stoffe abzuwiegen und getrennt in 1000 Milliliter Regenwasser aufzulösen:

* Unter Hydroponik verstehen wir die Kultur in reiner Nährlösung. Die Kultur in einem festen Substrat (Sand, Kies, Bimsstein), das mit Nährlösung versorgt wird, heißt Hydrokultur.



- 10 Gramm Calciumnitrat
- 2,5 Gramm Kaliumnitrat
- 2,5 Gramm Magnesiumsulfat
- 2,5 Gramm Monokaliumphosphat

oder:

- 10 Gramm Calciumnitrat
- 5 Gramm Kaliumsulfat
- 5 Gramm Tricalciumphosphat
- 5 Gramm Magnesiumsulfat

oder Nährlösung aus Düngemitteln:

- 2,5 Gramm Reformkali
- 7,5 Gramm Superphosphat
- 10 Gramm Kaliammonsalpeter

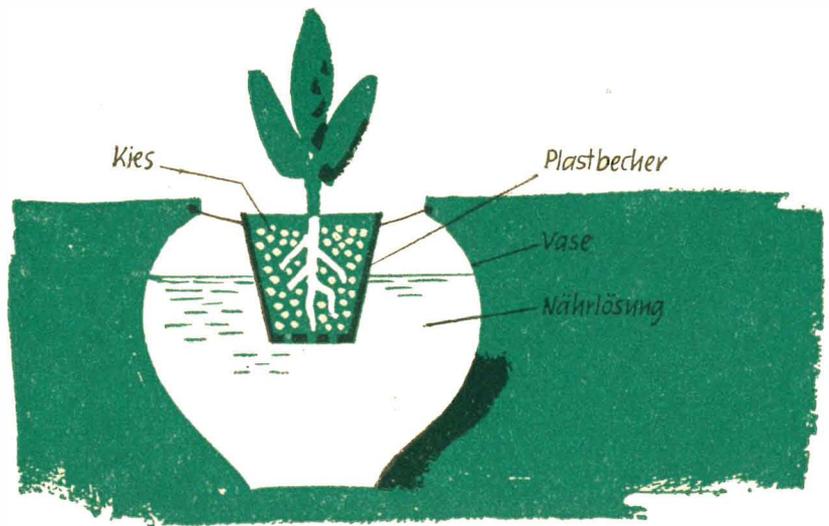
Diese Stammlösungen füllen wir in Vorratsflaschen. Vor Verwendung sind sie gut zu schütteln, und außerdem sind 100 Milliliter der Stammlösung mit 900 Milliliter Regenwasser zu verdünnen. Die verdünnte Lösung muß blaues Lackmuspapier schwach rot färben. (Blaues Lackmuspapier zeigt durch Rotfärbung Säuren und rotes Lackmuspapier durch Blaufärbung Basen an). Geschieht das nicht, dann fügen wir (Vorsicht!) einige Tropfen verdünnte Schwefelsäure zu und prüfen erneut. Die Lösung ist aber dann noch nicht fertig. Es fehlen noch einige Nährstoffe, die sogenannten Spurenelemente. Auch davon stellen wir uns wieder eine Stammlösung her.

Wir lösen in 1000 Milliliter Regenwasser 1,6 Gramm Eisen-II-sulfat, 0,2 Gramm Natriumborat (Borax), 0,2 Gramm Mangansulfat, 0,1 Gramm Kupfersulfat und 0,1 Gramm Zinksulfat. Diese Stammlösung mit den Spurenelementen schütteln wir vor Gebrauch ebenfalls gut durch. Von ihr wird 1 Milliliter entnommen und der ersten Lösung zugesetzt.

In das Lösungsgemisch setzen wir wieder junge Maispflanzen. Was geschieht, wenn wir bei einigen Gläsern, die wir durch ein Etikett kennzeichnen, die Spurenelemente weglassen? Zunächst wachsen die Pflanzen unverändert – und dann?

In warmen Räumen wird bald ein Teil des Wassers verdunstet sein, wir füllen dann die Lösung mit Regenwasser auf. Nach zwei bis drei Wochen ergänzen wir die Verluste wieder mit verdünnter Nährlösung. Nach zwei Monaten wird die Nährlösung erneuert. Größere Zimmerpflanzen können wir mit Nährlösung in Hydrozientöpfen heranziehen. Diese Töpfe gibt es in Blumengeschäften





zu kaufen. Wollen wir uns einen Hydrotopf für Zimmerpflanzen selbst herstellen, dann hängen wir in eine dickbauchige Vase einen Plastbecher, in dessen Boden wir einige 3 Millimeter große Löcher bohren. Damit die Pflanzen Halt finden, muß der Raum zwischen den Wurzeln nach dem Einsetzen der Pflanzen mit gewaschenem Kies ausgefüllt werden.

Wachsen unsere Versuchspflanzen heran, setzen wir sie in größere Gläser und befestigen sie in einem Holzdeckel mit Watte. Durch eine weitere Bohrung des Deckels stecken wir einen Holzstab, an den wir die Pflanzen anbinden können.

Wenn Pflanzen krank sind

Während in den vorigen Versuchen den Pflanzen alle Nährstoffe in ausreichender Menge zur Verfügung standen, wollen wir jetzt untersuchen, wie sich die Pflanzen entwickeln, wenn jeweils ein Nährstoff fehlt. Zur Kontrolle ziehen wir uns gleichaltrige Pflanzen in vollständiger Nährstofflösung. Damit die Pflanzen nicht etwa nach einiger Zeit verwechselt werden, kleben wir auf die Zuchtgefäße wieder Etikette mit der entsprechenden Aufschrift. Außerdem führen wir ein Versuchsprotokoll:

1. Tag des Beginns der Keimung; 2. Tag, an dem wir die Keimpflanze in die Wasserkultur setzen; 3. Zusammensetzung der Nährlösung; 4. Auffüllen der Nährlösung mit Wasser; 5. Ergänzung der Nährlösung durch neue Lösung; 6. Wechsel der Nährlösung.



Bei jeder dieser Angaben messen wir die Größe unserer Pflanzen. Außerdem geben wir besondere Beobachtungen (Ansatz neuer Blätter, Blütenansatz, Fruchtbildung, Gelbwerden der Blätter, Absterben der Pflanze) an. Hier nun die Zusammensetzung der Mangellösungen:

Lösung 1 (stickstofffrei):

- 10 Gramm Calciumsulfat (Gips)
- 2,5 Gramm Monokaliumphosphat
- 2,5 Gramm Magnesiumsulfat
- 2,5 Gramm Kaliumchlorid

Lösung 2 (kaliumfrei):

- 10 Gramm Calciumnitrat
- 5 Gramm Magnesiumsulfat
- 5 Gramm Natriumchlorid (Kochsalz)
- 5 Gramm Tricalciumphosphat

Lösung 3 (calciumfrei):

- 10 Gramm Kaliumnitrat
- 5 Gramm Monokaliumphosphat
- 5 Gramm Magnesiumsulfat
- 5 Gramm Natriumchlorid (Kochsalz)

Lösung 4 (phosphorfrei):

- 10 Gramm Kaliumnitrat
- 5 Gramm Magnesiumsulfat
- 5 Gramm Calciumsulfat

Alle Lösungen setzen wir wieder mit 1000 Milliliter Regenwasser an und mischen sie mit unserer verdünnten Spurenelementen-Stammlösung.

Wir beobachten: Nur die Pflanzen entwickeln sich richtig, bei denen alle Nährstoffe vorhanden sind, während sich die Pflanzen in den Mangellösungen verändern und zugrunde gehen, weil ihnen ein Nährstoff fehlt. Es treten „Mangelkrankheiten“ auf.



Tomatenzucht im Einkochglas

Wir benutzen für diesen Versuch am besten eine der fertigen Nährstoffmischungen wie „S 1“ oder „Wopil“, die genau nach der Gebrauchsanweisung gelöst werden müssen. Dann säen wir Tomatensamen aus. Die Keimlinge setzen wir, wenn sie drei Wochen alt



sind, auf einen durchbohrten Holzdeckel, der auf ein mit Nährstofflösung gefülltes Einkochglas kommt. Zum Schutz der Wurzeln wird das Gefäß mit Papier umkleidet. Die Nährlösung muß einen Teil der Wurzel frei lassen, damit die Wurzeln atmen können!

Sollte beim Ergänzen der Nährlösung festgestellt werden, daß die Wurzeln mit einer Schleimschicht bedeckt sind, so spülen wir sie in einer schwach rosa gefärbten Kaliumpermanganatlösung ab.

Um unsere Pflanzen ausreichend mit Licht zu versorgen, stellen wir die Zuchtgefäße an ein helles Fenster. Das ist besonders im Winter wichtig! Blühen die Pflanzen, dann müssen sie künstlich bestäubt werden, damit sie Früchte ansetzen können. Bei Tomaten genügt es, die Pflanze etwas zu schütteln, denn sie gehören ja zu den sich selbst bestäubenden Pflanzen. Wie bei der Erdkultur entfernen wir kleine Seitentriebe, die sich in den Blattwinkeln bilden.

Der Ertrag wird um so höher sein, je größer und flacher das Zuchtgefäß ist.

Auf ähnliche Weise lassen sich auch Gurken und Radies ziehen.

Die Gemüse- und Zimmerpflanzenzucht in Hydroponik bietet viele Vorteile. Die Pflege ist vereinfacht, da das Gießen entfällt. Die gute Nährstoffversorgung führt zu hohem Ertrag und frühem Erntetermin.

Jahresarbeitsplan für junge Gärtner

JANUAR

Bei mildem Wetter Umgraben beenden. Komposthaufen durcharbeiten. Obstbäume mit zu geringen Erträgen entfernen, kranke und störende Äste aussägen, Raupennester vernichten. Edelreiser schneiden und zur Aufbewahrung einschlagen. Gartengeräte überprüfen und instandsetzen. Samenvorräte durchsehen, Keimproben vornehmen. Saatgut bestellen.

FEBRUAR

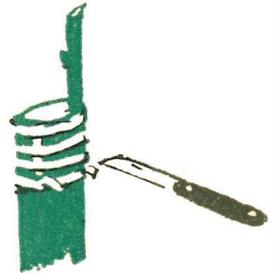
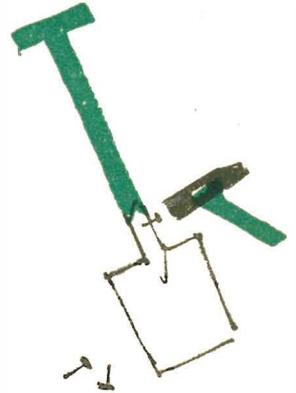
Wenn möglich, Gartenland umgraben, Mistbeete für Melonen, Porree, Sellerie, Tomaten und Treibgemüse anlegen. Möhren, Petersilie und Puffbohnen können bei günstigem Wetter schon in Freilandbeete gesät werden. – Begonien, Petunien in Töpfe säen und diese ans Zimmerfenster stellen. – Schnitt und Auslichten der Obstbäume und Beerenobststräucher fortsetzen und beenden. – Stecklinge von Fuchsien und Pelargonien schneiden. – Nistkästen aufhängen.

MÄRZ

Freilandbeete säubern, neue Spargelbeete anlegen, ältere behäufeln. Kohl, Zwiebeln, Porree, Salat zur Pflanzenanzucht ins Mistbeet säen. Rhabarber auspflanzen; Puffbohnen, Früherbsen legen; Möhren, Petersilie, Radies, Spinat, Zwiebeln säen. – Sommerblumen ins Mistbeet säen, Stauden und Rosen pflanzen. – Obstbäume und Beerensträucher pflanzen, veredeln und umpfropfen. Bäume mit vielen Blütenknospen flüssig düngen. Erdbeerbeete säubern.

APRIL

Vorgekeimte Frühkartoffeln auslegen. Gurkenbeete vorbereiten, Spargel auspflanzen, weitere Erbsen, Möhren, Radies sowie Buschbohnen, Kohllarten, Küchenkräuter, Mangold, Rettiche, rote Rüben säen. – Gladiolenknollen auslegen, Sommerblumen ins Freie säen, Rosen und Reben hochbinden.



MAI

Alle Beete regelmäßig jäten und hacken, bei Trockenheit besonders Saatbeete feucht halten. Grünkohl und Rosenkohl aussäen, Erbsenbeete mit Reiserhaken versehen. Bohnen, Gurken und Kürbis legen, Rotkraut, Sellerie, Spätkartoffeln, Tomaten und Zwiebeln auspflanzen. – Blumenbeete anlegen; Dahlienknollen auslegen, Glockenblumen, Goldlack, Kapuzinerkresse säen. Begonien und Pelargonien auspflanzen. – Obstbäume und Beerensträucher, die angesetzt haben, flüssig düngen. – Rasen schneiden. – Holzmulch zum Unterlegen unter Erdbeerfrüchte besorgen.

JUNI

Bei Trockenheit morgens oder abends gründlich gießen oder sprengen. Gemüsebeete mit flüssigem Dünger gießen; hacken, Unkraut bekämpfen. Bohnen, Erbsen, Grünkohl, Kohlrabi, Kohlrüben, Kopfsalat, Möhren und Frühwirsing säen; Blumenkohl, Kohlrabi, Sellerie, Rote Rüben, Rosenkohl, Weißkohl auspflanzen. – Abgeblühte Blumenbeete neu herrichten. Im Frühjahr gepflanzte Bäume gründlich wässern, Baumscheiben abdecken.

JULI

Beete unkrautrein und offen halten, gründlich gießen und sprengen. Erdbeerausläufer entfernen, Seitentriebe der Tomaten ausbrechen, Buschbohnen, Futterrüben, Radies und Salat säen; Grünkohl, Kohlrabi, Salat pflanzen – Stiefmütterchen und Vergißmeinnicht säen. Rosen okulieren. – An Obstbäumen Wurzel- und Stammschößlinge entfernen.

AUGUST

Seitentriebe der Tomaten weiterhin ausbrechen; Radies, Spinat für Herbstverbrauch säen, Teltower Rüben und Feldsalat (Rapünzchen) aussäen. – Stauden teilen und verpflanzen. – Schwerbeladene Äste der Obstbäume stützen. Erdbeeren pflanzen.



SEPTEMBER

Nur bei Trockenheit gießen; Komposthaufen durcharbeiten; Erdbeerbeete säubern und düngen. Endtrieb (Gipfelsproß) der Tomaten ausbrechen, Endivien binden. Feldsalat (Rapünzchen), Spinat für Frühjahrsbedarf säen. — Blumenzwiebeln und Frühjahrsblumen auspflanzen. Blumenkohl, Rotkohl, Weißkohl in Kästen zum Durchwintern aussäen.

OKTOBER

Ernte einwintern. — Dahlien- und Gladiolenknollen nach dem ersten Frost aus dem Boden nehmen, Blumenbeete umgraben und in groben Schollen liegen lassen; zwischen Stauden und Sträuchern Dünger eingraben. Rhabarber pflanzen, Sellerie ernten. — Die Stämme der Obstbäume abkratzen; Kalkanstrich, Leimgürtel anlegen. Anbauplan für das nächste Jahr aufstellen, um entsprechend düngen zu können.

NOVEMBER

Komposthaufen umsetzen, umgraben; Rosen niederlegen, Reben beschneiden und niederlegen; empfindliche Pflanzen mit Frostschutzdecke versehen. — Obstbäume pflanzen (Pfersiche, Aprikosen erst im Frühjahr!).

DEZEMBER

Bis zum Frost umgraben. — Singvögel füttern. — Obstbäume vor Wildverbiß schützen.



WIR BEOBACHTEN DAS WETTER **V**



Die Zone der Wettererscheinungen ist die Troposphäre

Was ist „Wetter“?

Wetter gibt es nur dort, wo Luft vorhanden ist. Unterhalb der Erdoberfläche im festen Gestein oder im Wasser der Meere und Seen gibt es kein Wetter.

Das Wetter ist heute anders als morgen, es ist in Leipzig anders als in Berlin. Habt ihr schon einmal erlebt, daß es im Süden eures Heimatortes regnete und im Norden nicht? Das Wetter ist überall verschieden; wir verstehen darunter den Zustand der Luft an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit.

Wie alles, was es auf der Erde gibt, heiß, warm oder kalt, trocken, feucht oder naß sein kann, so kann auch die Luft um uns und über uns verschieden beschaffen sein. Immer hat die Luft eine bestimmte Temperatur, übt sie einen bestimmten Druck aus, unterliegt sie einer bestimmten Bewegung, enthält sie Feuchtigkeit und ist elektrisch geladen. Diese Zustände der Luft bestimmen das Wetter.

Nebel, Wolken, Regen, Schnee und Gewitter sind keine solchen Eigenschaften der Luft, denn Regen zum Beispiel ist nur sichtbar gewordene Luftfeuchtigkeit. Damit es regnet, muß genügend Feuchtigkeit in der Luft sein, um den Regen aber auszulösen, ist noch eine bestimmte Lufttemperatur und -bewegung notwendig.

Die unsichtbaren Wetterelemente, wie zum Beispiel die Lufttemperatur, der Luftdruck, die Luftfeuchtigkeit, lösen die sichtbaren Wettererscheinungen aus, wie zum Beispiel den Regen, die Wolken oder das Gewitter.

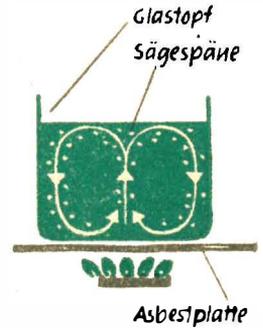
Unruhe im Wassertopf

Wir nehmen einen Topf (besser ein Gefäß aus feuerfestem Saaleglas), füllen ihn mit Wasser und werfen einige abgekochte Sägespäne hinein. Dann stellen wir den Topf auf den Gaskocher. Schon nach kurzer Zeit beobachten wir, daß die Sägespäne vom Boden zur Oberfläche aufsteigen, nach den Seiten hin abschwenken und wieder heruntersinken. Unten angekommen, beginnen sie ihre Wanderung von neuem.

In Wirklichkeit waren es aber nicht die Sägespäne, sondern die Wasserteilchen, die diese Bewegung ausgeführt haben; die leichten Sägespäne sind von ihnen nur mitgenommen worden und haben uns den Weg der Wasserteilchen angezeigt.

Warum steigen die Wasserteilchen auf und ab?

Die Wasserteilchen auf dem Grunde des Topfes werden zuerst erwärmt und dehnen sich dadurch aus. Dabei werden sie leichter und steigen empor. An der Oberfläche kühlen sie sich wieder ab, sie ziehen sich zusammen, werden spezifisch schwerer und sinken wieder zu Boden. Das wiederholt sich, bis das gesamte Wasser den gleichen Wärmegrad erreicht hat. Die Wärme wird also durch eine Strömung, hier durch die des Wassers, weitergegeben und verbreitet.



Luft wandert durchs Zimmer

Auf ähnliche Weise, wie sich das Wasser im Kochtopf erwärmt, erwärmt sich die Luft im Zimmer, wenn wir den Ofen heizen.

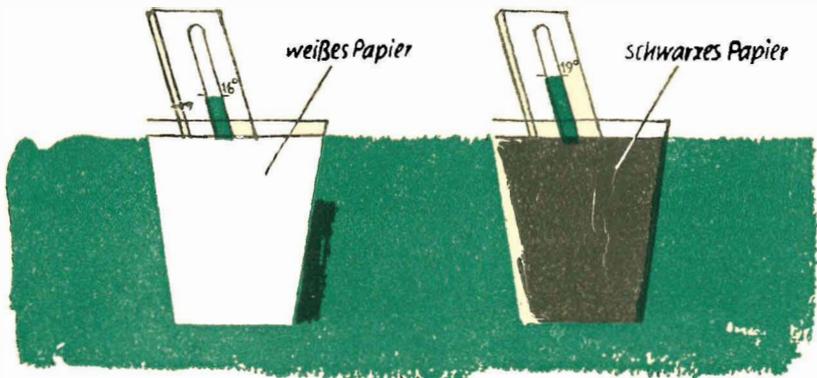


Die Luft, die den Ofen berührt, wird erhitzt, dehnt sich aus, wird spezifisch leichter, steigt auf, kühlt sich wieder etwas ab, sinkt nieder – und verursacht so eine Luftströmung, die wiederum so lange anhält, bis die ganze Luft im Zimmer gleichmäßig erwärmt ist. Was für die Luft im Zimmer gilt, trifft ebenso für die Luft im Freien zu. Die von den Sonnenstrahlen erwärmte Erdoberfläche wirkt wie eine riesige Kochplatte, die nun ihrerseits die untersten Luftschichten anheizt und sie aufsteigen läßt. Deshalb befindet sich die die Erde umgebende Lufthülle in ständiger Bewegung, Strömung und Durchmischung.

Zwei Gläser in der Sonne

Wir stellen zwei mit Wasser gefüllte Gläser in die Sonne. Das eine ist mit weißem Papier umhüllt, das andere mit schwarzem. Wenn ihr die Finger hineintaucht, könnt ihr spüren, daß das Wasser hinter dem schwarzen Papier viel wärmer geworden ist als hinter dem weißen. Wärmt die Sonne nicht gleichmäßig? Doch, ihre Strahlen treffen hier wie dort in gleicher Stärke auf. Aber die Gegenstände sind nicht gleichmäßig beschaffen; in die einen Körper dringen viele Wärmestrahlen ein, andere werfen einen großen Teil wieder zurück, reflektieren sie.

Ganz allgemein kann man sagen, daß dunkle Körper mehr Wärmestrahlen aufnehmen als helle. Darum tragen wir im Sommer mit Vorliebe hellfarbene, im Winter dagegen dunkle Kleidung.



Auch Eisen, Boden und Wasser erwärmen sich vergleichsweise ganz verschieden. Wenn wir von jedem dieser Stoffe die gleiche Gewichtsmenge nehmen und sie alle drei gleich lange der Sonneneinstrahlung aussetzen, dann stellen wir fest, daß sich das Eisen viel schneller erwärmt als der Boden und dieser wieder schneller als das Wasser. Wasser zeigt sich also in bezug auf die Erwärmung viel träger als der Boden. So kommt es, daß selbst am Äquator die Meeresoberfläche kaum eine Temperatur von mehr als 30 °Celsius erreicht, während sich der Wüstensand in der Sahara bis auf 70 °Celsius erhitzen kann.

Wärme und Temperatur sind nicht dasselbe

Wärme und Temperatur dürfen wir nicht miteinander verwechseln. Jeder Körper befindet sich nämlich in einem gewissen Wärmezustand; und es ist sehr unterschiedlich, ob wir ihn als warm oder kalt empfinden.

Wir stellen drei Töpfe nebeneinander auf. In jeden Topf geben wir Wasser; in den ersten Topf kommt solches von 10 °Celsius, in den zweiten solches von 25° und in den dritten solches von 40°. Topf 1 enthält also „kaltes“, Topf 2 „warmes“, Topf 3 „heißes“ Wasser. Nun sollt ihr die rechte Hand in den 10°-Topf, die linke in den 40°-Topf, und dann schnell beide Hände in den mittleren Topf tauchen.



Merkwürdig, nicht wahr? An der rechten Hand ist das Wasser warm, an der linken ist es kalt! Dabei ist es dasselbe Wasser von 25°!

Wir sehen also, daß wir die von uns empfundene Wärme eines Gegenstandes recht willkürlich und ungenau beurteilen.

Mit dem Thermometer wird die Wärme gemessen.

Wissenswertes aus der Geschichte des Thermometers

Die Temperaturgrade hat sich der Mensch selbst geschaffen; mit Hilfe des Thermometers kann er den Grad des Wärmezustandes unabhängig vom persönlichen Empfinden messen.

Für die Einteilung des Thermometers hat man nach dem Vorschlag des Dänen Olaf Römer (1644–1710) zwei natürliche Fix-

punkte (feste Punkte) gewählt: den Gefrierpunkt und den Siedepunkt des Wassers.

Den Gefrierpunkt des Wassers (das ist die Temperaturstelle, bei der Wasser gefriert beziehungsweise Eis schmilzt) bezeichnet man heute mit 0 °Celsius (0 °C).

Den Siedepunkt des Wassers (das ist die Temperaturstelle, bei der flüssiges Wasser in Dampf überzugehen beginnt) bezeichnet man heute mit 100 °Celsius (100 °C). Die Temperaturspanne zwischen beiden Fixpunkten wird in 100 Grade eingeteilt.

Die 100-Grad-Einteilung geht auf einen Vorschlag des schwedischen Astronomen Anders Celsius (1701–1744) zurück, den er um 1730 gemacht hatte. Heute ist die nach ihm benannte Celsius-Skala international verbindlich.

Etwa 15 Jahre vor Celsius hatte der deutsche Physiker Gabriel Daniel Fahrenheit (1686–1736), von dem auch das erste Quecksilberthermometer gebaut worden war, die älteste Temperaturskala aufgestellt. Im Verhältnis zur Celsius-Skala entsprechen danach 32 °Fahrenheit 0 °Celsius und 212 °Fahrenheit 100 °Celsius.

Zur selben Zeit wie Celsius hatte der französische Physiker René Réaumur (1683–1757) ein Alkoholthermometer angefertigt und eine – später nach ihm benannte – Skala aufgestellt.

Gefrierpunkt des Wassers:

$$0\text{ °Celsius} = 0\text{ °Réaumur} = 32\text{ °Fahrenheit}$$

Siedepunkt des Wassers:

$$100\text{ °Celsius} = 80\text{ °Réaumur} = 212\text{ °Fahrenheit}$$

Wir wollen nun unser mit der Celsius-Skala versehenes Quecksilberthermometer überprüfen. Welche Grade zeigt es an, wenn wir die Thermometerkugel in zerkleinertes, schmelzendes Eis stecken und später in den dampfgefüllten Raum eines Kolbens halten?



Was geht im Thermometer vor?

Wir stecken ein Einkochthermometer oder ein Laborthermometer in warmes Wasser und beobachten das Verhalten des Quecksilbers. Es steigt sehr schnell bis zu einer bestimmten Stelle der Skala und zeigt die entsprechende Temperatur an.

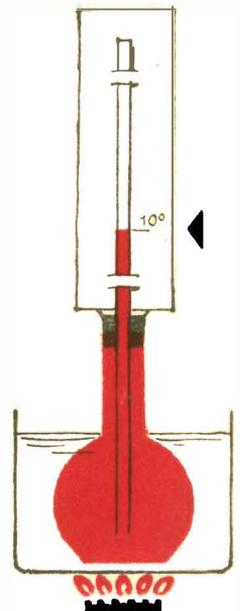
Wir füllen nun einen kleinen Kolben mit abgekochtem, kaltem, gefärbtem Wasser oder Leinöl bis zum Rand und stecken dann einen Gummistopfen auf, durch den eine lange Glasröhre führt. Über die

Glasröhre streifen wir ein langes Stück Pappe und stellen diese Versuchseinrichtung in einen Topf mit kaltem Wasser.

Was geht vor sich? Beim Einsetzen des Stopfens wird ein Teil des Wassers in die Röhre gedrückt. Wir markieren diese Stelle auf der Pappe und schreiben uns die Temperatur daran, die wir mit dem Thermometer messen. Genauer wird die Messung sein, wenn wir durch einen doppelt durchbohrten Stopfen ein Laborthermometer einführen, da so die Temperatur des Wassers unmittelbar im Kolben gemessen werden kann.

Nun wird das Wasser im Kolben langsam erwärmt; dabei erhöht sich aber nicht nur die Temperatur des Wassers im Kolben, sondern es steigt auch der Wasserspiegel in der Röhre. Bei 30 und 40 °Celsius markieren wir den Wasserstand in der Röhre. Dann lassen wir das Wasser erkalten. Der Wasserspiegel in der Röhre sinkt. Wir erkennen bei diesem Versuch, daß sich Wasser beim Erwärmen ausdehnt und beim Abkühlen zusammenzieht. Andere Flüssigkeiten zeigen die gleiche Eigenschaft, nur ist die Größe der Ausdehnung verschieden und vom jeweiligen Stoff abhängig.

Beim Thermometerbau wird diese Gesetzmäßigkeit angewendet. Als Thermometerflüssigkeit benutzt man Quecksilber oder Alkohol.

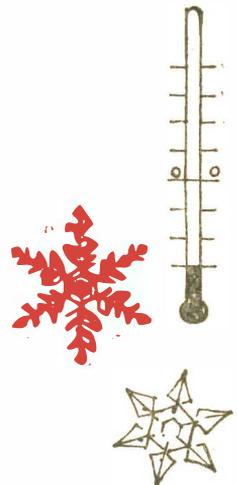


Kälter als Eis?

Mit technischen Mitteln lassen sich Temperaturen erzielen, die weit unter 0 oder über 100 °Celsius hinausgehen. Wißt ihr, daß es viel kältere Stoffe als Eis gibt?

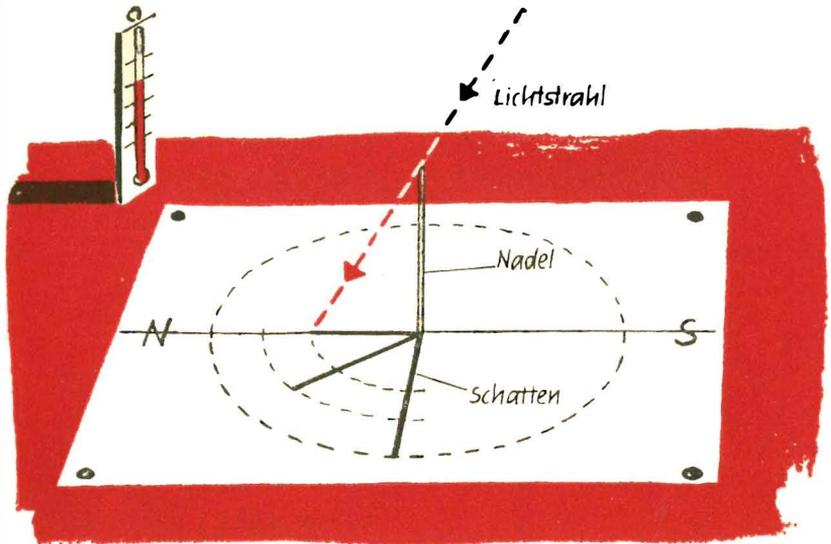
Mit Hilfe einer einfachen Kältemischung können auch wir Wasser bei Zimmertemperatur zum Gefrieren bringen.

5 Teile Ammoniumchlorid (Salmiak) werden mit 5 Teilen Kaliumnitrat (Kalisalpeter) in 16 Teilen Wasser gelöst. Wir erhalten eine Temperatur um minus 15 °Celsius.



Zu welcher Tageszeit ist es am wärmsten?

Diesen Versuch müssen wir an einem Tag durchführen, an dem die Sonne den ganzen Tag über scheint. Wir benötigen dazu: einen Tisch, der im Freien steht, ein Blatt aus dem Zeichenblock, eine kleine Stricknadel und ein Thermometer.



Das Zeichenpapier wird auf den Tisch gelegt und angeheftet. In der Mitte des Bogens wird die Stricknadel genau senkrecht eingeschlagen (mit dem Lot überprüfen!). Das Thermometer legen wir in den Schatten.

Stündlich müssen nun die Temperatur abgelesen und die Schattenlänge der Nadel auf dem Zeichenblatt markiert werden. Die abgelesene Temperatur schreiben wir an die Markierungen. Um möglichst viele Werte zu erhalten, wollen wir die Messungen etwa von 10 bis 16 Uhr durchführen. Abschließend vergleichen wir die Temperaturen und die Länge der Schatten. Wann war es am wärmsten?

Dieselbe Versuchseinrichtung kann auch zur Bestimmung der Himmelsrichtung benutzt werden. Wir müssen dann den Schatten um 12 Uhr markieren, und zwar weist er dann in die Nord-Süd-Richtung. Die anderen Himmelsrichtungen sind leicht davon abzuleiten.

Meßt nun die Temperaturen während eines ganzen Monats um 8 Uhr und tragt die Werte in ein Protokoll ein! Berechnet die durchschnittliche Morgentemperatur für diesen Monat!

Beobachtet und schreibt auf, an wieviel Tagen eines Wintermonats die tiefste Temperatur unter 0°Celsius lag (Frosttage), wie oft die höchste Temperatur unter 0°Celsius lag (Eistage)! An wieviel Tagen im Hochsommer überschritt die Temperatur 25°Celsius (Sommertage)?



Versuche mit dem Luftdruck

Auf unsere Erde, auf die Menschen, die Tiere, die Pflanzen und alle Gegenstände drückt eine gewaltige Last: der Luftdruck. Es ist der Druck, den die Lufthülle (Atmosphäre) auf die Erde ausübt.

Durch einige Versuche wollen wir seine Kraft kennenlernen:

1. Wir füllen ein Glas bis zum Überlaufen mit Wasser und drücken dann einen Karton oder eine Pappe fest darauf. Wenden wir nun die Öffnung des Glases nach unten, so können wir die Hand wegnehmen, ohne daß das Wasser ausläuft. Eine Kraft hält das Wasser im Glas.

2. In ein auf dem Fußboden stehendes mit Wasser gefülltes Gefäß stellen wir eine lange, enge Glasröhre und saugen die Luft aus der Röhre. Das Wasser folgt nach. Dieser Versuch gelingt sowohl mit einem Strohhalm, als auch mit einem langen Schlauch. Von welcher Kraft wird das Wasser gehoben?

3. Wir halten ein Tablettenröhrchen an die Zunge und saugen vorsichtig etwas Luft heraus. Das Röhrchen haftet dann an unserer Zunge und kann nur durch sanftes Ziehen, also unter Kraftanwendung, entfernt werden.

4. Einen Fingerhut füllen wir bis zum Rand mit Fleckenwasser und legen ein Löschblatt darauf. Nach einiger Zeit können wir den Fingerhut wenden, ohne daß das große Löschblatt abfällt.

Bei allen Versuchen macht sich die Wirkung des Luftdrucks bemerkbar. Obwohl 1 Liter Luft nur etwa 1,3 Pond wiegt, drückt die Luft mit dem enormen Druck von 1,033 Kilopond auf jeden Quadratzentimeter unseres Erdballes.



Noch ein Beispiel für die Kraft des Luftdrucks

Berechnen wir einmal, wie groß die gesamte Kraft ist, die auf einem ausgebreiteten Zeitungsbogen lastet! Wir müssen also die Länge mit der Breite multiplizieren; die Anzahl der Quadratzentimeter mal 1,033 Kilopond ergibt die gesamte Druckkraft. Das Ergebnis ist erstaunlich, nicht wahr?

Den Zeitungsbogen legen wir nun so auf den Tisch, daß ein Zeitungsrund und die Tischkante sich decken. Halb unter das Papier soll nun ein dünnes, nicht mehr brauchbares Holzlineal geschoben und die Zeitung gut glattgestrichen werden.



Drücken wir das Lineal nun langsam nieder, so spüren wir einen beachtlichen Widerstand. Schlagen wir aber plötzlich mit Wucht auf den überstehenden Teil des Lineals, dann zerbricht es. Der Luftdruck hat die Gegenkraft aufgebracht, er hielt das Zeitungsblatt auf dem Tisch fest. Er hat also eine erstaunliche Kraft!

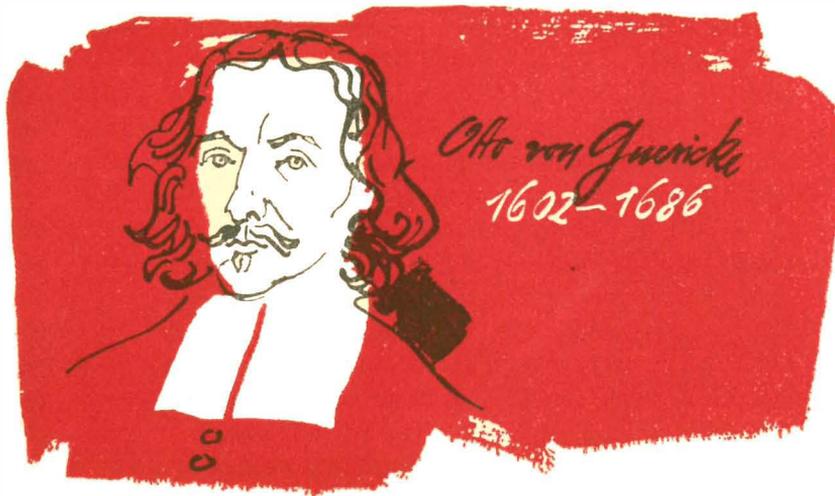
Drei große Gelehrte

Den Druck der Luft hat Otto von Guericke (1602–1686) als erster nachgewiesen. Er war von 1646 bis 1681 Bürgermeister der Stadt Magdeburg, beschäftigte sich jedoch nicht nur mit politischen Aufgaben, sondern auch mit physikalischen Versuchen.

Mit einer von ihm erfundenen Luftpumpe gelang es ihm, in einem mit Pech abgedichteten Faß einen luftverdünnten Raum herzustellen. Als er den Hahn des Fasses unter Wasser öffnete, strömte das Wasser zischend in das Faß.

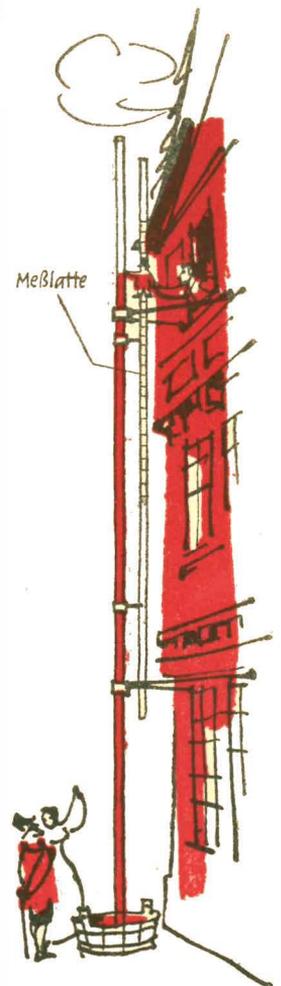
Am bekanntesten wurde sein Versuch mit den Magdeburger Halbkugeln, den er auf dem Reichstag zu Regensburg 1654 vorführte. Acht Pferde auf jeder Seite versuchten, eine luftleer gepumpte Kugel, die aus zwei genau aufeinanderpassenden Halbkugeln bestand, auseinanderzureißen. Das war nicht möglich.

Otto von Guericke verdanken wir noch viele andere Entdeckungen. So baute er auch ein Riesenbarometer, das aus einer Glasröhre be-



stand, die bis zum oberen Stockwerk seines Hauses reichte. Die darin enthaltene Luft pumpte er dann von oben her heraus und verschloß die Röhre mit einem luftleeren Glasgefäß; unten tauchte die Röhre in einen Wasserbehälter. Das Wasser stieg in der Röhre etwa 10 Meter hoch. Um prüfen zu können, ob die Wassersäule immer die gleiche Höhe habe, brachte er neben der Röhre einen Maßstab und an diesem ein aus Holz geschnitztes Männchen an, dessen ausgestreckter Finger auf das Ende der Wassersäule zeigte. Röhre und Maßstab befanden sich dicht neben einem Fenster, so daß er den Wasserstand bequem beobachten konnte. Er hatte bald herausgefunden, daß sich die Höhe der Wassersäule veränderte; und er brachte dieses Steigen und Fallen mit dem Luftdruck in Verbindung. Er erkannte, daß zwischen der Änderung des Luftdrucks und dem Wechsel des Wetters ein Zusammenhang besteht. Weitere Beobachtungen ermöglichten es ihm, aus dem Steigen und Fallen des Barometers das Wetter im voraus zu bestimmen. So kündigte er am 9. Dezember 1660, weil die Wassersäule sehr stark gefallen war, einen gewaltigen Sturm an, der auch richtig wenige Stunden später losbrach. So ist Otto von Guericke wohl der erste Meteorologe gewesen, der eine wissenschaftlich begründete Wettervorhersage gegeben hat.

Zur gleichen Zeit stellte der Italiener Evangelista Torricelli (1608–1647), ein Schüler Galileo Galileis (1564–1642), fest, daß das Gewicht einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe in einem



Rohr mit einem Querschnitt von 1 Quadratcentimeter 1,033 Kilopond beträgt und deren Druck dem Luftdruck das Gleichgewicht hält.

Torricelli war den Versuchen Galileis mit Wasser nachgegangen. Es war Galilei nämlich nicht gelungen, Wasser mit der Saugpumpe höher als etwa 10 Meter anzusaugen, dann riß die Wassersäule wieder ab. Diese Versuche seines Lehrers wiederholte Torricelli. Er wollte ausprobieren, ob sich andere Flüssigkeiten ebenso wie Wasser verhalten. Im Jahre 1643 füllte er eine lange Röhre, die an einem Ende zugeschmolzen war, mit Quecksilber und stellte sie umgekehrt in ein weites, ebenfalls mit Quecksilber gefülltes Gefäß. Die Quecksilbersäule sank sofort, blieb aber, wie in zeitgenössischen Berichten zu lesen ist, in einer Höhe von 28 Zoll (1 Zoll etwa 2,54 Zentimeter) stehen. Über dem Quecksilber war ein leerer Raum entstanden.

Wenn auch damit das Prinzip des Barometers schon gefunden war und Torricelli einen Zusammenhang zwischen der Höhe der Quecksilbersäule und dem Luftdruck vermutete, so hat er doch seine Versuche nicht mehr auswerten können. Er starb noch nicht vierzigjährig.

Blaise Pascal (1623–1662) griff die Vermutung Torricellis auf, daß die Höhe der Quecksilbersäule vom Luftdruck abhängig sein könnte, und fügte selbst die zweite Annahme hinzu, daß der Luftdruck in den höheren Schichten der Atmosphäre geringer sein müsse als an der Erdoberfläche.

Durch ein Experiment wollte er die Probe aufs Exempel machen. Am 19. September 1648 ließ er seinen Schwager den Puy de Dôme, einen 1465 Meter hohen Berg in Südfrankreich, mit einem Barometer besteigen, während er selbst mit einem gleichen Barometer am Fuße des Berges zurückblieb. Die Vergleiche ergaben, daß die Quecksilbersäule tatsächlich mit zunehmender Bergeshöhe ständig abgesunken war.

Eine glänzende Bestätigung seiner Vermutung!

Die Maßeinheit des Luftdruckes im Wetterdienst wurde nach Torricelli benannt: 1 Torr ist der Druck von einer 1 Millimeter hohen Quecksilbersäule bei 0 °Celsius in Meereshöhe unter 45° geographischer Breite.

Der normale Luftdruck in Meereshöhe bei 15 °Celsius beträgt im Jahresdurchschnitt 760 Torr. Gemessen wird der Luftdruck mit einem Barometer.



Das Barometer als Höhenmesser

Die Lufthülle der Erde reicht bis in etwa 400 Kilometer Höhe (Ionosphäre), dabei nimmt jedoch die Dichte der Luft ständig ab. Mit zunehmender Höhe wird auch der Luftdruck geringer; er nimmt in den erdnahen Luftschichten bei jeweils 10,5 Meter Höhenzunahme um 1 Millimeter Quecksilbersäule, also um 1 Torr, ab. Mit Hilfe eines Barometers können wir die Druckabnahme ähnlich wie Pascal nachweisen, indem wir den Luftdruck erst im Keller und dann auf dem Boden messen. Ist das Barometer um 1 Torr zurückgegangen, dann sind wir 10,5 Meter hoch gestiegen.

Den Luftdruck lesen wir am Barometer ab

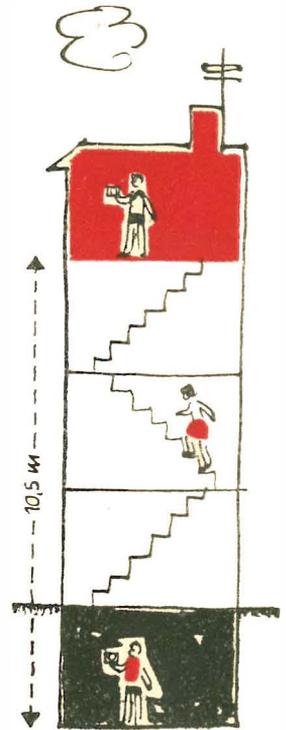
Das Barometer besteht in seiner einfachsten Form aus einem U-förmig gebogenen und mit Quecksilber gefüllten Glasrohr, dessen langer Schenkel geschlossen und dessen kurzer Schenkel offen ist. Über dem Quecksilber im langen Schenkel befindet sich ein luftleerer Raum. Hier kann die Luft keinen Druck auf das Quecksilber ausüben; sie drückt aber auf das Quecksilber im kurzen Schenkel. Dieser Druck ist so stark, daß das Quecksilber im langen Schenkel 760 Millimeter höher steht als im kurzen.

Die Messung des Luftdrucks ist neben der Messung der Temperatur, Feuchtigkeit und Bewegung der Luft von großer Bedeutung für die Wettervorhersage.

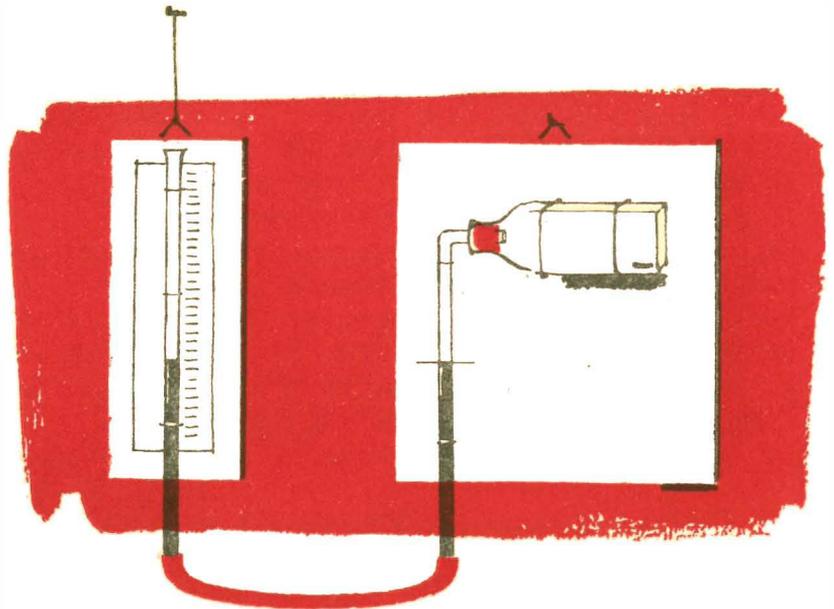
Luftdruckveränderungen können wir übrigens mit Hilfe eines selbstgebauten Flaschenbarometers feststellen. Hier die Bauanleitung:

Als Material werden zwei Glasröhren, eine Flasche und ein Stück Schlauch benötigt. Den Aufbau des Barometers zeigt die Zeichnung auf Seite 90: Eine größere Flasche wird mit Draht auf einem Brett befestigt und mit einem Stopfen, durch den ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr führt, dicht verschlossen. Das Rohr wird ebenfalls mit Draht am Brett befestigt.

Auf das linke Brett müssen wir zunächst einen Streifen Millimeterpapier kleben, darüber wird eine 300 bis 400 Millimeter lange Röhre angebracht, deren oberes Ende wir erhitzen und mit Hilfe eines angewärmten Schraubenziehers erweitern. Sie läßt sich dann besser füllen.



Einfachste Form
des Barometers



Beide Bretter werden senkrecht an Wandhaken aufgehängt, dabei soll das linke an einem längeren Faden hängen, damit es sich nach Belieben heben und senken läßt.

Nachdem wir beide Röhren mit dem Schlauch verbunden haben, füllen wir das nun entstandene U-Rohr bis zur Hälfte mit abgekochtem, gefärbtem Wasser. Ein Tröpfchen Öl sichert das Wasser vor Verdunstung.

Damit wird in der Flasche ein bestimmtes Luftvolumen abgeschlossen, das unter einem bestimmten Druck steht. Den Wasserstand markieren wir rechts am Brett.

Nachdem wir an einem handelsüblichen Barometer den gegenwärtigen Luftdruck abgelesen haben, markieren wir ihn in Höhe des Wasserspiegels an der linken Millimeterskala.

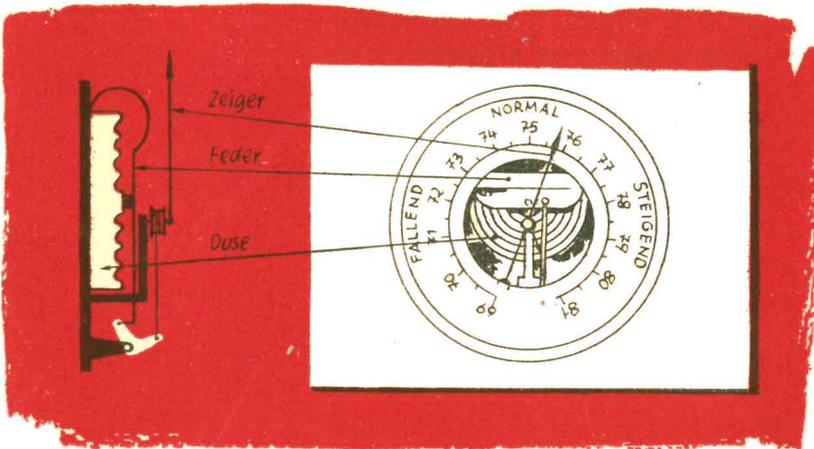
Es ist wichtig, daß wir unser Gerät in einem ungeheizten Raum mit einigermaßen gleichbleibender Temperatur aufhängen. Jede Temperaturschwankung verändert nämlich den Rauminhalt der Luft in unserer Flasche in unerwünschter Weise.

Am nächsten Tage prüfen wir den Wasserstand unseres Gerätes am rechten Brett. Hat er sich verändert, dann hat sich die eingeschlossene Luft infolge des veränderten äußeren Luftdrucks zusammengezogen oder ausgedehnt. Wir senken oder heben das linke Brett, bis der Wasserstand sich wieder mit dem Eichpunkt auf dem rechten Brett deckt.

⚠ ACHTUNG ⚠

Nun lesen wir wieder links ab. Steht der Wasserspiegel tiefer, so hat der äußere Luftdruck zugenommen. Nachdem wir den gegenwärtigen Wert vom industriell gefertigten Barometer abgelesen haben, tragen wir ihn auf der Millimeterskala ein. Allmählich erhalten wir so feste Meßwerte.

Das bekannte Dosenbarometer (erfunden im Jahre 1847 von L. Vidi), funktioniert ähnlich wie unser Flaschenbarometer, nur besitzt es eine innen stark luftverdünnte, verschlossene Blechdose. Der Außendruck verändert die Lage des dünnen, gewellten Dosendeckels, und diese Bewegung wird dann über einen Mechanismus auf einen Zeiger übertragen. Dabei wird nicht unmittelbar der Luftdruck gemessen, es werden nur Druckunterschiede angezeigt. Aus dem Verhalten eines Barometers kann man einiges über den Verlauf des Wetters schließen.



Barometer-Wettertabelle

starkes, schnelles Steigen

stürmische Winde, Niederschläge in Böen. Bei nordwestlichen und nördlichen Winden Nachtfrostgefahr. Besserung nur bei kräftigem Temperaturfall

langsames, stetiges Steigen

Aussicht auf gründliche und beständige Wetterbesserung

kleine regelmäßige Schwankungen von Tag zu Tag

günstigere Aussichten als bei gleichbleibendem Stand



kleine abwärts, dann steil
aufwärts gerichtete Bewegung

sehr hoher Stand

beginnendes Fallen

schnelles Fallen

langsames Fallen

sehr tiefer Stand

Teiltief, möglicherweise Gewitter

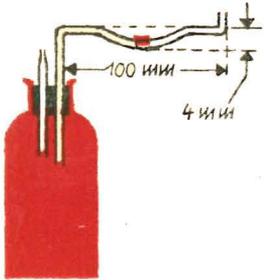
im Winter sehr kalt, im Sommer mäßige
Wärme

im allgemeinen Wetterverschlechterung

rasch fortschreitender Sturmwirbel

ergiebige Niederschläge

im Winter mildes, im Sommer kühles Wetter



Ein weiteres selbstgebautes Barometer

Die Zeichnung stellt ein sehr empfindliches Anzeigergerät für Luftdruckschwankungen dar. Eine größere Flasche mit ebenem Boden (die Flasche darf nicht schaukeln!) enthält einen dicht sitzenden, doppelt durchbohrten Stopfen. Das linke Röhrrchen im Stopfen ist zu einer feinen Düse ausgezogen. Mit einer Tropfpipette (Glasrohr mit ausgezogener Spitze) lassen wir nach Herausnahme des Stopfens einen Tropfen Petroleum oder Spiritus in das rechte Rohr gleiten.



Dieses Gerät ist wesentlich empfindlicher als ein handelsübliches Dosenbarometer. Es genügt, die Flasche vom Tisch herab auf den Fußboden zu stellen, um eine deutliche Verschiebung des Tropfens wahrzunehmen. Bei heftigem Sturm oder Wind, ja sogar beim Zuschlagen der Tür zuckt der Tropfen und zeigt die plötzliche Luftdruckänderung an.

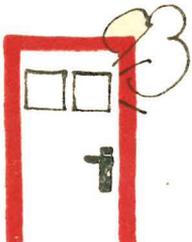


Wir bauen ein Haarhygrometer

Wenn wir ein zusammengeknülltes Stück Zeitungspapier so in ein feuchtes Einkochglas legen, daß es die Glaswände nicht berührt, so wird es nach einigen Stunden ebenfalls feucht sein. Das Papier hat das im Glas verdunstende Wasser aufgenommen.

Wir wollen uns einen Feuchtigkeitsmesser, ein Hygrometer, bauen und damit die Luftfeuchtigkeit untersuchen. Die Zeichnung rechts zeigt uns den Aufbau des Gerätes.

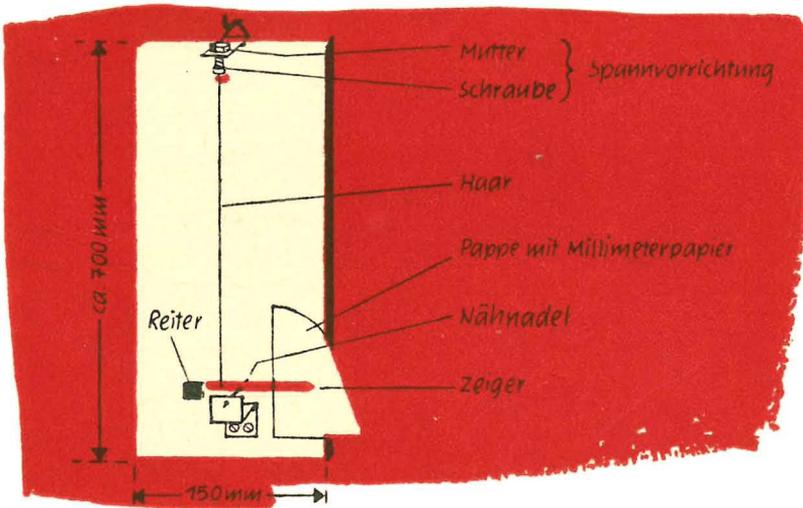
Die Luftfeuchtigkeit soll auf ein Haar einwirken, denn Haare dehnen sich mit zunehmender Feuchtigkeit. Mehrere Haare kleben wir mit Alleskleber aneinander, so daß ein etwa 550 Millimeter langes



Haar entsteht. Nachdem es zur Entfettung über Nacht in Fleckenwasser gelegt und wieder getrocknet wurde, befestigen wir es mit Siegellack an der Spannvorrichtung.

Unten befestigen wir einen schmalen, zugespitzten Holzstab wie angegeben mit einer Nähnadel in einem Blechbügel. Der Holzstab dient dann als Zeiger.

Zu beachten ist, daß sich die Nadel mit dem Zeiger möglichst reibungslos im Blechbügel schwenken lassen muß. Links im Zeiger, in 3 Millimeter Abstand vom Drehpunkt, wird schließlich das von oben kommende Haar durch ein feines Loch gezogen und mit Alleskleber befestigt. Der Zeiger soll waagrecht stehen.

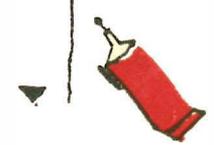


ca 550 mm

Da der rechte Teil des Zeigers größer ist als der linke, stellen wir das Gleichgewicht wieder her, indem wir links ein Stück starkes Blech als Reiter festklemmen. Der richtige Befestigungsort muß ermittelt werden. Nun können wir das Haar mit Hilfe der Schraubenmutter oben straffziehen.

Das Gerät muß einige Stunden lang an einen warmen, trockenen Ort gestellt werden, dann markieren wir die Zeigerstellung auf der rechts angebrachten Skala, die aus mit Millimeterpapier beklebter starker Pappe hergestellt wird.

Halten wir unser Hygrometer dann in Dampf (über einen Topf mit siedendem Wasser), so verlängert sich das Haar, und der Zeiger nimmt eine andere Stellung ein. Sie wird wieder gekennzeichnet.



Die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft wird zwischen diesen beiden Fixpunkten liegen. Das Haarhygrometer gestattet uns nur eine grobe Einschätzung der Luftfeuchtigkeit, für genauere Messungen müßte es nach den Werten eines industriell hergestellten Gerätes geeicht werden. Wir hängen unser Gerät im Freien, aber vor direkter Nässe geschützt, auf.

Aus Wasserdampf werden Nebeltropfen

Von den Meeren, Seen und Flüssen verdunstet ständig Wasser; auch die Menschen, Tiere und Pflanzen geben Wasser ab. All dieser Wasserdampf steigt in die Luft und ist unsichtbar.

Wenn sich die mit Wasser gesättigte Luft aber abkühlt, scheidet sich der überschüssige Wasserdampf in Form vieler winziger Wassertropfchen ab. Sie sind nicht größer als $\frac{1}{1000}$ Millimeter und bilden den Nebel.

Damit aus Wasserdampf winzige Nebeltropfen werden können, müssen aber noch kleinste feste oder auch flüssige Materieteilchen vorhanden sein, an die sich der Wasserdampf anlagern kann (sogenannte Kondensationskerne). Sie müssen wasseranziehend (hygroscopisch) sein und gelangen als feinste Teilchen in die Luft infolge der Verdunstung des Meereswassers, der Verbrennung von Kohle in Fabriken und Wohnhäusern und so fort.

Wenn es die kleinen Kondensationskerne nicht gäbe, könnte sich kein Nebel bilden, es könnten keine Wolken entstehen, und es könnte auch nicht regnen!

Um den Kondensationsvorgang nachzubilden, machen wir folgenden Versuch: In einen trockenen Glaskolben mit Gummistopfen führen wir ein kurzes Glasrohr ein, auf das wir einen Schlauch ziehen. Dann lassen wir uns vom Vater etwas Zigarrenrauch in den Kolben blasen und drücken kräftig mit Atemluft nach. Durch Knicken des Schlauches wird die Öffnung verschlossen. Geben wir die Öffnung kurz danach wieder frei, so entströmt ein Teil der komprimierten (zusammengepreßten) Luft, und es bildet sich im Innern des Kolbens ein Niederschlag.

Die zusammengepreßte Luft enthält viel gelösten Wasserdampf. Bei ihrer Entspannung kühlt sie sich plötzlich ab, und an den Rauchteilchen lagern sich Wassertropfen ab. Es entsteht ein Niederschlag aus feinsten Tröpfchen.



Wie sich die Wolken bilden

Die Sonne schickt unablässig ihre Strahlen auf die Erde und erwärmt die Erdoberfläche. Darüber erwärmt sich die Luft. Die erwärmte Luft dehnt sich aus, wird spezifisch leichter und steigt empor. Die aufsteigende Luft kommt von Meter zu Meter unter geringeren Druck und kann sich noch mehr ausdehnen. Luft aber, die sich ausdehnt, kühlt sich ab. Wenn wir einen Fahrradschlauch aufpumpen, also Luft zusammenpressen, werden Luftpumpe und Schlauch warm. Öffnen wir hingegen das Ventil und halten die Hand in den Strom der sich ausdehnenden Luft, spüren wir die Abkühlung. Luft mit absinkender Temperatur vermag aber weniger und weniger Feuchtigkeit aufzunehmen. Steigt die Luft noch weiter auf, kühlt sie sich schließlich soweit ab, daß sie ihren Sättigungspunkt erreicht und viele kleine Wassertröpfchen abscheidet, die zu Nebeltröpfchen werden. Aus vielen, vielen Nebeltröpfchen entstehen die Wolken.

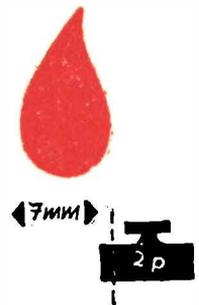
Interessantes vom Regentropfen

Die Wolken bestehen aus feinsten, in der Luft schwebenden Wassertröpfchen. Vereinigen sich mehrere Tröpfchen dadurch, daß sie aufeinandertreffen, verdunsten sie infolge ihrer Größe nicht mehr. Sie nehmen an Gewicht zu und gelangen zur Erde. Es regnet.

Unser Versuch soll die Entstehung von großen Regentropfen veranschaulichen. Wir füllen etwas Spiritus in ein Glas und geben einige Öltropfen hinein. Sie zerfallen dabei in viele Tropfen verschiedener Größe, die sich am Boden sammeln. Sie heben sich jedoch und beginnen zu schweben, wenn wir ganz langsam Wasser hinzugießen.

Mit einer Stopfnadel bewegen wir nun zwei Tropfen gegeneinander. Sie vereinigen sich nicht. So groß ist die Zusammenhangskraft der Teilchen eines Tropfens! Erst wenn wir zwei Tropfen mit zwei Nadeln gewaltsam gegeneinander drücken, vereinigen sie sich zu einem größeren Tropfen.

Bei Regen fallen zunächst winzige Nebeltropfen, die aber während des Fallens kräftig aufeinandertreffen und sich vereinigen. Mit zunehmender Größe fallen die Tropfen dann schneller, sie prallen mit immer größerer Wucht aufeinander.



Wieviel Regen fällt an einem Tag?

Wenn der Himmel grau und verhangen ist und es ununterbrochen regnet, mag sich wohl schon mancher gefragt haben: Welche Wassermenge kommt jetzt eigentlich vom Himmel herunter?

Wir wollen die Niederschlagsmenge einmal messen, indem wir ein Meßglas mit einem großen Glas- oder Metalltrichter vor einem kräftigen Regen oder Gewitter hinaus ins Freie stellen. Am Meßglas können wir dann ablesen, welche Regenmenge hineingefallen ist. Diese Menge fiel also auf die gesamte Kreisfläche des Trichters. Wieviel Liter ergibt das wohl je Quadratmeter?

Berechnen wir zunächst die Fläche des Trichters:

Inhalt der Kreisfläche: Halbmesser mal Halbmesser mal 3,14
($F = r \times r \times 3,14$)

Wir erhalten so die obere kreisförmige Trichterfläche. Dann dividieren wir:

$$\frac{\text{Regenmenge im Meßglas}}{\text{Trichterfläche}} = \text{Regenmenge auf 1 Quadratmeter in Millilitern}$$

Auf einen Quadratmeter fällt die zehntausendfache Menge. Da 1 Liter 1000 Milliliter hat, müssen wir noch durch 1000 dividieren, wenn das Ergebnis in Litern angegeben werden soll. Wieviel Liter Wasser fielen also auf 1 Quadratmeter?

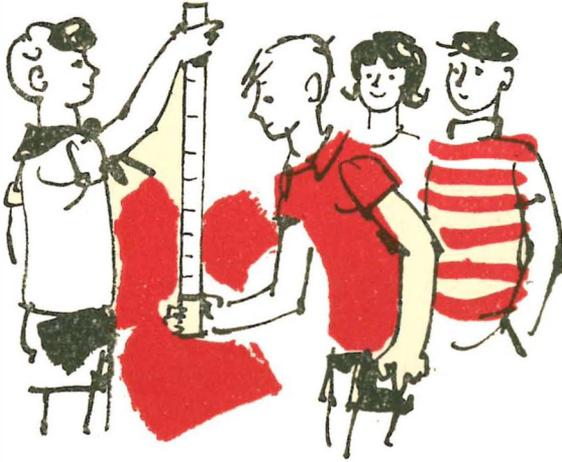


Wir beobachten den Wind

Wind- stärke	Bezeich- nung	m/s	km/h	Auswirkungen des Windes im Binnenland	Auswirkungen des Windes auf See
0	still	0 bis 0,2	0 bis 1	Windstille; Rauch steigt gerade empor	Spiegelglatte See
1	leiser Zug	0,3 bis 1,5	1 bis 5	Windrichtung nur durch den Zug des Rauches an- gezeigt, aber nicht durch die Windfahne	Kleine schup- penförmig aus- sehende Kräuselwellen ohne Schaum- kämme
2	leichte Brise	1,6 bis 3,3	6 bis 11	Wind im Ge- sicht fühl- bar, Blätter säuseln, Windfahne be- wegt sich	Kleine Wellen, noch kurz, aber ausgeprägt. Kämme sehen glasig aus und brechen sich nicht
3	schwache Brise	3,4 bis 5,4	12 bis 19	Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wind streckt einen Wimpel	Kämme beginnen sich zu bre- chen. Schaum überwiegend glasig, vereinzelt können kleine weiße Schaum- köpfe auftreten
4	mäßige Brise	5,5 bis 7,9	20 bis 28	Wind hebt Staub und loses Papier, bewegt Zweige und dünne Äste	Wellen noch klein, werden aber länger. Weiße Schaum- köpfe treten schon verbreit- et auf
5	frische Brise	8,0 bis 10,7	29 bis 38	Kleine Laub- bäume begin- nen zu schwanken	Mäßige Wellen, die ihre ausge- prägte lange Form annehmen. Überall weiße Schaumkämme. Vereinzelt kann spärlicher Gischt vorkommen

Wind- stärke	Bezeich- nung	m/s	km/h	Auswirkungen des Windes im Binnenland	Auswirkungen des Windes auf See
6	starker Wind	10,8 bis 13,8	39 bis 49	Starke Äste in Bewegung, Pfeifen in Telegraphen- leitungen	Bildung großer Wellen beginnt. Kämme bre- chen sich und hinterlassen größere weiße Schaumflächen. Manchmal spritzt etwas Gischt ab
7	steifer Wind	13,9 bis 17,1	50 bis 61	Ganze Bäume in Bewegung, fühlbare Hemmung beim Gehen gegen den Wind	Die See türmt sich auf. Der beim Brechen ent- stehende weiße Schaum beginnt sich in Streifen in die Wind- richtung zu legen
8	stür- mischer Wind	17,2 bis 20,7	62 bis 74	Bricht Zweige von den Bäu- men, erschwert das Gehen im Freien	Mäßig hohe Wellenberge mit Kämmen von beträcht- licher Länge. Von den Kan- ten der Kämmen beginnt Gischt abzuwehen. Der Schaum legt sich in gut ausgeprägten Streifen in die Windrichtung
9	Sturm	20,8 bis 24,4	75 bis 88	Kleinere Schä- den an Häusern (Rauchhauben und Dachziegel werden abge- worfen)	Hohe Wellen- berge, dichte Schaumstreifen in der Wind- richtung. „Rollen“ der See beginnt. Der Gischt kann die Sicht schon beeinträchtigen

Wind- stärke	Bezeich- nung	m/s	km/h	Auswirkungen des Windes im Binnenland	Auswirkungen des Windes auf See
10	schwerer Sturm	24,5 bis 28,4	89 bis 102	Entwurzelt Bäume, bedeu- tende Schäden an Häusern. Kommt selten im Binnenland vor	Sehr hohe Wei- lenberge mit langen über- brechenden Kämmen. See weiß durch Schaum. Schwe- res stoßartiges „Rollen“ der See. Die Sicht wird durch den Gischt beein- trächtigt
11	orkan- artiger Sturm	28,5 bis 32,6	103 bis 117	Sturmschäden. Kommt sehr selten im Binnenland vor	Außergewöhn- lich hohe Wei- lenberge. Die See ist mit den langen, weißen in Windrichtung angeordneten Schaumstreifen vollständig be- deckt. Die Kan- ten der Wellen- kämme werden überall zu Gischt zerblasen. Die Sicht ist her- abgesetzt
12	Orkan	über 32,6	über 117	Tritt im Binnen- land nicht auf	Luft mit Schaum und Gischt an- gefüllt. See voll- ständig weiß. Sicht sehr stark herabgesetzt, jede Fernsicht unmöglich



WIR LERNEN UNSEREN KÖRPER KENNEN

VI



Wieviel Luft faßt unsere Lunge?

Wenn wir im Sommer im See tauchen, machen wir stets erst zwei bis drei tiefe Atemzüge, um unsere Lunge richtig mit Luft zu füllen. Erst dann tauchen wir unter. Wir wissen: Je mehr Luft wir vorher einatmen, desto länger können wir dann unter Wasser bleiben. Wieviel Luft mögen wir wohl mit einem Atemzug aufnehmen?

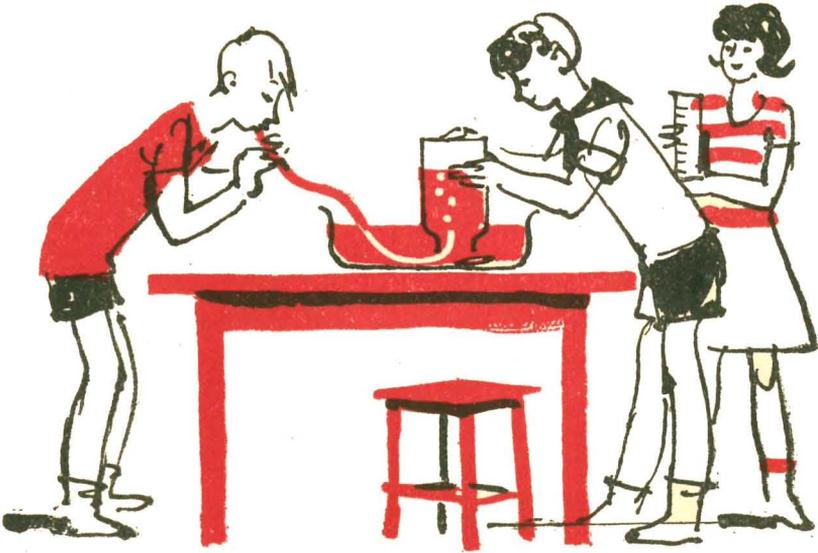
Eine Schüssel wird halb mit Wasser gefüllt. Ein großes Einkochglas füllen wir ganz mit Wasser und legen Gummiring und Glasdeckel darauf. Ein Freund muß nun eine Hand fest auf den Deckel legen und das Glas wenden. Es wird in der Schüssel umgestülpt unter Wasser getaucht. Dann entfernen wir den Deckel.

Nun staunen wir, daß das Wasser nicht ausläuft: Der Luftdruck hält die gesamte Flüssigkeit im Glas. Wir atmen tief ein und blasen die Luft durch einen Schlauch in das Glas, so, wie es die Zeichnung zeigt.

Die aufsteigenden Luftblasen verdrängen einen Teil des Wassers. Unser Freund wendet nun das Glas bei aufgelegtem Deckel erneut; dabei darf kein Wasser entweichen. Füllen wir das im Einkochglas verdrängte Wasser mit einem Meßglas wieder auf, so können wir den Rauminhalt der Atemluft angeben.

Meist atmen wir jedoch nicht so tief. Deshalb wiederholen wir den Versuch mit soviel Atemluft, wie wir im Sitzen bei normaler Atemtätigkeit einatmen.

Ist der Unterschied sehr groß?



Wir atmen durchschnittlich bei jedem Atemzug etwa 500 Milliliter Luft ein und wieder aus. Ein sehr tiefer Atemzug kann sogar etwa 2000 Milliliter, also 2 Liter Luft fassen.

Wir prüfen einmal die Anzahl unserer Atemzüge je Minute und berechnen dann unseren gesamten Atemluftbedarf während einer Minute, indem wir die Anzahl der Atemzüge mit der Menge der gemessenen Atemluft multiplizieren. Der Versuch wird nach 15 Kniebeugen oder anderen körperlichen Anstrengungen wiederholt. Beim Erwachsenen kann das Atemminutenvolumen während schwerster körperlicher Arbeit (vor allem bei sportlichen Leistungen!) auf 6 Liter und mehr steigen!

Die Zahl der Atemzüge (Ein- und Ausatmen) beträgt im Ruhezustand beim Erwachsenen 14 bis 18 in der Minute. Bei Jugendlichen liegt diese Zahl etwas höher. Die Luftmenge, die der gesunde erwachsene Mensch nach tiefstmöglicher Einatmung durch tiefstmögliche Ausatmung von sich geben kann, beträgt etwa 4 Liter.

Die Nase heizt

Wir können durch die Nase und durch den Mund atmen. Haben wir einen Schnupfen, atmen wir oft nur durch den Mund. Die Mundhöhle kommt uns dann wie ausgetrocknet vor. Meist atmen wir jedoch durch die Nase. Das ist auch viel gesünder. Warum?

Ein einfacher Versuch, den wir an einem kühlen Tag vornehmen, gibt uns darüber Auskunft. Zunächst atmen wir tief durch die Nase, anschließend tief durch den Mund ein. Was bemerken wir?

Die Luft kommt in der Nase mit der stark durchbluteten Schleimhaut in Berührung. Dabei wird sie angewärmt und nimmt Feuchtigkeit auf.

Das Vorwärmen der Luft in der Nase ist besonders an kalten Wintertagen wichtig. Wir sollten deshalb an solchen Tagen nicht sprechen, wenn wir gegen den Wind laufen; auf keinen Fall dürfen wir aber durch den Mund atmen. Erkältungskrankheiten könnten leicht die Folge sein.

Wir beobachten den Atemvorgang

Wir atmen Tag und Nacht. Meist merken wir das gar nicht. Wir denken einfach nicht daran.

Am Atemvorgang sind verschiedene Muskelgruppen unseres Körpers beteiligt, in erster Linie die Muskeln im Bereich der Brust. Wenn wir nicht kitzlig sind, können wir ihre Tätigkeit beobachten.

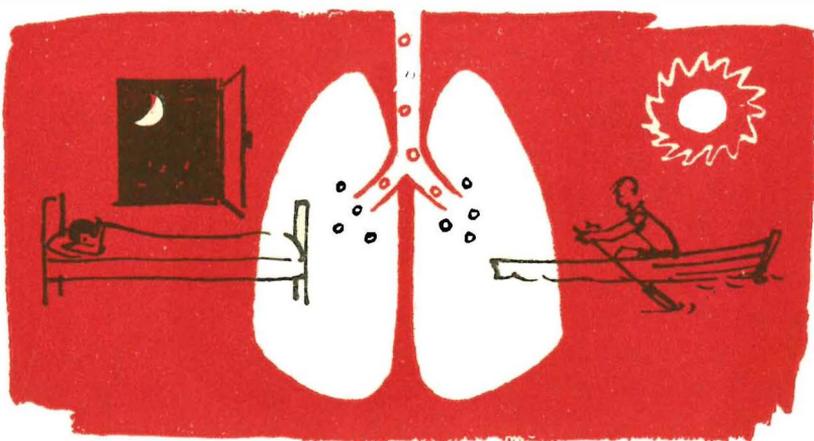
1. Zunächst atmen wir tief aus. Dann stemmen wir beide Hände in die Seite und nehmen mit den Fingerspitzen fest Fühlung mit den untersten Rippen des Brustkorbes. Atmen wir jetzt tief ein, so fühlen wir, wie die Rippen gehoben werden und unter den Fingern nach oben gleiten. Atmen wir wieder aus, so können wir beobachten, wie sie wieder in ihre alte Lage zurückkehren.

Bei schlechter Körperhaltung können die Muskeln der Brustgegend nicht richtig arbeiten. Es wird dann nur ein Teil der Lunge zur Atmung benutzt. In den wenig arbeitenden Teilen der Lunge können sich leicht Krankheiten entwickeln.

Am besten arbeitet die Lunge bei sportlicher Betätigung, besonders Schwimmen, Rudern und Skilauf schaffen gesunde und kräftige Lungen.

An der Atmung sind auch die Muskeln der Bauchdecke beteiligt. Auch das können wir beobachten.

2. Wir setzen uns auf die vordere Kante eines Stuhles, lehnen uns an und strecken die Beine nach vorn. Eine Hand wird auf die Brust gelegt und die andere auf den Bauch in der Nähe des Nabels. Nun versuchen wir einmal, nicht mit der Brust zu atmen. Mit etwas

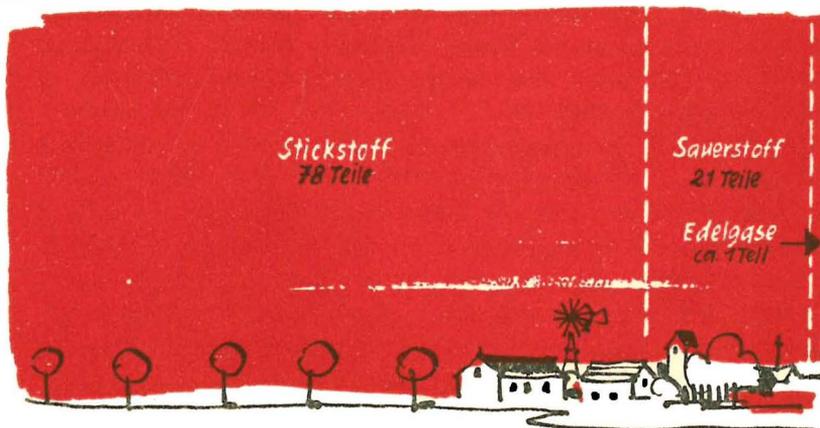


Übung gelingt das recht leicht. Wir bemerken, daß jetzt die Bauchmuskulatur arbeitet.

Beim Menschen arbeiten für die Atmung meist Brust- und Bauchmuskulatur gemeinsam. Anders verhält sich dies bei den Tieren. Wenn wir Pferde und Hunde beobachten, sehen wir, daß sie beim Atmen hauptsächlich die Rippen heben, während sich bei den Rindern deutlich die Bauchdecke hebt und senkt.

Was mit der Luft geschieht

Reine Luft besteht aus 78 Teilen Stickstoff, 21 Teilen Sauerstoff, fast 1 Teil Edelgasen; äußerst gering ist der Anteil an Kohlendioxid und Wasserstoff. Die Atmung des Menschen ist eigentlich ein Gas-



austausch, der dem Stoffwechsel dient, denn der mit der Luft eingeatmete Sauerstoff ermöglicht die Verbrennung der Nährstoffe – eine Verbrennung ohne Flamme!

Um dem Geheimnis der Verbrennung auf die Spur zu kommen, führen wir folgende Versuche durch:

1. Ein Stück Blei legen wir in ein Reagenzglas. (Nicht werfen, es schlägt sonst den Boden heraus!) Darauf kommt eine stärkere Schicht Kerzenparaffin. Das Paraffin schmilzt beim Erhitzen. Schütteln wir das Glas vorsichtig, dann hören wir das Blei klappern. Wenn das Paraffin siedet, schmilzt das Blei. Nun klappert es nicht mehr. Wir sehen das blanke, flüssige Blei. Es ist nach dem Erkalten unverändert, da das Paraffin die Luft vom Blei fernhielt. Erhitzen wir Blei ohne Paraffin, also an der Luft, so bildet sich eine Oxidschicht. Jetzt hat eine Verbrennung stattgefunden. Zur Verbrennung (Oxydation) ist Sauerstoff erforderlich. Die bei Oxydationen entstehenden Sauerstoffverbindungen heißen Oxide. Die Atmung des Menschen ist ebenfalls ein Oxydationsvorgang.

2. Halten wir einen Holzspan in die Flamme, so entzündet er sich nicht sofort. Er muß erst kurz erhitzt werden, dann bilden sich brennbare Gase, die sich entzünden. Flammen sind also brennende Gase.

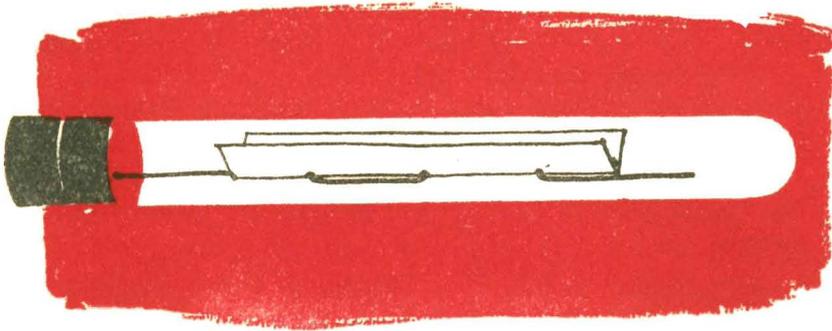
Das längere Zeit erhitzte Holz wurde entgast, zurück blieb Holzkohle.

3. Nun halten wir ein Stück Holzkohle (Zeichenkohle) mit einer Zange in die Flamme. So sehr es auch erhitzt wird, es glimmt nur, da es keine brennbaren Gase mehr bilden kann. Zur Verbrennung gehört also ein brennbarer Stoff.

4. Jetzt falten wir eine Zeitung zu einer großen Tüte, deren Spitze umgeknickt wird. Nachdem wir die Tüte oben geradegeschnitten haben, damit sie stehen kann, drehen wir sie um. 5 Zentimeter unterhalb der Spitze wird sie dann mit einem etwa 3 Millimeter großen Loch versehen.

Im Freien, auf keinen Fall in der Nähe brennbarer Stoffe, zünden wir nun etwas zerknülltes Papier an und stülpen die Tüte darüber. Aus dem Loch an der Spitze entweicht dicker Qualm, den wir anzünden können. Wir sehen, daß bei der Verbrennung brennbare Gase entstehen. Oder: Brennbare Gase ermöglichen die Flammenbildung. Damit solche Gase erzeugt werden können, müssen die Brennstoffe erhitzt werden. Die erforderliche Temperatur heißt Entzündungstemperatur. Sie muß erreicht und beibehalten werden.





5. Aus einem dünnen Eisenblech (15×50 Millimeter) biegen wir eine V-förmige Rinne und bohren drei Löcher hinein, durch die ein 60 Millimeter langer, stärkerer Eisendraht gesteckt wird. Das Drahtende stecken wir in einen Reagenzglasstopfen.

Nun schütten wir Eisenfeilspäne auf die Rinne und erhitzen sie stark über der Gasflamme (Zange benutzen!). Anschließend wird sie schnell in das waagrecht befestigte Reagenzglas geschoben.

Ist das Glas dann abgekühlt, stellen wir es mit dem Stopfen nach unten in ein mit Wasser gefülltes Becherglas und öffnen es unter Wasser. Das Wasser dringt in das Glas ein und füllt es zu $\frac{1}{5}$. Da das Eisen im Reagenzglas weiter verbrannte, verbrauchte es $\frac{1}{5}$ der darin vorhandenen Luft: den Sauerstoff.

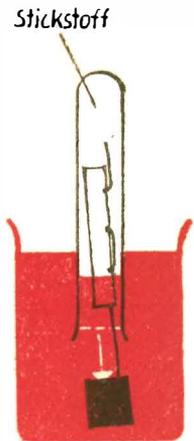
In der Restluft erlischt ein brennendes Streichholz. Sie besteht im wesentlichen aus Stickstoff.

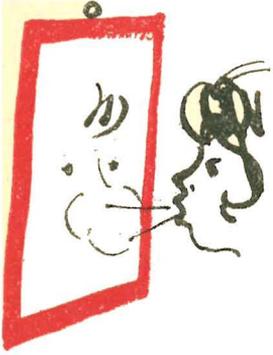
Bei der Verbrennung entsteht das Gas Kohlendioxid. Es läßt sich mit Hilfe von Kalkwasser, das durch Kohlendioxid getrübt wird, nachweisen.

Wir führen diesen Nachweis, indem wir ein mit Kalkwasser ausgeschwenktes Trinkglas über eine Flamme halten: Das im Glas verbliebene Kalkwasser wird getrübt.

6. Wir füllen ein Trinkglas mit Kalkwasser und atmen durch ein Glasrohr Luft in das Kalkwasser aus. Nun sehen wir, daß sich das Kalkwasser trübt. Also enthält die ausgeatmete Luft Kohlendioxid. Die Verbrennung der Nährstoffe im menschlichen Körper geht unter Wärmeentwicklung vor sich; die mittlere Körpertemperatur von 37 °Celsius wird auf diese Weise erzeugt.

Bei der Verbrennung der Nährstoffe wird Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid erzeugt, der Austausch dieser Gase erfolgt in der Lunge. Vergleichen wir einmal: Während die Einatemluft zu 21 Prozent aus Sauerstoff und 0,03 Prozent aus Kohlendioxid





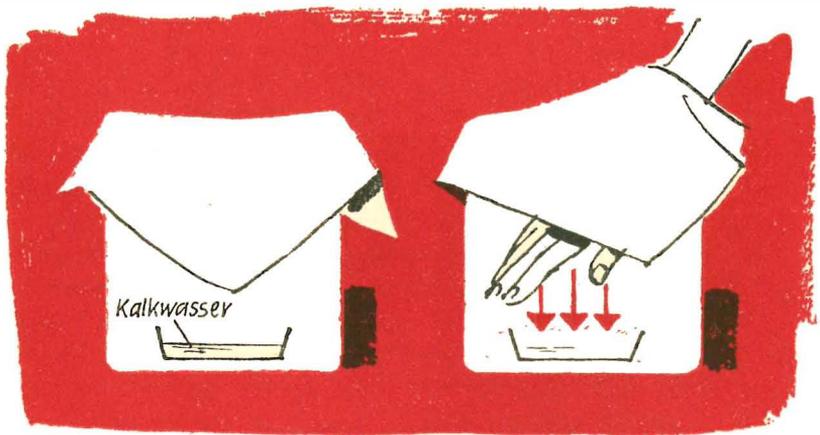
besteht, enthält die Ausatemsluft durchschnittlich 16 Prozent Sauerstoff und 4 Prozent Kohlendioxid.

Die Einatemsluft wird auf dem Wege zur Lunge erwärmt und mit Wasserdampf gesättigt; in der Ausatemsluft können wir Wasserdampf leicht nachweisen, indem wir gegen einen Spiegel oder eine Glasscheibe hauchen: Der Wasserdampf kondensiert am kälteren Glas.

Kann auch die Haut atmen?

So seltsam es klingt: Wir atmen nicht nur mit der Lunge, sondern mit der gesamten Haut.

Wir stellen frisches Kalkwasser her und füllen es in zwei flache Glasschälchen. Diese Schälchen werden in je ein breites Einkochglas gestellt. Über beide Gläser decken wir Handtücher.



Nachdem wir die rechte Hand in schneller Folge fünfzigmal geöffnet und geschlossen haben, halten wir sie sofort in das eine Einkochglas. Dabei muß das Handtuch wieder übergedeckt werden, und die Hand darf nicht in das Kalkwasser tauchen.

Nach einiger Zeit bildet sich auf dem Kalkwasser eine trübe Schicht, während das Wasser im unbenutzten Vergleichsglas klar bleibt.

Die Haut scheidet wie die Lunge Kohlendioxid aus. Damit sie diese und andere Aufgaben gut erfüllen kann, müssen wir sie stets sauberhalten.

Was uns der Puls verrät

Überall im Körper befindet sich Blut. Es versorgt alle Organe mit Nahrung, Wasser und frischem Sauerstoff. Außerdem transportiert es die verbrauchten Stoffe. Damit das Blut jedoch diese Aufgaben erfüllen kann, wird es von einer unermüdlichen Pumpstation ständig durch den Körper gepumpt: vom Herz. Die Blutgefäße, die das Blut vom Herzen aus in alle Körperteile führen, nennt man Schlagadern.

An einigen Stellen unseres Körpers können wir die Schlagadern fühlen, so zum Beispiel, wenn wir die Spitzen von Zeigefinger und Mittelfinger der rechten und der linken Hand in die kleinen Gruben am Hals legen, die sich dicht unter dem Kinn befinden. Dabei spüren wir einen regelmäßigen leichten Stoß in den Fingerspitzen: die Druckwelle, die nach jedem Herzschlag durch die Schlagadern läuft. Sie wird als Puls bezeichnet.

Am Puls der Schlagadern kann man die Anzahl der Herzschläge feststellen. Wir überprüfen mit Hilfe einer Uhr mit Sekundenzeiger, wieviel Pulsschläge innerhalb einer Minute erfolgen. Diese Zahl merken wir uns.

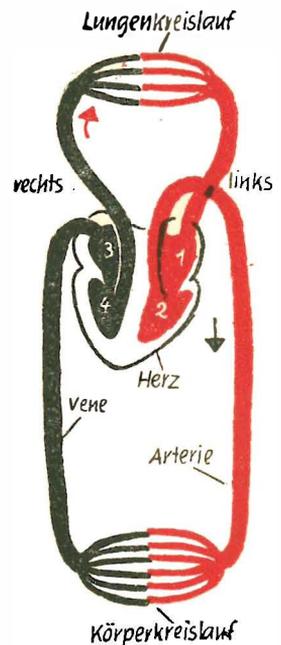
Der Arzt mißt den Puls oberhalb des Handgelenks. Auch wir wollen das probieren, am besten bei einem Freund.

Er soll den linken Arm ganz schlaff hängenlassen, wir heben ihn dann mit unserer linken Hand leicht an und legen Zeigefinger, Mittelfinger und Ringfinger auf die Innenseite des Unterarmes, dicht

Schema des Blutkreislaufs

(farbig = sauerstoffreiches, arterielles Blut,
schwarz = sauerstoffarmes, venöses Blut)

Aus der rechten Herzkammer (4) gelangt das venöse (verbrauchte, sauerstoffarme, kohlendioxidreiche) Blut über die Lungenarterie in die Lungenkapillaren (feinste Gefäße). Dort nimmt das Blut Sauerstoff auf und gibt Kohlendioxid ab; dann wird es über die Lungenvene in die linke Herzvorkammer (1) und Herzkammer (2) geleitet. Diesen Teil des Blutkreislaufs nennt man Lungenkreislauf. Beim Körperkreislauf gelangt das arterielle (sauerstoffreiche) Blut aus der linken Herzkammer (2) in die Hauptschlagader, die Aorta, die sich in die Arterien und schließlich in feinste Haargefäße verzweigt. Durch diese Gefäße gelangt das Blut an alle Organe und Gewebe und versorgt sie mit Sauerstoff und Nahrung, gleichzeitig nimmt es Abfallstoffe auf. Das nunmehr verbrauchte venöse Blut sammelt sich in den Venen und schließlich in der großen Hohlvene, die es wieder zur rechten Herzvorkammer (3) und Herzkammer (4) führt.



oberhalb des Daumenballens. Vielleicht bemerken wir den Puls gleich. Sollten wir die richtige Stelle nicht sofort finden, müssen wir sie suchen.

Der Arzt zählt die Pulsschläge mit dem Mittelfinger. Die beiden anderen Finger fühlen inzwischen, wie die Wand der Schlagader beschaffen ist, in welcher Weise der Druck ansteigt und abnimmt und anderes. Der Arzt kann durch Messen des Pulses viele Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand des Menschen ziehen.

Wir wollen allerdings auch diesmal nur die Zahl der Pulsschläge in der Minute zählen.

Wir verändern den Herzschlag

Bevor wir diesen Versuch durchführen können, müssen wir ganz sicher im Pulsfühlen sein. Wir suchen deshalb den Puls am Arm unseres Freundes und am eigenen Arm immer wieder auf. Schließlich sind wir so sicher, daß wir ihn sofort beim ersten Griff spüren. Nun fordern wir unseren Freund auf, sich flach aufs Sofa oder Bett zu legen. Wenn er 5 Minuten geruht hat, messen wir den Puls eine halbe Minute lang. Wir verdoppeln die Zahl, wenn wir die Pulsschläge je Minute feststellen wollen.

Jetzt lassen wir unseren Freund 15 Kniebeugen machen. Danach muß er sich sofort wieder hinlegen. Ohne Verzögerung messen wir den Puls eine halbe Minute lang. Dann setzen wir eine halbe Minute aus. Anschließend messen wir noch einmal während einer halben Minute. Wieder verdoppeln wir die gemessenen Werte – und dabei machen wir verschiedene interessante Feststellungen.

Zunächst erkennen wir, daß der Puls kurz nach der Anstrengung stark beschleunigt war. Er kann beispielsweise von 80 Schlägen je Minute auf 120 Schläge angestiegen sein. Eine Minute später ist er allerdings wieder abgesunken. Oft liegt er dann sogar etwas niedriger als zu Anfang.

Besonders hoch ist der Puls während sportlicher Höchstleistungen. Wir merken das nach einem 100-Meter-Lauf. Lassen wir uns hinterher sofort ins Gras fallen, so kann die plötzliche Ruhe zu einer derartig starken Verlangsamung des Pulses führen, daß Herzschäden eintreten. Nach einem 100-Meter-Lauf soll man sich deshalb nicht sofort setzen oder hinlegen, sondern langsam hin und her gehen.

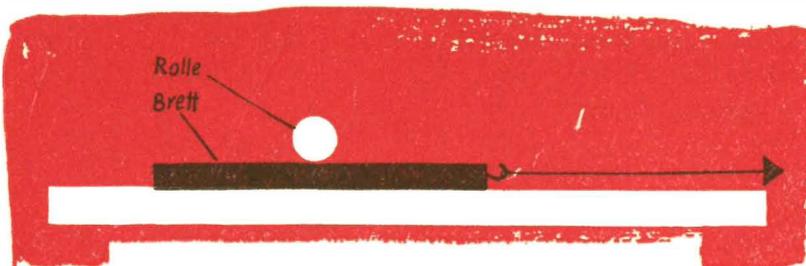




Unser Körper ist träge

Wenn wir mit dem Fahrrad unterwegs sind und plötzlich bremsen müssen, so wird unser Körper sehr unsanft nach vorn geschleudert. Die gleiche Erscheinung beobachten wir in der Eisenbahn oder im Auto. Beim plötzlichen Anhalten bewegt sich unser Körper stets noch ein kleines Stück in Fahrtrichtung weiter.

Führen wir dazu einen Versuch durch! Ein zylindrisches Stück Eisen oder ein Stück eines alten Besenstiels ergibt eine Rolle. Sie muß eine glatte Oberfläche besitzen, notfalls kleben wir einen Mantel aus Zeichenkarton auf. Ferner wird ein kleines, ebenes Brett gebraucht, an dessen Vorderkante wir einen etwa 40 Zentimeter langen Bindfaden befestigen.



Den Zylinder legen wir nun auf das Brett, ziehen dann beides langsam über den Tisch und halten plötzlich an. Die Rolle wird sich weiterbewegen. So zeigt sie ein ähnliches Verhalten wie unser Körper beim plötzlichen Bremsen.

Was geschieht aber, wenn wir in der Straßenbahn oder im Auto sitzen und die Straßenbahn oder das Auto plötzlich anfahren? Dann fällt unser Körper entgegengesetzt zur Fahrtrichtung, also nach hinten.

Die gleiche Erscheinung zeigt ein Versuch mit unserer Rolle. Wir legen sie wieder auf das Brett und ziehen ruckweise am Faden. Während sich das Brett auf uns zu (nach vorn) bewegt, verändert die Rolle ihren Standort kaum.

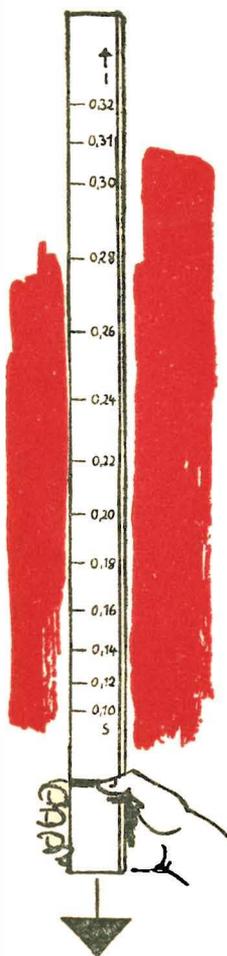
Die Eigenschaft der Körper, ihren Bewegungszustand beizubehalten, bezeichnet man als Trägheit. Dieses Verhalten zeigen alle Körper. Der englische Physiker Isaac Newton (1643–1727) stellte das Trägheitsgesetz im Jahre 1687 auf. Er besagt: Jeder ruhende Körper bleibt in Ruhe, solange keine Kraft auf ihn einwirkt. Jeder in Bewegung befindliche Körper bewegt sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit geradlinig weiter, solange keine Kraft auf ihn einwirkt.



Augen auf im Straßenverkehr!

Wir sind mit dem Fahrrad unterwegs. Plötzlich läuft uns jemand vor das Rad. Wir müssen auf dieses unvorhergesehene Ereignis schnell reagieren und bremsen. Wieviel Zeit mag wohl vom Erkennen eines Ereignisses bis zur entsprechenden Handlung vergehen? Wir ermitteln die Reaktionszeit mit Hilfe eines Fallstabes, den wir uns selbst anfertigen. Eine etwa 90 Zentimeter lange Holzlatte wird gut abgeschliffen und auf einer Seite mit Zeichenkarton beklebt. 6 Zentimeter vom unteren Ende entfernt zeichnen wir dann die Nullmarke an; die anderen Werte werden der folgenden Tabelle entsprechend aufgetragen:

Reaktionszeit in Sekunden	Länge der Strecke in Zentimetern
–	Nullmarke
0,10 Sekunden	4,9 Zentimeter
0,12 „	7,1 „
0,14 „	9,6 „
0,16 „	12,5 „
0,18 „	15,9 „
0,20 „	19,6 „



Reaktionszeit in Sekunden	Länge der Strecke in Zentimetern
0,22	23,7
0,24	28,2
0,26	33,1
0,28	38,4
0,30	44,1
0,31	47,1
0,32	50,2
0,33	53,4
0,34	56,6
0,35	60,0
0,36	63,5
0,37	67,1
0,38	70,8
0,39	74,5
0,40	78,4

Ein Freund muß den Stab nun am oberen Ende hochhalten, während wir ihn in Höhe der Nullmarke scheinbar umfassen.

Es gilt nun, den Stab möglichst schnell am senkrechten Fall zu hindern, nachdem ihn der Freund plötzlich fallen gelassen hat.

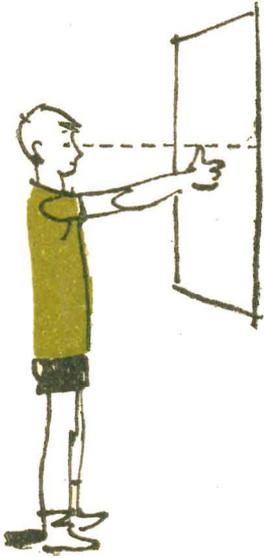
Wie weit fällt der Stab, bis wir die Faust geschlossen haben? Die Fallzeit können wir von der am Stab angebrachten Skala ablesen. Versuche mit anderen Personen ermöglichen uns Vergleiche.

Wenn wir ein Ereignis im Straßenverkehr wahrnehmen, vergehen im Durchschnitt 0,4 Sekunden bis zur entsprechenden Handlung. Während dieser Zeit haben wir aber beispielsweise mit dem Fahrrad 1 bis 2 Meter Fahrstrecke zurückgelegt. Erst dann setzen wir die Bremsen in Tätigkeit, und während des Bremsvorgangs rollt unser Rad noch 0,5 Meter weiter. Erst dann kommt es zum Stehen. Also aufpassen im Straßenverkehr!



Warum brauchen wir zwei Augen?

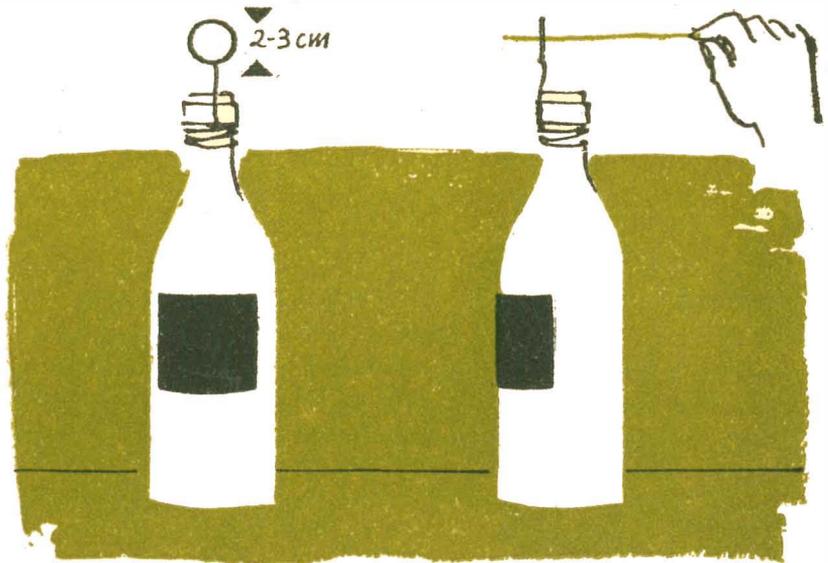
Wir stellen uns ans Fenster, strecken einen Arm aus und visieren mit einem Auge über den hochgestellten Daumen zur gegenüberliegenden Seite. Dabei merken wir uns die Stelle des Hintergrundes, die vom Daumen verdeckt wird. Das gleiche wiederholen wir mit dem anderen Auge und stellen fest: Der Daumen „springt“, er verdeckt jedesmal einen anderen Teil des Hintergrundes.



Beide Augen erzeugen ein eigenes Bild auf der Netzhaut. Da beide Augen aber einen Abstand von einigen Zentimetern voneinander haben, sind die Bilder nicht gleich, das heißt, beide Bilder decken sich nicht. Dadurch ist es uns möglich, räumlich zu sehen.

Der folgende Versuch beweist uns, daß wir Entfernungen mit einem Auge schlecht abschätzen können:

Auf einem Flaschenhals befestigen wir einen aus Draht hergestellten Drahring von etwa 2 bis 3 Zentimeter Durchmesser. Die Flasche muß in Reichweite so auf den Tisch gestellt werden, daß sich die Drähte des Ringes decken und nur als Strich zu sehen sind.



Wir schließen nun ein Auge und versuchen, mit einer Stricknadel durch den Ring zu stoßen. Es wird lange dauern, bis uns das gelingt, da zum räumlichen Sehen auch das Abschätzen der Entfernung gehört. Halten wir allerdings beide Augen geöffnet, so werden wir sehr schnell Erfolg haben.

Das Raumsehen oder stereoskopische Sehen entsteht durch die Verschmelzung zweier Netzhautbilder. Es ist nur bis zu einer Entfernung von etwa 450 Metern möglich. Wir können im Freien leicht beobachten, wie der räumliche Eindruck bei zunehmender Entfernung geringer wird.

Der Blinde Fleck

Wir wollen den dunklen Lichtschalter an der hellen Wand verschwinden lassen. Zunächst üben wir aber erst einmal allein, bevor wir unsere Freunde zum Mitmachen veranlassen.

Nachdem wir uns so vor den Lichtschalter gestellt haben, daß er in Augenhöhe vor uns liegt, halten wir das rechte Auge mit der flachen Hand zu. Das linke Auge blickt nach dem Lichtschalter. Lassen wir den Blick langsam immer weiter nach rechts wandern, sehen wir am Rande des Gesichtsfeldes immer noch den Lichtschalter, bis er plötzlich verschwindet. Die Wand erscheint jetzt gleichmäßig hell. Schauen wir langsam weiter nach rechts, so erscheint der Lichtschalter erneut.

Auf die gleiche Weise kann man natürlich auch andere Gegenstände verschwinden lassen, zum Beispiel helle Postkarten vor einer dunklen Wand.

Die Versuche beweisen uns, daß wir mit einer Stelle des Auges nicht sehen können. Es ist die Stelle, an der der Sehnerv in das Auge eintritt. Hier befinden sich nur Nervenfasern und keine Sinneszellen (Rezeptoren), die Reize aus der Umwelt aufnehmen könnten. An dieser Stelle sind wir gewissermaßen blind. Man nennt diese Stelle den Blinden Fleck.



Wir schließen das linke Auge und blicken mit dem rechten auf das weiße Kreuz. Dann nähern wir die Zeichnung unseren Augen, bis der weiße Punkt verschwindet. Das ist bei einer Entfernung von etwa 15 Zentimetern der Fall.



Blicke ins eigene Auge

Der Arzt kann mit einem besonderen Spiegel bis zur Hinterwand unseres Auges sehen. Uns gelingt das nicht, wir wenden deshalb eine andere Methode an.

Der Versuch läßt sich nur abends durchführen. Wir brauchen dann ein möglichst großes, völlig verdunkeltes Zimmer und eine punktförmige Lichtquelle, zum Beispiel die Glühlampe der Stabtaschenlampe, aus der wir den Spiegel entfernt haben. Wir stellen uns dann so auf, daß wir den gesamten verdunkelten Raum vor uns haben und bedecken das linke Auge. Nun halten wir die Lampe mit der rechten Hand in Augenhöhe rechts neben das rechte Auge. Die Glühlampe muß dabei immer in Richtung Auge scheinen. Langsam lassen wir nun die Lampe waagrecht kreisen. Dabei soll der Kreis etwa einen Durchmesser von 30 bis 40 Zentimetern haben und dicht vor den Augen vorbeiführen.

Wir sehen immer geradeaus ins Dunkle. Nachdem wir etwa 2 Minuten lang geduldig immer wieder die gleichen Bewegungen durchgeführt haben, erkennen wir plötzlich auf hellerem Grund ein dunkles Geäst von zarten und dickeren Linien, das mitten im Raum zu schweben scheint. Das sind die kleinen Adern auf der Hinterwand unseres Auges, der sogenannten Netzhaut. Genaugenommen sehen wir allerdings nur die Schatten dieser Adern, die das einfallende Licht auf die unmittelbar darunterliegende Netzhaut wirft. Die Pupille unseres Auges kann sich verengen und weiten. Diese Arbeit wird von den Muskeln der Regenbogenhaut verrichtet; die Regenbogenhaut wirkt wie die Blende eines Fotoapparates. Sie

reguliert den Lichteinfall, schützt das Auge vor zu starkem Lichteinfall und blendet unerwünschte Randstrahlen ab.

Um die Arbeitsweise der Regenbogenhaut kennenzulernen, stellen wir einen Hocker auf den Tisch und lehnen davor einen Spiegel. Vor den Spiegel stellen wir eine Tischlampe. Im Halbdunkel beobachten wir nun unser Auge, schalten dann plötzlich die Lampe an und nehmen die Veränderung der Regenbogenhaut wahr.

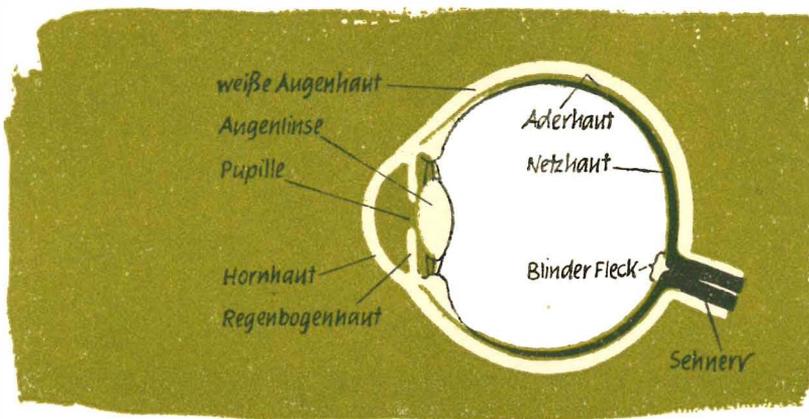
Die Augenlinse

Wenn man längere Zeit in einem Buch gelesen hat und dann plötzlich in die Ferne blickt, wird man feststellen, daß unsere Augen kein klares Bild der Umgebung widerspiegeln. Das Bild ist leicht verschwommen, wird aber in kurzer Zeit wieder klar. Woran mag das liegen?

Wir treten ans Fenster und halten in etwa 25 Zentimeter Abstand einen Bleistift vor die Augen. Es ist gleich, ob wir auf die Bleistiftspitze sehen und zugleich versuchen, den Hintergrund zu erkennen, oder ob wir auf den Hintergrund sehen und versuchen, die Bleistiftspitze zu erkennen; niemals können wir beide Gegenstände gleichzeitig scharf beobachten.

Wie ist das zu erklären? Die Linse des Auges muß sich, um klare Netzhautbilder auf der Innenseite unseres Auges erzeugen zu können, in ihrer Brechkraft an die Entfernung des Gegenstandes,

Schnitt durch das menschliche Auge



der abgebildet werden soll, anpassen. Zu diesem Zweck verändert sie ihre Wölbung, indem sie durch Muskeln mehr oder weniger stark gestreckt wird.

Der Vorgang der Anpassung dauert eine gewisse Zeit. Das können wir auch an uns selbst gut beobachten.

Wir stellen uns wieder an das Fenster, nehmen aber statt des Bleistiftes ein Buch und beginnen, darin zu lesen. Plötzlich blicken wir in die Weite und versuchen, sofort Einzelheiten zu erkennen.

Nun wird der Vorgang umgekehrt, indem wir zunächst 2 Minuten lang in die Weite sehen und dann versuchen, in unserem Buch zu lesen. In beiden Fällen können wir feststellen, daß unsere Augenlinse zur Anpassung auf die Entfernung eine gewisse Zeit braucht. Die Zeitdauer ist dabei für jeden Menschen unterschiedlich.

Noch ein weiterer Versuch: Nähern wir unseren Augen allmählich einen Gegenstand, etwa einen Bleistift, so verschwimmt das Bild bei einem bestimmten Abstand. Es wird auch nicht wieder klar. Jetzt messen wir den Abstand in dem Augenblick, in dem das Bild beginnt, unklar zu werden.

Sehr gut läßt sich dieser Versuch wiederholen, indem wir unsere Augen einem geöffneten Buche nähern und das Verschwimmen der Buchstaben beobachten. Auch hier wird wieder der Abstand Auge—Buch bestimmt. Er beträgt etwa 6,5 bis 7,5 Zentimeter. Führen unsere Eltern diesen Versuch durch, so messen wir einen größeren



Abstand. Er beträgt dann etwa 8 bis 30 Zentimeter und geht vielleicht sogar noch darüber hinaus.

Mit zunehmendem Alter verliert die Augenlinse die Fähigkeit, sich stark zu wölben. Deshalb können ältere Menschen weit entfernte Gegenstände oft gut erkennen, während sie in unmittelbarer Nähe befindliche Gegenstände nur unscharf sehen. Durch entsprechende Brillen lassen sich diese und andere Störungen der Anpassungsfähigkeit des Auges ausgleichen.

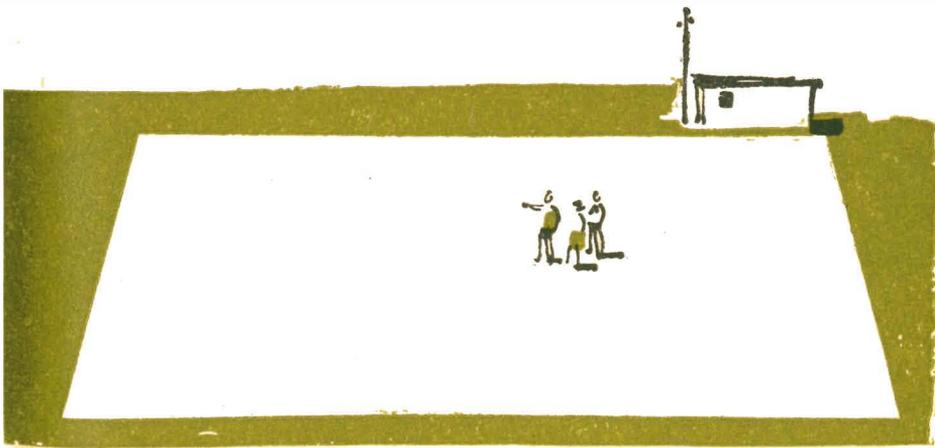
Optische Täuschungen

Wir stehen auf einer Brücke und schauen ins Wasser. Unter uns zieht der Strom seine Bahn. Bald haben wir jedoch den Eindruck, als bewege sich die Brücke. Dabei wissen wir genau, daß sich die Brücke nicht bewegt. Wir sind also von unseren Sinnen getäuscht worden.

Die nachfolgenden Zeichnungen rufen solche Täuschungen unserer Augen hervor.

Vergößern wir die Zeichnungen auf das Drei- bis Fünffache, ist die Täuschung noch stärker.

Ein großer Platz, mit Buden, Fahrzeugen oder Menschen besetzt, wirkt kleiner als der gleiche, gänzlich leere Platz.



Welches Trapez oder welches Kreissegment der Abbildung rechts ist größer? Vergleichen wir die Figuren paarweise, so erscheinen sie uns verschieden groß. Die Wirkung erhöht sich auch hier bei entsprechender Vergrößerung der Bilder.

Weißer Fleck wirkt größer als dunkler. Ein dunkler Anzug macht schlank, ein heller läßt die Figur voller erscheinen. Vergrößern wir die Abbildung rechts in der Mitte, so erscheint uns der untere weiße Streifen breiter als der darüberliegende schwarze.

Rechts unten handelt es sich doch gewiß um lauter schräg zueinander laufende Linien? Prüft einmal nach! Tatsächlich laufen alle Linien parallel zueinander!

Welcher der Kreise rechts unten ist größer? Auch hier haben wir es wieder mit einer unterteilten Fläche zu tun.

Diese Dreiecke besitzen zwei Höhen. Sind die Höhen genau in der Mitte geteilt? Die zusammenlaufenden Schenkel der gleichschenkligen Dreiecke täuschen uns zwei ungleiche Teile vor.

Die Mondsichel rechts oben erscheint größer als der dunkle Teil. Es handelt sich hier um die gleiche Erscheinung wie bei den weißen und dunklen Streifen.

Vergleichen wir diese beiden Strecken (links), so beeinflussen die Richtungspfeile scheinbar auch die Größen der Strecken.

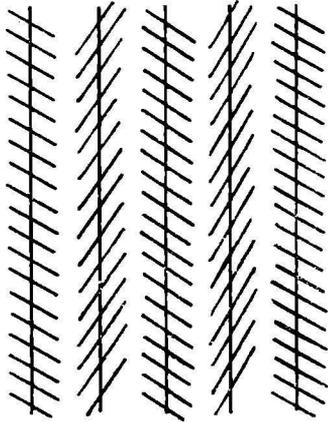
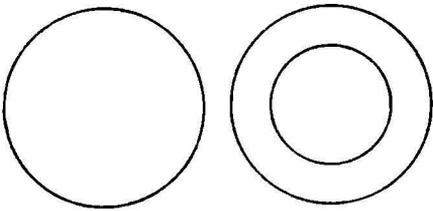
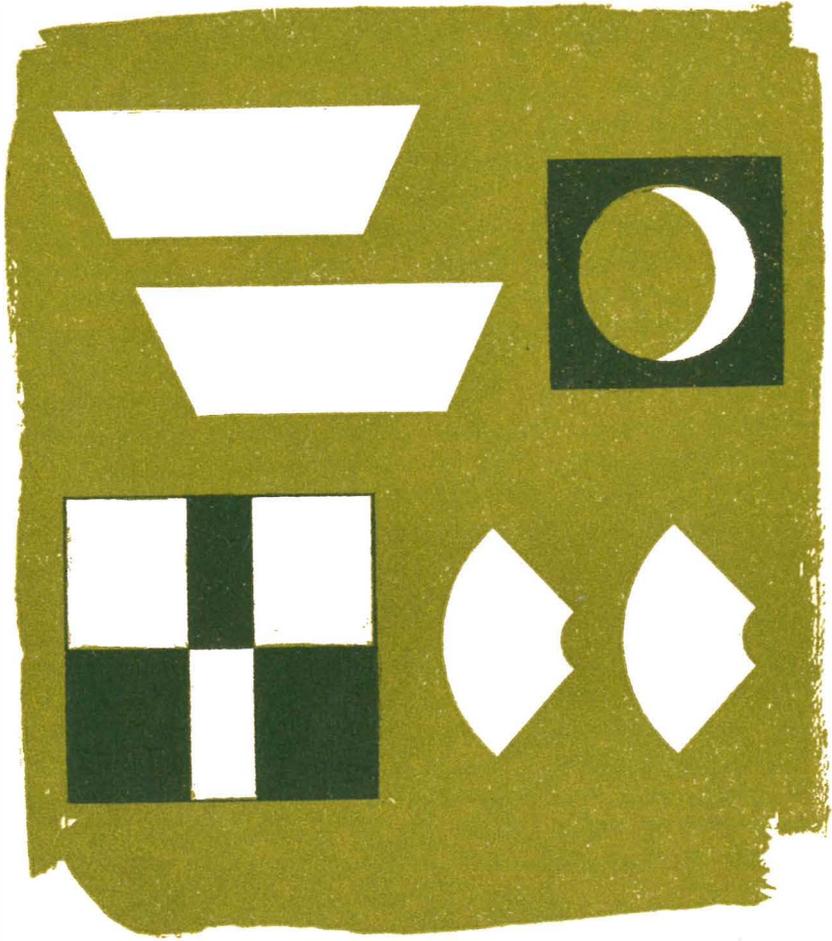
Das sind nur einige Beispiele für die vielen möglichen optischen Täuschungen. Wir ziehen daraus die Lehre, im täglichen Umgang mit geometrischen Formen kritisch zu sein und genau zu prüfen, ob Linien, Flächen und deren Größen den Sachverhalt zeigen, dessen Eindruck sie zunächst bei uns hervorrufen.

Was uns die Haut anzeigen kann

Gesichts-, Gehör-, Geruchs- und Geschmackssinn geben uns Auskunft über die Erscheinungen unserer Umwelt. Das ist bekannt. Weniger bekannt aber ist, daß uns auch unsere Haut vielfältige Empfindungen über Umwelterscheinungen vermittelt.

Streichen wir zum Beispiel mit einem Holzstäbchen über den Handrücken, so spüren wir einen Berührungsreiz. Fast das gleiche Empfinden haben wir aber auch, wenn wir das Stäbchen anheben, so daß nur die Haarspitzen berührt werden.

In der Haut liegen Nervenenden, sogenannte Rezeptoren; die Berührungsrezeptoren befinden sich ganz dicht unter der Hautober-





fläche und vermitteln Berührungsreize; die Druckrezeptoren liegen tiefer in der Haut und reagieren vor allem auf anhaltenden Druck. Ein anderes Beispiel: Wir verbinden unserem Freund die Augen, damit er nur das berichten kann, was er wirklich empfindet. Dann berühren wir seine Haut mit der Spitze eines stumpfen Zirkels an irgendeiner Stelle seines Körpers. Bei jeder Berührung kann uns der Freund genau sagen, an welcher Stelle die Berührung erfolgte. Interessanter wird dieser Versuch noch, wenn wir die Haut des Freundes mit beiden Spitzen des stumpfen Zirkels berühren. Wie groß müssen die Abstände der Zirkelspitzen auf den verschiedenen Hautpartien sein, bis unser Freund feststellen kann, daß es sich um jeweils zwei Berührungsstellen handelt? Wir stellen diese Untersuchung am Nacken, an der Stirn, am Handrücken und an den Fingerspitzen an.

Die Empfindlichkeit der Hautzellen ist unterschiedlich. So müssen die beiden Zirkelspitzen auf der Fingerbeere mindestens 2 Millimeter, auf dem Unterarm 15 bis 40 Millimeter und auf dem Nacken 70 Millimeter voneinander entfernt sein, um als zwei getrennte Reize wahrgenommen werden zu können. An den Fingerspitzen liegen also die Rezeptoren für Druckreize am engsten beieinander, und deshalb sind die Fingerspitzen für Druckreize am empfindlichsten. Der Rücken dagegen ist dafür am wenigsten empfindlich. Blinde Menschen müssen ihre Tastempfindungen so gut entwickeln, daß sie mit Hilfe der Fingerspitzen die Blindenschrift entziffern können, die aus nahe beieinanderliegenden, erhabenen Punkten besteht.

Warm oder kalt?

Besondere Temperaturrezeptoren in der Haut vermitteln uns Temperaturempfindungen. Wir empfinden das als warm, was der Hautoberfläche im Augenblick der Empfindung Wärme zuführt, und das als kalt, was ihr Wärme entzieht. Deshalb können wir nicht Temperaturen, sondern nur Temperaturunterschiede feststellen.

Die Temperaturrezeptoren, also die Nervenenden, die uns Wärme- oder Kälteempfindungen vermitteln, bezeichnet man auch als sogenannte „Wärmepunkte“ und „Kältepunkte“. 1 Quadratzentimeter Haut weist mehrere Wärme- und Kältepunkte auf.

Ein gut gespitzter Bleistift wird in den Kühlschrank neben das Tief-

kühlfach gelegt. Nachdem er genügend gekühlt wurde, trocknen wir ihn gut ab.

Mit einem anderen Bleistift ziehen wir nun einen 5 Zentimeter langen Strich auf dem Unterarm und berühren dann die Haut am Anfang des Striches mit dem gekühlten Stift. Vorsichtig und genau setzen wir Punkt für Punkt dicht nebeneinander auf die Haut. Wenn wir einen Kältereiz an der getroffenen Stelle spüren, drücken wir etwas stärker auf, damit ein sichtbarer dunkler Punkt entsteht. Wieviel solcher Kältepunkte gibt es auf dieser Linie?

Der gleiche Versuch wird nun wiederholt, nur daß wir statt des gekühlten Stiftes einen im Wasserbad auf 60 °Celsius erwärmten Stift benutzen (vorher gut abtrocknen!).

Anschließend vergleichen wir die Anzahl der entdeckten Wärmepunkte und Kältepunkte. Es gibt mehr Kälte- als Wärmepunkte.



Vorsicht mit den Zähnen!

Daß ein Glas springt, wenn wir es plötzlich mit heißer Flüssigkeit füllen, ist uns bekannt. Dennoch wollen wir uns einmal ansehen, mit welcher Gewalt hier laut hörbar Risse und Sprünge entstehen. Ein dickes Senfglas wird mit kaltem Wasser abgekühlt und auf ein Blatt Papier in eine Schüssel gestellt. Dann füllen wir es mit siedendem Wasser. Im Glas knackt und knallt es.

Da die Innenwand des Glases plötzlich erhitzt wurde, dehnte sie sich mit großer Kraft aus, während die äußeren Teile des dicken Glases noch verhältnismäßig kalt waren. Es traten große Spannungen auf, die laut hörbar zu Rissen führten.

Unser Zahnschmelz reagiert ähnlich. Wenn wir zu heiße oder zu kalte Speisen oder Getränke zu uns nehmen, bilden sich feine Risse. Darin können Bakterien ihr Zerstörungswerk beginnen. Das darunterliegende Zahnbein ist dann ungeschützt.

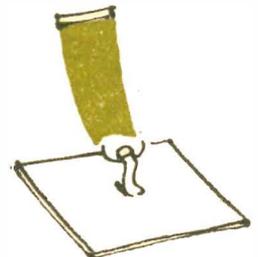


Schnitt durch einen Zahn

Wir untersuchen Zahnkrem

Morgens und abends reinigen wir unsere Zähne mit Zahnkrem. Was mag alles in der Zahnkrem enthalten sein?

Wir drücken ein 1 Zentimeter langes Stück Zahnkrem auf eine Glasplatte und riechen daran. Der angenehm-erfrischende Duft



stammt von ätherischen Ölen (zum Beispiel Pfefferminzöl), die den Geschmack verbessern. Bei der Kinderzahnkrem „Putzi“ sind natürliche Fruchtaromen, zum Beispiel von der Himbeere oder Banane, zugesetzt.

Lassen wir unsere Probe über Nacht auf der Glasplatte liegen, dann ist sie am nächsten Tage noch nicht ausgetrocknet. Die Krem enthält Glycerin, das die Luftfeuchtigkeit anzieht.

Wir drücken etwas „Putzi“ in ein Reagenzglas – ein 1 Zentimeter langes Stück genügt für jeden Versuch – und setzen 10 Milliliter Spiritus zu. Das Reagenzglas muß nun mit dem Daumen verschlossen, kräftig geschüttelt und in eine Bohrung unserer Stativplatte gestellt werden. Die Öffnung verschließen wir mit einem Stopfen. Nach längerer Zeit setzt sich am Boden ein Rückstand ab, der nur noch schwach gefärbt ist, während sich der größte Teil des Farbstoffes im Spiritus gelöst hat.

Eine weitere Probe schütteln wir in einem mit 5 Milliliter Wasser gefüllten Reagenzglas und setzen dann einige Tropfen verdünnter Salzsäure zu.

◀ ACHTUNG ▶

Der Inhalt schäumt auf. Warum?

Zahnkrem enthält als Putzmittel Calciumcarbonat (Schlämmeerde), das durch die Einwirkung der Salzsäure zersetzt wird. Dabei entsteht das Gas Kohlendioxid.

Auf die auf der Glasplatte liegende Probe lassen wir einen Tropfen Salzsäure fallen. Die Krem braust wieder auf. Wenn wir ein wenig davon mit einem abgebrannten Streichholz aufnehmen und in die Flamme des Spiritusbrenners halten, können wir feststellen, ob außer Calciumverbindungen auch Natriumverbindungen in der Krem enthalten sind.

Zahnkrem enthält ferner Spezialschaumstoffe und andere Substanzen, deren Nachweis mit unseren Mitteln nicht möglich ist.

Warum frieren wir nach dem Baden?

Der Himmel ist bedeckt, frischer Wind weht. Trotzdem haben wir im See gebadet, und nun tropft uns das Wasser vom Körper. Wir frieren. Bevor wir naß waren, war es uns in der Badekleidung nicht zu kühl. Wie ist das zu erklären?

Tropfen wir einmal etwas Fleckenwasser, also eine schnell verdunstende Flüssigkeit, auf unseren Handrücken. Solange die Hand

feucht bleibt, haben wir ein deutliches Kältegefühl. Nach der Verdunstung wird die Wärmeempfindung wieder normal. Demnach hängt die Abkühlung mit der Verdunstung zusammen. Vielleicht läßt sich der Temperaturrückgang messen?

Wir hängen zwei Thermometer auf, von denen das eine nur die Raumtemperatur anzeigen soll. Das andere dient dem eigentlichen Versuch. Es wird unten an der Kugel, die die Thermometerflüssigkeit enthält, mit zwei oder drei Lagen Zellstoff oder Watte umkleidet und solange in eine kleine, Fleckenwasser enthaltende Schale gehängt, bis sich der Zellstoff oder die Watte vollgesaugt hat. Bald wird dieses Thermometer eine wesentlich niedrigere Temperatur als das andere anzeigen. Die niedrigere Temperatur bleibt erhalten, solange Zellstoff oder Watte feucht sind.

Nach diesen Beobachtungen ist die Erklärung einfach: Zur Verdunstung benötigen Flüssigkeiten Wärmeenergie, die sie ihrer Umgebung, dem feuchten Stoff oder dem menschlichen Körper, entziehen.

Der Körper wirkt der Abkühlung der Haut entgegen, indem er die Oberfläche der Haut durch Zusammenziehen verkleinert. Wir bekommen eine „Gänsehaut“.





WIR UNTERSUCHEN LEBENSMITTEL

VII

Hokuspokus

Wir füllen ein Becherglas zu einem Viertel mit Wasser, stellen es auf eine Briefwaage und notieren den Zeigerausschlag. Dann werfen wir ein Stück Würfelzucker hinein: Der Zeiger rückt ein Stück weiter. Rühren wir das Wasser gut um, so verschwindet der Zucker vor unseren Augen. Er löst sich im Wasser auf. Daß er in Wirklichkeit nicht verschwunden ist, merken wir sowohl am süßen Geschmack der Lösung als auch daran, daß sie so schwer ist wie das Wasser und der Zucker zusammen.

Nun wollen wir sehen, wie wir den gelösten Zucker wieder zurückgewinnen können. Dazu erwärmen wir gesättigte Zuckerlösung über der Spiritusflamme und gießen dann die Zuckerlösung vom Bodensatz ab. Einige Tagelang bleibt die Lösung nun in einer flachen Abdampfschale vor dem Fenster stehen. Das Wasser verdunstet, zurück bleibt eine Zuckerkruste, in der viele kleine Kristalle glitzern. Wenn wir die Kristalle kosten, schmecken sie so süß wie der Würfelzucker.

Der Zucker wurde bei seiner Auflösung nur sehr fein im Wasser verteilt. Er erlebte keine stoffliche Änderung. Nach der Verdunstung des Wassers erhielten wir ihn deshalb wieder zurück. Es fällt uns nicht schwer, im Honig oder in süßen Früchten Zucker mit der Zunge zu erkennen. Wir kosten auch Johannisbeeren und Sauerkirschen. Enthalten diese Früchte Zucker? Hier versagt unsere Zunge.



Wir müssen deshalb mit einem unbestechlichen Mittel arbeiten und benutzen als Reagens für Zucker die Fehlingsche Lösung. Diese ist nicht monatelang haltbar und muß immer wieder neu hergestellt werden. Dazu mischen wir Fehlingsche Lösung I und Fehlingsche Lösung II zu gleichen Teilen in einem Reagenzglas. Wenn wir kräftig schütteln, färbt sich die Lösung tiefblau.

Fehlingsche Lösung hilft uns bei der Zuckerjagd. Geben wir sie in Honigwasser, entsteht nach kurzer Zeit ein gelblichgrüner Niederschlag, der sich beim Erhitzen kräftig rot bis rotbraun färbt. Nun untersuchen wir den Saft von reifen Früchten, den Kochsaft von Weißkohl und Möhren.

Stets entsteht beim Erhitzen der rotbraune Niederschlag. Ob sich auch in Brot oder in Kartoffeln Zucker nachweisen läßt?

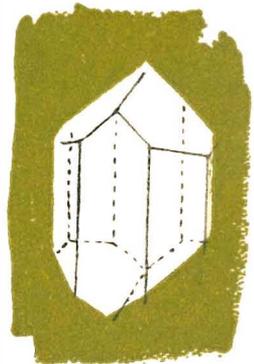


Wir stellen Zucker her

Der weiße Kristallzucker wird in Zuckerfabriken aus der Zuckerrübe gewonnen. Überall in unserer Republik gibt es solche Zuckerfabriken. Im Herbst, zur Zeit der Zuckerrübenernte, müssen sie auf Hochtouren arbeiten. Aus den Rüben unserer Ernte erzeugen sie nämlich so viel Zucker, daß wir ihn sogar exportieren können. Und für den Zucker erhalten wir viele andere wichtige Rohstoffe.

Wir säubern eine Zuckerrübe und schneiden sie in handliche Stücke, die auf einem Reibeisen zerrieben werden. Den Rübenbrei schütten wir dann in ein Einkochglas und geben die gleiche Menge Wasser zu. Danach rühren wir ordentlich um.

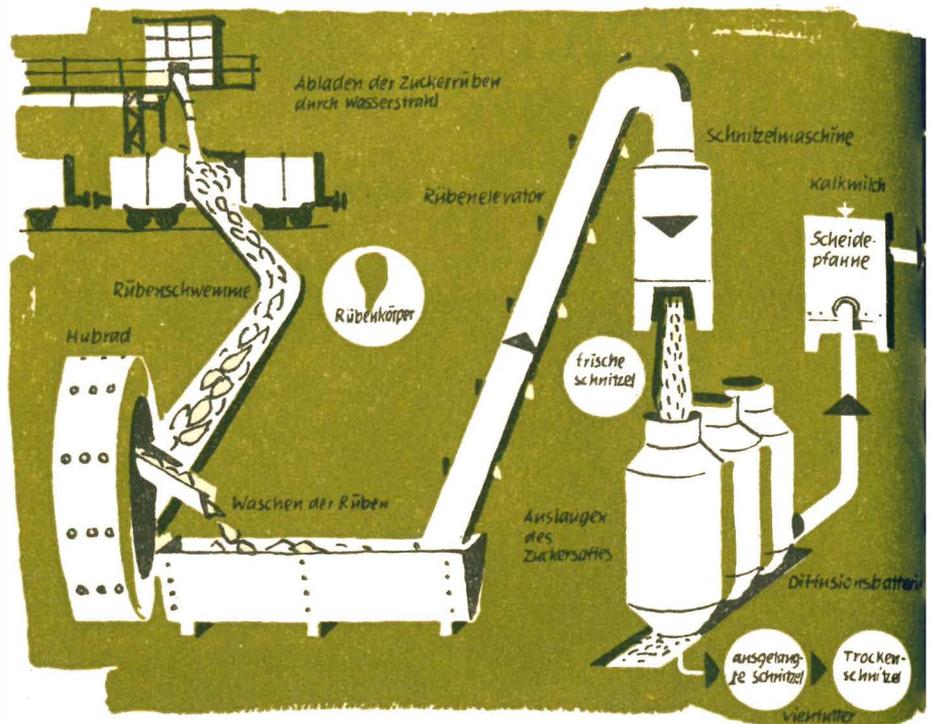
Ist eine halbe Stunde vergangen, können wir die ganze Masse filtrieren. Das Filtrat schmeckt süß! Wir haben also Zucker aus der Zuckerrübe ausgelaugt und dabei den sogenannten Rohsaft erhalten. Dieser Rohsaft wird in den Zuckerfabriken gereinigt, eingedickt und schließlich zu Kristallzucker verarbeitet.



Zuckerkristall

Einfach- und Zweifachzucker

Die Zunge sagt uns, daß im Rübenrohsaft Zucker enthalten ist. Nun wollen wir den Rohsaft auch mit Fehlingscher Lösung untersuchen. Steht uns kein Rohsaft zur Verfügung, so können wir auch eine Lösung von weißem Kristallzucker verwenden.



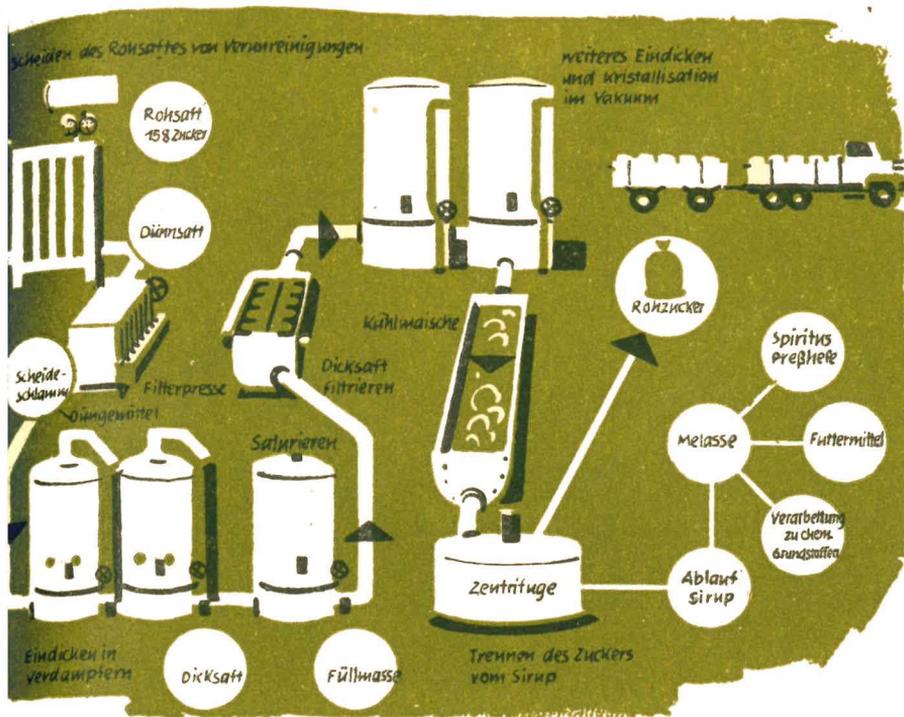
Industrielle Zuckerproduktion aus Zuckerrüben (Schema)

Die Zuckerrübe hat einen Zuckergehalt von 15 bis 20 Prozent und wurde aus der ursprünglich zuckerarmen Futterrübe gezüchtet. Die beiden deutschen Forscher A. S. Marggraf (1709 bis 1782) und F. C. Achard (1753 bis 1821) haben an der Gewinnung des Zuckers aus der Rübe und damit auch an der Züchtung einer zuckerreicheren Rübe einen großen Anteil.

Die im Oktober/November geernteten Rüben werden gründlich gewaschen und in einer Schnitzelmaschine zerkleinert. In Diffuseuren – das sind große zylindrische Behälter – werden die Schnitzel dann mit warmem Wasser ausgelaugt. Dabei

Wir schütten etwas Fehlingsche Lösung in verdünnten Rohsaft und erhitzen das Ganze. Der rotbraune Niederschlag bleibt aus! Wie sollen wir uns das erklären?

Wir müssen den Zucker im Rohsaft noch genauer untersuchen. Zu einer zweiten Rohsaftprobe geben wir 10 Milliliter einer Adipinsäurelösung. Wir erhalten diese, indem wir eine Tablette des in Drogerien erhältlichen „Acifloctin“ in 40 Milliliter Wasser lösen. Nun rühren wir mit dem Glasstab um und erhitzen. Bei Zugabe von



entsteht der schwarzbraune Rohsaft, der bereits 13 bis 15 Prozent Zucker enthält. Nun wird der Rohsaft filtriert und mit Hilfe chemischer Prozesse von Verunreinigungen befreit. Vom abgeschiedenen Schlamm filtert man den Dünnsaft ab und dampft ihn zu Dicksaft ein. Schließlich läßt man die entstandene Masse in Kristalliermaschinen erkalten, so daß der Zucker auskristallisiert. Der den Zuckerkristallen noch anhaftende Sirup wird auf Zentrifugen abgeschleudert. Auf diese Weise entsteht der Rohzucker, der dann zu Weißzucker weiterverarbeitet wird.

Fehlingscher Lösung und erneuter Erhitzung tritt die braunrote Verfärbung ein.

Das läßt sich so erklären: Fehlingsche Lösung zeigt einfach gebaute Zucker an, wie zum Beispiel Traubenzucker. Der Rübenzucker aber besteht aus Grundbestandteilen, die doppelt so groß sind wie die des Traubenzuckers. Deshalb wird der Zucker der Zuckerrübe auch als Zweifachzucker bezeichnet. Zweifachzucker aber kann man mit Fehlingscher Lösung nicht nachweisen. Spalten wir den



Zweifachzucker mit Adipinsäure, so entstehen aus einem Teil Zweifachzucker zwei Teile Einfachzucker. Die Lösung schmeckt dann fast wie Kunsthonig. Und dieser Einfachzucker läßt sich mit Fehlingscher Lösung nachweisen. Fast auf die gleiche Art wird in der Industrie Kunsthonig hergestellt. Nur fügt man hier noch einen Geschmacksstoff hinzu und dickt die Lösung anschließend ein.

Kohle in der Nahrung?



Wer es nicht glaubt, daß im weißen Zucker schwarzer Kohlenstoff steckt, dem wollen wir es beweisen.

Auf einen Blechdeckel wird ein Stückchen eines Zuckerwürfels gelegt und mit einem alten Blechfingerhut bedeckt. Dann erhitzen wir das Ganze über der Spiritusflamme. Bald qualmt es mächtig unter dem Fingerhut hervor. Hat das Qualmen aufgehört, so entdecken wir unter dem Fingerhut eine schwarze Masse: Kohlenstoff.

Kohlenstoff ist der Grundbestandteil des Zuckers, der im wesentlichen aus einer Verbindung von Kohlenstoff und Wasser besteht. Der Chemiker und der Biologe nennen solche Verbindungen Kohlenhydrate.

Kohlenhydrate sind auch im Brot, in Kartoffeln und Nahrungsmitteln enthalten und sind wichtige Nährstoffe für Mensch und Tier. Diese Kohlenhydrate schmecken jedoch nicht süß. Wir können sie auch nicht mit Fehlingscher Lösung nachweisen. Also handelt es sich nicht um einfach gebaute Zucker.

Wir benutzen jetzt wässrige Jodlösung als Reagens. Einen Tropfen davon lassen wir auf Weißbrot, angeschnittene Kartoffeln, Mehl oder Nahrungsmittel fallen. Stets färben sich die betreffenden Stellen tiefblau.

Brot und Kartoffeln sind recht verschiedene Nahrungsmittel. Beide enthalten das Kohlenhydrat Stärke, denn Stärke wird von Jodlösung blauschwarz gefärbt.

Wovon ernährt sich der Mensch?

Der Mensch ißt, trinkt und atmet. Dabei nimmt er Nährstoffe, Wasser, Mineralstoffe, Vitamine und Sauerstoff auf. Diese Stoffe werden im Körper chemisch umgewandelt.

Drei Gruppen von Nährstoffen liefern dem menschlichen Organismus die lebensnotwendige Energie:

die Eiweiße, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehen, und die Fette und Kohlenhydrate, die sich aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff zusammensetzen.

Außerdem braucht der Körper Mineralstoffe, wie zum Beispiel Calcium, das für den Aufbau des Knochengerüsts wichtig ist, oder Natriumchlorid, das wir als Kochsalz den Speisen begeben. Auch Wasser und Vitamine müssen in der Nahrung enthalten sein.

Die Zusammensetzung wichtiger Nahrungsmittel (100 g)

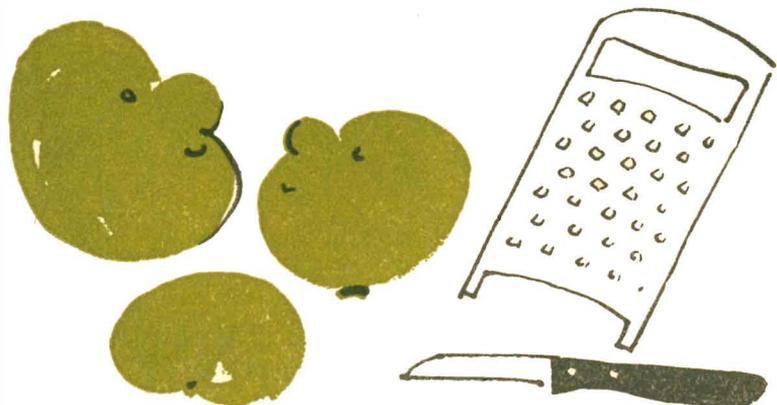
Nahrungsmittel	Eiweiße in g	Fett in g	Kohlen-		Calcium in mg	Vit. A I. E.*	Vit. B ₁ in mg	Vit. B ₂ in mg	Vit. C in mg
			hydrate in g	Wasser in g					
Schweinefleisch	11,2	20,6	0,2	37,3	10	—	0,6	0,25	—
Rindfleisch	17,4	3,0	0,5	51,5	19	150	0,15	0,25	—
Kalbfleisch	17,1	7,4	0,3	52,0	12	50	0,18	0,25	—
Schweineleber	19,2	5,2	2,5	71,5	10	8000	0,40	3,00	20
Geflügel	15,3	13,1	—	55,1	10	100	0,12	0,20	—
Hühnerlei	12,3	10,7	0,5	65,6	60	1400	0,10	0,34	—
Blutwurst	13,9	43,6	0,2	40,0	20	400	0,09	0,05	—
Leberwurst	6,9	19,5	0,3	42,0	20	400	0,09	0,13	—
Bockwurst	12,4	13,6	—	68,0	10	150	0,09	0,07	—
Seefisch	10,0	0,2	—	47,0	20	300	0,09	0,20	—
Süßwasserfisch	7,3	2,4	—	41,9	20	150	0,05	0,25	1,0
Vollmilch	3,4	2,7	4,8	88,5	120	150	0,04	0,20	1,3
Magermilch	3,7	0,2	4,8	90,6	120	—	0,04	0,15	1,3
Buttermilch	3,7	0,7	3,7	90,9	110	30	0,03	0,15	0,8
Joghurt	3,5	2,8	4,0	88,3	120	—	0,04	0,17	—
Quark (E-Milch)	17,6	0,1	4,1	77,1	300	—	0,03	0,08	0,9
Käse (40%)	26,3	23,6	2,5	41,0	675	1330	0,05	0,36	—
Butter	0,9	80,0	0,9	17,0	15	3000	—	—	—
Schweineschmalz	0,3	99,4	—	0,3	—	—	—	—	—
Pflanzenöl	—	99,5	—	0,4	—	375	—	—	—
Margarine	0,5	78,0	0,4	12,3	15	—	—	—	—
Zucker	—	—	99,8	0,1	—	—	—	—	—
Bienenhonig	0,4	—	81,0	18,5	5	—	0,66	0,82	2,0
Marmelade	0,7	—	65,2	30,1	20	15	0,03	—	—
Vollkornbrot									
Roggen	7,4	1,1	50,4	37,3	25	—	0,20	0,07	—
Roggenmischbrot	6,3	0,9	52,9	38,5	20	—	0,12	0,07	—

* 1 I. E. (internationale Einheit) Vitamin A entspricht 0,000 000 3 g

Nahrungsmittel	EiweiÙe in g	Fett in g	Kohlen-		Calcium in mg	Vit. A I. E.	Vit. B ₁ in mg	Vit. B ₂ in mg	Vit. C in mg
			hydrate in g	Wasser in g					
Weißbrot	8,2	1,2	48,6	41,6	10	—	0,07	0,05	—
Haferflocken	13,8	6,5	67,2	10,2	10	—	0,20	0,10	—
Kartoffeln (gekocht)	1,5	0,2	15,7	81,0	10	—	0,10	0,07	7
Grüne Bohnen	2,5	0,2	6,0	89,1	40	500	0,09	0,24	4
Grüne Erbsen	2,6	0,2	5,0	85,4	20	400	0,12	0,30	20
Blumenkohl	1,6	0,2	2,9	90,9	20	53	0,10	0,10	50
Karotten	0,5	0,1	3,9	88,1	40	8000	0,06	0,06	1,5
Spinat	1,8	0,2	1,4	93,3	130	10000	0,17	0,25	20
Weißkohl	1,2	0,2	3,2	92,1	50	—	0,10	0,12	25
Kopfsalat	0,9	0,2	1,2	94,9	30	5000	0,10	0,10	5
Tomaten	0,9	0,2	3,4	93,4	10	1670	0,08	0,85	25
Äpfel	0,4	—	13,0	82,0	10	—	0,12	0,05	6
Birnen	0,4	—	13,0	79,0	20	—	0,18	0,05	4
Kirschen, süÙ	0,8	—	15,3	77,2	20	150	0,12	—	4
Pflaumen	0,8	—	15,9	75,6	10	100	0,12	0,05	5
Erdbeeren	1,3	—	7,5	85,4	30	—	0,12	—	44
Johannisbeeren (rot)	1,3	—	7,4	83,8	30	100	0,09	—	24
Zitronen	0,05	—	5,5	53,1	10	—	0,05	0,01	50
Apfelsinen	0,6	—	8,9	59,9	40	—	0,05	0,01	50

Kartoffelmehl

Wir reiben geschälte, rohe Kartoffeln und füllen den Brei in ein Leinensäckchen, das wir in einer mit Wasser gefüllten Schüssel ordentlich durchkneten. Bleibt das Wasser danach einige Zeit ruhig stehen, so setzt sich ein weißer Bodensatz ab.



Nachdem dann das Wasser vorsichtig abgegossen worden ist, können wir den weißen Schlamm an der Luft trocknen.

Eine Prüfung mit Jodlösung ergibt Blaufärbung. Sie bestätigt uns, daß wir Stärke erhalten haben.

Kleister aus Kartoffelstärke

Wir versuchen, Stärke in Wasser zu lösen. 1 Gramm Stärke geben wir in 25 Milliliter Wasser und schütteln kräftig durch. Bleibt das Glas einige Zeit stehen, so setzt sich die Stärke bald auf dem Boden ab. Sie hat sich also in kaltem Wasser nicht gelöst.

Nun schütteln wir das Glas erneut. Danach gießen wir den Inhalt in ein zweites Glas mit 25 Milliliter kochendem Wasser. Dabei muß kräftig umgerührt werden!

Es entsteht eine trübe Stärkelösung ohne Bodensatz. In heißem Wasser löst sich die Stärke also.

Wir wiederholen diesen Versuch, indem wir 5 Gramm Stärke in 50 Milliliter heißes Wasser schütten. Es entsteht eine schleimige Masse. Das ist Stärkekleister. Wir können damit Papier kleben.

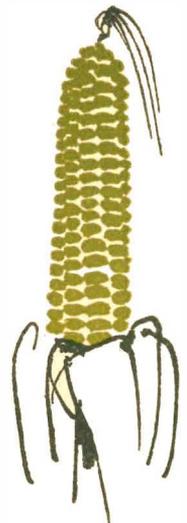
Aus Stärke wird Zucker

Auch aus Mais kann man Stärke gewinnen. In den Maizena-Werken in Barby wird aus Maisstärke der Traubenzucker hergestellt, den wir als Dextropur im Handel erhalten. Dextro-Energen ist geprüfter Traubenzucker.

Wir wollen sehen, ob auch wir Stärke in Traubenzucker umwandeln können. 2 Gramm Maisstärkepuder (Maizena) werden in 100 Milliliter Wasser gegeben und das Ganze kräftig umgeschüttelt. Unter ständigem Umrühren erhitzen wir im Becherglas, bis Stärkekleister entsteht. Eine kleine Menge davon füllen wir in ein Reagenzglas und überprüfen mit verdünnter Jodtinktur. Sofort erfolgt Blaufärbung.

In das Becherglas geben wir nun 40 Tropfen verdünnte Salzsäure und erhitzen 30 Minuten lang. Die Stärkelösung klärt sich dabei.

Von der Lösung aus dem Becherglas füllen wir etwas in ein Reagenzglas. Beim Zusatz von Jodlösung ergibt sich keine Blaufärbung mehr. Die Stärke wurde also umgewandelt. Überprüfen wir ab-



GEFAHR

schließend mit Fehlingscher Lösung, so zeigt sich rotbrauner Niederschlag. Wir haben das Kohlenhydrat Stärke gespalten. Dabei erhielten wir Traubenzucker. Nicht kosten! Fehlingsche Lösung ist giftig!

In den Maizena-Werken in Barby wird die Lösung allerdings noch in große Verdampfer, Kristallisatoren und Zentrifugen gebracht. So entsteht schließlich das weiße Traubenzuckerpulver.

Frische oder alte Eier?

Um festzustellen, ob gekaufte Eier frisch sind oder alt, lösen wir 50 Gramm Kochsalz in 500 Milliliter Wasser auf und geben diese Lösung in ein Einkochglas. In die Lösung legen wir dann die Eier. Sinken sie darin auf den Boden, so sind sie ganz frisch. Wenn sie



in der Mitte schweben, sind sie etwa 3 Wochen alt. Stoßen sie aber mit dem stumpfen Ende über die Oberfläche, sind sie älter als 2 Monate.

In jedem Ei befindet sich eine Luftkammer. Da sie sich mit zunehmendem Alter vergrößert, bekommt das Ei in der Salzlösung Auftrieb.

Zauberei mit einem Ei

Kann man ein Hühnerei durch den Hals einer Milchflasche stecken, ohne daß es zerdrückt wird? Dieser verblüffende Versuch ist möglich, allerdings sind dafür einige Vorbereitungen notwendig.

Ein rohes Ei wird einige Zeit in Essig gelegt. Dabei löst sich die Schale allmählich auf, und das Eiweiß erstarrt außen. Wir haben nun ein Ei, das sich bei ausreichender Vorsicht gut formen läßt. Es läßt sich jetzt behutsam durch den Hals einer Milchflasche schieben. Die Flasche sollte dabei schräggehalten werden, damit das Ei nicht hart auf den Flaschenboden fällt.

Die Kalkschale des Eies ist porös. Lassen wir halbierte, mit verdünnter Lösung aus roter Tinte gefüllte Eierschalen auf einer Kochsalzlösung schwimmen, erscheinen die Schalen nach 24 bis 48 Stunden rosa. Die Kalkschale läßt die Farblösung nach außen durchdringen. Mit Hilfe einer Lupe erkennen wir die zahlreichen kleinen Poren, durch die Luft ins Innere des Eies eindringen kann.



Eiweißnachweis

Zunächst erhitzen wir etwas schleimig-flüssiges Eiweiß im Reagenzglas. Es erstarrt.

Was geschieht jedoch, wenn wir 1 Milliliter Eiweiß mit 5 Milliliter Wasser verdünnen? Beim Umschütteln entsteht eine klare Flüssigkeit. Das Eiweiß hat sich im Wasser gelöst. Erhitzen wir den oberen Teil des Reagenzglases in der Flamme, so wird die Flüssigkeit bald weißlich-trübe. Wieder gerinnt das Eiweiß. Man kann also auch geringe Mengen Eiweiß in Flüssigkeiten an der Trübung erkennen, die beim Kochen auftritt.

Auch auf andere Weise können wir Eiweiß erkennen. Der zuvor verwendeten Lösung fügen wir etwas Essig zu. Auch jetzt trübt sich die Flüssigkeit. Eiweiß gerinnt beim Zusatz von Säuren!

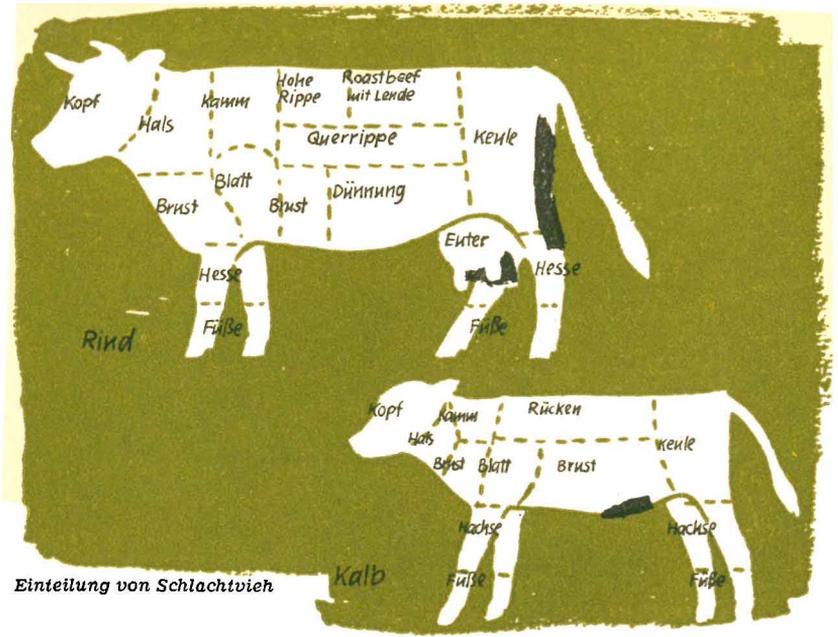


Der Braten im Reagenzglas

Erhitzen wir ein Stück Rindfleisch trocken im Reagenzglas, steigen übelriechende Dämpfe auf: Es riecht nach angebranntem Eiweiß.

Halten wir ein Stück angefeuchtetes rotes Lackmuspapier über die Dämpfe, so färbt es sich blau. Die Blaufärbung zeigt uns Ammoniak, eine Stickstoffverbindung, an.

Das Eiweiß im Fleisch läßt sich auch anders nachweisen: Ein Stück rohes Rindfleisch wird zerkleinert und in ein mit kaltem Wasser gefülltes Becherglas gegeben. Nachdem wir es eine halbe Stunde lang

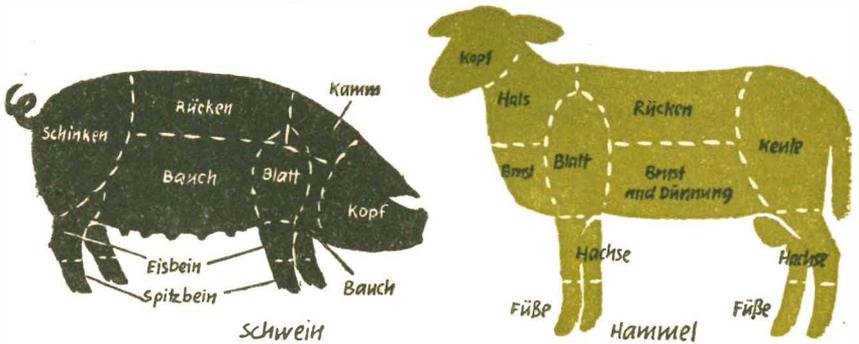


Einteilung von Schlachtvieh

auslaugen ließen, gießen wir die Flüssigkeit von dem Fleischstückchen ab und erhitzen sie. Bereits vor dem Sieden bilden sich Flocken aus geronnenem Eiweiß.

Ein Stück Schweinefleisch legen wir auf einen Bogen Papier. Es bleibt ein Fettfleck zurück. Halten wir Schweinefleisch in eine Flamme, so brennt es starkrauchend. Auf diese Weise kann Fett nachgewiesen werden.

100 Gramm fettes Schweinefleisch enthalten über 20 Gramm Fett. Legen wir ein Stück mageres Rindfleisch auf einen Bogen weißes



Papier, so bleibt kein Fettfleck zurück. Bei magerem Rindfleisch enthalten 100 Gramm nur etwa 3 Gramm Fett.

Fleisch besteht fast völlig aus Fetten, Eiweißen und Wasser. Sind auch Kohlenhydrate im Fleisch vorhanden? Wir betupfen das Fleisch mit Jodlösung. Was stellen wir fest?



Knochen haben es in sich

Wir entfernen von einem Kalbs- oder Kaninchenknochen mit einem scharfen Messer zunächst alle Muskel- und Sehnenreste. Dann legen wir den Knochen in eine alte, saubere Blechbüchse, bedecken ihn mit Wasser und sieden ihn auf dem Dreifuß. Nach wenigen Minuten entdecken wir Fettaugen. Knochen enthalten also Fett.

Nun legen wir den Knochen in ein Becherglas und bedecken ihn mit verdünnter Salzsäure. Es entwickelt sich ein Gas, das wir bei der Untersuchung mit Kalkwasser als Kohlendioxid erkennen. Im Knochen ist Kohlenstoff enthalten.

In die Flüssigkeit, in der wir den Knochen mit Salzsäure entkalkt haben, tauchen wir ein brennendes Streichholz und nehmen dann die Flammenprobe vor. Sie zeigt uns durch eine ziegelrote Färbung, daß Calcium vorhanden ist. (Knochen bestehen in der Hauptsache aus Calciumverbindungen.)

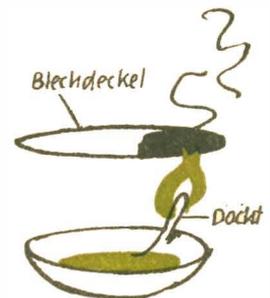
Nach einigen Tagen hat sich der Knochen zum Teil aufgelöst. Wir spülen von ihm vorsichtig die anhaftenden Säurereste ab. Der Knochen ist jetzt biegsam. Eine gallertartige Masse bleibt übrig. Man nennt sie Knochenleim.

Wir spülen den Knochenleim erst mit Wasser, dann mit Sodalösung ab und kochen ihn dann in einer Blechbüchse mit etwas Wasser auf. Nach dem Erkalten erstarrt er. Dieser Knochenleim kann zum Kleben von Holz benutzt werden.



Eine billige Öllampe

Wir erhitzen Speiseöl in einer Porzellanschale. Einen aus Watte gedrehten Docht legen wir so in die Schale, daß ein Ende ins Öl taucht, das andere Ende soll über den Rand der Schale ragen und wird angezündet. Dann halten wir einen Blechdeckel in die Flamme. Er beschlägt mit Ruß.





Ruß ist feinverteilter Kohlenstoff. Also ist in Öl (Fett) auch Kohlenstoff enthalten!

Eine Anzahl von Pflanzenarten speichert in ihren Samen Öle (Fette). Das ist leicht durch eine Druckprobe nachzuweisen: Die Samen des Mohns werden zwischen zusammengefaltetes, weißes Papier gelegt und durch leichte Hammerschläge zerquetscht. Beim Auseinanderfalten des Papiers bemerken wir überall dort Fettflecke, wo ein Samenkorn gelegen hat. Fette lassen sich am einfachsten durch die von ihnen verursachten Fettflecke nachweisen. Ein gegen das Licht gehaltener Fettfleck auf Papier erscheint heller als das übrige Papier.

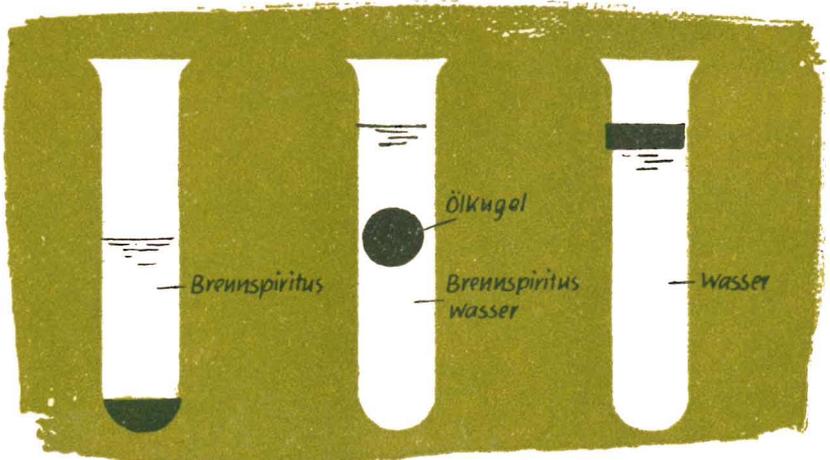
Während Wasserflecke nach einiger Zeit, nach der Verdunstung des Wassers, verschwinden, bleiben Fett- und Ölflecke erhalten.

Enthalten Raps-, Sonnenblumen- und Getreidesamen auch Öle? In Ölmühlen preßt man aus den Samen der Ölfrüchte Speiseöl. Die nach der Reinigung des Öls zurückbleibenden Samen nennt man Ölkuchen. Sie sind ein wertvolles Kraftfuttermittel für das Vieh.

Die schwebende Ölkugel

Fette und Öle lösen sich in Wasser nicht, sie schwimmen an der Oberfläche, da sie leichter sind als Wasser.

Wir aber wollen Ölkugeln herstellen, die im Wasser schweben! Zunächst füllen wir ein Reagenzglas zur Hälfte mit Brennspritus. Gießen wir einige Tropfen Speiseöl darauf, so gehen sie unter.



Brennspiritus ist fast reiner Alkohol, Öl jedoch schwerer als Alkohol. Füllen wir in das Reagenzglas vorsichtig Wasser, so mischen sich Wasser und Alkohol. Langsam steigt die Ölkugel nach oben. Haben wir das Verhältnis von etwa 10 Milliliter Brennspiritus zu 6 Milliliter Wasser hergestellt, so wird die Ölkugel in der Mitte des Glases schweben.

Warum die Milch sauer wird

Von saurer Milch wird blaues Lackmuspapier rot gefärbt. Es verrät uns also die Milchsäure, auch wenn wir sie noch kaum schmecken. Reagiert blaues Lackmuspapier auch dann, wenn wir es in ein Reagenzglas mit frischer Milch tauchen?

Es verändert seine Farbe nicht. Wiederholen wir diese Probe im Sommer alle 2 Stunden, im Winter alle 4 Stunden, so stellen wir fest, daß die Milch den Streifen zunächst leicht, dann immer deutlicher rötet. Falls die weiße Milch den Farbumschlag überdeckt, spülen wir den gesamten Streifen mit destilliertem Wasser ab.

Können wir Mutter beraten, wie die Milch aufzubewahren ist?

Mit frischer Vollmilch füllen wir fünf Probiertgläser zur Hälfte. Glas 1 wird in den Kühlschrank gestellt. Im Glas 2 wird die Milch erst aufgekocht und dann in den Kühlschrank gestellt. Im Glas 3 kochen wir die Milch auf, stellen sie aber nicht in den Kühlschrank. Glas 4 und 5 überprüfen wir in regelmäßigen Abständen mit Lackmuspapier. Sobald sich Säure nachweisen läßt, kochen wir die Milch in Glas 4 ab. Wie lange halten sich die Milchproben frisch?

Milch wird durch die Tätigkeit von Milchsäurebakterien sauer. Hitze tötet die Bakterien ab. Kälte schafft ungünstige Lebensbedingungen für die Bakterien. Man erhitzt die Milch in den Molkereien deshalb erst 3 bis 4 Minuten lang auf 72 °Celsius und kühlt sie dann schnell ab. Durch diese Behandlung werden die Bakterien, unter denen sich auch viele Krankheitserreger befinden, abgetötet.

Butter gewinnt man aus Milch

Wir füllen einen Standzylinder mit frischer Vollmilch und lassen die Probe einen Tag lang stehen. Dann hat sich das leichte Milchlamm (Rahm) von der Magermilch (entrahmte Frischmilch) getrennt.





Messen wir die Höhe beider Schichten, so können wir auf den Fettgehalt der Milch schließen.

Mit einem Löffelchen heben wir die Rahmschicht vorsichtig ab und füllen sie in ein Reagenzglas. Und nun müssen wir sehr viel Geduld aufbringen; wir wollen das verschlossene Reagenzglas nämlich so lange schütteln, bis die Fettröpfchen des Rahms zu Butterklümpchen zusammenfließen. Das dauert eine halbe Stunde.

Milch enthält Fett. Der Fettgehalt der Milch ist unterschiedlich, je nachdem, von welchen Kühen sie stammt. In den Genossenschaften werden deshalb vor allem die Kälber aufgezogen, deren Mütter viel Milch mit gutem Fettgehalt liefern.

Die von den Genossenschaften an die Molkereien gelieferte Milch wird dort entrahmt. Der entrahmten Milch wird dann eine gleichbleibende Menge von Fett (2,5 Prozent) zugesetzt.

Aus dem Rahm der Kuhmilch stellt man in der Molkerei Butter her. Zunächst wird der Rahm (Fettgehalt etwa 20 Prozent) erhitzt, damit schädliche Bakterien abgetötet werden, und dann wieder abgekühlt. Nach einem Säuerungsprozeß werden die Fetteilchen des Rahms in der Buttermaschine zu Fettklumpchen verwandelt. Diese Butterklumpchen trennt man dann von der Buttermilch.

Butter und Margarine sind die in unserer Republik für die menschliche Ernährung meistverwendeten Fette. (Es sind keine chemisch reinen Fette, sondern Emulsionen von etwa 20 Prozent Wasser und Fett; deshalb sind Butter und Margarine so leicht verdaulich.)

Margarine wird aus Pflanzenfett, Öl und anderen Rohstoffen hergestellt, die man schmilzt und in Rührbottichen mit Magermilch zu einem steifen Brei verrührt. Hinzu kommen Pflanzenfarbstoffe, Eigelb, Vitamine, Salz und 0,2 Prozent Stärkemehl. Durch Abkühlen erstarrt die Margarinemasse. Sie wird in Maschinen gewalzt und geknetet und schließlich maschinell abgewogen und verpackt.

Wir wollen den Stärkegehalt der Margarine nachweisen. 10 Gramm Margarine werden in ein Reagenzglas gegeben. Tauchen wir das Reagenzglas in ein Becherglas mit siedendem Wasser, so schmilzt die Margarine. Dabei setzt sich am Boden des Glases eine wässrige Flüssigkeit ab und darüber eine Fettschicht. Wir entnehmen die wässrige Flüssigkeit mit einer Pipette, füllen sie in ein zweites Reagenzglas, geben die gleiche Menge Wasser hinzu und erhitzen bis zum Sieden. Anschließend wird die Flüssigkeit auf Raumtemperatur abgekühlt und mit Jodtinktur versetzt. Enthält Margarine Stärke?

Wir prüfen: Vollmilch oder Magermilch?

Mit einem Milchprüfer kann man feststellen, ob die Milch auch den festgesetzten Fettgehalt aufweist. Ein derartiges Gerät besteht aus einer Senkspindel, die man in die zu untersuchende Milch taucht. Die Eintauchtiefe kann man an einer Skala ablesen, und die Skala gibt Auskunft über den Fettgehalt.

Aus einem Reagenzglas wollen wir uns ein solches Prüfgerät bauen. Da es im Wasser aufrecht schwimmen soll, muß es beschwert werden; wir schütten deshalb so viele Nägel hinein, bis es mit etwa $\frac{2}{3}$ seiner Länge ins Wasser taucht (die Nägel werden durch eingetropftes Paraffin festgehalten). Als Skala benutzen wir einen Streifen Millimeterpapier, der in Zentimeterabstände eingeteilt und in das Reagenzglas geklebt wird.

Nun tauchen wir unsere Senkspindel in Wasser, Vollmilch und Magermilch. Die Eintauchtiefen werden verschieden sein. Das hängt von der Dichte der jeweiligen Flüssigkeit ab.

So, wie gleich große Würfel aus Holz oder Eisen verschiedenes Gewicht haben, haben auch gleiche Mengen verschiedener Flüssigkeiten unterschiedliches Gewicht. Um jedoch den Einfluß des jeweiligen Stoffes auf das Gewicht zum Ausdruck zu bringen, hat man den Begriff der Dichte geschaffen.

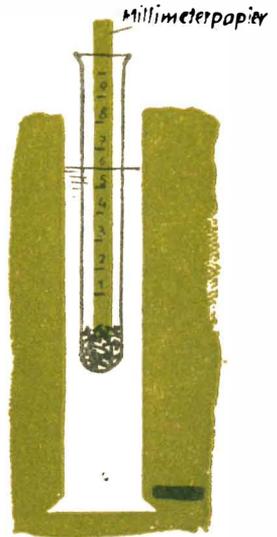
Die Dichte wird durch den Quotienten aus der Masse und dem Rauminhalt des betreffenden Stoffes angegeben, also in Gramm je Kubikzentimeter.

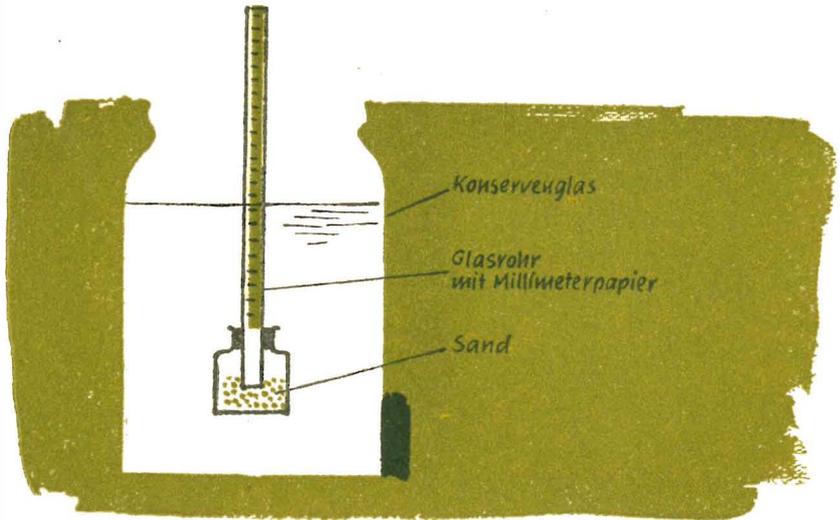
$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Rauminhalt}} = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Wir wissen, daß Fett leichter ist als Wasser. Schwerere Stoffe verdrängen leichtere; deshalb wird unsere Senkspindel in Vollmilch am tiefsten eintauchen, in Wasser weniger tief. Die Dichte der Vollmilch ist am geringsten, die des Wassers am größten, also nimmt sie mit zunehmendem Fettgehalt ab (der Fettgehalt der Vollmilch beträgt 2,5 Prozent).

Magermilch enthält fast kein Milcfett, nur 0,01 bis 0,1 Prozent, sie enthält jedoch hohe Anteile von Salzen, Milchzucker und Eiweißstoffen. Ihre Dichte ist etwas größer als die der Vollmilch.

Eine verbesserte Senkwaage (allgemein Aräometer genannt) zeigt die Zeichnung auf der nächsten Seite. Ein kleines Fläschchen, durch dessen Gummistopfen eine dicke Glasröhre führt, muß wieder, wie





bereits angegeben, beschwert werden. In das Glasrohr kommt wieder Millimeterpapier. Die Handhabung wurde bereits beschrieben. Man benutzt solche Aräometer auch als Säureprüfer oder **Benzin**-prüfer, ferner zum Prüfen des Alkoholgehaltes als Alkoholometer oder zur Bestimmung des Zuckergehaltes als Saccharometer.

Wie aus Milch Quark und Käse werden



Ein bis zur Hälfte mit entrahmter Frischmilch gefülltes Becherglas erwärmen wir auf 40 °Celsius. Dann setzen wir etwa 3 Milliliter Essig zu und schütteln gut durch. Die Milch wird flockig, denn Eiweiß wird durch Säure ausgeflockt. Entrahmte Frischmilch enthält also Eiweiß!

Den Inhalt des Becherglases gießen wir nun durch ein sauberes Leinenläppchen. Das geronnene Eiweiß bleibt auf dem Läppchen zurück. Wir kosten: Ist das nicht Quark?

Man bezeichnet das klare Filtrat als Milchserum. Bringen wir es zum Kochen, trübt es sich. Es enthält eine andere Eiweißart, die durch Säure nicht ausgefällt wird, aber bei Hitze gerinnt (Milchhaut!)

Das trübe Milchserum wird nun noch einmal filtriert; dann geben wir zu der hellen Flüssigkeit etwas Fehlingsche Lösung. Die Rotfärbung beim Erhitzen zeigt Zucker an.

Das mit Hilfe des Essigs ausgeflockte und im Leinenläppchen gesammelte Milcheiweiß lassen wir nun ordentlich abtropfen. Wir

salzen und füllen es dann in eine kleine Schale. Nachdem die Probe eine Woche unter einer Glasglocke gestanden hat, erhalten wir einen kleinen Käse.

Käse aus der Molkerei schmeckt allerdings besser, da dort jede Käsesorte nach bestimmten Rezepten gewürzt wird. Außerdem „impft“ man den Käse mit besonderen Bakterien und Pilzen. Die verwendeten Bakterien und Pilze helfen bei der sogenannten Käse- reifung. Solche weiß oder grünlich aussehende Schimmelpilze sind auf vielen Käsesorten zu sehen.



Wir weisen Vitamine nach

1. Zwei Reagenzgläser werden je zur Hälfte mit schwarzem Tee gefüllt. In das erste Glas geben wir dann noch 1 Milliliter Wasser, in das zweite 1 Milliliter Zitronensäure (Zitronensaft). Nachdem wir beide Gläser geschüttelt haben, ist das mit dem Zitronensaft bedeutend heller geworden.

2. Wirken andere Fruchtsäfte auch entfärbend? Eine Messerspitze voll Kaliumpermanganat geben wir in 50 Milliliter warmes Wasser, rühren dann so lange um, bis sich alle Kristalle gelöst haben und füllen schließlich verschiedene Reagenzgläser zu einem Viertel mit dieser Lösung.

In das erste Glas kommen einige Tropfen Zitronensaft, in die übrigen Gläser etwas frisch gepresster Saft von Äpfeln, Weintrauben, Himbeeren, Johannisbeeren oder anderen Früchten. Sobald wir etwas schütteln, entfärben sich die Lösungen sofort. Wie verhalten sich Sauerkrautsaft oder der Preßsaft von rohen Kartoffeln, Kohlrabi, Möhren oder Brennesseln?

Vitamin C wirkt auf eine Kaliumpermanganatlösung entfärbend! Obst und Gemüse enthalten neben anderen Nährstoffen auch Vitamine. Fehlen sie, so wird der Mensch krank. Besonders wichtig ist das Vitamin C, das in frischen Pflanzenteilen steckt. Deshalb sollten wir recht oft ungekochtes Obst oder Gemüse essen!

Wichtige Vitamine	Vorkommen besonders	Mangelercheinung
Vitamin A	in grünen und farbstoffhaltigen Pflanzenteilen (Spinat, Möhren, Tomaten, Kopfsalat); Butter, Leber, Hühnerei	Nachtblindheit, Erkrankungen der Haut



Wichtige Vitamine	Vorkommen besonders	Mangelercheinung
Vitamin B 1	in Leber, Hühnerei, Roggenbrot, Haferflocken, Spinat, Obst	nervöse Störungen
Vitamin B 2	in Leber, Hühnerei, Süßwasserfisch, Muskelfleisch, Haferflocken, grünen Bohnen, grünen Erbsen, Spinat	Wachstumsstörungen
Vitamin C	in Kohl, Zwiebel, Radies, Salat, Zitronen, Apfelsinen, Erdbeeren, Tomaten Johannisbeeren	Blutungen im Zahnfleisch, Anfälligkeit gegen ansteckende Krankheiten

3. Im VEB Jenapharm, Jena, werden Vitamine synthetisch (auf chemischem Wege) hergestellt. Als Heilmittel vom Arzt verabreicht, helfen sie, die Menschen gesund zu erhalten.

In diesem pharmazeutischen Betrieb werden auch Tabletten hergestellt, die verschiedene Vitamine enthalten. Von einer solchen „Summavit“-Tablette kratzen wir vorsichtig die bunte Schicht ab. Dann werfen wir das Kügelchen in ein Reagenzglas mit Wasser. Es sinkt unter. Beim kräftigen Schütteln wird es kleiner, die äußere Schicht löst sich im Wasser. Schließlich bleibt das Kügelchen an der Oberfläche. Wir können noch so lange schütteln, es wird nicht kleiner.

Nun bringen wir das Kügelchen in ein Reagenzglas mit etwas Öl und erhitzen leicht. Das Kügelchen schmilzt jetzt sehr schnell. Es enthält wasserunlösliche, aber fettlösliche Vitamine!

In „Summavit“-Tabletten sind 10 verschiedene Vitamine enthalten. In der äußeren Schicht der Tabletten sitzen die wasserlöslichen und im Fettkern die fettlöslichen Vitamine.

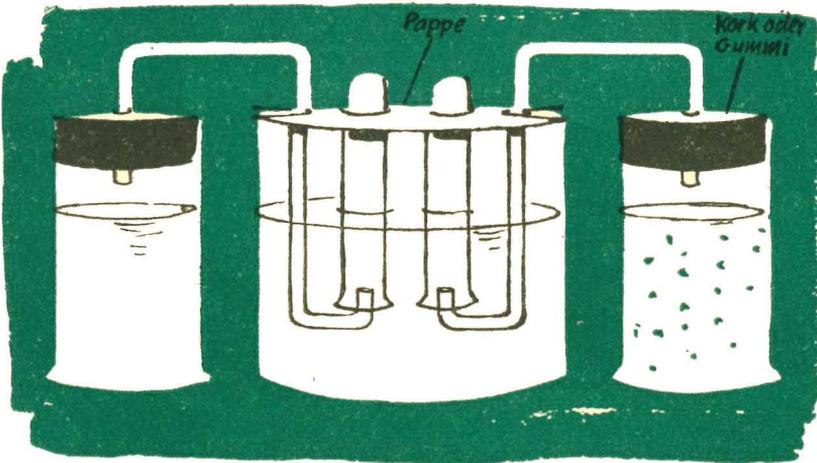
4. Nun erhitzen wir etwas Zitronensaft etwa 5 Minuten lang, anderen, nicht erhitzten Zitronensaft stellen wir 24 Stunden lang in helles Licht. Wird dann der erhitzte Saft einer Kaliumpermanganatlösung zugefügt, entfärbt er die Lösung nur noch schwach. Auch der dem Licht ausgesetzte Zitronensaft wirkt weniger entfärbend.

Das Vitamin C wurde durch Hitze, Licht und Luft teilweise zerstört. Deshalb ist frisches Obst stets hochwertiger als Kompott. Und wenn wir einmal Vitamintabletten kaufen sollten, wundern wir uns nicht, daß das Tablettenröhrchen braun gefärbt ist – die Färbung soll das Sonnenlicht fernhalten.



Vitamine fördern die Lebensvorgänge

Ein Versuch mit Pflanzen soll uns zeigen, wie wichtig die Vitamine für die Lebenstätigkeit sind. Dieser Versuch ist nicht einfach, wir müssen die Versuchsanordnung, für die wir zwei Standzylinder mit durchbohrten Korkstopfen, zwei Reagenzgläser, ein Glasrohr und ein breites Einkochglas brauchen, gewissenhaft aufbauen.



Zunächst biegen wir uns zwei Glasrohre so, wie es die Zeichnung zeigt. Dann schwimmen wir ein erbsengroßes Stück Bäckerhefe in 500 Milliliter Wasser auf. In einem anderen Gefäß lösen wir 30 Gramm Zucker in 300 Milliliter Wasser. Beide Standzylinder werden dann zu drei Vierteln mit Zuckerlösung gefüllt und je drei Tropfen von der gut geschüttelten Hefeaufschwemmung zugefügt. In den ersten Standzylinder kommt noch ein feingewiegtes Petersilienblatt.

Nun füllen wir ein Reagenzglas mit Wasser. Halten wir den Daumen auf die Öffnung, so können wir es bedenkenlos auf den Kopf stellen und auf das freie Ende eines Winkelrohres setzen. Den Daumen ziehen wir erst dann von der Öffnung weg, wenn sie sich unter Wasser befindet. Das Glas muß mit Wasser gefüllt bleiben. Genauso setzen wir das andere Reagenzglas auf.

Die Versuchsanordnung bleibt nun an einem warmen Ort stehen. Nach einigen Tagen können wir folgendes feststellen: Im ersten Glas haben sich die Hefepilze entwickelt und vermehrt. Bei diesen Lebensvorgängen haben sie viel Gas gebildet, das nun das Reagenz-

glas füllt. Im zweiten Zylinder sind die Hefepilze wenig gewachsen. Es hat sich nur wenig Gas gebildet. Im ersten Zylinder hatten wir mit den frischen, gewiegten Petersilienblättern Vitamine zugefügt. Die Lebensprozesse verliefen deshalb hier besser.

Ohne Wasser ist kein Leben

Wasser ist die Voraussetzung für alle Lebensvorgänge, denn sämtliche den Stoffwechsel ermöglichenden chemischen Reaktionen vollziehen sich in wässrigen Lösungen. Aber das Wasser dient nicht nur als Lösungsmittel, es ist gleichzeitig Transportmittel im Körper.

Der Wassergehalt der menschlichen Gewebe, Organe und Körperflüssigkeiten ist deshalb sehr hoch, er macht rund zwei Drittel des Körpergewichts aus. Wenn wir bedenken, daß der Mensch mit der ausgeatmeten Luft Wasserdampf abgibt, daß die Haut – mit einer Oberfläche von etwa 2 Quadratmetern! – Wasser verdunstet und daß mit dem Urin und Kot Wasser ausgeschieden wird, werden wir uns über den hohen Wassergehalt des menschlichen Körpers nicht länger wundern.

Natürlich müssen die abgegebenen Wassermengen wieder ersetzt werden. Der Mensch nimmt deshalb täglich etwa 2 bis 3 Liter Wasser zu sich, entweder sichtbar in der Form von Getränken oder verdeckt mit der Nahrung. Den Wassergehalt von Nahrungsmitteln können wir selbst feststellen:

Wir wiegen eine dünne Scheibe Brot, Kartoffelscheiben, Apfelscheiben, Spinatblätter und Weißkrautblätter auf einer Briefwaage ab. Dann legen wir all diese Nahrungsmittel auf einen Teller, der in den warmen Ofen gestellt wird. Im Sommer wählen wir einen luftigen Platz auf dem Balkon oder dem Boden.

Nach einigen Tagen sind die Substanzen hart und lufttrocken. Sie haben viel Wasser verloren. Wenn wir sie erneut wiegen, können wir feststellen, wieviel Wasser in ihnen enthalten war.



Eine Säure, die man trinken kann

Viele Säuren sind Gifte, jedoch nicht alle. So trinken wir im Sommer zum Beispiel Säure, wenn wir unseren Durst mit Brause oder Selterswasser löschen. Da Brause nichts weiter ist als Selters mit

Zucker, Fruchtsaft oder Fruchtsäure und Farbstoff, benutzen wir für unsere Untersuchungen besser reines Selterswasser.

Öffnen wir eine Flasche Selters, dann sehen wir, daß viele Gasblasen aufsteigen, ja manchmal entweicht das Gas so stürmisch, daß ein Teil der Flüssigkeit mit herausgespritzt wird.

Halten wir einen brennenden Holzspan in die Öffnung der Flasche, so erlischt die Flamme. Das entweichende Gas ist also keine Luft.

Gießen wir Selterswasser in ein Trinkglas und kosten, so schmeckt es säuerlich. Die Prüfung mit Lackmuspapier ergibt: Es handelt sich um eine Säure. Nun tauchen wir einen Glasstab in Kalkwasser und halten ihn in die Flaschenöffnung. Das Kalkwasser trübt sich. Also ist das Gas Kohlendioxid.

Es löst sich in Wasser zu Kohlensäure.



Brausepulver, selbst hergestellt

Brause kann man sich aus selbsthergestelltem Brausepulver bereiten.

Drei Teelöffel voll Puderzucker werden mit einem Teelöffel voll Natriumhydrogencarbonat (doppeltkohlensaures Natron) und einem Teelöffel Weinsäure- oder Zitronensäurepulver gemischt, und das Brausepulver ist fertig. Wenn wir diese Mischung in einer gut verschlossenen Flasche aufbewahren, hält sie sich lange Zeit. Um nun Brause zu erhalten, lösen wir Fruchtsaft in einem Trinkglas mit Wasser und rühren um. Dann schütten wir einen halben Teelöffel voll Brausepulver hinein. Die Brause schäumt dann stark. Mit Lackmuspapier und Kalkwasser können wir die Kohlensäure nachweisen.



Explosion in der Flasche

In eine leere Weinflasche (0,7 Liter Volumen) schütten wir einen Teelöffel voll Natriumhydrogencarbonat und einen Teelöffel voll Weinsäure. Dann suchen wir einen passenden Korken oder Gummistopfen, der nicht durchbohrt sein darf. Wir drücken ihn etwa zu einem Viertel in den Flaschenhals, nehmen ihn dann wieder heraus und füllen etwas Wasser in die Flasche, die wir sofort wieder verschließen.



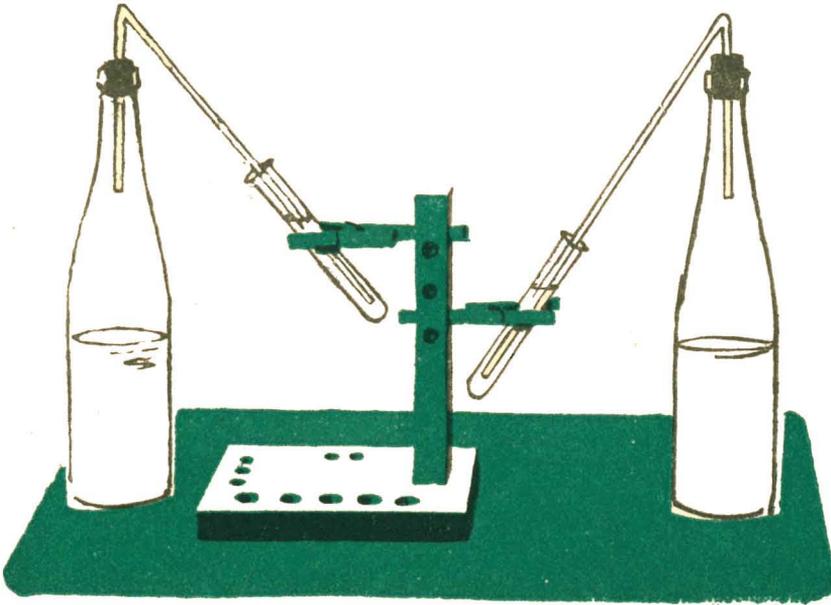
Die Flasche wird nun auf den Tisch gestellt. Nach einigen Sekunden hat sich so viel Kohlendioxid entwickelt, daß der Korken mit einem lauten Knall gegen die Decke geschleudert wird. Gelingt der Versuch auch, wenn wir statt Weinsäure Zitronensäure benutzen? Was geschieht, wenn wir statt Weinsäure und Wasser etwas Essig in die Flasche gießen, bevor wir sie verschließen?

Wie entsteht Alkohol?

In einer Weinflasche lösen wir 40 Gramm Traubenzucker in 500 Milliliter Wasser auf. Die Lösung wird auf zwei Flaschen verteilt, und die Flaschen werden später mit durchbohrten Stopfen verschlossen. Durch die Bohrungen stecken wir je ein spitzwinklig gebogenes Glasrohr.

Nun spannen wir in unser Stativ zwei Reagenzglasalter mit zwei Reagenzgläsern. Die Flaschen müssen so aufgestellt werden, daß die Enden der Glasrohre in die halb mit Wasser gefüllten Reagenzgläser reichen. Die ganze Versuchsanordnung soll auf einem Tablett stehen.

In einer Tasse werden fünf Gramm Preßhefe mit zwei Eßlöffeln Wasser verrührt und in eine der beiden Flaschen gegossen. Ein



Klebestreifen kennzeichnet die Flasche: Mit Hefe! Dann stellen wir das Tablett an einen warmen Ort, im Sommer auf das Fensterbrett, im Winter in die Nähe des Ofens. Ein paar Stunden später bemerken wir, daß Gasbläschen aufsteigen. Wir entfernen die Reagenzgläser, entleeren sie und füllen sie halb mit Kalkwasser. Dann wird alles wieder so aufgebaut wie zuvor. Die Gasblasen müssen jetzt durch das Kalkwasser hindurch.

In der Flasche mit Hefe ist die Gasentwicklung wesentlich stärker als in der anderen. Wir lassen diese Versuchsanordnung noch 2 Tage lang bei einer Temperatur von 33–35 °Celsius stehen, dann hat die Gasentwicklung stark nachgelassen. Der größte Teil des Traubenzuckers wurde durch die Hefe in Alkohol umgewandelt, und dabei ist Kohlendioxid entstanden (Trübung des Kalkwassers!).

Die gegorene Lösung wollen wir nun auf Alkohol untersuchen. Wir füllen ein Reagenzglas mit ihr halb voll und erhitzen die Lösung, ohne sie sieden zu lassen. Nach dem Abkühlen filtrieren wir sie über Filterpapier in ein zweites Reagenzglas, das wir in das Stativ spannen. Nun wird die filtrierte Lösung destilliert. Wir bauen uns zu diesem Zweck eine einfache Destillationsapparatur. Zwei mit durchbohrten Stopfen versehene Reagenzgläser verbinden wir durch ein spitzwinklig gebogenes Glasrohr. Eines der beiden Reagenzgläser wird dann schräg in das Stativ über den Spiritusbrenner



gespannt, das andere Reagenzglas muß senkrecht in einem mit kaltem Wasser gefüllten Becherglas stehen. Sein Stopfen muß doppelt durchbohrt sein.

In das schräg eingespannte Reagenzglas füllen wir zu einem Viertel die filtrierte, gegorene Lösung. Nun erhitzen wir das Reagenzglas, bis die Flüssigkeit siedet. Wir sehen, daß durch das Glasrohr Dampf entweicht, der sich im zweiten Reagenzglas abkühlt und niederschlägt.

Haben wir etwa 10 Milliliter Destillat erhalten, so entfernen wir die Flamme und nehmen eine Geruchsprobe vor. Das Destillat riecht nach Alkohol. Wenn wir einige Tropfen des Destillats auf einem alten Löffel erhitzen und die beim Sieden der Flüssigkeit aufsteigenden Dämpfe zu entzünden versuchen, werden wir sehen, daß sie ähnlich wie Spiritus brennen.

Alkohol ist Gift

Alkohol ist ein Gift, das bleibende Schädigungen unseres Körpers hervorruft.

Wie sehr Alkohol die Lebensvorgänge im lebenden Körper behindert, können wir sogar mit einem Pflanzenversuch feststellen.

Wir füllen vier gleichgroße Blumentöpfe mit Erde und legen in jeden Topf 20 Weizenkörner, die wir mit etwas Erde bedecken. Die Töpfe werden nummeriert. Neben jeden Topf kommt eine gleichlautend bezeichnete, verschlossene Flasche. Nun bereiten wir das Gießwasser für die Töpfe.

In Flasche 0 füllen wir Leitungswasser; in Flasche 1 geben wir zu 100 Millilitern Wasser 1 Milliliter reinen Alkohol; in Flasche 2



geben wir zur gleichen Menge 2 Milliliter und 4 Milliliter Alkohol in Flasche 4. Die Pflanzen werden nun täglich nur mit dem zugehörigen Gießwasser gegossen.

Der Weizen keimt und wächst. Dabei ist zu beobachten, daß nur die mit Wasser gezogenen Pflanzen normal wachsen, die anderen Pflanzen werden vom Alkohol im Wachstum gehemmt.

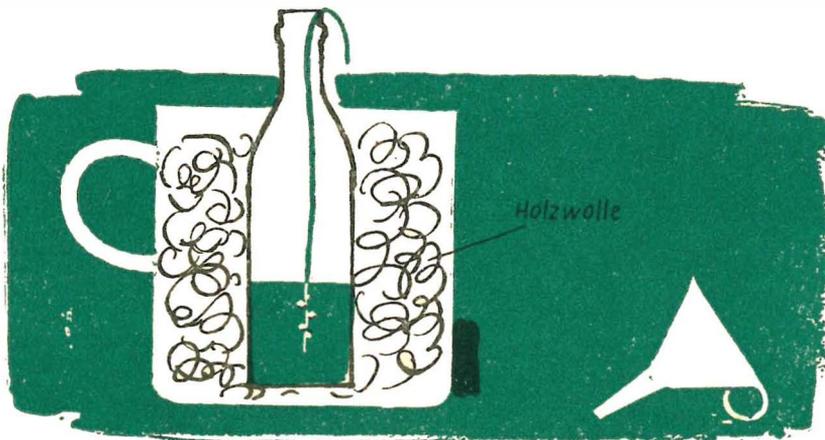
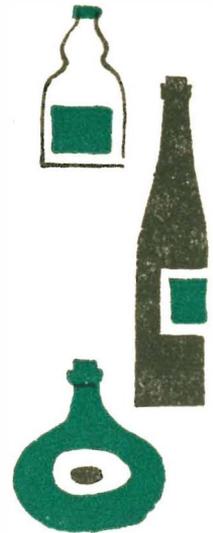
Nun überlegen wir: 4 Milliliter Alkohol auf 100 Milliliter Wasser, also Wasser mit etwa 4 Prozent Alkoholgehalt hemmt das Wachstum der Pflanzen erheblich. Bier enthält etwa den gleichen Prozentsatz Alkohol!

Wie man Kristalle züchtet

Was geschieht, wenn wir ein großes Trinkglas mit 100 Milliliter Wasser füllen, 5 Gramm Natriumchlorid (Kochsalz) hineinschütten und das Ganze einige Zeit umrühren? Das Kochsalz wird unsichtbar. Es hat sich im Wasser gelöst. Wie schmeckt die Lösung?

Wir lösen erneut einen Teelöffel voll Kochsalz auf und rühren um. Wieviel Kochsalz können wir in 100 Milliliter Wasser auflösen? Wenn wir mehr hineinschütten, bleibt der Rest als Bodenkörper zurück. Die Lösung ist dann mit Kochsalz gesättigt.

Wir füllen Kochsalzlösung in eine flache Schale und stellen sie an einen nicht zu warmen Ort. Nach ein paar Tagen ist das Wasser verdunstet. Das gelöste Kochsalz scheidet sich auf dem Boden der



Schale als würfelförmige Kristalle ab. Die Kristalle sind um so größer, je langsamer sie sich bilden können.

Noch schönere Kristalle können wir züchten, wenn wir etwas Alaun in wenig heißem Wasser lösen. Die Lösung muß ungefähr 45 °Celsius heiß sein. Wir füllen sie mit einem Trichter in eine Flasche, die wir in einen großen Topf setzen, den wir mit Sägespänen, Holz- wolle oder Heu ausgepolstert haben. Dann tauchen wir einen Faden in die Lösung. Nach einigen Stunden hängen am Faden mehrere Kristalle. Wir entfernen alle übrigen bis auf den größten. Am nächsten Tage ist er zu einem noch größeren Kristall angewachsen.

Noch ein Versuch: Wir stellen eine heißgesättigte Lösung von Magnesiumsulfat (Bittersalz) her und lösen darin einige Zucker- kristalle auf. Die heiße Lösung streichen wir mit einem Wattebausch auf eine saubere Glasplatte, die wir an einen warmen Ort, zum Bei- spiel auf den Ofen, legen. Innerhalb weniger Minuten wachsen auf der Glasplatte eisblumenartige Kristalle.

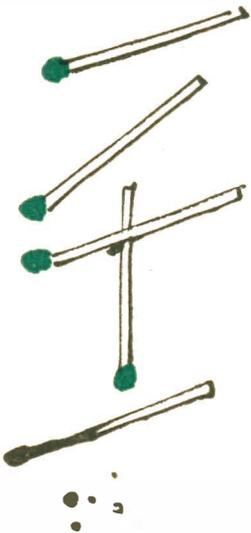
Die verräterische Flamme

Mit der Nahrung nehmen wir Mineralstoffe auf, wie Calcium, Magnesium, Phosphor, Kalium, Natrium und Chlor, um einige zu nennen. Viele Mineralstoffe sind wasserlöslich, so auch das Natriumchlorid, unser Kochsalz.

Wir wollen jetzt untersuchen, in welchen Nahrungsmitteln Natrium zu finden ist. Ein abgebranntes Streichholz tauchen wir in Kochsalz. Einige Körnchen bleiben hängen. Halten wir nun das Holz wieder in eine farblose Flamme, so färbt sie sich kräftig gelb. Im Kochsalz steckt Natrium.

Nun verbrennen wir trockene Pflanzenteile. Die Pflanzenasche feuchten wir etwas an und bringen ein wenig davon mit einem ab- gebrannten Streichholz über die Gasflamme. Auch hier zeigt sich die Gelbfärbung. Auch die Asche von Blättern oder Früchten färbt die Flamme gelb. Wir untersuchen, ob Soda, Seife, Waschpulver, Backpulver und Natron Natrium enthalten.

Noch ein anderes Element ist in Pflanzen enthalten. Verbrennen wir ein Streichholz und halten die Asche in eine Flamme, dann leuchtet sie rosa-violett. Die Flammenfärbung zeigt uns, daß im Holz (Pflanzensubstanz!) Kaliumsalze stecken. Auch andere Pflan-



zen enthalten Kalium, allerdings wird das blasse Rosa des Kaliums in der Flamme vom kräftigen Gelb des Natriums überdeckt. Um sie dennoch zu erkennen, benutzen wir ein Kobaltglas.

Nun bringen wir Backpulver in die Flamme und beobachten sie durch das Kobaltglas. Enthält das Backpulver ebenfalls Kalium?

Auch das Element Calcium können wir durch Flammenfärbung feststellen. Es verrät seine Anwesenheit, wenn wir den Stoff, den wir untersuchen wollen, mit verdünnter Salzsäure betupfen und dann wieder auf einem Streichholz in die Gasflamme bringen. Sie leuchtet dann ziegelrot. Zum Ausprobieren nehmen wir ein Stück Kalkstein. Danach untersuchen wir, ob Gips, Mörtel und Löschkalk Calcium enthalten. Doch auch mit anderen Methoden kommen wir dem Calcium auf die Spur.

Auf ein Stück Marmor geben wir einige Tropfen verdünnte Salzsäure. Der Stein schäumt auf. So können wir Calciumcarbonat nachweisen.

Auf Holz- oder Tabakasche bringen wir ebenfalls einige Tropfen Salzsäure. Auch hier zeigt sich das Aufschäumen. Also ist auch in Pflanzenasche Calcium vorhanden.



Kuchenbacken im Reagenzglas

Einen Teelöffel voll Mehl rühren wir mit wenig Zucker und einigen Tropfen Milch zu einem Teig an, den wir in ein Reagenzglas füllen. Das Glas wird dann schräg ins Stativ gespannt und längere Zeit mit kleiner Flamme erhitzt. Ist die Oberfläche unseres „Kuchens“ braun geworden, entfernen wir die Flamme und lassen abkühlen. Den „Kuchen“ aus dem Glas zu bekommen, ohne daß er zerbricht, wird uns kaum gelingen. Schneiden wir ihn ein Stück auf, dann sehen wir, daß er nicht locker wie Kuchen, sondern hart geworden ist.

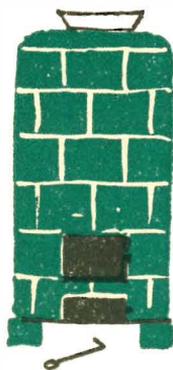
Wieder stellen wir einen Teig her. Der einen Hälfte setzen wir einige Krümel Hefe und der anderen Hälfte etwas Backpulver zu. Außerdem schwenken wir zwei Reagenzgläser, nachdem sie über der Flamme etwas erwärmt wurden, mit ein wenig Speiseöl aus.

Nachdem die beiden Teigproben etwa 1 Stunde gestanden haben, füllen wir sie in je ein Reagenzglas und „backen“ sie wie zuvor. Nun geraten die „Kuchenproben“ lockerer. Die Hefepilze haben eine Gärung verursacht, und das dabei entstandene Kohlendioxid lockerte den Teig auf.



Auch das Backpulver, das Natriumverbindungen enthält, wie die Flammenprobe (Gelbfärbung) zeigt, erzeugt Kohlendioxid. Füllen wir eine Messerspitze voll Backpulver in ein trockenes Reagenzglas und erhitzen, dann beschlägt das Glas mit Wasser. Ein in Kalkwasser getauchter und ins Reagenzglas gehaltener Glasstab verrät uns durch die Trübung des Kalkwassers, daß Kohlendioxid entsteht. Was geschieht, wenn wir Backpulver in einem Reagenzglas mit Wasser auflösen? Wie reagiert die Lösung (Lackmuspapierprobe)? Vergleichsweise lösen wir etwas Natriumhydrogencarbonat (Natron) in Wasser und setzen Wein- oder Zitronensäure zu. Wie verläuft die Kohlendioxidentwicklung?

Ein einfaches Backpulver können wir selbst herstellen, wenn wir 10 Gramm Natriumhydrogencarbonat (Natron) mit 20 Gramm Weinstein gut vermischen. Der Weinstein muß allerdings pulverisiert sein, dazu benutzen wir entweder eine Reibschale oder wickeln den Weinstein in ein sauberes weißes Tuch, in dem wir ihn mit einem Hammer zerschlagen. Dieses Backpulver wird sich bei Versuchen genauso verhalten wie gekauftes.



Wir backen Brot

Zum Brotbacken dienen in den Bäckereien weder Backpulver noch Hefe als Treibmittel, man verwendet dazu Sauerteig. Wir können Sauerteig selbst herstellen, indem wir einen Teelöffel Roggenmehl mit etwas lauwarmem Wasser zu einem steifen Brei anrühren, der dann 2 Tage lang an einem warmen Ort aufbewahrt wird. Aus der Luft gelangen Kleinlebewesen in den Teig, die eine Gärung verursachen, so daß der Teig bald „wächst“.

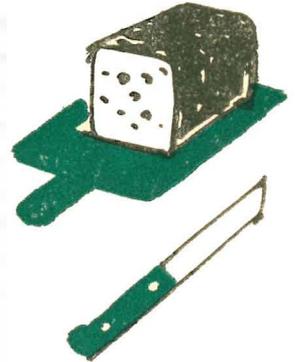
Nach 2 Tagen breiten wir ihn auf einer Untertasse aus und schneiden die Hälfte mit dem Messer ab. Im Innern sind dann zahlreiche Blasen zu erkennen. Sie enthalten ein Gas.

Den Teig legen wir dann wieder in die Tasse und schneiden ihn nach 1 Stunde erneut mit dem Messer auseinander.

Nun halten wir ein brennendes Streichholz in die Tasse. Es erlischt. Die Prüfung mit einem in Kalkwasser getauchten Glasstab ergibt Kohlendioxid. Es entstand bei der Gärung des Teiges. Beim Zerschneiden fällt der Teig also zusammen, weil das Kohlendioxid aus den Gärungsblasen entweicht. Wie riecht der Teig? Wird angefeuchtetes blaues Lackmuspapier gerötet?

Schimmelpilze

Auf einen tiefen Teller legen wir einen Bogen feuchtes Fließpapier und darauf eine Scheibe Schwarzbrot. Das Ganze wird mit einer Glasscheibe oder Glasglocke bedeckt. Nun beobachten wir die Brotscheibe täglich. Bald bilden sich weiße Flecke auf ihr. Sie breiten sich schnell aus. Mit der Lupe erkennen wir, daß sie aus vielen kleinen Fäden bestehen. An diesem Fadengeflecht sehen wir, daß es sich um Pilze handelt. Pilze bestehen immer aus vielen kleinen Pilzfäden, den sogenannten Hyphen. In diesem Fall handelt es sich um einen Schimmelpilz. Bald bilden sich auf den Hyphen kleine schwarze Punkte. Das sind winzig kleine Behälter. Darin befinden sich Pilzsporen. Diese Pilzsporen fliegen überall in der Luft herum. Gelangen sie auf Brot oder andere Lebensmittel, so bilden sich aus ihnen wieder Schimmelpilze. Schimmelpilze verderben Nahrungs- und Futtermittel. Sie wachsen besonders gut bei Feuchtigkeit und Wärme.



Ein berühmtes Experiment

Es gibt winzig kleine, lebende und sich durch Zweiteilung fortpflanzende Organismen, die Bakterien. Sie sind nur wenig kleiner oder größer als 1 Mikrometer ($\frac{1}{1000}$ Millimeter).

Die Bakterien kommen in sehr großer Zahl überall in der Natur vor; es ist sicher interessant zu wissen, daß 1 Kubikmeter Großstadtluft etwa 1000, 1 Kubikzentimeter einwandfreies Trinkwasser bis zu 100 und 1 Gramm Humusboden 10 Millionen Bakterien enthalten.

Nützliche Bakterien zerlegen die beerdigten menschlichen und tierischen Körper sowie Pflanzenreste in ihre Bestandteile und führen sie so dem Stoffkreislauf wieder zu. Andere Bakterien ermöglichen den Pflanzen die Aufnahme von Stickstoffverbindungen.

Bakterien sind auch an der Käsereifung beteiligt; es gibt besondere Milchsäurebakterien, die bei der Herstellung von Sauerkraut, sauren Gurken und Gärfutter (zum Beispiel Silomais) beteiligt sind. Neben Hefe spielen Bakterien eine Rolle bei der Zubereitung von Sauerteig zum Brotbacken. Essigsäurebakterien verursachen die Essigbildung. Für die Verdauung bei Mensch und Tier sind Darmbakterien unerlässlich.

Schädliche Bakterien verursachen Krankheiten, so zum Beispiel Typhus, Tuberkulose und Wundstarrkrampf.

Bakterien verderben auch Lebensmittel. Um das zu verhindern, setzt man verschiedene Lebensmittel hohen Temperaturen aus. Abgekochte Milch hält sich länger als nicht abgekochte, gebratenes Fleisch verdirbt nicht so schnell wie frisches. Durch Temperaturen über 100 °Celsius werden viele Bakterien abgetötet.

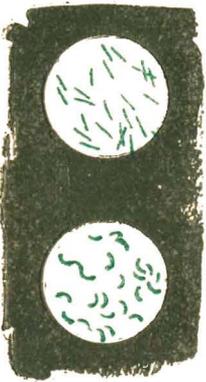
In der Mitte des 19. Jahrhunderts hatte der französische Chemieprofessor Louis Pasteur (1822–1895) bereits nachgewiesen, daß man tierische und pflanzliche Produkte beliebig lange aufbewahren könne, ohne daß sie schlecht würden, wenn von ihnen die unsichtbaren, in der Luft enthaltenen „Mikroben“ (Bakterien) ferngehalten werden. Pasteur überzeugte damit die Gelehrten von einer Tatsache, die der österreichische Koch H. Appert schon 1810 entdeckt hatte. Appert machte Lebensmittel haltbar, indem er sie abkochte und in Glasgefäßen verschloß – diese Methode wurde später zur Grundlage der Konservenindustrie. Nach Pasteur, der sich noch andere Verdienste erwarb, nennt man das Haltbarmachen von flüssigen Nahrungsmitteln durch Erhitzung „Pasteurisieren“.

Louis Pasteur war aber nicht der einzige, der nach den Bakterien forschte. Robert Koch (1843–1910), ein deutscher Landarzt, wies 1876 nach, daß die Milzbrandkrankheit durch Bakterien hervorgerufen wird. 1882 entdeckte er das Tuberkelbakterium (Erreger der Tuberkulosekrankheit) und 1883 den Choleraerreger.

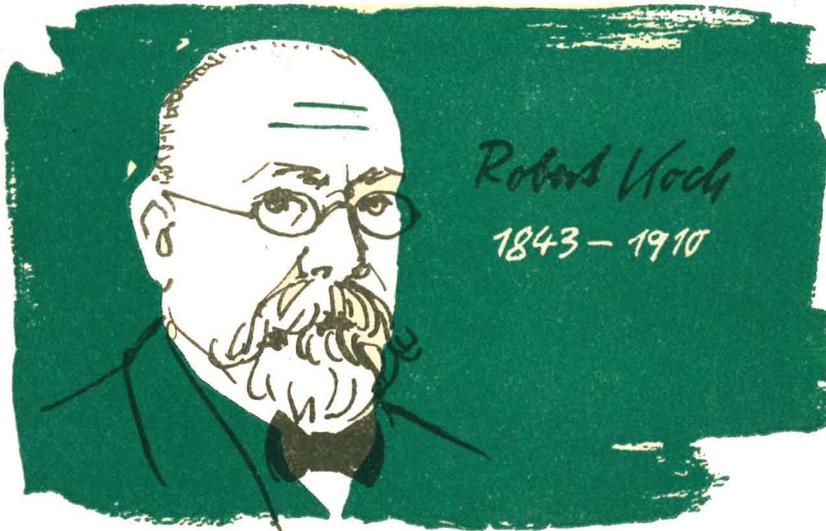
Robert Koch hat Bakterien in Reinkultur auf Nährböden gezüchtet, zunächst wußte er aber nicht, welche Methode zum Ziel führt. Er kochte Töpfe voll Fleischbrühe, in der sich Bakterien gut entwickelten. Doch beobachten konnte Robert Koch diese Bakterien nicht, sie schwammen immer wieder aus dem Blickfeld, wenn er sie unter das Mikroskop gebracht hatte.

Koch überlegte lange, wie er diese winzig kleinen Lebewesen festhalten könnte. An einer gekochten Kartoffel bemerkte er schließlich weiße, graue, rote, gelbe und violette Tropfen. Was war hier vorgegangen? Koch legte ein winziges Stück eines roten Tropfens unter das Mikroskop. Das waren ja Bakterien, viele rote Bakterien! Im weißen Tropfen entdeckte er eine andere Bakterienart. Wieder andere Bakterien saßen in den grauen, gelben und violetten Tropfen. Sie schwammen jetzt nicht mehr aus dem Blickfeld des Mikroskops, sondern saßen fest auf einem Nährboden, so daß sie sich gut beobachten ließen.

Tuberkel-Bazillen



Cholera-Vibriolen



Später züchtete Koch Bakterien auf erstarrter Gelatine, und Gelatine dient auch heute noch den Forschern als Bakteriennährboden. Wir wollen nun einen solchen Versuch, wie ihn Robert Koch viele, viele Male angestellt hat, nachahmen und benutzen dazu Kartoffeln als Nährboden.

Auf einen alten, mit feuchtem Fließpapier bedeckten Teller oder eine alte Schale legen wir kalte gekochte Kartoffeln, die vorher geschält wurden. Dann stellen wir den Teller an einen warmen, schattigen Ort und stülpen ein altes Einkochglas darüber.

Nach einigen Tagen können auch wir die kleinen farbigen Flecke erkennen. Sie stellen Bakterienkolonien mit jeweils vielen Tausenden von Bakterien dar. Diese Bakterien entwickeln sich ebenso wie die Schimmelpilze besonders bei Feuchtigkeit und Wärme. Sie verderben die Nahrungsmittel.



Wir impfen mit Bakterien

Versuche mit Bakterien sind schwierig und müssen gewissenhaft vorbereitet werden. Wir wollen jetzt nachweisen, daß Bakterien übertragen werden können.

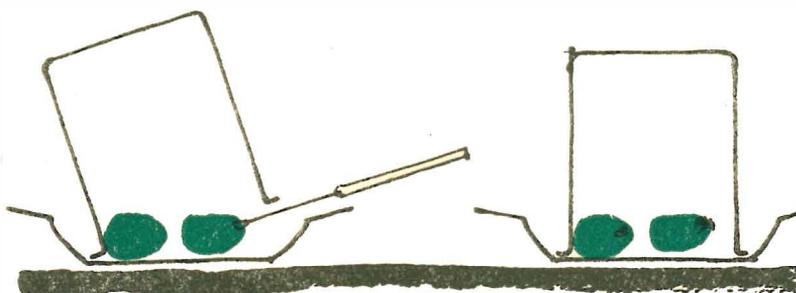
Dazu brauchen wir Impfnadeln. Von geradem, dünnem Eisendraht schneiden wir etwa 10 Zentimeter lange Stücke ab, die wir in ebenso lange Glasröhrchen einschmelzen. Die freien Spitzen der Drähte



biegen wir dann zu Haken oder Ösen um. So erhalten wir einige Impfnadeln.

Nun nehmen wir eine heiße Kartoffel aus dem Kochtopf und legen sie auf einen mit feuchtem Fließpapier bedeckten tiefen Teller. Eine Glasscheibe wird darübergelegt. Damit aber nicht schon zufällig Bakterien in unsere Versuchsanordnung geraten sind, stellen wir den Teller noch einmal auf einen Topf mit kochendem Wasser, so daß der heiße Dampf die eventuell bereits vorhandenen Bakterien abtötet. Nach einer halben Stunde nehmen wir den Teller herunter und lassen ihn erkalten.

Die Spitze einer Impfnadel halten wir nun in den oberen Teil der Spiritusflamme und lassen sie kurz ausglühen und danach erkalten.



Dann heben wir das Einkochglas, das den vorigen Kartoffelversuch bedeckt, leicht an. Vorsichtig, ohne irgendwo anzustoßen, fahren wir mit der Impfnadel darunter und heben etwas Substanz vom Rande einer farbigen Kolonie ab.

Genauso vorsichtig heben wir das Glas über dem frisch angesetzten Versuch seitlich an, fahren dann mit der Impfnadel darunter und streichen über eine glatte Stelle der frischen Kartoffel.

Nun stellen wir die Versuchsanordnung an einen warmen Ort. Auf keinen Fall dürfen wir das Deckglas in der Zwischenzeit anheben. Was sehen wir nach einigen Tagen?

Bakterien können leicht übertragen werden. In der Natur sind oft Fliegen die Bakterienüberträger.

Die verdorbenen Kartoffelreste, der Teller und das Deckglas müssen nach Abschluß des Versuches vernichtet werden.

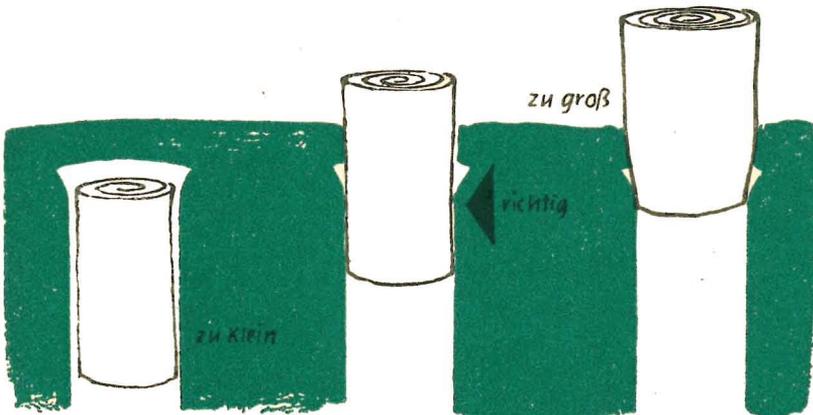


Wie Bakterien besiegt werden

Auch dieser Versuch erfordert eine gewissenhafte Vorbereitung. Zunächst säubern wir acht Reagenzgläser recht gründlich und geben dann eine etwa 1 Zentimeter hohe, gut mit Wasser angefeuchtete Watteschicht hinein, auf die wir mit Hilfe einer ausgeglühten Nadel je einen Kartoffelkeil setzen.

Anschließend müssen wir die Gläser verschließen. Ein Korkstopfen ist dafür ungeeignet, weil er keine Luft hindurchläßt. Deshalb nehmen wir Zellwatte (keine Verbandswatte). Aus einer Schicht von 10–15 Lagen schneiden wir 3 Zentimeter breite Streifen – die Faserung soll senkrecht zur Schnittrichtung verlaufen – und rollen sie zwischen Daumen und Zeigefinger nicht zu fest zu kleinen, dicken Stöpseln. Die Stopfen sollen mit leichtem Druck in die Reagenzgläser eingeführt werden können.

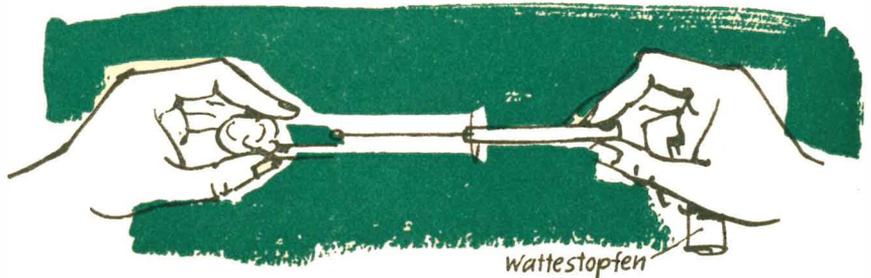
Nun müssen wir alle Bakterien und Pilze abtöten, die vielleicht an der Wand der Reagenzgläser oder an den Kartoffelstücken sitzen. Das Abtöten oder Sterilisieren erfolgt durch Hitzeeinwirkung.



Wir stellen die verschlossenen und mit Kartoffelkeilen versehenen Gläser in einen hohen, schlanken Wassertopf. Dann füllen wir Wasser etwa 10 Zentimeter hoch ein und decken den Topf mit einem Deckel ab. Das Wasser soll bei kleiner Flamme etwa eine Stunde lang kochen.

Die erkalteten Gläser mit den Kartoffelkeilen stellen wir schließlich an einem staubfreien Ort auf. Hier sollen die Wattestopfen trocknen.

Nun wollen wir in unseren acht Reagenzgläsern Bakterien züchten. Wir suchen uns aus der „Kartoffelkultur“ eine gut gefärbte Bakterienkolonie heraus und tauchen die Spitze der ausgeglühten Impfnadel in deren Randzone. Dann nehmen wir eins der sterilisierten Röhrchen waagrecht in die linke Hand, ziehen mit dem kleinen



Finger und Ballen der rechten Hand den Bausch heraus und führen die Impfnadel ein. Dabei darf der Wattestopfen nicht abgelegt werden! Nachdem wir die Bakterien, die sich an der Nadel befinden, auf der Oberfläche des Kartoffelstückes verrieben haben, verschließen wir die Gläser wieder mit den Stopfen.

Sind alle Gläser auf die gleiche Weise geimpft worden, wollen wir untersuchen, wieviel Hitze die Bakterien vertragen. Dazu stellen wir sieben der vorbereiteten Reagenzgläser in ein mit Wasser gefülltes Becherglas, das wir über der Flamme des Spiritusbrenners vorsichtig bis auf 30 °Celsius erwärmen. Dann entfernen wir den Brenner, stellen ihn aber ab und zu wieder unter das Becherglas, um die Temperatur 20 Minuten lang auf 30 °Celsius zu halten. Nun nehmen wir das erste Glas heraus, erhitzen weiter auf 40 °Celsius, nehmen nach weiteren 20 Minuten das zweite Glas aus dem Wasser und fahren so fort, indem wir die restlichen Gläser jeweils 20 Minuten lang auf 50, 60, 70, 80, 90 und 100 °Celsius erhitzen. Zum Messen der Temperatur verwenden wir ein Laborthermometer.



Die Reagenzgläser müssen in der entsprechenden Reihenfolge markiert werden. Wie entwickelt sich dann das Bakterienwachstum nach einigen Tagen?

Nach Beendigung des Versuches werden die verdorbenen Nahrungsmittel gewissenhaft vernichtet!

Wir stellen fest, daß Bakterien bei höheren Temperaturen abgetötet werden. Das „Einkochen“ von Obst und Gemüse beruht auf dieser Erkenntnis. Da die Einkochgläser geschlossen bleiben, können keine neuen Bakterien auf das Einkochte fallen. Diese Nahrungsmittel halten sich dann jahrelang.

Nahrungs- und Futtermittel kann man jedoch nicht nur durch Sterilisierung, sondern auch durch Trocknung vor dem Verderb schützen. Getrocknete Erbsen und Bohnen halten sich lange, ebenso getrocknetes Obst oder Pilze oder Gewürzkräuter.

Die Bauern schaffen für die Tiere einen Wintervorrat an getrocknetem Gras, das dann Heu heißt. Sie kennen aber auch noch andere Konservierungsmethoden, zum Beispiel silieren sie Rübenblätter ein. Bevor wir jedoch dem Geheimnis der Silage auf den Grund gehen, wollen wir etwas Ähnliches tun: Wir wollen Sauerkraut herstellen.

Von Weißkohlköpfen entfernen wir die äußeren Blätter und schneiden den Strunk ab. Dann hobeln wir den Kopf mit dem Krauthobel oder in der Küchenmaschine. Jeweils 1 Kilogramm Kraut wird dann mit 10 Gramm Kochsalz gemischt. Um den Geschmack zu verbessern, kommt noch Kümmelgewürz hinzu. Dann legen wir das Kraut schichtweise in einen dickwandigen Steintopf, stampfen dabei aber jede Schicht so lange mit einem Holzstampfer, bis sich Saft absondert. Der Saft muß am Ende etwa 5 Zentimeter über der Masse stehen. Abschließend breiten wir ein ausgekochtes Leinentuch über das Kraut und legen einen flachen Teller umgekehrt darauf, den wir mit einem sauberen Feldstein beschweren.

Das Kraut bleibt so lange in der Wohnung stehen, bis es zu gären beginnt (lebhaftes Schaumbildung!). Dann stellen wir den Krauttopf in den kühlen Keller. Ist die Gärung nach etwa 5 Wochen beendet, können wir das erste Sauerkraut entnehmen. Stets müssen aber Tuch, Teller und Stein wieder gesäubert und aufgelegt werden. Die Flüssigkeit muß immer 5 Zentimeter über dem Kraut stehen; ist das nicht der Fall, füllen wir abgekochtes Wasser nach.

Wie schmeckt das Kraut? Schön sauer, nicht wahr? Bakterien haben es zu Sauerkraut umgewandelt. Da andere Bakterien im sauren



Kraut nun nicht mehr die richtigen Lebensbedingungen vorfinden, rufen sie keine Fäulnis mehr hervor. So hält sich das Kraut längere Zeit.

Auf ähnliche Weise können Gurken und Schnittbohnen konserviert werden.

Man konserviert Gemüse oder Obst, das nicht sofort verbraucht werden kann, durch:

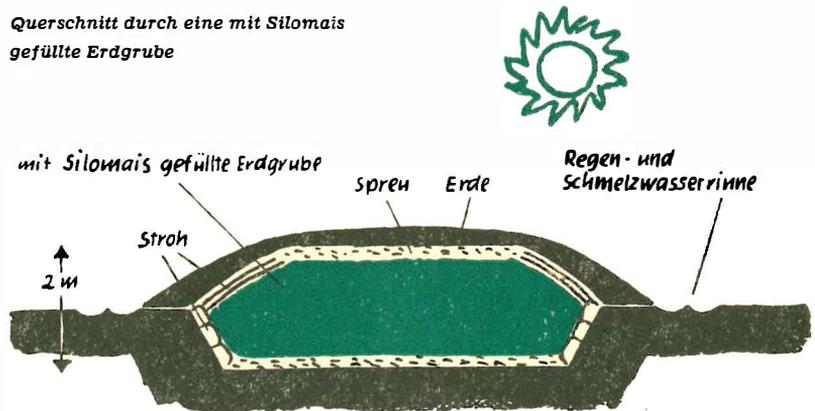
1. Sterilisieren (in Konservendosen und Weckgläsern)
2. Einfrieren (Feinfrostgemüse und -obst)
3. Einsäuern (Sauerkraut)
4. Einsalzen (Gurken)
5. Einlegen mit Essig und Zucker (Gurke, Kürbis)

Was geht im Silo vor?

Große Bedeutung hat die Einsilierung in der Landwirtschaft. Um die Tierversorgung in der futterarmen Winterzeit zu verbessern, silieren die Genossenschaftsbauern große Mengen Grünfutter. Auf diese Weise machen sie Silomais oder Rübenblätter haltbar. Die Vorgänge im Silo können wir erforschen.

Wir zerschneiden Zuckerrübenblätter und drücken sie schichtweise in einem Industrieglas fest. Über die Rübenblätter decken wir Pergamentpapier und abschließend Zeitungspapier. Dann schichten wir darauf Erde bis zum oberen Rand des Gefäßes und drücken alles wieder fest.

Querschnitt durch eine mit Silomais gefüllte Erdgrube

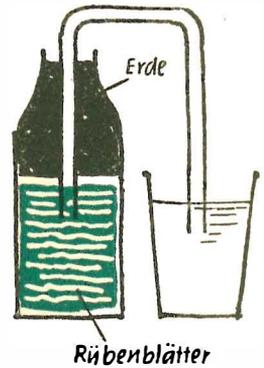


Durch die Erde und das Papier bohren wir nun den einen Schenkel eines U-Rohres, der andere Schenkel soll in ein mit Wasser gefülltes Glas eintauchen. Dann drücken wir die Erde noch einmal fest.

Bereits nach einigen Tagen beginnt die Gärung. Nach einer Woche könnten wir beim Öffnen des „Silos“ einen angenehm säuerlichen Geruch feststellen. Nach sechs Wochen sind die Rübenblätter fertig eingesäuert.

Nun führen wir den gleichen Versuch noch einmal durch. Wir legen die Blatteile aber diesmal locker aufeinander. Bereits nach einigen Tagen können wir erkennen, daß die Silage durch Fäulnis und Schimmelbildung verdirbt.

Nun verstehen wir, warum die Genossenschaftsbauern die Silage so fest einpressen.





WIR UNTERSUCHEN UNSERE KLEIDUNG

VIII



Wolle oder Baumwolle?

In einem halb mit Wasser gefüllten Reagenzglas lösen wir zwei Messerspitzen voll Soda auf und werfen dann einen etwa 6 Zentimeter langen Wollfaden in die Lösung.

Das Reagenzglas wird nun erhitzt, die Lösung braucht aber nicht zu sieden. Ist sie dann abgekühlt, nehmen wir den Wollfaden heraus. Er sieht jetzt verfilzt aus. Bleibt er jedoch über Nacht in der Lösung, die wir warmstellen, dann ist der Faden verschwunden. Sodalösung wirkt ähnlich wie eine Base (Lauge), und Laugen greifen Wolle an!

Besser gelingt dieser Versuch mit verdünnter Natronlauge. Bringen wir einen wollhaltigen Stoff in Natronlauge und erwärmen das Ganze, dann löst sich die Wolle schnell auf, während die anderen Fasern erhalten bleiben.

Nun kochen wir etwas Baumwolle in verdünnter Natronlauge auf. Die Baumwolle wird nicht angegriffen (Basische Flüssigkeiten spritzen leicht beim Sieden! Schutzbrille aufsetzen!).

Wir nähern einen trockenen Baumwollfaden der offenen Flamme. Was sehen wir? Der Faden verbrennt ziemlich rasch, und es riecht nach verbranntem Papier. Als Rückstand verbleibt weißgraue Asche. Wiederholen wir den Versuch mit einem Wollfaden, dann sehen wir, daß er langsam brennt, und es riecht nach verbrannten Haaren. Der Faden schmilzt, kräuselt sich, und der Rückstand ist schwarz und blasig. Damit kennen wir zwei Verfahren, um Wolle und Baumwolle voneinander zu unterscheiden.

Brennprobe bei Textilfasern

Faserart	Verbrennungsweise	Geruch	Rückstand
Baumwolle	leicht entzündlich;	nach	weißgrau bis
Flachs	brennt ziemlich rasch	verbrennen-	gelblich; fühlt
Hanf		dem Papier	sich glatt an
Wolle	weniger leicht ent-	nach	blasig-kohlilig,
Naturseide	zündlich; brennt lang-	verbrannten	fühlt sich sandig
	sam	Haaren	an
Viskose- und	leicht entzündlich;	nach	weißgrau; fühlt
Kupfer-	brennt ziemlich rasch	verbrennen-	sich glatt an
kunstfaser		dem Papier	
Acetat-	entzündlich;	stechend	zunächst blasige
kunstfaser	schmilzt beim Erhitzen	sauer	Kugeln, schließ-
			lich weiße Asche
Dederon	schmilzt zusammen;	unange-	braun, zusam-
	brennt schwer	nehm	mengeschmolzen
PC-Faser	nicht entflammbar	stechender	schwarz, zusam-
	schmort zusammen	Geruch	mengeschmort
Wolpryla	schmilzt erst zusam-	schwach	schwarzbraun,
	men; brennt dann ziem-		blasig-kohlilig
	lich rasch mit rußender		
	Flamme		
Grisuten	schmilzt zusammen;	süßlich	braun, zusam-
	brennt weiter		menge-
			schmolzen



Wir spinnen: Kunstseide

Viele Textilien bestehen aus Kunstseide oder Zellwolle. Beide Fasern sind sich chemisch sehr ähnlich. Ihre Herstellung hat man der Seidenraupe abgesehen.

Die Seidenraupe frißt Maulbeerblätter, die viel Cellulose enthalten. Sie verdaut die normalerweise unlösliche Cellulose und scheidet sie mit ihren Spinnwarzen als feinen, schleimigen Faden wieder aus, der an der Luft erhärtet.

Kunstseide kann man auf verschiedene Weisen herstellen. Wir wollen das einmal selbst versuchen, und zwar mit Kupferkunstseide. Zur Vorbereitung lösen wir vorsichtig 2 Gramm Ätznatron in 50 Milliliter destilliertem Wasser auf und erhalten so eine vierprozentige Natronlauge. Außerdem lösen wir 6 Gramm Kupfersulfat (Kupfervitriol) in 150 Milliliter destilliertem Wasser auf. Damit sich die blauen Kristalle schneller lösen, wird das Wasser erwärmt. Die

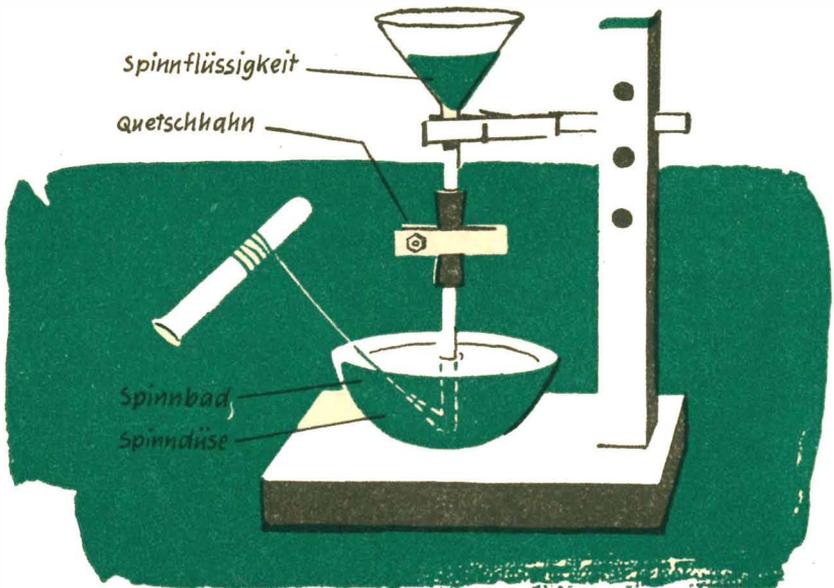


Natronlauge gießen wir dann in die abgekühlte Kupfersulfatlösung und rühren mit einem Glasstab um. Es entsteht ein blaugrüner Niederschlag von Kupferhydroxid.

Hat sich der Niederschlag abgesetzt, gießen wir die darüberstehende Flüssigkeit vorsichtig ab. Diesen Vorgang bezeichnet man als Dekantieren.

Um das wasserlösliche Natriumsulfat aus dem Kupferhydroxid zu entfernen, muß noch mehrere Male Leitungswasser aufgefüllt, umgerührt und dekantiert werden. Schließlich wird der Niederschlag noch zweimal mit destilliertem Wasser gewaschen. Dann gießen wir ihn in einen Trichter (Filterpapier einlegen) und waschen ihn erneut mit destilliertem Wasser. Über Nacht muß das gewaschene Kupferhydroxid auf dem Filter trocknen.

Am nächsten Tage schütten wir das getrocknete Kupferhydroxid in ein Becherglas und füllen 15 Milliliter Ammoniumhydroxid (Salmiakgeist) auf. Nach kräftigem Umrühren ergibt sich eine tiefblaue Lösung, die Kupfertetraminhydroxid (Cuoxam) genannt wird. In diese Lösung werfen wir 3 Gramm Verbandwatte, also ziemlich reine Cellulose, und rühren wieder um. Über Nacht löst sich die Cellulose dann auf. Die Lösung ist zähflüssig (viskos).



Nun bauen wir uns nach der Zeichnung einen Spinnapparat auf. Nach dessen Fertigstellung wird die cellulosehaltige Spinnflüssigkeit in den Trichter gefüllt. In die Schüssel kommt das Spinnbad, das aus 135 Milliliter destilliertem Wasser und 66 Gramm Ätznatron hergestellt wird und dem wir noch eine Messerspitze Traubenzucker oder 20 Tropfen Glycerin zufügen.

Öffnen wir nun den Quetschhahn ein wenig, so fließt aus der Spinndüse ein dünner Strahl, der im Bad zu einem Faden erstarrt. Dieser Faden wird vorsichtig auf ein Reagenzglas gewickelt, das dabei so schnell gedreht werden muß wie der Faden entsteht.

Nachdem wir genug Faden aufgewickelt haben, spülen wir ihn – er ist noch nicht sehr fest – zunächst in Wasser und dann in stark verdünnter Schwefelsäure. Dabei muß der letzte Rest der blauen Färbung verschwinden. Der Faden wird dann noch einmal in Wasser gespült und schließlich getrocknet.

Unsere Kupferkunstseide ist fertig. Im VEB Sächsisches Kunstseidenwerk „Siegfried Räder“ in Pirna wird die „Kuseta“ nach dem gleichen Prinzip hergestellt, nur mit dem Unterschied, daß dort leistungsfähige Maschinen die Großproduktion ermöglichen.



Versuche mit Chemiefasern

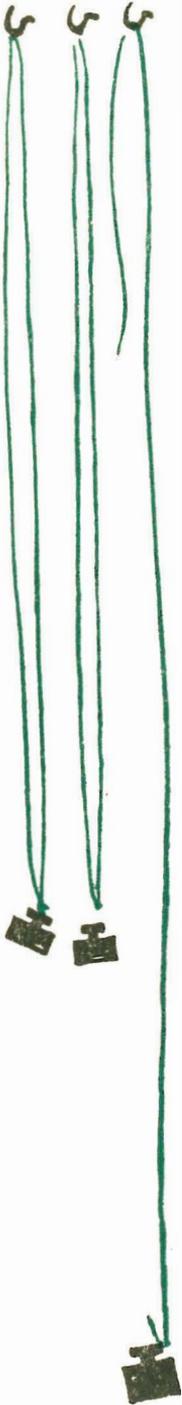
Die Chemiefaserindustrie ist ein wichtiger Wirtschaftszweig der Deutschen Demokratischen Republik. Die Chemiefaserproduktion wächst ständig an Umfang und Bedeutung.

Am bekanntesten ist die Dederonfaser, die von den Chemiewerkern nach dem sogenannten Schmelzspinnverfahren über viele Zwischenprodukte aus Kohle oder Erdöl hergestellt wird.

Chemiefasern übertreffen die natürlichen Fasern in vielen Eigenschaften. Sie müssen jedoch richtig behandelt werden, wenn die daraus hergestellten Bekleidungsstücke lange halten sollen. Um zu lernen, wie man die verschiedenen Chemiefasern richtig behandelt, wollen wir eine Reihe von Versuchen anstellen.

Wir beschaffen uns zunächst Stoffproben aus reinen Chemiefasern, zum Beispiel Dederon, Wolpryla, Grisuten und Vylan. Von jeder Probe schneiden wir einen schmalen Streifen ab und geben ihn in ein Reagenzglas, das halb mit Wasser gefüllt und dann bis zum Sieden erhitzt wird. Nach der Abkühlung untersuchen wir die Proben: Mit Ausnahme des Vylans erscheinen alle unverändert. Sie sind





also kochfest. Das Vylan jedoch ist hart geworden und zusammengeschrumpft. Vylanwäsche darf nur bei höchstens 50 °Celsius gewaschen werden, sonst wird sie unbrauchbar; sie darf auch nicht gebügelt oder chemisch gereinigt werden.

Auf den Dreifuß legen wir ein Blech, das wir erwärmen. Dann legen wir die Faserproben darauf. Alle werden weich, schmelzen und zersetzen sich schließlich. Moderne Regelbügeleisen sind deshalb entweder nach Temperaturen oder für die entsprechenden Fasern einstellbar. Die höchsten Bügeltemperaturen:

Dederon 170 °Celsius, Wolpryla 210 °Celsius, Grisuten 240 °Celsius. Die Reißfestigkeit der Chemiefasern ist sehr hoch. Um das nachzuprüfen, lösen wir aus verschiedenen Chemiefasergeweben je zwei Fäden von je 50 Zentimeter Länge heraus, zum Vergleich auch von Wolle und Baumwolle. Jeder Faden wird dann einzeln zu einem Ring verknötet und in eine besondere Schüssel mit Wasser gelegt. Die Ringe saugen Wasser auf.

Alle Ringe werden nun an Haken gehängt und so lange mit Wägestücken belastet, bis sie reißen. Wenn wir für diesen Versuch gleichstarke Fäden benutzen, können wir leicht feststellen, welche Fasern naß oder trocken die größte Reißfestigkeit aufweisen. Welche Fasern sind naß weniger reißfest? Wir notieren uns die Meßwerte.

Aus Bunt mach Weiß

Für einige Bleichversuche beschaffen wir uns mehrere farbige Wollfäden von ungefähr 10 Zentimeter Länge sowie mehrere farbige Blüten (je nach der Jahreszeit Tulpen, Veilchen, Rosen, Astern oder andere). Wir benutzen dazu folgende Chemikalien: Schwefelfäden, Chlorkalk und verdünnte Salzsäure.

Einige verschiedenfarbige Fäden werden angefeuchtet und in ein Einkochglas gehängt, daneben die gleichen Fäden im trockenen Zustand.

Auf den Boden des Glases legen wir einige Blüten, sowohl feuchte als auch trockene. Das Glas wird sofort mit dem Deckel verschlossen, nachdem ein etwa 5 Zentimeter langer, entzündeter Schwefelfaden mit dem brennenden Ende so unter den Deckel geklemmt wurde, daß der Faden ebenfalls im Glase hängt.

Beim Verbrennen des Schwefels entsteht ein stechend riechendes Gas: Schwefeldioxid.

Dieses Gas bleicht die feuchten Fäden und Blüten. Wie verhalten sich die trockenen Proben?

Tauchen wir nun die gebleichten Proben in ein Glas mit verdünnter Schwefelsäure, dann kehrt die ursprüngliche Farbe zurück. Auch bei längerem Liegenlassen an der Luft kehren die Farben wieder.

Werfen wir in das Glas, in dem wir den Schwefel verbrannten, feuchte Lackmuspapierstreifen (blau und rot), so werden sie gebleicht (entfärbt).

Nachdem wir dann das Glas gründlich gesäubert haben, schütten wir einen Eßlöffel voll Chlorkalk hinein und gießen die vierfache Menge Wasser darauf. Mit dem Glasstab wird so lange umgerührt, bis ein Brei entsteht. Wieder hängen wir Fäden und Blüten in das Gefäß. Tropfen wir dann etwas verdünnte Salzsäure hinein (das Glas ist sofort zu verschließen!), entwickelt sich das sehr giftige Chlor, das wir als gelbgrünes Gas erkennen können, wenn wir ein Stück weißes Papier dahinterhalten.

Da das Chlorgas sehr giftig ist, führen wir diesen Versuch im Freien weiter. Wir sehen: Die Farben werden wieder gebleicht, sie kehren aber auch nach längerem Liegenlassen an der frischen Luft nicht zurück.

Das Chlor zerstört also die Farbstoffe. Es zerstört außerdem die Fasern.

Wir färben

Eosin ist der Farbstoff der roten Tinte. Wir können für unsere Färbeversuche Lösung aus festem Eosin herstellen (1 Gramm Eosin in 100 Milliliter Wasser lösen), aber das Eosin auch aus abgeschabtem Staub von der Mine eines Rotstiftes gewinnen oder gleich rote Tinte benutzen. In die im Reagenzglas erhitzte Eosinlösung hängen wir Fäden aus weißer Wolle, Seide und Baumwolle. Sie werden kräftig rot gefärbt.

Der nächste Versuch überrascht uns: In eine erhitzte, aus Kaliumpermanganat (übermangansaurem Kali) gewonnene violette Lösung hängen wir weiße Fäden oder Stoffstückchen – und sie werden braun gefärbt!

Kaliumpermanganatlösung eignet sich auch zum Beizen von Holz. Das merken wir uns für Bastelarbeiten.



Farbenzauber

Es gibt Farbstoffe, die ihre Farbe leicht ändern, zum Beispiel das Methylviolett, der Farbstoff des Kopierstiftes. Aus abgeschabtem Staub von der Mine eines Kopierstiftes (dieser Farbstoff ist giftig!) bereiten wir mit Wasser in einem Reagenzglas eine tiefviolette Lösung. Diese Lösung wird dann auf mehrere Reagenzgläser verteilt.

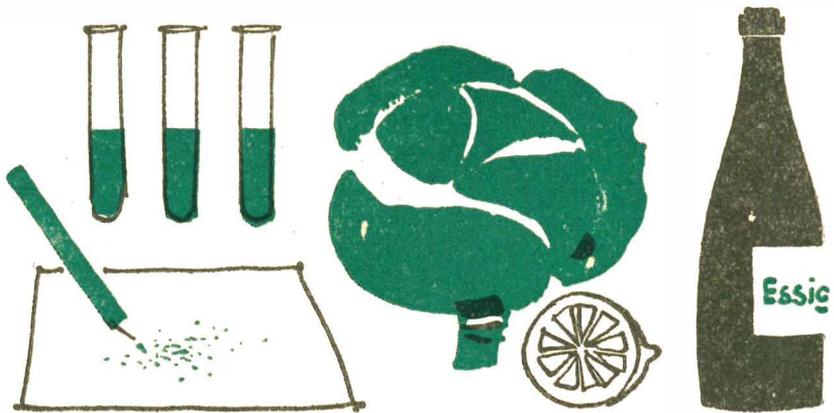


In das erste Glas geben wir tropfenweise verdünnte Salzsäure. Wie verändert sich die Färbung? Kehrt sie zurück, wenn wir die Salzsäure durch tropfenweise zugefügte verdünnte Natronlauge oder Sodalösung beseitigen?

In anderen Gläsern fügen wir Essig, verdünnte Schwefelsäure, verdünnte Salpetersäure und Zitronensaft beziehungsweise Zitronensäure hinzu.

Wer kann sich denken, wozu wir diesen Farbstoff benutzen könnten?

Für die nächsten Versuche wählen wir Pflanzenfarbstoffe. Aus Rotkohlblättern können wir einen blauen Farbstoff gewinnen. Die Rotkohlblätter werden kleingeschnitten und ausgekocht. Dabei erhalten wir eine blaue Lösung. Sie hält sich nicht lange. Wir schneiden deshalb von Zeitungen 5×1 Zentimeter große weiße Randstreifen ab, die wir so lange in die blaue Lösung tauchen, bis sie sich vollgesogen haben. Die getrockneten Streifen enthalten dann den Farbstoff. (Sie werden wieder angefeuchtet, wenn wir sie bei unseren Versuchen benutzen.)



In die restliche Farbstofflösung tropfen wir nun etwas Essig. Wie verändert sich die Lösung?

Einen wieder angefeuchteten Streifen halten wir über die Essigflasche. Verändert er daraufhin seine Farbe nicht, so geben wir einen Essigtropfen auf den Streifen. Er wird rot. Wird er auch rot, wenn wir andere Säuren benutzen?

Unser blauer Farbstoff wird immer, wenn er mit einer Säure zusammenkommt, rot. Diese Eigenschaft läßt uns Säuren erkennen. Indikatoren (= Anzeiger) nennt der Chemiker solche Stoffe.

Doch unser Indikator kann noch mehr! Wir tauchen je einen mit unserer Rotkohl-Lösung gefärbten Streifen in Sodalösung, Salmiakgeist und verdünnte Natronlauge. Wieder verändert er seine Farbe. Er sieht jetzt blau, bei starken Basen sogar grün bis gelb aus. Ähnlich verhält sich auch ein anderer Indikator, das Lackmuspapier.

Nun merken wir uns:

Säuren röten und Basen (Laugen) bläuen den Indikator Rotkohlfarbstoff. Wir untersuchen noch Zitronensaft, Buttermilch, Selterswasser und andere Flüssigkeiten, ob sie basisch oder sauer reagieren.

In die rote Farbstofflösung, in die wir Essig getropft hatten, geben wir jetzt mit der Pipette solange Salmiakgeist, bis sich ihre Farbe ändert. Was geschieht, wenn wir noch mehr Salmiakgeist hinzufügen?

Wenn unser Indikator wieder violett aussieht, ist die Flüssigkeit weder eine Säure noch eine Base; sie ist neutral.

Die Chemiker benutzen noch andere Indikatoren. Einen davon können wir in der Apotheke erhalten: Phenolphthalein.

Wir lösen 1 Gramm Phenolphthalein in 100 Milliliter Spiritus. Was geschieht, wenn wir einen Tropfen dieser Lösung in Sodalösung oder Natronlauge fallen lassen? Und wie können wir die entstandene Färbung wieder verschwinden lassen?

Tauchen wir wieder Papierstreifen in die farblose Indikatorlösung, dann können wir uns Indikatorpapier herstellen, das uns basische Flüssigkeiten anzeigt. Säuren verändern diesen Farbstoff nicht.

Tropfen wir etwas Phenolphthaleinlösung in ein Reagenzglas mit starker Natronlauge, dann verschwindet die rotviolette Färbung nach einigen Minuten. Sollte der Versuch nicht gelingen, dann war die Lauge zu schwach, und wir müssen noch etwas Ätznatron in der Lauge lösen.



Setzen wir dieser farblosen Lösung etwas Salzsäure zu, dann wird sie wieder rotviolett. Weiterer Säurezusatz bewirkt erneute Entfärbung.

Nun prüfen wir noch andere Flüssigkeiten mit einem Tropfen Phenolphthaleinlösung daraufhin, ob sie basisch reagieren (Salmiakgeist, Sodalösung, Seifenlösung und andere). Ist Kalkwasser ebenfalls eine basische Flüssigkeit, oder färbt es die Phenolphthaleinlösung nicht?



Rezepte für Geheimtinten

Wir schreiben mit der farblosen Indikatorlösung die Namen unserer Freunde auf ein Blatt Papier und lassen das Geschriebene trocknen. Wenn wir dann ein in Sodalösung getauchtes Löschblatt im feuchten Zustand auf das Papier legen, erscheint die Schrift in rotvioletter Farbe. Die Geheimschrift kann auch über der geöffneten Salmiakgeistflasche entwickelt werden.

Hier noch die Rezepte für andere Geheimtinten, die normalerweise unsichtbar sind und nur sichtbar gemacht werden können, wenn man weiß, wie sie entwickelt werden:

Wir schreiben statt mit Tinte mit Milch, mit stark verdünnter Schwefelsäure, mit Apfelsaft, Essig, Zitronensaft oder Zitronensäurelösung. Die getrockneten Schriftzüge sind unsichtbar. Alle diese Geheimtinten werden aber sichtbar, wenn wir das beschriebene Papierblatt vorsichtig über eine Flamme halten. Die Schrift erscheint in brauner Farbe.

Eine besonders interessante Geheimtinte läßt sich aus Kobaltchlorid herstellen. Sie verschwindet kurze Zeit nach dem Sichtbarwerden von selbst! Das Rezept: Wir lösen 1 Gramm Kobaltchlorid in 30 Milliliter destilliertem Wasser und erhalten die Schreiblösung. Die Schrift bleibt zunächst unsichtbar. Erwärmen wir das Papier, dann gibt das Kobaltchlorid Wasser ab, und die Schrift erscheint in blauer Farbe. Nach Abkühlung nimmt das Kobaltchlorid aus der Luft wieder Wasser auf; damit wird die Schrift erneut unsichtbar. Die Kriminalpolizei bedient sich vieler solcher Verfahren, um verborgene Schriften sichtbar zu machen.





Wie entfernt man Flecke?

Wir wollen versuchen, Fettflecke zu entfernen, ohne daß ein Rand zurückbleibt.

Wir verreiben zunächst etwas Margarine mit dem Finger auf einer Glasplatte und tropfen dann mit einer Pipette etwas Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) rings um den Fleck. Dabei läßt sich gut beobachten, wie das Tetrachlormethan in das Fett eindringt. Nun tupfen wir mit einem Lappen die Mitte des Fettfleckes weg und warten, bis das Tetrachlormethan verdunstet ist. Der Fettfleck befindet sich jetzt auf dem Lappen. Nun drehen wir die Glasplatte um und verreiben erneut etwas Margarine darauf; dann streuen wir Kartoffelmehl oder Magnesiumoxid (Magnesia) darüber. Das Pulver wird mit Tetrachlormethan angefeuchtet. Nach einigen Minuten ist die Flüssigkeit wieder verdunstet.

Das übriggebliebene Pulver schütten wir nun in den Abfalleimer, und wir sehen: Der Fleck ist verschwunden, ohne einen Rand zu hinterlassen. Sollte dennoch ein Rand zurückbleiben, dann haben wir entweder zuwenig Tetrachlormethan oder zuwenig Pulver benutzt.

Nun zu den besonders unangenehmen Teerflecken. Frische Teerflecke reiben wir mit Terpentin aus und waschen dann mit Seifenwasser nach. Ältere Flecke reiben wir mit Butter ein und mit einem Lappen aus. Wie wir den Butterfleck anschließend entfernen, haben wir bereits erfahren.

Wie lassen sich Tintenflecke entfernen?

Wie stets, wenn wir einen Fleck entfernen wollen, probieren wir zunächst an einer weniger sichtbaren Stelle, ob die Farbstoffe des Kleidungsstückes auch das Fleckenmittel vertragen. Welches Fleckenmittel in Frage kommt, zeigt der folgende Versuch:

Wir füllen ein Glas mit 100 Milliliter Wasser und tropfen fünf Tropfen Tinte hinein. Danach verrühren wir 2 Gramm Chlorkalk und 2 Milliliter Essig in der blauen Lösung. Sie wird entfärbt. Wird sie nicht völlig entfärbt, dann erwärmen wir die Lösung.

Eine andere Probe der Tintenlösung versetzen wir mit Zitronensäure. Auch hierbei wird die Lösung entfärbt.

Weinsäurelösung, Zitronensaft und saure Milch wirken ähnlich.

Betupfen wir nun einen Tintenfleck mit den genannten Lösungen, dann verschwindet er meist. In ganz hartnäckigen Fällen benutzen wir eine Lösung aus 2,5 Gramm Oxalsäure (giftig!), 1 Gramm Na-



triumthiosulfat (Fixiernatron) und 15 Milliliter Wasser. Damit können wir auch durch rote Tinte und Kopierstift entstandene Flecke entfernen.

Kaffee-, Kakao- und Schokoladenflecke reiben wir mehrere Male mit Glycerin ein und spülen mit Spiritus und Wasser nach.

Obstflecke bleichen wir entweder mit Schwefeldioxid oder wir entfernen sie mit Weinsäure- oder Zitronensäurelösung.

Durch Fotoentwickler verursachte Flecke, auch wenn sie bereits älteren Datums sind, lassen sich entfernen, indem wir die entsprechende Stelle mit Kaliumpermanganatlösung und dann mit Natriumthiosulfatlösung und verdünnter Salzsäure betupfen.

Flecke unbekannter Herkunft entfernen wir, indem wir nacheinander folgende Reinigungsmittel ausprobieren:

1. Fleck abbürsten oder ausreiben
2. mit warmem Wasser ausreiben oder ausbürsten
3. mit warmem Seifenwasser ausbürsten
4. mit Tetrachlormethan ausreiben
5. mit Ammoniak (Salmiakgeist) ausreiben
6. mit Spiritus ausreiben
7. mit einer Mischung von Seifenwasser und Ammoniak (Salmiakgeist) ausreiben.

Ein Fleck ist leichter zu beseitigen, wenn er sofort entfernt wird.

Warum wärmen dunkle Stoffe besser als helle?

Wenn man im Sommer Kleidung aus dunklen Stoffen trägt, schwitzt man mehr als in heller Kleidung. Wie kommt das? Welchen Einfluß haben die Wärmestrahlen der Sonne auf helle oder dunkle Flächen? Drei Versuche werden uns diese Frage beantworten.

Im ersten Versuch schwärzen wir eine Thermometerkugel mit Ofenruß. Dann setzen wir ein berußtes und ein unberußtes Thermometer der Sonne aus und vergleichen die Temperaturen nach 15 Minuten.

Für den zweiten Versuch benutzen wir zwei schmale Konservendosen; die erste wird auf Hochglanz poliert, die zweite berußt. Dann füllen wir beide mit gleich warmem Wasser und versehen sie mit je einem Thermometer. Beide Büchsen werden in einem Abstand von 40 Zentimetern vor einen elektrischen Heizofen gestellt. Nach einiger Zeit vergleichen wir die Wassertemperaturen.



Für den dritten Versuch benutzen wir zwei gleichgroße Zigarrenkistchen, von denen wir die Deckel entfernen. Über das eine Kistchen spannen wir matte, schwarze Seide und über das andere glänzende, weiße Seide. Durch ein Loch an der Schmalseite der Kistchen stecken wir dann Thermometer. Beide Kistchen werden in den grellen Sonnenschein gestellt. Nach einiger Zeit messen wir die darin herrschenden Temperaturen.

Alle drei Versuche zeigen uns, daß dunkle und rauhe Körper die Wärmestrahlen besser aufnehmen als helle.

Aus diesem Grunde tragen wir im Sommer helle Kleider. Kühlschränke und Kühlwagen sowie Gebäude in heißen Gegenden erhalten deshalb einen weißen Anstrich.

Wir stellen Seife her

Was ist Seife? Das erkennen wir am besten, wenn wir uns Seife selbst herstellen.

10 Gramm Hartfett geben wir in eine Porzellanschale und setzen 10 Milliliter destilliertes Wasser hinzu. Die Schale wird auf eine Blechplatte und dann auf den Dreifuß gestellt, wo wir sie mehrere Minuten lang bei kleiner Flamme erhitzen. Dabei rühren wir mit einem Glasstab um und ergänzen verdampfendes Wasser.

2 Gramm Ätznatron werden inzwischen in 10 Milliliter destilliertem Wasser gelöst, und die so entstehende zwanzigprozentige Natronlauge gießen wir in die Schale. Da der Inhalt beim Sieden





leicht herausspritzen kann, erhitzen wir nur bei sehr kleiner Flamme (Docht verkürzen!). Außerdem setzen wir die Schutzbrille auf.

Die Mischung muß nun etwa eine halbe Stunde lang kochen. Dann entfernen wir den Brenner.

Nachdem die Mischung etwas erkaltet ist, wird sie in eine kleine Schachtel gefüllt. Darin erstarrt sie zu einem Stück Leimseife. Aus Fett und Natronlauge entstand durch Erhitzen Seife und Glycerin.

Wollen wir Kernseife herstellen, müssen wir den Seifenkern vom Glycerin trennen. Das erreicht man durch Aussalzen: In die noch flüssige Leimseife wird gesättigte Kochsalzlösung gegeben; da sich der Seifenkern darin nicht löst, schwimmt er nun auf der das Glycerin enthaltenden Unterlage.

Wieder gießen wir den Kern in eine Schachtel und lassen ihn erstarren.

Mit dieser Seife können wir uns waschen.

Wäschewaschen im Reagenzglas

Um einige Eigenschaften der Seife kennenzulernen, stellen wir uns eine Seifenlösung her: 2,5 Gramm Kernseife werden kleingeschnitten und in 100 Milliliter destilliertem Wasser gelöst, das wir dann erwärmen. Die Lösung schütteln wir öfter um, bis sie nach einigen Stunden zähflüssig und trübe ist.

Nun füllen wir ein Reagenzglas mit dieser Lösung halb voll und setzen dann verdünnte Salzsäure zu. Es entsteht eine stärkere Trübung.

Einige Minuten später hat sich auf der Flüssigkeit eine flockige Masse abgeschieden, das sind in Wasser unlösliche Fettsäuren. Aus solchen Fettsäuren stellen die Waschmittelwerke Seifen und Waschmittel her.

Seife ist empfindlich gegen Säuren. Wir können das nachprüfen, indem wir den Versuch mit verdünnter Schwefel- oder Salpetersäure oder mit Essig wiederholen.

Ein weiteres Reagenzglas wird zu drei Vierteln mit destilliertem Wasser gefüllt und Seifenlösung bis zum Rand nachgegossen. Dann schütteln wir so lange, bis beide Flüssigkeiten gut vermischt sind. Einen Teil dieser Lösung prüfen wir mit Phenolphthaleinlösung. Die rotviolette Färbung zeigt, daß Seifenlösung basisch reagiert. Den anderen Teil der Lösung untersuchen wir mit Lackmuspapier und Rotkohlauszug und erhalten das gleiche Ergebnis: Seifenlösung ist eine Lauge.

75 Milliliter destilliertes Wasser geben wir in ein Trinkglas und setzen 10 Milliliter Seifenlösung zu. Wir rühren um, fügen eine Messerspitze voll Ruß hinzu und rühren erneut um.

In ein zweites Trinkglas gießen wir nur destilliertes Wasser, schütten Ruß hinein und rühren ebenfalls um.

Während sich der Ruß im zweiten Glas nach einer Viertelstunde abgesetzt hat, bleibt er in der Seifenlösung wesentlich länger schweben. Die Seife verhindert also, daß sich der gelöste Schmutz wieder auf dem Gewebe absetzt.

Die Wirkung der Seife ist noch sichtbarer, wenn wir beide Lösungen erneut gut umrühren und dann filtrieren. Die Rußlösung im destillierten Wasser läßt viel Ruß auf dem frischen Filterpapier zurück – das Filtrat ist fast rußfrei – während die Seifenlösung kaum Ruß auf dem Filterpapier zurückläßt. Der Ruß ist noch im Filtrat erkennbar.

Wie löst Seife den Schmutz von Textilfasern? Die Schmutzteilchen (Staub usw.) werden durch Fetteilchen an die Fasern „gekittet“. Soll der Schmutz von den Textilfasern entfernt werden, muß also Fett aufgelöst werden. Wir erproben das im nächsten Versuch: Zwei Reagenzgläser werden mit Wasser halb gefüllt. In das erste Glas tropfen wir wieder etwas Seifenlösung, während das zweite (zur Kontrolle) nur Wasser enthält. In beide Gläser geben wir dann zwei

Tropfen Öl, verschließen die Öffnungen mit den Daumen und schütteln lange und kräftig durch.

Beide Lösungen sehen bald trübe aus. Haben sie eine Weile gestanden, sammelt sich das Öl in feinsten Tröpfchen, die aus der Emulsion (so nennt man die trübe Lösung) aufsteigen, auf dem Wasser, während die seifenhaltige Emulsion sehr viel länger erhalten bleibt. Die Seife verteilt also das „verkittende“ Fett im Waschwasser und löst so den Schmutz von den Fasern.

Eine weitere Wirkung der Seife zeigt sich darin, daß sich die Gewebe leichter mit Wasser benetzen. Die Textilien werden dann schneller naß, und die Seifenlösung kommt so schneller zur Wirkung.

Wir füllen zwei Bechergläser mit Wasser. Das erste Glas erhält keinen Zusatz, in das zweite Glas gießen wir wieder etwas Seifenlösung und verrühren dann. Sollte dabei Schaum entstehen, müssen wir warten, bis er sich aufgelöst hat.

Aus einem alten alten Stück Stoff schneiden wir uns inzwischen zwei gleichgroße, etwa 3×3 Zentimeter große Stücke, die wir vorsichtig auf den Spiegel der beiden Flüssigkeiten legen. Dauert es lange, bis die Stoffproben benetzt, also untergetaucht sind?

Warum benetzt Wasser die Textilfasern so schlecht? Das ist mit der Oberflächenspannung des Wassers zu erklären, deren Wirkung wir gut erkennen können, wenn wir Filterpapier auf die Wasseroberfläche legen und auf das Filterpapier vorsichtig eine Rasierklinge. Nach kurzer Zeit hat sich das Filterpapier voll Wasser gesogen und geht unter, während die Rasierklinge auf dem Wasser schwimmt! Beim genauen Hinsehen erkennen wir, daß die Wasser-



oberfläche von der Rasierklinge wie eine feine Haut „eingedrückt“ wird. Die Oberfläche ist „gespannt“.

Was geschieht, wenn wir dem Wasser etwas FW 6 oder Fit zusetzen? Diese Reinigungsmittel mindern, ähnlich wie die Waschmittel, die Oberflächenspannung stark. Dadurch benetzt sich die Rasierklinge mit Wasser und sinkt unter.

Wir untersuchen Waschmittel

Die Waschpulver besitzen ähnliche Eigenschaften wie die Seife, sind ihr aber in mancher Beziehung überlegen. Das erkennen wir, wenn wir die Versuche, bei denen die Eigenschaften der Seife festgestellt wurden, mit Waschpulver wiederholen. Anstelle der Seifenlösung benutzen wir eine Lösung aus 2,5 Gramm Waschpulver und 100 Milliliter destilliertem Wasser.

Woraus bestehen die Waschmittel?

Erhitzen wir etwas Waschpulver auf einem Stück Blech, so verkohlt es zum Teil. Es enthält also Verbindungen des Elements Kohlenstoff. Die Flammenprobe mit Hilfe eines abgebrannten Streichholzes zeigt uns, daß sie Natriumverbindungen enthalten.

Tropfen wir etwas Salzsäure in ein Reagenzglas mit Waschpulver, dann schäumt das Waschpulver auf, also enthält das Pulver ein Carbonat, meist Natriumcarbonat (Soda). Eine Fettsäureabscheidung ist nicht zu bemerken.

Die modernen Fein- und Schnellwaschmittel, wie Wok, Fay, Milwa und andere, sind unempfindlich gegen die sogenannte „Härte“ des Wassers. Wir wollen zunächst untersuchen, was es damit auf sich hat.

Drei Reagenzgläser werden zur Hälfte mit destilliertem Wasser (Glas 1), Leitungswasser (Glas 2) und Leitungswasser, in das wir eine Messerspitze voll Gips geben (Glas 3), gefüllt. In einem weiteren Reagenzglas (Glas 4) bereiten wir uns Seifenlösung mit destilliertem Wasser, die gleichmäßig auf die Gläser 1, 2 und 3 verteilt wird. Nachdem wir diese Gläser verschlossen haben, schütteln wir kräftig um. In welchem Glas entsteht der beste Seifenschaum? In welchem Glas bildet sich nur eine trübe, schmierige Lösung, die kaum schäumt?

Glas 1 zeigt die beste Schaumbildung, Glas 3 die schlechteste. Glas 3 enthält das härteste Wasser.





Man bezeichnet Wasser als hart, wenn es viel Calcium- und Magnesiumsalze enthält. Hartes Wasser bildet mit Seife keinen Schaum, da sich die Calcium- und Magnesiumsalze mit der gelösten Seife zu wasserunlöslichen Verbindungen (Kalkseife) umsetzen. In unseren Proben machte sich die Kalkseife auch durch eine Trübung bemerkbar, nur das salzfreie, destillierte Wasser wurde nicht getrübt.

Will man hartes Wasser weich machen, dann müssen die kalkseifebildenden Salze unwirksam gemacht werden. Dazu wieder ein Versuch:

Drei Reagenzgläser werden mit destilliertem Wasser (Glas 1), Leitungswasser (Glas 2) und Gipswasser (Glas 3) halb gefüllt, in einem vierten Glas lösen wir Natriumcarbonat (Soda) in destilliertem Wasser und verteilen diese Lösung dann zu gleichen Teilen auf die Gläser 1, 2 und 3. Nach dem Umschütteln bleibt die Lösung im destillierten Wasser klar (Glas 1), im Leitungswasser (Glas 2) und Gipswasser (Glas 3) entstehen Trübungen, die sich nach längerer Zeit als Niederschläge absetzen. Diese Niederschläge werden von den härtebildenden Salzen und der Soda gebildet. Fügen wir nun zu den Gläsern 1, 2 und 3 wieder gleichmäßig Seifenlösung hinzu, bildet sich nach dem Umschütteln keine Kalkseife mehr. Alle drei Lösungen schäumen gut. Sie wurden durch die Soda enthärtet.

Je nach seinem Gehalt an Calcium- oder Magnesiumsalzen ist das Wasser in den verschiedenen Gegenden oder Orten entsprechend hart oder weich. Diese Eigenschaft des Wassers ist uns sicher schon aufgefallen: In manchen Gegenden brauchten wir sehr viel Seife, um beim Händewaschen genügend Schaum zu erzeugen, in anderen Gegenden nur wenig.

Durch die härtebildenden Salze geht durchschnittlich ein Drittel der Seifenwirkung verloren, sie sind also richtige „Seifenfresser.“

Manche Waschpulver, zum Beispiel die Fein- und Schnellwaschmittel Fewa, Wok, Milwa und Milwok sind unempfindlich gegenüber Härtebildnern, sie schäumen also auch bei sehr hartem Wasser gut, ohne daß Kalkseife entsteht.

Um besonders weiße Wäsche zu erzielen, enthalten die Waschpulver häufig Bleichmittel. Das sind Stoffe, die viel Sauerstoff enthalten und ihn leicht abgeben. Wir weisen sie mit Kaliumpermanganat und Schwefelsäure nach. In einem Reagenzglas mit destilliertem Wasser lösen wir einen kleinen Kristall Kaliumpermanganat (übermangansaures Kali) und gießen einige Tropfen verdünnter Schwe-



felsäure dazu. Ein anderes Reagenzglas füllen wir mit Waschmittellösung halb voll und tropfen so lange verdünnte Schwefelsäure hinzu, bis die Gasentwicklung aufhört. Nun geben wir 1 Milliliter der Kaliumpermanganatlösung aus Glas 1 in Glas 2 und schütteln um. Die violette Färbung verschwindet durch das Bleichmittel. Wiederholen wir diesen Versuch, bis die Kaliumpermanganatlösung nicht mehr entfärbt wird, ist kein Bleichmittel mehr enthalten. Es wurde verbraucht.

Prüfen wir die Waschpulverlösung mit Lackmuspapier, dann reagiert die Lösung weder basisch noch sauer. Das Papier verändert seine Farbe nicht, während es in der Seifenlösung blau gefärbt wird. Seife reagiert also basisch und Waschpulver meist neutral. Viele Textilien, zum Beispiel Wolle, erfordern ein neutrales Waschmittel, damit die Fasern nicht geschädigt werden.



WIR ERFORSCHEN DIE TECHNIK **IX**



Kleine Kraft – große Wirkung!

Wir bringen täglich mit verhältnismäßig kleinen Kräften große Wirkungen hervor. Zwei Beispiele:

Wir wollen starke Pappe schneiden und greifen zu einer Schere. Einmal schneiden wir nahe der Spitze und ein zweites Mal sehr nahe am Drehpunkt der Schere. Was stellen wir dabei fest? Die aufzuwendende Kraft ist unterschiedlich! Wie läßt sich die Pappe leichter trennen?

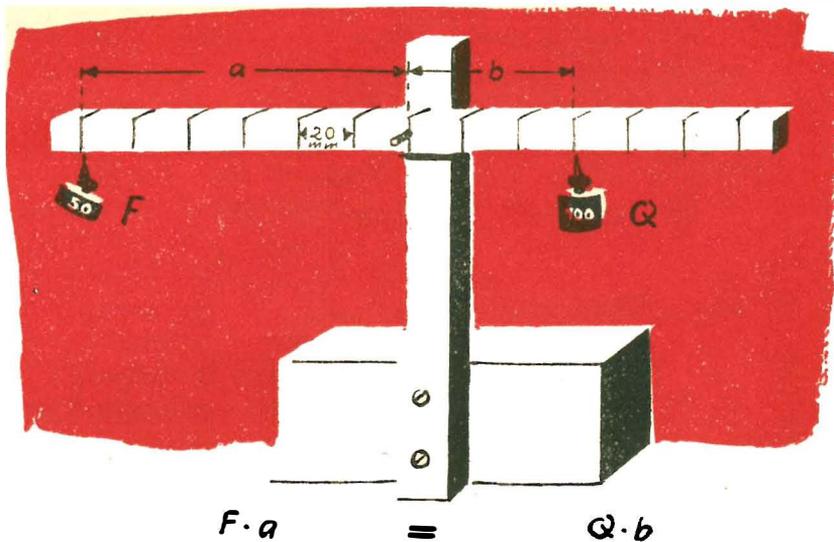
Nun wollen wir dasselbe an der Zange ausprobieren, indem wir einen Draht durchkneifen. Zwar läßt sich die Lage des Drahtes zum Drehpunkt der Zange hin nicht ändern, dafür lassen wir jedoch die Kraft unserer Finger einmal am Ende der Zange und ein zweites Mal nahe dem Drehpunkt wirken. Wann benötigen wir weniger Kraft?

Eine Zange besteht aus zwei gekreuzten Schenkeln, die um einen Bolzen drehbar sind. Sie stellt einen zweiseitigen Hebel dar. Als Hebel bezeichnet man nämlich einen Stab, der um eine Achse drehbar ist und zur Übertragung von Kräften dient.

Die Zeichnung rechts zeigt uns, wie man ein Hebelmodell baut.

Eine 280 Millimeter lange Holzleiste wird genau in der Mitte durchgebohrt; vom Drehpunkt aus unterteilen wir sie nach links und rechts in gleiche Abschnitte. Den Teil zwischen dem Angriffspunkt der Kraft und der Achse (a) nennen wir Kraftarm, den Teil zwischen der Achse und dem Angriffspunkt der Last (b) Lastarm.





Wir hängen nun je ein Wägestück von verschiedenem Gewicht an die beiden Arme des Hebels und verschieben sie so lange, bis der Hebel eine waagerechte Haltung einnimmt, also im Gleichgewicht ist. Dies wiederholen wir dann mit anderen Wägestücken, wobei die Abstände der Wägestücke von der Achse gemessen und notiert werden. Schließlich multiplizieren wir die für die einzelnen Einstellungen notierten Kräfte mit den dazugehörigen Abständen der Kräfte vom Drehpunkt. Wir werden feststellen, daß die Produkte beider Seiten stets gleich groß sind.

Ein Hebel ist also im Gleichgewicht, wenn das Produkt aus der Kraft und dem Abstand der Kraft vom Drehpunkt (Kraftarm) der einen Seite gleich dem Produkt aus der Last und dem Abstand der Last vom Drehpunkt (Lastarm) der anderen Seite ist.

Damit haben wir das Hebelgesetz erkannt.

Kraft mal Kraftarm = Last mal Lastarm.

$$F \cdot a = Q \cdot b$$

Beispiel:

$$50 \text{ p} \cdot 12 \text{ cm} = 100 \text{ p} \cdot 6 \text{ cm}$$

$$600 \text{ pcm} = 600 \text{ pcm}$$



Die auf der Zeichnung abgebildete und durch uns nachprüfbar eingestellte zeigt, daß die aufzuwendende Kraft F nur die Hälfte der Last Q beträgt, dafür aber einen doppelt so großen Abstand vom

Drehpunkt aufweist. Die erforderliche Kraft ist also um so kleiner, je länger der Kraftarm ist.

Man verwendet Hebel zahlreich als Maschinenbauelemente, findet sie aber auch im Haushalt in Gestalt der Türklinke, des Fensterknebels, ferner am Trittbrett der Nähmaschine, an der Handbremse des Fahrrades und an vielen anderen Gegenständen.

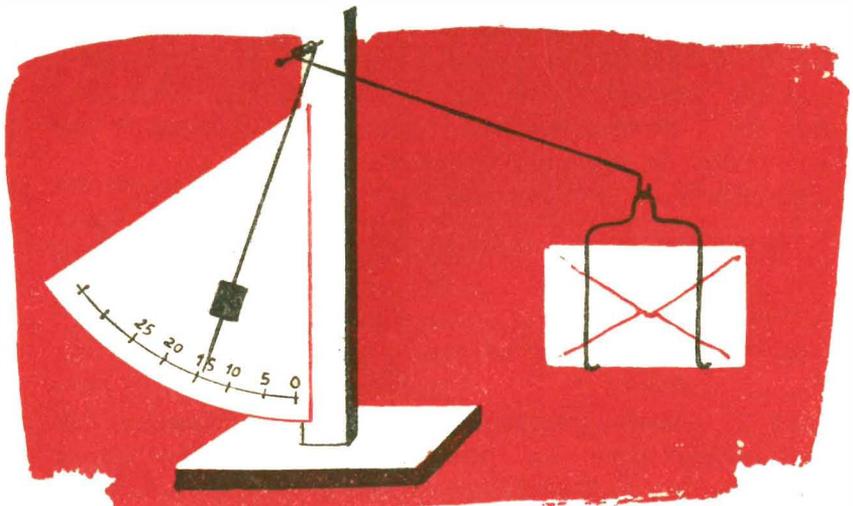
Wir bauen Waagen

Viele Experimente erfordern den Einsatz genau abgewogener Stoffmengen. Wir empfehlen deshalb die Selbstanfertigung einiger Waagentypen und eines Wägesatzes.

Verhältnismäßig leicht läßt sich eine Briefwaage bauen:

Eine Holzleiste wird senkrecht auf eine Holzplatte gedübelt oder mit Schlitz und Zapfen befestigt, nachdem ein längerer Nagel nicht zu tief in den Kopfteil der senkrechten Leiste geschlagen wurde.

Als Winkelhebel wählen wir einen Eisendraht von etwa 1,5 Millimeter Stärke, der so gebogen wird, wie die Zeichnung zeigt. Er muß sich leicht schwenken lassen. Sein über der Skala liegendes Ende wird schräg abgefeilt; es soll als Zeiger dienen. Das andere Ende wird zu einem Haken gebogen, an den wir einen zur Aufnahme von Briefen bestimmten Drahtbügel hängen. Auf den Zeiger schieben wir eine Bleiplombe oder eine Kastanie, deren Lage so lange



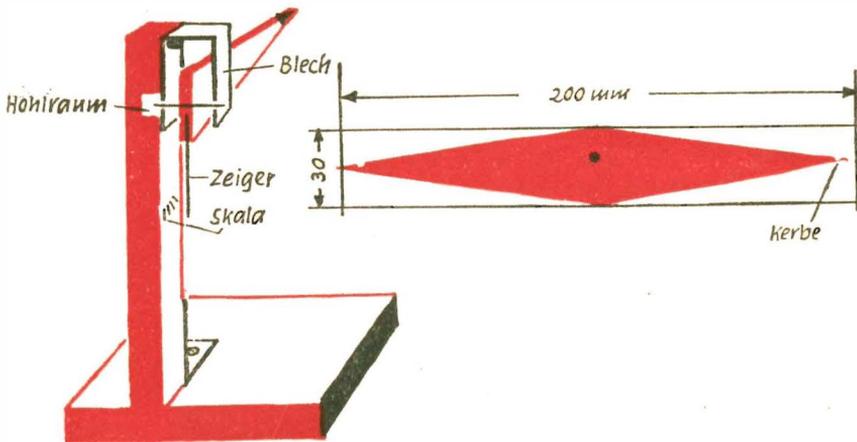
verändert werden muß, bis der linke Hebelarm fast senkrecht und der andere fast waagrecht steht. An die Holzleiste kleben wir dann ein Stück weiße Pappe.

Die Waage wird mit Wägestücken aus einem Wägesatz geeicht, indem wir nacheinander 5, 10, 15, 20 Gramm und mehr mit einem Zwirnsfaden an den Haken hängen und die jeweilige Lage des Zeigers auf der Pappe markieren.

Sollte der Zeigerausschlag zu gering sein, so muß die Plombe verschoben werden. Das ermitteln wir durch Probieren.

Eine empfindlichere Waage können wir uns wie folgt bauen: Der Waagebalken wird aus Sperrholz ausgesägt, in seine Enden feilen wir kleine Kerben, die zum Aufhängen der Schalen dienen. Den Drehpunkt und die Lagerung können wir verschieden anordnen.

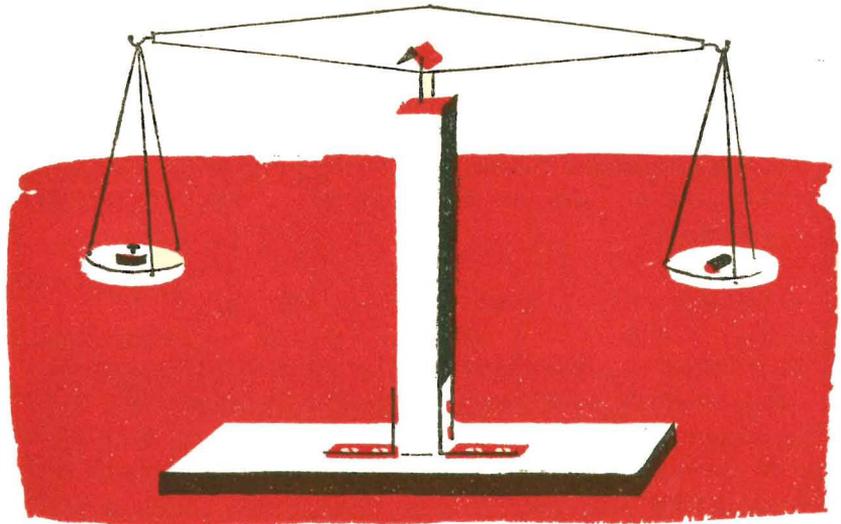
1. Wir brennen oder bohren über dem Mittelpunkt ein feines Loch durch das Holz und schieben oder schlagen eine etwas stärkere Nähnadel hindurch. Sie dient als Achse. Die Befestigung des Zeigers erfolgt nach der Zeichnung, die auch angibt, wie das Gestell zur Lagerung des Waagebalkens angefertigt wird.



2. Noch größer ist die Empfindlichkeit der Waage, wenn der Waagebalken auf zwei Keile gelagert wird.

Wir sägen dazu in L (Mittelpunkt des Waagebalkens) einen rechtwinkligen schmalen Spalt sorgfältig aus und setzen in diesen Spalt ein winkliges Blech ein, das auf jeder Seite etwa 6 Millimeter weit überstehen soll. Es muß straff und rechtwinklig zum Waagebalken sitzen. Also sorgfältig arbeiten!





In die Hirnholzkante des senkrecht stehenden Gestellpostens werden dann zwei Nähnadeln genau senkrecht und gleich tief eingeschlagen, auf ihnen soll der Waagebalken ruhen.

Als Waagschalen dienen uns Plastedeckel, deren Ränder an drei gleich weit voneinander entfernten Stellen (wir ermitteln sie mit dem Winkelmesser) durchbohrt und mit je drei Schnüren versehen werden.

Die Waage ist fertig. Doch zweierlei fehlt noch: Sie muß abgeglichen werden, da sie nicht sofort im Gleichgewicht sein wird. Das läßt sich durch entsprechendes Abfeilen oder Aufkleben von Pappe am entsprechenden Waagebalkenarm erreichen. Ferner brauchen wir noch einen Wägesatz, der behelfsmäßig auch von uns hergestellt werden kann.

Dieser Satz soll insgesamt acht Wägestücke enthalten, und zwar je 1 Stück von 1, 5, 10 und 50 Gramm, je 2 Stück von 2 und 20 Gramm. Wir können damit insgesamt eine Stoffmenge von 110 Gramm wägen, und das genügt für unsere Zwecke.

Die Wägestücke stellen wir aus Blei und starkem Eisendraht her. Das Abgleichen erfolgt mit einem industriell hergestellten, ausgeleihen Satz, und zwar legen wir das Wägestück in die eine Schale und das Bleistück in die andere.

Bis das Gleichgewicht hergestellt ist, müssen wir die Masse der Blei- oder Eisendrahtstücke verringern.

Was können wir leisten?

Wenn ein Aufzug eine Last 8 Meter hoch hebt, dann vollbringt er eine bestimmte Arbeit. Die Größe dieser Arbeit wird berechnet, indem man die Höhe mit der aufzubringenden Kraft multipliziert. Oder mit anderen Worten: Arbeit ist das Produkt aus der an einem Körper angreifenden Kraft (F) und dem Weg (s), den dieser Körper unter der Einwirkung der Kraft zurücklegt, also $\text{Arbeit} = F \cdot s$.

Natürlich braucht der Aufzug zum Hochheben der Last auch eine bestimmte Zeit. Je schneller diese Arbeit verrichtet wird, um so größer ist die Leistung des Aufzuges. Man errechnet die Leistung, indem man die verrichtete Arbeit durch die Zeit, in der sie verrichtet wurde, teilt.

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Kraft} \cdot \text{Weg}}{\text{Zeit}} = \frac{\text{Kilopond} \cdot \text{Meter}}{\text{Sekunden}} = \frac{\text{kpm}}{\text{s}}$$

Übrigens verrichten wir auch beim Treppensteigen Arbeit, denn wir heben dabei unseren Körper eine bestimmte Anzahl von Metern hoch, und zwar innerhalb einer bestimmten Zeit. Also läßt sich auch dafür die Arbeit und danach die Leistung berechnen.

Ob die menschliche Kraft wohl ausreicht, um sich mit dem kleinen Motor eines Mopeds zu messen? Wir wollen einen Vergleich anstellen, indem wir einmal so schnell wie möglich die Treppen in unserem Haus hinauflaufen und die dafür erforderliche Zeit messen. Zunächst messen wir die wirklich zu erklimmende Höhe (die Höhe einer Treppenstufe wird mit der Anzahl aller Stufen multipliziert, ohne Berücksichtigung des waagrecht zurückzulegenden Weges). Außerdem müssen wir unser Körpergewicht kennen, denn dieses wird ja durch unsere Muskelkraft gehoben.

Nun stellen wir uns in den Hausflur an die Treppe. Ein Freund muß am höchsten Punkt des Treppenhauses stehen und die Zeit messen. Auf sein Kommando eilen wir dann mit größter Anstrengung aufwärts. Vertauschen wir später unsere Rollen, können wir unsere Leistungen vergleichen.

Die Leistungen errechnen sich:

$$\frac{\text{Körpergewicht (in Kilopond)} \cdot \text{Höhe (in Meter)}}{\text{Zeit (in Sekunden)}} = \frac{\text{kpm}}{\text{s}}$$

Die allgemeine Maßeinheit der Leistung ist das Kilopondmeter je Sekunde.





Ein Moped SR 2 hat eine Leistung von 1,8 PS, und wenn wir nun feststellen wollen, ob unsere Leistung oder die des Mopeds größer ist, müssen wir die Kilopondmeter pro Sekunde ($\frac{\text{kpm}}{\text{s}}$) umrechnen in PS (Pferdestärken); dabei ist

$$1 \text{ PS} = 75 \frac{\text{kpm}}{\text{s}}$$

Die alte Leistungseinheit PS hat eine lange Geschichte.

Für die Wasserförderung hatte ein Brauereibesitzer bei dem englischen Mechaniker James Watt (1736–1819) eine Dampfmaschine bestellt, machte jedoch zur Bedingung, daß sie mindestens so viel Wasser fördere wie sein Pferd, das, an einen Göpel geschrirrt, eine Pumpe bewege. Zum Vergleich ließ der Bierbrauer sein stärkstes Pferd 8 Stunden lang unter größter Anstrengung arbeiten. Gewiß war das eine tüchtige Tierquälerei. Die Fördermenge betrug für einen Meter Hubhöhe etwa 70 Liter in jeder Sekunde. Watt konnte diese Leistung mit einer Dampfmaschine auf 75 Liter je Sekunde erhöhen. Obwohl es eine Dampfmaschine gewesen war, die das Gewicht von 75 kp (75 Liter Wasser) in einer Sekunde einen Meter hoch gehoben hatte, benannte man die Leistungseinheit lange Zeit als „Pferdestärke“ (PS).

Solange das Pferd noch als Kraftmaschine diente, mochte dieser Vergleich zweckmäßig gewesen sein. Heute jedoch treiben Motoren, meist Elektromotoren, unsere Maschinen. In der Technik wird deshalb häufig ein anderes Maß für die Leistung verwendet, das Watt (W) beziehungsweise das Kilowatt (kW).

$$1 \text{ PS} = 735,5 \text{ W}$$

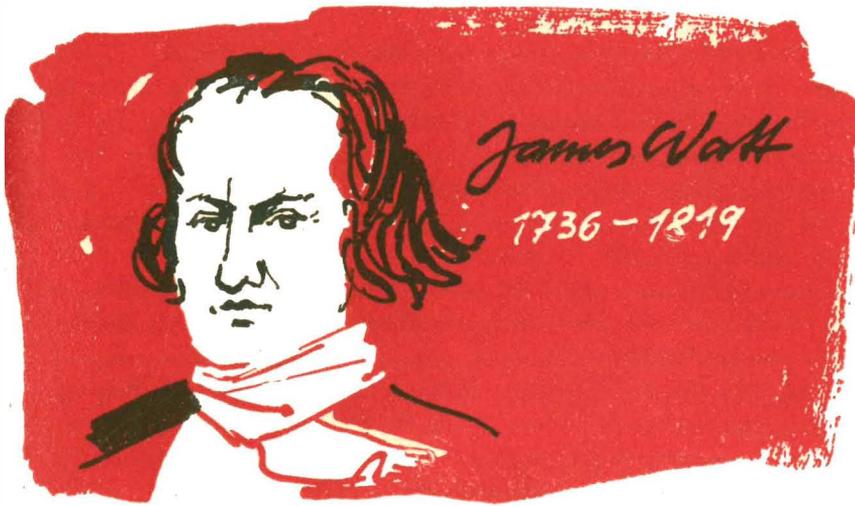
$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 102 \frac{\text{kpm}}{\text{s}}$$

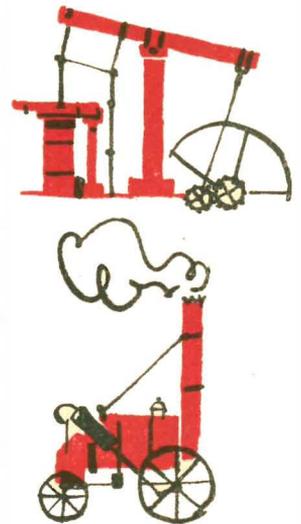
$$1 \frac{\text{kpm}}{\text{s}} = 9,81 \text{ W}$$



James Watt, dem zu Ehren die technische Maßeinheit der Leistung mit „Watt“ benannt wurde, war der Sohn eines Schiffsbaumeisters, der als Professor an der Universität von Glasgow wirkte. Die Schule konnte James nur unregelmäßig besuchen, denn er war als Kind oft krank. Im Alter von 18 Jahren begann er dann als Mechaniker in der Werkstatt der Glasgower Universität zu arbeiten, und dort, im

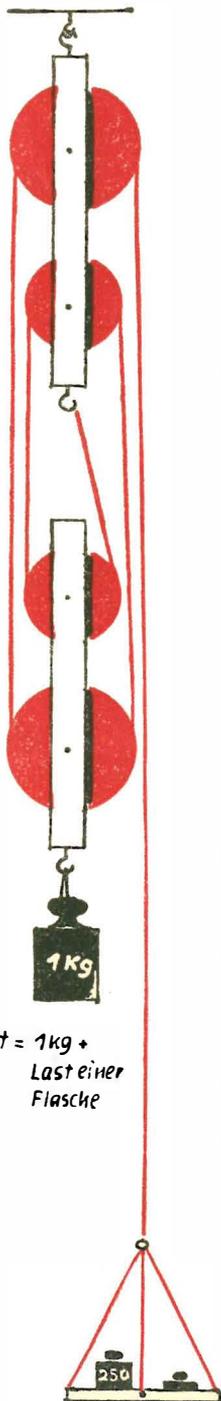


Verkehr mit den Studenten und Professoren, eignete sich der wißbegierige junge Watt, der auch gern und viel las, rasch umfassende Kenntnisse an, vor allem auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. Im Jahre 1763 erhielt er die Aufgabe, ein Modell der atmosphärischen Dampfmaschine Newcomens zu bauen, doch die Beschäftigung damit ließ ihn zu neuen Erkenntnissen kommen. So konnte er eine „verbesserte Maschine Newcomens“ bauen und schließlich 1782 die Dampfmaschine mit drehender Arbeitsbewegung – bisher führten die Dampfmaschinen nur eine hin- und hergehende Arbeitsbewegung aus. Das war die erste allgemein einsetzbare Wärmekraftmaschine, es dauerte auch nicht lange, bis die Wattschen Dampfmaschinen Spinnmaschinen, Dampfhämmer und Walzwerke antrieben. 1814 baute dann der Engländer Stephenson die erste Dampflokomotive, und Dampfschiffe überquerten die Weltmeere. Watts Name wurde nicht vergessen, die Techniker errichteten ihm, indem sie der Maßeinheit der Leistung die Bezeichnung „Watt“ gaben, ein bleibendes Denkmal.



Der Flaschenzug spart Kraft

Flaschenzüge verwendet man in Werkstätten und Montagehallen, bei Aufzügen, Kränen oder Baggern. Es sind Hebezeuge, mit denen man bei geringerem Kraftaufwand schwere Lasten heben kann. Ein Flaschenzug besteht aus losen und festen Rollen, die in einer



$Load = 1\text{ kg} +$
Last einer
Flasche

sogenannten Flasche befestigt sind. Die unterste Flasche endet in einem Haken, an dem die Last hängt, und um die Rollen wird ein Seil gelegt. In der Praxis sind die Rollen nebeneinander angeordnet, um Raum zu sparen.

Da der Aufbau des Flaschenzuges bei einer senkrechten Anordnung für uns übersichtlicher ist, wollen wir für unseren selbstgebauten Flaschenzug diese Bauweise wählen.

Zwei größere und zwei kleinere Rollen stellen wir aus Sperrholz her, die größeren haben einen Durchmesser von 50, die kleineren einen von 40 Millimetern. Da jede Rolle eine Schnurlaufrinne haben muß, leimen wir beidseitig etwas größere Scheiben aus dünnem Holz oder aus Pappe auf die Rollen. Im Mittelpunkt werden sie mit einer feinen Bohrung versehen, als Achsen dienen vorsichtig hineingeschlagene Nähnadeln. Sie müssen fest im Holz sitzen.

Die Flaschen fertigen wir aus Blech an, die Haken werden angelötet.

Um die Rollen wird nun ein fester, aber dünner Bindfaden gelegt, an dessen Ende wir eine Waagschale hängen. An den Haken der unteren Flasche kommt ein Wägestück von 1 Kilogramm Masse.

Wenn wir die Last einmal mit dem Handteller leicht anheben und sie danach mit der gleichen Hand am Seil rechts hochziehen, stellen wir eine deutliche Kräfteinsparung fest!

Bei einem Flaschenzug mit zwei losen und zwei festen Rollen tragen vier Seilstücke die Last, jedes Seilstück also ein Viertel der Last. Wir brauchen also, wenn wir am freien (vierten) Seilende ziehen, nur eine Kraft aufzuwenden, die einem Viertel der Last entspricht.

Wir bauen eine Wasserwaage

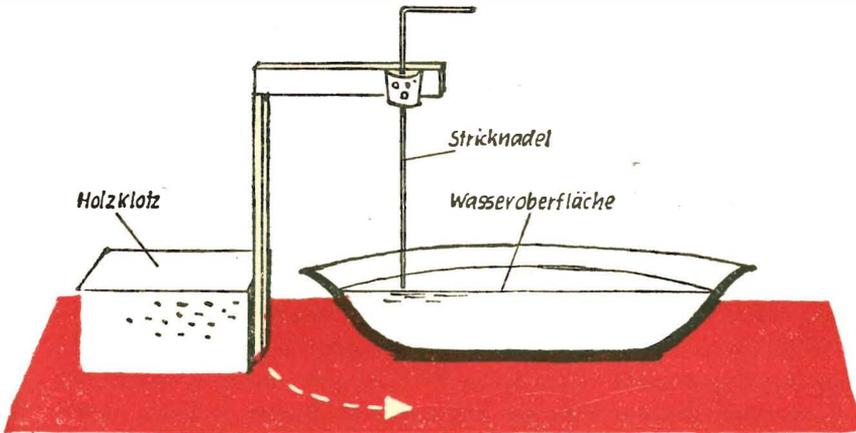
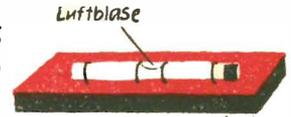
Wenn man überprüfen will, ob Flächen genau waagrecht oder senkrecht sind, benutzt man eine Wasserwaage. Sie besteht aus einem Holzstück, in dessen Mitte ein kleines mit Alkohol oder Äther gefülltes Glasröhrchen (Libelle) eingelassen ist. Eine im Glasröhrchen eingeschlossene Luftblase zeigt zwischen zwei Marken die waagrechte oder senkrechte Lage der zu prüfenden Fläche an.

Zur Herstellung einer Wasserwaage benötigen wir ein rechteckiges, gleichmäßig starkes, ebenes Brettchen und ein Tablettenröhrchen. Das Röhrchen dient als Libelle, zwei darumgelegte, durch das Holz (an der Unterseite einkerben!) geführte feste farbige Fäden, die

später mit Alleskleber festgehalten werden, dienen als Markierung für die Luftblase. Das Röhrchen wird so mit Wasser gefüllt, daß beim Verschließen eine kleine Luftblase erhalten bleibt.

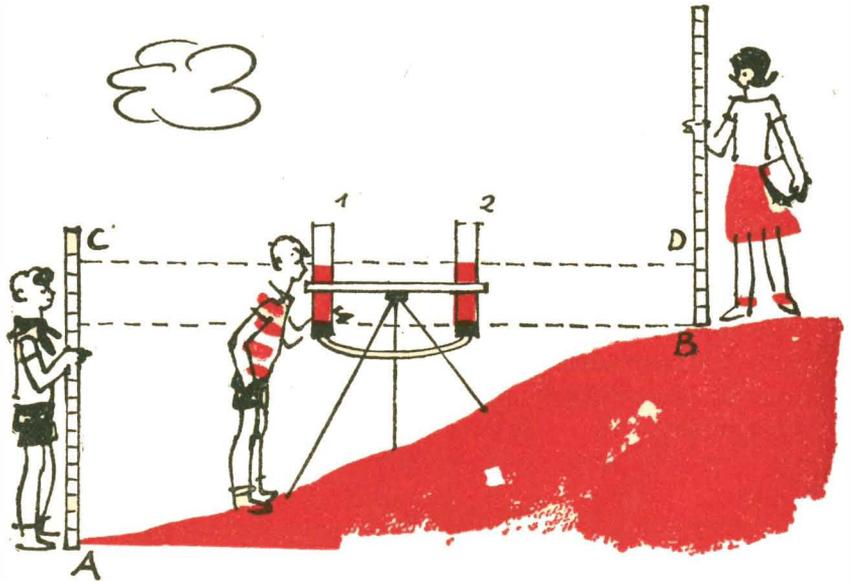
Bevor wir das Röhrchen jedoch fest montieren können, brauchen wir eine genau waagerechte Vergleichsfläche, die wie folgt ermittelt wird:

Wir bauen uns ein Prüfgerät, das aus einem größeren rechteckigen Holzklötz und einem Rechten Winkel besteht, an dessen Schenkel eine durch einen halbierten Korken geführte Stricknadel befestigt ist – und zwar muß der Korken so an den Schenkel geleimt werden, daß die Stricknadel genau parallel zum Anschlag des Rechten Winkels verläuft.



Mit diesem Prüfgerät können wir nun eine Tischplatte in genau waagerechte Stellung bringen. Wir müssen eine mit Wasser gefüllte Schüssel daraufstellen und die Nadel des Prüfgerätes so einstellen, daß ihre Spitze sich gerade noch über der Wasseroberfläche befindet. Durch Unterlegen von Pappe oder Papier unter die Tischbeine erreichen wir schließlich, daß sich die über den Wasserspiegel geschobene Nadel genau parallel zum Wasserspiegel bewegt. Ist dies der Fall, steht die Tischplatte genau waagrecht.

Doch zurück zum Bau unserer Wasserwaage! Wir beenden ihre Herstellung, indem wir das Holzstück mit der Libelle auf die waagrecht eingerichtete Tischplatte legen und die Lage der farbigen Marken (Fäden) bestimmen. Die Libelle wird nun festgebunden, und damit ist die Wasserwaage fertig. Was ergibt die Überprüfung von Öfen, Fenstern, Türen, Schränken? Stehen sie etwa schief?

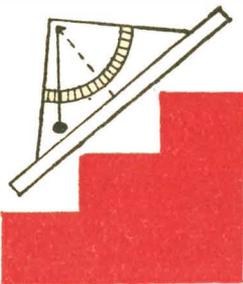


Wie bestimmt man die Höhe einer Böschung?

Zwei starke Glasröhren, in die wir zwei Stopfen mit zwei kurzen dünnen Glasröhren stecken, verbinden wir durch einen Schlauch. Auf einem Fotostativ wird ein Brett befestigt, in dem die Röhren, gleichmäßig vom Mittelpunkt entfernt, eingelassen werden. So erhalten wir eine Kanalwaage. Außerdem brauchen wir lange Meßlatten, die mit einer Zentimetereinteilung versehen werden. Wollen wir nun den Höhenunterschied der beiden Punkte A und B messen, muß die Kanalwaage dazwischen aufgestellt werden. Der Wasserstand in den mit gefärbtem Wasser gefüllten Gefäßen ist gleich, denn in Gefäßen, die miteinander verbunden sind, steht eine Flüssigkeit immer gleich hoch.

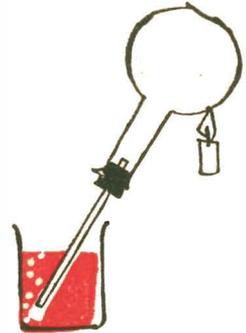
Nun visieren wir über die Wasserspiegel von Gefäß 2 über Gefäß 1 zur unteren Meßlatte. Den Abstand AC notieren wir. Dann wird in umgekehrter Richtung von Gefäß 1 über Gefäß 2 zur oberen Meßlatte visiert. Wir notieren den Abstand BD. Subtrahieren wir AC minus BD, so erhalten wir die Höhe der Böschung.

Die Neigungswinkel von ansteigenden Straßen, Böschungen, Brückenauffahrten kann man mit einer Setzwaage messen. Dazu benötigen wir ein kleines Brett, ein Zeichendreieck und einen Winkelmesser.



Das Dreieck wird senkrecht auf der Mitte des Brettes verleimt, durch seine Spitze brennen wir mit einer dünnen Nadel ein feines Loch und stecken eine etwas stärkere Nadel hindurch, die festsitzen muß. Sie soll etwa 1 Zentimeter weit aus dem Holz ragen und zur Aufnahme eines kleinen Lotes dienen.

Der Winkelmesser wird, wie aus der Zeichnung hervorgeht, so aufgeklebt, daß das herabhängende Lot durch die 90-Grad-Marke des Winkelmessers führt. Legen wir die Setzwaage auf schräge Flächen, so läßt sich der Winkel zwischen 90 Grad und dem Lot messen.



Warum platzt der Fahrradschlauch in der Sonnenhitze?

Über einer von den Sonnenstrahlen stark erhitzten Straße kann man ebenso wie über einer heißen Herdplatte die Luft „fimmern“ sehen. Wie kommt das?

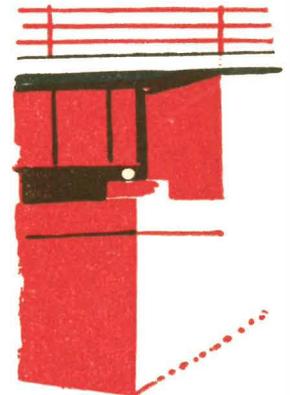
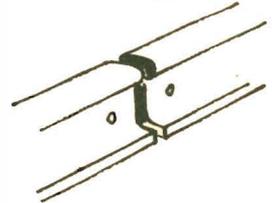
Die über dem erhitzten Straßenbelag oder der heißen Herdplatte liegende Luftschicht wird erwärmt. Dabei dehnt sie sich aus, wird leichter und steigt auf. Diese Behauptung gilt es zu beweisen.

Wir nehmen einen Glaskolben (Kochflasche oder Erlenmeyerkolben), der mit einem gut sitzenden Gummistopfen, durch den eine etwa 30 Zentimeter lange Glasröhre führt, verschlossen und dann umgekehrt in ein mit gefärbtem Wasser gefülltes Becherglas gehalten wird.

Durch das Umfassen des Kolbens mit beiden Händen entweicht ein Teil der Luft durch das Glasrohr. Erwärmen wir ihn vorsichtig mit einer Kerze, (die Flamme wird dabei ständig um den Kolben herumgeführt!) entweicht noch mehr Luft.

Nun lassen wir den Kolben langsam abkühlen und können beobachten, wie das Wasser in der Röhre wieder langsam steigt und bald den unteren Teil des Kolbens füllt. Während der Erwärmung dehnen sich Luft und andere Gase stark aus, während der Abkühlung ziehen sie sich wieder zusammen. Dabei nimmt die Luft auch wieder einen kleinen Raum ein, der Druck im Innern des Kolbens verringert sich. Da der äußere Luftdruck nun größer ist als der Innendruck im Kolben, drückt die Außenluft das Wasser in den Kolben hinein.

Die Ausdehnung der Luft kann unangenehm in Erscheinung treten, wenn wir unser Fahrrad in der Sonne stehenlassen. Dann kann sich die Luft in den Schläuchen so ausdehnen, daß sie platzen.





Alle Körper, gasförmige, flüssige und feste, dehnen sich bei Erwärmung aus und ziehen sich beim Abkühlen wieder zusammen.

Wir haben sicher bereits beobachtet, daß die Ritzen und Fugen zwischen den Platten und Ringen einer Herdplatte nur dann zu bemerken sind, wenn der Herd kalt ist. Ist er heiß, dann verschwinden alle Zwischenräume. Woran liegt das?

Zwischen die Pfosten der Rückenlehne eines Küchen- oder Gartenstuhls spannen wir straff einen Eisendraht, an den ein größeres Wägestück gehängt wird. Was geschieht, wenn wir den Draht längere Zeit mit einer Kerzenflamme bestreichen?

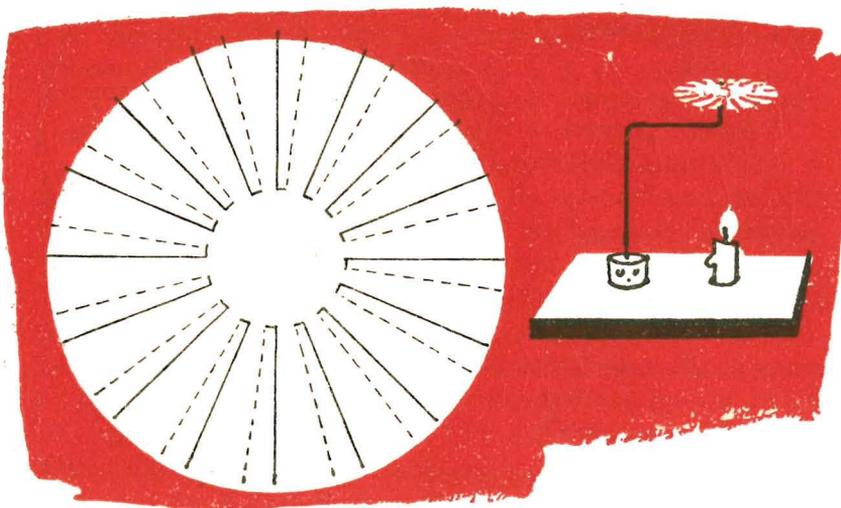
Eisen dehnt sich also bei Erwärmung aus. Um dieser Erscheinung zu begegnen, verlegt man Eisenbahnschienen mit kleinen Zwischenräumen. Aus dem gleichen Grund sind die Träger eiserner Brücken nur an einem Ende fest mit dem Widerlager verbunden, das andere Ende liegt auf Walzen.

Erwärmte Luft steigt

1. Ein kleines Watteflöckchen bringen wir über die heißen Gase eines Spiritusbrenners und verfolgen den Weg des Flöckchens.

2. Auf einen alten Heftdeckel zeichnen wir eine gleichmäßige Schneckenlinie und schneiden sie aus. Eine Stricknadel wird in eine mit Sand gefüllte Streichholzschachtel gesteckt und die ausgeschnittene und auseinandergezogene Schnecke auf deren Spitze gesetzt. Dann stellen wir diese Versuchsanordnung auf den geheizten Kachelofen. Was ist zu beobachten?

3. Die aufsteigende warme Luft kann sogar ein Lufträdchen drehen. Es wird aus Karton hergestellt, und zwar soll der Radius mindestens 60 Millimeter betragen, er kann aber auch größer sein. Das Rad teilen wir in 16 gleich große Teile und schneiden die ausgezogenen Linien ein, die gestrichelten Linien werden mit einem Federmesser leicht eingeritzt und nach unten umgebogen. Auf diese Weise erhält das Rad 16 Flügel. In den Drehpunkt knipsen wir einen Druckknopf, mit dem das Rad auf einer der Zeichnung entsprechend gebogenen Stopfnadel oder einem angespitzten und befestigten Draht gelagert wird. Über einer Wärmequelle (Spiritusbrenner, Kerze) wird es sich munter drehen. Dabei hängt seine Geschwindigkeit ab von der Größe des Rädchens, der Anzahl der Flügelräder und der Menge der aufsteigenden Luft.



Nach demselben Prinzip drehen sich die Weihnachtspyramiden.

4. Eine interessante Beobachtung machen wir, wenn wir die Temperatur in einem geheizten Zimmer am Fußboden und an der Decke messen (Thermometer am Besenstiel anbinden!). Es wird ein merklicher Temperaturunterschied festzustellen sein.

Die Luft im Zimmer ist also in bezug auf ihre Wärme gewissermaßen geschichtet, und zwar ist die oberste Schicht die wärmste.

Das war ein weiterer Beweis dafür, daß erwärmte Luft steigt. Nun wundern wir uns nicht mehr darüber, daß es im geheizten Theatersaal auf dem Balkon oder Rang wärmer ist als im Parkett.

5. Jetzt öffnen wir einmal die Tür eines ungeheizten Ofens und halten die angefeuchtete Hand in die Öffnung. Wir spüren einen kühlenden Luftzug. Erwärmen wir den Ofenraum durch Abbrennen einer Zeitung, wird der Luftzug stärker. Halten wir schließlich einen brennenden Span in die Öffnung, so folgt die Flamme dem Luftzug und wird in den Ofen hineingezogen.

6. Wir nehmen nun ein Glas- oder Metallrohr von 30 bis 40 Millimeter Durchmesser, stellen es senkrecht auf zwei Klötze und bringen eine kurze brennende Kerze unter das Rohr. Durch ein dünnes Glasröhrchen blasen wir dann Rauch an den unteren, später an den oberen Rand des großen Rohres. Wir können auch ein brennendes Räucherkerzchen an diese Stellen halten. Was ist zu beobachten?

Erwärmte Luft steigt nach oben, weil sie leichter ist als kalte. Auf dieser Luftströmung beruht die Wirkung der Schornsteine.



Was ist eine Kalorie?

Wir haben beobachtet, daß die Luft Wärme aufnimmt. Diese Wärme muß durch irgendwelche Brennstoffe oder andere Energieträger (z. B. Sonnenstrahlen) abgegeben werden.

Der folgende Versuch soll uns nun zeigen, welche Wärmemenge notwendig ist, um 1 Liter (= 1 Kilogramm) Wasser zu erwärmen, und wie man diese Wärmemenge mißt.

Wir stellen einen mit 1 Liter Wasser gefüllten Aluminiumtopf auf den Gas- oder Elektroherd. Nachdem an einem Einkochthermometer die Ausgangstemperatur abgelesen wurde, tragen wir sie in die Tabelle ein und beginnen mit der Erwärmung des Wassers.



Mit einem aus starkem Draht gebogenen Rührer müssen wir nun ständig umrühren. Nach jeder vollen Minute wird die Temperatur abgelesen und eingetragen. Bei genauem Arbeiten können wir feststellen, daß die Temperatur in jeder Minute um die gleichen Werte zunimmt. Ungenauigkeiten am Anfang der Messung entstehen dadurch, daß der Aluminiumtopf zunächst selbst eine bestimmte Wärmemenge aufnimmt.



Die aufgenommene Wärmemenge wird in Kalorien (cal) oder Kilokalorien (kcal) gemessen. 1 Kalorie ist diejenige Wärmemenge, die 1 Gramm Wasser um 1 Grad erwärmt (von 14,5 °Celsius auf 15,5 °Celsius). 1 Kilokalorie erwärmt 1 Kilogramm Wasser um 1 Grad.

Nun errechnen wir die bei unserem Versuch aufgenommenen Wärmemengen und tragen die Werte in die Spalte „Kilokalorien“ ein. Ein Vergleich der Werte zeigt, daß die zugeführte Wärmemenge während jeder Minute gleich groß ist.

Wie arbeitet eine Dampfturbine?

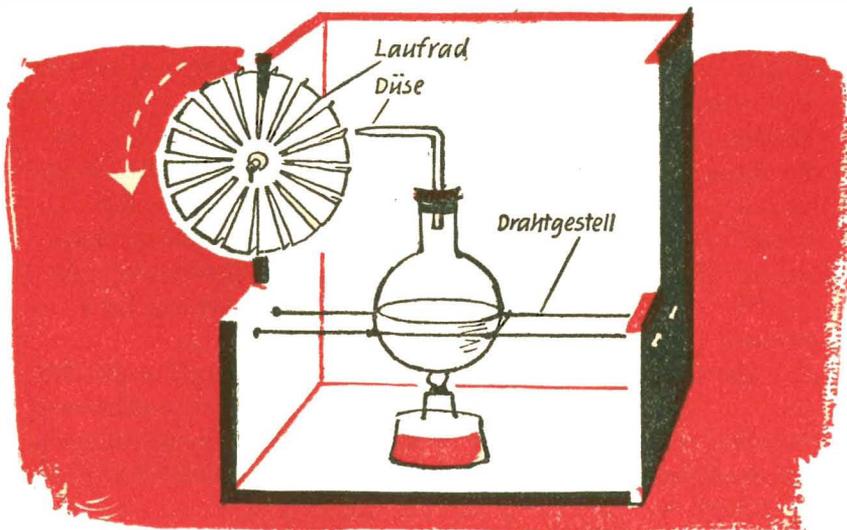
In den Kraftwerken werden zum Antrieb der stromerzeugenden Generatoren Dampfturbinen verwendet.

Wir wollen uns ein Modell einer solchen Dampfturbine herstellen, um ihre Arbeitsweise kennenzulernen.

Wir bauen uns zunächst ein Laufrad wie auf Seite 200 beschrieben, diesmal allerdings aus 2 bis 3 Millimeter starkem Aluminiumblech. Der Radius des Rades soll etwa 100 bis 150 Millimeter betragen.

Als Achse dient eine Stricknadel, die in einem entsprechend starken, 20 Millimeter langen Glasröhrchen gelagert wird. Im Drehpunkt des Laufrades müssen wir eine Bohrung vornehmen, die dem Durchmesser des Glasröhrchens entspricht. Wir stecken dann ebenfalls durchbohrte Korkscheiben über die Röhrchenenden bis heran an das Laufrad. Das Ganze verkleben wir mit Siegelack.

Der Aufbau des dazugehörigen Gestells geht aus der Zeichnung hervor. Das fertige Laufrad wird auf die an der Spitze umgebogene



Stricknadel gesteckt und dann befestigt. Als Dampferzeuger dient eine Kochflasche (etwa 250 Milliliter). Da der austretende Dampfstrahl eine möglichst große Bewegungsenergie besitzen soll, fertigen wir noch eine Düse an: Ein Glasrohr wird zu einer feinen Spitze ausgezogen, dann rechtwinklig umgebogen und mit einem Stopfen fest in den Hals der mit Wasser halb gefüllten Flasche eingesetzt. Mit Drähten befestigen wir sie so zwischen den beiden Wänden des Gestells, daß der Dampfstrahl dicht vor dem Laufrad auf den untersten Teil der Flügel gerichtet ist. Erhitzen wir dann das Wasser in der Kochflasche über dem Spiritusbrenner, wird der entstehende Dampf das Laufrad in Bewegung versetzen.

Unser Modell entspricht einer richtigen Dampfturbine allerdings nur unvollkommen. In Wirklichkeit trifft der Dampf in der geschlossenen Turbine auf mehrere hintereinandergeschaltete Turbinenräder, die sich etwa 3000mal in der Minute drehen. Über die Turbinenwelle wird diese Drehbewegung dann auf die stromerzeugenden Generatoren übertragen.



Der Heronsball und die Rakete

Ein von dem vielseitigen griechischen Mathematiker und Physiker Heron von Alexandria um 100 v. u. Z. entwickeltes technisches Spielzeug, der Heronsball, ist gewissermaßen ein früher Vorläufer unserer heutigen Dampfturbinen.

Die beiden Zeichnungen zeigen uns einen Heronsball und ein Modell, dessen Wirkungsweise dem Heronsball entspricht und das wir uns bauen wollen.

In den doppelt durchbohrten Gummistopfen eines mit Wasser halb gefüllten, mittleren Erlenmeyerkolbens werden zwei entgegengesetzt gebogene Glasröhrchen gesetzt. Ihre Enden ziehen wir zu feinen Düsen aus, die waagrecht liegen müssen. In einem gut verdrehten Drahtbügel wird der Kolben dann an einem langen, festen Faden in der Türfüllung aufgehängt. Dann erwärmen wir das Wasser im Kolben bis zum Sieden.

Der Dampf wird aus den beiden Düsen mit lautem Zischen entweichen und unser Modell in die entgegengesetzte Richtung treiben. Sobald der Bindfaden stark verdreht ist, müssen wir unser Modell mit der Hand zurückdrehen. Dann können wir den Versuch wiederholen.



Die Bewegungsenergie des ausströmenden Dampfes hat unser Modell in drehende Bewegung versetzt. Dabei wurde es vom Dampf zurückgestoßen, denn das Modell bewegte sich entgegengesetzt zur Richtung des ausströmenden Dampfes.

Nach dem Prinzip des Rückstoßes arbeiten auch die Triebwerke der Raketen und die Strahltriebwerke der Flugzeuge.

Das Prinzip des Raketenantriebs können wir auch mit einem länglichen Luftballon darstellen. Wir schneiden von einem sehr dünnen Gummischlauch (Ventilgummi) ein 10 Millimeter langes Stück ab, das in die Öffnung eines länglichen Luftballons gesteckt und dort mit einigen Lagen Zwirn straff befestigt wird. Damit haben wir die Ballonöffnung mit dem Schlauchstück verengt (Düse!).

Nun blasen wir unseren Ballon auf und lassen ihn los. Er schießt einige Meter weit fort.

Die mit großer Geschwindigkeit ausströmende Luft besitzt Bewegungsenergie.

Der Ballon oder die Rakete werden nach vorn gestoßen, weil jede Kraft eine gleich große, entgegengesetzt gerichtete Kraft hervorruft.

Wie löscht man Feuer?

Wir wissen, daß ein Feuer oder eine Flamme einen brennbaren Stoff erfordern, der über seine Entzündungstemperatur hinaus erhitzt wird. Ferner muß Sauerstoff vorhanden sein. Sorgen wir dafür, daß mindestens eine der drei Voraussetzungen zur Entstehung von Flammen ausgeschaltet sind, dann muß jedes Feuer erlöschen.

Wir feuchten einen Lappen an, der mindestens 15×15 Zentimeter groß ist, und setzen eine mit wenigen Millilitern Spiritus gefüllte Blech- oder Porzellanschale im Freien auf einen Ziegelstein. Der Spiritus wird dann entzündet. Sobald er brennt, werfen wir den nassen Lappen über die Schale. Die Flamme erstickt, weil der Lappen keinen Sauerstoff heranläßt.

Daß ein Feuer ausgeht, wenn die Flammen keine brennbaren Stoffe zur Verfügung haben, wissen wir bereits. Dazu brauchen wir nicht erst ein Experiment zu machen.

Nun entzünden wir auf dem Ziegelstein etwas Papier und gießen schnell Wasser darüber. Das Wasser kühlt das heiße, brennende Papier bis unter die Entzündungstemperatur ab, und die Flamme

erlicht. Zur Verbrennung ist eine entsprechende Entzündungstemperatur notwendig.

Außerdem verdrängt der dabei gebildete Wasserdampf die Luft und damit den Sauerstoff, der für die Verbrennung gebraucht wird.

Brände, die man nicht mit Wasser bekämpfen darf

Bestimmte Brände dürfen nicht mit Wasser gelöscht werden, ja es gibt sogar Fälle, wo Löschversuche mit Wasser den Brand noch begünstigen würden.

Wenn wir dies im Experiment beobachten wollen, müssen wir besonders sorgfältig arbeiten und die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen treffen. Liegt der nasse Lappen bereit? Liegt auf dem Arbeitsplatz ein Blech oder eine andere feuerfeste Unterlage?

Wir brauchen eine Blechdose, etwas Benzin, eine Tropfpipette, ein Glas Wasser und ein Glas mit Sand. Die Blechdose setzen wir auf einen Ziegelstein und tropfen mit der Pipette 20 Tropfen Benzin hinein. Dann füllen wir die Pipette mit Wasser. Mit einem Streichholz wird das Benzin nun vorsichtig entzündet. Jetzt spritzen wir mit der Pipette etwas Wasser auf das brennende Benzin.

Da Benzin leichter ist als Wasser und sich mit diesem nicht mischt, brennt das Benzin über dem Wasser weiter. Hätten wir zuviel Wasser auf den Brand gegossen, dann wäre das brennende Benzin über den Rand gelaufen und hätte den Brandherd vergrößert. Schütten wir jedoch Sand auf das brennende Benzin, dann erstickt die Flamme. Das gleiche geschieht, wenn wir die Dose mit dem nassen Lappen bedecken.

Alle brennbaren Flüssigkeiten, die leichter sind als Wasser und sich nicht mit ihm vermischen, dürfen nicht mit Wasser gelöscht werden. In Garagen oder Lagerräumen, wo Flüssigkeiten wie Benzin aufbewahrt werden, müssen besondere Löscheräte bereitstehen.

Wir bauen einen Naßfeuerlöscher

Für unser Feuerlöschmodell brauchen wir ein Industriekonservenglas mit passendem Stopfen (Kork oder Gummi). Der Stopfen wird dreimal durchbohrt, und zwar zur Aufnahme eines Glasröhrchens



Diese Feuerlöscher solltet ihr bedienen können!

Naßlöscher

Anwendbar: Für Schule, Wohnung, Büro, Kaufhaus, Krankenhaus, Ausstellungen; Holzbearbeitungsbetriebe, landwirtschaftliche Objekte und Textübetriebe. Naßlöscher können benutzt werden, wenn feste Stoffe, wie Holz, Papier, Textilien; Stroh usw.; brennen. **Nicht** bei Bränden an elektrischen Anlagen und zum Löschen von Flüssigkeiten benutzen!

Handhabung: Löscher aus der Halterung nehmen, kurz vor dem Brandherd Schlagknopf am Deckel einschlagen, Wasserstrahl auf den Brandherd richten, nicht in die Flammen spritzen.



Naßlöscher



Schaumlöscher

Schaumlöscher

Anwendbar: Für Benzin, Benzol, Petroleum, Teer, Öle, Fette, Harze, Lacke, u. ä. sowie Stoffe, die unter Glutbildung verbrennen, wie Holz, Papier, Stroh, Textilien usw. **Nicht** bei Bränden an elektrischen Anlagen benutzen!

Handhabung: Löscher aus der Halterung nehmen und ihn senkrecht zum Brandherd tragen. Am Brandherd den Löscher umdrehen, Löschrstrahl auf den Brandherd richten, nicht in die Flammen spritzen.



Trockenlöscher

Trockenlöscher

Anwendbar: Der Trockenlöscher eignet sich zur Bekämpfung von Bränden flüssiger, gasförmiger und fester Stoffe, die im allgemeinen nicht mit Wasser gelöscht werden können. Besonders bei Bränden an elektrischen Anlagen, unter Druck stehenden brennbaren Gasen und bei Entstehungsbränden fester Stoffe, sofern noch keine größere Glutbildung vorhanden ist.

Handhabung: Handfeuerlöscher aus der Halterung nehmen, an der Brandstelle durch Linksdrehen des Handrades in Betrieb setzen; durch Rechtsdrehen des Handrades wird der Löscher wieder abgestellt. Bei der Brandbekämpfung möglichst dicht an den Brandherd herantreten.



Tetralöscher

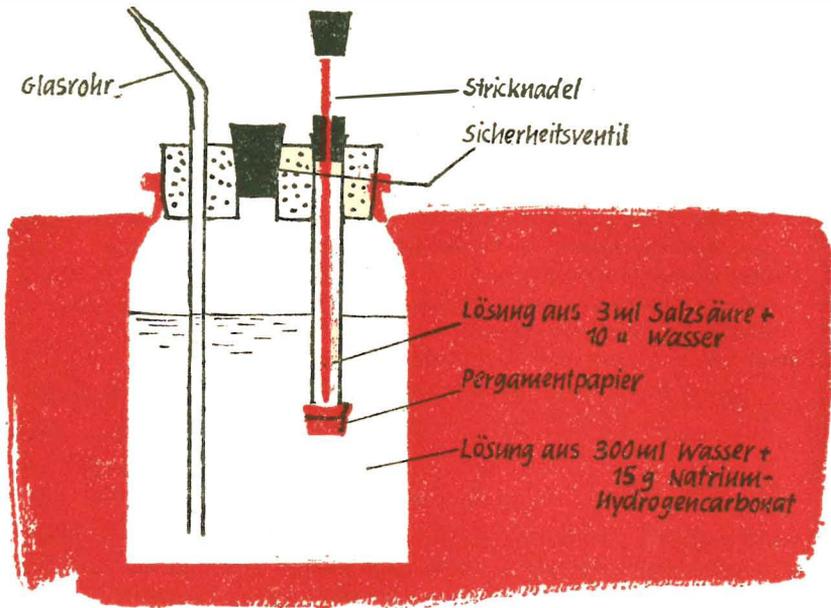
Tetralöscher

Anwendbar: Für Brände an elektrischen Anlagen sowie von feuergefährlichen Flüssigkeiten, wie Benzin, Benzol, Öle, Fette usw. (auch bei Vergaser- und Garagenbränden zu benutzen).

Handhabung: Löscher aus der Halterung nehmen und am Brandherd durch Linksdrehen des Handrades in Betrieb setzen. Löscher kann nach Ablöschen kleiner Brände durch Rechtsdrehen des Handrades wieder geschlossen werden. Bei dem Tetralöscher TK 2 erst den am Boden befindlichen Schlagknopf einschlagen und dann durch Linksdrehen des Handrades den Löscher in Betrieb setzen.

Tetralöscher nicht in engen, unbelüftbaren Räumen anwenden; da lungen-schädigende Gase auftreten können.





mit ausgezogener Spitze, eines Sicherheitsstopfens und eines Reagenzglases. Die Öffnungen werden mit Paraffin abgedichtet.

Das Reagenzglas hat keinen Boden. Es wird an der unteren Seite mit Pergamentpapier oder Plastfolie verschlossen, oben mit einem Reagenzglasstopfen, durch den eine Stricknadel führt. Dann füllen wir das Industrieglas mit einer Lösung aus 300 Milliliter Wasser und 15 Gramm Natriumhydrogencarbonat und das Reagenzglas mit einer Lösung aus 10 Milliliter Wasser und 3 Milliliter Salzsäure. Wenn wir unser Modell in Tätigkeit setzen wollen, durchstoßen wir die Folie mit der Stricknadel. Die verdünnte Salzsäure fließt dann in die Natriumhydrogencarbonatlösung. Dadurch entwickelt sich Kohlendioxid, das nicht aus dem Reagenzglas entweichen kann. Es drückt auf die Flüssigkeit im Industrieglas, die in einem Strahl aus der Düse herausgedrückt wird. Das Gleiche geschieht, wenn wir auf den Knopf eines Naßlöschers schlagen!

Sollte unser Modell nicht funktionieren, dann ist irgendeine Stelle undicht. Der Apparat wird dann ohne Füllung unter Wasser gehalten. Luftblasen zeigen uns die undichte Stelle, auf die wir noch einmal Kerzenparaffin tropfen und dann mit dem angewärmten Messer andrücken. Wenn wir ihn erneut gefüllt haben, muß unser Löscher funktionieren.

Mit diesem Naßlöscher dürfen wir nicht Benzin und ähnliche Flüssigkeiten löschen, ebenfalls nicht brennende elektrische Anlagen.



Solche Brände werden mit dem Trockenlöscher gelöscht, der ein Löschpulver herausschleudert, das in der Hitze zerfällt und dabei Kohlendioxid entwickelt. Dieses Gas verdrängt dann die Luft, und die Flammen müssen ersticken.

Aus einem Blechstreifen biegen wir eine kleine Treppe, die in ein Marmeladenglas paßt. Auf jede Stufe setzen wir einen Kerzenstummel. Dann füllen wir ein Reagenzglas halb mit Natriumhydrogencarbonat und verschließen es durch einen mit einem Gasableitungsrohr versehenen Stopfen. Wenn wir das Reagenzglas ins Stativ spannen und erhitzen, zerfällt das Natriumhydrogencarbonat zu Natriumcarbonat, Wasser und Kohlendioxid.

Leiten wir nun das entstandene Gas mit einem Schlauch in das Marmeladenglas und entzünden die Kerzenstummel, dann wird die darin enthaltene Luft von dem schwereren Kohlendioxid herausgedrängt. Zuerst erlischt der unterste Kerzenstummel.

Ist das Glas schließlich mit Kohlendioxid gefüllt (die oberste Kerze ist erloschen), stellen wir die Kerzentreppe in ein zweites Marmeladenglas und entzünden die Kerzen erneut. Das schwere Gas aus dem ersten Glas können wir nun in das zweite umgießen. Wie von Geisterhand ausgeblasen, erlöschen auch hier die Flammen nacheinander.



Feuerfestes Holz?

Wir wissen bereits, wie man Brände löschen muß. Aber vorbeugender Brandschutz ist besser als Löschen. In Werkhallen und Lagerhallen, in denen mit feuergefährlichen Stoffen gearbeitet wird, genügt es deshalb nicht, daß Löschsand und Löschgeräte bereitstehen. Man imprägniert dort leicht entzündliche Gegenstände, wie Holz, Papier oder Textilien; man macht sie unentflammbar.

Wir wollen ein paar Holzstäbchen imprägnieren. In drei Reagenzgläsern stellen wir uns Lösungen von Eisensulfat (Eisenvitriol), Kalium-Aluminium-Sulfat (Alaun) und Natriumsilicat (Wasserglas) her, tauchen die Holzstäbchen in je eine dieser Lösungen und lassen sie über Nacht trocknen.

Am nächsten Tage versuchen wir, die Stäbchen in der Brennerflamme zu entzünden. Sie verkohlen zwar nach längerem Erhitzen, aber sie brennen nicht mehr. Können wir mit Hilfe dieser Lösungen auch Textilien und Pappe unentflammbar machen?



Eine Tüte, die nicht brennt

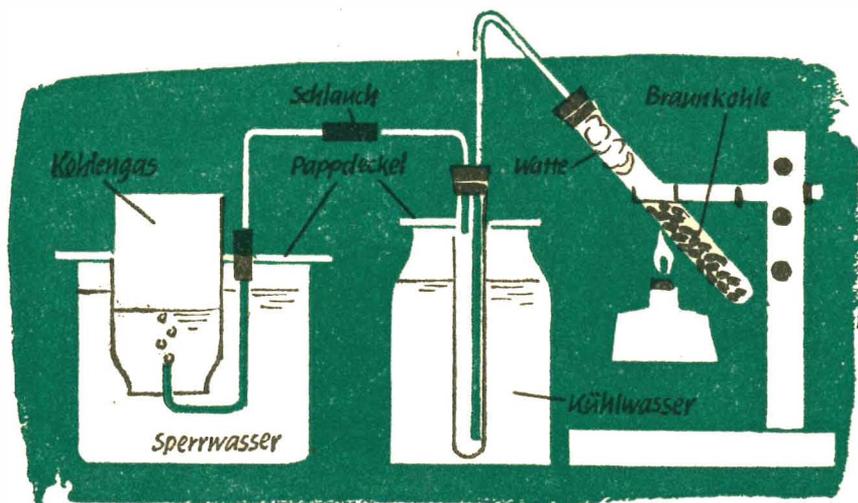
Können wir Wasser in einer Tüte erhitzen, ohne daß die Tüte brennt? Jawohl, das können wir. Wer es nicht glaubt, klebt sich aus Zeichenpapier mit Duosan oder Kittifix eine flache Tüte, die in einen Drahring gestellt und mit Wasser gefüllt wird. Dann wird der Brenner angezündet und die Tüte erhitzt. Sie verbrennt nicht, da das Wasser die Wärme sofort aufnimmt und damit das Papier kühlt, so daß es seine Entzündungstemperatur nicht erreicht. Benutzt man eine kleine Tüte, dauert es nicht lange, bis das Wasser in der Papiertüte siedet.

Was alles in der Kohle steckt

Wir wollen aus Braunkohle ein Gas herstellen, das dem Leuchtgas ähnelt.

Wir füllen ein Reagenzglas halb mit Braunkohlenstückchen und schieben einen Glaswattebausch (Verbandwatte eignet sich auch) davor. Die Mündung verschließen wir mit einem durchbohrten Stopfen, in den ein stumpfwinkliges Glasrohr eingesetzt wird. Den weiteren Versuchsaufbau zeigt die Zeichnung.

Wir setzen unsere Schutzbrille auf und erhitzen die Braunkohle im Reagenzglas; dabei beginnen wir in der Mitte und rücken die



Flamme dann ganz allmählich bis zum Boden des Reagenzglases. Die Glaswatte wird durch den entstehenden Braunkohlenteer braun gefärbt. Außerdem sehen wir, daß der obere Teil des Reagenzglases mit Wasser beschlägt, denn Braunkohle enthält bis zu 50 Prozent Wasser.

Das durch das Winkelrohr entweichende Rohgas enthält aber noch mehr Teer. Er scheidet sich im gekühlten zweiten Reagenzglas ab. Das nunmehr gereinigte Rohgas fangen wir in einem Marmeladenglas auf.

Wenn trotz weiteren Erhitzens kein Gas mehr entweicht, entfernen wir aus dem ersten Reagenzglas den Stopfen. Dann erst entfernen wir den Brenner! Halten wir uns nicht an diese Reihenfolge, kann das Glas platzen!

Das im Marmeladenglas aufgefangene Gas ist brennbar.

Was ist mit der Braunkohle in dem Reagenzglas mit Watte geschehen? Schütten wir sie auf ein Blech, dann erkennen wir, daß sie jetzt sehr hart geworden ist. Es entstand Braunkohlenkoks.

In der Großkokerei in Lauchhammer wird Braunkohle in großen Mengen entgast, die Gaswerke entgasen dagegen Steinkohle.

Daß Braunkohle Wasser enthält, haben wir bereits gesehen, außerdem stecken in der Braunkohle aber auch salzartige Bestandteile, die nach der Verbrennung als Asche zurückbleiben.

Wir wiegen 10 Gramm Braunkohle ab und schütten sie auf ein Blech, das wir im Freien (giftige Gase!) auf dem Dreifuß längere Zeit mit dem Spiritusbrenner erhitzen. Damit die Flamme nicht unruhig brennt oder gar ausgelöscht wird, stellen wir einige Mauersteine oder Bleche als Windschutz auf.

Nach einiger Zeit ist die Braunkohle verbrannt. Wir glühen sie weiter aus, bis nur noch Asche übrigbleibt. Nach dem Abkühlen wiegen wir die Asche. Wieviel Prozent Asche enthält die Kohle?

Damit brennt Aladins Wunderlampe

Der Stoff, der in den „Märchen aus 1001 Nacht“ Aladins Wunderlampe zum Leuchten bringt, heißt Petroleum und wird aus Erdöl gewonnen. Wir wollen Petroleum untersuchen.

Auf Filterpapier ergibt ein Petroleumtropfen einen „Fettfleck“, der aber bald wieder verschwindet, weil das Petroleum verdunstet. Dabei bemerken wir einen eigenartigen Geruch.



Wir füllen ein Reagenzglas 2 Zentimeter hoch mit Petroleum und gießen 2 Zentimeter hoch Wasser darauf. Da das Petroleum leichter ist als Wasser, sinkt das Wasser nach unten.

In zwei Reagenzgläser füllen wir je 10 Tropfen Speiseöl. Das eine füllen wir dann halb mit Wasser, das andere halb mit Petroleum. Beide Gläser werden mit dem Daumen verschlossen und kräftig geschüttelt. Während sich Öl und Wasser wieder trennen, hat sich das Petroleum mit dem Öl vermischt. Das Gleiche beobachten wir, wenn wir statt Speiseöl Harz von Kirsch-, Pflaumen- oder Nadelbäumen benutzen.

Nun stellen wir eine Blechdose oder eine alte Porzellanuntertasse auf einen Ziegelstein und gießen 20 Tropfen Petroleum hinein. Auf das Petroleum werfen wir ein brennendes Streichholz.

Das Streichholz erlischt. Warum entzündet sich das Petroleum nicht? Die Streichholzflamme erzeugt zu wenig brennbare Gase. Was müssen wir tun, damit sich das Petroleum entzünden läßt? Richtig, wir müssen es etwas erwärmen.

Dabei ist wieder Vorsicht geboten. Liegt ein nasser Lappen bereit? Nun halten wir die Blechdose mit einer Zange über eine kleine Flamme und erwärmen so das Petroleum. Nähern wir ihm dann ein brennendes Streichholz, entzündet sich das Petroleum.

Wenn das Petroleum verbrannt ist, füllen wir einige Minuten später 10 Millimeter Petroleum ein und legen einen Wollfaden so in die Flüssigkeit, daß ein Ende über den Rand der Schale hinausragt. Der Faden saugt sich voll Petroleum und kann am freien Ende entzündet werden.



Die Bonbonschachtel als Werkstoff

Plaste erobern mehr und mehr die Wirtschaft. Der verbreitetste Plast ist das PVC (Polyvinylchlorid). Viele Gegenstände unseres täglichen Bedarfs werden daraus hergestellt, so zum Beispiel Bonbonschachteln.

Wir legen eine runde Bonbonschachtel in sehr heißes Wasser. Sie verformt sich, wenn die Temperatur über 75 °Celsius beträgt. Plaste, die sich in der Hitze verformen, heißen Thermoplaste.

Nun schneiden wir einen PVC-Streifen von der Schachtel ab und nähern ihn der Flamme. Er schmilzt. Stecken wir einen anderen Streifen in ein Sandbad, das wir auf dem Dreifuß erwärmen, so

können wir mit einem Thermometer die Temperatur des Sandes, die ja gleichzeitig auch die Temperatur des Streifens ist, messen. Zwischen 75 und 80 °Celsius erweicht der Streifen.

Diese Eigenschaft des PVC läßt sich ausnutzen, wenn wir Plastikgegenstände reparieren wollen. Wir schneiden uns zwei weitere Streifen und legen sie kreuzförmig übereinander. Mit einem warmen LötKolben oder einem angewärmten Schraubenzieher pressen wir beide Streifen zusammen. Sie werden weich und verschmelzen miteinander. Wir haben sie zusammengeschweißt. Halten sie nicht zusammen, dann war die Schweißtemperatur zu niedrig, sind sie dagegen angekohlt, dann war sie zu hoch.

PVC-Streifen lassen sich auch leicht kleben. Vorher rauhen wir sie mit Sandpapier etwas an. Dann bestreichen wir die Stelle mit einem Alleskleber und beschweren sie.

Der zerbrochene Eierlöffel

Eierlöffel können aus Thermoplasten hergestellt werden, sie bestehen aber manchmal auch aus Duroplasten, die sich nicht durch Wärme verformen lassen.

Einen zerbrochenen Eierlöffel aus Duroplast können wir zwar kleben, aber er wird bald wieder zerbrechen. Besteht der Löffel aber aus einem Thermoplast, dann können wir versuchen, ihn zu schweißen. Wenn wir beide Stücke an der Bruchstelle vorsichtig erwärmen, bis sie plastisch geworden sind, dann können wir sie zusammendrücken. Nach dem Erkalten sind sie fest verbunden. Die an der Schweißstelle entstandene unebene Stelle glätten wir mit einem heißen Schraubenzieher.

Wir schneiden, bohren und biegen Glas

Glas kennen wir als harten, spröden und sehr leicht zerbrechenden Stoff. Vielleicht wird sich mancher wundern, wenn er erfährt, daß man Glas schneiden, bohren und biegen kann.

Der Glaser benutzt Glasschneider mit einem Diamanten oder gehärtetem Stahl.

Wir wollen Glasröhren schneiden, und dazu brauchen wir nur eine Dreikantfeile. Das Glasrohr wird flach auf den Tisch gelegt. Die

linke Hand faßt das über die linke Tischkante hinausragende Ende und dreht es langsam, wobei das Glasrohr mit der Dreikantfeile an der gewünschten Stelle ringsherum eingeritzt wird. Dann fassen wir das Rohr so, daß beide Daumen unter der Trennstelle liegen, und brechen es unter leichtem Druck schnell nach oben auseinander.

Die Bruchstelle ist scharfkantig. Damit wir uns daran nicht verletzen, erhitzen wir das Rohr gleichmäßig drehend in der heißen Flamme eines Gasbrenners. Dabei schmilzt die Bruchstelle und wird glatt.

Wollen wir in eine Glasscheibe ein Loch bohren, so brauchen wir einen scharfen Spiralbohrer, eine Bohrmaschine und Terpentinöl. Die Glasscheibe wird auf eine ebene Holzunterlage gelegt, nachdem wir den Mittelpunkt des Bohrloches mit der Feile kreuzförmig angeritzt haben. Dann tropfen wir etwas Terpentinöl auf die Bohrstelle und bohren unter leichtem Druck. Drücken wir zu stark, dann platzt die Scheibe! Sehr dünnes Glas bohren wir von beiden Seiten. Am besten üben wir erst einmal an einer alten Glasplatte.

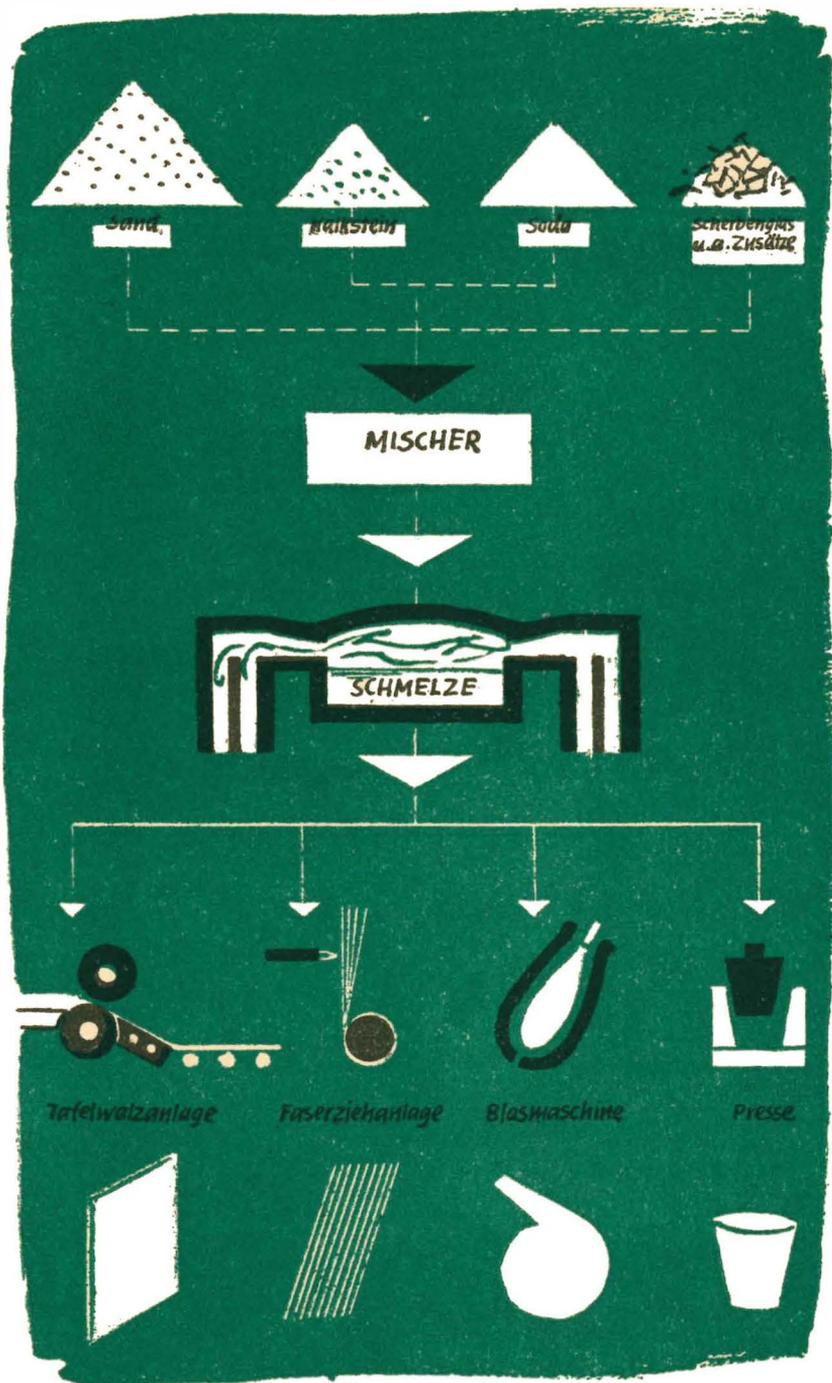


Glasherstellung (Schema)

Glas wird durch Zusammenschmelzen von Sand, Kalkstein und Soda im Verhältnis 75 : 12 : 13 hergestellt. Die drei Rohstoffe werden gut gemischt und dann in den Schmelzofen gebracht, in dem eine Temperatur von etwa 1450 °Celsius herrscht.

Das in der Schmelzwanne erschmolzene Glas kann je nach Verwendungszweck durch besondere Formgebungsverfahren verarbeitet werden. Als Tafelglas bezeichnet man durchsichtige, nicht polierte Glastafeln. Sie werden wie folgt hergestellt: In die Glasmasse der Arbeitswanne taucht man einen länglichen Schamottekörper mit Schlitz, die sogenannte Düse. Durch die Düse quillt das Glas, das mittels einer besonderen Vorrichtung in Form eines Bandes nach oben gezogen wird. Unmittelbar über der Düse befinden sich Wasserkühler, die das Glasband abkühlen. Auf seinem weiteren Weg wird das Band durch angetriebene Asbestwaizen transportiert. An die Ziehkammer, in der sich Düse und Kühler befinden, schließt sich der Ziehschacht an. Oberhalb des Ziehschachtes wird das Band von Walzenpaaren weitergeleitet, bis es schließlich frei austritt und abgeschnitten wird. Die Dicke des gezogenen Glases hängt von der Ziehgeschwindigkeit ab. Man unterscheidet Dünnglas (0,8 bis 1,8 Millimeter), Fensterglas (1,8 bis 4 Millimeter) und Dickglas (4 bis 7 Millimeter).

Gußglas wird durch gleichmäßiges Auswalzen der zähflüssigen Glasmasse hergestellt. Es ist möglich, ein Drahtgewebe mit einzuwalzen; man erhält so Drahtglas, das vorwiegend für Industriebauten eingesetzt wird. Nach dem Gußverfahren wird auch Spiegelglas hergestellt, das nach dem Walzen und der anschließenden Kühlung noch geschliffen und poliert wird.



Das spröde Glas kann man auch biegen. Wir halten die beiden Enden eines Glasrohres, das wir auf etwa 20 Zentimeter Länge geschnitten haben, jeweils mit Daumen, Zeige- und Mittelfinger. Die Ellenbogen stützen wir auf den Tisch, während wir das Rohr gleichmäßig in einer Länge von etwa 5 Zentimetern in der Brennerflamme drehen. Die Flamme leuchtet gelb. Welches Element ist im Glas enthalten?

Nach kurzer Zeit wird das Glas weich. Wir nehmen das Rohr aus der Flamme und halten es nur noch mit einer Hand. Das freie Ende des Rohrs neigt sich infolge seines Eigengewichtes und biegt das Rohr an der erwärmten Stelle.

Wollen wir Glasdüsen herstellen, nehmen wir das Rohr, wenn es weich wird, aus der Flamme und ziehen die Rohrenden langsam auseinander. Je mehr wir ziehen, um so dünner wird die ausgezogene Spitze sein. Dann lassen wir das Rohr erkalten, ritzen es an der Verengung ein und brechen es auseinander. Die Bruchstelle wird in der Flamme rund geschmolzen.

Der beim Auseinanderziehen der Rohrenden entstandene Faden ist innen hohl, er stellt ein Haar- oder Kapillarrohr dar. Das erkennen wir, wenn wir die Rohrenden nach der Abkühlung auseinandergebrochen haben und mit dem Kapillarende ins Wasser tauchen. Blasen wir in das starke Rohrende, dann perlen aus der Kapillare feinste Luftblasen.

Wollen wir an einem Winkelrohr noch eine Düse anbringen, dann warten wir erst ab, bis die Biegung erkaltet ist, sonst verbrennen wir uns die Finger.

Selbst hergestellter Glaskitt

Wie kann man Glasgefäße reparieren? Hier zwei Rezepte: Wasser-, aber nicht hitzefest ist ein Glaskitt, den wir uns aus 3 Teilen Harz und 1 Teil Wachs mischen. Die Kittmischung wird vorsichtig geschmolzen und danach auf die leicht erwärmten Bruchstellen aufgetragen. Nach dem Erkalten ist der Schaden behoben. Der billigste Glaskitt entsteht, wenn wir aus Wasserglaslösung und Schlammkreide oder Bariumsulfat (Schwerspat) einen Brei anrühren, der an der Luft erstarrt. Nehmen wir dazu wenig Bariumsulfat, so erhalten wir eine weiße „Tinte“, mit der wir unsere Glasflaschen beschriften können.



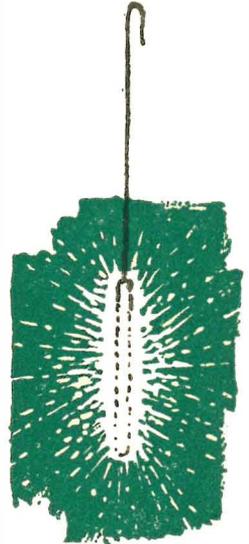
Brennendes Eisen?

Eisen gilt gewöhnlich als unbrennbar. Füllen wir jedoch eine Messerspitze voll Eisenfeilspäne in ein Glasrohr und blasen die Späne dann in eine Flamme, entsteht ein gelber Funkenregen. Eisen brennt also doch!

Die Funken kennen wir schon? Ja, beim Schleifen haben wir sie schon gesehen. Während der Weihnachtstage bewundern wir sie an den Wunderkerzen. Wollen wir uns selbst welche herstellen?

Wir brauchen dazu 40 Gramm Kaliumnitrat (Kalisalpeter), 15 Gramm Dextrin, 8 Gramm Aluminiumbronze (enthält ganz feine Aluminiumfeilspäne!) und 45 Gramm Eisenfeilspäne. Alle vier Stoffe mischen wir vorsichtig mit einer Hühnerfeder und rühren sie dann auf einem Teller mit etwas Wasser zu einem dicken Brei an, den wir mit einem Holzstab so lange kneten, bis er keine Klumpen mehr enthält.

In den Brei tauchen wir dann 15 Zentimeter lange Eisendrähte ein, die gedreht werden, damit möglichst viel Brei daran hängen bleibt. Dann lassen wir die Drähte in einem warmen Raum (nicht am Ofen!) über Nacht trocknen. Am nächsten Tag werden sie noch einmal in den Brei getaucht, damit die Auflage dicker wird. Sind sie erneut getrocknet, dann können wir eine Wunderkerze probeweise entzünden. Die anderen heben wir für Weihnachten auf!

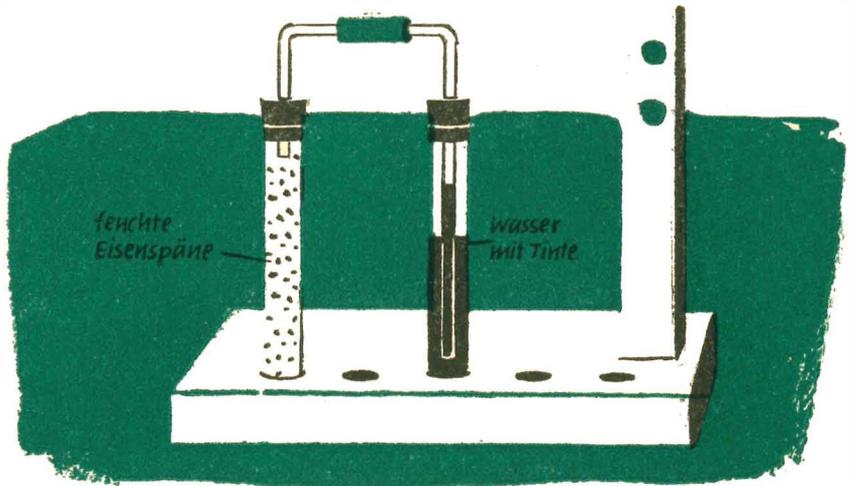


Rost – der Eisenfresser

Durch Rostbildung werden täglich große Mengen Eisen und Stahl vernichtet. Damit wir wissen, wie wir diesen Eisenfresser am besten bekämpfen können, wollen wir zunächst erforschen, wie es kommt, daß Eisen und Stahl rosten.

In ein angefeuchtetes Reagenzglas streuen wir Eisenfeilspäne. Sie haften an der Wandung. Dann verschließen wir das Glas mit einem Stopfen, durch den ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr führt. Durch den Stopfen eines zweiten, mit gefärbtem Wasser halb gefüllten Reagenzglases führt ebenfalls ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr. Die Rohre verbinden dann die beiden Gläser. Der Wasserstand wird markiert.

Mehrere Tage lang bleiben die Gläser im Reagenzglasständer stehen. Wir sehen dann, daß das Wasser im Glasrohr gestiegen ist.



Das Eisen ist verrostet. Der Rostvorgang stellt eine langsame Oxydation dar, bei der Sauerstoff verbraucht wird.

Wollen wir Eisen vor Rost schützen, dann müssen wir dafür sorgen, daß kein Luftsauerstoff an das Eisen heran kann. Wir erreichen das, indem wir es mit einer luftdichten Schicht überziehen, zum Beispiel mit Fett oder Öl, mit Farbe oder nichtrostenden Metallen, wie Nickel oder Chrom.

Von zwei blankgeschmirgelten Eisenblechstreifen, die in Reagenzgläser passen, schmieren wir einen mit Fett ein oder streichen ihn mit Farbe an, den anderen behandeln wir nicht. Beide Streifen werden dann in feuchte Reagenzgläser gestellt, die wir mit Stopfen verschließen.

Nach einer Woche sehen wir, daß der ungeschützte Blechstreifen Rost aufweist, während der andere rostfrei ist.



Branntkalk wird gelöscht

Mit der Zange halten wir ein haselnußgroßes Stück Kalkstein oder Marmor (Calciumcarbonat) so lange in die Flamme unseres Brenners, bis das Stück 10 Minuten lang geglüht hat. Dabei wandelt sich der harte Stein in einen bröckligen, helleren Stoff um, in Calciumoxid (Branntkalk); es entweicht Kohlendioxid.

Statt Kalkstein können wir auch Schneckenhäuser oder Muschelschalen verwenden.

Nun wollen wir den Branntkalk löschen. Als „Löschgrube“ benutzen wir eine alte Porzellantasse, in die wir unseren Branntkalk schütten. Dann setzen wir die Schutzbrille auf und zerdrücken den Branntkalk mit einem Löffel zu Pulver. In das Pulver stecken wir die Kugel eines Thermometers. Dann tropfen wir etwas Wasser auf das Pulver und achten auf das Thermometer. Die Temperatur steigt an. Beim Löschen von Branntkalk wird Wärme frei.

Wenn die Temperatur nicht weiter ansteigt, ziehen wir das Thermometer heraus und spülen es ab. Dann übergießen wir den Löschkalkbrei mit Wasser und rühren mit einem Glasstab um. Der Löschkalk löst sich zum Teil im Wasser zu Kalkwasser.

Hat sich der nicht gelöste Löschkalk abgesetzt, dann dekantieren wir die Lösung und filtrieren sie in eine Vorratsflasche, auf die wir „Kalkwasser“ schreiben.

Nun gießen wir etwas Kalkwasser in ein Reagenzglas und lassen 2 bis 3 Tropfen Phenolphthaleinlösung hineintropfen. Die rotviolette Färbung verrät uns, daß Kalkwasser eine Base ist.



1:3

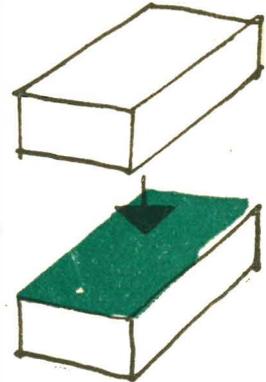
Löschkalk Sand

Warum wird Mörtel hart?

Zunächst stellen wir uns Mörtel her. Ein Eßlöffel Löschkalk wird in einer alten Tasse mit drei Löffeln voll feinem Sand gemischt. Dann rühren wir das Gemisch mit Wasser zu einem dicken Brei.

Wir streichen den Mörtel mit einem Löffel auf einen Ziegelstein und legen einen zweiten Ziegelstein darauf. Nach ungefähr einer Woche ist der Mörtel hart geworden, er hat abgebunden. Dazu braucht er aus der Luft Kohlendioxid. Bei diesem Vorgang wird Wasser frei, das in der Luft verdunstet.

Während wir bei der Herstellung von Calciumoxid (Branntkalk) vom Calciumcarbonat (Kalkstein) ausgingen, haben wir nun aus Calciumhydroxid (Löschkalk) wieder Calciumcarbonat (Kalkstein) erhalten.



Zement bindet besser

In einer Tasse vermischen wir 1 Löffel voll Zement mit 3 Löffeln voll Sand und rühren mit Wasser einen Brei an. Den so erhaltenen Zementmörtel streichen wir wieder auf einen Ziegel und legen

einen zweiten darauf. Der Zementmörtel ist bereits nach einigen Stunden erstarrt. Er benötigt zum Abbinden kein Kohlendioxid, deshalb kann man mit Zementmörtel sogar unter Wasser mauern, zum Beispiel bei Brückenpfeilern und Hafenanlagen. Da der ungebundene Zementmörtel auch viel fester als Kalkmörtel ist, verwendet man für bestimmte Bauvorhaben statt Löschkalk Zement.



WIR EXPERIMENTIEREN MIT DEM LICHT



Der gebrochene Löffel



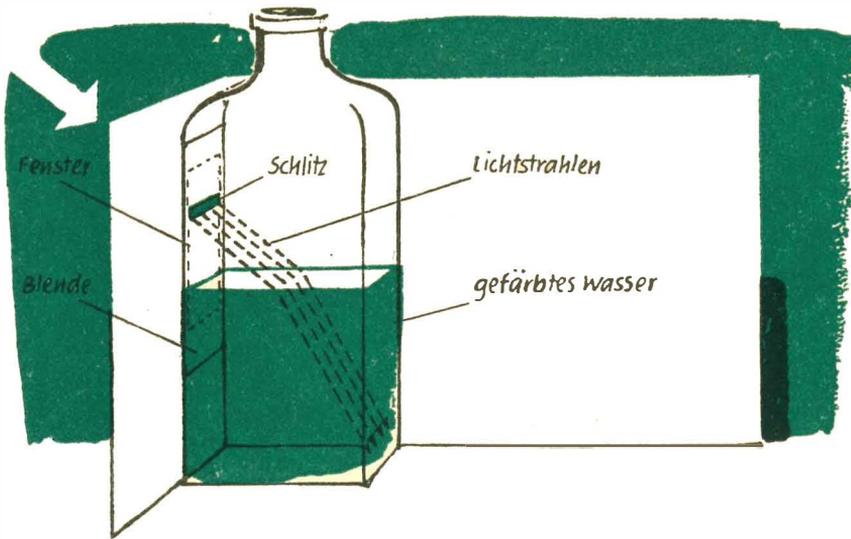
In ein mit Wasser gefülltes Becherglas stellen wir einen Eßlöffel. Blicken wir dann schräg auf die Wasseroberfläche, so können wir beobachten, daß der Löffel an der Wasseroberfläche geknickt ist. Ziehen wir ihn jedoch wieder heraus, so sehen wir, daß der Schein trügt. Die beobachtete Erscheinung wird durch die Brechung des Lichtes im Wasser hervorgerufen.

Jetzt legen wir in die Mitte des Bodens eines nicht sehr hohen metallenen Topfes ein Zehnpfennigstück. Wenn wir schräg über den Rand des Topfes blicken, soll die Münze eben noch zu sehen sein. Dann gehen wir mit dem Auge etwas tiefer, so daß die Münze gerade aus dem Blickfeld verschwindet. Nun gießen wir behutsam Wasser in den Topf.

Beim Eingießen des Wassers erscheint die Münze wieder im Blickfeld. Wir haben den Eindruck, daß das Zehnpfennigstück schweben würde. In Wirklichkeit ist die Münze jedoch auf dem Boden des Topfes liegengeblieben; durch die Brechung der Lichtstrahlen scheint sie gehoben worden zu sein.

Fällt ein Lichtstrahl in einen optisch dichteren Stoff als Luft (zum Beispiel in Wasser oder Glas), so wird er aus seiner Richtung abgelenkt. Wir sagen dazu: Der Lichtstrahl wird gebrochen. Die Lichtbrechung können wir auf einfache Art sichtbar machen.

Eine rechteckige Flasche (zum Beispiel eine „FW 6“-Flasche) wird mit gefärbtem Wasser halb gefüllt. Aus Pappe fertigen wir uns



dann einen Schirm an, der ein Fenster erhält, das so breit ist wie die Schmalseite der Flasche. Aus Zeichenpapier schneiden wir uns eine Blende aus, die das Fenster des Schirms bedeckt. Die Blende erhält einen 1 bis 2 Millimeter breiten Schlitz.

Die Flasche wird nun in die Schirmecke geschoben, mit der Schmalseite zum Fenster des Schirms. Die Blende halten wir zwischen Schirmfenster und Flasche fest.

Nun lassen wir das Licht einer Lampe oder das Sonnenlicht auf die Blende fallen und verschieben die Blende mit dem Schlitz so, daß der durchtretende Lichtstrahl schräg auf die Wasseroberfläche fällt. Dann wird die Blende am Schirm befestigt.

Der Lichtstrahl verläuft bis zum Auftreffen auf die Wasseroberfläche geradlinig, beim Eintritt in das Wasser wird er nach unten gebrochen.

Der Lichtstrahl wird also beim Eintritt in einen optisch-dichteren Stoff, zum Beispiel in Wasser oder Glas, abgelenkt. Diese Eigenschaft nutzt man bei Linsen und Prismen aus.

Wir stellen uns Spiegel selbst her

Wollt ihr euch einen Spiegel herstellen? Das ist gar nicht so schwer! Zunächst müßt ihr eine möglichst fehlerfreie Glasplatte, zum Beispiel eine in heißem Wasser abgewaschene alte Fotoplatte, mit

ACHTUNG



heißem Seifenwasser entfetten, dann mit destilliertem Wasser abspülen. Anschließend reibt ihr sie mit einem sauberen, trockenen Lappen und Spiritus gründlich ab, wobei die Glasplatte mit der Breitseite zwischen den Fingern gehalten wird; auf die zu verspiegelnde Fläche darf man nicht fassen. Je gründlicher die Reinigung erfolgt, um so besser gelingt der Spiegel. Deshalb wird die Platte noch einmal mit destilliertem Wasser abgespült und dann läßt man sie trocknen.

Zum Verspiegeln der Platte werden zwei Lösungen benötigt, die getrennt längere Zeit aufbewahrt werden können.

Lösung 1 stellen wir uns aus 1 Gramm Silbernitrat (Höllensteinstift, in Apotheken erhältlich) und 150 Milliliter destilliertem Wasser her. In die Lösung tropfen wir dann soviel Ammoniumhydroxid (Salmiakgeist), bis sich der entstandene Niederschlag nach dem Umrühren gerade wieder gelöst hat. In einer verschlossenen braunen Flasche wird die Lösung im Dunkeln aufbewahrt. Die Flasche erhält die Aufschrift: „Ammoniakalisches Silbernitrat“.

Die Lösung 2 besteht aus 100 Milliliter destilliertem Wasser und 1 Gramm Traubenzucker.

Beide Lösungen werden getrennt erhitzt. Nachdem wir die gereinigte Glasplatte in eine flache Schale (Fotoschale) gelegt haben, gießen wir von beiden Lösungen gleiche Mengen auf die Platte, bis diese gleichmäßig bedeckt ist.

Nun heben wir die Schale mit beiden Händen an und bewegen sie. Nach kurzer Zeit scheidet sich auf der Platte Silber ab. Wenn 10 Minuten vergangen sind, nehmen wir die Platte aus der Flüssigkeit, wobei wir die Spiegelfläche nicht berühren dürfen. Die Platte wird dann unter einem feinen Wasserstrahl vorsichtig abgespült und muß stehend trocknen.

Am folgenden Tage lackieren wir die Seite der Platte, die am besten versilbert ist, mit farblosem Lack, nach dessen Trocknung noch mit einem dunklen Lack. Die Silberschicht ist jetzt genügend geschützt.

Nun wischen wir die Silberschicht von der anderen Seite der Scheibe mit einem trockenen Lappen ab.

Auf die gleiche Weise lassen sich auch Hohlspiegel aus Uhrgläsern herstellen.

Füllen wir die Lösungen in einen gereinigten Rundkolben, den wir dann im Wasserbad erhitzen, wird der Kolben verspiegelt. Auf diese Weise stellt man übrigens Weihnachtsbaumkugeln her.



Merkwürdiges Spiegel-Allerlei

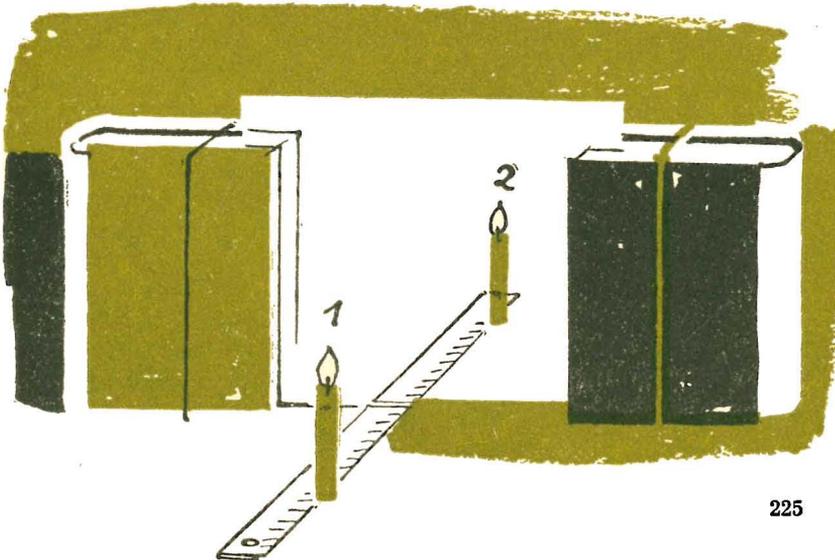
Treten wir an einen Spiegel heran, so tut unser Spiegelbild das Gleiche, es nähert sich dem Spiegel von hinten.

Fassen wir nach dem Spiegelbild, so wird unsere Hand an der Spiegelscheibe aufgehalten. Das Spiegelbild steht also nur scheinbar hinter dem Spiegel. Treten wir nun einen Schritt vom Spiegel zurück, so weicht auch unser Spiegelbild um den gleichen Abstand zurück.

Sollte zwischen dem Abstand eines Gegenstandes vor dem Spiegel und dem Abstand des dazugehörigen Spiegelbildes ein Zusammenhang bestehen? Diese Frage wollen wir untersuchen.

Wir stellen eine saubere Glasscheibe senkrecht auf, etwa zwischen zwei dicken Büchern, die wir mit Gummibändern zusammenhalten. Nach hinten und vorn legen wir je ein Lineal an die Scheibe an. Dann stellen wir eine brennende Kerze an das Lineal, etwa an die Maßzahl 15 Zentimeter.

Da die Glasscheibe einen geringen Teil des Lichtes zurückwirft, sehen wir das Spiegelbild der brennenden Kerze scheinbar hinter der Glasscheibe stehen. Nun suchen wir den scheinbaren Ort des Spiegelbildes. Eine zweite, nicht brennende Kerze, die gleich groß ist wie die brennende, wird so lange längs des zweiten Lineals verschoben, bis sie sich mit dem Spiegelbild deckt. Sie scheint dann ebenfalls zu brennen, da sich das Spiegelbild der brennenden Kerze scheinbar an der gleichen Stelle befindet.



Jetzt lehnen wir an die Rückseite der Scheibe eine Pappe. Das Spiegelbild bleibt erhalten. Also steht das Spiegelbild nur scheinbar hinter der Glasscheibe, und wir werden getäuscht.

Wir entfernen die Pappe wieder und messen die Abstände:

Kerze 1 – Schirm und

Schirm – Kerze 2 (Ort des Spiegelbildes)

Alle Abstände sind gleich groß.

Jetzt verschieben wir Kerze 1 und richten Kerze 2 so ein, daß sich ihr Standort mit dem Spiegelbild deckt. Wir überprüfen die Abstände erneut, sie sind wieder gleich.

Ein vor einem ebenen Spiegel befindlicher Gegenstand wird also in gleicher Größe abgebildet. Dabei befindet sich das Spiegelbild scheinbar in der gleichen Entfernung hinter dem Spiegel wie der Gegenstand vor dem Spiegel. Bemerkenswert ist noch, daß der Spiegel ein seitenverkehrtes Spiegelbild erzeugt. Davon können wir uns leicht überzeugen: Während wir den linken Arm heben, hebt unser Spiegelbild den rechten.

Mehrfache Spiegelbilder kann man mit Spiegeln, die sich gegenüber oder in einem Winkel zueinander stehen, erzeugen.

Zwei größere Spiegel, etwa im Format 160×180 Millimeter, klemmen wir zwischen je zwei dicke Bücher, die mit Gummibändern zusammengehalten werden. Dann stellen wir sie aufrecht in einem Abstand von etwa 20 Zentimetern gegenüber. Legen wir nun einen Gegenstand zwischen die Spiegel und blicken über den Rand des einen Spiegels, so sehen wir mehrfache Spiegelbilder des Gegenstandes.

Besser lassen sich diese mehrfachen Spiegelbilder beobachten, wenn wir in der Mitte des einen Spiegels eine kreisförmige Stelle der Lack- und Spiegelschicht abkratzen. Anstatt über den Rand des Spiegels zu sehen, können wir dann die Bilder besser durch das runde Fenster beobachten.



Wie funktioniert ein Kaleidoskop?

Ein bekanntes Spielzeug, das Kaleidoskop, beruht auf der Zurückwerfung des Lichtes durch Winkelspiegel. In einer Röhre befinden sich mehrere winklig zueinander stehende Spiegel, die in einer durchsichtigen Kapsel eingeschlossen sind und zwischen denen sich eine Anzahl bunter, verschieden geformter Glasstückchen be-

finden. Dreht man die Röhre, so fallen die Glasstückchen durcheinander und bilden neue Gruppen, deren Bild durch die Spiegel vervielfacht wird. So entstehen die vielfältigsten, bunten Muster.

Zwei rechteckige, gleichgroße Taschenspiegel ohne Fassung kleben wir mit einem Ankerplaststreifen an ihren Längsseiten aneinander, so daß sie sich wie die Deckel eines Buches bequem schwenken lassen. Sie werden dann in einem Winkel von 90° auf ein Blatt Zeichenkarton gestellt. Legen wir ein beliebig aufgezeichnetes Muster zwischen die Spiegel, so ergeben sich mehrere Spiegelbilder.

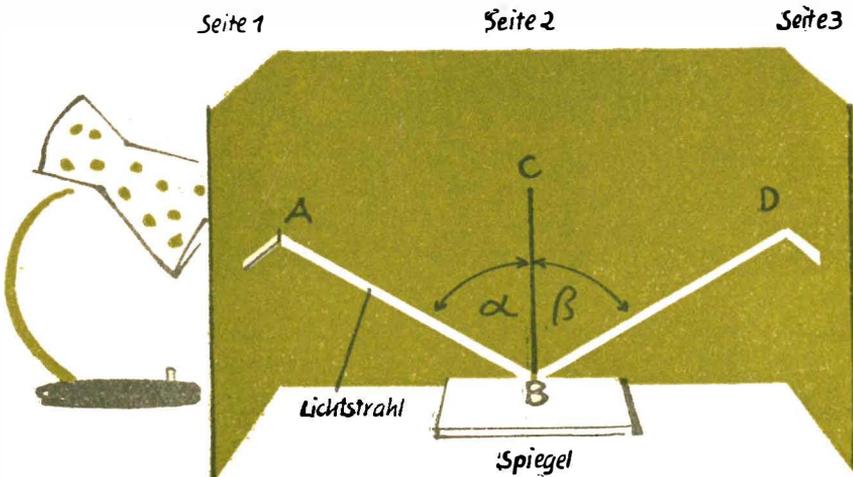
Bei 90° sind es drei Bilder, bei 72° vier und so weiter. Je kleiner der Winkel ist, um so mehr Bilder erblicken wir.

Hintergründige Spiegelei

Wer hat nicht schon das Sonnenlicht mit einem Taschenspiegel abgelenkt und mit dem abgelenkten Lichtstrahl andere Personen ge-neckt! Aber wer weiß auch, warum man Lichtstrahlen ablenken kann?

Zwischen dem auftreffenden und zurückgestrahlten Licht liegen, wenn man sich auf dem Auftreffpunkt ein Lot errichtet denkt, zwei Winkel. Wir wollen uns das einmal genauer ansehen.

Mit Hilfe eines Taschenspiegels, einer Pappe und einer Tischlampe bauen wir zunächst die Versuchsanordnung entsprechend der Zeichnung auf. Fällt dann ein Bündel Lichtstrahlen durch den Spalt



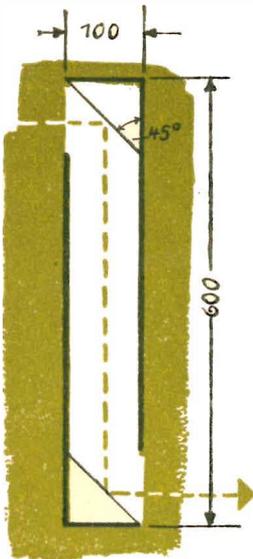


auf Seite 1, so trifft es auf den Spiegel und wird zurückgeworfen. Man sagt: Der Lichtstrahl wird reflektiert.

Auf Seite 2 errichten wir nun das Einfallslot BC, verbinden AB und messen dann den Einfallswinkel α . Dann markieren wir auf Seite 3 den Auftreffpunkt D des reflektierten Strahls, verbinden BD und messen den Reflexionswinkel β . Beide, α und β , sind gleich groß.

Mag die Gleichheit der Winkel auch für einen anders einfallenden Strahl gelten, oder war unsere Entdeckung nur Zufall? Zunächst kleben wir den Spalt zu. Etwas höher schneiden wir einen neuen waagerechten Spalt ein und richten auch die Lichtquelle neu ein. Der nun einfallende Strahl soll den Spiegel abermals treffen. Messen wir die neuen Winkel: Einfallswinkel (α), Reflexionswinkel (β), sehen wir, daß sie wieder gleich groß sind.

Am ebenen Spiegel entspricht der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel.



Ein stiller Beobachter

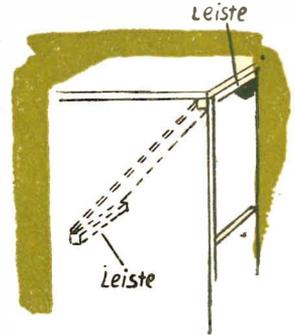
Mit einem Grabenspiegel kann man Beobachtungen anstellen, ohne selbst gesehen zu werden. Wollen wir einen solchen Spiegel bauen?

Zunächst müssen wir uns die in der Zeichnung angegebene 60 Zentimeter lange Holzröhre anfertigen. Die quadratischen Fenster oben und unten haben eine Kantenlänge von 100 Millimetern. Vom Glaser lassen wir uns zwei Spiegel schneiden, die etwa 130 Millimeter lang und 90 Millimeter breit sind. Sie werden mit einer Neigung von 45° an den Enden der Röhre so angebracht, daß sich die Innen-



seiten (spiegelnde Flächen) gegenüberstehen. Die Befestigung der Spiegel erfolgt durch vorgeleimte Leisten.

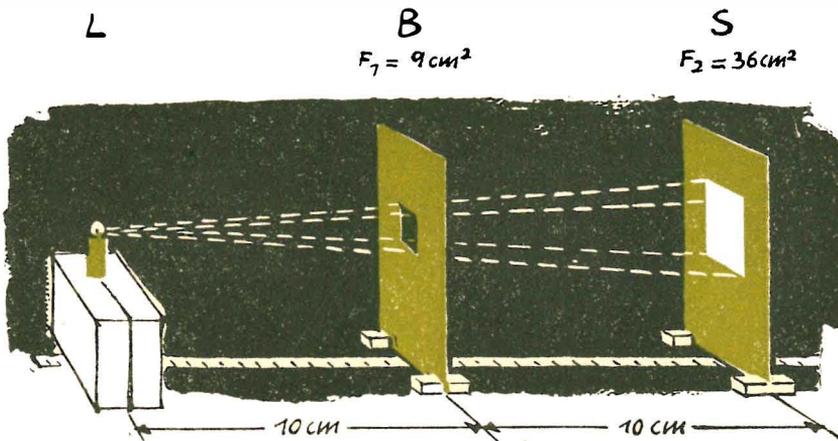
Halten wir die Röhre aus einer Vertiefung, etwa einem Graben oder einem Fenster mit der vorderen Öffnung heraus, so können wir die Umgebung gut übersehen, ohne daß wir selbst wahrgenommen werden. Das obere Ende unseres Grabenspiegels kann natürlich auch noch entsprechend getarnt werden.



Gutes Licht am Arbeitsplatz!

Wie wichtig eine ausreichende und nicht zu weit entfernte Lichtquelle für die Beleuchtung des Arbeitsplatzes ist, zeigt der folgende Versuch:

Die Versuchsanordnung ist aus der Zeichnung ersichtlich. In die Pappe B schneiden wir etwa in der Mitte mit dem Federmesser ein quadratisches Fenster von 3 Zentimeter Kantenlänge. Damit Kerze



und Fenster in gleicher Höhe liegen, stellen wir die Kerze auf eine Zigarrenkiste, schieben sie an die Pappe heran, markieren die Dochthöhe und schneiden hier das Fenster aus.

Der Versuch wird im abgedunkelten Raum durchgeführt. Da die Kerze ein möglichst punktförmiges Licht geben soll, schneiden wir den Docht ganz kurz. Nun zünden wir die Kerze an und erhalten auf der Pappe S, die als Schirm dient, eine quadratische, beleuchtete Fläche. Zunächst bestimmen wir die Kantenlänge, sie beträgt bei

genauem Arbeiten 6 Zentimeter. Die beleuchtete Fläche ist also 36 Quadratzentimeter groß.

Nun erhöhen wir den Abstand BS auf 20 Zentimeter und messen die Kantenlänge des beleuchteten Feldes erneut auf dem Schirm S. Sie beträgt 9 Zentimeter, und die Fläche somit 81 Quadratzentimeter.

Vergleichen wir die Helligkeit der Flächen in beiden Versuchen, so stellen wir fest, daß sie mit der Entfernung merklich abgenommen hat. Also überprüfen wir einmal die Zahlen:

	LB	LS	F 1	F 2
1.	10 Zentimeter	20 Zentimeter	9 Quadratzen- timeter	36 Quadratzen- timeter
2.	10 Zentimeter	30 Zentimeter	9 Quadratzen- timeter	81 Quadratzen- timeter

Beim ersten Versuch war die Entfernung LS doppelt so groß wie LB, die beleuchtete Fläche F 2 wird aber viermal so groß wie die Fläche F 1. Also betrug die Beleuchtungsstärke auch nur noch den vierten Teil.

Daraus ergibt sich, daß durch eine Verdopplung des Lampenabstandes zwar eine viermal so große Fläche beleuchtet wird, die Helligkeit aber nur noch den vierten Teil beträgt.

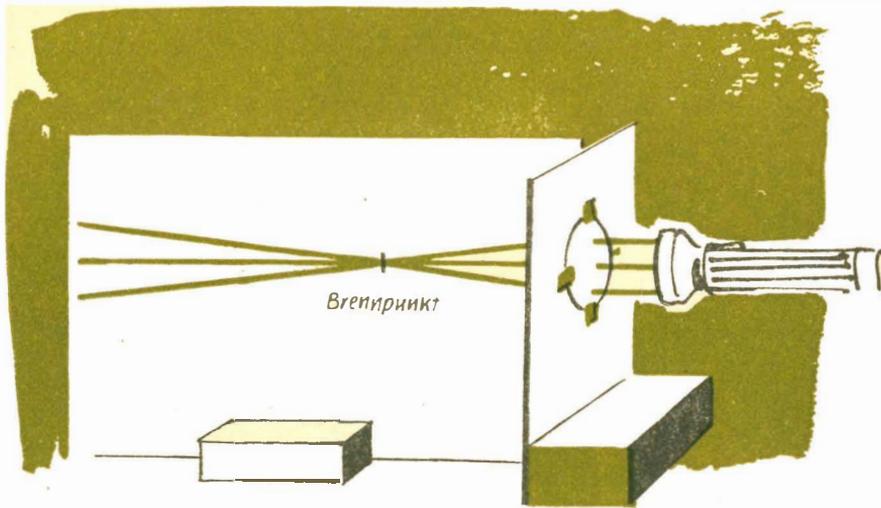
Im zweiten Versuch verdreifachte sich der Lampenabstand LS, aber die beleuchtete Fläche wuchs auf das Neunfache an, und die Helligkeit betrug nur noch den neunten Teil.

Bei Schreib-, Näh- und anderen Arbeiten sollten wir deshalb, um unsere Augen zu schonen, stets für eine gute und nicht zu weit entfernte Beleuchtung sorgen.

Sammellinsen erzeugen Bilder

In allen optischen Geräten, in Ferngläsern, Fotoapparaten, Fernrohren, Theatergläsern, auch bei Brillen, werden Linsen in mehrfachen Kombinationen verwendet. Sie bestehen aus einem durchsichtigen Stoff (Glas, Steinsalz, Quarz) und brechen durchfallende Lichtstrahlen, indem sie parallel einfallende Lichtstrahlen in einem Punkt zusammenlaufen lassen.

Wir wollen nun untersuchen, wie sich ein Lichtstrahl verhält, wenn er durch eine Linse tritt, und zwar wollen wir das anhand einer Sammellinse erkennen.



Für unsere Versuche benutzen wir eine Sammellinse, zum Beispiel eine Lupe. Sie ist am Rand dünner als in der Mitte und vergrößert Bilder oder Gegenstände.

Für die Sammellinse brauchen wir einen Rahmen. Er wird wie folgt hergestellt: Die Linse wird auf ein Stück starke Pappe (120 Millimeter lang und 80 Millimeter breit) etwas oberhalb des Mittelpunktes aufgelegt und markiert. Dann ziehen wir mit dem Zirkel einen etwas kleineren, dazu konzentrisch liegenden Kreis und schneiden ihn mit der Laubsäge aus. Nun wird die Linse aufgelegt und mit kleinen Stücken Ankerplast angeheftet.

Als optische Scheibe (Schirm) dient eine in ein dickes Buch geklemmte längliche Papptafel.

Lichtquelle ist unsere Stabtaschenlampe. Um mit ihr drei möglichst parallele Strahlen erzeugen zu können, kleben wir vorn auf die Lampe eine Blende aus schwarzem Papier, in die hintereinander drei zwei bis drei Millimeter lange schmale Spalte geschnitten werden, deren mittelster genau in der Mitte der Blende liegen soll. Nun lassen wir die drei Strahlen so durch die Linse fallen, daß sie die an die Linsenmitte herangeschobene optische Scheibe streifen.

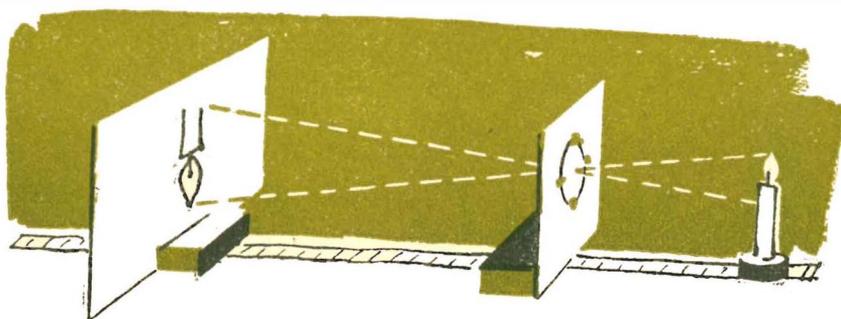
Sie zeigen eine große Richtungsänderung. Alle ehemals parallel eingefallenen Lichtstrahlen werden nach dem Durchgang durch die Sammellinse zu einem Punkt hin gebrochen. Wir nennen ihn den Brennpunkt. Der Abstand des Brennpunktes vom Linsenmittelpunkt heißt Brennweite.



Wir wollen nun durch Ausmessen des Abstandes Linsenmitte – Brennpunkt die Brennweite bestimmen.

Wir lassen nun vergrößerte Bilder entstehen.

Auf den Tisch legen wir ein Schneiderbandmaß aus. Darauf stellen wir, wie in der Zeichnung angegeben, drei Geräte, die brennende Kerze, die Linse mit dem Rahmen und die optische Scheibe.



Das Zimmer ist dabei zu verdunkeln. Kerze und Schirm müssen abwechselnd so lange hin- und hergeschoben werden, bis auf der Scheibe ein vergrößertes, umgekehrtes Bild der Kerze zu sehen ist.

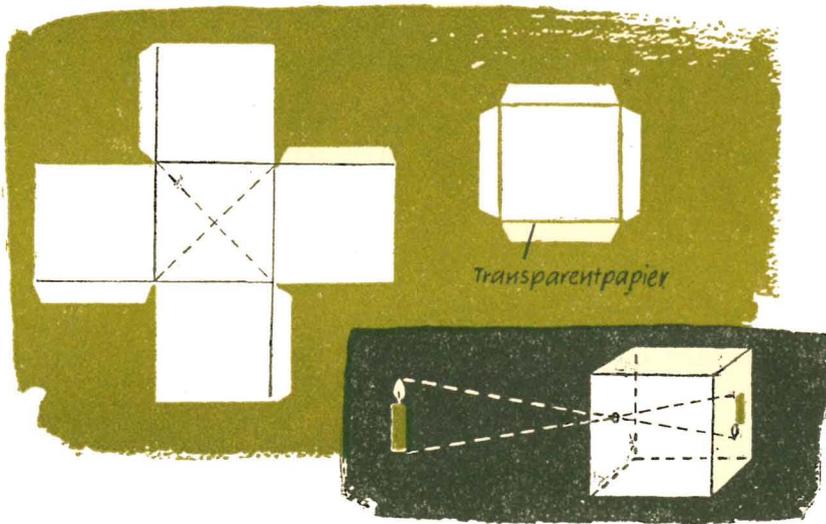
Bildwerfer und Filmvorführgeräte arbeiten nach dem gleichen Prinzip, alle Bilder oder Filme müssen umgekehrt in sie eingelegt werden, damit sie auf der Leinwand aufrecht erscheinen.

Wir bauen eine Lochkamera

Aus Pappe, Papier und etwas Klebstoff wollen wir uns eine einfache Lochkamera bauen.

Zunächst zeichnen wir das Netz eines Würfels von 11 Zentimeter Kantenlänge auf einen Karton, schneiden es aus, kleben es zusammen, lassen aber die sechste Seite offen, denn sie wird mit Transparentpapier (Pergamentpapier) beklebt. Sie stellt die Mattscheibe dar.

Nun erhält die der Mattscheibe gegenüberliegende Seite genau im Mittelpunkt eine scharfkantige Öffnung von 0,3 Millimeter Durchmesser. Wir finden den genauen Mittelpunkt als Kreuzungspunkt der beiden Diagonalen; mit einer glühenden Nadel brennen wir dort das Loch ein. Die Lochkamera ist fertig.



Halten wir sie gegen das Fenster, so finden wir infolge der geradlinigen Ausbreitung der Lichtstrahlen auf der Mattscheibe ein verkleinertes, umgekehrtes Bild. Es wird klarer, wenn wir Auge und Mattscheibe durch Überlegen eines dunklen Tuches abdunkeln.

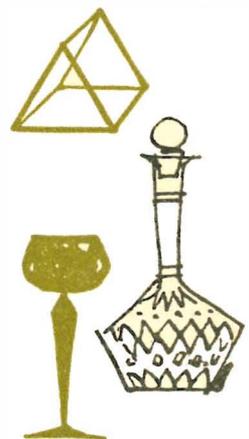
Wir zerlegen das weiße Licht

Die prächtigen Farben des Regenbogens entstehen durch Zerlegung des weißen Lichts. Die gleiche Erscheinung läßt sich beobachten, wenn wir vor einem Springbrunnen stehen und die Sonnenstrahlen über unseren Rücken hinweg auf die Wasserfontäne fallen.

Mit Hilfe eines Prismas (das ist ein keilförmiger Körper aus lichtdurchlässigem und lichtbrechendem Material) könnten wir auch selbst aus dem weißen Licht ein Farbband (Spektrum) erzeugen, wir würden dann 6 Hauptfarben (Spektralfarben) unterscheiden: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett.

Weißes Licht wird also beim Durchgang durch ein Prisma in seine Spektralfarben zerlegt.

Aber auch ohne Prisma können wir die Spektralfarben erkennen, denn geschliffene Glasgefäße, Weingläser, Karaffen usw., bei denen



die geschliffenen Flächen in einem spitzen Winkel aufeinandertreffen, erzeugen die Spektralfarben bereits beim Durchblicken schräg gegen das Sonnenlicht. Stellen wir ein solches geschliffenes, mit Wasser gefülltes Glas in das Sonnenlicht, können wir dahinter auf einem weißen Papierschirm das feine Spektrum auffangen.

Die Summe aller Farben ergibt Weiß

Wir haben das weiße Licht in seine Spektralfarben zerlegt. Infolgedessen muß also die Vereinigung der sechs Hauptfarben wieder Weiß ergeben.

Zunächst zeichnen wir auf möglichst weißes Zeichenpapier einen Kreis mit einem Durchmesser von 12 bis 14 Zentimetern. Wir teilen ihn in sechs Teile und malen die Kreisausschnitte mit farbiger Tusche aus. Die Verteilung der Farbanteile im Spektrum ist auf dem Einband dieses Buches angegeben und muß eingehalten werden!

Ein zweiter Kreis gleicher Größe wird aus starker Pappe ausgeschnitten und nach dem Trocknen mit der Farbscheibe verleimt. Nun brauchen wir einen runden Stock, der unten angespitzt wird.

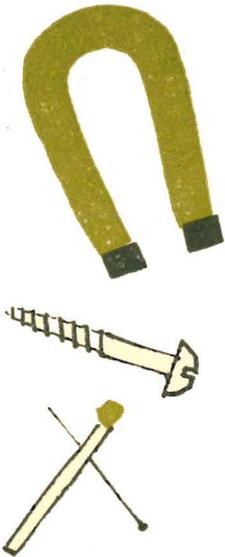
Die Pappe schneiden wir in der Mitte kreuzweise leicht ein und stecken den Stock etwa bis zur Hälfte hindurch. Unser Farbkreis ist damit fertig. Wenn wir ihn in Drehung versetzen, erscheint die farbige Pappscheibe in einem Grauweiß. Das Auge kann die sich drehenden Farbsegmente nicht mehr voneinander unterscheiden, die Farben verschmelzen miteinander und ergeben in ihrer Gesamtheit Weiß.



WIR UNTERSUCHEN WIRKUNGEN
DES MAGNETISMUS
UND DES ELEKTRISCHEN STROMS

XI

Magnete – selbst hergestellt



Zu Boden gefallene Nähnadeln, stählerne Stecknadeln, eiserne Nägel und Schrauben kann man mit Hilfe eines Magneten leicht wieder aufsammeln.

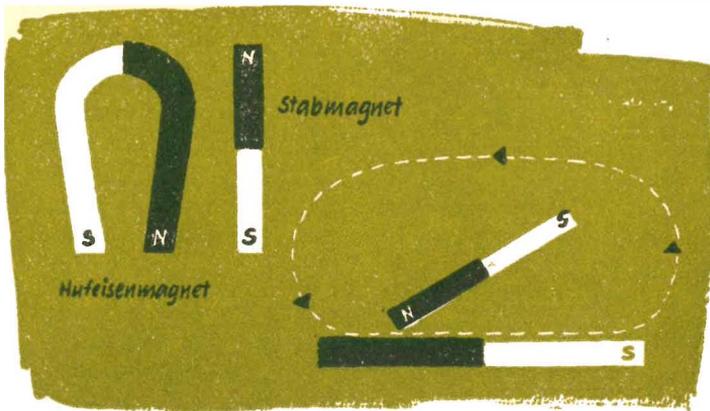
Ein Magnet besteht aus Stahl, davon können wir uns überzeugen, indem wir versuchen, ihn mit einer Feile anzuritzen.

Was stellen wir fest, wenn wir einen Magneten auf eiserne Nägel, Schrauben, stählerne Schreibfedern, Stricknadeln, Nähnadeln und Stecknadeln, Schlüssel aus Eisen und Aluminium, Löffel aus Leichtmetall, ein Streichholz, ein Stück Papier oder Pappe, eine Glasscherbe oder einen Radiergummi einwirken lassen?

Ein Magnet ist ein stählerner Körper, meist von Hufeisen- oder Stabform, der andere Eisenkörper anzieht. Diese Eigenschaft des Magneten nennt man Magnetismus.

Vor 2000 Jahren kannten die Griechen bereits natürliche Magnete. Sie hatten entdeckt, daß ein bestimmtes Eisenerz die Fähigkeit besitzt, Eisenstücke anzuziehen und festzuhalten. Nach dem Fundort Magnesia (Kleinasien) wurde jenes Eisenerz Magneteisenstein genannt. Wie können wir selbst Magnete herstellen?

Jedes Eisenstück läßt sich magnetisch machen, indem wir das eine Ende eines Dauermagneten immer wieder in derselben Richtung über das Eisenstück hinwegführen. Dabei braucht das Eisenstück nicht berührt zu werden; wichtig ist nur, daß der Dauermagnet stets in derselben Richtung auf das Eisenstück einwirkt.



Auf diese Weise können wir zum Beispiel eine stählerne Stricknadel magnetisch machen. Was zeigt sich, nachdem wir die magnetisierte Stricknadel in Eisenfeilspänen gewälzt haben? Die meisten Eisenfeilspäne haften an den Enden der Stricknadel. Diese Enden nennt man Pole. Jeder Magnet besitzt zwei Pole.

Nun hängen wir die magnetisierte Stricknadel frei beweglich an einem Faden auf, so daß sie sich drehen kann. In welcher Richtung kommt die Nadel zur Ruhe?

Das eine Ende eines Dauermagneten führen wir wiederholt in derselben Richtung über eine Rasierklinge. Dann füllen wir einen Suppenteller mit Wasser und legen die Klinge vorsichtig auf die Wasseroberfläche. Infolge der Oberflächenspannung des Wassers schwimmt sie und stellt sich dabei in die Nord-Süd-Richtung ein. Die magnetisierte Stricknadel und die magnetisierte Rasierklinge wirken wie Magnetnadeln.

In jedem Kompaß ist eine Magnetnadel eingebaut. Sie stellt einen leichten, frei beweglich aufgehängten Stabmagneten dar.

Wir haben festgestellt: Eine frei bewegliche Magnetnadel stellt sich stets in die Nord-Süd-Richtung ein. Dabei zeigt ein Teil immer nach Norden, der andere immer nach Süden. Den nach Norden zeigenden Pol nennen wir Nordpol, den entgegengesetzten Südpol.

Was geschieht, wenn wir den Nordpol eines Magneten einem eiserne Nagel nähern? Was geschieht beim Annähern des Südpols? Unmagnetisches Eisen wird von jedem Magnetpol angezogen!

Nun legen wir einen Wanderkompaß auf den Tisch. Die blaue Nadelhälfte zeigt nach Norden. Was geschieht, wenn wir dem Nordpol der Nadel den Nordpol der magnetischen Stricknadel nähern



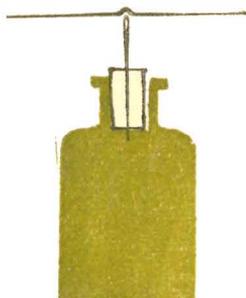
und dann den Südpol? Wir sehen, daß gleichnamige Pole einander abstoßen und ungleichnamige einander anziehen.

Wie weit mag die Wirkung eines Magneten reichen?

Aus Holz oder einer Flasche bauen wir einen Magnetnadelträger; die Magnetnadel wird auf eine in den Stopfen oder das Holz geschlagene Nähnadel aufgesetzt. Die Nadel stellt sich dann in die Nord-Süd-Richtung ein, da sie vom Magnetfeld der Erde beeinflußt wird.

Nähern wir der Nadel jedoch aus größerer Entfernung einen Dauermagneten, indem wir ihn in Ost-West-Richtung langsam heranschieben, so dreht sich die Magnetnadel bei einem bestimmten Abstand zunächst kaum, dann immer stärker – bis die Kraft des Magneten so groß ist, so daß die Nadel völlig aus ihrer Richtung abgelenkt wird.

Der Wirkungsbereich eines Magneten richtet sich nach der Größe seiner magnetischen Kraft.

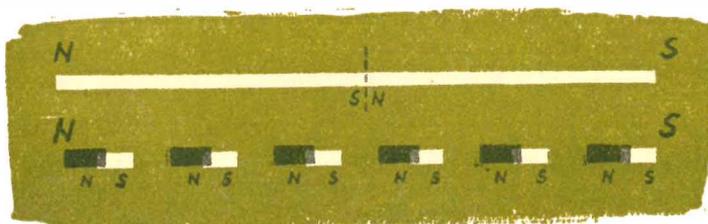


Die zerbrochene Stricknadel

Die beiden Enden einer magnetischen Stricknadel werden in Eisenfeilspäne getaucht. Dazu kneifen wir die Nadel mit einer Zange in der Mitte durch.

Was geschieht, wenn wir die beiden Hälften erneut in Eisenfeilspäne tauchen? Sie bleiben an allen Enden hängen. Untersuchen wir mit dem Kompaß die Hälfte der zerbrochenen Stricknadel, die den Nordpol der unzerbrochenen enthält, so zeigt sich, daß es sich bei dem an der Bruchstelle entstandenen Pol um einen Südpol handelt. Der neu entstandene Pol an der zweiten Hälfte der Stricknadel erweist sich als Nordpol.

Wir können die magnetische Stricknadel in weitere Teilstücke zerlegen. Dabei entstehen stets wieder Magnete mit Nord- und Südpol.



Geheimnisvolle Linien

Einen Stabmagneten (magnetische Stricknadel) oder einen Hufeisenmagneten bedecken wir mit einem Blatt Papier oder einer Glasscheibe und streuen dünn Eisenfeilspäne darauf. Was ist zu beobachten, wenn wir mit einem Bleistift vorsichtig gegen das Papier oder die Scheibe klopfen? Die Eisenfeilspäne ordnen sich zu feinen Linien, die an den Polen beginnen und hauptsächlich dort enden. Eine über die Eisenfeilspäne gehaltene Magnetnadel stellt sich in die Richtung dieser Linien ein.

Wir sehen, daß der Wirkungsbereich des Magneten von einem Kraftfeld, dem magnetischen Feld, umgeben ist. Jedes Eisenteil-



Magnetische Feldlinien des Stab- und Hufeisenmagneten

chen verhält sich dabei wie eine winzige Magnetnadel und stellt sich in die Richtung der größten Kraftwirkung ein. Dabei ergibt die Gesamtheit aller ausgerichteten Eisenteilchen die Hauptrichtung der Kraft, die sogenannten Feldlinien. Die magnetischen Feldlinien verlaufen vom Nordpol zum Südpol.

Unsere Erde – ein großer Magnet

Wie kommt es, daß die Magnetnadel eines Kompasses stets in dieselbe Richtung weist?

Von der Erde wird eine Kraft auf die Magnetnadel ausgeübt, denn die Erde stellt einen großen Magneten dar, der von einem riesigen

Magnetfeld umgeben ist. Zwischen den beiden Polen verlaufen die magnetischen Feldlinien.

Da sich unsere Kompaßnadel in die Nord-Süd-Richtung einstellt, müssen die Feldlinien in dieser Richtung verlaufen; die beiden magnetischen Pole müssen im Norden und Süden liegen. Allerdings gleichen die magnetischen Pole der Erde nicht den geographischen. Die Spitze (Nordpol) der Kompaßnadel zeigt in Richtung geographischer Nordpol, also muß dort der magnetische Südpol liegen und umgekehrt. Warum? Nur ungleichnamige Pole ziehen sich an!

Die Magnetnadel zeigt nach den magnetischen Polen der Erde, die sich mit den geographischen nicht decken. Der magnetische Südpol liegt in der Nähe des geographischen Nordpols, der magnetische Nordpol in der Nähe des geographischen Südpols. Dadurch ergibt sich eine geringe Abweichung (Mißweisung oder Deklination) der Kompaßnadel von der geographischen Nord-Süd-Richtung.

Beim Kompaß dreht sich die Magnetnadel über einer Skala, der Windrose.

Auf der Windrose ist neben N (Norden) ein Pfeil eingezeichnet, der eine mittlere Abweichung angibt. Zeigt die Magnetnadel auf diesen Pfeil, so geben die eingezeichneten Buchstaben die Himmelsrichtungen an.



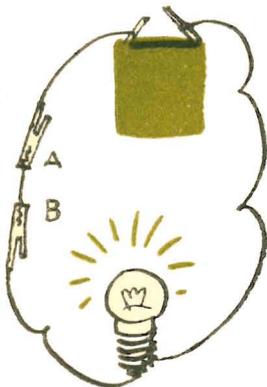
Leiter und Nichtleiter

Wir wollen nun einige Wirkungen des elektrischen Stroms untersuchen.

Aus einer Glühlampe (4,5 Volt), einer Taschenlampenbatterie und zwei Drähten stellen wir einen Stromkreis her, der in zwei Krokodilklemmen endet. An den Klemmen A und B ist der Stromkreis zunächst noch unterbrochen. Dann überbrücken wir A und B nacheinander mit folgenden Stoffen: mit einem Kupferdraht, mit einem Nagel, mit einem Aluminiumtopf. Die Lampe leuchtet jedesmal auf. Wir erkennen: Alle Metalle leiten den Strom.

Nun setzen wir die Untersuchung fort, indem wir A und B nacheinander mit einer Pappe, einem Glas, einem Stück Hartgummi, einem Bindfaden oder Baumwollfaden, einer Porzellanuntertasse und mit Holz überbrücken. Die Lampe leuchtet nicht auf.

Die letztgenannten Stoffe gelten als Nichtleiter, als Isolatoren. Ein flüssiger Isolator ist das Öl.





Während sich die Elektrizitätsteilchen, aus denen der elektrische Strom besteht, in einem Leiter frei bewegen können, findet in einem Nichtleiter keine Bewegung dieser Teilchen statt.

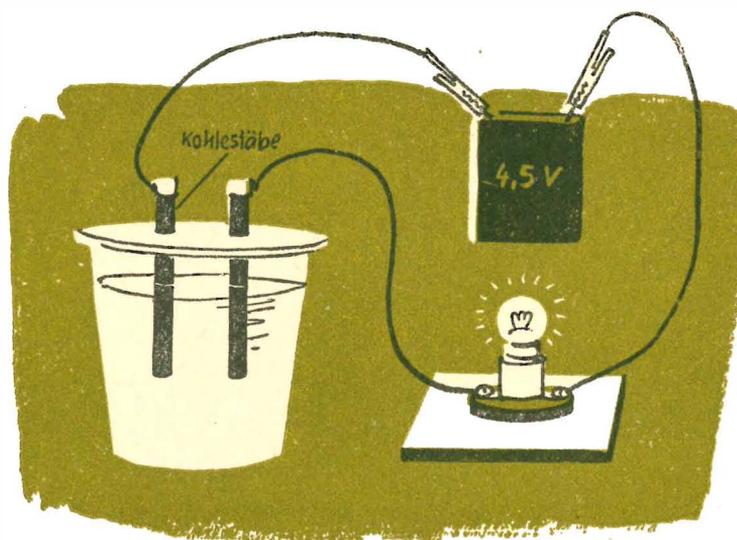
In der Elektrotechnik werden Leiter und Nichtleiter angewandt. Die Leiter ermöglichen den Transport des elektrischen Stroms, während Nichtleiter als Isolatoren dafür sorgen, daß die Elektrizitätsteilchen in den vorbestimmten Leitungsbahnen fließen und nicht ungehindert abfließen können.

Der elektrische Strom geht baden

Feste Stoffe haben wir bereits auf ihre Leitfähigkeit hin untersucht. Wie steht es aber mit Flüssigkeiten?

Zunächst müssen wir einen Leitfähigkeitsprüfer aus zwei Kohleelektroden einer alten Taschenlampenbatterie bauen.

An die Messingkappen wird je ein Klingeldraht von etwa 150 Millimeter Länge gelötet. Das andere Ende des ersten Drahtes befestigen wir an einem Pol einer Flachbatterie, das Ende des zweiten Drahtes schrauben wir an eine Glühlampenfassung, die auf ein Brett geschraubt wurde. Dann verbinden wir einen dritten Draht mit der Fassung und dem anderen Pol der Batterie. Die Fassung erhält eine 4,5-Volt-Lampe.



Nun bohren wir in einen Bierdeckel oder ein entsprechendes Brettchen in 30 Millimeter Abstand zwei Löcher von je 5 Millimeter Durchmesser. Eine der beiden Kohleelektroden wird dann durch eine Bohrung gesteckt. Berühren wir mit ihr die andere Elektrode, dann leuchtet das Kontrollämpchen auf. Leuchtet es nicht auf, dann ist entweder die Batterie verbraucht oder der Stromkreis irgendwo unterbrochen. Nun stecken wir die zweite Kohleelektrode durch die noch offene Bohrung des Deckels.

Mit diesem Leitfähigkeitsprüfer können wir feststellen, ob eine Flüssigkeit Strom leitet.

Wir füllen ein Trinkglas mit destilliertem Wasser und setzen den Deckel mit den Elektroden darauf. Da die Glühlampe nicht leuchtet, leitet Wasser also keinen Strom. (Hier muß allerdings bemerkt werden, daß Leitungswasser, in dem ja in geringen Mengen Mineral-salze gelöst sind, bei größeren Spannungen sehr wohl den Strom leitet. Wir dürfen deshalb niemals mit feuchten Händen Leitungen oder Stecker anfassen. Zwischen den blanken Teilen eines Steckers oder einer Leitung und dem menschlichen Körper schafft das Wasser eine leitende Brücke, die uns den Tod bringen kann!) Wir werfen einige Kochsalzkristalle in das Wasser und rühren mit dem Glasstab um. Nun leuchtet die Prüflampe schwach. Bei Zusatz von weiterem Kochsalz leuchtet sie heller.

Die Lösung leitet nun den elektrischen Strom.

Wir können jetzt verschiedene Flüssigkeiten und Lösungen auf ihre Leitfähigkeit hin untersuchen. Die Versuchsergebnisse halten wir in einer Tabelle fest, die wir nach folgendem Muster aufstellen:

Leitfähigkeitsprüfung

<i>Elektr. Strom leiten</i>	<i>Elektr. Strom leiten nicht</i>
Leitungswasser	destilliertes Wasser
Kochsalzlösung	

Für unsere Untersuchungen eignen sich: Salzlösungen, verdünnte Säuren, Spiritus, Zuckerlösung, Benzin, verdünnte Laugen, Traubenzuckerlösung. Wir dürfen nicht vergessen, nach jeder Untersuchung Elektroden und Glas sorgfältig dann mit Leitungswasser und destilliertem Wasser zu spülen!



Wir verkupfern einen Schlüssel

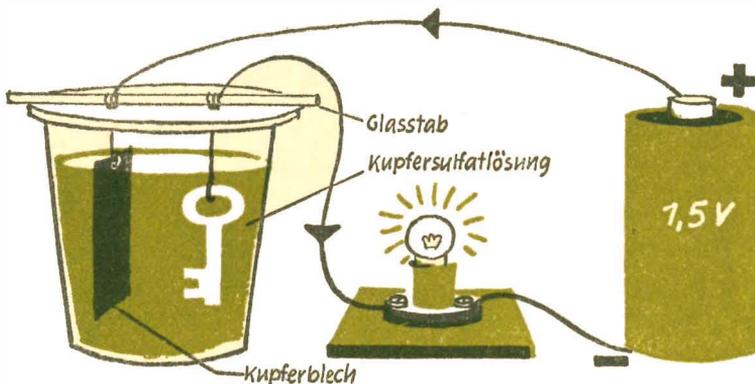
Wir halten einen Eisenschlüssel mit der Zange in die Flamme. Dabei entsteht Eisenoxid, das wir entfernen, indem der Schlüssel noch heiß in verdünnte Schwefelsäure getaucht wird. Danach tauchen wir ihn noch in verdünnte Natronlauge oder Sodalösung und spülen ihn dann mit destilliertem Wasser ab.

Nun wird der Schlüssel an einen Kupferdraht gebunden.

In einem Glas lösen wir 10 Gramm Kupfersulfat (giftig!) und hängen den Schlüssel in die Lösung, indem wir den Draht um einen Glasstab wickeln. Nach einer Viertelstunde ist der Schlüssel von einer schwammigen Kupferschicht überzogen, während die ursprünglich blaue Lösung nun grün aussieht. Sie enthält jetzt Eisensulfat.

Der Kupferüberzug haftet nicht fest auf dem eisernen Schlüssel. Wollen wir ihn besser verkupfern, dann müssen wir ihn elektrochemisch behandeln. Die Kupferschicht haftet nämlich um so besser, je langsamer sie entsteht.

Wir stellen uns zunächst wieder eine Kupfersulfatlösung her und reinigen einen anderen eisernen Schlüssel wie oben beschrieben. Außerdem brauchen wir für diesen Versuch noch ein Stück Kupferblech oder einen dicken Kupferdraht, eine Monozelle (dicke, runde Taschenlampenbatterie), eine 2,5-Volt-Lampe mit Fassung sowie drei Verbindungsdrähte (Klingeldraht). Die Anordnung der Experimentiereinrichtung zeigt die Zeichnung. Wir müssen bei diesem Experiment darauf achten, daß wir den Schlüssel über die Glühlampe mit der Messingkappe verbinden, während wir das Kupferblech mit dem Zinkbecher verbinden.



Nach 10 bis 15 Minuten hat sich auf dem Schlüssel eine Kupferschicht abgeschieden.

Mit Hilfe solcher elektrochemischen Methoden gewinnt man Aluminium, stellt man Chromteile, Schallplatten, Druckplatten und vieles andere her.

Gift im Kochsalz?

Mit Kochsalz haben wir schon oft experimentiert. Jetzt wollen wir aus diesem zum Würzen von Speisen benutzten, bestimmt nicht giftigen Stoff ein giftiges Gas herstellen. Es handelt sich dabei wieder um einen elektrochemischen Vorgang.

Als Stromquelle eignet sich eine Flachbatterie. Der Versuchsaufbau ist der gleiche wie im vorletzten Versuch. Das Glas wird mit Kochsalzlösung gefüllt und mit dem Deckel, der die beiden Kohleelektroden trägt, bedeckt.

Nach einigen Minuten heben wir den Deckel an und riechen sehr vorsichtig. Über der Lösung ist ein stechender Geruch wahrzunehmen. Er geht von dem Giftgas Chlor aus, das bei der elektrochemischen Zerlegung (Elektrolyse) der Kochsalzlösung entstanden ist. Haben wir eine größere Menge Chlor erzeugt, dann erkennen wir dieses Gas auch an seiner gelbgrünen Färbung, besonders dann, wenn wir ein weißes Blatt Papier hinter das Glas halten. Chlor bleicht auch Lackmuspapier.

Bei der Elektrolyse des Natriumchlorids (Kochsalzes) entstehen also Chlorgas – und was noch? Was ergibt die Prüfung der übriggebliebenen Lösung durch Phenolphthalein?

Wir haben Natronlauge vor uns.

Das benutzte Gefäß muß gut ausgewaschen werden!



Elektrizität aus der Retorte

Wer hat schon einmal eine ausgediente Taschenlampenbatterie zerlegt? Reißen wir einmal die äußere Umhüllung aus Pappe auf! Wir finden darin drei Zinkbecher. Einen solchen Zinkbecher wollen wir uns nun genauer ansehen.

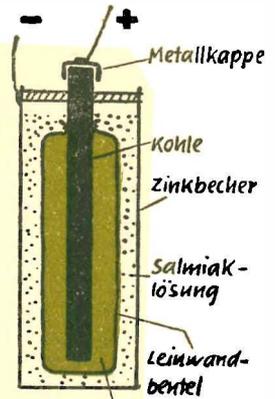
Wir entfernen die schwarze Verschlußmasse und schneiden den Becher der Länge nach auf. Was finden wir dort alles? Zunächst

einen Kohlestab, der von einem Beutel und einem schwarzen Pulver umgeben ist. Zwischen dem Zink und dem Kohlestab finden wir Sägespäne, die mit Salmiaklösung getränkt sind.

Sollte es uns nicht gelingen, ein solches Kohle-Zink-Element selbst herzustellen? Wir lösen einen Kohlestab aus einer alten Taschenlampenbatterie heraus und reinigen ihn und einen Zinkstreifen gut mit Sand und Seifenlösung. Ordentlich nachspülen!

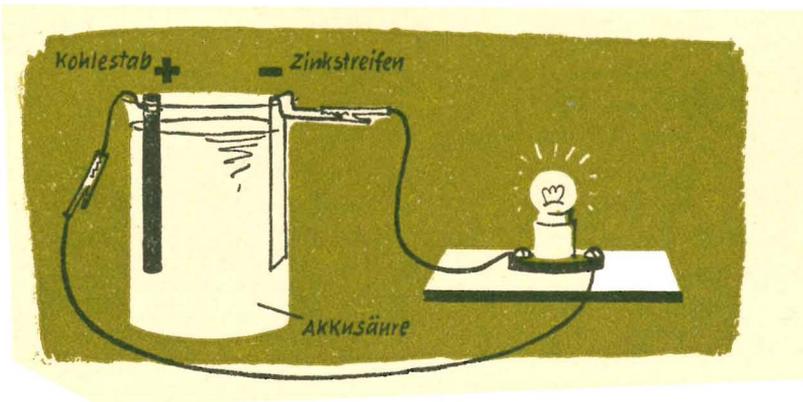
Dann kaufen wir Akkusäure in der Drogerie.

Um den Kohlestab werden jetzt einige Lagen blanker Draht gewickelt, dann hängen wir ihn so in ein Becherglas mit Akkusäure, daß sich Kohlestab und Zinkstreifen gegenüberstehen. Eine 2,5-Volt-Lampe kann nun an die beiden Elektroden, so nennt man die Anschlüsse, angeschlossen werden. Die Lampe leuchtet, wenn auch nicht sehr hell. Das „chemische Elektrizitätswerk“ ist fertig.



Braunstein-Graphitmasse

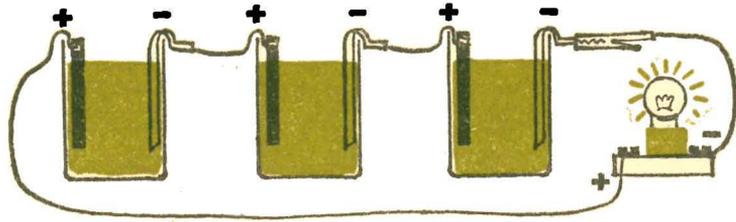
Schnitt durch ein Element einer Taschenlampenbatterie



Unsere 2,5-Volt-Lampe brannte mit dem Kohle-Zink-Element nicht hell genug. Die Spannung war zu gering. Wie kann man sie erhöhen? Sehen wir uns die auseinandergenommene Taschenlampenbatterie noch einmal an! Sie enthält drei Elemente. Da jedes eine Spannung von 1,5 Volt besitzt, ergibt sich durch Zusammenschalten der drei Elemente eine Batterie mit einer Spannung von 4,5 Volt.

Auf welche Weise mögen diese drei Elemente verbunden sein? Das wollen wir uns an der Batterie selbst ansehen.

Die Kohlestäbe sind jeweils mit dem Zinkbecher des nächsten Elements verbunden. Die Blechstreifen für die beiden Außenanschlüsse der Batterie sind an dem Kohlestab und einem Zinkmantel angeschlossen. Wir können dies auch mit drei selbstgebauten Kohle-Zink-Elementen nachbilden. Der Aufbau erfolgt nach der Zeich-



nung. Kohle und Zink werden jetzt zwischen zwei Elementen verbunden. Wir erhalten eine Spannung von etwa 4,5 Volt und überprüfen mit einer Glühlampe von 4,5 Volt.

In Stabbatterien sitzen die Elemente als Becher übereinander, in Flachbatterien liegen sie nebeneinander. Eine Kofferradiobatterie besteht aus zahlreichen Elementen.

Durch Zusammenschluß von vielen Elementen kann man eine ziemlich hohe Spannung erhalten, doch die Stromstärke bleibt dabei gering. Man greift daher, will man recht viel elektrische Energie speichern, zum Akku. Akkumulatoren verwendet man als Antriebsquelle für Elektrokarren oder auch als Notaggregate, damit bei Störungen im Netz keine Unterbrechung eintritt.

Wir bauen und laden einen Akku

Eine Stromquelle, die sich jederzeit aufladen läßt und dann stets zur Stromlieferung bereit ist, stellt der Akku (Akkumulator, Akkumulatorenbatterie) dar. Er besteht aus einer Anzahl von sogenannten Zellen, deren jede zwei Bleiplatten enthält, die in verdünnter Schwefelsäure stehen.

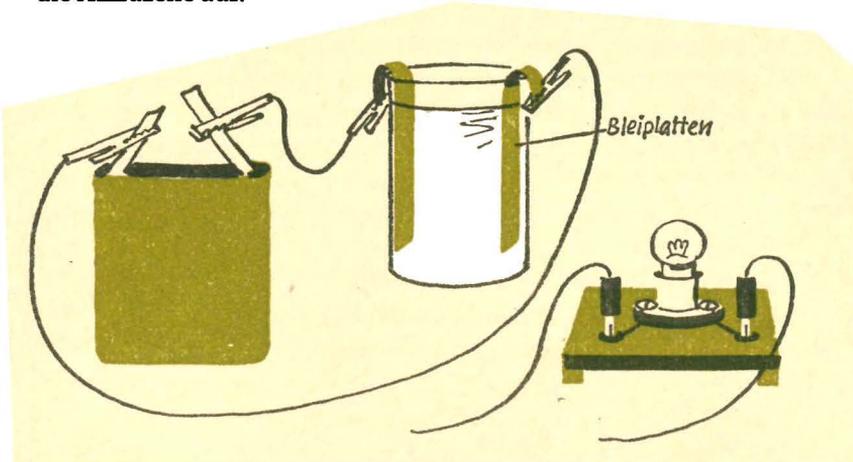
Diese Zellen müssen zunächst geladen werden, das heißt, den Platten wird elektrische Energie zugeführt. Die Platten verändern sich dadurch chemisch und binden elektrische Energie. Es entstehen zwei chemisch verschiedene Polplatten.

Die gespeicherte Energie kann dann wieder entnommen werden. Dabei verändert sich die chemische Struktur der Platten abermals. Beim Aufladen des Akkus verwandelt sich die elektrische Energie in chemische Energie. Beim Entladen (dem Anschluß von elektrischen Verbrauchern) wird die chemische Energie wieder in elektrische Energie zurückverwandelt.

Nun wollen wir uns eine solche Akkuzelle bauen. Wir besorgen uns zunächst zwei Bleiplatten (etwa 30 Millimeter breite Streifen). In



ein Senf- oder Becherglas kommt wieder Akkusäure. Dann senken wir die Bleiplatten in die Säure und schließen eine frische Taschenlampenbatterie mit zwei Krokodilklemmen an. Die Energie (der Strom) der Taschenlampenbatterie fließt in die Bleiplatten und lädt die Akkuzelle auf.

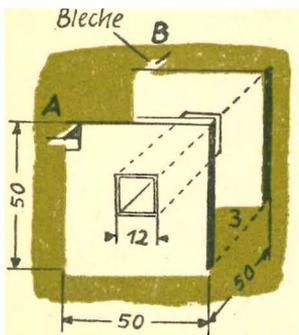


Beim Laden beobachten wir an den Platten eine Gasentwicklung. Es bildet sich explosives Knallgas (ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff). Deshalb darf man beim Laden kein offenes Feuer (Zündholz, Feuerzeug) oder offenes Licht (Kerze) benutzen! Nach etwa 5 Minuten können wir den Ladevorgang abbrechen. An die Klemmen der Bleiplatten schließen wir nun eine 2,5-Volt-Glühlampe. Sie brennt so lange, bis die gespeicherte Energie im Akku verbraucht ist. Die Lampe wird dunkler und erlischt dann. Natürlich können wir erneut laden und entladen.

Magnetische Wirkungen des elektrischen Stroms

Wer hat schon einmal gesehen, wie Schrott verladen wird? Die vielen kleinen und großen Stangen, Rohre, Platten, Drehspäne und Schrauben kann der Greifer eines Kranes nur schlecht fassen. Ein Kran mit Elektromagnet dagegen bewältigt diese Arbeit spielend. Solch ein Elektromagnet besteht aus mehreren Ringspulen. Er zieht das Eisen an, solange Strom durch seine Spulen fließt. Wir wollen das magnetische Feld einer von Strom durchflossenen Spule mit einer Magnethöhle sichtbar machen.





Zunächst brauchen wir eine Spule, die aus dem Spulenkörper und einer Drahtwicklung besteht.

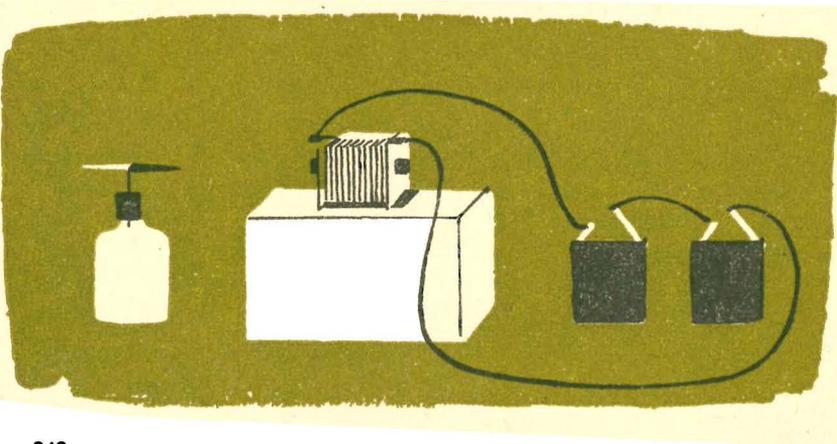
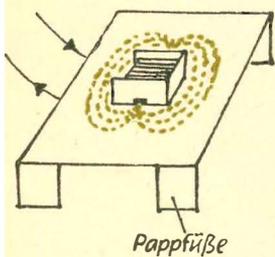
Das quadratische Mittelstück des Spulenkörpers kleben wir uns aus starker Pappe zusammen. Erst dann werden die Seitenflächen festgeleimt.

Über den Spulenkörper wird nun sorgfältig ein 0,5 Millimeter starker, isolierter Draht gewickelt, genau Lage für Lage. Die Spulenden verlöten wir an Buchsen oder den Außenblechen A und B. Nun stellen wir die Spule in Ost-West-Richtung erhöht auf. Sie wird mit zwei Taschenlampenbatterien verbunden. Nähern wir dem Spulenende eine Magnetnadel, so wird sie zunächst schwach, bei größerer Annäherung ganz aus ihrer Nord-Süd-Richtung abgelenkt.

Die stromdurchflossene Spule besitzt also ein Magnetfeld; wir können es mit Hilfe von Eisenfeilspänen sichtbar machen.

Wir schneiden eine Pappe in der Mitte so aus, daß wir unsere Spule hineinsenken können. Dann wird die Spule an einen Akku angeschlossen. Wenn wir nun Eisenfeilspäne auf die Pappe streuen und klopfen, ordnen sich die Feilspäne. Sie kennzeichnen die Feldlinien. An den Seiten treten die Feldlinien besonders eng aus der Spule heraus, denn hier liegen die Pole der Spule.

Wir können die magnetische Wirkung der Spule noch verstärken, wenn wir einen Eisenkern, der aus einem Vierkanteisen oder besser aus einem Bündel mit Lack isolierter Eisendrähte besteht, durch die Spule stecken. Wir schließen die Spule nun wieder an zwei Flachbatterien an, nachdem wir sie auf einer Zigarrenkiste dem Magnetnadelträger gegenübergestellt haben.

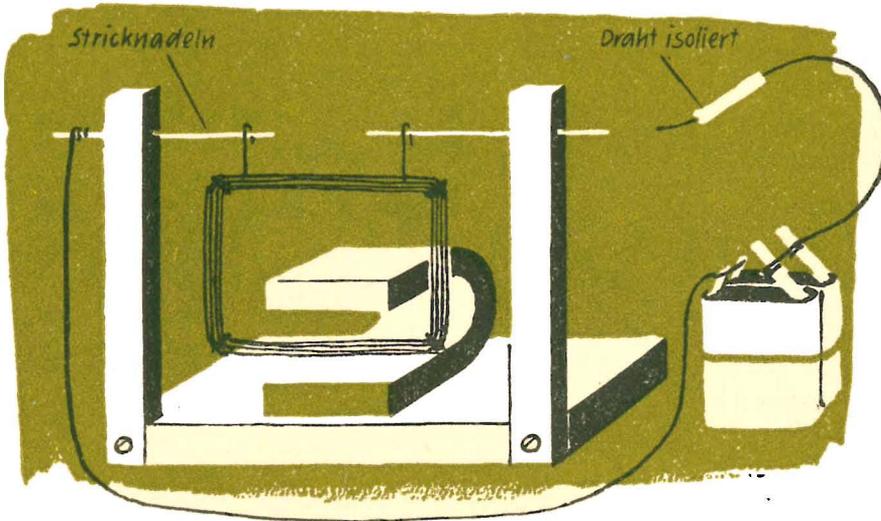


Ein Eisenkern in einer Spule verstärkt das magnetische Kraftfeld. Elektromagneten finden wir vor allem in Motoren, in Meßinstrumenten, im Zähler, der in jedem Haushalt den Stromverbrauch mißt, und als Bauteile in der Nachrichten- und Rundfunktechnik.

Wie man mit Strom Bewegung erzeugt

Der elektrische Strom kann auch Bewegung erzeugen. Wir wollen das nachweisen.

Aus einem etwa 0,4 Millimeter starken isolierten Draht wickeln wir uns eine rechteckige Spule mit den Kantenlängen 70 und 50 Millimeter. Da die Spule ohne Rahmen gewickelt werden soll, bauen wir uns dazu eine Vorrichtung.



Auf einem Brett werden vier Nägel ohne Kopf in dem angegebenen Abstand eingeschlagen. Um die Nägel wickeln wir etwa 20 Windungen Draht. Die Spulenden sollen beide nach oben stehen, sie werden abisoliert und zu einem Haken gebogen. Bevor wir die Spule dann vom Brett abheben, binden wir die Drähte an den Ecken mit Garn zusammen.

Wenn wir das abgebildete Gestell gebaut haben, hängen wir die Spule auf. Zwei Taschenlampenbatterien werden dann untereinander-

der so verbunden, daß die beiden kurzen und die beiden langen Enden zusammentreffen. Auf diese Weise erreichen wir eine Verdopplung der Stromstärke. Schließen wir den Stromkreis, so wird die Spule entweder von dem dazwischen aufgestellten Dauermagneten angezogen oder von ihm abgestoßen. Der elektrische Strom erzeugt Bewegung.

Wie ist das zu erklären? Die stromdurchflossene Spule erzeugt ein Magnetfeld. Infolgedessen bilden sich an der Spule Magnetpole.

Wesentlich stärker ist diese Wirkung bei Verwendung eines Akkus. Der Stromkreis ist jedoch dann nur kurzzeitig zu schließen, da der Draht sonst wegen zu hoher Stromstärke durchbrennt.

Auch der Hufeisenmagnet besitzt ein Magnetfeld und Pole. Durch die gegenseitige Beeinflussung der Magnetfelder entsteht die Hin- und Herbewegung der Spule in unserem Modellaufbau.

Im Grunde ähnlich, jedoch weit komplizierter, ist die Konstruktion des Elektromotors.

HINWEISE ZUR ERSTEN HILFE BEI UNFÄLLEN

Sollte trotz aller Vorsichtsmaßnahmen ein Unfall eintreten, so ist folgendes zu beachten:

1. Bei allen Unfällen müssen wir sofort einen Arzt aufsuchen.
Anschriften und Telefonnummern:
 - a) der nächste Arzt:
 - b) der nächste Krankentransport:
 - c) das nächste Krankenhaus:
 - d) die Feuerwehr:
2. Brandwunden:
Nicht mit Wasser behandeln! Brandblasen nicht öffnen! Trocken verbinden und sofort Arzt aufsuchen.
3. Schnittwunden:
Nicht auswaschen! Befinden sich in der Wunde Fremdkörper (Glassplitter usw.), sofort Arzt aufsuchen. Sonst trockenen, keimfreien Verband auflegen. Keine Watte verwenden. Bei spritzenden Wunden Abbinden des Gliedes zwischen Wunde und Herz!
4. Verätzungen der Haut durch Säuren oder Laugen:
Mit Wasser kräftig abspülen. Bei Säurenverätzungen anschließend mit 1prozentiger Natriumhydrogencarbonatlösung, bei Laugenverätzungen mit 1prozentiger Essigsäurelösung spülen! Beide Lösungen ständig bereithalten!
5. Augenverätzungen:
Auge sofort mit fließendem Wasser spülen, wobei das Auge eventuell mit Gewalt zu öffnen ist. Dann das Auge mit einem sauberen Tuch verbinden und sofort einen Arzt aufsuchen!

6. Verätzungen des Mundes oder Magens durch Säuren oder Laugen:

Gifteinhüllende Mittel, wie Milch oder Haferschleim trinken. Bei Säuren Natron einnehmen, bei Laugen Essig- oder Zitronenwasser trinken!

7. Vergiftungen durch eingenommene Gifte (gilt auch für verdorbene Lebensmittel):

Sofort 5prozentige Kupfersulfatlösung trinken. Dadurch tritt ein starker Brechreiz auf, durch den das Gift schnell aus dem Magen entfernt wird. Anschließend Arzt aufsuchen!

8. Vergiftungen durch Chlor und andere giftige Gase:

Sofort in frische Luft und Ruhe. Arzt holen!

Der Sanitätsschrank muß also neben der üblichen Grundausstattung folgende Materialien enthalten:

1. 1prozentige Natriumhydrogencarbonatlösung (Natronlauge) zum Neutralisieren bei Verätzungen durch Säuren,

2. 1prozentige Essigsäurelösung zum Neutralisieren bei Verätzungen durch Laugen,

3. 1prozentige Borsäurelösung (Borwasser) gegen Augenverletzungen und 1 Augenglas zur Durchführung von Augenspülungen,

4. 2prozentige Magnesiumoxid-Wasser-Aufschlammung gegen Verätzungen des Mundes oder Magens durch Säuren,

5. 5prozentige Natriumthiosulfatlösung gegen eingenommene Laugen,

6. 5prozentige Kupfersulfatlösung als Brechmittel gegen eingenommene Gifte.

Die Flaschen mit den Lösungen (am besten Spritzflaschen) müssen eindeutig gekennzeichnet sein, zum Beispiel soll die Flasche mit der Natriumhydrogencarbonatlösung die Aufschrift tragen:

„Gegen Säuren“.

REGISTER

Abdampfschale	10	Barometer-Wettertabelle	91
Abschlämmen	33	Basen (Nachweis)	175
Achard, F. C.	130	Baumwolle (Brennprobe)	168
Akkumulator	246	Becherglas	10
Alkohol	150	Beetaufbereitung	60
Ampelpflanzen	63	Beize	173
Aräometer	143	Beleuchtungsstärke	229
Arbeit (physikalisch)	193	Berührungsempfindung	120
Arbeitsbrett	10	Beschriftung (Vorrats- flaschen)	216
Arbeitsplatz	9	Bleichen	172
Atemluftbedarf	103	Blinder Fleck	115
Atemvorgang	104	Blumentöpfe	53
Auge	113	Blutkreislauf (Schema)	109
Auge (Schnitt)	117	Bodenarten	32
Ausgießen (Flüssigkeiten)	14	Bodenauszug	34
Aussaät	54	Bodenzusammensetzung	34
Aussaaterde	53	Brandbekämpfung	206
Aussaatkästen	53	Branntkalk	218
Aussaattermine	57	Brauen	20
Auspflanzen	59	Braunkohle	210
Austopfen	39	Brausepulver	149
Baden	155	Brennprobe (Textilfasern)	169
Backpulver	156	Briefwaage	190
Bakterien	157	Brustatmung	104
Barometer	89	Butter	142

Calcium (Nachweis)	36	Fehlingsche Lösung	129
Celsius, A.	92	Feldlinien	239
Chemiefasern	171	Fett	133
Chemikalien		Fettflecke	177
(Aufbewahrung)	14	Feuer	205
Chlor	173	Feuerlöscher	207
Cellulose	169	Filterpapier falten	35
		Filtrieren	35
Dampfturbine (Modell)	203	Filtrierstativ	35
Dekantieren	35	Fixpunkte	82
Destillieren	151	Flammenprobe	36
Dichte	143	Flaschenbarometer	89
Dosenbarometer	91	Flaschenkasten	14
Dreifuß	13	Flaschenzug	195
Druckempfindung	122	Flecke (Entfernung)	177
Düngemittel	47	Fleisch	137
Duroplaste	213	Flüssigkeiten (Ausgießen)	14
Düsen (Herstellung)	216		
		Gänsehaut	125
Eier	136	Gärung	163
Eier (Alter)	136	Gefahrenquellen	14
Eierschalen	137	Gefrierpunkt (Wasser)	82
Einfachzucker	131	Geheimtinten	176
Eiweiß	133	Generative Vermehrung	63
Eiweiß (Nachweis		Geruchsproben	15
in Lebensmitteln)	137	Gießen (Bäume)	39
Elektroden	242	Glas (Bearbeitung)	213
Elektrolyse	244	Glas (Herstellung)	214
Elektromagnet	247	Glasflaschen (Beschriftung)	216
Entgasung (Braunkohle)	211	Glasgeräte (Umgang)	15
Entrahmte Frischmilch	141	Glaskitt	216
Erden (gärtnerische)	52	Glasstab	10
Erdsilo	164	Grabenspiegel	228
Erhitzen (Glasgefäße)	15	Gradeinteilung	
Erlenmeyerkolben	10	(Thermometer)	82
Erste Hilfe	251	Guericke, O.	86
Etikettieren	56	Grundwasser	41
Experiment (Sinn)	8	Gummistopfen	15
Fahrenheit, D.	82	Haarhygrometer	92
Fahrradschlauch	199	Haarröhrchen	
Fallstab	112	(Herstellung)	216
Färben	173	Haarröhrchenwirkung	41

Handelsdünger	47	Keimapparat	28
Hartes Wasser	184	Keimbedingungen	18
Hautatmung	108	Keimblätter	25
Hebel	188	Keimfähigkeit	29
Hebelgesetz	189	Keimling	18
Heronball (Modell)	204	Keimprobe	28
Himmelsrichtung		Kernseife	180
(Bestimmung)	84	Koch, R.	158
Höhenunterschied		Kohlendioxid (Nachweis)	107
(Böschung)	198	Kohlenhydrate	133
Hohlspiegel (Herstellung)	224	Kohle-Zink-Element	245
Holzblock (für Flaschen)	14	Kompaß	237
Holzkohle	106	Konservieren	164
Hufeisenmagnet	237	Kopulirmesser	62
Hydrokultur	68	Knochen	139
Hydroponik	68	Knochenleim	139
Hydrotöpfe	69	Kristalle	153
Hygrometer	92	Kühlen (Glasgefäße)	16
		Kupferkunstseide	
Indikatoren	175	(Herstellung)	169
Indikatorpapier	175	Lackmuspapier	67
Impfnadeln	159	Landmaschinen	64
Imprägnieren		Laugen (Hantieren)	15
(Feuerschutz)	209	Laugen (Nachweis)	175
Isolatoren	241	Leimseife	180
		Leiter	240
Jodlösung	19	Leitfähigkeitsprüfer	241
Jungpflanzenaufzucht	54	Leistung (physikalisch)	193
		Libelle	196
Kaleidoskop	226	Lichtbrechung	222
Kalium (Nachweis)	36	Lichtzerlegung	233
Kalkseife	184	Liebig, J.	45
Kalkstein	218	Lochkamera	232
Kalkwasser (Herstellung)	219	Löschen (Brände)	206
Kalorie	202	Löschkalk	219
Kältemischung	83	Luft (Zusammensetzung)	105
Kältepunkte	122	Luft (Zustände)	78
Kanalwaage	198	Luftdruck	85
Kapillarität	41	Luftfeuchtmessgerät	92
Kapillarröhren		Luftfräsdrehen	200
(Herstellung)	216	Luftströmung	201
Kartoffelstärke	134		
Käse	145		

Magnet	237	Oxid	107
Magnetfeld	239	Oxydation	107
Magnetisieren	237		
Magnetnadelträger	238	Pascal, B.	88
Magnetpole	237	Pelargonien	64
Malz	19	Pasteur, L.	158
Mangellerscheinungen		Petrischale	10
(Pflanze)	71	Petroleum	211
Mangellerscheinungen		Phenolphthaleinlösung	175
(Mensch)	145	Pikieren	57
Margarine	142	Pikierholz	58
Marggraf, A.	130	Pikierkästen	57
Markierleine	60	Pillenwerfer	48
Messer (Schleifen)	62	Pflanzen	59
Meßzylinder	10	Pflanzholz	60
Milch (Aufbewahrung)	141	Pflanzenzeiten	54
Milch (Fettgehalt)	142	Plaste	212
Milchprüfer	143	Pole (magnetische)	240
Milchsäure	141	Prisma	233
Milchserum	144	PS	194
Mistlagerung	47	Puls	109
Monddurchmesser	6	PVC	212
Mörtel	219		
		Quark	144
Nabel (Samen)	18	Quellung (Samen)	22
Nährkörper	19		
Nährsalzmischungen	68	Räumliches Sehen	114
Nährstoffe	132	Reagens (für Stärke)	19
Nahrungsmittel		Reagens (für Einfach-	
(Wassergehalt)	148	zucker)	129
Nahrungsmittel		Reagenzglasbürste	13
(Zusammensetzung)	133	Reagenzglashalter	12
Naßfeuerlöscher (Modell)	206	Reagenzglasständer	13
Natrium (Nachweis)	36	Reaktionszeit	112
Nebeltropfen	94	Réaumur, R.	82
Netzhaut	117	Regenmenge (Berechnung)	96
Nichtleiter	240	Regentropfen	95
Niederschlagsmenge		Regenwürmer	50
(Berechnung)	96	Reinheit (Saatgut)	18
		Rohgas	211
Oberflächenspannung	182	Römer, O.	81
Öl	139	Rost	217
Optische Täuschungen	119	Rotkohlfarbstoff	174

Rübenzucker	129	Steckholz	63
Rückstoß	205	Stehkolben	10
Rührer	201	Sterilisieren	161
		Stopfen (Bearbeitung)	16
Saatgut (Reinheit)	26	Stopfenbohrer	15
Saatgut (Triebkraft)	29		
Säen	55	Tausendkorngewicht	27
Samen (Lagerung)	21	Taschenlampenbatterie	
Samen (Wassergehalt)	21	(Schnitt)	245
Samenschale	18	Täuschungen (optische)	119
Sammellinsen	230	Temperaturempfindungen	122
Sauerkraut	163	Thermoplaste	213
Sauerteig	156	Thermometer	81
Säuren (Hantieren)	15	Thermometerskalen	82
Säuren (Nachweis)	175	Tiegelzange	13
Schimmelpilze	157	Tomatenzucht (Hydroponik)	71
Schlachtvieh (Einteilung)	138	Topfen	62
Schleifen (Kopuliermesser)	62	Torr	88
Seife	179	Torricelli, E.	87
Selterswasser	149	Tradeskantie	63
Senkwaage	143	Trägheitsgesetz	112
Setzwaage	198	Transpiration (Pflanzen)	44
Siedepunkt (Wasser)	82	Traubenzucker	135
Silage	164	Trichter	10
Sonnenuhr	84	Triebkraftprobe	29
Spektralfarben	233	Troposphäre	78
Spiegelbilder	225		
Spiegel (Herstellung)	233	Uhrglas	10
Spinnapparat	171	Umgießen (Flüssigkeiten)	14
Spiritusbrenner		Umpflanzen	39
(Umgang)	16	Unkräuter	26
Spitzenwaage	191		
Spritzflasche	16	Verbrennung	106
Spulen	248	Verbrennungslöffel	13
Spurenelementen-		Verdünnte Lösungen	
Stammlösung	69	(von Säuren)	15
Stabmagnet	237	Verdunstung	125
Stachellattich	44	Vereinzeln	57
Standzylinder	10	Vegetative Vermehrung	63
Stärke (Nachweis)	19	Verkupfern	243
Stärkekleister	135	Versilbern	233
Stativ	10	Vertopfen	57
Stativring	12	Vitamin C	145

Vitamine	145	Watt, J.	194
Vollmilch	142	Wetter	78
Waagen	190	Wettervorhersage	89
Waagschalen	192	Windstärkentabelle	97
Wägestücke	192	Wirtschaftsdünger	47
Wärme	79	Wolkenbildung	95
Wärmemenge	201	Wolle (Brennprobe)	168
Wärmepunkte	122	Wunderkerzen	217
Waschpulver	183	Wurmkotkrümel	50
Wasserdurchlässigkeit		Wurzelhaare	38
(Boden)	36	Wurzelkasten	40
Wasserfassungsvermögen		Zahn (Schnitt)	123
(Boden)	37	Zahnkrem	123
Wassergehalt		Zement	219
(Nahrungsmittel)	148	Zitronensaft	146
Wasserhärte	184	Zucker	128
Wasserkapazität (Boden)	37	Zuckerkristall	129
Wasserverbrauch (Pflanzen)	43	Zuckerproduktion	
Wasserwaage	196	(Schema)	130
Watt	194	Zweifachzucker	131

INHALTSVERZEICHNIS

I. BEVOR WIR BEGINNEN	5
Arbeitsplatz, Geräte und Materialien	9
Bauanleitung für ein Arbeitsbrett mit Stativ und Stativring	10
Bauanleitung für Reagenzglashalter	12
Bauanleitung für einen Reagenzglasständer	13
Bauanleitung für einen Dreifuß	13
Was wir besonders beachten müssen	14
II. WIR EXPERIMENTIEREN MIT SAATGUT	
Die Pflanze in der Erbse	18
Getreide ernährt sich von „Mehl“	19
Eine kleine Malzfabrik	19
Schlafende Pflanzen	20
Die Pflanze erwacht	21
Sprengstoff aus Samen	22
Wärme, Wasser, Luft und Licht	23
Der Pflanzenanker	24
Wozu sind die Keimblätter da?	25
Gefährliche Feinde	25

Das Tausendkorngewicht	27
Wir führen eine Keimprobe durch	28
Wie kräftig sind die jungen Pflanzen?	29

III. WIR UNTERSUCHEN ACKERBODEN

Boden – was ist das?	32
Wie der Boden Wasser faßt	36
Haben Wurzeln Haare?	38
Die Pflanzen brauchen Wasser	40
Wie gelangt das Wasser an die Wurzeln?	40
Wie das Wasser in die Pflanze gelangt	43
Wieviel Wasser verbraucht ein Weidenzweig?	43
Die Wasserleitung in der Pflanze	44
„Salzige“ Pflanzenasche	45
Explodierende Pilze	47
Kann der Boden atmen?	49
Auf Regenwurmjagd	50

IV. WIR EXPERIMENTIEREN MIT PFLANZEN

Für jede Pflanze eine besondere Erde	52
Wir bauen Aussaatkästen	53
Wir lernen säen	54
Nun wird pikiert	57
Wie wird gepflanzt?	59
Aus Eins mach Zwei	62
Ampelpflanzen – selbst gezogen	63
Stecklinge für den Blumenkasten	64
Können sich Pflanzen von Wasser ernähren?	67
Salze mit großer Wirkung	68
Wenn Pflanzen krank sind	70
Tomatenzucht im Einkochglas	71
Jahresarbeitsplan für junge Gärtner	73

V. WIR BEOBACHTEN DAS WETTER

Was ist „Wetter“?	78
Unruhe im Wassertopf	79
Luft wandert durchs Zimmer	79
Zwei Gläser in der Sonne	80
Wärme und Temperatur sind nicht dasselbe	81
Wissenswertes aus der Geschichte des Thermometers	81
Was geht im Thermometer vor?	82
Kälter als Eis?	83
Zu welcher Tageszeit ist es am wärmsten?	83
Versuche mit dem Luftdruck	85
Noch ein Beispiel für die Kraft des Luftdrucks	85
Drei große Gelehrte	86
Das Barometer als Höhenmesser	89
Den Luftdruck lesen wir am Barometer ab	89
Ein weiteres selbstgebautes Barometer	92
Wir bauen ein Haarhygrometer	92
Aus Wasserdampf werden Nebeltropfen	94
Wie sich die Wolken bilden	95
Interessantes vom Regentropfen	95
Wieviel Regen fällt an einem Tag?	96
Wir beobachten den Wind!	97

VI. WIR LERNEN UNSEREN KÖRPER KENNEN

Wieviel Luft faßt unsere Lunge?	102
Die Nase heizt	103
Wir beobachten den Atemvorgang	104
Was mit der Luft geschieht	105
Kann auch die Haut atmen?	108
Was uns der Puls verrät	109
Wir verändern den Herzschlag	110
Unser Körper ist träge	111
Augen auf im Straßenverkehr!	112
Warum brauchen wir zwei Augen?	113

Der Blinde Fleck	115
Blick ins eigene Auge	116
Die Augenlinse	117
Optische Täuschungen	119
Was uns die Haut anzeigen kann	120
Warm oder kalt?	122
Vorsicht mit den Zähnen!	123
Wir untersuchen Zahnkrem	123
Warum frieren wir nach dem Baden?	124

VII. WIR UNTERSUCHEN LEBENSMITTEL

Hokuspokus	128
Wir stellen Zucker her	129
Einfach- und Zweifachzucker	129
Kohle in der Nahrung?	132
Wovon ernährt sich der Mensch?	132
Die Zusammensetzung wichtiger Nahrungsmittel	133
Kartoffelmehl	134
Kleister aus Kartoffelstärke	135
Aus Stärke wird Zucker	135
Frische oder alte Eier?	136
Zauberei mit einem Ei	136
Eiweißnachweis	137
Der Braten im Reagenzglas	137
Knochen haben es in sich	139
Eine billige Öllampe	139
Die schwebende Ölkugel	140
Warum die Milch sauer wird	141
Butter gewinnt man aus Milch	141
Wir prüfen: Vollmilch oder Magermilch?	143
Wie aus Milch Quark und Käse werden	144
Wir weisen Vitamine nach	145
Vitamine fördern die Lebensvorgänge	147
Ohne Wasser kein Leben	148
Eine Säure, die man trinken kann	148
Brausepulver, selbst hergestellt	149
Explosion in der Flasche	149

Wie entsteht Alkohol?	150
Alkohol ist Gift	152
Wie man Kristalle züchtet	153
Die verräterische Flamme	154
Kuchenbacken im Reagenzglas	155
Wir backen Brot	156
Schimmelpilze	157
Ein berühmtes Experiment	157
Wir impfen mit Bakterien	159
Wie Bakterien besiegt werden	161
Was geht im Silo vor?	164

VIII. WIR UNTERSUCHEN UNSERE KLEIDUNG

Wolle oder Baumwolle?	168
Wir spinnen: Kunstseide	169
Versuche mit Chemiefasern	171
Aus Bunt mach Weiß	172
Wir färben	173
Farbenzauber	174
Rezepte für Geheimtinten	176
Wie entfernt man Flecke?	177
Warum wärmen dunkle Stoffe besser als helle?	178
Wir stellen Seife her	179
Wäschewaschen im Reagenzglas	180
Wir untersuchen Waschmittel	183

IX. WIR ERFORSCHEN DIE TECHNIK

Kleine Kraft – große Wirkung!	188
Wir bauen Waagen	190
Was können wir leisten?	193
Der Flaschenzug spart Kraft	195
Wir bauen eine Wasserwaage	196
Wie bestimmt man die Höhe einer Böschung?	198

Warum platzt der Fahrradschlauch in der Sonnenehitze?	199
Erwärmte Luft steigt	200
Was ist eine Kalorie?	202
Wie arbeitet eine Dampfturbine?	203
Der Heronsball und die Rakete	204
Wie löscht man Feuer?	205
Brände, die man nicht mit Wasser bekämpfen darf	206
Wir bauen einen Naßfeuerlöscher	206
Diese Feuerlöscher solltest du bedienen können!	207
Feuerfestes Holz?	209
Eine Tüte, die nicht brennt	210
Was alles in der Kohle steckt	210
Damit brennt Aladins Wunderlampe	211
Die Bonbonschachtel als Werkstoff	212
Der zerbrochene Eierlöffel	213
Wir schneiden, bohren und biegen Glas	213
Selbst hergestellter Glaskitt	216
Brennendes Eisen?	217
Rost – der Eisenfresser	217
Branntkalk wird gelöscht	218
Warum wird Mörtel hart?	219
Zement bindet besser	219

X. WIR EXPERIMENTIEREN MIT DEM LICHT

Der gebrochene Löffel	222
Wir stellen uns Spiegel selbst her	223
Merkwürdiges Spiegel-Allerlei	225
Wie funktioniert ein Kaleidoskop?	226
Hintergründige Spiegelei	227
Ein stiller Beobachter	228
Gutes Licht am Arbeitsplatz!	229
Sammellinsen erzeugen Bilder	230
Wir bauen eine Lochkamera	232
Wir zerlegen das weiße Licht	233
Die Summe aller Farben ergibt Weiß	234

**XI. WIR UNTERSUCHEN WIRKUNGEN
DES MAGNETISMUS
UND DES ELEKTRISCHEN STROMS**

Magnete – selbst hergestellt	236
Die zerbrochene Stricknadel	238
Geheimnisvolle Linien	239
Unsere Erde – ein großer Magnet	239
Leiter und Nichtleiter	240
Der elektrische Strom geht baden	241
Wir verkupfern einen Schlüssel	243
Gift im Kochsalz?	244
Elektrizität aus der Retorte	244
Wir bauen und laden einen Akku	246
Magnetische Wirkungen des elektrischen Stroms	247
Wie man mit Strom Bewegung erzeugt	249
HINWEISE ZUR ERSTEN HILFE BEI UNFÄLLEN	251
REGISTER	253

Irene und Wilhelm Strube

DIE ENTDECKUNG DES UNSICHTBAREN

Jahrzehntelang waren sieben Metalle bekannt. Man sah Feuer und Wasser, Luft und Erde als Elemente an. Und doch wurden in diesen Jahrzehnten die Voraussetzungen für die moderne Chemie geschaffen.

Von der Bezwingung des Feuers vor hunderttausend Jahren bis zur Erklärung des Verbrennungsprozesses durch Lavoisier, von der Elementenlehre des Aristoteles bis zur Atomtheorie Daltons erlebt der Leser die wichtigsten Etappen der Chemiegeschichte.

Illustrationen von Karl-Heinz Birkner

192 Seiten • Leinen mit Schutzumschlag • 8,50 M

Best.-Nr. 628 833 7

Für Leser von 13 Jahren an

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Sammelband

RUND UM DIE MATHEMATIK

- ein Buch für jedermann, der Spaß hat am Knobeln und sich nicht scheut, den mitunter ein wenig steilen Pfad, der zur Erkenntnis eines mathematischen Sachverhalts führt, zu gehen;
- ein Buch für Kleine und Große, die erkennen, daß mehr und mehr für jeden Beruf, für jede erfolgreiche Tätigkeit, hochentwickelte Fähigkeiten im Denken notwendig werden und daß man dazu auch eine gute vielseitige mathematische Bildung braucht;
- ein Buch für Jüngere und Ältere, die Freude daran haben, auf den Spuren der Großen der mathematischen Wissenschaft zu wandeln und ihre Wege der Lösung eines mathematischen Problems zu verfolgen und überhaupt einiges Interessantes aus der Geschichte der Mathematik zu erfahren.

Illustrationen von Rudolf Schultz-Debowski

160 Seiten · Pappband mit Folie · 9,80 M

Best.-Nr. 628 190 1

Für Leser von 10 Jahren an

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Wolfram Fritsche und Klaus Nitzsche

KÄMPFER GEGEN TOD UND TEUFEL

Kleine Geschichten aus der Geschichte der Medizin.

Das Buch berichtet vom Leben einiger berühmter Ärzte, die – jeder für sich – an der Schwelle eines Zeitabschnittes standen, der in der Medizin einen Schritt nach vorn bedeutete. Große Wissenschaftler wie Paracelsus, Vesal, Heim, Hufeland und Robert Koch begegnen uns, die für die Menschen zum Vorbild wurden.

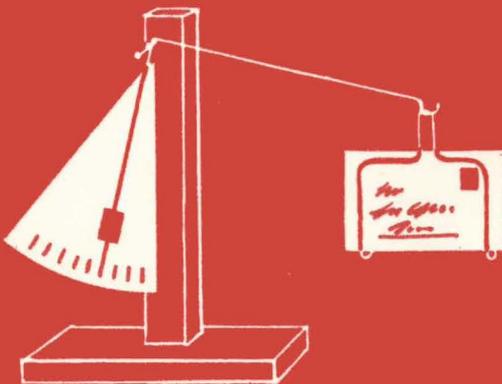
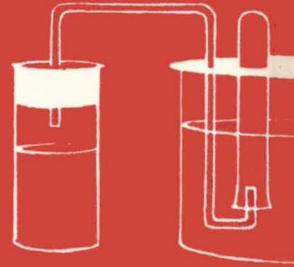
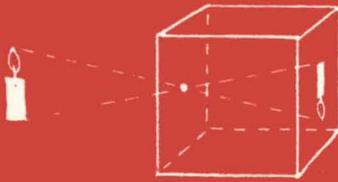
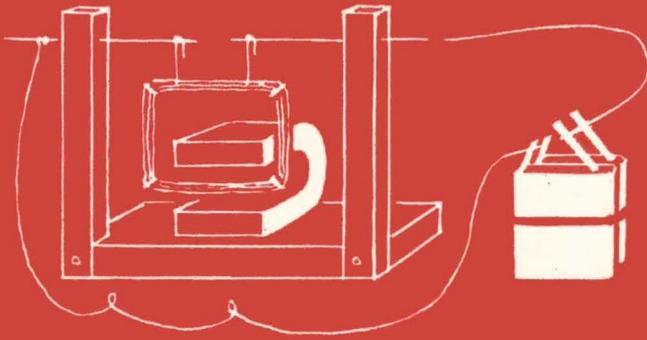
Illustrationen von Gerhard Preuß

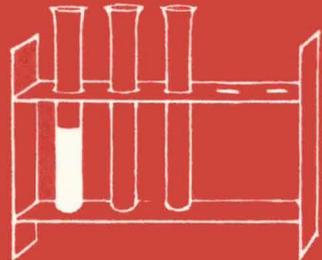
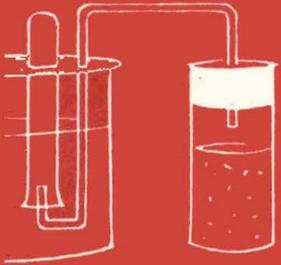
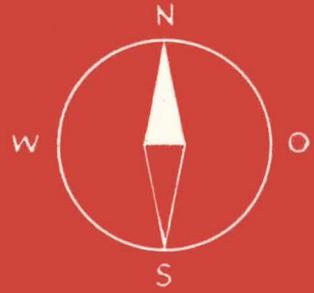
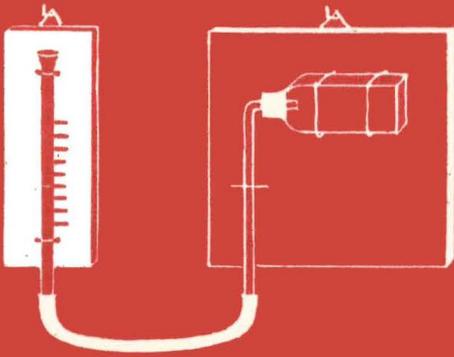
212 Seiten · Pappband mit Folie · 5,20 M

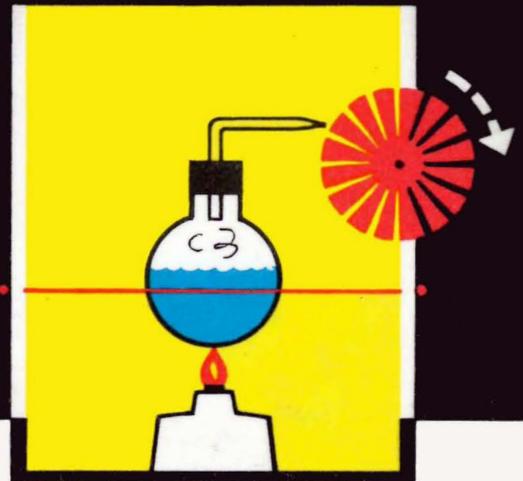
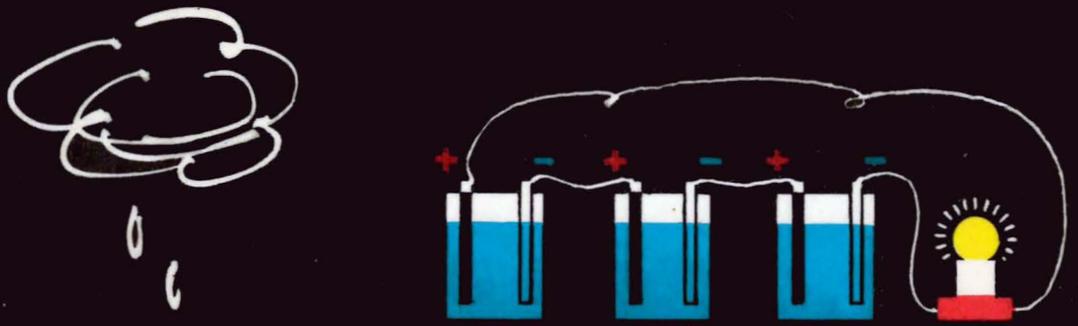
Best.-Nr. 628 864 4

Für Leser von 11 Jahren an

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN







**Experimente aus
Biologie, Chemie und Physik
für Jungen und Mädchen**