

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 versetzt worden ist, bleibt in der Pfeife und erzeugt hier den Ton. Ähnlich wird der Ton auf einer Quersflöte, 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



den schlechten: Holz, Papier, Stroh, Wolle, Pelz, Federn, Wasser und Luft. In der Mitte zwischen beiden stehen die Halbleiter: Steine, Glas, Leinwand u. a.

b. Das Eisen eines Beiles, das im Winter draußen liegt, fühlt sich kälter an als der hölzerne Stiel. Beide Teile entziehen nämlich der Hand beim Berühren Wärme. Das Eisen aber nimmt als guter Leiter die Wärme schneller auf als das Holz und erzeugt daher in der Hand auch ein stärkeres Kältegefühl. Legen wir Eisen und Holz auf den heißen Ofen, so fühlt sich das Eisen nachher heißer an als das Holz. Beide haben dieselbe Hitze in sich aufgenommen, aber das Eisen giebt die Hitze schneller an unsre Hand ab als das Holz. Daher das größere Wärmegefühl. Gute Wärmeleiter nehmen die Wärme schneller auf und geben sie schneller ab als schlechte Wärmeleiter.

c. Gute Wärmeleiter wendet man da an, wo man die Wärme schnell verbreiten will, also z. B. beim Kochen und Heizen. Wo man die Wärme abhalten oder lange festhalten will, da wendet man schlechte Wärmeleiter an. Daher versteht man Feuerhaken und eiserne Ofenthüren mit hölzernen Griffen, und in heißen Ländern verhängt man die Fenster mit Strohecken. Im Winter kleiden wir uns in Wolle und Pelze. Diese führen nicht etwa — wie man oft meint — dem Körper Wärme zu, sondern sie verhindern nur als schlechte Wärmeleiter die Ausströmung der Körperwärme. Das gilt auch von den Federbetten. Pumpen umgiebt man im Winter mit Stroh, Kellerlöcher werden mit Mist verstopft, die Saaten durch eine Schneedecke vor dem Erfrieren geschützt. Warum? Warum werden eiserne Öfen schneller warm als Rachelöfen?

53. **Wärmestrahlung.** a. Hält man die Hand in die Nähe eines heißen Ofens, so empfindet man sofort eine stechende Hitze. Hält man zwischen die Hand und den Ofen ein Blatt Papier, so empfindet die Hand alsbald eine viel geringere Wärme. Die Luft kann also nicht der Leiter der Wärme sein. Sie läßt sie vielmehr durch sich hindurch, ohne sich ihre Temperatur sehr bemerkbar anzueignen. Diese Art Fortpflanzung der Wärme heißt Wärmestrahlung. Durch Strahlung gelangt auch die Sonnenwärme zu uns. Darum wird uns im Sommer die Sonne dort viel lästiger, wo uns ihre Strahlen unmittelbar treffen können, als da, wo wir z. B. durch einen Baum gegen ihre Strahlen geschützt sind. Die Wärme der Luft selbst ist im Sonnenschein nicht viel größer als im Schatten.

b. Stellen sich mehrere Menschen rings um ein Feuer oder um einen Ofen, so empfangen sie alle zusammen Wärme. Stehen sie dabei so, daß sie nach dem Feuer hinsehen, so gelangen die Wärmestrahlen nur an ihre vordere Seite, nicht auch an den Rücken. Die Wärmestrahlen verbreiten sich nach allen Richtungen, aber nur in geraden Linien. So erklärt es sich, daß man sich gegen die lästige Hitze eines eisernen Ofens durch einen Ofenschirm und gegen die Sonnenstrahlen durch einen Sonnenschirm schützen kann.

c. Die Erde strahlt einen Teil der am Tage empfangenen Wärme nachts gegen den kalten Weltraum wieder aus, falls sie nicht durch Bäume, Wolken u. s. w. daran verhindert wird. (S. Tau S. 312!) Daher überdeckt der Gärtner seine jungen Pflanzen, um ihnen die Erdwärme zu erhalten, mit Glasfenstern oder Töpfen. — Auch Wände und Mauern, die von der Sonne beschienen sind, strahlen die Wärme wieder aus. — Daher ist es auch an heißen Tagen z. B. an der Sonnenseite der Gartenmauern heißer als im freien Felde.

54. **Ausdehnung der Körper durch Wärme.** a. Enganschließende Handschuhe lassen sich bequemer aus- und anziehen, wenn die Hände kalt sind, als wenn sie warm sind. Ähnlich verhält es sich mit engsitzenden Stiefeln bei kalten und warmen Füßen. Um die Ursache derartiger Erscheinungen leichter zu finden, nehmen wir einen eisernen Ring und eine Metallkugel. Die Kugel sei so groß, daß sie eben nur noch durch den Ring geht. Erwärmen wir sie nun über einer Spiritusflamme, so geht sie nicht mehr durch den Ring. Die Kugel ist durch die Wärme größer geworden, sie hat sich ausgedehnt. Sobald sich die Kugel abgekühlt hat, läßt der Ring sie wieder hindurch. Sie ist durch die Abkühlung kleiner geworden, hat sich wieder zusammengezogen. Wärme dehnt feste Körper aus, bei abnehmender Wärme ziehen sie sich zusammen. Will daher der Schmied einen eisernen Reif um das Rad legen, so macht er ihn vorher



glühend. Dadurch erweitert sich der Reif und geht nun bequemer über das Rad. Ist er aber nachher erkaltet, so zieht er sich wieder enger zusammen und umschließt die Radfelgen sehr fest. Ein kalter Plättbolzen hat vollauf Platz in der Platte; glühend gemacht, füllt er dagegen die Platte vollständig aus. Gießt man plötzlich heißes Wasser in ein Glas, so zerspringt es leicht, weil die einzelnen Teile ungleich erwärmt und daher auch ungleich ausgedehnt werden.

b. Fülle einen Heronsball (S. 305) mit Wasser und erwärme ihn mit der Hand! Das Wasser steigt in der Röhre empor. Warum? Eine mit kalter Luft gefüllte, gut zugebundene Tierblase schwillt auf dem erwärmten Ofen an. Warum? Daraus folgt: Wärme dehnt auch flüssige und luftförmige Körper aus. Warum steigt erwärmte Milch im Topfe empor?

55. **Ausdehnung des Wassers.** Das Wasser macht von dem Gesetze, daß Wärme Körper ausdehnt, diese sich aber bei Wärmeabnahme zusammenziehen, eine merkwürdige Ausnahme, wie uns folgender Versuch lehrt. Wir füllen ein Kochfläschchen ganz mit (gefärbtem) Wasser und verschließen es mit einem luftdicht schließenden Gummistöpsel. Dieser Stöpsel sei doppelt durchbohrt. Durch die eine Öffnung stecken wir eine enge Glasröhre von etwa 50 cm Länge und durch die andre ein Thermometer. Setzen wir nun den Stöpsel auf das Fläschchen, so wird etwas Wasser in der Röhre emporsteigen. Nun stellen wir das Kochfläschchen in ein möglichst weites Becherglas, das mit Wasser von Zimmertemperatur angefüllt ist. Bringen wir nunmehr in das Becherglas allmählich eine Kältemischung, bestehend aus 3 Teilen Schnee und 1 Teil Kochsalz, so sehen wir, wie das Wasser in der Glasröhre sinkt. Zu gleicher Zeit zeigt das Thermometer eine Temperaturabnahme an. Bei  $+ 4^{\circ}$  C. bleibt das Wasser in der Röhre stehen, um bei weiterer Abkühlung wieder zu steigen. Das Wasser ist nämlich bei  $+ 4^{\circ}$  C. am dichtesten. Wird es kälter oder wärmer, so dehnt es sich aus. Bei  $+ 8^{\circ}$  C. nimmt es etwa denselben Raum ein wie bei  $0^{\circ}$ . Eis nimmt  $1\frac{1}{10}$  des Raumes ein, den das Wasser hatte, woraus es entstanden ist. Daher schwimmt es. (Bedeutung für die Wassertiere s. Naturgesch. S. 257!) Warum zerspringen Flaschen, Wasserleitungsröhren, selbst Felsen, wenn Wasser in ihnen gefriert? — Dadurch, daß das am Tage in die Erde gedrungene Wasser in der Nacht gefriert, reißt der Boden auseinander und wird locker und mürbe. Daher sieht es auch der Landmann gern, wenn der Acker im Winter tüchtig „durchfriert“.

56. **Das Thermometer.** a. Ganz besonders empfindlich gegen Wärme und Kälte ist das Quecksilber. Berühre das Gefäß einer Thermometeröhre mit der Hand! Die Blutwärme genügt, das Quecksilber auszudehnen und in der Röhre zum Steigen zu bringen. Ebenso empfindlich aber zeigt sich das Quecksilber auch gegen den Wechsel der Luftwärme, weshalb man sich dieses Metalles zur Herstellung des Thermometers (Wärmemessers) bedient.

b. Das Thermometer besteht 1) aus einer sehr engen, unten kugelig erweiterten Glasröhre. Diese ist unten und oben geschlossen und zum Teil mit Quecksilber angefüllt, worüber sich ein luftleerer Raum befindet; 2) aus einer Gradeinteilung, die gewöhnlich auf einem Brette angebracht ist, woran die Röhre befestigt ist.

c. Taucht man die mit Quecksilber gefüllte Glasröhre in ein Fläschchen mit Schnee oder gestoßenem Eise, so sinkt das Quecksilber tief herab. Bringt man das Eis zum Schmelzen, so bleibt das Quecksilber auf einem bestimmten Punkte stehen und verläßt ihn nicht eher, als bis alles Eis geschmolzen ist. Dieser Punkt wird der Schmelz- oder Gefrierpunkt genannt. Er ist in der Skala mit 0 bezeichnet. Ist alles Eis im Fläschchen geschmolzen, so steigt das Quecksilber



wieder höher und hört bei fortgesetzter Erwärmung des Wassers nicht eher auf zu steigen, als bis das Wasser kocht. Dann aber bleibt das Quecksilber wiederum auf einem bestimmten Punkte stehen, über den hinaus es trotz aller weitem Erhitzung nicht steigt (S. 313 § 60c). Man nennt diesen Punkt den „Siedepunkt“. Den Raum zwischen dem Gefrier- und dem Siedepunkte teilte Réaumur (Reomür) in 80, Celsius in 100 Teile oder Grade. Man bezeichnet sie als Wärmegrade. Unter dem Gefrierpunkte, wo die Gradeinteilung fortgesetzt ist, liegen die sogenannten Kältegrade. Was bedeutet  $+4^{\circ} R?$  —  $4^{\circ} C?$

**57. Sieden. Dampfbildung.** Beobachte kochendes Wasser. Es wallt; auch steigen fortwährend Dämpfe aus dem Wasser empor. Bei fortgesetztem Kochen wird nach und nach der ganze Topf leer. Um diesen Vorgang des Siedens genauer beobachten zu können, setzen wir einen Dreifuß über die Spiritusflamme und stellen auf den Dreifuß ein mit Wasser gefülltes Kochfläschchen, worin sich zugleich ein Thermometer befindet. Beobachte dabei folgendes:

a. Es steigen im Wasser bald kleine Bläschen auf. Das ist die im Wasser enthaltene atmosphärische Luft.

b. Etwas später entstehen am Boden des Fläschchens größere Blasen. Sie bestehen aus Wasserdampf (luftförmig gewordenem Wasser). Sobald diese Dampfblasen beim Emporsteigen in die obere kältere Wasserschicht gelangen, zergehen sie wieder und verursachen dadurch das sogenannte „Singen“ des Wassers.

c. Endlich aber, sobald das Wasser bis auf  $+100^{\circ} C.$  erhitzt ist, steigen fortwährend zahllose Dampfblasen auf, die bis an die Oberfläche gelangen und das Wasser in eine wallende Bewegung versetzen. Jetzt „kocht“ oder „siedet“ das Wasser. Über  $100^{\circ} C.$  hinaus läßt es sich in einem offenen Gefäße nicht erhitzen, da sich dann das Wasser in Dampf verwandelt. Das Thermometer steigt deshalb in dem siedenden Wasser trotz der hinzukommenden Wärme nicht über  $100^{\circ} C.$  hinaus, sondern bleibt hier vielmehr stehen, bis alles Wasser verdampft ist. Die neu hinzukommende Wärme wird nämlich zur Dampfbildung verbraucht. Beim Sieden wird Wärme verbraucht.

d. Unmittelbar über dem siedenden Wasser im Kochfläschchen können wir den Wasserdampf nicht sehen. Etwas höher dagegen wird er sichtbar. Hier hat er sich nämlich unter den Siedepunkt abgekühlt. Er verdichtet sich dann zu äußerst feinen Tröpfchen und erscheint dadurch als weißgrauer Dunst. Durch geringe Abkühlung wird der Wasserdampf zu Dunst verdichtet. (S. 313.)

e. Halten wir ein kaltes Stück Glas über das siedende Wasser, so wird das Glas feucht, und zuletzt fließt Wasser von dem Glase herab. Durch stärkere Abkühlung wird Wasserdampf wieder zu Wasser verdichtet. Daher die Tropfenbildung unter dem Topfdeckel. Wodurch entsteht das „Schwizen“ der Fenster, das „Beschlagen“ eines kalten Wasserglases im warmen Zimmer?

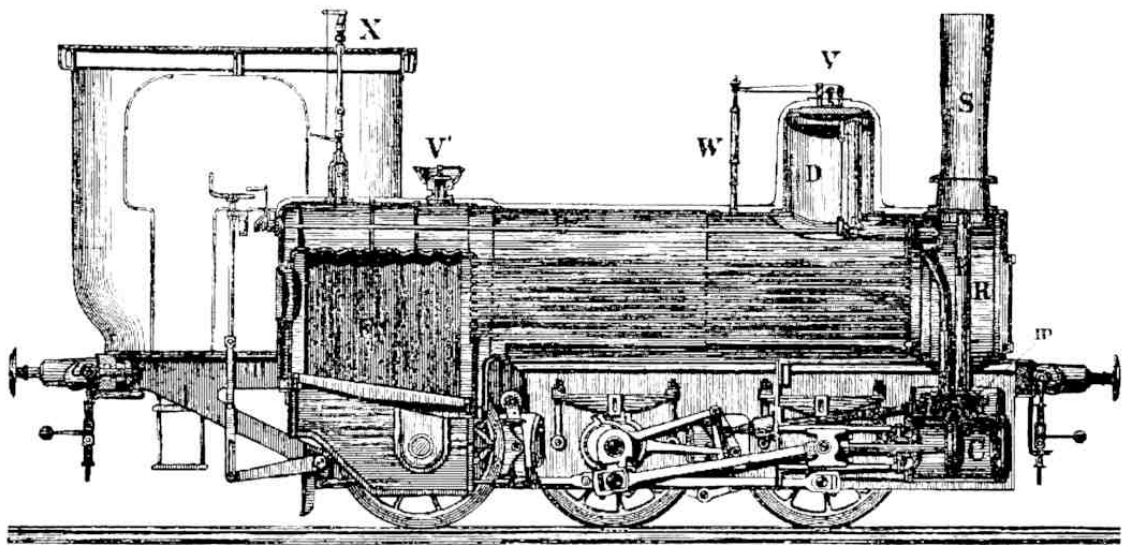
**58. Dampfdruck.** Wir füllen ein Kochfläschchen mit langem und gleichmäßig weitem Halse mit Wasser und bringen dieses über einer Spiritusflamme zum Sieden. Sobald die aufsteigenden Dämpfe die atmosphärische Luft aus dem Fläschchen herausgetrieben haben, schieben wir einen geölten, gut passenden Kolben in das Fläschchen, z. B. einen mit Berg umwickelten und an einem Stocke befestigten Kork. Der neuentwickelte Dampf wird den Kolben in die Höhe treiben. Kühlen wir jetzt das Fläschchen mit kaltem Wasser ab, so verdichtet sich der Dampf wieder zu Wasser, und der Luftdruck bewegt den Kolben wieder abwärts. Der Wasserdampf hat das Bestreben, sich auszudehnen, und übt daher auf den Kolben einen Druck aus. Infolge dieses Bestrebens besitzt der Wasserdampf eine gewisse Kraft, die wir Spannkraft nennen. Der Wasserdampf besitzt, wie alle luftförmigen Körper, Spannkraft. Aus 1 l Wasser lassen sich 1700 l Wasserdampf



herstellen. Fehlt dem Wasserdampfe der nötige Raum, sich auszudehnen, so erlangt er, wenn ihm immer mehr Wärme zugeführt wird, allmählich eine solche Spannkraft, daß er die stärksten Fesseln gewaltsam zerreißt! Warum darf man eine mit Wasser gefüllte Wärmflasche nicht verschlossen im heißen Ofen stehen lassen?

59. **Der Dampfwagen.** (S. Abb.!) a. Nachdem man erst die ungeheure Kraft des Wasserdampfes kennen gelernt hatte, suchte man ihn sich dienstbar zu machen und setzte durch ihn große Maschinen in Bewegung. (1699 erfand ein Engländer die erste Dampfmaschine. Sie wurde später (1763) besonders durch James Watt verbessert.) Um das Jahr 1829 erfand man auch noch den Dampfwagen oder die Lokomotive.

b. Der Hauptteil des Dampfwagens ist der Dampfkessel, der von dem Feuerraum (s. Abb. F) bis zur Rauchkammer (R) reicht. Er ist mit Wasser gefüllt und von mehr als 100 kupfernen Heizröhren durchzogen. In diese schlägt die Flamme aus dem Feuerraum (F) hinein, und so wird das Wasser sehr schnell in Dämpfe verwandelt. Diese sammeln sich vorzugsweise in dem großen Dampfdom (D). Von hier aus gelangen sie durch das Dampfrohr (d) in die beiden



Dampfcylinder (C), die vorn zu beiden Seiten der Maschine liegen. In jedem Dampfcylinder befindet sich ein Kolben, der durch die Kraft des Dampfes in Bewegung gesetzt werden soll. Es kommt eben nur darauf an, den Dampf abwechselnd vor und hinter den Kolben zu leiten. Das geschieht durch das sog. Schieberventil, das in der Dampfchamber (m) liegt. Ist z. B. der Dampf zuerst von hinten in den Dampfcylinder eingetreten, so schiebt er den Kolben nach vorn, während der Schieber durch eine besondere Vorrichtung nach hinten rückt. Nun öffnet sich eine vorher vom Schieber verdeckte Röhre, durch die der Dampf vor den Kolben tritt. Der Kolben wird jetzt rückwärts getrieben, und das geht um so leichter, als gleichzeitig der kurz zuvor von hinten eingeführte Dampf durch ein Rohr (P) in den Schornstein (S) steigt und aus diesem mit lautem „Puff“ entweicht. Mit dem so hin und her getriebenen Kolben steht jederseits ein großes Mittelrad durch eine Stange und Kurbel in Verbindung, das so in eine drehende Bewegung versetzt wird, die zugleich eine fortschreitende ist, da sie auf einer reibenden Unterlage, den Schienen, erfolgt. Oben auf dem Dampfkessel findet sich in V und V' je ein Sicherheitsventil. Das Ventil in V' kann vom Lokomotivführer beliebig geöffnet werden. Das Ventil in V wird durch eine Feder (W) mit einem Hebelarme herabgezogen, öffnet sich aber von selbst, sobald die Spannkraft des Dampfes in dem Dampfkessel zu stark wird. Ohne dieses Ventil könnte der Dampfkessel leicht zerspringen. (Bei X ist eine Dampfpeife.)



60. **Verdunstung.** a. Tauche die Hand ein wenig in Wasser und halte sie dann in den Sonnenschein! Die Feuchtigkeit ist bald verschwunden. Ebenso trocknet die Wäsche sehr schnell im Sonnenschein. Wie sich nämlich das Wasser beim Kochen durch Erwärmung von unten her in Dampf verwandelt, so geschieht dies auch durch Einwirkung der Sonne und der Luft von oben her. Diese Dampfbildung durch die Luftwärme heißt „Verdunstung“. Sie unterscheidet sich von der Dampfbildung beim Sieden dadurch, daß 1) die zur Verdunstung erforderliche Wärme viel geringer ist, 2) daß daher die Dampfbildung viel langsamer vor sich geht, 3) daß bei ihr keine wallende Bewegung stattfindet. (Die Verdunstung beginnt nämlich nicht in den untern, sondern in den obern Schichten.)

b. Beim Trocknen der Wäsche sieht es die Wäscherin gern, wenn es beim warmen Sonnenschein etwas windig ist, da dann die Wäsche schneller trocknet; auch hängt sie die Wäsche so auf oder breitet sie so aus, daß eine möglichst große Oberfläche der Wäsche dem Winde und der Sonnenwärme ausgesetzt ist. Warum? — Luftzug, erhöhte Wärme und Vergrößerung der verdunstenden Oberfläche beschleunigen die Verdunstung. Daher öffnet man in frisch geschauerten Stuben Thüren und Fenster, um Luftzug herzustellen.

c. Befeuchten wir unsre Hände mit Wasser, so empfinden wir Kälte. Durch jede Verdunstung wird der Umgebung des verdunstenden Körpers Wärme entzogen. Daher erzeugt selbst der wärmste Regen Abkühlung, und nach dem Besprengen der Straßen und Gärten entwickelt sich hier trotz der größten Hitze eine angenehme Kühle. Darum löscht Wasser auch Feuer aus. Läßt man nasse Kleider auf dem Körper trocknen, so kann man sich leicht erkälten, da durch die Verdunstung dem Körper Wärme entzogen wird. Stellt man in ein Weinglas, das zur Hälfte mit Schwefeläther gefüllt ist, ein Probiergläschen mit etwas Wasser und läßt den Äther durch den Luftstrom eines Blasbalgs schnell verdunsten, so gefriert das Wasser im Probiergläschen zu Eis.

61. **Tau und Reif.** a. Hauche gegen das Fenster! Es „schwitzt“. Bringe ein Glas mit kaltem Wasser in ein warmes Zimmer! Das Glas „beschlägt“. Wie kommt das? (§. 311.) Im kalten Zimmer trocknet die Wäsche langsamer als im warmen. Die Luft nimmt nämlich nur eine bestimmte Menge Wasserdampf auf. Ist das Maß erreicht, so hört die Verdunstung auf. Man sagt dann: Die Luft ist „gesättigt“. Je größer aber die Wärme der Luft, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen. Kühlt sich die Luft ab, so vermag sie oft den Wasserdampf nicht mehr ganz zu behalten; sie scheidet dann einen Teil aus, und dieser verdichtet sich zu Tropfen. So erklärt sich das Schwitzen der Fenster, das Beschlagen des Trinkglases u. s. w.

b. Ähnlich erklärt sich auch die Bildung des Taues. In klaren Sommer Nächten strahlt die Erde viel Wärme aus. Sie kühlt sich daher bedeutend mehr ab als die sie umgebenden Luftschichten. Dadurch wird der der Erde zunächst liegende Wasserdampf verdichtet und setzt sich als Tautropfen an Gras und Blätter an, weil sie als hervorragende und raue Gegenstände am meisten Wärme ausstrahlen und sich daher am schnellsten abkühlen. Ist der Himmel bedeckt, so bildet sich kein Tau, da die Wolken die ausgestrahlte Wärme wieder zurückstrahlen und sich so die Erde nicht genug abkühlt.

c. In kalten Frühjahrs- und Herbstnächten gefriert der Wasserdunst und wird als Reif auf Pflanzen, Dächern u. s. w. sichtbar.

62. **Nebel und Wolken.** a. Aus Flüssen, Seen, Wäldern und sumpfigen Wiesen steigt an heißen Tagen fortwährend Wasserdampf empor. Wir sehen ihn nicht, weil Wasserdampf unsichtbar ist. Am Abend verdichtet die kühlere Luft den Wasserdampf zu äußerst feinen Tröpfchen und scheidet ihn aus. (§ 61.) Er

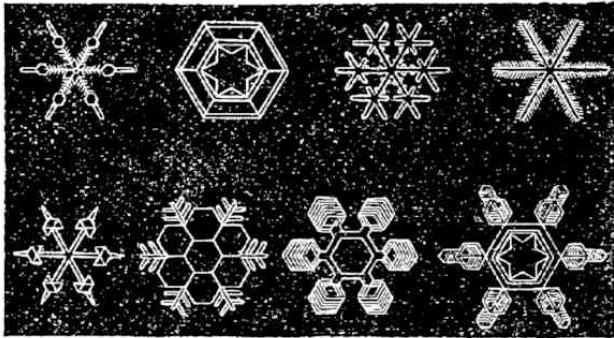


wird daher sichtbar und schwebt wie eine graue Decke dicht über dem Wasser oder der Wiese. Diese sichtbaren Dünste nennen wir Nebel. Besonders sind die Herbsttage reich an Nebel. Wird die Luft unten wärmer, so steigen Ströme nach oben (S. 313) und nehmen den Nebel mit in die Höhe, oder der Nebel verwandelt sich von unten her wieder in Dampf, und es sieht dann aus, als rücke der Nebel immer höher. Wir sagen dann: „Der Nebel steigt“.

b. Geschieht die Verdichtung des Wasserdampfes erst in höhern Luftschichten, so bilden sich Wolken. Nebel und Wolken unterscheiden sich also nur durch ihre verschiedene Entfernung von der Erdoberfläche. Man unterscheidet Federwolken (am höchsten, bei heiterm Himmel), Haufenwolken (wie entfernte Berge), Schichtwolken (wagerechte Streifen), Gewitterwolken (schwarzgrau), Hagelwolken (graugelb). Die meisten Wolken bringt uns der Südwestwind; dieser führt uns nämlich den Wasserdampf vom atlantischen Ocean zu.

63. **Regen, Schnee und Hagel.** a. Wenn die Wolken durch kalte Luftströmungen abgekühlt werden, so fließen die in den Wolken enthaltenen Wasserdünste zu größern Tropfen zusammen. Fallen diese aus der Luft herab, so regnet es. (Unterscheide Staub-, Strich- und Landregen, Wolkenbruch!)

b. Sobald die Wolken in Luftschichten von unter 0 Grad Wärme kommen, gefrieren die Dünste. Im Winter bilden sich daher in den Wolken häufig feine Eiszadeln, die sich zu Eiszernen zusammensetzen; die Eiszerne aber vereinigen sich zu Schneeflocken.



c. Zuweilen (besonders im April) fangen die Flocken oben in der Luft an zu schmelzen, so daß Schneekugeln (Graupeln) entstehen. Die im Sommer zuweilen während eines Gewitters niederfallenden Hagelkörner bestehen aus verschiedenen Schichten Eis, die

einen graupelartigen Kern umschließen. Ihre Entstehung ist noch unbekannt.

64. **Entstehung des Windes.** a. Halte über den Cylinder einer brennenden Lampe ein Stückchen Seidenpapier! Es wird nach oben geweht. Durch die Flamme ist die Luft erwärmt, ausgedehnt und daher dünner und leichter geworden. Da sie nun von der kältern und schwerern Luft verdrängt wird, so steigt sie empor, ähnlich wie ein Kork, den man unter das Wasser getaucht hat. Erwärmte Luft steigt nach oben.

b. Stelle eine brennende Kerze zwischen 2 Holzleisten und auf diese Holzleisten einen Lampencylinder, so daß dieser die Flamme umgiebt! Dann halte ein Stückchen Seidenpapier (Goldschaum) unter den Cylinder! Es wird in diesen hineingeweht. An Stelle der emporgestiegenen wärmern Luft strömt nämlich in den Cylinder von unten her kältere Luft. Während die wärmere Luft emporsteigt, strömt an ihre Stelle die kältere Luft. Warum ist das Hinzuströmen frischer Luft bei der Lampe nötig? Wodurch entsteht der sogenannte „Zug“ im Ofen? [S. 333.] Weise die verschiedenen Luftströmungen in der Thüröffnung zwischen einem warmen und einem kalten Zimmer nach, indem du ein Kerzenlicht unten, oben und in der Mitte der Öffnung hältst!

c. Dieser Vorgang im kleinen wiederholt sich im großen auf unsrer Erde. Wo die Erde besonders stark erwärmt wird, steigt die warme Luft in die Höhe, und an ihre Stelle dringen kalte Luftströme aus kältern Gegenden. Diese Strömungen in der Luft heißen Winde. Besonders regelmäßig wechseln sie an den Küsten. Hier weht bei Tage der Wind vom Meere nach dem schneller von der



Sonne erwärmten Lande (Seewind), während der Wind des Nachts umgekehrt vom Lande nach der See gerichtet ist (Landwind), da das Wasser nach Sonnenuntergang noch länger warm bleibt als das Land.

d. In der Nähe des Äquators giebt es Winde, die unaufhörlich aus ein und derselben Richtung wehen. Man nennt sie Passatwinde, weil sie die Passage, die Schifffahrt, befördern. Sie entstehen dadurch, daß sich die Luft dauernd in der heißen Zone erwärmt und daher oben nach den Polen zu abweicht.

65. **Der Luftballon.** Auf das Emporsteigen der erwärmten Luft gründet sich auch die ältere Einrichtung des Luftballons. Man machte unter dem Ballon ein Feuer an, wodurch die in ihm befindliche Luft erwärmt und er so zum Steigen gebracht wurde. Jetzt wird der Ballon in der Regel mit Leuchtgas gefüllt. Dieses Gas ist zweimal so leicht als die gewöhnliche Luft und steigt darin empor wie ein Kork im Wasser. Der Ballon ist aus Häuten oder luftdichten, gefirnigten Geweben hergestellt. Während der Füllung wird er durch 10—20 Stricke festgehalten. Er schwillt nun immer mehr an. Ist endlich die Füllung beendet, so besteigt der Luftschiffer die unten am Ballon befestigte Gondel, die Stricke werden gelöst, und der Ballon steigt empor. Manche Luftschiffer sind schon über 9000 m hoch gestiegen. Will man wieder zur Erde nieder, so öffnet man mittels einer Leine eine Klappe am Ballon und läßt etwas Gas ausströmen. Da man den Luftballon nicht lenken kann, so folgt er stets der Richtung des Windes und läßt sich zuweilen auf das Meer nieder. Während der Belagerung von 1870—71 bedienten sich die Pariser des Luftballons, um Briefe und Personen nach außen hin zu befördern.

## D. Das Licht.

66. **Selbstleuchtende und dunkle Körper.** Treten wir in ein völlig dunkles Zimmer, so können wir die Gegenstände darin nicht sehen. Zünden wir aber ein Licht an, so wird es hell, und wir sehen die Gegenstände. Wir bedürfen also zum Sehen des Lichts. — Die Lichtflamme leuchtet durch sich selbst. Sie ist deshalb durch sich selbst sichtbar. Ebenso ist es mit einer glühenden Kohle. Tische, Stühle u. s. w. leuchten dagegen nicht durch sich selbst. Sie sind an und für sich dunkel und werden erst sichtbar, wenn das Licht leuchtender Körper auf sie fällt. Wir unterscheiden demnach „selbstleuchtende“ Körper oder Lichtquellen und „dunkle“ Körper. Zu den selbstleuchtenden Körpern gehören die Sonne (die größte Lichtquelle für uns) sowie alle übrigen Fixsterne, alle glühenden und brennenden Körper, Phosphor (Leuchten des Phosphors im Dunkeln), leuchtende Tiere (Johanniszwürmchen, Leuchten des Meeres, durch unzählige Infusorien hervorgebracht), faulendes Holz (leuchtet von Pilzfäden, die es durchziehen), der elektrische Funke (Blitz). — Diamant, Marmor, Eierschalen u. dgl. sind an und für sich nicht selbstleuchtend, leuchten aber im Dunkeln noch eine Zeitlang nach, wenn sie vorher dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen sind. Wie ist es mit dem Monde?

67. **Lichtverbreitung.** Zünden wir in einem dunkeln Zimmer ein Licht an, so werden sowohl die Decke als auch die Wände und der Fußboden u. s. w. erleuchtet. Die Lichtstrahlen breiten sich nämlich nach allen Seiten aus. — Fällt dagegen das Sonnenlicht durch eine kleine Öffnung des Fensterladens in ein dunkles Zimmer, so wird nicht das ganze Zimmer gleichmäßig erleuchtet, sondern man erblickt nur einen hellen Lichtstreifen, der in schnurgerader Richtung aus der Öffnung durchs Zimmer geht. (Sonnenstäubchen.) Das Licht verbreitet sich zwar nach allen Richtungen, aber nur in geraden Linien. — Lassen wir ein Buch, einen Bogen Seidenpapier und ein Stück Fensterglas von der Sonne beschienen, so sehen wir, daß das Buch gar kein Licht, das Seidenpapier etwas,