

Einleitung.

Wohin wir unseren Blick auch wenden, überall begegnet uns ein beständiger Kreislauf der Erscheinungen, ein unaufhörliches Werden und Vergehen der uns umgebenden körperlichen Welt. Die regelmäßigen Bahnen der Sonne und des Mondes, der Planeten und der Sterne haben seit jeher den denkenden Menschen in hohem Grade beschäftigt. Die Neubildung glänzender Krystalle in der kaum erstarrten Lava der Vulcane, wie andererseits die langsame Zersetzung der festesten Urgesteine unter dem Einflusse der atmosphärischen Agentien, die periodisch stets wiederkehrenden und die in abgeschlossener Form stattfindenden Veränderungen, denen jeder pflanzliche oder thierische Organismus unterliegt — dieses alles und noch manches ähnliche sind Vorgänge, deren tieferes Verständniss die allergrösste Bedeutung für uns hat.

Erst in der Neuzeit ist man der Erforschung von derartigen Fragen in erfolgreicher Weise näher getreten, geleitet von dem klaren Bewusstsein, dass man die natürlichen Vorgänge ihrem inneren Wesen nach möglichst genau ergründen müsse, um sie mit Vortheil auszunützen oder ihnen die gerade erwünschte Richtung geben zu können.

Am offensten der Beobachtung zugänglich und daher auch schon vor Jahrhunderten zuerst eingehender studirt sind diejenigen Erscheinungen, welche durch Bewegung grösserer Massen hervorgebracht werden. Dahin gehören nicht nur die von den Gestirnen beschriebenen Bahnen, sondern auch die Bewegung der Erde im Raume, sowie die Ortsänderungen fester Körper an der Erdoberfläche — wie das Fallen eines Gegenstandes, das Schwingen eines Pendels, das Rollen einer Kugel; desgleichen das Fliessen und die Wellenbewegung des Wassers, oder die Strömungen in der Atmosphäre, wie sie durch das Wechseln der Windrichtung oder die Stärke der Winde zur Wahrnehmung gelangen. Es bedeutete nicht weniger denn eine vollkommen neue Aera in der Geschichte der Menschheit, als die Gesetze aller dieser Erscheinungen durch Galilei (1564–1641) und seine Schüler und Zeitgenossen klar erkannt wurden. Die Lehre vom Gleichgewicht und den Bewegungen der Körper, sowohl derjenigen auf der Erde, wie auch dieser selbst und der übrigen Himmelskörper, nennt man **Mechanik**.

Die auffallende Stetigkeit und Regelmässigkeit dieser Bewegungen findet ihre Erklärung in einem Hauptgrundsatz der Bewegungslehre, dem „Gesetze der Trägheit oder des Beharrungsvermögens“, das zuerst von Galilei erkannt und von Newton (1642–1727) folgendermassen formulirt worden ist: „Jeder Körper verharrt in seinem Zustande der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in geradliniger Bahn, so lange er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu

ändern.“ Die Erde beispielsweise müsste geradlinig in den Weltraum hineinstürzen, würde sie nicht durch die Schwerkraft der Sonne unaufhörlich in der alljährlich durcheilten elliptischen Bahn festgehalten und ebenso wird auch der Flug einer abgeschossenen Kugel durch den Luftwiderstand allmählich verlangsamt und durch die Anziehung der Erde von der geradlinigen Bahn abgelenkt, so dass die Kugel schliesslich zu Boden fällt. Je beträchtlicher die Kraft ist, welche einen geradlinig sich bewegenden Körper aus seiner Richtung ablenkt, um so stärker ist natürlich auch die Ablenkung selbst. Der Mond, weil er trotz seiner scheinbaren Grösse im Vergleich zur Sonne doch nur von verschwindender Masse ist, kann daher nur höchst geringe Abweichungen der Erde aus ihrer Sonnenbahn verursachen. Von der grössten Tragweite ist die Thatsache, dass eine stattfindende Bewegung in Wirklichkeit niemals verschwindet; wird ein in Bewegung befindlicher Gegenstand plötzlich aufgehalten, dann überträgt sich seine ganze Bewegung auf den hemmenden Körper. Kann sich nun dieser letztere nicht als Ganzes fortbewegen, so gerathen wenigstens seine kleinsten Theilchen in äusserst lebhaftes Schwingungen („sie erwärmen sich“) — beispielsweise der Ambos, beim Aufschlagen eines Hammers auf denselben, ein Holzstück beim Reiben durch ein anderes.

Mit diesen sehr einfachen Beispielen kommen wir auf eine gleichfalls unendliche Menge höchst auffällender Erscheinungen, die auch die Folge eigenthümlicher Bewegungen sind; allein, wie schon gesagt, erstrecken sich diese Bewegungen nur auf sehr kleine uns unsichtbare Theilchen der Körper und können daher ohne eine merkbare Ortsänderung des ganzen Körpers stattfinden. Wir nehmen deshalb in diesen Fällen die Bewegung häufig gar nicht wahr, umso deutlicher aber bemerken wir stets deren Wirkung. Allein diese Wirkung ist nur eine vorübergehende und hört auf, sobald die Ursache der Erscheinung wieder verschwindet. Unterhalb des Gefrierpunktes ist das Wasser fest und tritt als Eis oder Schnee auf; in höherer Temperatur wird es flüssig, und wenn man bedeutend stärker erhitzt, geht es in Dampfform über; bei allen diesen Umwandlungen ändert sich jedoch nur der „Aggregatzustand“ oder die Bewegungsart der kleinsten Wassertheilchen, keineswegs aber die stoffliche Beschaffenheit dieser wichtigen Substanz, denn sowie die Ursache der Eigenschaftsänderung, das Abkühlen oder die Erhitzung aufhört, bekommt man alsbald das Wasser wieder in seiner ursprünglichen Form. Manche Körper, wie Platin oder Aetzkalk, lassen sich sogar bis auf Weissglut erhitzen und strahlen ein blendend weisses Licht aus, ohne beim Wiedererkalten irgend eine bleibende Aenderung in ihren Eigenschaften zu zeigen. Eine Glocke oder eine Darmseite ertönen nur, solange die Schwingungen andauern, in die man sie versetzt hat. Eine Glasstange wird durch starkes Reiben vorübergehend elektrisch und vermag kleine Papierschnitzeln und Hollunderkügelchen anzuziehen; bald ist sie aber nicht mehr hierzu fähig und zeigt wieder ihr ursprüngliches indifferentes Verhalten. Alle derartigen Erscheinungen, bei denen der betheiligte Körper eine Veränderung seiner stofflichen Zusammensetzung nicht erfährt, gehören in das engere Gebiet der Physik.

Die wichtigsten neueren Fortschritte dieser Disciplin sind im Allgemeinen jünger, als die Entdeckungen auf dem Gebiete der Mechanik, und wurden durch diese letzteren vorbereitet und angeregt. Um 1650 begann die Blüthe der eigentlichen Experimentalphysik, deren mathematische Behandlung gegen 1700 einen grossen Aufschwung nahm, und die seit 1750 durch die interessantesten Entdeckungen im Bereiche der elektrischen Erscheinungen auf ganz neue Gebiete geführt wurde.

Wir sahen oben, dass die Fähigkeit eines Körpers sich vorwärts zu bewegen, oder auch seine eigene Bewegung auf andere bewegliche Gegenstände zu übertragen — welche Fähigkeit selbst Arbeit zu leisten oder andere Gegenstände zu solcher zu veranlassen, man als Energie des Körpers bezeichnet — beim Stoss oder bei der Reibung nur scheinbar verschwindet. In Wirklichkeit aber wandelt sich dann die Bewegung grösserer Massen in diejenige Art von Bewegung der für uns nicht mehr sichtbaren kleinsten Theilchen um, die wir als Wärme empfinden: die mechanische Energie wird dabei nur in eine andere Form, in thermische Energie umgesetzt. Hebt man ein Kilogrammgewicht einen Meter hoch, so leistet man damit eine Arbeit von genau gemessener und bestimmter Grösse, die man für das praktische Maasssystem als Arbeitseinheit gewählt hat, und in leicht verständlicher Abkürzung als „Meterkilogramm“ bezeichnet. Nun haben höchst sinnreiche und wichtige Versuche von Joule und Hirn dargethan, dass bei der Umwandlung von je 424 Arbeitseinheiten oder Meterkilogrammen, durch Stoss oder durch Reibung, in Wärme stets wieder genau dieselbe Wärmemenge erzeugt wird; diese Wärmemenge — die man auch einfach als „Calorie“ bezeichnet und als Einheit zum Messen beliebiger anderer Wärmemengen benutzt — ist aber im Stande, 1 Kilogramm Wasser um 1° C. zu erwärmen. Umgekehrt kann eine ebensolche Wärmemenge, wenn man sie wieder, beispielsweise mit Hilfe einer Dampfmaschine verbraucht, auch wieder eine Arbeit von 424 Meterkilogramm leisten. Diese letztere Grösse bezeichnet man daher als das „mechanische Aequivalent der Wärme“ (Robert Mayer 1842; Joule 1843).

Einmal mit dem messbaren Umsetzungsverhältniss zwischen mechanischer und thermischer Energie bekannt, hat man mit grosser Sicherheit feststellen können, dass bei noch so häufig wiederholter Umwandlung der einen dieser Bewegungs- oder Energieformen in die andere ein Verlust an Bewegung oder „Energie“ nicht im Geringsten eintritt. Zwar ist es nicht möglich gewesen, eine gegebene Wärmemenge vollständig in Arbeit umzuwandeln, da ein Theil der Wärme stets als solche wieder erhalten wird, aber die Gesamtsumme der beteiligten Energien ist vor und nach dem Processe genau die gleiche. Man bezeichnet diese Thatsachen in ihrem Zusammenhang als das „Gesetz von der Erhaltung der Energie“. Nachdem man die verschiedenartigsten physikalischen Bewegungsformen in einander umwandeln gelernt hatte, ist man zur Erkenntniss von der Allgemeingiltigkeit dieses Naturgesetzes gelangt.

Obwohl es nun zwischen physikalischen und chemischen Erscheinungen eine scharfe Grenze nicht gibt, so kann man doch andererseits

als Vorgänge aus dem Gebiete der **Chemie** diejenigen bezeichnen, bei welchen die Zusammensetzung der Körper eine wesentliche Veränderung erleidet. Mischt man Schwefelblumen mit Eisenfeile in einem Mörser, so erhält man ein graugrünes Pulver, anscheinend verschieden von seinen beiden Bestandtheilen. Allein schon mit Hilfe einer guten Loupe kann man sich davon überzeugen, dass hier nur ein mechanisches Gemenge vorliegt, in welchem jede der zwei pulverförmigen Substanzen mit ihren Eigenthümlichkeiten fortbesteht. Vermittelt eines Magneten lässt sich das Eisen aus dem trockenen Gemenge ausziehen, und ebenso kann man durch Uebergiessen und Umrühren mit Wasser den specifisch leichteren Schwefel, der in der überstehenden Flüssigkeit suspendirt bleibt, von den sofort wieder zu Boden sinkenden Eisentheilchen durch Abschlänmen trennen. Behandelt man das Gemenge mit Schwefelkohlenstoff, dann wird der Schwefel von diesem Lösungsmittel leicht aufgenommen, und das Eisen bleibt vollkommen unverändert zurück; übergiesst man die Mischung dagegen mit wässriger Salzsäure, so verhält sie sich wie reines Eisenpulver, indem unter Auflösung des Eisens ein farb- und geruchloses, entzündliches Gas, der Wasserstoff, entweicht, bis der Rückstand nur noch aus reinen Schwefelblumen besteht.

Anders gestaltet sich das Ergebniss, wenn man das innige Gemenge von Eisenfeile (2 Gewichtstheile) mit Schwefelblumen (1 Theil) in einem Reagenzcyliner durch eine Weingeist- oder Gasflamme vorsichtig erwärmt und hierauf an einer Stelle des Cylinders stark erhitzt: es erfolgt dann die chemische Vereinigung der beiden Stoffe alsbald unter lebhaftem Erglühen durch die ganze Mischung hindurch. Das dunkle, metallisch glänzende Product zeigt, nachdem man es wiederum fein zerrieben, auch unter dem stärksten Vergrösserungsglase homogene Beschaffenheit und lässt sich durch die obigen Hilfsmittel nicht mehr in Schwefel und Eisen zerlegen. Ubergiesst man es mit Salzsäure, so löst es sich nicht nur theilweise, sondern vollständig auf, indem ein farbloses, brennbares Gas entweicht; dieses Gas ist jedoch kein Wasserstoff, sondern besitzt einen äusserst unangenehmen Geruch sowie giftige Eigenschaften, und vermag aus Metallsalzlösungen schön gefärbte, charakteristische Niederschläge auszuschcheiden, die man beim Durchleiten von Wasserstoffgas durch solche Lösungen nicht erhält. Diese und ähnliche Versuche zeigen, dass man es nicht mehr mit einem Gemenge von Schwefel und Eisen zu thun hat, sondern mit einer (nach ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen gebildeten) chemischen Verbindung beider Substanzen, dem Schwefeleisen. — Noch leichter wie mit Eisen vereinigt sich der Schwefel mit anderen Körpern, beispielsweise mit Quecksilber schon beim anhaltenden Zusammenreiben, unter Bildung schwarzen „Schwefelquecksilbers“, welches beim starken Erhitzen unter Luftabschluss in ein Sublimat von den Eigenschaften des Zinnobers übergeht.

Bei gelindem Erwärmen von Braunstein mit starker wässriger Salzsäure entwickelt sich ein grüngelbes, erstickend riechendes Gas, das Chlor, welches zu anderen Substanzen schon bei gewöhnlicher Temperatur ein überaus grosses Vereinigungsbestreben hat. Wirft man dünn ausgeschlagenes Kupfer (unechtes Blattgold) oder gepulvertes Antimon

in aufrechtstehende, mit Chlorgas gefüllte Cylinder, oder führt man ein abgetrocknetes, erbsengrosses Phosphorstückchen mittelst eines kleinen eisernen Löffels in das Gas ein: dann entzünden sich alle diese Substanzen und verbrennen mit lebhaftem Glanze, indem ihre Verbindungen mit Chlor entstehen. Bringt man das silberglänzende metallische Natrium in eine gläserne Kugelhöhle und erhitzt es, indem man einen Chlorstrom durch die Röhre hindurchleitet, so vereinigt sich das Chlor mit dem Natrium unter blendender Lichterscheinung und es bildet sich eine farblose, in Wasser lösliche Substanz, die nichts anderes ist, als künstlich dargestelltes Kochsalz. Derartige Umwandlungen, bei denen eine völlige stoffliche Aenderung der auf einander einwirkenden Substanzen erfolgt, so dass ganz neue Substanzen gebildet werden, bezeichnet man als chemische Erscheinungen oder Processe.

Rasche Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie, wie auf dem der meisten übrigen naturwissenschaftlichen Disciplinen wurden erst erzielt, als man sich nicht bloss auf die Betrachtung der Eingangs angedeuteten alltäglichen Vorgänge beschränkte, sondern die verschiedensten künstlichen Processe, nach Art der vorstehenden einfachen Beispiele, nach Belieben durch Herstellung der erforderlichen Bedingungen herbeizuführen lernte. Indem man diese Versuchsbedingungen wechseln liess, ermittelte man die näheren Umstände, von denen eine jede einzelne Erscheinung abhängt. Auf der sachgemässen Benutzung des Experimentes beruhen die Erfolge der neueren Chemie. Während man in den nun längst verflossenen Epochen der alchymistischen und medicinisch-chemischen Bestrebungen Experimental-Untersuchungen lediglich angestellt hatte, um rein praktische Ziele zu erreichen, betreibt man seit Robert Boyle (1627—1691) die Chemie zunächst lediglich um ihrer selbst willen; eine weitere Frage ist es dann, wie man die gewonnenen wissenschaftlichen Ergebnisse für die mannigfachen Anforderungen des Lebens verwenden könne. Seitdem man diese beiden Gebiete, das der Theorie und das der Praxis, in sachgemässer Weise auseinander zu halten versteht, gewährt ein jedes derselben dem anderen die weitgehendste Unterstützung. Ein Lehrbuch der experimentellen Chemie hat die Aufgabe, die wichtigsten der nach beiden Richtungen gewonnenen Resultate übersichtlich und in ihrem steten Zusammenhange darzulegen sowie den Leser in die benutzten Methoden näher einzuführen.

Eine ganz besondere Art chemischer Processe vollzieht sich täglich vor unseren Augen, und hat von jeher die Aufmerksamkeit in hervorragendem Maasse erregt; es sind das die Verbrennungen vieler Substanzen an der Luft. Ein so gewohnter Anblick das Brennen einer Oellampe oder eines Stückes Kohle auch ist, so hat es doch Jahrhunderte gedauert, bis Lavoisier (1743—1794) erkannte, dass derartige Verbrennungsprocesse nichts anderes sind, als die chemische Verbindung des brennenden Körpers mit Sauerstoff. Dieses letztere Gas ist, mit seinem vierfachen Stickstoffvolum gemischt, in der atmosphärischen Luft enthalten und wurde gleichzeitig und unabhängig von Scheele und von Priestley entdeckt. Erhitzt man flüssiges metallisches Quecksilber an der Luft auf eine seinem Siedepunkte nahe-

liegende Temperatur, so geht es in festes rothes „Quecksilberoxyd“ über, indem es sich allmählich mit dem Sauerstoff der Luft vereinigt; erwärmt man dieses rothe Quecksilberoxyd nunmehr auf etwa 500°, dann zerfällt es wieder in Quecksilber und Sauerstoff zurück. Auf diesem Wege führte Priestley die zuerst bekannt gewordene Reindarstellung des Sauerstoffs am 1. August 1774 aus. Die vorstehend erwähnte richtige Erkenntniss von der Rolle des Sauerstoffs bei Verbrennungsprocessen, durch das Zusammenwirken der genannten sowie anderer Forscher um jene Zeit erlangt, bedeutet eine neue Entwicklungsphase für die Chemie und die mit ihr verwandten Wissenschaften. Ist doch der Athmungsprocess, dem der thierische Organismus die so nothwendige fortwährende Wärmezufuhr verdankt, nichts anderes als eine in der Lunge stattfindende Verbrennung durch den Luftsauerstoff.

Welches aber auch die Art des chemischen Processes sein möge, stets bleibt bei demselben, wie man seit etwas mehr als einem Jahrhundert weiss, das Gesamtgewicht der betheiligten Substanzen dasselbe. Die Masse der letzteren erleidet durch chemische Umwandlungen keinerlei Veränderung. Es reiht sich diese, die Erhaltung des Stoffes betreffende Wahrnehmung in augenscheinlichster Weise an das Grundgesetz der Mechanik und Physik, das Gesetz von der Erhaltung der Energie an.

Das „Gesetz von der Erhaltung des Stoffes“ wurde schon im Alterthum als bewiesene Wahrheit angesehen; für die Vorgänge, die sich in der Retorte des Chemikers abspielen, that es namentlich Lavoisier in überzeugender Weise mit der Hilfe der Wage dar. Aber auch für die Entstehungs- und Zerstörungsprocesse der uns umgebenden Mineralien, der Pflanzen und der Thiere, finden wir überall den nämlichen Sachverhalt. Die sorgfältigsten Untersuchungen der Neuzeit (Landolt 1893) haben den Satz, dass bei chemischen Erscheinungen die Gesamtmenge des betheiligten Stoffes unverändert erhalten bleibt, vollauf bestätigt und lassen ihn als Grundgesetz der Chemie erscheinen. Auch diejenigen Umsetzungen, die sich im grössten Maassstabe auf der Sonne vollziehen, ändern deren Masse nicht: denn ihre Anziehung auf die Planeten ist wie die Astronomie lehrt seit Jahrhunderten dieselbe.

Die oben genannte Entdeckung des Sauerstoffs war indessen nicht die einzige hervorragende ihrer Zeit, vielmehr wurde sie begleitet von der Auffindung anderer, kaum minder wichtiger gasförmiger Körper; man nennt daher auch die zweite Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts, in welcher auf Grund solcher Entdeckungen die noch jetzt gültigen Ansichten in ihren Grundzügen aufgestellt werden konnten, das Zeitalter der pneumatischen Chemie (πνευματ. das Gas).

Das erste der deutlich charakterisirten und von der gewöhnlichen Luft dadurch unterschiedenen Gase war das Kohlendioxyd, von dem der Schotte Black 1757 zeigte, dass dieses specifisch schwere Gas, welches die Verbrennung nicht unterhält, sondern Flammen auslöscht und Thiere erstickt, sich mit Alkalien und mit Kalk zu festen Körpern, den kohlensauren Salzen verbindet.

Als eine gleichfalls eigenartige Luftart erkannte Cavendish 1766 den beim Uebergiessen von Eisen oder Zink mit Schwefelsäure oder

Salzsäure entweichenden Wasserstoff, der durch seine Brennbarkeit und seine grosse Leichtigkeit ausgezeichnet erscheint.

Nachdem dann 1774 der Sauerstoff aufgefunden war, erkannte man, dass die Luft im Wesentlichen ein Gemenge desselben mit dem indifferenten „Stickstoff“ ist, und vom Wasser zeigte Cavendish 1781, dass es nichts anderes ist, als eine chemische Verbindung von Wasserstoff mit Sauerstoff. Damit verschwanden die aristotelischen Elemente (Erde, Wasser, Feuer, Luft) und mit ihnen die alchymistischen Elemente (Schwefel, Quecksilber und Salz) für immer; an ihre Stelle traten nunmehr die heutigen chemischen Elemente oder Grundstoffe.

Bei der chemischen Zerlegung der Körper stösst man nämlich stets, wie lange und in welcher Weise man dieselbe auch fortsetzen möge, auf ein und dieselbe ganz bestimmte Reihe von Stoffen, die sich mit den heutigen Hilfsmitteln nicht mehr in weitere Spaltungsproducte haben zerlegen lassen. Für jede einzelne Verbindung die Qualität und das Gewicht dieser letzten Bestandtheile festzustellen, ist die Aufgabe der chemischen Analyse. Derartige Substanzen muss man bis auf weiteres als chemische Grundstoffe oder Elemente bezeichnen; dahin gehören beispielsweise Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Chlor, Schwefel, Phosphor und sämtliche gediegenen Metalle.

Man nimmt seit Dalton (1808), wie weiter unten eingehend dargelegt werden wird, allgemein an, dass jedes dieser Elemente aus untereinander vollkommen gleichen kleinsten Theilchen, den „Atomen“, besteht. Durch Nebeneinanderlagerung solcher Atome entstehen die chemischen Verbindungen, und mit deren häufig sehr complicirtem Aufbau beschäftigt sich die chemische Synthese. In der noch jetzt gebräuchlichen Weise schrieb zuerst Berzelius diese Elementaratome abgekürzt durch Symbole, die Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Benennung: den Sauerstoff (Oxygenium) setzte er = O, den Wasserstoff (Hydrogenium) = H, Stickstoff (Nitrogenium) = N, Quecksilber (Hydrargyrum) = Hg, Schwefel (Sulphur) = S, u. s. f. Um mit Hilfe solcher Formeln auch die Verbindungen symbolisch zu schreiben, setzt man einfach die in einer solchen nachweislich vorhandenen Atome neben einander: Schwefeleisen wird = FeS, Schwefelquecksilber = HgS, Quecksilberoxyd = HgO u. s. f. Derartige Zusammenlagerungen von zwei oder mehr Atomen nennt man „Molecüle“. Selbst im festen Aggregatzustand erfüllen diese Molecüle den Raum nicht vollständig, sondern sind von einander durch weite Zwischenräume getrennt. Die einzelnen Atome eines jeden Elements haben in allen ihren verschiedenen Verbindungen auf der Erdoberfläche stets dasselbe Gewicht, das man bei der ausserordentlichen Kleinheit dieser Objecte bisher zwar noch nicht in absoluter Messung, wohl aber relativ mit grosser Genauigkeit bestimmt hat. Uebereinkunftsmässig hat man nun ein für allemal jedem einzelnen Atomsymbol auch den Begriff des „Atomgewichts“ beigelegt; hierbei wurde das leichteste aller Elementaratome, das Wasserstoffatom, zur Einheit gewählt, mit der man die Gewichte der übrigen Atome vergleicht. Wenn $H = 1$ ist, so wird $O = 15.88$, $S = 32$, $Fe = 56$, $Hg = 200$, u. s. f. Da das Gewichtsverhältniss zwischen Wasserstoff und Sauerstoff äusserst schwierig mit voller Ge-

naugigkeit zu ermitteln ist, so hat man sich neuerdings wieder dazu entschlossen, den Werth von $O = 16,00$ zu setzen und darauf die relativen Atomgewichte aller übrigen Elemente zu beziehen; Wasserstoff wird dann nicht mehr $= 1$, sondern $= 1,008$ sein u. s. f. In gleicher Weise werden durch die Formeln der Molecüle, die Molecularformeln auch stets die „Moleculargewichte“ angegeben, welche man ohne Weiteres durch Addition der in die Verbindung aufgenommenen Atomgewichte erhält. Man kann dergestalt durch die chemischen Gleichungen nicht nur die Art eines beliebigen synthetischen oder analytischen Vorgangs, sondern auch die für denselben in Betracht kommenden Gewichtsverhältnisse mit Leichtigkeit aufschreiben oder auch, bei der Unveränderlichkeit der Atomgewichte, aus einer Gleichung für praktische Zwecke sofort berechnen. Coëfficienten vor einer Formel beziehen sich auf das ganze Molecül; während solche rechts von einem Atom geschrieben, die Anzahl von gleichartigen Atomen, welche sich in dem betreffenden Molecül befinden, angeben; man schreibt beispielsweise die Spaltung des Quecksilberoxyds in metallisches Quecksilber und Sauerstoff: $2 \text{ HgO} = 2 \text{ Hg} + \text{O}_2$. Diese Gleichung besagt, dass das Quecksilberoxyd (beim Erhitzen auf Rothglut, was besonders anzugeben ist) zerfällt, indem 432 Gewichtstheile desselben 400 Theile Quecksilber und 32 Theile Sauerstoff liefern. Auffallen wird in der angegebenen Gleichung die Schreibweise für das entweichende Sauerstoffgas $= \text{O}_2$. In der That gleichen die kleinsten Theilchen vieler gasförmigen Elemente darin den zusammengesetzten Körpern, dass sie nicht aus isolirten, sondern aus zwei oder mehreren, chemisch mit einander verbundenen Atomen bestehen: die „Molecüle“ des Sauerstoffes sind $= \text{O}_2$, die des Stickstoffs (Nitrogenium) $= \text{N}_2$, des Wasserstoffs $= \text{H}_2$, des Chlors $= \text{Cl}_2$; der Quecksilberdampf besteht dagegen aus einzelnen Atomen $= \text{Hg}$. Bei chemischer Umsetzung zerfallen derartige complexe Elementarmolecüle in ihre Atome; weit schwerer und soviel man bis jetzt weiss, nur in einzelnen Fällen, erfolgt eine solche Spaltung auch unter dem Einflusse hoher Temperaturen.

Eine überraschend einfache systematische Zusammenfassung haben alle diese, im Laufe von Jahrzehnten mit grossem Arbeitsaufwand und nicht ohne zeitweilige Widersprüche ermittelten Gesetzmässigkeiten gegen das Jahr 1870 im periodischen System der chemischen Elemente gefunden, dessen eingehendere Erörterung weiter unten folgen wird.

Nachstehend sind die zur Zeit genauer bekannten 66 chemischen Elemente, sowie deren Symbole und Atomgewichte (letztere bezogen sowohl auf $H = 1,000$, wie auf $O = 16,000$), in alphabetischer Reihenfolge aufgezählt. Von den gegebenen nur wenig abweichende Atomgewichtszahlen erhält man, wenn man statt des Wasserstoffs den Sauerstoff als Einheit wählt und sein Atomgewicht abgerundet $= 16$ setzt. Von einigen weniger bekannten und theilweise noch unsicheren Elementen wird weiter unten die Rede sein.

Sämmtliche Elemente sind in der festen Erdoberfläche enthalten, und von diesen die wichtigeren durch stärkeren Druck ausgezeichnet; im Meerwasser hat man etwa 30 derselben nachweisen können; die

atmosphärische Luft enthält, abgesehen von localen Verunreinigungen, namentlich 4 Elemente: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff. Ein Stern * kennzeichnet ausserdem die in der Sonnenphotosphäre mit Hilfe der Spectralanalyse ermittelten Elemente; ein Kreuz † die in den Meteoriten enthaltenen und aus dem weiteren Weltraum auf die Erdoberfläche gelangten Grundstoffe.

Elemente	Sym- bol	Atomgewichte		Elemente	Sym- bol	Atomgewichte	
		H = 1	O = 16			H = 1	O = 16
†*Aluminium	Al	26.9	27.11	Niob	Nb	93.2	93.9
Antimon	Sb	119.0	119.9	Osmium	Os	189.3	190.8
Arsen	As	74.5	75.1	*Palladium	Pd	105.0	106.3
*Baryum	Ba	136.4	137.43	† Phosphor	P	30.8	31.03
*Beryllium	Be	8.98	9.05	*Platin	Pt	193.3	194.8
*Blei	Pb	205.35	206.91	Quecksilber	Hg	198.8	200.3
Bor	B	10.85	10.94	Rhodium	Rh	102.2	103.0
Brom	Br	79.35	79.96	*Rubidium	Rb	84.8	85.4
*Cadmium	Cd	111.1	112.0	*Ruthenium	Ru	100.9	101.7
*Caesium	Cs	132.0	133.0	Samarium	Sa	149.2	150.2
†*Calcium	Ca	39.7	40.0	† Sauerstoff	O	15.88	16.00
*Cer	Ce	139.2	140.3	Scandium	Sc	43.7	44.0
Chlor	Cl	35.19	35.45	† Schwefel	S	31.82	32.06
†*Chrom	Cr	51.74	52.14	Selen	Se	78.5	79.1
†*Eisen	Fe	55.60	56.02	*Silber	Ag	107.11	107.93
Fluor	Fl	18.96	19.1	† Silicium	Si	28.16	28.38
Gallium	Ga	69.6	70.1	Stickstoff	N	13.94	14.04
Germanium	Ge	71.9	72.5	*Strontium	Sr	86.96	87.62
Gold	Au	195.7	197.2	Tantal	Ta	181.1	182.5
Indium	In	113.1	114.0	Tellur	Te	124.4	125.3
*Iridium	Ir	191.5	193.0	Thallium	Tl	202.7	204.2
Jod	J	125.9	126.86	Thorium	Th	230.7	232.5
†*Kalium	K	38.83	39.1	†*Titan	Ti	47.8	48.1
†*Kobalt	Co	59.1	59.6	*Uran	U	237.6	239.4
† Kohlenstoff	C	11.91	12.00	*Vanadin	V	50.8	51.2
†*Kupfer	Cu	63.1	63.6	†*Wasserstoff	H	1.000	1.008
*Lanthan	La	137.3	138.3	*Wismuth	Bi	207.3	208.9
†*Lithium	Li	6.97	7.03	Wolfram	W	182.7	184.1
†*Magnesium	Mg	24.18	24.36	Ytterbium	Yb	172	173
†*Mangan	Mn	54.52	54.94	*Yttrium	Y	88.3	88.9
*Molybdän	Mo	95.31	95.03	*Zink	Zn	64.91	65.41
†*Natrium	Na	22.88	23.05	†*Zinn	Sn	118.2	119.1
†*Nickel	Ni	58.4	58.9	Zirkonium	Zr	89.9	90.6

Die anorganische Chemie beschäftigt sich mit der Gesamtheit aller chemischen Elemente und mit ihren Verbindungen; als Ausgangsmaterial dienen ihr die verschiedenen Producte des Mineralreichs.

Die organische Chemie umfasst das wegen seiner ausserordentlichen Ausdehnung abgetrennte Gebiet der Kohlenstoffverbindungen und ihr verdankt man nähere Kunde über die Zusammensetzung des Pflanzen- und Thierkörpers; eine principielle Scheidewand zwischen diesen beiden, nur aus praktischen Gründen getrennten chemischen Disciplinen gibt es aber nicht. Ganz kurz sei für die organische Chemie hier noch bemerkt, dass sich neben dem Kohlenstoff selbst am Aufbau der Kohlenstoffverbindungen besonders noch der Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff betheiligen; man nennt daher diese 4 Elemente — die nämlich, welche sich bedeutsamer Weise in der atmosphärischen Luft vorfinden — die *Organogene*. Aber auch für die anorganische Chemie sind dieselben 4 Elemente von besonderer Bedeutung, und werden deshalb im Nachfolgenden der Einzelbetrachtung der übrigen Elemente vorangeschickt.

Es war bis in die neueste Zeit gebräuchlich, die chemischen Grundstoffe zum Zwecke ihrer Systematisirung in Metalle und Nichtmetalle (letztere wenig zutreffend auch „Metalloide“ genannt) einzutheilen. Die Metalle zeichnen sich durch ihren eigenthümlichen Glanz, ihre Dehnbarkeit und ein gutes Leitungsvermögen für Wärme und Elektrizität aus. Den Nichtmetallen gehen diese Eigenschaften mehr oder weniger ab; sie sind spröde und schlechte Leiter der Wärme und Elektrizität. Mit Sauerstoff (s. d.) bilden die Metalle basische (elektropositive), die Nichtmetalle dagegen saure (elektronegative) Oxyde. Diese Eintheilung ist unvollkommen, da eine scharfe Grenze für beide Körperclassen nicht existirt, und hat in neuerer Zeit dem periodischen oder natürlichen System der chemischen Elemente (s. o.) weichen müssen.

I. Sauerstoff.

$O = 16.00$ (wenn $H = 1.008$).

Der Sauerstoff ist unter allen chemischen Elementen das auf der Erde am stärksten verbreitete, denn die Hälfte vom Gewichte der gesamten Erdkruste besteht aus diesem Elemente. Gemengt mit Stickstoffgas bildet er 21 Procent der atmosphärischen Luft; in Verbindung mit Wasserstoff zu Wasser macht er von dessen Gewicht 88.81 Procent aus; in den krystallinischen Urgesteinen, aus denen die Erdkruste besteht, den Silicaten, ist er zu 45 Procent enthalten. Seine Auffindung begründete eine neue Aera der Chemie.

Zuerst in reinem Zustande dargestellt und damit als elementare Substanz entdeckt wurde der Sauerstoff fast gleichzeitig und unabhängig durch Scheele (dessen Versuche erst später veröffentlicht wurden) und durch Priestley, der das Gas durch starkes Erhitzen von rothem „Praecipitat“ oder Quecksilberoxyd isolirte — 1. August 1774. Um den historisch merkwürdigen Versuch, welcher zugleich die Spaltung einer chemischen Verbindung in ihre Elemente in sehr augenfälliger Weise zeigt, zu wiederholen, erhitzt man rothes Quecksilberoxyd in einem einseitig geschlossenen Rohr aus schwer schmelzbarem Glas.