

Verbindungen des Kohlenstoffs mit andern Elementen.

Der Kohlenstoff zeigt sich in der Beziehung dem Phosphor und Arsenik analog, dass auch er nur mit Sauerstoff Säuren bildet, mit Wasserstoff dagegen Verbindungen, die nicht saurer Natur sind, und die man im Allgemeinen eher, gerade wie die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff, basisch nennen könnte. Der Kohlenstoff geht mit einer weit geringeren Anzahl von Elementen Verbindungen ein, als die bisher betrachteten Körper; er verbindet sich zwar noch mit vielen nicht-metallischen Elementen, dagegen ist er im Allgemeinen sehr wenig geneigt, mit Metallen Verbindungen einzugehen. — Der Kohlenstoff ist beinahe ausschliessend nur in dem organischen Reiche einheimisch, und es ist sehr merkwürdig, dass mehrere seiner binären Verbindungen theils mit Sauerstoff, theils mit Wasserstoff, den organischen (ternären) Verbindungen, deren Natur ich später beleuchten werde, sehr ähnlich sind, ja dass manche seiner binären Verbindungen bloß durch den organischen Process gebildet werden können.

Der Kohlenstoff bildet mit *Sauerstoff* drei Säuren, die Kohlensäure, Oxalsäure und Honigsteinsäure, und ein Suboxyd, das Kohlenoxydgas, welches übrigens, wie schon oben bemerkt wurde, mehr Sauerstoff enthält, als die Honigsteinsäure. Zwei von diesen Säuren, die Oxalsäure und die Honigsteinsäure, sind den vegetabilischen Säuren so ähnlich und hängen schon durch ihre Entstehungsweise so nahe mit der organischen Natur zusammen, dass man sie bis auf die neueste Zeit mit den organischen Säuren zusammengeworfen hat. Wahrscheinlich gehört auch die sogenannte Krokonsäure hieher, die eine bloß binäre Verbindung, und zwar von Kohle und Sauerstoff, zu seyn scheint, und es ist zu erwar-

ten, dass man bald noch mehrere Verbindungen von Kohle und Sauerstoff entdecken wird.

Mit dem *Wasserstoff* bildet die Kohle eine Unzahl von Verbindungen, die theils gasförmig, theils tropfbar-flüssig oder fest sind. Ich führe sie hier nicht alle an, sondern bemerke blos, dass einige derselben gebildet im Pflanzenreich vorkommen und alle Charaktere organischer Verbindungen, die einfachere Zusammensetzung ausgenommen, besitzen. So sind das Terpenthinöl, das Citronenöl, die feste Substanz aus dem Rosenöl, blos binäre Verbindungen von Kohle und Wasserstoff, konnten aber bis jetzt durch Kunst nicht dargestellt werden.

So wie dem Phosphorwasserstoffgas basische Eigenschaften beigelegt werden können, insofern es mit der Jodwasserstoffsäure eine krystallinische Verbindung bildet, so kann man dasselbe von einigen Verbindungen der Kohle mit dem Wasserstoff behaupten, die, wie namentlich das Terpenthin- und Citronen-Oel mit salzsaurem Gas neutrale krystallisirte Verbindungen bilden. Auf gleiche Weise bildet das ölerzeugende Gas (Kohlenwasserstoffgas) mit salzsaurem Gas eine neutrale Verbindung, den Salzäther.

Mit *Schwefel* bildet die Kohle eine tropfbar-flüssige, sehr flüchtige Verbindung, die durch Wasser nicht zersetzt wird, den Schwefelkohlenstoff.

Die Verbindungen des Kohlenstoffs mit *Chlor*, *Brom*, *Jod* lassen sich direct nicht darstellen; man muss, um sie zu erhalten, die Kohle in irgend einer flüssigen Form diesen Körpern darbieten.

Von der Verbindung der Kohle mit *Stickstoff* werde ich später sprechen.

Die Verbindungen der Kohle mit Metallen sind wenig zahlreich und bieten im Allgemeinen wenig Interesse dar; höchst merkwürdig sind jedoch die Verbindungen der Kohle mit *Eisen*. Das Eisen wird durch seine Verbindung mit Kohle zu Gusseisen und Stahl in seinen physischen Eigen-

schaften, Schmelzbarkeit, Dehnbarkeit, Härte, auf eine sehr auffallende Weise verändert, und es wird dazu nur eine geringe Menge von Kohle erfordert. Ueberhaupt nehmen die Metalle beim Zusammenschmelzen mit Kohle nur wenig von diesem Element auf; viele erleiden dabei keine merkbare Veränderung in ihren Eigenschaften; wenn jedoch eine solche statt findet, so besteht sie darinn, dass das Metall an Geschmeidigkeit verliert. — Auf Umwegen scheinen sich jedoch mehrere Metalle mit grösseren Mengen von Kohle verbinden zu lassen; diese Verbindungen bieten jedoch kein besonderes Interesse dar.

Darstellung des Kohlenstoffs und seiner Verbindungen mit den bisher betrachteten Elementen.

1. *Darstellung des Kohlenstoffs.* Der Kohlenstoff findet sich rein im Diamant und in manchem Graphit, der nicht, wie man früher geglaubt hatte, Eisen als wesentlichen Bestandtheil enthält, sondern nur häufig mit etwas Eisenoxyd (nicht mit metallischem Eisen) gemengt ist, welches durch Salzsäure (wobei kein Wasserstoffgas sich entwickelt) entfernt werden kann. Der Kohlenstoff ist ferner ein Bestandtheil aller organischer Verbindungen, und wird aus diesen immer dargestellt. Aus stickstofffreien Verbindungen, die entweder ohne Zersetzung sich verflüchtigen lassen, oder beim Verbrennen keine Asche hinterlassen, lässt sich ziemlich reiner Kohlenstoff erhalten. Wenn man z. B. Alkoholdämpfe durch eine glühende Porzellanröhre leitet, oder wenn man sehr reinen Zucker in einer Retorte bis zum Glühen erhitzt, so erhält man ziemlich reinen Kohlenstoff, der sich im ersten Fall in der Röhre absetzt, im zweiten in der Retorte zurückbleibt. Ein so dargestellter Kohlenstoff enthält nur etwas Wasserstoff, bildet daher beim Brennen in trockenem Sauerstoffgas etwas Wasser; erhitzt man aber denselben in einer Röhre bis zum Glühen und leitet Chlorgas hindurch, so verbindet sich dieses mit dem Wasserstoff zu salzsaurem Gas, und der Koh-

lenstoff scheint auf diese Weise vollkommen rein erhalten werden zu können und chemisch dieselbe Substanz zu seyn, wie der Diamant; d. h. er würde, wie der Diamant, bei seinem Verbrennen keine Asche hinterlassen und nichts als kohlensaures Gas liefern. Der *Kienruss* ist ebenfalls eine ziemlich reine Kohle. Man erhält ihn aus harzigen Substanzen, die man anzündet, und bei deren Verbrennung man wenig Luft zutreten lässt; so wird bloß der leichter brennbare Wasserstoff und keine, oder nur wenig Kohle der harzigen Substanz durch den Sauerstoff der Luft verbrannt, die ausgeschiedene Kohle aber durch den Luftstrom mechanisch fortgeführt und in ein inwendig mit Fellen beschlagenes Häuschen geleitet, an welchen sie sich absetzt und von denen sie abgeschüttelt werden kann. — Der *Kienruss* enthält noch einige nicht ganz verkohlte Producte der Zersetzung; glüht man denselben in einem verschlossenen Gefäß, so werden diese theils verflüchtigt, theils verkohlt, und er stellt dann eine ziemlich reine Kohle dar, die jedoch beim Verbrennen ein wenig Asche zurückläßt.

Die gewöhnliche Kohle wird aus dem Holz dargestellt. Entweder wird das Holz in grossen Retorten von Gusseisen der trockenen Destillation unterworfen, wobei ein grosser Theil der Kohle des Holzes in der Retorte zurückbleibt, oder in einem halbverschlossenen Apparat verkohlt, wie dieses bei dem gewöhnlichen Verkohlen des Holzes in stehenden Meilern geschieht. — Durch diese Methode erhält man sogar, wenn die Operation gut geleitet wird, mehr Kohle, als wenn das Holz in Retorten destillirt wird, weil in dem letzteren Fall eine bedeutende Menge von Kohle mit dem Wasserstoff des Holzes sich verbindet, und als Kohlenwasserstoffgas entweicht, während bei der Verkohlung in Meilern, wobei der Luft einiger Zutritt gestattet werden muss, der Wasserstoff des Holzes durch den Sauerstoff der Luft, mit welchem er sich zu Wasser verbindet, entfernt wird.

Die Steinkohlen enthalten ebenfalls verflüchtbare Theile
und

und werden, wie das Holz, bisweilen verkohlt. Die verkohnten Steinkohlen werden *Cokes* genannt.

2. *Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff.*

Die *Kohlensäure*, welche unter den gewöhnlichen Umständen gasförmig ist, enthält die grösste Menge von Sauerstoff, mit welcher sich der Kohlenstoff zu verbinden vermag. Diese Säure findet sich in der Luft in freiem Zustand, sie bildet sich beim Verbrennen der Kohle in der Luft, bei der Gährung, beim Athmen u. s. f., sie findet sich aber in sehr grosser Menge in der Natur in Verbindung mit verschiedenen Salzbasen, namentlich mit Kalk, und wird gewöhnlich aus dieser letzteren Verbindung durch Zusatz einer andern wässrigen Säure, Schwefelsäure, Salzsäure u. s. f., welche sich mit dem Kalk zu einem Salz verbindet, entwickelt. Da das kohlen-saure Gas vom Wasser, zumal vom warmen, in nicht bedeutender Menge verschluckt wird, so kann es über Wasser aufgefangen werden. — Es ist ein farbloses, nicht brennbares, das Verbrennen anderer Körper nicht unterhaltendes Gas, von schwachem, stechendem Geruch, röthet schwach Lacmustinctur, die Röthung verschwindet aber an der Luft; wirkt rein eingeathmet höchst tödlich; specif. Gew. = 1.524. — Wegen dieses bedeutenden spec. Gewichts lässt sich das kohlen-saure Gas aus einem damit gefüllten Gefäss in ein anderes darunter stehendes giessen; nach einiger Zeit jedoch vermischen sich die Gase gleichförmig (vergl. S. 39.40.) — Durch einen Druck von 40 Atmosphären lässt sich das kohlen-saure Gas zu einer leichtflüssigen, farblosen Flüssigkeit zusammendrücken. — Der Sauerstoff ist in der Kohlensäure durch eine sehr grosse Affinität mit der Kohle verbunden; daher entziehen ihr nur Kalium und Natrium, die eine noch grössere Affinität zum Sauerstoff haben, in der Hitze, unter Ausscheidung von Kohle, allen Sauerstoff, und es bildet sich kohlen-saures Alkali; eben so entzieht Phosphor der an eine Basis (Kalk) gebundenen Kohlensäure,

unter Abscheidung der Kohle, bei erhöhter Temperatur allen Sauerstoff, wenn man in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre Phosphor, und über denselben kohlen sauren Kalk legt, und nun die Dämpfe des Phosphors durch den erhitzten kohlen sauren Kalk leitet, wobei phosphorsaurer Kalk gebildet wird und Kohle sich ausscheidet. Andere, übrigens ebenfalls ausgezeichnet brennbare Körper, wie Kohle selbst, Eisen, Zink, entziehen der Kohlensäure in der Glühhitze nur die Hälfte des Sauerstoffs, und es wird Kohlenoxydgas gebildet. — 1 Maass Wasser verschluckt bei der gewöhnlichen Temperatur und Druck etwas mehr als 1 Maass kohlen saures Gas; bei jedem andern Druck nimmt es ebenfalls 1 Maass kohlen saures Gas auf; da nun das Volumen des kohlen sauren Gases, (wie dieses übrigens bei allen vom Wasser nicht in grosser Menge verschluckbaren Gasarten der Fall ist) bei zweimal so starkem Druck nur den halben, bei dreimal so starkem Druck nur den dritten Theil des Raumes einnimmt, so muss 1 Maass Wasser bei zweifachem Druck, dem Gewicht nach doppelt so viel, bei dreifachem Druck dreimal so viel kohlen saures Gas verschlucken. Ein mit Kohlensäure gesättigtes Wasser zeigt ein specif. Gewicht von 1.0015, schmeckt angenehm stechend und schwach säuerlich, röthet Laemuspapier, und verliert die Kohlensäure durch Erhitzen und unter dem Recipienten der Luftpumpe schnell, langsamer beim Aussetzen an die Luft. Mineralquellen, welche eine grosse Menge kohlen saures Gas enthalten, nennt man *Sauerwasser*; ist in der freien Kohlensäure eine bedeutendere Menge von kohlen saurem Eisenoxydul gelöst, so führen sie den Namen *Stahlwasser*. — Die Kohlensäure ist, da sie eine grosse Neigung hat, Gasform anzunehmen, eine sehr schwache Säure und wird aus ihren Verbindungen durch fast alle übrige Säuren ausgetrieben.

Die *Oxalsäure* (Sauerkleesäure) ist nach der Kohlen-

säure die sauerstoffreichste Verbindung des Kohlenstoffs. Sie ist im Pflanzenreich sehr verbreitet, und findet sich dort hauptsächlich mit Kali (zu einem sauren Salz, Sauerklee-salz) und mit Kalk verbunden. Man stellt sie häufig aus dem Sauerklee-salz dar, indem man die Säure zuerst an eine Basis bindet (Bleioxyd, Baryt), mit welcher sie ein unauflösliches Salz bildet, und dieses hierauf durch eine stärkere Säure (Schwefelsäure), welche mit dieser Basis eine in Wasser und Säuren unauflösliches Salz bildet, zersetzt. Man stellt sie auch häufig aus organischen (aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden) Verbindungen, namentlich aus Zucker dar, die man mit verdünnter Salpetersäure, welche einen Theil ihres Sauerstoffs gerne an brennbare Körper abtritt, so lange erhitzt, bis aller Wasserstoff der organischen Verbindung mit einem Theil Sauerstoff der Salpetersäure zu Wasser sich verbunden hat. Hiebei verbindet sich auch ein Theil Kohle der organischen Verbindung mit dem Sauerstoff der Salpetersäure zu Kohlensäure, und wenn man, nachdem aller Wasserstoff der organischen Verbindung in Wasser sich verwandelt hat, die Salpetersäure noch länger einwirken lassen würde, so würde der Sauerstoff der Salpetersäure mit der schon gebildeten Oxalsäure zu Kohlensäure sich verbinden, und die Oxalsäure, welche sich bloß durch einen grösseren Kohlenstoffgehalt von der Kohlensäure unterscheidet, zuletzt ganz in Kohlensäure verwandelt werden. — Die Salpetersäure, welche aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, tritt bei diesem Process nur einen Theil ihres Sauerstoffs an die brennbaren Bestandtheile der organischen Verbindung ab, und wird dadurch in eine niedrigere Oxydationsstufe des Stickstoffs, in ein Suboxyd (Stickoxyd) verwandelt, welches gasförmig entweicht. — Die Oxalsäure ist eine feste, krystallisirbare Säure, welche für sich ohne Wasser nicht bestehen kann, und daher, sobald sie unter Umstände versetzt wird, wodurch ihr das Wasser entzogen wird, wenn sie z. B. mit Vitriolöl mässig erwärmt wird, das eine grosse Neigung hat, sich mit Was-

ser zu verbinden, sich in kohlen-saures Gas und Kohlenoxyd-gas zersetzt. — In Verbindung mit Salzbasen, welche an der Stelle des Wassers sich mit der Oxalsäure verbinden, kann diese Säure allerdings ohne Wasser bestehen.

Die krystallisirte Oxalsäure enthält zwei verschiedene Wassermengen; lässt man sie an trockener, warmer Luft liegen, so verliert sie die erste Portion, welche das Krystallwasser ist, und zerfällt zu einem weissen Pulver, welches das Hydrat der Oxalsäure ist. Dieses Hydratwasser kann ihr, wenn die Säure nicht selbst zersetzt werden soll, nur durch eine stärkere Basis entzogen werden, welche sich mit der wasserfreien, für sich nicht darstellbaren Oxalsäure verbindet. Wenn man daher eine abgewogene Menge Oxalsäurehydrat mit einer gleichfalls abgewogenen Menge von Bleioxyd zusammenbringt, und etwas Wasser zusetzt, um die Verbindung der Säure mit dem Bleioxyd zu befördern, hierauf zur Trockenheit abdampft, so wiegt das trockene oxalsäure Bleioxyd weniger, als die Summe der Gewichte des Oxalsäurehydrats und des Bleioxyds betrug, und zwar um so viel weniger, als das Gewicht des Hydratwassers der Säure beträgt. — Die krystallisirte Oxalsäure löst sich in 8 Th. kaltem Wasser auf; enthält sie Salpetersäure, so ist sie viel leichter löslich.

Zu den Salzbasen hat sie eine grosse Verwandtschaft, zu dem Kalk sogar eine grössere als die Schwefelsäure, wenigstens wird der im Wasser gelöste schwefelsaure Kalk durch Oxalsäure getrübt, indem oxalsaurer Kalk niederfällt. Mit einigen Basen bildet sie im Wasser und selbst in überschüssiger Säure unauflösliche Verbindungen, so mit Zirkonerde, Nickeloxyd, Kobaltoxyd u. s. f.; solche Basen lassen sich daher auf diese Weise von andern trennen, die, wie die Eisenoxyde, mit Oxalsäure auflösliche Verbindungen bilden. Einige Metalloxyde, wie Nickeloxyd, Kobaltoxyd lassen sich dadurch reduciren, dass man sie mit Oxalsäure verbindet, und das Salz bei abgehaltener Luft glüht; die Oxalsäure verbindet sich mit

dem Sauerstoff des Oxyds zu Kohlensäure, welche entweicht, und das Metall bleibt zurück. — Die Oxalsäure ist um so mehr den unorganischen Verbindungen beizuzählen, als ihre Bildung eine organische Verbindung nicht nothwendig voraussetzt. So entsteht sie (in Verbindung mit Kali) beim Glühen von kohlensaurem Kali mit Kohle, bei der gegenseitigen Zersetzung von Cyan und wässrigem Ammoniak.

Das *Kohlenoxyd*gas entsteht bei der Zersetzung der Oxalsäure durch Vitriolöl, und kann von dem zugleich dabei gebildeten kohlen-sauren Gas durch Schütteln mit einer in Wasser gelösten Salzbasis, welche sich mit dieser Säure verbindet, (Kali, Kalk) getrennt werden. Das Kohlenoxyd-gas bildet sich ferner, theils wenn auf Kohlensäure, sie mag nun frei oder an Basen gebunden seyn, brennbare Elemente in der Hitze einwirken, die zwar eine sehr grosse (wie Kohle, Wasserstoffgas, Eisen, Zink), doch nicht die grösste Affinität (wie Kalium, Natrium) zu dem Sauerstoff in dieser Temperatur haben; — es bildet sich daher, wenn durch einen mit glühenden Kohlen gefüllten Ofen nur wenig Luft durchströmt, weil das anfangs erzeugte kohlen-saure Gas durch die überschüssige Kohle in Kohlenoxydgas verwandelt wird; — theils bildet sich Kohlenoxydgas, wenn man Kohle auf solche Oxyde in der Hitze einwirken lässt, die den Sauerstoff mit einer gewissen Kraft zurückhalten, (Eisenoxyd, Zinkoxyd, Kupferoxyd, Phosphorsäure u. s. f.; Wasser, welches in Dämpfen durch glühende Kohle geleitet wird, gibt ein Gemeng von Kohlenoxydgas und von Wasserstoffgas) während Oxyde, die schon bei wenig erhöhter Temperatur Sauerstoff abgeben, wie Quecksilberoxyd, Mangansuperoxyd, die Kohle in Kohlensäure verwandeln. — Man stellt das Kohlenoxydgas gewöhnlich aus kohlen-saurem Kalk oder kohlen-saurem Baryt dar, die man mit gut ausgeglüheter Kohle glüht; — bei Anwendung von kohlen-saurem Kalk ist das Gas mit kohlen-saurem Gas verunreinigt, weil der kohlen-saure Kalk schon durch blosse Hitze seine Kohlensäure verliert, was bei dem kohlen-sauren

Baryt nicht der Fall ist. — Es ist klar, dass hiebei reiner Kalk oder Baryt als Rückstand bleibt. Am reinsten erhält man das Kohlenoxydgas aus einer organischen Säure, der Ameisensäure (die theils gebildet in den Ameisen vorkommt, theils durch Zersetzung verschiedener organischer Verbindungen künstlich dargestellt werden kann), oder aus ameisensauren Salzen, die man mit Vitriolöl erwärmt, wobei ein Theil des Vitriolöls mit der Basis des Salzes sich verbindet und die Ameisensäure austreibt, welche dann durch einen andern Theil Vitriolöl zersetzt wird. Die Ameisensäure enthält nemlich die Kohle, den Sauerstoff und Wasserstoff in solchen Verhältnissen, dass man sie betrachten kann als bestehend aus Kohlenoxydgas und Wasser; kommt sie daher mit einem Körper in Berührung, der, wie das Vitriolöl, eine grosse Affinität zum Wasser hat, so bildet ihr Wasserstoff mit der erforderlichen Sauerstoffmenge wirklich Wasser, welches mit dem Vitriolöl sich verbindet, und Kohlenoxydgas entweicht. — Das Kohlenoxydgas ist ein farbloses Gas, von sehr schwachem Geruch; specif. Gew. = 0.9706; es verbindet sich, als ein Suboxyd, weder mit Säuren noch mit Salzbasen; verbrennt, an der Luft erhitzt, mit blauer Flamme zu kohlensaurem Gas, wobei 1 Maass Kohlenoxydgas mit $\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas 1 M. kohlensaures Gas erzeugt. — In kleineren Mengen eingeathmet erregt es Schwindel, Ohnmacht; in grösseren Mengen eingeathmet, tödtet es. — Daher ist es so gefährlich, durch Kohlenbecken, zumal in kleinen Zimmern sich zu wärmen, und es sind bei uns Fälle dieser Art bekannt, welche tödlich ausfielen. — Von ganz anderer Natur aber ist der Stoff, welcher sich beim langsamen Brennen der noch nicht vollkommen verkohlten Brennmaterialien, wie Holz, Torf u. s. f., erzeugt, wenn man nemlich, bevor die Verkohlung sich vollendet hat, die Klappe des Ofens, der vom Zimmer aus geheizt wird, verschliesst. Das Einathmen einer Luft, welcher sich dieser Stoff beigemengt, dessen Natur noch gänzlich unbekannt ist, der sich übrigens durch einen starken Geruch auszeichnet, ist noch weit

gefährlicher, als das Einathmen einer mit etwas Kohlenoxydgas gemengten Luft, und hat schon sehr häufig den Tod zur Folge gehabt.

Das Kohlenoxydgas verbindet sich mit *Chlor* zu einem sauren Gas, dem *Chlorkohlenoxydgas*. Diese Verbindung kann weder durch Rothglühhitze, noch durch den elektrischen Funken, den man durch das Gasgemenge schlagen lässt, sondern nur allein durch die Einwirkung des Lichts hervorgebracht werden, sie hat daher auch den (allerdings unpassenden) Namen *Phosgenas* (durch Licht erzeugt) erhalten. Gleiche Maasse Chlorgas und Kohlenoxydgas werden, vollkommen getrocknet, in einem zuvor luftleer gemachten Gefässe gemengt, hierauf das Gasgemenge der Einwirkung des Tageslichts oder des Sonnenlichts ausgesetzt; im ersten Fall geht die Verbindung langsam, im zweiten rasch, in weniger als $\frac{1}{4}$ Stunde, vor sich. 1 Maass Kohlenoxydgas bildet mit 1 Maass Chlorgas, 1 Maass Chlorkohlenoxydgas. — Dieses Gas ist farblos, von erstickendem Geruch, reizt zu Thränen, röthet Lacmuspapier stark, löscht brennende Körper aus, raucht an der Luft nicht. Specif. Gew. = 3,42. Mit Sauerstoffgas oder mit Wasserstoffgas gemengt, lässt es sich durch den elektrischen Funken nicht verpuffen; wird es aber mit $\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas und zugleich mit 1 Maass Wasserstoffgas gemengt, so verpufft es durch den elektrischen Funken lebhaft zu salzsaurem und kohlen-saurem Gas, da auf diese Weise sowohl das Chlor als das Kohlenoxydgas Gelegenheit erhalten, eine neue Verbindung einzugehen. Dieselbe Zersetzung erleidet das Chlorkohlenoxydgas durch Wasser: es ist nemlich so zusammengesetzt, dass auf Kosten des Wassers das Chlor in Salzsäure, das Kohlenoxydgas in Kohlensäure verwandelt werden kann; daher die Nothwendigkeit, beide Gase vollkommen getrocknet zu mengen, wenn ihre Verbindung zu Chlorkohlenoxydgas erfolgen soll. Kein nicht-metallisches brennbares Element, nament-

lich weder Schwefel noch Phosphor, zersetzt das Chlorkohlenoxydgas: es wird aber sowohl durch Metalle als durch Metalloxyde zersetzt; erstere bilden Chlormetall und setzen das Kohlenoxydgas in Freiheit, letztere Chlormetall und kohlen-saures Gas; Kalium bildet Chlorkalium, Kali und Kohle, so dass alles Gas verschwindet. Ganz wasserfreier Alkohol verschluckt bei der gewöhnlichen Temperatur sein 12 faches Volumen Chlorkohlenoxydgas, ohne dasselbe zu zersetzen. — Mit 4 Maassen Ammoniakgas verbindet sich 1 Maass Chlorkohlenoxydgas zu einem festen, weissen, flüchtigen, an der Luft zerfliessenden, neutralen Salz, welches durch stärkere Säuren, unter Bildung von salzsaurem und kohlen-saurem Gas, zersetzt wird.

Das Suboxyd der Kohle (Kohlenoxydgas) erhält somit die Eigenschaften einer Säure sowohl durch seine Verbindung mit $\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas zu kohlen-saurem Gas, als mit 1 Maass Chlorgas zu Chlorkohlenoxydgas. In dem Chlorkohlenoxydgas vertritt daher 1 Maass des dem Sauerstoff analogen Chlors die Stelle von $\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas, gerade wie, wenn in dem salzsauren Gas, statt des einen Maasses Chlor, $\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas gesetzt wird, Wasser entsteht.

Die *Honigsteinsäure* scheint das Product einer langsamen Zersetzung organischer Substanzen zu seyn. Sie findet sich in dem Honigstein, der in Braunkohlenlagern vorkommt, in Verbindung mit Alaunerde, und lässt sich aus dieser Verbindung schon durch blosses Sieden mit Wasser, wodurch die Säure gelöst wird, und die Alaunerde zurückbleibt, ausscheiden. — Es ist eine farblose, krystallisirbare Substanz, die mit Schwefelsäure oder Salpetersäure erhitzt, nicht zersetzt wird, und sich erst in der Rothglühhitze zersetzt. — Diese Säure ist durch die Art ihrer Entstehung und durch ihre Zusammensetzung merkwürdig.

3. Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff.

Ich habe schon erwähnt, dass mehrere Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in Form von Oelen in dem Pflanzenreich vorkommen und bis jetzt nicht künstlich dargestellt werden konnten. Bei der Zersetzung gewisser organischer Substanzen, namentlich der fetten Oele, durch mässig erhöhte Temperatur, erhält man ebenfalls verschiedene, sehr flüchtige Oele, die sich aus ihrem dampfförmigen Zustand durch einen starken Druck condensiren und durch mässige Wärme, da sie in verschiedenem Grade verdampfbar sind, von einander trennen lassen. Ueberhaupt lässt sich der Kohlenstoff mit dem Wasserstoff des Wasserstoffgases direct gar nicht verbinden, denn bei der gewöhnlichen Temperatur zeigen beide Elemente keine Einwirkung auf einander (wie denn die Kohle auch zu andern Elementen bei gewöhnlicher Temperatur keine Affinität äussert), und bei höherer Temperatur kann eine Verbindung desswegen nicht erfolgen, weil alle Verbindungen der Kohle mit dem Wasserstoff so lose sind, dass sie in starker Glühhitze in Kohle und Wasserstoffgas zersetzt werden. — Die Kohle kann sich mit dem Wasserstoff blos im status nascens des letzteren verbinden, so namentlich, wenn Kohlenstoffeisen (Gusseisen) in wässrigen Säuren gelöst wird; hier verbindet sich der Wasserstoff, *in Augenblick seines Freiwerdens aus dem Wasser*, mit dem Kohlenstoff des Gusseisens. Die organischen Verbindungen aber, in welchen der Kohlenstoff mit dem Wasserstoff bereits verbunden ist, sind es hauptsächlich, aus welchen die Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff dargestellt werden. Entweder sind diese organischen Verbindungen, wie schon bemerkt, selbst schon reiner Kohlenwasserstoff, oder sie enthalten, neben Kohlenstoff und Wasserstoff, hauptsächlich noch Sauerstoff, und müssen daher auf irgend eine Weise in binäre, aus Kohlenstoff

und Wasserstoff, und aus Sauerstoff und Wasserstoff oder Kohlenstoff bestehende Verbindungen zersetzt werden. — Ausser den bereits angedeuteten ölartigen Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, die aus der Zersetzung fetter Oele hervorgehen, sind zwei gasförmige Verbindungen dieser Elemente zu betrachten: 1) das gemeine Kohlenwasserstoffgas, 2) das ölerzeugende Gas, (Oelgas).

Das *gemeine Kohlenwasserstoffgas*, auch *schwere brennbare Luft*, *Grubengas*, *Sumpfluft*, genannt, bildet sich bei der Zersetzung organischer Substanzen durch höhere Temperatur, bei welcher keine organische (ternäre) Verbindung bestehen kann. Ich werde später auf die Producte, welche sich unter diesen Umständen bilden können, ausführlicher zurückkommen; hier mag die Bemerkung genügen, dass diese drei Elemente, welche die organische Substanz (als eine Trinität) bilden, hauptsächlich zu Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas und Wasser sich verbinden. Ist die organische Substanz durch Hitze nicht verflüchtigbar, so wird sie in einer Retorte erhitzt, und die Gasarten in mit Wasser gefüllten Flaschen aufgefangen; lässt sie sich aber unzersetzt verflüchtigen, so muss man ihre Dämpfe durch einen glühenden Raum (Porzellanröhre, kupferne Röhre) treiben, weil sie, in einer Retorte erhitzt, sich verflüchtigen würde, ohne eine Zersetzung zu erleiden. — Das so (z. B. durch Hindurchtreiben von Alkoholdämpfen durch glühende Röhren) erhaltene Gas lässt sich zwar durch Schütteln mit Kalkmilch (in Wasser theils aufgelöstem, theils aufgeschlämtem Kalk) von beigemengtem kohlen-saurem Gas befreien, es ist aber immer auch durch Kohlenoxydgas verunreinigt, dessen Entfernung sehr schwierig wäre. — Merkwürdig ist es, dass die Sumpfluft nie Kohlenoxydgas beigemengt enthält, sondern bloß kohlen-saures Gas und etwas Stickgas; von dem kohlen-sauren Gas lässt sie sich leicht reinigen. Man erhält die Sumpfluft, indem man den Schlamm

eines Sumpfes aufrührt, und die sich entwickelnden Gasblasen in einem mit Wasser gefüllten Trichter auffängt, der in eine mit Wasser gefüllte Flasche mündet. Die Sumpfluft ist als das reinste Kohlenwasserstoffgas zu betrachten. Das in Steinkohlengruben sich bildende brennbare Gas besteht ebenfalls dem grösseren Theil nach aus dieser Verbindung, daher der Name *Grubengas*. — Dieses Kohlenwasserstoffgas ist ein farbloses, brennbares Gas, von schwachem Geruch; 1 Maass erfordert 2 Maasse Sauerstoffgas, um vollständig zu Wasser und Kohlensäure zu verbrennen; das eine Maass Sauerstoffgas geht zur Bildung von 1 Maass kohlen-saurem Gas, das andere zur Bildung von 2 Maassen Wasserdampf auf. Wasser verschluckt nur eine geringe Menge dieses Gases ($\frac{1}{27}$ seines Volumens). Ein Gemeng von Chlorgas und gemeinem Kohlenwasserstoffgas zersetzt sich bei Abwesenheit von Wasser weder im Dunkeln noch im Licht; bei Gegenwart vom Wasser erfolgt, und zwar blos im Licht, nicht im Dunkeln, eine langsame Zersetzung, indem das Chlor mit dem Wasserstoff des Kohlenwasserstoffgases und des Wassers sich zu Salzsäure verbindet, während die Kohle mit dem Sauerstoff des zersetzten Wassers entweder Kohlen-säure oder Kohlenoxydgas bildet. Bei Ueberschuss von Chlor wird eine grössere Menge von Wasser zersetzt, mithin kohlen-saures Gas, bei überschüssigem Kohlenwasserstoff dagegen Kohlenoxydgas gebildet. — Wenn dieses Gas in Steinkohlenbergwerken in grösserer Menge sich erzeugt, so kann es, wie schon oben (S. 26.) angeführt wurde, mit der atmosphärischen Luft, welcher es sich beimengt, eine Art Knallluft bilden, die, wenn sie angezündet wird, für die Arbeiter tödtliche Explosionen verursacht. Uebrigens ist das Einathmen dieses Gases nicht eigentlich giftig, sofern dasselbe ohne Nachtheil für die Gesundheit in bedeutender Menge der Luft beigemengt werden kann, denn die Arbeiter fühlen sich nicht merkbar unwohl, wenn sie ein solches explodirendes Gasgemenge einathmen.

Das durch Säuren aus Gusseisen entwickelte Kohlenwas-

serstoffgas gehört auch hieher; es enthält aber eine grosse Menge unverbundenes Wasserstoffgas.

Das *ölerzeugende Gas* ist eine sehr merkwürdige Verbindung der Kohle mit dem Wasserstoff. Es bildet sich ebenfalls bei der Zersetzung organischer Verbindungen, namentlich der Steinkohlen, der fetten Substanzen u. s. f., durch nicht zu hohe Temperatur; im Kleinen wird es gewöhnlich aus Alkohol dargestellt, den man mit einem Ueberschuss von Vitriolöl (1 Th. Alkohol mit 4 Th. Vitriolöl erwärmt. Der Alkohol ist aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff in solchen Verhältnissen zusammengesetzt, dass, wenn man sich die ganze Sauerstoffmenge desselben mit der erforderlichen Menge von Wasserstoff zu Wasser verbunden denkt, der noch übrige Wasserstoff mit der ganzen Kohlenstoffmenge des Alkohols ölerzeugendes Gas bildet; kurz: man kann den Alkohol betrachten als bestehend aus ölerzeugendem Gas und Wasser. Kommt daher der Alkohol mit Vitriolöl in Berührung, das eine so grosse Begierde hat, sich mit Wasser zu verbinden, so zersetzt er sich in Wasser, welches von der Schwefelsäure aufgenommen wird und in sich entwickelndes ölerzeugendes Gas. — Dieses ist ein farbloses, brennbares Gas von starkem Geruch, und enthält, bei gleicher Menge von Wasserstoff, doppelt so viel Kohle, als das gemeine Kohlenwasserstoffgas. Specif. Gew. = 0.985. Sein ausgezeichnetster Charakter ist der, dass es mit Chlorgas, *im Dunklen wie im Hellen*, zu einem farblosen, oder, bei Ueberschuss von Chlorgas, grünlichgelb gefärbten, im Wasser zu Boden sinkenden Oel, von 1.22 specif. Gew. sich verbindet, das aus Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff besteht. Man erhält diesen ölartigen Körper am bequemsten, wenn man in eine grosse, mit ölbildendem Gas gefüllte Flasche, deren Mündung in Wasser taucht, Chlorgas leitet, und unter die Mündung der Flasche eine kleine Porzellanschale stellt, in welcher sich das Oel sammelt; 1 Maass

Chlorgas verdichtet sich dabei mit 1 Maass Oelgas. Das ölerzeugende Gas brennt mit einer weit helleren Flamme, als gemeines Kohlenwasserstoffgas, weil sich dabei ein Theil Kohle ausscheidet, der als fester Körper in dem brennenden Gas glüht; es ist daher zur Beleuchtung vorzüglich geeignet (vergl. S. 23.). 1 Maass Oelgas verzehrt beim vollkommenen Verbrennen 3 Maasse Sauerstoffgas, wovon 2 zur Bildung von 2 Maassen kohlensaurem Gas, das dritte zur Bildung von 2 Maassen Wasserdampf aufgehen; diese Verbrennung ist von einer sehr heftigen Verpuffung begleitet. Wasser verschluckt dieses Gas in grösserer Menge, als das gemeine Kohlenwasserstoffgas (ungefähr $\frac{1}{6}$ seines eigenen Volumens).

Wenn bei der Zersetzung einer organischen Verbindung durch erhöhte Temperatur, gemeines Kohlenwasserstoffgas und ölerzeugendes Gas zugleich gebildet werden, so lässt sich letzteres leicht durch Chlorgas, welches man *im Dunklen* auf das Gasgemenge einwirken lässt, entfernen und seinem Volumen nach bestimmen; das überschüssige Chlor wird durch Kalkmilch weggenommen.

3. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Chlor, Brom, Jod.

Lange hatte man sich vergebens bemüht, eine Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Chlor hervorzubringen; bei der gewöhnlichen Temperatur zeigt die Kohle auf das Chlor, wie auf alle übrigen Elemente, nicht die geringste Einwirkung; in hoher Temperatur kann aber eine Verbindung desswegen nicht erfolgen, weil alle Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Chlor durch starke Glühhitze in Kohle und Chlor zersetzt werden. Das Oel des ölerzeugenden Gases führte nun unerwartet zu der Entdeckung, dass die Kohle mit Chlor verbunden werden kann. In diesem Oel ist die Kohle bereits mit Chlor verbunden, und es handelt sich blos noch davon, der Verbindung den Wasserstoff zu entziehen, was durch Chlorgas selbst bewerkstelligt werden kann, das, besonders unter Einwirkung des Sonnenlichts, so geneigt ist,

sich mit dem Wasserstoff zu verbinden. Man setzt daher das Oel des ölerzeugenden Gases in einer mit Chlorgas gefüllten Flasche dem Sonnenlicht aus, entfernt das gebildete salzsaure Gas durch etwas Wasser, wovon dasselbe verschluckt wird, und erneuert das Chlorgas so lange, als es noch verändert wird. Das Oel verwandelt sich dabei in einen weissen, festen, im Wasser fast unlöslichen, leicht verdampfbaren Körper, der sich an den Wandungen der Flasche krystallinisch ansetzt. Man löst diesen Körper in Alkohol auf, und bringt ihn auf diese Weise leicht aus der Flasche heraus, schlägt ihn aus der alkoholischen Auflösung durch kalihaltiges Wasser, um die anhängende Salzsäure zu entfernen, nieder, und presst ihn zwischen Fliesspapier aus.

Durch Wasser und Alkohol wird dieser Körper nicht zersetzt, wie dieses bei den Verbindungen des Chlors mit Phosphor, Schwefel u. s. f. der Fall ist.

Wird dieser Chlorkohlenstoff langsam durch eine mit Porzellanstücken gefüllte glühende Porzellanröhre geleitet, so zersetzt er sich in Chlor und in eine andere tropfbarflüssige Verbindung des Chlors mit dem Kohlenstoff, die weniger Chlor, als die so eben beschriebene, enthält. — Dieser flüssige Chlorkohlenstoff verbindet sich, unter Einwirkung des Sonnenlichts, mit Chlorgas wieder zu festem Chlorkohlenstoff. Wärme und Licht stehen also in dieser Beziehung in einem Gegensatz zu einander, indem die Wärme den festen Chlorkohlenstoff in Chlorgas und flüssigen Chlorkohlenstoff zersetzt, das Licht aber eine Verbindung des Chlorgases und des flüssigen Chlorkohlenstoffs zu festem Chlorkohlenstoff bewirkt.

Auf ähnliche Weise lassen sich auch *Brom* und *Jod* mit Kohlenstoff verbinden. Man erhält auch solche Verbindungen durch Auflösung des Broms und Jods in Alkohol und Zusetzen von in Alkohol gelöstem Kali, bis zur Entfärbung der Flüssigkeit. Man kann sich vorstellen, dass der Alkohol in Kohlenwasserstoff, (ölerzeugendes Gas) und Wasser zerfalle; die Kohle des Kohlenwasserstoffs verbindet sich mit

einem Theil Jod oder Brom, während der Wasserstoff desselben mit einem andern Theil Jod oder Brom zu einer Säure sich verbindet, die durch Kali gesättigt wird. — Eine Verbindung von Kohlenstoff mit *Fluor* kennt man nicht.

4. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Schwefel und Selen.

Mit dem *Schwefel* verbindet sich der Kohlenstoff in der Glühhitze. Man erhält diese Verbindung sehr leicht, wenn man Dämpfe von Schwefel durch glühende Kohle leitet, oder wenn man Schwefelverbindungen, wie Schwefelkies (Schwefeleisen), Schwefelantimon, die einen Theil ihres Schwefels entweder erst bei höherer Temperatur fahren lassen (Schwefelkies), oder für sich allein geglüht, gar keinen Schwefel verlieren (Schwefelantimon), mit Kohle gemengt glüht. Man lässt den dabei sich bildenden, dampfförmigen Schwefelkohlenstoff in einer kalt gehaltenen Vorlage sich verdichten, und reinigt ihn von überschüssigem Schwefel durch Destillation. Am bequemsten und in grösster Menge erhält man den Schwefelkohlenstoff, wenn man Schwefel in Dämpfen durch eine weite, mit ausgeglühten Kohlen gefüllte Röhre von Gusseisen hindurchtreibt. Diese Röhre wird durch einen länglichten Ofen hindurch gesteckt und glühend erhalten; man bringt sie mit einer sehr langen Glasröhre in Verbindung, welche mit Eis umgeben wird, und in eine grosse tubulirte Flasche führt, auf deren Boden etwas Wasser gebracht werden kann; die gläserne Röhre selbst aber lässt man, um allen Druck zu vermeiden, nicht in das Wasser gehen. Von dem Tubulus der Flasche kann eine gläserne Röhre das hiebei sich bildende Schwefelwasserstoffgas durch eine Oeffnung im Fensterrahmen aus dem Zimmer hinausführen. Die beiden Oeffnungen der eisernen Röhre sind mit Korkstöpseln verschlossen; durch den obern wirft man von Zeit zu Zeit Schwefelstücke in die Röhre und verschliesst sogleich wieder. — Der Schwefelkohlenstoff (Schwefelalkohol) ist eine wasserhelle, im Wasser zu Boden sinkende,

stinkende, sehr leicht verdampfbare, schon bei 42° siedende, und beim Verdampfen grosse Kälte erzeugende Flüssigkeit von 1.272 specif. Gew., die, gerade wie die Verbindungen des Chlors, Broms, Jods mit Kohlenstoff, durch Wasser nicht zersetzt wird. Der Schwefelkohlenstoff löst Phosphor und Schwefel auf; letzterer krystallisirt aus der Auflösung in ausgezeichneten Krystallen, wenn man sie an die Luft stellt, wobei der Schwefelkohlenstoff verdampft. Er ist sehr brennbar und verbrennt, an der Luft entzündet, zu schwefligsaurem und kohlen-saurem Gas. Durch glühende Metalle wird er in Schwefelmetall und in Kohle, die sich ausscheidet, zersetzt.

Eine Verbindung des *Selens* mit Kohlenstoff ist noch nicht dargestellt. Ebenso wenig ist eine Verbindung des *Phosphors* und des *Arseniks* mit Kohlenstoff bekannt.

Der Kohlenstoff erscheint schon aus dem Grunde als eines der bedeutungsvollsten Elemente, weil er mit Sauerstoff und Wasserstoff, zum Theil auch mit Stickstoff verbunden, die organischen Substanzen bildet. Die Anwendungen, die man von ihm macht, sind ausserordentlich mannigfaltig. Unter den brennbaren Elementen ist es (vergl. S. 19.) der Kohlenstoff hauptsächlich, der wegen der grossen Hitze, die er bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft entwickelt, als Brennmaterial angewendet wird, und da die meisten chemischen Verbindungen nur in höherer Temperatur erfolgen, so dient der Kohlenstoff mittelbar zur Hervorbringung der meisten derselben, indem durch sein Verbrennen diese hohe Temperatur erzeugt wird. Bei der gewöhnlichen Temperatur zeigt zwar der Kohlenstoff zu dem Sauerstoff keine Affinität; in höherer aber äussert er zu demselben eine so kräftige Affinität, dass bei weitem die meisten Sauerstoffverbindungen in mehr oder weniger starker Glühhitze durch den Kohlenstoff zersetzt werden, indem derselbe mit dem Sauerstoff theils zu Kohlenoxydgas theils zu koh-

kohlensaurem Gas sich verbindet, und auf diese Weise das mit dem Sauerstoff verbundene Element isolirt. Wirklich werden, mit Ausnahme der Sauerstoffverbindungen des Bors, Siliciums, der Erdmetalle, und auch, wie es scheint, der Metalle der alkalischen Erden, die Verbindungen aller übrigen Elemente mit Sauerstoff, durch den Kohlenstoff in der Glühhitze zersetzt; und da so viele Körper theils nur in Verbindung mit Sauerstoff in der Natur vorkommen, theils in solchen Verbindungen, die zunächst in Sauerstoffverbindungen zersetzt werden, und nur dann, wenn ihnen dieser Sauerstoff entzogen wird, für die Menschen brauchbar werden, so sieht man die Wichtigkeit des Kohlenstoffs, der allein im Grossen dazu anwendbar ist, oxydirten Verbindungen den Sauerstoff zu entziehen, auch in dieser Beziehung ein. Ich mache hier blos auf einige der nutzbarsten Metalle, wie Eisen, Zinn, Zink aufmerksam, die nie in metallischem Zustand, sondern mit Sauerstoff verbunden in der Natur vorkommen, in welchem Zustand sie ganz unbrauchbar seyn würden; ferner auf das Kupfer, das Blei, welche Metalle zwar mit Schwefel verbunden vorkommen, aber während der Schwefel durch Erhitzen an der Luft entfernt wird, mit Sauerstoff in Verbindung treten, mithin wiederum des reducirenden Kohlenstoffs bedürfen, um als nutzbare Metalle dargestellt werden zu können. Ja das nützlichste aller Metalle, das Eisen, bedarf zu seiner Darstellung nicht blos der reducirenden Wirkung der Kohle, sondern die Kohle muss sich auch chemisch mit dem reducirten Eisen verbinden, wenn dieses zu irgend einem Gebrauch tauglich seyn soll. Das Eisen ist nemlich in seinem reinen Zustand in so hohem Grade schwer schmelzbar, dass das aus seinen Erzen durch Kohle reducirte metallische Eisen nur als Pulver, gemengt mit den fremden Bestandtheilen dieser Erze (denn diese sind nie ganz reine Eisenoxyde), erhalten werden würde; dadurch aber, dass bei dieser Reduction das Eisen zugleich mit Kohle sich ver-

bindet, wird es leichtflüssiger, und es wird dadurch möglich, das reducirte Eisen in einer Masse zu erhalten.

Der Kohlenstoff ist auch noch in der Beziehung besonders merkwürdig, dass er in seinen verschiedenen Zuständen, bei gleicher chemischer Beschaffenheit, höchst verschiedene Eigenschaften zeigt. Die Materie des Diamants ist von der gemeinen Kohle nicht verschieden; der Diamant gibt, in Sauerstoffgas verbrannt, eine Kohlensäure, welche vollkommen identisch ist mit der, welche die gemeine Kohle oder der Graphit bei ihrem Verbrennen in der Luft erzeugen: und dennoch, welche ungeheure Verschiedenheit in den Eigenschaften des durchsichtigen, farblosen, in Absicht auf Härte alle übrige Körper übertreffenden Diamants, und der undurchsichtigen, schwarzen, weichen, durch Glühen nur wenig erhärtenden gemeinen Kohle! Der Chemie ist es zwar gelungen, den Diamant in gemeine Kohle zu verwandeln, es wird hierzu nichts weiter erfordert, als ihn in Sauerstoffgas zu verbrennen und aus dem gebildeten kohlensauren Gas die Kohle auf irgend eine Weise, z. B. durch Kalium, welches sich mit dem Sauerstoff desselben verbindet, abzuscheiden; aber alle Versuche, die gemeine Kohle in Diamant zu verwandeln, sind bisher ohne Erfolg geblieben. Auf welche Weise und aus welchen Verbindungen man es auch versucht hat, die Kohle auszuscheiden, nie ist sie in der Form von krystallisirtem Diamant, sondern immer als gemeine, schwarze Kohle zum Vorschein gekommen. Nur allein das Gusseisen löst in der Schmelzhitze Kohle auf, die sich beim Erkalten wieder, zwar in blättrigen Krystallen, aber nicht als Diamant, sondern als eine schwarze nicht harte Substanz (künstlicher Graphit) ausscheidet. — Durch welche Prozesse es der Natur gelungen ist, die Kohle als Diamant darzustellen, ob vielleicht durch ungeheure Hitze, wie wir sie nicht hervorbringen können, und welche die Kohle zu schmelzen vermöchte, oder durch eine langsame Zersetzung tropfbar-flüs-

siger, kohlenstoffhaltiger (organischer) Verbindungen, welche der Kohle gestattete, in krystallisirter Form und damit als durchsichtiger Körper sich auszuscheiden, darüber lassen sich bis jetzt keine einigermaßen begründete Vermuthungen aufstellen.

Aber nicht blos gegenüber dem Diamant zeigt sich die gemeine Kohle hinsichtlich ihrer Eigenschaften höchst verschieden, sondern auch die verschiedenen Arten der undurchsichtigen schwarzen Kohle selbst, zeigen sehr merkwürdige Verschiedenheiten, die in einem verschiedenen Zustand der Aggregation begründet sind. Gewisse Arten von Kohle besitzen die Eigenschaft, verschiedene in Flüssigkeiten aufgelöste Substanzen auszuscheiden, und mit denselben unauflösliehe Verbindungen einzugehen, in einem mehr oder weniger ausgezeichneten Grade. Diese Eigenschaft scheint sich hauptsächlich auf Materien von organischem Ursprung, namentlich auf färbende und riechende Stoffe, welche letztere zum Theil durch Fäulniss sich entwickeln, zu beschränken. Man wendet daher die Kohle zur Entfärbung gefärbter Flüssigkeiten, zur Entfernung des stinkenden Geruchs gewisser Flüssigkeiten an. Der Diamant besitzt diese Eigenschaft durchaus nicht, ebensowenig der dichte, schwierig brennbare Graphit. Materien, die vor der Verkohlung schmelzen, besitzen sie gleichfalls nicht, und eine solche Kohle erhält diese Eigenschaft auch durch Reiben zum feinsten Pulver nicht. Die Kohle erhält vielmehr diese Eigenschaft dadurch, dass sie in den Zustand grosser mechanischer Zertheilung auf die Weise versetzt wird, dass man die organische Materie, welche die Kohle liefern soll, durch Vermengung mit fremdartigen Substanzen, welche selbst zu der Verkohlung nichts beitragen, gleichsam diffundirt, so dass die Theilchen der Kohle in eine grössere Entfernung von einander gebracht werden, wodurch bewirkt wird, dass die Kohle nicht in jenen zusammengesinterten, gleichsam glasartigen Zustand über-

gehen kann, in welchem ihr jene Eigenschaft nur in sehr geringem Grade zukommt. Wenn daher solche vegetabilische Materien vor ihrer Verkohlung mit gebrannten Knochen, Pulver von Bimstein, Kreide, und andern solchen, an sich ganz unwirksamen Substanzen gemengt werden, so erhält man eine Kohle, welche die Eigenschaft zu entfärben, in hohem Grade besitzt. — Die allerwirksamste Kohle erhält man aber dadurch, dass man thierische, stickstoffhaltige Substanzen, z. B. getrocknetes Blut, mit Kali oder kohlenurem Kali glüht. Durch das Glühen solcher Substanzen wird zunächst stickstoffhaltige Kohle erhalten, deren Stickstoff nebst einem Theil der Kohle selbst, mit dem Kalium eine im Wasser lösliche Verbindung bildet, wodurch die zurückbleibende Kohle den höchsten Grad von mechanischer Desintegration erleidet. Die Erfahrung lehrt wenigstens, dass diese Kohle die wirksamste ist, sie lehrt ferner, dass die aus thierischen (stickstoffhaltigen) Substanzen dargestellte Kohle an sich nicht wirksamer ist, als die aus vegetabilischen (stickstofffreien) erhaltene, dass z. B. Kohle aus getrocknetem Blut, welches für sich allein verkohlt wird, sehr wenig wirksam ist, während sowohl die Kohle aus Knochen, in welchen die thierische Substanz durch den phosphorsauren Kalk diffundirt ist, als die Kohle aus Theer, einer stickstofffreien Substanz, die man zuvor mit Thon angerührt und dann verkohlt hat, in hohem Grade wirksam ist. Die Erfahrung lehrt endlich, dass Kohle, die einmal zum Entfärben gedient hatte, nicht ein zweitesmal dazu benützt werden kann, wenn es nicht gelingt, die mit der Kohle verbundene färbende Substanz durch chemische Mittel zu entfernen; denn wenn man die färbende Materie, welche die Kohle aufgenommen hat, selbst durch Glühen verkohlt, so erhält man eine unwirksame Kohle, weil nemlich — so erklärt man sich diese Thatsache — die durch die Verkohlung der färbenden Materie entstandene Kohle die Poren der ursprüng-

lichen Kohle, welche diese befähigt hatten, die färbende Materie aufzunehmen, gleichsam verstopft oder doch bedeutend enger macht.

Eine weitere Eigenschaft, welche die Kohle besitzt, ist die, dass sie Gasarten zum Theil in sehr grosser Menge verschluckt und verdichtet, so dass sie z. B. das 90fache ihres eigenen Volumens Ammoniakgas zu verschlucken fähig ist. Diese Eigenschaft beruht nicht auf einer chemischen, sondern einer mechanischen Wirkung, denn von einem verdünnten Gas nimmt die Kohle zwar ein grösseres Volumen, aber ein geringeres Gewicht auf, und die Grösse der Absorption ist, nach dem verschiedenen Zustand der Kohle, sehr verschieden. Graphit z. B. absorbirt gar nicht, wegen zu grosser Dichtigkeit; Korkkohle ebenfalls nicht, weil ihre Poren zu gross sind; gepulverte Kohlen absorbiren weniger, weil durchs Pulvern viele Poren zerstört werden; Buchsbaumkohle, die nach vorhergegangenem Glühen durch Eintauchen in Quecksilber abgekühlt wird, besitzt die Eigenschaft zu absorbiren in ausgezeichnetem Grade.

Die Grösse der Absorption hängt ausserdem hauptsächlich von der Natur des Gases ab; vom Ammoniakgas z. B. wird das 90 fache, vom Wasserstoffgas nicht ganz das 2fache Volumen von Buchsbaumholzkohle verschluckt. Die Absorption ist von einer Wärmeentwicklung begleitet. Unter der Luftpumpe, so wie beim Glühen, theilweise schon beim gelinden Erhitzen, lässt die Kohle das aufgenommene Gas wieder fahren.

Diese Eigenschaft, gasförmige Körper zu verschlucken und zu verdichten, kommt übrigens der Kohle nicht ausschliessend zu, sondern ist vielmehr allen porösen Körpern gemein. Ich habe oben (S. 90.) angeführt, dass gewisse fein zertheilte Metalle, namentlich Platin, das mit Sauerstoffgas gemengte Wasserstoffgas bestimmen, sich mit demselben zu Wasser zu verbinden. Man hat diese Wirkung aus der Porosität zu erklären gesucht, indem man annahm, dass

diese porösen Metalle auf ihrer Oberfläche etwas Wasserstoffgas und Sauerstoffgas verschlucken und verdichten, welche nun, nach Verlust ihres gasförmigen Zustandes, in unmittelbare Berührung treten und sich mit einander zu Wasser verbinden können; ist dabei die durch die Verbindung erzeugte Hitze so gross, dass das Metall ins Glühen kommt, so brennt das ganze Gasgemenge auf einmal ab, mit Zurücklassung des Ueberschusses von dem einen der beiden Gase. — Diese Annahme hat zwar sehr vieles für sich, sie erklärt aber gewisse besondere Verhältnisse durchaus nicht, namentlich sieht man nicht ein, warum das Platin z. B. diese Eigenschaft mit der Zeit verliert, und sie durch Glühen, so wie durch Waschen mit kalter Salpetersäure wieder erhält; auch ist schwer zu begreifen, wie selbst Platindraht, dessen Oberfläche demnach ebenfalls in einem porösen Zustand sich befinden müsste, die Verbindung des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoffgas bewerkstelligt.
