

ne Kohle ist so leicht entzündlich, dass man sich derselben wie des Schwammes zum Feueranmachen bedient. Metalle, wie Kobalt, Nickel, Eisen, die sonst sehr schwierig brennen, lassen sich in einem solchen Zustand mechanischer Vertheilung erhalten, dass sie bei der gewöhnlichen Temperatur an der Luft sich entzündend; wir werden später noch mehrere Fälle dieser Art kennen lernen.

Charakteristik der Elemente.

Die Wärme-Grade beziehen sich immer auf die 100theilige Thermometer - Skale, auf welcher der Raum zwischen dem Gefrierpunkt und Siedpunkt des Wassers in 100 gleiche Theile getheilt ist; das specif. Gewicht gasförmiger Körper bezieht sich immer auf die atmosphärische Luft, deren specif. Gewicht = 1 gesetzt wird; das specif. Gewicht tropfbar-flüssiger und fester Körper auf das Wasser, dessen specif. Gewicht = 1 gesetzt ist, wo noch überdiess, bei genaueren Bestimmungen, die Temperatur anzugeben wäre.

Wenn man bei permanent gasförmigen Elementen die Materie überhaupt bezeichnen will, so lässt man das Wort „Gas“ weg, ungeachtet diese Materie, nur zu Gas expandirt, in isolirtem Zustand dargestellt werden kann. So sagt man: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, wenn man die ponderabele Materie des Sauerstoffgases u. s. f. überhaupt bezeichnen will, welche nur zu Sauerstoffgas expandirt in isolirtem Zustand erhalten werden kann, wohl aber in chemischer Verbindung mit andern Elementen in tropfbar - flüssiger oder fester Form (Wasser, Quecksilberoxyd) erscheint. — Das Wort „Luft“ bedeutet atmosphärische Luft, wenn der Zusammenhang nicht auf eine allgemeinere Bedeutung hinweist.

I. Nicht - metallische Elemente.

A) Nicht - brennbare, nicht - metallische Elemente.

1) Sauerstoff (Sauerstoffgas, Oxygen, Lebensluft).

Permanentes Gas, farblos, durchsichtig, geschmacklos und geruchlos, nicht brennbar. Spec. Gew. = 1.1036. Brennende Körper brennen darinn mit viel grösserer Lebhaftigkeit als in der Luft, und entwickeln dabei viel Licht und

Wärme; Thiere leben darinn, unter übrigens gleichen Umständen, viel länger, als in einem gleichgrossen Raum von Luft; daher auch der Name: *Feuerluft*, *Lebensluft*. Wird, wenn es rein ist, von Phosphor, ohne einen gasförmigen Rückstand zu hinterlassen, gänzlich verschluckt. Wird vom Wasser in geringer Menge absorhirt.

2) *Chlor* (Chlorgas, oxydirt-salzsaures Gas, dephlogistisirt-salzsaures Gas). Bei der gewöhnlichen Temperatur und Druck gasförmig, von Farbe *grünlich-gelb*, daher der Name (*χλωρος*, grünlich-gelb). Schmeckt unangenehm, riecht stechend und erstickend, bewirkt, eingeathmet, Schnupfen, Kopfwelch, sogar Blutspeien. Zerstört in feuchtem Zustand vegetabilische Farben (daher seine Anwendung zum Bleichen), organische Gerüche und *Ansteckungsstoffe*. *Nicht brennbar*; ein *Wachslicht brennt darinn nur dunkel*, mit russender Flamme, fort; dagegen brennen mehrere andere brennbare Körper, wie Phosphor, viele fein zertheilte Metalle (Antimon) in Chlorgas schon bei gewöhnlicher Temperatur, wobei Chlorverbindungen entstehen. Spec. Gew.=2.47. Reines Chlorgas wird von Seifensiederlauge gänzlich verschluckt. Löst sich im Wasser zu einer gelben Flüssigkeit. Durch starke Compression und Erkältung lässt sich das Chlorgas zu einer dunkelgrünlichgelben tropfbaren Flüssigkeit von 1.33 spec. Gew. zusammendrücken.

3) *Brom*. Bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar-flüssig, und zwar bei auffallendem Lichte braunroth, fast schwarz, bei durchfallendem mit hyacinthrother Farbe durchsichtig. Spec. Gew.=2.98. Bei -18° bis 20° feste, gelbbraune, spröde, krystallinisch-blättrige Masse. Siedet bei 47° und verwandelt sich, was sehr charakteristisch ist, in einen *gelbrothen Dampf*. Riecht sehr stark und widrig, daher der Name (*βρωμος*, Gestank). Wirkt als Dampf eingeathmet dem Chlor ähnlich. Färbt die Haut erst gelb, dann braun; erregt in grösserer Menge auf der Haut heftige Entzündung. Zerstört

vegetabilische Farben, organische Gerüche. Nicht brennbar. Eine brennende Kerze erlischt im Bromdampf, zeigt aber zuvor eine unten grüne, oben rothe Flamme; dagegen verbinden sich mehrere Körper, wie Phosphor, viele Metalle, mit dem Brom schon bei der gewöhnlichen Temperatur unter Feuerentwicklung. — Das Brom löst sich im Wasser zu einer gelbrothen Flüssigkeit.

4) *Jod*. Schwarzgraue, metallisch glänzende, dem Reissblei ähnliche Blättchen, Tafeln oder rhombische Oktaeder. Nur in dünnen Theilen mit rother Farbe durchscheinend. Sehr weich, zerreiblich, pulverisirbar. Spec. Gew. = 4.948. Schmilzt bei 107° , siedet bei 175° bis 180° und verwandelt sich dabei in schöne violette Dämpfe, (daher der Name: nach *ιοειδης*, veilchenfarbig, gebildet) die sich an kälteren Körpern als krystallisirtes Jod verdichten. Hat einen dem Chlor etwas ähnlichen, aber schwächeren Geruch, schmeckt sehr herb und scharf, zerstört Pflanzenfarben nur schwach, färbt Haut und Papier vorübergehend braun. Löst sich in sehr geringer Menge im Wasser zu einer bräunlichgelben Flüssigkeit.

5) *Fluor*. Ist bis jetzt noch nicht dargestellt worden, daher sich von seinen Eigenschaften nichts sagen lässt. Man hat aber alle Ursache, anzunehmen, dass ein solcher Körper existirt, der mit Wasserstoff die der Chlorwasserstoffsäure in manchen Beziehungen analoge Flusssäure (Fluorwasserstoffsäure) bildet.

6) *Stickstoff* (Stickgas, gaz azote). Permanentes Gas, farblos, durchsichtig, geschmaklos und geruchlos. Nicht brennbar, unterhält nicht das Verbrennen brennender Körper. Etwas leichter als atm. Luft. Spec. Gew. = 0.9691. In seinem gasförmigen Zustand verbindet sich der Stickstoff unter den gewöhnlichen Umständen mit fast keinem andern Körper, und unterscheidet sich durch diesen Mangel an Verbindbarkeit von andern Gasarten, die, wie z. B. das koh-

lensäure Gas, auch nicht brennbar sind, und das Verbrennen brennender Körper gleichfalls nicht unterhalten, aber mit vielen Körpern Verbindungen eingehen. — Das Stickgas lässt sich einige Zeit einathmen, ohne jedoch für sich allein zur Respiration dienlich zu seyn. Wird vom Wasser nur in geringer Menge verschluckt.

B) *Brennbare, nicht-metallische Elemente.*

1) *Wasserstoff* (Wasserstoffgas, gas hydrogène).

Permanentes Gas, farblos, geschmaklos und in reinem Zustand auch geruchlos, brennt bei erhöhter Temperatur an der Luft und bildet dabei Wasserdampf, unterhält aber nicht das Brennen brennender Körper. Spec. Gew. = 0. 0689, mithin $14\frac{1}{2}$ mal leichter als atmosphärische Luft und überhaupt der leichteste ponderabele Körper. Lässt sich einige Augenblicke ohne Gefahr einathmen, bringt aber zuletzt Ohnmacht hervor. Das Wasserstoffgas ist rein, wenn es mit der Hälfte seines Volumens Sauerstoffgas gemengt und entzündet nichts als Wasser bildet. — Vom Wasser wird das Wasserstoffgas nur in sehr geringer Menge verschluckt.

2) *Kohlenstoff*. Zeigt in seinen verschiedenen Zuständen höchst merkwürdige Verschiedenheiten, wie sie kein anderes Element darbietet. Die Eigenschaften, welche dem Kohlenstoff überhaupt, er mag in was immer für einem Zustand sich befinden, zukommen, sind: Er ist fest, geschmaklos und geruchlos, unschmelzbar, und bei abgehaltenem Zutritt der Luft nicht verflüchtigbar, oder er gehört doch jedenfalls zu den am schwierigsten schmelzbaren und verflüchtigbaren Substanzen. Entzündet sich in der Luft oder im Sauerstoffgas bei mehr oder weniger erhöhter Temperatur und brennt, wobei sich eine unter den gewöhnlichen Umständen gasförmige Säure, die Kohlensäure erzeugt. Er ist im Wasser ganz unauflöslich.

Der Kohlenstoff ist in seinem Zustand als Diamant, ein fester, farbloser, durchsichtiger Körper, der in regelmässigen Oktaëdern und deren Abänderungen krystallisirt, von 3.5 spec. Gew. Der Diamant ist der härteste bekannte Körper, bricht das Licht sehr stark, hat einen eigenthümlichen Glanz, leitet die Elektrizität nicht, entzündet sich in atmosphärischer Luft erst bei einer weit höheren Temperatur als gemeine Kohle. — Die übrigen Arten des Kohlenstoffs stellen sämmtlich eine schwarze, undurchsichtige, bisweilen metallisch glänzende, nicht besonders harte, oder weiche Substanz dar, welche die Elektrizität leitet. Sie entzündet sich an der Luft leichter als Diamant, zeigen aber unter sich in dieser Beziehung bedeutende Verschiedenheiten, die von ihrer Dichtigkeit abhängen. — Der Kohlenstoff zeigt, aber blos in gewissen Zuständen, noch andere höchst merkwürdige Eigenschaften, wie die, vegetabilische Farbstoffe, verschiedene durch Fäulniss gebildete Stoffe mit sich zu verbinden, Gasarten zu verschlucken.

3) *Bor*. Fester, dunkelgrünlich-brauner, undurchsichtiger, zerreiblicher, geschmakloser und geruchloser Körper, der bei abgehaltenem Luftzutritt in der heftigsten Weissglühhitze weder schmilzt noch verdampft, und an der Luft bei erhöhter Temperatur zu einer unter den gewöhnlichen Umständen festen Säure, der Borsäure, verbrennt. — Das Bor löst sich in frisch bereitetem und nicht geglühtem Zustand in reinem Wasser mit grünlichgelber Farbe auf.

4) *Silicium* (Kiesel). Fester, dunkelbrauner, glanzloser, stark schmutzender und stark an das Glas sich hängender, unschmelzbarer, die Elektrizität nicht leitender Körper, der, in ungeglühtem Zustande, bei erhöhter Temperatur an der Luft zu einer weissen, festen, geschmaklosen, im Wasser unter den gewöhnlichen Umständen unlöslichen Säure, der Kieselsäure (Kieselerde), verbrennt. — Das Silicium ist im Wasser unauf löslich.

5) *Phosphor*. Blassgelber, durchscheinender, fettig glänzender Körper, der in Rhomboidal-dodekaedern krystallisirt erhalten werden kann. Spec. Gew. = 1.7 bis 1.77. Bei gewöhnlicher Temperatur fest, von Wachsconsistenz; schmilzt bei 45° zu einer ölartigen Flüssigkeit, die bei 250° bis 290° ins Sieden kommt, wobei der Phosphor in Dampf sich verwandelt, der sich in der Kälte wieder zu festem Phosphor verdichtet. Geruch: knoblauchartig, Geschmack: scharf, widerlich; bringt innerlich genommen die heftigste Magenentzündung hervor. Höchst brennbar; brennt an der Luft, schon bei der gewöhnlichen Temperatur, langsam, unter schwacher, nur im Dunklen bemerkbarer Lichtentwicklung (daher der Name: Phosphor, Lichtträger) und unter geringer Wärmeentwicklung zu phosphoriger Säure; bei höherer Temperatur verbrennt er dagegen rasch, in der Luft mit gelbem, in Sauerstoffgas mit blendend weissem Licht unter Bildung einer in weissen Flocken erscheinenden, im Wasser leichtlöslichen Säure, der Phosphorsäure. — Der Phosphor ist im Wasser unauflöslich.

6) *Schwefel*. Spröder, zerbrechlicher, durchsichtiger oder durchscheinender Körper, von blassgelber ins Grüne sich ziehender Farbe, in spitzen rhombischen Oktaedern oder aber in schiefen rhombischen Säulen krystallisirbar, von 1.99 bis 2.086 spec. Gewicht. Schmilzt bis über 111° erhitzt zu einer gelben, durchsichtigen, ölartigen Flüssigkeit. Fängt bei 170° an, braun und dickflüssig zu werden und wird, etwas über 200° erhitzt, so dickflüssig, dass man das denselben enthaltende Gefäss umkehren kann, ohne dass etwas herausfließt. Wird er in diesem dickflüssigen Zustand in Wasser gegossen, so bleibt er lange weich und nimmt, nach dem Festwerden, seine frühere gelbe Farbe wieder an. Dieser braune, weiche Schwefel ist von dem gelben, festen, chemisch nicht verschieden. Bis 316° erwärmt siedet der Schwefel und verwandelt sich in einen pomeranzfarbenen Dampf, der sich an kältere Körper krystallisirt

anlegt. Der Schwefel ist geruchlos, ausser, wenn er gerieben wird; von sehr schwachem, eigenthümlichem Geschmack. Leitet nicht die Elektrizität, wird durch Reiben stark elektrisch. Verbrennt, an der Luft erhitzt, mit blauer, in Sauerstoffgas mit blendender violetter Flamme zu einer unter den gewöhnlichen Umständen gasförmigen, stark riechenden Säure, der schwefligen Säure. — Der Schwefel ist im Wasser unauflöslich.

7) *Selen*. Spröde, nicht harte, leicht zu ritzende und zu pulvernde Substanz von muschligem oder körnigem Bruch. In vertheilter Gestalt dunkelroth, bei zusammenhängender Oberfläche bleigrau, von Metallglanz. Spec. Gew. = 4. 3. In dünnen Lagen mit rubinrother Farbe durchscheinend. Wird in der Wärme weich, bei höherer Temperatur ganz flüssig, bleibt beim Erkalten lange weich und lässt sich in elastische Fäden ziehen. Siedet unter der Glühhitze und verwandelt sich in einen gelben Dampf, der sich in engen Gefässen zu metallisch-glänzenden Tropfen, in weiten zu scharlachrothen Blumen, an der Luft zu einem rothen Nebel verdichtet. Leitet schlecht die Wärme, nicht die Elektrizität, wird dagegen durch Reiben elektrisch. Verbrennt, aber nur bei stärkerem Erhitzen, unter Entstehung eines durchdringenden Rettiggeruchs, an der Luft mit röthlichblauer, in Sauerstoffgas mit unten weisser, oben blaugrüner Flamme, zu Oxyd und Säure. — Das Selen ist im Wasser unauflöslich.

II. Metallische Elemente.

A) *Brennbare Metalle, und zwar solche, welche sich mit dem Sauerstoff der Luft bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur verbinden, und deren auf diese Weise erhaltene Sauerstoffverbindungen durch blosse Einwirkung der Wärme nicht in Metall und Sauerstoffgas sich zersetzen; unedle Metalle.*

Kalium. Natrium. Lithium. Baryum. Strontium. Calcium. Magnesium. Aluminium. Glycium. Yttrium. Cerium.

Zirconium. Thorium. Titan. Tantal. Wolfram. Molybdän. Chrom. Vanad. Arsenik. Antimon. Tellur. Uran. Wismuth. Zink. Kadmium. Zinn. Blei. Mangan. Eisen. Kobalt. Nickel. Kupfer. Osmium.

B) *Brennbare Metalle, und zwar solche, die nur bei einer gewissen, bestimmten Temperatur brennbar sind, deren Verbindungen mit Sauerstoff aber durch Einwirkung einer höheren Temperatur wieder in Metall und Sauerstoffgas zersetzt werden; den edlen sich anschliessende Metalle.*

Quecksilber. Palladium. Rhodium.

C) *Nicht brennbare Metalle, d. h. solche, welche sich mit dem Sauerstoff der Luft bei keiner Temperatur verbinden; edle Metalle.*

Silber. Gold. Platin. Iridium.

Es würde überflüssig seyn, diese vielen Metalle hier einzeln zu charakterisiren, da sie eine sehr grosse Analogie unter einander zeigen. Einige von ihnen, wie Arsenik, Tellur, reihen sich durch die Aehnlichkeit ihrer chemischen Verhältnisse an gewisse nicht metallische Elemente an. Es mag hinreichen, zu wiederholen, dass Undurchsichtigkeit, eigenthümlicher Glanz, grosse Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektrizität, charakteristische Eigenschaften der Metalle sind. Einige sind dehnbar, andere spröde, einige sind leicht schmelzbar oder leicht verdampfbar, andere schwerschmelzbar. Die meisten Metalle sind bedeutend schwerer als Wasser, und man theilt sie in zwei grosse Haufen: in *leichte Metalle* und in *schwere Metalle* ab. Das spec. Gew. der leichten Metalle liegt im Allgemeinen zwischen 0.860 und 5.000, das der schweren zwischen 5.900 und 22.000. — Diese Eintheilung würde an sich keinen Werth haben, da sie durchaus willkürlich ist; sie hat aber wirklich Werth, denn sie gründet sich eigentlich nicht sowohl auf das Verhältniss der specifischen Schwere, welches

man bloß aus dem Grunde berücksichtigt, um die Sache kürzer zu bezeichnen, als vielmehr darauf, dass die leichten Metalle in Verbindung mit Sauerstoff zwei besondere Abtheilungen von Verbindungen, nemlich die *Alkalien* und *Erden* bilden, welche, wie bald ausführlicher gezeigt werden soll, von den Verbindungen, die die schweren Metalle mit Sauerstoff bilden, den sogenannten *eigentlichen Metalloxyden* oder *schweren Metalloxyden* unterschieden werden. Die Alkalien und Erden zeigen sich von den schweren Metalloxyden namentlich darinn verschieden, dass in ihnen der Sauerstoff mit dem Metall viel inniger verbunden ist als in den schweren Metalloxyden, und es ist in manchen Fällen bequem, durch die Worte: „leichtes Metall“ kurz andeuten zu können, dass von einem Metall aus der Abtheilung der Alkalien oder Erden die Rede ist. Wie untergeordnet übrigens das Verhältniss der specifischen Schwere in Beziehung auf das ist, was eigentlich durch die Benennung: „leichtes oder schweres Metall“ bezeichnet werden soll, erhellt schon daraus, dass man das specifische Gewicht mehrerer leichten Metalle noch gar nicht kennt, und dass z. B. das Thorium, dessen Oxyd, die Thorerde, ein spec. Gewicht von 9.402 hat, der Eigenschaften dieses Oxyds wegen zu den leichten Metallen gerechnet wird, ungeachtet es höchst wahrscheinlich viel schwerer ist als viele Metalle, die man zu den schweren zählt.

Das *Wesen der Chemie* besteht nun also darinn, die Verbindungen kennen zu lernen, welche jedes dieser Elemente mit jedem andern, jeder aus zwei oder mehreren Elementen zusammengesetzte Körper mit andern Elementen oder mit andern, aus mehreren Elementen zusammengesetzten Körpern bildet; die Umstände kennen zu lernen, unter welchen alle diese Verbindungen erfolgen, unter welchen die verbundenen Elemente wieder von einander getrennt werden können; kurz alle mögliche gegenseitige Verhältnisse der Elemente, so wie der aus Elementen zusammengesetzten Körper, insofern sie sich auf Verbindung und Trennung beziehen; die Gesetze kennen zu lernen, welchen diese Verbin-

dungen gehorchen; endlich, wenn es möglich wäre, die Ursache, welche diese Verbindungen hervorbringt, d. h. die Ursache der Affinität selbst aufzufinden, oder sie wenigstens auf andere bekannte Erscheinungen zurückzuführen.

Insofern man bei dem Studium der Chemie gewisse besondere Zwecke im Auge hat, gibt man ihr besondere Namen; so wird in der *technischen Chemie* dasjenige herausgehoben, was für das gemeine Leben, für Künste und Gewerbe vorzüglich wichtig ist; in der *pharmaceutischen Chemie* das, was den Arzt vorzüglich interessirt. In der *analytischen Chemie* werden die Regeln angegeben, nach welchen die in der Natur vorkommenden oder auch die durch Kunst hervorgebrachten zusammengesetzten Körper in ihre Bestandtheile zerlegt werden, mithin diejenigen Verhältnisse der Körper herausgehoben, welche für die Methoden, durch welche die Körper von einander getrennt werden, von besonderer Wichtigkeit sind u. s. f.

Nähere Angabe der Bedingungen, unter welchen eine chemische Verbindung zweier Körper überhaupt möglich wird.

1) Die erste wesentliche Bedingung, unter welcher die Affinität, welche zwischen zwei Körpern statt findet, in Thätigkeit gesetzt wird, unter welcher also eine chemische Verbindung zwischen zwei Körpern möglich wird, ist, wie wir schon gesehen haben, die, dass diese Körper in *unmittelbare Berührung* mit einander gebracht werden; befinden sie sich in einer messbaren, wenn auch noch so geringen Entfernung von einander, so ist eine Verbindung derselben unmöglich.

2) Eine zweite, minder wesentliche Bedingung ist die, dass nicht *beide* Körper fest seyen. *Corpora non agunt nisi fluida*. Diese Bedingung folgt zum Theil aus der ersten; denn bei festen Körpern ist wegen der Unbeweglichkeit der Theile die Berührung nur eine sehr unvollkommene.

In der That sind die Fälle höchst selten, dass zwei feste Körper sich mit einander verbinden.

Uebrigens ist in manchen Fällen schon ein gewisser Grad von Weichheit des einen festen Körpers, womit eine Verschiebbarkeit der Theile desselben gegeben ist, hinreichend, um die Verbindung desselben mit einem andern festen Körper möglich zu machen. — So verbindet sich eine mit Kohlenpulver ungebene Eisenstange, bei längerem Rothglühen, ihrer ganzen Masse nach mit Kohle und wird in Stahl verwandelt; bei dieser Temperatur wird aber das Eisen weich, seine Theile werden gegen einander verschiebbar, und es ist anzunehmen, dass das zunächst mit der Kohle in Berührung befindliche Eisen mit dieser sich verbinde, und sie allmählig an die entfernteren Eisentheile abgebe.

Während aber in der Regel wenigstens der eine der sich mit einander verbindenden Körper flüssig seyn muss, wenn eine Verbindung wirklich erfolgen soll, so folgt keineswegs umgekehrt, dass wenn der eine der beiden Körper flüssig ist, und zwar entweder tropfbar- oder elastisch-flüssig, eine Verbindung auch nothwendig erfolgen müsse; vielmehr sind die Fälle nicht selten, wo die Verbindung entweder gar nicht, oder erst bei höherer oder niederer Temperatur erfolgt, wenn entweder blos der eine Körper flüssig, oder sogar, wenn beide flüssig sind. — So lässt sich das elastisch-flüssige Chlor mit dem elastisch-flüssigen Sauerstoffgas und mit der festen Kohle direct gar nicht verbinden; Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und Kohle, geschmolzener Schwefel und Eisen, verbinden sich erst bei höheren Temperaturen; in einer Röhre eingeschlossenes tropfbar-flüssiges Chlor und Wasser verbinden sich bei $+ 38^{\circ}$ nicht, sondern bilden zwei mit einander nicht mischbare distincte Flüssigkeiten; erst bei einer niedereren Temperatur verbinden sie sich zu einem festen Körper (Chlorhydrat). — Das Sonnenlicht vertritt bisweilen die Stelle der Glühhitze; Chlor und Wasserstoffgas z. B., welche sich in der Glühhitze mit einander verbinden, verbinden sich auch augenblicklich bei Einwirkung des Sonnenlichts unter Explosion. Verschie-

dene feste Körper, besonders feinertheilte Metalle, wie z. B. Platin, ersetzen ebenfalls bisweilen eine höhere Temperatur, indem sie eine Verbindung gasförmiger Körper bei gewöhnlicher oder wenig erhöhter Temperatur bewirken, die sonst nur in der Glühhitze erfolgt. — So verbinden sich, unter ihrem Einfluss, bei gewöhnlicher Temperatur Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser, Kohlenoxydgas und Sauerstoffgas zu Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas im Maximum der Kohle (ölbildendes Gas) mit Sauerstoffgas zu Kohlensäure und Wasser, jedoch erst bei $+ 300^{\circ}$. — Das Durchschlagen elektrischer Funken bewirkt in einigen Fällen eine Verbindung gasförmiger Körper, die weder durch hohe Temperatur, noch durch Licht oder den Einfluss fester Körper hervorgebracht werden kann; so verbinden sich Sauerstoffgas und Stickgas zu Salpetersäure beim Durchschlagen elektrischer Funken, während bei der gewöhnlichen Temperatur die Verbindung nicht erfolgt und die Salpetersäure in der Glühhitze in Sauerstoffgas und Stickgas zersetzt wird.

Da die Körper in unmittelbare Berührung mit einander gebracht werden müssen, wenn sie sich mit einander verbinden sollen, so versteht es sich gewissermassen von selbst, dass Alles, was diese Berührung vermehrt, auch die Aeusserung der Affinität begünstigen müsse; daher wird sich der pulverisirte feste Körper leichter mit einem andern flüssigen Körper verbinden, als der nicht pulverisirte; daher wird Wärme die Affinität eines festen Körpers unterstützen, insofern sie diesen Körper in einen weichen oder tropfbar-flüssigen Zustand versetzt und dadurch die Berührungspunkte vermehrt, und insofern sie die Cohäsion des festen Körpers vermindert, eine Kraft, die jedenfalls durch die Affinität überwunden werden muss.

Die Theile der elastisch-flüssigen Körper sind im höchsten Grade beweglich, und es fehlt daher nicht an Berührungspunkten, wenn solche Körper mit andern Verbindungen eingehen sollen; ja es findet sogar, wenn diese andern Körper ebenfalls elastisch-flüssig sind, eine völlige gegenseitige Durchdringung, selbst unter den ungünstigsten Um-

ständen statt und zwar bei völligem Mangel an Affinität. — Wenn man zwei Flaschen, von denen die eine mit Wasserstoffgas, die andere mit dem 22 mal schwereren kohlen-sauren Gas gefüllt ist, durch eine Röhre so mit einander luftdicht verbindet, dass die Flasche mit Wasserstoffgas oben, die mit kohlen-saurem Gas unten sich befindet, so findet man, dass nach einigen Wochen, während welcher Zeit die Flaschen weder einer Erschütterung noch einer Temperatur-Veränderung ausgesetzt waren, beide Flaschen eine relativ gleich grosse Menge von kohlen-saurem Gas und von Wasserstoffgas enthalten, ungeachtet diese beiden Gasarten keine chemische Verbindung mit einander einzugehen vermögen. Bei den mechanisch gemengten Gasarten lassen sich daher die heterogenen Theile durch die Sinne nicht unterscheiden. Ein Maass Stickgas bildet mit 1 Maass Sauerstoffgas 2 Maasse Salpetergas, aber durch ein blosses Mengen von Stickgas und Sauerstoffgas erhält man kein Salpetergas. Eine Flasche, die mit einem Gemenge von 1 Maass Stickgas und 1 Maass Sauerstoffgas gefüllt ist, enthält dieselbe Menge von Sauerstoffgas und Stickgas, wie eine gleich grosse mit Salpetergas gefüllte Flasche; die Gase beider Flaschen sind vollkommen durchsichtig, farblos, die specifischen Schwere beider sind die gleichen, und dennoch unterscheidet sich das Gas der ersten Flasche als ein blosses mechanisches Gemenge sehr wesentlich von dem Gas der zweiten Flasche als einer chemischen Verbindung. Das Gas der ersten Flasche verändert sich in Berührung mit der Luft nicht; das der zweiten Flasche dagegen bildet an der Luft rothe Dämpfe, indem sich das Salpetergas mit dem Sauerstoff der Luft zu salpetriger Säure verbindet; Phosphor verbrennt in dem Gas der ersten Flasche bei der gewöhnlichen oder doch bei wenig erhöhter Temperatur langsam, ohne bedeutende Licht- und Wärme-Entwicklung zu phosphoriger Säure, während er in Salpetergas bei dieser Temperatur nicht brennt, und sogar, wenn er in schwachbrennendem Zustand hineingebracht wird, darinn erlischt, weil es ihm nicht so leicht wird, die Affinität, durch welche der Stickstoff und Sauerstoff in dem Salpetergas verbunden sind, zu überwinden und sich den Sauerstoff des letzteren anzueignen u. s. f.

Wir haben an dem eben angeführten Beispiel gesehen,

dass Körper, die selbst eine ziemlich bedeutende Verwandtschaft zu einander haben, im gasförmigen Zustand sich gegenseitig durchdringen können, ohne deswegen eine chemische Verbindung mit einander einzugehen. Die starke Repulsion, welche die einzelnen Theile gasförmiger Körper gegen einander ausüben, legt sehr oft der chemischen Verbindung ein unübersteigliches Hinderniss in den Weg; man sucht daher in solchen Fällen durch Erkältung und verstärkten äussern Druck das Band zu schwächen, welches zwischen dem Körper und dem Wärmestoff im gasförmigen Zustand besteht. So lässt sich z. B. kohlen-saures Gas in der Kälte und bei verstärktem Druck in viel grösserer Menge mit Wasser verbinden, als bei gewöhnlicher Temperatur und Druck, und im leeren Raum entweicht alles Gas. Eine merkwürdige, noch nicht genügend erklärte Anomalie zeigt der Phosphor in seinem Verhalten zu dem Sauerstoffgas. Der Phosphor verbindet sich mit dem Sauerstoff des reinen Sauerstoffgases bei der gewöhnlichen Temperatur nicht; erst bei $+ 27^{\circ}$ erfolgt diese Verbindung unter schwacher Wärme- und Licht-Entwicklung, welche letztere nur im Dunkeln bemerkbar ist. Wird dagegen Sauerstoffgas durch verminderten äusseren Druck verdünnt, womit offenbar eine Verminderung der Berührungspunkte des Sauerstoffgases mit dem Phosphor gegeben ist, so erfolgt die Verbindung schon bei der gewöhnlichen Temperatur, die deswegen auch in der atmosphärischen Luft, in welcher die Verdünnung des Sauerstoffgases durch das beigemengte Stickgas bewirkt wird, bei der gewöhnlichen Temperatur vor sich geht.

Einige gasförmige Körper verbinden sich mit gasförmigen oder festen erst bei höherer Temperatur, ohne dass gerade durch diese erhöhte Temperatur die Cohäsion des festen Körpers vermindert und dadurch ein von der Affinität zu überwindendes Hinderniss weggeräumt würde; so das Sauerstoffgas mit dem Wasserstoffgas und mit der auch bei hoher Temperatur ganz starren Kohle. Durch die Hitze wird vielmehr die Repulsion der Gase und dadurch eine der Affinität entgegenwirkende Kraft verstärkt. Aber es ist hiebei zu erwägen, dass

die Affinität zwischen Sauerstoff und Wasserstoff und zwischen Sauerstoff und Kohle, die bei der gewöhnlichen Temperatur zu schlafen scheint, erst durch höhere Temperatur erweckt wird und dann mit einer solchen Energie auftritt, dass es ihr nicht schwer wird, die durch diese höhere Temperatur verstärkten entgegenwirkenden Kräfte zu überwinden. Besonders aber wird die Verbindung eines gasförmigen Körpers mit einem gasförmigen oder festen sehr oft dadurch möglich gemacht, dass man den gasförmigen Körper in dem Augenblick, in welchem er aus einer festen oder tropfbarflüssigen Verbindung sich zu entwickeln und Gasform anzunehmen bereit ist, in seinem *status nascens*, wie man dieses auszudrücken pflegt, mit dem Körper, mit welchem er sich verbinden soll, sey dieser nun ein gasförmiger, tropfbarflüssiger oder fester, in Berührung treten lässt. Häufig wird dann die, selbst unter diesen günstigen Umständen oft schwache Affinität noch unterstützt durch die Gegenwart eines dritten Körpers, welcher zu der Verbindung, die entstehen soll, Affinität hat. — Wir werden später eine Menge Fälle von Verbindungen kennen lernen, welche auf die angeführte Weise hervorgebracht werden können, und welche, wenn die sich verbindenden Körper nur wenig Affinität zu einander haben, wegen des Hindernisses, das die Repulsion der gasförmigen Körper dieser schwachen Affinität in den Weg legt, direct nicht entstehen können. Ich will hier nur einige Beispiele anführen. — Das Chlor hat zu dem Stickstoff sehr wenig Affinität und eine Verbindung von Chlor und Stickstoff kann direct nicht hervorgebracht werden. Lässt man aber Chlorgas auf ein im Wasser gelöstes Ammoniaksalz (eine Verbindung, welche aus Ammoniak, das aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, und aus einer Säure zusammengesetzt ist,) einwirken, so verbindet sich ein Theil Chlor mit dem Wasserstoff des Ammoniaks zu Chlorwasserstoffsäure, welche frei wird, und der Stickstoff dieses Ammoniaks tritt in seinem *status nascens* mit einem andern Theil Chlor zu Chlorstickstoff in Verbindung, welcher, als ein ölartiger Körper, in der Flüssigkeit zu Boden sinkt. Hier wird

die Bildung des Chlorstickstoffs nicht einmal durch die Gegenwart eines Körpers begünstigt, zu welchem derselbe Affinität hat. Da das Chlor zu dem Stickstoff nur sehr wenig Affinität hat, so wird das Band zwischen Chlor und Stickstoff durch verschiedene Veranlassungen, wie durch Temperaturerhöhung, durch Körper, die zum Chlor Affinität haben u. s. f., leicht zerrissen; entweder nehmen beide Körper, oder der Stickstoff allein, plötzlich Gasform, gewöhnlich unter äusserst heftiger Explosion an. — Der Stickstoff hat zu dem Sauerstoff eine nicht bedeutende Affinität, und diese Körper lassen sich, wenn beide gasförmig sind, weder bei gewöhnlicher noch bei erhöhter Temperatur mit einander verbinden. Werden aber tropfbar-flüssige oder feste stickstoffhaltige Verbindungen (thierische Substanzen), welche bei einer freiwilligen Zersetzung Stickgas entwickeln würden, dem Sauerstoffgas oder der atmosphärischen Luft dargeboten, so tritt der Stickstoff in seinem *status nascens* mit dem Sauerstoff zu Salpetersäure zusammen, wenn zugleich eine stärkere Salzbasis (Kalk) gegenwärtig ist, welche durch ihre Affinität zu der zu bildenden Salpetersäure, die Bildung dieser Säure begünstigt.

Einfache Stoffe (Elemente) zeigen in der Regel *nur zu einfachen*, nicht auch zu zusammengesetzten Stoffen Affinität; zusammengesetzte Stoffe zeigen die stärkste Affinität zu andern zusammengesetzten Stoffen, welche *auf derselben Stufe der Zusammengesetztheit* sich befinden, wiewohl sie sich auch bisweilen mit zusammengesetzten Stoffen, welche auf einer höheren oder niederen Stufe der Zusammengesetztheit stehen, verbinden können. — So können sich namentlich die Metalle mit den Säuren und Salzbasen, welches zusammengesetzte Körper sind, nicht verbinden, sie zeigen nur zu andern einfachen Stoffen Affinität; die Säuren und Salzbasen aber, welche auf der gleichen Stufe der Zusammengesetztheit stehen, zeigen sehr grosse Affinität zu einander; ebenso zeigen die aus Säuren und Salzbasen zusammengesetzten Salze oft noch eine bedeutende Affinität zu einander, indem sie sich zu Doppelsalzen verbinden. Das Wasser bildet mit Stoffen, die auf der gleichen Stufe der Zusammengesetztheit stehen, d. h. die, wie es

selbst, aus 2 Elementen bestehen, im Allgemeinen die innigsten Verbindungen; weniger innige Verbindungen bildet es mit Stoffen, die um eine oder zwei Stufen höher zusammengesetzt sind. So bildet es mit Kali eine sehr innige Verbindung, die durch Glühhitze nicht zersetzt wird; mit schwefelsaurem Natron, so wie mit wasserfreiem Alaun (einer Verbindung von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Alaunerde), eine viel losere Verbindung, die schon durch mässiges Erhitzen wieder getrennt wird. Wir werden später wasserhaltende Zusammensetzungen kennen lernen, welche eine Portion Wasser mit geringerer, eine andere mit grösserer Kraft verbunden enthalten. — Die Fälle, in welchen ein einfacher Stoff mit einem zusammengesetzten sich verbindet, sind höchst selten; so verbindet sich Chlor und Brom mit Wasser, Chlor mit Kohlenoxydgas, Kohlenstickstoff (Cyan) mit den meisten einfachen Stoffen. Die Verbindungen des Chlors und Broms mit Wasser stehen in der That als Verbindungen einfacher Körper mit einem zusammengesetzten sehr isolirt da; nicht so die Verbindungen des Chlors mit Kohlenoxydgas und des Cyans mit einfachen Stoffen. Das Chlorkohlenoxydgas ist nemlich eine dem kohlen-sauren Gas, welches mehr Sauerstoff als das Kohlenoxydgas enthält, ähnliche Verbindung, in welcher das dem Sauerstoff analoge Chlor einen Theil des Sauerstoffs der Kohlensäure gleichsam vertritt, und das Cyan erscheint in jeder Beziehung, wie wir später ausführlicher sehen werden, als ein dem Chlor und den dem Chlor verwandten Elementen analoger Körper, welcher in allen seinen Verbindungen gleichsam als Element auftritt. — Da sich, wie wir bald sehen werden, die Elemente in der Regel in mehr als Einem Verhältniss mit einander verbinden können, z. B. a mit b und a mit 2 b u. s. f., so kann man, insofern das zweite b sich mit a + b verbindet (Sauerstoff mit Kohlenoxydgas zu kohlen-saurem Gas) allerdings sagen, dass ein Element (a) sich mit einem zusammengesetzten Körper (a + b) verbinde; aber die Thatsache bleibt demungeachtet, sehr wenige Ausnahmen abgerechnet, stehen, dass sich ein Element nicht mit einem, aus zwei von ihm verschiedenen Elementen zusammengesetzten, Stoff d. h. dass

sich das Element a nicht mit der aus den Elementen b und c bestehenden Verbindung b c verbinden kann.

Wenn sich zwei oder mehrere Stoffe chemisch mit einander verbinden, ohne dass dabei eine vorher bestandene chemische Verbindung aufgehoben wird, so hat man die Kraft, welche die Verbindung bewirkt, *affinitas compositionis* genannt; z. B. Schwefelsäure, Alaunerde, Kali und Wasser, welche sich zu krystallisirtem Alaun verbinden. — Lässt sich mit einem Körper a ein Körper b verbinden, nicht aber ein Körper c, und wird dieser Körper c mit a dadurch verbindbar, dass man ihn zuvor mit b verbindet, so nennt man dieses *Affinitas approprians* (aneignende, vermittelnde Verwandtschaft); Alaunerde z. B., welche sich nicht mit Wasser verbinden lässt, wird dadurch mit Wasser verbindbar, dass man dieses zuvor mit Schwefelsäure verbindet. — Ist weder b noch c, jedes einzeln für sich, dagegen die Verbindung b c mit a verbindbar, so nannte man dieses *affinitas producta*; Kohlenstoff und Stickstoff sind für sich nicht mit Kalium verbindbar; dagegen verbindet sich der Kohlenstickstoff (Cyan) mit Kalium zu Cyankalium; ebenso verbinden sich Kohlenstoff und Sauerstoff für sich nicht mit Ammoniak, wohl aber, nachdem sie sich vorher mit einander zu Kohlensäure verbunden haben.

Die Benennung: *Wahlverwandtschaft, Attractio electiva, affinitas electiva* bezieht sich auf die Trennung verbundener Körper durch die Affinitäten neu hinzukommender Körper. Man unterscheidet in dieser Beziehung die *affinitas electiva simplex, duplex und multiplex*; einfache, doppelte und mehrfache *Wahlverwandtschaft*.

Wenn die Verbindung a b durch den Körper c so zersetzt wird, dass entweder a c oder b c entsteht und im ersteren Fall b, im letzteren a in Freiheit gesetzt wird, oder dass, wenn c in hinreichender Menge vorhanden ist, a c und b c zugleich entstehen, so nennt man dieses *einfache*

Wahlverwandtschaft. Es ist hierbei gleichgültig, ob einfache Stoffe (Elemente) oder zusammengesetzte mit einander in Conflict treten, wenn nur diese letzteren bei dieser gegenseitigen Einwirkung nicht zersetzt werden. — So wird Schwefel-Quecksilber durch Eisen in Schwefeleisen und in Quecksilber, kohlensaurer Kalk durch Schwefelsäure in schwefelsauren Kalk und Kohlensäure, Schwefelblei durch Chlor in Chlorblei und Chlorschwefel zersetzt.

Wenn zwei binäre Verbindungen ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen, so nennt man dieses *doppelte Wahlverwandtschaft*, wobei es wiederum gleichgültig ist, ob diese binären Verbindungen aus einer Verbindung von Elementen oder von bereits zusammengesetzten Körpern hervorgegangen sind, wenn nur diese letzteren bei der gegenseitigen Einwirkung nicht selbst zersetzt werden, und daher gleichsam als Elemente betrachtet werden können. — So wird Chlorquecksilber und Schwefelantimon in Chlorantimon und Schwefelquecksilber, schwefelsaures Kali durch salpetersauren Baryt in schwefelsauren Baryt und salpetersaures Kali zersetzt. —

Wenn bei mehr als 5 Stoffen, die mit einander in Conflict treten, immer je 2 Stoffe sich mit einander verbinden und auf diese Weise mehr als zwei Verbindungen entstehen, so wird dieser übrigens selten vorkommende Fall, durch die Benennung: *mehrfache Wahlverwandtschaft* bezeichnet. — So zersetzt sich essigsaures Bleioxyd (das Bleioxyd besteht aus Blei und Sauerstoff) durch schwefelwasserstoffsaures Kali in essigsaures Kali, Schwefelblei und Wasser.

Sämmtliche Erscheinungen der einfachen, doppelten u. s. f. Wahlverwandtschaft hat man ehemals durch die Annahme einer *verschiedenen Grösse der Affinität* zu erklären gesucht. So nahm man z. B. an, dass wenn a b durch c zersetzt und a c und b entsteht, (einfache Wahlverwandtschaft) dieses desswegen geschehe, weil a zu c eine grössere Affinität als zu b habe; ebenso, dass wenn a b durch c d in a c und b d zersetzt wird, (doppelte Wahlverwandtschaft)