

## Über die Absorption von Gasen durch Chabasit.

Von R. Nacken und W. Wolff in Greifswald.

Mit 4 Textfiguren.

### I.

G. FRIEDEL<sup>1</sup> stellte fest, daß alles in den Zeolithen enthaltene Wasser von derselben Art sei, alle  $H_2O$ -Molekel seien gleich beweglich. Vor allem sind seine Arbeiten deswegen von Bedeutung, da er auch der erste ist, der eingehende Versuche über die Absorption von Gasen durch teilweise entwässerte Zeolithe angestellt hat; sie sind besonders wertvoll als sich auch bestimmte Zahlenangaben in ihnen finden. Seine Resultate, die hier kurz erwähnt sein mögen, sind etwa folgende:

Über entwässerte Zeolithe ließ er verschiedene Gase wie  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H$  und Luft strömen und stellte bei allen beträchtliche Absorption fest. Fast durchweg benutzte er Chabasit von Rüben-dörfel, der der geeignetste von allen Zeolithen ist, da die Absorptionen bei ihm am heftigsten und schnellsten erfolgen. Er ließ z. B. klein geschlagene Kristalle nach dem Entwässern in trockener Luft erkalten und leitete dann einen  $NH_3$ -Strom über sie, wobei eine ebenso heftige Wirkung wie bei Wasser eintrat. Der Chabasit sprühte auf, und es trat Erhitzung ein. Dieser Versuch war jedoch nicht einwandfrei, da der  $NH_3$ -Strom nicht wasserfrei war. Die Untersuchung ergab aber, daß der Chabasit etwa das 325fache seines eigenen Volumens aufgenommen hatte. Nach seiner Meinung soll etwa das Molekülverhältnis des entwichenen Wassers zum aufgenommenen  $NH_3$  stets 4 : 3 betragen, welche Menge Chabasit auch untersucht wurde.

Ähnliches ergab sich bei der Absorption von  $H_2S$ , von dem ungefähr das 207fache des Chabasitvolumens aufgenommen wird; das molekulare Verhältnis beträgt etwa 7 : 4. Auch bei  $CO_2$  ließ sich starke Absorptionswirkung beobachten, es ergab sich als Verhältniszahl 3 : 1.

Beim längeren Stehen an der Luft gab jedesmal der Chabasit wieder die absorbierte Menge unter Wasseraufnahme ab. Weiterhin untersuchte FRIEDEL die Absorption von trockener atmosphärischer Luft, indem er Chabasit nach der Entwässerung während einiger Minuten im Exsikkator abkühlen ließ, ihn dann in ein Rohr steckte und Wasser hinzu goß, worauf eine kräftige Reaktion unter Erwärmung einsetzte, bei der reichlich Gas frei wurde. Der Versuch wurde mit Alkohol statt Wasser wiederholt, wobei er das Entweichen von Gas besser beobachten konnte, da die Reaktion weniger

<sup>1</sup> G. FRIEDEL, Bull. soc. min. Fr. 19. 14 u. 94. 1896.

stürmisch verlief. Er stellte an dem aufgefangenen, gemessenen Gasvolumen fest, daß der Chabasit um so mehr absorbiert hatte, je längere Zeit er in der Luft im Exsikkator nach dem Entwässern ausgesetzt und je höher der Grad der Erhitzung war. Auch die Zusammensetzung der entwichenen Luft suchte er zu ermitteln und fand eine selektive Absorption, indem die ausgetriebene Luft nur 8 % O und 92 % N enthielt. 1 g Chabasit absorbierte nach ihm 6,7 ccm O-arme Luft = 1 Gew.-%. Das Volumen der absorbierten Luft hatte das 14fache des Minerals erreicht. Damit sollte der Endzustand der Absorption erreicht sein. Seine Versuchsergebnisse sind aber nach seinen eigenen Angaben nicht genau, vor allem sind die Zahlenwerte nur unter größtem Vorbehalt von ihm gegeben; und in der letzten Arbeit schreibt er, daß die Absorption von Luft unmerklich ist, wenn der Wasserverlust weniger als 7—8 % beträgt; steigt er auf 19,6—22,28 %, so ist die Luftabsorption konstant, etwa 2,7 % bei 720 mm Druck und gewöhnlicher Temperatur.

Unmittelbar an der Änderung optischer Eigenschaften konnte F. RINNE<sup>1</sup> bei entwässerten Chabasitplatten mit nur etwa 6 % H<sub>2</sub>O die Aufnahme von CO<sub>2</sub> feststellen.

## II.

Während die Absorption von Wasserdampf unter den wechselndsten Bedingungen häufig eingehend studiert wurde, scheinen die Anregungen, die in den Arbeiten von G. FRIEDEL liegen, nicht weiter verfolgt worden zu sein.

Es wurden daher Versuche angestellt, um den Umfang der Absorption von Gasen, sowie die Art der Erscheinung möglichst quantitativ zu ermitteln. Hierzu bot sich folgender Weg: Eine in bestimmter Weise vorbehandelte Menge von Zeolithkristallen — es wurde Chabasit von Rübendörfel in Böhmen dazu benutzt — wurde in eine Gasatmosphäre gebracht und dann volumetrisch die aufgenommene Gasmenge bestimmt. Wie einfach zunächst eine solche Methode schien, so zeigten sich im Verlauf der Untersuchung manche Schwierigkeiten. Da die Versuche nur über eine beschränkte Zeit von einigen Tagen ausgedehnt werden können, so ist man nie ganz sicher, auch den völligen Sättigungszustand erreicht zu haben, da die Geschwindigkeit der Diffusion unbekannt ist. Auch ist es nicht möglich, den entwässerten Zeolith gleichzeitig völlig luftfrei zu machen. Man muß zunächst von der Annahme ausgehen, daß durch Evakuieren die Luft größtenteils ausgetrieben wird. Es wurden aus diesem Grunde die Versuche schließlich nur mit Luft ausgeführt. Indessen hat die Beschäftigung mit diesem Gegenstand zu der Konstruktion einer neuartigen

<sup>1</sup> F. RINNE, N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. II. 30.

Apparatur<sup>1</sup> geführt, mit der durch Torsionsschwingungen die Änderung der trägen Masse infolge Gasaufnahme bestimmt wird. Hierdurch wurde eine wesentliche Verfeinerung in der Methodik erzielt, so daß eine Nachprüfung der folgenden Resultate, die häufig nicht ohne weiteres deutbar sind, erfolgen kann. Immerhin erschien es nützlich, die Resultate der bisherigen Untersuchung mitzuteilen.

Nach einigen Vorversuchen wurde eine Apparatur aufgebaut, die im einzelnen aus der Fig. 1 ersichtlich ist. Ein aus dünnem Platindraht gewickelter elektrischer Ofen O konnte über das schwer schmelzbare Glasrohr, das die Form einer geraden Röhre von der Länge 34 cm und den inneren Durchmesser 1,5 cm hatte, leicht verschoben werden und gestattete, die Substanz bis zur Erweichung des Glases zu erhitzen. In die Mitte der Glasröhre wurde 9,87 g entwässerter Chabasit, der bis auf eine Korngröße von 0,2—0,5 mm zerkleinert worden war, gebracht und in eine Rolle aus sehr feiner Drahtgase eingeschlossen, die sich mit ganz geringem Spielraum in die Röhre schieben ließ. Zu beiden Seiten ward die Röhre mit Glasperlen, die vorher mit Salz- und Schwefelsäure und destilliertem Wasser gereinigt wurden, eng ausgefüllt. Nach links war die Röhre mittels eines eingeschlifften Glasstöpsels verschlossen, durch den die Drähte eines geeichten Thermoelements (Kupfer und Konstantan) geleitet wurden, dessen eine Lötstelle im Innern des Chabasits gelegen war. An einem Millivoltmeter G für Temperaturmessungen konnten dann die jeweiligen Temperaturen, denen der Chabasit ausgesetzt wurde, gemessen werden. Der Glasstöpsel war bis an die Glasperlen mit Siegellack luftdicht ausgefüllt. Nach rechts war das Verbrennungsrohr durch einen kurzen Druckschlauch an das übrige Röhrensystem angeschlossen, von dem es durch einen Glashahn a abgeschlossen werden konnte. Es folgten dann der Reihe nach ein Manometer M, an dem der im Innern des Systems herrschende Unterdruck mittels einer Skala in Zentimeter Hg abgelesen werden konnte. Weiter folgte, um die Gewißheit zu haben, daß nur trockene Gase untersucht wurden, eine Röhre mit  $P_2O_5$ , worauf sich die Röhre in drei Teile teilte, die durch die Hähne c, d, e nach außen zu abgeschlossen werden konnten. Die mittelste diente als Gasleitungsröhre; das Gas, das, soweit es sich nicht um Luft handelte, in einem Gasometer aufbewahrt wurde, wurde in einer Waschflasche F mit Schwefelsäure und einer  $P_2O_5$ -Röhre getrocknet und dem System durch den Hahn d zugeleitet. Der Hahn e stellte dann die Verbindung mit der Luftpumpe L her, der Hahn c gestattete den Anschluß an eine in Kubikzentimeter geteilte Burette B. Sie war an einem Holzgestell befestigt, in dem zwischen zwei Schienen ein mit Wasser gefülltes Gefäß, das mit ihr durch einen Schlauch verbunden war, durch das Zahnrad Z und die Vermittlung

<sup>1</sup> Über die Ausarbeitung dieser Apparatur vgl. R. SEELIGER.

der Rolle R auf und ab verschiebbar war. Durch diese Einrichtung konnte das Gas stets auf Atmosphärendruck gehalten werden und die durch die Absorption bedingte Druckveränderung stets durch die Nachstellung dieses Wassergefäßes ausgeglichen werden. Diese ganze Anordnung hatte folgende Vorteile: Einmal konnte stets unter gleichen Bedingungen des Drucks und der Temperatur gearbeitet werden, denn durch die Bürette B war es möglich, jederzeit den Absorptionsraum mit Gas von konstantem Druck anzufüllen und im Maße der Absorption selbst nachzufüllen.

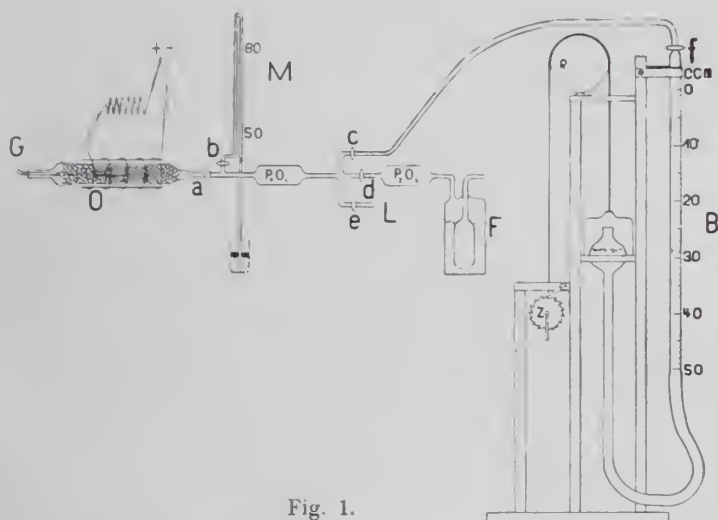


Fig. 1.

Durch das Manometer M konnte nach dem Abschluß von F und B das durch die Luftpumpe L erzielte Vakuum geprüft werden. Der Ofen gestattete ein Konstanthalten einer beliebigen Temperatur bis zu  $450^{\circ}$ . Die Versuche gingen im allgemeinen so vor sich: Durch die bis auf  $\frac{1}{100}$  mm Hg auspumpende Luftpumpe L wurde nach Abschluß der Hähne d und f das System evakuiert, dabei waren die Hähne a, b, c, e geöffnet und mit dem Manometer M wurde das Vakuum geprüft. Dann wurden a, b und e abgeschlossen und durch d Gas in das Röhrensystem eingeleitet. Durch Öffnen von f sank das Wasser bis zur Marke 50 in der Bürette, auf dieselbe Höhe wurde dann der Wasserspiegel in dem beweglichen Gefäße gebracht. Nun wurde d wieder geschlossen, dafür a geöffnet, und der Absorptionsraum füllte sich mit Gas, das Wasser in der Bürette B stieg. Durch mehrmalige Wiederholung dieser Operation konnte es leicht erreicht werden, daß das Wasser in B beim Heben des Gefäßes nicht mehr bis zur Marke Null stieg, sondern gleich hoch

in beiden Schenkeln bei irgend einer Marke verharrete. Auf diese Weise konnten die in das evakuierte System hineingeführten Gasmengen gemessen werden. Zur rechnerischen Auswertung der Versuche ist es notwendig, den im Absorptionsraum vorhandenen toten Raum, der nach Möglichkeit durch die Einführung von Glasperlen vermindert wurde, zu bestimmen. Das wurde in der Weise gemacht, daß das ganze Rohr mit den gleichen Glasperlen angefüllt wurde. In der vorher beschriebenen Weise gibt dann der Wasserstand in der Bürette ohne weiteres den Inhalt der Zwischenräume zwischen den Glasperlen an; dieser sei  $D$ . Schwieriger ist die Bestimmung des toten Raumes zwischen den Chabasitkörnern, einmal darf man bei den Versuchen nicht unter einen bestimmten Grad der Körnelung —  $0,2-0,5$  mm — heruntergehen, und dann muß die Annahme gemacht werden, daß die Volumina des entwässerten und natürlichen Chabasits gleich sind. Das spezifische Gewicht des wasserhaltigen Chabasits beträgt nach ZIRKEL 2,1. Unsere  $9,87$  g entwässertes Chabasit wogen im unentwässerten Zustande  $12,26$  g, so daß ihnen ein Volumen von  $\frac{12,26}{2,1} = 5,8$  ccm zukommt; denselben Raum muß nach unserer Annahme auch unser entwässertes, zur Untersuchung benutzter Chabasit einnehmen. Eine geometrische Abmessung des von dem Chabasit erfüllten zylinderförmigen Raumes ergab den Wert  $7,8$  ccm. Danach konnte der tote Raum innerhalb der Chabasitkörner nicht mehr als  $2,0$  ccm betragen. Nimmt man nun einen Mittelwert von rund  $7$  ccm — d. h.  $1$  g Chabasit nimmt einen Raum von  $\frac{7}{9,87} = 0,71$  ccm ein — für den von den Chabasitkörnern wirklich eingenommenen Raum an, so beträgt der tote Raum zwischen denselben rund  $1$  ccm. Mithin hatte der ganze tote Raum eine Größe von  $D - 7,8 + 1$  ccm, die also nun bestimmt war und nicht mehr als um  $2$  ccm variieren konnte. Dieser Unterschied ist aber so klein gegen die wesentlich größeren absorbierten Gasmengen, daß er keinen Einfluß auf den Verlauf der Absorptionskurven haben kann.

### III.

Es wurden zunächst einige orientierende Versuche über die Art und Stärke der Absorption von Gasen angestellt. Eine beliebige Menge von teilweise entwässertem, bei  $450^{\circ}$  ausgeglühtem Chabasit wurde in ein Knierohr aus schwer schmelzbarem Glas gebracht, das bis zum Knie davon angefüllt wurde. Dieses Rohr war links von  $a$  in Fig. 1 an die Röhre mit Siegelack angekittet. Durch die Gasflamme eines Bunsenbrenners wurde dann das Rohr mit dem Chabasit kräftig eine kurze Zeit erhitzt und ausgepumpt. Das Hg im Manometer stieg auf die dem zurzeit herrschenden Luftdruck entsprechende Höhe. Nachdem das Erhitzungsrohr wieder Zimmertemperatur angenommen hatte, wurde Luft eingelassen,

worauf sofort die Hg-Säule ganz hernuntersank und damit Gleichgewicht anzeigte. Wurde nun die Luftzuleitung durch Hahn d unterbunden, so stieg sofort das Hg in der Röhre, der Druck im Innern nahm also ab. Mithin war das ein Zeichen für eine stattfindende Absorption von Luft durch den Chabasit. Dieser Versuch wurde nacheinander mit H, N und CO<sub>2</sub> gemacht. Immer nach vorherigem Evakuieren bei einer Entgasungstemperatur, wie sie durch die heiße Bunsenflamme gegeben war, und nach erfolgtem Erkalten wurde ein Gas eingelassen, und stets deutete ein schnelles Ansteigen der Hg-Säule nach der Unterbindung der Gaszufuhr auf Absorption des betreffenden Gases hin. Das Steigen des Hg hielt etwa eine Stunde an, zuerst sehr heftig, dann allmählich langsam werdend. Die Schnelligkeit hing von der Art des Gases ab, so wurden Luft, H, N in steigender Heftigkeit absorbiert. Schließlich trat Ruhe ein, und der Druck innerhalb der Röhren änderte sich auch nach Tagen nicht.

Um nun aber auch vollkommene Gewißheit für die Absorption zu haben, wurde ein Kontrollversuch mit Glasperlen gemacht. Statt des Chabasits wurde also in das Rohr ein gleiches Quantum Glasperlen eingebracht und nun ganz dieselben Versuche, wie oben beschrieben, ausgeführt. Aber jedesmal änderte die Hg-Säule ihren Stand nicht; sie blieb, nachdem sie einmal gesunken war und dann die Gaszufuhr unterblieb, auf demselben Stand stehen, selbst tagelang, stieg also nicht.

Damit war einwandfrei festgestellt, daß tatsächlich Absorption verschiedener Gase stattfand, und daß die absorbierten Mengen, vielleicht auch nur zum Teil, durch Erhitzen wieder ausgetrieben werden konnten.

In einem weiteren Versuch wurde die Schnelligkeit der Absorption gemessen und untersucht, ob sich hierbei Gleichgewicht einstellte oder nicht. Hierzu wurde wie vorher Chabasit durch Erhitzen bei gleichzeitigem Evakuieren auf 740 mm Hg Unterdruck im Rohre vorbereitet, dann so lange CO<sub>2</sub> bei geschlossenem Hahne a eingelassen, bis das Hg den Stand 30 ccm anzeigte. Das Aufsteigen des Hg-Meniskus nach Öffnen des Hahnes a wurde zeitlich verfolgt und ergab die Zahlen der Tabelle 1. Wie auch aus der Kurve I der Fig. 2 hervorgeht, erfolgt die Absorption im wesentlichen innerhalb der ersten Minute. Nach 5 Minuten sind bereits konstante Verhältnisse eingetreten, indem sich offenbar ein Gleichgewicht hergestellt hat, das sich auch im Verlaufe einer Stunde nicht mehr verändert. Nun wurde bei Zimmertemperatur nochmals evakuiert bis auf einen Unterdruck von 664 mm Hg und von neuem CO<sub>2</sub> bis zur Marke 30 eingelassen. Das Resultat ist in Tabelle 1, II enthalten und in Kurve II der Fig. 2 zeichnerisch dargestellt. Auch hier erkennt man an der starken Druckverminde-

Tabelle 1.

| I. CO <sub>2</sub> |                   | II. CO <sub>2</sub> |                   | III. N |                   | IV. H |                   |
|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|
| Zeit               | Höhe der Hg-Säule | Zeit                | Höhe der Hg-Säule | Zeit   | Höhe der Hg-Säule | Zeit  | Höhe der Hg-Säule |
| 0 sec              | 30,0 cm           | 0 sec               | 30,0 cm           | 0 sec  | 30,0 cm           | 0 sec | 30,0 cm           |
| 30 "               | 60,0 "            | 35 "                | 58,5 "            | 2 "    | 35,0 "            | 2 "   | 37,0 "            |
| 1 min              | 60,8 "            | 1 min               | 58,7 "            | 10 "   | 38,5 "            | 10 "  | 38,0 "            |
| 1½ "               | 61,5 "            | 1½ "                | 58,9 "            | 30 "   | 40,5 "            | 30 "  | 39,0 "            |
| 2 "                | 62,1 "            | 2 "                 | 59,2 "            | 45 "   | 41,0 "            | 45 "  | 39,3 "            |
| 2½ "               | 62,5 "            | 2½ "                | 59,4 "            | 60 "   | 41,5 "            | 1 min | 39,4 "            |
| 3 "                | 62,8 "            | 3 "                 | 59,6 "            | 1½ min | 41,9 "            | 1½ "  | 39,5 "            |
| 3½ "               | 63,0 "            | 3½ "                | 59,8 "            | 2 "    | 42,2 "            | 2 "   | 39,7 "            |
| 4 "                | 63,2 "            | 4 "                 | 60,0 "            | 3 "    | 42,5 "            | 3 "   | 39,8 "            |
| 4½ "               | 63,4 "            | 5 "                 | 60,3 "            | 4 "    | 42,8 "            | 4 "   | 39,9 "            |
| 5 "                | 63,6 "            | 6 "                 | 60,5 "            | 5 "    | 43,0 "            | 5 "   | 39,9 "            |
| 6 "                | 63,8 "            | 7 "                 | 60,6 "            | 6 "    | 43,2 "            | 7 "   | 40,1 "            |
| 7 "                | 64,0 "            | 8 "                 | 60,7 "            | 7 "    | 43,4 "            | 10 "  | 40,2 "            |
| 8 "                | 64,1 "            | 9 "                 | 60,8 "            | 8 "    | 43,6 "            | 15 "  | 40,4 "            |
| 9 "                | 64,2 "            | 10 "                | 61,1 "            | 9 "    | 43,7 "            | 20 "  | 40,5 "            |
| 10 "               | 64,3 "            | 11 "                | 61,2 "            | 10 "   | 43,9 "            |       |                   |
| 11 "               | 64,4 "            | 12 "                | 61,4 "            | 11 "   | 43,9 "            |       |                   |
| 12 "               | 64,5 "            | 13 "                | 61,5 "            | 13 "   | 44,2 "            |       |                   |
| 13 "               | 64,6 "            | 14 "                | 61,6 "            | 15 "   | 44,3 "            |       |                   |
| 14 "               | 64,8 "            | 15 "                | 61,7 "            | 20 "   | 44,8 "            |       |                   |
| 15 "               | 64,9 "            | 18 "                | 61,8 "            | 25 "   | 45,0 "            |       |                   |
| 20 "               | 65,1 "            | 20 "                | 62,0 "            | 30 "   | 45,2 "            |       |                   |
| 25 "               | 65,3 "            | 25 "                | 62,2 "            | 36 "   | 45,4 "            |       |                   |
| 30 "               | 65,4 "            | 30 "                | 62,3 "            | 40 "   | 45,6 "            |       |                   |
| 40 "               | 65,4 "            | 35 "                | 62,3 "            | 45 "   | 45,6 "            |       |                   |
| 50 "               | 65,5 "            | 40 "                | 62,3 "            | 50 "   | 45,6 "            |       |                   |
| 60 "               | 65,5 "            | —                   | —                 | —      | —                 |       |                   |

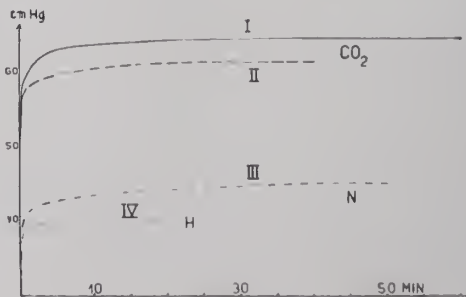


Fig. 2.

Tabelle 2.

| Ver-<br>such | Nach Eva-<br>kuieren<br>b. Erhitzen<br>Zuführung<br>von | Nach Eva-<br>kuieren<br>Zuführung<br>von  | Weitere Zuführung von Gasen               |                               |   |                                    |
|--------------|---|---|---|-------------------------------|---|------------------------------------|
|              |   |   | Druck:                                    | Druck:                        | Druck:                                    | Druck:                             |
| a            | Druck:<br>74,5 cm                                       | Druck:<br>66,4 cm                         | Druck:<br>62,3 cm                         | Druck:<br>45,6 cm             |   |                                    |
|              | CO <sub>2</sub> :<br>65,5 cm<br>in 50 min               | CO <sub>2</sub> :<br>52,3 cm<br>in 30 min | N:<br>15,6 cm<br>in 50 min                | H:<br>10,5 cm<br>in 20 min    | —   | —                                  |
| b            | Druck:<br>76,3 cm                                       | —   | Druck:<br>66,2 cm                         | Druck:<br>54,7 cm             | Druck:<br>51,8 cm                         | Druck:<br>46,1 cm                  |
|              | CO <sub>2</sub> :<br>66,2 cm<br>in 40 min               | —   | H:<br>54,7 cm<br>in 50 min                | N:<br>51,8 cm<br>in 55 min    | CO <sub>2</sub> :<br>46,1 cm<br>in 50 min | Leuchtgas:<br>39,9 cm<br>in 70 min |
| c            | Druck:<br>77,7 cm                                       | —   | Druck:<br>52,2 cm                         | Druck:<br>42,1 cm             | Druck:<br>35,3 cm                         | Druck:<br>32,1 cm                  |
|              | H:<br>52,2 cm<br>in 60 min                              | —   | Luft:<br>42,1 cm<br>in 30 min             | N:<br>35,3 cm<br>in 45 min    | CO <sub>2</sub> :<br>32,1 cm<br>in 60 min | H:<br>30,6 cm<br>in 20 min         |
| d            | Druck:<br>76,1 cm                                       | —   | Druck:<br>50,3 cm                         | Druck:<br>40,8 cm             | Druck:<br>35,8 cm                         | Druck:<br>32,9 cm                  |
|              | N:<br>50,3 cm<br>in 40 min                              | —   | CO <sub>2</sub> :<br>40,8 cm<br>in 60 min | Luft:<br>35,8 cm<br>in 45 min | Leuchtgas:<br>32,9 cm<br>in 2½ St.        | H:<br>0,0 cm                       |

nung, die zum großen Teil auch noch von der Ausfüllung des toten Raumes links von a herrührt, daß in der ersten Minute der Hauptteil des Gases absorbiert wird, und daß nach etwa 20 Minuten ein Gleichgewichtszustand erreicht wird, der nicht ganz mit dem ersten übereinstimmt, weil sich im System mehr CO<sub>2</sub> befindet als vorher, da ja bei der zweiten Evakuierung nicht das gleiche hohe Vakuum erzielt wurde. Diese Unterschiede zeigen sich noch deutlicher, wenn man ohne neues Evakuieren weitere Gasmengen einführt. So wurden nacheinander auch wieder bis zum Unterdrucke 30 cm N und H eingelassen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 1, III und IV wiedergegeben, sowie durch die Kurven III und IV in Fig. 2. Die Kurven zeigen, daß die Absorptionen in gleichartiger Weise erfolgen. Der Vorgang ist vielleicht so zu denken, daß zwar CO<sub>2</sub> unter fortgesetzter Vermehrung der gasförmigen Phase aufgenommen wird



und N und H nur nachrücken. Es wurde zunächst nicht näher verfolgt, ob neben  $\text{CO}_2$  auch N und H in das Kristallmolekel eintreten. Für die erste Erklärung spricht, daß, wie in Tabelle 2 näher zusammengestellt ist, ein Wechsel in der prinzipiellen Anlage der Kurve nicht eintritt, wenn man die Reihenfolge der Gase unter denselben Bedingungen permutiert und neue Stoffe wie Leuchtgas und Luft einführt. In Tabelle 2 sind die Endwerte der Absorptionen nach einem jedesmaligen Versuch von der angegebenen Dauer eingetragen. Versuch a entspricht den in Tabelle 1 ausführlich geschilderten Beobachtungen; im Versuch b folgt auf die Kohlensäure H, N,  $\text{CO}_2$ , Leuchtgas, Luft; in Versuch c wurde nach H Luft, N,  $\text{CO}_2$ , H, in Versuch d wurden N,  $\text{CO}_2$ , Luft, Leuchtgas eingelassen. Die Ausgangsdrucke sind in der Tabelle jedesmal vermerkt worden; aus der Tabelle geht aber noch hervor, daß die verschiedenen Gase verschiedenartig absorbiert werden.

(Schluß folgt.)

## Ein Beitrag zur geologischen Kenntnis der Landschaft Usaramo in Deutsch-Ostafrika.

Von **H. Reck** und **W. O. Dietrich** in Berlin.

Mit 3 Textfiguren.

### I.

(H. R.): Die tiefe Deckschichtenverhüllung der Daressalamer Küstenlandschaft und ihres Hinterlandes bis zum Ruvu, die den Namen Usaramo tragen, hat lange Zeit den geologischen Aufbau in völligem Dunkel gelassen, und es bedurfte schon des Scharfblicks BORNHARDT'S,\* um hier — besonders in den südlichen Steilrandgebieten des zentralen Plateauhöhenzuges — erste sichere Unterlagen zu bringen. Seit BORNHARDT'S Zeiten schuf der im nördlichen Teilgebiet gelegene Schurf der Mittellandbahn ein neues, vorzügliches Profil, das merkwürdigerweise noch nicht ausgewertet wurde, trotzdem eine ganze Anzahl von Geologen es gesehen hat. Der Umbau der Bahn 1912/13 endlich brachte abermals ein noch tieferes, frisches Profil zustande, das im ganzen parallel nahe dem älteren gelegen, mit diesem zusammen den Schlüssel zu mancherlei neuer Erkenntnis bot.

So legte es Brüche und Verwerfungen frei, welche die bis dahin nur nach den morphologischen Verhältnissen eingeschätzte einfache Tektonik der Landschaft vollauf bestätigen und unsere Kenntnis darüber erweitern. Dies soll jedoch anderen Ortes dargelegt werden.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [1921](#)

Autor(en)/Author(s): Nacken Richard, Wolff Wilhelm

Artikel/Article: [Über die Absorption von Gasen durch Chabasit. 364-372](#)