

in der Mission, in des Menschen Brust die Bruderliebe zu stählen, die so leicht dahin schmilzt vor den Strahlen des Glückes; in der Mission, den Menschen seinen ganzen, vollen Kräftevorrath gewinnen zu lassen, von welchem ihm der beste Theil verloren geht auf dem breiten Wege des staatlichen Gesellschaftslebens.

Groß ist überall das Weltmeer und mächtig der Anstoß, mit welchem es das Menschengeschlecht vorwärts treibt auf der Bahn der geistigen und sittlichen Entwicklung; aber göttlich an Macht und Größe ist es doch nur dort, wo es, nicht in zufälliger züchtigender Laune wie anderwärts, sondern wo es immer dem sich ihm Nahenden zuruft: nah mir nicht, wenn Du nicht für eine lange Zeit zu jeglicher Großthat bereit bist, die ich von Dir fordern werde.

Erster Abschnitt.

Das Wasser

in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften.

Chemische Zusammensetzung des Wassers. Elemente, sonst und jetzt. Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers durch Lavoisier. Phlogiston; Sauerstoff; Wasserstoff; — Eigenschaften des Wassers; seine feste Gestalt; Gefrierpunkt; Eis; größte Dichtigkeit des Wassers bei $+ 4^{\circ}$ R.; Siedepunkt; Pulshammer Fig. 1.; Verdichtung; Dunst; Dampf; Verdunstung; Verdunstungskälte; Tension und Expansionskraft Fig. 2.; Behauen; Anziehen; Auflösung; Cohäsionskraft; Schmelzen; Dehnbarkeit; Streckbarkeit; Hämmerbarkeit; Verschiebbarkeit der Wassertheilchen; Adhäsionskraft; Sättigung; chemische Verbindung; Atom Fig. 3.; chemische Verwandtschaftskraft; Affinität; destillirtes Wasser; Haarröhrchen-Anziehung; Kapillarität; hygroskopisches Wasser; Meerwasser; Kristallisationswasser; Mutterlauge; Decapitiren.

Die chemische Zerlegung des Wassers durch Lavoisier, wodurch dasselbe aufhörte, als ein Element zu gelten, ist der Markstein des Gebietes der wissenschaftlichen Chemie, welche die feste Grundlage der heutigen Naturforschung, des Triumphes des menschlichen Geistes, ist.

1. Chemische Zusammensetzung des Wassers.

Es ist noch kein Jahrhundert vergangen, seit das Wasser aufgehört hat, als eines der „vier Elemente“ zu gelten, ohne daß es seitdem an Bedeutung das mindeste verloren hat. Im Gegentheil hat die reiche, auf Erkenntniß sich stützende, Werthschätzung des Wassers erst seit der Zeit begonnen, wo die Chemie die eingebildete Zauberkräft der Alchemie abstrei-

send, die Macht der Oberherrschaft gewann, mit der sie jetzt Alles durchdringt. Erst die Chemie, die unverdroffene Späherin, konnte die geheimnißvollen Werke des Wassers auch da entdecken, wo die Sinne des Laien sie nicht vermüthen.

Aber die aus der Alchemie entstandene Chemie sprach nicht bloß dem Wasser seine Eigenschaft als Element ab, sie erhob auch den unklaren Begriff, den man mit dem Worte Element verband, zu einer bestimmten festen Bedeutung. Als man mit dem Wasser auch Feuer, Luft und Erde Elemente nannte, konnte man mit diesen Worten keinen klaren, unzweideutigen Begriff verbinden. Wenn für die kindliche Anschauung unserer Vorfahren Feuer und Luft allenfalls als zwei mit einander vergleichbare Dinge gelten konnten, so galt das doch sicher nicht von Feuer und Erde, zwischen welchen sich keine Aehnlichkeits- oder Vergleichspunkte auffinden lassen, die man nicht als zwei Glieder Einer Klasse betrachten kann. Man dachte sich damals unter den vier Elementen bald als Stoffe, bald als Kräfte, bald als beides zugleich, die vier hauptsächlichsten Grundlagen des Weltgebäudes, ohne die Berechtigung des Wissens von der kleinen Erde auf jenes schließend.

Der Bedeutung nach muß man sich unter einem Element etwas Ursprüngliches, etwas von einem Anderen nicht Abstammendes denken. Wenn nun auch einer Zeit, welche die Natur der Dinge noch nicht kannte, es nachzusehen ist, daß sie die reine Luft auf Bergeshöhen und das reine Quellwasser für etwas Ursprüngliches, Einfaches ansah, und daß man in der Feuererscheinung, deren chemische Natur man noch nicht ahnte, an einen Feuergeist dachte, der frei waltend als Vernichter des Stoffes auftrate — so kann man doch nicht so leicht begreifen, wie die Erde, deren Entstehung und Zusammensetzung jedes Flußbett lehrt, mit jenen dreien in einen Bund geflochten werden konnte. Man kann es bloß begreifen, wenn man annimmt, daß man früher nicht an die angegebene Bedeutung des Wortes Element, sondern eben nur daran dachte, Feuer, Wasser, Luft und Erde deshalb Elemente zu nennen, weil sie es sind, die immer und überall als Grundlagen des Bestehens und des Wandels der Erde mit ihren Geschöpfen auftreten.

Ein Ueberrest jener alten Bedeutung des Wortes hat sich in unserer deutschen Volkssprache erhalten. Wenn man sagt, Dies oder Jenes ist mein Element, so soll das heißen: mein Liebstes, mein Höchstes, Wichtigstes, ohne

welches ich nicht bestehen kann — wie eben die Erde ohne die „vier Elemente“ auch nicht besteht.

Die Chemie hat dem so lange falsch angewendeten Worte bekanntlich eine andere Bedeutung gegeben. Sie versteht darunter einen Körper, den sie mit ihren zersetzenden Mitteln nicht weiter in verschiedenartige Stoffe zerlegen kann. Solcher Elemente, deren die heutige Chemie 61 unterscheidet, sind nun allerdings seit Menschengedenken viele bekannt gewesen; aber man nannte sie nicht so, weil man sie nicht als Elemente, d. h. als unzerlegbare, als einfache Körper oder Stoffe erkannte. Dahin gehören unter anderen unsere einfachen Metalle, Gold, Kupfer, Silber, Eisen, Zinn u. s. w. Mit dieser Anerkennung des Goldes als eines Elementes ist zugleich die Goldmacherei in ihr Nichts verwiesen, und es giebt eine Anschauung von dem unklaren Treiben der alten Chemiker, die darum auch für ewige Zeiten mit dem Namen Alchemisten aus dem Bereiche der Wissenschaft verbannt bleiben mögen, daß man das Gold wohl auflösen, aber nie in verschiedenartige Stoffe zerlegen konnte und es doch zusammensetzen wollte. Wenn es ein einziges Mal gelungen wäre, nachzuweisen, daß das Gold kein einfacher, sondern ein zusammengesetzter Körper sei, so wäre damit wenigstens ein Schritt zum Goldmachen gethan gewesen, denn man konnte hoffen, daß aus den gefundenen Bestandtheilen des Goldes, wenn sich dieselben anderweit in der Natur vorfinden, sich vielleicht Gold zusammensetzen lassen werde. Doch sei hierbei bemerkt, daß dieser zweite Schritt dem ersten nicht nothwendig hätte folgen müssen; denn viele Körper kann die Chemie nicht zusammensetzen, obgleich sie genau weiß, aus welchen Stoffen und in welchen Mengen derselben sie zusammengesetzt sind.

Wenn man das Wasser einen zusammengesetzten Körper nennt, so darf man nicht an diejenigen ihm bloß zufällig beigemengten oder in ihm aufgelösten Stoffe denken, welche man theils schon durch Absetzen oder durch Destilliren davon trennen kann. Lehmiges Flußwasser, welches sich durch langes, ruhiges Stehen krystallhell abklärt und die unreinen Theile als Bodensatz abscheidet, ist dann, ebenso wie das destillirte Wasser, noch kein chemisch einfacher Körper. Es ist dann nur für unser Auge reines Wasser und kann noch mancherlei, selbst für unsere Zunge wahrnehmbare, verschiedenartige Stoffe, z. B. Kochsalz, in Auflösung enthalten. Chemisch rein ist erst destillirtes Wasser,

indem bei der Destillation alle im Wasser enthalten gewesene fremde Beimischungen im Kolben zurückgeblieben sind. Aber eben auch dieses chemische reine Wasser ist noch kein einfacher Körper, denn es ist, wie jedes Wasser, immer aus zwei einfachen Stoffen zusammengesetzt. Diese beiden einfachen Stoffe, also zwei Elemente im Sinne der heutigen Chemie, kannte man jeden für sich früher als man ihre Eigenschaft kannte, durch ihre Verbindung das Wasser zu bilden.

Diese beiden Elemente sind luftförmige Körper, deshalb Gase genannt, und lassen sich jeder für sich nicht bewegen, tropfbare, flüssige oder feste Gestalt anzunehmen, obgleich beide im Augenblicke ihrer Vereinigung das tropfbar flüssige Wasser bilden. Es sind diese beiden Elemente der Sauerstoff und der Wasserstoff, oder Sauerstoffgas und Wasserstoffgas.

Bei der unschätzbaren Wichtigkeit des Wassers und weil das Alter vieler meiner Leser und Leserinnen über die noch sehr junge Zeit der, freilich nur erst noch vereinzelt, Einführung der Naturwissenschaft in unseren Schulen hinausliegt, wird es wohl gerechtfertigt sein, wenn ich hier die Geburtsgeschichte unserer chemischen Kenntniß vom Wasser etwas ausführlicher schildere, und vorher auch über dessen beide Bestandtheile einige Bemerkungen einschalte.

Bevor Lavoisier*) im Jahre 1774 bei Ergründung des Verbrennungsvorgangs den Sauerstoff als chemisches Element entdeckte, hatten lange Zeit vorher, seit 1630, mehr oder weniger geschickte Hände an der Pforte herumgetappt, hinter welcher der Sauerstoff verborgen lag. Wie ihn die Chemie jetzt mit Leichtigkeit und Zuverlässigkeit rein darstellt, ist der Sauerstoff, Drygen, luftförmig, etwas schwerer als atmosphärische Luft, farblos und geruchlos, kann nicht verdichtet werden und löst sich in Wasser nur in geringer Menge auf. Von allen chemischen Elementen hat er die größte Fähigkeit, sich mit beinahe allen übrigen Elementen zu verbinden, wobei, wenn diese sogenannte verbrennliche Körper sind, Feuererscheinung, Verbrennung stattfindet. Daher brennen auch alle brennbaren Stoffe in reinem Sauerstoff mit viel

*) Antoine Laurent Lavoisier war 1713 zu Paris geboren. Obgleich als Generalpächter auf andere Bahnen seines Strebens gewiesen, widmete er doch den größten Theil seiner Zeit chemischen Untersuchungen und wurde durch sein berühmtes Werk: *Traité élémentaire de Chimie* (1789) der Begründer der neuen Chemie. Sein Reichthum führte ihn 1794 unter die Guillotine. Sein Name bleibt unsterblich als einer der größten.

hellerem Licht und ein nur glimmender Holzspahn lodert in ihm sofort in heller Flamme an. Der Luft, welche er etwa zu einem Fünstel mit vier Fünsteln Stickstoff bildet, giebt er die Tauglichkeit zum Athmen, und ist überhaupt in gehöriger Verdünnung die einzige athembare Luftart. Deshalb wurde der Sauerstoff früher Feuerluft oder Lebensluft genannt. Man kann daher den Sauerstoff das wichtigste aller Elemente nennen, so wie er auch nach Berzelius' Ausspruch ungefähr die Hälfte vom Gewicht der für uns zugänglichen Theile des Erdballs bildet. Der Sauerstoff ist nicht bloß ein Bestandtheil und, wie wir gesehen haben, für unser Leben der wesentlichste Bestandtheil der Luft, des Wassers und der meisten Gesteine, er ist auch in jedem lebenden Wesen vorhanden, bei deren Entstehung und Bildung er sich lebhaft theiligt; er ist mit Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff eins der vier wichtigsten Elemente aller organischen Körper. Man nennt daher diese vier Elemente zuweilen auch wohl vorzugsweise die organischen.

Das gierige Bestreben des Sauerstoffes, sich mit anderen Elementen zu verbinden, bringt eine Menge Körper hervor, welche man Sauerstoffverbindungen, Dryde, nennt. Solche Sauerstoffverbindungen bezeichnet man dann durch Vorsezung des Namens des Elementes, welches sich mit dem Sauerstoff verbunden hat, z. B. Eisenoryd, Kupferoryd, Manganoryd. Da nun im Wasser sich der Wasserstoff mit Sauerstoff verbunden hat, so ist es ebenfalls ein Dryd, Wasserstofforyd.

Obgleich der Sauerstoff eine für das Auge nicht wahrnehmbare Luft ist, so ruft er doch in den Elementen, mit denen er sich verbindet, meist die wesentlichste Veränderung im Ansehen und seinen sonstigen Eigenschaften hervor. Der Blutstein oder rothe Glaskopf, ein auf Sandstein wie rothe Kreide zeichnender bekannter Stein, der sich leicht in ein kirschrothes Pulver zermalmen läßt, der wie Thon zerreibliche gelbe Eisenoxyd, den man als Malerfarbe benutzt, beides ist Eisenoryd, in welchem man das Eisen nicht wieder erkennt. Der Rost ist ebenfalls Eisenoryd in Verbindung mit einem Antheil Wasser. Wer erkennt im blendenden Bleiweiß das Dryd des Bleies, und das rothe Kupfer im prachtvollen Grünspan, seinem Dryde? Nicht minder überraschend ist die Erscheinung, daß der luftförmige Sauerstoff mit dem ebenfalls luftförmigen Wasserstoff, indem er letzteren oxydirt, das tropfbar flüssige Wasser bildet.

Der Wasserstoff, Hydrogen, ist, wie wir bereits wissen, wie der

Sauerstoff ein luftförmiger, farbloser Körper, also für unsere Sinne für sich nicht wahrnehmbar, und dennoch hat er, scheinbar wesenlos wie dieser, ganz andere Eigenschaften. Er ist 14 und ein halb mal leichter als die atmosphärische Luft und überhaupt der leichteste bekannte Körper. Die große Leichtigkeit des Wasserstoffgases war auch die Veranlassung, die Lösung des alten Problems der Luftschiffahrt zu versuchen. Bekanntlich nennt man die mit Wasserstoffgas gefüllten Luftballons Charliëren und die mit durch Hitze verdünnter atmosphärischer Luft gefüllten Montgolfiëren. Der Wasserstoff kann das Athmen nicht unterhalten, brennende Körper verlöschen in ihm; er läßt sich aber selbst entzünden und bildet, indem er verbrennt, d. h. indem er sich mit Sauerstoff verbindet (orydirt), Wasser. Schon der elektrische Funke entzündet das Wasserstoffgas. Aber nicht bloß die Wärme entzündet das Wasserstoffgas, d. h. veranlaßt seine Verbindung mit dem Sauerstoff, sondern diese Eigenschaft haben sogar einige feste Körper. Zu diesen gehört z. B. das Platin in fein zertheiltem Zustande (Platinschwamm) und auf diesem Vermögen des Platins beruht die bekannte Döbereinersche Zündmaschine.

Läßt man den Wasserstoff mit Sauerstoff in einem gewissen Mischungsverhältniße gleichzeitig aus einer sehr feinen Oeffnung ausströmen, so daß sich beide an den Ausströmungsöffnungen vermischen, und zündet dieses Gemenge an, so brennt es mit einer schwachen, weil kein starrer Körper darin enthalten ist, bei Tage kaum sichtbaren Flamme von größter Hitze. Bringt man die Spitze eines kegelförmigen Stückes von gebranntem Kalk gegen diese Flamme, so glüht derselbe augenblicklich im blendendsten Lichte, welches das Auge kaum zu ertragen vermag. Nach dem Entdecker nennt man dieses Licht Drummond's Licht oder das Drummond'sche Kalklicht und wendet es bekanntlich seiner außerordentlichen Leuchtkraft wegen als Ersatz des Sonnenlichtes bei Mikroskopen an, welche man dann Hydro-Dryngengas-Mikroskope nennt.

Frei, d. h. unverbunden mit anderen Elementen findet sich in der Natur der Wasserstoff nicht, doch in großer Menge in chemischen Verbindungen, und steht hinsichtlich der Theilnahme an der Zusammensetzung der Theile der Erde dem Sauerstoff wenig nach. Bei der Bildung des Körperbestandes der belebten Wesen übertrifft er den Sauerstoff sogar bedeutend.

Eine besondere Eigenschaft des brennenden Wasserstoffgases ist es, daß

es dann einen harmonikähnlichen Ton hören läßt, wenn es aus der kleinen Oeffnung einer spitzausgezogenen Glasröhre brennt, welche luftdicht in den Hals einer Flasche eingepaßt ist, in welcher fortwährend eine schwache Entzündung von Wasserstoffgas stattfindet. Stülpt man dann eine wohlgetrocknete weite Glasröhre, welche oben verschlossen oder wenigstens nur mit einer nicht zu weiten Oeffnung versehen sein muß, über die Wasserstoffgas-Flamme, so wird der Ton höher oder tiefer, je nachdem man diese Röhre höher oder tiefer hält. Dies ist die sogenannte chemische Harmonika.

Wie verschiedenartige Körper von zwei Elementen je nach deren Mengenverhältnissen, in denen sie mit einander verbunden sind, gebildet werden können, und wie groß der Unterschied dabei ist, je nachdem die beiden Elemente bloß mit einander wie Wasser und Wein mechanisch gemengt oder chemisch innig verbunden sind, das zeigt dem Wasser gegenüber die sogenannte Knall-Luft. Jenes eine chemische Verbindung von Wasser- und Sauerstoff, diese eine Mischung beider. Die Knall-Luft ist eine Mischung von 2 Maaßtheilen Wasserstoffgas mit einem Maaßtheil Sauerstoffgas. Dieselbe verbrennt mit einem starken Knall, welcher auf einer heftigen Explosion beruhet, daher die Handhabung der Knall-Luft nicht ohne Gefahr ist.

Diese wenigen Bemerkungen mögen hinreichen, um meine Leser mit den wichtigsten Eigenschaften des Wasserstoffgases und des Sauerstoffgases, den beiden Leibeshälften des Wassers, bekannt zu machen.

Priestley^{*)}, Cavendish^{**}) und Lavoisier theilen sich in die Ehre, die chemische Natur des Wassers ergründet zu haben. Um das Jahr 1783 hatte Priestley bemerkt, daß bei der Verbrennung des Wasserstoffgases in einem Glase auf Kosten des Sauerstoffgases sich an der Wand des Glases ein Wasserhauch ansetzt. Ganz dicht bei der Entdeckung der Zusammensetzung des

*) Joseph Priestley, 1733 in Yorkshire geb., ward aus einem freisinnigen Geistlichen ein Bereicherer der Naturwissenschaft. Verfolgt wegen seiner Sympathie für die französische und nordamerikanische Revolution ging er 1794 in die Vereinigten Staaten, wo er 1804 starb.

***) Henry Cavendish, zweiter Sohn des Herzogs von Devonshire, geb. 1731 zu London und gest. 1810, war eine der wenigen Ausnahmen, welche neben allen Vorzügen äußeren Glückes die Bereicherung des Geistes nicht vergessen. Er opferte ein ungeheures Vermögen fast nur der Wissenschaft und ließ dabei jeden gleichstrebenden Genossen Theil nehmen.

Wassers machte er sie doch nicht, indem er den ganz nahe liegenden Rückschluss unterließ, daß dieses Wasser durch die Drydation des Wasserstoffes (d. h. durch die Verbindung desselben mit Sauerstoffgas) gebildet sein müsse. Zwischen die Beobachtung und die richtige Deutung drängte sich ein die damalige Chemie beherrschendes Gespenst, das Phlogiston. Bei der großen Bedeutung, welche dieses blos vermuthete Ding erlangt hatte, ist es nothwendig, einige Worte darüber einzuschalten. Bevor man die Natur des Sauerstoffes kannte, verursachte die Erklärung des Verbrennungs-Vorganges den Chemikern viel Kopfzerbrechens. Im Jahre 1665 erklärte der Engländer Robert Hooke die Verbrennung so, daß er sagte, die Luft, welche wir einathmen, sei das Auflösungs-mittel für alle brennbaren Körper und die Wirkung der Auflösung bringe die hohe Temperatur hervor, welche wir Feuer nennen; ja er war der Wahrheit schon so nahe, sagen zu können, daß die Auflösung des brennenden Körpers von einem der Luft beigemischten Stoff herrühre. Gleichzeitig und nach Hooke entfernten sich John Mayow, Robert Boyle und Becher wieder weiter von der bereits halb gefundenen Wahrheit und des letztgenannten Schüler Georg Ernst Stahl erdachte um 1720 das Phlogiston, was auf deutsch Brennbares bedeutet. Dieses Phlogiston sollte einem jeden Körper beigemischt sein, in der Art, daß er aus Phlogiston und einer unverbrennlichen Grundlage bestehe, also z. B. Schwefel aus Phlogiston und Schwefelsäure. Beim Verbrennen solle das flüchtige Phlogiston entweichen und den unverbrennlichen Grundbestandtheil zurücklassen. Die phlogistische Theorie erhielt sich über ein halbes Jahrhundert. Bayen wies nach, daß diese Theorie keine vollständige Anwendung zulasse und war nächst Priestley und Cavendish, der sich mit Priestley gleichzeitig mit der Hervorbringung des Wassers aus seinen beiden Elementen beschäftigte, der Wegweiser für Lavoisier, welcher die von jenen gemachten Beobachtungen richtig deutete, während die genannten beiden das Phlogiston seine Rolle dabei noch fortspielen ließen.

Priestley und Cavendish haben demnach entdeckt, daß bei der Verbrennung des Wasserstoffes in der atmosphärischen Luft (die ja immer Sauerstoff enthält) oder im Sauerstoff Wasser entsteht, aber Lavoisier hat bestimmter ermittelt, daß Wasser ein zusammengesetzter Körper ist, daß Wasserstoff und Sauerstoff, zu Wasserstoffoxyd verbunden, seine beiden Bestandtheile sind.

Im November 1783 wurde Lavoisiers Entdeckung in der Sitzung der französischen Akademie der Wissenschaften vorgetragen.

Bald nachher wurde von mehreren Chemikern, namentlich Fourcroy, Bauquelin und Seguin und seitdem von den Lehrern der Chemie unzählige-mal Wasser in nicht unbedeutenden Mengen aus seinen beiden Bestandtheilen künstlich zusammengesetzt und dabei mit Bestimmtheit gefunden, daß das Gewicht des gewonnenen Wassers genau dem voraus abgewogenen Gewichte der verwendeten Gasmengen gleichkommt*).

2. Eigenschaften des Wassers.

Die allbekannte Natur als tropfbarflüssiger Körper behält das Wasser in einem verschlossenen Raume in der mittlern Temperatur unserer Atmosphäre unverändert bei; es ist aber eben so bekannt, daß es durch Entziehung der Wärme in einen festen Körper, den wir Eis nennen, verwandelt werden kann, und daß es sich bei über 80° R. gesteigerter Erwärmung in einen luftförmigen Körper, das Wassergas (nicht zu verwechseln mit Wasserstoffgas) verwandelt.

Das Eis ist die Krystallform des Wassers, welche dieses wie die meisten übrigen Körper bei der Erstarrung annimmt. Während bekanntlich die Krystalle der übrigen krystallisirenden Körper eine sehr regelmäßige Gestalt mit bestimmten Flächen, Kanten und Ecken haben, so zeigt das Wasserkry-stall, das Eis, nur selten ganz regelmäßig ausgebildete Gestalten. Wie groß dagegen die Mannfaltigkeit der sich in freien phantastischen Formen ergehenden Eiskrystallisationen sein könne, das sieht man an den gefrorenen Fensterscheiben und am Gefrieren eines Wasserspiegels.

Bekanntlich nennt man den Punkt des Wärmemessers, der durch Null bezeichnet ist, den Eis- oder Gefrierpunkt und man sollte demnach meinen, daß das Wasser, wenn der Wärmemesser 0° zeigt, stets gefrieren müsse. Dem ist aber nicht immer so, und daher streng genommen jene Benennung des Null-

*) Es würde hier zu weit von meinem mir vorschwebenden Ziele und auch zu tief in die Chemie führen, wenn wir uns nun über die chemischen Zusammensetzungsverhältnisse des Wassers verbreiten und die Experimente der Wasserbildung beschreiben wollten; weshalb ich hierüber meine Leser auf chemische Handbücher verweisen muß.

punktes nicht richtig. Wasser, welches sich im Zustande völliger Ruhe befindet, kann mehrere Grade unter Null noch flüssig bleiben und erstarrt erst dann, aber auch ganz plötzlich zu einem eifigen Brei, wenn man es stark bewegt. Auch im luftleeren Raume gefriert das Wasser erst bei fast 5° unter Null. Dabei ist es bemerkenswerth, daß sich dann solches Wasser im Moment der Erstarrung augenblicklich bis auf 0° erwärmt.

Alle Frühjahre sehen wir die Eisschollen der sich wieder befreienden Flüsse auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, ohne dabei daran zu denken, daß hierin eine Ausnahme von anderen Körpern liegt, welche im Gegentheile im erstarrten Zustande schwerer sind als im flüssigen, weil sie dann einen kleineren Raum einnehmen, ein geringeres Volumen haben. Das Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus und nimmt also einen größeren Raum ein, als dieselbe Wassermenge vor dem Gefrieren und muß daher leichter sein, mithin auf dem Wasser schwimmen. Das Ausdehnen des Wassers beim Gefrieren hat uns schon manches Gefäß zersprengt.

Eine andere das Gefrieren des Wassers begleitende Erscheinung ist die, daß Wasser, welches fremdartige Stoffe beigemischt enthält, als Salze, Säuren, Weingeist oder dergl., schwerer als reines Wasser gefriert und zwar um so schwerer, je mehr es von jenen Stoffen beigemischt enthält. Wenn solche Mischungen dennoch gefrieren, so gefriert meist blos das Wasser, indem nur wenig Wasser ungefroren bleibt, welches dann allein die ganze Auflösung in sich aufgenommen hat, also nun viel gesättigter ist, als vorher die ganze Menge der Mischung. Man kann das mit Salzwasser leicht probiren, wie es auch bekannt ist, daß man zuweilen gefroren gewesenes Bier als stärker als nicht gefroren gewesenes anpreist. Im größten Maasstabe findet diese Erscheinung bei dem Seewasser statt, indem das Polar-Eis, was alljährlich seine schwimmenden Eisberge nach südlicheren Breiten entsendet, und was größtentheils nichts anderes als gefrorenes Seewasser ist, fast kein Salz enthält. Diese bekannte Erscheinung drückt man im täglichen Leben gewöhnlich so aus, daß man sagt, das, was das Wasser in Auflösung enthielt, sei herausgefroren.

Eine sehr eigenthümliche und zugleich für das organische Leben höchst wichtige Eigenschaft des Wassers besteht darin, daß es den höchsten Grad seiner Dichtigkeit und folglich sein höchstes Gewicht erst dann erlangt,

wenn seine Wärme etwa 4° über dem Gefrierpunkt steht. Wie alle Flüssigkeiten hat es übrigens wenig oder keine Elasticität und läßt sich daher künstlich nur höchst unbedeutend zusammendrücken, obgleich es durch sein eigenes Gewicht in den tieferen Schichten des Meeres oder beim Zusammenpressen großer Ströme in plötzlichen Verengungen ihres Bettes sich dennoch etwas dichter zeigt. Dadurch, daß das Wasser bei $+ 4^{\circ}$ R. dichter, also schwerer als bei anderen Temperaturgraden ist, wird dem gänzlichen Ausfrieren der Flüsse, Seen und anderer größerer Wasserbehälter vorgebeugt.

Ist im Winter die Oberfläche der Gewässer bis auf $+ 4^{\circ}$ abgekühlt, so sinkt es, weil es dann am schwersten ist, zu Boden und diese Ausgleichung findet ohne Zweifel so lange statt, bis die ganze Wassermasse auf diesem Temperaturgrade steht. Erst dann bedeckt sich die noch weiter abgekühlte Oberfläche mit Eis, und dieses schützt nun als schlechter Wärmeleiter das untere Wasser vor noch weiterer Abkühlung und vor dem Frieren. Ohne diese Eigenschaft des Wassers und wenn im Gegentheile das Eis schwerer wäre als das flüssige Wasser, würde in den kälteren Breiten in strengen Wintern das Wasser der Flüsse, Seen u. s. w. bis auf den Grund in Eis verwandelt werden. Dadurch müßte den meisten darin wohnenden Thieren das Leben unmöglich werden; es würde also der Wohnraum für die Thierwelt um ein Beträchtliches beschränkter sein, als er es jetzt ist.

Dem Meere, mit dessen Wasser dieses Dichtigkeitsverhältniß nicht stattfindet, wird derselbe Dienst von seinem Salzgehalt geleistet, indem wir gesehen haben, daß bei dem Gefrieren des Salzwassers das Salz größtentheils ausgeschieden wird. Daher ist auf zugefrorenen Meeresbuchten das Eis fast salzfrei und das darunter liegende Wasser um so salziger und um so weniger gefrierbar.

Wird das Wasser über 4° erwärmt, so dehnt es sich allmählig immer mehr aus und erreicht bei 80° R. seine größtmögliche Ausdehnung, indem es dann siedet und in Wassergas verwandelt in die Luft, die von ihm an Leichtigkeit übertroffen wird, emporsteigt. Ich darf wohl als bekannt voraussetzen, daß diese Ziffer nicht überall gleich bleibt und daß der Siedepunkt desto niedriger liegt, in je höheren Regionen man Wasser zum Sieden bringt, oder mit anderen Worten, je geringer der Luftdruck an dem entsprechenden Orte ist. 80° ist der Siedepunkt in der Ebene, wo der Barometerstand 28 par. Zoll ist. Dieses