

wären, die sich nach dem Kessel hin öffnen. An die Mündung (g) des Steigrohrs (h) hat man einen Schlauch geschraubt. Sobald der Windkessel hinreichend mit Wasser angefüllt ist und die Luft darin eine möglichst hohe Spannkraft erreicht hat, preßt die Luft das Wasser durch das Steigrohr (h) in den Schlauch mit solcher Gewalt hinein, daß es in ununterbrochenem Strahle in die Höhe steigt.

44. Die **Luftpumpe** ist vor etwa 2 $\frac{1}{2}$ Jahrhunderten von dem Bürgermeister Otto von Guericke in Magdeburg erfunden worden. Mit ihrer Hilfe kann man die Luft in einem Raume sehr verdünnen und so den Druck der äußern Luft deutlich erkennen. Otto von Guericke stellte zu diesem Zwecke zwei genau aneinander schließende metallene Halbkugeln her, die etwa 1 m im Durchmesser hatten. („Magdeburger Halbkugeln“.) Nachdem diese genau aneinander gelegt und die Ränder außerdem noch mit Talg bestrichen waren, pumpte Guericke möglichst viel Luft aus der Kugel heraus, und nun waren 20 Pferde nötig, die beiden Halbkugeln voneinander zu reißen. Der gewaltige Druck der Luft war damit klar erwiesen. Als dann später ein Hahn an den Halbkugeln geöffnet wurde, so daß die Luft in die Kugel eindringen konnte, ließen sich die Halbkugeln mit Leichtigkeit auseinander nehmen.

Die Luftpumpe besteht aus einer Pumpe, die Ähnlichkeit mit einer Saugpumpe hat, statt des Wassers aber Luft herausschafft. Zu der Luftpumpe gehört aber noch eine Glasglocke, die auf einem Holz- oder Gestelle steht. Durch eine Röhre ist die Luft unter der Glocke mit der Luftpumpe verbunden. Sobald die Pumpe in Thätigkeit versetzt wird, verringert und verdünnt sie die Luft unter der Glocke ganz bedeutend. Je mehr der innere Luftdruck abnimmt, um so mehr macht sich der äußere bemerkbar, und bald steht die Glocke so fest, daß sie sich selbst mit Gewalt nicht von dem Teller abheben läßt. Ein brennendes Talglicht, unter die Glocke gestellt, erlischt. (Siehe „Sauerstoff“, S. 332!) Tiere sterben unter der Glocke aus Mangel an Luft. Ein weicher Apfel unter der Glasglocke wird rund und glatt. Die in ihm enthaltene Luft dehnt sich nämlich in dem luftverdünnten Raume aus. Ein Heronsball, halb mit Wasser gefüllt, fängt von selbst an zu springen.

B. Der Schall.

45. **Entstehung.** a. Wir hören den Klang der Glocke, den Schall der Stimme u. a. Alles, was wir mit dem Ohre wahrnehmen, wird Schall genannt. Wie ein solcher entsteht, zeigt uns folgender Versuch: Wir spannen einen Stahldraht in einen Schraubstock und versetzen ihn in Schwingungen. Sind die Schwingungen sehr langsam, so sehen wir sie zwar, hören sie aber nicht. Werden sie aber schneller, so hören wir einen Schall. Sobald die Schwingungen aufhören, hört auch der Schall auf. Ähnliche Beobachtungen lassen sich an einer Stricknadel, an einem Tischmesser u. s. w. machen. Auch die gestrichene oder gerissene Geigensaite schwingt deutlich sichtbar, hört aber auf zu tönen, sobald man die Hand darauf legt. Aus diesen Versuchen ergiebt sich: Der Schall entsteht durch Schwingungen eines Körpers.

b. Nicht immer sind die Schwingungen deutlich sichtbar, z. B. wenn man auf den Tisch oder Amboss schlägt. Bei einer Trommel lassen sich die Schwingungen dadurch sichtbar machen, daß man das Fell mit Sand bestreut. Der Sand springt beim Trommeln in die Höhe. Bringt man ein reichlich bis zur Hälfte gefülltes Weinglas durch Streichen mit dem Geigenbogen zum Tönen, so entstehen durch die schwingenden Glasteile im Wasser Wellenringe.

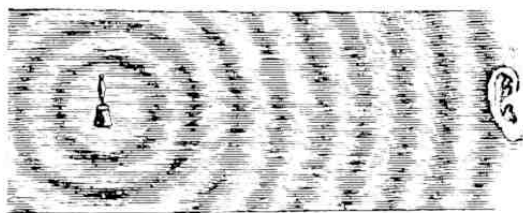
c. Aber nicht bloß bei festen, sondern auch bei flüssigen und luftförmigen Körpern wird durch Schwingungen ein Schall erregt, wie uns dies ein Schlag aufs Wasser und das Zittern der Fenster beim Donnern zeigt. Der Knall der Knallbüchse entsteht dadurch, daß die zusammengepreßte Luft auf eine ruhende Luftschicht stößt. (Wie entsteht der Peitschenknall, das Heulen des Windes, das Zerspringen der Fenster bei heftigen Explosionen? Über den Donner S. 327.)

46. **Fortpflanzung.** a. Der Gesang der Lerche, der Donner u. s. w. dringen zu uns durch die Luft. Die Schwingungen, in die ein Körper durch einen Stoß,

Schlag u. dgl. versetzt wird, erzeugen Verdichtungen und Verdünnungen der Luft, die man Schallwellen nennt. Diese pflanzen sich nach allen Richtungen hin fort und gelangen so an unser Ohr. (S. 287.)

Mit den Schallwellen verhält es sich ganz ähnlich wie mit den Wasserwellen, die sich um einen ins Wasser geworfenen Stein bilden.

(Nebenstehende Abbildung stellt die Schallwellen dar, die durch den Klang einer Glocke verursacht werden.)



— Legen wir eine tickende Taschenuhr auf das Ende einer langen Bank und horchen dann mit dem Ohre am andern Ende, so vernehmen wir das Ticken deutlicher, als wenn wir das Ohr wieder von der Bank entfernen. Die Wilden legen das Ohr auf die Erde, um das entfernte Pferdegetrappel ihrer Verfolger zu vernehmen. Karpfen eilen auf den Klang der Glocke, den sie durch das Wasser hindurch hören, herbei. — Aus diesen Beispielen ergibt sich: Der Schall wird gewöhnlich durch die Luft, aber auch durch feste und flüssige Körper fortgepflanzt.

b. In heitern, kalten Winternächten vernimmt man das Hundegebell aus weit entlegenen Dörfern, bei nebligem oder regnerischem Wetter nicht. Die Luft leitet den Schall um so besser fort, je trockner und dichter sie ist.

47. **Geschwindigkeit des Schalles.** Sehen wir in der Ferne einen Jäger sein Gewehr abschießen, so bemerken wir Feuer und Dampf früher als den Knall. Eine ähnliche Beobachtung machen wir beim Blitze und Donner. Der Schall pflanzt sich langsamer fort als das Licht. Man hat berechnet, daß sich der Schall bei 0° Wärme in der Sekunde 333 m fortpflanzt (das Licht dagegen etwa 320000 km). Nach wieviel Sekunden etwa wird man demnach den Donner eines Gewitters hören, das 10 km von uns entfernt ist?

48. **Schallrohr, Sprachrohr, Hörrohr.** a. In Gasthäusern, auf Bahnhöfen, in Schiffen u. s. w. findet man zuweilen ein Schallrohr angebracht. Das ist eine lange Blechröhre, die an beiden Enden mit trichterförmigen Mundstücken versehen und z. B. von dem Speisezimmer nach der Küche geleitet ist. Spricht man an einem Ende in das Rohr hinein, so vernimmt man die Worte am andern Ende ganz deutlich, da die Schallwellen durch das Rohr zusammengehalten werden und so ohne wesentliche Abschwächung am andern Ende anlangen.

b. Das Sprachrohr ist ein etwa 2 m langes Rohr, das an einem Ende eng und mit einem Mundstücke versehen, am entgegengesetzten Ende aber 20 bis 30 cm weit ist. Spricht man in das Rohr hinein, so dringen die Schallwellen ziemlich weit vor, so daß sich z. B. vorbeisegelnde Schiffe auf dem Meere auf diese Weise noch etwas mitteilen können.

c. Als Hörrohr benutzen Schwerhörige einen Kautschukschlauch. Der Schlauch ist an einem Ende mit einer spizen Elfenbeinröhre versehen, die ins Ohr gehalten wird. In das andre, trichterförmig erweiterte Ende spricht man hinein.

49. **Echo.** „Wie man in den Wald hineinruft, so schallt es wieder heraus!“ Recht deutlich geschieht das zuweilen im Gebirge, wo uns ein lauter Ruf (z. B. Hallo! Werda!) sehr oft noch einmal zu Gehör kommt, als ob ein Schelm in weiter Ferne ihn wiederholte. Diese Erscheinung hat ihre Ursache darin, daß die Schallwellen von einer Wand, einem Walde u. s. w. in ähnlicher Weise zurückgeworfen werden wie ein Gummiball. Wirft man diesen im rechten Winkel gegen die Wand, so wird er unter einem rechten Winkel zurückgeworfen — er springt nach dem Werfenden zurück. So werden auch die Schallwellen von einem Walde, einem Berge, einer Felswand zu dem Sprechenden in demselben Winkel zurückgeworfen, in dem sie auffielen. Ein solcher zurückgeworfener Schall heißt „Echo“. Ein deutliches Echo entsteht nur, wenn die zurückwerfende Wand mindestens 17 m



von dem Sprechenden entfernt ist. Ist die Entfernung geringer, so entsteht ein Nachhall. Bei der Kofstrappe hat man ein siebenfaches, an der Lorelei sogar ein siebzehnfaches Echo.

50. **Der Ton.** a. Nimm eine Geige und streiche über eine Saite mit dem Bogen hinweg! Es entsteht ein Schall von bestimmter Höhe oder Tiefe, Ton genannt. Wie verändert sich der Ton, wenn wir die Saite straffer spannen oder durch Niederdrücken auf dem Griffbrette verkürzen oder eine dünnere Saite ertönen lassen? Der Ton einer Saite ist um so höher, je straffer sie gespannt und je kürzer und dünner sie ist. — b. Betrachte eine Weidenflöte! (Wie ist sie eingerichtet? —) Der obere Pflock, der die Pfeife bis auf einen engen Spalt ausfüllt, läßt beim Hineinblasen einen schmalen Luftstrom hindurch. Dieser trifft auf die sogenannte Lippe und teilt sich dadurch in 2 Teile. Der eine Teil entweicht in die Luft und der andre, der durch die Reibung an der Lippe in Schwingungen versezt worden ist, bleibt in der Pfeife und erzeugt hier den Ton. Ähnlich wird der Ton auf einer Querflöte, einer hölzernen Kinderpfeife u. s. w. erzeugt. Man nennt diese Pfeifen „Lippenpfeifen“ und unterscheidet sie von den „Zungenpfeifen“ (Klarinette, Kindertrompete, Hoboe, Fagott). Bei den Zungenpfeifen wird durch Hineinblasen erst ein elastisches Blättchen (Zunge) in Bewegung gesetzt, wodurch alsdann die Luftsäule in der Röhre in Schwingungen gerät. Je länger die schwingende Luftsäule, desto tiefer der Ton. Wie läßt sich dies an der Weidenpfeife nachweisen? Wozu dienen die Grifflöcher an der Klarinette? — (Die menschliche Stimme wird durch den **Rachkopf** [S. 290] hervorgebracht.) — c. Von den Blasinstrumenten unterscheiden wir die Flächeninstrumente (Trommel, Schelle, Glocke). Bei ihnen wird der Ton durch Schwingungen einer Fläche hervorgebracht.

C. Die Wärme.

51. **Erregung.** a. Im Sonnenschein ist es wärmer als im Schatten. Sammelt man die Sonnenstrahlen in einem Brennglase, so entzünden sie leicht brennbare Stoffe, z. B. Schwamm und Schwefel. Durch Sonnenstrahlen wird Wärme erzeugt. Je höher die Sonne am Himmel steht, desto mehr Strahlen treffen die Erde, desto steiler fallen sie auf und desto größer ist daher ihre Wärme. Daher ist es mittags wärmer als morgens, im Sommer wärmer als im Winter und am Äquator heißer als an den Polen.

b. Wenn man Gabel und Messer längere Zeit auf dem Fußbrette reibt, so werden sie zuletzt warm. Sägen und Bohrer fühlen sich nach dem Gebrauche heiß an. Wagenachsen geraten zuweilen in Brand, wenn nicht durch Einschmieren mit Öl u. dgl. die Reibung zwischen Rad und Achse vermindert wird. Streichhölzer entzünden sich durch Reiben. Wilde Völker wissen sich sogar durch Reibung zweier Holzstücke Feuer zu verschaffen. Der Stahl giebt beim Anschlagen an einem Feuersteine Funken. Durch Reiben und Schlagen wird Wärme erzeugt.

c. Um uns im Winter vor Kälte zu schützen, zünden wir im Ofen Holz oder Kohlen an. Beim Verbrennen dieser Stoffe verbindet sich der Sauerstoff der Luft chemisch (s. S. 331) mit dem Holze oder der Kohle, wodurch eine behagliche Wärme im Zimmer erzeugt wird. Taucht man ungelöschten Kalk in Wasser und hält ihn in der Hand, so spürt man bald ein Brennen in der Hand. Wird Heu in zu feuchtem Zustande auf dem Heuboden aufgeschichtet, so verliert es seine Farbe und entzündet sich zuweilen. Es geht beim Holze, Kalle und Heu eine chemische Veränderung vor. Durch chemische Vorgänge, besonders durch Verbrennung, wird Wärme erzeugt.

d. Der Blitz entzündet brennbare Stoffe und bringt schmelzbare Stoffe zum Schmelzen. Auch durch Elektrizität wird Wärme erzeugt.

52. **Leitung.** a. Hält man eine Stricknadel mit dem einen Ende in eine Flamme, so wird auch das andre Ende bald heiß. Hält man dagegen einen Holzspan mit dem einen Ende in die Flamme, so verspürt man am andern Ende keine Wärme. Die Stricknadel besitzt also die Fähigkeit, die Wärme sehr schnell von einem Teilchen zum andern fortzuleiten, das Holz nicht. Man unterscheidet demnach gute und schlechte Wärmeleiter. Zu den guten gehören alle Metalle, zu

