

Ueber die Theorie der Gasabsorption

von

Josef Stahl.

Wenn gasförmige Körper mit festen oder flüssigen in Berührung kommen, so tritt in Folge der Molecularwirkung der Oberfläche der festen oder flüssigen Körper die Erscheinung auf, die man Gasabsorption nennt; ausserdem müssen sich an der Oberfläche der festen und flüssigen Körper die Gase condensiren. Die Erscheinung der Absorption der Gase ist schon frühe von den Physikern untersucht worden und Henry hat zuerst das Gesetz gefunden, dass bei gleichbleibender Temperatur die von einem Körper absorbirten Gasmen gen dem äussern Drucke des Gases proportional sind. Hierauf hat Dalton Sätze über die Gasabsorption und über die Absorption von Gasgemengen ausgesprochen, aber dieselben haben keine rechte Anerkennung finden können. Um das Henry'sche Gesetz und die Dalton'sche Theorie zu prüfen, haben in neuester Zeit Bunsen, Carius, Schönfeld, Roscoe und Ditmar und Andere Versuche angestellt und sie sind zu folgenden Resultaten gelangt: Für Körper, welche nicht sehr beträchtliche Gasquantitäten absorbiren, gilt das Henry'sche Gesetz strenge; was aber die andern Körper anbelangt, welche beträchtliche Gasquantitäten absorbiren, so können Abweichungen von diesem Gesetze stattfinden, ja es kann der Fall eintreten, dass wenn der äussere Gasdruck von einer gewissen Grenze an vermehrt wird, gar kein

Gas mehr absorbirt wird. Tritt aber die letztere Erscheinung ein, so wird sie nur bei niederen Temperaturen beobachtet, mit der Erhöhung der Temperatur treten wieder Aenderungen in den absorbirten Gasmenngen mit dem Drucke ein, welche sich bei fortgesetzter Erhöhung der Temperatur dem Henry-Dalton'schen Gesetze gemäss zu verhalten anfangen, und von einer gewissen Temperatur an hinauf, gilt das Henry-Dalton'sche Gesetz wieder strenge. Es ist ferner beobachtet worden, dass sich diesem Gesetze gemäss alle permanenten Gase verhalten, dass aber für niedere Temperaturen oder sehr beträchtliche Drücke diejenigen Gase Abweichungen von diesem Gesetze darbieten, welche durch Druck oder Erniedrigung der Temperatur in den flüssigen Zustand übertreten können. Die Erklärung dieser Erscheinungen liegt nahe. In Folge der Molecularanziehung der Oberfläche des Absorbenten dringen in den von den Körpermoleculen des Absorbenten leer gelassenen Raum die Gastheilchen ein und das Gas erleidet dasselbst eine Verdichtung. So lange das Henry'sche Gesetz statt hat, ist man sicher, dass auch die absorbirten Gase sich im Gaszustande befinden. Ist das Gas ein condensirbares, so kann in Folge der Molecularwirkung der Oberfläche des Absorbenten und durch Steigerung des Druckes des äussern Gases der Druck des absorbirten Gases so gross werden, dass das Gas dem Zustande nahe kommt, in welchem es in den flüssigen Zustand übertritt; für diesen Fall beobachtet dasselbe, obgleich noch im gasförmigen Zustande, das Mariotte'sche Gesetz nicht mehr, und es treten Abweichungen vom Henry'schen Gesetze ein.

Bei einem gewissen Drucke aber geht alles absorbirte Gas in den flüssigen Zustand über und es scheint, dass dabei plötzlich eine sehr beträchtliche Zunahme der absorbirten Gasmenge eintreten muss; dieser Moment liesse sich daher sehr leicht beobachten. Sobald aber das Gas in den flüssigen Zustand übergetreten ist, darf dann, so lange keine anderwärtigen Veränderungen stattfinden, bei einer weiteren Vermehrung des Druckes der äussern Gasmasse kein Gas mehr absorbirt werden.

Prof. Stefan ist, wie mir scheint, der erste und der einzige gewesen, der die Absorption der Gase der Rechnung unterworfen hat. Seine Theorie, die sich in den Abhandlungen der Wiener Akademie vom Jahre 1858 befindet, erstreckt sich auf den Fall, wenn angenommen werden darf, dass das absorbirte Gas sich im Gaszustande und weit genug von dem Punkte der Verdichtung entfernt befindet, für welchen dasselbe flüssig zu werden beginnt.

Es wird ferner der Act des Einströmens des Gases in den Absorbenten der Rechnung unterzogen und bei der Aufstellung der Differenzialgleichung dafür angenommen: 1) Dass dieses Einströmen in den Absorbenten so erfolge, wie in einen für das einströmende Gas leeren Raum; 2) dass im Innern der absorbirenden Substanz durch die anziehende Wirkung der Körpermolecüle die Elastizität des Gases verändert wird; 3) dass das im Differenziale der Zeit in den Absorbenten übergetretene Differenzial der äussern Gasmasse der Differenz zwischen den Drücken des äussern und des absorbirten Gases oder einer Function dieser Differenz proportional ist, und dass die Ab-

sorption aufhört, sobald diese Drücke einander gleich geworden sind; 4) dass während der Absorption keine Temperaturveränderung eintrete und für den ganzen Vorgang der Absorption das Mariotte'sche Gesetz gültig bleibe. Ich glaube aber nicht, dass es, um die von Henry und Dalton aufgestellten Gesetze der Gasabsorption theoretisch abzuleiten, nothwendig sei, den Act der Absorption der Rechnung zu unterwerfen, ich glaube auch nicht, dass das Gas im Absorbenten durch die Einwirkung der Molecüle desselben seine Elastizität verändere, dass es ferner während der Absorption eine Temperaturänderung nicht erleide und dabei das Mariotte'sche Gesetz befolge. Wenn man nämlich annimmt, dass die Absorption wie ein Einströmen in einen leeren Raum zu betrachten sei, alsdann muss das Gas in den Zwischenräumen des Absorbenten in Folge der dabei stattfindenden Condensation desselben eine Temperaturerhöhung erfahren; ein Theil der freigewordenen Wärme wird sich den umgebenden Molecülen des Absorbenten mittheilen, welches in Verbindung mit dem Drucküberschuss des innern über das äussere Gas eine Ausdehnung des Absorbenten bewirkt und den Druck des innern Gases etwas vermindert, worauf eine neue Gasquantität absorbiert wird, und dies wird sich wahrscheinlich so lange wiederholen, bis das Gleichgewicht zwischen innerem und äusserm Gasdruck am Ende des eigentlichen Actes der Absorption hergestellt ist. Dies scheint auch mit der wahren Natur des Vorganges übereinzustimmen, wenigstens ist es Thatsache, dass während der Absorption, auch wenn das absorbirte Gas nicht in den flüssigen Zu-

stand übertritt, eine Wärmeentwicklung im Absorbenten stattfindet. — Auch scheint für den Fall der Absorption eines Gasgemenges dieselbe nicht so vor sich zu gehen, als ob für jedes einzelne einströmende Gas die anderen gar nicht vorhanden wären; das Dalton'sche Gesetz über die Ausbreitung eines Gasgemenges in einem abgeschlossenen Raum hat erst statt, wenn einige Zeit seit dem Acte der Absorption verflossen ist und die Gase Zeit gefunden haben sich wechselseitig zu durchdringen und ihre Ungleichheiten auszugleichen. Es scheint daher das Problem, den Act der Absorption der Rechnung zu unterziehen durchaus kein einfaches zu sein, ich glaube vielmehr, dass man vornehmlich den Punkt in's Auge fassen müsse, wenn der Gleichgewichtszustand zwischen innern und äussern Gasdrücken eingetreten ist und kein Gas mehr absorbiert wird.

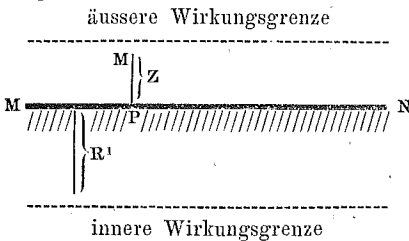
Das Dalton'sche Gesetz über die Ausbreitung eines Gasgemenges in einem abgeschlossenen Raume gibt die Lösung des Problems der Absorption eines Gasgemenges, wenn die Absorptionsgesetze für ein Gas bekannt sind, ich habe daher geglaubt nur die Absorption eines Gases der Rechnung unterwerfen zu dürfen. Dabei habe ich geglaubt, dass das absorbierte Gas seine Elastizität nicht nothwendig verändern müsse, und habe angenommen: 1) dass die Anziehung des Absorbenten auf das seiner Oberfläche benachbarte Gas sich nur auf unmessbare Entfernungen erstrecke, für alle messbaren Entfernungen aber verschwinde; 2) dass in Folge der Molecularwirkung eine gegen die Oberfläche des Absorbenten zu, an Dichte sehr rasch zunehmende Gasschicht sich anlegt, welche sich

auch in das Innere des Absorbenten hinein mit einer sehr rasch bis zu einer constanten Grösse zunehmenden Dichte fortsetzt, dass aber die Gasmasse im Innern der absorbirenden Substanz nicht wie ausserhalb derselben als stetig betrachtet werden darf, sondern durch die dazwischenliegenden Molecüle dieser Substanz vielfache Unterbrechungen erleidet. Ich habe ferner geglaubt, dieselbe Anschauung von der Gasabsorption annehmen zu dürfen, wie die von der Absorption gepulverter Substanzen, worüber Jamin und Bertrand schöne Versuche angestellt haben: dass nämlich das Volumen, welches von einem Körper eingenommen wird, nur zum Theil von den Molecülen desselben ausgefüllt werden würde; dieser Raum, welcher von den Molecülen des Absorbenten ausgefüllt werden würde, darf als mit der Temperatur und während der Absorption als unveränderlich betrachtet werden; der übrige Raum aber, vermehrt um die Volumzunahme des Absorbenten in Folge der Temperatur und der Absorption, ist derjenige, welcher vom absorbirten Gas ausgefüllt wird. Nach diesen Einleitungen kann die Differenzialgleichung für das Gleichgewicht des Gases innerhalb und ausserhalb des Absorbenten aufgestellt werden; die Integration derselben setzt die Kenntniss des Abhängigkeitsverhältnisses zwischen Dichte und Druck des absorbirten Gases voraus. Es kann nun bewiesen werden, dass, damit die absorbirte Gasmenge bei derselben Temperatur dem jedesmaligen Drucke des äussern Gases proportional ist, es nothwendig sei, den Druck der Dichte proportional anzunehmen; es müssen daher auch die absorbirten Gase, falls sie das Henry'sche Gesetz beobachten, das

Mariotte'sche Gesetz hefolgen. Nimmt man nun das Mariotte-Gay-Lussac'sche Gesetz als auch für die absorbirten Gase geltend an, so führt die Integration der vorhergehenden Differenzialgleichung auf eine Gleichung zwischen den Dichten oder Drücken des innern und äussern Gases, der Temperatur und einer Grösse, die sich auf die Anziehung der Oberfläche des Absorbenten auf das Gas bezieht und die man passend totale Anziehung nennen kann. Ist diese Grösse nicht sehr beträchtlich, was bei allen Substanzen der Fall ist, welche nicht sehr beträchtliche Gasquantitäten absorbiren, alsdann ändert sich das Verhältniss zwischen innerem und äusserem Druck mit der Temperatur nicht sehr beträchtlich und alsdann wird, wenn z. B. ein flüssiger Absorbent mit einem schwer absorbirbaren Gase bei niedriger Temperatur in einem gut verschliessbaren Gefässe gesättigt wird, das Gleichgewicht zwischen freiem und absorbirtem Gas durch eine Erhitzung des so verschlossenen Gefässes nicht bedeutend gestört; dies stimmt auch mit der Erklärung überein, welche Dalton von dieser Erscheinung gegeben hat, und die man anfangs, als die Physiker mit der Gasabsorption sich zu beschäftigen begannen, als der Dalton'schen Theorie der Gasabsorption widersprechend angesehen hat. Nachdem das Verhältniss zwischen den Dichten des innern und äussern Gases gefunden war, habe ich unter Zugrundelegung der Bunsen'schen Definition des Absorptionscoefficienten eine Formel für denselben abgeleitet, in welcher die Temperatur, die totale Anziehung und eine Grösse erscheint, die sich auf den vom absorbirten Gas ausgefüllten Raum für den Fall der Einheit des

Volumens des Absorbenten vor der Absorption bezieht und die man der Kürze wegen den Molecularzwischenraum des Absorbenten nennen kann. Das von der Volumeinheit des Absorbenten bei einer beliebigen Temperatur absorbirte Gas-Volumen hängt aber von der Dichte oder dem Druck des äussern Gases nicht ab, welches das Henry'sche Gesetz ist, und dasselbe hat so lange allgemein statt, als für das absorbirte Gas das Mariotte'sche Gesetz als gültig angenommen werden darf. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die totale Anziehung und der Molecularzwischenraum mit der Temperatur sich ändern, es ist aber nothwendig, wenigstens eine von den beiden Grössen, z. B. den Molecularzwischenraum, als mit der Temperatur veränderlich anzunehmen, um die theoretische Formel mit der von Bunsen aufgestellten empirischen vergleichen zu können. Die Bestimmung der in der Formel für den Absorptionscoefficienten vorkommenden Grössen würde übrigens die Beantwortung noch einer andern Frage gestatten, nämlich derjenigen, die sich auf die Verdichtung des an die Oberfläche der Körper sich anlegenden und des von ihnen absorbirten Gases und auf die Grösse des Molecularzwischenraums der Körper z. B. bei 0° C. bezieht; dies würde einen schönen Einblick in die Erscheinung der Absorption, in die Constitution der Körper und in die Art der Molecularwirkungen erlauben. Uebrigens ergibt sich aus der zuerst aufgestellten Differenzialgleichung, dass die Verdichtung des absorbirten Gases gleich ist dem Quadrate der Verdichtung der an die Oberfläche des Absorbenten sich anlegenden Gasschichte. Dass sich an die Oberfläche der Körper eine verdichtete Gasschichte an-

legt, ist man schon durch die Erscheinung der Mosser'schen Bilder anzunehmen gezwungen worden; aber es ist dies noch durch directe Versuche von Chiozza, Magnus, Sims und Andern direct nachgewiesen worden. So hat z. B. Chiozza (Condensation des gaz à la surface des corps solides) gefunden, dass 317,517 Quadratmillimeter Glasoberfläche ungefähr 5 Kubikmillimeter Kohlensäure condensiren.



Sei nun MN die Oberfläche des Absorbenten in einer unmerklichen Ausdehnung und R^1 die Wirkungsgrenze derselben. Sei ferner

$MP=Z$ und M ein Punkt innerhalb der Wirkungsgrenzen der Oberfläche, auf welchen dieselbe anziehend wirkt. Das Gesetz dieser Anziehung sei durch $f(Z)$ gegeben. Unter diesem ist, wenn (p, ρ_1) den Druck und die Dichte des Gases in einem beliebigen Punkte innerhalb der Wirkungsgrenzen, (p_0, ρ_0) und (p^1, ρ^1) dieselben Größen für das äussere und das absorbirte Gas bedeuten, die Differenzialgleichung für das Gleichgewicht des Gases folgende:

$$dp = \rho \cdot f(Z) \cdot dZ;$$

von $f(Z)$ wird vorausgesetzt, dass es nur für unmerkliche Werte von Z einen merklichen Werth hat, für alle merklichen Z aber verschwindend klein wird. Ich behaupte nun zuerst, dass das Gesetz von Henry nur dann statt haben kann, wenn der Druck des absorbirten Gases der Dichte proportional ist. Dann

wird $2 \int_0^{R^1} f(Z) \cdot dZ = K$ gesetzt, so hat man:

$$\int_{\varrho_0}^{\varrho^1} \frac{dp}{\varrho} = K.$$

Ferner habe der Absorbent das Volumen Eins vor der Absorption und M sei derjenige Raum, welcher vom absorbirten Gas im Absorbenten ausgefüllt wird, und welchen ich „Molecularzwischenraum“ genannt habe. Es ist daher das Volum des absorbirten Gases, auf die Dichte ϱ_0 bezogen:

$$M \frac{\varrho^1}{\varrho_0}$$

Soll nun dieses Volumen mit dem Drucke des äussern Gases sich nicht ändern, so muss $\frac{\varrho^1}{\varrho_0}$ bei derselben Temperatur eine Constante sein, und da auch K eine

Constante ist, so darf $\int_{\varrho_0}^{\varrho^1} \frac{dp}{\varrho}$ nur eine Function von $\frac{\varrho^1}{\varrho_0}$

sein. Wird nun $\int \frac{dp}{\varrho} = \log. F(\varrho)$ gesetzt, was erlaubt ist, und wobei $F(\cdot)$ eine noch unbekannte Function ist, so ist folgende Aufgabe zu lösen: Wie muss $R(\cdot)$ gewählt werden, damit

$\frac{F(\varrho^1)}{F(\varrho_0)}$ = einer Function von $\left(\frac{\varrho^1}{\varrho_0}\right)$, welche $\varphi(\cdot)$ sein mag?

Die Differenziation der vorhergehenden Gleichung nach ϱ^1 und ϱ_0 gibt folgende Gleichungen:

$$\frac{F(\varrho^1)}{F(\varrho_0)} = \varphi \left(\frac{\varrho^1}{\varrho_0} \right) \cdot \frac{1}{\varrho_0}$$

$$\frac{F(\varrho^1) \cdot F(\varrho_0)^1}{[F(\varrho_0)]^2} = \varphi^1 \left(\frac{\varrho^1}{\varrho_0} \right) \cdot \frac{\varrho^1}{\varrho_0^2}$$

[wenn $\varphi^1(\cdot)$ und $F^1(\dots)$ statt $\frac{d\varphi(\cdot)}{d(\cdot)}$ und $\frac{dF(\cdot)}{d(\cdot)}$ geschrieben wird]:

Aus beiden Gleichungen folgt folgende:

$$q^1 \cdot \frac{F^1(q^1)}{F(q^1)} = q_0 \cdot \frac{F(q_0)}{F(q_0)}$$

Man muss daraus schliessen, dass jede Seite der vorhergehenden Gleichung eine Constante ist. Heisst diese Π , alsdann ist:

$$\frac{F^1(q)}{F(q)} = \frac{\Pi}{q}$$

Da aber $\frac{dp}{q} = \frac{F(q)}{F(q)}$ ist, so folgt:

$$dp = \Pi \cdot dq \text{ oder } p = \Pi \cdot q,$$

welches das Mariotte'sche Gesetz ist.

Da nun das absorbirte Gas das Mariotte'sche Gesetz befolgt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass es auch das Gay-Lussac'sche Gesetz befolgt. Wählt man daher das Mariotte-Gay-Lussac'sche Gesetz als Bestimmungsgleichung zwischen Dichte und Druck des Gases, so kommt man auf folgende Gleichung:

$$\frac{p^1}{p_0} = \frac{q^1}{q_0} = e^{\frac{K}{1+\alpha t}}$$

Hier ist α der Ausdehnungscoefficient des Gases, t die Temperatur und e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen. Diese Gleichung bestimmt das Verhältniss zwischen den Dichten und Drücken des freien und des absorbirten Gases. Die Verdichtung der an der Oberfläche unmittelbar anliegenden Gasschichte

aber ist gegeben durch $e^{\frac{K}{2(1+\alpha t)}}$ und daher gleich der Quadratwurzel aus der Verdichtung des absorbirten Gases. Für die Dichte in einem beliebigen Punkte innerhalb der Wirkungsgrenzen hat man:

$\rho = \rho_0 e^{\frac{\int \varphi z \cdot dz}{1 + \alpha t}} = \rho_0 \cdot \varphi(Z)$; wenn die Temperatur nicht berücksichtigt wird.

Hier muss $\varphi(Z)$ für merkliche Werte von $Z : l$ werden: Berechnet man nun die Masse der an der Oberfläche eines Körpers verdichteten Gasschichte, und ist O die Oberfläche desselben, so hat man, wenn M die Masse bedeutet:

$$dM = O \cdot \rho_0 \cdot \varphi Z \cdot dz;$$

und daher: $M = O \cdot \rho_0 K^1$ wenn $\int_0^R \varphi(Z) dz = K^1$ gesetzt wird.

Die Verdichtung ist daher: $O \rho_0 (K^1 - 1)$, und daher stets der Dichte des Gases proportional. Die Formel für den Absorptionscoefficienten aber ist folgende:

$$a = M \frac{e^{\frac{K}{1 + \alpha t}}}{1 + \alpha t} \quad (a)$$

Dieselbe ist streng gültig und sie setzt die Kenntniss des Gesetzes voraus, nach welchem sich M und K mit der Temperatur ändert; auf der andern Seite erstrecken sich die Bestimmungen des Absorptionscoefficienten auf keine beträchtliche Anzahl von absorbirenden Flüssigkeiten und auf geringe Temperaturen (Nach Bunsen von $0^\circ - 20^\circ$ C., nach Carius von $0^\circ - 25^\circ$ C.). Es scheint daher weniger nothwendig zu sein, nachzuweisen, dass die Formel (a) mit den bisher bekannten Erfahrungen übereinstimmt; — denn dies scheint sie zu müssen; die empirischen Formeln von Bunsen für den Absorptionscoefficienten haben nämlich alle die Gestalt: $A - Bt + Ct^2$, und es ist nicht schwer, M und K mit der Temperatur so als veränderlich an-

zunehmen, dass die Formel (a) nach den Potenzen von t entwickelt mit der empirischen übereinstimmt; — ich werde daher dasjenige darüber sagen, was ich darüber gefunden habe.

Wird angenommen, dass derjenige Raum, welcher von den Molecülen eines Körpers ausgefüllt wird, ein für allemal constant ist, alsdann darf der Molecularzwischenraum gleichgesetzt werden demjenigen Raum, welcher von den Körpermolecülen z. B. bei der Temperatur 0° C. nicht ausgefüllt wird, vermehrt um die Volumzunahme des Absorbenten durch die Temperatur und in Folge der Absorption. Ueber die letztere Grösse liegen nun einmal keine Messungen vor und andererseits werden dieselben für den Fall, dass vom Absorbenten keine sehr beträchtlichen Gasquantitäten absorbirt werden, wahrscheinlich vernachlässigt werden dürfen. Der Molecularzwischenraum bleibt unter dieser Voraussetzung, so lange der Absorbent derselbe bleibt, immer derselbe, und ist die Volumzunahme des Absorbenten in Folge der Temperatur in der Formel $1 - \beta t + \gamma t^2 + \dots$ ausgedrückt, so ist (wenn der Absorbent bei 0° C. die Volumeinheit besitzt) der Molecularzwischenraum folgender Ausdruck, wenn derselbe für 0° mit M^0 bezeichnet wird:

$$M_0 - \beta t + \gamma t^2 + \dots$$

Damit sich nun dieser Ausdruck auf die Einheit des Volumens (vor der Absorption bei der Temperatur t) bezieht, muss dieser Ausdruck noch durch $1 - \beta t + \gamma t^2 + \dots$ dividirt werden.

Die Formel für den Absorptionscoefficienten hat eine ziemlich complizirte Gestalt; sie vereinfacht sich aber für solche Gase, bei denen in Folge der Ab-

sorption eine zu vernachlässigende Volumzunahme des Absorbenten eintritt, durch folgenden Umstand: Es haben nämlich Bunsen für die Absorption durch Wasser und Carius für die durch Alcohol den Absorptionscoefficienten einiger Gase (für Wasser: Wasserstoff, für Alcohol: Sauerstoff und Kohlenoxyd) constant gefunden. Heisst nun ein solcher constanter Absorptionscoefficient für einen Absorbenten a_0 , und wird der Absorptionscoefficient eines andern Gases durch diesen dividirt und die Summe der Exponenten von e mit $\frac{D}{1+at}$ bezeichnet, wenn noch der Ausdehnungscoefficient für die Gase als derselbe angenommen wird, so ist die Formel für den Absorptionscoefficienten eines beliebigen Gases durch Wasser oder Alcohol:

$$a = a_0 e^{\frac{D}{1+at}}$$

Berechnet man nach dieser Formel die Werte von D z. B. für $t = 0$, so findet man, entgegen dem, was man erwarten würde, dass, das Moleculargewicht des Wasserstoffs als zwei angenommen, die Werte von D sich nicht wie die um 2 verminderten Moleculargewichte der Gase verhalten. Es ist dies bemerkenswerth, denn es scheint von vorneherein nicht sehr natürlich für die gegenseitigen Actionen der Molecüle ein anderes Gesetz anzunehmen, als das, welches Newton für die Weltkörper gefunden hat (einfache Proportionalität der Wirkung mit dem Producte der Massen). Als Beispiel — für den Fall, dass Wasser der Absorbent ist, — von den Verhältnissen, in welchen bei demselben äussern Gasdruck und bei 0° C. die

absorbirten Gase mehr gepresst sind als Wasserstoff führe ich folgende Zahlen an:

Aethyl	1.7	mal
Stickstoff	11.0	„
Sauerstoff	2.2	„
Grubengas	2.9	„
Kohlengas	1.77	„
Methyl	4.7	„

Die Grössen M_0 und K habe ich direct nicht berechnen können; die Kenntniss derselben würde aber sehr vortheilhaft sein, einmal für die Gasabsorption, und, weil auf eine einfache Art ungeheure Drücke zur Compression der Gase entwickelt werden können. Wahrscheinlich lässt sich aber M_0 beobachten und zwar auf folgende Art: Jener Moment, bei welchem das absorbirte Gas flüssig wird, erscheint für die Beobachtung dadurch ausgezeichnet, dass dabei plötzlich eine grosse Quantität Gas mehr absorbirt wird, und dass, wenn der äussere Gasdruck z. B. durch Compression vermehrt wird, kein Gas mehr absorbirt wird. Kennt man nun das absorbirte Gas-Volumen in diesem Momente und die Dichte des condensirten Gases aus einer directen Beobachtung, so liesse sich die Grösse M und darans M_0 berechnen. Um aber eine beiläufige Idee von der Grösse M_0 , K und der Verdichtung eines Gases zu bekommen, nehme man $\frac{1}{M_0}$ z. B. = 520,000 an. Man erhält da für Wasserstoff (Absorbent-Wasser): $K = 9.2$ und die Verdichtung im Absorbenten $1 \frac{Q^1}{Q_0} = 10.000$.

Ich behalte mir den Gegenstand zu weitem Unter-

suchungen vor; derselbe scheint auch eine genauere experimentelle Untersuchung, für weitere Temperaturintervalle, und namentlich bei condensirbaren Gasen zu erfordern, als dies bisher geschehen war.

Die Entdeckung der Nilquellen.

Von

Dr. J. J. Egli.

„Die Erde tritt nur allmählig aus dem Dunkel hervor.“ Dieses Wort¹ bestätigt kein Erdtheil vollkräftiger als Afrika und in Afrika kein Gegenstand mehr als die Quelle des Nils — dieses grössten der afrikanischen Ströme, des ‚werkthätigen²‘, dieses historischen Stroms, in dessen Gebiet wir, ‚wie an keinem andern Flusslaufe hinaufwandern zu den dunkelsten Fernen der Vergangenheit.⁴“

Das dritte Jahrtausend seiner Geschichte war schon zur Hälfte über dem Wunderstrom weggezogen, als über dessen Ursprung noch keiner der Aegypter, Libyer noch Hellenen Bescheid wusste und ein Inhaber ägyptischer Weisheit jenes Märchen von Kroph und Mophi vorbrachte, welches dem Vater der Geographie ein ungläubiges Lächeln entlockte³. Die Vorstellungen, welche durch die Expeditionen der Lagiden so glücklich der Wahrheit sich näherten, bedurften noch zwei weitere Jahrtausende, um die eine Thatsache vom Nilursprung festzustellen.

¹) Ritter, *Geschichte d. Erdkde.*, herausg. v. Daniel 1861 p. 1.

²) Herod. II. 11.

³) Herod. II. 28. Vergl. übrigens Tacitus, *Annal.* II. 61