

räume her zugänglichen Kohlenstoffatome bzw. Atomkomplexe sind die Anziehungszentren der Adsorption. Wo immer dieser Körper zutage liegt, ist eine Kohle aktiv, und umgekehrt sind Kohlen eben deshalb aktiv, weil ihr amorpher Grundkörper offen liegt. Ohne jede Vorbehandlung ist das der Fall bei den an Eisen abgeschiedenen Kohlenoxydrußen und bei den durch Verkohlung organischer Stoffe mit Alkalien usw. direkt aktiv erhaltenen Formen und letzten Endes auch bei den schwach aktiven Formen, welche man durch feineres Pulvern entteert, inaktiven, amorphen Kohlenstoffs erhalten kann.

14. Bei allen anderen Formen liegt der Grundkörper unter einer Haut dicht gelagerter, gesättigter Kohlenstoffatome, die sich bei der Verkokung bildet und alle größeren Hohlräume in einer Schicht von meist nur wenigen Atomen Stärke auskleidet, so daß sie selbst Helium keinen Zutritt zu den Atomlücken gestattet. Trotzdem muß auch von dieser Haut eine Anziehungskraft ausgehen, welche, nicht lokalisiert, bei der Adsorption von Gasen wohl durch eine Art Influenzwirkung der unter der Haut liegenden, ungesättigten Kohlenstoffatome wirksam ist.

Die Adsorption von Gasen an dieser Haut entspricht den theoretischen Vorstellungen, welche Eucken und Polanyi entwickelt haben, die am Grundkörper aber denjenigen von Langmuir.

15. Die Entfernung dieser Haut ist der eigentliche Zweck nachträglicher Aktivierung amorpher Kohlen; er läßt sich mit jedem die Oberfläche abbauenden Reagens erreichen. Durch die Entfernung der Haut werden die kleinen Hohlräume mit den aktiven Atomen des sperrigen Grundkörpers freigelegt. Dadurch wird die Ausdehnung der Oberfläche und damit auch ihr Adsorptionsvermögen für indifferente Gase bei Holzkohlen  $1\frac{1}{2}$ —4 mal, bei den Rußen vielleicht  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$  mal vergrößert; ihr Adsorptionsvermögen für Phenol usw. aber vielmehr.

Auch die Tiefeentwicklung des Grundkörpers ist von Kohle zu Kohle verschieden; bei den Rußen bescheiden, bei den Holzkohlen stark. Sie und ihr Verhältnis zur Dicke der Haut bestimmen an erster Stelle die scheinbare Dichte der Kohlen, daneben aber auch noch der Gehalt an ungesättigten und an gesättigten (graphitisch orientierten) Kohlenstoffatomen und die Struktur des Grundkörpers. Letztere bestimmt auch das Adsorptionsvermögen für Gase mit.

Neben den durch die Aktivierung geöffneten Hohlräumen enthalten die aktiven Kohlen in geringer Menge auch noch solche, die geschlossen bleiben, weil die Aktivierung unvollständig blieb, oder solche, die sich bei der Adsorption nicht füllen, weil sie anstatt aktiver Atome nur valenzchemisch befriedigte enthalten. Dementsprechend werden Dichte und Adsorptionsvermögen auch noch durch die Zahl dieser Hohlräume beeinflußt.

16. Jedes Moment, das die Zahl der aktiven Atome verringert, mindert die Aktivität und damit, wie eben beschrieben, auch die Dichte. Ein solches Moment ist die Ordnung der Atome des Grundkörpers. Sie führt zu einem Ausgleich ihrer Affinitäten untereinander und wird gefördert durch höhere Temperatur. Schon gegen  $1100^{\circ}$  machen sich die ersten Zeichen dieses Vorgangs in verhältnismäßig kurzer Zeit bemerkbar, und gegen  $1600^{\circ}$  ist sie in derselben Zeit soweit abgeschlossen, daß die aktiven Kohlenstoffatome verschwunden sind. Erhalten geblieben aber sind dieselben Hohlräume, die auch vorher dagewesen waren; nur vermögen sie sich mit adsorbier-

barer Substanz nicht mehr zu füllen, sei es nun, daß die Anziehung fehlt, wie eben beschrieben, sei es, daß ihre Poren sich durch die Neuorientierung der Atome geschlossen haben. Das letztere erscheint uns als das wahrscheinlichere.

17. Die Verschiedenheit der aktiven Kohlen hinsichtlich der Qualität und Quantität ihres Adsorptionsvermögens, auf die in letzter Zeit insbesondere Mecklenburg hingewiesen hat<sup>17)</sup>, läßt sich im allgemeinen ohne Schwierigkeiten auf die verschiedene Entwicklung der im vorstehenden geschilderten Grundeigenschaften aktiver Kohlen zurückführen. Wenn dieses in dem einen oder anderen Fall zunächst nicht möglich scheint, so ist anzunehmen, daß es lediglich die Unkenntnis von einem oder mehreren Nebenumständen ist, welche die Deutung des Ausnahmefalles erschweren.

18. Wenn unser Bild der Wirklichkeit gerecht wird, so wird sich die Bedeutung der amorphen Beschaffenheit eines Stoffes für sein chemisches Verhalten auch anderweitig feststellen lassen. Unter den vielen Möglichkeiten, diesen Gedanken weiter zu verfolgen, steht im Vordergrund eine neue Bearbeitung der Bildung und Eigenschaften des Silicagels. Diesem haben wir unser Interesse deshalb zunächst zugewendet. [A. 154.]

## Neue Apparate.

### Schwefeldioxyd-Messer in der Schwefelsäure-Fabrikation.

Zur Herstellung von Schwefelsäure werden sowohl beim Bleikammerverfahren als auch bei dem neueren Kontaktverfahren Schwefeldioxyd enthaltende Gase benutzt, die man durch Rösten von Schweißkiesen herstellt. Zur ständigen Überwachung des Prozesses ist eine fortlaufende Prüfung des prozentualen Gehaltes dieser Verbrennungsgase erforderlich. Sehr genaue Resultate liefern hierzu chemische Gasanalysen, beispielsweise die nach der Methode von Reich. Diese Art der Prüfung ist jedoch, wenn sie sorgfältig ausgeführt wird, nicht nur sehr umständlich, sie liefert auch bestenfalls nur von Zeit zu Zeit einzelne Werte, die nicht immer die richtigen Schlüsse auf die augenblicklichen Veränderungen in der Zwischenzeit zulassen.

Es wurden deshalb in der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Wolfen Versuche mit verschiedenen Apparaten unternommen, die den Gehalt an Schwefeldioxyd auf einer Skala anzeigen und mit Hilfe einer Registriervorrichtung fortlaufend aufzuschreiben. Hierbei hat sich eine Spezialausführung des von der AEG, Berlin, gebauten Rauchgasprüfers „Ranarex“ gut bewährt.

In der gleichen Weise wie der als Rauchgasprüfer in Kesselhäusern bekannte Apparat benutzt dieser Schwefeldioxydmesser das spezifische Gewicht des Gases zur Anzeige. In zwei Kammern versetzen zwei durch einen Motor in entgegengesetzter Richtung angetriebene Flügelräder den Kammerinhalt in rotierende Bewegung. In diese Wirbel hineingesetzte Flügelräder erfahren eine Drehkraft, die dem spezifischen Gewicht des umgewirbelten Gases direkt proportional ist. In die obere Kammer leitet man das zu untersuchende Gas, in die untere Kammer ein unverändertes Vergleichsgas, beispielsweise über Chlorcalcium getrocknete Luft. Die Meßflügel beider Kammern werden miteinander gekuppelt, und ihr Ausschlag bewegt einen Zeiger über eine weithin sichtbare Skala. Da der mittlere Gehalt der Gase an Schwefeldioxyd etwa 7 % betrug, wurde die etwa 30 cm lange Skala für den Bereich von 5—8 % ausgebildet.

Die an der Entnahmestelle unter Überdruck stehenden Rötgase werden zunächst durch eine mit Schwefelsäure gefüllte Waschflasche geleitet, in der die letzten Feuchtigkeitsspuren entfernt werden, die in Verbindung mit dem Schwefeldioxyd den Apparat angreifen würden. Zur weiteren Filterung

<sup>17)</sup> Z. ang. Ch. 37, 873 [1924].

durchstreicht das Gas vor dem Eintritt in den Apparat ein Glaswollefilter, sowie ein am Apparat angebautes Wattefeinfilter. Eine Korrosion der Meßkammer war auch nach neunmonatigem Betrieb nicht festzustellen.

Die Kontrolle des Apparates erfolgte durch Gasanalyse nach der Reichschen Methode. Die Prüfung wurde während der bisherigen Betriebszeit zugleich mit beiden Methoden sorgfältig durchgeführt. Die Differenz der Abweichungen, die im allgemeinen 0,1 % SO<sub>2</sub> betrug, hat 0,2 % selten überschritten. Eine am Apparat angebrachte Justierschraube ermöglicht eine mühelose Einstellung des Apparates, falls sich im Laufe der Zeit die Anzeige gegenüber den Kontrollanalysen etwas verschieben sollte. Die erzielte Genauigkeit konnte für den Zweck der Betriebskontrolle als vollkommen ausreichend bezeichnet werden.

### Über eine neue Methode zur Messung von Staub in Luft- und Industriegasen.

Von Dr.-Ing. W. ALLNER, Berlin.

(Eingeg. 4.9. 1926.)

Mit der Ausarbeitung der verschiedenen Verfahren zur Staubbeseitigung, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, hat auch das Interesse an der zuverlässigen Messung von Staub in Luft und Gasströmen zugenommen. Die richtige Ermittlung des Staubgehaltes in Luft- und Industriegasen ist dadurch besonders erschwert, daß der Staub kein einheitliches Gebilde ist. Je nach der Feinheit der Zermahlung oder des Abriebes kann ein Staubteilchen der verschiedensten Größenordnung enthalten: von der makroskopischen Größe von 0,5 bis etwa 1 mm bis herab zu fast molekularer Feinheit. Die Schwebefähigkeit des Staubes ist abhängig von der Masse der Teilchen und der Windgeschwindigkeit. Im Grenzfalle bei allerfeinster Verteilung kleinsten Staubteilchen, nähern sich — wie Kohlschütter gezeigt hat — die Staube dem kolloiden Zustande.

Eine richtige Staubbestimmung setzt voraus, daß das Gleichgewicht der Staubteilchen im Luftstrom nicht gestört wird, daß die Absaugeöffnung des Proberohres dem Staubstrom voll entgegengerichtet ist und daß ferner die Absaugung so geregelt ist, daß die Geschwindigkeit in der Absaugeöffnung gleich derjenigen Geschwindigkeit ist, welche der Staubluftstrom an der Meßstelle hat. Die letztere Forderung ist nicht immer leicht einzuhalten, besonders dann nicht, wenn damit zu rechnen ist, daß die Geschwindigkeit des Staubluftstromes sich während der Meßperiode ändert.

Die in Frage kommenden Verhältnisse sind aus Fig. 1 und 2 leicht zu erkennen.

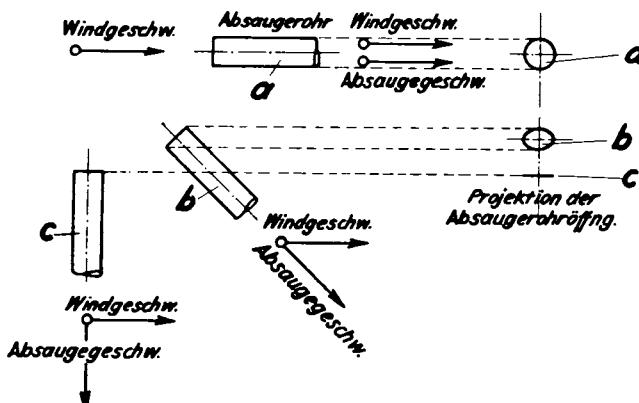


Fig. 1. Falsche und richtige Stellung der Absaugeöffnung im Gasstrom.

Wenn die Absaugegeschwindigkeit kleiner ist als die Windgeschwindigkeit, bildet sich vor der Absaugeöffnung ein Staukegel. Die Luft fließt seitlich ab. Die im Luftstrom transportierten Staubteilchen aber haben eine bestimmte lebendige Kraft, sie werden in der Richtung des Gasstromes tangential weitergeschleudert und gelangen in die Öffnung des Staubmeßgerätes, während die zugehörige Luft seitlich abfließt. Der vor dem Absaugerohr entstehende Staukegel ist bestrebt, den

unelastischen Stoß der Staubteilchen durch Bildung eines Luftkessens in einen elastischen Stoß umzubilden, und es ist leicht zu erkennen, daß durch diesen Luftkegel vorwiegend die an Masse größten, also auch schwersten Staubteilchen hindurchfliegen werden, während die leichten Staubteilchen elastisch in den Staubluftstrom zurückgeworfen werden. Das gefundene Staubgewicht fällt also unverhältnismäßig zu groß aus (Fig. 2 a).

Wird umgekehrt die Staubluftmenge mit zu großer Geschwindigkeit abgesaugt (Fig. 2 c), so ist leicht zu erkennen, daß die zusätzliche Geschwindigkeit der eingesaugten Luft bestrebt ist, aus den nebenliegenden Stromfäden Staubteilchen in die Öffnung mit hineinzureißen, doch werden in diesem Falle die an Masse kleinsten, also die leichten Staubteilchen zuerst beeinflußt. Es müssen also Maßnahmen getroffen werden, die eine dauernde Kontrolle von Absaugegeschwindigkeit und Windgeschwindigkeit im Hauptstrom gestatten. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend habe ich ein neues Staubmeßverfahren ausgearbeitet.

Das Ziel war, daß das richtige Absaugequantum ohne langwierige Berechnung und Messung sofort bei Beginn der Analyse eingestellt und während der Absaugung in Übereinstimmung mit der wechselnden Windgeschwindigkeit im Staubluftstrom gehalten werden kann, ohne daß der ursprüngliche Staubluftstrom oder die Staubbestimmung dadurch beeinflußt werden. Die neue Methode beruht auf der Überlegung, daß bei richtiger Absaugung offenbar im Absaugerohr und im Hauptluftstrom nicht nur die Windgeschwindigkeiten gleich sind, sondern damit gleichzeitig auch die statischen und dynamischen Druckverhältnisse entsprechend gleich sein müssen. Es genügt also, eine dieser Größen an beiden Stellen zu messen oder zu vergleichen.

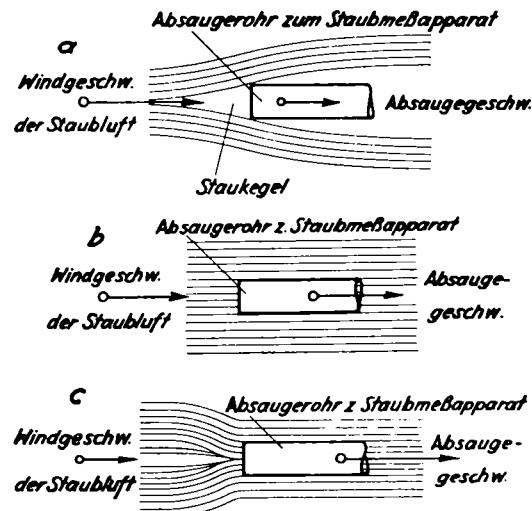


Fig. 2. Falsche und richtige Absaugegeschwindigkeit.

Das Prinzip der neuen Staubmeßmethode geht aus Fig. 3 hervor.

- ist eine Rohrleitung, in welcher der staubführende Luftstrom mit einer Geschwindigkeit von  $v = m$  pro Sekunde fließt.
- ist das Absaugrohr für den zur Staubbestimmung dienenden Teilstrom.
- und d) sind zwei Meßrohre zum Messen des statischen Druckes im Absaugequerschnitt und im Teilstrom.

Eine einfache Überlegung zeigt, daß gleiche Windgeschwindigkeiten in den beiden Rohren a und b nur herrschen können, wenn die statischen und dynamischen Drücke des Hauptstromes und des Teilstromes bei c und d gleich sind. Ein zwischen diese Stellen geschaltetes Meßinstrument also steht auf Null (Nullinstrument). Ein Abweichen des Druckmessers von der Nullpunktstellung zeigt an, daß bei c im Teilstrom ein zusätzlicher Über- oder Unterdruck besteht, die Absaugegeschwindigkeit also zu klein oder zu groß ist. Das Staubsammelgefäß besteht aus einem neuendrings zylindrisch ausgeführten Staubabscheider mit darunter angebrachter, abschraubbare Wägeschale und darüber befindlicher Feinstaubabscheidung. Als Feinstaubabscheider benutze ich drei hintereinander geschaltete Filter-