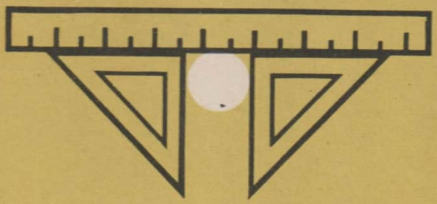
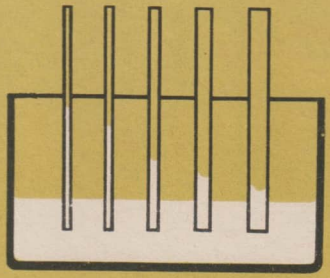
6

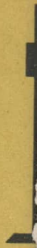


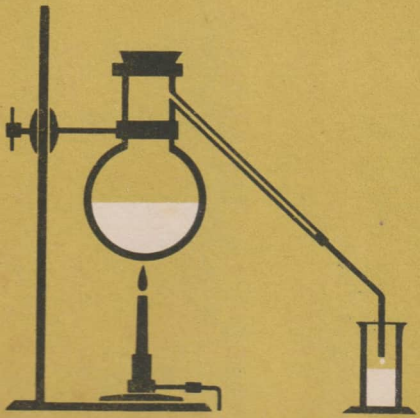
PHYSIK

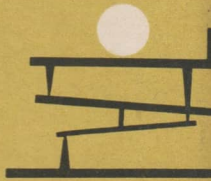




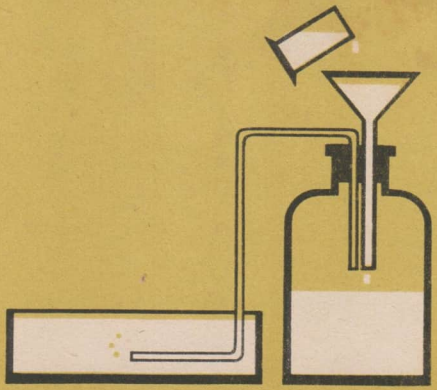


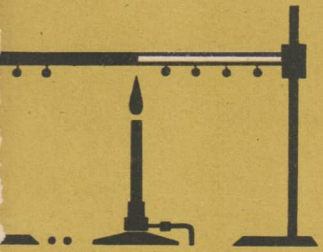
















Physik

Lehrbuch für die Oberschule · Klasse 6

VOLK UND WISSEN
VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN
1966

Verfaßt von Heinz Schüßler und Willi Wörstenfeld
in Zusammenarbeit mit der Redaktion Physik des Verlages

Bei der Bearbeitung einzelner Textstellen wurden die bisher erschienenen Lehrbücher des Verlages zum gleichen Thema berücksichtigt

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Schulbuch bestätigt

Ausgabe 1964

Dritte, durchgesehene Auflage

Redaktion: Werner Golm, Willi Wörstenfeld
Einband und Vorsatz: Axel Dehlsen
Typografische Gestaltung: Günter Runschke · Günter Wolff

ES 11 H · Bestell-Nr. 02 06 04-3 · Preis 2,50 · Lizenz Nr. 203 · 1000/65 (DN)
Satz und Druck: LVZ-Druckerei „Hermann Duncker", Leipzig, III/18/138

INHALTSVERZEICHNIS

EINFÜHRUNG 5

AUS DER MECHANIK 9

Von den Körpern 10
Wir messen Längen 15
Wir ermitteln das Volumen 24
Wir wägen 32
Von den festen Körpern 39
Von den Flüssigkeiten 55
Wasser als Lösungsmittel 63
Kräfte zwischen kleinen Teilchen 70
Von den Gasen 76
Feste, flüssige und gasförmige Körper 82
Zusammenfassung 84

AUS DER WÄRMELEHRE 89

Temperaturmessungen 90
Wärmequellen 98
Die Ausdehnung der Körper beim Erwärmen 104
Die Ausbreitung der Wärme 112
Die Zustandsänderungen der Körper 123
Vom Wetter 139
Zusammenfassung 150

AUS DER AKUSTIK 153

Die Entstehung und Ausbreitung des Schalles 154
Die Reflexion des Schalles 163
Zusammenfassung 168

AUS DER OPTIK 169

Die Ausbreitung des Lichtes 170
Die Reflexion des Lichtes 178
Die Brechung des Lichtes 185
Optische Linsen 190
Zusammenfassung 203

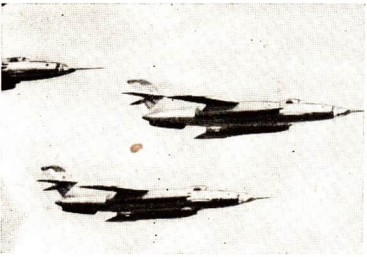
Verwendete Symbole

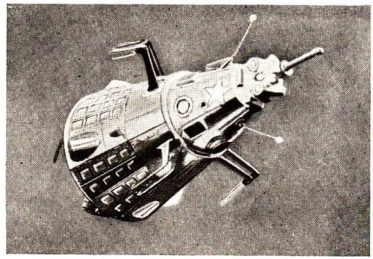

Wer weiß es? Wer kann es? Weißt du es noch?

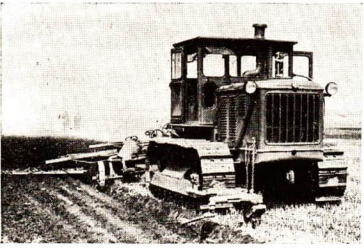

Wir basteln und experimentieren


Achtung! Vorsicht!


Versuch









Einführung

Im Werkunterricht werden Werkzeuge benutzt. So wird z. B. mit Säge und Hobel Holz bearbeitet. Welche physikalischen Gesetze diesen Werkzeugen zugrunde liegen, erklärt der Physikunterricht.

Mit Hilfe der Kenntnisse, die im Physikunterricht der nächsten Jahre erarbeitet werden, ist es z. B. möglich, zu erklären, wie ein ferngesteuerter Traktor mit einem Pflug gerade Furchen ziehen kann, warum man beim Wasserski auf dem Wasser gleiten kann, wie moderne Flugzeuge angetrieben werden und warum künstliche Erdsatelliten jahrelang ohne Antrieb um die Erde kreisen können.

Um alles zu verstehen, muß man fleißig lernen. Dieses Physikbuch soll dabei helfen. Es enthält viele, durch ein V mit einer Zahl gekennzeichnete Versuche, die zu Hause und in der Schule durchgeführt werden können. Weitere Versuche

befinden sich in den Versuchsaufträgen und in den Abschnitten „Wir basteln und experimentieren".
Bei den Bildnummern, zum Beispiel 64/2, bedeutet die erste Zahl die Seite, die zweite Zahl sagt, daß es das zweite Bild von oben (oder von links) ist.
Die Abschnitte „Wer weiß es? Wer kann es?" „Weißt du es noch?" und die Zusammenfassungen geben Gelegenheit, das Wissen zu überprüfen.
Zum besseren Überblick ist das große Gebiet der Physik[1] in Teilgebiete gegliedert. Aus den folgenden Teilgebieten werden erste Grundlagen in der Klasse 6 behandelt:

Die Lehre von den Eigenschaften und der Bewegung der Körper (Mechanik)

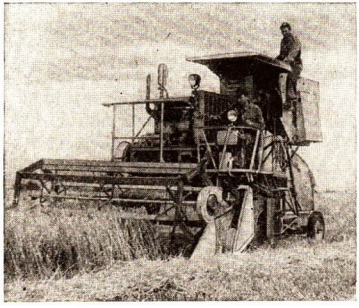
Mähdrescher führen viele Arbeiten aus, die der Mensch früher einzeln und mit den Händen verrichtete. Dazu haben Mähdrescher viele Räder, Ketten, Wellen und Hebel. Ihre Wirkungsweise wird in der Mechanik erklärt. (Mit den erarbeiteten Kenntnissen werden wir z. B. auch die Wirkungsweise eines Fahrrades, einer Nähmaschine, einer Luftpumpe und eines Segelflugzeugs sowie das Verhalten von Flüssigkeiten und Gasen erklären können.)

Die Lehre von der Wärme (Wärmelehre)

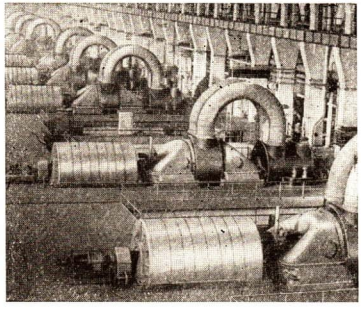
Der Mensch nutzt die Wärme des Feuers aus, um z. B. aus Wasser Wasserdampf zum Antrieb einer Dampfmaschine zu erzeugen. (Auch das Thermometer, die Kochplatte, der Ofen, der Brutschrank, der Kartoffeldämpfer, der Verbrennungsmotor sowie das Schmelzen des Eises, das Sieden des Wassers werden z. B. in der Wärmelehre behandelt.)

[1] physis (griech.): Natur

6/1 Mähdrescher



6/2 Dampfturbinen



Die Lehre vom Schall (Akustik[2])

Mit Hilfe der Musikinstrumente können Töne und Klänge erzeugt werden. Die Gesetzmäßigkeiten ihrer Entstehung untersuchen wir in der Akustik. (Dabei untersuchen wir z. B. auch das Echo, die Schallausbreitung, die Schalldämpfung.)

Die Lehre vom Licht (Optik[3])

Mit Hilfe eines Fotoapparates können Baudenkmäler, Landschaften und Ferienerlebnisse im Bild festgehalten werden. Auch in der Wissenschaft hat der Fotoapparat wichtige Aufgaben zu erfüllen. Seine Wirkungsweise wird in der Optik behandelt. (Außerdem behandeln wir z. B. das Vergrößerungsglas, das Fernglas, die Gesetze über die Lichtausbreitung.)

Außer diesen Teilgebieten gibt es noch weitere, z. B. die Elektrizitätslehre, die Atomphysik. Alle Teilgebiete wiederum sind noch weiter unterteilt, die Mechanik z. B. in die Mechanik der festen Körper, Mechanik der Flüssigkeiten, Mechanik der Gase.

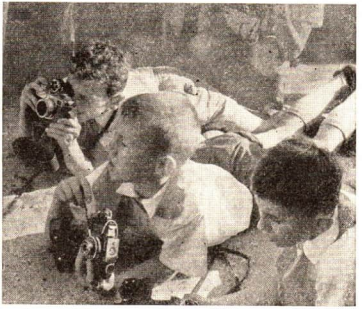
Diese Einteilungen waren nicht immer so. Im täglichen Umgang mit Werkzeugen und Geräten stellte der Mensch schon sehr früh diese oder jene Erscheinung fest, untersuchte sie näher, erkannte Zusammenhänge mit anderen Erscheinungen und nutzte die gewonnenen Erkenntnisse z. B. zur Verbesserung seiner Werkzeuge und Geräte aus. Mit verbesserten Geräten konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden, und in dem Maße, wie sich die Erkenntnisse erweiterten, ergab sich die Notwendigkeit, immer weitere Unterteilungen der Gebiete der Physik vorzunehmen. Auch heute noch finden Neueinteilungen statt, wenn entscheidende Entdeckungen gemacht werden.

[2] akouo (griech.): ich höre [3] optikè (tèchne) (griech.): Seh(kunst)

7/1 Blasorchester

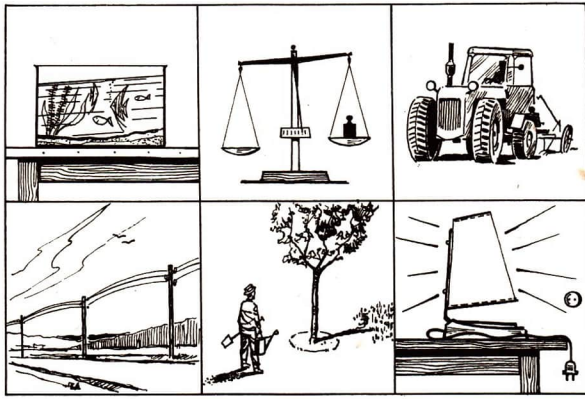


7/2 Fotografieren



Wer weiß es? Wer kann es?

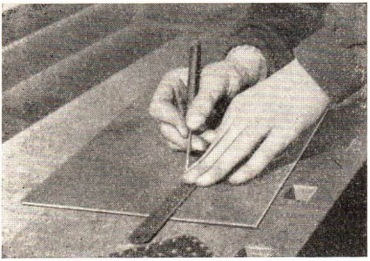
1. Betrachte die Bilder der Seiten 6 bis 8 und gib an, in welchen Teilgebieten der Physik die Wirkungsweise der dargestellten Apparate, Instrumente, Geräte, Maschinen usw. erklärt wird!
   Beachte, daß sich an einer Maschine verschiedene Vorgänge abspielen können! Wir können solche Maschinen – oder Teile von ihnen – verschiedenen Teilgebieten zuordnen. Zum Beispiel beim Traktor: Motor (Wärmelehre), Scheinwerfer (Optik), Lenkung (Mechanik), Hupe (Akustik).
2. Schärfe deine Beobachtungsgabe! Was stimmt hier nicht?

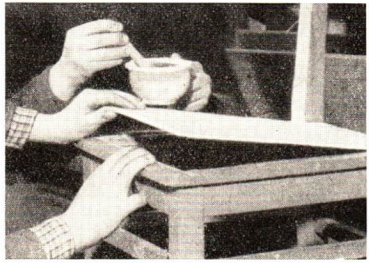


Wir basteln und experimentieren

Überlege, welchen Teilgebieten der Physik die nachstehenden Versuche (Experimente) zuzuordnen sind!

1. Reibe die Handflächen mehrmals gegeneinander! Was verspürst du?
2. Biege ein Stück Lötzinn mehrmals und befühle die Knickstelle!
3. Betrachte dich in einem Spiegel und berühre dein linkes Ohr! Welches Ohr ist es scheinbar im Spiegel?
4. Lege ein Lineal so auf eine Fingerspitze, daß es nicht herunterfällt! Wo mußt du es unterstützen?
5. Nimm eine Stricknadel, drücke sie fest an die Tischkante und zupfe das überstehende Ende an! Lasse das überstehende Ende immer kürzer werden und vergleiche die Klänge!

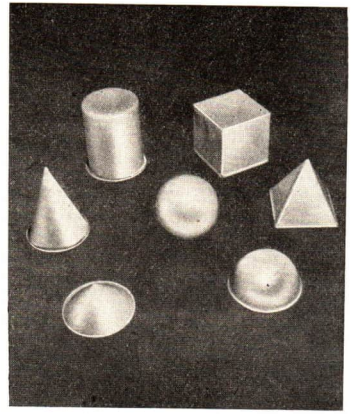


Aus der Mechanik

Im Werkunterricht werden verschiedene Werkstoffe (z. B. Holz, Plast, Metall) mit entsprechenden Werkzeugen (z. B. Raspel, Feile, Bohrer, Säge) bearbeitet. Häufig wird gemessen (z. B. die Länge einer Leiste).
Oft werden Einzelteile miteinander verbunden (z. B. durch Leimen, Nieten, Verschrauben oder Nageln).
Warum kann Holz, aber auch Metall mit einer Säge getrennt werden? Wie kommt es, daß Teile durch Kleber fest miteinander verbunden werden können? Wodurch können beim Messen Fehler entstehen, und wie lassen sie sich vermeiden?
Diese Fragen sollen im folgenden Kapitel beantwortet werden, das aus dem großen Gebiet der Mechanik einige Meßverfahren und Grundeigenschaften der Körper enthält.

Von den Körpern



Im Mathematikunterricht wurden die hier abgebildeten Körper behandelt. Wie heißen sie? Wie wird das Netz eines Würfels gezeichnet, wie wird der Rauminhalt eines Quaders berechnet? Im Mathematikunterricht wurden diese Körper mathematisch betrachtet und deshalb mathematische Körper genannt. Im Physikunterricht werden ebenfalls Körper näher untersucht, jedoch werden hier ihre physikalischen Eigenschaften festgestellt.

1. Grundeigenschaften der Körper

Auf dem Spielplatz sind viele Gegenstände zu sehen, zum Beispiel ein Ball, ein Reifen, ein Kreisel, eine Wippe. Diese Gegenstände werden auch als *physikalische Körper* bezeichnet. Woraus bestehen sie?

Der Ball besteht aus Gummi,[4]
der Reifen besteht aus _____,
der Kreisel besteht aus _____,
die Wippe besteht aus _____.

Alle diese Körper sind *feste Körper*. Nenne weitere feste Körper und gib an, woraus sie bestehen!

Gummi, Holz, Stahl, Papier und Glas nennt man *feste Stoffe*.

Feste Körper bestehen aus Stoff.

Betrachte das Bild 10/2 vom Hof der RTS (Reparatur- und Technische Station)!



10/2 Hof einer RTS

[4] Übertrage dieses Muster in dein Heft und fülle die freien Zeilen aus! Verfahre so auch bei ähnlichen Vordrucken (zum Beispiel Seite 38)!

Auf dem Hof befinden sich Gebäude, Fahrzeuge, Milchkannen. Sie nehmen alle einen bestimmten Raum ein.
In den Garagen hat jeweils nur eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen Platz.

Feste Körper nehmen einen Raum ein.

Auf dem Hof der RTS steht häufig eine Tankstelle für flüssige Treibstoffe, wie Rohöl und Benzin. Die Kannen enthalten Milch, ebenfalls eine Flüssigkeit. In den Reifen der Fahrzeuge ist Luft, ebenso ist Luft in den Kannen oberhalb der Milch. Man bezeichnet die Luft auch als ein Gas. Die *Flüssigkeiten* und die *Gase* bestehen, wie die festen Körper, aus Stoffen und nehmen einen Raum ein.

Es gibt feste, flüssige und gasförmige Körper.

2. Die gegenseitige Verdrängung der Körper

Im Garten soll ein Teil des Zaunes erneuert werden. Dazu müssen Pfähle in den Boden geschlagen werden. Mit jedem Schlag dringt der Pfahl tiefer in den Boden ein und drängt die Bodenteilchen zur Seite.

1

V Drücke einen Bleistift mit der Spitze in feuchten Sand! Ziehe ihn wieder heraus! Es bleibt ein Loch, das durch die Verdrängung entstanden ist.

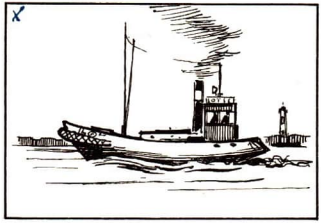
Der Bleistift, ein fester Körper, hat einen anderen festen Körper, den Sand, verdrängt. Fährt ein Fahrzeug auf einem Feldweg durch eine Wasserpfütze, so wird das Wasser von den Rädern verdrängt und spritzt nach allen Seiten. In diesem Falle wird ein flüssiger Körper durch einen festen verdrängt. Weitere Beispiele für Verdrängungen zeigen die Bilder 12/1 bis 12/4.

Körper können einander verdrängen. Wo ein Körper ist, kann nicht gleichzeitig ein anderer sein.

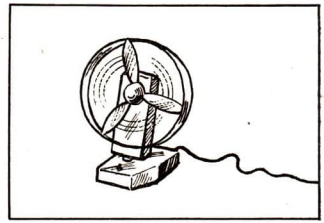
Die behandelten Eigenschaften gelten für alle physikalischen Körper. Man nennt sie deshalb auch *Grundeigenschaften der Körper.*

Körper bestehen aus Stoff.
Körper nehmen einen Raum ein.
Körper können einander verdrängen.

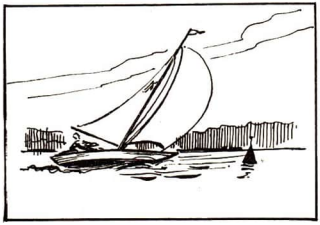
Gib an, wie die verdrängenden und die verdrängten Körper in den Bildern 12/1 bis 12/4 heißen!



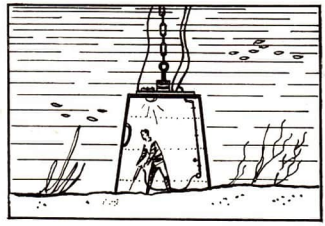
12/1 Ein fester Körper verdrängt einen flüssigen Körper



12/2 Ein fester Körper verdrängt einen gasförmigen Körper



12/3 Ein gasförmiger Körper verdrängt einen festen Körper



12/4 Ein gasförmiger Körper verdrängt einen flüssigen Körper

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Nenne Körper, die aus Stahl, Aluminium, Holz, Plast oder Glas bestehen!
2. Was bedeuten die Verkehrszeichen auf dem Bild 12/5? Wo findet man sie?
3. Beschreibe nach den Bildern 12/1 bis 12/4, welcher Körper in jedem Falle den anderen verdrängt! Suche weitere Beispiele,
   in denen
   ein fester Körper einen festen,
   ein flüssiger Körper einen festen,
   ein flüssiger Körper einen flüssigen,
   ein flüssiger Körper einen gasförmigen,
   ein gasförmiger Körper einen gasförmigen
   Körper verdrängt!

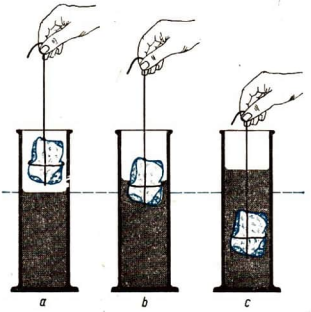


12/5 Verkehrszeichen

4. Was geht hier vor?
(Gib für jeden Fall die Art der Verdrängung an!)
Du steigst in eine mit Wasser gefüllte Badewanne
Ein Luftballon wird aufgeblasen
Eine Regentonne wird gefüllt
Ein Boot segelt auf dem See
Eine Schranktür wird geschlossen
Ein Zimmerfenster wird geöffnet
Ein Kraftwagen wird mit Treibstoff aufgetankt
Eine Kugel wirft die Kegel um
Eine Kuchenform wird mit Teig gefüllt
Du pumpst einen Fahrradschlauch mit Luft auf
Du bürstest deinen Anzug aus
Das Hochwasser reißt eine Brücke weg
Du schießt einen Fußball
5. In welchem Beispiel der Frage 4 verdrängt ein flüssiger Körper einen festen Körper?
6. Welche Arten der Verdrängung treten auf, wenn ein Naßfeuerlöscher benutzt wird?

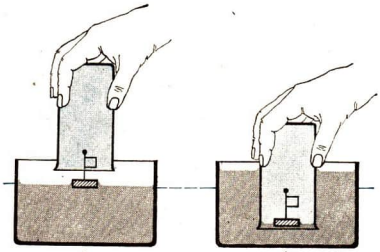
Wir basteln und experimentieren

1. Fülle ein Becherglas mit Sand und gieße etwas Wasser in dieses Glas! Welcher Stoff wird verdrängt?
2. Rolle eine Papierkugel, lege sie auf den Tisch und blase dagegen! Welcher Fall der Verdrängung liegt hier vor? Vergleiche den Vorgang mit dem Fahren eines Segelbootes!
3. Tauche einen festen Körper in einen wassergefüllten Glaszylinder (Bild 13/1)! Erkläre, was du beobachtest!
4. Gieße etwas Öl in ein Reagenzglas und fülle langsam Wasser nach! Was beobachtest du?

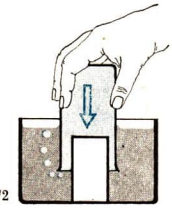


13/1 Was geht hier vor?

5. Stülpe ein leeres Glas umgekehrt in eine Wanne mit Wasser! Warum dringt nur wenig Wasser in das Glas (Bild 14/1)?
6. Stülpe einen Glastrichter umgekehrt in die Wanne und halte dabei das Rohr oben mit dem Finger zu! Öffne es dann! Was beobachtest du?

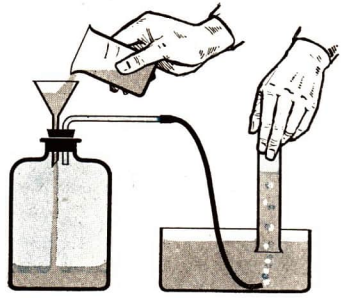


14/1 Welcher Körper wird hier verdrängt?



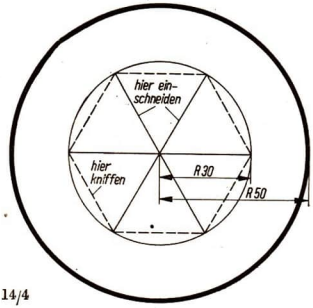
14/2

7. Lege einen festen Körper auf den Boden einer mit Wasser gefüllten Wanne, stülpe dann ein leeres Glas darüber (Bild 14/2)! Gib eine Erklärung für das, was du beobachtest!
8. Stelle eine Versuchsanordnung zusammen, wie sie das Bild 14/3 zeigt! Gieße dann etwas Wasser in den Trichter! Welche Körper werden verdrängt?
9. Setze einen Trichter eng auf einen Flaschenhals und schütte Wasser hinein! Warum läuft es schlecht oder gar nicht? Hebe ihn an! Was findest du an manchen Trichtern aus Plast?
10. Baue ein Windrad nach der Zeichnung 14/4!



14/3

Beachte: Schlage mit dem Zirkel zwei Kreise ($r = 5$ cm, $r = 3$ cm)! Teile den inneren Kreis mit Hilfe des Zirkels in 6 gleiche Abschnitte! Verbinde alle Schnittpunkte so, wie es das Bild 14/4 zeigt! Ritze bzw. schneide entlang der gekennzeichneten Linien! Biege die Sektoren abwechselnd nach beiden Seiten!
Welche Art der Verdrängung wird beim Windrad ausgenutzt?



14/4

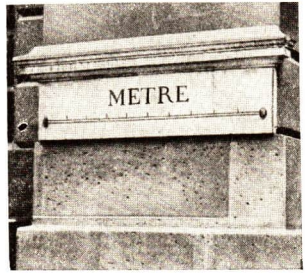
Wir messen Längen



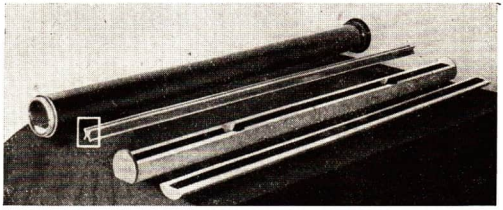
Überall in unserer Republik verändert sich das Bild der Städte und Dörfer. Fabriken, Wohnhäuser und Kulturstätten werden gebaut. Dazu müssen Bauplätze vermessen und Baupläne gezeichnet werden. Auch in der Industrie muß z. B. beim Herstellen von Maschinen- und Fahrzeugteilen ständig gemessen werden, damit alle Einzelteile richtig zusammengebaut (montiert) werden können. Diese Messungen müssen genauer erfolgen als beispielsweise das Messen der Länge einer Buchkante mit dem Lineal.

1. Längeneinheiten

Zum Bestimmen einer Länge braucht man bekanntlich ein Meßgerät (z. B. ein Lineal), das in Meter und Zentimeter eingeteilt ist. Meter und Zentimeter sind *Längeneinheiten*. In früheren Zeiten benutzte man sehr unterschiedliche Längeneinheiten, wie Zoll, Spanne, Fuß oder Elle. Diese Einheiten waren in den einzelnen Ländern verschieden lang. So betrug die Elle, mit unseren heutigen Maßen gemessen, in Bayern 83 cm, in Sachsen 57 cm und in Württemberg 61 cm. Oft hatte sogar eine einzelne Stadt ihre eigenen Maße, die auf einer Tafel am Rathaus zum Vergleichen angebracht waren. Für den Handel mit Waren, die nach Längen verkauft werden, ist eine überall gültige Längeneinheit vorteilhaft. Das wurde um so notwendiger, je mehr sich die Industrie und der Handel entwickelten. In Frankreich wurde deshalb nach der Französischen Revolution (1795) als *Längeneinheit* **das Meter** eingeführt (Bild 16/1).



15/2 Meter an einem öffentlichen Gebäude in Paris. Es wurde nach der Einführung angebracht und diente den Kaufleuten und den Händlern zum Vergleich



16/1 Urmeter. Um jederzeit die Genauigkeit von Längenmeßgeräten überprüfen zu können, wurde in Paris ein Meterstab, das Urmeter, geschaffen

Vom Meter erhält man durch Vervielfachen und Unterteilen

das Kilometer $1\,\text{km} = 1000\,\text{m}$ das Zentimeter $1\,\text{cm} = \frac{1}{100}\,\text{m} = 0{,}01\,\text{m}$

das Dezimeter $1\,\text{dm} = \frac{1}{10}\,\text{m} = 0{,}1\,\text{m}$ das Millimeter $1\,\text{mm} = \frac{1}{1000}\,\text{m} = 0{,}001\,\text{m}$.

Wird die Länge eines Körpers, z. B. die Länge einer Schraube, gemessen, so erhält man das Meßergebnis, z. B. 60 mm.
„60" ist die Maßzahl, „mm" die Maßeinheit. Eine solche Schreibweise gilt auch für Größen aus anderen Gebieten der Physik.

Jedes Meßergebnis besteht aus einer Maßzahl (z. B. 60) und aus einer Maßeinheit (z. B. mm).

Die mit l bezeichnete Länge der Schraube nennt man eine physikalische Größe. Diese ist das Produkt aus einer Maßzahl und einer Maßeinheit.

Physikalische Größe = Maßzahl × Maßeinheit
l = 60 mm

Eine physikalische Größe messen heißt, sie mit der Maßeinheit zu vergleichen.

Maßeinheiten spielen in der Physik eine große Rolle. Überall, wo Messungen und Berechnungen durchgeführt werden, treten sie auf. Bei allen Messungen ist auf die Angabe der richtigen Maßeinheit zu achten!

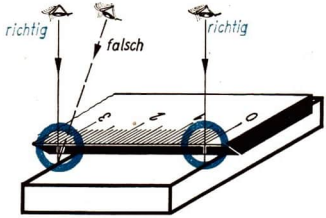
Andere physikalische Größen sind z. B. Höhe, Fläche, Volumen und Zeit. Es gibt für physikalische Größen Formelzeichen:

Länge	l	Höhe	h	Radius	r	Rauminhalt	V
Breite	b	Durchmesser	d	Fläche	A	Zeit	t

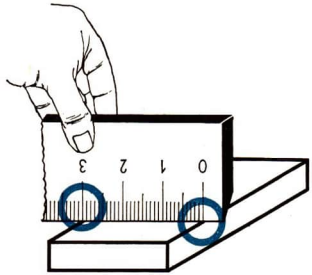
2. Wir vermeiden Meßfehler

Beim Messen einer Länge, z. B. der Länge einer Schraube, ist festzustellen, daß verschiedene Schüler unterschiedliche Meßergebnisse haben. Selbst wenn ein und derselbe Schüler mehrmals die Messung wiederholt, werden die gemessenen Längen häufig voneinander abweichen. Offensichtlich sind beim Messen *Fehler* aufgetreten.

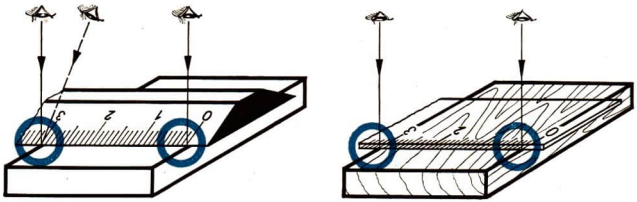
Die meisten *Meßfehler* werden durch falsches und ungenaues Ablesen sowie durch den Gebrauch eines ungeeigneten Meßgerätes verschuldet (Bilder 17/1 bis 17/3).



17/1 Wodurch können unterschiedliche Meßergebnisse entstehen? Wie kann man den richtigen Wert ablesen?



17/2 Bei welchen Linealen treten besonders häufig Meßfehler auf? Wie ist das Lineal bei genauen Messungen zu stellen?



17/3 Bei diesen Linealen wird das schräge Ablesen vermieden

Meßfehler lassen sich durch Benutzen geeigneter Meßgeräte, durch Übung und durch sorgfältiges Arbeiten verringern.

Es gibt eine besondere Methode, um beim Messen auftretende Fehler zu verringern. Dazu mißt man mehrmals, z. B. dieselbe Strecke.

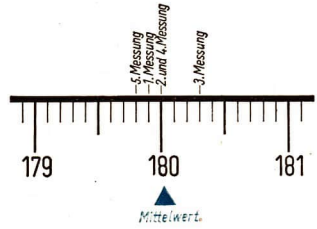
2

V Die Länge einer Wandtafel (eines Flures, eines Klassenraumes, einer Tür oder einer Bank) wird fünfmal gemessen. Wir stellen die fünf Meßwerte zusammen. Diese Werte addieren wir und teilen die erhaltene Summe durch die Anzahl der Messungen.

Beispiel: 1. Messung: $l_1 = 1799$ mm
2. Messung: $l_2 = 1800$ mm
3. Messung: $l_3 = 1803$ mm
4. Messung: $l_4 = 1800$ mm
5. Messung: $l_5 = 1798$ mm
Summe $= 9000$ mm

Summe dividiert durch Anzahl der Messungen:

$9000 \text{ mm} : 5 = 1800 \text{ mm}$



18/1 Der Mittelwert beträgt 1800 mm

Der auf diese Weise durch Messen und Rechnen ermittelte Wert (Bild 18/1) wird *Mittelwert* genannt. Er wird für die Angabe der Länge benutzt. Die Länge der Wandtafel beträgt $l = 1800$ mm.

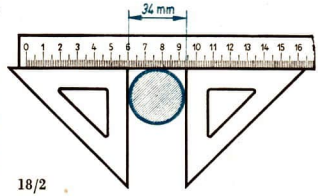
Durch mehrmaliges Messen und Bilden des Mittelwertes erhält man einen genaueren Wert für die wirkliche Länge.

3. Wir messen mit dem Meßschieber

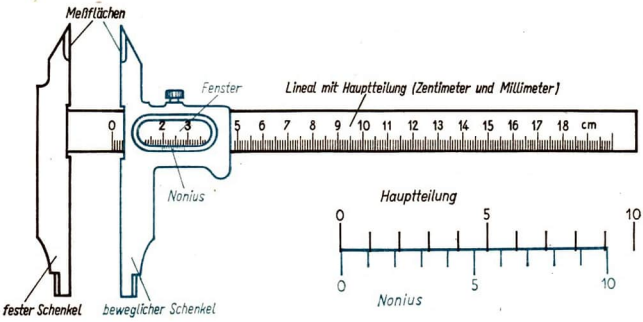
Die Durchmesser runder Gegenstände oder Bohrungen lassen sich mit einem Lineal allein nur schwer und ungenau ermitteln. Man kann sich behelfen, indem man zwei Zeichendreiecke und ein Lineal verwendet (Bild 18/2).

3

V Lege einen runden Gegenstand (Geldstück, Bolzen, Knopf) zwischen zwei Dreiecke so, wie es das nebenstehende Bild zeigt! Lies den Abstand auf dem Lineal ab! Wie wurde die Maßzahl 34 im Bild 18/2 ermittelt?



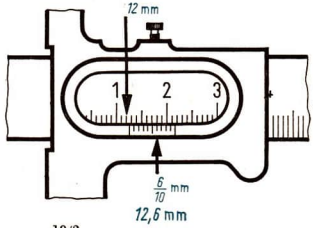
18/2



19/1 Meßschieber. Die beweglichen Teile sind farbig gedruckt. Der Nonius ist noch einmal vergrößert dargestellt. Die Zahlen 0,5 und 10 sind zur besseren Übersicht eingezeichnet

Auf diesem Verfahren beruht ein Meßgerät, das zum Messen von Werkstücken verwendet wird, der Meßschieber oder die Schieblehre (Bild 19/1).
Er gestattet, die Länge auf Zehntelmillimeter genau anzugeben. Solche Angaben sind für bestimmte Arbeiten erforderlich, beispielsweise für das Herstellen von Fahrradachsen, Schrauben, Niete.

V Lege das Werkstück zwischen die Schenkel und klemme es mit leichtem Druck ein! Das Ablesen geschieht im Fenster des Schiebers. Der erste Teilstrich des Nonius gibt die vollen Millimeter an, in unserem Beispiel 12 mm.



19/2

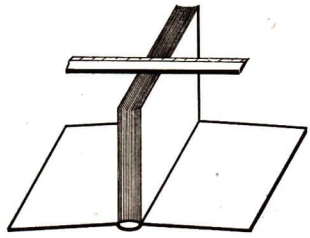
Der Strich des Nonius, der einem Strich der Hauptteilung gegenübersteht, gibt die Zehntelmillimeter an (unterer Pfeil). Auf dem Bild ergeben sich

$$12 \text{ mm} + \frac{6}{10} \text{ mm} = 12\frac{6}{10} \text{ mm} = 12{,}6 \text{ mm}.$$

Wir fassen die Vorgänge noch einmal zusammen:

1. Lege das Werkstück möglichst tief zwischen die Schenkel des Meßschiebers und drücke leicht an!
2. Lies an der Hauptteilung die Länge in vollen Millimetern ab!
3. Lies am Nonius die Zehntelmillimeter ab und addiere sie zu den Millimetern!

Versuchsauftrag Nr. 1



Aufgabe

Ermittle die Dicke eines Blattes des Physikbuches!

Geräte und Material

1 Buch	1 Meßschieber
1 Lineal	Schreibmaterial

Versuchsablauf

1. Lege das Physikbuch so auf den Tisch, daß der Buchdeckel auf der Tischplatte liegt und der Buchblock senkrecht steht!
2. Drücke die Seiten des Buchblockes fest zusammen und schätze die Dicke!
3. Lege ein Lineal so an den Buchblock, daß du die Dicke ablesen kannst! Trage den gefundenen Wert in ein Meßprotokoll ein!
4. Wiederhole die Messung noch fünfmal! Miß dabei an anderen Stellen des Buchblockes und beginne an verschiedenen Teilstrichen des Lineals!
5. Addiere die Meßwerte und teile die Summe durch die Anzahl der Messungen!
6. Trage den gefundenen Mittelwert in das Meßprotokoll ein, vergleiche mit dem geschätzten Wert!
7. Dividiere den gefundenen Mittelwert durch die Anzahl der Blätter des Buches!
8. Runde das Ergebnis!
9. Wiederhole die Messung mit einem Meßschieber!
10. Dividiere dieses Meßergebnis durch die Anzahl der Blätter, runde!
11. Vergleiche beide Ergebnisse!

Ergebnis

Die Dicke eines Blattes des Physikbuches beträgt $\approx$ 0,07 mm.

Benutze das folgende Muster für das Meßprotokoll!

Meßprotokoll

Aufgabe: Name:
Meßgerät: Klasse:
kleinste ablesbare Einheit des Meßgerätes: Datum:
zu messender Körper:
geschätzte Dicke des Buchblockes:

Nr. der Messung	Länge l in cm

Nebenrechnung:

Mittelwert: . . . mm: . . . = ... mm

Ein Blatt: . . . mm: . . . = ... mm

Mittelwert:
Dicke des Buchblockes: Dicke eines Blattes:

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Stelle fest, welche kleinste Länge du auf den dir bekannten Meßgeräten ablesen kannst!
2. Gib für die folgenden Beispiele die *Maßzahl* und die *Maßeinheit* an:

Länge eines Weges	3,8 km
Durchmesser eines Drahtes	2,5 mm
Fläche eines Feldes	2,5 ha
Inhalt eines Eimers	10 l
Temperatur am 4.10. um 8 Uhr	11 °C
Dauer einer Unterrichtsstunde	45 min

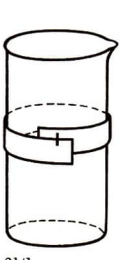
3. Rechne um in

Meter	Zentimeter	Millimeter
4 km	3 m	2 m
12 km	16 m	4 dm
6 km 74 m	48 dm	15 cm
7 m 4 dm	5 m 7 dm	1 dm 4 cm
2 m 5 cm	3 m 12 cm	2 dm 16 mm
14 cm	1 m 3 dm 9 cm	4 dm 2 cm 7 mm
5840 mm	342 mm	146 cm

4. Lege dein Lineal mit dem Teilstrich 10 auf eine senkrechte Linie! Schau mit einem Auge senkrecht auf das Lineal und bewege dann den Kopf von rechts nach links! Wieviel Millimeter beträgt die größte Abweichung (vgl. Bild 17/1)?
5. Wiederhole den Versuch 4 mit einem Dreikant- oder Durchsichtlineal! Stelle dein Lineal hochkant auf die Linie! Wie groß sind jetzt die Abweichungen?
6. Vergleiche die Teilung deines Lineals mit der Teilung anderer Lineale deiner Nachbarn! Stimmen sie überein? Was kannst du aus dieser Beobachtung schließen?

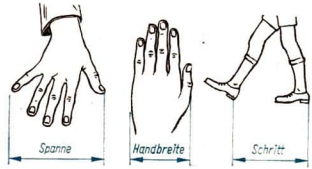
Wir basteln und experimentieren

1. Miß fünfmal die Länge eures Wohnzimmers! Stelle eine Meßreihe auf und berechne den Mittelwert! Lege ein Meßprotokoll an!
2. Miß mit Hilfe von Meßbändern den Umfang zylindrischer Körper! Trage die gefundenen Werte in eine Tabelle wie im Versuchsauftrag 1 (S. 20, unten) ein!
3. Lege einen Papierstreifen um ein Becherglas! Ziehe auf den übereinanderliegenden Enden einen Strich! Rolle den Streifen auf! Was kannst du mit Hilfe der Striche abmessen (Bild 21/1)?



21/1

4. Manchmal möchte man eine Länge ermitteln, ohne ein Meßgerät bei sich zu haben. Dann kann man seine persönlichen Körpermaße verwenden. Miß die Länge deiner Spanne, deine Handbreite, deine Daumenbreite, deine Fußlänge und deine Schrittlänge (Bild 22/1)! Ermittle mit Hilfe dieser Körpermaße die Länge verschiedener Strecken! Bedenke aber, daß solche Messungen nur einen Notbehelf darstellen und keine sicheren Ergebnisse liefern!



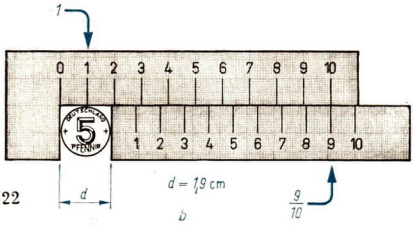
22/1 Körpermaße

5. Oft muß man eine Strecke schnell abschätzen (so beim Sport, bei Spielen, im Straßenverkehr, beim Geländespiel). Übe dich im Schätzen kurzer, mittlerer und langer Strecken! Schätze die Länge von Gegenständen im Klassenzimmer, von Strecken an der Tafel, von Entfernungen im Gelände! Trage erst die geschätzte Länge in ein Heft ein und danach die gemessene! Berechne jedesmal den Unterschied!
6. Wähle 10 Körper aus, schätze und miß ihre Länge, ihre Breite bzw. ihren Durchmesser! Wandle alle gefundenen Längen in Meter um und trage sie in die letzte Spalte der Tabelle ein! Fertige dazu in deinem Heft folgende Tabelle an:

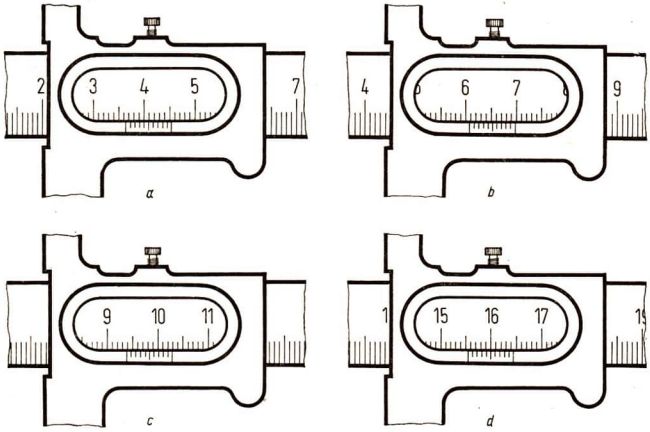
Nr.	Zu messende Größe	Formelzeichen	Länge		
			geschätzt	gemessen	
1	Länge der Bank	l	75 cm	70 cm	0,70 m
2	Durchmesser des Bleistiftes	d	1 cm	8 mm	0,008 m
3	.....	...	.....	.....	.....



7. Stelle das Modell eines Meßschiebers her, indem du Millimeterpapier auf Pappe klebst und es in der Form, die dir Bild 22/2 angibt, ausschneidest!



22/2 Modell eines Meßschiebers. Die Hauptteilung ist hier eine Zentimeterteilung. Eine Einheit auf dem Nonius ist 9 mm lang



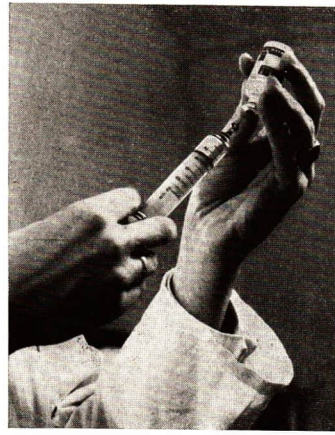
23/1 Übung macht den Meister

8. Ermittle mit einem Lineal den Durchmesser eines Drahtes oder eines Bindfadens! Wickle dazu auf einen zylindrischen Bleistift ganz eng aneinander beispielsweise 50 Windungen! Miß die Länge des umwickelten Teils des Bleistiftes und teile durch die Anzahl der Windungen, du erhältst so den gesuchten Durchmesser!
9. Miß mit einem Meßschiebermodell den Durchmesser verschiedener Münzenarten und anderer zylinderförmiger Gegenstände!
10. Stelle ein Modell auf folgende Werte ein:
    3,7 cm; 5,3 cm; 6,9 cm; 3,1 cm; 8,2 cm; 7,6 cm; 4,4 cm!
11. Lies die eingestellten Werte ab (Bild 23/1)!
12. Sammle Schrauben, miß ihre Längen und Durchmesser mit dem Meßschieber!
13. Suche die Fehler in den durchgestrichenen Beispielen des Bildes 23/2!



23/2 Warum sind diese Verfahren ungenau? Wie sind sie zu vermeiden?

Wir ermitteln das Volumen



Im täglichen Leben kommt es sehr häufig darauf an, Rauminhalte (Volumina) zu messen. Der Arzt beispielsweise legt fest, wieviel Milliliter einer Arznei dem Kranken gegeben werden müssen. Auf dem Glaszylinder der Spritze ist eine Teilung in ml angebracht, an der man das Volumen der angesaugten Flüssigkeit ablesen kann.

1. Raumeinheiten

Jeder Körper nimmt einen bestimmten Raum ein. Die Größe dieses Raumes nennt man den Rauminhalt oder das Volumen. Für das Volumen verwendet man das Formelzeichen V.

Tabelle 1: Volumeneinheiten

für feste Körper		für flüssige und gasförmige Körper	
Kubikmeter	m^3	Kubikmeter	m^3
Kubikdezimeter	dm^3	Hektoliter	hl
Kubikzentimeter	cm^3	Liter	l
Kubikmillimeter	mm^3	Milliliter	ml

2. Das Volumen von Flüssigkeiten

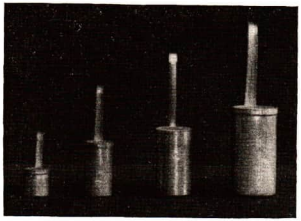
Das Volumen von Flüssigkeiten kann mit Hohlmaßen bestimmt werden, wie sie z. B. beim Milchverkauf verwendet werden (Bild 25/1).
Diese Maße erlauben aber nur, achtel, viertel, halbe und ganze Liter abzulesen, weil sie nur einen Füllstrich besitzen. Will man andere Volumina messen,

benutzt man *Meßzylinder*, die mit Skalen versehen sind. Sie werden in verschiedenen Größen hergestellt (Bild 25/2).

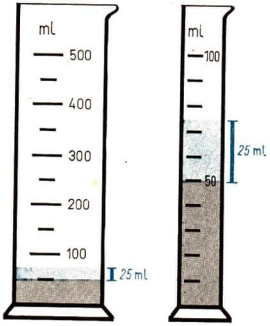
Man benutzt den Zylinder, in dem die zu messende Flüssigkeit den Skalenbereich gut ausnutzt (Bild 25/2).

Vor dem Benutzen dieses Meßzylinders muß man noch feststellen, wieviel Milliliter das Volumen zwischen zwei Skalenstrichen beträgt (Bild 25/3).

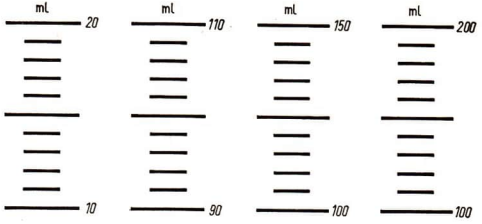
Es kommt auch oft vor, daß man nicht ein bestimmtes Volumen abmessen, sondern ein unbekanntes Volumen durch Messen ermitteln soll. So ermittelt man z. B. bei der Wetterbeobachtung das Volumen des auf einen Quadratmeter niedergegangenen Regens, in der Viehwirtschaft den Milchertrag einer Kuh, in der chemischen Industrie das Volumen der verwendeten Lösungen usw. In all diesen Fällen ist es notwendig, vor dem eigentlichen Messen das Volumen der Flüssigkeit zu schätzen. Erst dann kann man den entsprechenden Meßzylinder auswählen.



25/1 Liter, Halbliter-, Viertelliter- und Achtellitermaß

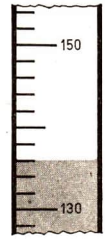


25/2 Bei einem schmalen Meßzylinder nimmt das Volumen von 25 ml eine größere Höhe ein als bei einem breiten. Man kann deshalb leichter, schneller und genauer ablesen



25/3 Teilungen verschiedener Meßzylinder. Wieviel ml entspricht der Abstand zwischen zwei Strichen?

Ein Beispiel zeigt den gesamten Gang einer Messung.



26/1

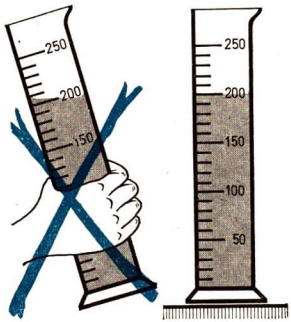
V Ermittle das Volumen einer Wassermenge!

1. Schätze das Volumen (z.B. 120 ml bis 150 ml)!
2. Wähle den Meßzylinder aus (im Beispiel mit 250 ml Meßbereich)!
3. Fülle das Wasser ein! Dabei achte darauf, daß kein Rückstand im Becherglas verbleibt und nichts verschüttet wird!
4. Lies das Volumen an der Skale ab! Im Beispiel steht der Flüssigkeitsspiegel zwischen den Maßzahlen 130 und 150. Ein Skalenstrich entspricht 2 ml. Da der Flüssigkeitsspiegel 3 Skalenstriche über der 130 steht, sind 3 mal 2 ml = 6 ml zu den 130 ml zu addieren. Das Volumen der Wassermenge beträgt somit 136 ml (Bild 26/1).
5. Trage das Ergebnis in ein Meßprotokoll ein!

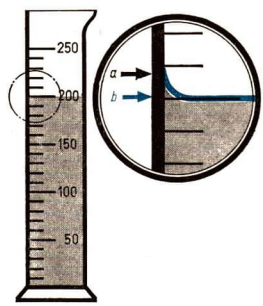
3. Welche Meßfehler können auftreten?

Auch beim Ermitteln des Volumens von Flüssigkeiten mit dem Meßzylinder können Meßfehler auftreten. Um sie zu vermeiden (a) oder klein zu halten (b bis e), ist das folgende zu beachten:

a) Während der Messung darf der Meßzylinder nicht in der Hand gehalten werden, sondern muß auf einer waagerechten Unterlage stehen (Bild 26/2).



26/2 Den Meßzylinder nicht in der Hand halten, sondern auf eine waagerechte Unterlage stellen!



26/3 Randkrümmung. Das Ablesen erfolgt bei b, nicht bei a

b) Da sich die Wasseroberfläche an der Wand des Zylinders emporwölbt (Bild 26/3,) ergeben sich kleine Ungenauigkeiten (vgl. S. 71).
c) Wenn der Flüssigkeitsspiegel nicht genau in Höhe eines Striches steht, kann der Zwischenwert nur geschätzt werden.
d) Im Gefäß bleibt nach dem Umschütten stets etwas Wasser an den Wänden und am Boden haften.
e) Das Meßergebnis wird beeinträchtigt, wenn die Temperatur der zu messenden Flüssigkeit von der auf dem Meßzylinder angegebenen abweicht (vgl. S. 105).

Versuchsauftrag Nr. 2

Aufgabe

Ermittle das Volumen einer Seltersflasche!

Geräte und Material

1 Seltersflasche
1 Meßzylinder 500 ml
Wasser
Schreibmaterial

Versuchsablauf

1. Fülle die Seltersflasche bis zum Rand mit Wasser!

   Anmerkung: Von der Industrie werden die Flaschen nicht randvoll gefüllt. Der Grund ist im Abschnitt „Die Ausdehnung der Körper beim Erwärmen" zu finden.

2. Schätze den Inhalt der Flasche und trage das Ergebnis in das Meßprotokoll ein (Muster vgl. Seite 22)!
3. Gieße das Wasser aus der Seltersflasche in den Meßzylinder! Laß es sorgfältig abtropfen!

   Anmerkung: Stelle den Meßzylinder in eine Fotoschale, um die Tischplatte sauberzuhalten!

4. Lies an der Skale des Meßzylinders das Volumen der Wassermenge ab!
5. Trage das Volumen der Seltersflasche in das Meßprotokoll ein!

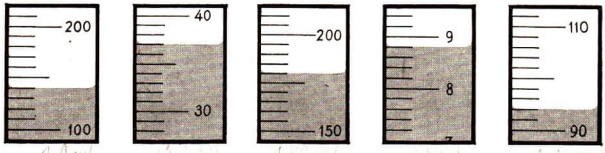
Ergebnis

Das Volumen der Seltersflasche beträgt _____ ml.

Wer weiß es? Wer kann es?

? 1. Rechne um in

Liter	Milliliter	Hektoliter	Kubikdezimeter
18 dm^3	19 cm^3	8 000 dm^3	2 hl
4000 cm^3	3 dm^3	17 300 l	615 hl
18 hl 30 l	$\frac{1}{10}$ l	3 200 dm^3	12 hl 4 l

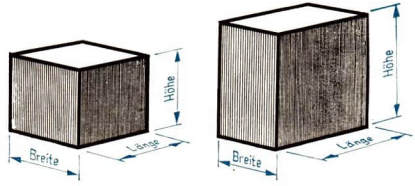


28/1

2. Wieviel Milliliter sind auf den abgebildeten Skalen angezeigt? Vor dem Ablesen das Bild 26/3 betrachten!
3. Schätze das Volumen eines Eimers (einer Kanne, eines Topfes, einer Flasche usw.) und miß nach, indem du mit einem Litermaß Wasser einfüllst! Vergleiche die Werte!
4. Schätze, wieviel Wasser mehrere verschieden hoch gefüllte Meßzylinder enthalten, und trage die gefundenen Werte in eine Tabelle ein! Lies dann ab und vergleiche das geschätzte Volumen mit dem gemessenen!
5. Ermittle die Volumen verschiedener Glasbehälter, z. B. Bechergläser, Kochkolben und Flaschen!
6. Miß das Volumen einer Flüssigkeit mit verschiedenen Meßzylindern! Beurteile, wie sich die verwendeten Zylinder zum Messen eignen!
7. Lasse 30 Wassertropfen in einen Meßzylinder mit 10 ml Meßbereich fallen! Welches Volumen hat ein Tropfen?

4. Das Volumen fester Körper

Das Volumen regelmäßig geformter Körper (Würfel, Quader, Zylinder, Kugel) kann durch Rechnen ermittelt werden. So wird das Volumen eines Würfels oder eines Quaders aus der Länge der Kanten berechnet.



Das Volumen eines Quaders berechnet man, indem man das Produkt aus seiner Länge, Breite und Höhe bildet.

Volumen = Länge · Breite · Höhe	$V = l \cdot b \cdot h$

Beispiel Wie groß ist das Volumen (in dm^3) einer Kiste mit den Kantenlängen 1,20 m, 60 cm und 50 cm?

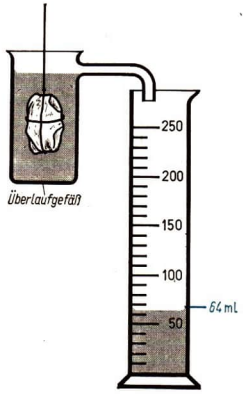
Lösung: Länge $l = 1{,}20\ m = 12\ dm$, Breite $b = 60\ cm = 6\ dm$,
Höhe $h = 50\ cm = 5\ dm$
$V = l \cdot b \cdot h$
$V = 12\ dm \cdot 6\ dm \cdot 5\ dm$
$V = 12 \cdot 6 \cdot 5\ dm \cdot dm \cdot dm$
$V = 12 \cdot 6 \cdot 5\ dm^3$
$V = 360\ dm^3$

Ergebnis: Das Volumen der Kiste beträgt $360\ dm^3$.

Das Volumen unregelmäßig geformter Körper (z.B. eines Feldsteines) ist durch Rechnen nicht zu ermitteln, sondern wird mit Hilfe eines Überlaufgefäßes und eines Meßzylinders festgestellt.

V 6 Beim Benutzen eines Überlaufgefäßes können wir das Volumen des Körpers direkt aus dem Volumen des ausgeflossenen Körpers (Wasser) an der Skale des Meßzylinders ablesen. Das Überlaufgefäß wird so weit mit Wasser gefüllt, daß dieses gerade aus dem Ausflußrohr herausläuft. (Vermeide Luftblasen! Langsam gießen!) Dann wird ein geeigneter leerer Meßzylinder unter das Ausflußrohr gestellt und der Körper mittels eines dünnen Bindfadens eingetaucht. Die ausgelaufene Wassermenge wird gemessen.

Volumen des verdrängten Wassers: 64 ml
Volumen des eingetauchten Körpers: 64 cm^3



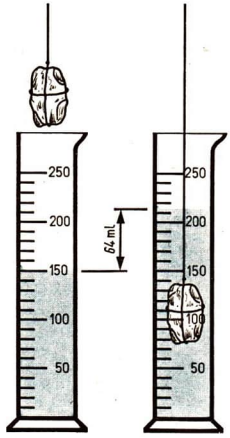
Da 1 ml annähernd 1 cm^3 ist (genau: 1 ml = 1,000 028 cm^3), kann man für 64 ml auch 64 cm^3 setzen.

Bei einem zweiten Verfahren (V 7, S.30) ist das Volumen des eingetauchten Körpers ebenfalls gleich dem Volumen des verdrängten Wassers. Überlege, welche physikalischen Gesetze hierbei ausgenutzt werden! Bei diesem Verfahren muß man den Flüssigkeitsstand vor und nach dem Eintauchen ermitteln. Das Volumen des Körpers ergibt sich dann aus der Differenz der beiden abgelesenen Werte.

7

Wir gießen Wasser in den leeren Zylinder, lesen sein Volumen ab und tauchen den Körper ein. Ist der einzutauchende Körper noch nicht vollkommen von der Flüssigkeit bedeckt, wird Wasser nachgefüllt. Dabei ist aber zu beachten, daß das Wasser nicht über den obersten Teilstrich der Skale steigen darf. Der Körper wird gegebenenfalls noch einmal herausgenommen und abgetrocknet (Meßfehler). Der Wasserstand wird abgelesen und der Körper eingetaucht.

Wasserstand vor dem Eintauchen:	150 ml
Wasserstand nach dem Eintauchen:	214 ml
Volumen des verdrängten Wassers:	64 ml
Volumen des eingetauchten Körpers:	64 cm³



Versuchsauftrag Nr. 3

Aufgabe

Ermittle das Volumen eines Flaschenkorkens!

Anmerkung: Beachte, daß Kork auf Wasser schwimmt und deshalb noch ein Körper benötigt wird, der den Korken unter Wasser festhält!

Geräte und Material

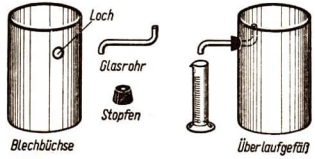
1 Meßzylinder
1 Flaschenkorken
1 Stück Metall
Bindfaden oder Draht
Schreibmaterial

Versuchsablauf

1. Schätze das Volumen des Korkens und trage den Wert in ein Meßprotokoll ein!
2. Fülle den Meßzylinder soweit mit Wasser, daß beim späteren Eintauchen des Metallstückes mit dem Korken das Wasser nicht über den Meßbereich der Skale steigt!
3. Befestige den Bindfaden oder Draht an dem Metallstück so, daß eine Schlaufe zur Aufnahme des Flaschenkorkens freibleibt! Tauche das Metallstück in den Meßzylinder und lies das Volumen ab! Trage den gefundenen Meßwert in das Meßprotokoll ein!
4. Ziehe das Metallstück am Bindfaden oder Draht aus dem Meßzylinder und befestige den Korken daran! Verspritze dabei kein Wasser!

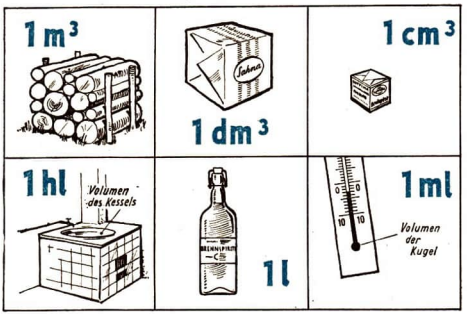
5. Tauche nun das Metallstück mit dem Korken in das Wasser, lies das neue Volumen ab und trage den Meßwert in das Protokoll ein!
6. Ermittle die Differenz!
7. Formuliere das Ergebnis in einem Schlußsatz!

Wer weiß es? Wer kann es?



31/1

1. Wie bestimmst du das Volumen eines kleinen festen Körpers, der unregelmäßig geformt ist?
2. Wie kannst du das Volumen eines schwimmenden Körpers aus Holz, Kork usw. bestimmen?
3. Ein Würfel hat eine Kantenlänge von 6 cm. Wie groß ist das Volumen (in cm^3) 5 solcher Würfel?
4. Wie ermittelst du das Volumen einer Luftgewehrkugel? Denke daran, daß eine Kugel noch keine genau meßbare Erhöhung des Wasserspiegels ergibt!
5. Ermittle das Volumen eines Ziegelsteines!
6. Stelle an Hand des Bildes 31/1 ein Überlaufgefäß her! Bestimme mit seiner Hilfe das Volumen von Bolzen, Schrauben, Muttern und Niete!
7. Ermittle das Volumen eines Flaschenkorkens, indem du ihn auf eine dünne Nadel spießt und unter die Wasseroberfläche drückst!
8. Nimm einen 1 m langen Kupferdraht und stelle fest, wieviel Kubikzentimeter Kupfer zu seiner Herstellung benötigt werden!
9. Der Maissilo einer LPG ist 18 m lang und im Mittel 5 m breit. Er hat eine durchschnittliche Höhe von 2 m. Wie groß ist ungefähr sein Volumen?
10. Miß die Kanten einer Streichholzschachtel und berechne ihr Volumen!
11. Wieviel Kubikmeter Luft sind im Klassenzimmer? Runde das Ergebnis sinngemäß! Wieviel Luft entfällt auf einen Schüler?
12. Suche im Klassenzimmer quaderförmige Gegenstände, miß ihre Kanten und berechne das Volumen!



31/2 Die sechs Darstellungen geben eine ungefähre Vorstellung von der Größe der genannten Volumeneinheiten. Sie können als Anhaltspunkte zum Schätzen von Rauminhalten dienen

Wir wägen

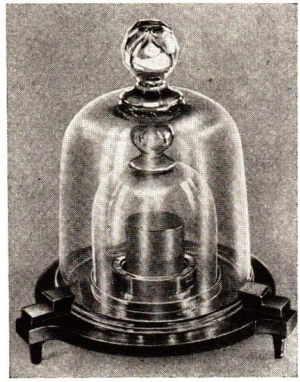


In unseren Produktionsbetrieben, beim Arzt, bei der Post, in Geschäften und an vielen anderen Stellen wird oft gewogen. Dabei wird die Masse von Körpern (z. B. Chemikalien, Pakete, Nahrungsmittel, Schrauben) festgestellt. Nenne weitere Beispiele! In diesem Abschnitt soll die Handhabung einiger Waagen erläutert werden; oft muß auch im Physikunterricht gewogen werden.

1. Maßeinheiten der Masse

Auch für Massen[5] ist eine Maßeinheit festgelegt.

Die Maßeinheit der Masse ist das Kilogramm (kg).

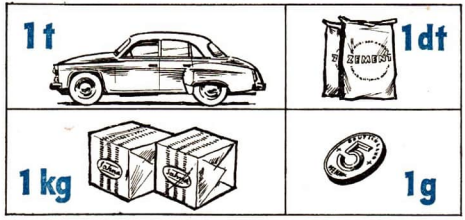


Große Massen werden in den Einheiten Dezitonne (dt) und Tonne (t) angegeben. Will man sehr kleine Körper wägen, so benutzt man die Einheiten Gramm (g) und Milligramm (mg).

[5] Für die Masse wird häufig die Bezeichnung „Stoffmenge" verwendet. Das ist nicht exakt. Mehr über die Masse wird in der Klasse 7 dargelegt.

32/2 Dieses Wägestück bezeichnet man als Internationalen Kilogrammprototyp. Mit ihm werden andere Wägestücke verglichen

33/1 Zum Schätzen von Massen sind diese Bilder gut einzuprägen

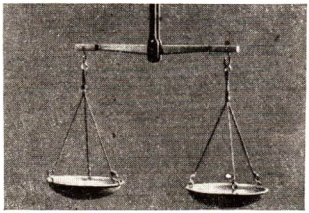


2. Die Waagen

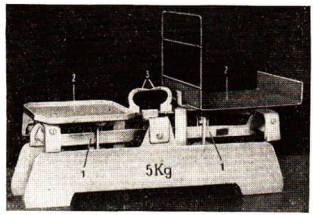
Zum Wägen benutzt man Waagen. Je nach ihrem Verwendungszweck sind sie in Größe und Form unterschiedlich.

Schalenwaagen (Bild 33/2) benutzt man für kleine Körper mit Massen bis zu 100 g (z. B. Chemikalien und Kräuter in Drogerien).

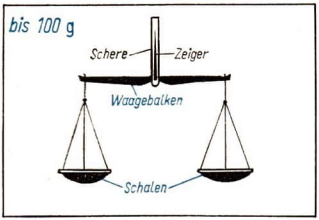
Tafelwaagen (Bild 33/3) benutzt man für größere Körper (z. B. Lebensmittel für den Haushalt).

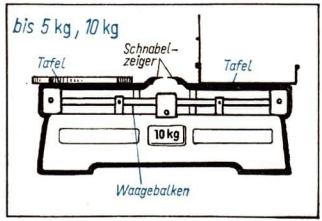


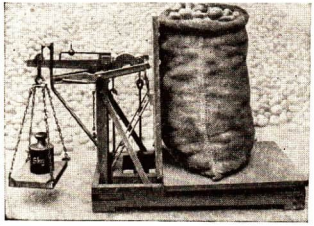
33/2 Schalenwaage



33/3 Tafelwaage



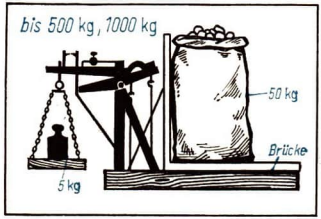


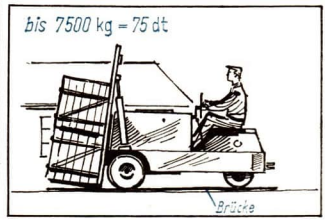


34/1 Dezimalwaage. Die Fläche, die zur Aufnahme der Last bestimmt ist, heißt Brücke. Die Dezimalwaage gehört zu den Brückenwaagen



34/2 Zentesimalwaage. Teile der Waage sind in dem kleinen Häuschen untergebracht. Die Last befindet sich auf der Brücke im Freien





Dezimalwaagen (Bild 34/1) sind besonders zum Wägen größerer Mengen landwirtschaftlicher Erzeugnisse (z. B. Saatgut, Futtermittel) geeignet, weil man auf die Waagschale nur ein Wägestück zu legen braucht, das den zehnten Teil der zu ermittelnden Masse beträgt. Die Wirkungsweise der Dezimalwaage wird in der Klasse 7 untersucht.

Zentesimalwaagen (Bild 34/2) dienen zum Wägen sehr schwerer Körper mit Massen bis zu mehreren Tonnen (z. B. die Ladung eines Anhängers mit Kartoffeln oder Getreide). Bei ihnen wird nur der hundertste Teil der Last als Wägestück benötigt.

Um die Waagen nicht zu beschädigen, darf die Höchstlast nicht überschritten werden. Deshalb ist vor jedem Benutzen einer Waage festzustellen, bis zu welcher Höchstlast sie bestimmt ist.

Entnimm die Teile der Waagen den Bildern 33/2 bis 34/2! Wie groß ist die Höchstlast der einzelnen Waagen?

3. Der Wägesatz

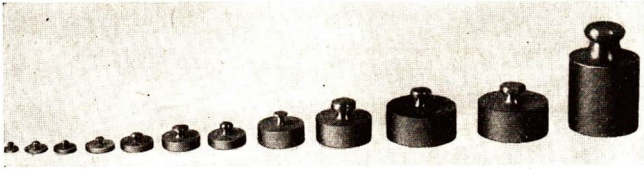
Für die genannten Waagen benötigt man zum Wägen Wägestücke. Sie sind zu *Wägesätzen* zusammengestellt und so ausgewählt, daß man mit einer möglichst geringen Zahl von Wägestücken alle vorkommenden Massen messen kann (Bild 35/1). In der Arbeitsgemeinschaft „Junge Fotografen" werden für das Ansetzen des Fixierbades 100 g Fixiersalz benötigt. Diese Menge wird durch Wägen ermittelt. Der Versuch 8 zeigt den Verlauf einer Wägung.

8

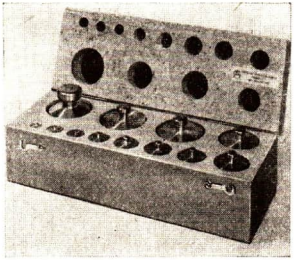
Wir benutzen eine Schalenwaage.

Wir stellen zunächst fest, ob der Zeiger der Waage im unbelasteten Zustand die Nullage einnimmt. Ist das nicht der Fall, so müssen wir das durch Auflegen leichter Körper, wie Papp- oder Papierstückchen, erreichen. Man sagt: Die Waage wird tariert. Nun legen wir auf die eine Seite ein Wägestück von 100 g, und auf die andere Seite schütten wir Fixiersalz. Sollte dabei die Waagschale mit dem Fixiersalz tiefer herabsinken als die Schale mit dem Wägestück, so nehmen wir so viel Salz herunter, bis der Zeiger die Nullage einnimmt oder um sie pendelt.

Sollen wir durch Wägen die Masse eines bestimmten Körpers ermitteln, zum Beispiel die einer Schraube, so verfahren wir, wie im Versuchsauftrag 4, Seite 36, angegeben.







35/1 Wägestücke. Bei ihrer Handhabung ist zu beachten, daß jede Beschädigung zu Meßfehlern führt und deshalb unbedingt vermieden werden muß. Durch anhaftende Feuchtigkeit, insbesondere durch Schweiß, verändern die Wägestücke ihre Masse. Bei kleinen Wägestücken führen schon geringe Änderungen zu groben Meßfehlern; deshalb dürfen sie nicht mit der Hand, sondern nur mit einer Greifzange (Pinzette) angefaßt werden

Tabelle 2: Einige Waagen

Name	Meßbereich	Meß-genauigkeit	Verwendung	Bemerkung
Schalenwaage	0 g bis 100 g	10 mg	Drogerie, Schülerübungen	Wägestück = Last
Tafelwaage	0 g bis 10 kg	500 mg	Haushalt, Gemüseladen	Wägestück = Last
Dezimalwaage	0 g bis 1 dt		Kohlenhändler, Gemüseladen	Wägestück $= \frac{1}{10}$ Last
Zentesimal-waage	0 g bis 75 dt		Produktions-betriebe, Güterbahnhof	Wägestück $= \frac{1}{100}$ Last

Versuchsauftrag Nr. 4

Aufgabe

Ermittle durch Wägen die Masse eines Nagels!

Geräte und Material

1 Schalenwaage (bis 100 g)
1 Wägesatz (10 mg bis 50 g)
1 Nagel
Stativmaterial
Pappstückchen
Schreibmaterial

Versuchsablauf

1. Befestige die Waage am Stativ!
2. Tariere die Waage! Benutze, wenn notwendig, die Pappstückchen dazu!
3. Schätze, wieviel Gramm der Nagel wiegt! Notiere es!
4. Lege den Nagel auf die linke Schale und die entsprechenden Wägestücke auf die rechte Schale! Benutze zum Auflegen der Bruchgrammstücke die beiliegende Pinzette!
5. Notiere den Meßwert im Meßprotokoll! Benutze die folgende Einteilung!

Nr. der Messung	Masse in g

6. Lege den Nagel auf die rechte Schale und wiederhole die Wägung! Trage den Meßwert ein!

   Anmerkung: Durch Vertauschen der Seiten verringern wir den Meßfehler.

7. Berechne den Mittelwert, vergleiche ihn mit dem geschätzten Wert und formuliere das Ergebnis in einem Schlußsatz!

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Rechne um in

Tonnen	Dezitonnen	Kilogramm	Gramm	Milligramm
164 dt	1216 kg	3 dt	12 kg	6 g
18 dt	17 kg	60,5 dt	5,7 kg	1,5 g
16 kg	2 t	2 t	4 mg	1,34 g
395 kg	13 t	21 t	850 mg	0,04 g
4480 kg	4,2 t	750 g	35 mg	0,007 g

2. Nenne die Teile einer Schalenwaage! Überprüfe deine Antwort an dem Bild 33/2! Bis zu welcher Höchstlast darf man sie benutzen?
3. Betrachte jeden der abgebildeten Körper und gib an, welche Waage zu benutzen ist, um seine Masse festzustellen!



4. Schreibe auf, aus welchen Wägestücken die drei auf Seite 35 abgebildeten Wägesätze bestehen! Überlege, warum die Wägestücke mit den Maßzahlen 2 (20, 200) in jedem Wägesatz doppelt vorhanden sind, Wägestücke mit den Maßzahlen 3 und 4 (30, 40, 300, 400) aber gänzlich fehlen!
5. Schreibe auf, welche Wägestücke du für folgende Massen benötigst: 18 g; 72,6 g; 375 g; 5,29 kg; 7 kg; 8,6 kg!
6. Auf der Brücke einer Dezimalwaage steht ein Körper mit einer Masse von 70 kg (30 kg, 15 kg, 27 kg). Welche Wägestücke liegen auf der Waagschale, wenn Gleichgewicht vorhanden ist?
7. Wo befindet sich in deiner Umgebung eine Zentesimalwaage? Suche sie auf und beobachte die Durchführung einer Wägung! Wodurch sind bei dieser Waage die Wägestücke ersetzt?
8. Stelle in einer Tabelle die Maßeinheiten, die du bisher kennengelernt hast, zusammen:

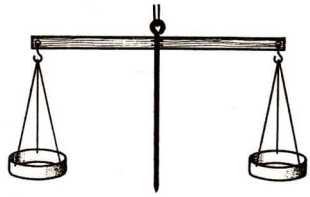
Maßeinheiten für Länge	Maßeinheiten für Volumen	Maßeinheiten für Masse

Bestimmte Vorsilben (Vorsätze genannt) kehren bei den Maßeinheiten immer wieder. Sie haben folgende Bedeutung:

Kilo (k):	tausendfach	Zenti (c):	hundertstel
Dezi (d):	zehntel	Milli (m):	tausendstel

Wir basteln und experimentieren

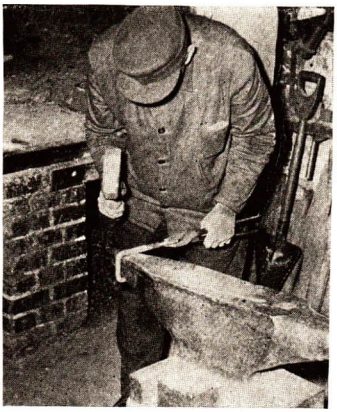
1. Stelle aus einer Leiste, zwei Dosendeckeln, einem dicken Draht (für den Zeiger), etwas dünnem Draht (für die Haken) und einer dünnen Schnur (zum Befestigen der Schalen und zum Aufhängen der Waage) eine einfache Balkenwaage her (Bild 38/1)!



38/1

2. Ermittle mit handelsüblichen Waagen die Masse eines Ziegelsteines, einer Kugellagerkugel, einer Schraube, einer Schreibfeder, eines Nagels! Schätze erst! Tariere jeweils vor dem Wägen die erforderliche Waage! Trage die Werte in eine selbstangelegte Tabelle ein!
3. Halte mit der einen Hand ein Wägestück von 500 g, mit der anderen Hand einen dir gleich schwer erscheinenden Stein! Wäge den Stein und stelle deinen Schätzungsfehler fest!
4. Wäge einen Meßzylinder mit einer Tafelwaage und gieße 100 ml Wasser (Milch, Spiritus, Öl) hinein! Bestimme auf diese Weise die Masse der Flüssigkeit!

Von den festen Körpern



Der Schmied will einen Verbindungsbolzen für die Kupplung eines Anhängers erneuern. Er legt ein Stück Rundstahl ins Schmiedefeuer und gibt dem Rundstahl, nachdem dieser rotglühend geworden ist, auf dem Amboß durch Hammerschläge die gewünschte Form.
Bei vielen Arbeiten nutzt man die Formbarkeit der verwendeten Werkstoffe, hier zum Beispiel Stahl, aus.
In diesem Kapitel soll festgestellt werden, daß die Formbarkeit eines Körpers davon abhängt, aus welchem Stoff er besteht.

1. Körper aus elastischen Stoffen

Vergleiche die Gummireifen eines beladenen mit denen eines unbeladenen Ackerwagens! Während sie bei dem beladenen etwas zusammengedrückt sind, nehmen sie nach dem Entladen wieder ihre alte Form an. Auch die Stahlfeder unter dem Sitz des Traktors drückt sich zusammen, wenn der Fahrer sich hinsetzt. Ist er abgestiegen, hat die Feder wieder ihre ursprüngliche Form. Auch eine Weidenrute, die zum Bau eines Flitzbogens verwendet wird, läßt sich formen. In den genannten Beispielen hatte das Ändern der Form eine Ursache. Bei der Stahlfeder am Sitz des Traktors war sie das Gewicht des Traktoristen, bei der Weidenrute die Muskelkraft. Auch in allen anderen Fällen, in denen elastische Körper ihre Form verändern, wirkt eine *Kraft* auf sie ein.

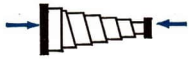
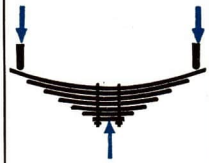
Elastische Körper verändern ihre Form, wenn eine Kraft auf sie einwirkt. Sie nehmen ihre ursprüngliche Form wieder an, wenn die Kraft nicht mehr einwirkt.

Die Eigenschaft der Stoffe, sich elastisch umformen zu lassen, heißt **Elastizität.** In allen Fällen müssen wir darauf achten, daß die umformende Kraft nicht beliebig groß sein darf. Ziehen wir z. B. ein Gummiseil zu weit auseinander, so reißt es. Die Form von Körpern aus elastischen Stoffen kann nur bis zu einer gewissen Grenze verändert werden.

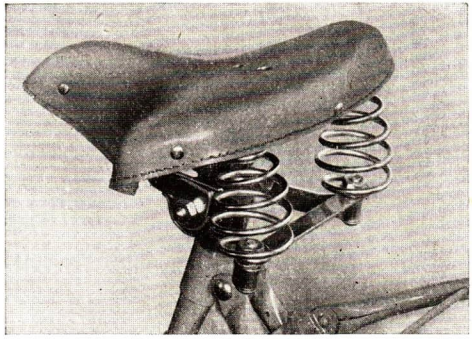
2. Federn

Große Bedeutung unter den elastischen Körpern haben Federn. Sie sind aus elastischen Metallstreifen oder Drähten geformt. Die wichtigsten Arten, ihre Formen und die Aufgaben solcher Federn sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3: Federarten

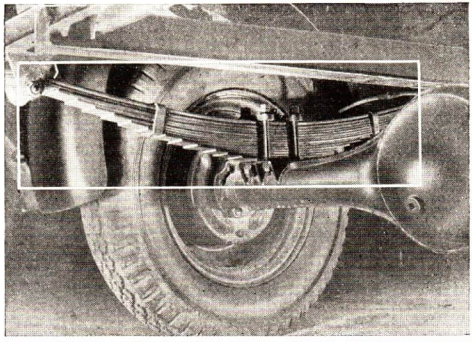
Arten der Federn	Formen der Federn	Aufgaben der Federn
Zugschraubenfeder		Zugschraubenfedern werden benutzt, um bewegliche Teile in die ursprüngliche Lage zurückzuführen. Ein Beispiel ist die Rückholfeder in manchen Fahrradklingeln.
Druckschraubenfeder		Druckschraubenfedern dienen zum Auffangen oder Abschwächen heftiger Stöße. Wir finden sie z. B. als Sprungfedern in Matratzen, an Ventilen von Motoren und an Schlagbolzen von Gewehren.
Kegelfeder		Bei verschiedenen Schneidwerkzeugen (z. B. Gartenschere, Geflügelschere, Drahtzange) haben Kegelfedern die Aufgabe, die Bügel des Werkzeugs nach dem Schnitt wieder auseinanderzudrücken. Welche Aufgabe haben Kegelfedern bei den Puffern der Eisenbahnwagen?
Blattfeder		Man benutzt Blattfedern zum Aufnehmen von Stößen an den Achslagern von Fahrzeugen, z. B. Kraftwagen, Traktoren, Eisenbahnwagen und Lokomotiven.
Spiralfeder		Spiralfedern treiben manche Uhren und Spielzeugautos. Sie drehen Zeiger, z. B. von elektrischen Meßgeräten, in die Nullage zurück.

3. Verwendung von Federn



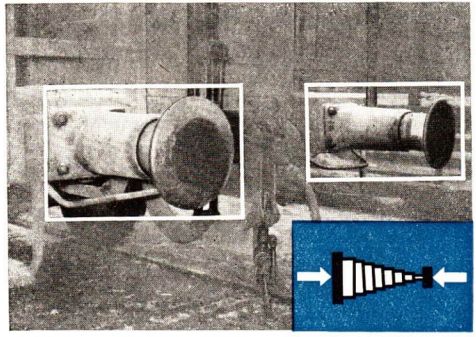
Druckschraubenfedern

Die beiden sichtbaren Stahlfedern des abgebildeten Fahrradsattels sind elastisch. Sie fangen Stöße ab, die durch Unebenheiten der Fahrbahn verursacht werden. Untersuche andere Fahrradsattel und stelle fest, welche Federarten bei ihnen vorkommen.



Blattfeder

Am Lastkraftwagen sehen wir an der Achse eine Blattfeder. Blattfedern haben eine geringe Einbaubreite und eine große Tragfähigkeit. Welche Aufgaben haben sie? Nenne weitere Beispiele für die Verwendung von Blattfedern! (Betrachte dazu Landmaschinen, Fahrzeuge usw. näher. Vorsicht! Nicht an Anlagen gehen, die in Betrieb sind!)



Kegelfeder

Die Puffer der Eisenbahnwagen sind durch Kegelfedern abgefedert. Diese Federn halten großen Belastungen stand, nehmen wenig Platz ein und haben einen sehr kurzen Federweg. Auch die Gartenschere hat eine Kegelfeder. Die Feder drückt dort die beiden Griffe auseinander.

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Du willst im Werkunterricht ein dünnes Brett zerschneiden. Warum mußt du es so auf die Hobelbank legen, daß es nur wenig übersteht?
2. Du sollst eine Holzleiste mit der Raspel bearbeiten. Wie spannst du die Leiste ein? Begründe deine Antwort!
3. Warum springt ein Ball?
4. Welche Schäden können eintreten, wenn bei Lastkraftwagen oder Hängern die angegebene Tragfähigkeit überschritten wird?
5. Nenne Gegenstände, die aus elastischen Stoffen hergestellt sind!
6. Stelle mit Hilfe der Tabelle 3 die Arten der an landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten verwendeten Federn fest! Wozu dienen sie?
7. Welche Federarten sind in den nachstehenden Geräten enthalten: Uhr, Druckbleistift, Luftpumpenhalter, Polstersessel, Aktenlocher, Gartenschere, Wäscheklammer, Federbindung der Skier, Güterwagen, Küchenuhr?
8. Welche Aufgaben haben die Gummipuffer an Türen oder Klappsitzen?
9. Welche Federn findest du am Fahrrad? Welche Aufgaben haben sie?

Wir basteln und experimentieren

1. Prüfe folgende Stoffe! Bei welchen Stoffen tritt die Elastizität deutlich hervor? Hartgummi (Kamm), Gummi, Leder, Hanf (Bindfaden), Kupferblech, Papier, Pappe, Holz, Dederon (Angelschnur).
2. Miß die Länge einer dünnen Gummischnur! Dehne sie stark aus! Miß erneut die Länge und vergleiche!
3. Stelle das Modell einer Schraubenfeder aus Draht, einer Blattfeder aus Pappe, einer Kegelfeder und einer Spiralfeder aus Zeichenpapier her!
4. Lasse eine Stahlkugel, eine Glaskugel (Murmel), eine Holzkugel und eine Kugel aus Knetmasse aus gleicher Höhe auf eine harte Unterlage (Stahl, Stein, Beton) fallen! Beobachte ihre unterschiedliche Elastizität! Woran erkennst du sie?

4. Körper aus plastischen Stoffen

Beim Bau eines Lattenzaunes werden die Latten an die Querhölzer genagelt. Der Zusammenhalt der Holzteile wird dadurch erhöht, daß die Nägel auf der Rückseite umgeschlagen werden. Der Nagel wird dadurch *umgeformt.* Im Gegensatz zur Stahlfeder nimmt er nicht wieder seine alte Form an, sondern behält die neue bei. Diese Stoffeigenschaft haben wir auch schon bei der Knetmasse kennengelernt. Wie beim Ändern der Form elastischer Körper wird auch hierbei Kraft benötigt.

Körper, die unter der Einwirkung einer Kraft bleibende Umformungen erfahren, heißen plastisch. Diese Eigenschaft heißt **Plastizität.** Knetmasse ist schon bei

kleinen Kräften plastisch[6]. Aber auch elastische Körper können plastisch werden, wenn sie unter dem Einfluß großer Kräfte stehen. Eine Schraubenfeder aus Stahldraht läßt sich z. B. ausziehen, d. h. plastisch umformen, wenn man einen Körper mit einem genügend großen Gewicht an sie hängt.

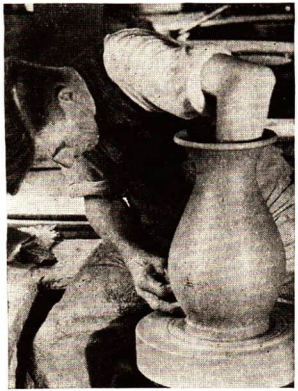
Plastische Körper verändern ihre Form, wenn eine Kraft auf sie einwirkt. Sie behalten die neue Form bei, auch wenn die Kraft nicht mehr wirkt.

Die plastische Formgebung der Körper wird in der Technik vielfach ausgenutzt:

Maurer verwenden *Mörtel.*
Maler ebnen Wandlöcher mit *Gips.*
Glaser dichten Scheiben mit *Kitt.*
Töpfer verarbeiten feuchten *Lehm.*
Schmiede formen schmiedbaren *Stahl.*
Elektriker biegen Rohre aus *Aluminium.*

Plastische Stoffe sind zum Beispiel Knetmasse, Kitt, feuchter Lehm, Ton und Gips, sofern sie feucht sind, außerdem Aluminium, Blei, Kupfer u. a.

Eine ganze Gruppe von Stoffen heißt Plaste. Plaste sind bei ihrer Verarbeitung mindestens einmal plastisch umformbar.



43/1 Feuchter Ton läßt sich gut formen, gebrannter Ton dagegen ist spröde

5. Körper aus spröden Stoffen

Schon bei geringem Druck kann ein dünnes Glasrohr brechen.
Körper, die aus elastischen Stoffen bestehen, aber bei geringer Umformung brechen, heißen spröde.

Spröde Stoffe brechen schon bei geringer Umformung.

Gehärteter Stahl, Grauguß, Glas, Gesteine sind spröde Stoffe, ebenso trockenes Holz, gebrannter Ton und manche Plaste.

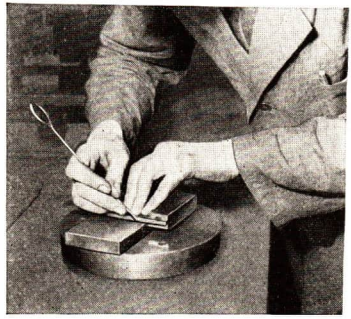
[6] plassein (griech.): formen

6. Härte

In der Werkstatt der RTS müssen oft die Messer des Mähbalkens einer Mähmaschine geschärft werden. Dies gelingt nur mit einer Schleifscheibe, die aus einem härteren Stoff besteht als das Stahlmesser. Genauso kann man Glas nur mit Stahlrädchen oder Diamantsplittern schneiden, da diese härter als Glas sind.

Härte ist der Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen entgegensetzt.

In der Möbelindustrie wird zum Schleifen und Polieren von Holz zum Beispiel Glaspapier benutzt. Feuchter Ton läßt sich mit einem Holzspatel bearbeiten.
Daraus ist zu erkennen, daß die Stoffe verschieden hart sind. Will man die Härte zweier Stoffe miteinander vergleichen, so versucht man, den Körper aus dem einen Stoff mit dem Körper aus dem anderen zu ritzen. Stets hinterläßt der härtere auf dem weicheren einen Kratzer (Bild 44/1).
In der folgenden Tabelle sind die Stoffeigenschaften zusammengestellt.



44/1 Beim Anreißen nutzt man die unterschiedliche Härte der Stoffe aus

Tabelle 4: Stoffeigenschaften

Stoffeigenschaft	Erklärung
Elastizität	ist die Eigenschaft, nach einer Umformung die ursprüngliche Form wieder anzunehmen.
Plastizität	ist die Eigenschaft, nach einer Umformung die neue Form beizubehalten.
Sprödigkeit	ist die Eigenschaft, schon bei geringer Umformung zu brechen.
Härte	ist der Widerstand gegen das Eindringen eines anderen Körpers.

Versuchsauftrag Nr. 5

Aufgabe

Vergleiche miteinander die Härte von Stahl, Holz, Stearin, Gummi, gebranntem und ungebranntem Ton!

Geräte und Material

1 Taschenmesser	1 Glasscherbe
1 Holzstück	1 Tonscherbe
1 Kerze	feuchter Ton
1 Stück Gummi	Schreibmaterial

Versuchsablauf

1. Lege alle Körper in eine Reihenfolge, die nach deiner Schätzung ihrer Härte entspricht!
2. Kontrolliere die Richtigkeit, indem du den vermutlich nicht so harten mit dem härteren Gegenstand ritzt!

   Anmerkung: Der Körper aus dem härteren Stoff muß in dem weicheren eine Ritzspur hinterlassen.

3. Notiere die Stoffe nach der ermittelten Härte!

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Nenne plastische Stoffe! Welche Gegenstände werden aus ihnen hergestellt?
2. Aus welchen Stoffen lassen sich Niete herstellen? Warum werden die betreffenden Stoffe verwendet?
3. Warum darf man nicht mit dem Hammer auf einen Schraubenschlüssel schlagen, um die Schraube loszudrehen?
4. Warum benutzt der Tischler zum Zusammenklopfen von Holzteilen einen Holzhammer?

Wir basteln und experimentieren

1. Dehne einen Kupferdraht von 150 cm Länge (Durchmesser etwa 1 mm) aus, bis er zerreißt! Spanne dazu z. B. das eine Ende in einen Schraubstock und ziehe am anderen Ende mit einer Kombizange! Miß die Länge der beiden Bruchstücke, addiere sie und vergleiche das Ergebnis mit der Anfangslänge!
2. Schlage mit dem Hammer auf ein Stück Stahl, ein Stück Kupfer und ein Stück Knetmasse! Welche Stoffeigenschaften kannst du aus ihrem Verhalten erkennen?
3. Rühre auf einem alten Konservendeckel etwas Gips mit Wasser an und beobachte die Veränderung der Stoffeigenschaften!

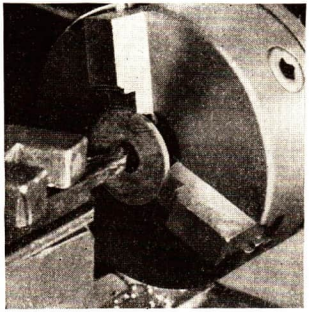
7. Einige Werkstoffe

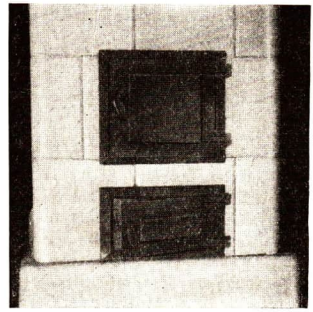
Wir haben bis jetzt einige Eigenschaften von Stoffen kennengelernt, z. B. Elastizität, Plastizität, Sprödigkeit und Härte. Die Ursachen dieser verschiedenen Eigenschaften werden in den folgenden Klassen betrachtet.
In den folgenden Übersichten sind die Stoffe so unterteilt, wie dies in der Technik üblich ist: in Eisenmetalle, Nichteisenmetalle, Nichtmetalle (auch nichtmetallische Werkstoffe genannt).

Eisenmetalle

Die *Eisenmetalle* sind für die Technik sehr wichtig. Die ältesten Werkzeuge aus diesen Metallen sind viertausend Jahre alt. Man hat sie in Kleinasien gefunden. In Europa verbreitete sich die Verwendung des Eisens vor etwa dreitausend Jahren. Aber erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts begann die große Entwicklung der Eisenindustrie, als der Hochofen erfunden wurde.

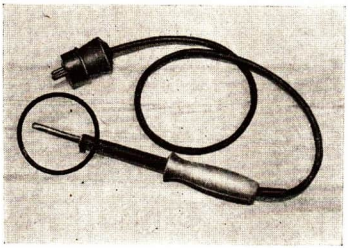
Stahl	Grauguß
Stahl ist schmiedbares Eisen. Durch Erwärmung wird Stahl zunächst plastisch und kann in diesem Zustand durch Schmieden geformt werden. Bei noch höheren Temperaturen schmilzt er. In diesem Zustand können Körper aus Stahl durch Gießen hergestellt werden.	Grauguß kann nicht geschmiedet werden, weil er beim Erwärmen nicht plastisch wird, sondern gleich schmilzt. Er ist sehr hart und druckfest, aber spröde. Aus Grauguß werden zum Beispiel Zylinderblöcke von Kraftfahrzeugen, Maschinenteile und Ofentüren gegossen.







47/1 Dieser Wagen für Sauerstoff hat eine Verkleidung aus Aluminium. Er kann 12250 Liter flüssigen Sauerstoff transportieren. Zum Schutz gegen Erwärmung durch die Sonnenstrahlen dient die glänzende Oberfläche



47/2 Diese Lötkolbenspitze ist aus Kupfer. Warum Kupfer verwendet wird, erfährst du in der Wärmelehre. Aus Kupfer sind auch oft Leitungsdrähte für den elektrischen Strom. Nenne weitere Körper aus Kupfer!

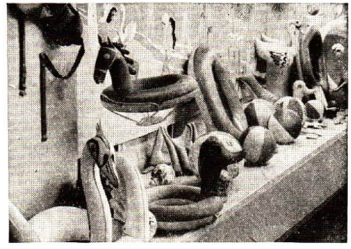
Nichteisenmetalle

Alle Metalle, die nicht zu den Eisenmetallen gehören, nennt man *Nichteisenmetalle*. Die schweren Nichteisenmetalle (z. B. Kupfer, Zinn, Zink, Blei) bezeichnet man als *Schwermetalle*, die leichteren als *Leichtmetalle* (Aluminium).

Aluminium	Kupfer	Blei
Eigenschaften Geringe Härte, geringe Elastizität, leicht, gut formbar.	*Eigenschaften* Verhältnismäßig weich, zäh, läßt sich leicht formen.	*Eigenschaften* Es ist sehr weich, zäh, gut zu formen und gut zu gießen.
Verarbeitung Draht, Bleche und Gußteile. Durch Zusätze (Metall) kann die Härte erhöht werden.	*Verarbeitung* Draht, Rohre, Bleche. Messing (Kupfer und Zink) Bronze (Kupfer und Zinn)	*Verarbeitung* Bleche und Rohre.
Verwendung Aluminium mit Zusätzen anderer Metalle wird u. a. im Fahrzeug- und Flugzeugbau verwendet. Man stellt aus ihm elektrische Leitungen, Haushaltsgegenstände und Tuben, Apparate der chemischen und der Nahrungsmittel-Industrie her.	*Verwendung* Kupfer wird verwendet für elektrische Leitungen und Apparate, für Lötkolben und Dichtungsringe, für Schiffsbeschläge und Rohre. Bei Holzbooten werden Kupferniete verwendet, da diese vom Wasser nicht angegriffen werden.	*Verwendung* Aus Blei stellt man z. B. Akkumulatorenplatten, Mäntel für Kabel, Platten für Strahlungsschutz her. Mit anderen Metallen zusammengeschmolzen ergibt es Legierungen für Druckletter, Lager von Wellen und Lötzinn.



48/1 Bei dem Personenkraftwagen „Trabant 601" des VEB Automobilwerk Sachsenring Zwickau, besteht die Karosserie aus Plast. Aus Plast sind auch manche Eimer, Steckdosengehäuse und Schalter



48/2 Viele Spielzeuge bestehen aus Plasten und sind wegen ihrer leuchtenden Farben sehr beliebt. Aus gleichem Material können auch Regenbekleidung, Tischdecken und Förderbänder bestehen

Nichtmetalle (nichtmetallische Werkstoffe)

Es gibt sehr viele *Nichtmetalle*, von denen Glas, Gummi und Kork und einige Plaste behandelt werden sollen. Entnimm Angaben über Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendung der folgenden Tabelle!
Die Bearbeitung von Glas und Kork wird auf den Seiten 51 bis 54 beschrieben.

Glas	Gummi	Kork
Eigenschaften Hart, elastisch, spröde, plastisch bei hohen Temperaturen.	*Eigenschaften* Sehr elastisch und zäh, geringe Härte.	*Eigenschaften* Sehr leicht, elastisch, geringe Härte.
Verarbeitung Im warmen Zustand durch Blasen, Pressen, Walzen, Ziehen.	*Verarbeitung* Im warmen Zustand gepreßt.	*Verarbeitung* Wird meist durch Schneiden geformt.
Verwendung Gläser, Flaschen, Teller, Fliesen, Steine, Dachsteine, Fensterglas, Drahtglas, Glaswolle, Schaumglas.	*Verwendung* Fahrzeugbereifungen, Schläuche, Dichtungen, Gefäßverschlüsse, Kissen, Luftmatratzen, Schlauchboote, Wetterballons.	*Verwendung* Flaschenkork, Schwimmgürtel, Rettungsringe.

Mit allen Gegenständen muß pfleglich umgegangen werden, da das Herstellen jedes neuen Gegenstandes viel Arbeit und auch wieder Werkstoffe erfordert. Diese stehen aber nicht unbegrenzt zur Verfügung, besonders die wichtigen Metalle Kupfer und Blei (Buntmetalle). Wer Abfälle oder unbrauchbar gewordene Gegenstände aus Buntmetall eifrig sammelt, hilft unserer Wirtschaft!

Plaste spielen heute als Werkstoff eine große Rolle. Sie werden in unseren chemischen Betrieben hergestellt. Plaste werden oft an Stelle anderer bisher verwendeter Stoffe eingesetzt, da sie diese in manchen Eigenschaften übertreffen. Außerdem wird dadurch wertvolles Metall eingespart und ein hoher volkswirtschaftlicher Nutzen erzielt. Es gibt bereits eine Fülle von Plasten mit unterschiedlichen Eigenschaften (Bilder 48/1 und 48/2).

Manche sind hart, andere dagegen weich. Plaste lassen sich bei einer bestimmten Temperatur umformen. Bei einigen ist diese Umformung nur einmal möglich, andere werden bei jeder Erwärmung auf eine bestimmte Temperatur plastisch.

Kreuze in einer Tabelle nach folgendem Muster die zutreffenden Stoffeigenschaften an!

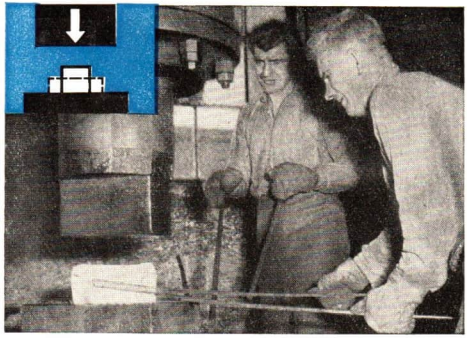
Stoff	elastisch	plastisch	spröde
Kreide			
Holz			
Stahl			
Kupfer			
Gummi			

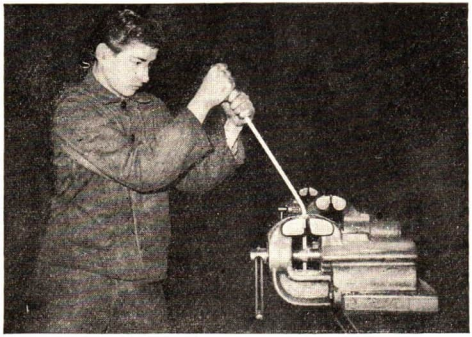
Stoff	elastisch	plastisch	spröde
Porzellan			
Glas			
Kitt, frisch			
Aluminium			
Grauguß			

8. Wie die Möglichkeit, Werkstoffe umzuformen, ausgenutzt wird

Das Schmieden

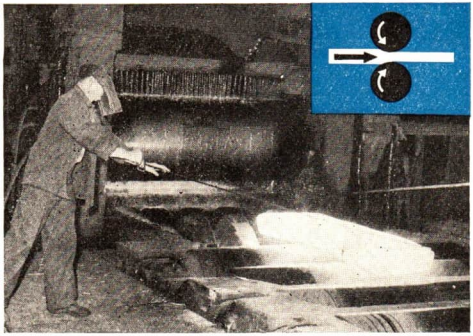
Beim Schmieden formt der herabfallende Hammer das glühende Werkstück um. In der Industrie verwendet man Schmiedepressen, um dem Menschen die schwere körperliche Arbeit zu erleichtern. Eine Schmiedepresse kann mächtige glühende Stahlblöcke bearbeiten.





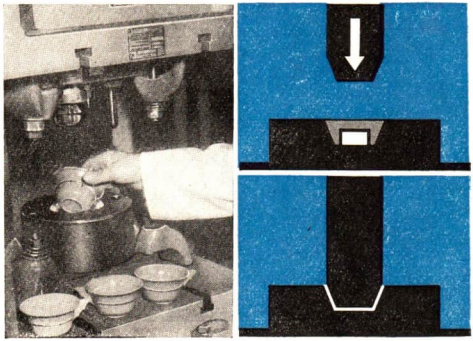
Das Biegen

Rohre, Stäbe und Bleche lassen sich oft in die gewünschte Form biegen. Man erwärmt sie oft an der Biegungsstelle, damit das Material nicht reißt. Zähe Stoffe, wie Blei und Kupfer, kann man meistens kalt biegen.



Das Walzen

Beim Walzen werden glühende Metallblöcke mehrmals durch Walzen geleitet. Bei jedem Arbeitsgang wird der Abstand der Walzen geringer, bis schließlich der Block die gewünschte Dicke hat. Auch Schienen, Träger, Stahlstäbe und dicke Drähte werden durch Walzen hergestellt. In der Glasindustrie stellt man Flachglas für Fenster und Spiegel im Walzverfahren her.



Das Pressen

Gegenstände aus Plasten werden oft hergestellt, indem man den Werkstoff in eine Form preßt. Unser Bild zeigt das Pressen von Tassen. Auf die gleiche Art wird z. B. auch Glas gepreßt, um Glasbausteine, Gläser, Teller usw. anzufertigen.

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Durch welche Eigenschaften unterscheiden sich Stahl und Grauguß?
2. Überlege, warum Milchkannen aus Aluminium und nicht aus Stahl hergestellt werden!
3. Welches Metall (Legierung) erhält man, wenn Kupfer mit Zink zusammengeschmolzen wird?
4. Welchen Vorteil hat man durch die Verwendung von Dachsteinen aus Glas?
5. Warum sind bei vielen landwirtschaftlichen Fahrzeugen die mit Stahlreifen beschlagenen Holzräder durch Gummireifen ersetzt worden?
6. Aus welchen Werkstoffen können Türklinken, Lineale, elektrische Schalter, Eimer, Eierbecher sein? Welche Vor- und Nachteile haben die verschiedenen Stoffe?

Wir basteln und experimentieren

1. Führe folgende Tätigkeiten aus und gib an, welche Art der Formgebung du anwendest!
   a) Drücke ein Stück Blech über eine Kante!
   b) Lege einen kleinen Nagel auf eine stählerne Unterlage und klopfe ihn flach!
   c) Rolle Knetmasse mit einer Holzwalze flach!
   d) Drücke einen Knetmasseklumpen in eine Vertiefung!
2. Untersuche an einem Stück Aluminium die Eigenschaften dieses Leichtmetalls (Farbe, Glanz, Härte, Sprödigkeit, Plastizität)!
3. Nimm Abfallstücke aus Plast, z.B. Stücke zerbrochener Seifendosen, Stiele alter Zahnbürsten, Trinkröhrchen usw. und tauche sie in heißes Wasser! Stelle fest, welche sich durch die Wärme verändern und welche nicht! Welchen Einfluß hat diese Eigenschaft für die Verwendung?

9. Bearbeiten von Glas

Wir wollen in den folgenden Versuchen lernen, Glasröhren so umzuformen, daß wir aus ihnen Arbeitsgeräte erhalten, die wir im weiteren Unterricht, vor allem im Chemieunterricht (ab Klasse 7) benötigen.
Um Unfälle und unnötige Materialverluste zu vermeiden, beachte die folgenden Regeln:

Verhalten im Arbeitsraum

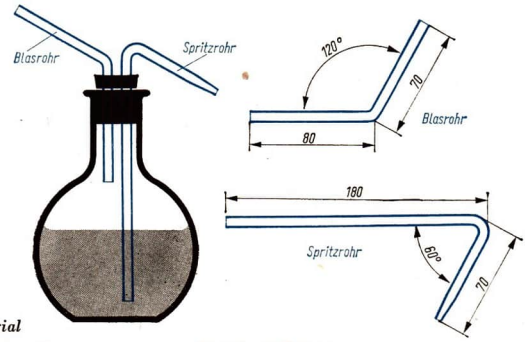
1. Halte Ordnung im Arbeitsraum und am Arbeitsplatz!
2. Behandle alle Geräte sorgsam, sie sind Volkseigentum! Melde alle Beschädigungen und Verluste unverzüglich dem Lehrer!
3. Verhalte dich diszipliniert! Beachte die Anweisungen des Lehrers!

4. Führe die Arbeiten ruhig und ohne Hast durch!
5. Stelle den Brenner in angemessener Entfernung vor dir auf! Du mußt gut mit ihm arbeiten können, die Flamme darf aber Körperteile und Kleidung nicht erreichen.
6. Stelle den Brenner auf die kleinste Flamme, rücke ihn außerhalb des Arbeitsbereiches, wenn du ihn nicht brauchst! Lösche die Flamme bei längeren Arbeitspausen!
7. Schütze die Tischplatte durch eine feuerfeste Unterlage!
8. Lege erwärmte Glasteile so ab, daß du sie nicht mit unbearbeiteten verwechseln kannst und versehentlich anfaßt!
9. Wende beim Arbeiten keine Gewalt an!
10. Merke dir, wo sich Feuerlöschgeräte und der Kasten für die „Erste Hilfe" befinden!
11. Melde jeden Unfall und jede Verletzung sofort dem Lehrer!

Versuchsauftrag Nr. 6

Aufgabe

Stelle die Glasrohrteile einer Spritzflasche her! Entnimm die Maße der nachfolgenden Zeichnung!



Werkzeuge und Material

1 Glasrohrschneider oder
1 Dreikantfeile
Spiritusbrenner
Biegerohr (450 mm)
Lineal mit Teilung
Winkelmesser
Schere
Pappe oder Papier

Arbeitsablauf

1. Stelle aus dünner Pappe oder Papier zwei Schablonen nach den Bildern her! Sie dienen zum Festlegen der Winkel am Blasrohr und am Spritzrohr der Spritzflasche.

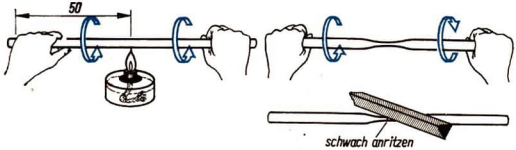


Biegeschablone für das Spritzrohr

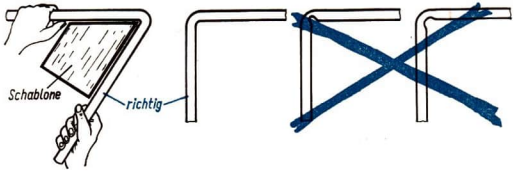
2. Schneide ein Glasrohr von 150 mm und ein zweites von 300 mm vom Biegerohr ab! Setze dazu die Dreikantfeile senkrecht auf die Glasröhre und ritze sie mit leichtem Druck an! (Dünne Glasröhren mit geringem, stärkere mit größerem Druck anritzen!) Lege beide Daumen auf die Gegenseiten der Feilstelle und brich die Röhre durch! (Das abgebrochene Glasende leicht anschmelzen!)



! 3. Drücke den Docht einer großen Spirituslampe seitlich zusammen und ziehe ihn in die Breite, damit ein längeres Stück der Röhre erwärmt werden kann! Zum Ausziehen der Spitze für das Spritzrohr halte das 300 mm lange Rohr etwa 50 mm vom Rand entfernt in die Flamme und drehe gleichmäßig! Sobald das Rohr weich ist, ziehe beide Enden außerhalb der Flamme rasch auseinander, drehe dabei beide Hände etwas gegeneinander! Die Röhre abkühlen lassen, schwach anfeilen und brechen! Bruchstelle am langen Rohr anschmelzen!



! 4. Zum Biegen werden die Röhren (erst das Blasrohr, das Spritzrohr muß noch abkühlen) in der Flamme, wie unter 3, erwärmt. Sobald sie weich sind, biegen! (Winkel mit der Schablone prüfen, gegebenenfalls nochmals biegen! – Beim Biegen leicht ziehen!)



10. Arbeiten mit dem Korkbohrer

Sollen Glasröhren durch Kork- oder Gummistopfen hindurchgeführt werden, so muß man die Stopfen ein- oder mehrmals durchbohren. Der folgende Versuchsauftrag gibt dazu einige Anleitungen. Lies zuvor noch einmal die Regeln über das Verhalten im Arbeitsraum auf den Seiten 51 und 52 durch!

Versuchsauftrag Nr. 7

Aufgabe

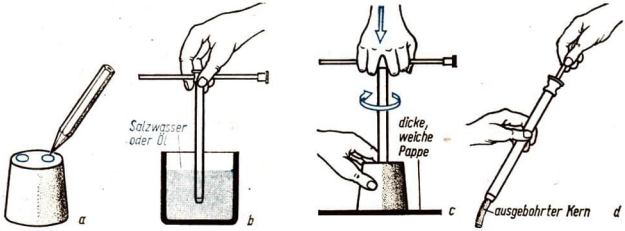
Durchbohre einen Stopfen (2 Bohrlöcher)! Der Stopfen soll die im Versuchsauftrag 6 hergestellten Glasröhren aufnehmen und in einen 500-ml-Stehkolben passen.

Werkzeuge und Material

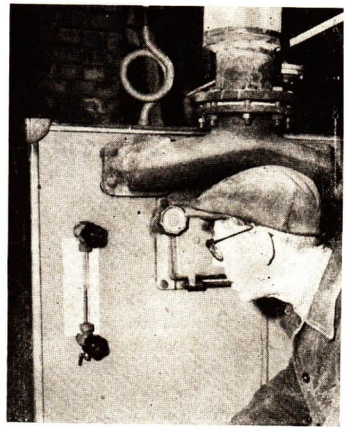
1 Satz Korkbohrer
1 Stopfen
1 Becherglas mit öligem oder salzigem Wasser

Arbeitsablauf

1. Wähle aus dem Satz den geeigneten Korkbohrer aus! (Sein Durchmesser soll etwas kleiner als der des Glasrohres sein!)
2. Zeichne mit einem Farbstift die Lage der beiden Bohrlöcher an! Der Stopfen steht dabei auf seiner größeren Fläche. Laß den Stopfen dabei auf dem Tisch stehen!



3. Benetze den Korkbohrer mit einer öligen oder salzigen Flüssigkeit (besseres Gleiten) und drücke ihn mit einer drehenden Bewegung in den Stopfen! Drehe unter wiederholtem Anfeuchten so lange, bis er unten wieder erscheint! Stoße den Bohrkern mit einem Metallstab (er ist im Bohrersatz enthalten) aus dem Bohrer!
4. Zum Einführen der Glasröhren in den Stopfen beachte:
   a) Glasröhre und Stopfen anfeuchten!
   b) Glasröhre kurz fassen! Stopfen nicht in der hohlen Hand halten!
   c) Glasröhre hineindrehen, nicht hineindrücken! (Sie bricht sonst, und du verletzt dich!)



Die Höhe des Wasserstandes in Kesseln von Dampfheizungen muß kontrolliert werden. Dazu befindet sich am Kessel ein Wasserstandsglas. An ihm kann abgelesen werden, bis zu welcher Höhe der Kessel gefüllt ist. Welche Eigenschaften des Wassers werden beim Wasserstandsglas ausgenutzt?

1. Die Oberfläche der Flüssigkeiten



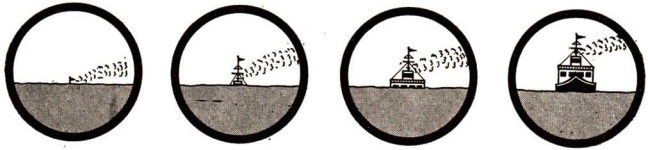
55/2 Vergleiche die Lage der Oberfläche in den 3 Bildern! Wie stellt sich die Oberfläche in jedem Falle ein? Führe den Versuch selbst aus!

Betrachten wir die Oberfläche des Wassers in einem Glas, einem Eimer oder in einer Wanne, so erscheint sie uns eben und waagerecht. Was geschieht, wenn man ein Gefäß mit einer Flüssigkeit einseitig anhebt (Bild 55/2)?

Auf dem Schulglobus ist zu erkennen, daß die großen Flächen der Weltmeere sich der Gestalt der Erdkrümmung anpassen und deshalb keine waagerechten Ebenen bilden. Diese Tatsache wird durch folgende Beobachtung bestätigt: Nähert sich einem Beobachter auf dem offenen Meer ein Schiff, so sieht er erst den Rauch, dann den Mast und nach und nach alle tiefer gelegenen Schiffsteile (Bilder 55/3 und 56/1). Auch kleinere Oberflächen weisen die Erdkrümmung auf, sie ist aber so gering, daß man sie nicht zu beachten braucht und von waagerechten Ebenen sprechen kann.



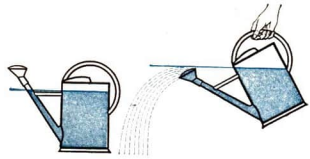
55/3 Meeresoberfläche im Schnitt



56/1 Ein Schiff wird am Horizont sichtbar. Erkläre an Hand des Bildes 55/3!

2. Verbundene Gefäße

Füllt man eine Gießkanne mit Wasser, so steigt die Wasseroberfläche nicht nur im Behälter, sondern gleichzeitig auch im Ausflußrohr. Der Behälter und das Rohr sind in Bodennähe miteinander verbunden (Bild 56/2). Man spricht in solchen Fällen von **verbundenen Gefäßen.**



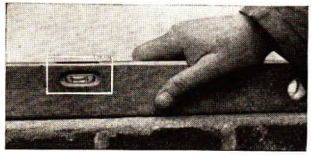
56/2 Gießkanne im Schnitt

In nicht zu engen verbundenen Gefäßen liegen die Flüssigkeitsoberflächen in einer annähernd waagerechten Ebene.

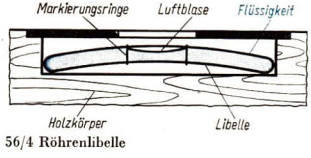
Die Erscheinungen bei engen Gefäßen werden auf der Seite 72 erklärt.

3. Die Wasserwaage

Es soll noch ein weiteres Gerät beschrieben werden, mit dem man auch eine waagerechte Ebene festlegen kann, dessen Wirkungsweise aber erst erklärt werden kann, wenn etwas über das Verhalten der Gase (Luft) in Flüssigkeiten (Wasser) gesagt wurde. Es ist die *Wasserwaage.* Maurer, Zimmermann, Ofensetzer und Facharbeiter anderer Berufe verwenden sie bei ihrer Arbeit. Der wichtigste Teil der Wasserwaage ist die *Röhrenlibelle* (Bild 56/4). Eine andere Form hat die Dosenlibelle (s. S. 87).



56/3 Wasserwaage

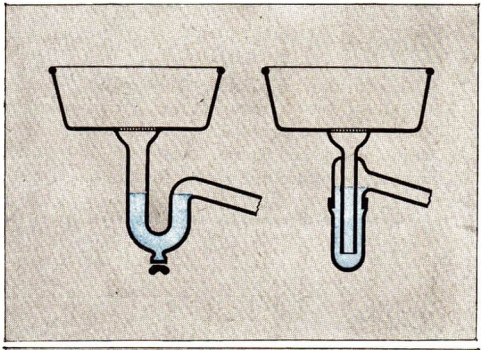


56/4 Röhrenlibelle

4. Wo das Gesetz der verbundenen Gefäße berücksichtigt wird

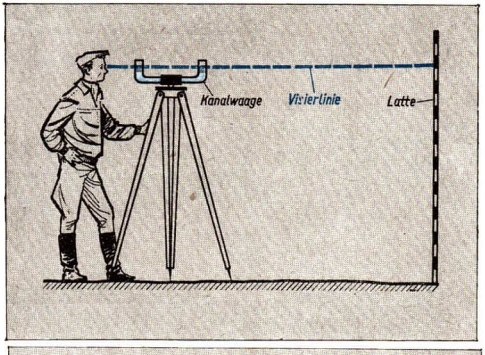
Geruchsverschlüsse

Ausgüsse haben einen Geruchsverschluß, damit die übelriechenden Gase aus den Abwässerleitungen z. B. nicht in die Wohnung dringen können. Erkläre, wie bei jeder Ausführungsform der Verschluß erhalten bleibt, wenn Wasser aus dem Becken abfließt!



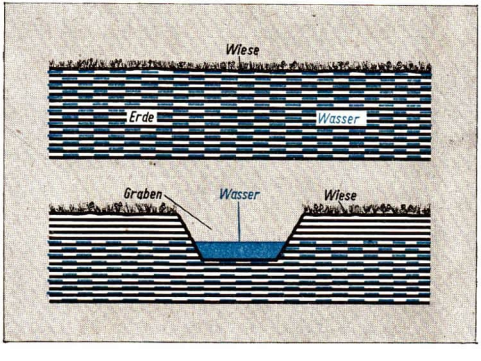
Kanalwaage

Dieses Gerät besteht aus zwei Glasröhren, die durch ein enges Rohr, den Kanal, verbunden sind. Zum Festlegen einer waagerechten Geraden visiert man über die beiden Oberflächen. Die Kanalwaage wird zum Beispiel beim Anlegen von Entwässerungsgräben, bei Ausschachtungsarbeiten oder beim Verlegen von Wasserleitungsrohren benutzt.



Entwässerung

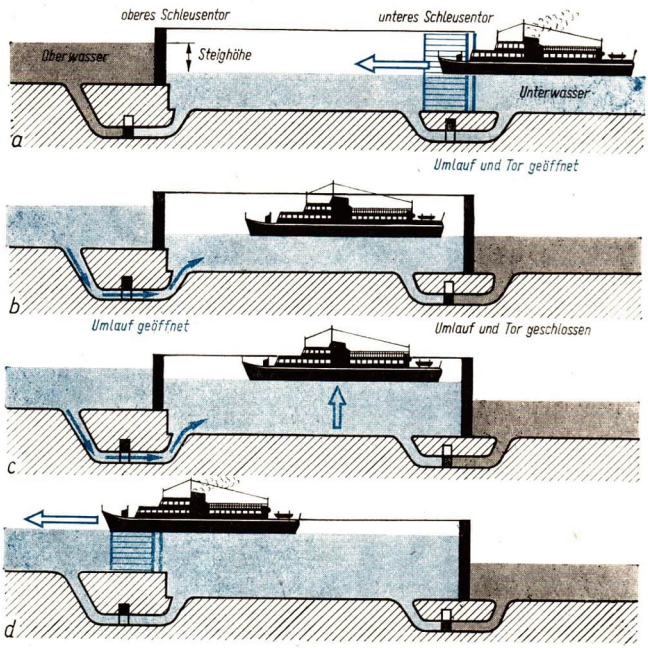
Zur Entwässerung feuchter Äcker und Wiesen zieht man Gräben, in denen sich das überschüssige Grundwasser ansammelt und abgeleitet wird. Nenne das zugrunde liegende physikalische Gesetz! (Entwässerung siehe auch Seite 149!)



5. Schleusen

Infolge der unterschiedlichen Höhenlage der Seen und Flüsse fließt das Wasser nach dem Gesetz der verbundenen Gefäße an die tiefste Stelle. Das Wasser soll oft nicht ungehindert abfließen, deshalb staut man Flüsse und Kanäle durch Wehre. Damit die Wasserfahrzeuge den Höhenunterschied an einem solchen Wehr überwinden können, werden Schleusen gebaut (Bild 58/1).

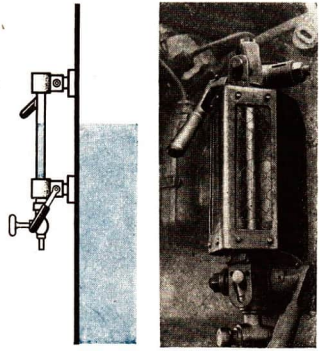
Durch eine Schleuse können Schiffe Höhenunterschiede des Wasserspiegels überwinden.



58/1 Das Schiff wird stromaufwärts geschleust

Wer weiß es? Wer kann es?

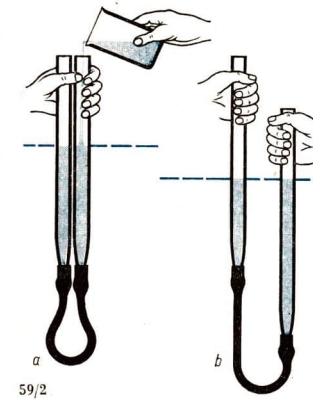
1. Nenne verbundene Gefäße und gib ihre Verwendungszwecke an! Bezeichne jeweils die Stelle, an der die Gefäße verbunden sind!
2. Erkläre die Wirkungsweise des Wasserstandsglases am Wasserkessel! Warum muß das Wasserstandsglas mit zwei Röhren am Kessel angeschlossen sein?
3. Erläutere an Hand des Bildes 57/2 den Gebrauch der Kanalwaage!
4. Zum genauen Bestimmen einer waagerechten Geraden legt man die Wasserwaage noch ein zweites Mal an, wobei man sie um 180° dreht. Begründe diese Arbeitsweise!
5. Beschreibe das Schleusen eines Schiffes vom Ober- zum Unterwasser!
6. Warum kann die Oberfläche von fließendem Wasser nicht waagerecht sein?



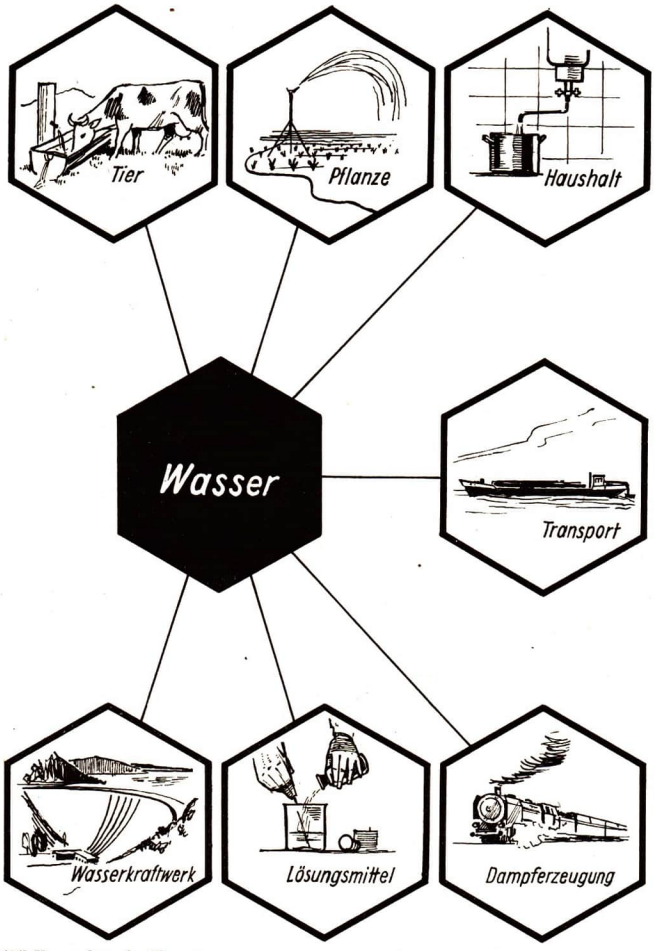
59/1 Kessel einer Lokomotive mit Wasserstandsglas. Um den Wasserstand in einem geschlossenen Kessel von außen her ablesen zu können, wird ein Glasrohr mit zwei Anschlüssen so befestigt, daß der eine unter der Wasseroberfläche, der andere über der Wasseroberfläche liegt.

Wir basteln und experimentieren

1. Verbinde zwei Glasröhren mit einem Schlauch, fülle sie mit Wasser! Verändere die Höhe einer Glasröhre und vergleiche die Wasserspiegel (Bild 59/2)! Neige ein Glasrohr seitlich, überkreuze sie!
2. Prüfe mit einer Wasserwaage die waagerechte Lage einer Tischkante, eines Fußbodens und einer Tür!
3. Prüfe die lotrechte Lage einer Zimmerwand und eines Ofens!
4. Lege eine Leiste auf eine schräge Fläche und richte sie durch Unterlegen von Büchern und Heften in die waagerechte Lage!
5. Überprüfe die waagerechte Ebene einer Tischplatte durch kreuzweises Auflegen der Wasserwaage!



59/2



60/1 Verwendung des Wassers

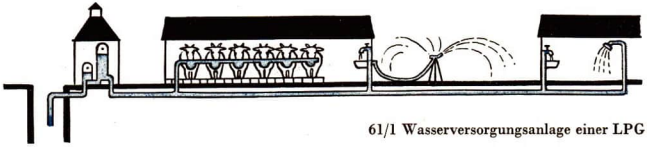
6. Die Verwendung des Wassers

Das Wasser ist für Pflanzen, Tiere und für den Menschen lebenswichtig. Während die Pflanzen das Wasser direkt aus dem Boden entnehmen, muß es für die Menschen vor dem Gebrauch aufbereitet werden. Sehr große Mengen werden von der Industrie zum Erzeugen von Dampf, als Kühlmittel, als Rohstoff zum Gewinnen anderer Stoffe und als Lösungsmittel gebraucht (Bild 60/1).

7. Die Gewinnung des Wassers

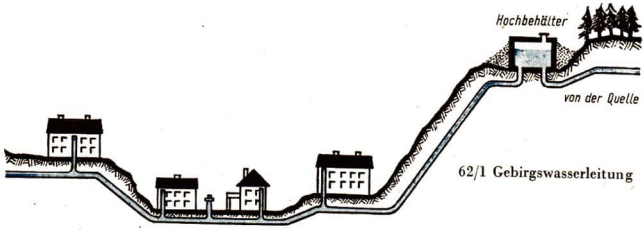
Je nach dem Verwendungszweck (Bild 60/1) muß das Wasser bestimmte Eigenschaften haben. Danach richtet sich seine Gewinnung. Im folgenden soll die Gewinnung von *Trinkwasser* beschrieben werden. Am geeignetsten dazu ist das Grundwasser oder Quellwasser. Es ist im allgemeinen klar, geruchlos, frei von krankheitserregenden Bakterien und gesundheitsschädigenden Verunreinigungen. Es enthält bestimmte Salze, die seinen Geschmack ausmachen und dem Aufbau des Körpers dienen.

Die älteste Form der Trinkwassergewinnung ist das Anlegen eines *Brunnens*. In einem künstlich angelegten Kessel sammelt sich das Grundwasser und wird mittels einer Hand- oder Motorpumpe an die Oberfläche gebracht. Mit Motorpumpen kann das Wasser durch Rohrleitungen zu den Verbrauchern geleitet werden (Bild 61/1).

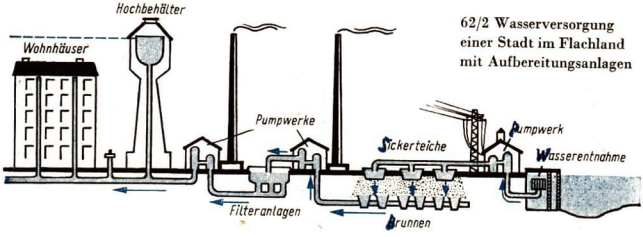


61/1 Wasserversorgungsanlage einer LPG

In manchen Dörfern und in den meisten Städten erfolgt die Wasserversorgung von einer zentralen Stelle aus. Das Wasser wird in einem Behälter gesammelt und von dort mit Rohrleitungen allen Häusern und Betrieben zugeführt. Dabei muß nach dem Gesetz der verbundenen Gefäße dieser Behälter höher liegen als die Verbraucherstellen. Das erreicht man in Gebirgsgegenden dadurch, daß man das Wasser von Quellen und Bächen in hochgelegenen Sammelbecken anstaut, während man es im Flachland mit Hilfe von Pumpen in einen Hochbehälter hinaufpumpt. Wir unterscheiden deshalb eine *Gebirgswasserleitung* (Bild 62/1) und eine *Wasserleitung im Flachland*. Im Flachland ist nicht immer genügend Grundwasser vorhanden, man muß deshalb Wasser aus Flüssen und Seen ent-



62/1 Gebirgswasserleitung



62/2 Wasserversorgung einer Stadt im Flachland mit Aufbereitungsanlagen

nehmen (Bild 62/2). Dieses ist aber verunreinigt und muß deshalb, z.B. in Sickerteichen und Filteranlagen, gereinigt werden. Es sind dadurch mehrere Pumpwerke erforderlich. Verfolge den Weg des Wassers an Hand der Bilder vom Fluß bis in die Häuser und gib die einzelnen Stufen der Reinigung (Aufbereitung) an!

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Nenne Beispiele für die Verwendung des Wassers!
2. Warum darf man kein Wasser aus Bächen, Seen oder Teichen trinken?
3. Erläutere die Zeichnungen der Gebirgs- und der Flachland-Wasserleitung!

Wir basteln und experimentieren

1. Stelle aus einem Trichter, einem Schlauch, einem Vorratsbehälter und einer zur Düse ausgezogenen Glasröhre einen Springbrunnen her! Erkläre seine Wirkungsweise! Untersuche, bis zu welchem Höhenunterschied noch Wasser aus der Düse tritt!
2. Fülle einen sauberen, nicht zu kleinen Blumentopf mit feinem Kies! Gieße oben verschmutztes Wasser hinein und fange das unten heraustretende Wasser in einem Becherglas auf! Vergleiche!

Wasser als Lösungsmittel



Zum Erhöhen der Erträge in der Landwirtschaft wird der Boden mit Düngesalzen bestreut. Der nachfolgende Regen löst die Salze auf und läßt sie so in den Boden eindringen. Erst in gelöster Form können die Nährsalze in die Wurzeln der Pflanze gelangen.
Bei sehr großen Feldern kann man zum Düngerstreuen sogar Flugzeuge einsetzen

1. Die Löslichkeit fester Stoffe

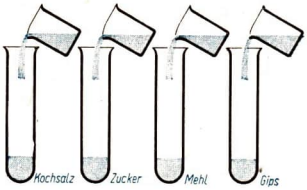
Versuchsauftrag Nr. 8

Aufgabe

Stelle fest, ob sich Kochsalz, Zucker, Mehl und Gips in Wasser lösen!

Geräte und Material

4 Reagenzgläser
1 Reagenzglasständer
1 Reagenzglashalter
1 Becherglas mit Wasser
Kochsalz
Zucker
Mehl
Gips

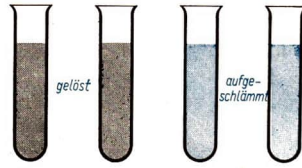


Versuchsablauf

1. Schütte in je ein Reagenzglas etwa 1 cm hoch Kochsalz, Zucker, Mehl und Gips!
2. Kennzeichne die Gläser!
3. Fülle die vier Reagenzgläser zu dreiviertel mit Wasser!
4. Verschließe die Öffnung mit dem Daumen und schüttle kräftig!
5. Setze die Gläser in den Ständer und beobachte etwa eine Minute!

Ergebnis

1. Kochsalz und Zucker sind scheinbar verschwunden. Die Flüssigkeit ist klar und durchsichtig. Diese festen Stoffe sind vom Wasser gelöst.
2. Mehl und Gips sind noch sichtbar, sie setzen sich nach einiger Zeit am Boden ab. Diese festen Stoffe sind vom Wasser nicht gelöst.



64/1

Aus diesem Versuch ist zu erkennen:

Wasser ist ein Lösungsmittel für viele feste Stoffe.

9

V In einem zweiten Versuch gießen wir 10 ml Wasser in ein Reagenzglas, geben eine kleine Menge Kochsalz hinzu und schütteln, bis es sich gelöst hat. Unter ständigem Umschütteln geben wir weitere kleine Mengen hinzu, bis ein Bodensatz von Salz im Reagenzglas verbleibt und sich nicht mehr löst.

Wir erkennen, daß das Wasser nur eine bestimmte Menge Salz lösen kann. Solange noch Salz gelöst wird, nennt man die Lösung ungesättigt. Wird kein Salz mehr aufgelöst, so ist die Lösung gesättigt.

Eine Lösung ist gesättigt, wenn bei weiterem Hinzufügen des gleichen Stoffes nichts mehr gelöst wird.

10

V In einem dritten Versuch füllen wir vier Reagenzgläser mit je 5 g Kochsalz, Zucker, Kalisalpeter und Alaun und markieren die Füllhöhe mit einem Fettstift oder einem Paketgummi. Wir geben 10 ml Wasser hinzu und schütteln um. Nach dem Klarwerden sehen wir, daß sich viel Kochsalz, aber nur wenig Alaun gelöst hat.

Es ist zu erkennen:

Die Löslichkeit fester Stoffe ist unterschiedlich.

11

V In einem vierten Versuch erwärmen wir die gesättigten Lösungen in den Reagenzgläsern aus dem Versuch 10.

! Wir stellen fest, daß erwärmtes Wasser mehr Stoff löst. Besonders deutlich zeigt sich die erhöhte Löslichkeit bei Alaun. Beim Kochsalz dagegen nimmt die Löslichkeit beim Erwärmen nur wenig zu.

Die Löslichkeit fester Stoffe nimmt beim Erwärmen meist zu.

Eine in großen Mengen vorkommende Lösung ist *Meerwasser*. Meerwasser ist *Salzwasser*, es enthält in einem Liter etwa 35 g gelöste Salze. Den Hauptanteil bildet dabei Kochsalz.

Vor vielen Millionen Jahren verdunstete aus Teilen der Meere das Wasser, sie trockneten aus. Die Salze lagerten sich dabei in mächtigen Schichten ab. Durch nachfolgende Veränderungen auf der Erde gerieten sie in tiefere Lagen. Heute werden sie als Steinsalz oder als Kalisalze abgebaut. Das Steinsalz wird als Rohstoff von der chemischen Industrie verwendet. Gereinigt dient es als Kochsalz zum Würzen von Speisen. Die Kalisalze sind wertvolle Düngemittel.

Süßwasser enthält ebenfalls gelöste Salze, aber wesentlich weniger als Meerwasser. Die verschiedenen Salze verleihen ihm einen bestimmten Geschmack.

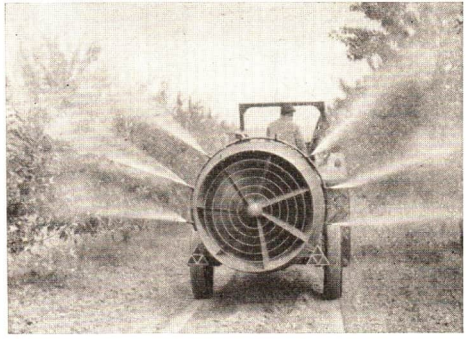
Meerwasser und Süßwasser sind Lösungen.

2. Wasser als Lösungsmittel in Industrie und Landwirtschaft



Salzgewinnung

Salz wird beispielsweise aus unterirdischen Salzlagern gewonnen. Das Salz wird von Wasser gelöst. Die Salzlösung, *Sole* genannt, wird in Becken gesammelt und nach oben gepumpt. Aus ihr stellt man das Speisesalz her.



Schädlingsbekämpfung

Manche Tiere können großen Schaden anrichten. Sie müssen deshalb bekämpft werden. Schädlingsbekämpfungsmittel kommen häufig als Salze in den Handel und werden vor dem Einfüllen in die Spritzgeräte in Wasser gelöst.

3. Die Löslichkeit der Flüssigkeiten und Gase

Es gibt auch *gelöste Flüssigkeiten und Gase* in der Natur, im Haushalt, in der Landwirtschaft und in der Industrie. So kann man im Haushalt z. B. aus der Essigessenz durch Zugabe von Wasser Speiseessig herstellen.

12

V Gieße in je ein Reagenzglas je 1 ml Spiritus, Öl, Benzin und Essigessenz! Dazu gib in jedes Glas 4 ml Wasser und schüttle! Nach einiger Zeit ist bei Öl und Benzin eine deutliche Trennlinie zwischen dem Wasser und dem darüber befindlichen Stoff zu erkennen. Sie sind nicht in Wasser gelöst. Bei Spiritus und Essigessenz dagegen ist keine Trennlinie zu beobachten.

Spiritus und Essigessenz sind in Wasser löslich.
In der Medizin werden oft flüssige Heilmittel tropfenweise in Wasser gegeben, und bei der Zahnpflege wird Mundwasser in Wasser gelöst.

13

V Öffne eine Flasche Selters oder Brause und beobachte die aufsteigenden Bläschen! Das in der Flüssigkeit gelöste Kohlensäuregas entweicht und steigt an die Oberfläche.

Auch Leitungswasser sowie das Wasser in Flüssen und Seen enthält gelöste Gase, meist Luft.

Einige Flüssigkeiten und Gase lösen sich in Wasser.

14

V Fülle einen Glaskolben mit Wasser und erwärme! Es sind kleine Bläschen (Luft!) zu erkennen, die sich an die Gefäßwand setzen oder nach oben steigen.

Im Gegensatz zur Löslichkeit fester Stoffe nimmt die Löslichkeit von Gasen mit zunehmender Erwärmung ab.

Das Gas, das aus der Selters entweicht, heißt Kohlendioxid. Es verleiht dem Wasser einen frischen Geschmack. Kohlendioxid ist in der Natur in vielen Heilquellen enthalten und wird vielen Erfrischungsgetränken zugesetzt.

4. Trennen von Stoffen

Häufig müssen verschiedene Stoffe, die miteinander vermischt sind, getrennt werden. Feste Stoffe, die sich nicht in Wasser lösen, werden aufgeschlämmt oder schwimmen auf der Wasseroberfläche. So wird zum Beispiel der Boden untersucht, um seine Zusammensetzung festzustellen und seine einzelnen Bestandteile zu erkennen.

Versuchsauftrag Nr. 9

Aufgabe

Trenne eine aufgeschlämmte Bodenprobe!



Geräte und Material

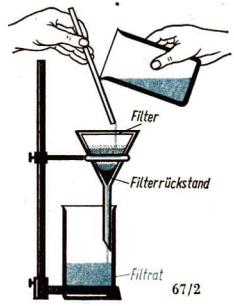
1 Bodenprobe	1 Stativ mit Ring
1 Zylinder	1 Trichter
Wasser	1 Rundfilter
1 Glasstab	1 Porzellanschale
4 Bechergläser	1 Spiritusbrenner



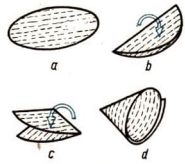
67/1

Arbeitsablauf

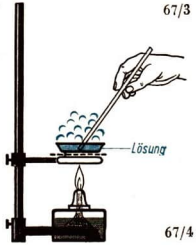
1. Schütte die Bodenprobe in den Zylinder, fülle ihn zu dreiviertel mit Wasser und rühre einige Zeit kräftig! Warte eine Minute!
2. Gieße sehr langsam die Lösung in das erste Becherglas und laß absetzen (Bild 67/1)!
3. Gieße nun die Lösung aus dem ersten Becherglas langsam in das zweite! Laß wieder absetzen! Wiederhole den Vorgang noch einmal! Ein solches Verfahren nennt man Dekantieren.
4. Stelle eine Filtriervorrichtung nach Bild 67/2 her und falte das Rundfilter nach Bild 67/3! Lege es in den Trichter! Feuchte es mit einigen Tropfen Wasser an, damit es fest am Trichter anliegt!
5. Gieße den Inhalt des dritten Becherglases durch das Filter (Glasstab benutzen!)! Fülle das Filter nur bis etwa 1 cm unterhalb des Filterrandes! Sind mehrere Füllungen notwendig, so gieße erst wieder nach, wenn das Filter leer ist!
6. Stelle den Aufbau des Bildes 67/4 zusammen!
7. ! Gieße das Filtrat in die Porzellanschale, setze den Brenner in Betrieb und dampfe die Lösung **unter** ständigem Rühren ein! Entferne den Brenner, wenn die Flüssigkeit fast verdampft ist! (Der Rest verdampft durch die Wärme der Schale.)



67/2



67/3



67/4

Anmerkung: Richte die Arbeit so ein, daß während der Wartezeiten die nächsten Arbeitsvorgänge (Filter falten usw.) vorbereitet werden können!

Ergebnis:

Durch Dekantieren und Filtrieren kann man aufgeschlämmte Stoffe trennen.
Durch Eindampfen kann man Lösungsmittel und gelöste Stoffe trennen.

Dekantieren, Filtrieren und Eindampfen sind Arbeitstechniken, durch die man Stoffgemische bzw. Lösungen trennen kann.

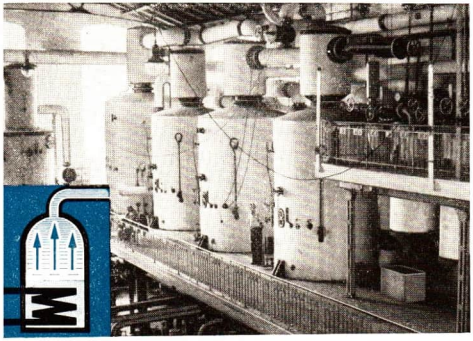
Diese Arbeitstechniken finden in der Praxis vielseitige Anwendung.

5. Wo Stoffe getrennt werden



Filtrieren

Milch ist nach dem Melken sofort zu *seihen* und dadurch von groben Verunreinigungen zu befreien. Dazu benutzt man Filtriervorrichtungen. Empfohlen wird, dazu Filterscheiben statt Tücher zu benutzen.



Eindampfen

Bei der Zuckergewinnung wird der zuckerhaltige Saft in großen Behältern erwärmt.
Durch das Zuführen von Wärme wird ein Teil des Wassers verdampft und der Saft dadurch eingedickt.

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Was geschieht mit dem Zucker, den man in Tee schüttet? Woran erkennt man, daß er noch vorhanden ist?
2. Warum genügt es, Düngesalze in fester Form auf das Feld zu streuen, obwohl die Pflanze mit ihren Wurzeln nur Flüssigkeiten und Lösungen aufnehmen kann?
3. Warum wird Zucker zum Einwecken von Früchten in heißem Wasser gelöst?
4. Wodurch unterscheiden sich gesättigte und ungesättigte Lösungen?
5. Warum wird in großen Aquarien ein Luftstrom durch das Wasser gedrückt?
6. Welche Verfahren gibt es, miteinander vermischte Stoffe zu trennen?
7. Erläutere die Vorgänge beim Aufschlämmen einer Bodenprobe!
8. Beobachte in einem landwirtschaftlichen Betrieb das Filtrieren der Milch nach dem Melken!
9. Nach welchen Verfahren zum Trennen von Stoffen kann man Siedesalz herstellen?
10. Nach welchem Verfahren trennt man einen gelösten Stoff vom Lösungsmittel?
11. Wie kann man eine Flüssigkeit von groben unlöslichen Verunreinigungen trennen?

Wir basteln und experimentieren

1. Untersuche Waschpulver, Scheuersand, Soda, Kohlenstaub, Kies, Zement, Backpulver, Suppenwürze und andere Stoffe auf ihre Löslichkeit in Wasser!
2. Untersuche die Löslichkeit verschiedener Düngesalze!
3. Stelle eine ungesättigte Kochsalzlösung her! Gieße sie in eine flache Schale (Uhrglas) und lasse sie mehrere Tage stehen! Beobachte täglich und stelle das Ergebnis fest!
4. Gieße etwas Selters in eine flache Schale, lasse sie längere Zeit stehen und prüfe dann ihren Geschmack! Was hat sich daran verändert?
5. Entnimm Wasserproben aus stehenden Gewässern (Teichen, Tümpeln) und aus fließenden Gewässern (Gräben, Flüssen), kennzeichne die Proben durch Schilder auf den Flaschen, damit keine Verwechslungen entstehen! Erwärme gleiche Mengen, beobachte die entweichenden Luftblasen! Welches Wasser enthält mehr Luft?
6. Schlämme eine Bodenprobe auf!
7. Stelle ein Gemisch aus Mehl und feinem Sand her! Trenne es wieder!
8. Stelle ein Gemisch aus Kochsalz und feinem Sand her! Trenne es wieder!
9. Stelle ein Gemisch aus Soda, Kies und Kohlenstaub her und trenne es!

Kräfte zwischen kleinen Teilchen



Im Werkunterricht und zu Hause wird jeder schon Papier, Holz und andere Werkstoffe geklebt haben. In den Betrieben werden mit Hilfe besonderer Kleber Metallteile (siehe Bild), mitunter sogar sehr große und schwere, miteinander verbunden. Welche Eigenschaften der Körper werden dabei ausgenutzt? Eine Antwort soll dieses Kapitel geben.

1. Die Kohäsion

15

V Wird ein Stück Holz mit dem Hobel bearbeitet, dann lösen sich lange Späne. Beim Raspeln sind die abfallenden Holzteilchen wesentlich kleiner. Noch feinere nimmt die Feile weg. Jedes dieser Teilchen ist immer noch der Stoff „Holz". Auch von anderen Stoffen kann man kleine Teile bei der Bearbeitung abtrennen. Beim Schleifen von Glas entsteht Glasstaub. Wird Stahl gefeilt, fallen dabei winzige Stahlspäne ab. Zucker, Salz oder Kreide kann man zu Pulver zerreiben.

Von allen Stoffen lassen sich sehr kleine Teile entfernen. Aber selbst das winzigste Pulverstäubchen setzt sich aus vielen noch kleineren Teilen zusammen, die man weder mit dem bloßen Auge noch mit einem Schulmikroskop sehen kann.

Alle Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen; bei vielen Stoffen Moleküle[7] genannt.

Um ein Stück Zucker zu zerbrechen, braucht man eine bestimmte Kraft. Das bedeutet, daß die Teilchen durch eine bestimmte Kraft zusammengehalten werden.

[7] molekula (lat.): kleines Masseteil. Nicht alle Stoffe bestehen aus Molekülen. Mehr darüber wird im Chemieunterricht der Klasse 7 gesagt.

Man nennt diese Kraft Zusammenhangskraft oder **Kohäsionskraft**[8].

Die Kohäsion ist eine Eigenschaft, die die Teilchen eines Stoffes zusammenhält.

Eine größere Kraft muß man aufwenden, wenn man einen Holzstab durchbrechen will. Einen Stahlstab kann man ohne Hilfsmittel nicht mehr in zwei Teile zerlegen.
Bei den Flüssigkeiten ist die Kohäsionskraft bei weitem nicht so groß wie bei den festen Körpern. Die Moleküle der Flüssigkeiten können leichter gegeneinander verschoben werden. Daher braucht man zur Aufbewahrung von Flüssigkeiten z. B. Gefäße, weil sie sonst auseinanderfließen würden.

Die Kohäsionskraft zwischen den Teilchen der einzelnen Stoffe ist unterschiedlich.

2. Die Adhäsion

Bei den Anweisungen zum Filtrieren war gesagt worden, daß beim Ausgießen ein Glasstab verwendet werden soll. Was passiert, wenn diese Anweisung nicht befolgt wird?

V 16 Gießt man langsam Wasser aus einem vollen Glas, so läuft es meist am Glase entlang und nicht in das Filter. Beim Verwenden eines Glasstabes fließt es an diesem entlang.



Die Ursache dafür ist eine Kraft, die zwischen dem Wasser und dem Glas wirkt. Diese Kraft ist die **Adhäsionskraft**[9]. Damit sie wirksam wird, müssen Körper aus unterschiedlichen Stoffen in sehr enge Berührung gebracht werden.

Die Adhäsion ist eine Eigenschaft, die die Teilchen unterschiedlicher Stoffe zusammenhält.

Die Adhäsionskraft wird beim Kleben und beim Malen ausgenutzt. Auch das Schreiben mit Kreide, Tinte, Bleistift oder Schreibmaschine beruht auf der Adhäsion. Teilchen der Kreide, der Tinte, des Bleistiftes oder des Farbbandes der Schreibmaschine lösen sich beim Schreiben ab und haften dann infolge der Adhäsion am Schreibmaterial.

[8] cohaerere (lat.): zusammenhängen [9] adhaerere (lat.): anhaften

17

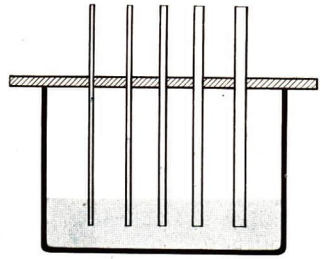
V Wir tauchen einen sauberen und einen eingefetteten Glasstab in Leitungswasser. Nach dem Herausziehen ist folgendes zu beobachten: Am eingefetteten Glasstab haftet kaum Wasser. Der saubere Glasstab dagegen ist mit einer Wasserschicht überzogen. Man sagt, er ist vom Wasser benetzt.

Der Versuch läßt erkennen:

Die Adhäsionskraft zwischen den einzelnen Stoffen ist unterschiedlich.

3. Die Kapillarität

Beim Messen des Volumens von Flüssigkeiten war die Randkrümmung zu berücksichtigen (s. S. 26). Jetzt können wir uns ihre Ursache erklären. Sie tritt infolge der Adhäsion zwischen der Flüssigkeit und dem Glas auf.
Ist die Röhre sehr eng, so bewirkt die Adhäsionskraft, daß das Wasser im Röhrchen steigt (Bild 72/1). Feine Röhrchen werden *Kapillaren* oder *Haarröhrchen* genannt.



72/1 Je enger das Röhrchen ist, desto höher steigt das Wasser in ihm

Die Erscheinung, daß Wasser in engen Röhrchen über den äußeren Flüssigkeitsspiegel emporsteigt, heißt Kapillarität.

Diese Erscheinung (man nennt sie auch kapillare Erhebung) tritt noch bei weiteren Flüssigkeiten auf, z. B. Spiritus. Man nennt solche Flüssigkeiten *benetzende* Flüssigkeiten. Bei ihnen sind die Adhäsionskräfte zwischen Glaswand und Flüssigkeitsteilchen viel größer als die gegeneinander ausgeübten Kohäsionskräfte der einzelnen Flüssigkeitsteilchen.
Bei manchen Flüssigkeiten, z. B. Quecksilber, tritt dagegen in Glasröhren eine kapillare Senkung ein. Solche Flüssigkeiten nennt man *nichtbenetzende* Flüssigkeiten.

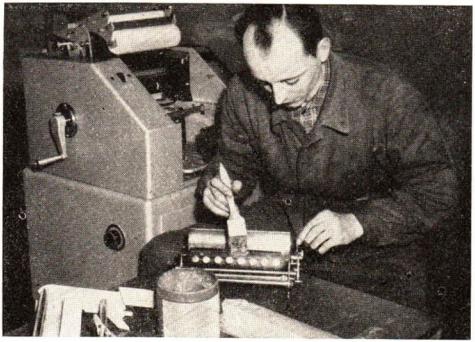
4. Wo Kohäsion, Adhäsion und Kapillarität auftreten

Die folgenden Beispiele nennen erwünschte Auswirkungen der Kapillarität. Überlege, wo bei den genannten Körpern die Kapillaren auftreten und wie sie wirken!

Mit dem Löschblatt kann man einen Tintenklecks aufsaugen.
Im Docht der Spirituslampe steigt der Brennstoff zur Flamme.
Der Scheuerlappen nimmt die Feuchtigkeit auf.
Ein Stück Würfelzucker saugt Kaffee auf.
Die Einlegesohle im Schuh nimmt die Feuchtigkeit auf.

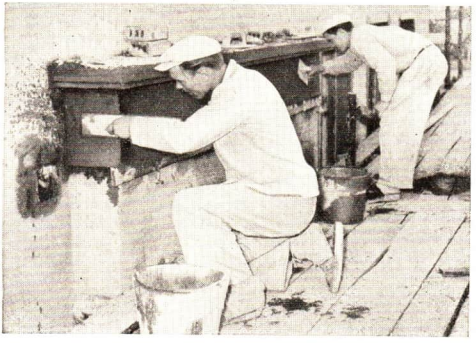
Es gibt auch Wirkungen der Kapillarität, die nicht erwünscht sind und die man deshalb unterdrücken muß. Enthält das Schreibpapier Kapillaren, wie es beim Zeitungspapier und beim Löschpapier der Fall ist, so läßt es sich mit Tinte schlecht beschreiben; sie verläuft. Man verwendet deshalb tintenfestes, geleimtes Papier. Mit Hilfe des Leims sind die Kapillaren[10] verschlossen worden.

[10] capillus (lat.): Kopfhaar

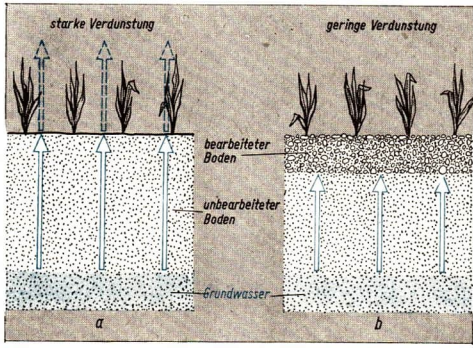


Schutz gegen Feuchtigkeit

Wasser benetzt ölige oder fettige Stoffe kaum. Gegenstände, die vor Nässe geschützt werden sollen, packt man daher oft in Papier, das mit einer öligen Flüssigkeit getränkt ist. Stahlteile, die der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, ölt oder fettet man ein. So kann kein Wasser haften, und der Stahl rostet nicht (Bild). Da beim Ziegelstein die Kapillarität wirkt, müssen Hauswände gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Als Schutz gegen Regen und Luftfeuchtigkeit wird das Haus verputzt (siehe Bild). Gegen die Bodenfeuchtigkeit legt man beispielsweise in eine Schicht der Grundmauer geteerte Pappe ein.







Bodenbearbeitung

Im Erdboden sind zwischen den Bodenteilen kleine Zwischenräume, die wie Kapillaren wirken. In ihnen steigt das Grundwasser empor und gelangt so zu den Wurzeln der Pflanzen. Reichen die Kapillaren aber bis zur Erdoberfläche, so steigt auch das Wasser ebenso hoch und verdunstet ungenutzt (Bild a). Durch das Bearbeiten des Bodens, durch Hacken, Grubbern, Schälen oder Eggen, werden die Kapillaren der obersten Bodenschicht zerstört. Dadurch kann das Wasser nicht mehr an die Oberfläche gelangen und verdunsten (Bild b). Näheres über das Verdunsten in der Wärmelehre im Kapitel „Zustandsänderungen".

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Warum kann man mit Kreide an die Tafel schreiben, während sich ein Stück Holz dazu nicht eignet?
2. Erkläre den Unterschied zwischen Kohäsion und Adhäsion!
3. Worauf beruht die Klebewirkung von Duosan, Agol, Tischlerleim und anderen Klebemitteln?
4. Warum haften die Regentropfen an den Fensterscheiben?
5. Warum läßt sich mit Tinte nur schlecht auf Zeitungspapier schreiben?
6. Warum wird Mauerwerk gegen Feuchtigkeit geschützt? Wie kann das durchgeführt werden?

7. Warum behandelt man Holzpfosten, die in die Erde eingesetzt werden, mit wasserabweisenden Mitteln, wie Karbolineum? Warum werden Kähne geteert?
8. Warum soll man nasse Schuhe mit Zeitungspapier ausstopfen?
9. Wie kannst du dein Fahrrad vor Rostbildung schützen?
10. Welche Bedeutung hat die Bodenbearbeitung für die Landwirtschaft?

Wir basteln und experimentieren

1. Versuche, wie viele Stecknadeln du noch in ein randvolles Glas mit Wasser legen kannst, bis es überläuft!
   Erkläre die Wölbung der Wasseroberfläche! Versuche, eine Nadel so auf die Wasseroberfläche zu legen, daß sie nicht sinkt!
2. Befeuchte eine Glasscheibe und lege eine zweite darauf! Ziehe die beiden Scheiben auseinander, ohne sie gegeneinander zu verschieben! Beachte die aufzuwendende Kraft! Welche Kraft hält die beiden Scheiben zusammen? Erkläre die „Klebewirkung"!
3. Gieße mit Hilfe eines gebogenen Drahtes Wasser in eine Parfümflasche!
4. Schneide eine rohe Kartoffel durch und drücke die Schnittflächen wieder aufeinander! Versuche, die Stücke auseinanderzuziehen!
5. Fülle ein Becherglas mit Wasser! Hänge einen Wollfaden so über den Rand, daß er mit dem einen Ende in die Flüssigkeit taucht, während er mit dem anderen in ein tieferstehendes leeres Glas unter der Wasseroberfläche hängt! Beobachte, was mit der Flüssigkeit geschieht! Erkläre den Vorgang!
6. Tauche ein Stück Zucker mit einer Ecke in Kaffee oder Limonade! Was beobachtest du? Erkläre deine Beobachtung!
7. Stelle einen Ziegelstein zu etwa einem Drittel in ein Gefäß mit Wasser! Laß ihn einige Zeit stehen! Untersuche dann den oberen Teil des Steines! Erkläre, welche Maßnahmen z. B. beim Bauen gegen die beobachtete Erscheinung ergriffen werden!
8. Fülle einen Blumentopf mit trockener Erde! Stelle ihn in einen Untersatz mit Wasser! Untersuche die Feuchtigkeit der obersten Erdschicht am nächsten Tag! Warum werden beim Straßenbau Kies und Schotter verwendet?
9. Schneide eine weißblühende Pflanze (Margerite) ab und stelle sie in rote Tinte! Beobachte nach einiger Zeit die Blütenblätter! Erkläre, wie bei Pflanzen das Hochsteigen der Säfte bewirkt wird!
10. Fülle ein Trinkglas mit Wasser! Gib solange tropfenweise Wasser zu, bis sich die Oberfläche zu einem Berg wölbt! Welche Kräfte wirken?
11. Benetze eine Glasscheibe mit Wasser und lege ein Deckgläschen mit einer Ecke auf die benetzte Glasscheibe! Erkläre die eintretende Wirkung!



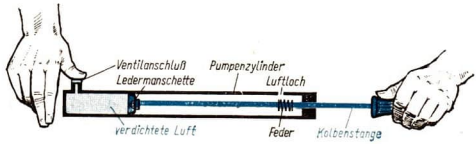
Die Berliner Stadtbahn befördert viele Fahrgäste. Die Türen der Wagen können ohne körperliche Anstrengung geschlossen werden. Hierzu dient eine Drucklufteinrichtung. Auch für viele andere Zwecke wird Druckluft benutzt. Es soll erklärt werden, welche Eigenschaft der Luft hierbei ausgenutzt wird.

1. Gase können verdichtet werden

Mit einer Fahrradpumpe läßt sich Luft in den Schlauch eines Fahrrades drükken, damit er prall gefüllt ist. Dabei wird die Luft zusammengedrückt. Man sagt auch, sie wird verdichtet. Auch andere Gase, zum Beispiel Stadtgas, Propangas und Sauerstoff, können verdichtet werden. Dazu muß man immer eine Kraft aufwenden.

Gase können durch eine Kraft verdichtet werden.

Wie sich verdichtete Gase verhalten, zeigt folgender Versuch:



18

V Wir ziehen die Kolbenstange einer Luftpumpe heraus und halten dann den Ventilanschluß mit dem Daumen zu. Wenn wir die Kolbenstange eindrücken, ist zu merken, wie es immer schwieriger wird. Warum? Geben wir den Ventilanschluß frei,

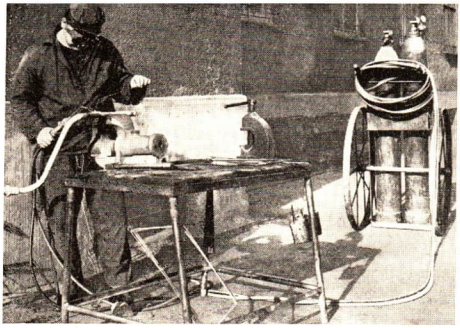
so entweicht die Luft mit zischendem Geräusch. Bleibt dagegen der Ventilanschlußstutzen zugehalten und wird die Kolbenstange losgelassen, so drückt die verdichtete Luft die Kolbenstange wieder zurück. Versuche zu erklären, welche Eigenschaft verdichtete Luft hat!

Auch beim Öffnen des Ventils eines gefüllten Schlauches oder einer Gasflasche entweicht die Luft wie im Versuch mit der Luftpumpe. Verdichtete Gase zeigen das Bestreben, ihr ursprüngliches Volumen wieder anzunehmen, d.h. sich zu entspannen.

Verdichtete Gase dehnen sich wieder aus, sobald dies möglich ist.

Tabelle 5: Verwendung von Druckluft

Arbeitsgerät	Beispiele für Verwendung
Drucklufthammer	Zum Nieten beim Brückenbau, Schiffs- und Maschinenbau
Druckluftbohrer	Zum Bohren von Sprenglöchern im Kohlen-, Erz- und Salzbergbau
Druckluftmeißel	Zum Abreißen von Mauerwerk, Beton, zum Aufreißen von Straßendecken, zum Entgraten von Gußstücken aus Metall
Druckluft-Spritzpistole	Zum schnellen Auftragen von Farben, Lacken oder Rostschutzüberzügen
Sandstrahlgebläse	Zum Reinigen von Mauerwerk, zum Putzen von Gußstücken aus Metall
Druckluftbremse	Zum Betätigen der Bremsen bei schweren Fahrzeugen: Eisenbahn, Kraftfahrzeuge
Drucklufteinrichtungen	Zum Schließen der Türen in Omnibussen, S-Bahn oder U-Bahn, zum Aufpumpen von Fahrzeugreifen
Druckluftgebläse	Zum Verladen von Heu
Druckluftfederung	Zum Abfedern von Fahrzeugen (z.B. Omnibusse)



2. Verwendung von Druckluft

Schweißen

Einige Gase, wie Sauerstoff und Äthin (früher Azetylen genannt), preßt man zur Aufbewahrung und zum Transport in dickwandige Stahlflaschen. Mit diesen Gasen arbeitet der Schweißer. Andere Gase, die in Stahlflaschen aufbewahrt werden, sind Propangas (zum Kochen) und Kohlendioxid (in Gaststätten).



Sandstrahlgebläse

Verdichtete Luft bezeichnet man in der Technik als *Druckluft* oder Preßluft. (Denke an den Druck der verdichteten Luft bei der Fahrradpumpe!) Durch die Druckluft werden viele technische Geräte betrieben. Auf dem Bild ist ein Arbeiter dabei, mit Hilfe eines Sandstrahlgebläses ein Mauerwerk zu reinigen.



Spritzpistole

Zum Auftragen von Farben, Lacken, Rostschutzüberzügen benutzen Maler Farbspritzpistolen. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die Farbe fein zu zersprühen. Man erhält dadurch eine gleichmäßige Farbschicht.

3. Umgang mit Gasflaschen

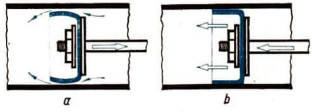
Die Gasflaschen müssen vorsichtig behandelt werden, um Unfälle zu vermeiden. Sie müssen so aufgestellt sein, daß sie nicht umfallen können. Sie können sonst durch die Erschütterung platzen. Außerdem besteht die Gefahr, daß der Verschluß abbricht. Dann würde die Flasche wie ein Raketengeschoß wirken, oder es gäbe eine schwere Explosion. Werden die für die Benutzung von Gasflaschen geltenden Vorsichtsmaßnahmen beachtet, dann besteht keine Unfallgefahr. Sei deshalb stets vorsichtig beim Umgang mit Gasflaschen! Beachte die Hinweise! Berühre keine Anlagen aus Neugier!
Damit die Flaschen nicht verwechselt werden, sind sie entsprechend ihrem Gasinhalt durch unterschiedliche Farbstreifen gekennzeichnet.

Tabelle 6: Kennzeichen an Gasflaschen

Gas	Anstrich
Sauerstoff	blau
Stickstoff	grün
Äthin (Azetylen)	gelb
Wasserstoff, Propangas und andere brennbare Gase	rot
Kohlendioxid	grau

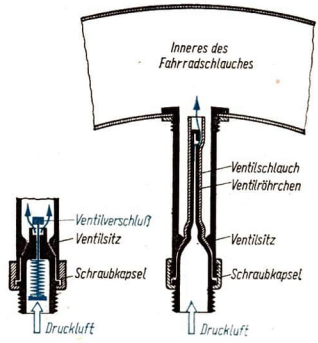
4. Die Fahrradpumpe

Verdichtete Luft ist elastisch. Das nutzt man beispielsweise bei Bällen, bei Luftmatratzen und bei der Bereifung von Fahrzeugen aus. Autos und Anhänger, Motorräder und Fahrräder rollen auf luftbereiften Rädern. Dadurch werden die Straßen und auch die Fahrzeuge geschont.
Die Luftbereifung des Fahrrades besteht aus dem Fahrradschlauch und dem Mantel. Er schützt den Schlauch vor Beschädigungen. Zum Verdichten der Luft im Fahrradschlauch dient eine Luftpumpe. Der Kolben trägt zum Abdichten eine *Ledermanschette* (Bild 79/1). Beim Herausziehen des Kolbens wird die Ledermanschette durch die einströmende Luft etwas von der Wand des Pumpenzylinders weggedrückt (Bild a). Beim Hineindrücken dagegen wird die Ledermanschette an die Rohrwandung gedrückt, so daß keine Luft hinter den Kolben dringen kann (Bild b).



79/1 Wirkungsweise der Ledermanschette

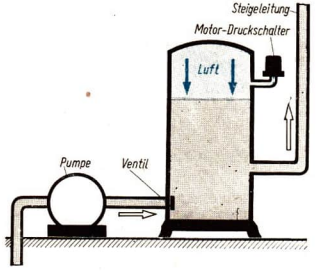
Ein Ventil verhindert das Zurückströmen der Luft aus dem Schlauch (Bilder 80/1 und 80/2).
Ventile öffnen sich nur nach einer Seite: Das ist das Kennzeichen jedes *Ventils*.



80/1 Patentventil 80/2 Schlauchventil

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Nenne Kraftfahrzeuge, bei denen Luftbereifungen verwendet werden!
2. In Orten ohne zentrale Wasserleitung findet man entweder Brunnen auf den Höfen oder Anlagen im Keller. Erkläre die Arbeitsweise der Hauswasseranlage des Bildes 80/3!
3. In welchen Werkzeugen, Geräten, Apparaten wird Druckluft benutzt?
4. Erläutere die Arbeitsweise der Luftpumpe!
5. Wie wirken Schlauch- und Patentventile?

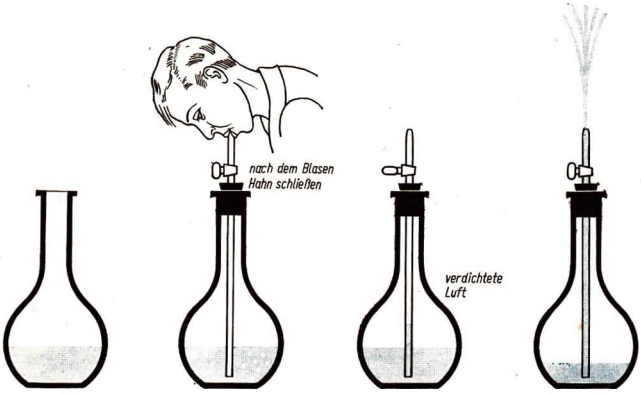


80/3 Schnitt durch den Druckkessel einer Hauswasseranlage

Wir basteln und experimentieren

1. Führe den Versuch nach Bild 81/1 durch! Wie ist das Entstehen des „Springbrunnens" zu erklären?
2. Nenne Gase, die in Stahlflaschen transportiert werden, und gib an, wozu man sie verwendet! Welche Vorsichtsmaßnahmen müssen beim Umgang mit Gasflaschen beachtet werden?
3. Zerlege eine Fahrradpumpe in ihre Einzelteile! Betrachte sie und nenne ihre Funktionen! Setze die Pumpe wieder zusammen!
4. Betrachte ein Schlauchventil und vergleiche es mit dem Bild 80/2! Wechsle den Ventilschlauch aus!

5. Betrachte ein Patentventil und vergleiche es mit dem Bild 80/1!
6. Setze ein Schlauch- und ein Patentventil nacheinander an die Luftpumpe und beobachte beim Pumpen, wie sie arbeiten!
7. Betrachte das Bild 81/1 und überlege, welche Vorgänge sich der Reihe nach abspielen! Einen ähnlichen Vorgang finden wir beim Druckkessel einer Hauswasseranlage (Bild 80/3).



81/1 Verdichtete Luft drückt Wasser aus der Flasche. Fülle eine Kochflasche mit wenig Wasser! Verschließe sie mit einem Stopfen, durch dessen Öffnung ein Glasrohr gesteckt wurde! Blase in das Rohr und verschließe die Öffnung (mittels Hahn oder Finger)! Beobachte beim Loslassen!

1. Die Aggregatzustände

Wir haben feste, flüssige und gasförmige Körper kennengelernt. So kann z.B. Wasser fest, flüssig oder gasförmig sein. Dies gilt auch für andere Stoffe. Man bezeichnet die Art des Zustandes als **Aggregatzustand**[11].
Wovon dieser Aggregatzustand abhängt, werden wir von der Seite 123 ab untersuchen.

Man unterscheidet den festen, den flüssigen und den gasförmigen Aggregatzustand. Der Aggregatzustand ist veränderlich.

Es gibt noch einen vierten Aggregatzustand, Plasma genannt. In der Klasse 10 wird dieser Zustand erklärt.

Aggregatzustände



Eis

Im Winter ist das Wasser oft gefroren, es ist dann fest.

fest



Wasser

Im Sommer ist das Wasser meist flüssig.

flüssig



Dampf

Beim Erhitzen wird das Wasser gasförmig.

gasförmig

Beachte: Wasserdampf ist unsichtbar. Näheres auf Seite 131.

[11] aggregare (lat.): sich anschließen

2. Gemeinsame Eigenschaften der Körper

Einige Eigenschaften haben alle Körper gemeinsam. Es ist dabei gleich, ob es sich um feste, flüssige oder gasförmige handelt, z. B.:

Jeder Körper besteht aus Stoff.
Jeder Körper nimmt ein Volumen ein.
Die Körper verdrängen einander gegenseitig.
An einer Stelle kann immer nur ein Körper sein.

3. Unterschiedliche Eigenschaften der Körper

Es gibt eine Reihe von Eigenschaften, in denen sich feste, flüssige und gasförmige Körper unterscheiden.

Feste Körper haben eine bestimmte *Form*. Ein Ziegelstein bleibt immer ein Quader, ein Ball eine Kugel, eine Konservenbüchse ein Zylinder. Man kann den festen Körper stellen oder legen, man kann ihn in die verschiedensten Lagen versetzen, immer behält er eine Form. Auch sein *Volumen* ändert sich nicht.

Feste Körper haben ein bestimmtes Volumen und eine bestimmte Form.

Flüssige Körper passen ihre *Form* dem Behälter an, in dem sie sich befinden. Man kann z. B. ein Liter Wasser in einen engen Standzylinder oder in eine Schüssel gießen, das Wasser nimmt die Form dieser Behälter an. Dabei bleibt es aber stets ein Liter Wasser. Das *Volumen* ändert sich nicht.

Flüssige Körper haben ein bestimmtes Volumen, aber keine bestimmte Form.

Gasförmige Körper lassen sich in jeden Behälter unterbringen und passen sich, wie eine Flüssigkeit, seiner *Form* an. Fußball, Fahrradschlauch und Luftmatratzen geben der eingepumpten Luft eine Form. Dabei füllen jedoch eingeschlossene Gase das gesamte *Volumen* des Behälters aus, in dem sie sich befinden.

Gasförmige Körper haben kein bestimmtes Volumen und auch keine bestimmte Form.

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Welche gemeinsamen Eigenschaften haben alle Körper?
2. Welche Eigenschaften kennzeichnen die verschiedenen Aggregatzustände?

Wir basteln und experimentieren

1. Erwärme auf einem Schmelzlöffel Reste einer Kerze! Gieße das geschmolzene Paraffin in eine Porzellanschale! Beobachte den Übergang von einem Aggregatzustand in den anderen!
2. Bringe etwas Wasser in einem Kochkolben zum Sieden! Halte ein kaltes Glas darüber! Welche Zustandsformen hat das Wasser durchlaufen?
3. Fülle eine Schale mit einer stark riechenden Flüssigkeit (Speiseessig, Kölnischwasser)! Woran erkennst du den Übergang der Flüssigkeit in den gasförmigen Aggregatzustand?

ZUSAMMENFASSUNG

Jeder Körper besteht aus Stoff und nimmt einen Raum ein.

Aus welchen Stoffen besteht ein gefülltes Benzinfaß?

Körper können einander verdrängen. Wo ein Körper ist, kann gleichzeitig kein anderer Körper sein.

Welche Arten der Verdrängung liegen vor, wenn ein Segelboot fährt?

Eine physikalische Größe messen heißt, sie mit der Maßeinheit zu vergleichen. Beim Messen ermitteln wir mit Meßgeräten Meßergebnisse.

Nenne Meßgeräte und Maßeinheiten!
Woraus besteht jedes Meßergebnis?

Durch mehrmaliges Messen erhält man einen genaueren Wert.

Wie ermittelt man aus sechs Messungen den Mittelwert? Nenne weitere Möglichkeiten, Meßfehler zu vermeiden oder zu verringern!

Das Volumen von Flüssigkeiten ermitteln wir mit dem Meßzylinder.

Was versteht man unter Randkrümmung?

Das Volumen fester Körper ermittelt man nach der Verdrängungsmethode. Das Volumen regelmäßiger Körper ermittelt man durch Längenmessungen.

Wieviel Ablesungen sind nötig, um das Volumen eines Körpers mit Hilfe eines Meßzylinders festzustellen?

Zum Wägen von Körpern benutzen wir eine Waage und einen Wägesatz.

Nenne dir bekannte Waagen! Worauf soll man vor jeder Wägung achten?

Körper bestehen aus Stoffen. Die Stoffe haben bestimmte Eigenschaften. Stoffeigenschaften sind: Elastizität, Plastizität, Sprödigkeit und Härte.

Welche Stoffeigenschaft nutzt man bei den Federn aus?

Wichtige Werkstoffe sind Eisenmetalle (Stahl und Grauguß), Nichteisenmetalle (Aluminium, Kupfer, Blei) und nichtmetallische Werkstoffe (Glas, Gummi, Plaste).

Wozu werden Plaste verwendet?

Werkstoffe kann man durch Schmieden, Biegen, Walzen, Ziehen und Pressen umformen.

Welche dieser Verfahren wendet man bei der Bearbeitung von Glas an?

Kleine Oberflächen von ruhenden Flüssigkeiten bilden annähernd eine waagerechte Ebene.

Wie stellt sich die Wasseroberfläche ein, wenn wir ein gefülltes Trinkglas neigen?

In nicht zu engen verbundenen Gefäßen liegen die Oberflächen der Flüssigkeit in einer annähernd waagerechten Ebene.

Wozu dient das Wasserstandsglas an einem Kessel?

Wasser wird im Gebirge wie auch im Flachland in Wasserleitungen transportiert.

Bei welcher Anlage wird kein Pumpwerk benötigt?

Wasser ist ein Lösungsmittel für viele feste Stoffe, Flüssigkeiten und Gase.

Warum schmeckt Brause aus Flaschen, die längere Zeit offen gewesen sind, fade?

Dekantieren, Filtrieren und Eindampfen sind Arbeitstechniken, durch die man Stoffgemische trennen kann.

Welche Stoffe trennt man beim Filtrieren von Milch?
Warum ist das Filtrieren hier notwendig?
Kann man Milch auch eindampfen?

Zwischen den Teilchen der Körper wirken Kräfte. Die Kräfte zwischen den Teilchen eines Körpers nennt man Kohäsionskraft, zwischen den Teilchen mehrerer Körper Adhäsionskraft.

Warum klebt zwischen Gummiflecken getrocknete Gummilösung fest und zieht beim Auseinanderreißen Fäden?

Die Eigenschaft des Wassers, in engen Röhren emporzusteigen, heißt Kapillarität.

Warum zerstört man durch Hacken, Grubbern oder Eggen die Bodenkapillaren?

Gase können verdichtet werden. Verdichtete Gase dehnen sich aus, sobald dies möglich ist.

Wie wirkt im Kessel einer Hauswasseranlage die Luft?

Körper können im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand auftreten.

Wie heißt Wasser im jeweiligen Aggregatzustand?

Weißt du es noch?

Von den Körpern

1. Nenne Beispiele für feste, flüssige und gasförmige Körper!
2. Wie heißen einige Grundeigenschaften der Körper?
3. Wir pumpen Luft in einen Ball. Welche Arten der Verdrängung treten auf?
4. Was muß man beim Füllen von Flaschen beachten?

Längenmessungen

5. Welche Längenmeßgeräte kennst du? Wie groß ist ihre Meßgenauigkeit? Wie benutzt man sie? Wer arbeitet mit ihnen?
6. Wodurch treten Meßfehler auf? Wie werden Meßfehler vermieden?
7. Beim Messen einer Strecke erhielt man folgende Werte:
   134 mm, 136 mm, 134 mm, 134 mm, 136 mm, 137 mm, 135 mm, 134 mm.
   Berechne den Mittelwert!
8. Welche Vorteile brachte die Einführung des „Meters"?

Volumenbestimmungen

9. Nenne Verfahren zum Ermitteln des Rauminhaltes regelmäßig und unregelmäßig geformter Körper!
10. Ein Güterwagen ist 8 m lang, 2,7 m breit und 2 m hoch. Wie groß ist der Laderaum (in Kubikmetern)?
11. Beim Eintauchen eines mit einem Stück Blei beschwerten Korkens steigt das Wasser in einem Meßzylinder von 148 ml auf 227 ml. Taucht man das Stück Blei allein ein, so beträgt der Anstieg nur 43 ml. Wie groß ist das Volumen des Korkens?
12. Wie berechnet man das Volumen eines Würfels?

Wägungen

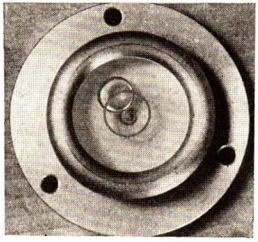
13. Nenne dir bekannte Waagen und beschreibe den Vorgang einer Wägung!
14. Begründe den Aufbau eines Wägesatzes!
15. Warum empfiehlt es sich, Wägungen noch einmal zu wiederholen und dabei die Seiten für die zu wägenden Körper und die Wägestücke zu vertauschen? Bei welchen Waagen ist dieses Verfahren nicht möglich?
16. Nenne dir bekannte physikalische Größen!

Feste Körper

17. Welche Federarten kennst du? Wo werden sie verwendet? Welche Aufgaben haben sie in jedem Falle?
18. Was tritt ein, wenn man ein Gummiseil zu stark strafft?
19. Wie kann man mehrere Stoffe nach ihrer Härte ordnen?
20. Welche Eisenmetalle gibt es? Nenne ihre Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendung!

Flüssigkeiten

21. Was sind verbundene Gefäße? Nenne Beispiele! Erläutere eine Anwendung!
22. Schildere die Bergfahrt eines Schiffes!
23. Wodurch unterscheiden sich eine Gebirgswasserleitung und eine Wasserleitung im Flachland?
24. Welche Verfahren zum Trennen von Stoffen kennst du? Sage, wobei diese Verfahren angewendet werden!



87/1 Zum Festlegen einer waagerechten Ebene kann man z. B. Kanalwaagen und Wasserwaagen benutzen. Wie heißt das abgebildete Gerät? Wo findest du es? Welche Vorteile hat es gegenüber der auf Seite 56 abgebildeten Wasserwaage?

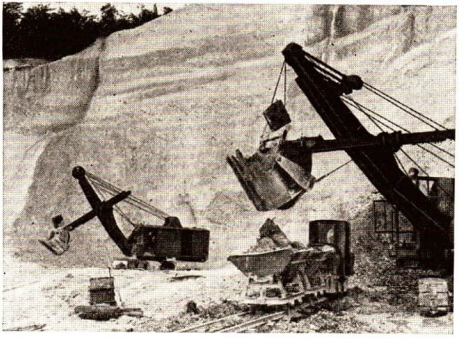
Düngerstreuen

In der Landwirtschaft müssen dem Boden solche Nährstoffe zugeführt werden, die nicht mehr in ausreichendem Maße in ihm vorhanden sind. Dadurch wird eine Steigerung der Hektarerträge erreicht. Diese Stoffe, meist Salze, bezeichnet man als Mineraldünger.
Wie gelangen sie in den Boden, obwohl sie im festen Aggregatzustand gestreut werden?



Trennen von Stoffen

Auf der Insel Rügen finden wir große Mengen Kreide. Nach dem Abbau müssen aus der Kreide Verunreinigungen entfernt werden.
Nach welchem Verfahren kann dies geschehen? Wenn du es nicht mehr weißt, kannst du es auf den Seiten 66 bis 68 nachlesen.



Gase

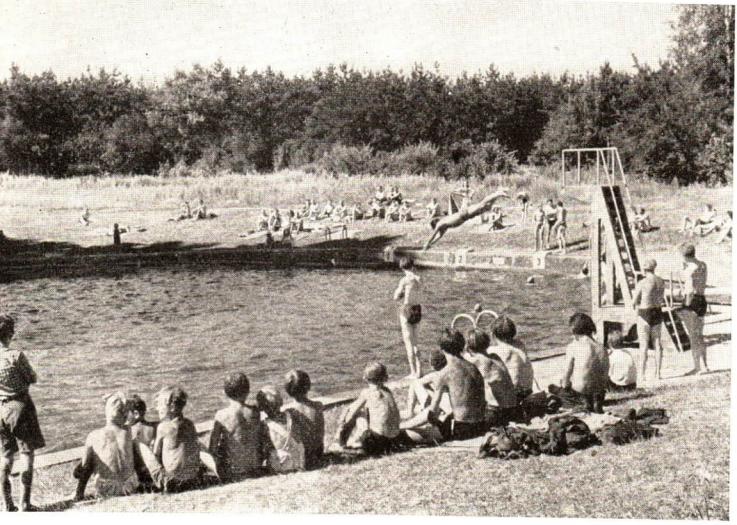
25. Welche Eigenschaften haben Gase?
26. Wie arbeitet eine Fahrradpumpe? (Nenne die Teile und beschreibe ihre Wirkungsweise!)
27. Warum kennzeichnet man Gasflaschen? Welche Farben benutzt man für die einzelnen Gase?
28. Wozu kann man Druckluft verwenden?

Kräfte zwischen kleinen Teilchen

29. Warum sind Wassertropfen auf einer Platte flacher als gleich große Tropfen aus Quecksilber?
30. Wodurch tritt die Randkrümmung auf, und welchen störenden Einfluß hat sie bei der Volumenbestimmung von Flüssigkeiten?
31. Gib Beispiele an, wie der Mensch die Adhäsion zu seinem Nutzen anwendet!
32. Welche Bedeutung hat die Bearbeitung des Bodens?

Aggregatzustände

33. Nenne dir bekannte Aggregatzustände!
34. Gib an, welche gemeinsamen Eigenschaften Körper haben!
35. In welchen Aggregatzuständen können Wasser, Stahl, Luft, Holz auftreten?
36. Wodurch unterscheiden sich feste, flüssige und gasförmige Körper?

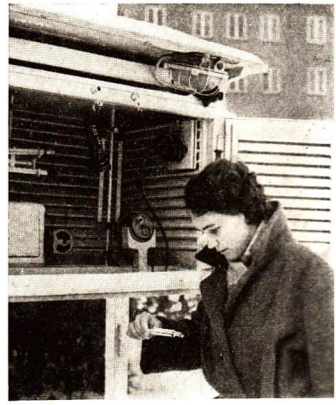


Aus der Wärmelehre

Viele Schüler nehmen regelmäßig während der Sommermonate an einem Pionierlager oder an Wanderungen teil und freuen sich, wenn die Sonne warm vom Himmel scheint. Sie bräunt den Körper, sie erwärmt das Wasser und läßt den Sand manchmal so warm werden, daß man nicht barfuß laufen kann. An manchen Tagen ist man froh, wenn ein Wind Kühlung bringt.

Ein besonderes Erlebnis ist im Zeltlager das Abkochen auf einer selbstangelegten Feuerstelle oder auf einem Herd. Die Wärme bringt das Wasser im Topf zum Sieden und läßt das Essen gar werden. Alle diese Vorgänge sind den meisten bekannt, und wahrscheinlich wissen viele noch mehr von der Sonne und vom Feuer. Im folgenden wird gezeigt, welche physikalischen Gesetze bei diesen Vorgängen wirken und wie es der Mensch versteht, sie zu nutzen.

Temperaturmessungen

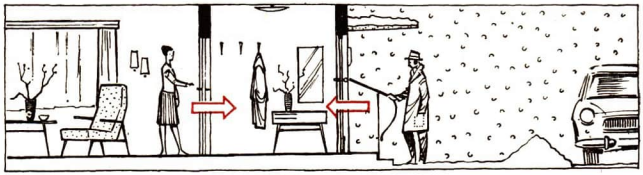


Für viele Zwecke ist es notwendig, Temperaturen zu messen. So mißt z. B. der Arzt die Temperatur des Kranken, die Mutter mißt die Temperatur des Badewassers und des Wassers im Wecktopf. Dazu werden Thermometer benutzt. Auf dem Bild wird an einer Wetterstation die Lufttemperatur ermittelt. Nenne weitere Beispiele!

1. Die Temperatur

Häufig haben wir schon die Wörter warm, heiß, kühl oder kalt gebraucht. Wir wollten damit ausdrücken, wie wir einen Körper empfinden, den wir berühren. Wir waschen uns morgens mit kaltem Wasser, putzen uns mit lauwarmem Wasser die Zähne, trinken zum Frühstück warmen Kaffee, der in der Kanne noch heiß war. Auf dem Schulweg ist die Luft je nach der Jahreszeit eiskalt, kühl, mild oder warm.

Aber unsere Empfindungen können uns täuschen. Beurteile nach deinen Erfahrungen, welche Empfindungen die beiden Personen im Bild 90/2 beim Betreten des Flures haben werden!



90/2 Ist es im Flur warm oder kalt?

Von der Ungenauigkeit der Aussage über den wirklichen Wärmezustand des Wassers kann man sich durch folgenden Versuch überzeugen.

V 19 Stelle je eine Schüssel mit warmem, lauwarmem und kaltem Wasser nebeneinander! Tauche die rechte Hand in das warme, die linke in das kalte Wasser und lasse sie eine Minute darin! Dann tauche beide Hände in die mittlere Schüssel! Welche Wärmeempfindung hast du bei der rechten, welche bei der linken Hand?



Wir erkennen daraus, daß wir einen Wärmezustand ganz verschieden empfinden können.

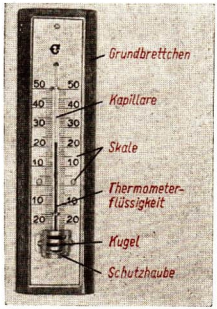
Unsere Wärmeempfindungen heiß, warm, lau, kühl, kalt und eiskalt können den Wärmezustand eines Körpers nicht eindeutig bestimmen.

Für viele Zwecke braucht man aber eindeutige Angaben, wie warm oder wie kalt ein Körper ist. So muß das Wasser beim Einkochen im Wecktopf einen bestimmten Wärmezustand haben, damit die Lebensmittel später nicht verderben. Der Gärtner im Treibhaus muß für einen bestimmten, meist gleichbleibenden Wärmezustand der Luft sorgen; denn nur dann können die Pflanzen gut gedeihen.

Den Wärmezustand eines Körpers bezeichnet man als Temperatur.

2. Das Thermometer

Thermometer[12] sind Geräte zum Messen der Temperatur eines Körpers. Mit ihnen ist es möglich, die Temperatur unabhängig von unseren Wärmeempfindungen anzugeben. Entnimm die Namen der Teile des Thermometers dem Bild 91/2!



91/2 Die Teile eines Zimmerthermometers

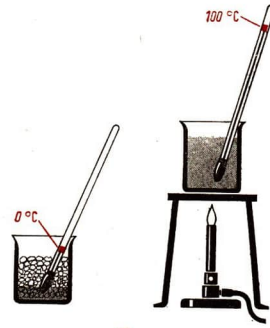
[12] thermós (griech.): warm; métron (griech.): Maß

Warum benutzt man ein Kapillarrohr? Wodurch wird das Glasrohr gegen Zerbrechen geschützt? Welchen Zweck hat die Skale? Bei uns ist heute die nach dem schwedischen Naturforscher ANDERS CELSIUS 1742 benannte Skale gebräuchlich.

Versuchsauftrag Nr. 10

Aufgabe

Bestimme die Fixpunkte[13] für ein Flüssigkeitsthermometer!



Geräte und Material

1 Thermometerröhre ohne Skale
1 Becherglas mit Eisstückchen
1 Becherglas mit Wasser
1 Spiritusbrenner
Stativmaterial
1 Pappstreifen
1 Bleistift

Versuchsablauf

1. Stecke die Thermometerröhre in das schmelzende Eis! Nach zwei bis drei Minuten markiere die Höhe des Flüssigkeitsfadens auf dem Pappstreifen!
2. Stelle die Thermometerröhre in das Becherglas mit dem Wasser und bringe es mit dem Spiritusbrenner zum Sieden! Nach einer Minute markiere den Stand des Flüssigkeitsfadens!

Ergebnis

Die markierten Punkte stellen die Fixpunkte des Thermometers dar, nämlich den Schmelzpunkt des Eises (0 °C)[14] und den Siedepunkt des Wassers (100 °C). Mit Hilfe dieser Fix- oder Festpunkte lassen sich Thermometerskalen festlegen.

Beachte, daß sich beim Erwärmen des Wassers das Glas und das Quecksilber ebenfalls erwärmen und als Folge der Erwärmung ausdehnen. Jedoch dehnt sich das Quecksilber stärker aus als das Glas, so daß man ein Ansteigen des Quecksilberfadens beobachten kann. Näheres dazu im Kapitel: Ausdehnung der Körper.

Um Temperaturen messen zu können, die zwischen 0 °C und 100 °C liegen, teilte CELSIUS den Abstand zwischen den beiden Fixpunkten in hundert gleiche Teile. Den Abstand von einem Teilstrich zum nächsten nennt man 1 Grad (ab-

[13] fixus (lat.): fest
[14] sprich: null Grad Celsius; zu Ehren des Forschers CELSIUS

gekürzt 1 grd). Was müssen wir bei unserem Thermometer tun, um auch Temperaturen über 100 °C und unter 0 °C messen zu können? Die Temperaturen über 0 °C werden mit + (plus), die unter 0 °C mit – (minus) bezeichnet. Das Pluszeichen wird jedoch oft weggelassen. Bei einer Temperaturangabe ohne Vorzeichen ist eine Temperatur über 0 °C gemeint. Temperaturangaben unter 0 °C müssen stets mit einem Minuszeichen versehen sein, um Verwechslungen zu vermeiden.[15] Was bedeuten also 18 °C, – 5 °C, 36 °C, – 1 °C, 1 °C?

Die Celsiusskale hat zwei Fixpunkte: 0 °C bei schmelzendem Eis, 100 °C bei siedendem Wasser.
Der Abstand zwischen diesen Fixpunkten wird in hundert gleiche Teile eingeteilt.
Die Maßeinheit der Temperatur ist der Grad Celsius. Sie wird mit °C abgekürzt.
Bei Angabe von Temperaturdifferenzen werden der Name Grad Celsius durch Grad, das Kurzzeichen °C durch grd ersetzt.

Beispiel: Die Temperatur betrug morgens 9 °C, mittags 14 °C, sie stieg also um 5 grd (14 °C – 9 °C = 5 grd).

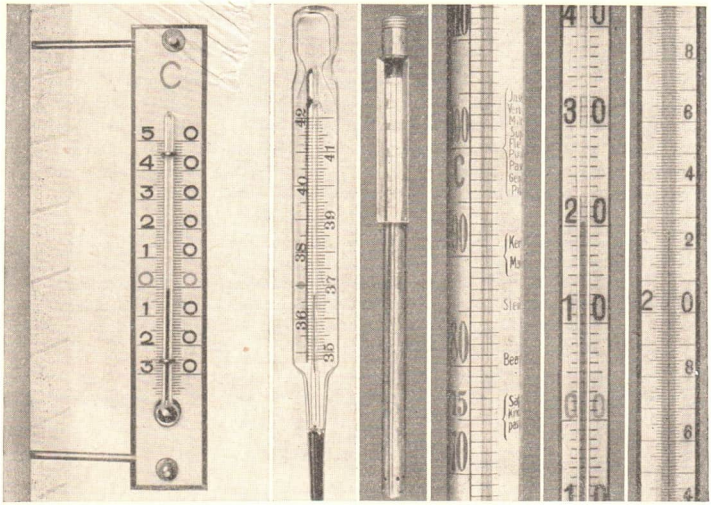
Tabelle 7: Einige Temperaturen

Beispiel	Temperatur
Oberfläche der Sonne	etwa 6000 °C
Gasflamme am Bunsenbrenner	etwa 1500 °C
Kohlenfeuer im Zimmerofen	etwa 1100 °C
Rotglut der Metalle	etwa 500 °C bis 800 °C
Siedetemperatur des Wassers	100 °C
Menschlicher Körper	etwa 37 °C
Gefriertemperatur des Wassers	0 °C

3. Thermometerarten

Temperaturen werden im Haushalt und in vielen Betrieben gemessen. Je nach dem Verwendungszweck sind Material, Ausführung und Meßbereich eines Thermometers unterschiedlich.
Die folgende Übersicht enthält einige wichtige Thermometerarten:

[15] An der Thermometerskale ist das Minuszeichen weggelassen, da keine Verwechslungen möglich sind.



94/1 Verschiedene Thermometer. Wie heißen sie? Wer benutzt sie?

Außenthermometer

Sie sind ganz aus Glas gefertigt. Man befestigt sie so, daß sie nicht vom direkten Sonnenlicht getroffen werden.

Mietenthermometer

Sie sind besonders lang, damit sie bis in das Innere der Miete reichen. Eingemietete Nahrungs- oder Futtermittel dürfen eine bestimmte Temperatur nicht über- oder unterschreiten. Die günstigste Lagerungstemperatur beträgt z. B. für Kartoffeln 8 °C.

Bodenthermometer

Das Messen der Bodentemperatur ist für das Einbringen der Saat wichtig. Der Samen braucht eine Mindesttemperatur, um keimen zu können.

Zimmerthermometer

Wenn man die mittlere Temperatur des Zimmers messen will, darf man das

Thermometer nicht in unmittelbare Nähe des Ofens, des Heizkörpers oder des Fensters hängen.

Einkochthermometer

Beim Einkochen von Lebensmitteln müssen bestimmte Temperaturen eingehalten werden. Um den Temperaturanstieg beobachten zu können, wird ein blechverkleidetes Thermometer durch den Deckel des Einkochapparates geführt. Es enthält auf seiner Skale neben der Gradeinteilung Angaben von günstigen Temperaturen für verschiedene Lebensmittel.

Fieberthermometer

Damit die Körpertemperatur genau gemessen werden kann, muß der Quecksilberfaden beim Abkühlen in der Kapillare hängenbleiben. Das bewirkt eine Verkleinerung des Querschnitts des Kapillarrohres im untersten Teil oberhalb des Quecksilbergefäßes. Bevor man das Fieberthermometer zu einer neuen Messung benutzen kann, muß man das Quecksilber durch Armkreisen unter die Marke 36 °C zurückschleudern.

Labor thermometer

Bei ihnen sind die Meßkapillare und die Skale in eine 5 mm bis 10 mm weite Glasröhre eingeschmolzen. Sie können dadurch in enge Gefäße und durch Gummistopfen geführt werden.

Tabelle 8: Thermometerarten

Verwendungszweck	Meßbereich	Kennzeichen
Zimmerthermometer	– 10 °C bis 50 °C	Skale auf Holzbrettchen
Außenthermometer	– 30 °C bis 50 °C	Skale auf Glasplatte
Mietenthermometer	– 10 °C bis 30 °C	Lange Form mit Schutzrohr
Bodenthermometer	– 30 °C bis 50 °C	Lange Form mit Spitze
Fieberthermometer	35 °C bis 42 °C	In Zehntelgrade geteilt
Einkochthermometer	30 °C bis 110 °C	Von einem Blechrohr umgeben
Laborthermometer	– 20 °C bis 310 °C	In einem Glaskörper

Versuchsauftrag Nr. 11

Aufgabe

Bestimme die durchschnittliche Mittagstemperatur während eines Monats in deinem Wohnort!

Geräte und Material

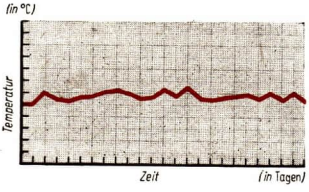
1 Außenthermometer
1 Uhr
Schreibmaterial
Millimeterpapier

Versuchsablauf

1. Bringe das Thermometer an einem luftigen Ort im Freien so an, daß es in der Mittagszeit nicht von der Sonne getroffen wird!
2. Lies jeden Tag um 14 Uhr den Stand des Thermometers ab!
3. Trage die Meßwerte in eine Tabelle nach folgendem Muster ein:

Tag	gemessene Temperatur (in °C)	Tag	gemessene Temperatur (in °C)

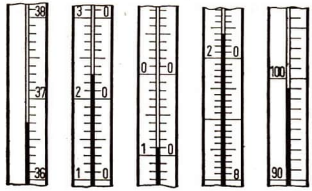
4. Berechne den Mittelwert der Temperaturen, indem du die täglichen Meßwerte addierst und durch die Anzahl der Messungen teilst!
5. Trage die täglichen Meßwerte in eine grafische Darstellung auf Millimeterpapier ein!



Wer weiß es? Wer kann es?

1. Warum erscheint an heißen Tagen nach einem Gewitter das Wasser wärmer als vorher?
2. Beschreibe den Aufbau eines Thermometers!
3. Um wieviel Grad hat sich die Temperatur verändert? Beachte, daß die Temperaturdifferenzen in grd angegeben werden!
   Von 5 °C auf 21 °C, von −16 °C auf −9 °C,
   von 53 °C auf 17 °C, von −5 °C auf 4 °C,
   von 11 °C auf −3 °C, von −116 °C auf 348 °C.
4. Warum soll das Zimmerthermometer nicht an eine kalte Außenwand gehängt werden?
5. Warum soll ein Außenthermometer im Schatten hängen?
6. Beobachte in deinem Patenbetrieb, wo ein Thermometer angebracht ist! Gib seinen jeweiligen Verwendungszweck an!
7. Was muß man tun, wenn man in einer Kartoffelmiete Temperaturen über oder unter 8 °C mißt?

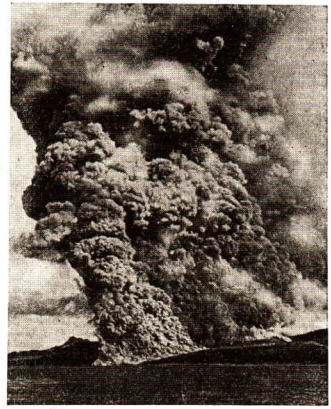
97/1 Welche Temperaturen zeigen die Thermometer an?



Wir basteln und experimentieren

1. Prüfe die Fixpunkte eines Laborthermometers nach! Unterschiede bei den Siedetemperaturen sind auf Änderungen des Luftdrucks zurückzuführen. In höheren Lagen siedet das Wasser bereits unterhalb 100 °C, zum Beispiel in etwa 300 m Höhe bei 99 °C.
2. Erwärme in einem Becherglas eine Wassermenge und lies an einem Thermometer alle 30 Sekunden die Temperatur ab!
3. Ein gut ablesbares Thermometer liegt auf der Bildbühne eines Episkops. Der Quecksilberfaden steigt infolge der Erwärmung durch die Lampen. Lies auf ein Kommando die jeweilige Temperatur an der Projektionswand ab!
4. Fülle drei Bechergläser mit Wasser unterschiedlicher Temperatur und ermittle die genaue Temperatur mit einem Thermometer! Gib die Temperaturdifferenzen an!
5. Miß eine Woche lang jeden Tag die Außentemperatur um 18 Uhr! Berechne die mittlere Temperatur der Woche für 18 Uhr! Für Meßprotokoll vgl. Seite 20!
6. Miß im Frühjahr mit einem Thermometer an verschiedenen Tagen die Bodentemperaturen im Schulgarten und auf Feldern! Erkundige dich bei dem LPG-Vorsitzenden, welche Kulturen gerade zur Aussaat gelangen!

Wärmequellen



Bei Vulkanausbrüchen kommt glühende Lava an die Oberfläche der Erde, und an einigen Orten gibt es heiße Quellen. In den Bergwerken nimmt die Temperatur mit der Tiefe ständig zu.

Einen Körper, der Wärme aussendet, nennen wir Wärmequelle. Unsere größte Wärmequelle ist die Sonne. Ihre Wärme dringt über eine große Entfernung bis zur Erde. Sie erwärmt das Land und die Gewässer. Dadurch wird das Leben der Tiere und Pflanzen ermöglicht.

Die Sonne und die Erde sind Wärmequellen.

1. Der Mensch schafft sich Wärmequellen

Der Mensch hat sich eigene Wärmequellen geschaffen, um seine Lebensweise zu verbessern. Aus dem Geschichtsunterricht ist bekannt, wie der Mensch Feuer erzeugen und benutzen lernte. Heute haben wir viele Möglichkeiten, Wärme zu erzeugen.
Eine im Haushalt und in der Industrie wichtige Wärmequelle erhält man, wenn bestimmte Stoffe, Brennstoffe genannt, verbrannt werden.

Durch Verbrennen von Stoffen entsteht Wärme.

Befühlt man das Blatt einer Säge nach dem Benutzen, dann stellt man fest, daß es warm geworden ist. Auch andere Werkzeuge, wie Feilen und Bohrer, erwärmen sich beim Gebrauch. Infolge der Reibung zwischen dem Werkzeug und dem

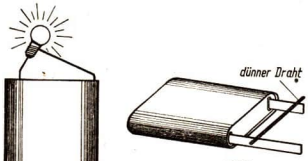
Werkstoff entsteht Wärme. Dies gilt für alle Vorgänge, bei denen Körper aneinander reiben. Biegt man einen dicken Draht mehrmals kurz hintereinander an der gleichen Stelle, so erwärmt er sich ebenfalls. Desgleichen wird ein Blech warm, wenn es längere Zeit mit dem Hammer kräftig geschlagen wird. Beim Mahlen des Kaffees in Schlagmühlen wird dieser erwärmt, ebenso werden Getränke beim Mixen warm.

Beim Reiben, Schlagen und Biegen von Stoffen entsteht Wärme.

Bei vielen Geräten wird mit Hilfe des elektrischen Stromes Wärme gewonnen.

20

V Lege auf die beiden Anschlüsse einer neuen Flachbatterie einen dünnen Draht! Durch Befühlen kann man nach kurzer Zeit feststellen, daß der Draht warm wird. Unterbrich den Vorgang, sobald du das Erwärmen feststellst, damit die Batterie nicht unnötig verbraucht wird!



99/1

Ein ähnlicher Vorgang wie im Bild 99/1 spielt sich z. B. in elektrischen Kochplatten ab. Man läßt auch bei ihnen den elektrischen Strom durch Drähte fließen. Dadurch werden diese so stark erwärmt, daß sie glühen.

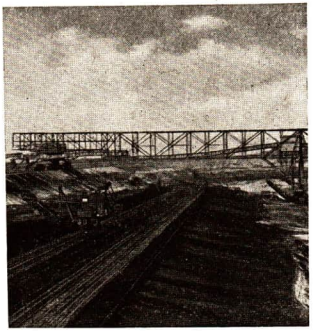
Mit Hilfe des elektrischen Stromes kann Wärme erzeugt werden.

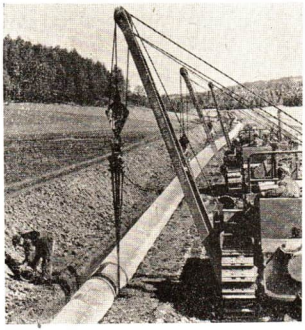
Wärme entsteht durch Verbrennen von Stoffen, beim Reiben, Schlagen, Biegen und mit Hilfe des elektrischen Stromes.

2. Wichtige Brennstoffe

Kohle

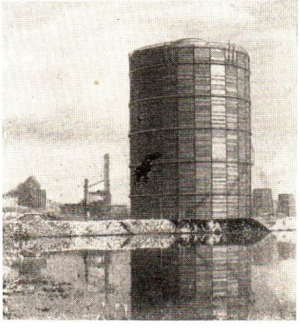
Kohle kommt als Braunkohle und als Steinkohle vor. Die Braunkohle wird meist im Tagebau gefördert. Die Rohbraunkohle wird in Fabriken zuerst zerkleinert, dann getrocknet und schließlich zu Briketts gepreßt. Nach neuen Verfahren, die in der Deutschen Demokratischen Republik entwickelt wurden, können Briketts zu Koks veredelt werden. Braunkohle ist auch ein wichtiger Rohstoff der chemischen Industrie. Aus ihr werden z. B. Plaste, Treibstoff, Teer, Farben und Arzneimittel hergestellt.





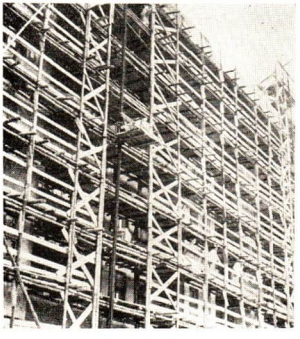
Heizöl

Vielfach dient in Industriebetrieben, auf Schiffen und in größeren Heizungsanlagen Öl als Brennstoff. Dieses Heizöl wird aus Erdöl gewonnen. Es erzeugt beim Verbrennen Wärme. Die Einfuhr von Erdöl aus der Sowjetunion in die Deutsche Demokratische Republik soll bedeutend erweitert werden. In sozialistischer Zusammenarbeit zwischen der Deutschen Demokratischen Republik, der Sowjetunion und der Volksrepublik Polen ist deshalb eine lange Rohrleitung gebaut worden (Erdölleitung der Freundschaft), mit der das Erdöl aus der Sowjetunion bis zu uns befördert werden kann (Bild oben). In Schwedt an der Oder entsteht ein neues riesiges Werk zur Verarbeitung des Erdöls.



Gas

Zum Heizen und Kochen im Haushalt, wie auch als Wärmequelle in der Industrie, wird vielfach Stadtgas als Brennstoff verwendet. In größeren Städten wird es in Gaswerken aus Kohle hergestellt, in großen Behältern gesammelt (Bild Mitte) und durch ein weitverzweigtes Netz von Rohrleitungen den Verbrauchern zugeführt. In Landgemeinden wird vielfach das Propangas benutzt. Es ist in rote Stahlflaschen abgefüllt. Manche Gase (z. B. Wasserstoff, Leuchtgas) sind leicht entzündlich und können mit Luft gemischt leicht explodieren. Man muß deshalb mit ihnen besonders vorsichtig umgehen.



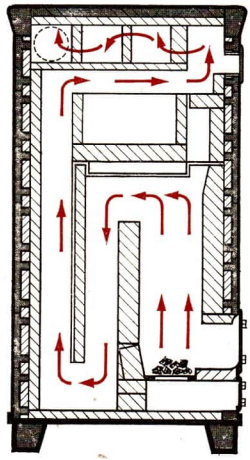
Holz

Der älteste bekannte Brennstoff ist das Holz. Es soll aber in immer geringerem Maße zum Heizen verwendet werden, da es heute ein sehr wertvoller Rohstoff für viele Industriezweige ist. Aus Holz, das in kleine Schnitzel zerhackt wurde, gewinnt man Zellstoff und daraus Papier, Kunstfasern, Verbandstoffe. Weiterhin wird beim Haus-, Zaun- und Möbelbau sowie bei der Herstellung vieler Gebrauchsgegenstände Holz verarbeitet (Bild unten). Zum Heizen sollte nur solches Holz benutzt werden, das als Nutzholz ungeeignet ist. Hilf auch du, Holz zu sparen! Schütze unseren Wald vor Schäden!

3. Öfen im Haushalt

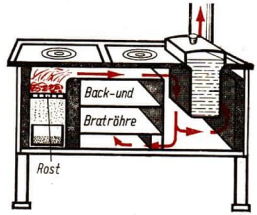
Kachelofen

Die abgegebene Wärme der Brennstoffe wird beim Kachelofen deshalb gut ausgenutzt, weil die heißen Rauchgase durch viele Züge geleitet werden, ehe sie in den Schornstein abziehen (Bild oben). Bei den Öfen darf die Luftzufuhr durch Schließen der Türen nicht zu früh unterbrochen werden. Die Kohlen verbrennen sonst nur unvollständig, und wertvolle Gasmengen ziehen dann unverbrannt in den Schornstein. Dieses Gas (Kohlenmonoxid) ist giftig. Es kann in die Wohnung strömen und sogar tödliche Unfälle verursachen.



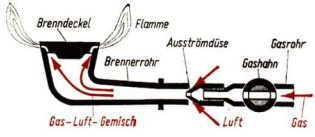
Kochherd

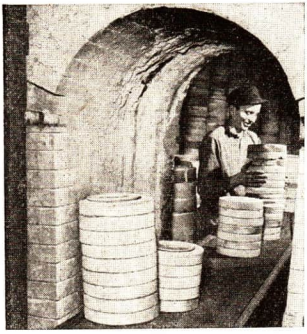
Beim Kochherd soll die Herdplatte möglichst schnell erwärmt werden. Darum sind Rost und Feuerraum klein und liegen gleich unter der Herdplatte (Bild Mitte). Dadurch wird das Feuer breit unter der Herdplatte entlanggeführt, so daß sich diese schnell und gleichmäßig erwärmt. Außer der Herdplatte haben manche Kohleherde noch eine Back- und Bratröhre sowie einen Wasserbehälter, der durch die heißen Verbrennungsgase erwärmt wird. Durch das Erwärmen des Wassers, das man z. B. zum Abwaschen benutzen kann, werden die Brennstoffe besser ausgenutzt.



Gaskocher und Elektroherd

Sauber und wirtschaftlich sind der Gaskocher und der Elektroherd. Das Bild unten zeigt den Brenner eines Gaskochers. Das Gas wird mit Luft vermischt. Die Düse muß so eingestellt sein, daß genügend Luft zum Verbrennen angesaugt wird. Am besten wird die Wärme bei Gaskochern und Elektroherden ausgenutzt, wenn die Größe des Topfbodens mit der Flammenbreite bzw. der Größe der elektrischen Kochplatte übereinstimmt.

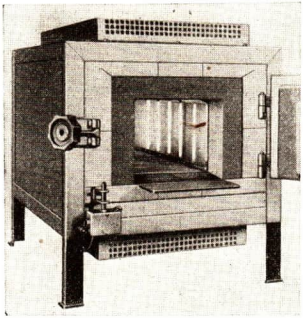




4. Wärmegeräte in der Industrie und in der Landwirtschaft

Brennofen

In Töpfereien, in der Porzellanherstellung und in Ziegeleien verwendet man Brennöfen. Durch das Brennen verlieren die plastischen Ton- und Porzellankörper diese Eigenschaft und werden hart und spröde. Die benötigte Wärme wird in kleineren Anlagen durch den elektrischen Strom, in größeren Anlagen durch das Verbrennen von Kohle erzeugt.



Glüh- und Härteöfen

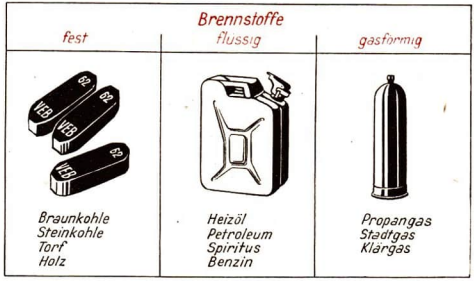
In Maschinenfabriken, Werkzeugfabriken und Laboratorien werden Glüh- und Härteöfen benutzt. In ihnen können beispielsweise Werkstücke bis zur Rotglut erwärmt werden. Härteöfen sind elektrisch oder mit Gas zu beheizen. In ihnen werden Temperaturen von 1300 °C und mehr erreicht. Elektrisch oder mit Gas werden auch Schmelzöfen beheizt, beispielsweise in der Metall- und Glasindustrie.



Brutschrank

Im Brutschrank werden Hühner-, Gänse- oder Enteneier ausgebrütet. Er ist mit mehreren Schubfächern versehen, in welche die Eier einschichtig gelegt werden. Der Brutschrank wird elektrisch beheizt. Durch einen eingebauten Regler wird die einmal eingestellte Temperatur wochenlang genau eingehalten. Beim Ausbrüten von Hühnereiern muß sie 37,8 °C betragen. In der Brutzeit müssen die Eier mehrmals gewendet werden, wie das die Glucke im Nest auch tun würde. Der Vorteil der künstlichen Brut liegt darin, daß man eine große Anzahl von Eiern unabhängig von der Jahreszeit brüten kann. Ein Schrank faßt je nach Größe 1000 bis 17 000 Eier.

103/1



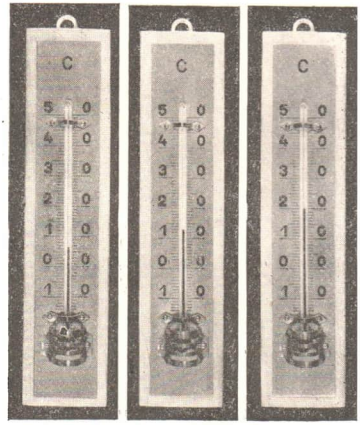
Wer weiß es? Wer kann es?

1. Gib an, wofür der Mensch Brennstoffe verwendet (Bild 103/1)!
2. Warum gießt man beim Schleifen eines Messers Wasser auf den Schleifstein?
3. Warum lassen wir uns langsam an einer Kletterstange heruntergleiten?
4. Schildere den Vorgang des Feueranmachens im Ofen! Benutze das Bild vom Kachelofen (Seite 101)!
5. Warum sind auf dem elektrischen Herd meist zwei bis drei verschieden große Kochplatten?
6. Gib an, ob durch Verbrennen, Reibung oder elektrischen Strom bei den folgenden Gegenständen Wärme erzeugt wird:
   Kerze, Glühlampe, Schleifstein, Spirituskocher, Brutschrank, Sägeblatt, Fahrzeugbremse, elektrischer Lötkolben, Streichholz, Traktormotor, Schmiedefeuer, Bügeleisen!
   Gib Beispiele an, wo Wärme erwünscht oder unerwünscht ist!
7. Oft werden durch unsachgemäßen Umgang mit Wärmequellen (z.B. offene Flammen, Spielen mit Streichhölzern, unvorsichtiges Hantieren mit Brennern) Schäden verursacht, beispielsweise Verletzungen von Menschen, Vernichten von Sachwerten. Informiere dich über Vorschriften zur Brandverhütung und -bekämpfung!

Wir basteln und experimentieren

1. Reibe die Handflächen aneinander! Was bemerkst du?
2. Biege ein Stück Lötzinn lange hin und her! Was entsteht an der Biegestelle?
3. Befühle ein Stück Blei, bevor und nachdem du es mit dem Hammer mehrmals kräftig geschlagen hast!
4. Lege zwischen die beiden Messingstreifen einer Flachbatterie einen sehr dünnen Draht und befühle ihn nach kurzer Zeit! Welche Feststellung machst du, und wie erklärst du sie?
5. Lege eine Schlinge aus dicker Schnur um einen runden Holzstab und ziehe sie an den Enden mehrmals hin und her! Befühle den Stab an der Berührungsstelle!

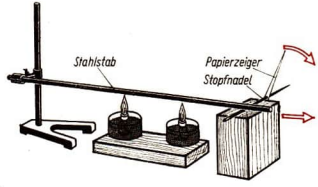
Die Ausdehnung der Körper beim Erwärmen



Beim Thermometer ist zu beobachten, daß sich die Länge des Flüssigkeitsfadens beim Erhöhen und beim Erniedrigen der Temperatur verändert. Dehnen sich auch andere Flüssigkeiten aus? Wie verhalten sich feste Körper (z. B. das Glas mit der Kapillare für die Thermometerflüssigkeit) beim Erwärmen?

1. Die Ausdehnung der festen Körper

Versuchsauftrag Nr. 12



Aufgabe

Weise die Ausdehnung eines Stahlstabes beim Erwärmen nach!

Geräte und Material

1 Stativ mit Kreuzmuffe
1 Stativstab aus Stahl
1 Holzklotz
1 Stopfnadel
1 Papierzeiger
2 Spiritusbrenner

Versuchsablauf

1. Spanne den einzelnen Stativstab in die Kreuzmuffe des Stativs ein und lagere die andere Seite auf dem Holzklotz!
2. Befestige den Papierzeiger an der Stopfnadel und schiebe diese unter die Auflagestelle des Stativstabes!
3. Erwärme den eingespannten Stativstab mit den Brennern und beobachte das Drehen des Papierzeigers!

Ergebnis

Durch das Erwärmen dehnt sich der Stahlstab aus und rollt dadurch die Nadel auf der Unterlage weiter, was man am Drehen des Papierzeigers beobachten kann.

Verwendet man an Stelle des Stahlstabes Stäbe aus Aluminium, Kupfer und anderen Stoffen, so stellt man ebenfalls eine Ausdehnung fest. Kühlen sich die Stäbe anschließend ab, so ziehen sie sich wieder zusammen.

Feste Körper dehnen sich beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen.

2. Die Ausdehnung der flüssigen Körper

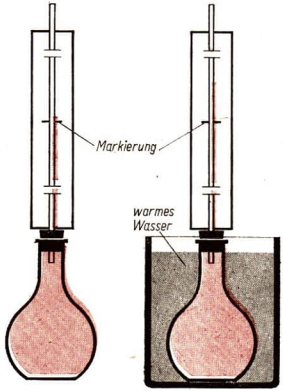
Versuchsauftrag Nr. 13

Aufgabe

Weise die Ausdehnung von Wasser beim Erwärmen nach!

Geräte und Material

1 Stehkolben
1 Gummistopfen mit Bohrung
1 etwa 2 bis 3 mm weites Glasrohr
1 Pappstreifen
1 großes Becherglas mit Wasser
1 Spiritusbrenner



Versuchsablauf

1. Fülle den Stehkolben mit Wasser, führe das Glasrohr in die Bohrung des Gummistopfens und setze ihn auf den Kolbenhals!
2. Schiebe den Pappstreifen über das Glasrohr und markiere auf ihm den Wasserstand!
3. Erwärme soviel Wasser in dem großen Becherglas, daß du den Stehkolben bis zum Hals darin eintauchen kannst!
4. Stelle den Stehkolben in das erwärmte Wasser und beobachte das Steigen der Wassersäule im Röhrchen!
5. Markiere auf dem Pappstreifen den höchsten Stand der Wassersäule!
6. Nimm den Stehkolben aus dem Wasser und beobachte das Sinken der Wassersäule im Glasröhrchen!

Ergebnis

Durch das Erwärmen dehnt sich das Wasser aus und steigt deshalb im Glasrohr empor. Beim Abkühlen zieht es sich zusammen.

Verwenden wir andere Flüssigkeiten, z. B. Spiritus oder Petroleum, so beobachten wir ebenfalls beim Erwärmen, daß sich diese Flüssigkeiten ausdehnen.

Flüssigkeiten dehnen sich beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen.

Ausnahme: Anomalie des Wassers (vgl. Seite 107).

3. Die Ausdehnung der gasförmigen Körper

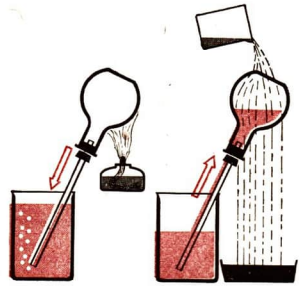
Versuchsauftrag Nr. 14

Aufgabe

Weise die Ausdehnung von Luft beim Erwärmen nach!

Geräte und Material

1 Stehkolben
1 Gummistopfen mit Bohrung
1 Glasrohr
2 Bechergläser mit Wasser
1 Spiritusbrenner



Versuchsablauf

1. Führe das Glasrohr in die Bohrung des Gummistopfens ein und setze ihn auf den Kolbenhals!
2. ! Tauche die Rohröffnung unter Wasser und erwärme den Kolben vorsichtig mit der Spiritusflamme!
3. Entferne den Brenner und übergieße mit dem kalten Wasser des zweiten Becherglases den Stehkolben!
   Was stellst du nun fest? Erkläre!

Ergebnis

Luft dehnt sich beim Erwärmen aus. Ein Teil verläßt durch das Rohr den Kolben. Beim Abkühlen zieht sich die verbliebene Luft wieder zusammen, was man an dem Eindringen von Wasser in den Stehkolben beobachten kann.

Das gleiche Ergebnis bringen Versuche, bei denen der Kolben mit einem anderen Gas (z. B. Kohlendioxid) gefüllt ist.

Gase dehnen sich beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen.

Die festgestellten Versuchsergebnisse gelten für fast alle Körper. Ausnahmen werden wir noch kennenlernen. Wir merken uns:

Die meisten Körper dehnen sich beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen.

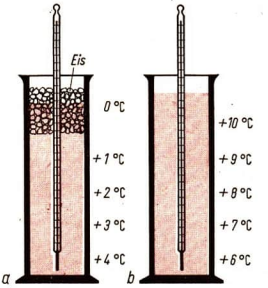
Wir sind jetzt in der Lage, die Wirkungsweise der mit Flüssigkeiten gefüllten Thermometer zu verstehen. Beim Erwärmen des mit Quecksilber gefüllten Glasbehälters dehnt sich das Quecksilber stärker aus als das Glas und nimmt dadurch einen größeren Raum ein. Dabei steigt es in dem Rohr empor. Wir messen also mit dem Thermometer die Ausdehnung des Quecksilbers und können dadurch die Ursache der Ausdehnung, die Temperaturerhöhung, ermitteln.

Du wirst noch weitere Beispiele dafür kennenlernen, daß man eine Wirkung mißt (zum Beispiel die Verlängerung einer Schraubenfeder) und dadurch die Ursache bestimmt (zum Beispiel die Kraft des Armes), die diese Wirkung hervorruft.

4. Wasser macht eine Ausnahme

Als Anzeigeflüssigkeit in Thermometern haben wir Quecksilber und Alkohol kennengelernt. Könnte man auch Wasser als Thermometerflüssigkeit verwenden? Zur Untersuchung des Verhaltens von Wasser führen wir folgende Versuche durch:

V 21 Schütten wir in einen Standzylinder mit kaltem Wasser Eisstücke und tauchen nach einiger Zeit langsam ein Thermometer ein, so beträgt die Wassertemperatur im Bereich des schmelzenden Eises 0 °C und am Boden des Zylinders etwa 4 °C (Bild a). Bei höheren Temperaturen, beispielsweise zwischen 6 °C und 10 °C, erhalten wir Ergebnisse, wie sie das Bild b zeigt.

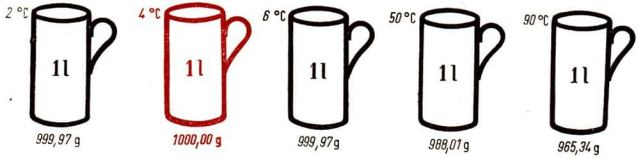


Das Wasser dehnt sich beim Abkühlen von 4 °C auf 0 °C wieder aus. Man bezeichnet dieses Ausnahmeverhalten als **Anomalie[16] des Wassers.**

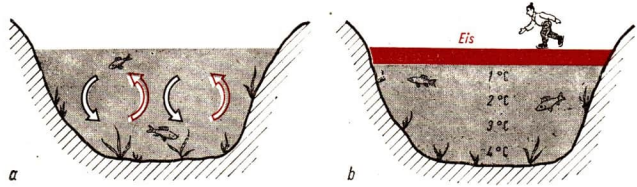
[16] anomia (griech.): Gesetzwidrigkeit, Abweichen von der Regel

Eine bestimmte Wassermenge hat bei 4 °C ihr kleinstes Volumen. Beim weiteren Abkühlen dehnt sie sich wieder aus.

Man könnte Wasser also nur in einem Bereich oberhalb 4 °C als Thermometerflüssigkeit verwenden. Wegen dieser Einschränkung und aus weiteren Gründen, die später erklärt werden, macht man in der Praxis davon keinen Gebrauch.
Messungen ergeben:
Ein bestimmtes Volumen Wasser (z. B. ein Liter) ist bei 4 °C schwerer als bei niedrigeren und höheren Temperaturen.



Auch in Teichen und Seen ist festzustellen: Infolge der Anomalie des Wassers bilden sich beim Abkühlen Schichten mit unterschiedlicher Temperatur, bis sich schließlich das Wasser von 4 °C am Grunde und darüber kälteres Wasser befindet (Bild 108/2). Auf Grund dieser Tatsache gefrieren Gewässer von der Oberfläche her, wodurch die Entwicklung und der Fortbestand der Wassertiere und Wasserpflanzen im Winter ermöglicht wird. Bei flachen Gewässern kommt es in strengen Wintern vor, daß sie bis zum Grunde gefrieren und die Fische dabei sterben.



108/2 Temperaturen in einem See

a) Beim Abkühlen von beispielsweise 20 °C bis 4 °C sinkt das kältere Wasser nach unten, das wärmere steigt

b) Unter 4 °C hat sich die dargestellte Schichtung ergeben. Bei weiterer Abkühlung wird die Eisdecke dicker

5. Kräfte beim Ausdehnen der Körper

Wir wollen jetzt eine weitere wichtige Erscheinung kennenlernen, die beim Ausdehnen und Zusammenziehen von Körpern auftritt.

22

V Wir verschließen mit einem Korkstopfen einen mit Wasser gefüllten Kochkolben und erwärmen diesen dann. Das Wasser vergrößert dadurch sein Volumen und drückt den Stopfen hinaus.

! Vorsicht! Der Stopfen darf nicht fest eingedrückt werden, da sonst der Kolben zerstört werden könnte und die Glasscherben und das heiße Wasser zu Verletzungen führen können.

Der folgende Versuch zeigt, daß ein Eisenbolzen beim Zusammenziehen zerbrochen wird. Auch bei diesem Versuch ist äußerst vorsichtig zu verfahren.

23

V Wir spannen den Stab im kalten Zustand fest in den Rahmen. Dann wird der Stab mit einem Bunsenbrenner erwärmt, und beim Erwärmen wird der Griff nachgedreht. Beim Abkühlen zieht sich der Stab zusammen. Durch die auftretende Kraft wird der Bolzen zerbrochen.

!

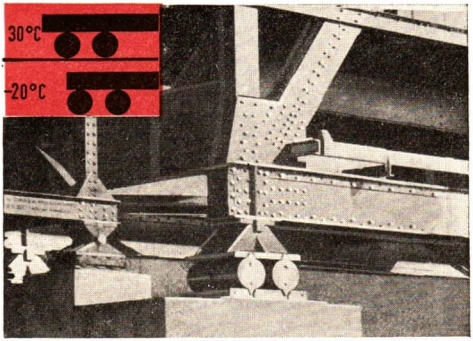


Wir wissen, daß es uns nicht möglich ist, diesen Bolzen mit unserer Muskelkraft zu zerbrechen. Dieser Vergleich zeigt eindrucksvoll, wie groß die auftretenden Kräfte sind.

Beim Ausdehnen und beim Zusammenziehen von Körpern treten oft große Kräfte auf.

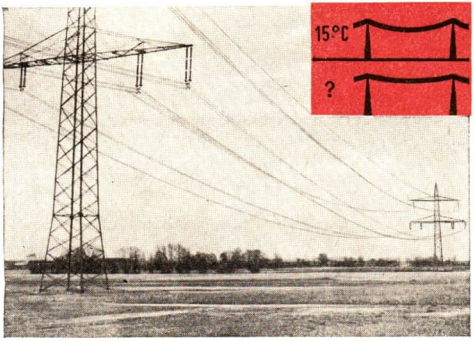
6. Wie die Ausdehnung der Körper berücksichtigt wird

Dickwandige Einmachgläser und Flaschen erwärmt man langsam vor dem Einfüllen heißer Säfte oder Gelees, weil sonst die schnell erwärmenden inneren Schichten der dicken Glaswände sich gegenüber den äußeren stark ausdehnen und das Glas zum Zerspringen bringen. Sind starke Temperaturunterschiede unvermeidlich, so müssen dünnwandige Gläser besonderer Zusammensetzung benutzt werden.
Weitere Beispiele zeigen die Bilder auf der nächsten Seite.



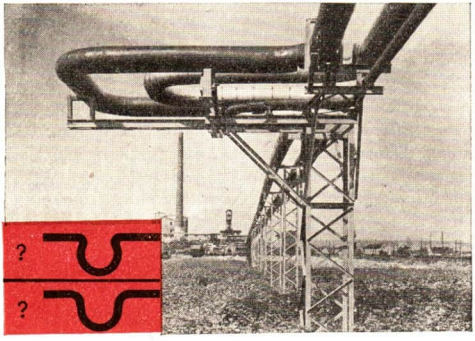
Lager einer Brücke

Große Brücken sind so gebaut, daß ein Ende fest mit dem Pfeiler verbunden, das andere aber auf Rollen gelagert ist. Dadurch wird das Mauerwerk nicht zerstört, wenn sich die Temperaturen ändern.



Durchhängende Freileitungen

Die Freileitungen des elektrischen Versorgungsnetzes und des Telefonnetzes hängen immer etwas durch. Warum? Was könnte geschehen, wenn sie beim Verlegen im Sommer zu straff gespannt würden? Gib an, ob die Temperatur der strafferen Freileitung größer oder kleiner als 15 °C ist!



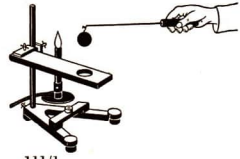
Dehnungsausgleicher

In langen, freiliegenden Rohrleitungen für heiße Gase und heiße Flüssigkeiten werden elastische Rohrschleifen (Dehnungsausgleicher) eingebaut, deren Krümmung sich bei Temperaturschwankungen ändern kann. Welchen Zweck haben sie? Bei welcher der beiden eingezeichneten Krümmungen ist die Temperatur höher?

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Worauf ist es zurückzuführen, daß sich festsitzende Glasstopfen lösen lassen, wenn man den Flaschenhals vorsichtig erwärmt?
2. Eine stählerne Brücke hat eine Stützweite von 120 m. Man rechnet zwischen Sommer und Winter mit einem Temperaturunterschied von 70 grd. Welchen Spielraum muß das auf Rollen lagernde Brückenende haben? (Ein Stab aus Stahl von 1 m Länge dehnt sich beim Erwärmen um 100 grd um 1,2 mm.)
3. Warum gefrieren tiefe Gewässer nicht bis zum Grund?
4. Warum sind zwischen Betonplatten von Autobahnen Fugen vorhanden, die mit Teerpech gefüllt sind?
5. Wenn man heiße Säfte oder Früchte in dickwandige Einmachgläser füllt, können diese zerspringen. Die erwärmten inneren Schichten der dicken Glaswände dehnen sich sofort aus, die noch kühlen äußeren Schichten dagegen nicht. Was muß man vor dem Einfüllen tun, um ein Zerspringen zu vermeiden?
6. Beim Aufziehen eines Reifens auf ein Wagenrad nutzt man die Gesetze über die Ausdehnung der Körper beim Erwärmen und Abkühlen aus. Der Reifen soll nach dem Erwärmen auf das Rad passen und nach dem Abkühlen festsitzen. Vergleiche die Durchmesser des Reifens und des Rades im kalten Zustand! Welcher Durchmesser ist größer?

Wir basteln und experimentieren



111/1

1. Verschließe eine Kochflasche nur ganz leicht mit einem Korkstopfen! Erwärme den Boden der Flasche vorsichtig mit einer Flamme! Beobachte und begründe!
2. Benutze eine Versuchsanordnung nach Bild 111/1! Die Kugel paßt bei Zimmertemperatur gerade durch das Loch. Erwärme die Kugel und lege erneut auf! Was stellst du fest? Laß die Kugel sich wieder abkühlen! Begründe deine Beobachtungen! Statt der Schiene mit dem Loch kann man auch einen Ring benutzen, auf den man die Kugel legt. Als Wärmequelle eignet sich auch ein Spiritusbrenner oder eine Kerze.
3. Baue mit einem Reagenzglas, einem durchbohrten Gummistopfen und einem Glasröhrchen die Versuchsanordnung nach Bild 111/2! Der Stopfen muß das Reagenzglas dicht verschließen. Zum Durchbohren der Öffnung und zum Einführen des Glasrohres benutze die Anweisungen der Seiten 53 und 54! Vermeide Unfälle! Färbe das Wasser mit Tinte! Erwärme das Reagenzglas mit der Hand! Beobachte und begründe!



111/2

Die Ausbreitung der Wärme



Beim Heizen eines Kachelofens werden erst lange Zeit nach dem Entzünden des Brennstoffes die Kacheln warm und danach auch der gesamte Raum. Es ergibt sich die Frage, wie Wärme von einer Stelle zur anderen gelangen kann.

1. Die Wärmeleitung

In der Schmiede der RTS soll eine neue Zinke für eine Egge geschmiedet werden. Um den Flachstahl formen zu können, wird er im Schmiedefeuer bis zur Rotglut erwärmt. Zum Bearbeiten auf dem Amboß faßt ihn der Schmied mit der Zange an. Schon nach kurzer Zeit wird der Zangengriff spürbar erwärmt. Die Zange hat die Wärme des Schmiedestückes *weitergeleitet.* Das Übertragen der Wärme von einem Teil des Körpers zum anderen heißt **Wärmeleitung.**

Durch Wärmeleitung wird Wärme in Stoffen übertragen.

Ein eiserner Ofen wird beim Heizen viel schneller warm als ein Kachelofen. Offenbar wird die Wärme von Eisen besser geleitet als von Tonkacheln. Der folgende Versuchsauftrag zeigt, wie gut die Wärme in verschiedenen Stoffen geleitet wird.

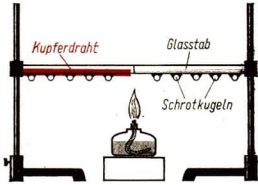
Versuchsauftrag Nr. 15

Aufgabe

Untersuche den Unterschied in der Wärmeleitfähigkeit von Kupfer und Glas!

Geräte und Material

1 Kupferstab
1 Glasstab gleicher Abmessung
2 Stative
1 Spiritusbrenner
Schrot- oder Luftgewehrkugeln
Stearin



Arbeitsablauf

1. Befestige an dem Kupfer- und dem Glasstab in gleichen Abständen von etwa 2 cm die Schrotkugeln mit etwas erwärmtem Stearin!
2. Spanne die Stäbe gegenüberstehend in die Stative so ein, daß sich ihre Enden fast berühren!
3. Erwärme die Enden beider Stäbe gleichmäßig mit der Spiritusflamme und beobachte das Herabfallen der Schrotkugeln!

Ergebnis

Die Schrotkugeln an dem Kupferstab fallen eher ab, weil dieser die Wärme besser leitet als der Glasstab.

Die Eigenschaft der Stoffe, Wärme verschieden gut zu leiten, bezeichnet man als *Wärmeleitfähigkeit.*

Die Wärmeleitfähigkeit der Stoffe ist unterschiedlich.

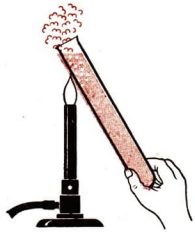
Man nennt Stoffe, die Wärme gut leiten, *gute Wärmeleiter.* Stoffe, die Wärme nur schlecht leiten, heißen *schlechte Wärmeleiter.*

Gute Wärmeleiter sind die Metalle.
Schlechte Wärmeleiter sind Holz, Torfmull, Wolle, Papier, Glas und Plaste.

Wie Wasser die Wärme leitet, zeigt der folgende Versuch:

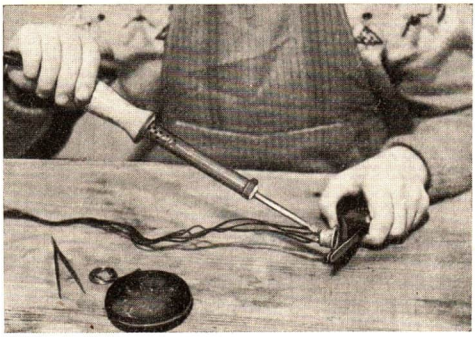
24

V Man hält ein mit kaltem Wasser gefülltes Reagenzglas mit dem oberen Ende über eine Flamme. Das Wasser erwärmt sich oben so stark, daß es siedet, während es unten kalt bleibt.



Wasser erweist sich somit als schlechter Wärmeleiter. Wie ähnliche Versuche mit anderen Flüssigkeiten und auch mit Gasen zeigen, gilt:

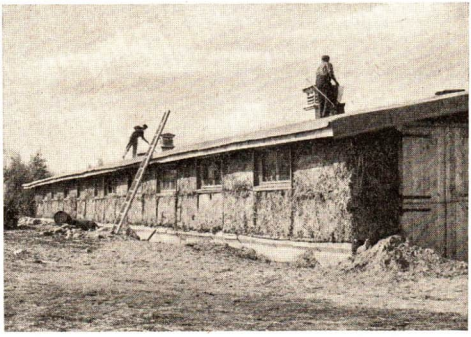
Flüssigkeiten und Gase sind meist schlechte Wärmeleiter.



2. Wie die Wärmeleitung berücksichtigt wird

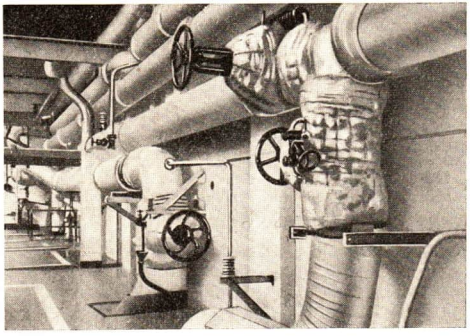
Lötkolben

Bei manchen Geräten kommt es auf eine gute Wärmeleitung an, sie werden deshalb aus Stoffen mit einer guten Wärmeleitfähigkeit hergestellt. So ist die Spitze des elektrischen Lötkolbens aus Kupfer, weil dieses Metall die Wärme schnell vom Heizkörper auf das Lötzinn überträgt. Warum ist der Griff aus Holz?



Wärmedämmung in Ställen

In Viehställen wird die Luft durch die Tiere erwärmt. Damit die Wärme nicht übermäßig durch die Wände nach außen geleitet wird, werden diese aus porigen Baustoffen errichtet, die Luft als schlechten Wärmeleiter enthalten. Es eignen sich z. B. Glaswolle, Leichtbauplatten, Stroh, Strohlehm, Schlacke. Das Vermindern der Wärmeleitung heißt *Wärmedämmung*.

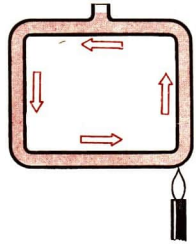


Wärmedämmung mit Glaswolle

In Industrieanlagen müssen heiße Gase und Flüssigkeiten oft durch Rohre geleitet werden. Damit die Wärmeverluste gering bleiben, werden solche Rohrleitungen mit Glaswolle umkleidet. Warum verwendet man Glas und warum in Form von Glaswolle?

3. Die Wärmeströmung

Zum Beheizen von Gebäuden werden häufig Warmwasserheizungen verwendet. Bei ihnen wird die Wärme von einem Heizkessel mittels Wasser in die einzelnen Zimmer übertragen. Wir hatten aber festgestellt, daß Wasser zu den schlechten Wärmeleitern gehört. Es muß also hier eine andere Art der Wärmeausbreitung vorliegen. Um sie kennenzulernen, führen wir folgenden Versuch durch:



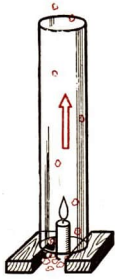
25

V Das Glasrohr wird mit Wasser gefüllt, dem etwas Tinte beigegeben ist. An einer unteren Ecke wird das Rohr erwärmt. Dadurch dehnt sich das Wasser an dieser Stelle aus, wird leichter und steigt empor. Die Tinte zeigt die Bewegung. Das Wasser *strömt* im Kreislauf, so daß sich nach und nach das ganze Rohr erwärmt.

Man bezeichnet diesen Vorgang als **Wärmeströmung.** Im Wasser kann sich also dann die aufgenommene Wärme gut ausbreiten, wenn das Wasser strömt.

Bei der Wärmeströmung transportiert der strömende Stoff die Wärme.

Auch die Luft überträgt die Wärme gut, wenn sie strömen kann. Ein Versuch zeigt das sehr eindrucksvoll:

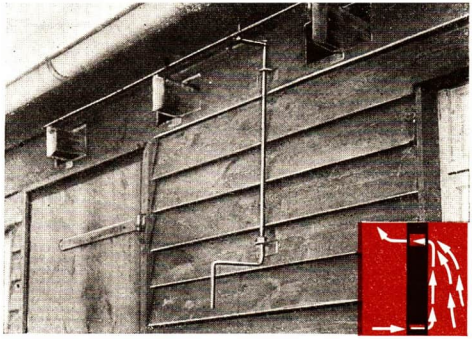


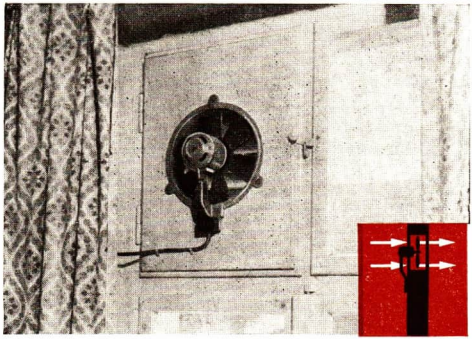
26

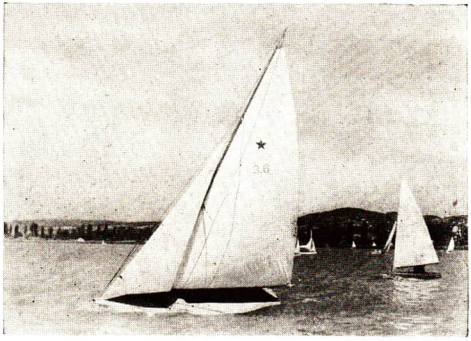
V Man hält einen schmalen Glaszylinder über eine Flamme. Kleine Watteflöckchen, die man in die Nähe der unteren Öffnung bringt, werden nach oben getragen.

Die Luft in der Umgebung der Flamme dehnt sich aus. Es entsteht eine aufwärts gerichtete Strömung, durch die die Wärme transportiert wird.

Durch Wärmeaufnahme dehnen sich Flüssigkeiten und Gase aus, steigen empor und verursachen dadurch einen Kreislauf. Die Wärme breitet sich in Flüssigkeiten und Gasen hauptsächlich durch Strömung aus.







4. Wo die Wärmeströmung auftritt

Zuglöcher

In Ställen wird die Luft durch Beimengung von Gasen und Schmutzteilchen verunreinigt. Die Luft wird durch die Körperwärme der Tiere erwärmt und steigt deshalb nach oben, wo sie durch Zuglöcher entweichen kann. Gut belüftete Ställe erhalten die Gesundheit der Tiere und erhöhen ihre Leistungsfähigkeit.

Ventilatoren

In Werkhallen, Laboratorien und anderen Räumen muß vermieden werden, daß sich die warme verbrauchte Luft unter der Decke sammelt und allmählich den ganzen Raum erfüllt. Da die natürliche Strömung oft nicht ausreicht, wird die Luft mittels Ventilatoren abgesaugt. In diesem Falle spricht man von einer erzwungenen Strömung. Durch tiefgelegene Öffnungen kann Frischluft nachströmen.

Wind

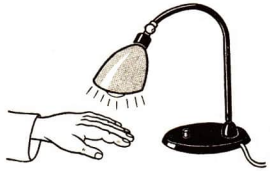
Durch die Sonnenstrahlen wird der Erdboden und dadurch die Luft über ihm erwärmt. Sie wird leichter und steigt empor. Die dabei auftretende Luftbewegung heißt Wind oder richtiger Aufwind (Thermik). Vergleiche dazu den Versuch 26! Weitere Ursachen der Entstehung der Winde werden später erklärt!

5. Die Wärmestrahlung

Erde und Sonne sind viele Millionen Kilometer voneinander entfernt. Trotzdem wird die Erde von der Sonne erwärmt. Wärmeleitung kann nicht die Ursache dafür sein, da sich zwischen Erde und Sonne nahezu kein Stoff befindet. Auch die Wärmeströmung scheidet aus dem gleichen Grunde aus. Die hier vorliegende Art der Wärmeausbreitung erklärt der nachstehende Versuch:

27

V Hält man einige Zentimeter unter eine leuchtende Glühlampe die Hand, so spürt man sofort, wie diese sich einseitig erwärmt. Wärmeleitung kann nicht die Ursache für das Erwärmen sein, da wir die Lampe nicht berühren und Luft ein schlechter Wärmeleiter ist. Warum kann auch Wärmeströmung nicht die Ursache sein?



Die Glühlampe *strahlt* die Wärme aus; diese Art der Wärmeausbreitung heißt **Wärmestrahlung.** Von einem Ofen gehen auch Wärmestrahlen aus.

Wärmestrahlung erfolgt ohne leitende oder strömende Stoffe.

Der folgende Versuch zeigt uns eine Erscheinung, die mit der Wärmestrahlung zusammenhängt:

28

V Stellt man in gleichen Abständen vor einer Wärmequelle eine schwarze und eine weiße Pappe auf, so merkt man beim Berühren nach einiger Zeit, daß die schwarze Pappe wärmer ist als die weiße.

Weitere Versuche mit anderen dunklen und hellen Körpern zeigen auch:

Dunkle Körper nehmen den größten Teil der auffallenden Wärmestrahlen auf und erwärmen sich.
Helle und spiegelnde Körper werfen den größten Teil der auffallenden Wärmestrahlen zurück und erwärmen sich deshalb nur wenig.

29

V Man hält seine Hand so nahe an eine Wärmequelle, daß man deutlich die Erwärmung spürt. Stellt man nun eine Glasscheibe zwischen Hand und Wärmequelle, so ist die Erwärmung geringer. Die Glasscheibe selbst erwärmt sich ein wenig.

Offenbar durchdringt nur ein Teil der Wärmestrahlen die Glasscheibe. Auch bei einem Glas mit Wasser ist das der Fall.

Glas und Wasser lassen die Strahlen nur teilweise hindurch.

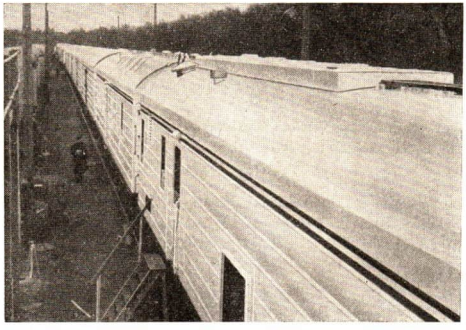
Bei diesen Versuchen war stets Luft zwischen den einzelnen Körpern. Sie behinderte die Wärmestrahlung kaum. Ebenso wird die Erde von den Sonnenstrahlen stark erwärmt, während die Luft erst dadurch warm wird, daß von der Erdoberfläche die Wärme durch Wärmeleitung und Wärmeströmung auf die darüberliegenden Luftschichten übertragen wird.

6. Wie die Wärmestrahlung berücksichtigt wird



Helle Sommerkleidung

Im Sommer ist helle Kleidung günstiger als dunkle, da sie die Sonnenstrahlen stark zurückwirft und sich daher nur wenig erwärmt. Man kann sich davon auch überzeugen, wenn man an einem sonnigen Tag im Winter einen dunklen Körper, beispielsweise Asche, auf Schnee schüttet. Durch die aufgenommene Wärme taut der Schnee an dieser Stelle.



Weiße Kühlwagen

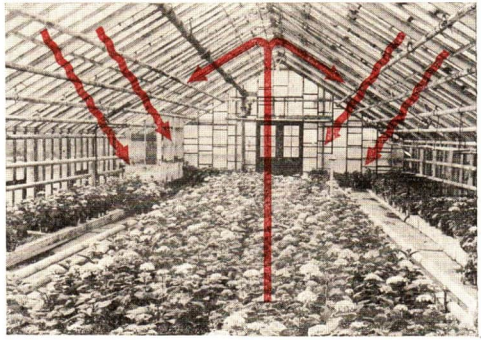
Die Kühlwagen der Deutschen Reichsbahn werden weiß gestrichen. Begründe ihren weißen Anstrich! Welche Aufgaben haben Kühlwagen? Warum haben Flugzeuge, künstliche Erdsatelliten und Weltraumschiffe eine glatte, silberglänzende Oberfläche?

7. Wie die Wärmeausbreitung berücksichtigt wird

Treibhaus

Es dient der frühzeitigen Aufzucht von Pflanzen sowie der Produktion von Frühgemüse, Gurken, Tomaten und Blumen. Die Sonnenstrahlen dringen fast ungehindert durch das Glas. Sie treffen dann auf dunkle Körper, wie Pflanzen und Erde, die sich erwärmen. Von diesen wird die Luft erwärmt, die sich durch Wärmeströmung im ganzen Raum ausbreitet. Glasdach und -wände verhindern die Abgabe der Wärme ins Freie durch Wärmeleitung oder Wärmestrahlung.
Im Winter ist eine künstliche Heizung des Treibhauses erforderlich.





Thermosbehälter

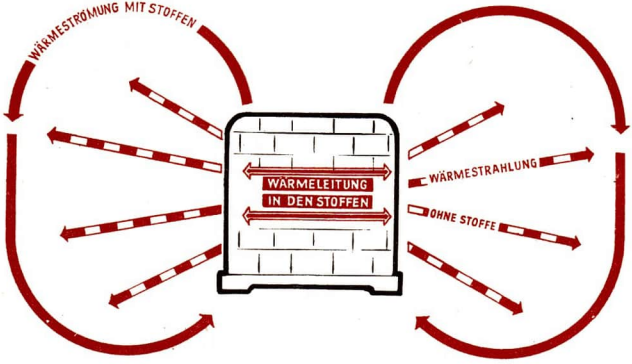
Bei Thermosbehältern soll erreicht werden, daß sich die Temperatur im Innern des Behälters möglichst wenig verändert. Die Wärmeleitung wird dadurch verringert, daß man das Glas doppelwandig herstellt. Der Raum zwischen den beiden Wandungen ist fast luftleer. Warum? Die Wärmeausbreitung durch Strahlung wird dadurch verringert, daß die Innen- und Außenwand des Gefäßes mit einem spiegelnden Belag aus Kupfer oder Silber versehen sind.





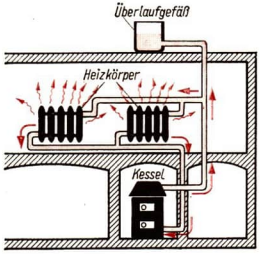
Wir wissen nun, daß sich Wärme auf drei verschiedene Arten ausbreiten kann:

Wärme breitet sich aus durch:
Wärmeleitung in leitenden Stoffen,
Wärmeströmung mit strömenden Stoffen,
Wärmestrahlung ohne leitende oder strömende Stoffe.

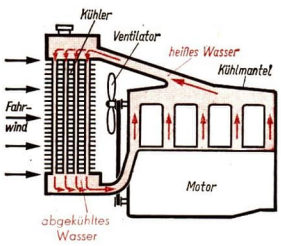


Wer weiß es? Wer kann es?

1. Warum hat jeder Lötkolben einen Holzgriff? Warum haben auch der Pflug, die Maurerkelle und andere Werkzeuge meist hölzerne Handgriffe?
2. Weshalb schützen Topflappen beim Anfassen heißer Gegenstände die Finger?
3. Warum erscheinen uns bei Frost Gegenstände aus Stahl kälter als solche aus Holz?
4. Welchen Vorteil haben Hohlziegel?
5. Erkläre nach den Gesetzen der Wärmeausbreitung die Wirkungsweise der Kleidung, der Bettdecke und des Felles bzw. der Federn der Tiere!
6. Was hält uns wärmer. Zwei dünne Hemden übereinander oder ein doppelt so dickes allein angezogen? Begründe deine Antwort!
7. Wodurch entsteht der Zug im Ofen?
8. Warum haben die Häuser in tropischen Gebieten meist weißen Anstrich und die Menschen helle Kleidung?
9. Warum werden in frostgefährdeten Nächten in Gärtnereien die jungen Pflanzen mit Plasthauben überdeckt?



121/1 Warmwasserheizung (schematisch)

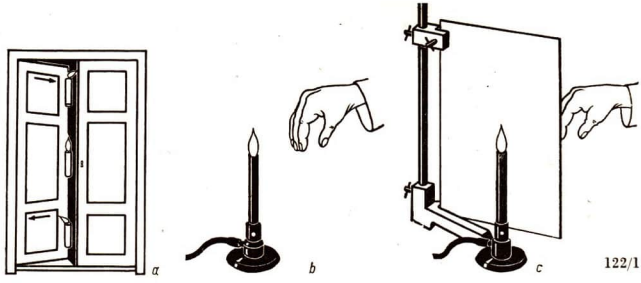


121/2 Kühler eines Motors (schematisch)

10. Erläutere die Wirkungsweise einer Warmwasserheizung (Bild 121/1)!
11. Beschreibe die Kühleinrichtung
    a) bei einem wassergekühlten Fahrzeugmotor (Bild 121/2),
    b) bei einem luftgekühlten Fahrzeugmotor!
12. Begründe die Verwendung bestimmter Baustoffe zur Herstellung von Wänden, Decken und Fußböden! Nenne einige wichtige Baustoffe und ihre Wärmeeigenschaften!
13. Warum bleiben Getränke in einer Thermosflasche lange warm bzw. kalt?
14. Flüssigkeiten sind im allgemeinen schlechte Wärmeleiter. Nenne eine Flüssigkeit, die Wärme gut leitet!

Wir basteln und experimentieren

1. Halte mit jeder Hand je einen Stab aus Glas und Stahl (gleicher Durchmesser, gleiche Länge) in eine Flamme! Stelle fest, in welchem Stoff sich die Wärme schneller ausbreitet!
   Wiederhole den Versuch mit je einem Draht aus Kupfer und Aluminium!
2. Stelle aus einem Stehkolben und einem Spiritusbrenner eine Vorrichtung her, um die Wärmeströmung zu beobachten! Gib in das Wasser Sägespäne! Fertige eine Skizze des Versuchs an und zeichne den Weg der Späne mit Linien ein!
3. Halte eine brennende Kerze waagerecht! Beobachte die Richtung der Flamme und begründe sie! (Vorsicht! Kerze tropft, etwas unterstellen!)
4. Stelle je eine Schale mit klarem und mit dunkel gefärbtem Wasser gleicher Temperatur in die Sonne (gleiche Wassermengen)! Miß nach einer halben Stunde die Temperaturen der Flüssigkeiten! Begründe deine Beobachtung!
5. Drehe ein Zeichenblatt zu einer Röhre von etwa 5 cm Durchmesser! Halte sie über eine heiße Herd- oder Kochplatte! Bringe feingezupfte Watteflöckchen über die obere Öffnung der Röhre! Warum fallen sie gar nicht oder nur sehr langsam nach unten?

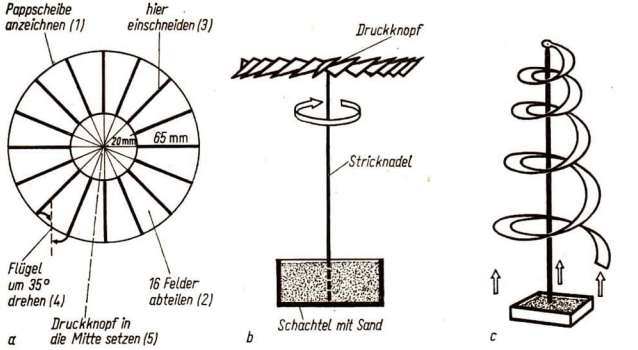


122/1

! 6. Halte eine brennende Kerze an eine Tür, die nur einen kleinen Spalt geöffnet ist! Was schließt du aus der unterschiedlichen Richtung der Kerzenflamme am oberen, am mittleren und am unteren Türspalt (Bild 122/1a)? Gib danach an, wie die Strömungen der Luft verlaufen! Wiederhole dasselbe an einem wenig geöffneten Fensterflügel!

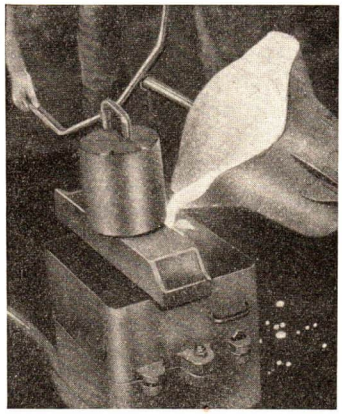
! 7. Halte deine Hand neben eine Flamme (Bild 122/1b)! Stelle eine Glasscheibe dazwischen! Ersetze die Glasscheibe durch ein Stück Pappe (Bild 122/1c)! Welchen Unterschied in der Wärmestrahlung hast du empfunden? Wo wird diese Erkenntnis praktisch angewendet?

8. Baue ein Windrad (Bild 122/2)! Stelle es auf einen geheizten Kachelofen! Erkläre, warum es anfängt, sich zu drehen!



122/2 Führe der Reihe nach die einzelnen Arbeiten durch! Das Bild b) zeigt das fertige Rad, Bild c) zeigt eine weitere Ausführung

Die Zustandsänderungen der Körper



Bei der Umformung der Werkstoffe wurden als mögliche Verfahren das Biegen, Schmieden, Pressen und Walzen behandelt. Eine weitere Möglichkeit ist das Gießen. Dazu werden die Werkstoffe durch Erwärmen flüssig gemacht und in Gießformen gefüllt. Die Zustandsform, der Aggregatzustand, hat sich geändert, der Werkstoff war erst fest und wurde flüssig.

1. Das Schmelzen

Feste Körper, beispielsweise Metalle zum Gießen, werden flüssig, wenn sie genügend erwärmt werden.
Im Winter tragen Flüsse und Seen häufig eine Eisdecke, und das Land ist von einer Schneeschicht bedeckt. Mit der zunehmenden Erwärmung im Frühjahr schmelzen Schnee und Eis zu Wasser; der Boden erhält dadurch Feuchtigkeit für das Wachstum der Wintersaat. Die Temperatur bei diesem Vorgang beträgt 0 °C.

Hat ein fester Körper durch Aufnahme von Wärme eine bestimmte Temperatur, die Schmelztemperatur, erreicht, so geht er in den flüssigen Aggregatzustand über. Dieser Vorgang heißt Schmelzen.

2. Das Erstarren

Sinkt im Winter die Temperatur unter 0 °C ab, so geht das Wasser in den festen Aggregatzustand über, man sagt, es gefriert oder *erstarrt*. Auch andere flüssige Stoffe geben durch Strahlung oder Leitung Wärme an die Umgebung ab, wenn diese eine geringere Temperatur als sie selbst hat.

Hat ein flüssiger Körper durch Abgabe von Wärme eine bestimmte Temperatur, die Erstarrungstemperatur, erreicht, so geht er in den festen Aggregatzustand über. Dieser Vorgang heißt Erstarren.

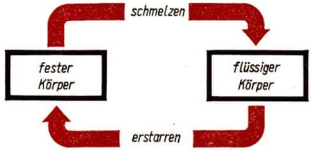
Wir wissen aus dem Versuchsauftrag Nr. 10, daß Eis bei 0 °C schmilzt, und haben erfahren, daß Wasser bei 0 °C erstarrt. Nun werden wir feststellen, ob auch bei anderen Stoffen das Schmelzen und das Erstarren bei gleicher Temperatur stattfindet.

30

V Erwärmt man im Wasserbad ein Reagenzglas, das mit Naphthalin (Mottenmittel „Globol") gefüllt ist, so schmilzt das Naphthalin bei 80 °C. Hält man ein Thermometer in das flüssige Naphthalin und liest die Temperatur dann ab, wenn am Thermometer das Naphthalin gerade erstarrt, so zeigt sich, daß es bei der Temperatur von 80 °C wieder fest wird.

Auch aus Versuchen mit anderen Stoffen hat man folgende Erkenntnis gewonnen:

Viele Stoffe schmelzen und erstarren bei einer bestimmten Temperatur. Diese Temperatur heißt Schmelztemperatur bzw. Erstarrungstemperatur.

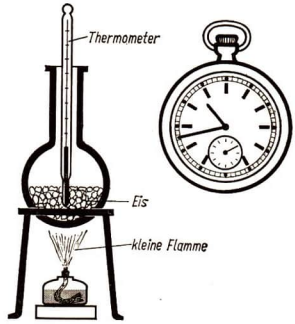


Die Temperaturen, bei denen Metalle vom festen in den flüssigen Aggregatzustand und vom flüssigen wieder zurück in den festen übergehen, sind oft sehr hoch. So schmelzen und erstarren Eisen bei 1535 °C und Kupfer bei 1083 °C.

Manche Stoffe, z. B. Glas, Stearin, Paraffin, haben keine bestimmte Schmelztemperatur. So erweicht Glas bei Temperaturen von 700 °C bis 800 °C. Dünnflüssig wird es zwischen 1300 °C und 1400 °C. Andere Stoffe wiederum, z. B. Holz, verbrennen, wenn sie in der Luft stark erwärmt werden. Ursachen dieses unterschiedlichen Verhaltens können erst genannt werden, wenn über den „Aufbau der Stoffe" mehr bekannt ist (Physik Kl. 8, Chemie Kl. 7 und 8).

3. Temperaturverlauf beim Schmelzen von Eis

Um zu untersuchen, wie sich Eis beim Erwärmen verhält, führen wir folgenden Versuchsauftrag durch:



Versuchsauftrag Nr. 16

Aufgabe

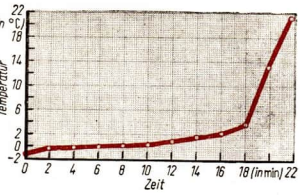
Untersuche den Temperaturverlauf beim Schmelzen von Eis!

Geräte und Material

1 Becherglas	1 Uhr
zerstoßenes Eis	1 Glasstab
1 Spiritusbrenner	Stativmaterial
1 Dreifuß	Schreibmaterial
1 Thermometer	Millimeterpapier

Arbeitsablauf

1. Fülle das Becherglas zur Hälfte mit zerstoßenem Eis und stecke das Thermometer hinein!
2. Erwärme vorsichtig mit dem Brenner bei kleiner Flamme!
3. Miß unter ständigem Rühren mit dem Glasstab jede Minute die erreichte Temperatur und trage sie in eine Tabelle nach dem Muster der Tabelle 9 ein!
4. Zeichne ein Temperatur-Zeit-Diagramm nach dem Bild 125/2 und trage deine Meßwerte ein! Was kannst du daraus ersehen?



125/2 Grafische Darstellung der Werte der Tabelle 9. Versuche mit anderen Stoffen ergeben ähnliche Kurven

Die Meßwerte der beigefügten Tabelle zeigen ein Versuchsergebnis.

Tabelle 9: Temperaturverlauf beim Schmelzen von Eis

Zeitdauer (in min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Temperatur (in °C)	–1,0	0,0	0	0	0	0	0,5	0,8	1,5	2,5	12,0	20,0

Wir entnehmen aus diesem Versuch:

Beim Schmelzen wird die zugeführte Wärme für den Übergang in den flüssigen Aggregatzustand gebraucht; die Temperatur des Körpers ändert sich dabei nicht.

Damit ein geschmolzener Stoff wieder erstarrt, muß ihm die Wärme, die er beim Schmelzen aufgenommen hat, wieder entzogen werden.

Schmelzen und Erstarren sind Vorgänge, bei denen sich der Aggregatzustand ändert. Die Temperatur ändert sich dabei nicht.

Tabelle 10: Schmelztemperaturen bzw. Erstarrungstemperaturen einiger Stoffe (in °C)

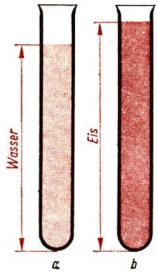
Platin	1774	Aluminium	660	Eis, Wasser	0
Grauguß	1200	Blei	327	Quecksilber	— 39
Silber	962	Zinn	232	Alkohol	—114

4. Volumenänderung beim Schmelzen und Erstarren

Da sich beim Erwärmen das Volumen der Stoffe vergrößert, nimmt das Volumen beim Schmelzen zu. Erstarrt ein Stoff, dann verkleinert sich sein Volumen. Anders verhält sich wieder das Wasser. Unterhalb von 4 °C dehnt es sich bekanntlich aus. Wie verhält sich Wasser nun beim Erstarren?

31

V Ein zylindrisches Gefäß wird 10 cm hoch mit kaltem Wasser gefüllt und in eine Mischung aus drei Teilen zerkleinerter Eisstücke und einem Teil Kochsalz gebracht. Nach dem Erstarren mißt man die Länge der Eissäule. Um den wievielten Teil seiner ursprünglichen Länge hat sich das Wasser ausgedehnt?



Wasser dehnt sich beim Erstarren stark aus.

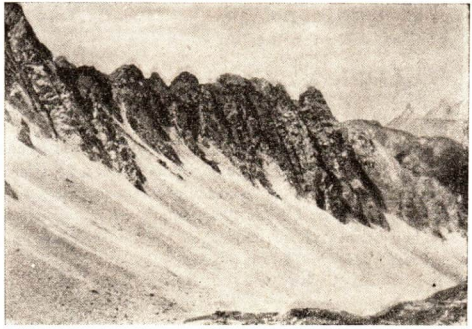
Die Wassermenge hat sich beim Gefrieren nicht geändert, jedoch ist ihr Volumen größer geworden. Deshalb ist Eis leichter als Wasser. Nun läßt sich erklären, warum Eisschollen schwimmen.

32

V Fülle 3 Tintenfläschchen mit Wasser, das erste halb, das zweite bis zum Halsansatz, das dritte bis zum Rand, und verschließe sie fest mit dem Schraubverschluß! Stelle sie bei Frost ins Freie! Beobachte die Wirkung des gefrierenden Wassers!

Das gefrierende Wasser in den Flaschen dehnt sich aus und zersprengt das bis zum Rand gefüllte Glas. Man spricht von der *Sprengwirkung* des Eises.

5. Die Sprengwirkung des Eises



Verwittern der Gesteine

In die Spalten des Gesteins dringt Wasser ein, gefriert im Winter und zersprengt den Stein. Nach und nach wird das Gestein so zu Geröll und Sand zerkleinert. Die Schutthalden unterhalb der Felsen sind zum großen Teil ein Ergebnis der Sprengwirkung des Eises.



Krümelung des Ackerbodens

Im Winter wirkt sich bei den Erdschollen des Ackers die Sprengwirkung des Eises äußerst nützlich auf die Krümelbildung aus, und zwar um so besser, je feuchter der Boden beim Gefrieren ist. Durch das Ziehen der Winterfurche (Tiefpflügen im Herbst, 25 bis 35 cm) werden die Kapillaren im Erdreich zerstört, und ein Austrocknen des Bodens wird dadurch verhindert.



Frostschutzmittel

Von der chemischen Industrie wurden Frostschutzmittel entwickelt, die dem Kühlwasser von Kraftfahrzeugen zugesetzt werden können. Dadurch sinkt der Gefrierpunkt der Lösung.

6. Das Gießen von Metallen

Geschmolzene Metalle können in Gießformen gegossen werden. Nach dem Erstarren hat der Metallkörper die Gestalt der Gießform. Man kann auf diese Weise Gegenstände mit komplizierten Formen herstellen.

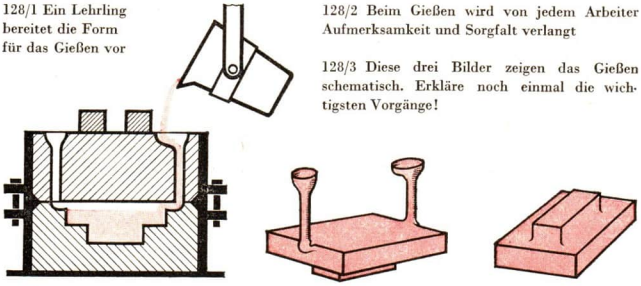
Die Form, die das Gußstück haben soll, wird in Sand oder Metall nachgebildet (Bild 128/1). Trichterförmige Kanäle führen zum Hohlraum der Gießform. Sie dienen zum Eingießen des flüssigen Metalls und zum Ableiten der Luft, die sich in der Gießform befindet. Hier finden zwei physikalische Vorgänge statt, die wir schon kennengelernt haben. Welche sind es? Wer es nicht weiß, muß auf den Seiten 11, 56 und 83 nachlesen.



128/1 Ein Lehrling bereitet die Form für das Gießen vor



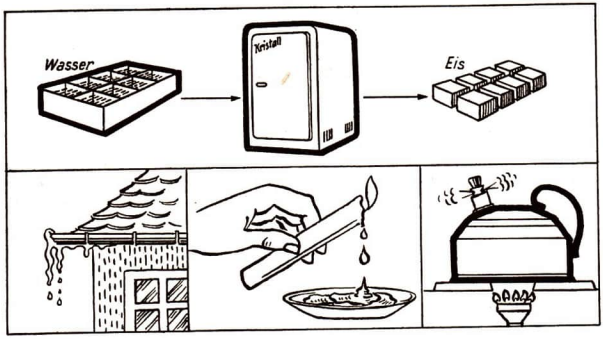
128/2 Beim Gießen wird von jedem Arbeiter Aufmerksamkeit und Sorgfalt verlangt



128/3 Diese drei Bilder zeigen das Gießen schematisch. Erkläre noch einmal die wichtigsten Vorgänge!

Wer weiß es? Wer kann es?

1. Nenne Stoffe, die durch Wärmezufuhr in den flüssigen Aggregatzustand übergehen können! Bei welchem Verfahren nutzt man diese Eigenschaft der Stoffe aus?
2. Was geschieht, wenn eine Wasserleitung einfriert?
3. Wie kann man Wasserleitungen gegen Frostschäden schützen?
4. Stelle in deinem Wohnhaus und in deinem Patenbetrieb fest, wo Wasserleitungen verlegt sind, die vom Frost gefährdet sind! Wo befinden sich die Entleerungsstellen? Wann erfolgt die Entleerung, und welche Schutzvorrichtungen sind für solche Anlagen getroffen worden, die zu jeder Zeit Wasser führen müssen?
5. Begründe das Ziehen der Winterfurche!
6. Welche Änderungen der Aggregatzustände zeigen die folgenden Bilder? Beachte, daß manche Darstellungen mehrere Zustandsänderungen enthalten!



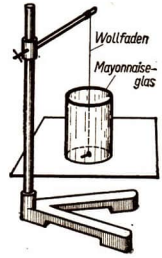
Wir basteln und experimentieren

1. Erwärme mit einer Flamme fünf Minuten lang 100 ml Wasser und miß den Temperaturanstieg nach jeder halben Minute! Wiederhole den Versuch mit 300 ml Wasser unter den gleichen Bedingungen! Lege eine Tabelle der Meßwerte an und stelle sie grafisch dar!
2. Erwärme in einem Porzellantiegel zerkleinerte Kerzenreste und bringe sie zum Schmelzen! Tauche in die Schmelze ein Thermometer, entferne die Wärmequelle und ermittle die Temperatur, bei der die Kerzenmasse fest zu werden beginnt! (Beachte den Hinweis auf Seite 124 unten!)
3. Beobachte das Erstarren einer Paraffinmasse! Wie sieht die Oberfläche aus?

4. Fülle ein Becherglas mit feuchtem, feinem Sand! Drücke einen Bleistift einige Zentimeter hinein! Bringe in einem Metallöffel oder in einem Porzellantiegel etwas Blei zum Schmelzen! Gieße das flüssige Blei in die Vertiefung! Vergleiche deinen Versuch mit dem des Gießens in der Industrie!
Führe den Versuch mit größter Vorsicht durch, damit du dich nicht verletzt!

5. Laß einen gut durchfeuchteten Lehmklumpen bei Frost gefrieren und anschließend bei Zimmertemperatur wieder auftauen! Was beobachtest du dabei? Erkläre deine Beobachtung!

6. Stelle aus Kerzenresten eine neue Kerze her! Fülle dazu Kerzenreste in eine Blechdose und schmilz sie darin! Gieße die Flüssigkeit in ein Mayonnaiseglas, in das ein durch eine Schraube beschwerter Wollfaden hängt (Bild 130/1)! Wenn die Kerzenmasse erstarrt ist, erwärme das Glas langsam in einem Wasserbad, bis sich die „Kerze" aus dem Glas nehmen läßt!



130/1

7. Das Sieden

Der im Kessel einer Lokomotive erzeugte Dampf wird zu ihrem Antrieb benutzt. Dazu wird durch Wärmezufuhr von den Brennstoffen die Temperatur des eingefüllten Wassers erhöht. Dabei spielen sich Vorgänge ab, die im folgenden Versuchsauftrag beobachtet werden sollen.

Versuchsauftrag Nr. 17

Aufgabe

Beobachte die Vorgänge, die sich beim Erwärmen von Wasser bis zum Siedepunkt abspielen!

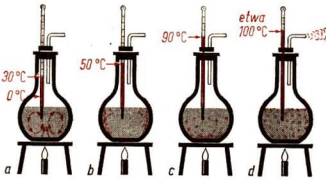
Geräte und Material

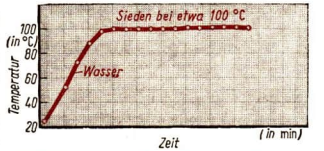
1 Stehkolben
1 Gummistopfen mit 2 Bohrungen
1 gewinkeltes Glasrohr
Wasser
1 Thermometer
1 Brenner
1 Uhr
1 Dreifuß
1 Tondreieck und Drahtnetz
Schreibmaterial
Millimeterpapier

Arbeitsablauf

1. Fülle den Stehkolben zu dreiviertel mit Wasser!
2. Führe das Glasrohr und das Thermometer durch die Bohrungen des Gummistopfens! (Vorsicht, vorher anfeuchten!)

3. Setze den Gummistopfen auf den Stehkolben!
4. Stelle den Stehkolben auf den Dreifuß und erwärme ihn vorsichtig mit dem Brenner!
5. Notiere die Anfangstemperatur und die bei jeder vollen Minute erreichte Temperatur des Wassers (vgl. Tabelle 9, Seite 125)!
6. Beobachte die Vorgänge, die sich beim Erwärmen im Stehkolben abspielen und schreibe sie mit der dazugehörigen Temperatur im Protokoll nieder!
7. Zeichne unter Verwendung deiner Meßwerte ein Temperatur-Zeit-Diagramm nach dem Muster im Bild 131/1!





131/1 Temperatur-Zeit-Diagramm für den Übergang von Wasser in Wasserdampf

Ergebnis

1. Die Temperatur des Wassers steigt an. Das Wasser im Kolben gerät in *strömende Bewegung.*
2. An der Innenwand der Kochflasche bilden sich von etwa 40 °C bis 60 °C *kleine Luftbläschen.* Diese Bläschen lösen sich schnell von der Wand und steigen an die Oberfläche empor.
3. Bei Temperaturen zwischen 80 °C und 95 °C bilden sich am Boden der Kochflasche *Dampfblasen.* Sie steigen empor, erreichen aber nicht die Oberfläche. Man hört ein singendes Geräusch.
4. Bei noch höherer Temperatur hört das Singen auf. Alle Dampfblasen steigen jetzt bis zur Oberfläche empor. Das Wasser *siedet* unter starkem Brodeln und geht dabei in den gasförmigen Aggregatzustand über. Aus dem gebogenen Rohr entweicht Wasserdampf. Das Thermometer zeigt eine Temperatur von etwa 100 °C an.

Beim Sieden geht das Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand über.

Läßt man das Wasser längere Zeit sieden, so nimmt die Wassermenge ab. Der Raum über dem Wasser ist durchsichtig. Daraus folgt, daß der Wasserdampf unsichtbar ist. Was man aus einem Topf mit siedendem Wasser oder aus dem Dampfabzug des Kartoffeldämpfers ausströmen sieht, sind fein verteilte kleinste Wassertröpfchen. Auch diese werden in der Umgangssprache als Wasserdampf bezeichnet.

Das Thermometer zeigt während des Siedens, ähnlich wie beim Schmelzen, eine gleichbleibende Temperatur an (Bild 131/1). Die zugeführte Wärme wird während des Siedens zum Überführen des Wassers in den gasförmigen Aggregatzustand gebraucht. Auch andere Stoffe sieden, wenn sie genügend stark erwärmt werden. Wie Versuche ergeben haben, besitzen die meisten Stoffe eine ganz bestimmte Siedetemperatur, Benzol z. B. 80 °C. Auch Metalle sieden, nur liegen ihre Siedetemperaturen meist sehr hoch. Blei siedet beispielsweise bei 1750 °C.

Hat ein Körper durch Aufnahme von Wärme eine bestimmte Temperatur, die Siedetemperatur, erreicht, so geht er bei weiterer Aufnahme von Wärme in den gasförmigen Aggregatzustand über. Dieser Vorgang heißt Sieden.

8. Das Kondensieren

33



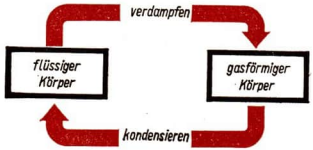
V Leitet man den aus der Kochflasche strömenden Dampf gegen eine Glasscheibe von Zimmertemperatur, so beschlägt sie. Läßt man einige Zeit den Dampf gegen die Scheibe strömen, so beobachtet man schließlich, daß Wassertropfen an der Scheibe herunterlaufen.

Der Dampf hat an die kältere Glasscheibe Wärme abgegeben, aus Dampf ist wieder Wasser geworden.
Allgemein gilt:

Hat ein gasförmiger Körper durch Abgabe von Wärme eine bestimmte Temperatur, die Kondensationstemperatur, erreicht, so geht er bei weiterer Abgabe von Wärme in den flüssigen Aggregatzustand über. Dieser Vorgang heißt Kondensieren.[17]

Vergleicht man die Temperaturen beim Sieden und Kondensieren, erkennt man:

Stoffe sieden und kondensieren bei einer bestimmten Temperatur. Diese Temperatur heißt Siedetemperatur bzw. Kondensationstemperatur.



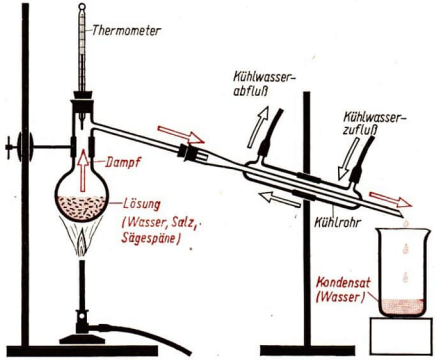
[17] condensare (lat.): verdichten

Tabelle 11: Siedetemperaturen bzw. Kondensationstemperaturen einiger Stoffe (in °C)

Gold	2950	Quecksilber	357	Wasser	100
Eisen	2880	Glyzerin	290	Benzol	80
Blei	1750	Terpentinöl	180	Alkohol	78
Schwefel	444	Meerwasser	104	Äther	35

9. Die Destillation

In vielen Betrieben, besonders in denen der chemischen Industrie, wird häufig reines Wasser gebraucht. Quellwasser und Grundwasser enthalten aber noch viele gelöste Stoffe, so daß es oft nicht unmittelbar verwendet werden kann. Das Wasser muß deshalb erst von allen Zusätzen befreit werden. Ein Versuch zeigt, wie das geschieht.



34

V Man erwärmt Wasser, dem Kochsalz und Sägespäne zugesetzt sind, in einem Kochkolben bis zum Sieden. Der entweichende Dampf wird durch ein Kühlrohr geleitet und kondensiert. Durch das innere Rohr strömt der Dampf, während durch das äußere Rohr Kühlwasser geleitet wird. Im Becherglas sammelt sich Wasser. Vergleiche es mit dem Wasser im Kolben! Woran erkennst du, daß es auch kein Kochsalz mehr enthält?

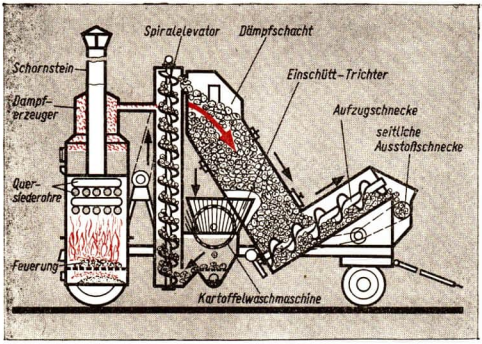
Untersucht man das abgekühlte kondensierte Wasser, kurz *Kondensat* genannt, so stellt man fest, daß es sehr rein ist. Die gelösten Salze und die Verunreinigungen sind im Kochkolben zurückgeblieben.

Das Trennen von Stoffgemischen mit Hilfe des Verdampfens und Kondensierens heißt Destillation.[18]

Mit der Destillation werden gelöste Stoffe (im Versuch das Salz) von dem Lösungsmittel (dem Wasser) oder Gemische von Flüssigkeiten (Wasser/Alkohol) getrennt. Das bei der Destillation von Wasser gewonnene Kondensat bezeichnet man als *destilliertes Wasser*. Destilliertes Wasser braucht man zum Beispiel zum Herstellen von Medikamenten in flüssiger Form, zum Verdünnen von Laugen und Säuren (z. B. für Akkumulatoren).

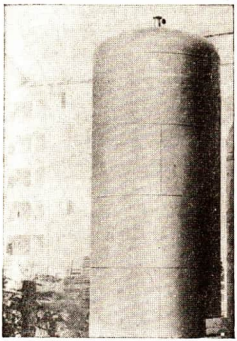
[18] destillare (lat.): herabträufeln

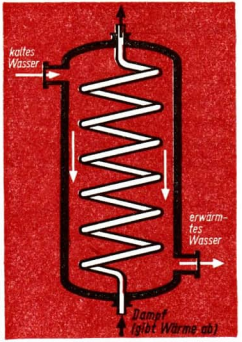
10. Anwendungsbeispiele aus der Industrie und der Landwirtschaft



Dämpfen von Kartoffeln

Rohe Kartoffeln sind zur Fütterung ungeeignet, weil sie schwer verdaulich sind. Beim Dämpfen dringt Wasserdampf in die Stärkekörnchen ein, die aufquellen, weich werden und dadurch verdaulicher werden. Zum Dämpfen werden in den volkseigenen Gütern und landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften Futterdämpfer benutzt. Werden die Kartoffeln sofort nach der Ernte gedämpft, so werden große Verluste vermieden.





Wärmeaustauscher

In den Kraftwerken und Industrieanlagen werden große Mengen Dampf mit hohen Temperaturen benötigt. Er treibt die Dampfmaschinen an und wird dann wegen seiner hohen Temperatur oft noch zum Erwärmen von Wasser verwendet. Das erfolgt in Wärmeaustauschern (Bild links).

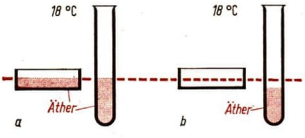
11. Das Verdunsten

Vom Regen naß gewordene Straßenpflaster oder feuchte Wäsche werden nach kurzer Zeit wieder trocken. Das Wasser ist nicht mehr zu bemerken, es ist in den gasförmigen Zustand übergegangen, ohne die Siedetemperatur erreicht zu haben. Es muß also noch einen anderen Übergang als beim Sieden geben: Er heißt **Verdunsten.**

Die folgenden Versuchsreihen zeigen die Besonderheiten des Verdunstens gegenüber dem Sieden:

V 35

Fülle ein flaches Glasschälchen und ein Reagenzglas mit je 10 ml Äther und lasse sie einige Minuten bei Zimmertemperatur stehen! Bild a zeigt den Beginn des Versuches, Bild b zeigt ihn einige Minuten später.



Wir werten den Versuch aus:

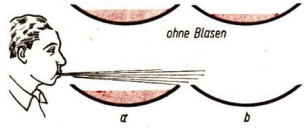
Im Gegensatz zum Sieden treten in der Flüssigkeit keine Gasbläschen auf. Nach einigen Minuten ist die flache Schale leer, während im Reagenzglas noch Äther enthalten ist.

Eine Flüssigkeit verdunstet um so schneller, je größer ihre Oberfläche ist.

Verdunsten ist ein Vorgang, bei dem eine Flüssigkeit nur an ihrer Oberfläche und bei Temperaturen unterhalb ihrer Siedetemperatur in den gasförmigen Aggregatzustand übergeht.

V 36

Fülle zwei Uhrgläser mit je 5 ml Äther! Lasse das eine stehen und blase über das andere hinweg! Vergleiche nach 30 Sekunden die Flüssigkeitsmengen!



Durch das Blasen wird der über dem Uhrglas entstandene Ätherdampf schnell fortgeführt, so daß mehr Flüssigkeit verdunsten kann.

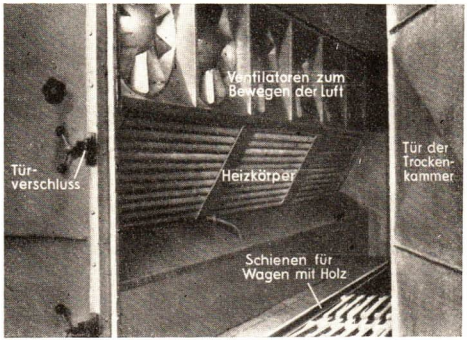
Bei gleicher Temperatur der Umgebung verdunstet von zwei Flüssigkeiten diejenige schneller, deren Siedetemperatur tiefer liegt. So verdunstet Äther (35 °C) schneller als Wasser (100 °C).

Eine Flüssigkeit verdunstet um so schneller, je schneller der entstehende Dampf fortgeführt wird und je näher die Temperatur der Umgebung der Siedetemperatur ist.

Wir kennen jetzt zwei Vorgänge, bei denen der Übergang einer Flüssigkeit in den gasförmigen Aggregatzustand erfolgt: das *Sieden* und das *Verdunsten*. Beide Vorgänge werden auch als *Verdampfen* bezeichnet.

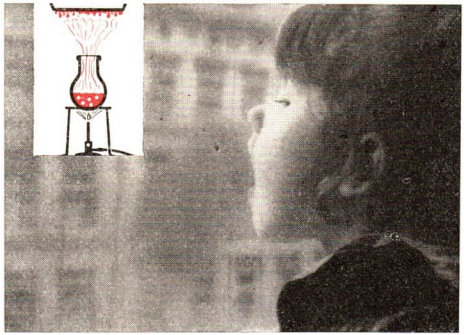


12. Wo das Verdunsten vorkommt



Trocknen von Holz

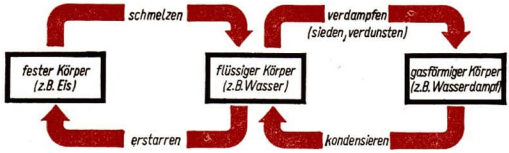
Ein Brett aus frisch geschlagenem Holz zieht sich allmählich zusammen, weil die Feuchtigkeit aus den Kapillaren des Holzes verdunstet; es trocknet. Unsere volkseigenen Möbelfabriken haben meist Trockenräume, in denen das Holz vor dem Verarbeiten durch Heißluft getrocknet wird. Früher mußte man es sehr lange auf einem Trockenplatz im Freien liegen lassen, bis es verarbeitet werden konnte.



Kondenswasser an Scheiben

Wasserdampf kann auch Temperaturen unter 100 °C haben ohne zu kondensieren. Er hat die Temperatur der umgebenden Luft. Kühlt man ihn jedoch ab, so kondensiert er ebenfalls. Haucht man an eine Fensterscheibe, so schlägt sich die Feuchtigkeit der Atemluft in kleinsten Tröpfchen nieder.

Wer aufmerksam im Unterricht war und auch dieses Buch gründlich gelesen hat, wird die folgende Übersicht verstehen und sie sich leicht einprägen können.



Wir können die Bedingungen für die Änderungen der Aggregatzustände in einer Übersicht zusammenstellen:

Schmelzen	Erstarren	Verdampfen		Kondensieren
		Verdunsten	Sieden	
Aufnahme von Wärme	Abgabe von Wärme	Aufnahme von Wärme	Aufnahme von Wärme	Abgabe von Wärme
Erreichen einer bestimmten Temperatur			Erreichen einer bestimmten Temperatur	
Schmelztemperatur	Erstarrungstemperatur		Siedetemperatur	Kondensationstemperatur

Die Ursachen für die Änderungen der Aggregatzustände werden in der Klasse 8 näher untersucht.

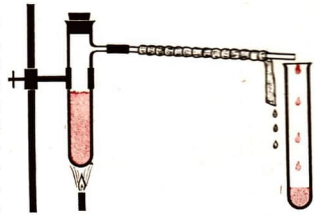
Wer weiß es? Wer kann es?

1. Beschreibe die Vorgänge Sieden und Verdunsten!
2. Erläutere das im Bild 131/1 dargestellte Diagramm!
3. Erläutere den Aufbau einer Dämpfanlage!
4. Wo bleiben die Pfützen nach Regenfällen, wenn das Wasser von der Straße nicht ablaufen oder versickern kann?
5. Gib an, von welchen Bedingungen das Trocknen einer nassen Straße abhängt! Begründe deine Antwort!
6. Nenne die Bedingungen, unter denen aufgehängte Wäsche schnell trocknet!
7. Wie kann man eine Tuschzeichnung schnell trocknen?
8. Der frische Farbanstrich von Maschinen, Apparaten, Geräten usw. soll schnell getrocknet werden.
   Nenne eine Möglichkeit, wie sich das erreichen läßt!

9. Warum breitet man bei der Heuernte das gemähte Gras tagsüber aus und wendet es mehrmals am Tage? Warum wird es nachts oder bei aufkommendem Regen gehäufelt?
10. Warum wird Holz vor dem Verarbeiten getrocknet? Welchen Vorteil bieten dabei Trockenräume?
11. Wie kommt es, daß die Fensterscheiben eines bewohnten Zimmers, aber auch die eines Eisenbahnwagens, im Winter leicht beschlagen?
12. Mit welchem Gerät trocknet der Frisör die Haare nach dem Waschen? Welcher physikalische Vorgang tritt hierbei auf?
13. Warum erwärmt man Speisen, die leicht anbrennen, oder Tischlerleim in einem zweiten Topf mit Wasser?
14. Warum bewahrt man Brot in geschlossenen Behältern auf?
15. Wie kann man mit Tinte angefärbtes Wasser wieder rein bekommen?

Wir basteln und experimentieren

1. Halte über siedendes Wasser eine kalte Glasplatte! Hauche gegen eine Fensterscheibe! Welcher gleiche Vorgang liegt hierbei vor?
2. Gieße auf ein Stück Löschpapier und in ein Reagenzglas je 1 ml Wasser! Bringe beide in die Sonne und beobachte das Verdunsten! Welchen Unterschied kannst du erkennen? Begründe deine Beobachtung!
3. Laß aus einer mit Wasser gefüllten Tropfflasche auf zwei Untertassen die gleiche Anzahl Tropfen fallen! Stelle die eine auf den warmen Ofen oder in die Röhre, die andere auf den Tisch und beobachte das Verdunsten! Welchen Unterschied kannst du feststellen?
4. Befeuchte drei gleich große Stücke Löschpapier mit Wasser und lege sie auf drei Untertassen! Die eine bedecke mit einem umgestülpten Becherglas, die zweite laß offen stehen, über die dritte blase einen kräftigen Luftstrom! Wie ist die Reihenfolge, in der die Papierstücke trocknen?
5. Befeuchte drei gleich große Stücke Löschpapier mit a) Wasser, b) Spiritus, c) Äther und drücke sie an eine Fensterscheibe! Beobachte die Reihenfolge des Herabfallens und begründe sie!
6. Destilliere nach der vereinfachten Versuchsanordnung im Bild 138/1 etwas mit Tinte angefärbtes und mit Kochsalz versetztes Wasser! Fange das Kondensat in einem Reagenzglas auf und prüfe es auf Reinheit, Farbe und Geschmack! (Das Destillieren geschieht hier ohne Kühler! Brich deshalb den Versuch ab, wenn das Glasrohr zu heiß geworden ist und dadurch der Wasserdampf nicht mehr kondensieren kann!)



138/1 Vorrichtung zum Destillieren. Erst die Anleitung 6 lesen!

Vom Wetter



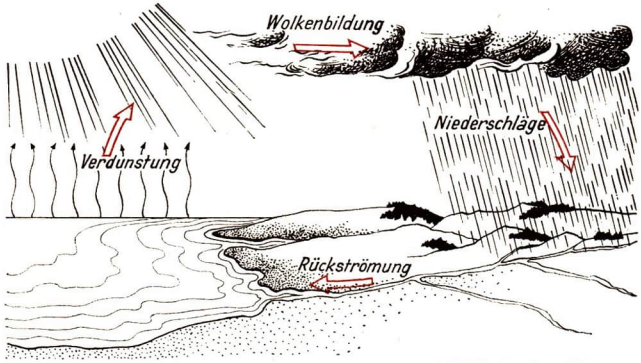
Die Tätigkeit der Bauern und Gärtner, Maurer und Zimmerleute sowie vieler anderer Berufe ist vom Wetter abhängig. Die gesamte Landwirtschaft, die Industrie, der Verkehr werden vom Wetter beeinflußt. Messungen ermöglichen es, das Wetter der nächsten Zeit vorauszusagen. Unser Bild zeigt eine Wetterstation. Ein Meteorologe will gerade an den Meßgeräten die Werte ablesen.

1. Der Kreislauf des Wassers

Viele Vorgänge, die das Wetter bestimmten, werden durch die Wärmestrahlung der Sonne bewirkt. So verdunsten z. B. aus dem Meer große Mengen Wasser, die als unsichtbarer Wasserdampf in die Höhe steigen. Dieser wird von den Winden, die ebenfalls eine Folge der Wärmestrahlung der Sonne sind, mitgenommen. In kühleren Luftbereichen kühlt sich der Wasserdampf ab und kondensiert zu kleinen Tröpfchen, die so klein sind, daß sie in der Luft schweben. Diese Tröpfchen bilden die Wolken. Sind die Tröpfchen durch „Zusammenwachsen" so groß geworden, daß sie sich nicht mehr schwebend in der Luft halten können, fallen sie als Regen, Schnee oder Hagel zur Erde nieder. Ein Teil dieser Niederschläge fließt durch Gräben, Bäche und Flüsse wieder dem Meere zu; ein anderer Teil verdunstet. Der Rest sickert in den Boden ein und bildet das Grundwasser. Ein beträchtlicher Teil des Wassers wird von den Pflanzen aufgenommen. Diese scheiden den größten Teil des Wassers als Wasserdampf wieder durch die Blätter aus.

Das Wasser befindet sich in einem ständigen Kreislauf. Verfolge ihn auf dem Bild 140/1!

In den folgenden Abschnitten wollen wir den Kreislauf des Wassers näher untersuchen. Dabei werden wir uns schon bekannte physikalische Vorgänge wiederfinden.



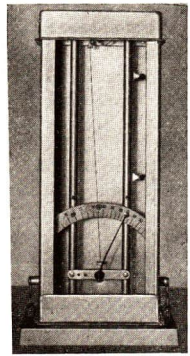
140/1 Kreislauf des Wassers

2. Verdunsten und Luftfeuchtigkeit

Bei ausgedehnten Wasserflächen verdunstet viel Feuchtigkeit. Das Verdunsten ist um so größer, je wärmer und trockener die Luft ist (vgl. Seite 135). Besonders viel Wasser verdunstet über den Ozeanen der heißen Zone. Auch in der gemäßigten und in der kalten Zone nimmt die Luft Feuchtigkeit aus dem Meer und aus anderen Gewässern auf. Der Wasserdampf steigt mit der erwärmten Luft hoch und wird von den Winden fortgeführt.

Beim Verdunsten nimmt die Luft Feuchtigkeit auf.

Die Feuchtigkeit der Luft kann mit dem *Haarhygrometer* gemessen werden (Bild 140/2).
Eine bestimmte Luftmenge kann nicht beliebig viel Wasserdampf aufnehmen. Man bezeichnet die Wassermasse, die 1 m³ Luft höchstens enthalten kann, als



140/2 Hygrometer. In diesem Hygrometer ist ein Haar gespannt. Haare längen sich bei zunehmender Feuchtigkeit. Das Verlängern oder Verkürzen des Haares wird auf einen Zeiger übertragen, der auf einer Skale den Feuchtigkeitsgehalt der Luft angibt

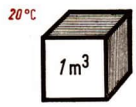
maximale Feuchtigkeit. Ist die maximale Feuchtigkeit erreicht, hört das Verdunsten auf, die Luft ist mit Wasserdampf gesättigt. Wäsche könnte beispielsweise in solcher Luft nicht mehr trocknen.

Tabelle 12: Wieviel Gramm Wasserdampf ein Kubikmeter Luft höchstens aufnehmen kann

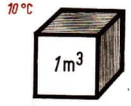
Temperatur (in °C)	—10	—5	0	5	10	15	20	25	30
Wasserdampf (in g)	2,1	3,2	4,8	6,8	9,4	12,8	17,3	23,0	30,3

Beispiel

1 m³ Luft enthält bei einer Temperatur von 20°C 12 g Wasserdampf. Wieviel Gramm Wasserdampf könnte sie noch aufnehmen? Die Luft kühlt sich auf 10°C ab. Stelle mit Hilfe der Tabelle fest, wie groß die maximale Feuchtigkeit ist! Was geschieht mit dem restlichen Wasserdampf?



12 g sind enthalten
17 g können im Höchstfalle aufgenommen werden
5 g kann die Luft noch aufnehmen



12 g sind enthalten
9 g können im Höchstfalle aufgenommen werden
2,6 g werden aus der Luft ausgeschieden

Kühlt sich mit Wasserdampf gesättigte Luft ab, dann wird ein Teil der Feuchtigkeit ausgeschieden und kondensiert (z. B. an Staubteilchen, hier Kondensationskerne genannt) zu Tröpfchen, die in der Luft schweben oder sich an festen Körpern absetzen.

Das Beschlagen der Fensterscheiben im Winter und beim Anhauchen kann durch die geschilderten Tatsachen erklärt werden. Die Luft kühlt sich an der kalten Scheibe ab, und die überschüssige Feuchtigkeit setzt sich in Form kleinster Tröpfchen ab. Die Fensterscheibe „schwitzt".

Die Luft vermag nur eine bestimmte Menge an Wasserdampf aufzunehmen. Diese hängt von der Temperatur ab. Wird bei der Abkühlung der Luft die maximale Feuchtigkeit erreicht, so kondensiert der überschüssige Wasserdampf zu kleinen Tröpfchen, falls Kondensationskerne vorhanden sind.

3. Die Wolken

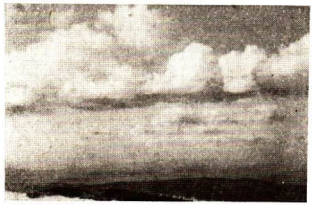
Der durch das Verdunsten entstandene Wasserdampf kondensiert bei genügender Abkühlung in der Lufthülle der Erde. Es bilden sich Wolken aus feinsten Wassertröpfchen, bei Temperaturen unter 0 °C bestehen die Wolken meist aus Eiskristallen.

Wolken sind schwebende Wassertröpfchen oder Eiskristalle.

Die Wolken ziehen mit dem Winde. Sie steigen dabei mit den Luftmassen auf oder ab und geraten dadurch in Luftschichten mit verschiedenartigen Temperaturen. Infolgedessen verdunsten sie wieder teilweise oder nehmen an Umfang zu. So verändern die Wolken ihre Gestalt. Nach ihrem Aussehen unterscheidet man verschiedene Wolkenarten:

Haufenwolken schweben meist in etwa 1000 bis 3000 m Höhe und sind ziemlich flache Wolken (Bild 142/1). Ihre untere Begrenzung ist verhältnismäßig eben. Nach oben quellen sie kugelig oder blumenkohlartig auf. Da aus diesen Haufenwolken nur selten Niederschlag ausfällt, nennt man sie auch Schönwetterwolken. Haufenwolken besonderer Art sind die *Gewitterwolken*. Sie sind viel dicker als die normalen Haufenwolken. Sie entstehen dann, wenn erwärmte Luft sehr schnell in große Höhen aufsteigt. An ihrer Oberseite sind die Haufenwolken meist hochaufgetürmt und oben amboßartig verbreitert.

Schichtwolken bilden eine zusammenhängende einheitliche Wolkendecke ohne eine bestimmte Form (Bild 142/2) und breiten sich meist über den ganzen Himmel aus. Wenn sie sehr dick sind, dann sehen sie dunkelgrau aus und bringen manchmal stundenlang anhaltende Schnee- und Regenfälle („Landregen"). Hohe Schichtwolken zeigen sich als graue oder weiße Schleier, durch die man die Sonne oder den Mond meist noch erkennen kann.



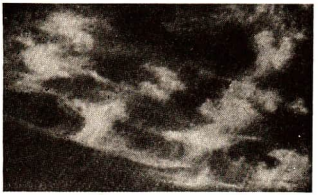
142/1 Haufenwolken



142/2 Schichtwolken



143/1 Schäfchenwolken



143/2 Federwolken

Schäfchenwolken ziehen in 2000 bis 6000 m Höhe, mitunter auch darüber (Bild 143/1). In ihrer Form ähneln sie den Haufenwolken, zu denen sie auch mitgerechnet werden, nur sind sie wesentlich kleiner als die normalen Haufenwolken. Manchmal bilden die weißen, flockigen Wolkenbällchen lange Streifen.

Federwolken bewegen sich in Höhen um 8000 m (Bild 143/2). Sie bestehen stets aus Eiskristallen. Ihren Namen verdanken sie ihrer federartigen, faserigen Form. Manchmal sind sie hakenförmig gekrümmt. Besonders dann bilden sie oft die ersten Vorboten einer Wetterverschlechterung.

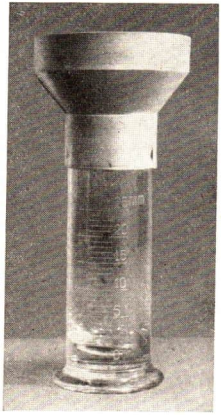
4. Die Niederschläge

Wenn Wolken in kühlere Luftschichten geraten, kondensiert weiterer Wasserdampf. Dieses Wasser lagert sich an die vorhandenen Tröpfchen an. Sie werden dadurch größer und schwerer. Schließlich können sie sich nicht mehr in der Schwebe halten und fallen als Regen zur Erde.

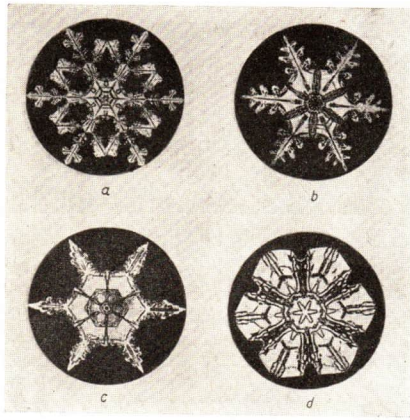
Niederschläge sind Wasser in fester oder flüssiger Form, das von der Luft ausgeschieden wird.

Niederschläge, die in hohen Luftschichten entstehen

Regen fällt in Form von Tropfen zur Erde. Die Größe der Regentropfen ist unterschiedlich. Ein feines Rieseln sehr kleiner Tropfen ist der Sprüh- oder Nieselregen. Lang anhaltenden Dauerregen nennt man Landregen, kurze Güsse sind Schauer. Plötzliche, starke Regenfälle mit großen Tropfen heißen Platzregen. Die Niederschlagsmenge wird mit einem Regenmesser ermittelt (Bild 144/1; siehe auch Aufgabe 9 auf Seite 146).



144/1 Regenmesser



144/2 Schneekristalle (unter dem Mikroskop betrachtet)

Die Niederschlagsmenge wird dabei in Millimetern gemessen. Das heißt, man gibt an, wieviel Millimeter hoch das Niederschlagswasser über einer Fläche stünde, wenn nichts versickern, nichts verdunsten und nichts ablaufen würde. Unter diesen Voraussetzungen würde z.B. bei einem Landregen von 20 mm Ergiebigkeit das Regenwasser 20 mm hoch stehen. Dabei entspricht 1 mm Niederschlag gerade 1 Liter Wasser je m^2.

Schnee bildet sich in Luftschichten, deren Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt. Dabei geht der Wasserdampf sofort vom gasförmigen in den festen Zustand über; es entstehen aus dem Wasserdampf nicht erst Wassertröpfchen, sondern Schneekristalle. Sie haben regelmäßige sechseckige Formen von großer Vielfalt (Bild 144/2). Bei strengem Frost fallen sie als Pulverschnee. Ist es weniger kalt, vereinigen sie sich zu größeren, lockeren Schneeflocken.

Graupeln entstehen, wenn die Schneekristalle durch Wolken fallen und noch Wassertröpfchen an sie anfrieren. Geschieht das mehrmals, dann bildet sich **Hagel.** Um das Graupelkorn legen sich wasserklare, jedoch vielfach durch Lufteinschlüsse unterbrochene Eisschalen und bilden so das Hagelkorn, das beachtlich groß werden und unter Umständen beträchtlichen Schaden anrichten kann. Es sind schon vereinzelt Hagelkörner von der Größe eines Tauben- oder Hühnereies gefunden worden.

Nebel ist eine Wolke, die an der Erdoberfläche lagert. Er entsteht, wenn die Luft in Bodennähe reichlich Wasserdampf enthält und sich – besonders nachts – stark abkühlt. Meist bildet sich der Nebel abends über Wasserflächen, Mooren und feuchten Wiesen. Wenn im Herbst oder im Winter kalte und warme Luftmassen zusammenfließen, bilden sich oft ausgedehnte Nebelfelder.

Tau setzt sich meist in den frühen Morgenstunden nach klaren Nächten ab. Die Erde strahlt bei unbedecktem Himmel viel Wärme aus. Sie kühlt sich daher stärker als die Luftschichten ab, die über ihr lagern. So kondensiert der Wasserdampf in Erdnähe und haftet als Tautropfen an Gräsern, Blättern, Spinngeweben, Zweigen und Drähten.

Rauhreif besteht aus Eiskristallen. Er bildet sich, wenn nach Frostwetter feuchtwarme Luft herangeführt wird. An Körpern, deren Temperatur noch unter 0 °C ist, schlägt sich der Wasserdampf nieder und erstarrt dabei zu kleinen Eiskristallen. Betrachte den Rauhreif an einem Zaun oder an einem Ast mit einer Lupe! Vgl. mit dem Bild 144/2!

Versuchsauftrag Nr. 18

Aufgabe

Beobachte das Wetter an deinem Wohnort im Zeitraum eines Monats!

Geräte und Material

1 Thermometer
1 Regenmesser
Schreibmaterial
Lineal

Arbeitsablauf

1. Bringe das Thermometer im Freien so an, daß es sich stets im Schatten befindet!
2. Stelle einen Regenmesser, den du dir nach der Anleitung S. 146 gebaut hast, an einem geeigneten Ort im Freien auf! (Nicht unter Bäumen, Sträuchern usw.)
3. Miß die Temperaturen früh, mittags und abends zu bestimmten, gleichen Zeiten!
4. Miß die tägliche Niederschlagsmenge mit dem Regenmesser!
5. Beobachte die Bewölkung, die Stärke des Windes sowie die Windrichtung!
6. Trage deine Beobachtungen in eine Tabelle nach folgendem Muster ein!

Datum	Temperatur (in °C) 7 h	14 h	18 h	Bewölkung	Wind	Niederschläge
10.4.64	8	14	11	Schichtwolken	NW mittel	1 mm Regen

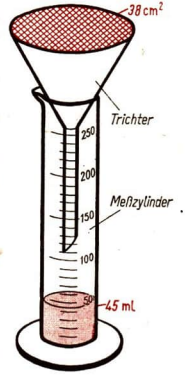
Wer weiß es? Wer kann es?

1. Nenne Berufe oder Arbeitsvorgänge, deren Ausübung vom Wetter abhängig ist!
2. Welche Schäden können in Industrie, Landwirtschaft und Schiffahrt vermieden werden, wenn der tägliche Wetterbericht oder Sonderwarnungen beachtet werden?
3. Verkehrsmittel sind vom Wetter abhängig. Warum müssen vor Antritt einer Fahrt Wettermeldungen beachtet werden?
4. Beschreibe den Kreislauf des Wassers!
5. Welche Arten von Wolken kennst du?
6. Nenne die verschiedenen Arten von Niederschlägen! Trage sie in dein Heft nach folgendem Muster ein!

	Niederschläge aus hohen Luftschichten	Niederschläge in Bodennähe
Flüssige Niederschläge		
Feste Niederschläge		

7. Fange Schneeflocken mit einem dunklen Gegenstand (Tuch, Pappe) auf! Betrachte sie mit einer Lupe! Versuche auch einmal, einige zu zeichnen!
8. An einem Sommertag enthält die Luft bei einer Temperatur von 25 °C 9,3 g Wasserdampf je Kubikmeter. Nachts tritt Abkühlung ein. Bei welcher Temperatur beginnt die Taubildung? (Benutze Tabelle 12! S. 141).
9. a) Stelle einen selbstangefertigten Regenmesser (Bild 146/1) für 24 Stunden ins Freie! Miß mit Hilfe des Meßzylinders die Niederschlagsmenge und errechne, wieviel Gramm sie wiegt! (Wieviel Gramm wiegt ein Milliliter Wasser?)

   b) Berechne, wieviel Wasser auf 1 ha Land gefallen ist! Für ein Beispiel sind im Bild 146/1 die erforderlichen Maße enthalten. Der Radius r der Tichteröffnung beträgt 3,5 cm.



146/1 Selbstangefertigter Regenmesser

Wetter und Aberglaube

Schon bevor die Menschen wissenschaftliche Methoden der Wettervorhersage kannten, wußten sie, wie bedeutend das Wetter für die Landwirtschaft ist. Sie beobachteten deshalb eingehend die Natur und versuchten, aus diesen Beobach-

tungen Wetterregeln abzuleiten. Solche Regeln sind uns heute noch als Bauernregeln bekannt. Manche dieser Regeln enthalten einen – wenn auch oft nur winzigen und sehr versteckten – Wahrheitskern. Wir wollen einige Regeln näher untersuchen:

Eine weit verbreitete Bauernregel besagt, wenn der Mond einen Hof hat, gibt es Regen. Der Mond hat zwar keinen Einfluß auf unser Wetter; diese Wetterregel hat aber eine gewisse Berechtigung. Der sogenannte Hof entsteht durch die vom Mondlicht beschienenen Federwolken. Diese Wolken aber sind tatsächlich häufig die ersten Anzeichen einer Wetterverschlechterung.

Daneben gibt es auch Regeln, die auf Aberglauben oder auf einer falschen Beobachtung beruhen. So wird vielfach behauptet, bei Vollmond seien die Nächte kälter als bei Neumond. Diese Behauptung ist falsch. Die Nächte sind im Vergleich zu anderen Nächten dann verhältnismäßig kalt, wenn keine Wolkenbedeckung vorhanden ist. Da man bei bedecktem Himmel während der Zeit des Vollmondes den Mond nicht sehen kann, wird übersehen, daß bei Vollmond auch verhältnismäßig warme Nächte sein können.

Ganz sinnlos ist es, aus dem Wetter um die Jahreswende auf die Witterung der Monate des folgenden Jahres zu schließen.

Auch der „Hundertjährige Kalender" entbehrt jeder wissenschaftlichen Grundlage. Er greift auf Aufzeichnungen des Mönches Mauritius (Moritz) Knauer zurück, der in sieben Jahren (1652 bis 1658) alle Wettererscheinungen in Verbindung mit der Stellung der Gestirne beobachtete und diese Beobachtungen gewissenhaft niederschrieb. Er stellte dann ein System auf, in dem er den damals bekannten Planeten sowie der Sonne und dem Mond je ein Jahr „Wetterherrschaft" zuschrieb. Eine Abschrift dieser Aufzeichnungen gelangte in die Hände des in Erfurt tätigen Arztes Christoph Hellwig, der 1701 den ersten „Hundertjährigen Kalender" drucken ließ und dabei das von Knauer aufgestellte System einfach auf 100 Jahre erweiterte.

Dieser Kalender hatte also keine wissenschaftliche Grundlage. Als man weitere Planeten entdeckte (1782 Uranus, 1846 Neptun), wurde der ganze Schwindel sichtbar. Schnell fanden sich aber geschäftstüchtige Leute, die auch diesen Planeten „Herrschaftsjahre" zuerkannten, um aus dem Unwissen der einfachen Menschen Gewinn zu schöpfen.

Wir können uns bei der Wettervorhersage nur auf exakte Beobachtungen verlassen.

Die immer besser werdende wissenschaftliche Erforschung der Zusammenhänge, die unser Wetter bestimmen, ist die Grundlage für eine Vorhersage des Wetters mit der größtmöglichen Sicherheit.

Einige dieser Zusammenhänge werden im Physik- und Erdkundeunterricht der nächsten Schuljahre erklärt werden.

5. Die Bedeutung der Niederschläge für die Landwirtschaft

Jede Pflanze braucht zum Wachsen und zum Bilden der Frucht eine bestimmte Wassermenge. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den durchschnittlichen Wasserverbrauch einiger wichtiger Kulturpflanzen.

Tabelle 13: Wasserverbrauch einiger Kulturpflanzen während der Vegetationszeit zum Erzeugen von 1 kg Erntetrockenmasse

Kulturpflanze	Wasserverbrauch (in l)	Kulturpflanze	Wasserverbrauch (in l)
Hirse	200 bis 300	Kartoffel	400 bis 600
Mais	300 bis 400	Sonnenblume	500 bis 600
Zuckerrübe	350 bis 450	Klee	700 bis 900
Weizen	400 bis 500	Gräser	700 bis 900

Deshalb muß der Ackerboden genügend Feuchtigkeit enthalten. Der Hauptanteil der Feuchtigkeit fällt als Regen. Am günstigsten ist ein gleichmäßiger, anhaltender Landregen. Das Wasser dringt dann gut in den Boden ein und durchfeuchtet ihn. Bei starken Güssen kann der Boden meist die Wassermengen nicht aufnehmen. Ein großer Teil fließt an der Oberfläche der Erde ab und geht damit der Nutzung verloren. Dieses Wasser führt Bodenteilchen fort und verschlämmt die oberste Bodenschicht.
Die Niederschläge fallen jedoch nicht immer zur rechten Zeit und in solcher Menge, wie die Pflanzen sie brauchen. Es ist deshalb erforderlich, daß man den Wasserhaushalt des Bodens verbessert.

6. Landwirtschaftliche Maßnahmen zum Verbessern des Wasserhaushaltes



Winterfurche

Regen und Schmelzwasser können nun gut eindringen. Dadurch wird erstens die Sprengwirkung des Eises unterstützt, die für eine gute Krümelung des Ackerbodens sorgt, zweitens kann der gelockerte Boden bis zu einem Drittel mehr Wasser aufnehmen als der unbearbeitete.

Bewässerung

In Gegenden mit geringen Niederschlägen oder auf trokkenen Böden müssen die Felder und Wiesen zusätzlich bewässert werden. Von einem natürlichen oder künstlichen Wasserlauf zweigt man einen Hauptzuleitungsgraben ab. Besonders wertvolle Kulturen werden auch künstlich beregnet. Bewegliche Rohrleitungen führen zu Regnern, die das Wasser versprühen.



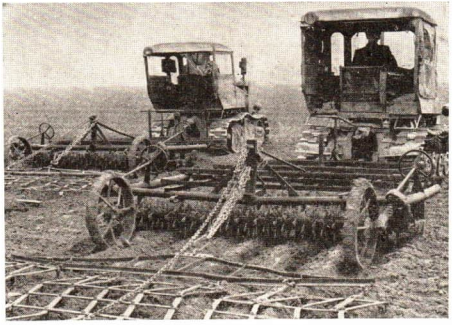
Entwässerung

Böden, die zur Bewirtschaftung zu feucht sind, müssen entwässert werden. Ein Netz tiefer, offener Gräben wird durch die nassen Ländereien gelegt. In ihnen sammelt sich das überschüssige Wasser und fließt ab. Große Gebiete, z. B. die Friedländer Wiese im Bezirk Neubrandenburg mit einer Fläche von 15 600 ha, wurden bzw. werden von der Freien Deutschen Jugend entwässert und können genutzt werden.



Bodenbearbeitung

Im Frühjahr wird der Acker geschleppt und geeggt. Dadurch werden die Kapillaren zerstört, so daß die Feuchtigkeit nicht ungenutzt verdunsten kann. Lies dazu noch einmal auf den Seiten 72 und 73 nach und betrachte die Bilder 74/2a und 74/2b!



ZUSAMMENFASSUNG

Den Wärmezustand eines Körpers bezeichnet man als Temperatur.

Warum erscheint uns ein Keller im Winter wärmer als im Sommer?

Die Celsiusskale hat zwei Fixpunkte: 0 °C (schmelzendes Eis) und 100 °C (siedendes Wasser) bei normalem Luftdruck.

Was bedeuten 17 °C und was 17 grd?

Wärme entsteht durch Verbrennen von Stoffen, beim Reiben, Schlagen, Biegen und durch elektrischen Strom.

Wie kann man die durch Verbrennen von Stoffen gewonnene Wärme nutzen? In welchen Fällen ist die durch Reibung entstandene Wärme unerwünscht?

Die meisten Körper dehnen sich beim Erwärmen aus und ziehen sich beim Abkühlen zusammen.

Was versteht man unter der Anomalie des Wassers?

Beim Ausdehnen und beim Zusammenziehen von Körpern treten oft große Kräfte auf.

Nenne Geräte, Anlagen und Einrichtungen, bei deren Herstellung diese Kräfte berücksichtigt werden müssen!

Wärme breitet sich durch Wärmeleitung, Wärmeströmung und Wärmestrahlung aus.

Welche Art der Wärmeausbreitung geht ohne leitende oder strömende Stoffe vor sich? Was ist Wärmedämmung?

Viele Stoffe schmelzen und erstarren bei einer bestimmten Temperatur. Diese Temperatur heißt Schmelztemperatur bzw. Erstarrungstemperatur.

Wie verändert sich das Volumen eines Stoffes beim Erstarren? Bei welchen Vorgängen macht sich diese Volumenänderung störend bemerkbar?

Viele Stoffe sieden und kondensieren bei einer bestimmten Temperatur. Diese Temperatur heißt Siedetemperatur bzw. Kondensationstemperatur.

Was ist Destillation?

Verdunsten ist ein Vorgang, bei dem eine Flüssigkeit nur an der Oberfläche und bei Temperaturen unterhalb ihrer Siedetemperatur in den gasförmigen Zustand übergeht.

Wodurch wird das Verdunsten eines Stoffes beschleunigt?

Weißt du es noch?

Temperaturmessungen

1. Wie bezeichnet man den Wärmezustand eines Körpers? Warum können unsere Wärmeempfindungen den Wärmezustand eines Körpers nicht eindeutig bestimmen?
2. Schildere, wie man bei einem Thermometer die Fixpunkte festlegen kann!
3. Wann benutzt man die Einheit °C, wann die Einheit grd?
4. Wie groß ist die Temperaturdifferenz zwischen –48 °C und 216 °C?
5. Welche Thermometer kennst du? Wer braucht sie?
6. Welche Besonderheit weist ein Fieberthermometer auf?

Wärmequellen

7. Nenne Wärmequellen in der Natur und solche, die sich der Mensch geschaffen hat! Wozu dienen sie?
8. Warum sollte man Holz nicht als Heizmaterial verwenden?
9. Nenne dir bekannte Öfen, beschreibe ihren Aufbau und gib an, was man beim Umgang mit ihnen beachten muß!
10. Welche Vorteile haben elektrische Herde? Welche Vorteile haben Fernheizungen?

Die Ausdehnung der Körper beim Erwärmen

11. Was weißt du über die Ausdehnung der Körper beim Erwärmen? Nenne die wichtigsten Gesetze und gib an, wie der Mensch sie im täglichen Leben berücksichtigt!
12. Wie kann man festsitzende Glasstopfen von Behältern lockern, die brennbare Flüssigkeiten enthalten?
13. Sprich über die Ausdehnung von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern infolge Erwärmung!
14. Welche Bedeutung hat die Anomalie des Wassers für die Entwicklung und den Fortbestand der Wassertiere und Wasserpflanzen?
15. Bei welcher Temperatur hat das Wasser seine größte Dichte?

Die Ausbreitung der Wärme

16. Nenne gute und schlechte Wärmeleiter und gib Beispiele für ihre Verwendung an!
17. Warum ist die Wärmeströmung im luftleeren Raum nicht möglich?
18. Wie breitet sich die Wärme in Flüssigkeiten und Gasen hauptsächlich aus? Wie in Metallen?
19. Wie gelangt die Wärme von der Sonne zur Erde?
20. Wie wirken Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmeströmung in einem Treibhaus, wie in einer Thermosflasche?

Die Zustandsänderungen der Körper

21. Welche Änderungen erfährt ein Stoff beim Schmelzen und beim Erstarren?
22. Gib Beispiele für Schmelz- und Erstarrungstemperaturen an!
23. Was zeigt eine grafische Darstellung über den Temperaturverlauf beim Schmelzen eines Körpers?
24. Sprich über das Gießen! Welche physikalischen Erscheinungen finden dabei Anwendung?
25. Welche Wirkung hat das Erstarren des Wassers im Ackerboden?
26. Wie ändern sich die Aggregatzustände beim Schmelzen, Erstarren, Sieden, Kondensieren und Verdunsten?
27. Wodurch kann das Verdunsten beschleunigt werden?

Vom Wetter

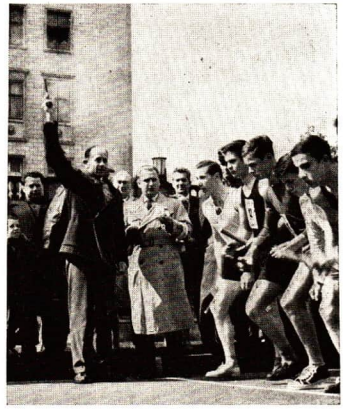
28. Sprich über den Kreislauf des Wassers!
29. Wozu dienen Hygrometer? Wozu benutzt man Regenmesser?
30. Wieviel Liter Wasser sind auf eine Fläche von 1000 m^2 gefallen, wenn die Niederschlagsmenge 15 mm beträgt?
31. Eine Luftmenge von 1 m^3 enthält bei einer Temperatur von 25 °C 21 g Wasserdampf. Wieviel Gramm Wasserdampf könnte diese Luft bis zur Sättigung noch aufnehmen?
32. Welche Bedeutung hat das Wetter für die Landwirtschaft?
33. Welche Maßnahmen dienen der Verbesserung des Wasserhaushaltes des Bodens?



Aus der Akustik

Unser Bild zeigt die Kulturgruppe einer Oberschule. Die Schüler haben Freude am Singen und Musizieren. Die Töne und Klänge, die sie den Instrumenten entlocken, sind eine akustische Erscheinung. Wie entstehen diese Töne und Klänge? Wie breiten sie sich aus? Haben sie etwas mit dem gesprochenen Wort, mit dem Geräusch eines laufenden Motors oder gar mit dem Knall eines Pistolenschusses gemeinsam? Auf diese Fragen sollen in diesem Kapitel Antworten gegeben werden. Daneben sollen noch weitere Erscheinungen der Akustik untersucht werden.

Die Entstehung und Ausbreitung des Schalles



In der Leichtathletik gibt man bei Läufen das Startzeichen meist durch Auslösen eines Pistolenschusses. Wie läßt sich folgende Erscheinung erklären? Befindet man sich als Zuschauer in unmittelbarer Nähe des Starts, so hört man den Knall und sieht den Start der Läufer fast gleichzeitig. Ist die Entfernung jedoch groß (z. B. zweihundert Meter), so hört man den Knall erst, wenn die Läufer bereits gestartet sind.

1. Schallquellen

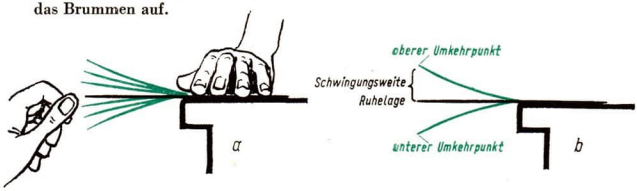
Der Knall eines Pistolenschusses, der Klang einer Geige, das Geräusch in einer Werkstatt werden auch als Schall bezeichnet. Man kann allgemein sagen:

Alles, was man hört, wird Schall genannt.

Wie ein Schall entsteht, soll folgender Versuch zeigen:

37

V Wir legen eine Stricknadel aus Stahl so an das Ende unserer Bank, daß etwa zwei Drittel frei überstehen, während wir das aufliegende Drittel fest mit den Fingern an das Holz drücken. Mit dem Daumen der freien Hand biegen wir das überstehende Ende der Stricknadel etwas nach unten und lassen es dann wieder hochschnellen. Dabei ergeben sich zwei Erscheinungen: Wir sehen, daß sich die Nadel hin und her bewegt, und hören gleichzeitig ein Brummen. Hört die Bewegung auf, so hört auch das Brummen auf.



Was ist geschehen? Zum Verständnis wollen wir die Bewegung der Stricknadel untersuchen.
Die Stricknadel wird heruntergebogen und federt nach dem Loslassen nach oben. Dabei bleibt sie aber nicht in der Ruhelage stehen, sondern bewegt sich weiter aufwärts. In einem bestimmten Punkt, dem Umkehrpunkt, ändert sie ihre Richtung und geht wieder nach unten. Dieses wiederholt sich mehrmals. Man bezeichnet einen solchen Vorgang als **Schwingen.** Der Abstand von der Ruhelage zu einem Umkehrpunkt heißt **Schwingungsweite.** Die Bewegung der Nadel von der Ruhelage zum oberen Umkehrpunkt, durch die Ruhelage zum unteren Umkehrpunkt und zur Ruhelage zurück bezeichnet man als **eine Schwingung.** Die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde nennt man die **Schwingungszahl oder Frequenz.** In unserem Beispiel beträgt die Schwingungszahl etwa 10 bis 160 Schwingungen in der Sekunde.
Die schnell schwingende Stricknadel ruft einen Schall hervor, der auf das Ohr übertragen wird.

Die schwingende Stricknadel ist eine Schallquelle.

Schwingungen sind für Menschen hörbar, wenn die Schwingungszahl etwa zwischen 20 und 20000 in der Sekunde liegt[19]. Bei der Stricknadel ist das Schwingen deutlich zu erkennen; bei anderen Schallquellen sieht man aber das Schwingen nicht so deutlich oder gar nicht. Denke zum Beispiel an Schallquellen in einer Kraftfahrzeugreparaturwerkstatt.

Alle in einem bestimmten Frequenzbereich schwingenden Körper sind Schallquellen.

2. Knall, Geräusch, Ton und Klang

Der Schall kann recht unterschiedlicher Art sein, das hängt davon ab, in welcher Weise der Körper schwingt.
Erfolgt die Schwingung nur sehr kurze Zeit, dafür aber mit großer Schwingungsweite, so sprechen wir von einem **Knall.** Ein Knall entsteht zum Beispiel beim Platzen eines Fahrzeugreifens. Nenne weitere Beispiele!
Erfolgen die Schwingungen unregelmäßig, das heißt, ändern sich die Schwingungszahl und die Schwingungsweite fortwährend, so bezeichnen wir diesen Schall als **Geräusch.** Geräusche hören wir bei Motoren aller Art, beim Arbeiten in der Werkstatt, beim Sprechen und beim Dreschen.

[19] Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs für bestimmte Frequenzbereiche ändert sich mit dem Lebensalter. Näheres darüber im Biologieunterricht der Klasse 8

Führen elastische Körper regelmäßige Schwingungen aus, das heißt, bleibt die Anzahl der Schwingungen in jeder Sekunde gleich, so nennen wir diesen Schall einen **Ton**. Beim Anschlagen einer Stimmgabel entsteht ein Ton.
Führt ein elastischer Körper regelmäßige Schwingungen aus, bei denen mehrere Töne (Teiltöne) entstehen, so spricht man von einem **Klang**. Ein Klang entsteht z. B., wenn man eine Saite zupft.

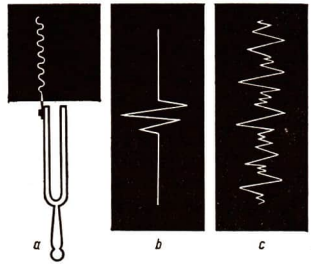
Ein Klang besteht aus einem Grundton und aus Obertönen. Wenn im Zusammenhang mit einer Saite von einem „Ton" gesprochen wird, z. B. „a-Saite" der Violine, so ist der Grundton gemeint.

Wir können die Schwingungen auch aufzeichnen:

38

V Wir nehmen eine Stimmgabel, die mit einer Schreibspitze versehen ist. Nach dem Anschlagen ziehen wir ihre Spitze schnell über eine berußte Glasplatte. Auf der Platte ist das Schwingungsbild eines Tones entstanden.

Auf ähnliche Weise sind die Schwingungsbilder eines Knalles und eines Geräusches entstanden (Bilder 156/1b und c).



156/1 Schwingungsbilder

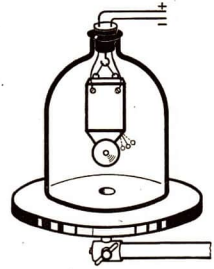
Der Schall kann als Knall, Geräusch, Ton oder Klang auftreten.

3. Die Ausbreitung des Schalles

Wir haben erfahren, wie der Schall entsteht. Nun wollen wir kennenlernen, wie er von der Schallquelle in unser Ohr gelangt.

39

V Wir hängen eine elektrische Klingel an Gummischnüren in eine Glasglocke, die an eine Luftpumpe angeschlossen ist. Den Klang der Klingel hören wir durch das Glas. Pumpen wir Luft aus der Glocke heraus, so wird das Klingeln leiser. Lassen wir Luft einströmen, so wird das Klingeln wieder lauter.



Offenbar wird der Schall von der Luft übertragen. Schwingt ein Körper im leeren Raum, dann ist kein Schall wahrzunehmen. Es fehlt der Stoff, der den Schall weiterleitet. Enthält die Glasglocke an Stelle von Luft Sauerstoff oder ein anderes Gas, so ist die Klingel ebenfalls zu hören.

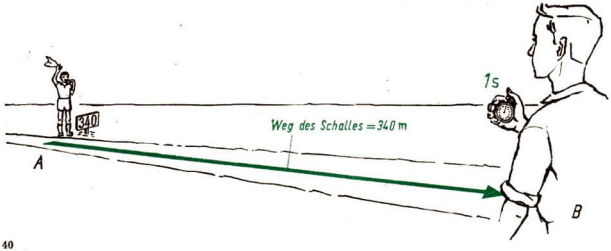
Gase leiten den Schall.

Auch Flüssigkeiten und feste Körper leiten den Schall. Schlägt man unter Wasser zwei Steine aneinander, so hört man den Schall im Wasser und in der Luft. Legt man ein Ohr auf einen Tisch, hält das andere zu und klopft dann auf die Platte, so kann man das Klopfen deutlich hören.

Der Schall wird durch feste, flüssige und gasförmige Körper weitergeleitet. Durch den luftleeren Raum breitet sich der Schall nicht aus.

4. Der Weg des Schalles in einer Sekunde

Beim Gewitter hört man eine Weile nach dem Aufleuchten des Blitzes den Donner. Der Schall braucht also für die Ausbreitung eine bestimmte Zeit.



40

V Die Schüler stehen sich 340 m entfernt gegenüber. Der Schüler bei A pfeift und senkt gleichzeitig ein Taschentuch. Der Schüler bei B setzt eine Stoppuhr in Bewegung, wenn sich das Taschentuch senkt (Start des Schalles), und hält sie an, wenn er das Pfeifen hört (Ankunft des Schalles). Es wird festgestellt, daß der Schall für 340 m etwa eine Sekunde benötigt.

In vielen Versuchen hat man den Weg, den der Schall in einer Sekunde zurücklegt, ermittelt. In der Luft beträgt er etwa 340 m in einer Sekunde. Man hat

festgestellt, daß sich der Schall in Flüssigkeiten und festen Körpern schneller ausbreitet als in der Luft. Vergleiche dazu die Tabelle 14!

In den verschiedenen Stoffen breitet sich der Schall verschieden schnell aus.

Da wir nun den Weg kennen, den der Schall in einer Sekunde in der Luft zurücklegt, können wir die Entfernung eines Gewitters bestimmen. Wir messen die Zeit, die zwischen dem Aufleuchten des Blitzes und dem Hören des Donners vergeht. Beträgt dieser Zeitraum beispielsweise 18 s, dann ist das Gewitter etwa (18:3 = 6) 6 km entfernt.

Tabelle 14: Der Weg des Schalles in einer Sekunde

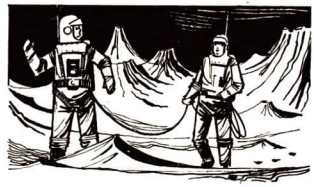
Luft	340 m	Eichenholz	3 280 m	Kupfer	3 600 m
Wasser	1 450 m	Messing	3 280 m	Stahl	5 000 m
Eis	3 232 m	Ziegelmauerwerk	3 600 m	Glas	5 200 m

Wer weiß es?

1. Wodurch unterscheiden sich Geräusch, Knall, Ton und Klang?
2. Entscheide in jedem der genannten Fälle, ob es sich um einen Klang, ein Geräusch oder einen Knall handelt!

Ein Wecker klingelt.	Der Förster schießt einen Hasen.
Ein Luftballon platzt.	Der Tischler sägt ein Brett.
Ein Mähdrescher arbeitet.	Ein Feuerwerkskörper platzt.
Ein Motorrad fährt vorbei.	Im Rundfunk erklingt Musik.
Jemand spielt Geige.	Ein Staubsauger arbeitet.

3. Warum breitet sich der Schall im leeren Raum nicht aus?
4. Welche Beobachtung kannst du machen, wenn du einem Holzhauer aus größerer Entfernung zusiehst?
5. Du siehst bei einem Gewitter den Blitz und hörst 9 Sekunden später den Donner. Wie weit war der Blitz entfernt? (Man rechnet rund 3 Sekunden für 1 km!)
6. In einem Steinbruch wird gesprengt. Du siehst die Rauchwolke und hörst 5 Sekunden später den Schall! Wie weit ist die Sprengstelle entfernt?
7. Nimm an, zwei Kosmonauten würden auf dem Monde landen (Bild 158/1).
   Auf welche Weise könnten sie sich verständigen?



8. Wie weit hat sich der Schall nach 3 Sekunden in einer Eisfläche ausgebreitet?
9. Wenn du ein schnell fliegendes Flugzeug beobachtest, fällt dir ein Unterschied zwischen der Blickrichtung zum Flugzeug und der Richtung, aus der der Schall kommt, auf. Erkläre den Grund für deine Beobachtung!

Wir experimentieren

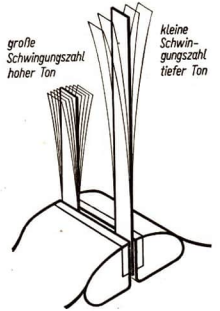
1. Schlage eine Stimmgabel an und halte sie mit dem Stiel an die Stirn! Was verspürst du?
2. Halte eine angeschlagene Stimmgabel vorsichtig mit einem Zinken gegen eine Fensterscheibe! Erkläre das entstehende Geräusch!
3. Lege ein Ohr auf die Tischplatte und halte das andere zu! Setze eine angeschlagene Stimmgabel möglichst weit entfernt auf den Tisch! Durch welchen Stoff erfolgt die Ausbreitung des Schalles? Was beobachtest du, wenn die Stimmgabel ein wenig von der Tischplatte angehoben wird?
4. Halte eine angeschlagene Stimmgabel mit den Gabelenden in eine Schüssel mit Wasser! Beobachte!

5. Tonhöhe und Schallstärke

Bei den Musikinstrumenten kommt es darauf an, Töne von bestimmter Höhe zu erzeugen, die außerdem laut oder leise sein sollen. Wir wollen zuerst untersuchen, wovon die Höhe eines Tones abhängt.

41

V Zwei Stücke Federstahl unterschiedlicher Länge, aber sonst gleicher Beschaffenheit, spannt man nebeneinander in einen Schraubstock. Man bringt beide zum Schwingen. Während die Schwingungszahl des langen Blattes merklich kleiner ist und ein tiefer Ton erzeugt wird, schwingt das kurze Blatt mit einer größeren Schwingungszahl und ruft einen höheren Ton hervor.

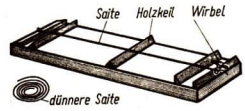


Auch Versuche mit anderen Körpern (z. B. Stricknadeln) lassen erkennen:

Je größer die Schwingungszahl, desto höher ist der erzeugte Ton.

Verwenden wir an Stelle eines Federblattes eine Saite aus Metall oder Darm, die auf ein Holzgestell gespannt ist (wir nennen das ein Monochord), so können wir dieses Ergebnis bestätigen.

42



V Die Schwingungszahl und damit die Tonhöhe läßt sich auf mehrere Arten verändern. Der Ton wird höher, wenn wir durch einen untergelegten Holzkeil die Länge der Saite verkürzen. Vergrößern wir die Spannung der Saite, indem wir den Wirbel drehen, so wird der Ton um so höher, je größer die Kraft ist, mit der die Saite gespannt wird. Ersetzen wir die Saite durch eine dünnere aus gleichem Material, so erhalten wir beim Anreißen einen höheren Ton, wenn Länge und Spannkraft der zweiten Saite genau so groß wie bei der ersten sind.

Faßt man die Ergebnisse zusammen, so erhält man:

Der Ton einer Saite ist um so höher, je kürzer sie ist, je dünner sie ist und je größer die Kraft ist, mit der sie gespannt wird.

Wovon hängt es nun ab, ob ein Ton laut oder leise ist?

43

V Wir reißen das eingespannte Federblatt oder die Saite des Monochords kräftig an. Es entsteht ein lauter *Ton*. Wir beobachten, daß die *Schwingungsweite* groß ist. Beim Abklingen des Tones wird die *Schwingungsweite* kleiner und der *Ton* leiser. Die Tonhöhe bleibt aber unverändert.

Wir wissen, daß nicht nur Töne und Klänge laut oder leise sein können, sondern auch alle Geräusche. Der Knall ist besonders laut. In der Physik sagt man in diesem Zusammenhang nicht laut oder leise, sondern spricht von der Stärke des Schalles oder von der Schallstärke.
Wir können das Ergebnis unseres Versuches nun folgendermaßen ausdrücken:

Je größer die Schwingungsweite ist, desto größer ist die Schallstärke.

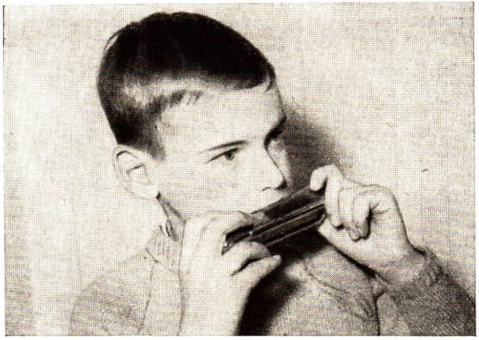
Tonhöhe und Schallstärke sind zwei unterschiedliche Begriffe, die wir nicht miteinander verwechseln dürfen.

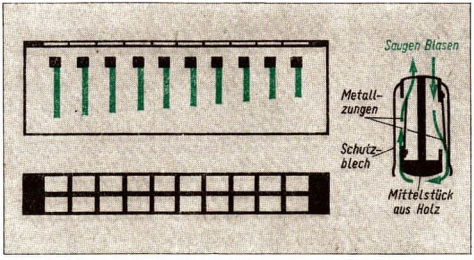
Die Tonhöhe wird durch die Schwingungszahl des Körpers bestimmt. Die Schallstärke hängt von der Schwingungsweite des Körpers ab.

6. Etwas über Musikinstrumente

Mundharmonika

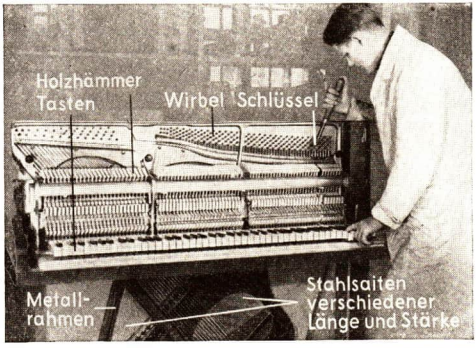
In der Mundharmonika befindet sich eine Reihe verschieden langer elastischer Metallzungen. Sie geraten beim Spielen durch die vorbeiströmende Luft ins Schwingen. Die Metallzungen haben wegen ihrer unterschiedlichen Länge verschiedene Schwingungszahlen. Durch kräftiges Blasen werden sie stark zum Schwingen angeregt. Die Metallplättchen haben dann eine große Schwingungsweite und erzeugen laute Töne. Bläst man dagegen die Mundharmonika nur schwach an, klingen die gleichen Töne wesentlich leiser. Gib an, wodurch sich die Tonhöhe verändert! Wieviel Töne kann man mit der abgebildeten Mundharmonika erzeugen?

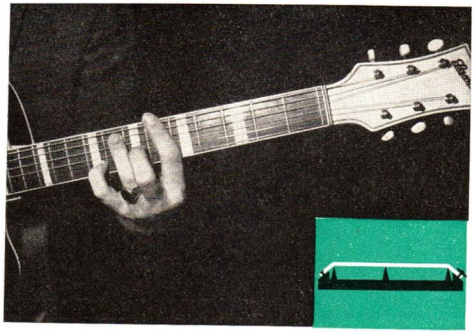




Klavier

Die Stahlsaiten werden mit Hilfe von Tasten durch Holzhämmer mit Filzauflage angeschlagen und dadurch zum Schwingen gebracht. Wir stellen fest, daß sie sich in ihrer Länge und Stärke unterscheiden. Warum? Will man die Höhe der von den Saiten erzeugten Töne ändern, das Klavier „stimmen", so dreht man mit einem Schlüssel die Wirbel.





Gitarre

Auch die Geige, die Gitarre, der Baß und andere Saiteninstrumente stimmt man durch Drehen von Wirbeln. Während beim Klavier für jeden Ton bestimmte Saiten vorhanden sind, besitzt die Geige nur vier Saiten, die Gitarre sechs. Man verkürzt sie durch Andrücken mit den Fingern an das Griffbrett und ändert dadurch die Tonhöhe.

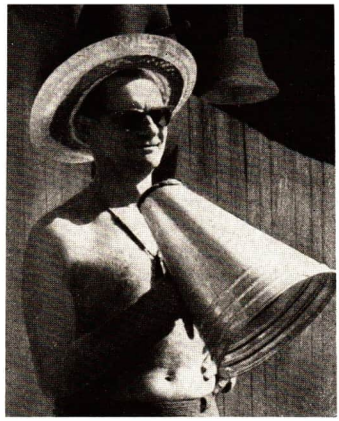
Wer weiß es?

1. Wovon hängen die Tonhöhe und die Schallstärke eines Tones ab?
2. Wovon ist die Tonhöhe einer Saite abhängig? Wie werden diese Erkenntnisse beim Bau, beim Stimmen und beim Spielen einer Geige angewendet?
3. Erkläre, wie bei den folgenden Instrumenten die Saiten zum Schwingen gebracht werden: Klavier, Geige, Gitarre, Laute, Baßgeige!

Wir experimentieren

1. Drücke eine Stahlstricknadel so an das Ende einer Bank, daß etwa zwei Drittel überstehen! Zupfe sie an!
   Verkürze und verlängere das überstehende Ende und vergleiche die Tonhöhen!
2. Spanne einen Paketgummi über eine offene Zigarrenkiste! Zupfe ihn an und verändere dabei die Spannung! Was verändert sich dadurch?

Die Reflexion des Schalles



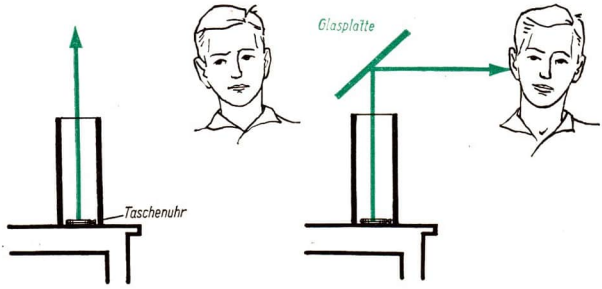
Oft sollen Rufe in einer bestimmten Richtung möglichst laut gehört werden. Der Bademeister benutzt dazu z. B. ein Sprachrohr. Welche Eigenschaften des Schalles werden ausgenutzt, um z. B. mit Sprachrohren eine Richtwirkung zu erzielen?

1. Das Echo

Ähnlich wie die Wärmestrahlen wird auch der Schall von Körpern zurückgeworfen.

44

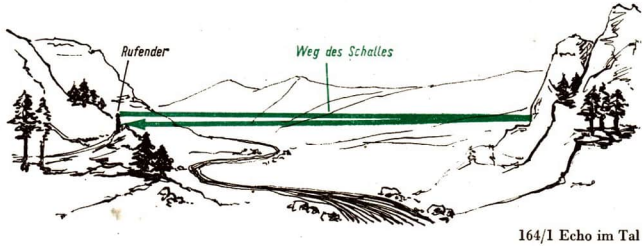
V Über eine auf dem Tisch liegende Uhr wird ein Glaszylinder gestellt. Befindet sich das Ohr seitlich des Zylinders, so ist das Ticken kaum zu vernehmen. Hält man aber eine Glasplatte oder ein Stück Blech schräg über den Zylinder, dann ist bei geeigneter Stellung der Glasplatte bzw. des Blechs das Ticken deutlich zu hören.



Das Zurückwerfen des Schalles bezeichnet man als **Reflexion.** Sitzt man in einem fahrenden Zug, so hört man die Geräusche der Räder beim Durchfahren von Bahnhöfen lauter als auf freier Strecke. Die Regendächer, Gebäudewände und Bahnsteigflächen reflektieren den Schall. Das gleiche erleben wir beim Durchfahren eines Tunnels.

An festen Körpern wird der Schall reflektiert.

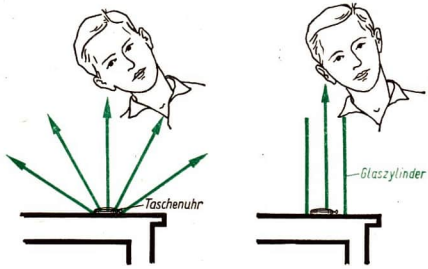
Ruft man über ein Tal hinweg in Richtung des gegenüberliegenden Berghanges, so vernimmt man den Ruf nach kurzer Zeit wieder. Den zurückgeworfenen Schall bezeichnet man als **Echo.** Der auf den Berghang auftreffende Schall wird reflektiert und gelangt ebenfalls in unser Ohr. Die Zeitdauer, bis das Echo zu hören ist, hängt davon ab, wie weit der Berghang von uns entfernt ist (Bild 164/1).



164/1 Echo im Tal

2. Schallverstärkung

Auf Grund der Reflexion des Schalles an festen Körpern kann man den Schall in einer bestimmten Richtung gesammelt aussenden oder fortleiten.



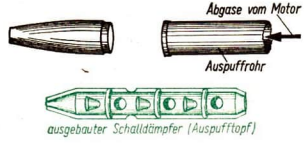
164/2

Hält man das Ohr über eine Uhr, die frei auf dem Tisch liegt, so hört man das Ticken nur schwach. Stellt man jedoch über die Uhr einen Glaszylinder, dann hört man das Ticken wesentlich lauter (Bild 164/2).

Ohne Zylinder breitet sich der Schall nach allen Richtungen aus. Nur ein geringer Teil erreicht das Ohr. Nach Aufsetzen des Zylinders wird aber der sich seitlich ausbreitende Schall an der Innenwand des Zylinders reflektiert und erreicht zusätzlich unser Ohr. Deshalb hört man das Ticken über dem Rohr lauter. Vergleiche mit dem Sprachrohr (z.B. des Bademeisters)!

3. Schalldämpfung

Es ist oft notwendig, den Schall abzuschwächen; man spricht dann von *Schalldämpfung* und verwendet dazu Schalldämpfer. Als Schalldämpfer eignen sich Körper aus Stoffen, die den Schall schlecht leiten, z.B. Stroh, Filz, Leder, Textilien.
Lärm kann die Gesundheit schädigen. Deshalb ist es erforderlich, unnötigen Lärm zu vermeiden. Durch geeignete Maßnahmen muß erreicht werden, daß z. B. in Räumen, in Fabrikhallen und im Straßenverkehr (Bild 165/1) der Lärm so gering wie möglich ist. Welche Möglichkeiten gibt es, die in der Schule notwendige Ruhe zur Arbeit zu gewährleisten?



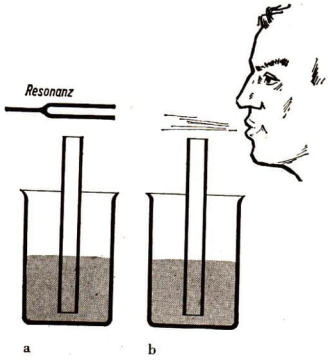
165/1 Auspufftopf. Die Auspuffgase entweichen mit lautem Knallen aus dem Motor. Würde man sie sofort ins Freie leiten, so würde das einen unerträglichen Lärm verursachen. Deswegen werden sie durch den Auspufftopf geleitet. Dieser ist in mehrere Kammern geteilt. Die Gase können zwar weitgehend ungehindert hindurchströmen, aber das Geräusch des Auspuffens wird stark verringert. Die Schalldämpfung besteht darin, daß durch eine bestimmte Anordnung und Form von Hohlräumen die Schallwellen vielfältig und zerstreut reflektiert werden. Dadurch schwächen sie sich gegenseitig und heben sich in ihrer Wirkung teilweise auf

4. Resonanz

Beim Auftreten eines Schalles beobachtet man manchmal folgende Erscheinungen: Ein bestimmter Ton des Lautsprechers bringt eine Vase zum Klingen; bei bestimmten Geschwindigkeiten des Zuges tritt ein starkes Dröhnen auf.
Die Ursachen dieser Erscheinungen sollen die folgenden Versuche zeigen.

46

V Man hält eine schwingende Stimmgabel über ein Glasrohr, das in Wasser taucht, und verändert die Eintauchtiefe so lange, bis der Ton stark anschwillt (Bild a).
Bläst man über den Rand des unverändert gehaltenen Rohres, so hört man den Stimmgabelton (Bild b).



Die Luftsäule, bei der der Ton stark anschwillt, hat dieselbe Schwingungszahl (Eigenschwingung) wie die Stimmgabel. Sie wird durch die Stimmgabel zum Mitschwingen angeregt. Ein solcher Vorgang heißt **Resonanz.**

Der folgende Versuch zeigt den Vorgang der Resonanz auf andere Weise.

47

V Eine auf einem Kasten befestigte Stimmgabel wird in einer Entfernung von einigen Metern vor einer zweiten, gleichen Stimmgabel aufgestellt. Beim Anschlagen der einen schwingt die andere mit, was man durch ein danebenhängendes Kügelchen sichtbar oder durch Festhalten der angeschlagenen Stimmgabel hörbar machen kann. Verstimmt man eine Gabel, beispielsweise durch Anklemmen eines Körpers, so tritt keine Resonanz auf.

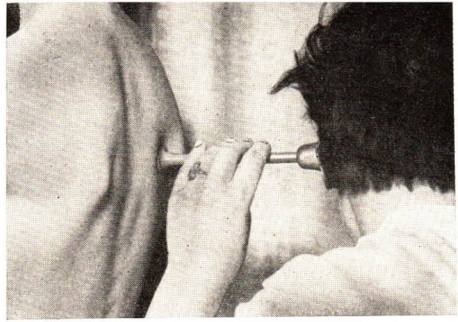
Die Vorgänge, die sich bei der Resonanz abspielen, kann man sich mit Hilfe der folgenden Überlegung klarmachen. Will man die Schwingungsweite einer Schaukel ständig vergrößern, so muß man die Schaukel im Rhythmus ihrer Schwingung anstoßen. Das gleiche geschieht bei den beiden gleichen Stimmgabeln. Da die zweite Stimmgabel die gleiche Eigenschwingung wie die erste hat, wird sie von den Schallwellen der ersten Gabel stets im *Rhythmus ihrer Eigenschwingung* angeregt. Infolgedessen wird ihre Schwingungsweite immer größer, so daß ihr Tönen auch zu hören ist. Stößt man nun die Schaukel nicht im Rhythmus ihrer Eigenschwingung an, so kann man ihre Schwingungsweite nicht vergrößern. Stimmen zwei Stimmgabeln nicht in ihrer Eigenschwingung überein, so können sie einander auch nicht zu Schwingungen anregen.

Wir fassen unsere Beobachtungen zusammen:

Körper, die die gleiche Eigenschwingung haben, können in Resonanz schwingen.

Durch Resonanz angeregte Körper können in so heftige Schwingungen geraten, daß sie springen oder reißen. Bei der Konstruktion von Maschinen und Fahrzeugen muß man die Eigenschwingungen der einzelnen Teile kennen und dafür sorgen, daß sie möglichst nicht übereinstimmen, damit keine Resonanz auftreten kann.

5. Anwendungen der Reflexion



Das Hörrohr des Arztes
Das Schlauchstethoskop

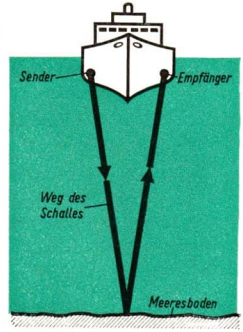
Will der Arzt die Herztöne oder die Geräusche der Lunge hören, so benutzt er das Hörrohr. Durch die kleine Trichteröffnung werden die schwachen Geräusche des Herzens oder der Lunge erfaßt. Der Schall wird im Mittelstück weitergeleitet, während der dem Ohr zugekehrte Teil wie ein Sprachrohr wirkt. Dadurch wird der Schall wesentlich stärker wahrgenommen.
In ähnlicher Weise wie das Hörrohr wirkt das Schlauchstethoskop. Es hat den Vorteil, daß es dem Arzt bei der Untersuchung eine bequeme Haltung ermöglicht.



Echolot

Man nutzt die Reflexion des Schalles aus, um vom Schiff aus die Tiefe des Wassers zu messen. Vom Schiffsboden aus wird ein Schallsignal abgegeben, das zum Grunde läuft, dort reflektiert wird und als „Echo“ von dem Empfänger auf der anderen Schiffsseite aufgefangen wird. Aus der Zeitdauer, die der Schall unterwegs war, ermittelt das Gerät dann die Wassertiefe.





Wer weiß es?

1. Warum ist das Geräusch eines laufenden Motors in der Werkstatthalle lauter zu hören als im Freien?
2. Warum sind in einem Filmtheater die Wände mit Stoff bespannt?
3. Vom Sender eines Echolots zum Empfänger benötigt der Schall zwei Sekunden. Wie tief ist das Meer an dieser Stelle? Benutze dazu die Tabelle 14, S. 158!
4. Wodurch entsteht das Klirren der Fensterscheiben bei einem fahrenden Omnibus? Warum ist es nur manchmal zu hören?

Wir experimentieren

1. Rolle aus Zeichenpapier ein Sprachrohr in der Art einer Tüte! Halte es auf eine Uhr und achte auf den Unterschied in der Schallstärke!
2. Stelle mit Hilfe eines kurzen Gummischlauches und eines kleinen Trichters ein Hörrohr her! Setze es auf eine Uhr und achte auf die Verstärkung!
3. Überdecke dein Ohr mit der Öffnung einer leeren Konservenbüchse! Erkläre das hörbare summende Geräusch!

ZUSAMMENFASSUNG

Alles, was man hört, wird Schall genannt. Alle in einem bestimmten Frequenzbereich schwingenden Körper sind Schallquellen.

Wie entsteht der Schall bei einer Mundharmonika?

Der Schall kann als Knall, Geräusch, Ton oder Klang auftreten.

Welche Schallart erzeugt eine Stimmgabel?

Der Schall wird durch feste, flüssige und gasförmige Körper weitergeleitet.

Wo kann sich der Schall nicht ausbreiten?

Der Schall legt in der Luft in einer Sekunde einen Weg von 340 m zurück.

Wie weit ist ein Holzhauer entfernt, dessen Schläge man eine Viertelsekunde später hört als sieht?

Die Tonhöhe wird durch die Schwingungszahl, die Schallstärke durch die Schwingungsweite eines Körpers bestimmt.

Wie kann man bei einer Gitarre Tonhöhe und Schallstärke verändern?

An Wänden wird der Schall reflektiert.

Wie erreicht man Schalldämpfung?

Resonanz ist ein Vorgang, bei dem Körper mit gleicher Eigenschwingung einander zum Mitschwingen anregen.

Warum soll eine Marschgruppe nicht im Gleichschritt über eine Brücke marschieren?



Aus der Optik

Im Unterricht der Schule und auch bei anderen Gelegenheiten werden oft Bildwerfer eingesetzt, um einzelne Bilder gleichzeitig einem größeren Zuschauerkreis zeigen zu können. Die Bedienung eines Bildwerfers ist im allgemeinen sehr einfach: das Licht der Lampen fällt auf die Projektionsfläche. Die abzubildende Vorlage wird in den Strahlengang des Lichtes eingeschoben, auf der Projektionsfläche entsteht ein aufrechtes großes Bild. Durch Verstellen des Objektivs ist das Bild scharf einzustellen.

Wie ist aber die grundsätzliche Wirkungsweise des Bildwerfers? Bei der Konstruktion des Bildwerfers wurde eine Reihe physikalischer Gesetze angewandt, die auch für andere optische Apparate und Geräte (z. B. Scheinwerfer, Kamera, Fernrohr) gelten.

Die Ausbreitung des Lichtes



Zur Sicherung der Schiffahrt werden Leuchttürme gebaut. Ein Scheinwerfer kann im ebenen Gelände oder über der See noch in sehr großer Entfernung wahrgenommen werden. Scheinwerfer des abgebildeten Leuchtturmes kann man bei klarem Wetter noch aus einer Entfernung von 20 km sehen.

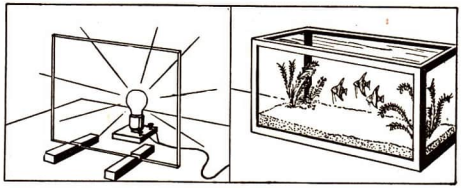
1. Lichtquellen

Die Lampe des Scheinwerfers strahlt helles Licht aus. Wir nennen Körper, die Licht ausstrahlen, **Lichtquellen.** Unsere wichtigste Lichtquelle ist die Sonne. Sie beleuchtet die Erde, den Mond, die Planeten und die künstlichen Erdsatelliten.
Auch die Fixsterne strahlen wie die Sonne Licht aus. Zur Beleuchtung von Wohnungen, Werkhallen, Stallungen und Straßen hat sich der Mensch Leuchten geschaffen. Früher wurden hierfür Kienspäne, Fackeln, Öl- oder Petroleumlampen benutzt. Heute verwenden wir vor allem elektrische Glühlampen und Leuchtstofflampen als Lichtquellen.
Die meisten Körper jedoch erzeugen selbst kein Licht, sondern werden vom Licht einer Lichtquelle beleuchtet. Man nennt sie **beleuchtete Körper.** Alle diese Körper haben die Eigenschaft, einen Teil des Lichtes, von dem sie getroffen werden, *zurückzuwerfen*. Man sagt, die Körper *reflektieren* das Licht. Das reflektierte Licht fällt in unser Auge, und so werden auch die beleuchteten Körper für uns sichtbar. Ein beleuchteter Körper ist z. B. der Mond. Die künstlichen Erdsatelliten sind zu beobachten, wenn sie das Licht der Sonne reflektieren.

Lichtquellen sind selbstleuchtende Körper.
Körper, die fremdes Licht reflektieren, heißen beleuchtete Körper.

2. Durchsichtige, undurchsichtige und durchscheinende Stoffe

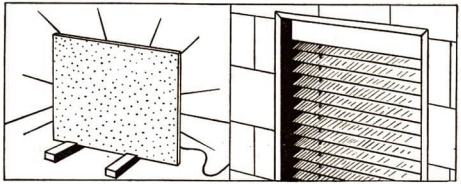
Wir wollen uns mit Hilfe der folgenden Bilder klarmachen, daß das Licht durch einige Stoffe besser hindurchdringt als durch andere.
Glas, Wasser und Luft (Bild 171/1) sind für Licht durchlässig.



171/1
a) Licht dringt durch eine Glasscheibe hindurch
b) Durch Glas und Wasser kann man hindurchsehen

Glas, klares Wasser und Luft sind durchsichtige Stoffe.

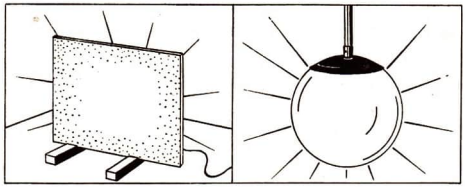
Überall, wo sich der Mensch gegen die Wirkungen des Lichtes schützen will, verwendet er undurchsichtige Stoffe (Tropenhelm, Mützenschirm, Fensterladen, Sonnenschirm, Markise am Schaufenster). Kennst du noch weitere Beispiele?



171/2
a) Durch die Pappscheibe dringt das Licht nicht hindurch
b) Durch die Jalousien schützt man die Zimmereinrichtung gegen Sonnenstrahlen

Metalle, Holz und Pappe sind undurchsichtige Stoffe.

Manche Stoffe, zum Beispiel Pergamentpapier, Milch- und Mattglas sowie einige Plaste, lassen das Licht durchscheinen, ohne daß man Einzelheiten der Gegenstände, die sich hinter Körpern aus solchen Stoffen befinden, erkennen kann.
Halte ein Blatt Pergamentpapier vor einen Gegenstand und vor eine Lichtquelle! Beobachte!



172/1
a) Durch eine Mattglasscheibe scheint das Licht hindurch, Einzelheiten sind nicht zu erkennen
b) Man verwendet Milchglasleuchten, damit man nicht geblendet wird

Mattglas, Pergamentpapier, trübe Flüssigkeiten, Nebel und manche Plaste sind durchscheinende Stoffe.

Die Durchlässigkeit der Stoffe für das Licht hängt auch von der Dicke des Körpers ab. Metalle können bis zu einer Dicke von einigen hunderttausendstel Millimetern ausgewalzt werden. Dann dringt das Licht teilweise hindurch. Das ist beispielsweise bei dünnem Blattgold der Fall, das der Buchbinder verwendet. Andererseits lassen sehr dicke Schichten Wasser kein Licht mehr hindurch. Dadurch herrscht in großen Meerestiefen völlige Dunkelheit.

3. Die Ausbreitung des Lichtes

Beim Schall haben wir gelernt, daß er zu seiner Ausbreitung immer einen Stoff braucht (Luft, Wasser, Holz usw.). Für die Ausbreitung von Wärmestrahlen ist kein Stoff erforderlich. Wie ist das nun beim Licht?

48

V Pumpt man eine Glasflasche luftleer, so bleibt sie genauso durchsichtig wie zuvor. Das Licht der Sonne und der Sterne gelangt durch den nahezu leeren Weltraum bis zur Erde.

Das Licht braucht zur Ausbreitung keinen Stoff.

Eine Lampe, die in der Mitte eines Platzes leuchtet, kann von allen Seiten her gesehen werden. Eine Lichtquelle, die in der Mitte eines Zimmers steht, beleuchtet alle Wände. Das Sonnenlicht erhellt die Planeten, Monde und künstlichen Satelliten, ganz gleich, in welcher Richtung sie sich von der Sonne aus befinden.

Das Licht breitet sich nach allen Seiten gleichmäßig aus.

Sonnenlicht, das in einen dunklen Raum fällt, beleuchtet die schwebenden Staubteilchen, so daß sie sich hell von der Umgebung abheben. Aus dem Verlauf





173/1 Bei diesen Bildern ist die Ausbreitung des Lichtes deutlich zu erkennen. Gehe an einem sonnigen Tage in eine Scheune oder in den Wald und beobachte!

der Lichtstrahlen sehen wir, daß sich das Licht geradlinig ausbreitet. Auch Sonnenstrahlen, die durch Wolken zur Erde dringen, lassen die Geradlinigkeit der Lichtstrahlen gut erkennen (Bild 173/1).

Das Licht breitet sich in einem Stoff geradlinig aus.

Versuchsauftrag Nr. 19

Aufgabe

Baue eine Lochkamera und bestätige mit ihr das Gesetz von der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes!

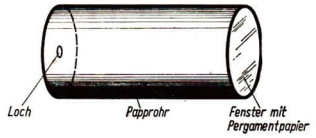
Geräte und Material

1 Lineal (300 mm)
1 Bleistift
1 Schere
1 Stopfnadel
Papprohr mit Boden und Deckel
Pergamentpapier
Klebstoff
Kerze

Arbeitsablauf

1. Fertige nach dem Muster des Bildes 174/1 eine Lochkamera!

   Anmerkung: In den Deckel des Papprohrs wird mit Hilfe der Nadel ein Loch gebohrt. In die Bodenwand wird ein großes Fenster eingeschnitten, das mit dem Pergamentpapier überklebt wird.



174/1

2. Stelle die angezündete Kerze so vor die Kamera, daß auf der Rückseite ein Bild der Kerze entsteht! (Vorsicht! Ebene Unterlage benutzen und Kerze in Blechdeckel stellen!)
3. Fertige eine Skizze nach dem Muster des Bildes 174/2 an!



174/2

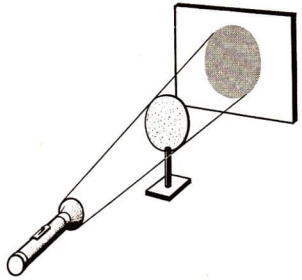
4. Zeichne mit Hilfe eines Lineals Lichtstrahlen von der Spitze der Flamme durch das Loch auf die Rückwand und vom Fußpunkt der Kerze durch das Loch auf die Rückwand! Wie steht das Bild? Wofür ist die Stellung des Bildes ein Beweis?

4. Der Schatten

Bei der Ausbreitung des Lichtes wurde festgestellt, daß manche Stoffe undurchsichtig sind (Bild 171/2). Was ist nun hinter einem Körper aus einem lichtundurchlässigen Stoff zu beobachten?

49

V Wir halten eine kreisförmige Pappscheibe in den Strahlengang einer Taschenleuchte. Stellen wir hinter die Pappscheibe einen weißen Schirm, so entsteht auf ihm ein Schatten.



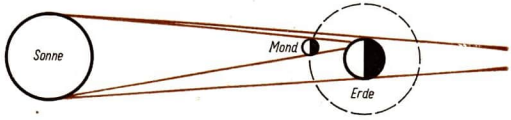
Wird ein undurchsichtiger Körper von einer Lichtquelle beleuchtet, so entsteht hinter ihm ein Schatten. Der Raum hinter dem beleuchteten Körper bleibt dunkel, weil ihn keine Lichtstrahlen erreichen.
Wir erkennen:

Wird ein undurchsichtiger Körper beleuchtet, so entsteht hinter ihm ein Schatten.

5. Sonnen- und Mondfinsternis

Versuche nun selbst, mit den im Unterricht erworbenen Kenntnissen über Licht und Schatten und den Bildern 175/1 und 175/2 die Sonnen- und Mondfinsternis zu erklären! (Die Größe der Himmelskörper und die Entfernungen sind nicht maßstabgetreu gezeichnet.) Übertrage die beiden Skizzen in vereinfachter Form in dein Physikheft, beantworte die folgenden Fragen und führe die geforderten Arbeiten durch!

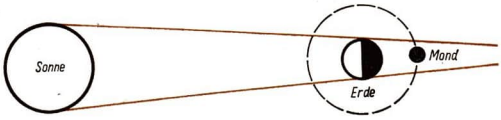
175/1
Sonnenfinsternis



Sonnenfinsternis

1. Wie heißt die Lichtquelle?
2. Schraffiere den Schatten des Mondes dunkel! (Mit Bleistift dunkel schraffieren!)
3. Wie erscheint die Sonne einem Menschen, der sich in einem Gebiet der Erde befindet, das vom Schatten des Mondes getroffen wird?

175/2
Mondfinsternis



Mondfinsternis

1. Wie heißt die Lichtquelle?
2. Zeichne den Schatten der Erde! (Mit Bleistift dunkel schraffieren!)
3. Was tritt ein, wenn der Mond auf seiner Bahn um die Erde in den Erdschatten eintritt?
4. Wird ein Weltraumfahrer, der auf dem Mond landet, die Sonne sehen, wenn für die Menschen auf der Erde eine Mondfinsternis ist?

Mit unseren Kenntnissen über Licht und Schatten sind wir in der Lage, Naturerscheinungen zu deuten, die den Menschen im Altertum und auch noch im Mittelalter großen Schrecken einjagten: die Sonnen- und Mondfinsternisse. So glaubten im Altertum einige Völker, daß bei einer Sonnenfinsternis die Sonne

von einem Untier oder Drachen verschlungen worden sei, das sie dann nach einiger Zeit wieder ausspucke. Noch im Mittelalter verknüpfte man das Eintreten von Sonnen- oder Mondfinsternissen mit unheilvollen Ereignissen, die die Menschen danach heimsuchen sollten. Wir haben heute diesen Aberglauben überwunden, weil wir uns diese Naturerscheinungen erklären können.

6. Der Weg des Lichtes in einer Sekunde

Beim Gewitter vernimmt man den Donner erst einige Sekunden nach dem Aufleuchten des Blitzes. Man kann daraus schließen, daß sich das Licht schneller als der Schall bewegt. Daß diese Ausbreitung sehr schnell vor sich gehen muß, kann man ermessen, wenn man das Einschalten der Straßenlampen eines langen Straßenzuges beobachtet. Man hat den Eindruck, daß alle Lampen gleichzeitig aufleuchten. Es ist aber falsch, wenn man nun annimmt, daß das Licht zu seiner Ausbreitung gar keine Zeit benötige. Es breitet sich nur so schnell aus, daß man das nicht mehr ohne besondere Hilfsmittel beobachten kann. Durch genaue Messungen hat man festgestellt, daß das Licht in einer Sekunde einen Weg von etwa 300 000 km zurücklegt.



176/1 Das Licht legt in einer Sekunde fast den Weg Erde–Mond zurück. Das Größenverhältnis zwischen Erde und Entfernung Erde–Mond stimmt in dieser Zeichnung nicht

Das Licht legt in der Luft in einer Sekunde einen Weg von etwa 300 000 km zurück.

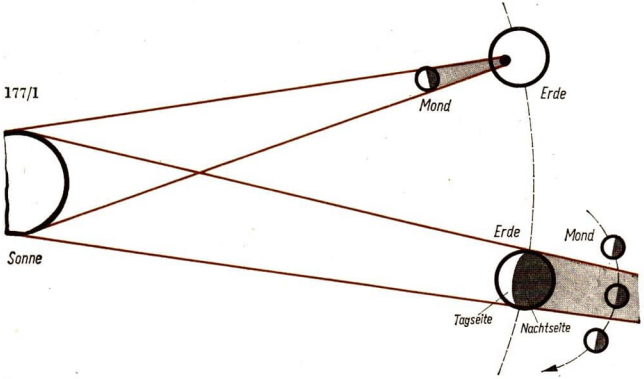
Die Geschwindigkeit des Lichtes $\left(\text{etwa } 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}\right)$ im leeren Raum (Vakuum) stellt die größte Geschwindigkeit dar, die möglich ist.

Wer weiß es?

1. Welche Lichtquellen sind dir bekannt, und welche Bedeutung haben sie?
2. Gib Beobachtungen an, die zeigen, daß sich das Licht schneller als der Schall ausbreitet!
3. Wieviel Tage würde ein D-Zug für die Strecke brauchen, die das Licht in einer Sekunde durcheilt? Der D-Zug soll in einer Stunde einen Weg von 100 km zurücklegen.

4. In welcher Zeit gelangt das Licht
   a) vom Mond zur Erde (Entfernung: 384000 km),
   b) von der Sonne zur Erde (Entfernung: 150000000 km)?
5. Welchen Weg legt das Licht in einem Jahr zurück? (Diese Strecke nennen die Astronomen ein „Lichtjahr". Ein Lichtjahr ist also ein Längenmaß.)
6. Vom hellsten Fixstern, den wir am Winterhimmel beobachten können, dem Sirius, braucht das Licht annähernd 9 Jahre, bis es die Erde erreicht. Wie weit ist der Sirius von der Erde entfernt?
7. Du weißt, was Vollmond und Neumond ist. In welcher dieser Stellungen kann eine Sonnenfinsternis, in welcher eine Mondfinsternis eintreten?
8. Überprüfe am Bild 177/1 dein Wissen über Sonnen- und Mondfinsternis!

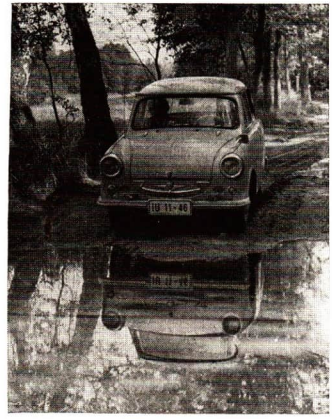
177/1



Wir experimentieren

1. Halte eine Glasscheibe (Diascheibe) zwischen eine brennende Kerze und ein Blatt weißes Papier! Füge nacheinander bis zu 20 Scheiben hinzu! Beobachte am Lichtfleck auf dem Schirm, wie die Lichtdurchlässigkeit abnimmt!
2. Wiederhole den Versuch 1 mit Transparentpapier!
3. Verwende eine Glühlampe, einen Gummiball und eine Murmel als Modelle der Sonne, der Erde und des Mondes! Veranschauliche mit ihnen eine Sonnen- und eine Mondfinsternis! Warum ist die Sonnenfinsternis auf ein kleines Gebiet der Erde beschränkt?
4. Kannst du erklären, warum es nicht bei jedem Vollmond eine Mondfinsternis und bei jedem Neumond eine Sonnenfinsternis gibt? (Benutze das Modell von Nr. 3!)

Die Reflexion des Lichtes



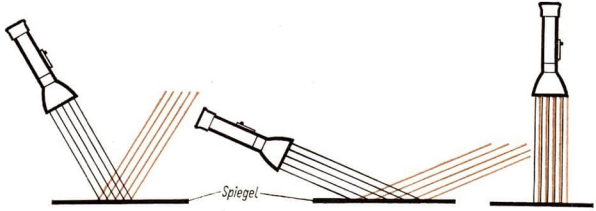
Auf Straßen und Wegen kann man nach einem Regen häufig folgende Erscheinung beobachten: In Vertiefungen sammelt sich das Regenwasser, und in der Wasseroberfläche spiegeln sich Fahrzeuge, Gebäude usw. Nach welchen Gesetzen Lichtstrahlen von der Oberfläche eines Körpers zurückgeworfen werden, soll im folgenden Abschnitt untersucht werden.

1. Der ebene Spiegel

Wir wissen, daß Wärmestrahlen von hellen und glatten Flächen zurückgeworfen werden. Wie verhalten sich die Lichtstrahlen, wenn sie auf spiegelnde Körper treffen?
Ein Versuch gibt darüber Auskunft:

50

V Richte das Lichtbündel einer Taschenleuchte aus verschiedenen Richtungen auf einen Spiegel!
Ersetze den Spiegel durch eine Glasplatte, eine Metallplatte, eine Schüssel mit Wasser und andere glatte Flächen!



Man erkennt:

Spiegelnde Flächen werfen das Licht zurück: sie reflektieren es. Ein solcher Vorgang heißt Reflexion[20].

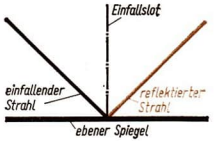
Mit der Taschenleuchte haben wir ein Lichtbündel erzeugt. Bekleben wir das Glas der Taschenleuchte mit einer Pappscheibe, die ein kleines Loch enthält, so wird aus dem Bündel ein Lichtstrahl ausgeblendet. Dieser Lichtstrahl ist natürlich kein Strahl im mathematischen Sinne, da er eine räumliche Ausdehnung hat. Er ist also ein sehr schmales Lichtbündel.
Man arbeitet aber in der Optik mit dem Begriff Lichtstrahl, damit man eine Vorstellung von bestimmten Vorgängen, z. B. vom Strahlengang bei optischen Geräten, schaffen kann. Die Lichtstrahlen werden dabei als gerade Linien dargestellt.

Hell glänzende Metalle, wie Silber, Chrom und Nickel, sind besonders zur Reflexion geeignet. Mit diesen wertvollen Metallen muß man jedoch sparsam umgehen. Man trägt sie daher als spiegelnde Flächen nur in dünnen Schichten auf ebene Stahlbleche, Aluminiumplatten oder Glasscheiben auf. Bei Taschen- oder Wandspiegeln bildet die spiegelnde Fläche meist eine Ebene. Man nennt daher solche Spiegel ebene Spiegel.

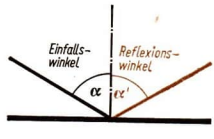
Außer den ebenen Spiegeln gibt es auch gekrümmte. Beispiele dafür sind die Rückspiegel an Fahrzeugen und die Reflektoren in den Scheinwerfern der Kraftfahrzeuge. Näheres über diese Spiegel wird in der Klasse 10 erklärt.

2. Das Reflexionsgesetz

Aus dem Versuch 50 können wir auch die Gesetzmäßigkeit herleiten, mit der das Licht reflektiert wird. Wir erkennen sie an den folgenden Zeichnungen, denen viele sorgfältige Messungen zugrunde liegen.



Einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl liegen in einer Ebene.



Einfallswinkel und Reflexionswinkel sind gleich groß.
Es ist $\alpha = \alpha'$.

Dieses Gesetz läßt sich mit folgendem Versuchsauftrag überprüfen:

[20] reflektere (lat.): zurückwerfen

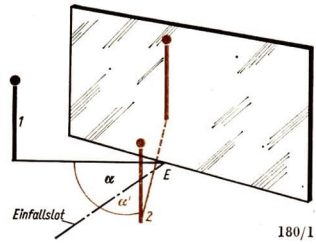
Versuchsauftrag Nr. 20

Aufgabe

Bestätige das Reflexionsgesetz an einem ebenen Spiegel!

Geräte und Material

1 Taschenspiegel	Lineal
1 Holzbrettchen	Winkelmesser
2 Stecknadeln	Zeichenpapier



180/1

Versuchsablauf

1. Befestige das Zeichenpapier auf dem Brettchen!
2. Ziehe eine Gerade und lege auf ihr den Punkt E fest (Bild 180/1)!
3. Stelle den Spiegel längs der Geraden!
4. Stecke die Nadel 1 in einem Abstand von etwa 5 cm von der Spiegelkante in das Brettchen und ziehe eine Gerade von der Einstichstelle zum Punkt E!
5. Visiere die Nadel 2 so ein, daß sie mit dem Punkt E und dem Spiegelbild der Nadel 1 eine Gerade bildet!
6. Entferne den Spiegel und ziehe eine Gerade von der Einstichstelle der Nadel 2 zum Punkt E!
7. Errichte im Punkt E die Senkrechte zur Spiegelkante (Einfallslot)!
8. Entferne nun die Nadeln und miß mit dem Winkelmesser die entstandenen Winkel beiderseitig der Senkrechten!

Ergebnis

Der Punkt E ist der Einfallspunkt, die Senkrechte das Einfallslot. Die Linie von der Nadel 1 zu E zeigt die Richtung des einfallenden Lichtstrahls, die Linie von E zur Nadel 2 die Richtung des reflektierten Lichtstrahls. Die Winkelmessung ergibt, daß der Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel ist.

So wie dieses Gesetz gibt es noch viele andere Naturgesetze. Der Mensch bemüht sich nicht nur, solche Gesetze zu finden, sondern sie auch in der Technik anzuwenden. Wir werden im letzten Teil dieses Abschnittes noch erfahren, wie beim Bau optischer Geräte das Reflexionsgesetz angewendet wird, um die Richtung von Lichtstrahlen zu ändern.

Auch von rauhen Flächen wird das Licht reflektiert. Diese Reflexion erfolgt aber so, daß ein auftreffendes Strahlenbündel nach verschiedenen Richtungen hin reflektiert wird. Diese Art der Reflexion wird **diffuse**[21] **Reflexion** genannt (Bild 180/2).

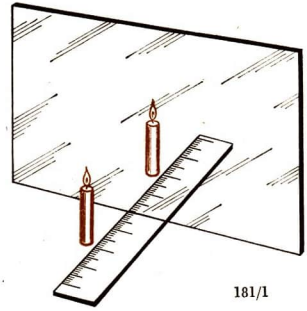

180/2

[21] diffusus (lat.): zerstreut

3. Das Bild am ebenen Spiegel

51

V Brennt in einem dunklen Zimmer eine Kerze vor einer senkrecht stehenden Glasscheibe, so sieht man hinter der Glasscheibe das Spiegelbild der Kerze. Nun wird eine gleich große, nicht brennende Kerze so hinter die Scheibe gestellt, daß sie mit dem Spiegelbild der brennenden Kerze zusammenfällt. Es sieht jetzt so aus, als ob die Kerze hinter der Scheibe auch brennt. Weiterhin ist zu erkennen, daß das Bild genau so groß wie die Kerze ist.

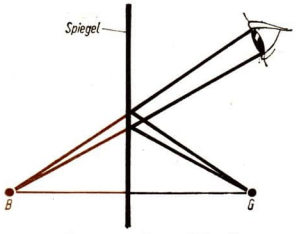


181/1

Mit Hilfe eines Winkelmessers und eines flachen Meterstabes stellen wir fest: Die Verbindungslinie zwischen der Kerze und ihrem Bild steht senkrecht auf der Spiegelebene. Der Abstand des Bildes von der Spiegelfläche ist gleich dem Abstand der Kerze von der Spiegelfläche.

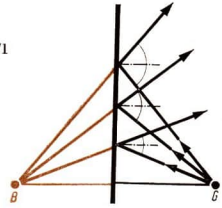
Am ebenen Spiegel liegen der Gegenstand und sein Spiegelbild symmetrisch zur Spiegelfläche.
Das Bild ist ebenso groß wie der Gegenstand.

Die Bildentstehung am ebenen Spiegel läßt sich auf Grund der Reflexion der Lichtstrahlen erklären. Wir verfolgen dazu den Verlauf von zwei Lichtstrahlen, die vom Punkt G, einem *Gegenstandspunkt*, herkommen (Bild 181/2). Sie treffen unter verschiedenen Einfallswinkeln auf den Spiegel. Bei der Reflexion eines jeden Lichtstrahles ist, wie wir kennengelernt haben, der Reflexionswinkel gleich dem Einfallswinkel. Zeichnet man die Verlängerung der reflektierten Lichtstrahlen durch den Spiegel hindurch, so schneiden sie einander alle in einem Punkt, dem Bildpunkt B. Dieser Punkt liegt ebenso weit hinter dem Spiegel, wie der Punkt G vor ihm. Für unser Auge scheinen die reflektierten Strahlen vom Punkte B herzukommen, weil wir aus der Erfahrung wissen, daß sich Lichtstrahlen geradlinig



181/2 Reflexion am ebenen Spiegel

182/1



ausbreiten. In der beschriebenen Weise werden alle Punkte des Gegenstandes abgebildet. Sie ergeben insgesamt das Bild des Gegenstandes (Bild 182/1).

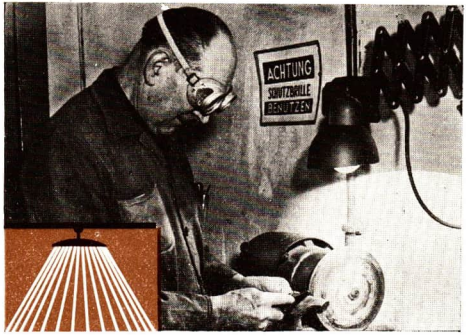
Wir betrachten im Wandspiegel das Bild unseres eigenen Gesichtes. Neigt man den Kopf nach links, so scheint das Spiegelbild eine Neigung nach rechts zu machen. Das Spiegelbild eines Gegenstandes ist seitenverkehrt. Die Spiegelschrift verläuft deshalb von rechts nach links.

Am ebenen Spiegel entstehen durch Reflexion der Lichtstrahlen gleich große, aufrechte Bilder der Gegenstände. Die Seiten erscheinen jedoch vertauscht.

4. Anwendungen der Reflexion

Die Kenntnisse von der Art der Lichtausbreitung macht sich der Mensch zunutze, um Wohnräume, Verkehrswege und Arbeitsplätze zu beleuchten. Arbeitsplatzbeleuchtungen, Fahrzeugscheinwerfer und manche andere Lichtquellen strahlen ihr Licht unmittelbar auf andere Körper. Solche Beleuchtungskörper werden Leuchten genannt.

Wir haben weiter erkannt, daß am ebenen Spiegel naturgetreue Bilder der Gegenstände vor dem Spiegel entstehen. Auf Grund dieser Tatsache werden die Spiegel vielseitig verwendet.

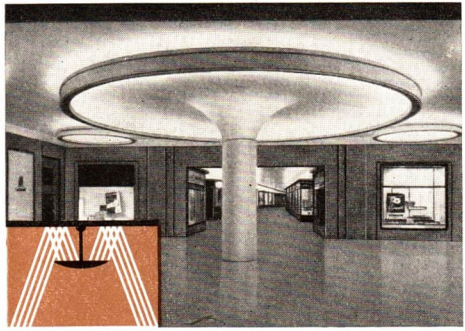


Direkte Beleuchtung

Das Licht gelangt *direkt* von der Lichtquelle zu dem beleuchteten Körper. Der Schirm verhindert, daß sich das Licht nach allen Seiten ausbreitet und damit auch ins Auge gelangt. Wenn nämlich das grelle Licht der Glühlampe direkt ins Auge fällt, wird man geblendet, und die Augen werden überanstrengt.

Indirekte Beleuchtung

Eine andere Art der Beleuchtung ist die *indirekte* Beleuchtung. Die Glühlampen sind nach unten weitgehend abgeblendet und strahlen ihr Licht gegen die helle Decke. Von ihr wird es diffus reflektiert und erhellt so den ganzen Raum gleichmäßig ohne Schattenbildung. Die indirekte Beleuchtung ergibt eine gleichmäßige, blendungsfreie Ausleuchtung.



Leuchtstofflampen

Zur Raumbeleuchtung verwendet man heute häufig Leuchtstofflampen. Sie ergeben ein helles, gleichmäßiges Licht, sind blendungsfrei und sparsamer im Verbrauch elektrischer Energie. Das Bild zeigt einen Lagerraum zum Vorkeimen von Kartoffeln.



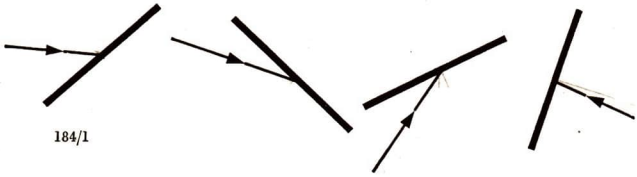
Rückblickspiegel

An Straßenbahnen sind Spiegel so angebracht, daß der Fahrer der Straßenbahn feststellen kann, ob alle Fahrgäste eingestiegen sind. Auch in vielen optischen Geräten dienen ebene Spiegel dazu, die Lichtstrahlen in eine andere Richtung zu lenken. Wir werden das bei verschiedenen Fotoapparaten und bei einigen Bildwerfern noch kennenlernen (siehe Seite 200).



Wer weiß es?

1. Nenne das Reflexionsgesetz! Benutze die Begriffe: Einfallslot, Einfallswinkel, Reflexionswinkel!
2. Konstruiere für jede der im Bild 184/1 gezeichneten Lagen und Strahlrichtungen den Verlauf des reflektierten Strahles!



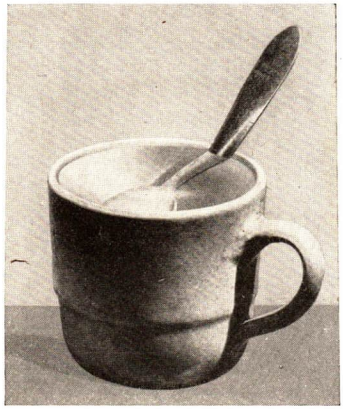
184/1

3. Welche Eigenschaften hat das Bild am ebenen Spiegel?
4. Warum versieht man Lampen mit spiegelnden Schirmen?
5. Was versteht man unter diffuser Reflexion?
   Nenne Anwendungen der diffusen Reflexion!
6. Überprüfe die Beleuchtung an deinem Arbeitsplatz in der Schule und zu Hause! Entspricht sie den im Abschnitt 4 geforderten Bedingungen? Was muß geändert werden?
7. Überlege, warum eine Arbeitsplatzbeleuchtung heller sein muß als die Straßenbeleuchtung!
8. Welche Folgen für die Augen und die Güte der Arbeit kann eine schlechte Beleuchtung des Arbeitsplatzes haben?

Wir experimentieren

1. Halte einen Taschenspiegel so ins Sonnenlicht, daß es zunächst in die Einfallsrichtung zurückgeworfen wird! Um wieviel Grad dreht sich der reflektierte Strahl, wenn der Spiegel um 45° gedreht wird? Begründe deine Beobachtung!
2. Schreibe das Wort ATOM in großen Blockbuchstaben auf ein Blatt und halte es vor einen Spiegel! Was liest du im Spiegel? Wiederhole dasselbe mit der Zahl 8808! Welche Eigenschaft des Spiegelbildes ruft die Veränderung hervor?
3. Versuche deinen Namen zu schreiben, indem du dabei in einen davorgehaltenen Spiegel schaust, so daß die Schrift im Spiegel richtig zu lesen ist! Betrachte sie ohne Spiegel!
4. Halte drei kleine Glasscheiben (Diascheiben) so, daß zwischen ihnen einige Millimeter Zwischenraum verbleiben! Die Glasplatten sollen dabei nicht parallel stehen. Schaue durch sie hindurch auf eine Kerzenflamme! Erkläre die Erscheinung, die du beobachtest!

Die Brechung des Lichtes



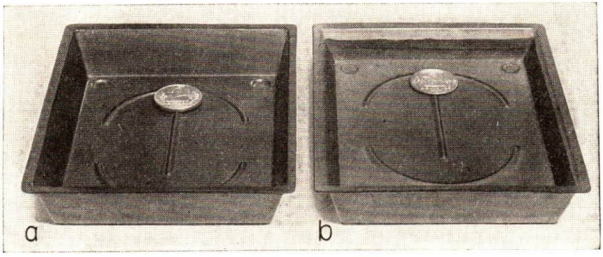
Taucht man einen Löffel in einen Becher mit einer durchsichtigen Flüssigkeit, so ist eine eigenartige Erscheinung zu beobachten: Der Stiel scheint an der Flüssigkeitsoberfläche geknickt zu sein. Ist diese Erscheinung ein Widerspruch zum Gesetz von der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes?

1. Der Übergang des Lichtes von Luft in Wasser

Um festzustellen, wie sich das Licht beim Übergang von Wasser in Luft verhält, führen wir folgenden Versuch durch:

52

V Wir legen in eine leere Schale ein Geldstück, so wie es das Bild a zeigt. Gießen wir in die Schale Wasser, so scheint sich der Boden mit der Münze zu heben (Bild b).

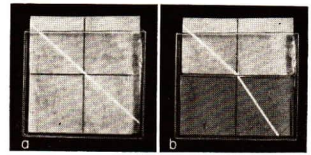


Wodurch kann diese Erscheinung verursacht worden sein?

Beim Übergang in das Wasser muß sich die Ausbreitungsrichtung des Lichtes geändert haben. Der folgende Versuch gibt uns eine Erklärung dafür.

53

V In einem leeren Glastrog steht eine Milchglasscheibe (Bild a). Ein Lichtstrahl, der von links oben her streifend an der Glasscheibe entlangläuft, zeichnet sich als heller, geradliniger Streifen ab. Füllt man den Trog mit Wasser (z. B. bis zu der eingezeichneten horizontalen Lage, Bild b), dann beobachtet man eine Richtungsänderung des Strahles an der Wasseroberfläche.

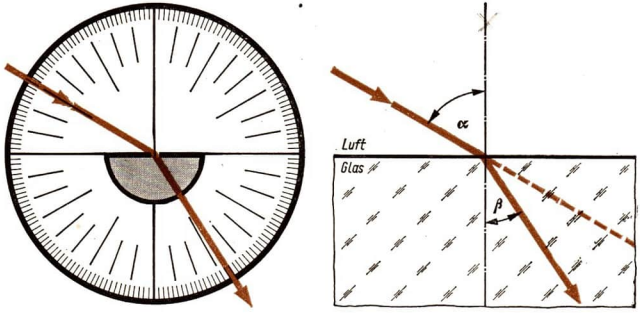


Diese Richtungsänderung bezeichnet man als **Brechung** des Lichtes.

Gehen Lichtstrahlen von einem Stoff in einen anderen über, so werden sie im allgemeinen gebrochen.

2. Das Brechungsgesetz

Mit Hilfe einer optischen Scheibe, an der ein Glaskörper mit halbkreisförmigem Querschnitt befestigt ist, kann man die Brechung des Lichtes genau untersuchen (Bild 186/2).



186/2 Brechung des Lichtes beim Übergang von Luft in Glas

54

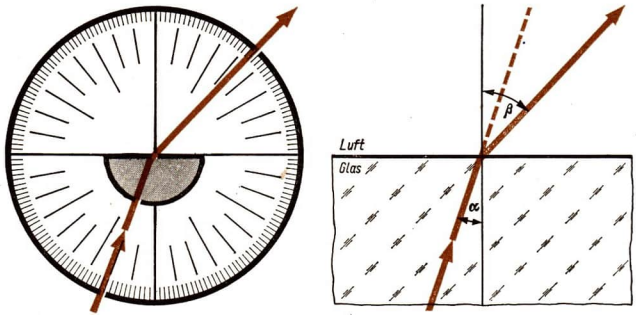
V Wir stellen eine Versuchsanordnung her, wie sie das Bild 186/2 zeigt.
Ein Lichtstrahl, der schräg auf die ebene Fläche des Glaskörpers trifft, wird im *Einfallspunkt* an der Grenzfläche gebrochen.
Zwischen dem *Einfallslot* und dem einfallenden Strahl ergibt sich ein *Einfallswinkel* α von beispielsweise 60°. Der Winkel zwischen dem gebrochenen Strahl und der Verlängerung des Lotes heißt *Brechungswinkel*. Er wird mit β bezeichnet. Er beträgt in unserem Falle etwa 33°.

Geht der Lichtstrahl von Luft in Glas über, so ist der Brechungswinkel kleiner als der Einfallswinkel. Auch beim Übergang von Luft in Wasser ist β kleiner als α. Man sagt, der *Lichtstrahl wird zum Lot hin gebrochen.*

Treten Lichtstrahlen von Luft in Glas oder Wasser über, dann werden sie zum Lot hin gebrochen. Der Brechungswinkel β ist in diesen Fällen kleiner als der Einfallswinkel α.

55

V Durch Herstellen der Versuchsanordnung des Bildes 187/1 können wir erreichen, daß der Lichtstrahl senkrecht in den Glaskörper, d. h. in radialer Richtung eintritt, aber unter einem Einfallswinkel α auf die ebene Fläche des Glaskörpers trifft und ihn unter dem Brechungswinkel β wieder verläßt.



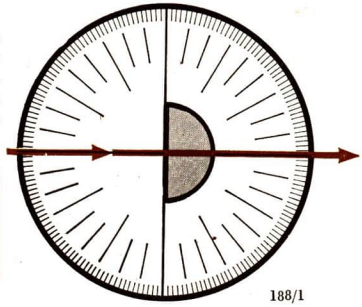
187/1 Brechung des Lichtes beim Übergang von Glas in Luft.

Wir stellen fest, daß beim Übergang von Glas in Luft der Brechungswinkel β größer ist als der Einfallswinkel α.

Treten Lichtstrahlen von Glas oder Wasser in Luft über, so werden sie vom Lot weg gebrochen. Der Brechungswinkel β ist hierbei größer als der Einfallswinkel α.

56

V Wir drehen die optische Scheibe jetzt so, daß der Lichtstrahl den Glaskörper in der Weise trifft, wie es Bild 188/1 zeigt. Der Lichtstrahl wird jetzt nicht mehr gebrochen. Wie groß ist der Einfallswinkel?



188/1

Trifft ein Lichtstrahl senkrecht auf die Trennungsfläche zweier verschiedener lichtdurchlässiger Stoffe, so tritt keine Brechung ein.

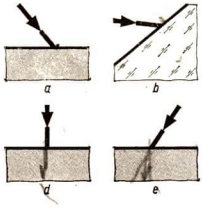
Wer weiß es?

? 1. Was versteht man unter der Brechung des Lichtes?

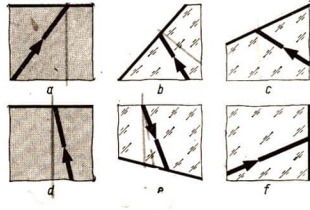
2. a) Zeichne in dein Heft die in Bild 188/2 gezeichneten Fälle, das Einfallslot und ungefähr die Richtung des gebrochenen Strahles ein, wobei zu beachten ist, daß die Brechung beim Übergang von Luft in Glas stärker ist als beim Übergang von Luft in Wasser!

b) Führe das gleiche für die im Bild 188/3 gezeichneten Fälle durch (Übergang von Wasser und Glas in Luft)!

188/2



188/3



3. Warum sehen klare Gewässer flacher aus, als sie in Wirklichkeit sind?
4. Du stehst am Ufer und siehst einen Fisch im Wasser. Schwimmt er a) höher, b) tiefer oder c) dort, wo du ihn siehst?

Wir experimentieren

1. Lege ein Geldstück so in eine flache Schüssel, daß es gerade hinter dem Rand verschwindet und fülle die Schüssel vorsichtig mit Wasser, ohne den Kopf zu bewegen! Beobachte das Erscheinen des Geldstückes und begründe es!
2. Lege eine dicke Glasplatte oder 6 bis 8 Diascheiben auf den Schriftsatz des Lehrbuches! Blicke schräg auf das Glas und beobachte die Verschiebung der Zeilen bei verschiedenen Blickwinkeln!
3. Lege auf den Boden einer mit Wasser gefüllten Waschschüssel eine Schraubenmutter und versuche, diese mit einer Stricknadel zu treffen, indem du die Nadel möglichst schräg, direkt in Richtung auf die Mutter zuführst! Warum gelingt das nicht gleich?

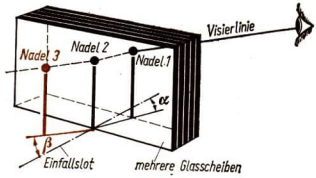
Versuchsauftrag Nr. 21

Aufgabe

Bestätige das Gesetz von der Lichtbrechung für den Übergang von Glas in Luft und von Luft in Glas!

Geräte und Material

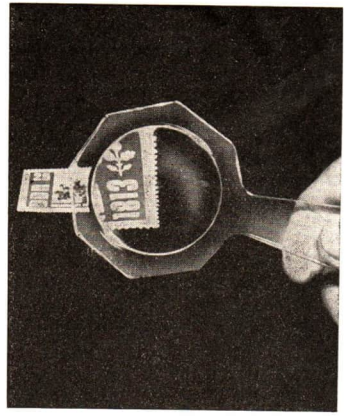
1 dicke Glasplatte oder
1 Satz von mehreren Glasscheiben
1 Brettchen
3 Stecknadeln
Bleistift — Lineal
Zeichenpapier — Winkelmesser



Versuchsablauf

1. Befestige das Zeichenpapier auf dem Brettchen!
2. Stelle die Glasplatten senkrecht auf das Zeichenblatt!
3. Stecke zu beiden Seiten der Glasplatten je eine Stecknadel in das Brett! Im Bild sind es die Nadeln 1 und 2.
4. Stecke im Abstand von einigen Zentimetern hinter den Platten die dritte Nadel so ein, daß sie beim Visieren durch das Glas mit den anderen Nadeln in einer Geraden liegt!
5. Führe einen Bleistift an der dir abgewandten Seite der Glasplatte entlang und markiere dadurch auf dem Zeichenpapier eine Gerade! Entferne die Platten!
6. Verbinde die Einstiche der Nadeln miteinander und zeichne das Einfallslot!
7. Miß den Einfallswinkel und den Brechungswinkel!

Optische Linsen



Mit Hilfe einer Lupe ist es möglich, Einzelheiten von Gegenständen besser zu erkennen. Das Bild zeigt den Grund: Durch die Lupe erscheint die Briefmarke größer. Wie wird durch den Glaskörper der Lupe das Licht gebrochen; wie muß sie geformt sein, damit diese scheinbare Vergrößerung der Briefmarke erzielt wird?

1. Der Lichtdurchgang durch optische Linsen

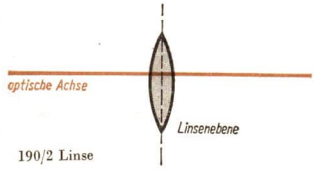
Jede Lupe besteht aus einem Glaskörper mit einer besonderen Form. Diese Form ähnelt der Linsenfrucht. Davon erhielten diese Glaskörper ihren Namen, sie heißen **Linsen.** Die meisten optischen Linsen werden von gekrümmten Flächen, meist Teilen von Kugelflächen, begrenzt.

Sie ergeben verkleinerte oder vergrößerte Bilder der Gegenstände, die wir durch sie betrachten. Die Bedingungen, unter denen das geschieht, wollen wir jetzt kennenlernen.

Jede Linse hat eine **optische Achse.** Das ist eine gedachte Linie, die durch den Linsenmittelpunkt verläuft und senkrecht auf der **Linsenebene** steht. Das Bild 190/2 zeigt diesen Zusammenhang.

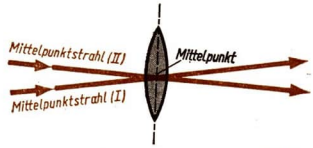
Unter den vielen Lichtstrahlen, die von einem Gegenstand auf eine Linse fallen können, gibt es einige besondere Strahlen. Die Bilder 191/1a bis d zeigen diese Strahlen und ihren Verlauf vor und hinter der Linse.

Bild 191/1a zeigt den Verlauf zweier **Mittelpunktstrahlen.** Woher erhalten sie ihren Namen? Warum behalten die Strahlen ihre Richtung bei?



190/2 Linse

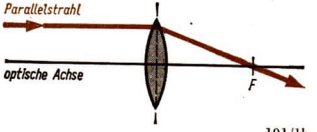
Anmerkung: Der Lichtstrahl wird beim Eintritt zum Lot hin gebrochen, beim Austritt erfolgt eine ebenso starke Brechung vom Lot weg. Mittelpunktstrahlen, die schräg auf eine Linse treffen, behalten somit ihre Richtung bei, sie werden nur seitlich etwas verschoben. Bei dünnen Linsen ist diese Verschiebung jedoch kaum erkennbar.



191/1a

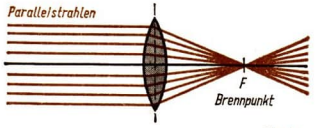
Bild 191/1b zeigt den Verlauf eines **Parallelstrahles.** Zu welcher Linie verläuft er parallel? Warum ändert er seine Richtung? Wovon hängt die Richtungsänderung ab?

Anmerkung: Auch hier müßte eigentlich eine zweimalige Brechung eingezeichnet sein (Eintritt von Luft in Glas, Austritt von Glas in Luft). Zur Vereinfachung ist der Strahl nur einmal, und zwar an der Linsenebene, gebrochen gezeichnet. Dieser Hinweis gilt auch für die folgenden Bilder.



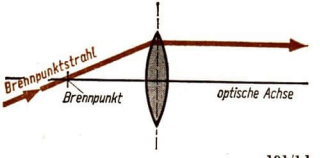
191/1b

Bild 191/1c zeigt den Verlauf mehrerer Parallelstrahlen. Sie werden durch die Linse gesammelt und schneiden einander annähernd im Brennpunkt! Linsen, die parallele Lichtstrahlen sammeln, bezeichnet man als Sammellinsen.



191/1c

Bild 191/1d zeigt den Verlauf eines **Brennpunktstrahles.** Erkläre seinen Namen! Vergleiche ihn mit dem Parallelstrahl! Beachte dabei, daß der Parallelstrahl hinter der Linse durch den Brennpunkt geht!

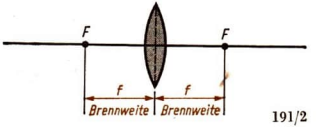


191/1d

Sammellinsen sammeln parallele Lichtstrahlen.

Bild 191/2 gibt die Lage der beiden Brennpunkte einer Linse an. Welche Strecke nennt man **Brennweite?** Vergleiche die Länge der beiden Brennweiten! Was ist festzustellen? (Man gibt die Brennweite f in mm an. Schreibe $f = \ldots$ mm!)

Die Brennweite einer Sammellinse ist um so größer, je flacher die Linse ist. Stark gewölbte Sammellinsen haben eine kleine Brennweite.

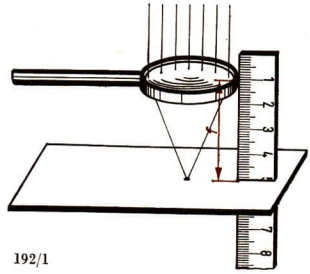


191/2

Versuchsauftrag Nr. 22

Aufgabe

Bestimme die Brennweite einer Sammellinse!



192/1

Geräte und Material

1 Sammellinse
1 weißer Pappschirm
1 Lineal
1 Pappmesser

Versuchsablauf

1. Schneide in die Pappe eine Öffnung, durch die sich ein Lineal stramm hindurchführen läßt (Bild 192/1)!
2. Schiebe das Lineal bis zum Teilstrich 5 cm oder 10 cm in die Pappscheibe!
3. Halte im Sonnenlicht die Sammellinse parallel zum Pappschirm und so zur Sonne, daß sich auf dem Schirm ein heller Kreis bildet!
4. Verschiebe die Linse so lange, bis dieser Kreis den geringsten Durchmesser hat!
5. Lies an dem Lineal den Abstand Linse – Schirm ab! (Beachte die Teilung des Lineals!)

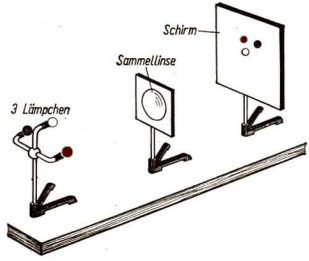
Ergebnis

Der gemessene Abstand ist die Brennweite f der Sammellinse.

2. Die Bildentstehung an Sammellinsen

57

Außerhalb der Brennweite einer Sammellinse werden drei farbige Glühlampen aufgestellt. Auf der anderen Seite der Linse wird eine weiße Pappe als Bildschirm so lange verschoben, bis ein scharfes Bild der Lampengruppe auf ihr erscheint. Das Bild ist nur in einer bestimmten Entfernung von der Linse scharf auf dem Schirm sichtbar. Vergleiche die Lage des Bildes mit der Lage der Lampengruppe!



Das Bild der oberen Lampe befindet sich unten, die linke Lampe erscheint auf dem Schirm rechts, die rechte links. Es entsteht also ein *umgekehrtes, seitenvertauschtes* Bild des Gegenstandes. Da man es auf einem Bildschirm auffangen kann, bezeichnet man es als ein wirkliches oder **reelles Bild.**

Sammellinsen erzeugen umgekehrte, seitenvertauschte, reelle Bilder der Gegenstände, die sich außerhalb der Brennweite befinden.

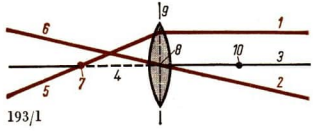
Die Bildentstehung an Sammellinsen ist auf die Brechung des Lichtes zurückzuführen. Von jedem Punkt eines Gegenstandes gehen Lichtstrahlen aus. Sie werden beim Durchgang durch die Linse so gebrochen, daß sie einander in einem Punkt, dem **Bildpunkt,** schneiden. Sämtliche Bildpunkte ergeben das **Bild des Gegenstandes.**

Mit einer Sammellinse soll eine Kerzenflamme abgebildet werden. Man stellt fest, daß jeweils nur in einer bestimmten Entfernung der Kerzenflamme von der Linse bzw. des Schirmes von der Linse ein deutliches Bild entsteht. Der Abstand der Kerzenflamme, allgemein sagt man des Gegenstandes, von der Linse heißt die **Gegenstandsweite,** der Abstand des Bildes von der Linse die **Bildweite.**

Um festzustellen, unter welchen Bedingungen man mit einer Sammellinse Bilder von Gegenständen erhält, führe den Versuchsauftrag 23 (Seite 194) durch!

Wer weiß es?

1. Skizziere den Strahlenverlauf,
   a) wenn achsenparallele Strahlen auf eine Sammellinse fallen,
   b) wenn vom Brennpunkt kommende Strahlen auf eine Sammellinse fallen!
2. Warum haben manche Taschenleuchten eine Sammellinse vor der Glühlampe?
3. Wenn sich der Glühfaden der Lampe einer solchen Taschenleuchte genau im Brennpunkt der Sammellinse befinden würde, wie müßten dann die Lichtstrahlen die Taschenleuchte verlassen?
4. Im Bild 193/1 sind alle Strahlen, Punkte usw. noch einmal eingezeichnet. Prüfe dein Wissen! Fertige selbst eine solche Zeichnung an, ohne eine Vorlage zu benutzen! Beschrifte alle Linien, Strahlen und Punkte! Was kannst du über den Verlauf der eingezeichneten Strahlen, insbesondere des Strahles 1 sagen?



193/1

5. Der Abstand zwischen Gegenstand und seinem gleich großen Bild beträgt 60 cm. Wie groß ist die Brennweite der verwendeten Sammellinse?
6. Wie verlaufen die auf eine Sammellinse treffenden achsenparallelen Strahlen hinter der Linse?

Wir experimentieren

1. Stelle eine Kerze außerhalb der doppelten Brennweite einer Sammellinse auf und bilde sie auf einem Papierschirm scharf ab! Wo befindet sich der Schirm? Welche Eigenschaften hat das Bild?
2. Rücke die Kerze so weit heran, daß ein gleich großes Bild auf der anderen Seite der Linse entsteht! In welcher Entfernung befinden sich Gegenstand und Bild von der Linse?
3. Rücke die Kerze so weit heran, daß sie sich zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite befindet! Wo muß der Schirm stehen, damit du ein scharfes Bild der Kerze erhältst? Welche Eigenschaften hat das Bild?
4. Bilde mit Hilfe einer Sammellinse ein durch das Fenster sichtbares Haus auf einem weißen Bogen ab! Wie mußt du die Linse verschieben, damit du den näher gelegenen Fensterrahmen scharf abbilden kannst?

Versuchsauftrag Nr. 23

Aufgabe

Betrachte die Abbildungen an Sammellinsen!

Geräte und Material

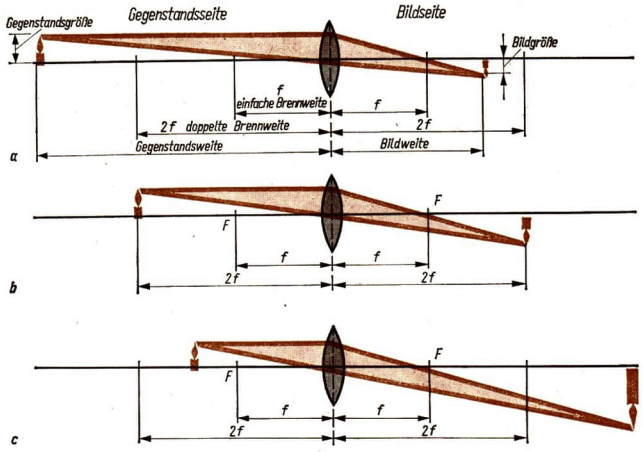
1 Kerze
1 Sammellinse
1 Zeichenblatt als Schirm
1 helle Wand oder Zimmerdecke

Versuchsablauf

1. Stelle die Kerze so auf, daß sie fest steht! (Unterlage benutzen!)
2. Halte die Linse in großer Entfernung von der Kerze so vor das Zeichenblatt, daß auf ihm ein kleines Bild der Kerze entsteht (Bild 195/1a)!
3. Halte die Sammellinse so, daß die Abstände Kerze – Linse und Linse – Schirm gleich sind (Bild 195/1b)! Was ist zu beobachten?
4. Halte die Sammellinse nahe an die Kerze und laß das Bild an der Zimmerwand oder Decke entstehen (Bild 195/1 c)!
5. Halte die Sammellinse so, daß der Gegenstand sich zwischen Linse und Brennpunkt befindet! Was ist zu beobachten?

Ergebnis

1. Befindet sich der Gegenstand außerhalb der doppelten Brennweite, so entsteht ein umgekehrtes und verkleinertes reelles Bild zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite.



195/1 Merke dir die eingetragenen Begriffe gut! Man braucht sie, wenn man Abbildungen an Sammellinsen untersuchen will

2. Befindet sich der Gegenstand in der doppelten Brennweite, so entsteht ein umgekehrtes und gleich großes reelles Bild in der doppelten Brennweite.
3. Befindet sich der Gegenstand zwischen der doppelten und der einfachen Brennweite, so entsteht ein umgekehrtes und vergrößertes reelles Bild außerhalb der doppelten Brennweite.
4. Befindet sich der Gegenstand innerhalb der einfachen Brennweite, so entsteht kein reelles Bild.

3. Anwendungen der optischen Linsen

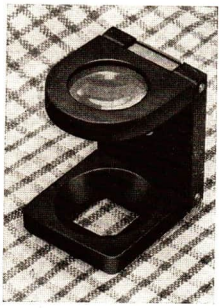
Das Abbilden von Gegenständen durch Sammellinsen ist die Grundlage für viele optische Geräte.

Die Lupe

Betrachtet man durch eine Sammellinse einen Gegenstand, der *innerhalb der einfachen Brennweite* liegt, dann erscheint er größer und aufrecht stehend. Es wer-



196/1 Lupe



196/2 Fadenzähllupe

den dadurch Einzelheiten sichtbar, die mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind. Ein solches Vergrößerungsglas wird als Lupe bezeichnet (Bild 196/1).
Der Uhrmacher sucht damit zum Beispiel Fehler in den Werken der Armband- oder Taschenuhren. Der Agronom verwendet eine Lupe zur Untersuchung des Saatgutes. In Webereien wird die Fadenzähllupe (Bild 196/2) verwendet, um die Güte der Gewebe zu prüfen. Verwendet man Sammellinsen verschiedener Brennweiten als Lupen und vergleicht ihre Wirkungen, so stellt man fest, daß die Linsen mit kleiner Brennweite stärker vergrößern als die mit großer.

Eine Lupe vergrößert um so stärker, je kleiner ihre Brennweite ist.

Das stark vergrößerte aufrechte Bild, das man erkennt, wenn man einen Gegenstand durch eine Lupe betrachtet, kann nicht auf einem Bildschirm aufgefangen werden. Die vom Gegenstand ausgehenden Strahlen werden so gebrochen, daß ein Bild hinter dem Gegenstand entsteht. Vergleiche mit dem Bild 182/1! Es ist zu erkennen, daß auch hier ein Bild entsteht, das nur scheinbar vorhanden ist. Solche Bilder nennt man auch *virtuelle* Bilder.

Wenn man durch eine Lupe einen Gegenstand betrachtet, kann man feststellen, daß bei einem bestimmten Abstand Gegenstand – Lupe – Auge ein vergrößertes, aufrechtes Bild zu sehen ist. Vergrößert man den Abstand zwischen Gegenstand und Lupe, so erreicht man eine Stellung, bei der kein Bild zu erkennen ist. Bei noch größerem Abstand erscheint der Gegenstand umgekehrt und verkleinert. Bei diesem Vorgang entsteht durch das Ändern des Abstandes (Änderung der Quantität[22]) ein Bild mit anderen Eigenschaften (Änderung der Qualität[23]).

[22] Quantität: Größe, Anzahl [23] Qualität: Eigenschaft, Beschaffenheit

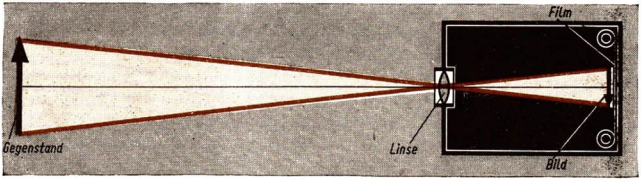
Die Kamera



197/1 Kamera

In der fotografischen Kamera wird durch die Sammellinse ein umgekehrtes, seitenvertauschtes, verkleinertes reelles Bild auf dem Film entworfen, da sich der Gegenstand außerhalb der doppelten Brennweite befindet (Bild 197/2). Damit das Bild scharf auf dem Film erscheint, muß die Linse je nach der Entfernung des Gegenstandes verschoben werden.
Die Linsen des Fotoapparates bezeichnet man als *Objektiv*. Bei den einfachsten Apparaten ist das Objektiv nur eine einzelne Sammellinse. Bei besseren Kameras ist es aus mehreren Linsen zusammengesetzt. Ein sehr gutes und bekanntes Objektiv ist das „Zeiss-Tessar".

Der Aufbau und die Wirkungsweise dieser zusammengesetzten Objektive sind mit unseren bisherigen Kenntnissen nicht ausreichend zu erklären. Dazu sind Kenntnisse notwendig, die zum Teil in der Klasse 10 vermittelt werden.



197/2 Wirkungsweise der fotografischen Kamera

Beim Belichten des Filmes fallen die Lichstrahlen durch die Linse und eine für kurze Zeit freigegebene Öffnung auf die lichtempfindliche Schicht des Filmes. Nach dem Entwickeln des Filmes zeigen sich Bilder, deren Helligkeitswerte umgekehrt sind wie in Wirklichkeit. Helle Gegenstände sehen schwarz aus, dunkle Gegenstände dagegen hell. Man bezeichnet ein solches Bild als *Negativ* (Bild 198/1).
Bildet man das Negativ auf Fotopapier ab, so entsteht nach dem Belichten und Entwickeln das *Positiv*, ein Bild, dessen Helligkeitswerte wieder der Wirklichkeit entsprechen (Bild 198/2).



198/1 Negativ



198/2 Positiv

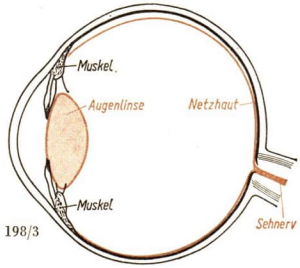
Der hohe Entwicklungsstand der Fotoapparate und Objektive, die in unserer volkseigenen Industrie hergestellt werden, ist das Ergebnis mühevoller Arbeit der Techniker und Arbeiter.

Die Kameras und andere optische Geräte aus dem VEB Pentacon Dresden Kamera- und Kinowerke, VEB Carl Zeiss Jena, VEB Feinoptik Görlitz sind weltbekannt und für den Handel mit anderen Ländern sehr wertvoll. Deshalb sehen unsere Wirtschaftspläne eine starke Erhöhung der Produktion vor. Dadurch ist es möglich, mehr Rohstoffe, Fertigwaren und Lebensmittel einzuführen.

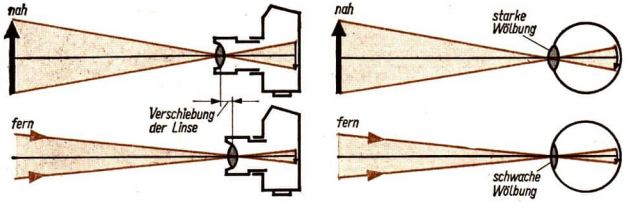
Bei der Herstellung hochwertiger Apparate muß mit großer Genauigkeit und Sorgfalt gearbeitet werden. Nur dadurch ist es möglich, gute Apparate herzustellen und die Erzeugnisse weiter zu verbessern. Wertvolle Hilfe leisten dabei die vom VEB Carl Zeiss Jena gebauten Rechenmaschinen, die in der Lage sind, in wenigen Stunden Berechnungen von Linsensystemen durchzuführen, für die ein Mensch mehrere Monate benötigen würde. Die Arbeitsweise solcher Rechenmaschinen werden erst später betrachtet.

Das Auge

Im menschlichen Auge spielt sich zunächst etwa der gleiche Vorgang ab, wie in der fotografischen Kamera. Mit Hilfe der *Augenlinse* entstehen auf der *Netzhaut* an der Rückwand des Augapfels umgekehrte, seitenvertauschte, verkleinerte reelle Bilder (Bild 198/3). Diese rufen hier Wirkungen hervor, die ohne weitere



198/3



199/1 Vergleich der Abbildung eines nahen und eines entfernten Gegenstandes im Auge und in der Kamera

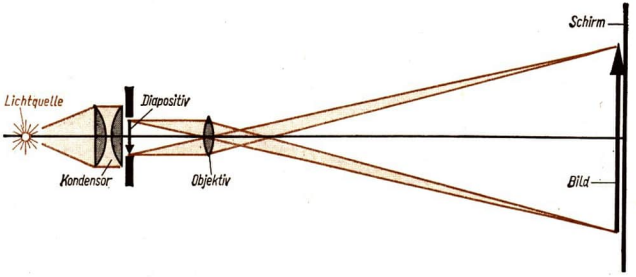
Kenntnisse vom Aufbau des Nervensystems des Menschen noch nicht verstanden werden können. Die Regenbogenhaut oder Iris regelt die einfallende Lichtmenge. Um auf der Netzhaut scharfe Bilder hervorzurufen, wird die Augenlinse nicht verschoben, sondern ihre Krümmung durch einen Muskel verändert. Durch die Wölbung verändert sich ihre Brennweite. Beim Betrachten naher Gegenstände ist die Linse stark gewölbt, zum scharfen Abbilden ferner Gegenstände ist die Wölbung geringer (Bild 199/1). Durch Krankheit oder im Alter kann die Anpassung der Linse an verschiedene Entfernungen gestört sein. Durch eine Brille kann ein Ausgleich geschaffen werden.

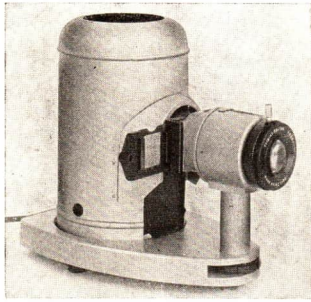
Der Kleinbildwerfer

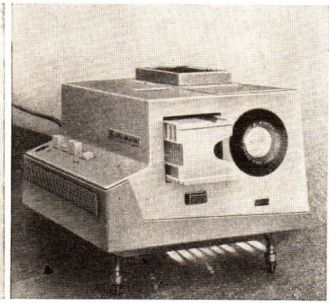
Beim Kleinbildwerfer, dem *Diaskop*[24] (Bild 200/1), werden durchsichtige Bilder, sogenannte *Diapositive*, auf einem Bildschirm vergrößert wiedergegeben. Das

[24] diaskopein (griech.): durchscheinen

199/2 Strahlengang in einem Bildwerfer. Damit möglichst viel Licht zum Erzeugen des Bildes zur Verfügung steht, wird zwischen Lampe und Diapositiv ein *Kondensor* angebracht. Er besteht meist aus zwei Linsen, die das Licht zum Diapositiv hin sammeln







200/1 a) Kleinbildwerfer „Zeiss“ b) Kleinbildwerfer „Aspectomat 300“

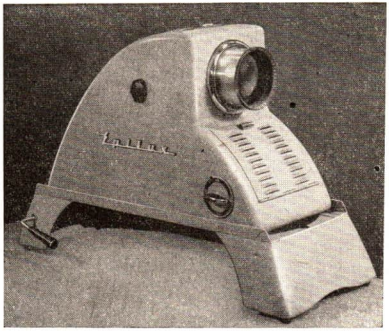
Diapositiv wird von einer starken Glühlampe durchleuchtet und mit Hilfe eines Objektivs auf dem Bildschirm abgebildet.
Damit das Bild auf dem Bildschirm aufrecht und seitenrichtig steht, muß das Diapositiv seitenvertauscht und umgekehrt durchleuchtet werden (Bild 199/2).

Das Episkop

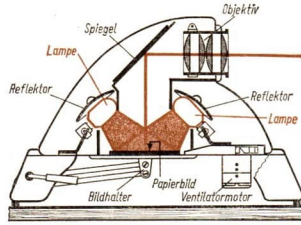
Mit dem Episkop[25] kann man undurchsichtige Bilder, wie Abbildungen aus Büchern und Kunstdrucke, durch Beleuchtung und Spiegelung auf einem Schirm abbilden (Bild 200/2).

[25] episkopein (griech.): draufschauen

200/2a Episkop



200/2b Strahleneingang in einem Episkop



Starke Lichtquellen erhellen das Bild. Die vom Bild reflektierten Strahlen werden von einem Spiegel, der um 45° geneigt ist, zum Objektiv gelenkt und von diesem auf einen Schirm geworfen (Bild 200/2b). Weil von dem Papierbild nur ein Teil des Lichtes zum Spiegel reflektiert wird, muß die Lichtquelle heller sein als beim Diaskop.

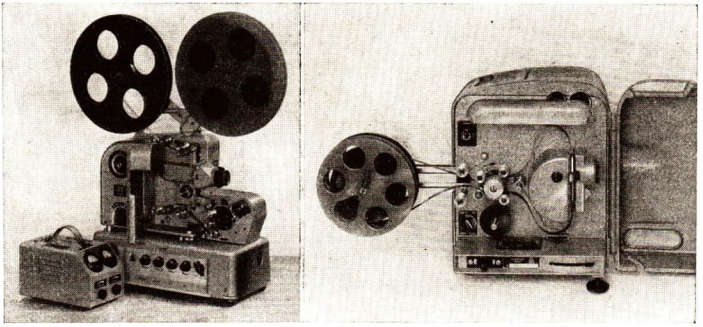
Das Filmvorführgerät

Der Aufbau der Filmvorführgeräte ist dem der Kleinbildwerfer ähnlich (Bilder 201/1a und b). Die Bilder des Films werden schnell und ruckweise an einem Bildfenster vorbeigeführt. Während das Bild weiterrückt, wird der Strahlengang jedesmal durch eine umlaufende Scheibe unterbrochen. Wegen der raschen Bildfolge wird nicht mehr jedes einzelne Bild vom Auge für sich erfaßt, sondern es entsteht der Eindruck eines bewegten Bildes. Beim Kinofilm zum Beispiel werden in einer Sekunde 24 Bilder am Bildfenster vorbeibewegt.

Auch bei diesem Beispiel kann man wie am Beispiel der Lupe (Seite 196) feststellen, daß durch Änderung einer Quantität (Anzahl der Bilder in einer Sekunde) sich eine andere Qualität (aus Einzelbildern entsteht ein Bewegungsablauf) ergibt.

Der Einsatz von optischen Geräten nimmt immer mehr zu. In der Medizin, in der Forschung und in der Technik sind sie unentbehrlich geworden. Mit den hier behandelten Geräten und mit Mikroskopen und Fernrohren, die in der Klasse 10 behandelt werden, können die Erscheinungen der Natur besser, oftmals überhaupt erst, beobachtet und erkannt werden.
Optische Geräte sind sehr wertvoll und oft auch sehr empfindlich. Jeder, der mit ihnen arbeitet, muß erst sorgfältig ihre Handhabung studieren, damit nicht durch unsachgemäße Behandlung Schaden entsteht. Linsenflächen nie mit den Fingern berühren!

201/1 Filmvorführgeräte: a) Gerät des VEB Carl Zeiss Jena b) Gerät „Weimar"

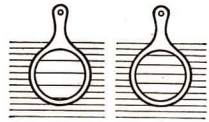


Wer weiß es?

1. Erläutere die Wirkungsweise einer fotografischen Kamera!
2. Welcher der im Bild 195/1 zusammengestellten Fälle ist bei der fotografischen Kamera und beim Auge vorhanden?
3. Wodurch wird beim Fotoapparat die Scharfeinstellung vorgenommen? Wie wird dies beim Auge erreicht?
4. Welche Teile dienen bei der Kamera und welche beim Auge zum Auffangen des Bildes?
5. Nenne die wichtigsten Teile des Bildwerfers! Welche Aufgaben haben sie im einzelnen zu erfüllen?
6. Wodurch unterscheidet sich ein Filmvorführgerät von einem Bildwerfer?
7. Welche Vorteile und welche Nachteile hat ein Episkop gegenüber den anderen Projektionsapparaten?

Wir experimentieren

1. Betrachte eines deiner Augen im Taschenspiegel so, daß möglichst wenig Licht ins Auge fällt (mit der Hand abdecken)! Ziehe die Hand weg und beobachte das Verkleinern der Pupille, wenn das helle Licht in das Auge fällt!
2. Beleuchte ein Diapositiv von hinten mit einer Glühlampe, einer Taschenleuchte oder einer Kerze! Bilde das Diapositiv mit Hilfe einer Sammellinse vergrößert ab!
3. Betrachte ein Linienblatt durch eine Lupe! Stelle die Vergrößerung fest, indem du die Anzahl der Linien innerhalb und außerhalb der Lupe vergleichst! Gib für die beiden abgebildeten Lupen die Vergrößerungen an!



Weißt du es noch?

1. In welchem der nachstehenden Berufe muß die Arbeitsplatzbeleuchtung heller sein? Begründe deine Ansicht!
   Elektriker – Schmied
   Tischler – Uhrmacher
   Näherin – Verkäuferin
   Zahntechniker – Gießer
2. Nenne durchsichtige, undurchsichtige und durchscheinende Körper! Ordne sie in die nebenstehende Übersicht ein!

	durchsichtig	durchscheinend	undurchsichtig
fest			
flüssig			
gasförmig			

Lichtquellen sind selbstleuchtende Körper. Körper, die fremdes Licht reflektieren, heißen beleuchtete Körper.

Gib die Verwendung von selbstleuchtenden und beleuchteten Körpern für Arbeitsplatzbeleuchtungen an!

Das Licht braucht zur Ausbreitung keinen Stoff. Es breitet sich geradlinig nach allen Seiten aus.

Nenne ein Beispiel, das die geradlinige Ausbreitung des Lichtes beweist!

Wird ein Körper beleuchtet, so entsteht hinter ihm ein Schatten.

Wie entsteht eine Mondfinsternis?

Das Licht legt in einer Sekunde in der Luft einen Weg von etwa 300000 km zurück.

Welche Zeit vergeht, bis das Licht eines Blitzes, der 3,5 km von uns entfernt ist, unse Auge erreicht?

Bei der Reflexion liegen einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl in einer Ebene. Einfallswinkel und Reflexionswinkel sind gleich groß.

Was ist diffuse Reflexion?

Am ebenen Spiegel liegen Gegenstand und Spiegelbild symmetrisch zur Spiegelfläche; Gegenstand und Bild sind gleich groß; die Bilder sind aufrecht und seitenvertauscht.

Wie hoch muß ein Spiegel mindestens sein, in dem sich ein 1,70 m großer Mensch voll abgebildet betrachten möchte?

Treten Lichtstrahlen von einem Stoff in einen anderen über, so werden sie meist gebrochen.

Wie muß ein Lichtstrahl verlaufen, damit beim Übergang von Wasser in Luft keine Brechung eintritt?

Sammellinsen vereinigen achsenparallele Lichtstrahlen in einem Brennpunkt.

Was versteht man unter dem Brennpunkt, was unter der Brennweite einer Sammellinse?

Sammellinsen erzeugen umgekehrte, seitenvertauschte, reelle Bilder der Gegenstände, die sich außerhalb der einfachen Brennweite befinden.

Wo muß sich der Gegenstand befinden, damit das Bild kleiner ist als der Gegenstand?

Einige optische Geräte sind Lupe, Kamera, Bildwerfer, Episkop und Filmvorführgerät.

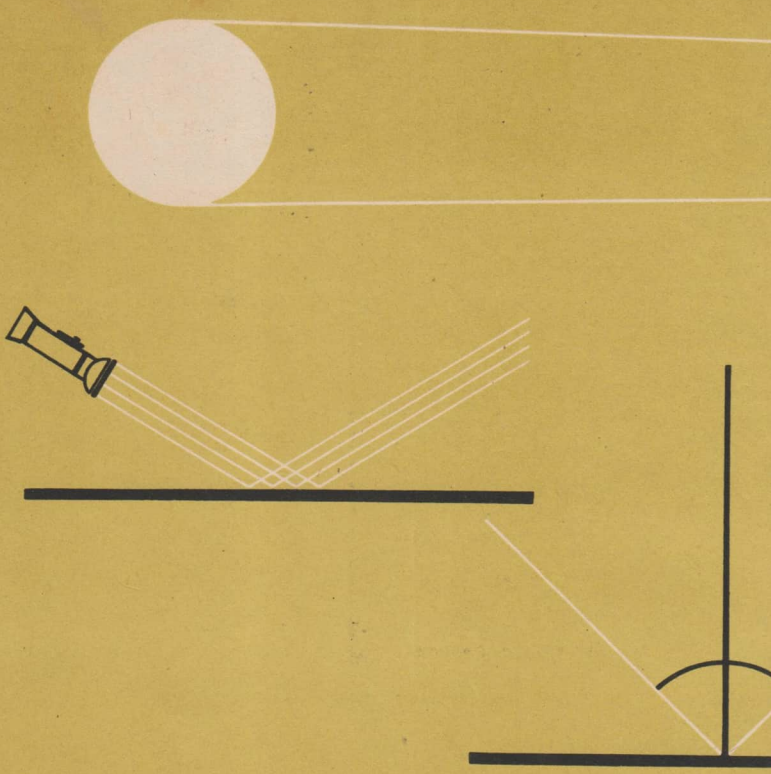
Welche dieser Geräte enthalten Spiegel, welche Linsen und welche beides?

Quellennachweis der Abbildungen

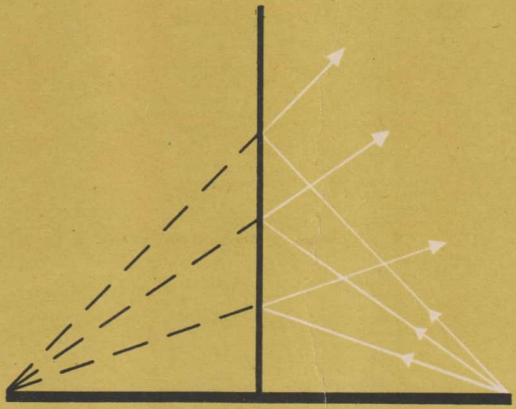
Die Zeichnungen wurden nach Vorlagen von Heinrich Linkwitz, Berlin, Kurt Dornbusch, Leipzig, Erich E. Wenzel, Berlin, Erich Wagner, Berlin und Rudolf Schulz-Debowski, Berlin, angefertigt.

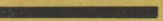
Werner Bunschuh, Berlin: 25/1, 94/1c–f. Werkfoto DAMG, Berlin: 16/1. Deutsches Institut für Länderkunde, Leipzig: 98/1. DEWAG-Werbung, Berlin: 44/1, 94/1b, 99/2. Werkfoto VEB Elektrokohle, Berlin: 102/2. Werkfoto Funkwerk Köpenick, Berlin: 167/3. Kurt Glaß, Brocken: 142/1 u. 2, 143/1 u. 2, 173/1b. Werner Golm, Berlin: 116/3, 136/3. Gert Kilian, Berlin: 78/2. Pressefoto Horst Klein, Berlin: 6/2. Helmut Körner, Dresden: 200/2a. Heinz Krüger, Berlin: 33/2, 41/2, 56/3, 59/1, 94/1a. Gerhard Kube, Berlin: 128/1. Gerhard Naumann, Berlin; 63/1. Neue Deutsche Bauernzeitung, Berlin: 65/2, 89/1, 114/2, 127/2, 149/2, 167/2. Produktionsgenossenschaft Fototechnische Werkstätten, Berlin: 41/1, 91/2, 201/1b. Reproduktion aus „Geologie für Jedermann" von Prof. Dr. K. v. Bülow, Urania-Verlag, Leipzig: 127/1. Photokino Krütgen, Halle: 110/1. Herbert Philipps, Wittenberg: 43/1. Hans Sawade, Berlin: 9/1, 9/2, 9/3. Kurt R. Schmidt, Berlin: 178/1. Heinz Schüßler, Wendisch-Rietz: 117/2, 127/3. Inge Unikower, Berlin: 153/1. Layos, Budapest: 118/1. Volk und Wissen, Archiv, Berlin: 6/1, 32/2, 33/3, 34/1, 50/1, 68/2, 110/3, 114/3, 116/1, 119/2, 123/1, 140/2, 144/1, 144/2, 148/1, 149/1, 161/3, 173/1, 183/1, 185/1, 185/2, 186/1, 196/1, 196/2, 200/1a, 201/1a. Volk und Wissen (Seifert), Berlin: 10/1, 32/1, 34/2, 35/1, 46/1, 55/1, 73/1, 78/1, 100/3, 104/1, 112/1, 119/3, 161/1, 162/1, 169/1, 182/2, 183/2, 1901/1. Friedrich Wache, Berlin: 9/4. Dr. Wolfgang Warmbt, Radebeul: 139/1. Willi Wörstenfeld, Berlin: 5/2, 46/2, 47/2, 110/2, 114/1, 136/2, 167/1, 198/1, 198/2. Zentralbild, Berlin: 5/1, 5/3, 5/4, 7/1, 7/2, 15/1, 15/2, 24/1, 39/1, 47/1, 48/1, 48/2, 49/1, 50/2, 50/3, 68/1, 70/1, 73/2, 74/1, 76/1, 90/1, 100/1, 100/2, 102/3, 118/2, 119/1, 128/2, 134/2, 149/3, 154/1, 163/1, 170/1, 197/1, 200/1b. Zentrale Bildstelle der Deutschen Reichsbahn, Berlin: 41/3.

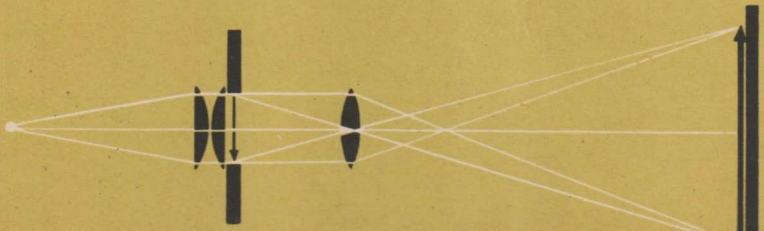
Bei Empfang und Abgabe des Lehrbuches vom Schüler auszufüllen				
Lfd. Nr.	Name	Schuljahr	Zustand des Buches bei Empfang	Zustand des Buches bei Abgabe
1		19__/__	neu	
2		19__/__		
3		19__/__		
4		19__/__		













020604-3