

## 19. Zur Radonadsorption an Aktivkohle im offenen System der freien Gasdurchströmung

von O. GÜBELI und M. STÖRI.

(11. XII. 54.)

Die Adsorption von Radon an Aktivkohle im Verfahren der Gasdurchströmung wurde erstmals von *A. Becker & K. H. Stehberger*<sup>1)</sup> rechnerisch und experimentell verfolgt. Die Autoren schickten ein Radon-Luft-Gemisch von konstanter Aktivität durch ein Kohlefilter und berechneten die unter den gewählten Versuchsbedingungen herausfiltrierte Emanation aus zugeführter Aktivität und Durchbruchaktivität. So konnten, unter Umgehung einer Radonbestimmung in der festen Phase, gewisse Anhaltspunkte über die Adsorption gewonnen werden.

Für die Analytik des Radons, Anreicherung aus radonarmen Wässern und Gasen, ist die Kenntnis der Adsorptionsverhältnisse im offenen Systeme von grosser Bedeutung. Im Anschluss an eigene Untersuchungen der Adsorption im geschlossenen Zirkulationssystem in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Träergase und Bestimmung der zugehörigen Radon-Adsorptionswärmen<sup>2)</sup> haben wir daher versucht, den Beladungsvorgang eines Kohlefilters im Durchströmverfahren durch Direktmessung der festen Phase zeitlich zu verfolgen.

Als gangbar erwies sich dabei die Aktivitätsbestimmung mit dem GM-Stirnfensterzählrohr. Die Adsorptionssäule, aufgebaut aus zehn einzelnen, äquivalenten Schichtelementen (Fig. 1), wurde im Gasstrom konstanter Geschwindigkeit isotherm mit Radon beschickt und nach gewählten Versuchszeiten zerlegt; dann wurden die einzelnen Schichten zur Messung in Glasgefäßchen mit Schliffdeckeln verschlossen. Die notwendige minimale Wartezeit für die Ermittlung reproduzierbarer Stoßzahlen wurde mit 10 Std. bestimmt.

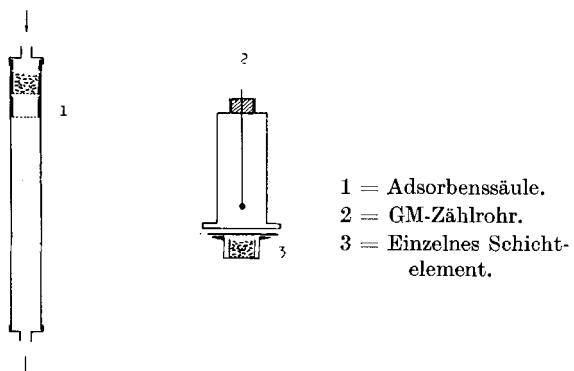


Fig. 1.

<sup>1)</sup> *A. Becker & K. H. Stehberger, Ann. Physik* [5] 1, 529 (1929).

<sup>2)</sup> *O. GÜBELI & M. STÖRI, Helv.* 37, 2224 (1954).

Nach dieser Zeit ist zwischen Radon und dessen induzierten Aktivitäten laufendes radioaktives Gleichgewicht erreicht und damit eine genügend kleine zeitliche Stosszahländerung ( $dN/dt$ ). Die Vermeidung grösserer, durch den radioaktiven Zerfall bedingter Fehler machten dennoch eine Messung der Einzelvolumina innerhalb enger Zeitspanne notwendig.

Das für die Versuche erforderliche Radon lieferte ein Radiumpräparat von 2,0 mg Radiumbromid aus laufender Emanierung. Seine Emanierfähigkeit wurde als zeitlich konstant angenommen. Ein Strömungsmesser zeigt die über das Radiumpräparat durch das Adsorbens zugeführte Gasmengen an.

Im Verlaufe einer Adsorptionszeit von 60 Min. wurde die vom Radiumbromid laufend abgegebene Emanation durch eine granulierte Kohle einheitlicher Korngrösse geführt. Die verwendete Kohle mit 230 mg pro Schichtelement entsprach in ihrer Qualität den Anforderungen der Ph.H.V.

Die in Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit vorgenommene Beladung zeigte zwei deutlich voneinander verschiedene Verteilungen (Fig. 2). Ein erster Verteilungstyp liess sich in erster Näherung durch folgende Exponentialfunktion darstellen.

$$Rn_k = Rn_1 \cdot e^{-\varrho \cdot k}$$

Hierin bedeuten:  $Rn_1$  bis  $Rn_k$  die Aktivitäten der einzelnen Schichtelemente in Richtung der Durchströmung, und  $\varrho$  eine Konstante.

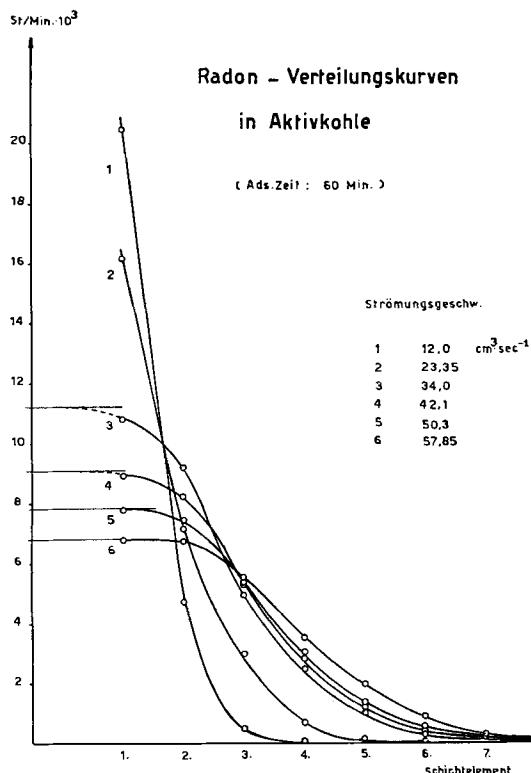


Fig. 2.

Bei mittleren Strömungsgeschwindigkeiten  $v$  von  $30-40 \text{ cm}^3/\text{sec}$  zeigten die ersten Teilvolumina für die betreffenden  $v$ -Werte bereits annähernd Sättigung. Mit zunehmender Gasgeschwindigkeit nahmen die zugehörigen Sättigungsaktivitäten der Volumeneinheit und damit die Adsorptionskapazitäten entsprechend ab. Die Verteilungslinien für mittlere Strömungen zeigten den interessanten Effekt, dass nicht etwa das erste Schichtelement zum erreichbaren Maximum aufgefüllt wird, sondern dass vorerst aktivere Plätze der adsorbierenden Oberfläche an späteren Stellen bevorzugt werden.

In Fig. 3 lässt sich der zeitliche Verlauf der Beladung für eine konstante Strömung verfolgen. Nach 20 Min. Adsorptionszeit ändert sich der Kurventypus allmählich und nimmt Sättigungscharakter an. Nach 60 Min. ist beinahe Sättigung über die ganze Säule erreicht.

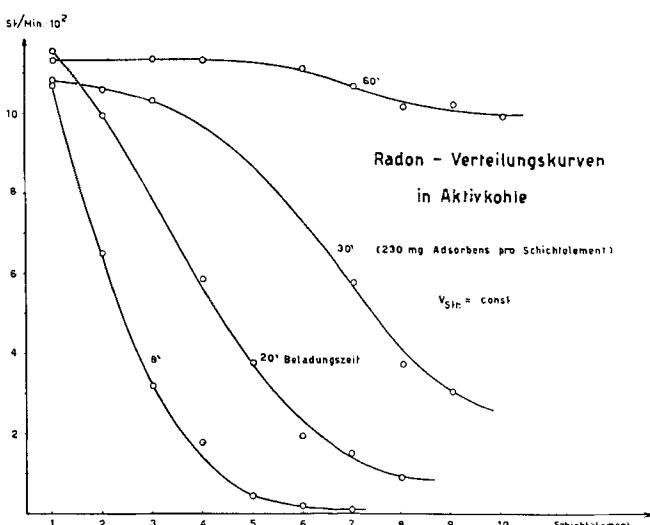


Fig. 3.

Bekanntlich gibt eine Aktivkohle adsorbierte Emanation nur schwer an die umgebende Gasphase zurück. Da die Kenntnis der Abgabefähigkeit von Adsorbentien für Radon im Hinblick ihrer Heranziehung zur Spurenanalyse von Interesse ist und diesbezügliche quantitative Angaben in der Literatur fehlen, wurde folgende Desorptionsuntersuchung ausgeführt.

Die hiefür erforderlichen Kohleproben genau definierter Anfangsaktivität wurden auf folgende Weise erhalten: Im geschlossenen Kreislaufsystem liess man Luft bekannten Radongehaltes durch Ahornkohleproben von 300 mg mit kleiner Strömungsgeschwindigkeit zirkulieren und isolierte das Adsorbens aus dem System nach Erreichung des Verteilungsgleichgewichtes mit der Gasphase. Durch solche Proben schickte man Stickstoff als Spülgas in freier Durchströmung und bestimmte die im Adsorbens verbliebene Restaktivität durch Verbrennen der Kohle im geschlossenen System auf emanometrischem Wege. Die Differenz aus Anfangs- und Restaktivität unter Berücksichtigung des prozen-

tualen radioaktiven Zerfalles während des Versuches ergab die Radondesorption. Die prozentualen Radonverluste in Funktion der Spültdauer sind in Fig. 4 graphisch dargestellt.

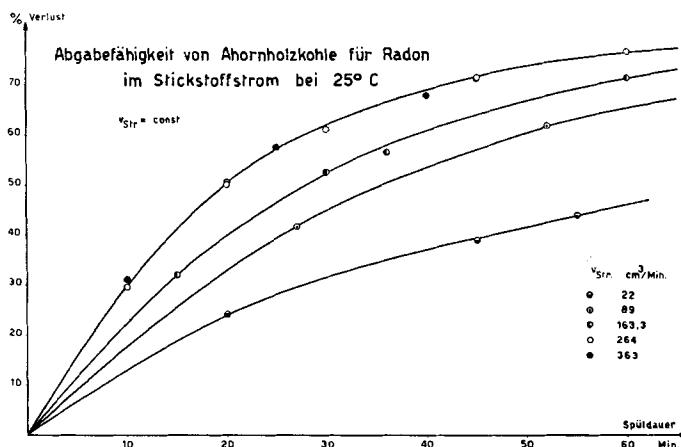


Fig. 4.

Die Strömungsgeschwindigkeit als Parameter wurde in  $\text{cm}^3/\text{Min.}$  angegeben. Für die Abgabefähigkeit kommt man zu folgender Feststellung:

Radonabgabe von Ahornkohle im Stickstoffstrom bei 25° und 300 mg Adsorbens.

| Zur Beladung gelangendes Rn in Elektrometer-Einheiten Skalenteile/h | Spültdauer zur Abgabe in Min. | Strömungsgeschwindigkeit $\text{cm}^3/\text{Min.}$ | Restaktivität im Adsorbens Skalenteile/h | Prozentuale Rn-Abgabe bei Desorption % |
|---|-------------------------------|--|--|--|
| 2955  | 10                            | 363  | 2039                                     | 31,0                                   |
| 2735  | 25                            | 363  | 1162                                     | 57,5                                   |
| 8100  | 40                            | 363  | 2607                                     | 67,8                                   |
| 2740  | 10                            | 264  | 1932                                     | 29,5                                   |
| 5740  | 20                            | 264  | 2877                                     | 50,0                                   |
| 2800  | 20                            | 264  | 1390                                     | 50,4                                   |
| 3012  | 30                            | 264  | 1175                                     | 61,0                                   |
| 2635  | 45                            | 264  | 758                                      | 71,2                                   |
| 2660  | 45                            | 264  | 757                                      | 71,5                                   |
| 8220  | 60                            | 264  | 1925                                     | 76,6                                   |
| 2503  | 15                            | 163,3  | 1703                                     | 32,0                                   |
| 3065  | 30                            | 163,3  | 1457                                     | 52,5                                   |
| 2880  | 36                            | 163,3  | 1252                                     | 56,5                                   |
| 2800  | 27                            | 89   | 1632                                     | 41,6                                   |
| 2800  | 52                            | 89   | 1010                                     | 61,8                                   |
| 2880  | 69                            | 89   | 871                                      | 69,4                                   |
| 7800  | 20                            | 22   | 5917                                     | 24,1                                   |
| 2840  | 45                            | 22   | 1738                                     | 38,8                                   |
| 2845  | 55                            | 22   | 1595                                     | 43,9                                   |

Mit steigender Strömungsgeschwindigkeit strebt bei konstanter Spültdauer und konstanter Temperatur die prozentuale Radonabgabe einem Endwert zu. Dies bedeutet, dass für eine bestimmte Spültdauer bei ständiger Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit die Entemanierung begrenzt ist. Dieser Vorgang nähert sich mit zunehmender Spültdauer asymptotisch einem Gleichgewichtszustand mit dem Zerfall der Emanation, welcher anscheinend für das verwendete Adsorbens bei ca. 80 % liegt. Der zeitbestimmende Vorgang dürfte von da an mit der sehr langsam fortschreitenden Diffusion aus den extrem aktiven Plätzen der Kohlenoberfläche identisch sein. Führt man nun dieselbe Versuchsreihe bei höheren Temperaturen durch, so werden sich die prozentualen Verluste entsprechend früher dem Grenzverluste nähern.

#### Zusammenfassung.

Im Anschluss an frühere Versuche über Mischgasadsorptionen im geschlossenen Systeme wurde die Adsorption von Radon an Aktivkohle im dynamischen Verfahren der freien Gasdurchströmung an Hand von Verteilungskurven untersucht.

Ferner wurde die Desorption von Radiumemanation im Stickstoffstrom für eine Ahornkohle mittlerer Aktivität quantitativ verfolgt.

Anorganisch-chemisches Institut  
der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.

---

## 20. Über den Mechanismus der Glutaminsynthese

von M. Staehelin und F. Leuthardt.

(13. XII. 54.)

In einer kurzen Mitteilung<sup>1)</sup> haben wir über Versuche berichtet, welche die Hemmung der Glutaminsynthese durch SH-Reagenzien zeigten. Wir kamen dabei zum Schluss, dass SH-Gruppen bei der Glutaminbildung wesentlich beteiligt sind. Im folgenden werden Versuche beschrieben, die darauf hinweisen, dass die SH-Gruppen des Enzyms zuerst mit dem ATP<sup>2)</sup> reagieren und dass dabei eine Phosphorylierung des Enzyms stattfindet.

#### Experimenteller Teil.

Fermente. Für die Versuche mit radioaktivem ADP verwandten wir das Enzym von Elliott<sup>3)</sup>. Dabei mussten wir nach der Fällung mit Protaminsulfat eine Inaktivierung feststellen, die sich jedoch durch Zugabe eines Komplexbildners aufheben liess, und die

<sup>1)</sup> F. Leuthardt & M. Staehelin, Helv. physiol. pharmacol. Acta **11**, C 61 (1953).

<sup>2)</sup> Abkürzungen: ATP = Adenosintriphosphorsäure; ADP = Adenosindiphosphorsäure; AMP = Adenosinmonophosphorsäure.

<sup>3)</sup> W. H. Elliott, J. biol. Chemistry **201**, 661 (1953).