



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie**

**Stöckhardt, Julius Adolph**

**Braunschweig, 1881**

Ausdehnung durch Wärme. Thermometer

---

[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

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 stand. Wie viel davon heraus-



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  $0^{\circ}\text{C}$ . geben 101,2 Maass Wasser von  $50^{\circ}\text{C}$ . und 104,3 Maass Wasser von  $100^{\circ}\text{C}$ .

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.

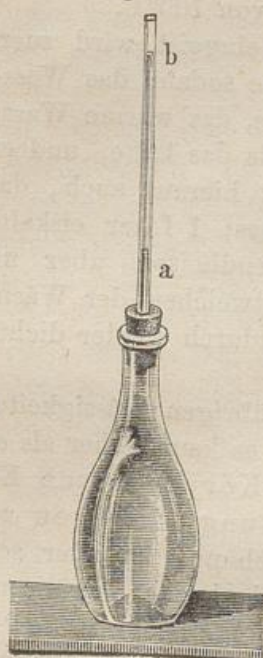
Wie das Wasser, so verhalten sich alle übrigen Flüssigkeiten, ja auch die festen und luftförmigen Körper; es kann daher als ein Naturgesetz angesehen werden: dass die Körper durch Erwärmung ausgedehnt, durch Abkühlung hingegen zusammengezogen werden. Diese Ausdehnung ist aber sehr verschieden; manche 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

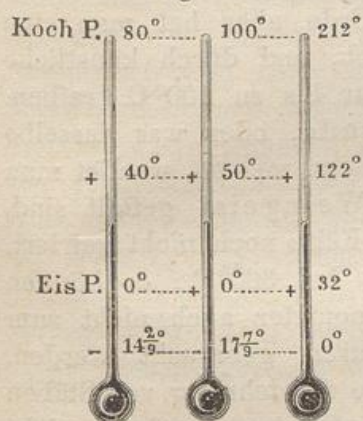
Wärme anwenden, wenn man die Stelle an der Glasröhre, bis zu welcher das Wasser beim Kochen in die Höhe stieg, sowie gleichfalls diejenige Stelle, bis zu der es beim Erkalten in Schnee fallen würde, anzeichnete und diesen Raum in Grade einteilte. Viel zweckmässiger aber benutzt man statt des Wassers 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° 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  $300^{\circ}\text{C}$ . 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  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  erhielt.

Fig. 12.



**26. Messen hoher Kälte- und Hitzgrade.** Das Quecksilber gefriert bei  $-40^{\circ}\text{C}$ .; in den nördlichen Regionen unserer Erde aber hat man eine Kälte von  $50^{\circ}\text{C}$ . beobachtet, und durch künstliche Mittel kann man diese sogar bis zu  $100^{\circ}\text{C}$ . 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  $100^{\circ}\text{C}$ . Kälte noch nicht gefriert.

Das Quecksilber kocht bei  $360^{\circ}\text{C}$ . 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  $2000^{\circ}\text{C}$ . hervorzubringen.

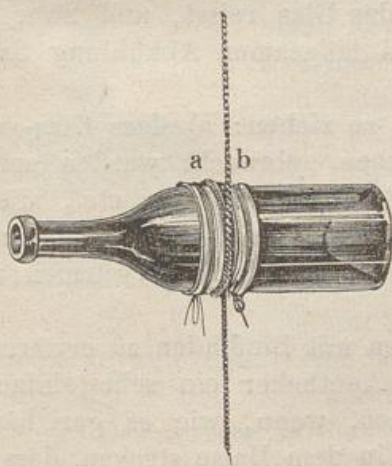
**27. Ausdehnung fester Körper.** Ein Kochtopf, der kalt eben zu einer Ofenthür hineingeht, lässt sich heiss nicht wieder herausnehmen, denn er ist durch die Erhitzung grösser geworden; ein eiserner Wagenreif, glühend um ein Rad gelegt, presst sich beim Erkalten fest ins Holz ein und hält den Radkranz 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 eingeschmiert 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.

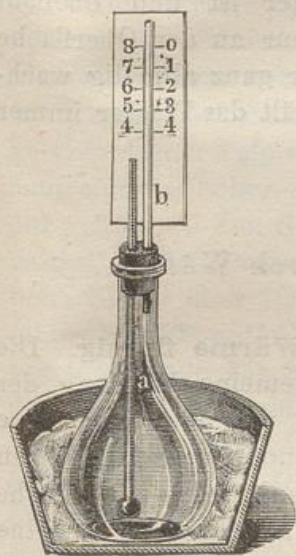
Die Ausdehnung der festen Körper ist gleichfalls verschieden, wie bei den Flüssigkeiten, und in allen Fällen weit geringer als bei den letzteren; am beträchtlichsten ist sie bei den metallischen Körpern.

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  $4^{\circ}\text{C}$ . 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  $0^{\circ}$  hat es gerade die Höhe wieder, auf der es bei  $8^{\circ}$  stand. Das Wasser ist demnach bei  $+4^{\circ}$  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  $0^{\circ}$  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 Eistrinde 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-