

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1814, SECHSTES STÜCK.

---

## I.

### *Beobachtungen über die Absorption der Gasarten durch verschiedene Körper,*

VON

THEODOR VON SAUSSURE;

(der Naturforsch. Ges. in Genf vorgel. am 16. Apr. 1812 \*).

Wir besitzen noch keine genauen Untersuchungen über die Frage: ob ein Gas, wenn es in die Poren eines festen Körpers eindringt, in ihnen eine Ver-

\*) Ich gebe meinen Lesern diese wichtige Abhandlung in dem gegenwärtigen Stück der Annalen, ungeachtet ihrer Länge, ganz, weil ich voraussetzen darf, daß die bisher noch nicht bekannten Gesetze, nach denen die Gasarten von porösen festen Körpern einzeln oder vermischt eingefogen werden, und noch mehr die einflussreichen und dunklen Gesetze der Absorption der Gasarten durch Flüssigkeiten, welche Hr. von Saussure mit der Genauigkeit und dem Scharfsinn, deren Gepläge alle seine Arbeiten an sich tragen, aufgelucht und entwickelt hat, alle Freunde der Physik lebhaft interessieren werden, und weil Manches würde unverständlich geworden seyn, hätte ich die Arbeit in mehrere Hefte zerstückeln wollen. Die hiesige Uebersetzung rührt vom Prof. Horner in Zürich her, und ich habe sie zu Folge seines Auftrags nochmals mit dem Originale genau verglichen, und darf mich also mit für ihre Treue verbürgen. Gilbert.

dichtung erleidet, auch wenn das Gas und der feste Körper sich mit einander nicht chemisch verbinden können? Es ist so z. B. noch unbekannt, ob Stickgas, oder Sauerstoffgas, die mit der Kieseelerde in keine chemische Verbindung treten, nicht schon blos dadurch, daß sie in einen porösen kieseelerdigen Stein, wie Opal, Hydrophan, oder gewisse Sandsteinarten eindringen, eine Verminderung ihrer Ausdehnung erleiden. Gelezt, dieses wäre der Fall, so entstehn eine Menge andrer Fragen: welchen Einfluß die Größe der Poren auf diese Verdichtung hat? ob alle Gasarten von einerlei Körper gleich stark verdichtet werden? und wie sich die Verdichtung bei verschiedener Dichtigkeit der Gase verhält? Noch interessanter wird diese Untersuchung mit vermischten Gasarten. - Verschluckt der feste Körper von zwei Gasarten, die zu gleichen Theilen mit einander vermisch sind, gleich viel oder nicht? und treten vielleicht die vermischten Gase in dem festen Körper mit einander in Verbindungen, welche sie im freien Zustande nicht eingehn? u. s. w. Man sieht, daß dieses uns vielleicht dahin führen könnte, zu entdecken, ob nicht unsere Atmosphäre, wenn sie in die Rinde des Erdkörpers eindringt, sich blos vermöge dieses Eindringens in ihr verdichtet, und Wasser, oder salpeterlaure Salze, oder ammoniakhaltige Salze erzeugt.

Die Untersuchungen, welche ich angestellt habe, um einige dieser Fragen zu beantworten,

theile ich hier mit in drei Abschnitten. Der erste Abschnitt enthält meine Versuche über die Verdichtung der reinen unvermischten Gase durch feste Körper; der zweite meine Versuche über die Absorption vermischter Gase durch feste Körper; und in dem dritten wird man einige Beobachtungen über die Absorption der Gasarten durch Flüssigkeiten finden.

---

#### ERSTER ABSCHNITT.

##### Verdichtung unvermischter Gasarten durch feste Körper.

##### 1. Größe der Verdichtung der verschiedenen Gase durch die Kohle.

Von den festen Körpern verdient die *Kohle* in ihrer Wirkung auf die Gasarten die vorzüglichste Aufmerksamkeit. Es ist eine Entdeckung Fontana's, daß glühende Kohle, welche in Quecksilber abgelöscht, oder auf andre Art ohne Zutritt der Luft abgekühlt worden, die merkwürdige Eigenschaft erhält, von den verschiedenen Gasarten Mengen einzufchlürfen, welche das Volum der Kohle selbst um vieles übersteigen. Der Graf Morozzo bemerkte, daß diese Absorption verschieden sey, nach Verschiedenheit der Gasarten, und der Art von Kohle selbst; und schon er stellte einen Versuch an, der, wenn er gehörig wäre ausgeführt worden, diesen Gegenstand in's Klare würde ge-

bracht haben \*). Er liefs nämlich verschiedne Gasarten, unter ganz gleichem Verfahren, von Kohle und von andern porösen Körpern, z. B. Bimsstein, Backstein u. dgl. abforbiren: es schien ihm aber, daß die Gasarten sich in diesen letztern nicht verdichteten. Man hat daher seitdem die Verdichtung aller Gase durch die Kohle als eine besondere Eigenthümlichkeit dieser letztern angesehen, deren befriedigende Erklärung künftigen Nachforschungen überlassen bleibe.

Die HH. Morozzo, Rouppe und Norden \*\*) haben sich bei ihren Versuchen besonderer Vorrichtungen bedient, um die Kohle ohne Quecksilber abzulöschen. Ihr Verfahren war jedoch der Genauigkeit der Resultate nachtheilig, weil immer atmosphärische Luft mit in ihre Apparate hineinkam. Zwar gewährte es ihnen den Vortheil, daß sie die Absorptionen der Gase über Wasser veranstalten konnten; die Gegenwart des Wassers vermindert aber, wie ich in der Folge zeigen werde, häufig die Verdichtung der Gase, und hat in ihren Versuchen einige andre Unrichtigkeiten herbeigeführt.

Bei meinen Versuchen wurde die glühende Kohle unter Quecksilber getaucht, und nachdem sie sich abgekühlt hatte, in das zu abforbirende Gas gebracht, ohne mit der atmosphärischen Luft in Berührung zu kommen. Alle meine Versuche sind

\*) *Journ. de Physique* T. XXIII. p. 568. u. T. LVIII. p. 380.

\*\*) *Journ. de Physique* T. LVIII. u. *Annales de Chimie* T. XXXIV.

mit *Kohle von Buchsbaumholz* angestellt worden; ihr Verdichtungs-Vermögen ist nicht nur vorzüglich stark, sondern sie nimmt auch bei diesem Ablösen nur so wenig Quecksilber in sich auf, daß sie immer noch leicht genug bleibt, um auf dem Wasser zu schwimmen.

Die folgenden Versuche wurden bei einer Temperatur von 11 bis 13° des hunderttheil. Thermometers (9 bis 10½° R.) und unter einem Luftdruck von ungefähr 0,724 Meter (26 Z. 8.95 Lin.) angestellt. Die Angaben sind fast durchgängig ein Mittel aus mehreren Beobachtungen; denn zwei Stücke von einer und derselben Kohle zeigen, auch im nämlichen Gas, selten gleiche Absorptionen. Die Zahlen, welche die Absorption eines jeden Gases angeben, beziehen sich auf das Volum der Kohle, als Einheit angenommen.

Kohle von Buchsbaumholz absorbirt	
von	ihr Volumen
Ammoniakgas	90 Mal
salzsaurem Gas	85
schwelligsaurem Gas	65
Schwefel-Wasserstoffgas	55
oxydirtem Stickgas	40
kohlensaurem Gas	35
öhl erzeugendem Gas	35
gasförmigem Kohlenstoffoxyd	9,42
Sauerstoffgas	9,25
Stickgas	7,5
oxydirtem Kohlen-Wasserstoffgas	5 *)
Wasserstoffgas	1,75

\*) Ich habe das oxydirte Kohlen-Wasserstoffgas, dessen ich mich bei allen meinen Versuchen bediente, durch die

Von *Salpetergas* verschluckt Buchsbaum-Kohle 38 Mal ihr Volum, zersetzt aber dabei einen Theil dieses Gas, daher dieses Resultat nicht mit den vorigen zusammengestellt werden darf.

Bei allen diesen Gasen war die Absorption in 24 oder 36 Stunden beendigt, so daß ein längeres Weilen der Kohle in dem Gas sie nicht im mindesten vergrößerte \*). Nur das *Sauerstoffgas* macht hiervon einigermassen eine Ausnahme, indem die Absorption mehrere Jahre lang fortzugehen scheint. Es bildet sich nämlich hier allmählig etwas kohlenlaures Gas, wovon die Kohle eine weit größere Menge als von dem Sauerstoffgas absorbiert. Diese Gasbildung geht bei der gewöhnlichen Luft-Temperatur so langsam vor sich, daß erst nach vielen Jahren so viel kohlenlaures Gas erzeugt wird, als nöthig ist, um die Kohle damit zu sättigen. Man wird in der

Destillation befeuchteter Kohle gewonnen. Das specifische Gewicht desselben war, nach Ablöndung des kohlenlauren Gas, 0,3525, das der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt. Hundert Maass dieses brennbaren Gas verbrauchten zu ihrer Verbrennung 60,78 Maass Sauerstoffgas, wobei sich 31,5 Maass kohlenlaures Gas bildeten, und 5 Maass Stickgas ausgeschieden wurden. Es enthalten dem zufolge 100 Theile dieses Gases nach dem Gewicht

39,52	—	Kohlenstoff
28,95	—	Sauerstoff
16,90	—	Wasserstoff
4,63	—	Stickstoff
100		

v. Sauff.

\*) Auf die wahre Dauer des Absorptionsprocesses müssen übrigens Grösse und Gestalt der Kohle Einfluß haben, da von ihnen die Entfernung der inneren Poren von der Oberfläche abhängt. H.

unten stehenden Anmerkung die Thatfachen angegeben sinden, welche mich auf diese Erklärungsart geführt haben \*). Höchst wahrscheinlich wird also

\*) *Ueber die Bildung von kohlensaurem Gas in der gewöhnlichen Temperatur aus Kohle und Sauerstoffgas.* Man hat bisher angenommen, daß sich die Kohle mit dem Sauerstoff nur in einer Temperatur verbinde, die nahe an die Glühhitze gränzt; allein ich glaube bemerkt zu haben, daß hierzu schon die mitlere Temperatur der Luft hinreicht. Da diese Beobachtung von Wichtigkeit ist, und Widerspruch erfahren könnte, so sey es mir erlaubt, die Umstände der Beobachtung näher zu entwickeln.

Ein Maafs im Quecksilber abgelöschter Buchsbaumkohle, das in 24 Stunden  $9\frac{1}{2}$  Maafs trocknes Sauerstoffgas absorbirt hatte, wurde 18 Monate lang in eben diesem Gas gelassen, das mit Quecksilber gesperrt war. Nach 2 Monaten betrug die Absorption 11 Maafs; nach 14 Monaten 13 Maafs; in der folgenden Zeit ging sie immer noch langsamer vor sich, und nach 18 Monaten war sie noch nicht vollendet. Ich schloß demnach den Versuch, um das rückständige Gas zu untersuchen. Es fand sich eben so rein, wie vor dem Zutritt der Kohle, und zeigte keine Spur von kohlensaurem Gas. Gleichwohl ist zu vermuthen, daß sich kohlensaures Gas erzeugt habe, und daß es nur in den Poren der Kohle festgehalten wurde. Es ist zu vermuthen, daß die Gasverminderung so lange forgeht, bis die Absorption auf 35 Maafs geliegen ist, als so viel kohlensaures Gas von der trocknen Kohle eingelesen wird, und daß sich dann freies kohlensaures Gas gebildet haben würde. Da ich indeß vielleicht 20 Jahre würde haben warten müssen, bevor auf diese Art eine merkbare Menge freies kohlen- saures Gas entstanden wäre, so kürzte ich den Versuch dadurch ab, daß ich nasse Kohle nahm; durch sie wurde in Zeit von einem Jahre das sie umgebende Sauerstoffgas bei der gewöhnlichen Luft-Temperatur in kohlen- saures Gas verwandelt. — Wir werden weiterhin sehn, daß 1 Maafs luftleerer mit Wasser gesättigter Buchsbaum-Kohle 15 Maafs kohlen- saures Gas verschlucken kann, statt der 35 Maafs, welche 1 Maafs trockner Kohle in sich aufnimmt. Eine

auch von dem Sauerstoffgas in 36 Stunden, wie von den andern Gasen, die größtmögliche Menge abforbirt, und diese beträgt genau  $9\frac{1}{2}$  Maafs, indem jene Zeit nicht hinreicht, um eine bemerkbare Menge von kohlenfaurem Gas zu erzeugen. Ich werde daher auch bei den in der Folge anzuführenden Versuchen keine Rücksicht auf diese Bildung von kohlenfaurem Gas nehmen.

2. *Einfluss des Wassers auf die Absorptionen durch Buchsbaum-Kohle.*

Die angeführten Resultate setzen sämmtlich voraus, daß die Kohle vor oder während ihrer Einführung in das Gas trocken sey. Wird die Kohle nach ihrer Ablöschung und Abkühlung noch unter dem Quecksilber auch nur etwas befeuchtet, so findet sich die Absorption aller Gase, die nicht eine sehr große Verwandtschaft zum Wasser haben, in bedeutendem Grade vermindert \*). So vermag die

solche nasse luftlere Kohle von Buchsbaumholz, welche ich in Sauerstoffgas über Quecksilber gesperrt hatte, verminderte das Gasvolum 10 Monate lang, und zwar um 15 Maafs, und so lange war kein kohlenfaures Gas in dem Rückstande zu entdecken. Als nun aber die Gasverdichtung aufhörte, erzeugte sich freies kohlenfaures Gas, welches 4 Monate später  $\frac{1}{2}$  Maafs betrug. Die Kohle selbst trübte Kalkwasser, worin sie geworfen wurde, reichlich. Ich glaubte auch am Ende dieser 10 Monate eine Spur von Kohlen-Wasserstoffgas, das vielleicht oxydirt war, in dem Gasrückstande wahrzunehmen; doch war die Menge so unbedeutend, daß sie nicht über die Fehlergränze der Beobachtung hinausging. *v. Saussure.*

\*) Wenigstens bei der Holzkohle, deren Absorption überhaupt



Buchsbaumkohle im Quecksilber abgelöscht und erkältet, wenn sie unter dem Quecksilber mit Wasser völlig geschwängert worden, nur noch ihr 15faches Volum von kohlenfaurem Gas zu verschlucken, indess sie vor dem Befeuchten das 35fache verschluckte. Auch braucht die befeuchtete Kohle eine weit längere Zeit zur völligen Aborption der Gase, als die trockne Kohle. Die nämliche Kohle, welche trocken in 24 Stunden 35 Maafs kohlenfaures Gas verdichtete, braucht, wenn sie mit Wasser geschwängert ist, 14 Tage, um 15 Maafs jenes Gases in sich aufzunehmen.

Eben dieses Resultat für das Verdichtungsvermögen der nassen Kohle erhält man weit schneller, wenn man die Kohle erst im trocknen Zustande mit Gas sich sättigen läßt, und sie dann durch Quecksilber in einen Recipienten bringt, der mit Quecksilber, und Wasser von ungefähr gleichem Volum mit dem der Kohle angefüllt ist. Die Kohle giebt in 48 Stunden die ganze Menge des Gas her, welches nasse Kohle nicht festzuhalten vermag \*).

sehr stark ist. Denn bei einigen andern Körpern, die nur wenig Gas absorbiren, wird durch den Zutritt von ein wenig Wasser das Verdichtungsvermögen vergrößert. v. S.

- \*) Das Wasser vertreibt bei seinem Eindringen in die Kohle das Gas mit solcher Gewalt aus derselben, daß in verschlossenen Gefäßen und bei genugsamer Kohle das ausgeschiedene Gas bedeutend comprimirt ist. Dieser Umstand ließe sich im Großen zur Bereitung sehr concentrirter künstlicher künlicher Mineralwasser benutzen, besonders wenn man gährende Kufen zur Hand hätte. Man brauchte in diese nur Becken mit glühenden Büchenkohlen

Auf diese Art liefs 1 Maafs trockner Kohle, welches 33 Maafs *kohlenfaures Gas* verschluckt hatte, während es sich mit Wasser schwängerte, 17 Maafs *kohlenfaures Gas* fahren, und behielt also nur 16 Maafs zurück, welches sehr nahe dieselbe Menge als in dem ersten Versuche ist. Ein Maafs trockner Buchsbaumkohle, das  $7\frac{1}{2}$  Maafs *Stickgas* absorbirt hatte, gab, während es sich mit Wasser durchzog,  $6\frac{1}{2}$  Maafs Gas wieder her, und behielt also nur 1 Maafs *Stickgas* in sich. Aus 1 Maafs trockner Büchenkohle, die  $9\frac{1}{4}$  Maafs *Sauerstoffgas* verschluckt hatte, entbanden sich mittelst Wassers  $3\frac{1}{2}$  Maafs Gas \*); und 1 Maafs mit *Wasserstoffgas* gesättigte Kohle behielt, nachdem Wasser sie durchdrungen hatte, nur 0,65 Maafs Gas zurück. Wir werden im Verfolg diese Resultate zu benutzen suchen.

zu bringen, und die Kohlen, nachdem sie sich hier mit kohlensaurem Gas völlig gesättigt haben, in einem dichten und starken Gefässe in das Wasser zu versetzen. Und dieses würde sich leicht so machen lassen, dafs die mit Gas geschwängerte Kohle nicht mit der atmosphärischen Luft in Berührung käme, und nicht eher in das Wasser gebracht wurde, als bis das Gefäss luftdicht verschlossen wäre. Ich habe, selbst ohne diese wesentlichen Vorichtsregeln zu befolgen, bei einer Temperatur von 19° C., in einem Gefässe, das ich zu einem Viertel mit Büchenkohle, die mit kohlensaurem Gas gesättigt war, und dann zu zwei Drittheilen mit Wasser füllte, und das ich erst nachher genau verschlofs, ein Sauerwasser erhalten, welches mehr als sein eignes Volum an Gas enthielt. v. S.

\*) De la Méthérie erhielt, als er sich mit diesen Versuchen beschäftigte, ein ähnliches Resultat. S. *Journ. de Physique* Vol. XXX. v. S.

Setzt man eine solche Kohle, die bereits im Wasser ihr überflüssiges Gas ausgeschieden hat, in einer mit Wasser angefüllten Retorte der Siedhitze aus, so entbindet sich aus ihr noch eine ansehnliche Menge von Gas: jedoch ist diese Temperatur nicht hinreichend, das früher eingeschluckte Gas ganz zu vertreiben.

Die vom Wasser ausgetriebenen Gase schienen auch nach einem mehrtägigen Aufenthalte in der Kohle sich nicht verändert zu haben; in dem Sauerstoffgas bemerkte ich nichts von kohlensaurem Gas, eben so wenig war das Wasserstoffgas in Kohlenwasserstoffgas, oder das kohlensaure Gas in oxydirtes Kohlenstoffgas verwandelt; nur schienen sie mit einem äußerst kleinen Antheil von Stickgas verunreinigt zu seyn, das wahrscheinlich schon in der glühenden Kohle vorhanden war. Einzig das Sauerstoffgas erzeugte, wie ich bereits erwähnt habe, wenn die Kohle darin mehrere Monate zubrachte, eine geringe Menge von kohlensaurem Gas; ein Prozeß, der durch Gegenwart von Wasser noch begünstigt wurde.

3) *Wärme, welche bei der Gasverdichtung durch Kohle frei wird.*

Bringt man eine in Quecksilber abgelöschte und abgekühlte Buchsbaum- oder andere Holz-Kohle, welche die Gase stark absorbirt, in irgend eine Gasart, so erzeugt sich während der Gasverdichtung eine oft dem Gefühl bemerkliche Wärme, die groß

genug ist, um ein Thermometer, dessen Kugel eine Kohle von 4 bis 5 Kubik Centimetern ( $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  par. Kub. Zoll) GröÙe berührt, um etliche Grade steigen zu machen. Diese Wärme scheint, wie zu vermuthen war, mit der Verschluckbarkeit des Gases zu wachsen. So erhitzt sich im *Ammoniakgas* die Kohle mehr als im *kohlenfauren Gas*; und in diesem mehr als in dem weniger sich verdichtenden *Sauerstoffgas*; und das am schwächsten verschluckbare *Wasserstoffgas* liefert so wenig Wärme, daß die von mir gebrauchten Vorrichtungen sie nicht bemerkbar machen \*). Diese verschiedene Wärmeentwicklung wird meistens mehr durch die Schnelligkeit bestimmt, mit welcher die Absorptionen vor sich gehen, als durch den Grad der Gasverdichtung, da nach Gay-Lussac's Versuchen die verschiedenen Gase bei gleichen Compressionen ungleiche Wärme-Mengen entwickeln.

4) *Einfluß des barometrischen Druckes auf die Gasverdichtung durch die Kohle.*

Bisher hatte man sich, um die Kohle zur Absorption der Gasarten geschickt zu machen, nur der Erhitzung bedient; ich habe versucht, dieses

\*) Die Kugel meines Thermometers hatte nur 6 Millimeter ( $2\frac{1}{2}$  par. Lin.) Durchmesser; die Röhre war in Form eines V umgebogen. Das Ende, woran die Kugel war, wurde durch das Quecksilber in den Recipienten gebracht, der äußere Arm trug die Eintheilung, und diente zugleich das Instrument zu halten, und die Kugel mit der Kohle in Berührung zu bringen.

mit Hülfe der Luftpumpe zu bewirken, und beinahe die nämlichen Resultate als durch das Glühen erhalten.

Eine Buchsbaumkohle, die mehrere Tage an der freien Luft gelegen hatte, wurde in einen Recipienten gebracht, der mit etwas Talg bestrichen auf einen kleinen tragbaren Teller meiner Luftpumpe luftdicht angeschlossen\*). Nachdem die Luft aus dem Recipienten und der Kohle bis auf einen Druck von 4 Millimeter (1,88 Lin.) Barometerstand ausgepumpt worden war, wurde der Teller mit den Recipienten in ein Quecksilberbad gebracht, und der Hahn des Tellers unter Quecksilber geöffnet, worauf letzteres in den Recipienten stieg, und den Teller losmachte. Die Kohle wurde nun, ohne mit der atmosphärischen Luft in Berührung zu kommen, in einen andern mit kohlensaurem Gas ge-

\*) Statt dieses beweglichen Tellers kann man sich folgender Vorrichtung bedienen: Man bindet den kleinen Recipienten, der die Kohle enthält, mit Schnüren auf eine Schale fest, die mit Quecksilber angefüllt ist, und bringt das Ganze unter einen gewöhnlichen Recipienten der Luftpumpe. Nachdem man die Luft aus dem großen Recipient und mithin auch aus dem kleinen ausgepumpt hat, wird wieder die äußere Luft hereingelassen, welche das Quecksilber aus der Schale in den kleinen Recipienten hinauftreibt. Man kann nun die Schnüre losmachen, und die Schale mit dem gefüllten Recipienten und der luftleeren Kohle auf den pneumatischen Quecksilberapparat bringen. Auf diese Weise erhält man aber kein so vollkommenes Vacuum, wie mit dem ersten Verfahren, wegen des Druckes, den das in der Schale befindliche Quecksilber ausübt.

füllten Recipienten gebracht, und hier verdichtete sich bei  $12^{\circ}$  C. ( $9^{\circ},6$  R.) äußerer Temperatur eine Gasmenge, welche  $31\frac{1}{2}$ mal das Volum der Kohle betrug. Das Verfahren mit dem Ausglühen hatte eine Absorption gleich dem 35fachen Volum gegeben.

Ich habe denselben Versuch mit *Sauerstoffgas* wiederholt; die Absorption betrug auf diesem Wege  $8\frac{1}{2}$  Maafs von der Größe der Kohle, während sie beim Ausglühen auf  $9\frac{1}{4}$  Maafs gestiegen war. Von *Stickgas* verdichteten sich bei der Behandlung mit der Luftpumpe 7 Maafs, statt  $7\frac{1}{2}$  Maafs, welche die geglühte Kohle absorbiert hatte.

Da die Kohle, welche zu diesen Versuchen gebraucht wurde, aus der freien Luft etwas Feuchtigkeit eingefogen haben, und diese der Gasverdichtung entgegen wirken konnte, wiederholte ich diese Versuche mit Kohle, die in Rothglühhitze getrocknet worden, und dann in einer mit Quecksilber gesperrten Glasglocke in atmosphärische Luft gebracht worden war. Die Absorptionen fielen nun mittelst der Luftpumpe etwas größer aus als vorher, blieben aber immer geringer als die, welche durch Ausglühen erreicht worden waren; denn bei der Unvollkommenheit des Guericqueschen Vacuums bleibt immer noch etwas Luft in der Kohle zurück.

Um zu erfahren, welchen Einfluß die Dichtigkeit eines Gas auf das Volum hat, welches Kohle davon absorbiert, brachte ich eine Kohle, die sich bei dem gewöhnlichen Luftdruck mit einer be-

stimmten Menge Gas gesättigt hatte, in die Torricellische Leere eines Barometers von zwei Centimeter (8,8 par. Lin.) innerer Weite der Röhre. So wie die Kohle in den luftleeren Raum trat, ließ sie einen Theil ihres Gases fahren, der das Barometer um eine Größe fallen machte, aus der sich der Druck ergab, unter welchem das freigewordene Gas stand. Aus dem körperlichen Inhalt des Theils der Röhre, der von diesem Gas eingenommen wurde, erfuhr ich das Volum des Gases bei jenem Druck, und dieses Volum abgezogen von dem Raum, den alles von der Kohle beim vorigen Luftdrucke absorbirte Gas unter dem neuen Druck eingenommen hätte, gab das Volumen von verdünntem Gas zu erkennen, das in der Kohle in dem luftverdünnten Raume zurückgeblieben war. Wollte ich diesen Versuch noch bei einem andern Luftdruck machen, so ließ ich nur vorher eine genau bestimmte Gasmenge in das Barometer aufsteigen.

*Versuch 1.* Eine Buchsbaumkohle, welche unter 0,7343 Meter (27,21,51 L.) Barometerstand und in der Temperatur von  $18\frac{1}{2}^{\circ}$  C. ( $14^{\circ}$ ,8 R.)  $34\frac{1}{2}$  Maafskohlenfaures Gas absorbirt hatte, wurde in eine Atmosphäre von kohlenfaurem Gas gebracht, welche nach den von der Kohle bewirkten Aenderungen unter einem Drucke von 0,2606 M. (9,27,52 L.) sich befand. Unter diesem Drucke würden die  $34\frac{1}{2}$  Maafs Gas, wenn sie aus der Kohle ganz hätten entweichen können, einen Raum von 97,21 Maafsen eingenommen haben; es fanden sich

indess in dem Barometer nur 28,16 Maafs Luft. Die Kohle hatte also 69,05 Maafs kohlenlaures Gas in sich zurückbehalten, woraus folgt, daß die Kohle ein größeres Volum von verdünntem kohlenlaurem Gas in sich aufnimmt, als von verdichtetem.

*Versuch 2.* Ich liefs die Kohle im Barometer, und vermehrte den Luftdruck bis auf 0,4038 M. (14. Z 10,99 L.), indem ich die Röhre tiefer ins Quecksilber tauchte. Unter diesem Drucke hätten die  $34\frac{1}{2}$  Maasse, welche von der Kohle bei 0,7343 M. (27. Z 15,1 L.) absorhirt wurden, einen Raum von 62,74 Maafs einnehmen müssen; das Barometer enthielt aber nur 12,83 Maasse Gas, so daß bei diesem Druck in der Kohle 49,91 Maafs kohlenlaures Gas zurückblieben.

Ich übergehe einige andere Versuche, die mir ähnliche Resultate gegeben haben. Sie stimmen alle dahin überein, daß die Absorptionen der Gase, nach dem Volum geschätzt, weit grösser sind in einer verdünnten als in einer dichteren Atmosphäre, obgleich die Absorption, dem Gewichte nach geschätzt, in dieser grösser als in jener ist. Es finden indess hier nur bei Gasarten von grossem Absorptions-Vermögen auffallende Unterschiede Statt, und sie würden wohl kaum bemerkt werden können, wenn die Einfaugung nur etwa das einfache Volum der Kohle betrüge.

Wenn diese Versuche fortgesetzt werden sollten, wird sich vielleicht ein Gesetz zwischen den Absorptionen und dem barometrischen Drucke



auffinden lassen. Ich habe sie nicht verfolgt, auch keine Versuche über die Veränderung der Absorptionen für gleiche Zunahmen der Temperatur angestellt.

Die nämliche Ursache, welche die Kohle beim Verschlucken der Gase sich erwärmen macht, muß beim Auscheiden des Gases aus ihr eine Erkältung zu Wege bringen. Eine cylindrische Kohle von Buchenholz, 8 Centimeter (2 Z. 11½ Lin.) hoch, und 4 Centimeter (1 Z. 5,7 L.) im Durchmesser, wurde mit einem Thermometer, das in dieselbe hineingestellt war, unter einen sehr kleinen Recipienten gebracht, und dort mittelst der Luftpumpe seiner Luft beraubt, um mit kohlensaurem Gas gesättigt zu werden. Als ich dieses nachher durch Auspumpen entzog, fiel das Thermometer, das auf 18° C. (14°, 4 R.) stand, in wenigen Minuten um 14° C. (11°, 2 Reaum.) \*). Als derselbe Versuch mit *atmosphärischer Luft* wiederholt wurde, betrug die Aenderung der Temperatur unter gleichen Umständen nur 3° bis 4° C.

5. *Das Vermögen der Gasverdichtung ist allen Körpern gemein, die einen gewissen Grad von Porosität besitzen.*

Dafs man bisher das Vermögen, Gas zu verdichten, in keinem andern Körper als in der Kohle wahrgenommen hat, davon liegt der Grund darin, dafs man theils die Versuche mit keinem andern

\*) Bei dem Eindringen des kohlensauren Gas in die luftleere Kohle war vorher die Temperatur der Kohle um etwa 14° C. erhöht worden. v. S.

Körper von angemessener Textur angestellt, theils über die Aborptionen keine sorgfältigen Beobachtungen gemacht hat. Ich habe keinen Körper gefunden, der dieses Vermögen in einem so hohen Grade besäße, wie einige Gattungen von Kohle.

Bei allen Versuchen, die ich hier anführen werde, habe ich mich der Luftpumpe bedient, um die porösen Körper von atmosphärischer Luft zu leeren, und sie empfänglich zu machen, die Gase zu verdichten. Die Methode des Ausglühens geht nur mit Kohle gut von Statten, weil sie, ihrer Verbrennung und ihrer geringen Wärmeleitung wegen, bei dem Uebertragen aus dem Ofen ins Quecklüber fast ihre ganze Weißglühehitze behält. Die andern porösen nicht verbrennlichen Körper leiden dagegen, wenn sie nicht sehr groß sind, bei diesem Hinüberführen eine nach den Umständen sehr verschiedene Erkältung, welche auf die Aborptionen bedeutenden Einfluß hat. Ueberdem gestattete mir die Luftpumpe, auch vegetabilische und animalische Körper, welche im Feuer ihr ganzes Wesen verändert hatten, in der erwähnten Beziehung zu untersuchen.

*Versuch 1. Aborption der Gase durch spanischen Meerschaum* \*). Da dieser Stein, wenn er auch noch so trocken scheint, immer etwas Wasser enthält, brachte ich ihn ins Feuer, und noch lau-

\*) Diese noch ununtersuchte Varietät des Meerschaums findet sich zu *Valecas* bei *Madrid*. Ihr specif. Gewicht, ihre Porosität und die Menge aufgenommenen Wassers sind in einzelnen Stücken verschieden. Der hier ge-

warm unter den Recipienten der Luftpumpe. Nachdem ich ihn unter ihr durch Auspumpen der Luft, von seiner Luft befreit hatte, brachte ich ihn zuerst in Ammoniakgas, und bestimmte, wie viel er davon verschluckte; und dieses Verfahren wiederholte ich mit demselben Stück Meerschaum für jede der andern Gasarten, brachte es jedes Mal erst wieder ins Feuer, dann unter die Luftpumpe, und dann erst in das Gas; und so wurde das Stück Meerschaum nach der Reihe mit jedem der yorhin genannten Gase in Berührung gesetzt. Das hiër gebrauchte Stück hielt 41,25 Kub. Centimeter (2,078 Kub. Zoll), und dieses Volum machte es mir möglich, kleine Unterschiede in den Absorptionen zu schätzen. Eine Wiederholung aller dieser Versuche auf dem nämlichen Wege, und mit demselben Stücke Meerschaum, womit die erste Reihe von Versuchen angestellt war, gab vollkommen gleiche Resultate mit jenen. Diesen beiden Reihen von Versuchen zu Folge verdichtete 1 Maafs dieses Meerschaums bei 15° C. (12° R.) Temperatur und 0,73 Meter (27 Z. o Lin.) Barometerhöhe folgende Gasmengen:

brauchte verlor durchs Ausglühen 0,23 seines Gewichts. Sein specif. Gewicht, das ich, wie bei den andern porösen Körpern, durch Untertauchen in Quecksilber bestimmte, welches nicht in ihn hineindrang, betrug 0,826. Hundert Theile Meerschaum von Natolien enthalten nach Klaproth

50,50	Theile	Kieselerde
17,25	—	Talkerde
25	—	Wasser
5	—	Kohlensaure
0,5	—	Kalkerde

v. S.

von Ammoniakgas *)	15 Maafs
Schwefel - Wasserstoffgas	11,7
kohlenfaurem Gas **)	5,26
oxydirtem Stickgas	3,75
öhl erzeugendem Gas	3,7
Stickgas	1,60
Sauerstoffgas	1,49
oxydirtem Kohlenstoffgas	1,17
oxydirtem Kohlen-Wasserstoffgas	0,85
Wasserstoffgas	0,44

Dafs diese Abforptionen ſich durch die bloſſe Luftpumpe, ohne Hülfe des Feuers, wieder aufheben und zerſtören laſſen, iſt ein Beweis, dafs die genannten Gaſe keine dauerhaften Verbindungen mit dem Steine eingehen, wie grofs auch der atmophäriſche Druck bei der Abforption ſeyn möge. Uebrigens waren auch dieſe Abforptionen, wie bei der Kohle, kleinen Ungleichheiten unterworfen, welche von geringen Aenderungen der Temperatur und des Luftdrucks herrührten.

\*) Hat man den Meerſchaum ſo gut als es in der Temperatur der Atmoſphäre möglich iſt, getrocknet, ihn aber nicht ausgeglüht, ſo verſchluckt er 150 Maafs Ammoniakgas, und braucht dazu mehrere Tage. Iſt er dagegen im Feuer getrocknet worden, ſo geht die ganze Abforption in 5 bis 6 Stunden vor ſich. Die Kohle giebt in jeder Hinſicht ganz ähnliche Reſultate. Es ergab ſich aus meinen Verſuchen, dafs eine ſehr kleine Menge Waſſer das Vermögen des im Feuer getrockneten Meerſchaums, kohlenfaures Gas zu verdichten, ebenfalls ſehr erhöhte, eine groſſe Menge von Waſſer daſſelbe aber verringerte. Immer ging die Verdichtung des kohlenfauren Gaſes weit langſamer vor ſich, wenn der Meerſchaum Waſſer enthielt, als wenn er ganz trocken war.

v. S.

\*\*) War der Meerſchaum nicht ausgeglüht, ſo betrug die Abſorption 13 Maafs kohlenfaures Gas.

v. S.

Ich habe diese Versuche noch mit einem zweiten Stücke Meerschäum von Valecas gemacht; es gab mir minder große Absorptionen, und verdichtete, wenn der Stein an der Luft getrocknet war, nur das 3fache, und wenn ich ihn gegläht hatte, nur das  $2\frac{1}{2}$ fache seines Volums von kohlensaurem Gas.

Eben so, wie bei der Kohle, waren auch beim Meerschäum die Absorptionen größer in verdünntem Gase, als in dichterem. So verschluckten 13,87 Kub. Centimeter (0,7 Kub. Zoll) Meerschäum, die bei einem Luftdruck von 0,725 M. (26 Zoll 8,51 Lin.) nur  $42\frac{1}{2}$  Centimeter (2,14 Kub. Zoll) kohlensaures Gas aufgenommen hatten, 50 $\frac{1}{2}$  Centimeter (2,54 Kub. Zoll) von eben diesem Gas, bei einer Verdünnung von 0,238 M. (8 Zoll 9,50 Lin.) barometrischem Druck.

*Versuch 2. Absorption der Gase durch den Klebschiefer von Menil-montant \*).* Ich habe diesen Stein nicht ins Feuer gebracht, weil er sich darin spaltet und zu stark zusammenzieht, um bei den meisten Gasarten noch bestimmbare Absorptionen zu geben. Ein Maas Klebschiefer, das mittelst der Luftpumpe luftleer gemacht und bei der

\*) Das specifische Gewicht dieses Steins ist 0,95; er enthält nach Klaproth

62,5 Kieseelerde

3 Talkerde

4 Eisenoxyd

32 Wasser

nebst einigen Atomen Thonerde, Kalk und Kohle. v. S. [Klebschiefer (*schiste happant*) heißt er, weil er wegen seiner schnellen Verdichtung der Wasserdämpfe sich so gleich auf der Zunge anlagert. H.]

gewöhnlichen Temperatur getrocknet worden war, absorbirte bei 15° C. (12° R.)

von Ammoniakgas	113 Maafs
kohlenfaurem Gas	2
öhlerzeugendem Gas	1,5
Stickgas	0,7
Sauerstoffgas	0,7
oxydirtem Kohlenstoffgas	0,55
oxydirtem Kohlen-Wasserstoffgas	0,55
Wasserstoffgas	0,48

Diese Absorptionen sind noch geringer als beim Meerischaum, und ihre Verschiedenheiten sind bei manchen Gasen zu klein, um sich bestimmen zu lassen. Ueberhaupt muß ich bemerken, daß, wenn zwei Gase von einem festen Körper nach diesen Versuchen gleich stark absorbirt zu werden scheinen, dieses uns nicht berechtigt zu schließen, daß sie von ihm mit gleicher Stärke angezogen werden; es ist vielmehr der Unzulänglichkeit des Versuchs beizumessen, der, mehr ins Große ausgeführt, wahrscheinlich auch da noch Unterschiede gezeigt haben würde.

*Versuch 3, mit Holz-Asbest aus Tyrol, und sogenanntem Bergkork.* Der Holz-Asbest, den ich gebraucht habe, gleicht Splintern von Nulfsbaumholz, und hat ein specifisches Gewicht von 1,42; durchs Glühen verlor er 0,19 seines Gewichts. Der Bergkork war weiß, von specifischem Gewichte 0,6, und verlor im Ausglühen auf 100 Gewichtstheilen  $1\frac{1}{4}$  Theil. Beide Steine wurden durch Aus-

glühen trocken gemacht, und es absorbirte dann 1 Maafs derselben, nachdem es mit der Luftpumpe luftleer gemacht worden war, bei einer Temperatur von 15° C. folgende Mengen von Gas

ein Maafs Holz - Asbest von		ein Maafs Berg- kork
Ammoniakgas	12,75 Maafs	2,3 Maafs
kohlenfaurem Gas	1,7	0,82
öhl erzeugendem Gas	1,7	0,82
oxydirtem Kohlenstoffgas	0,58	0,78
Stickgas	0,47	0,68
Sauerstoffgas	0,47	0,68
oxydirtem Kohlen - Wa- serstoffgas	0,41	0,68
Wasserstoffgas	0,51	0,68

Es ist bemerkenswerth, daß der viel schwammigere Bergkork doch viel geringere Unterschiede der Absorptionen giebt. *Amianth* in einem Bündel dicht aneinander gepreßt, zeigte keine bedeutende Verschiedenheiten in seinen Absorptionen.

*Versuch 4, mit sächsischem Hydrophan \*)*,  
und Quarz von *Vauvert* \*\*). Der Hydrophan

\*) Nach Klaproth enthält der Hydrophan aus Sachsen  
in 100 Theilen

93 Kieseelerde  
1,6 Alaunerde  
5,25 Wasser.

Das specifische Gewicht meines Exemplars war 1,7, und das Volum desselben nur 4 Kub. Centimeter (0,2 Kub. Zoll), daher die Beobachtungen nicht die größte Genauigkeit haben. Der Stein zerpringt im Rothglühen, daher läßt er sich nicht in das Feuer bringen. v. S.

\*\*) Dieser Quarz findet sich in Rollikieseln zu *Vauvert* bei

(*Weltauge*) aus Sachsen, wurde an der Luft, der Quarz von Vauvert durch Glühen getrocknet. Von beiden verschluckte dann, bei mittlerem Luftdruck, 1 Maafs, das leer von Luft war, folgende Mengen Gas:

ein Maafs <i>Hydrophan</i> von		ein Maafs <i>Quarz</i> von <i>Vauvert</i>
Ammoniakgas	64 Maafs	10 Maafs
salzsaurem Gas	17	
schwefligsaurem Gas	7,37	
kohlensaurem Gas	1	0,6
öhl erzeugendem Gas	0,8	0,6
Stickgas	0,6	0,45
Sauerstoffgas	0,6	0,45
Wasserstoffgas	0,4	0,37

Der *Schwimm-Quarz von St. Ouen*, vom specif. Gewicht 0,468, gab, auf die nämliche Weise behandelt, keine recht merkbare Verschiedenheit in den Absorptionen.

*Versuch 5, mit schwefelsaurem Kalk.* Er war im Zustande von calcinirtem Gyps, durch Wasser verhärtet, und an der Luft getrocknet. Sein specifisches Gewicht betrug 0,96; ein Maafs desselben absorbirte luftleer

0,58 Maafs von Sauerstoffgas

0,53 — — Stickgas

*Nimes*, und scheint ein reiner Quarz zu seyn, der durch etwas Eisenoxyd roth gefärbt ist. Er ist zuweilen so leicht, daß er auf dem Wasser schwimmt; das hier gebrauchte Stück hatte 1,18 specif. Gewicht. Hundert Theile desselben verlieren im Feuer 3,35 Theile. v. S.



0,50 Maafs von Wasserstoffgas  
0,43 — — kohlenfaurem Gas

*Versuch 6, mit schwammiger kohlenfaurer Kalkerde, oder dem mineralischen Lerchenschwamm (Agaricus mineralis) \*).* Ein Maafs dieses Steins, an der Luft getrocknet, absorbirte luftleer

0,87 Maafs von kohlenfaurem Gas  
0,80 — — Stickgas  
0,80 — — Wasserstoffgas  
0,67 — — Sauerstoffgas

*Versuch 7, mit verschiedenen Holzarten.* Die Hölzer wurden an der Luft getrocknet, und dann kleine Stücken derselben mehrere Wochen lang in große Flaschen voll salzsauren Kalk gethan, Gleichwohl behielten sie noch etwas hygrometrisches Wasser in sich, welches sich, als sie luftleer in Ammoniakgas verſetzt wurden, dadurch offenbarte, daß sich während der Absorption ein wässriger Dunst um sie verbreitete, den die beim Verdichtungsproceß freigewordene Wärme austrieb. Dieselbe Erscheinung zeigten, bei gleicher Behand-

\*) Diese sehr leichte weiße Kreideart findet sich auf dem Jura, und hat nur 0,465 specifisches Gewicht. Hundert Gewichtstheile derselben lösten sich in Salpetersäure vollständig auf, und entwickelten 35 Theile kohlenfaures Gas, welche etwa 83 Theile kohlenfauren Kalks anzeigen. Die übrigen 17 Theile sind größtentheils auf Rechnung des zufälligen Wassers zu setzen, das in allen Steinen von einer gewissen Porosität immer in größerer oder geringerer Menge vorhanden ist. v. S.

lung, Klebschiefer, Zwirn, Wolle und Seide; alle diese Körper verschluckten nachher wieder den Dunst. Die Leinfäden waren, in feste Bündel zusammengepreßt, vom specifischen Gewicht 0,78. Es absorbirte 1 Maafs von luftleerem

von	Hafelholz Maafs	Maulbeerholz Maafs	Tannenholz Maafs	Leinfäden Maafs
Ammoniakgas	100	88		68
kohlenfaurem Gas	1,1	0,46	1,1	0,62
öhl erzeugendem Gas	0,71			0,48
oxydirtem Kohlen-Wasserstoffgas	0,58			0,35
Wasserstoffgas	0,58	0,46	0,75	0,35
oxydirtem Kohlenstoffgas	0,58			0,35
Sauerstoffgas	0,47	0,34	0,5	0,35
Stickgas	0,21	0,18	0,21	0,33

*Versuch 8, mit roher Seide und mit Wolle.*  
Das specif. Gewicht der Strähne Seide betrug 0,731; das der Strähne Wolle 0,6; vor dem Versuch wurden beide über salzsaurem Kalk getrocknet. Die Temperatur war wie bei den vorigen Versuchen. Es absorbirte 1 Maafs

luftleerer Wolle von	luftleerer Seide
Ammoniakgas	78 Maafs
kohlenfaurem Gas 1,7 Maafs	1,1
öhl erzeugendem Gas 0,57	0,5
Sauerstoffgas 0,43	0,44
oxydir. Kohlenstoffgas 0,3	0,3
Wasserstoffgas 0,3	0,3
Stickgas 0,24	0,125

Alle Körper, mit denen ich diese Versuche angestellt habe, die Kohle und den Hydrophan ausgenommen, legen bei meiner Art zu verfahren vor der Gasverdichtung beträchtlich viel Queckfilber ein. Nimmt man hierauf nicht Rücksicht, so scheint es, als wenn die abforbirtten Volumina der wenig verchluckbaren Gase oft kleiner seyn, als der Raum der Poren des abforbirenden Körpers.

6. *Einfluss der Verwandtschaft und Elasticität der Gasarten, und der Porosität der festen Körper auf die Absorptionen.*

Die Stufenfolge der Absorptionen der verschiedenen Gase scheint zwar bei allen Körpern von gleicher chemischer Beschaffenheit die nämliche zu seyn: alle Asbestarten verdichteten das kohlenfaure Gas mehr als das Sauerstoffgas, die Hölzer das Wasserstoffgas mehr als das Stickgas. Allein darum sind die Verdichtungen selbst in den verschiednen Arten von Asbest, oder Holz, oder Kohle nichts weniger als gleich: der Holz-Asbest verdichtete größere Volumina von kohlenfaurem Gas, als der Bergkork; eben so der Hydrophan größere Mengen, als der Schwimm-Quarz von St. Ouen und der Quarz von Vauvert, und die Absorptionen der Buchsbaumkohle sind weit beträchtlicher, als die der Kohle von Tanneholz; Verschiedenheiten, welche keineswegs verschwinden, wenn man, statt gleicher Volumina, gleiche Gewichte von Kohle nimmt.

Der Graf von Morozzo glaubte zu bemerken, daß die entzündbarsten und zur Bereitung des Schießpulvers tauglichsten Kohlen das geringste Absoptionsvermögen besitzen, und meint, dieses möge von Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung der Kohlen herrühren. Allein da die Analyse in Kohlen von sehr ungleichem Verdichtungs-Vermögen einerlei Bestandtheile zeigt, so fällt diese Erklärung weg, und wir müssen die Ursache jener Verschiedenheiten vielmehr in einer physischen Beschaffenheit, z. B. in der Menge und dem Durchmesser der Poren der absorbirenden Körper suchen.

Um den Einfluß kennen zu lernen, welchen die Porosität oder der Aggregations-Zustand des festen Körpers auf sein Absoptions-Vermögen hat, verglich ich mit einander die Gasmengen, welche dasselbe Stück Buchsbaumkohle ganz, und in ein unfehlbares Pulver zerrieben, verschluckte. Das Stück Buchsbaumkohle wog 2,94 Gramme (55,3 Gran Franz.), hatte ein Volum von 4,92 Kub. Centimeter (0,248 Kub. Zoll) und absorbirte, mittelst der Luftpumpe luftleer gemacht, 35½ Kub. Centimeter (1,792 Kub. Zoll), oder etwa 7¼ Mal ihr Volum, an atmosphärischer Luft. Sie wurde nun zu einem unfehlbaren Pulver gerieben, und in eine Glasröhre gebracht, die an beiden Enden mit Gaze verschlossen wurde; in diesem Zustande betrug bei gleichem Gewicht, wie zuvor, ihr Volum 7,3 Kub. Centimeter (0,368 Kub. Zoll), und sie absorbirte

nach dem Auspumpen nur 20,8 Kub. Centimeter (1,12 Kub. Zoll) atmosphärische Luft, oder das 3fache ihres Volums im pulverisirten, und das  $4\frac{1}{3}$ fache des Volums im festen Zustande. Durch die Zerstörung, Oeffnung und Erweiterung einer grossen Zahl der kleinen Zellchen der Kohle wurde also ihr Absorptions-Vermögen bedeutend geschwächt, und die Verdichtung der Gase in den festen Körpern führt uns auf ein analoges Resultat, als das Ansteigen der Flüssigkeiten in den Haarröhrchen: beide stehn nämlich im umgekehrten Verhältniß der inneren Durchmesser der Röhren.

Das Absorptions-Vermögen der meisten Gattungen von Kohle, und mehrerer andrer porösen Körper, nimmt bis zu einer gewissen Gränze mit ihrem specifischen Gewichte zu, und dieses muß bei übrigen gleichen Umständen grösser seyn, wenn die Poren enger und gedrängter beisammen sind. *Kohle von Kork*, deren specifisches Gewicht höchstens 0,1 beträgt, äussert keine wahrnehmbare Verdichtung auf die atmosphärische Luft. *Kohle von Tannenholz*, vom specif. Gewicht 0,4, verschluckt  $4\frac{1}{2}$  Mal ihr Volum von atmosphärischer Luft. *Buchsbaumkohle* vom specif. Gewicht 0,6 nimmt  $7\frac{1}{2}$  Mal so viel Luft in sich auf, als ihr Volum beträgt; und die *Steinkohle vom Ruffberg*, welche vegetabilischen Ursprungs und von specif. Gewicht 1,326 ist, absorbirt  $10\frac{1}{2}$  Mal ihr Volum von atmosphärischer Luft. Nähme man Kohlen von immer grösserer Dichtigkeit, so würde man bald auf

eine Gränze gerathen, wo die Poren zu enge werden, um ein Gas eindringen zu lassen. Dann hört alle Verdichtung auf, obgleich das specif. Gewicht zugenommen hat. So läßt das *Reifsblei* von Cumberland, welches 0,96 an Kohle enthält, also für eine wahre Kohle anzusehen ist, bei einem specif. Gewicht von 2,17 die atmosphärische Luft ganz unverdichtet; und eben so verhält es sich mit einer Kohle von nahe demselben Gewicht, die ich durch *Destillation* flüchtiger Oehle in einer glühenden Porcellainröhre erhalten habe.

Uebrigens entspricht dieses Zunehmen der Verdichtung der des specifischen Gewichts nur ungefähr, und bei genauerer Untersuchung zeigen sich häufige Ausnahmen von dieser Regel. Die verschiedenen Arten von Kohle weichen nämlich bei gleicher oder ungleicher Dichtigkeit doch immer in ihrer Organisation von einander ab, und lassen sich daher nicht immer mit einem Schwamm vergleichen, dessen Poren und dessen Dichtigkeit man durch Druck modificiren kann.

Ich hoffte Körpern, welche wie das *Reifsblei* von Cumberland zu dicht sind, und zu unmerkliche Poren haben, als daß die Gasarten in sie eindringen können, durch Pulverisirung das Vermögen zu ertheilen, die Gase zu absorbiren; allein meine Erwartung blieb unerfüllt. Die Poren, welche sich durch das Zerreiben eines Körpers zu einem feinen Pulver bilden, scheinen zu locker, zu offen und in zu geringer Anzahl zu seyn, um kohlenlaures Gas,

Stickgas, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas auf eine merkliche Weise verdichten zu können. Auf elastische Flüssigkeiten, welche durch eine geringe Vermehrung des Drucks die Luftgestalt verlieren, scheinen sie dagegen zu wirken; denn ich kenne keinen einzigen Körper, der nicht durch möglichst feines Pulver das Vermögen erhalte, den elastischen Wasserdampf unsrer Atmosphäre zu verdichten, wie dieß der Gewichtsverlust beweist, den alle pulverisirten feuerbeständigen Körper beim Erhitzen erleiden.

Aus den bisherigen Beobachtungen folgt, daß das Vermögen, welches die Gase besitzen, sich in einem festen porösen Körper zu verdichten, innerhalb gewisser Gränzen im umgekehrten Verhältniß des Durchmessers der Poren zunimmt.

Es kommen indess bei diesen Condensationen, außer der Porosität, noch zwei andre Umstände in Betrachtung: *Erstens* die verschiednen Verwandtschaften, welche zwischen den Basen der Gasarten und dem absorbirenden Körper Statt finden; und *zweitens* die Expanlivkräfte der Gase, oder der Widerstand, welchen sie bei verschiedenen Wärmegraden und atmosphärischem Druck ihrer Verdichtung entgegensetzen.

Einen Beweis von der Einwirkung jener Verwandtschaften finden wir in der verschiednen Ordnung, nach welcher die Absorptionen der Gasarten bei verschiedenartigen Körpern ihrer Größe nach auf einander folgen; so verdichten Kohle und

Meerschaum mehr Stickgas als Wasserstoffgas, Holz dagegen mehr Wasserstoffgas als Stickgas. Der Einfluß der Elasticität zeigt sich darin, daß die Verdichtung der Gase nicht immer im Verhältniß der Größe der Verwandtschaft ihrer Basen zu dem absorbirenden Körper steht. So wird das kohlensaure Gas von der Kohle weit mehr verdichtet, als das Sauerstoffgas, obgleich die Verwandtschaft des mit Kohlenstoff gefättigten Sauerstoffs in denselben zur Kohle nur sehr schwach seyn kann. Zu den elastischen Flüssigkeiten, die von porösen Körpern am stärksten verdichtet werden, gehören überdem mehrentheils gerade solche, welche bei einer bekannten Verminderung der Temperatur oder des Luftdrucks die Gasgestalt verlieren, wie der *elastische Wasserdampf*, der von allen porösen, Gas absorbirenden Körpern in großer Menge verdichtet wird, das *Ammoniakgas*, das allgemein die stärksten Absorptionen erleidet, und der *elastische Dampf des Schwefeläthers*, der von Kohle, Meerschaum, geglühtem Holz-Asbest, und allen zur Gas-Absorption geschickten Körpern sehr stark eingeschlürft wird.

Haben die Gasarten ein größeres Bestreben, ihren elastischen Zustand zu erhalten, als sich mit dem porösen Körper zu vereinigen, so äußert sich die Verschiedenheit der Anziehungen zwischen ihren Basen und diesem Körper nicht, und dieses findet in allen Fällen Statt, in welchen die Verdichtungen mit den bekannten Verwandtschaften nicht übereinstimmen. Uebertrifft oder zerstört dagegen



die Verwandtschaft der Basen der Gase zu dem porösen Körper ihre Elasticität, so entsprechen die Absorptionen den bekannten Verwandtschaften.

Aus diesen Betrachtungen erhellt, daß die Verdichtung der Gasarten durch poröse Körper, abgesehen von dem Einfluß des Grades der Porosität, durch zwei Kräfte bestimmt wird: *erstens* durch die anziehende Kraft, vermöge welcher die Basis des Gases und der poröse Körper streben, sich mit einander zu vereinigen; und *zweitens* durch die Kraft der Elasticität des Gases, oder die Anziehung ihrer Basen zum Wärmestoff. Diese beiden Kräfte sind einander entgegengesetzt, und die Absorption der Gase durch die festen porösen Körper ist das Resultat ihrer Verschiedenheit. Diese beiden Kräfte hat längst schon Berthollet in Betrachtung gezogen, und gezeigt, daß die Elasticität der Gase eine Kraft ist, welche ihren chemischen Verbindungen entgegen strebt. Ich habe hier nur die Grundsätze dieses berühmten Chemikers auf den Gegenstand, der mich beschäftigt, anzuwenden gebraucht.

## ZWEITER ABSCHNITT.

Gleichzeitige Absorption mehrerer Gase durch einen festen porösen Körper.

Die bisherigen Versuche betrafen die Absorption einzelner, mit einander nicht vermischter Gasarten. Ich komme nun zu der verwickelteren Auf-

gabe, zu untersuchen, ob, wenn mehrere Gase von einem porösen festen Körper eingefogen werden, die Absorptionen denen entsprechen, welche bei den einzelnen Gasen getrennt Statt fanden. Ich habe diese Untersuchung auf zwei verschiedenen Wegen angestellt: einmal versetzte ich den porösen Körper luftleer in Mischungen aus zwei Gasen; zweitens brachte ich ihn luftleer erst in das eine unvermischte Gas, und, nachdem er sich damit gesättigt hatte, versetzte ich ihn in das zweite Gas. Die eudiometrische Prüfung der Luft, welche nach dieser zweiten Absorption zurückblieb, gab das Verhältniß zu erkennen, in welchem beide Gasarten absorbirt worden waren.

7. *Verdichtung mit einander vermischter Gase durch die Kohle.*

Die Herren Rouppe und Norden haben bekannt gemacht \*), daß, wenn man bei der gewöhnlichen Luft-Temperatur eine mit Wasserstoffgas geschwängerte Kohle in Sauerstoffgas bringe, man Wasser an den Wänden des Recipienten sich zu Tropfen verdichten sehe, wobei Wärme frei, und Sauerstoffgas absorbirt werde. Das nämliche findet, ihrer Aussage zu Folge, Statt, wenn man den Versuch umkehrt, und eine mit Sauerstoffgas gesättigte Kohle in Wasserstoffgas versetzt. In diesen Behauptungen, die nirgends widerlegt worden sind, liegt nichts, was den allgemein angenommenen Grundsätzen entgegen wäre, vielmehr ist zu vermu-

\*) *Annales de Chimie* T. XXXIV.

then, daß die Verdichtung, welche die Gase in der Kohle erleiden, die Verbindung ihrer Grundstoffe erleichtere. Es ist daher ganz gegen meine Erwartung, daß ich mich genöthigt sehe, die meisten Behauptungen dieser holländischen Chemiker in Zweifel zu ziehen.

Ich habe meine Versuche mit *Sauerstoffgas*, *Wasserstoffgas*, *Stickgas* und *kohlenfaurem Gas*, je zwei und zwei genommen, angestellt. Der leichtern Ueberlicht wegen werde ich erst im Allgemeinen die Resultate, welche ich gefunden habe, darlegen, und dann erst in ein umständlicheres Detail eingehen, für die bestimmt, welche tiefer in diese Untersuchung eindringen wollen.

A. Wird eine Kohle, die mit einem dieser Gase geschwängert ist, in eins der andern dieser Gase gebracht, so läßt sie einen Theil des erstern Gas fahren, um von dem zweiten einen Antheil in ihre Poren aufzunehmen.

Je nachdem das früher von der Kohle eingeschluckte Gas einer stärkern oder nur einer schwächern Verdichtung fähig ist, als das Gas, in welches man sie versetzt, wird die Atmosphäre, worin sich die Kohle befindet, im ersten Fall vergrößert, wobei in der Kohle Kälte entflieht, im zweiten Fall vermindert, wobei in der Kohle Wärme frei wird. Wir haben so z. B. gesehen, daß eine Kohle sehr viel mehr kohlenfaures Gas als Wasserstoffgas verdichtet. Versetzt man eine mit kohlenfaurem Gas geschwängerte Kohle in Wasser-

stoffgas, so vermehrt sich die Luftmenge sehr bedeutend, und die Kohle wird kälter; es dringt nämlich nur eine sehr kleine Menge Wasserstoffgas in die Poren der Kohle, und treibt aus ihnen ein weit größeres Volumen kohlenfauren Gases aus, und jene kleine Menge Wasserstoffgas nimmt in dem porösen Körper ungefähr denselben Raum ein, als zuvor der ausgetriebene Antheil kohlenfaures Gas. Bringt man dagegen umgekehrt eine mit Wasserstoffgas gesättigte Kohle in einen Receptanten voll kohlenfauren Gases, so vermindert sich die Luft und erwärmt sich die Kohle; es dringt dann nämlich eine große Menge kohlenfaures Gas in die Kohle, und treibt nur ein kleines Volumen Wasserstoffgas aus, und nimmt in ihr ungefähr denselben Raum ein, den zuvor das wenige Wasserstoffgas anfüllte. — Da Sauerstoffgas (nach 1) durch die Kohle stärker als Wasserstoffgas verdichtet wird, so zeigen auch diese beiden Gase dieselben Erscheinungen; eine mit Sauerstoffgas geschwängerte Kohle in Wasserstoffgas versetzt, läßt viel mehr vom dem erstern Gase fahren, als sie vom zweiten einschlürft, und die Luftmenge wird also vermehrt, unter Erkältung. Mit Wasserstoffgas geschwängerte Kohle vermindert dagegen, in Sauerstoffgas versetzt, das Luftvolumen, unter Erwärmung der Kohle. Auf diese Art läßt sich aus der in 1 gegebenen Stufenfolge der Verdichtungen der reinen Gasarten durch die Kohle, der Erfolg bei diesen Versuchen jedes Mal voraus sagen. Das absorbirte Gas schei-

det sich in diesen Fällen gerade so aus der Kohle aus, wie aus Wasser, das mit dem Gas geschwängert ist, wenn es mit einer andern Gasart in Berührung kömmt.

*B.* Das Volumen des Gas, welches durch ein anderes aus der Kohle ausgetrieben wird, varürt nach Verschiedenheit des Verhältnisses, worin beide Gasarten in dem nicht abforbirtten Ueberreste vorhanden sind. Die Auscheidung ist desto vollständiger, in je größerm Ueberschusse das Gas genommen wird, welches dieselbe bewirken soll; doch kömmt man in verschlossenen Gefäßen nie dahin, ein früher eingeschlucktes Gas durch ein anderes völlig auszutreiben, immer bleibt eine kleine Menge in der Kohle zurück.

*C.* Zwei durch Aborption in der Kohle vereinigte Gase erleiden in ihr oft eine etwas größere Verdichtung, als jedes im ungemilchten Zustande. So z. B. begünstigt die Gegenwart von Sauerstoffgas in der Kohle die Verdichtung des Wasserstoffgas in ihr; die Gegenwart von kohlenfaurem Gas oder von Stickgas in der Kohle die Verdichtung des Sauerstoffgas; und die Gegenwart von Wasserstoffgas in der Kohle die Verdichtung des Stickgases in den Poren der Kohle. Doch findet diese Wirkung nicht in allen Fällen bei den 4 erwähnten Gasen Statt, indem die Gegenwart des Stickgas in der Kohle die Aborption des kohlenfauren Gas nicht vermehrt.

*D.* Wenn gleich durch eins der vier angeführten Gase die Verdichtung eines des andern begün-

stigt worden ist, so gehn doch beide keinewahzunehmende bleibende Verbindung ein (wenigstens nicht innerhalb des Zeitraums von einigen Tagen). So z. B. läßt sich, trotz der Behauptung der Herren Rouppe und Norden, keine Wassererzeugung wahrnehmen, wenn man bei der gewöhnlichen Temperatur eine mit Wasserstoffgas gesättigte Kohle in Sauerstoffgas bringt, oder den umgekehrten Versuch macht. Eben so wenig ist es mir gelungen, auf diesem Wege Stickgas und Wasserstoffgas zu Ammoniak, oder Stickgas und Sauerstoffgas zu Salpetersäure zu vereinigen.

Ich lasse nun die umständlichere Darstellung einiger dieser Versuche folgen, welche mir alle analoge und meist nur dem Grade nach verschiedene Resultate gegeben haben.

*Versetzung einer mit Wasserstoffgas geschwängerten Kohle in einen Recipienten voll Sauerstoffgas.* Ein Maafs Buchsbaumkohle, welches 1,75 Maafs Wasserstoffgas eingeschlämft hatte, wurde bei einer Temperatur von  $11^{\circ}$  C. in 20,45 Maafs Sauerstoffgas gebracht, das  $7\frac{3}{5}$  Stickgas enthielt. Die Kohle verminderte diese Atmosphäre um 5,5 Maafs\*). Ein hunderttheiliges Thermometer, das im Augenblick der schnellsten Verdichtung die Kohle be-

\*) Die Aenderung des Volums wurde erst 24 Stunden nachdem die Kohle hineingebracht war, bestimmt. Die Recipienten, in welchen die Absorption vor sich ging, waren weite Glasröhren, wenig größer, als der Durchmesser der Kohle: diese hielt etwa 2,5 Kub. Centimeter (0,126 Kub. Zoll).

rührte, zeigte eine Temperatur-Erhöhung von 2½ Graden \*). Diese Erwärmung ist geringer als die, welche sich bei Absorption des Sauerstoffgas entwickelt. Umsonst bemühte ich mich bei diesem Versuch, so wie bei andern mit weit größeren Kohlen; etwas von dem Wasser wahrzunehmen, das nach den HH. Rouppe und Norden sich hier bilden sollte. Das in dem Recipienten rückständige Gas war nicht mehr reines Sauerstoffgas, sondern enthielt, nach Anzeige des Volta'schen Eudiometers, ein Maass Wasserstoffgas: das Sauerstoffgas

\*) Die Herren Rouppe und Norden haben diese Temperatur-Erhöhung der Vereinigung des Sauerstoffgases und Wasserstoffgases zu Wasser zugeschrieben, wovon sich hier eine sichtbare Menge bilden soll; es ist ihnen aber entgangen, daß diese Wärme durch die Verdichtung des Sauerstoffgas allein in der Kohle bewirkt wird (3). Raisonement und Erfahrung sind gegen dieses Sichtbarwerden von Wasser, selbst wenn es sich wirklich gebildet hätte; denn in meinen Versuchen, wie in denen jener Chemiker, hatte die Kohle weniger als das Doppelte ihres Volums an Wasserstoffgas verschluckt, reichte also nicht hin, mehr Wasser zu erzeugen, als höchstens den fünftausendsten Theil vom Gewicht der Kohle. Die Erfahrung lehrt aber, daß eine vollkommen trockne Kohle, wie ich sie zu meinen Versuchen gebraucht habe, mehr als den zehnten Theil ihres Gewichts an Wasser aufnehmen kann, und dabei immer trocken bleibt, und keine sichtbare Menge Wasser bei 50° bis 60° C. frei werden läßt. Uebrigens erhielt ich die nämlichen Resultate, als ich mit zehn bis zwölf Mal größern Kohlen operirte; die Erwärmung war zwar etwas stärker, weil sie nicht so schnell durch die Umgebungen aufgehoben wurde, doch erreichte sie nie den Grad von Wärme, welchen die Verdichtung des Sauerstoffgas allein mit einer eben so großen Kohle hervorgebracht haben würde.

war also in die Kohle eingedrungen, und hatte dabei mehr als die Hälfte des früher absorbirten Wasserstoffgases aus der Kohle verdrängt. Dessen ungeachtet war das Gasvolum im Recipienten um 6,5 Maafs vermindert worden. Folglich hatte die Kohle  $6,5 + 1,0 = 7,5$  Maafs Sauerstoffgas verschluckt, und diese hatten 1 Maafs Wasserstoffgas ausgetrieben.

Es fragt sich nun, ob diese Raum-Verwechslungen in eben dem Verhältnisse vor sich gegangen sind, in welchem die Räume stehn, die die Gase einzeln in der Kohle einnehmen. Nach 1. verschluckt 1 Maafs luftleere Buchsbaumkohle von Sauerstoffgas 9,2 Maafs, und von Wasserstoffgas 1,75 Maafs. Dem Verhältnisse dieser Zahlen entsprechend sollten 7,5 Maafs Sauerstoffgas 1,42 Maafs Wasserstoffgas ausgetrieben haben; da sie aber nur 1 Maafs austrieben, so sieht man, daß die Gegenwart des Wasserstoffgases die Verdichtung des Sauerstoffgases in der Kohle verstärkt, und daß diese zu gleicher Zeit 0,75 Maafs Wasserstoffgas und 7,5 Maafs Sauerstoffgas in sich zurückgehalten hat. Man wird ohne mein Erinnern bemerken, daß die Größen 0,75 und 7,5 keineswegs in dem Verhältnisse stehn, das zur Wassererzeugung nöthig ist.

Um diesen Gegenstand noch weiter zu verfolgen, brachte ich die mit beiden Gasen geschwängerte Kohle, ohne daß sie mit der Luft in Berührung kam, in eine Glocke voll Quecksilber, in der sich etwas Wasser befand. Die Kohle schlürfte die-



tes Wasser in sich, und liefs dabei in 48 Stunden 3,11 Maafs Sauerstoffgas und 0,13 Maafs Wasserstoffgas fahren. Nun läfst (nach 2.) Kohle von 9,2 Maafs reinem Sauerstoffgas, die sie verschluckt hat, beim Zutritt von Wasser 3,2 Maafs fahren, und behält also 6 Maafs zurück, statt dafs sich hier, bei der Gegenwart des Wasserstoffgases in der Kohle, von 7,5 Maafs Sauerstoffgas 3,11 Maafs durch Zutritt des Wassers auschieden, sie also nur 4,39 Maafs festhielt. Diese beiden Gase hatten sich also nicht in dem Verhältnisse verbunden, worin sie in dem Wasser vorhanden sind. Ueberdem habe ich aus dieser Kohle durch Kochen derselben in Wasser noch eine merkliche Menge Sauerstoffgas und Wasserstoffgas erhalten; zwar reicht diese Temperatur nicht hin, beide Gase ganz auszutreiben, dieses ist aber auch der Fall, wenn die Kohle nur eins derselben enthält.

Der Zweifel noch mehrere, gegen die Wasser-Erzeugung durch Vereinigung der beiden Gase in der Kohle bei der gewöhnlichen Temperatur, erregt der folgende Versuch, welcher der umgekehrte des eben erzählten ist:

*Versetzung mit Sauerstoffgas geschwängelter Kohle in einen Recipienten voll Wasserstoffgas.* Nach den HH. Rouppe und Norden sollen auch in diesem Falle die von ihnen angegebenen Erscheinungen erfolgen, nämlich Verminderung des im Recipienten befindlichen Gasvolums, Temperaturerhöhung der Kohle, und Bildung von Wasser, das erst als Dunst und nachher an den Wänden des Recipien-

ten in Tropfen erscheine. Allein ich habe ganz entgegengesetzte Resultate erhalten. Die Gasmenge um die Kohle nahm zu, das Thermometer sank, und es war keine Bildung von Wasser wahrzunehmen.

Ein Maafs Buchsbaumkohle, das nach dem Ausglühen bei  $11^{\circ}$  C. ( $51,8$  R.) Wärme  $9,2$  Maafs Sauerstoffgas aborbirt hatte, wurde in  $15,6$  Maafs Wasserstoffgas gebracht. Diese Luftmenge vergrößerte sich nun um  $3,21$  Maafs, so daß sie  $18,81$  Maafs betrug, und ein Thermometer, das im Anfange des Processes an die Kohle gehalten wurde, fiel um  $\frac{1}{3}^{\circ}$ ). Durch Zerlegung des Gas mittelst des Eudiometers fand sich, daß der Recipient Wasserstoffgas und  $4,55$  Maafs Sauerstoffgas enthielt, welche von  $18,81$  abgezogen,  $14,26$  Maafs Wasserstoffgas geben. Es wurden also  $15,6 - 14,26 = 1,34$  Maafs Wasserstoffgas von der Kohle verschluckt, und diese trieben dafür aus ihr aus  $4,55$  Maafs Sauerstoffgas.

Da wir oben (1) gefunden haben, daß luftleere Kohle  $9,2$  Maafs Sauerstoffgas oder  $1,75$  Maafs Wasserstoffgas verschluckt, so hatten nach diesen Absorptionsverhältnissen  $1,34$  Maafs Wasserstoffgas in einer luftleeren Kohle denselben Raum als  $7,05$  Maafs Sauerstoffgas eingenommen; statt dessen wurden von dem Wasserstoffgas nur  $4,55$  M. Sauerstoffgas aus der Kohle

\*) Die Kohle hatte nahe dasselbe Volum wie im vorigen Versuch. Bedient man sich viel größerer Kohlen, so sind freilich die Temperatur-Aenderungen merklicher; allein mit geringern Gasportionen und kleinern Kohlen sind die Manipulationen und Uebertragungen auf den Quecksilberapparat ungleich bequemer, und auch genauer zu machen. S.

ausgetrieben; es wurde also auch hier, wie in dem umgekehrten Versuche, die Verdichtung des Wasserstoffgases durch die Gegenwart des Sauerstoffgases vermehrt.

Als die nämliche Kohle, welche nun 1,34 M. Wasserstoffgas und 4,75 M. Sauerstoffgas enthielt, in einen Recipienten voll Quecksilber zu etwas Wasser gebracht wurde, gab sie 0,74 Maafs Wasserstoffgas und 0,23 Maafs Sauerstoffgas. Es treibt aber (nach 2) Wasser aus einer bloß mit Wasserstoffgas (und zwar mit 1,75 Maafs) gesättigten Kohle 1,1 Maafs aus, und behält also noch 0,65 Maafs zurück. Unfere mit beiden Gasen geschwängerte Kohle behielt dagegen nur  $1,34 - 0,74 = 0,60$  Maafs Wasserstoffgas zurück. Das in derselben vorhandene Sauerstoffgas verhindert sie also, die ganze Menge von Wasserstoffgas zurückzuhalten, welche sie ohne die Gegenwart des Sauerstoffgases würde zurückgehalten haben; der Sauerstoff konnte also nicht als Wasser in der Kohle vorhanden seyn.

Da es kein Mittel giebt, die einzelnen oder gemischten Gase, welche man von der Kohle hat aborbiren lassen, aus ihr ohne sie zu zerstören, wieder vollständig auszutreiben, so kann ich freilich nicht beweisen, daß sich in diesen Versuchen auch nicht eine sehr kleine Menge Wasser gebildet habe; aber alle Erscheinungen sind, wie wir gesehen haben, dieser Meinung entgegen. Nämlich *erstens*, daß die Absorption des Sauerstoffgases und des Wasserstoffgases in einem ganz andern Verhältnisse stehen, als worin sie Wasser bilden; *zweitens*, daß die

Temperatur bei dem Zusammentreffen der Gase sinkt; und *drittens*, daß die Vertreibung der beiden Gase durchs Wasser in einem Verhältnisse erfolgt, welches anzeigt, daß sie nicht bei einander sind, um Wasser zu bilden.

Noch bemerke ich, daß die Mengen von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, welche eine Kohle absorbiert, verschieden sind, nach den Mengen beider, welche in dem Recipienten zurückbleiben, und daß jene und diese mit einander in bestimmten Verhältnissen stehn\*). So ließ eine mit Sauerstoffgas gesättigte Kohle, als sie in 15,6 Maafs Wasserstoffgas gebracht wurde, 4,55 Maafs Sauerstoffgas fahren, für welche sie 1,34 Maafs Wasserstoffgas aufnahm; während eine solche Kohle in 11 Maafs Wasserstoffgas versetzt, nur 3,12 Maafs Sauerstoffgas entließ, und 0,76 Maafs Wasserstoffgas einfog, weil der Gasrückstand in diesem Falle verhältnißmäßig viel mehr Sauerstoffgas als in dem vorigen enthielt. Diese freie Gemeinschaft zwischen den Gasen in der Kohle und denen außer derselben, welche nach der Absorption ihr zur Atmolphäre dienen, ist ein Beweis, daß die vereinigten Gase

\*) Die Menge des ausgeschiedenen Sauerstoffgases ist den angeführten Zahlen zu Folge ziemlich nahe ein Drittheil des vorhandenen Wasserstoffgases, und scheint nach diesem nicht so sehr von der Anziehungskraft der Kohle oder der verdrängenden Wirkung des Wasserstoffgases, sondern mehr von der Capacität der letztern für das Sauerstoffgas abzuhängen; eine Bemerkung, welche an die isolirten Dalton'schen Gasatmosphären erinnert. *Horner.*

in der Kohle keine dauerhafte Verbindung eingehen, wie bei der Wassererzeugung der Fall wäre, sondern daß sie sich nur bei ihrer gegenseitigen Berührung in der Kohle ein wenig zusammen ziehen.

Bringt man eine Luftpore mit Wasser geschwängerte Kohle in Sauerstoffgas, oder kohlenlaures Gas, oder Stickgas, so treiben diese Gase, indem sie in die Poren derselben eindringen, einen Theil des Wassers aus. Es ist zu vermuthen, daß die HH. Rouppe und Norden solches ausgetriebenes Wasser für neugebildetes angesehen haben, um so mehr, da bei ihren Versuchen die Gase über Wasser standen, von welchem die Kohle, indem sie sie absorbirte, etwas in sich aufnehmen mußte.

Ich übergehe das Detail der Versuche, welche ich über die wechselseitige Austreibung der Gasarten aus der Kohle angestellt habe, mit Wasserstoffgas und Stickgas, ferner mit kohlenlaurem Gas und Wasserstoffgas, mit Sauerstoffgas und Stickgas, und mit Sauerstoffgas und kohlenlaurem Gas. Ich habe auf sie eben soviel Sorgfalt als auf die mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas gewendet, und sie haben mir ähnliche Resultate nur mit der Ausnahme gegeben, daß das Stickgas und das kohlenlaure Gas bei ihrer Berührung in der Kohle sich nicht zusammen zu ziehen schienen. Uebrigens sind, wie leicht zu erachten, diese gegenseitigen Austreibungen desto auffallender, je größer die Verschiedenheit der Verdichtungen ist, welche beide Gase durch die Kohle erleiden; daher sich der Beweis am evi-

dentesten mit Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas, und noch besser mit Ammoniakgas und mit Wasserstoffgas führen läßt.

Aus dieser Einwirkung der Gase auf einander, die sich eins das andere aus den porösen Körpern austreiben, erhellt, daß ein poröser Körper, der sich voll atmosphärischer Luft gefogen hat, auch ohne zuvor lustleer gemacht zu werden ein Gasvolum, worin er versetzt wird, vergrößern oder verkleinern kann, je nachdem dieses Gas weniger oder mehr absorbiert wird, als die gemeine Luft. So wird also eine Kohle oder ein Stück Meer-schaum, die an der freien Luft gelegen haben, ein gegebenes Volum von kohlensaurem Gas beträchtlich vermindern, dagegen ein Volumen Wasserstoffgas, worin sie veretzt werden, vergrößern. Höchst wahrscheinlich beruhen auf solchen wechselseitigen Vertreibungen der elastischen Dämpfe aus den Körpern die riechenden Ausflüsse, welche eine feuchte Luft zu entwickeln scheint, besonders die riechenden Ausströmungen der Blumen.

Wird eine lustleere Kohle in eine Mischung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas gebracht, so erhält man Absorptionen, die zu einander in demselben Verhältnisse stehn, als wenn man eine mit dem einen dieser Gase geschwängerte Kohle in das andere Gas veretzt. Ich veretzte so z. B. eine lustleere Buchsbaumkohle in 16 Maass einer Mischung, die zu  $\frac{1}{3}$  aus Sauerstoffgas und zu  $\frac{2}{3}$  aus Wasserstoffgas bestand, beide Gase also in dem zur

Wassererzeugung schicklichen Verhältnisse enthielt; sie verschluckte aus diesem Gasgemisch sehr nahe 3 Maafs Sauerstoffgas und 1 Maafs Wasserstoffgas. Dieses Resultat kömmt dem Aborptionsverhältniß der einzelnen ungemischten Gasarten sehr viel näher, als dem Mischungsverhältniß derselben vor der Aborption \*).

In der atmosphärischen Luft schlürfen lustleere Buchsbaum- oder Buchen-Kohlen mehr Sauerstoffgas als Stickgas ein, und verderben daher die Luft, welche zurückbleibt; jedoch nur wenig, da das Aborptions - Vermögen der Kohle für diese beiden Gase nicht sehr verschieden ist. Damit dieser Erfolg, den die HH. Rouppé und Norden leugnen, recht merklich werde, muß das Volum der rückständigen Luft im Vergleich des der Kohle nur gering seyn.

8. *Gleichzeitige Absorption mehrerer Gase durch verschiedenartige Körper.*

Im Allgemeinen gewähren alle porösen Körper in Absicht auf die gegenseitige Vertreibung und Verdichtung der Gase, die in ihnen in Berührung kommen, die nämlichen Erscheinungen, wie die Kohle. Jedoch können diese Austreibungen in entgegengesetzter Ordnung Statt haben, wenn die

\*) Noch besser stimmt es mit der oben geäußerten Vermuthung, daß die unverdichteten Ueberreste der beiden Gasarten in einem Verhältniß zu einander stehen müssen, das etwas größer ist als 1:3. Horner.

Verwandtschaft dieser Körper für die Gase nicht dieselbe Ordnung befolgt. In dieser Hinsicht sind die Resultate auffallend, welche *Meerschaum*, *Holzasbest*, *Klebschiefer* von Menil Montant, und *fäufischer Hydrophan* geben, wenn man sie in Mischungen aus kohlensaurem Gas \*) oder Ammoniakgas mit Sauerstoffgas, Wasserstoffgas oder Stickgas bringt. Eine Mischung aus zwei der drei letztern Gase erfordert mehr Aufmerksamkeit, und der Erfolg ist nicht immer erkennbar. Da es bei diesen Versuchen gleichgültig zu seyn scheint, ob man den porösen Körper erst mit dem einen Gase schwängert, und dann in das andere Gas bringt; oder ob man ihn luftleer in ein Gemisch aus beiden Gasarten versetzt, so will ich nur die Resultate anführen, welche ich auf dem letztern Wege als dem kürzern erhalten habe. Meine Versuche wurden bei 15° bis 17° C. mit eben den Stücken angestellt, welche mir bei den unter 5 erzählten Versuchen gedient hatten, und wurden jeder erst 24 Stunden nach Einführung der porösen Körper in die Gasmischung geschlossen.

*Meerschaum in einem Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas.* Ein Maafs luftleer gemachter Meerschaum in 2½ Maafs Gas gebracht; das halb aus Sauerstoffgas und halb aus Wasser-

\*) Vielleicht ist der kleine Antheil von kohlensaurem Gas, den einige poröse Steinarten, wie z. B. der Meerschaum von Natolien enthalten, nur zufällig, oder wie das Wasser nur durch Haarröhrchen-Anziehung festgehalten. v. Sauff.



stoffgas bestand, absorbirte 0,57 Maafs Sauerstoffgas und 0,44 Maafs Wasserstoffgas, also von dem erstern mehr als von dem letztern, der in 5 gefundenen Absorptionsfolge der einzelnen Gase gemäß. Vergleicht man den Raum, den beide Gase in dem Meerſchaum einnehmen, mit der Summe ihrer einzelnen Volume, so findet sich, daß die Gegenwart des Sauerstoffgases die Verdichtung des Wasserstoffgases begünstigt habe.

Eben dieser Versuch wurde auch mit dem *Klebschiefer* von Menil Montant angestellt. Ein Maafs dieses Steins absorbirte 0,7 des Gasgemisches, und zwar von beiden Gasen gleich viel, obgleich es einzeln mehr vom Sauerstoffgas als von dem Wasserstoffgas absorbirt hatte. Entweder war der Unterschied der Absorptionen zu klein, um wahrgenommen zu werden, oder die Gegenwart des Sauerstoffgases begünstigte die Verdichtung des Wasserstoffgases in dem Grade, daß von beiden Gasen gleich große Volume absorbirt wurden. Aus denselben Gründen veränderte der luftleere Meerſchaum das Verhältniß der Bestandtheile der atmosphärischen Luft beim Ablorbiren nicht merklich.

*Meerſchaum, Kohlen und Holz in einem Gemisch aus gleichen Theilen Stickgas und Wasserstoffgas.* Ein Maafs luftleerer Meerſchaum absorbirte aus einem solchen Gemisch von 2,5 Maafs 0,61 Maafs Stickgas und 0,42 Maafs Wasserstoffgas, also von dem erstern mehr als von dem letztern. Bei ihrer Berührung in dem Steine scheinen also diese

beiden Gase sich etwas verdichtet zu haben. Ein Maafs luftleere *Buchsbaumkohle* verschluckte aus 16 Maafs eines solchen Gemisches 3,5 Maafs Stickgas und 0,9 Maafs Wasserstoffgas \*). Ein Maafs luftleer gemachtes *Tannenholz* absorbirte aus einem solchen Gasgemisch von 4 Maafs en 0,34 Maafs Wasserstoffgas und 0,11 Maafs Stickgas. Das Holz wirkt also gerade umgekehrt auf diese Gase als die Kohle oder der Meer Schaum; doch bleibt auch bei dem Holz die Absorption des Gemisches mit der der einzelnen Gase übereinstimmend.

Alle Bemühungen, in diesen und andern Versuchen, die ich nicht anführe, eine Bildung von Wasser, Ammoniak, oder Salpetersäure zu entdecken, blieben ganz fruchtlos, wenn ich nicht noch andere Wärme als die zu Hülfe nahm, welche bei der Gasabsorption sich entwickelt. Ich habe indess meine Versuche noch nicht hinlänglich abändern und lange genug fortsetzen können, als dafs wir nicht noch hoffen dürften, Umstände aufzufinden, die diese Bildung herbeiführen, besonders wenn wir uns der Zwischenwirkung des Wassers und solcher absorbirenden Körper bedienen, welche mit jenen Producten chemische Verbindungen eingehen.

\*) Bei diesem Versuche blieben Gas und Kohle 5 Wochen lang in Berührung, und nach dem ersten Tage veränderte sich das Volum des Gasgemisches nicht mehr im geringsten. Bei dem Einsaugen von kaltem Wasser gab die Kohle 2,55 Maafs Stickgas und 0,64 Maafs Wasserstoffgas her. (Siehe 2.) v. S.

---

## DRITTER ABSCHNITT.

## Aborption der Gasarten durch Flüssigkeiten.

9) *Daltons Theorie.*

Dafs alle Gasarten von den Flüssigkeiten eingeschluckt, und aus den mehrsten derselben durch Wärme oder Verminderung des äufsern Luftdrucks wieder ausgetrieben werden, ist längst bekannt. Gleichwohl besitzen wir nur über das Aborptions-Vermögen des Wassers genaue Bestimmungen. Eine Reihe sorgfältiger und regelmässiger Versuche darüber verdanken wir Hrn. Henry in Manchester \*). Hr. Dalton hat einige seiner Angaben ein wenig verändert, um mit Hülfe derselben eine Theorie aufzubauen, welche nicht blos die Aborptionen der Gasarten durch das Wasser, sondern durch alle Flüssigkeiten überhaupt umfaßt \*\*), dabei aber im Widerspruche mit den mehrsten Resultaten steht; die das Verhalten der festen porösen Körper mit gegeben haben.

Nach ihm sind diejenigen Gasarten, welche aus den Flüssigkeiten entweichen, wenn der Druck der Atmosphäre aufgehoben wird, mit ihnen nur mechanisch und keineswegs durch chemische Ver-

## L 2

\*) Seine Abhandlung steht in diesen *Annalen* Jahrg. 1805. St. 6. od. B. 20. S. 147. f.; daselbst Berger's Versuche über die Aborption der Gasarten. G.

\*\*) Daltons Abhandlung findet man in diesen *Annalen* Jahrg. 1808. St. 8. od. B. 30. S. 397. f.; daselbst auch S. 111. de Marti's ähnliche Versuche, welche ganz andere Resultate geben. G.

wandtschaft verbunden. Er behauptet ferner, das Wasser könne bei mittlerer Temperatur und mittlerem Druck der Atmosphäre die verschiedenen Gasarten nur nach folgenden Verhältnissen aufnehmen: Entweder ein dem feinigen gleiches Volum, und das zwar von kohlenfaurem Gas, Schwefelwasserstoffgas und oxydirtem Stickgas; oder  $\frac{1}{4}$  seines Volums, wie vom öhlerzeugenden Gas; oder  $\frac{1}{7}$  seines Volums, und das zwar vom Sauerstoffgas und vom Salpetergas; oder endlich  $\frac{1}{14}$  seines Volums, und das zwar vom Stickgas, vom Wasserstoffgas und vom gasförmigen Kohlenstoffoxyde; so daß sich die Volumina der absorbirten Gase nach diesen vier Abtheilungen durch die Reihe  $(\frac{1}{14})^3$ ,  $(\frac{1}{7})^3$ ,  $(\frac{1}{4})^3$ ,  $(1)^3$  darstellen lassen, wobei das Volum des Wassers = 1 gesetzt wird \*). Eben dieses Gesetz soll nach Dalton auch für alle andere, nicht klebrige Flüssigkeiten z. B. für den Alkohol, die Säuren und die Auflösungen von Salzen in Wasser gelten, es finde denn zwischen der Flüssigkeit und einem Gase irgend eine Verwandtschaft Statt, wie z. B. zwischen den flüssigen Schwefel-Alkalien und dem Sauerstoffgas. Endlich setzt er einigen Beobachtungen Henry's zu Folge, fest, Wasser, welches irgend ein Gas verschluckt habe und mit einem andern Gas in Berührung komme, lasse jedes-

\*) Es sollen nach ihm 100 Maass Wasser bei 16° C. Wärme, von den drei erstern 100 Maass, von dem öhlerzeugenden Gas 12,5, von Sauerstoffgas und Stickgas 3,7, und von den drei letztern Gasarten 1,56 Maass verschlucken. v. S.

mal von dem erstern so viel fahren, und nehme dagegen von dem andern so viel auf, daß die Gas- mengen, welche nach diesem Austausche in dem Wasser zurückbleiben, genau in eben dem Ver- hältnisse stehen, als die Absorptionen, die die bei- den Gase durch das Wasser einzeln erlitten haben würden, wenn sie mit demselben in der Dichtig- keit, welche sie in dieser Vermengung haben, ein- zeln in Berührung gebracht worden wären. Diesem zu Folge würde Wasser aus einer Mengung zweier Gase, welche aus gleichen Theilen von beiden be- stünde, nur das halbe Volumen absorbiren können, welches es von jedem derselben einzeln verschluckt.

Nachfolgende Versuche mögen diesen Sätzen zum Prüfstein dienen.

10) *Absorption unvermischter Gasarten durch verschle- dene Flüssigkeiten.*

Ich habe die Flüssigkeiten, welche mir zu mei- nen Versuchen dienen sollten, durch lange fortge- setztes Kochen so viel möglich von aller Luft, die sie enthielten, zu befreien gesucht; nur die, welche durch eine solche Hitze sich verändert oder verflüch- tigt haben würden, wie die Oehle und einige Salz- auflösungen, wurden mittelst der Luftpumpe luftleer gemacht. Auf beiden Wegen läßt sich indess aus flüchtigen Flüssigkeiten nicht alle Luft austreiben, und je flüchtiger die Flüssigkeit ist, desto weniger gelingt dieses, indem sie sich zu keiner hohen

Temperatur erheben lassen, und der Druck ihrer elastischen Dämpfe auch unter dem Recipienten der Luftpumpe das Entweichen der Luft verhindert.

Um die Absorption schnell und vollständig zu bewirken, habe ich von Gasen, welche von diesen Flüssigkeiten nur in geringen Mengen verschluckt werden, wie von Stickgas, Sauerstoffgas und Wasserstoffgas große Räume mit einer geringen Menge der Flüssigkeit in einer Flasche, die mit einem gut schließenden Glasstöpsel versehen war, eine Viertelstunde lang geschüttelt; ein schwieriges Verfahren, welches viele Vorlicht erfordert \*). Bei allen Gasen, von welchen eine Flüssigkeit mehr als  $\frac{1}{2}$  ihres Volums verschluckte, habe ich dagegen folgendes Verfahren beobachtet: Ich leitete sie über Quecksilber in eine Röhre von 4 Centimeter ( $1\frac{1}{2}$  Zoll Par.) innerem Durchmesser, ließ dann von der Flüssigkeit, durch die sie absorbirt werden sollte, eine 5 bis 6 Centimeter hohe Säule hinzu treten, beförderte das Durchdringen durch Schütteln, und bestimmte die Absorption erst nachdem Gas und Flüssigkeit mehrere Tage lang mit einander in Berührung gewesen waren.

Es verschluckte nach diesen meinen Versuchen, bei einer Temperatur von  $18^{\circ}$  der hunderttheil. Skale

\*) Mehr darüber in dem *Zusatze* am Ende dieses Aufsatzes  
v. *Sauffure*.

von	100 Maafs luft- leeres Wasser	100 Maafs luftl. Alkohol vom spec. Gew. 0,84
Schweflichtsaurem Gas	4378 Maafs	11577 Maafs
Schwefel-Wasserstoffgas *)	253	606
kohlensaurem Gas	106	186
oxydirtem Stickgas	76	153
öhl erzeugendem Gas	15,5	127
Sauerstoffgas	6,5	16,25
oxydirtem Kohlenstoffgas	6,2	14,5
oxydirtem Kohlen- Wasserstoffgas	5,1	7,0
Wasserstoffgas	4,6	5,1
Stickgas	4,2	4,2

Von *atmosphärischer Luft* verschlucken 100 Maafs *Wasser* ungefähr 5 Maafs, wenn die Luft-  
masse in Vergleichung zum Wasser sehr groß ist.

Aus diesen Erfahrungen erhellet, Daltons Be-  
hauptung entgegen, daß die Absorptionen der Gase  
durch verschiedene, nicht klebrige Flüssigkeiten, wie  
durch Wasser und Weingeist, nichts weniger als  
gleich sind; der Weingeist verschluckt von ihnen,  
wie wir sehen, oft doppelt soviel, als das Wasser.  
Bei Gasarten, die wenig absorbiert werden, ist dieser  
Unterschied nicht mehr so auffallend; bei ihnen lassen  
sich indess die Absorptionen des Weingeistes weniger  
genau bestimmen, wegen der Luft, die er beim Sie-  
den zurückhält. Von dieser Luft leiden Gasarten,  
welche weit stärker als sie absorbiert werden, nur

\*) Es war, nach der Hll. Gay-Lussac und Thénard Vor-  
schrift, aus Schwefel-Spießglanz durch Salzsäure entbun-  
den worden, und ich habe bei diesem Absorptions-Processe  
alles Quecksilber aus dem Spiel gelassen. v. S.

wenig Widerstand; bei den übrigen Gasen ist er von einem um so bedeutendern Einfluß, je näher die Anziehungen der Flüssigkeit zu dem Gase und zu dieser Luft der Gleichheit kommen.

Diese Versuche stimmen nicht besser mit dem Gesetz überein, welches Dalton in den Absorptionen der verschiedenen Gasarten durch eine und dieselbe Flüssigkeit wahrzunehmen glaubte. Denn ich finde viel zu große Unterschiede zwischen den Absorptionen, welche das kohlenfaure Gas, das Schwefel-Wasserstoffgas und das oxydirte Stickgas, (die Dalton für vollkommen gleich verschluckbar ausgiebt) von den Flüssigkeiten erleiden, als daß sie Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden dürfen.

11. *Einfluß der chemischen Verwandtschaft auf die Absorptionen der Gase.*

Findet ein solcher Einfluß nicht Statt, so müssen die Gasarten von allen Flüssigkeiten in derselben Ordnung absorbirt werden. Da sich mir zwischen Wasser und Weingeist in dieser Hinsicht keine wesentliche Verschiedenheit gezeigt hatte, so versuchte ich andere Flüssigkeiten, schränkte mich jedoch dabei auf vier Gasarten ein, nämlich auf das kohlenfaure Gas, das oxydirte Stickgas, das öhlerzeugende Gas und das oxydirte Kohlen-Wasserstoffgas. Das Sauerstoffgas schloß ich von diesen Versuchen aus, weil es mit den mehrsten der zu versuchenden Flüssigkeiten feste Verbindungen eingeht, die durch



Veränderungen des Luftdrucks nicht modificirt werden; eben so das Stickgas und das Wasserstoffgas, weil sie in zu geringer Menge absorbirt werden, als daß sich die Unterschiede dabei mit gehöriger Schärfe bestimmen ließen. Es verschluckten bei einer Temperatur von  $18^{\circ}$  C. ( $14\frac{1}{4}^{\circ}$  R.)

100 Maafs rectificirter weißer und durchsichtiger *Berg-Naphtha*, vom specif. Gewicht 0,784

261	Maafs von	öhlerzeugendem Gas
254	— —	oxydirtem Stickgas
169	— —	kohlenfaurem Gas
20	— —	oxydirtem Kohlenstoffgas;

100 Maafs frisch destillirtes wesentliches *Lavendelöl* vom spec. Gewicht 0,88

275	Maafs von	oxydirtem Stickgas
209	— —	öhlerzeugendem Gas
191	— —	kohlenfaurem Gas
15,6	— —	oxydirtem Kohlenstoffgas;

100 Maafs *Olivenöl*

151	Maafs von	kohlenfaurem Gas
150	— —	oxydirtem Stickgas
122	— —	öhlerzeugendem Gas
14,2	— —	oxydirtem Kohlenstoffgas;

100 Maafs einer gesättigten Auflösung von *salzsaurem Kali* in Wasser

61	Maafs von	kohlenfaurem Gas
29	— —	oxydirtem Stickgas
10	— —	öhlerzeugendem Gas
5,2	— —	oxydirtem Kohlenstoffgas.

Es folgt aus diesen Versuchen, daß auch bei Flüssigkeiten, eben so wie bei den festen Körpern, große Verschiedenheiten in der Reihenfolge Statt finden, nach welcher die Gasarten von ihnen absorbiert werden, und daß folglich diese Absorptionen allerdings ebenfalls dem Einflusse der chemischen Verwandtschaft unterworfen sind.

Die festen Körper scheinen allgemein, unter übrigens gleichen Umständen, ein größeres Vermögen als die flüssigen zu besitzen, alle Gasarten, mit denen sie in Berührung gebracht werden, zu verdichten. Mir ist keine Flüssigkeit vorgekommen, welche von dem kohlenfauren Gas, dem öhlerzeugenden Gas, dem Stickgas, dem gasförmigen Kohlenstoffoxyd und dem oxydirten Stickgas eben so große Volumina absorbiert, wie die Kohle und der Meer Schaum. Dieses rührt wahrscheinlich daher, daß die Flüssigkeiten wegen der großen Beweglichkeit ihrer Theilchen die Gase nicht so stark comprimiren können, als es zu großen Condensationen nöthig ist; den besondern Fall ausgenommen, wo sehr kräftige Verwandtschaften ihnen zu Hülfe kommen, wie z. B. die des Ammoniakgas, oder des salzfauren Gas zum Wasser. Nur in diesem seltenen Falle verdichten die Flüssigkeiten eine größere Gasmenge, als die festen Körper \*), weil

\*) Nach Thomson absorbiert bei der mittlern Temperatur der Atmosphäre Wasser 516 mal sein Volum von salzsaurem Gas, und 780 mal von Ammoniakgas. v. S.

in diesen letztern die Grösse der Poren den Raum des aufzunehmenden Gases bestimmt, indess die Theile der flüssigen Körper bei ihrer Verschiebbarkeit dem eindringenden Gas nur unbestimmte, unendlich zu erweiternde Gränzen setzen \*).

12. *Einfluss der Klebrigkeit und des specifischen Gewichtes der Flüssigkeiten auf ihre Absorptionen.*

Ich habe mich zu dieser Untersuchung des Einflusses der physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeiten auf ihr Absorptions-Vermögen, des kohlenlauren Gases bedient, welches ich mit einer grossen Anzahl von Flüssigkeiten in Berührung brachte, die im Grade der Flüssigkeit und an specifischem Gewicht merklich verschieden waren. Folgende Tafel enthält die Resultate dieser Versuche. Es wurden bei einer Temperatur von  $18^{\circ}$  C. ( $14\frac{1}{2}^{\circ}$  R.) von 1 Maass der Flüssigkeit folgende Räume von kohlenlaurem Gas absorbirt:

\*) Beim Absorbiren des Gases nimmt das Wasser an Volum zu, und es entwickelt sich eine fühlbare Wärme, wenn die Absorption wenigstens dem einfachen Volum der Flüssigkeit gleich kommt. Das specifische Gewicht der mit Gas geschwängerten Flüssigkeit ist jedoch geringer, als es nach der absorbirten Gasmenge seyn sollte. Thomson findet hierin ein Argument gegen die Meinung einer blos mechanischen Durchdringung.

v. Saussure.

Namen der Flüssigkeiten.	specifisches Gewicht	Maass kohlenf. Gas wurden ablorbirt	100 Theile wässrige Auflösung enthielten
Alkohol	0,803	2,6	
Schwefeläther	0,727	2,17	
Lavendelöhl	0,88	1,91	
Thymianöhl	0,89	1,88	
Weingeist	0,84	1,87	
Rectifizierte Naphtha	0,784	1,69	
Terpentinöhl	0,86	1,66	
Leinöhl	0,94	1,56	
Olivnöhl	0,915	1,51	
Wasser	1,000	1,06	
salzsaures Ammoniak	1,078	0,75	27,53 kr. S.; gesätt. Aufl. *)
arabisches Gummi	1,092	0,75	25 Gummi.
Zucker	1,104	0,72	25 Zucker
Alaun	1,047	0,7	9,14 kr. S.; gef. Aufl.
schwefelsaures Kali	1,077	0,62	9,42 kr. S.; gef. Aufl.
salzsaures Kali	1,168	0,61	26 kr. S.; gef. Aufl.
schwefelsaures Natron	1,105	0,58	11,14 gl. getr. S.; gef. Aufl. **)
salpetersaures Kali	1,139	0,57	20,6 kr. S.; gef. Aufl.
salpetersaures Natron	1,206	0,45	26,4 kr. S.; gef. Aufl.
Schwefelsäure	1,84	0,45	
Weinstein säure	1,285	0,41	53,37 kr. S.; gef. Aufl.
salzsaures Natron	1,212	0,329	29 Salz; gesätt. Aufl.
salzsaurer Kalk	1,402	0,261	40,2 gl. getr. S.; gef. Aufl.

*Einfluss der Klebrigkeit.* Wenn eine Flüssigkeit in den Zustand eines festen, ganz mit Materie ausgefüllten, oder aller merkbaren Poren beraubten Körpers übergeht, so verliert sie das Vermö-

\*) D. h. krySTALLISIRTES Salz; die Auflösung des Salzes war also eine gesättigte. G.

\*\*) D. h. durch Glühen getrocknetes Salz; die Auflösung war also eine gesättigte. G.

gen, welches sie im flüssigen Zustande besaß, Gas zu verdichten \*). Ist daher Klebrigkeit oder Zähigkeit nichts anderes, als ein mehr oder weniger vorgerückter Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand, wie zu vermuthen steht, so müssen die verschiedenen Grade von Flüssigkeit allerdings einen bedeutenden Einfluß auf die Verdichtung des Gases haben. Indefs, so wichtig dieser Schluß auch für die Gränzzustände des Festen und Flüssigen seyn mag, so wenig ist er durch meine Beobachtungen in den Mittelzuständen, bei Flüssigkeiten von ungleicher Natur, zu bewähren. So sehen wir die fetten Oehle bei viel geringerer Flüssigkeit doch eine weit größere Menge kohlensaures Gas absorbiren, als das Wasser; und eben so übertreffen die Absorptionen des kohlen sauren Gas in Gummi und in Zucker-Wasser, an GröÙe, die in den weit flüssigern Auflösungen von schwefelsaurem Natron und von salzsaurem Kali. Die Auflösungen von salzsaurem Kali, salzsaurem Ammoniak und salpeter saurem Kali besitzen eine gleiche oder fast noch größere Flüssigkeit, als das reine Wasser,

\*) Hr. von Sauffure scheint sich hier unter festem Körper ein Continuum ohne alle Zwischenräume zu denken, anstatt ihm Poren von anderer Gestalt, als bei flüssigen Körpern, zuzuschreiben; denn nur in diesem würde der flüssige Körper die Fähigkeit, Gas zu verdichten, mit dem Uebergang in den festen Zustand verlieren. Diese Vorstellung scheint indess mit seinen frühern Beobachtungen über das Absorptions-Vermögen der festen Körper, und auch mit den eben angeführten Versuchen mit klebrigen oder sähen Flüssigkeiten im Widerspruche zu seyn.

dennoch verschluckt dieses letztere eine weit größere Menge kohlenfaures Gas, als sie. Dagegen finden sich auch wieder Flüssigkeiten, welche mehr von diesem Gas als andere von geringerer Flüssigkeit absorbiren, wie das z. B. mit dem Aether und Alkohol in Vergleichung mit Wasser, und mit diesem letztern in Vergleichung mit mehreren Salzaufösungen der Fall ist.

So gering der Einfluß der Klebrigkeit der flüssigen Körper auf die Größe ihrer Absorptionen zu seyn scheint, so bedeutend ist er, was die Zeit betrifft, welche sie brauchen, um sich mit Gas völlig zu schwängern. Klebrige Flüssigkeiten, wie die fetten Oehle, die Auflösung von salzsaurem Kalk, Gummiwasser u. s. f., bedurften bei gleichem Anziehungs-Vermögen beträchtlich längere Zeit, um mit einem Gas sich zu sättigen, als weit flüssigere Flüssigkeiten, wie z. B. Wasser, Naphtha, Alkohol, Aether und die wesentlichen Oehle.

*Einfluß des specifischen Gewichts.* Die Dichtigkeit der Flüssigkeiten scheint auf ihr Absorptions-Vermögen für Gase einen großen Einfluß zu haben. Meine Versuche, wie die obige Tafel sie darstellt, zeigen, daß im Allgemeinen die leichtesten Flüssigkeiten ein stärkeres Absorptions-Vermögen als die specifisch schwereren besitzen. Ausnahmen von dieser Regel finden sich fast nur bei solchen Flüssigkeiten, deren specifisches Gewicht nicht sehr

verschieden ist, und sind ohne Zweifel eine Folge besonderer Verwandtschaften \*).

Wahrscheinlich hat auch das specifische Gewicht der Gasarten selbst Einfluß auf die Mengen, welche eine Flüssigkeit von ihnen verschluckt, und auf die Zeit, in welcher dieses geschieht. Denn alle Gasarten, welche beträchtlich schwerer als die atmosphärische Luft sind; erleiden im Wasser keine so geringen Absorptionen, wie Stickgas, Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und oxydirtes Kohlenstoffgas. Und von zwei Gasarten, die von einer Flüssigkeit in gleichem Maasse absorbirt werden, wird die leichtere weit langsamer eingefogen, wie z. B. von der Bergnaphtha das öhlerzeugende Gas weit langsamer, als das oxydirte Stickgas.

- \*) Sehr specifisch-schwere Metall-Auflösungen müssen ein noch geringeres Absorptions-Vermögen für Gase äußern, als die Flüssigkeiten, mit denen ich Versuche angestellt habe. Es folgt hieraus, daß bei pneumatischen Operationen, wenn es darauf ankommt, die Erzeugung großer Mengen von kohlensaurem oder einem andern verschluckbaren Gas genau zu messen, Salzaufösungen, und besonders Auflösungen des salzsauren Natron, welches überall zur Hand ist, dem reinen Wasser sehr vorzuziehen sind. Das verkäufliche graue und unreine Meerfals taugt hierzu noch besser, als das gereinigte Kochfals. Eine gesättigte Auflösung des erstern absorbirt bei mittlerer Temperatur nicht ganz den dritten Theil seines Volums an kohlensaurem Gas, und braucht hierzu eine weit längere Zeit, als reines Wasser, um ein, dem feinigcn gleiches Volum von diesem Gas zu verschlucken.

*v. Sausfure.*

15. *Einfluss des barometrischen Druckes auf die Absorption der Gasarten durch Flüssigkeiten.*

Hr. Henry hat kohlensaures Gas in verschiedenen Graden von Verdichtung vom Wasser abforbiren lassen, und dabei gefunden, daß immer einerlei Volumen Gas verschluckt wurde, welches auch die Dichtigkeit desselben seyn mochte. Er schloß hieraus, daß der Raum, den ein Gas im Wasser einnimmt, im geraden Verhältniß des Drucks stehe \*). Ich habe die Richtigkeit dieser Behauptung, vermittelt der oben (in 4) beschriebenen Vorrichtung, nicht nur am *kohlensauren Gas*, dem am stärksten verschluckbaren, mit welchem Hr. Henry gearbeitet hat, sondern auch am *schwefligsauren Gas* bewährt gefunden, welches eine beinahe 50 Mal stärkere Absorption als jenes erleidet. Ein Maas *Wasser*, das bei 0,73 Meter (26,967 par. Zoll) Barometerhöhe und 18° C. (14½° R.) Thermometerstand das 44fache seines Volums an schwefligsaurem Gas abforbirt, nahm ebenfalls das 44fache seines Volums von diesem Gas in sich auf, als es nur unter einem barometrischen Druck von 0,364 Met. (13,447 par. Z.) bei derselben Tem-

\*) Soll wohl heißen, „daß die Menge des abforbirten Gases im geraden Verhältniß des Druckes stehe.“ Ein größerer äußerer Luftdruck drückt auch auf dem Wasser und comprimirt die darin befindlichen Lufttheile, und so nimmt das abforbirt Gas, obgleich schwerer am Gewicht, immer gleich viel Raum ein. Es ist hier wohl von dem Raum die Rede, den das Gas im Wasser einnehmen würde, wenn die äußere Compression plötzlich auf den gewöhnlichen Druck reducirt würde. *Hornet.*



peratur stand. — Eben so verschluckte *Lavendel-öhl* bei einem Luftdruck von 0,175 Met. (6,4 p. Z.) das 1,9 fache seines Volums von kohlen- saurem Gas, und es absorbirte genau dieselbe Menge, als der Barometerdruck 0,73 Meter (27 Z.) betrug. — Aehnliche Resultate gab auch *Olivenöhl* mit kohlen- saurem Gas unter verschiedenen Graden des Luft- drucks. Wahrscheinlich findet also dieses Gesetz überhaupt bei allen Flüssigkeiten Statt.

Merkwürdig ist es übrigens, daß bei den Flüssigkeiten die absorbirten Gasmengen sich wie die Compressionen verhalten, während bei den festen Körpern mit der Verdünnung des Gases die Ab- sorptionen zu wachsen scheinen.

#### 14. Gleichzeitige Absorption mehrerer Gasarten durch Wasser.

Die Wirkung der Absorption mehrerer Gase zugleich sind bei Flüssigkeiten denen analog, welche ich bei festen Körpern beobachtet habe. Die Herren Henry, Dalton, von Humboldt und Gay-Lussac \*) hatten schon bemerkt, daß Wasser, welches mit einer Gasart geschwängert ist, einen Theil derselben fahren läßt, sobald es mit andern Gasarten in Berührung kommt. Es war indeß noch auszumitteln, ob, Dalton's Theorie ge- mäß, zwei absorbirte Gasarten in einer Flüssigkeit wirklich immer den nämlichen Raum einnehmen,

\*) Man findet die Untersuchungen der beiden letztern in die- sen *Annalen* B. 20. S. 129. G.

*Annal. d. Physik.* B. 47. St. 2. J. 1814. St. 6.

den sie einnehmen würden, wenn jede einzeln bei dem Grade von Dichtigkeit, den sie in der Mischung hat, absorbirt worden wäre. Um für diese Bestimmung hinreichend genaue Resultate zu erhalten, war ich genöthigt, Mengungen von kohlen-saurem Gas entweder mit Sauerstoffgas, oder mit Wasserstoffgas, oder mit Stickgas, anzuwenden; denn die drei letztern Gasarten werden in zu geringer Menge absorbirt, um die gegenseitige Zusammenziehung, die sie erleiden mögen, noch von den Beobachtungsfehlern unterscheiden zu können \*).

*Wasser und ein Gemisch aus gleichen Theilen kohlen-saurem Gas und Wasserstoffgas.* Ich brachte 100 Maafs luftleeres Wasser, bei einer Temperatur von 18° C., mit 434 Maafs eines Gemisches

\*) Hr. v. Humboldt und Gay-Lussac haben gefunden, dafs, als sie ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas über Flusswasser in Recipienten, die mit eben diesem Wasser gesperrt waren, stehn liessen, die Absorption des Wasserstoffgases weit grösser war, als sie ohne die Gegenwart des Sauerstoffgases gewesen seyn würde. Ich glaube, dafs dieses auffallende Resultat einer Filtrirung des Wasserstoffgases durch das Sperrwasser in die freie Luft, und der Beschleunigung derselben durch Mitwirkung des Sauerstoffgas oder eines andern stärker verschluckbaren Gases zuzuschreiben sey. Denn nach meinen Versuchen nimmt reines Wasser in Gefässen, die durch Quecksilber gesperrt sind, aus allen Mischungen von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas immer ein kleineres absolutes Volumen des letztern in sich auf, als von reinem Wasserstoffgas, in dem Verhältnisse des Raums, welchen das Sauerstoffgas in dem Wasser einnimmt. Nichts desto weniger ist es wahrscheinlich, dafs die beiden Gase sich in ihrer Berührung ein wenig zusammenziehen.

aus gleichen Theilen kohlenfaurem Gas und Wasserstoffgas in Berührung. Sie verschluckten davon nicht mehr als 47,5 Maafs, und zwar 44 Maafs kohlenfaures Gas, und 3,5 Maafs Wasserstoffgas. Vergleicht man auf eben die Art, wie es oben (in 7) für die Kohle geschehn ist, den Raum, den die vereinigten Gase im Wasser einnehmen, mit demjenigen, der ihnen nach 10 zukömmt, so findet man, daß die Gegenwart des einen Gases die Absorption des andern begünstigt, in so fern man auf den relativen Raum sieht, den jedes derselben in dem Wasser einnimmt.

*Wasser und ein Gemisch aus gleichen Theilen von kohlenfaurem Gas und Sauerstoffgas.* Es absorbirten 100 Maafs Wasser, bei 18° C., von 390 Maalsen des angegebenen Gasgemisches 52,1 Maafs, die aus 47,1 Maalsen kohlenfaurem Gas und 5 Maalsen Sauerstoffgas bestanden. Auch hier ist die Verdichtung gröfser, als bei den einzelnen Gasen.

*Wasser und ein Gemisch von kohlenfaurem Gas und Stickgas.* Endlich absorbirten 100 Maafs Wasser von 357,6 Maalsen des angegebenen Gasgemisches bei obiger Temperatur 47,2 Maafs, die aus 43,9 Maalsen kohlenfaurem Gas und 3,3 Maalsen Stickgas bestanden.

Die Resultate dieses Versuchs stimmen, wie man sieht, völlig mit einander überein \*); aber

M 2

\*) Bei der Kohle schien das kohlenfaure Gas die Verdichtung des Stickgases nicht zu begünstigen. Bei dem Wasser

keins derselben entspricht Dalton's Theorie, der zu Folge das Volum des verschluckten kohlenfauren Gas nur halb so groß als das der abforbirenden Flüssigkeit, und auch die abforbirtten Volumina der andern Gase viel kleiner hätten seyn sollen, als sie sich aus meinen Beobachtungen ergeben haben.

Wenn Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, die mit einander in dem Verhältnisse gemischt worden wären, wie es zur Wassererzeugung nöthig ist, vermöchten bei ihrer Verdichtung durch eine Flüssigkeit Wasser zu bilden, so müßte ihre Absorption ins Unbestimmte fortgehn. Durch heftiges Schütteln bringt man aber die Verschluckung dieses Gasgemisches durch Wasser in wenig Minuten zu Stande, so daß sie sich durch ein sehr viel längeres Schütteln nicht vermehren läßt. In meinen Versuchen ging sie nie über  $5\frac{1}{2}$  Hundertth. des Volums der Flüssigkeit hinaus.

Aehnliche Resultate erhält man mit den gasförmigen Bestandtheilen des Ammoniaks und der Salpetersäure; selbst die Beimischung eines Alkali oder einer Säure zum Wasser ist nicht vermögend, jene Verbindungen zu bewerkstelligen. Allein wir kennen noch nicht die Wirkungen, welche eine Berührung von mehreren Monaten oder Jahren zwischen diesen Gasen und der Flüssigkeit hervorbringen würde; und eben so we-

scheint es anders zu seyn. Doch möchte ich auf diese Verschiedenheit nicht bestehen, da alles auf eine Größe von  $1\frac{1}{2}$  Hundertheilen in der Bestimmung des Stickgases ankommt, die auch in einem Beobachtungsfehler liegen könnte.

v. S.

nig wissen wir von den Wirkungen atmosphärischer Einflüsse an der bloßen freien Luft. Vielleicht werden die Versuche, die ich hierüber angefangen habe, einiges Licht verbreiten. Die hier mitgetheilten Versuche beweisen, daß die Absorptionen der Gase zum Theil von physischen Eigenschaften, zum Theil von den chemischen Verwandtschaften der sich berührenden und in einander eindringenden Körper abhängen, und daß in dieser Hinsicht die festen Körper und die flüssigen im Allgemeinen den nämlichen Gesetzen unterworfen sind.

### Z U S A T Z.

*Verfahren, um Gase, welche nur schwach absorbirt werden, mit dem Wasser zu verbinden.*

Da die von mir gefundenen Größen der Absorptionen, welche die Gasarten durch Wasser erleiden, oft von denen abweichen, welche die HH. Henry und Dalton als Resultate ihrer Versuche bekannt gemacht haben, so glaube ich, die Maassregeln der Vorsicht angeben zu müssen, welche ich bei diesen Versuchen genommen habe. Die Beschreibung der einzelnen Handgriffe kann indess nur diejenigen interessiren, welche diese Versuche wiederholen wollen.

1. Um das Wasser von der Luft zu befreien, verfuhr ich folgendermaassen: Eine kleine Flasche wurde mit destillirtem Wasser gefüllt, offen unter Wasser in einem Becken gesetzt, das damit angefüllt war, und dann alles Wasser wenigstens 3 Stunden lang in lebhaftem Kochen erhalten. Daß das

Wasser seiner Luft so weit beraubt sey, als dieses zu erreichen ist\*), zeigte sich dadurch, daß wenn ich während des Kochens die Flasche neigte, sich keine Luft mehr in ihr ansammelte. Sie wurde sodann ganz aufgefüllt, unter dem kochenden Wasser mit einem gläsernen Stöpsel verschlossen, und umgekehrt in Quecksilber gesetzt.

2. Ich füllte über der pneumatischen Wasserwanne eine Flasche *M* von 250 Kubik Centimetern Inhalt, mit dem zu absorbirenden Gas, erhielt sie umgekehrt,  $\frac{1}{2}$  Stunde lang, unter dem Wasser der Wanne, damit sie die Temperatur desselben annehme, welche ungefähr die der Atmosphäre seyn muß, und verschloß sie dann an der Oberfläche des Wassers mit einem gläsernen Stöpsel. Dieser Stöpsel muß so genau eingeschliffen seyn, daß er keine Luft durchläßt, und hat eine stumpfkönigliche Gestalt, damit er beim Einsetzen in den Hals das Gas nicht comprimirt. Die Gewichte dieser Flasche leer und voll Wasser waren genau bestimmt.

3. Aus einer solchen Flasche liefs ich in dem Quecksilber-Apparat etwa den sechsten Theil des

\*) Auch ein lang unterhaltenes Kochen scheint nicht vermögend zu seyn, alle Luft aus dem Wasser auszutreiben. Denn, wenn bei dem gleich zu beschreibenden Verfahren die kleinen Flaschen im kochenden Wasser zugetropft worden waren, entstand durch das Zusammenziehen des Wassers beim Abkühlen in ihnen ein leerer Raum, dieser wurde aber, wenn die Flasche mehrere Tage lang umgekehrt im Quecksilber gestanden hatte, und ich sie nun unter Quecksilber öffnete, nicht ganz vom Quecksilber ausgefüllt. Immer sah man in dem gekochten Wasser eine kleine Luftblase, die aber bald absorbirt wurde. Bedeutend größer war diese Luftblase beim Alkohol oder Aether.

Gas in einen mit Quecksilber gefüllten Recipienten steigen. Diese Gasportion wurde dann auf der Wasserwanne in eine mit Wasser gefüllte Flasche *N* gebracht, deren Abwägung vor und nach der Einführung des Gases das Volum des letztern zu erkennen gab. Dieses Volum vom Inhalt der Flasche *M* abgezogen, gab die Menge des in derselben zurückbehaltenen Gases an.

4. Ich öffnete nun unter Quecksilber eine umgekehrte Flasche voll gekochten Wassers, und ließ von diesem Wasser durch das Quecksilber so viel in die Flasche *M* steigen, bis alles Quecksilber, das die dritte Operation hinein gebracht hatte, wieder herausgesunken war. Wurde nun die Flasche *M* an der Oberfläche des Quecksilbers verschlossen und dann gewogen, so ergab sich das Volum des luftleeren Wassers in dieser Flasche.

5. Das Gas mit dem Wasser wurde darauf 15 Minuten lang stark geschüttelt, wobei ich die Flasche *M* mit einer Zange hielt, um jede Erwärmung durch die Hand zu verhüten. Nachher tauchte ich sie unter das Wasser der Wanne, um ihr die anfängliche Temperatur wieder zu geben, öffnete sie hier in umgekehrter Lage, und verschloß sie wieder unter dem Wasser. Nunmehr nahm also das Wasser den Raum des abсорbirtten Gas ein, und der Unterschied zwischen dem Gewicht der Flasche *M* jetzt und als sie voll Wasser war, gab mir das Volum des abсорbirtten Gases zu erkennen.

---