

Diketon: Cyclohexandion²⁾ (zu S. 147).

56 g Selenioxyd werden in 300 cm³ Alkohol gelöst und nach Zusatz von 50 g Cyclohexanon 2 h auf 70° erwärmt und dann 2 h unter Rückfluß gekocht. Man destilliert auf dem Wasserbad möglichst viel ab, gießt den Rückstand vom abgeschiedenen Selen ab, wäscht dieses mit Äther und destilliert im Vakuum. Von dem übergelassenen Gemisch von Cyclohexanon, Cyclohexandion und Wasser nimmt man den öligen Anteil in Äther auf und schüttelt diesen mit einem Überschuß von eisalter 10%iger Kalilauge aus. Der alkalische Extrakt wird zur Entfernung von Cyclohexanon mit Äther ausgeschüttelt, mit eisalter Salzsäure angesäuert und mit Kochsalz gesättigt. Beim erneuten Schütteln mit Äther nimmt dieser das gebildete Cyclohexandion auf, das nach dem Verdampfen des Äthers als grüne Flüssigkeit zurückbleibt. Kp.₂₅ 96—97°. Als Nebenprodukt entsteht etwas Adipinsäure.

Ungesättigter Alkohol: Heptin-(1)-ol-(3)⁴⁾ (zu S. 149).

2 Mol Heptin-(1) werden mit einer Lösung von 1 Mol Selenioxyd in Alkohol versetzt und unter Rückfluß 3 h gekocht. Es scheidet sich rasch Selen ab. Man destilliert mit Wasserdampf, äthert das Destillat aus, trocknet mit Natriumsulfat und destilliert erst bei Atmosphärendruck den unveränderten Acetylenkohlenwasserstoff, dann im Vakuum bei 18 mm das gebildete Heptinol, das bei 67° übergeht. Ausbeute 27%.

Acetylierende Oxydation: Acetyl-dihydro- α -dicyclopentadienol-(3)¹²⁾ (zu S. 149).

25 g Dihydro- α -dicyclopentadien werden mit 25 g seleniger Säure und 25 cm³ Essigsäureanhydrid in einer gut verschlossenen Pulverflasche kräftig geschüttelt. Schon nach kurzer Zeit tritt starke Erwärmung auf, und es scheidet sich ein dunkelroter Niederschlag von Selen ab. Bereits nach 20 min ist die Reaktion im wesentlichen beendet. Man schüttelt noch 2 h, filtriert dann das abgeschiedene Selen ab und erwärmt das Filtrat mit einem Überschuß von Wasser, bis das Essigsäureanhydrid verschwunden ist. Dann wird mit der berechneten Menge Natronlauge unter Kühlung neutralisiert und schließlich schwach alkalisch gemacht. Man äthert rasch aus, trocknet die ätherische Lösung mit Natriumsulfat und verjagt den Äther auf dem Wasserbad. Der Rückstand wird im Vakuum destilliert und geht, nachdem man einen kleinen Vorlauf abgetrennt hat, von 116—120° bei 12 mm in einer Ausbeute von 26 g über. Eingeg. 17. September 1940. [A. 95.]

VERSAMMLUNGSBERICHTE**Fachausschuß für Staubtechnik des VDI im NSBDT**

Wissenschaftliche Arbeitstagung
am 16. Januar 1941 im Ingenieurhaus zu Berlin.

Vorsitzender: Dr. Ph. Siedler.

I. N. Stranski, Sofia: Wesen der Keimbildung.

Vortr. ging zunächst auf die spontane Keimbildung in einem übersättigten Dampfraum näher ein und erläuterte die Beziehung zwischen Übersättigung und Tröpfchenradius der *W. Thomsonschen* Formel. Integrierender Bestandteil dieser Beziehung ist die Oberflächenspannung der flüssigen Phase. Bei der Kristallkeimbildung tritt an die Stelle der *Thomsonschen* Beziehung die analoge *Gibbs-Wulffsche*¹⁾ Gleichung. Statt der Oberflächenspannung tritt hier die „spezif. freie Oberflächenenergie“ auf. Letztere ist eine Funktion der Flächenindices. Die Übereinstimmung mit der *Thomsonschen* Beziehung wird noch besser durch Einführung der sog. „Kantenenergien“ und „Eckenenergien“. Aus der *Gibbs-Wulffschen* Gleichung geht nach *I. N. Stranski* u. *R. Kaischew*²⁾ hervor, daß mit abnehmender Größe des Kristalls, also mit steigender Übersättigung der anderen Phase, die Gleichgewichtsform immer flächenärmer wird. Runde Kristallformen können unmittelbar am Schmelzpunkt entstehen, wenn die spezif. Oberflächenenergie verschwindend klein ist gegen die der Flüssigkeitsphase. Die Gleichgewichtsbedingungen folgen aus den Abtrennungsarbeiten einzelner Bausteine der Kristalloberfläche, wie sie von *W. Kossel*³⁾ u. *I. N. Stranski*⁴⁾ errechnet wurden.

Von besonderer Bedeutung ist die „Keimbildungsarbeit“ und daraus aus kinetischen Betrachtungen abgeleitet die „Keimbildungshäufigkeit“. Die Theorie dieser Erscheinungen stammt von *M. Volmer*⁵⁾ und wurde von *Farkas*⁶⁾, *Becker* u. *Döring*⁷⁾ kinetisch vertieft.

In der *Aussprache* wurde besonders das Auftreten runder Kristallformen erörtert. Es wurde darauf hingewiesen, daß auch weit unterhalb des Schmelzpunktes mikroskopische und ultramikroskopische Kristallite in Kugelgestalt vorkommen können ohne Störung der Struktur. Vortr. nahm an, daß in diesem Falle eine Sublimation vorliegt, wobei kein Phasengleichgewicht zu bestehen braucht. Eine weitere Lösung des Problems der runden Kristallform könnte schließlich durch übermikroskopische Unter-

¹⁾ *G. Wulff*, Z. Kristallogr., Mineral., Petrogr., Abt. A **34**, 449 [1901].

²⁾ Ann. Physik **23**, 330 [1925].

³⁾ Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl. **135** [1927].

⁴⁾ Z. physik. Chem. **136**, 259 [1928]; *I. N. Stranski*, *R. Kaischew* u. *L. Krastanow*,

Z. Kristallogr., Mineral., Petrogr., Abt. A **88**, 325 [1934].

⁵⁾ *M. Volmer* u. *A. Weber*, Z. physik. Chem. **119**, 277 [1926].

⁶⁾ Ebenda **125**, 236 [1927].

⁷⁾ Ann. Physik **24**, 719 [1935].

ZUSCHRIFTEN**Die Bildungswärmen der niederen Phosphide einiger Schwermetalle.**

Bei der Referierung meines obigen Vortrags auf der 45. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft am 26. Oktober 1940 in Leipzig¹⁾ ist ein Fehler unterlaufen. Berechnet man nämlich die Wärmetönungen bei der Anlagerung eines Grammatoms roten Phosphors an die Metalle bzw. die niederen Phosphide, so erkennt man, daß die ersten Anteile mit wesentlich größerer Festigkeit (und nicht mit der gleichen) an das Metall gebunden werden, als die späteren. So beträgt z. B. im System Ni—P die Wärmetönung für die Anlagerung der ersten Phosphoranteile mehr als das Zehnfache der für die Anlagerung des letzten Phosphoranteils. Es findet sich also hier ein offensichtlich ganz allgemein geltendes thermochemisches Prinzip bestätigt.

Durch weitere Messungen, die sich auch auf die Kobaltphosphide erstreckten, und durch die Zugrundelegung anderer Meßdaten für die spezifischen Wärmen sind inzwischen die im Vortrag genannten vorläufigen Zahlen überholt. Sie sind durch die in der nachstehenden Zusammenstellung genannten Werte zu ersetzen.

Verbindung	Bildungswärme in kcal	
	pro Mol	pro g-Atom
Fe ₂ P	34,5	11,5
Fe ₃ P	35,2	8,8
Co ₂ P	42,9	14,3
Ni ₂ P	95,9	13,7
Ni ₃ P	48,4	12,1
Cu ₂ P	32,0	8,0

Im übrigen verweise ich auf die im Märzheft der Z. Elektrochem. angew. physik. Chem. erscheinende ausführliche Abhandlung.

Friedrich Weibke, Institut für physikalische Chemie der Metalle am Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung, Stuttgart.

¹⁾ Diese Ztschr. **54**, 68 [1941].

suchungen herbeigeführt werden. Auf eine Anfrage teilte Vortr. mit, daß die Keimbildungshäufigkeit bei der Kristallisation aus Schmelzen wegen der Schwierigkeit der Versuche experimentell bis jetzt nicht ermittelt werden konnte.

A. Winkel, Berlin-Dahlem: Die elektrische Polarisation der Staube und ihre Bedeutung für die Elektrofiltration⁸⁾.

Vortr. streifte kurz die grundlegenden Vorgänge bei der elektrischen Entstaubung und ging dann auf das Verhalten der Staube im elektrischen Feld näher ein. Ein einzelnes Staubteilchen wird in einem homogenen elektrischen Feld keine nach außen sichtbare Zustands- oder Lageänderung erfahren, obwohl es polarisiert ist, d. h. in dem der einen Elektrodenplatte am nächsten liegenden Ende des Staubteilchens wird die entgegengesetzte Ladung induziert. Dieses Verhalten ändert sich bei Anwesenheit einer Vielzahl von Teilchen. Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden: 1. inhomogenes Feld, 2. homogenes Feld.

1. Im inhomogenen Feld haben die auf die induzierten Ladungen des Teilchens wirkenden Kräfte zur Folge, daß sich das Teilchen in Richtung auf die größere Feldstärke beschleunigt hinbewegt. Dabei ist die Geschwindigkeit des Teilchens seiner Länge und der Differenz der elektrischen Feldstärke an den beiden Enden proportional. Diese beschleunigte Bewegung des Teilchens wird noch vergrößert, wenn die Inhomogenität des Feldes keine gradlinige Charakteristik hat, wie es der Fall ist, wenn einer punktförmigen Elektrode eine größere kreisförmige Elektrode gegenübersteht.

2. Im homogenen elektrischen Feld kommen Bewegungen der Teilchen unmittelbar nicht zustande. Bei Vorhandensein einer größeren Anzahl polarisierter Teilchen in einem starken Feld bewirken diese jedoch eine Ablenkung der Feldlinien in ihrer Nähe, machen also das Feld inhomogen, was zu einer Koagulation führt. Die Erscheinung tritt um so stärker auf, je näher die Staubteilchen beieinander stehen und je höher die Feldstärke des äußeren homogenen Feldes ist. Es ergibt sich ein nadelförmiges Wachstum der Staubteilchen, das bei genügend hoher Feldstärke (größer als 200 V/cm) leicht zu beobachten ist. Bei Anwendung sehr hoher Feldstärken (etwa 5000 V/cm) kann diese Koagulation das 1000fache der natürlichen Aerosolaggregation übersteigen. Ammoniumchloridnebel und andere polarisierbare Aerosole werden in Bruchteilen von Sekunden zu langen fadenförmigen Gebilden niedergeschlagen.

Die im inhomogenen Feld auf den Elektroden abgeschiedenen Staubteilchen wachsen zu eigenartigen Formen, wie Bäumchen oder Büschen aus. Aber auch im homogenen Feld tritt diese Erscheinung auf, wenn durch Sedimentation oder Luftbewegung sich Teilchen auf den Elektroden ablagern. Sie rufen dort zunächst nur in ge-

⁸⁾ Vgl. hierzu auch Winkel, „Schwebstoffe in Gasen“, diese Ztschr. **49**, 404 [1936].

ringem Umkreis wirkende Inhomogenitäten hervor, die aber genügen, um an diesen Stellen ein erhöhtes Wachstum zu bewirken; so steigert sich wieder die Inhomogenität usw. Die auf beiden Elektrodenplatten abgeschiedenen Teilchen wachsen infolge ihrer gegenseitigen Anziehung aufeinander zu, bis schließlich eine Überbrückung stattfindet. (Mikroaufnahmen, Mikrofilm.) Bei flüssigen Schwebstoffteilchen, die auch polarisierbar sind, treten diese Erscheinungen nicht auf, da sie zu tropfenförmigen Gebilden zusammenfließen. Es läßt sich also durch diese Versuche entscheiden, ob ein Schwebstoff in flüssiger oder fester Form vorliegt. Zum Schluß erwähnte Vortr. noch die technische Bedeutung der erläuterten Erscheinungen für die Elektrofiltration. Die Entstaubungsarbeit wird durch die starke Vergrößerung und Zusammenballung der Staubteilchen im elektrischen Feld bereits vor Berühren der Elektrode wesentlich erleichtert. Die unerwünschte Erscheinung des Absatzens von Staubteilchen am Sprühdraht kann wahrscheinlich durch günstige Zusätze vollständig verhindert werden.

In der *Aussprache* wurde darauf hingewiesen, daß der Zusammenhalt der fadenförmigen Gebilde außerordentlich stark ist und daß z. B. bei Ammoniumchlorid Zerreißversuche größere als *van der Waalsche* Kräfte angezeigt haben. Außerdem wurde erwähnt, daß — wie die Praxis gezeigt hat — gewisse Trägergase, wie SO_2 und SO_3 , die Abscheidung von Stauben sehr begünstigen, und daß sicher auch die Leitfähigkeit von Trägergas und Staub dabei von Bedeutung ist.

K. Clusius, München: Staubabscheidung durch Thermodiffusion⁹⁾.

Thermodiffusion ist die Erscheinung der Wanderung eines Staubteilchens in einem Temperaturgefälle in Richtung desselben. Befindet sich etwa in Luft suspensierter Staub zwischen zwei Platten, von denen die eine heiß, die andere kalt gehalten wird, so schlägt sich der Staub an der kalten Platte nieder. Dabei besteht an der heißen Platte eine staubfreie Zone im Konvektionsstrom infolge einer ruhenden Grenzschicht, deren Dicke etwa 1 mm bei 300° beträgt. Es ist also nicht — wie vielfach angenommen — eine Folge der Luftbewegung, daß an den Decken über Heizanlagen bzw. an den benachbarten Wänden eine unerwünschte Schwärzung entsteht, sondern letztere tritt nur bei Vorhandensein eines großen Temperaturgradienten auf. Als Beispiel wurde noch die starke Abzeichnung von Gebäudekonstruktionen, d. h. der an sich unsichtbaren Eisenträger in den Wänden, besonders in Fabriken, angeführt.

Die abgeschiedene Staubmenge ist direkt proportional der vorhandenen Menge und der Temperaturdifferenz, umgekehrt proportional dem Druck.

Die genaue Kenntnis der Thermodiffusionserscheinung läßt sich technisch ausnutzen:

1. Die unerwünschte Staubabscheidung kann durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.
2. Staubkammern können wirkungsvoller gestaltet werden durch Vergrößerung der kalten Oberfläche.
3. Eine schnelle Staubabscheidung, u. U. zu analytischen Zwecken, kann erreicht werden.

Die einfache Thermodiffusion wird verstärkt durch Schrägstellen der Platten (die heiße Platte ist oben). Es entsteht so eine Konvektionsströmung, welche das heiße Gas am kalten im Gegenstrom vorbeiführt, wodurch auch eine Trennung von Gasgemischen erzielt wird. Die Anwendung dieser Erscheinung ist im „Trennröhr“¹⁰⁾ bekannt geworden. Letzteres besteht im Prinzip aus einem gekühlten Röhr, in dessen Mitte sich ein elektrisch geheizter Draht befindet. Bei der Abscheidung von Staubteilchen und Rauchen werden diese am unteren Teil des kalten Rohres niedergeschlagen, wobei es möglich ist, sie für analytische Zwecke auf begrenzten Flächen quantitativ auszufällen. Die Möglichkeiten, welche dieses analytische Verfahren für die Aerosolforschung in sich einschließt, sind heute noch nicht ausgenutzt und versprechen eine rege Entwicklung.

E. Manegold, Dresden: Die Kennzeichnung der Capillarsysteme.

Die Kennzeichnung der Capillarsysteme erstreckt sich 1. auf die stereometrischen Eigenschaften des Capillarraumes, 2. auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Wandsubstanz. Diese Eigenschaften sind voneinander abhängig und müssen gleichzeitig erforscht werden. Vortr. beschränkte sich auf die Kennzeichnung der stereometrischen Eigenschaften des Capillarraumes.

Nach einer allgemeinen Übersicht über das System¹¹⁾ besprach Vortr. die Methoden, die einen Einblick in den stereometrischen Aufbau der Capillarsysteme in makroskopischen Aggregaten gestatten.

1. Das Capillarovolumen je Kubikzentimeter läßt sich — wenn nicht sehr dichte Systeme vorliegen — experimentell leicht durch volumetrische oder gravimetrische Methoden bestimmen, rechnerisch bei Kenntnis des Bauplanes, wenn gitterförmig geordnete Kanäle oder Kugelpackungen vorliegen. Der Zahlenwert des Capillarovolumens ist identisch mit der mittleren Summe der Capillarquerschnitte je Kubikzentimeter des Aggregates.

2. Abgesehen von übermikroskopischer Ermittlung der Querschnittsform sind indirekte Methoden schwierig durchzuführen. Man muß sich dabei darauf beschränken, die Capillarweite für zwei extreme Formen anzugeben, für die Poren und Spalte. Die Bestimmung der Capillarweite in einem homocapillaren Kanalsystem kann nach dem *Hagen-Poiseuilleschen* Gesetz erfolgen. Es wird aus diesem Gesetz zunächst der Begriff der „Durchlässigkeit“ entwickelt, welche definiert ist als die in der Zeiteinheit je Quadratmeter Oberfläche bei einer Differenz des Eintritts- und Austrittsdruckes von 1 dyn/cm² durchströmende Flüssigkeitsmenge. Als „spezifische Durchlässigkeit“ ergibt sich dann das Produkt aus Durchlässigkeit, Dicke in Zentimetern und Viskositätskoeffizient (in Poisen); sie ist allein von den stereometrischen Eigenschaften des Capillarsystems abhängig. Das *Hagen-Poiseuillesche* Gesetz lautet dann in allgemeiner Form: Die spezifische Durchlässigkeit ist gleich dem Quadrat des Capillarquerschnitts mal der Capillarzahlg je Quadratmeter mal einem für die Capillarform charakteristischen Faktor (dem sog. *Boussinesq-Faktor*, für kreisförmigen Querschnitt $\frac{1}{8}\pi$, quadratischen Querschnitt 0,0351, dreieckigen Querschnitt 0,02887).

Als weitere Methode zur Bestimmung der Capillarweite wurde noch die Messung der molekularen Strömungsgeschwindigkeit von Gasen nach *Sameshima* und *Adzumi* erwähnt¹²⁾. Bei Kugelpackungen und Kornschüttungen läßt sich der mittlere Kanalquerschnitt zwischen den Kugeln oder Körnern bei bekanntem Kugel- oder Kornradius stereometrisch berechnen oder bei Kenntnis der „spezifischen Durchlässigkeit“ aus der bereits erwähnten allgemeinen Strömungsgleichung ermitteln, wobei der einem Kugeldreieck entsprechende *Boussinesq-Faktor* einzusetzen ist. Schließlich läßt sich auch durch Dialyseversuche entscheiden, ob sich das untersuchte Capillarsystem wie ein Porensystem oder wie ein Spaltsystem verhält.

3. Experimentelle Untersuchungen der Frage, ob sich ein Capillarsystem aus einem dispersen oder aus einem zusammenhängenden Hohlraumsystem aufbaut, liegen bisher nicht vor. Es ist wohl anzunehmen, daß die meisten Systeme, wie Kornschüttungen und Filtermassen, letztere Struktur besitzen. Vortr. schlägt hier ähnliche Versuche vor, wie sie modellmäßig leicht auszuführen sind, indem man z. B. eine dichte Kugelpackung aus Tischtennisbällen aufbaut, von oben zentral kleine Stahlkugeln hindurchfallen läßt, und die aus jeder Öffnung in der unteren Schicht austretende Menge bestimmt. Bei einer großen Anzahl von Stahlkugeln muß selbstverständlich die gemessene Zahl mit der nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung errechneten übereinstimmen.

4. Die Bestimmung der Capillarlänge ist äußerst schwierig. Nach *Schlesinger* wird der Durchtritt einer Phasengrenze durch eine Einzelcapillare oder ein Capillarsystem unter der Wirkung eines kontinuierlich ansteigenden Druckes beobachtet. Vortr. weist auf die Fehler hin, die sich bei dieser Methode ergeben können, und gibt eine verfeinerte Methode an, wobei allerdings der Porenradius bzw. die halbe Spaltbreite bekannt sein muß. Aus einem bekannten anzuwendenden Überdruck und der Zeitdauer des Durchtritts der Phasengrenze durch die Capillare — das Erreichen des Capillarendes ist am plötzlichen Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit erkennbar — läßt sich dann aus dem *Hagen-Poiseuilleschen* Gesetz die Capillarlänge berechnen.

5. Wenn die Phasengrenze das Capillarende erreicht hat, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit — wie bereits erwähnt — sprunghaft zu, um dann bei weiterer Drucksteigerung linear mit dieser zu wachsen. Bei einer beschränkten Anzahl verschieden weiter Capillaren entsteht auf diese Weise eine Treppenkurve. Die rückwärtigen Verlängerungen der Verbindungslinien der gemessenen Geschwindigkeitswerte gehen dabei durch den Koordinaten-Anfangspunkt. Für ein polycapillares Kanalsystem erhält man an Stelle der diskontinuierlichen Treppenkurve eine kontinuierliche Strömungsgeschwindigkeits-Druck-Kurve. Die Capillarzahlg-Verteilungskurve gibt an, welche Porenzahl zu jeder Porensorte gehört. Sie kann rechnerisch aus der Strömungsgeschwindigkeits-Druck-Kurve ermittelt werden unter der Voraussetzung, daß das Capillarsystem ein quasistetiges Kollektiv darstellt, dessen Einzelindividuen sich nur durch die Capillarweite voneinander unterscheiden.

6. Untersuchungen über die Oberflächenstruktur der inneren Capillarwand liegen bisher noch nicht vor. Die Fragestellung ist auch nur dann sinnvoll, wenn die Capillarweite groß ist gegen die Wandrauhigkeiten, da letztere andernfalls das Capillarsystem selbst repräsentieren. Für grobe Capillarsysteme ist die Architektur der Wandsubstanz von großer Bedeutung, und es bleibt zu hoffen, daß hierüber die Staub- und Aerosolfiltrationen noch viele Aufklärungen bringen werden. An Hand zweier Lichtbilder wurde gezeigt, wie sich derartige Aerosolfiltrationen zur Sichtbarmachung makroskopischer Membranstrukturen verwenden lassen.

Zum Schluß ging Vortr. kurz auf die praktische und technische Bedeutung der genauen Kennzeichnung bzw. der genauen Kenntnis der stereometrischen Eigenschaften der Capillarsysteme ein.

⁹⁾ Vgl. hierzu *Cawood*, „Die Bewegung von Aerosolteilchen in einem Temperaturgefälle“, diese Ztschr. 49, 694 [1936]; s. a. *Watson*, ebenda, S. 695.

¹⁰⁾ *K. Clusius u. G. Dickel*, Z. physik. Chem., Abt. B 44, 397 [1939]; vgl. *Clusius u. Kowalski*, Chem. Fabrik 13, 304 [1940].

¹¹⁾ *E. Manegold u. K. Solf*, Kolloid-Z. 81, 36 [1937]; 89, 36 [1939]; *E. Manegold, K. Solf u. E. Abrecht*, ebenda 91, 243 [1940].

¹²⁾ Vgl. hierzu *Lochmann*, „Über die Best. der Porengröße von porösen Stoffen, insbes. nach dem Gasdurchströmungsverfahren von *H. Adzumi*“, diese Ztschr. 53, 505 [1940].

H. Witzmann, Berlin-Dahlem: Grundlagen der Staubfiltration an Trockenfiltern.

Vortr. berichtete ausführlich über Versuche, die zum Ziel hatten, das Abscheidungsvermögen von Prüfnebeln definierter Teilchengröße und -beschaffenheit an Filtern bekannter Porenweite und Struktur zu ermitteln¹³⁾. Folgende Voraussetzungen waren zum Vergleich der Ergebnisse mit den nach den Bewegungsgesetzen berechneten Werten maßgebend: 1. Die Abscheidung erfolgt im Gebiet laminarer Strömung; 2. Der Prüfnebel ist praktisch isodispers und besteht aus kugelförmigen Einzelteilchen; 3. Strömungsgeschwindigkeit und Anfangskonzentration werden so gehalten, daß der Filterwiderstand während des Versuches praktisch konstant bleibt.

Als Prüfnebel diente das Kondensationsaerosol des Farbstoffes Sudanrot G mit einem häufigsten Teilchenradius von $1,2 \cdot 10^{-5}$ cm. Letzterer wurde aus dem mittleren Verschiebungsquadrat der Wärmebewegung bestimmt. Die quantitative Bestimmung des abgeschiedenen Farbstoffes läßt sich an einem lichtelektrischen Mikrokolorimeter mit Selensperrschichtzellen¹⁴⁾ bis zu $0,2 \cdot 10^{-3}$ mg in $3,5$ cm³ Aceton mit einer Fehlergrenze von $\pm 1\%$ durchführen.

Die im Filterquerschnitt abgeschiedene Nebelmengende folgt einer e-Funktion; zwischen den in aufeinanderfolgenden Schichten abgeschiedenen Nebelmengen und der jeweils noch vorhandenen Gesamtmenge besteht Proportionalität. Die Filterschicht besteht aus Einzelfiltern gleicher Porenweite und Struktur, so daß die Schichtdicke der Zahl der Einzelfilter proportional ist. Aus Diagrammen in halblogarithmischer Darstellung wird weiter ersichtlich, daß der Verlauf der Abscheidungskurven mit Abnahme der Porenweite steiler wird. Es läßt sich so für jede Filtersorte die Anzahl der Filter angeben, die notwendig ist, um die vorhandene Konzentration z. B. um eine Zehnerpotenz herabzusetzen. Dieser Wert ist mit K_z (Kennzahl) bezeichnet und beträgt z. B. 3 für das Filter Schwarzband 589 (Schleicher & Schüll). Die auf die Einheit der Filterdicke bezogene Kennzahl (Filterdurchlässigkeit D) ist eine für eine bestimmte Filtersorte charakteristische Größe. D ist dem Quadrat des mittleren Porenradius proportional, wenn die Teilchengröße klein ist gegenüber der Porenweite.

Es konnte weiter gezeigt werden, daß die Oberflächenstruktur des Filters einen wesentlichen Einfluß auf das Abscheidungsvermögen hat, so daß z. B. Jenaer Glasfritten ein wesentlich höheres Abfangvermögen besitzen, wenn man ihre Oberfläche durch Behandlung mit verd. Flußsäure anraucht.

Ferner wurde durch Messung der Wärmebewegung vor und nach der Filtration festgestellt, daß letztere eine Sichtung des Nebels zugunsten der kleineren Teilchen bewirkt. Dieser Befund spricht gegen die Vorstellung, daß vor allem die Wärmebewegung eine Abscheidung der Teilchen bedingt. In erster Linie sind es die Strömungsbewegung sowie der sich beim Auftreffen des Teilchens auf Filterfaser oder Korn ergebende Pralleffekt, welche den Teilchen-transport zur Porenwand und die Abscheidung verursachen. Die Prallwirkung wurde vom Vortr. modellmäßig näher erläutert und der Abscheidungsgrad für kugelförmige Aggregate aus den Grundgesetzen der Mechanik und dem Stokesschen Widerstandsgesetz berechnet. Die Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen ist zufriedenstellend.

H. Remy, Hamburg: Über die Absorption von Nebeln durch Flüssigkeiten.

Vortr. berichtete über Absorptionsversuche mit Schwefelsäurenebel, die mit verschiedenen Absorptionsflüssigkeiten — z. T. in normalen Waschflaschen — vorgenommen wurden¹⁵⁾. Es ergibt sich dabei, daß kein einfacher Zusammenhang zwischen chemischer Natur der Flüssigkeit und Absorbierbarkeit besteht. Dagegen spielt der Dampfdruck bei solchen absorbierenden Flüssigkeiten eine Rolle, die Dämpfe an die Nebelteilchen abgeben oder von diesen aufnehmen können, weil dadurch die Größe der Nebelteilchen wächst bzw. abnimmt. So geht beim Zufügen von KOH oder NaOH zu reinem Wasser die Absorptionsfähigkeit rasch zurück.

Die Konzentrationsabnahme setzt sich aus vier Teilbeträgen zusammen:

- A_1 Sedimentation auf dem Zuleitungsweg (vor Eintritt in die Flüssigkeit).
- A_2 Konzentrationsabnahme bei der Blasenbildung.
- A_3 Konzentrationsabnahme beim Durchgang durch die Flüssigkeitsschicht.
- A_4 Konzentrationsabnahme im Luftraum über der Flüssigkeitsoberfläche.

Für die Absorption in der Flüssigkeit selbst ist die Verweilzeit maßgebend. Letztere ist bedingt durch die Höhe der Flüssigkeitsschicht und durch die Größe der Gasblasen. Bei einer Gesamtkonzentrationsabnahme von 27,9% (Wassersäule 10 cm, darüber befindliche Luftsäule 5 cm) entfallen auf A_1 0%, auf A_2 3,24%, auf A_3 24,20% und auf A_4 0,46%. Der Hauptanteil entfällt also — wie zu erwarten — auf die Absorption in der Flüssigkeit selbst. Bei kleinen Schichthöhen ist die Absorbierbarkeit der Länge der Verweilzeit (=reziproke Strömungsgeschwindigkeit) proportional.

Eine Proportionalität zwischen Konzentrationsabnahme und Höhe der durchperlten Flüssigkeitsschicht besteht nur bei kon-

stanter Steigegeschwindigkeit der Gasblasen. Bei großen Höhen der Flüssigkeitsschicht ist die Steigegeschwindigkeit nicht konstant, sondern pulsierend wechselnd. Ein Diagramm, in welchem als Ordinate die Konzentrationsabnahme, als Abszisse die reziproke Strömungsgeschwindigkeit aufgetragen ist, hat folgendes Aussehen: Die Kurve wird konvex zur Ordinate bei großer Schichthöhe, sie liegt zur Abszisse konvex, wenn die Flasche leer ist. Bei geringen Schichthöhen macht sich der Einfluß des Teilbetrages A_2 stärker bemerkbar. Auf die Konzentrationsabnahme bei der Blasenbildung wirkt sich die Blasengröße — bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit des Transportgases der Nebel — im umgekehrten Sinne aus wie auf die Konzentrationsabnahme beim Durchperlen durch die Flüssigkeit¹⁶⁾. Zum Schluß erwähnte Vortr., daß bei Verwendung der feinporigen Glasfritte G_2 eine quantitative Absorption von Schwefelsäurenebel zu mehr als 99,9% erreicht werden kann. Die Strömungsgeschwindigkeiten müssen dabei unter 1 l je min liegen.

In der *Aussprache* wurde von Thießen darauf hingewiesen, daß die Konzentrationsabnahme im Luftraum über der Flüssigkeit (A_4) wohl zum größten Teil dem Einfluß der beim Durchbrechen der Gasblase durch die Flüssigkeitsoberfläche stattfindenden „Vernebelung“ der Absorptionsflüssigkeit zuzuschreiben ist.

K. Wolf, Ludwigshafen a. Rhein: Über die Sichtwirkung einer ebenen spiralförmigen Luftströmung.

Vortr. berichtete über ein neues Zentrifugal-Windsichtverfahren, das auch im Gebiet unterhalb 30μ scharfe Trennungen in technischem Maßstabe ermöglicht. Das Verfahren beruht auf einem physikalisch genau definierten Gegeneinanderwirken von Reibungskraft und Fliehkraft in einer ebenen Spiralströmung. Die Luft strömt tangential am äußeren Rande in einen flachen rotationssymmetrischen Raum ein und verläßt ihn durch eine axiale Auslaßöffnung. Die Bahnen, welche sie beschreibt, sind theoretisch logarithmische Spiralen. Der Reibungseinfluß des Gutes bewirkt, daß die Spiralen nach innen zu steiler werden. Hierauf ist die besonders scharfe Trennung zurückzuführen. Ein Korngemisch verhält sich in der Strömung derart, daß das Feingut mit dem Luftstrom die axiale Öffnung wieder verläßt, während das Grobgut durch am Rande angebrachte Schlitze aus dem Sichtraum geschleudert wird. Für eine bestimmte Korngröße, bei welcher gerade die Trennung erfolgt (Korngrenze), gilt die Beziehung: Reibungskraft = Zentrifugalkraft

$$6 \pi r v_R = \frac{4}{3} r^3 \frac{s}{g} \cdot \frac{v_d^2}{R}$$

Links steht der bekannte Stokessche Ausdruck, wobei v_R = Radialkomponente der Geschwindigkeit, r = Radius des Grenzkornes, s = spez. Gewicht, g = Erdbeschleunigung, v_d = Umfangskomponente der Geschwindigkeit, R = Radiusvektor des Bezugspunktes.

Daraus läßt sich weiter die Gleichung ableiten:

$$d = \sqrt{\frac{H}{V}} \cdot R \cdot \text{ctg } \alpha \cdot \text{konst.}$$

d = Durchmesser des Grenzkornes, H = Höhe des Sichtraumes, V = stündlich durchgeblasene Luftmenge, R = Radius des Sichtraumes, $\text{ctg } \alpha$ = Steilheit der Spirale.

In dieser Beziehung sind die Möglichkeiten zur willkürlichen Beeinflussung der Sichtung aufgezeigt. Aus Diagrammen und Mikrophotographien wurde die angenäherte Gültigkeit obiger Gleichung nachgewiesen. Die Steilheit der Spirale kann verringert werden, indem man durch Verkleinerung der Spalte die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft vergrößert bei konstanter Gesamtluftmenge; sie wird vergrößert, indem ein radialer, sekundärer Luftstrom überlagert wird. Der erste Fall vergrößert die Feinheit der Trennung, der zweite vergrößert sie.

Im Anschluß hieran wurde die Rückwirkung des Gutes auf den Druckverlauf der Strömung und auf die Korngrenze untersucht. Es ergibt sich eine starke Abhängigkeit von Gutmenge und Korngrößenverteilung des Gutes, die an Hand von Versuchsergebnissen mit einheitlichen Zinkstaubfraktionen dargelegt wird. Die Beeinflussung ist am größten, wenn eine geringe Menge Feingut anfällt, während der Hauptteil des Gutes als Grobgut abgeschieden wird. Diese Ergebnisse mahnen zur Vorsicht bei Versuchen zur Sichtbarmachung einer Strömung durch Staub oder Nebel.

Die Mikrophotographien von Fraktionierungen verschiedener Materialien zeigen, daß Überschneidungen der Korngrößen i. allg. nur über zwei aufeinanderfolgende Fraktionen stattfinden. Auch bei normalerweise schwierig zu sichtendem Material, wie Holzmehl, Kunststoffpulver usw., gelingt eine Trennung noch im feinsten Gebiet gut.

In der *Aussprache* gab Vortr. noch über verschiedene Fragen Auskunft. Die Luftmenge, bis zu welcher der Sichter bis jetzt angewandt wurde, beträgt $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Die bisher erreichte Feinheit der Trennung liegt bei einer Korngröße von 2μ . Eine weitere Steigerung um eine Zehnerpotenz dürfte noch erreichbar sein. — Föttinger kommt auf den Einfluß des Strömungsgutes auf die ursprüngliche Strömung zurück, im Hinblick auf die allgemein übliche Methode der Sichtbarmachung einer Strömung durch zugegebene Pulver. Die Abweichungen von der gutfreien Strömung sollen bei Metaldehyd verhältnismäßig gering sein. In der Strömungsforschung wird der Einfluß in Annäherung rechnerisch berücksichtigt.

¹³⁾ H. Witzmann, Z. Elektrochem. angew. physik. Chem. **46**, 313 [1940].

¹⁴⁾ H. Witzmann, Chem. Fabrik **12**, 332 [1939].

¹⁵⁾ H. Remy, W. Seemann, A. Pancernu u. H. Friedland, Trans. Faraday Soc. **32**, 1185 [1936]; diese Ztschr. **49**, 696 [1936].

¹⁶⁾ H. Remy u. W. Seemann, Kolloid-Z. **72**, 279 [1935].