

## HAUPTVERSAMMLUNG 1933

Gemäß Satz 15, Abs. 1 der Vereinssatzung wird hiermit bekanntgemacht, daß die diesjährige Hauptversammlung

**VOM 7. BIS 10. JUNI 1933 IN WÜRZBURG**

stattfindet. Die Versammlung wird sich dem Ernst der Zeit entsprechend im einfachsten Rahmen halten. Nachdem die ursprünglich für Köln in Verbindung mit der ACHEMA VII vorgesehene Tagung mit Rücksicht auf die ACHEMA auf 1934 verschoben werden mußte, hat sich der Vorstand für einen Tagungsort entschieden, der durch seine zentrale Lage für die Mehrzahl der Teilnehmer die Reise verbilligt und, wenn auch alle geselligen Veranstaltungen sehr einfach sein müssen, als Stadt selber zum Besuch der Tagung verlockt. Dies alles ließ uns Würzburg wählen.

Das ausführliche, vorläufige Programm mit den Anmeldevordrucken wird Ende März/Anfang April veröffentlicht. Anmeldungen von Vorträgen für die Fachgruppensitzungen werden an die Vorsitzenden der Fachgruppen erbeten, auf Wunsch an diese auch durch die Geschäftsstelle des V. d. Ch., Berlin W 35, Potsdamer Str. 103 a, übermittelt.

**TERMINAKALENDER**

Anträge auf Satzungsänderung (Satz 19 der Satzung) bis 15. März. — Sonstige Anträge, die auf der Hauptversammlung zur Verhandlung kommen sollen (Satz 13, 8. Absatz) bis 12. April. — Vorschläge der Bezirksvereine für die Wahlen in den Hauptvorstand bis 26. April.

VEREIN DEUTSCHER CHEMIKER E.V.

**Sorption von Gasen, Dämpfen und Nebeln.**

Von Prof. Dr. H. REMY, Hamburg.

(Eingeg. 17 November 1932.)

Vorgetragen auf der Gründungssitzung der Fachgruppe für Luftschutz am 24. Oktober 1932 in Berlin.

Das Studium der Sorption von Gasen, Dämpfen und Nebeln fällt in ein Wissenschaftsgebiet, das — ähnlich wie es etwa bei der Elektrochemie der Lösungen der Fall ist — gegen andere Gebiete der chemischen Wissenschaft natürliche Grenzen besitzt, während die in das Gebiet hineingehörigen Gegenstände untereinander enge Beziehungen aufweisen und sich gegenseitig weitgehend durchdringen. Die Bezeichnung eines solchen in sich geschlossenen Wissenschaftsgebiets mit einem besonderen Namen ist zweckmäßig, und ich schlage vor, das in Rede stehende Gebiet als Aerochemie oder Luftchemie zu bezeichnen. Unter Aerochemie (oder Luftchemie) wollen wir verstehen: *diejenige Wissenschaft, die sich mit den Eigenschaften und dem Verhalten der Luft und der im Luftraum (normalerweise oder zufällig oder infolge menschlicher Einwirkung) gasförmig oder im Schwebezustand vorkommenden Stoffen und der aus ihnen als Bestandteilen sich zusammensetzenden Systeme sowie mit den Methoden ihrer Darstellung, Erkennung, Untersuchung, Nutzbarmachung, Unschädlichmachung oder auch der Verhütung ihrer Bildung befaßt.* Kurz kann man auch sagen: *Die Aerochemie ist die Chemie derjenigen Stoffe und Systeme, die für den Luftraum Bedeutung haben oder haben können.*

Eine besondere Rolle spielen in der Aerochemie die aus Luft oder anderen Gasen als Dispersionsmitteln und flüssigen oder festen Körpern als dispersen Stoffen bestehenden Systeme, also die Nebel, Rauche und Stäube. Die Technik hat sich mit diesen in den letzten Jahrzehnten in zunehmendem Maße beschäftigt. Ihr rein wissenschaftliches Studium ist dagegen bisher über verhältnismäßig bescheidene Anfänge noch nicht hinausgekommen.

Das Studium der Sorption der in dieser Form auftretenden Stoffe hat natürlich zur Voraussetzung eine Beschäftigung mit der Frage nach der Natur und den Eigenschaften solcher Systeme. Schon auf diesem, vom wissenschaftlichen Standpunkte an den Anfang zu setzenden Forschungsgebiete bleibt noch manches zu klären. Aber selbst das, was bereits klargestellt wurde, ist vielfach noch nicht in den allgemeinen Wissenschatz der auf diesem Gebiete Tätigen übergegangen. Z. B. sind allgemein verbreitet irrite Vorstellungen über die Natur einer so typischen Nebelart, wie sie durch die vom Ansehen jedem Chemiker wohlbekannten Salmiaknebel vertreten wird. Man findet hierüber selbst in sonst zuverlässigen Lehrbüchern<sup>1)</sup> die Angabe, daß sie den Salmiak in fester Form bzw. in Form von Kriställchen enthalten. In Wirklichkeit bestehen die in üblicher Weise erzeugten Salmiaknebel (deren althergebrachte Bezeichnung als „Nebel“ also vollkommen korrekt ist) ausschließlich aus Flüssigkeitströpfchen, von denen jedes eine Lösung von Salmiak in Wasser darstellt (u. U. noch mit einem Gehalt an überschüssigem HCl oder NH<sub>3</sub>). Einen einigermaßen beständigen Salmiakstaub oder -rauch zu erhalten, also ein System, in dem tatsächlich feste Salmiakteilchen die disperse Phase bilden, ist gar nicht einfach. Man kann dazu durch Sublimation von Salmiak und Durchleiten des Dampfes durch ein erhitztes Rohr gelangen, muß aber scharf trocknen, da sich bei Gegenwart von Feuchtigkeit auch unter diesen Versuchsbedingungen Lösungströpfchen, also Nebel bilden<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Siehe z. B. K. A. Hofmann, Lehrbuch der anorgan. Chemie, 7. Aufl. (1931), S. 98; Flury-Zernik, Schädliche Gase (1931), S. 10.

<sup>2)</sup> H. Remy u. K. Ruhland, Ztschr. anorgan. allg. Chem. 139, 65 [1924]. Vgl. auch H. Remy u. H. Finnern, ebenda 159, 241 [1927].

Zwischen Nebeln und Stäuben, vor allem zwischen feuchten Nebeln einerseits und Stäuben andererseits<sup>3</sup>) scharf zu unterscheiden, ist unbedingt notwendig, da sich ein und derselbe Stoff ganz verschieden verhält, je nachdem, ob er in Nebelform oder in Staubform vorliegt, wie ich bereits vor 10 Jahren nachgewiesen habe<sup>4</sup>). Es ließ sich z. B. zeigen, daß die bekannte Eigentümlichkeit des Schwefeltrioxyds, von hochkonzentrierter Schwefelsäure absorbiert zu werden, durch Wasser oder verdünnte Schwefelsäure dagegen in Nebelform hindurchzugehen, darauf beruht, daß das aus dem Kontaktöfen kommende Schwefeltrioxyd die Natur eines trockenen Nebels bzw. eines „kolloiden Staubes“ hat, daß es dagegen bei Zutritt schon von minimalen Mengen Wasserdampf in den Zustand eines feuchten Nebels übergeht. Feuchte Schwefeltrioxydnebel werden durch hochkonzentrierte Schwefelsäure nicht nur nicht besser, sondern ganz wesentlich schlechter zurückgehalten als durch verdünnte Schwefelsäure oder durch reines Wasser<sup>5</sup>).

Die Beständigkeit der Nebel gegenüber den für Gase üblichen Absorptions- und Adsorptionsmitteln hängt nicht, wie man früher glaubte, mit einem Gleichgewicht zwischen der Dampfdruckerniedrigung durch den in den Flüssigkeitströpfchen gelösten Stoff und der Dampfdruckerhöhung durch die Krümmung der Oberfläche zusammen, noch mit einer elektrischen Aufladung der Tröpfchen. Denn die sog. „chemischen Nebel“, wie z. B. die Salmiak- und die Schwefeltrioxydnebel, die die Eigenschaft schlechter Sorbierbarkeit in typischer Weise besitzen, tragen (im Gegensatz zu durch Zerstäuben hergestellten oder atmosphärischen Nebeln) keine elektrischen Ladungen<sup>6</sup>). Die schlechte Sorbierbarkeit beruht auf der im Verhältnis zu den Gasmolekülen sehr geringen Beweglichkeit der Nebelteilchen. Diese geringe Beweglichkeit wurde zuerst von H. Pick<sup>7</sup>) als Erklärungsgrund für die mangelhafte Sorption von nebelförmigen Stoffen durch die üblichen Gasmaskenfüllstoffe (aktive Kohle, Bimsstein usw.) angeführt. Ich konnte später zeigen<sup>8</sup>), daß die schwere Beweglichkeit der Nebelteilchen ganz allgemein der Grund für die Nichtabsorption von Nebeln, auch durch Flüssigkeiten, ist, und zwar auch in solchen Fällen, in denen, wie z. B. für die Nichtabsorbierbarkeit der SO<sub>3</sub>-Nebel durch Wasser, früher andere Erklärungen versucht worden waren.

Ein im Zusammenhang mit der Absorption von Nebeln und kolloiden Stäuben zu behandelndes Problem ist das folgende:

Wenn man aus einem gleichzeitig Nebeltröpfchen und Dämpfe mit sich führenden Gasstrom die Nebeltröpfchen durch Filtrieren und die Dämpfe durch ein Ad- oder Absorptionsmittel beseitigen will, verfährt man dann — vorausgesetzt, daß die Nebeltröpfchen, wie dies meist der Fall ist, durch das Filtrieren nicht vollkommen beseitigt werden — am besten so, daß man den Nebel und Dampf führenden Gasstrom zuerst filtriert und dann über oder durch das Sorptionsmittel schickt, oder verfährt man besser umgekehrt? — Im wesentlichen auf dasselbe hinaus kommt die folgende Frage:

<sup>3</sup>) Den Stäuben analog erhalten sich manche trockenen (d. h. wasserfreien) Nebel, z. B. trockene SO<sub>3</sub>-Nebel.

<sup>4</sup>) H. Remy, Ztschr. Elektrochem. 28, 467 [1922]. Vgl. auch Remy u. Finnern, a. a. O., sowie H. Remy, Chem.-Ztg. 52, 677 bis 679 und 698—699 [1928]. <sup>5</sup>) Remy u. Ruhland a. a. O.

<sup>6</sup>) H. Remy u. C. Koch, Ztschr. anorgan. allg. Chem. 139, 69 [1924].

<sup>7</sup>) Ullmanns Enzyklopädie d. techn. Chemie, Bd. 10, 115 [1922].

<sup>8</sup>) Remy u. Finnern, a. a. O.

Wenn man ein Gas von einem mitgeführten Dampf befreit, z. B. von Wasserdampf durch Leiten über Calciumchlorid, und man — um in dem herangezogenen Beispiel zu bleiben — das Calciumchlorid (wie es häufig beim Trocknen von Gasen im Laboratorium geschieht) in eine Röhre bringt, die man an beiden Enden durch je einen Wattepropfen verschließt, addiert sich dann gegenüber den Nebelteilchen, die von dem die Röhre passierenden Gasstrom mitgeführt werden, die Filterwirkung der beiden Wattepropfen derart, daß zwei Watteschichten, sagen wir von je 1½ cm Länge, ebenso wirken wie eine Watteschicht von 3 cm Länge?

Tabelle 1. Nebelsorption durch Calciumchlorid und Watte. Sorptionswirkung von 20 cm Calciumchlorid . . . . .	
Sorptionswirkung von 20 cm Calciumchlorid . . . . .	gef. 43,5%, 39,1%
Sorptionewirkung von 3 cm Watte gef. 84,1%, 85,7%, 86,6%, 79,8%	
Sorptionswirkung von 20 cm Calciumchlorid + 3 cm Watte . . . . .	gef. 85,4%, 90,6%; ber. 91%
Sorptionswirkung von 3 cm Watte + 20 cm Calciumchlorid . . . . .	
Sorptionswirkung von 10 cm Calciumchlorid . . . . .	gef. 17,9%, 26,2%
Sorptionswirkung von 10 cm Calciumchlorid + 3 cm Watte . . . . .	gef. 83,4%, 89,9%; ber. 88%
Sorptionswirkung von 3 cm Watte + 10 cm Calciumchlorid . . . . .	gef. 84,4%, 83,4%; ber. 88%

Die Antwort geben die in Tabelle 1 zusammengestellten Versuche. In diesen wurde das Sorptionsvermögen einer Watte- und einer Calciumchloridschicht gegenüber Salmiaknebeln gemessen und verglichen mit dem Sorptionsvermögen der Kombination: Watteschicht + Calciumchloridschicht. Die in der Tabelle als „berechnet“ eingetragenen Werte sind berechnet worden unter der Annahme, daß sich das Sorptionsvermögen des Calciumchlorids gegenüber den Nebeln einfach zu demjenigen der Watte addiert<sup>9</sup>). Die unter dieser Annahme berechneten Werte stimmen mit den gefundenen innerhalb der Grenze der (hauptsächlich durch Dichtigkeitschwankungen der Nebel bedingten) Versuchsfehler überein. Die Sorptionswirkungen addierten sich also, und es war in dem untersuchten Falle für die Wirkung gleichgültig, ob der nebelführende Gasstrom erst die Watte und dann das Calciumchlorid passierte, oder ob er in der umgekehrten Richtung hindurchgeführt wurde.

Es ist aber zu beachten, daß diese beiden Stoffe: Watte und Calciumchlorid, sich gegenüber Salmiaknebeln und Salmiakstäubchen nahezu gleichartig verhalten. Man darf das hier gefundene Resultat also nicht unvorsichtig verallgemeinern. Im Gegenteil läßt sich voraussehen, daß bei Wahl einer Kombination von zwei Sorptionsmitteln, von denen das eine stark trocknet und das andere die Eigenschaft hat, feuchte und trockene Nebel bzw. Nebel und Stäube in wesentlich verschiedenem Maße zurückzuhalten, die Sorptionswirkung gegenüber den Nebeln von der Durchströmungsrichtung nicht unabhängig sein wird.

Mit Rücksicht auf die Laboratoriumspraxis (Verwendung von Calciumchloridröhren zum Trocknen von Gasen) ist die aus den Versuchen der Tabelle 1 ersichtliche erhebliche Durchlässigkeit solcher Trockenröhren für Nebel von Interesse.

Ein anderes Problem, das sich in diesem Zusammenhang darbietet, ist die Frage: *Wie wird die Wirkung eines Sorptionsmittels für Gase und Dämpfe von auf dieses einwirkenden Nebeln beeinflußt?* Das Gegenstück hierzu bildet die Frage: *Wie wird die Wirkung bestimmt*

<sup>9</sup>) Näheres siehe in der Dissertation von H. Finnern, Hamburg 1926.

ter Stoffe gegenüber Nebeln von in dem Dispersionsmittel der Nebel enthaltenen Gasen oder Dämpfen beeinflußt?

In dem Falle, daß dem die Nebel mit sich führenden Gasstrom ein Gas beigemischt wurde, das von der vorgeschalteten Absorptionsflüssigkeit begierig aufgenommen wurde, konnte ein bedeutender Einfluß auf die Sorptionswirkung der letzteren auch den Nebelteilchen gegenüber festgestellt werden. Z. B. wurden durch drei hintereinander geschaltete Waschflaschen mit 20%iger Kalilauge von gewöhnlichen, feuchten Salmiaknebeln im Mittel nur 18% zurückgehalten. Bestand dagegen das die Nebel führende Gas zur Hälfte aus  $\text{CO}_2$ , so wurden von der Kalilauge 70% der Nebelteilchen zurückgehalten<sup>10)</sup>.

Bei diesen Versuchen mit Kalilauge handelte es sich um die Prüfung der Wirkung eines typischen Absorptions-

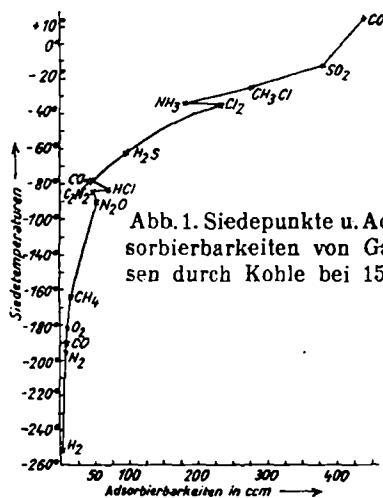


Abb. 1. Siedepunkte u. Adsorbierbarkeiten von Gasen durch Kohle bei 15°.

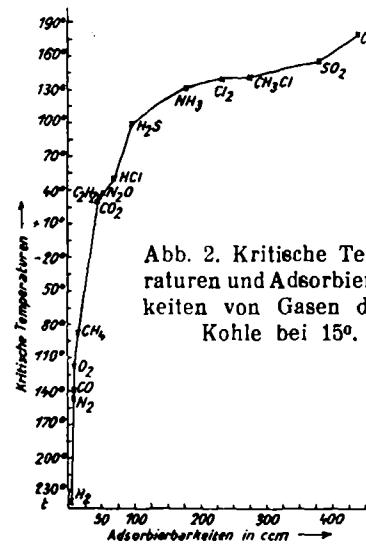


Abb. 2. Kritische Temperaturen und Adsorbierbarkeiten von Gasen durch Kohle bei 15°.

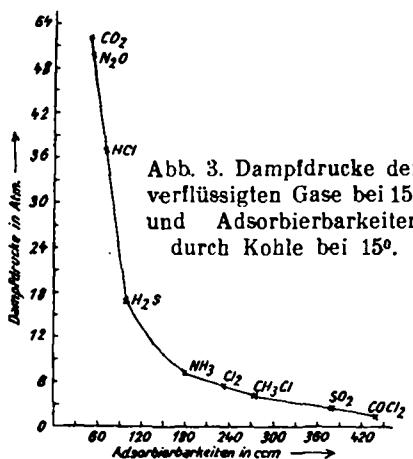


Abb. 3. Dampfdrücke der verflüssigten Gase bei 15° und Adsorbierbarkeiten durch Kohle bei 15°.

mittels für Gase gegenüber den Nebeln. Analoge Versuche, die mit einem typischen, starken Adsorptionsmittel, nämlich Gasmaskenkohle, angestellt wurden, führten dazu, systematisch das Verhalten einer größeren Anzahl von Gasen gegenüber aktiver Kohle zu untersuchen. Es ergab sich dabei ein einfacher und eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Grad der Adsorbierbarkeit der Gase und den Dampfdrucken derselben im verflüssigten Zustande.

Man hatte schon früher geprüft, ob zwischen den Adsorbierbarkeiten der Gase und ihren Siedepunkten oder zwischen den Adsorbierbarkeiten und den kritischen Temperaturen der Gase einfache Beziehungen vorhanden sind. Dies ist aber nicht der Fall. Auch bei unseren Versuchen ergab sich, daß zwischen diesen Eigenschaften keine einfachen Beziehungen bestehen (Abb. 1 u. 2). Daß aber zwischen den Dampfdrucken der verflüssigten Gase und ihren Adsorbierbarkeiten durch die von uns verwendete aktive Kohle ein einfacher Zusammenhang besteht, ersieht man aus der Abb. 3, in die als Abszissen die von 1 g Kohle bei 15° adsorbierten Mengen der von uns untersuchten Gase und als Ordinaten die Dampfdrucke, die diese Gase in verflüssigtem Zustande bei 15° besitzen, aufgetragen sind. Die Abhängigkeit der beiden Eigenschaften voneinander wird, wie man sieht, durch eine ganz regelmäßig verlaufende Kurve dargestellt.

Diese Beziehung gilt für die Adsorbierbarkeiten verschiedener Gase bei der gleichen Temperatur. Man kann aber auch die Adsorbierbarkeiten bei verschiedenen Temperaturen zueinander in Beziehung

<sup>10)</sup> Remy u. Finnern, a. a. O. Vgl. hierzu auch H. Remy, Ztschr. angew. Chem. 39, 147—150 [1926].

setzen. Vergleicht man die Adsorbierbarkeiten zweier Gase  $G_1$  und  $G_2$  (unter gleichem Druck) bei zwei Temperaturen  $t_1$  und  $t_2$ , die so gewählt sind, daß die betreffenden Gase bei denselben in verflüssigtem Zustande gleichen Dampfdruck besitzen, so gilt nach unseren Versuchen annähernd:

$$V_{G_1} = V_{G_2} + V_0 \left[ 10^{\frac{(t_2 - t_1)}{a}} - 1 \right].$$

Darin bedeuten  $V_{G_1}$  und  $V_{G_2}$  die bei den Temperaturen  $t_1$  und  $t_2$  (wobei  $t_2 > t_1$ ) adsorbierten Raummengen (auf Zimmertemperatur bezogen) der unter 1 at Druck stehenden Gase  $G_1$  und  $G_2$ ;  $V_0$  hat den Wert 1, und  $a$  ist eine experimentell bestimmbar Konstante. Liegen die Temperaturen  $t_1$  und  $t_2$  nicht weit auseinander, so wird,

da  $a$  ziemlich groß ist, das zweite Glied rechts vom Gleichheitszeichen in der obigen Gleichung praktisch Null. Es gilt dann:

$$V_{G_1} = V_{G_2}.$$

Z. B. besitzt Schwefeldioxyd bei 82° den gleichen Dampfdruck wie Ammoniak bei 50°, und wir fanden, daß von 1 g unserer Kohle bei 82° 82 cm<sup>3</sup> Schwefeldioxyd und bei 50° 82 cm<sup>3</sup> Ammoniak (beides unter Atmosphärendruck) adsorbiert wurden. Verflüssigtes Kohlendioxyd besitzt den Dampfdruck, den die beiden erstgenannten Gase bei den angegebenen Temperaturen besitzen (nämlich 20 at), bei -18°. Für die Adsorption dieses Gases durch 1 g Kohle bei -18° und Atmosphärendruck fanden wir den Wert: 98 cm<sup>3</sup>, während sich nach unserer Formel der Wert: 97 cm<sup>3</sup> berechnet<sup>11)</sup>.

Die Adsorptionsmessungen, von denen im voraufgehenden die Rede war, wurden an ruhenden Gasen vorgenommen, wie man es bei wissenschaftlichen Untersuchungen des Adsorptionsvermögens fast stets zu tun pflegt. Für technische Zwecke interessiert die Kenntnis des Adsorptionsvermögens aus strömenden Gasen. Die Frage, ob bzw. unter welchen Bedingungen und in welchem Umfange man aus den Ergebnissen von Adsorptionsmessungen an ruhenden Gasen auf die Größe der Wirksamkeit von Adsorptionsmitteln gegenüber strömenden Gasen Schlüsse ziehen kann, scheint durch vergleichende Messungen unter möglichst weitgehend gleichartigen Versuchsbedingungen bisher noch nicht systematisch geprüft worden zu sein. Ich habe vor einiger Zeit in Gemeinschaft mit W. Hene solche ver-

<sup>11)</sup> Eine tabellarische Zusammenstellung von mittels der Gleichung berechneten und experimentell gefundenen Werten findet sich in der Kolloid-Ztschr. 61, 320 [1932].

gleichenden Messungen mit  $\text{CO}_2$  und mit  $\text{SO}_2$  ausgeführt, also mit Gasen, deren Adsorption durch Kohle von einem geringfügigen Wassergehalt nicht sehr stark beeinflußt wird (im Gegensatz z. B. zu  $\text{HCl}$  und  $\text{NH}_3$ ). Dabei ergab sich, daß die Adsorption aus strömendem Gas wesentlich geringer war als die aus ruhendem Gas.

Z. B. wurden von 1 g entgaster Kohle aus ruhendem Gas  $44,5 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$  adsorbiert, aus strömendem Gas  $35 \text{ cm}^3$ , und aus strömendem Gas durch nicht entgaste Kohle  $22,1 \text{ cm}^3$  (was  $27,5 \text{ cm}^3$ , auf 1 g entgaste Kohle bezogen, entspricht). Das Adsorptionsvermögen gegenüber  $\text{SO}_2$  war dabei aber nicht ganz so stark herabgesetzt als dasjenige gegenüber  $\text{CO}_2$ . Infolgedessen änderte sich das Mengenverhältnis, in dem  $\text{SO}_2$  und  $\text{CO}_2$  adsorbiert wurden, etwas, je nach den Bedingungen, unter denen die Adsorption geprüft wurde. Bei der Adsorption aus ruhendem Gas wurde 7,2mal soviel  $\text{SO}_2$  aufgenommen als  $\text{CO}_2$ , bei der Adsorption aus strömendem Gas durch entgaste Kohle 8,3mal soviel  $\text{SO}_2$  als  $\text{CO}_2$ , und bei der Adsorption aus strömendem Gas durch nicht entgaste Kohle 8,9mal soviel  $\text{SO}_2$  als  $\text{CO}_2$ . Die Verschiebung des Verhältnisses der Adsorptionswerte zugunsten des  $\text{SO}_2$  beim Übergang von der statischen Methode (Messung aus ruhendem Gas) zur dynamischen Methode (Messung aus strömendem Gas) dürfte sich aus der Aufnahme von Sauerstoff und Wasserdampf aus der Luft durch die Kohle beim Einbringen in das Durchströmungsgefäß erklären.

Sauerstoff kann u. U. mit dem  $\text{SO}_2$  unter  $\text{SO}_3$ -Bildung reagieren und dadurch das Adsorptionsgleichgewicht im Sinne einer im Verhältnis erhöhten  $\text{SO}_2$ -Aufnahme verschieben. Ebenso ist zu erwarten, daß Wasserdampf die  $\text{SO}_2$ -Sorption im Verhältnis zur  $\text{CO}_2$ -Sorption erhöht, da  $\text{SO}_2$  von Wasser bedeutend stärker als  $\text{CO}_2$  gelöst wird. In der Tat erwies sich denn auch das Verhältnis der Sorption am stärksten zugunsten des  $\text{SO}_2$  verschoben bei den Versuchen mit nicht entgaster Kohle, welch letztere einen Wassergehalt von 19,4% aufwies.

Das zuletzt besprochene Problem führt hinüber zu der Frage der **Mischadsorption**, d. h. der Adsorption von Gasgemischen oder auch von Gemischen aus Gasen und Dämpfen. Die Ergebnisse einiger Versuche, die wir hierüber angestellt haben, zeigt Tabelle 2. Man könnte erwarten, daß die Adsorbierbarkeiten der Gasgemische den Summen der Adsorbierbarkeiten der Einzelgase bei den Partialdrücken, die die Einzelgase in den Gemischen besaßen ( $= \frac{1}{2} \text{ at}$ ), entsprechend gefunden worden wären; oder auch, daß sie den halben Summen der Adsorbierbarkeiten der Einzelgase bei deren Partialdrücken entsprechend gefunden worden wären, wenn man sich vorstellt, daß bei der Adsorption eines Ge-

Tabelle 2. Adsorption von Gasgemischen.

Gasgemisch	Mischungsverhältnis	Adsorbierte Menge des Gemisches $\text{cm}^3$	Mittelwert der Adsorbierbarkeiten der Einzelgase $\text{cm}^3$	Summe der den Partialdrücken entsprechenden Adsorbierbarkeiten $\text{cm}^3$	Halbe Summe $\text{cm}^3$
			$\text{cm}^3$		
$\text{N}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . . .	1:1	50,1	50,7	59	29,5
$\text{H}_2 + \text{SO}_2$ . . .	1:1	161	192,2	224,5	112,3
$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{SO}_2$ . . .	1:1	818,8	328,4	410	205
$\text{H}_2 + \text{N}_2$ . . .	1:1	6,6	6,4	3,5	1,8

misches aus gleichen Teilen zweier Gase jedem der beiden Gase nur die halbe Oberfläche der Kohle zur Verfügung steht. Oder man könnte schließlich auch damit rechnen, daß die gefundenen Werte jeweils zwischen den beiden unter diesen Voraussetzungen berechneten Werten liegen würden. Aber keines davon ist der Fall, wie der Vergleich der unter den genannten Voraussetzungen für die Gasgemische berechneten Absorbierbarkeiten (Spalte 5 und 6) mit den gefundenen Werten (Spalte 3) zeigt. (Die Werte gelten für die Adsorption durch 1 g entgaster Kohle bei  $15^\circ$  und einem Gesamtdruck des Gemisches von 1 at). Dagegen stimmen bemerkenswerterweise diejenigen Werte mit den gefundenen verhältnismäßig gut überein, die man erhält, wenn man jeweils einfach aus den Adsorbierbarkeiten der Einzelgase bei Atmosphärendruck den Mittelwert bildet.

Z. B. adsorbierte 1 g Kohle aus Stickoxydul vom Atmosphärendruck  $54,2 \text{ cm}^3$  und aus Kohlendioxyd vom Atmosphärendruck  $47,3 \text{ cm}^3$ . Der Mittelwert aus diesen beiden Beträgen ist  $50,75 \text{ cm}^3$ . Gefunden wurde für die Adsorption aus einem Gemisch gleicher Teile Stickoxydul und Kohlendioxyd bei 1 at Gesamt druck:  $50,1 \text{ cm}^3$ . Am besten ist die Übereinstimmung, wenn, wie es in diesem Beispiel der Fall ist, die Werte für die Adsorbierbarkeiten der Einzelgase nicht weit auseinanderliegen.

Die hier im Anschluß an Ergebnisse eigener Untersuchungen besprochenen Probleme geben von den mannigfachen Fragenkomplexen, mit denen man sich bei dem Studium der Sorption von Gasen, Dämpfen und Nebeln zu beschäftigen hat, nur einen ganz kleinen Ausschnitt. Jedoch dürften schon diese Beispiele genügen, um zu zeigen, daß es auf diesem Gebiete noch grundlegende und interessante Fragen in Menge gibt, die der wissenschaftlichen Bearbeitung harren. Daß auch für andere Gebiete der Luftchemie Entsprechendes gilt, soll hinzuzufügen nicht vergessen werden. [A. 110.]

## Grundsätzliches zur technischen Abgas- und Rauchschädenfrage und zu den Aussichten auf ihre Lösung. (Auszug.)\*

Von Prof. Dr. H. WISLICENUS.  
Institut für Pflanzenchemie und Holzforschung, Dresden-Tharandt.

(Eingeg. 14. Dezember 1932.)

Neben den Schädigungen der land- und forstwirtschaftlich kultivierten Pflanzen durch technische Abgase und Rauch spielen die Belästigungen von Menschen und Nutztieren, ferner die Beschädigungen von Bauwerken

durch Rauch, Ruß, Flugstaub, saure Gase und Dämpfe eine geringe Rolle. Es soll deshalb hier nur von Schäden an der Pflanzenwelt die Rede sein, über deren volkswirtschaftliche Bedeutung die häufigen Rechtsstreitigkeiten zwischen den betroffenen Land- und Forstwirten einerseits und der Technik andererseits Aufschluß geben.

Bei der Feststellung von Abgas- und Rauchschäden sind zahlreiche Täuschungsmöglichkeiten vorhanden; so lassen sich bisweilen die Folgen der Trockenheit im heißen Sommer oder von Wurzelschädlingen, Abwassergiften u. a. von Rauchschäden manchmal nur schwer unterscheiden.

Seit den Untersuchungen von *Adolph Stöckhardt* im Tharandter Chemischen Institut kennt man als Ursache

\*) Die Anfertigung dieses Auszugs wurde von der Schriftleitung besorgt. Zugrunde liegt ein vom Verfasser bei der Versammlung des Leipziger Bezirksvereines deutscher Chemiker am 19. Juli 1932 gehaltener Vortrag (s. auch *Wislicenus, Rauchschäden (Abgasfrage)*, Sonderdruck aus dem Sammelwerk „Industrielle Chemie“, herausgegeben von Dr. Escales, Verlag Union, Stuttgart 1912), der in ungekürzter Form als „Beitrag zu den Zeitschriften des Vereins deutscher Chemiker Nr. 3“ zum Abdruck kommen wird. Zu beziehen durch den Verlag Chemie, Berlin W 35, Corneliusstr. 3. Vorausbestellung bis zum 28. 2. 1933 zum Sonderpreis von RM. 1,35 statt RM. 1,70. Bestellschein im Anzeigenteil.