



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Kochen und Verdampfen flüssiger Körper

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

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.

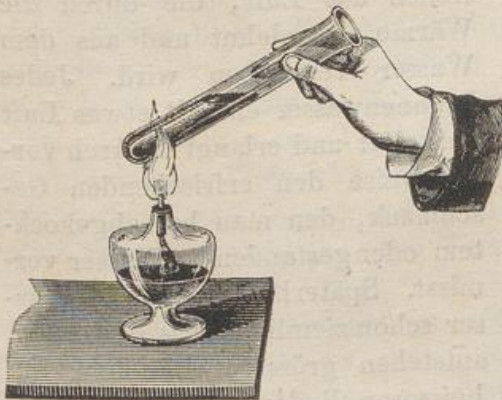
Die Wärme, die wir durch das Gefühl und das Thermometer wahrnehmen, nennen wir freie Wärme; sie haftet nur lose an den Körpern und entweicht beim Abkühlen wieder aus ihnen; die unbemerkbare Wärme dagegen, welcher die tropfbaren Körper ihre Flüssigkeit verdanken, und die nur beim Erstarren derselben wieder 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.

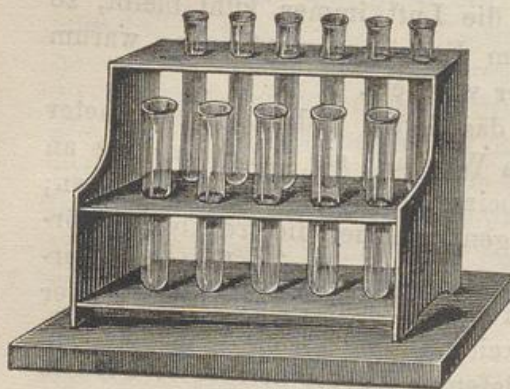
Versuch. In einem Probirgläschen wird Wasser, in welches man einige Sägespäne gestreut hat, über einer Weingeistlampe erhitzt. Das Gläschen wird oben angefasst und anfangs einige Minuten zwischen den Fingern gedreht, damit die Flamme alle Stellen der Bodenfläche gleichmässig treffe und erwärme. Beobachtet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

Fig. 15.



die Höhe, an der untern 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,

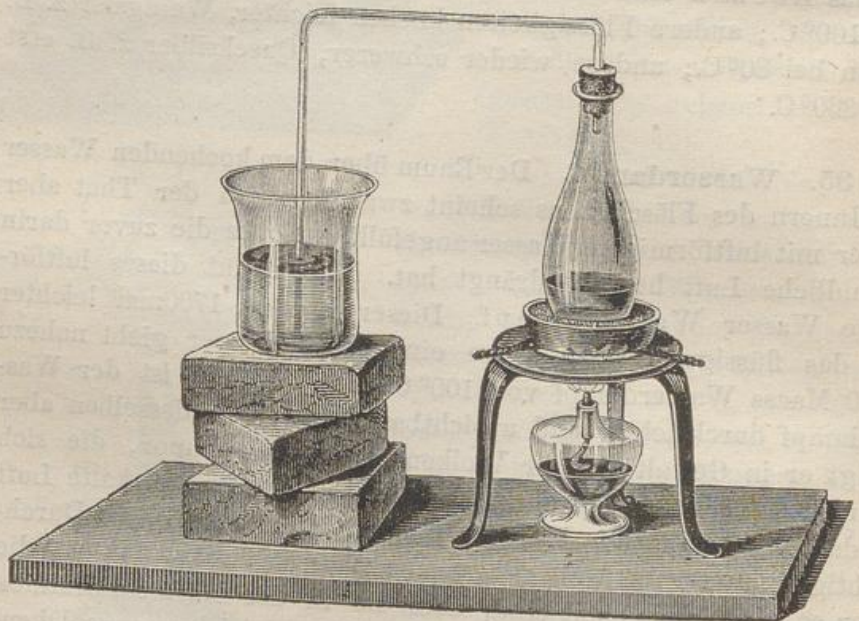
die gleichfalls in die Höhe steigen, aber beim Aufsteigen kleiner werden und wieder vergehen, ehe sie die Oberfläche des Wassers erreicht haben; sie bestehen aus luftförmigem Wasser (Wasserdampf), welches durch die weniger heisse obere Flüssigkeit wieder zu flüssigem wird. Das Zusammenfallen der Wassertheilchen 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,

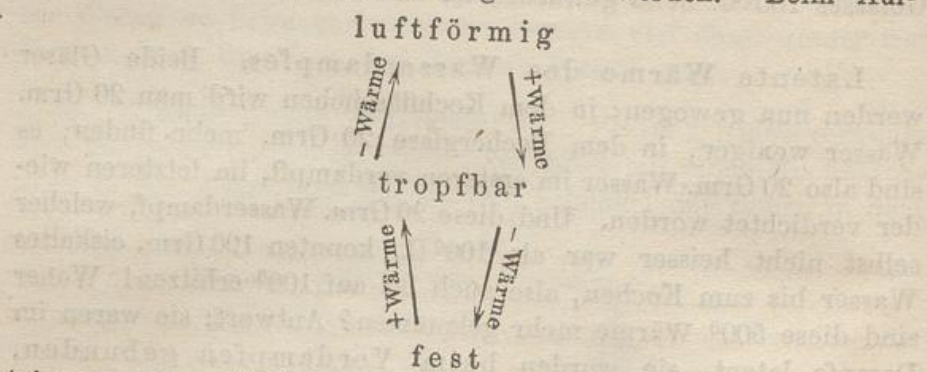
und merkt sich die verflossene Zeit ebenfalls an; sie wird der ersten nahezu gleich sein. Der Wasserdampf, welcher sich beim Erhitzen des Fläschchens bildet, hat keinen anderen Ausweg als den durch die Röhre und das kalte Wasser, in welches die letztere eintaucht; beim Durchgehen durch dieses Wasser 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 blosse Gefühl, genauer durchs Thermometer, finden, dass das Wasser in der Ku-

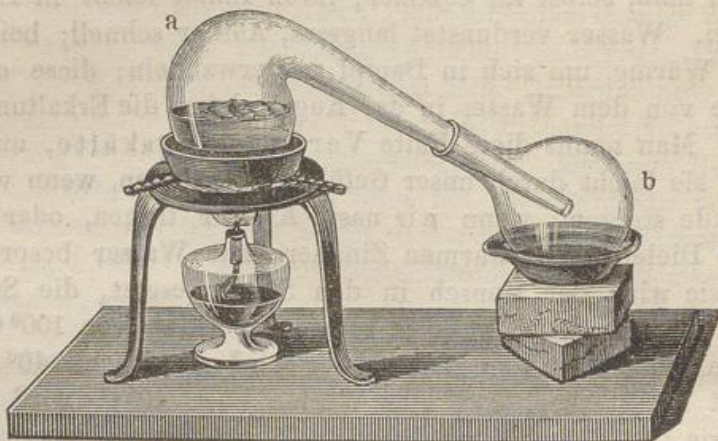
gel sehr viel kälter geworden ist. Befeuchtet man die Kugel mit Aether, einer sehr flüchtigen, d. h. sehr leicht verdunstenden Flüssigkeit, und bewegt sie wieder nach der angegebenen Art, so kann man, selbst im Sommer, ihren Inhalt leicht in Eis verwandeln. Wasser verdunstet langsam, Aether schnell; 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,