



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Wasser und Wärme

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

Wasser und Wärme.

23. Das Wasser bedeckt als Meer, theils im festen Zustande, wie im hohen Norden, theils flüssig, wie in den wärmeren Gegenden, beinahe drei Vierteltheile der Erdoberfläche; in Flüssen durchströmt es das Land in allen Richtungen; es steigt als Dampf in die Luft, bildet daselbst Wolken und fällt als Regen wieder auf die Erde zurück. Wir finden es also in allen drei Aggregatformen in der Natur und gewahren leicht, dass die Wärme es ist, durch welche diese äusserliche Verschiedenheit bewirkt wird. Das Wasser eignet sich aus diesem Grunde sehr gut dazu, um an ihm die wichtigsten Wirkungen der Wärme zu studiren.

Ausdehnung durch Wärme. Thermometer.

24. Ausdehnung flüssiger Körper. *Versuch.* Man tariere ein kleines Kochfläschchen, d. h. man stelle es auf die eine

Fig. 9.



natürlich tiefer, als es vorher stand. Wie viel davon heraus-

Schale einer Wage und lege auf die andere so viele Gewichte oder Schrotkörner etc., bis die Zunge genau einsteht, fülle es dann voll mit eiskaltem Wasser und merke sich das Gewicht des letzteren an. Hierauf erwärme man das Fläschchen auf einem Dreifusse durch eine einfache Spirituslampe, die man anfangs einige Minuten hin und her bewegt, damit die Erwärmung des Glases nur allmählig erfolge. Das Wasser wird bald höher steigen und ein Theil desselben herausfliessen. Sowie es zu kochen beginnt, entfernt man die Lampe und lässt das Gefäss erkalten; dabei sinkt das Wasser

getrieben wurde, erfährt man durch den Gewichtsverlust bei abermaligem Wägen; es wird ungefähr $\frac{1}{22}$ an dem ersten Gewichte fehlen. 100 Maass Wasser von 0°C . geben 101,2 Maass Wasser von 50°C . und 104,3 Maass Wasser von 100°C .

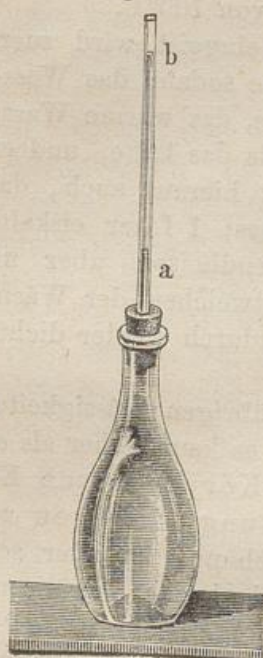
Durch den brennenden Spiritus oder Weingeist wird zuerst die Bodenfläche des Glasgefässes, durch diese sodann das Wasser erwärmt. Die Wärme dehnt das Wasser aus, das warme Wasser nimmt folglich einen grösseren Raum ein als das kalte, und ein Theil davon muss herausfliessen. Es folgt hieraus auch, dass warmes Wasser leichter sein muss als kaltes; 1 Liter eiskaltes Wasser wiegt 1000 Grm., 1 Liter kochendheisses aber nur 955 Grm. Bei dem Erkalten oder dem Entweichen der Wärme zieht es sich wieder zusammen und wird dadurch wieder dichter und schwerer.

Wie das Wasser, so verhalten sich alle übrigen Flüssigkeiten, ja auch die festen und luftförmigen Körper; es kann daher als ein Naturgesetz angesehen werden: dass die Körper durch Erwärmung ausgedehnt, durch Abkühlung hingegen zusammengezogen werden. Diese Ausdehnung ist aber sehr verschieden; manche Körper dehnen sich bei gleicher Erwärmung stärker aus, andere wieder schwächer, der Weingeist z. B. $2\frac{1}{2}$ -mal stärker, das Quecksilber $2\frac{1}{2}$ -mal schwächer als das Wasser. Bei den Flüssigkeiten, welche dem Maasse nach ein- und verkauft werden, kann diese Wirkung der Wärme oft ökonomisch wichtig werden; denn wenn man beispielsweise 100 Maass Branntwein oder Spiritus bei starker Sommerhitze einkauft, bei starker Winterkälte aber wieder verkauft, so wird man 4 bis 5 Maass daran verlieren, ebenso viel dagegen gewinnen, wenn der Einkauf im Winter und der Verkauf im Sommer erfolgt.

Versuch. Um die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme deutlicher beobachten zu können, passe man auf ein Kochfläschchen einen Kork, den man zuvor mit einem Stück Holz so lange gelind geklopft hat, bis er so weich geworden ist, dass er schon bei sanftem Eindrehen in die Oeffnung des Gläschens sich überall genau an das Glas anlegt; den Kork durchbohre man in der Mitte mittelst einer runden Feile, bis sich in die entstandene, möglichst cylindrische Oeffnung eine Glasröhre, etwas streng, einschieben lässt. Nun fülle man das Gläschen so weit mit Wasser an, dass dieses, wenn der Kork fest

eingedreht wird, in der Röhre ungefähr bis *a* steht, und erwärme es wie bei dem vorigen Versuche.

Fig. 10.



Das Wasser, welches bei dem vorigen Versuche durch die Kraft der Wärme aus dem Gläschen herausgedrängt wurde, wird hier in der Röhre in die Höhe gehoben, und zwar wird es um so höher steigen, je enger die Glasröhre ist. Man kann auf diese Weise selbst sehr kleine Raumveränderungen noch sichtbar fürs Auge machen, und diese Veränderungen dann dazu benutzen, um aus ihnen einen Schluss auf die Zu- oder Abnahme der Wärme zu ziehen, oder was dasselbe ist, um die Wärme zu messen. Dies geschieht durch besondere Instrumente, die Thermometer oder Wärmemesser heißen.

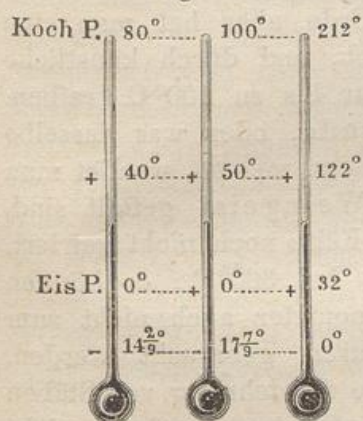
25. Thermometer oder Wärmemesser. Man könnte die Ausdehnung des Wassers in dem eben besprochenen Versuche leicht zum Messen der

Wärme anwenden, wenn man die Stelle an der Glasröhre, bis zu welcher das Wasser beim Kochen in die Höhe stieg, sowie gleichfalls diejenige Stelle, bis zu der es beim Erkalten in Schnee fallen würde, anzeichnete und diesen Raum in Grade einteilte. Viel zweckmässiger aber benutzt man statt des Wassers Quecksilber, da dieses schwerer kocht und schwerer gefriert, überdies auch schneller warm und wieder kalt wird, also die Wärmeänderungen rascher angiebt.

Das Gefäss, in welches man das Quecksilber bringt, kann gleichfalls als aus einem Fläschchen und einer Glasröhre zusammengesetzt angesehen werden, die aber, statt durch Kork verbunden, mit einander zusammengeschmolzen sind. Nachdem dasselbe mit Quecksilber ziemlich angefüllt und auch oben zugeschmolzen worden, taucht man es in schmelzenden Schnee und bezeichnet die Stelle, bis zu welcher das Quecksilber sinkt, mit dem Namen Eispunkt; mit Siedepunkt aber diejenige, bis zu wel-

cher das Quecksilber in kochendem Wasser steigt. Der zwischen diesen zwei festen Punkten inneliegende Raum lässt sich nun in beliebig viele Theile oder Grade theilen, welche zusammen die Scala oder Stufenleiter bilden. Die Grade unter dem Eispunkte werden eben so gross aufgetragen, wie die über demselben. Leider sind statt einer einzigen Scala deren mehrere in Gebrauch gekommen. Die bekanntesten darunter sind folgende drei: die 80theilige von Réaumur (R.), die 100theilige oder Centesimalscala von Celsius (C.) und die 180theilige von Fahrenheit (F.). Die Verschiedenheiten derselben werden sich aus den beistehenden Figuren leicht ersehen lassen.

Fig. 11.



Nach R. gefriert das Wasser bei 0° und kocht bei 80° ; nach C. gefriert das Wasser bei 0° und kocht bei 100° ; nach F. gefriert das Wasser bei $+ 32^{\circ}$ und kocht bei 212° .

Fahrenheit, ein Physiker, fing sonderbarer Weise nicht beim Eispunkte zu zählen an, sondern 32° unter demselben. Die Scala desselben ist in England allgemein gebräuchlich, daher die hohen Grade, die man in englischen Schriften findet. Bei uns ist im gewöhnlichen Leben die Réaumur'sche am verbreitet-

sten, in wissenschaftlichen Werken aber benutzt man allgemein die Centesimalscala, welche auch in Frankreich sonst allgemein angewendet wird. Sie gilt gleichfalls für die in diesem Werkchen angegebenen Wärmegrößen oder Temperaturen. Um diese Scalen mit einander zu vergleichen, braucht man nur im Gedächtniss zu behalten, dass 4° R. so gross sind als 5° C. oder 9° F. Will man Grade von F., die über dem Eispunkte liegen, in Grade von R. oder C. umwandeln, so muss man natürlich zuvor 32° in Abzug bringen, eben so viele aber zum Producte zuaddiren, wenn es sich um die Verwandlung von R. oder C. Graden in Fahrenheit'sche handelt. Den Graden über 0° giebt man das Pluszeichen (+), den Graden unter 0° , die man gewöhnlich Kältegrade nennt, das Minuszeichen (-).

Zu chemischen Versuchen eignet sich am besten ein cylin-

drisches Thermometer, welches bis zu 300°C . geht, da sich dieses, wie beistehende Abbildung zeigt, leicht durch einen Kork stecken und dann auf Flaschen befestigen lässt, in denen Flüssigkeiten bei bestimmten Temperaturen erhitzt werden sollen. Die bei dieser Art von Thermometern über den Kochpunkt des Wassers hinausragenden Grade werden auf der langen Glasröhre eben so gross aufgetragen, wie die, welche man durch Theilung des Raums zwischen 0° und 100° erhielt.

Fig. 12.



26. Messen hoher Kälte- und Hitzgrade. Das Quecksilber gefriert bei -40°C .; in den nördlichen Regionen unserer Erde aber hat man eine Kälte von 50°C . beobachtet, und durch künstliche Mittel kann man diese sogar bis zu 100°C . treiben. Um solche hohe Kältegrade, oder was dasselbe ist, so niedrige Wärmegrade zu messen, wendet man Thermometer an, die mit Weingeist gefüllt sind, da dieser selbst bei 100°C . Kälte noch nicht gefriert.

Das Quecksilber kocht bei 360°C ., es können daher damit gefüllte Thermometer auch nicht zum Messen höherer Temperaturen gebraucht werden.

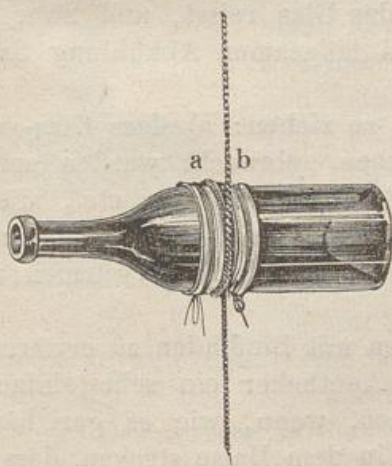
Starke Hitzgrade sucht man durch die Ausdehnung von Stäben aus Platin, einem Metalle, welches im heftigsten Ofenfeuer nicht schmilzt, zu bestimmen. Instrumente dieser Art heissen Pyrometer oder Feuermesser. Durch Brennspiegel, durch starke elektrische Ströme und auf chemischem Wege ist man im Stande, eine Hitze von mehr als 2000°C . hervorzubringen.

27. Ausdehnung fester Körper. Ein Kochtopf, der kalt eben zu einer Ofenthür hineingeht, lässt sich heiss nicht wieder herausnehmen, denn er ist durch die Erhitzung grösser geworden; ein eiserner Wagenreif, glühend um ein Rad gelegt, presst sich beim Erkalten fest ins Holz ein und hält den Radkranz mit grosser Kraft zusammen; ein Stahl, der glühend streng in eine Plattglocke passt, füllt diese nach dem Erkalten nicht mehr aus, sondern lässt sich in ihr hin und her schütteln. Beide, der Wagenreif und der Plattstahl, sind durch das Erkalten kürzer und kleiner geworden. Dieses Grösserwerden durch Erwärmung und

Kleinerwerden durch Abkühlung zeigt uns klar, dass auch die festen Körper durch Wärme ausgedehnt, durch Entziehung der Wärme aber zusammengezogen werden. Viele Erscheinungen aus dem gewöhnlichen Leben finden dadurch eine einfache Erklärung. Unsere Wanduhren gehen im Winter vor, im Sommer nach, weil die Pendelstange derselben im Sommer länger wird und dann langsamere Schwingungen macht, während sie durch die Winterkälte verkürzt wird und schneller schwingt. Ein Klavier bekommt in einer kalten Stube einen höheren Ton als in einer warmen, weil die Saiten in der Kälte zusammengezogen, also kürzer und sonach stärker gespannt werden; ein in eine Wand eingeschlagener Nagel wird mit der Zeit locker, weil das Eisen sich im Sommer stärker ausdehnt und im Winter stärker zusammenzieht als Stein oder Holz und auf diese Weise die Oeffnung nach und nach erweitert. Aus diesem Grunde dürfen Eisenbahnschienen nicht fest an einander gelegt, Dampfrohren nicht fest eingemauert, Zinkplatten bei Bedachungen nicht zusammenge nagelt, sondern gefalzt werden, damit sie sich bei eintretendem Temperaturwechsel ohne zu reißen zusammenziehen, und ohne sich zu werfen ausdehnen können.

Spröde Körper, z. B. Glas oder Porzellan, können durch eine plötzliche Erhitzung oder Abkühlung leicht so schnell ausgedehnt oder zusammengezogen werden, dass sie zerspringen.

Fig 13.



Versuch. Man umwickle eine Flasche an zwei einander ganz nahe liegenden Stellen so lange mit mehrfach zusammengelegten Papierstreifen, bis zwei kleine Wälle, *a* und *b*, entstanden sind, zwischen denen sich eine ungefähr federkielbreite Gasse befindet. Diese zwei Papierwülste werden mit Bindfaden fest gebunden, so dass sie sich nicht leicht verschieben lassen. An der vertieften Stelle wird nun ein Bindfaden um das Glas ge-

schlungen und so lange hin und her gezogen, bis er zerreißt. Giesst man jetzt schnell kaltes Wasser in die Gasse, so springt das Glas an dieser Stelle von einander, als ob es durchschnitten worden wäre. Die scharfen Ränder macht man durch gelindes Streichen mit einer Feile stumpf. Man kann sich auf diese Weise aus gewöhnlichen Medicin- oder Eau de Cologne-, ja selbst aus grösseren Flaschen leicht Glasglocken machen, welche sich zum Auffangen von Luftarten, zu Auflösungen, Niederschlagungen und anderen chemischen Arbeiten ganz gut anwenden lassen.

Dass ein Paar Körper heiss werden, wenn wir sie schnell an einander reiben, wer wüsste das nicht? Hat doch Jeder wohl an sich die Erfahrung gemacht, dass man die Hände verbrennen kann, wenn man sich schnell an einem Seile oder einer Stange herablässt, oder es einmal mit angesehen, wie ein Wagenrad durch schnelles Fahren heiss wurde, wenn es nicht gut eingeschiert war. Das schnelle Hin- und Herziehen des Bindfadens auf dem Glase bringt auch hier eine solche Hitze hervor, dass das Glas an der Stelle, wo die Reibung stattfindet, sehr heiss wird und der Bindfaden endlich brandig riecht und zerreißt. Mit dieser Erhitzung ist natürlich auch eine Ausdehnung des Glases verbunden. Wird diese Stelle nun durch aufgegossenes kaltes Wasser äusserlich schnell abgekühlt, so müssen die ausgedehnten Glastheilchen sich schnell wieder zusammenziehen, und dieses Zusammenziehen erfolgt an der äusseren Fläche so rasch, dass die nicht so schnell abgekühlten Theile im Inneren der Glasmasse nicht folgen können: das Glas reisst, und zwar um so leichter, je dicker es ist. Bei langsamer Abkühlung findet ein Zerspringen nicht statt.

Hieraus sind die zwei Lehren zu ziehen: a) dass Glas- und Porzellangeschirre, die zum Kochen gebraucht werden sollen, z. B. Kochfläschchen, Kolben, Retorten, Schalen etc., dünne Wände, namentlich am Boden, haben müssen, und b) dass man dieselben beim Gebrauche immer nur langsam erwärmen und langsam abkühlen darf.

Die Methode, Glas durch Sägen mit Bindfaden zu erwärmen, bietet auch dem Chemiker und Apotheker ein sehr einfaches Mittel dar, um Glasgefässe zu öffnen, wenn, wie es gar häufig vorkommt, die Glasstöpsel so fest in dem Halse stecken, dass sie weder durch Drehen noch Klopfen herausgebracht werden kön-

nen. Man hat dann nur nöthig, einen dicken Bindfaden um den Hals zu legen, und mit demselben so lange zu sägen, bis die Oeffnung sich soweit ausgedehnt hat, dass der Stöpsel locker wird.

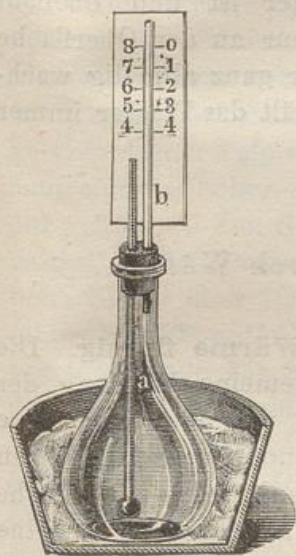
Die Ausdehnung der festen Körper ist gleichfalls verschieden, wie bei den Flüssigkeiten, und in allen Fällen weit geringer als bei den letzteren; am beträchtlichsten ist sie bei den metallischen Körpern.

Ueber die Ausdehnung der gasförmigen Körper durch die Wärme wird bei der Luft das Erforderliche mitgetheilt werden (104.).

28. Ausdehnung des Wassers durch Abkühlung. Eine merkwürdige Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze: dass die Wärme die Körper ausdehnt, die Kälte sie aber zusammenzieht, kommt beim Wasser vor.

Versuch. Ein grösseres Kochfläschchen wird genau so vorge-
richtet, wie es bei dem Versuche 24 (Fig. 10) angegeben wurde, nur

Fig. 14.



durchbohrt man den Kork noch ein zweites Mal, um durch diese Oeffnung ein Thermometer (a) in die Flüssigkeiten zu tauchen und dadurch deren Temperatur zu bestimmen. Man lässt auch etwas mehr Wasser im Gläschen, so dass es die Röhre b bis oben anfüllt. An diese Röhre klebt man mittelst Wachs einen Papierstreifen, auf dem man den Stand des Wassers durch einen Federstrich anzeigen kann, wenn das Thermometer um einen Grad gefallen ist, und setzt dann das Ganze in ein Gefäss voll Schnee. Während des Abkühlens sinkt das Wasser in der Röhre, und zwar so lange, bis das Thermometer 4° C. zeigt. Bei noch stärkerer Abkühlung dagegen fällt es nicht weiter, wie man vermuthen sollte, sondern es fängt im Gegentheil wieder zu

steigen an und dehnt sich so lange aus, bis es zum Gefrieren kommt. Bei 0° hat es gerade die Höhe wieder, auf der es bei 8° stand. Das Wasser ist demnach bei + 4° am schwersten oder dichtesten; bei allen anderen Flüssigkeiten nimmt die Dichtigkeit hingegen gleichmässig mit der Abkühlung zu.

Stöckhardt, die Schule der Chemie.

29. Eisbildung im Winter. So bedeutungslos diese Unregelmässigkeit auf den ersten Blick erscheinen mag, zu so hoher Bewunderung muss sie uns doch hinreissen, wenn wir auf die Folgen derselben blicken. Ohne diese Ausnahme würde unser Vaterland ein grönländisches Klima haben. Die Abkühlung unserer Gewässer bei eintretendem Winter erfolgt hauptsächlich durch die kalte Luft, also von oben; das entstandene kältere Wasser ist schwerer, es sinkt folglich zu Boden und das wärmere von unten tritt an seine Stelle, welches wieder abgekühlt wird und niedersinkt. Würde das Wasser bis zu seinem Gefrierpunkt fortwährend dichter, so müsste diese Circulation fort dauern, bis alles Wasser bis zur grössten Tiefe hinab 0° erreicht hätte, und einige kalte Tage würden dann hinreichen, unsere Seen und Flüsse bis auf den Grund in Eis zu verwandeln. Dies geschieht aber nicht, weil der gedachte Kreislauf, und mit ihm die schnelle Abkühlung des Wassers, von dem Zeitpunkte an aufhört, wo die Temperatur des Wassers bis auf $+ 4^{\circ}$ C. gesunken ist, da das noch mehr erkaltete Wasser dann leichter ist und obenauf schwimmt. Das Gefrieren kann hiernach nur an der Oberfläche stattfinden und die entstandene Eisrinde nur ganz allmählig wachsen. In geringer Tiefe unter derselben behält das Wasser immer eine Temperatur von $+ 4^{\circ}$ C.

Schmelzen fester Körper durch Wärme.

30. Feste Körper werden durch Wärme flüssig. Die Ausdehnung der Körper war die erste allgemeine Wirkung der Wärme; an den festen Körpern bemerken wir aber noch eine besondere Wirkung der Wärme: sie verändern nämlich ihren Aggregatzustand, sie werden flüssig, sie schmelzen. Manche werden vor dem Schmelzen erst weich, so dass sich einzelne Stückchen davon zu einem ganzen Stücke zusammenkneten lassen, z. B. Butter, Glas und Eisen; das spröde Glas lässt sich in diesem Zustand biegen und formen wie Wachs, das Eisen schweissen.

Versuch. Man halte eine dünne Glasröhre in den oberen Theil einer Weingeistflamme und drehe sie dabei langsam zwi-

schen den Fingern: sie wird, so wie sie glühend geworden ist, so weich sein, dass man sie beliebig biegen kann. Auf diese Weise kann man sich die mannigfach gebogenen Röhren, die zu chemischen Versuchen gebraucht werden, leicht selbst darstellen. Bei stärkeren Röhren wendet man eine Lampe mit doppeltem Luftzuge an, die eine ungleich stärkere Hitze giebt, als die einfache Weingeistlampe. Das Zerschneiden der Glasröhren geschieht mittelst einer kleinen dreieckigen Feile. Man hat nur nöthig, an der betreffenden Stelle einen kleinen Querstrich mit der Feile zu machen, die Röhre bricht dann, bei gelindem Ziehen oder Biegen, an diesem Orte leicht entzwei.

Die meisten festen Körper werden plötzlich flüssig, wie man dies beim Schmelzen des Eises, des Bleies etc. leicht wahrnehmen kann.

31. Schmelzpunkt. *Versuch.* Man setze eine Tasse voll Schnee oder Eis und eine andere mit einem Stück Talglicht auf einen warmen Ofen und tauche von Zeit zu Zeit ein Thermometer in die schmelzenden Massen: man wird finden, dass das Thermometer in dem ersten Gefäße auf 0° , in dem zweiten auf ungefähr 38° C. so lange stehen bleibt, als noch ungeschmolzenes Eis oder ungeschmolzener Talg vorhanden ist. Erst nach vollständiger Schmelzung steigt es höher. Wir nennen den Wärmegrad, bei dem ein Körper schmilzt, den Schmelzpunkt. Er ist überaus verschieden, bald über, bald unter dem Eispunkte; beim Blei z. B. über 300° C., beim Silber über 1000° C.; festes Quecksilber hingegen schmilzt schon bei 40° unter Null. Stellt man die beiden Tassen mit dem geschmolzenen Eis und Talg in die Kälte, so bemerkt man, dass der Talg sehr bald wieder erstarrt, ungefähr bei $+ 35^{\circ}$, das Wasser aber erst dann, wenn es bis zu 0° abgekühlt ist. Das Erstarren oder Gefrieren flüssiger Körper erfolgt also nahezu bei derselben Temperatur, bei welcher dieselben Körper, wenn sie fest sind, flüssig werden oder schmelzen.

Manche Körper, z. B. die Kohle, sind bis jetzt noch nicht zum Schmelzen, andere, z. B. der Weingeist, noch nicht zum Gefrieren gebracht worden; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass, wenn wir noch höhere Hitze oder Kälte hervorzubringen lernen, wir dahin kommen werden, alle festen Körper flüssig und alle flüssigen wieder fest zu machen.

32. Beim Schmelzen verschwindet Wärme. Versuch. Auf die Kochplatte eines geheizten Ofens stelle man zwei gleich grosse Töpfe, den einen mit 1 Kilogrm. Schnee von 0° , den anderen mit 1 Kilogrm. Wasser von 0° , und entferne sie wieder, wenn der Schnee in dem ersten Gefässe eben geschmolzen ist. Durch das blossе Gefühl schon wird man bemerken, dass das Schneewasser im ersten Gefässe kalt geblieben, das Wasser im zweiten Gefässe aber heiss geworden ist; ein eingetauchtes Thermometer wird in dem ersten 0° , in dem letzteren $+ 75^{\circ}$ C. anzeigen. Da beide Töpfe gleichviel Wärme vom Ofen empfangen und vorher auch gleiche Temperatur hatten, so drängt sich von selbst die Frage auf: wohin sind die 75 Grad Wärme gekommen, die das mit Schnee gefüllte Gefäss erhielt? Als Antwort dient hierauf: sie sind vom Schnee verschluckt worden, und dieser hat dadurch eine flüssige Gestalt angenommen, er ist geschmolzen.

Versuch. In das Gefäss, welches das Kilogramm von dem bis zu 75° C. erhitzten Wasser enthält, schütte man ein Kilogramm Schnee von 0° , und prüfe wieder mit dem Thermometer: das Quecksilber wird bis auf den Eispunkt herabgesunken sein, so wie aller Schnee zergangen ist. Der Schnee hat also auch hier dem heissen Wasser 75° Wärme entzogen und ist dabei flüssig geworden.

33. Beim Erstarren wird Wärme frei. Versuch. Die bei dem vorigen Versuche verschwundene Wärme ist keineswegs vernichtet, sie ist im Wasser nur versteckt (latent) und bleibt so lange bei demselben, als es flüssig bleibt; sie wird aber wieder frei oder fühlbar, wenn das Wasser feste Gestalt annimmt. Man nimmt dies sehr deutlich wahr, wenn man auf 100 Grm. gebrannten Kalk 50 Grm. Wasser sprengt; der Kalk bläht sich auf, wird sehr heiss und zerfällt endlich zu einem staubigen Pulver. Wird dieses nach dem Erkalten gewogen, so zeigt sich eine Gewichtszunahme von etwa 30 Grm.; aus 100 Grm. Kalk sind 130 Grm. Kalkpulver (gelöschter Kalk) geworden; das fehlende Wasser ist als Wasserdampf weggegangen. Was die Gewichtszunahme bewirkt hat, das kann nur das Wasser sein, welches sich mit dem Kalk chemisch vereinigte; dieses kann ferner nur in fester Gestalt in dem gelöschten Kalk sein, denn der letztere ist ein ganz trockener, staubiger Körper. Die starke Erhitzung er-

klärt sich theils daraus, dass das Wasser beim Festwerden die Wärme wieder abgab, die es beim Schmelzen verschluckt hatte theils daraus, dass ein Paar Körper sich mit grosser Energie chemisch mit einander verbanden. Ein gleiches Verschwinden von Wärme findet überall statt, wo feste Körper flüssig werden; ein Freiwerden von Wärme dagegen überall, wo flüssige Körper erstarren, und es erklärt sich hieraus ganz einfach, warum z. B. die Luft immer kühl bleibt, so lange der Schnee und das Eis im Frühjahr wegthauen, warum die Kälte bei Schneefall gelinder wird etc.

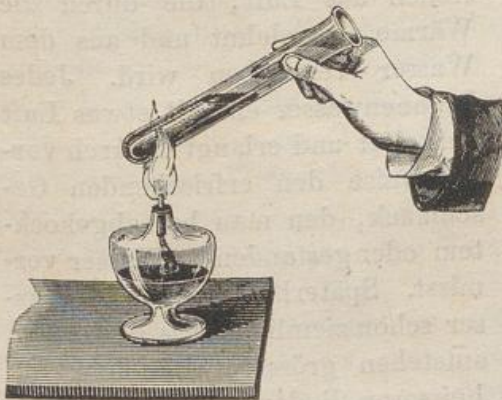
Die Wärme, die wir durch das Gefühl und das Thermometer wahrnehmen, nennen wir freie Wärme; sie haftet nur lose an den Körpern und entweicht beim Abkühlen wieder aus ihnen; die unbemerkbare Wärme dagegen, welcher die tropfbaren Körper ihre Flüssigkeit verdanken, und die nur beim Erstarren derselben wieder entweicht oder frei wird, heisst gebundene oder latente Wärme. Die Flüssigkeiten können sonach als Verbindungen von festen Körpern mit latenter Wärme betrachtet werden.

Kochen und Verdampfen flüssiger Körper.

34. Kochen des Wassers. Das Wasser kocht bekanntlich, wenn es bis auf eine gewisse Temperatur erhitzt wird.

Versuch. In einem Probirgläschen wird Wasser, in welches man einige Sägespäne gestreut hat, über einer Weingeistlampe erhitzt. Das Gläschen wird oben angefasst und anfangs einige Minuten zwischen den Fingern gedreht, damit die Flamme alle Stellen der Bodenfläche gleichmässig treffe und erwärme. Beobachtet man das Wasser genau, so wird man bemerken, dass die leichten Holzspänchen an der oberen Wand des Gläschens in

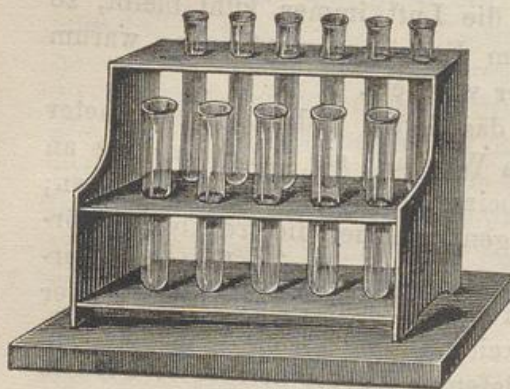
Fig. 15.



oben angefasst und anfangs einige Minuten zwischen den Fingern gedreht, damit die Flamme alle Stellen der Bodenfläche gleichmässig treffe und erwärme. Beobachtet man das Wasser genau, so wird man bemerken, dass die leichten Holzspänchen an der oberen Wand des Gläschens in

die Höhe, an der unteren herabsteigen; das warm und leichter gewordene Wasser steigt sonach aufwärts und dafür sinkt das kältere, also auch schwerere Wasser herab: das Wasser circulirt. In Folge dieser Kreisbewegung erfolgt die Erwärmung von Flüssigkeiten immer schneller, wenn man das Feuer unter denselben anbringt.

Fig. 16.



Die Probirgläschen sind cylindrische Glasgefässe mit einem halbkugelförmigen Boden. Damit sie beim Kochen nicht springen, muss der Boden gleichförmig ausgeblasen und nicht von zu dickem Glase sein. Zur bequemen Aufstellung derselben dient ein einfaches Holzgestell von nebenstehender Form (Fig. 16).

Fig. 17.



Versuch. Man wiederhole den vorigen Versuch, aber in einem Kochfläschchen und ohne Sägespäne, damit das Wasser durchsichtig bleibe: es werden sich nach kurzer Zeit viele kleine Perlen an den Glaswänden zeigen, die allmählig grösser werden und in die Höhe steigen. Diese Bläschen bestehen aus Luft, die durch die Wärme ausgedehnt und aus dem Wasser vertrieben wird. Jedes Brunnenwasser enthält etwas Luft aufgelöst und erlangt dadurch vorzugsweise den erfrischenden Geschmack, den man bei abgekochtem oder gestandenem Wasser vermisst. Späterhin, wenn das Wasser schon ziemlich heiss geworden, entstehen grössere Bläschen am heisseren Boden des Fläschchens,

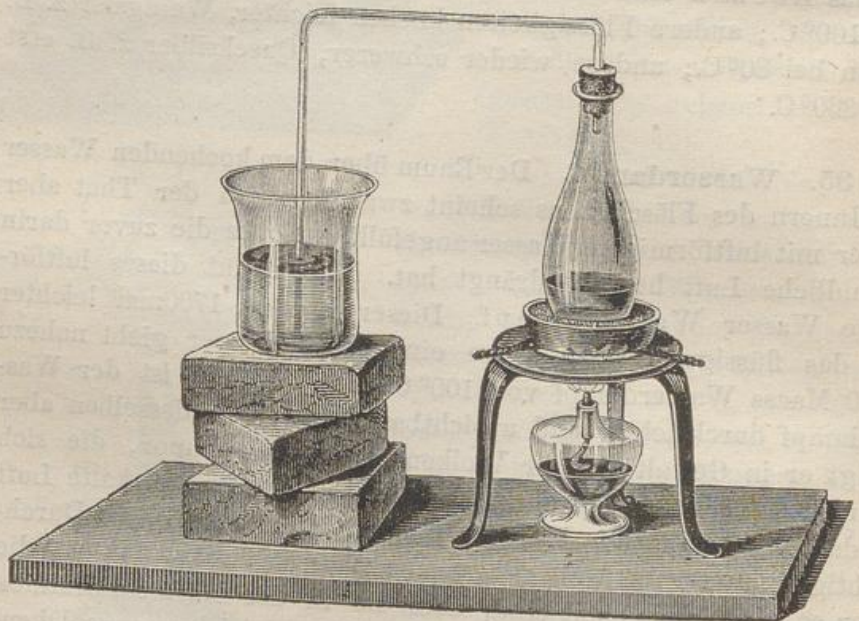
die gleichfalls in die Höhe steigen, aber beim Aufsteigen kleiner werden und wieder vergehen, ehe sie die Oberfläche des Wassers erreicht haben; sie bestehen aus luftförmigem Wasser (Wasserdampf), welches durch die weniger heisse obere Flüssigkeit wieder zu flüssigem wird. Das Zusammenfallen der Wassertheilchen an den Stellen, wo diese Blasen von Wasserdampf verschwinden, verursacht das dem Kochen vorangehende, eigenthümliche Geräusch, welches man gewöhnlich das Singen des Wassers nennt. Ist die ganze Wassermenge bis zu 100°C . erhitzt, so werden diese Blasen nicht mehr unterwegs verdichtet, sondern steigen bis zur Oberfläche und bleiben hier, von einer dünnen Schicht Wasser umgeben, einige Augenblicke auf dem Wasserspiegel, bis sie endlich zerplatzen, weil der Wassermantel sich wieder niedersenkt. Dies ist das Kochen oder Sieden des Wassers. Das Wasser kocht bei 100°C .; andere Flüssigkeiten kochen leichter, Weingeist z. B. schon bei 80°C .; andere wieder schwerer, Quecksilber z. B. erst bei 360°C .

35. Wasserdampf. Der Raum über dem kochenden Wasser im Innern des Fläschchens scheint zwar leer, in der That aber ist er mit luftförmigem Wasser angefüllt, welches die zuvor darin befindliche Luft herausgedrängt hat. Man nennt dieses luftförmige Wasser Wasserdampf. Dieser ist fast 1700mal leichter als das flüssige Wasser, denn ein Maass Wasser giebt nahezu 1700 Maass Wasserdampf von 100°C . Im Gläschen ist der Wasserdampf durchsichtig und unsichtbar, ausserhalb desselben aber steigt er in Gestalt weisser Wolken in die Luft empor, die sich sehr stark vermehren, wenn man durch eine Glasröhre kalte Luft in das Gläschen bläst. Durch Abkühlung geht nämlich die Durchsichtigkeit verloren, weil sich wieder Wasserbläschen bilden, die aber so klein und leicht sind, dass sie in der Luft schwimmen können. Die Wolken am Himmel bestehen gleichfalls aus solchem halb verdichteten Wasserdampf. Bei weiter fortschreitender Verdichtung fliessen die Dunstbläschen zu Tropfen zusammen, welche nun als Regen herabfallen. Ein Thermometer, in das kochende Wasser getaucht, zeigt 100°C ., in dem darüber befindlichen durchsichtigen Dampfe gleichfalls nur 100°C . und diese Temperatur steigt durchaus nicht höher, mag man das Kochen noch so lange fortsetzen oder die Flamme der Lampe noch so stark machen.

Es tritt ein ähnlicher Fall ein, wie beim Schmelzen des Schnees: es verschwindet Wärme, und dieses Verschwinden erfolgt auch aus gleicher Ursache wie dort: der Wasserdampf braucht Wärme zu seinem Bestehen und verbindet sich so innig mit derselben, dass sie unfühlbar, dass sie latent wird. Wie Wasser als eine Verbindung von Eis mit latenter Wärme anzusehen ist, so ist Wasserdampf als eine Verbindung von Eis mit noch mehr latenter Wärme zu betrachten, welche letztere erst dann wieder frei werden kann, wenn aus dem Dampfe Wasser wird.

36. Kochen durch Wasserdampf. *Versuch.* Man verbinde eine gebogene Glasröhre durch einen Kork mit einem Kochfläschchen in der Weise, dass der kürzere Schenkel der Röhre in dem

Fig. 18.



Halse des Fläschchens festsetzt, der längere dagegen frei bis auf den Boden eines Becherglases oder eines gewöhnlichen Trinkglases reicht. Hierauf giesse man in jedes dieser zwei Gefäße 100 Grm. eiskaltes Wasser und erwärme das Kochfläschchen auf einem Dreifusse allmählig bis zum Kochen. Die Zeit, welche nöthig ist, um diese 100 Grm. Wasser bis zum Sieden zu erhitzen, wird angemerkt. Man lässt das Sieden so lange fort dauern, bis auch das Wasser in dem Becherglase in wallende Bewegung gerathen ist,

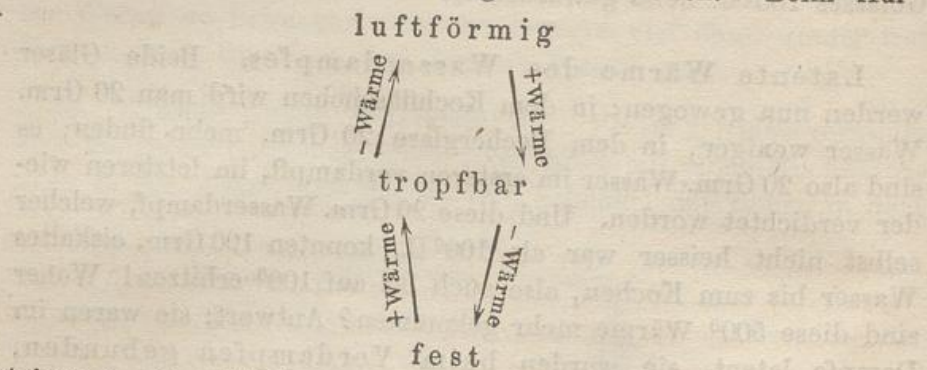
und merkt sich die verflossene Zeit ebenfalls an; sie wird der ersten nahezu gleich sein. Der Wasserdampf, welcher sich beim Erhitzen des Fläschchens bildet, hat keinen anderen Ausweg als den durch die Röhre und das kalte Wasser, in welches die letztere eintaucht; beim Durchgehen durch dieses Wasser wird er aber verdichtet, und zwar so lange, bis auch der Inhalt des zweiten Gefässes 100°C. heiss geworden ist und siedet.

Latente Wärme des Wasserdampfes. Beide Gläser werden nun gewogen: in dem Kochfläschchen wird man 20 Grm. Wasser weniger, in dem Becherglase 20 Grm. mehr finden; es sind also 20 Grm. Wasser im ersteren verdampft, im letzteren wieder verdichtet worden. Und diese 20 Grm. Wasserdampf, welcher selbst nicht heisser war als 100°C. , konnten 100 Grm. eiskaltes Wasser bis zum Kochen, also auch bis auf 100° erhitzen! Woher sind diese 500° Wärme mehr gekommen? Antwort: sie waren im Dampfe latent, sie wurden beim Verdampfen gebunden, beim Verdichten wieder frei. Sie stammen auch aus der Spiritusflamme, wie man aus den oben angemarkten Zeilen leicht ansehen kann. Angenommen, die Zeit, die nöthig war, um das Wasser im ersten Fläschchen ins Kochen zu bringen, habe 10 Minuten, und die Zeit von da bis zum Kochen des Wassers im zweiten Gefässe gleichfalls 10 Minuten betragen, so folgt, dass dieselbe Wärmemenge, die gebraucht wurde, um 100 Grm. Wasser von 0° bis 100°C. zu erhitzen, nur hinreichte, um 20 Grm. Wasser zu verdampfen; die ganze Wärme, welche in den letzten 10 Minuten durch die Weingeistlampe entstand, muss also als latente Wärme in den Dampf übergegangen sein. Nahmen 20 Grm. kochendes Wasser beim Verdampfen 500°C. Wärme auf, so muss der entstandene Wasserdampf auch wieder ebenso viel abgeben, wenn er wieder zu flüssigem Wasser wird; er muss also im Stande sein, aus 100 Grm. Wasser von 0° 100 Grm. von 100° zu machen.

Die Eigenschaft des Wasserdampfes, grosse Mengen von Wärme zu binden und sie beim Verdichten wieder abzugeben, macht denselben sehr geeignet zum Erhitzen von anderen Körpern, die man hierdurch zugleich gegen das Anbrennen sichert, da der Dampf in unverschlossenen Gefässen nicht heisser als 100°C. werden kann. In den Apotheken bereitet man Infusionen, Decocte und Extracte durch Dampf; in Haushaltungen kocht

man Speisen damit; in Brennereien destillirt man durch Dampf; in Färbereien und Bleichereien wendet man ihn zum Auskochen und Ausfärben der Stoffe mit Wasser an; in anderen Etablissements zum Heizen der Locale, zum Trocknen u. s. w.

Die Verminderung und Vermehrung der Wärme durch Aenderung des Aggregatzustandes der Körper kann durch nachstehendes Schema anschaulicher gemacht werden. Beim Auf-



steigen in der Richtung der Pfeile (beim Schmelzen und Verdampfen) wird Wärme latent, beim Herabsteigen (beim Verdichten von Dämpfen und beim Erstarren flüssiger Körper) wird Wärme frei.

37. Verdunstung des Wassers. Wasser, in einer Tasse an die Luft gestellt, verschwindet nach und nach, im Sommer schneller, im Winter langsamer: es wird durch die Wärme der Luft luftförmig, es verdunstet. Hierbei geschieht dasselbe, wie bei der Verdampfung, nur allmählig und ohne sichtbare Bewegung des Wassers, weil dieses nur an der Oberfläche, nicht aber zugleich, wie beim Kochen, im Innern luftförmig wird. Der Dampf oder Dunst steigt in unsichtbarer Gestalt in die Luft.

Wassergehalt der Luft. Warme Luft kann zwar mehr Wasserdunst aufnehmen als kalte, immerhin aber nur für jeden Temperaturgrad eine festbestimmte Menge: eine grössere, wenn sie wärmer ist, eine geringere, wenn sie kälter ist. So können 100 Maass Luft bei 0°C . aufnehmen: $\frac{2}{3}$ Maass Wasserdunst, bei 10°C . $1\frac{1}{4}$ Maass, bei 20°C . $2\frac{1}{8}$ Maass u. s. w. Hat die Luft die Quantität Wasserdunst, die sie bei ihrer Temperatur zu fassen vermag, noch nicht aufgenommen, fänden sich z. B. in 100 Maass Luft von 20° nur erst 1 oder $1\frac{1}{2}$ Maass davon, so nimmt sie begierig noch mehr auf, und nasse Gegenstände werden darin

durch rasche Verdunstung schnell trocken; wir nennen sie dann trockne Luft. Enthält sie dagegen schon so viel Wasserdunst, als sie bei der Wärme, die sie gerade besitzt, festzuhalten oder, wie man gewöhnlich sagt, aufzulösen im Stande ist, so heisst sie feucht oder mit Dünsten gesättigt, weil feuchte Sachen in ihr nur langsam oder gar nicht trocknen. Kommen zu dieser mit Feuchtigkeit gesättigten Luft noch mehr Dämpfe, oder wird sie abgekühlt, so sondert sich der Ueberschuss in Gestalt von sichtbaren Dunstbläschen aus, die man Nebel nennt, wenn sie auf dem Erdboden aufliegen, Wolken dagegen, wenn sie in höheren Luftregionen schwimmen. Zu Erscheinungen dieser Art gehören ferner: der weisse Rauch, den wir im Winter aus den Schornsteinen aufsteigen sehen, das Sichtbarwerden unsers Athems, wenn wir ihn in kalte Luft aushauchen, das Rauchen der Flüsse zur Winterszeit und nach einem Gewitter etc.

38. Thaupunkt. Erfolgt das Erkalten der Luft durch einen kalten, festen Körper, so setzen sich die verdichteten Dünste an demselben als kleine Wasserbläschen ab, wie wir es an dem Beschlagen eines kalten Glases sehen, das wir in eine warme Stube bringen, oder an dem Anlaufen unserer Fensterscheiben an der inneren Seite, wenn sie durch die kalte äussere Luft abgekühlt werden. Die Temperatur, bei welcher dies geschieht, bezeichnet man mit dem Namen: Thaupunkt; derselbe zeigt uns an, dass bei dieser Temperatur die Luft vollkommen mit Wasserdunst gesättigt sein würde.

Versuch. Um den Thaupunkt zu finden, fülle man ein Trinkglas mit überschlagenem (nicht zu kaltem) Wasser $\frac{1}{4}$ voll,

Fig. 19.



tauche ein Thermometer in dasselbe und setze nun nach und nach in kleinen Zwischenräumen so lange recht kaltes Wasser oder besser Eis hinzu, bis das Glas an der Aussenseite zu beschlagen anfängt. So wie dies geschieht, sieht man nach, wie weit das Quecksilber im Thermometer gesunken ist; der Grad, bei dem es steht, ist als der Thaupunkt der Luft zu betrachten. Muss sehr viel kaltes Wasser

zugesetzt werden, ehe das Glas beschlägt, liegt also der Thaupunkt viel tiefer als die Temperatur der Luft, so können wir auf gutes Wetter schliessen; liegen dagegen Thaupunkt und Lufttemperatur nicht weit auseinander, so ist baldiger Regen zu erwarten, weil die Luft in diesem Falle nur noch wenig Wasserdunst zu erhalten oder nur wenig abgekühlt zu werden braucht, um ganz mit Feuchtigkeit gesättigt zu sein. Instrumente, durch welche man die Menge des Wasserdampfes in der Luft bestimmt, heissen Hygrometer (Feuchtigkeitsmesser). Manchen Körpern wohnt eine besondere Fähigkeit inne, die Wasserdünste aus der Luft anzuziehen und dadurch feucht zu werden; solche Körper, z. B. Darmsaiten, Pottasche, Schwefelsäure, frischer Gerstenzucker etc., nennt man hygroskopische.

39. Beschleunigung der Verdunstung. Die Verdunstung kann, ausser durch Wärme, auch durch Luftzug beschleunigt werden, weil hierdurch die über der Flüssigkeit befindliche feuchte und mit Dampf gesättigte Luft weggetrieben und durch trocknere, gleichsam durstigere, ersetzt wird, die den sich bildenden Dampf schneller und in grösserer Menge aufnehmen kann als jene. Daher trocknet der Erdboden nach einem Regen so schnell, wenn windiges Wetter eintritt; daher ist es nothwendig, in den Darren, Trockenstuben und Trockenschränken dafür zu sorgen, dass die Luft, wenn sie sich mit Feuchtigkeit gesättigt hat, abziehen und trocknere an ihre Stelle hinzutreten kann.

Fig. 20.



40. Verdunstungskälte. Dass auch bei der langsamen Verdunstung Wärme verschwindet, gerade wie dies bei der raschen Verdampfung (36) geschah, lässt sich sehr deutlich durch folgenden Versuch zeigen.

Versuch. Man fülle eine kleine Kugelhöhle halb voll Wasser und umwickle die Kugel mit einem Stück Watte, das man festbindet; taucht man die Kugel dann in kaltes Wasser und dreht die Röhre zwischen beiden Händen in der Weise, wie man einen Quirl zu drehen pflegt, so wird man nach einiger Zeit schon durchs blosser Gefühl, genauer durchs Thermometer, finden, dass das Wasser in der Ku-

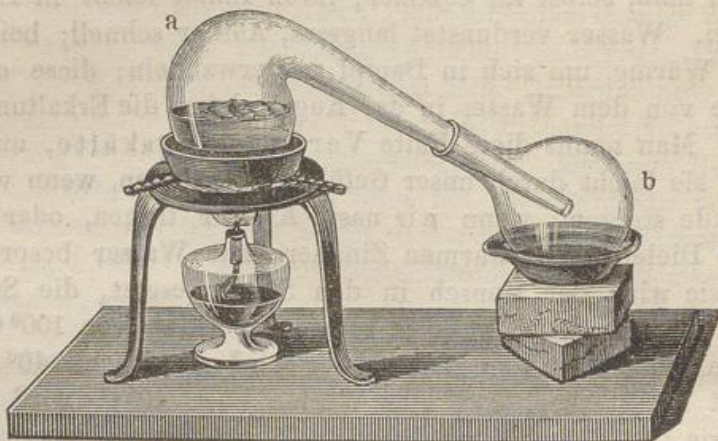
gel sehr viel kälter geworden ist. Befeuchtet man die Kugel mit Aether, einer sehr flüchtigen, d. h. sehr leicht verdunstenden Flüssigkeit, und bewegt sie wieder nach der angegebenen Art, so kann man, selbst im Sommer, ihren Inhalt leicht in Eis verwandeln. Wasser verdunstet langsam, Aether schnell; beide bedürfen Wärme, um sich in Dampf zu verwandeln; diese entnehmen sie von dem Wasser in der Kugel, daher die Erkaltung desselben. Man nennt diese Kälte Verdunstungskälte, und wir können sie leicht durch unser Gefühl wahrnehmen, wenn wir aus dem Bade steigen, wenn wir nasse Kleider tragen, oder wenn wir die Dielen eines warmen Zimmers mit Wasser besprengen. Durch sie wird der Mensch in den Stand gesetzt, die Sonnen-gluth des heissesten Klimas, ja selbst eine Hitze von 100°C . auszuhalten, ohne dass sein Blut heisser wird als 38° bis 40°C .; er schwitzt nur stärker, und alle Wärme über 40°C . wird latent, indem sie den Schweiss verdunstet. Blasen wir auf heisse Suppe, so ist es gleichfalls die vermehrte Verdunstung, welche dieselbe schneller abkühlt; blasen wir dagegen im Winter in die kalten Hände, so bethauen diese und werden erwärmt, weil die in dem Wasserdunste des Athems enthaltene latente Wärme frei werden muss, so wie der Dunst sich zu flüssigem Wasser verdichtet.

41. Destillation des Wassers. Erfolgt die Verdichtung des Wasserdampfes in einem verschlossenen Raume, so können wir das gebildete Wasser sammeln.

Versuch. Eine kleine Glasretorte (eine Glaskugel mit umgebogenem Halse) wird zur Hälfte mit Wasser angefüllt und erhitzt: die sich bildenden Dämpfe gehen durch den Hals der Retorte in eine gläserne Vorlage mit geradem Halse (Kolben), welche in einer mit kaltem Wasser gefüllten Schüssel liegt, und werden darin verdichtet. Die Vorlage wird zu besserer Abkühlung mit grobem Löschpapier belegt, welches man häufig mit kaltem Wasser befeuchtet. Man nennt diese Operation eine Destillation (von *destillare*, herabtröpfeln), und das gewonnene reinere Wasser „destillirtes“. Reiner als Brunnenwasser ist es aus dem Grunde, weil die fast in jedem Brunnenwasser enthaltenen, nicht flüchtigen, erdigen und salzigen Theile nicht mit verdampft werden, sondern in der Retorte zurückbleiben. In der Natur findet ein ähnlicher Destillationsprocess mit dem Was-

ser im Grossen statt, indem dieses durch die Wärme verdunstet und durch Abkühlung als Regen, Schnee oder Thau wieder ver-

Fig. 21.



ichtet wird. Regenwasser ist daher, mit Ausnahme der ersten Portionen, welche Staub, Ammoniak, Kohlensäure etc. enthalten, dem destillirten Wasser gleich zu achten. Durch die Destillation lassen sich auch leichtflüchtige Körper von schwerflüchtigen trennen, wie z. B. bei der Destillation von Branntwein der leichter flüchtige Weingeist von dem zurückbleibenden, weniger flüchtigen Wasser. Zu Destillationen im Grossen wendet man gewöhnlich kupferne Blasen an, und zum Abkühlen Kühlfässer mit schlangenförmig hin und her gewundenen Röhren, in welchen letzteren die Dämpfe einen längeren Weg zurückzulegen haben und demnach vollständiger verdichtet werden, als wenn das Rohr gerade durch das Fass hindurchgeht. Das in den Kühlfässern befindliche Wasser erhitzt sich durch die bei der Verdichtung des Wasserdampfes freiwerdende Wärme sehr bald, und es ist daher dafür zu sorgen, dass das heisse Wasser oben abfliessen, unten aber kaltes Wasser dafür hinzutreten kann.

Specifische Wärme der Körper.

42. Um auf einen bestimmten Temperaturgrad zu gelangen, brauchen die verschiedenen Körper bei gleichem Gewicht sehr verschiedene Wärmemengen, am wenigsten die Metalle,

mehr Steine und Erden, noch mehr das Eis, am meisten das flüssige Wasser. Man kann diese Verschiedenheit leicht wahrnehmen, wenn man Körper von verschiedener Temperatur mit einander mischt und die entstehenden Mitteltemperaturen beobachtet.

Versuch. Man gebe in drei Kochfläschchen gleiche Gewichte von Wasser von 10°C. , dann schütte man in das eine dasselbe Gewicht von Wasser à 60°C. , in das andere dasselbe Gewicht von Terpentinöl à 60°C. , in das dritte dasselbe Gewicht von Eisenfeile à 60°C. , schüttele den Inhalt tüchtig durcheinander und lese nun von einem eingetauchten Thermometer die Temperatur desselben ab. Man wird etwa finden: Gleiche Gewichte

1.	2.	3.
von Wasser à 60° ,	von Terpentinöl à 60° ,	von Eisen à 60° ,
„ Wasser à 10° ,	„ Wasser . . à 10° ,	„ Wasser à 10° ,
zeigen 35°	zeigen 24°	zeigen 15° .

Das warme Wasser hat 25° abgegeben und dadurch die Temperatur des kalten Wassers um 25° erhöht.

Das warme Terpentinöl hat 36° abgegeben, dadurch aber die Temperatur des kalten Wassers nur um 14° erhöht.

Die warme Eisenfeile hat 45° abgegeben, dadurch aber die Temperatur des kalten Wassers nur um 5° erhöht.

Das Wasser besitzt hiernach eine weit grössere Fassungskraft für Wärme oder Wärmecapacität als Terpentinöl und Eisen, es schliesst bei gleicher Temperatur etwa $2\frac{1}{2}$ mal soviel Wärme in sich als das Terpentinöl ($\frac{14}{36}$) und 9mal so viel Wärme als das Eisenmetall ($\frac{5}{45}$). Die Wärmemenge, die ein Körper aufnimmt, wenn ein Gewichtstheil um 1°C. wärmer wird, heisst die specifische Wärme; sie wird in Zahlen angegeben, welche sich auf die specifische Wärme des Wassers als Einheit beziehen, wie folgende Beispiele zeigen.

Specifische Wärme zwischen 0° und 100°C. (abgerundet).

Wasser	1,00	Schwefel, Glas, Thon .	0,20
Alkohol	0,64	Eisen	0,11
Aether, Baumöl, Eis .	0,50	Zink, Kupfer	0,09
Terpentinöl	0,42	Silber, Zinn	0,05.

Aus der grossen specifischen Wärme des Wassers erklärt sich unter Anderem das im Vergleich zum Binnenlande weit gleichmässigere und mildere Klima der Küstengegenden und Inseln. Das Meer häuft im Sommer einen grossen Wärmeverrath in sich an, den es im Winter allmählig wieder an die Luft abgiebt.

Bei den chemischen Verbindungsgesetzen werden noch besondere chemische Beziehungen der specifischen Wärme zur Erwähnung gelangen.

Verbreitung der Wärme.

43. Wärmeleitung. *Versuch.* Ein Probirgläschen wird ziemlich voll Wasser gefüllt und so über eine Spirituslampe

Fig. 22.



gehalten, dass die Flamme die oberen Schichten des Wassers erhitzt: das Wasser wird oben kochen, unten aber ganz kalt bleiben. Behandelte man Quecksilber auf gleiche Weise, so würden auch die untersten

Schichten desselben nach und nach erwärmt werden. Man sieht: die Quecksilbertheilchen theilen einander die Wärme mit, die Wassertheilchen nicht. Körper, in denen sich, wie im Quecksilber, die Wärme schnell ausbreitet, heissen gute Wärmeleiter; Körper aber, die sich dem Wasser ähnlich verhalten, schlechte Wärmeleiter. Zu den ersteren gehören vorzugsweise die metallischen Körper, zu den letzteren: Stein, Glas, Holz, Schnee, Wasser und ganz besonders die weichen Körper, als: Tuch, Pelz, Leinwand, Stroh, Papier, Asche u. s. w.

Die guten Wärmeleiter werden schnell warm und schnell wieder kalt, wie wir an den eisernen Oefen leicht bemerken können. Ein Stück Eisen fühlt sich in der Sonne heisser, im Schat-

ten kälter an als ein Stück Holz von gleicher Temperatur; diese Täuschung des Gefühls erklärt sich dadurch, dass das wärmere Eisen der Hand schneller Wärme zuführt, das kältere derselben hingegen schneller Wärme entzieht, als es das schlechter leitende Holz vermag.

Die schlechten Wärmeleiter werden nur langsam erwärmt, erkalten aber auch langsamer; aus diesem Grunde halten aus Ziegelsteinen erbaute Oefen, sogenannte russische, und die aus Thon bereiteten Kachelöfen länger warm als eiserne. Wir benutzen schlechte Wärmeleiter sehr häufig, um in dem einen Falle ein schnelles Heisswerden, in dem anderen ein schnelles Kaltwerden der Körper zu verhindern. Glas- und Porzellengefässe werden mit Sand oder Asche umgeben (Sandbad) und dann erst erhitzt, um sie allmählig zu erwärmen und dadurch das Zerspringen derselben seltener zu machen (Fig. 18 und 21). Erfolgt die Erwärmung durch Eingiessen einer heissen Flüssigkeit, so muss man erst nur eine kleine Quantität davon hineinbringen und diese einige Zeit darin herumschwenken, ehe man mehr zusetzt. Beim Entfernen vom Feuer gilt es als eine wichtige Vorichtsmaassregel, die heissen Gefässe nie auf Metall oder Stein, sondern immer auf schlechte Leiter, als: Stroh (Strohkränze), Holz, Papier, Tuch u. s. w. zu stellen; im entgegengesetzten Falle entstehen durch plötzliche Abkühlung und Zusammenziehung leicht Risse, ja diese können oft schon durch einen kalten Luftzug hervorgebracht werden. Um sich beim Anfassen heisser metallener Geräthschaften, z. B. der Ofenthüren, Plattglocken, vor Verbrennung zu schützen, versieht man diese mit Holzgriffen. Will man Kochfläschchen oder Probirgläschen, während Flüssigkeiten darin kochen, in der Hand halten, so umwickle man sie an der Stelle, wo sie angefasst werden, mehrfach mit Papier oder Bindfaden, damit sich ein schlechter Leiter zwischen dem heissen Glase und den Fingern befinde. Wie wir im Stande sind, das Eindringen der Kälte in die Körper, oder richtiger das Entweichen der Wärme aus denselben, dadurch zu verhindern, dass wir sie mit schlechten Wärmeleitern umgeben: das sehen wir an unseren Kleidungsstücken, an Brunnen und Bäumen etc., wenn wir sie mit Stroh umwickeln, an den Saaten auf unseren Feldern, wenn diese mit Schnee bedeckt sind, und an unzähligen anderen Erscheinungen

im gewöhnlichen Leben. Man nennt die schlechten Wärmeleiter aus diesem Grunde auch gute Wärmehalter.

44. Wärmestrahlung. Durch Leitung können Körper einander nur dann Wärme mittheilen oder entziehen, wenn sie sich berühren. Wir fühlen aber auch Wärme, wenn wir mehre Schritte von einem Feuer oder einem heissen Ofen entfernt bleiben, und bemerken, dass die Sonne die Erde erwärmt, obgleich zwischen beiden ein Raum von Millionen Meilen liegt. Diese Art der Erwärmung nennt man Wärmestrahlung.

Erwärmung durch Strahlung. Versuch. Man umwickle drei mit kaltem Wasser gefüllte Trinkgläser mit Papier, und zwar das eine mit Silber-, das andere mit weissem, das dritte mit nicht glänzendem, schwarzem Papier, und stelle die Gläser in die Sonne: ein eingetauchtes Thermometer wird zeigen, dass das schwarze Glas am stärksten, das silberglänzende am wenigsten erwärmt wird, obgleich alle Gefässe gleichviel Sonnenstrahlen bekommen. Diese Verschiedenheit erklärt sich dadurch, dass die Sonnenstrahlen von hellfarbigen und glänzenden Körpern zum grössten Theile abprallen (sie werden zurückgeworfen oder reflectirt), während sie von Körpern, die eine dunkle Farbe haben und nicht glänzen, zum grössten Theile verschluckt (absorbirt) werden. Im letzteren Falle werden mit dem Licht zugleich die meisten Wärmestraahlen der Sonne absorbirt und diese bewirken die grössere Erhöhung der Temperatur. Hieraus erklärt sich: warum schwarze Kleider uns wärmer halten als weisse; warum der Schnee schneller wegschmilzt, wenn man Russ oder dunkle Erde auf ihn streut; warum Weintrauben, Obst etc. an dunkeln Wänden schneller reifen als an Wänden von heller Farbe u. a. m.

Erkaltung durch Strahlung. Versuch. Man giesse heisses Wasser in die mit Papier umwickelten Gläser und beobachte die Abkühlung desselben durch das Thermometer; es findet jetzt eine entgegengesetzte Temperaturveränderung statt, das geschwärzte Glas wird am schnellsten, das in Silberpapier eingewickelte am langsamsten kalt, weil Körper mit matter Oberfläche die Wärme schneller ausstrahlen als Körper mit glänzender Oberfläche. Aus diesem Grunde bleibt Kaffee in einer

blanken Kanne länger heiss als in einer berussten, ein Ofen von glasirten glänzenden Kacheln länger heiss als ein anderer mit unglasirten, matten Kacheln, ein polirter eiserner Ofen länger als ein gleicher mit rauher Gussoberfläche etc.

Durch die Wärmestrahlung sind wir im Stande, uns einige allgemein verbreitete Naturerscheinungen zu erklären, die ausserdem sehr räthselhaft erscheinen müssten. Warum vermögen die Sonnenstrahlen den Schnee auf hohen Bergen, die doch der Sonne näher liegen als die ebenen Theile der Erde, selbst im heissesten Sommer nicht zu schmelzen? Weil sie nur dann erwärmend wirken, wenn sie auf Körper treffen, welche die Wärme derselben zu absorbiren vermögen, z. B. auf die rauhe Erdoberfläche. Der Schnee wird zwar auch von den Sonnenstrahlen getroffen, allein als ein weisser und glänzender Körper wirft er sie wieder zurück und bleibt kalt.

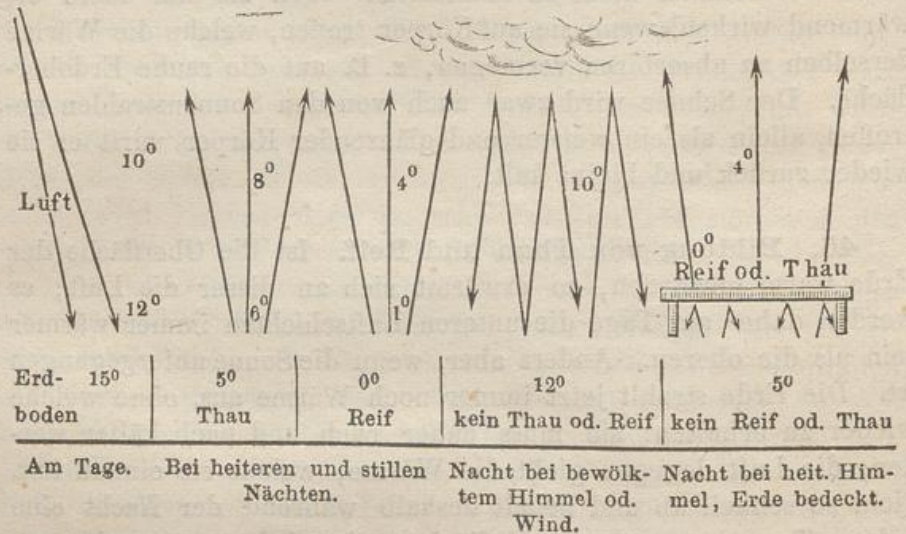
45. Bildung von Thau und Reif. Ist die Oberfläche der Erde warm geworden, so erwärmt sich an dieser die Luft; es werden daher am Tage die unteren Luftschichten immer wärmer sein als die oberen. Anders aber, wenn die Sonne untergegangen ist. Die Erde strahlt jetzt immer noch Wärme aus, ohne welche wieder zu erhalten, sie muss daher nach und nach kälter werden; die Luft dagegen giebt die Wärme, welche sie einmal hat, nicht so schnell ab und behält deshalb während der Nacht eine höhere Temperatur als der Erdboden; sie wird vorzugsweise nur da abgekühlt, wo sie auf der kälteren Erde ruht. Geht diese Abkühlung bis unter den Thaupunkt der Luft (38.), so setzen sich die verdichteten Dünste an dem Erdboden oder an den darauf wachsenden Pflanzen als kleine Tröpfchen ab, gerade wie sich Wassertröpfchen aus einer warmen Stubenluft an einem kalten, in dieselbe gebrachten Trinkglase niederschlagen: es entsteht Thau. Sinkt die Temperatur der Erdoberfläche in einer Nacht bis zum Eispunkte oder unter denselben, so werden die Wasserdünste in fester Gestalt niedergeschlagen und heissen dann Reif.

Die Wärmeausstrahlung der Erde ist am stärksten, wenn der Himmel heiter und die Luft ruhig ist; sie wird dagegen verhindert durch Wolken und Wind, und deshalb thaut es nur bei heiteren und windstillen Nächten reichlich. Die Wolken wirken hierbei wie ein Schirm, durch den man sich vor der Hitze

eines Ofens schützt, sie werfen nämlich die bis zu ihnen emporgedrungenen Wärmestrahlen wieder auf die Erde zurück, so dass die letztere sich nur wenig abkühlen kann. Dasselbe thun auch die Bastmatten, Strohdecken und Bretter, welche die Gärtner über junge Pflanzen decken, um sie bei Spätfrösten im Frühjahr vor dem Erfrieren zu schützen. Die beistehenden Figuren, auf welchen die Richtung der Wärmestrahlen durch Pfeile angegeben ist, mögen diese Vorgänge anschaulicher machen.

Fig. 23.

Sonnenstrahlen.



Auflösen und Krystallisiren.

46. Wasser als Lösungsmittel. Das Wasser vermag sehr viele feste Körper flüssig zu machen und sich innig mit denselben zu verbinden, ohne dass es seine Durchsichtigkeit verliert; man nennt solche Verbindungen Auflösungen. Trifft das Regenwasser in dem Erdboden oder in den Gebirgsarten, durch welche es hindurchsickert, lösliche Substanzen an, so löst es diese auf, und es erklärt sich hieraus, warum fast alles Quellwasser beim Verdunsten einen erdigen oder salzigen Rückstand hinterlässt. Häufig wird dieser Rückstand, besonders dann, wenn er Kalktheile enthält, während des Abdampfens so verändert, dass er sich nicht wieder im Wasser auflöst und eine steinartige Kruste um die Wände der Kochgefäße bildet (Pfannen- oder Kesselstein).

Der Karlsbader Sprudel setzt so viel Pfannenstein ab, dass in denselben gelegte Gegenstände in kurzer Zeit äusserlich versteinert oder incrustirt erscheinen. Ist ein Wasser sehr reich an aufgelösten Stoffen, besonders an solchen, welche eine Heilkraft besitzen, z. B. an Eisen, Schwefel, Salzen etc., so erhält es den Namen Mineralwasser oder Gesundbrunnen. Das Meerwasser enthält gegen 3 Procent aufgelöste Substanzen.

47. Schwerlösliche Körper. Versuch. Man übergiesse einen Theelöffel voll gelöschten Kalkes (33.) in einer Flasche mit $\frac{1}{4}$ Liter Wasser, verstopfe das Glas und lasse es, nachdem man es einige Minuten durchschüttelt hat, so lange ruhig stehen, bis das Wasser wieder vollkommen klar geworden ist. Durch vorsichtiges Neigen des Glases lässt sich der grösste Theil der Flüssigkeit abgiessen, ohne dass der Bodensatz mit ausfliesst. Man nennt diese Operation Decantiren, die klare Flüssigkeit Kalkwasser. Der Kalk ist sehr schwer löslich in Wasser; 1 Grm. davon braucht beinahe 800 Grm. Wasser, um aufgelöst zu werden, der Ueberschuss desselben bleibt ungelöst und setzt sich, da Kalk schwerer ist als Wasser, zu Boden. Dass sich in der Flüssigkeit etwas aufgelöster Kalk befinde, zeigt schon der eigenthümliche Geschmack derselben. Dieser Geschmack heisst alkalisch oder laugenhaft.

Einen Theil des Kalkwassers bewahre man in einem wohlverstopften Gefässe zu weiterem Gebrauche auf: das Wasser wird durchsichtig und klar bleiben; den anderen Theil stelle man in einem offenen Trinkglase an die Luft: das Wasser wird bald trübe werden und sich mit einem Häutchen überziehen, welches nach und nach stärker wird und zu Boden fällt. Ist das Wasser nach einigen Tagen wieder klar geworden, so schmeckt es nicht mehr alkalisch; der vorher darin aufgelöste Kalk ist an der Luft chemisch verändert und dabei unlöslich geworden, er findet sich in pulverförmiger Gestalt am Boden des Gefässes.

48. Lösen von Lackmus. Versuch. 10 Grm. käuflicher Lackmus wird in einem Fläschchen mit 60 Grm. Wasser übergossen und so lange an einen warmen Ort gestellt, bis die Flüssigkeit eine dunkelblaue Farbe angenommen hat. Lackmus besteht aus einem blauen Farbstoff, der in Wasser löslich ist und daher von diesem ausgezogen wird; ausserdem enthält der Lackmus aber auch erdige Theile, welche unlöslich sind und als Schlamm

zurückbleiben. Man könnte diese beiden Stoffe zwar auch, wie bei dem vorigen Versuche, durch Absetzen und Abgiessen von einander trennen, dies lässt sich aber auch, und zwar schneller, durch Filtriren bewirken. Zu dem Ende schneidet man sich aus einem Bogen Fliess- oder Löschpapier ein kreisförmiges Stück aus, bricht dieses doppelt zusammen und stellt den so erhaltenen Papiertrichter (Filtrum) in einen Glastrichter. Zwischen das Pa-

Fig. 24.

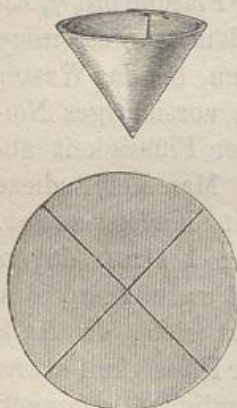


Fig. 25.



pier und Glas kommen einige dünne Holz- oder Glasstäbe, damit das erstere sich nicht zu fest an die Glaswände anlege; eben so hat man dafür zu sorgen, dass zwischen der Trichter-
röhre und dem Halse der Glasflasche, in welche die filtrirte Flüssigkeit läuft, eine Oeffnung bleibe zum Entweichen der Luft aus der Flasche, weil ausserdem die Flüssig-

keit nicht aus dem Trichter ablaufen kann. Dies erreicht man am einfachsten durch ein Stückchen von dünnem Bindfaden, welches man in den Hals der Flasche einklemmt. Das Filtrum, welches nie höher sein darf als der Trichter, wird zuvor mit Wasser angefeuchtet, ehe man die Flüssigkeit aufgiesst. Das Fliesspapier besteht aus feinen, zusammengefilzten Leinwand- oder Baumwollenfasern, zwischen denen sich kleine Zwischenräume oder Poren befinden, durch welche wohl Flüssigkeiten, nicht aber pulverige, feste Theile dringen können; die letzteren bleiben daher auf dem Filtrum zurück. Bei dem Schreibpapier sind diese Poren durch Leim, Harzseife oder Stärkekleister zugeklebt, es kann aus diesem Grunde nicht zum Filtriren angewendet werden.

49. Probirpapiere. *Versuch.* Von der erhaltenen Lackmusauflösung (Tinctur) giesse man einen Theil in eine Tasse und ziehe Streifen von feinem Fliesspapier oder auch von Briefpapier ein oder einige Male hindurch, bis dieselben eine deutlich blaue Farbe angenommen haben. Die getrockneten Streifen werden unter dem Namen blaues Lackmus- oder Probirpapier in einer Schachtel aufbewahrt; sie werden durch Essig, Citronensaft und alle sauren Flüssigkeiten roth, und man erkennt dadurch, ob eine Flüssigkeit sauer sei (sauer reagire) oder nicht.

Versuch. Ein anderer Theil der Lackmustinctur wird vorsichtig mit soviel Citronensaft versetzt, dass die blaue Farbe deutlich roth erscheint, und dann gleichfalls zum Färben von Papier verwendet. Das rothe Probirpapier dient zur Erkennung der den Säuren entgegengesetzten alkalischen oder basischen Körper, welche dasselbe wieder blau machen, wie man leicht sehen kann, wenn man es in Kalkwasser oder angefeuchtete Asche hält.

50. Leichtlösliche Körper. *Versuch.* Zu 40 Grm. kaltem Wasser setze man nach und nach unter stetem Umrühren so lange gestossenen Salpeter, als derselbe noch darin zergeht: man wird ungefähr 10 Grm. brauchen; was darüber hinzugesetzt wird, bleibt unge löst am Boden liegen. Man nennt diese Auflösung eine kalt gesättigte. Erhitzt man dieselbe bis zum Kochen und fügt von Neuem Salpeter hinzu, so wird man noch nahezu 80 Grm. hinzusetzen können, ehe die Flüssigkeit wieder gesättigt ist. Ein in diese kochend gesättigte Lösung gehaltenes Thermometer wird ungefähr bis auf 110° steigen, während es in kochendem Wasser nur eine Höhe von 100° erreicht; alle Salzlösungen kochen schwerer als Wasser und gefrieren auch schwerer. Wie der Salpeter, so verhalten sich alle im Wasser löslichen Körper: sie werden nämlich von letzterem nur in einer bestimmten Menge aufgenommen; bei den meisten gilt es als Regel, dass heisses Wasser mehr von ihnen auflösen kann als kaltes.

51. Krystallisiren durch Abkühlung. *Versuch.* Giesst man die bei dem vorigen Versuche gewonnene Lösung heiss in ein vorher angewärmtes Porzellanschälchen und lässt sie ruhig stehen, bis sie ganz erkaltet ist, so scheiden sich die zuletzt zugesetzten 80 Grm. Salpeter wieder in fester Gestalt aus, aber nicht

als Pulver, sondern als regelmässig gebildete Säulen. Diese Säulen sind sechsseitig und haben oben eine zweiflächige, einem Dache

Fig. 26.



ähnliche Zuspitzung; wir nennen sie Salpeterkrystalle. An jedem Krystalle unterscheidet man äusserlich: Flächen, Kanten und Ecken, gleichsam als ob derselbe aus einzelnen, dreieckigen, vier- oder mehreckigen Stücken zusammengesetzt oder künstlich geschliffen wäre; ja diese Regelmässigkeit findet sich auch im Innern desselben, wie man zuweilen bemerken kann, wenn man einen durchsichtigen Krystall gegen das Licht hält und langsam umdreht, oder wenn man ihn zerschlägt, wobei die einzelnen kleinen Bruchstücke oft wieder dieselbe regelmässige Gestalt zeigen, welche der ganze Krystall hatte. Wir finden also auch in der leblosen

Natur eine geheimnissvolle Gewalt — ähnlich der, welche die Biene nöthigt, sich eine sechseckige Wohnung zu erbauen, oder die Kartoffel, immer eine fünfeckige Blume und fünf Staubfäden zu erzeugen —, durch welche die kleinsten Theilchen der Körper, die man Molecule nennt, gezwungen werden, sich nach einer bestimmten Richtung und Ordnung an einander zu legen und sich auf diese Weise zu einer regelmässigen Form zu gestalten. Dies kann aber nur geschehen, wenn ein Körper flüssig oder luftförmig ist, weil nur in diesem Zustande eine freie Bewegung der Molecule möglich ist. Dies kann ferner nur geschehen, wenn man den letzteren Zeit lässt zu dieser Bewegung; es werden daher die Krystalle immer um so regelmässiger ausfallen, je langsamer sie entstehen. Von den prachtvollen Krystallen, die wir aus der Tiefe der Erde herausgraben, mögen viele wohl Tausende von Jahren zu ihrer Ausbildung gebraucht haben.

52. Gestörte Krystallisation. Versuch. Die über den beim vorigen Versuche gewonnenen Salpeterkrystallen stehende Flüssigkeit dampfe man bei gelindem Feuer so weit ein, bis sich auf ihrer Oberfläche ein Salzhäutchen zeigt, dann entferne man das Feuer und lasse die Auflösung unter stetem Umrühren mit einem Holzstäbchen erkalten. Man wird auf diese Weise keine ganzen Salpeterkrystalle, sondern Salpeterpulver erhalten.

Die erwähnte Flüssigkeit ist als eine kalt gesättigte Salpeter-

auflösung anzusehen und enthält ungefähr noch 10 Grm. Salpeter aufgelöst. Wird von ihr durch Verdampfen so viel Wasser entfernt, dass die noch übrige Menge des letzteren nur eben noch hinreicht, um den Salpeter in der Hitze aufgelöst zu erhalten, so fangen sich auf der kühleren Oberfläche Krystallchen an auszuscheiden, und zwar in der Gestalt eines dünnen Häutchens (Salzhäutchen), welches also anzeigt, dass die Flüssigkeit wieder heiss gesättigt ist. Würde man die letztere jetzt ruhig erkalten lassen, so erhielte man abermals feste Krystalle (zweiter Anschuss); rührt man aber fortwährend um, so werden dieselben in dem Augenblicke, wo sie sich bilden, zerbrochen, und das Product ist bei langsamer Bewegung ein grobes, bei schneller Bewegung ein sehr feines Pulver. Man nennt dies eine gestörte Krystallisation. Ein anderes recht deutliches Beispiel dieser Art kommt beim Zucker vor; dieselbe Zuckerlösung, welche bei ruhigem Erkalten den Kandiszucker liefert, giebt durch gestörte Krystallisation den gewöhnlichen Hutzucker.

53. Krystallisiren durch Abdampfung. *Versuch.* Man schütte zu kochendem Wasser so viel Kochsalz, als sich darin auflöst, und lasse die Auflösung erkalten: es bilden sich keine Krystalle, weil das Kochsalz sich ebenso leicht und in ebenso grosser Menge in kaltem Wasser löst als in heissem. Die Hälfte des Salzwassers dampfe man nun über einer Spirituslampe ein; die andere Hälfte aber stelle man an einen warmen Ort: man wird in dem ersten Falle unregelmässige Salzkörner, in letzterem, aber erst nach einigen Tagen, regelmässige kleine Salzwürfel erhalten.

54. Trennung von Körpern durch Krystallisation. *Versuch.* Man löse einen Löffel voll Kochsalz und Salpeter in lauem Wasser auf und stelle die Auflösung an einen warmen Ort, damit das Wasser allmähig verdunste: die beiden Salze, welche in der Auflösung aufs Innigste mit einander vermischt sind, werden beim Krystallisiren sich wieder aufs Vollständigste von einander trennen. Der Salpeter scheidet sich in langen Säulen aus, und enthält keine Spur von Kochsalz; dieses krystallisirt in Würfeln, die ganz frei sind von Salpetertheilchen. Es fand also irgend eine Anziehung zwischen den Salz- und Salpetertheilchen nicht statt, sondern es lagerten sich bei ihrer Abscheidung aus der

Lösung durch das Verdunsten des Wassers nur die gleichartigen Salztheilchen in regelmässiger Form an einander, gerade so als wenn nur eins dieser beiden Salze allein in dem Wasser gelöst gewesen wäre.

55. Chemisch gebundenes Wasser. Krystallwasser. Das Wasser nimmt in unserem Himmelsstriche nur in der kalten Jahreszeit feste Gestalt an, und es ist bekannt genug, dass es im Schnee wie im Eise oft die regelmässigsten Krystalle bildet. Wir finden es aber auch noch in fester Form in sehr vielen Körpern, in denen man es nicht vermuthen sollte; 100 Grm. Eisenrost z. B. enthalten 15 Grm., 100 Grm. gelöschter Kalk 24 Grm. Wasser, und doch erscheinen beide ganz trocken. Dieses Wasser heisst chemisch gebunden; es ist innig vereinigt mit anderen festen Stoffen, zu denen es Verwandtschaft hat. Solche Verbindungen fester Körper mit Wasser werden Hydrate genannt. Auch in Salzen wird es häufig angetroffen, wie man an dem bekannten Glaubersalze auf eine einfache Weise sehen kann.

Versuch. Man lege 20 Grm. krystallisirtes Glaubersalz an einen warmen Ort: es wird bald seine Durchsichtigkeit verlieren und endlich zu einem weissen Pulver zerfallen (verwittern), welches kaum noch 10 Grm. wiegt. Was verloren gegangen, war Wasser, und man bemerkt deutlich, dass dieses Wasser es zugleich war, welches dem Glaubersalze seine Krystallform und seine Durchsichtigkeit erteilte; es entweicht und die Form verschwindet, und mit dieser zugleich die Durchsichtigkeit. Man nennt aus diesem Grunde das Wasser, welches die Krystallform vieler Salze bedingt, Krystallwasser. Salpeter und Kochsalz, auf gleiche Weise behandelt, verlieren nichts von ihrem Gewichte und werden auch nicht undurchsichtig oder pulverig; sie enthalten kein chemisch gebundenes Wasser.

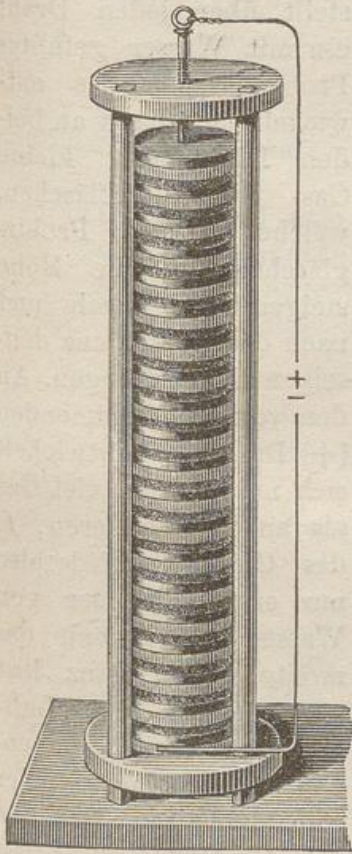
Bestandtheile des Wassers.

— 1783 zuerst von Lavoisier nachgewiesen. —

56. Wasserzerlegung. Ausser der Elektricität, die wir im Grossen in der majestätischen Erscheinung des Blitzes bewundern, im Kleinen aber durch Reiben verschiedenartiger Körper an einander

erzeugen, unterscheidet man noch eine zweite Art von Elektrizität, welche man galvanische Kraft oder Galvanismus nennt. Diese ist für die Chemie von hoher Wichtigkeit geworden, weil man durch sie in den Stand gesetzt wurde, alle chemischen Verbindungen,

Fig. 27.

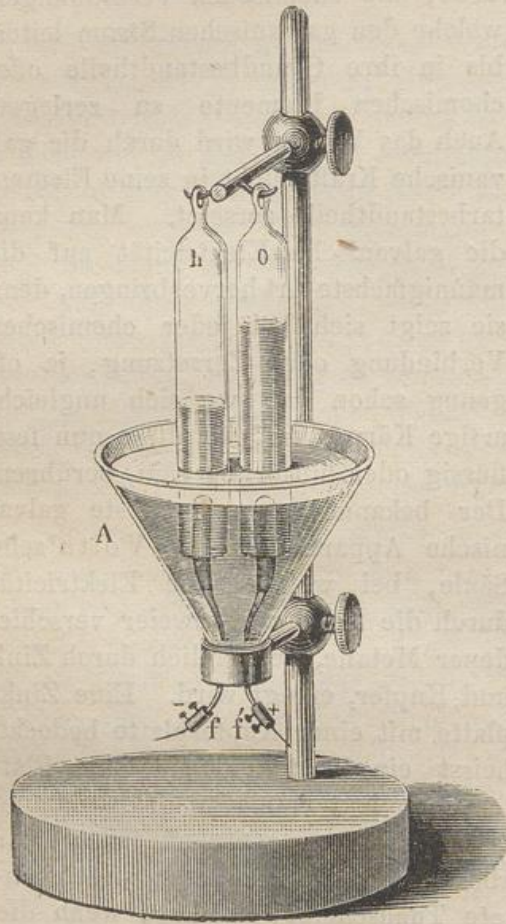


welche den galvanischen Strom leiten, bis in ihre Grundbestandtheile oder chemischen Elemente zu zerlegen. Auch das Wasser wird durch die galvanische Kraft leicht in seine Elementarbestandtheile zersetzt. Man kann die galvanische Elektrizität auf die mannigfachste Art hervorbringen, denn sie zeigt sich bei jeder chemischen Verbindung oder Zersetzung, ja oft genug schon da, wo sich ungleichartige Körper, mögen diese nun fest, flüssig oder luftförmig sein, berühren. Der bekannteste und älteste galvanische Apparat ist die Volta'sche Säule, bei welcher die Elektrizität durch die Berührung zweier verschiedener Metalle, gewöhnlich durch Zink und Kupfer, erregt wird. Eine Zinkplatte mit einer Kupferplatte bedeckt, heisst ein Plattenpaar; solcher Plattenpaare legt man eine grosse Menge über einander, zwischen jedes Paar aber eine mit Salzwasser angefeuchtete Tuchscheibe, so dass, wenn die

Säule unten mit Zink anfängt, sie oben mit einer Kupferplatte schliesst. Diese beiden Endplatten heissen die Pole (Zink- oder + Pol und Kupfer- oder - Pol); sie werden mit Metalldrähten versehen, um den elektrischen oder galvanischen Strom, welcher in der Säule entsteht, an beliebige Orte leiten zu können. Wenn die beiden Drähte einander bis auf eine sehr kleine Entfernung genähert werden, so sieht man Funken von dem einen Drahte zum anderen überspringen; dies ist ein Zeichen des galvanischen Stromes, der sich durch ähnliche Lichterscheinungen zu erkennen giebt, wie der elektrische Strom in einer Elektrisirmaschine.

Um mit dieser Säule Wasser zu zersetzen, leitet man die beiden Drähte, an deren Enden man zu diesem Versuche

Fig 28.



Platin-Drähte oder -Blättchen befestigt hat, in ein Gefäß mit Wasser und stellt über jeden Draht ein mit Wasser gefülltes Probirgläschen; es entwickeln sich dann an beiden Drahtenden kleine Gas- oder Luftbläschen, welche in den Probirgläschen in die Höhe steigen und nach und nach das Wasser aus denselben herausdrängen. An dem vom Zink kommenden (+) Drahte *f'* entwickelt sich nur halb so viel Gas als an dem anderen, *f*; das Gläschen wird also nur erst halb leer von Wasser sein, wenn das zweite schon ganz leer geworden ist. Diese Luftart bringt einen glimmenden Holzpahn wieder zum lebhaften Brennen mit Flamme: sie heisst Sauerstoffgas (O). Die

vom Kupferende (—) ausgehende Luft löscht einen eingetauchten glimmenden Span aus, sie brennt aber selbst, wenn man eine Lichtflamme darüber hält: sie heisst Wasserstoffgas (H). Dies sind die Bestandtheile des Wassers. Wir sagen: das Wasser besteht aus 1 Maass (Volumen) Sauerstoffgas und aus 2 Maass Wasserstoffgas. Aus einem Maass flüssigen Wassers würde man mehre Tausend Maasse von diesen zwei Luftarten erhalten, wenn man dasselbe in seine Bestandtheile zerlegte.