

Teller, Washington: „Streuung von Protonen an Protonen.“

Die Messung von *Tuve* und *Hafstad*<sup>10)</sup> der Streuung von schnellen Protonen an Protonen zwingen zur Folgerung, daß in geringem Abstand außer der Coulombschen Wechselwirkung zwischen zwei Protonen noch Kräfte vom Typus der Neutronen-Protonen-Wechselwirkung auftreten. Nach Rechnungen von *Breit*<sup>11)</sup> ist dieses ein Anziehungspotential, das zwar geringer, aber von derselben Größenordnung ist, wie die der Theorie des Deutons zugrunde gelegte Wechselwirkungsenergie zwischen Proton und Neutron.

Uhlenbeck, Utrecht: „Zur Fermischen Theorie des  $\beta$ -Zerfalls.“

Die Fermische Theorie des  $\beta$ -Zerfalls auf Grund der Neutrinotheorie läßt noch verschiedene Ausdrücke für die Wechselwirkungsenergie des Kerns mit dem Neutrinfeld offen<sup>12)</sup>. Die  $\beta$ -Spektren mehrerer natürlicher und künstlicher  $\beta$ -Strahler, die sorgfältig gemessen sind, können gut wiedergegeben werden, wenn man einen Ansatz von *Konopinski-Uhlenbeck* zugrunde legt, während der Verlauf nach dem Ansatz von *Fermi* wesentlich anders ist. Die theoretischen Kurven gestatten dann eine sichere extrapulatorische Berechnung der Grenzenergie des  $\beta$ -Spektrums. Die Kenntnis der Grenzenergie läßt beim  $P_{1/2}^3$  eine Prüfung der Frage zu, ob beim  $\beta$ -Zerfall der Wert der Grenzenergie den Energiesatz erfüllt.

Richardson, Leeds: „Energiespektrum der  $\beta$ -Elektronen des  $ThC'$ .“

Das Energiespektrum der Elektronen der  $\beta$ -Strahler war im Bereich sehr kleiner Energien bislang wegen experimenteller Schwierigkeiten sehr unsicher. Es ist Vortr. gelungen, eine gasförmige Verbindung des  $ThC$  herzustellen und den radioaktiven

<sup>9)</sup> *Tuve, Heydenburg u. Hafstad*, Physic. Rev. 49, 432 [1936].

<sup>10)</sup> Auf Grund neuerer Messungen, gemäß brieflicher Mitteilung.

<sup>11)</sup> *Fermi*, Z. Physik 88, 161 [1934]; *Konopinski u. Uhlenbeck*, Physic. Rev. 48, 7 [1935].

Zerfall in der *Wilson*-Kammer zu studieren.  $ThC$  geht unter  $\beta$ -Zerfall in  $ThC'$  über, dieses sendet danach praktisch spontan ein  $\alpha$ -Teilchen aus. Die Spuren der Elektronen und  $\alpha$ -Teilchen haben deshalb paarweise einen gemeinsamen Ursprung, dies gestattet eine sichere Zählung der Zerfallselektronen. Die Zahl der Elektronen mit kleiner Energie ist verhältnismäßig groß, im Gegensatz zu früher von anderen Experimentatoren mit dem Zählrohr erhaltenen vorläufigen Daten. Das  $\beta$ -Spektrum liegt gut auf der *Uhlenbeck-Konopinski*schen Kurve und weicht stark von der *Fermischen* ab.

Heisenberg, Leipzig: „Theorie der Schauer<sup>12)</sup>.“

Die erste Möglichkeit der Partikelerzeugung ist in der Theorie des Positrons gegeben. Dieser Prozeß ist jedoch nicht zur Erklärung des Auftretens der Schauer in der Höhlenstrahlung geeignet, da hierfür ein Prozeß höherer Ordnung notwendig ist, bei dem eine große Anzahl Teilchen zugleich erzeugt werden müßten. Die Quantenelektrodynamik ergibt aber, daß die Wahrscheinlichkeit dafür, daß in einem Einzelmakt  $n$  Pärchen erzeugt werden, bei großen Energien proportional der  $n$ -ten Potenz der Feinstrukturkonstanten  $e^2/hc \sim 1/137$  ist, also für große  $n$  verschwindend klein. Die Fermische Theorie des  $\beta$ -Zerfalls ergibt jedoch eine neue Möglichkeit. Ein Elementarprozeß wäre beispielsweise ein solcher, bei dem unter Verbrauch der Primärenergie ein Proton im Felde eines Kerns sich in ein Neutron plus Positron plus Neutrino verwandelt; die Iteration des Prozesses ist: Neutron  $\rightarrow$  Proton  $\rightarrow$  Elektron  $\rightarrow$  Neutrino; Proton  $\rightarrow$  Neutron u.s.f. Wichtig ist, daß nach der Fermischen Theorie bei genügend hoher Energie ein Prozeß  $n$ -ter Ordnung, bei dem  $n$  Pärchen  $\rightarrow 2n$  Neutrinos entstehen, ebenso wahrscheinlich wird wie ein Elementarprozeß. Die mittlere Zahl der erzeugten Teilchen und die mittlere Energie eines Schauerpartikels lassen sich abschätzen aus den Konstanten, die in die Fermische Theorie eingehen, und mit dem Experiment in Einklang bringen.

<sup>12)</sup> Erscheint demnächst in der Z. Physik.

## Tagung der Faraday-Society.

Leeds, 20. bis 22. April 1936.

Vorsitzender: Präsident Prof. Dr. Whytlaw-Gray.

Thema:

### Disperse Systeme in Gasen; Staub, Rauch und Nebel<sup>13)</sup>.

Für die große wissenschaftliche sowie technische Bedeutung der Aerosole spricht die große Zahl englischer und nicht-englischer Wissenschaftler, die Beiträge zu der Tagung überwandten oder selbst anwesend waren.

Das Thema war in zwei Hauptgruppen unterteilt:

- I. Die allgemeinen Eigenschaften und das Verhalten disperter Systeme aus
  - a) festen und flüssigen, nichtflüchtigen Teilchen, wie Rauch, Staub, Ölnebel usw.,
  - b) wässrigen und anderen flüchtigen Teilchen, wie Wolken, hygroskopische Kerne, Stadt- und Landnebel.
- II. Die industrielle Bedeutung disperter Systeme in Luft und Gasen.

### Teil Ia.

Prof. Dr. Whytlaw-Gray, Leeds: *Einführung*.

Für die Tagung wurde die Materie unterteilt in Systeme nichtflüchtiger und flüchtiger Teilchen. Eine strenge Klassifizierung in diesem Sinne ist nicht möglich, da je nach den Bedingungen ein System zur einen oder anderen Gruppe gezählt werden muß. In vieler Hinsicht sind aber Systeme nichtflüchtiger Teilchen besonders einfach zu untersuchen, da in ihnen Verdampfung und isotherme Destillation als komplizierende Faktoren wegfallen.

Die charakteristischste Eigenschaft der Aerosole ist die sofort nach ihrer Bildung eintretende, kontinuierlich ver-

laufende Koagulation. Der Koagulationsverlauf einer großen Reihe von Aerosolen folgt dem einfachen Gesetz:

$$1/n_1 - 1/n_2 = K (t_2 - t_1).$$

$n_1$  und  $n_2$  sind die im Kubikzentimeter zu den Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  vorhandenen Teilchen,  $K$  ist die Koagulationskonstante. Ihr Wert hängt ab: 1. von der mittleren Teilchengröße; feinteilige Aerosole koagulieren rascher als grobteilige. 2. Von dem Teilchengrößenbereich und der Verteilung innerhalb desselben; anisodisperse Systeme koagulieren schneller als isodisperse. 3. Von der Form der Teilchen und der von ihnen gebildeten Aggregate.

Über das erste Stadium der Aerosolbildung ist fast nichts bekannt. Die Zahl der Primärteilchen muß sehr hoch sein, etwa  $10^{12}/\text{cm}^3$ . Bei einem Wert für  $K = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-1}$ , wie er für Stearinäure gefunden wurde, nimmt in einem System von  $10^{11}$  Teilchen/ $\text{cm}^3$  die Teilchenzahl in  $0,02 \text{ sec}$  auf die Hälfte ab. Die Primärteilchen lassen sich daher nur in sehr hoher Verdünnung untersuchen. Bei einer Teilchenzahl von etwa  $10^5/\text{cm}^3$  beträgt die Halbwertszeit bereits 5 h.

Die industriellen aerosoldispernen Systeme wie Schornsteinrauch usw. sind ausgesprochen anisodispers und bestehen aus weitgehend verschiedenen Teilchen.

Nichtkoagulierende Systeme, die den stabilisierten Hydrolysen entsprechen würden, sind bisher nicht beobachtet worden. Die an der Oberfläche der Teilchen zweifellos stattfindende Adsorption von Gasen hat keinen messbaren Einfluß auf die Aggregationsgeschwindigkeit. Auch durch elektrische Aufladung der Teilchen konnte keine Stabilisierung aero-kolloider Systeme erreicht werden.

Grobdisperse Systeme, Staube, die durch Dispersionsprozesse entstehen, sind bisher noch wenig untersucht. Charakteristisch für sie ist ihre leichte elektrische Aufladbarkeit, die wahrscheinlich durch Reibung hervorgerufen wird und z. B. bei Kohlenstaub zu Staubexplosionen führt.

<sup>13)</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz von *Winkel*, „Die Schwebstoffe in Gasen“, diese Ztschr. 49, 404 [1936].

Dr. K. E. Stumpf und Prof. Dr. G. Jander, Greifswald: „Über die Eigenschaften aerokolloider Systeme, in Sonderheit ihrer Abhängigkeit von den Darstellungsmethoden.“

Die Eigenschaften eines Aerosols sind in hohem Maße von der Art des Darstellungsverfahrens abhängig. Die genaue Kenntnis der einzelnen Phasen der Darstellung und ihre Reproduzierbarkeit ist daher von großer Bedeutung.

Die Darstellung annähernd isodisperser und feinteiliger Aerosole ist bisher auf folgenden Wegen gelungen:

1. Durch physikalische Kondensation — Verdampfung des Aerosolbildners und Kondensation des Dampfes zum Aerosol (Stearinsäurenebel von Whytlaw-Gray<sup>2)</sup>).

2. Durch chemische Kondensation — Reaktion zweier gasförmiger Stoffe unter Bildung eines nichtflüchtigen Reaktionsproduktes (Schwefelsäurenebel von Fuchs<sup>3)</sup>).

3. Durch photochemische Kondensation — Bildung eines nichtflüchtigen Stoffes durch Photolyse einer dampfförmigen, durch Licht zersetzbaren Substanz (Eisenoxydrauch von Jander und Winkel<sup>4)</sup>.

Für die Bildung möglichst gleich- und feinteiliger Aerosole haben sich folgende Bedingungen als wesentliche Voraussetzung herausgestellt: a) Hohe Übersättigung des Aerosolbildners im Dampfzustand, damit dessen Moleküle selbst als Kondensationskerne wirksam werden können und sich nicht an stets vorhandenen, weniger zahlreichen Fremdkeimen gröbere Teilchen bilden; b) möglichst kurze Bildungszeit oder Trennung der Kondensationszone von den vorher gebildeten Teilchen, damit diese nicht als Kondensationskerne wirken und die Bildung weiterer Primärteilchen verhindern; c) das gebildete konzentrierte System muß möglichst rasch und gleichmäßig auf das endgültige Volumen verdünnt werden können.

Das von Jander und Winkel entwickelte Verfahren der photochemischen Zersetzung von sehr verdünntem Eisenpentacarbonyldampf in Luft zur Bildung von Eisenoxydrauchen<sup>4)</sup> ist zur reproduzierbaren Darstellung feinteiliger, isodisperser Systeme besonders geeignet, da nicht erst das gebildete Aerosol, sondern bereits der Eisenpentacarbonyldampf gleichmäßig im Untersuchungsgefäß verteilt werden kann.

Für die Verbesserung der Darstellungsverfahren ist die bisher sehr lückenhafte Kenntnis der äußerst schnell verlaufenden Kondensation der Moleküle zu Teilchen kolloider Dimensionen notwendige Voraussetzung.

Prof. Dr. Whytlaw-Gray, Dr. W. Cawood und H. S. Patterson, Leeds: „Eine Sedimentationsmethode zur Teilchenzahlbestimmung in Rauchen.“

Zur Bestimmung der Teilchenzahl in Aerosolen wurde eine Methode zur Auszählung der Teilchen in den aus verschiedenen Altersstadien des Systems erhaltenen Sedimenten ausgearbeitet. Die Zählkammer (collector slide) besteht aus einer 2–10 mm dicken Metallplatte, in der sich eine ovale Öffnung, der Sedimentationsraum, befindet, der durch zwei Glasschieber verschlossen werden kann. Die im Untersuchungsgefäß befindlichen, geöffneten Kammern werden zu bestimmten Zeiten geschlossen und die auf der unteren Glasplatte sedimentierten Teilchen im Ultramikroskop ausgezählt. Die Zählungen stimmen mit den auf anderem Wege erhaltenen sehr gut überein. Die Schwierigkeit der Methode, deren Anwendbarkeit sich auf nicht hygroskopische, die Glasplatten nicht benetzende Aerosole, also vorwiegend Rauche beschränkt, liegt in der Herstellung absolut oberflächenreiner Glasplatten.

H. S. Patterson und Dr. W. Cawood, Leeds: „Die Bestimmung der Teilchengrößenverteilung in Aerosolen.“

Die bisherigen Methoden zur Bestimmung der Teilchengrößenverteilung in einem Aerosol, wie die Berechnung aus der Fallgeschwindigkeit, der gleichzeitigen Bestimmung von Masse und Ladung aufgeladener Teilchen im Schwerefeld und dazu senkrechten elektrischen Wechselfeld setzen die Kenntnis der Teilchendichte voraus. Für feinteilige Rauche sind sie infolgedessen kaum anwendbar. Die Größe solcher

Teilchen wurde daher aus der Helligkeit derselben im Ultramikroskop durch Vergleich mit der veränderlichen Helligkeit eines künstlichen Teilchens bestimmt<sup>5)</sup>. Die Methode gestattet auch die Untersuchung sehr kleiner Teilchen. Die Berechnung der Teilchengröße aus der Helligkeit ist allerdings schwierig, da in dem schmalen Größenbereich um einen Teilchenradius von  $10^{-5}$  cm die Helligkeit mit wachsendem Radius von der 6. auf die 2. Potenz des Radius abfällt.

haben die Teilchen mindestens einen Radius von  $1 \cdot 10^{-5}$  cm, so lässt sich ihre Größe in einem Mikroskop bei sehr starker Vergrößerung durch Vergleich mit verschiedenen großen Scheiben und Kreisen auf einer im Okular befindlichen Netzplatte bestimmen. Die so untersuchte Teilchengrößenverteilung in einem Magnesiumoxydrauch zeigt, wie erwartet, mit der Zeit fortschreitende Veränderung der kleinen und Zunahme der größeren Teilchen.

Dr. R. S. Bradley, Leeds: „Die Kohäsion zwischen Aerosolteilchen<sup>6)</sup>.“

Die Kohäsion zwischen festen, kugelförmigen Teilchen wurde berechnet und an Quarzkügelchen experimentell bestimmt. Für die Kohäsionskraft F ergibt sich der Ausdruck:

$$F = 4\pi \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \cdot \sigma$$

wo  $r_1$  und  $r_2$  die entsprechenden Teilchenradien und  $\sigma$  die Oberflächenenergie darstellen. Die geforderte lineare Abhängigkeit von F von  $\frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$  wurde für Kugelchen aus Quarz und Borax bestätigt.

Da sich die Teilchen in Brownscher Bewegung befinden, wäre ein Wiederzerfall der Aggregate in die Primärteilchen denkbar. Die Berechnungen zeigen, daß ein solcher, bisher nicht beobachteter Wiederzerfall unter normalen Umständen nicht eintreten kann. Erst bei extrem hohen Temperaturen würde die Brownsche Bewegung so groß werden, daß ein merkliches stationäres Gleichgewicht zwischen Aggregation und Desaggregation eintreten würde. Durch sehr kräftige Rührung und Durcheinanderwirbelung des Aerosols ist es hingegen gelungen, ein solches stationäres Gleichgewicht zwischen Aggregation und Wiederzerfall zu erreichen.

Dr. W. Cawood und Prof. R. Whytlaw-Gray, Leeds: „Der Einfluß des Gasdrucks auf die Koagulation von Eisenoxydstaub.“

Jander und Winkel<sup>4)</sup> haben gefunden, daß in gleichartig hergestellten und gleichaltrigen Eisenoxydstaub die Teilchengröße dem Gasdruck des Systems ungefähr proportional ist, die Koagulationsgeschwindigkeit daher mit abnehmendem Gasdruck des Systems ansteigt.

Die direkte Messung der Koagulationsgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Gasdruck des Systems bestätigt zwar den früheren Befund, ergibt aber darüber hinaus, daß schon die Zahl der gebildeten Primärteilchen dem Gasdruck proportional ist, ihre Größe mit fallendem Gasdruck steigt. Die direkte mikroskopische Untersuchung der Sedimente aus gleichkonzentrierten Systemen verschiedenen Gasdrucks zeigt, daß die Primärteilchen, aus denen sich die Aggregate zusammensetzen, bei höherem Druck (760 mm Hg) amikroskopisch, bei einem Druck von 200 mm Hg aber bereits von mikroskopischer Größenordnung waren.

Dr. W. Cawood, Leeds: „Die Bewegung von Aerosolteilchen in einem Temperaturgefalle.“

Befindet sich in einem Aerosol ein Körper, dessen Temperatur höher ist als die seiner Umgebung, so bildet sich um ihn ein von Aerosolteilchen freier, ziemlich scharf abgegrenzter Raum. Die Schichtdicke dieses Raumes ist abhängig von der Temperaturdifferenz und der Strömungsgeschwindigkeit des umgebenden Aerosols. In einer Aerosolzählkammer, deren Oberseite aus einer von außen mit Dampf heizbaren Metallplatte bestand, wurde mit Tabakrauch die Schichtdicke des teilchenfreien, also dunklen Raumes gemessen. Sie betrug 0,08 cm. Trotzdem in der Zählkammer eine lebhafte Konvektionsströmung beobachtet wurde, wurden die Aerosol-

<sup>2)</sup> Whytlaw-Gray u. Patterson, Smoke, London 1932.

<sup>3)</sup> N. Fuchs u. Oschman, Acta Physicoch. USSR. III, 65 1935.

<sup>4)</sup> G. Jander u. A. Winkel, Kolloid-Z. 68, 5 [1933].

<sup>5)</sup> Patterson u. Whytlaw Gray, Proc. Roy. Soc. London 113, Ser. A, 312 [1926]. <sup>6)</sup> Bradley, Philos. Mag. J. Sci. 13, 853 [1932].

teilchen an der Grenze des „dunklen Raumes“ wie durch eine für sie unpassierbare, aber unsichtbare Membran zurückgehalten. Wurde das Aerosol durch die Zelle hindurchgeblasen, so wurde der dunkle Raum zerstört, stellte sich aber bei Unterbrechung der Strömung innerhalb 3 sec wieder her. Die Aerosolteilchen werden also von einem heißen Körper in Richtung des Temperaturgefälles abgestoßen. Nach Knudsen<sup>7)</sup> ist mit dem Temperaturgefälle bei Ausschluß von Konvektionsströmungen ein maßbares Druckgefälle verbunden. An der Grenze des dunklen Raumes wird also den Aerosolteilchen infolge des Zusammenstoßes mit Gasmolekülen, die auf der Seite des dunklen Raumes eine höhere kinetische Energie besitzen als in größerer Entfernung von dem heißen Körper, eine die Brownsche Bewegung dieser Teilchen überwiegende Beschleunigung in Richtung des Temperaturgefälles erteilt, die ein Eindringen der Teilchen in den dunklen Raum verhindert.

Die Berechnung der abstoßenden Kräfte ergibt für die Schichtdicke des aerosolfreien Raumes bzw. für die den Teilchen erteilte Beschleunigung Werte, die größtenteils mit den gefundenen übereinstimmen.

A. S. G. Hill, Porton: „Messung der optischen Dichte von Rauchniederschlägen auf Filterpapier.“

Zur Konzentrationsbestimmung von Staub in der Atmosphäre, insbesondere von Kohlenstaub, wird ein bestimmtes Volumen Luft durch Filtrerpapier gesaugt und die optische Dichte des entstandenen Niederschlages durch Vergleich mit geeichten Standardpräparaten bestimmt<sup>8)</sup>. Diese visuelle Vergleichsmethode wird ersetzt durch die Messung der durch den Staubniederschlag hervorgerufenen Schwächung der Intensität einer das Filter durchleuchtenden Lichtquelle mit Hilfe einer gasgefüllten Caesium-Photozelle. Die Genauigkeit der Messungen hängt in erster Linie von der Gleichmäßigkeit der optischen Dichte der verwendeten Filter ab.

Dr. N. Fuchs, Dr. I. Petryanoff und Dr. B. Rotzeig, Moskau: „Die Größe der Aufladung von Tröpfchen in einem Ionenstrom.“

Für die elektrische Abscheidung von Aerosolen ist die Größe und der zeitliche Verlauf der Aufladung der Teilchen in einer Ionenwolke von wesentlicher Bedeutung.

In der eingehend beschriebenen Apparatur werden Öhnebel von  $0,5 - 3 \cdot 10^{-4}$  cm Teilchenradius mit bestimmter, variabler Strömungsgeschwindigkeit durch eine 5,2 cm lange Strecke der Ionenwolke geblasen. Die Verweilzeit der Nebelteilchen in dieser Wolke ist durch die Strömungsgeschwindigkeit gegeben, sie betrug bei den Versuchen 0,01–0,02 sec. Die Ionenkonzentration ergab sich aus dem angelagten elektrischen Feld und variierte bei den Versuchen zwischen  $2 - 3 \cdot 10^7/\text{cm}^3$ . Der Grad der Aufladung und die Größe der Teilchen wurde durch gleichzeitige photographische Messung der Fallgeschwindigkeit und der Oszillation im elektrischen Wechselfeld bestimmt. Die gefundene Aufladung der Teilchen zeigte mit Berechnungen auf Grund der Gleichungen von Pauthenier<sup>9)</sup> gute Übereinstimmung.

Dr. W. R. Harper, Bristol: „Eine exakte Koagulationstheorie sphärischer Teilchen, ausgängend von der Brownschen Bewegung.“

Die Smoluchowskische Ableitung des Koagulationskoeffizienten aus der Diffusion der Teilchen in einem angenommenen Konzentrationsgefälle erscheint dem Vortr. unzulässig. Eine exakte Ableitung auf Grund der Brownschen Bewegung und der von ihr abhängigen Häufigkeit der Zusammenstöße der Teilchen führt ohne die willkürliche Annahme eines Konzentrationsgefälles zu denselben Gleichungen, wie sie von Smoluchowski abgeleitet worden sind.

Dr. O. Brandt und Dr. E. Hiedemann, Köln: „Die Aggregation von in Gasen suspendierten Teilchen unter dem Einfluß von Schall- und Ultraschallwellen.“

Die ultramikroskopische Beobachtung der Aggregation von Aerosolen im Schall- bzw. Ultraschallfeld zeigt, daß der Prozeß

in 2 Phasen zerfällt. Zuerst beginnen die Teilchen zu oszillieren und an der Zirkulationsströmung zwischen Schwingungsknoten und -bäuchen teilzunehmen, wobei sie aggregieren. In der zweiten Phase beginnen die großen Teilchen sich regellos zu bewegen, wobei die Aggregation infolge der Zusammenstöße dieser Teilchen mit noch kleineren, oszillierenden rasch zunimmt. Die Aggregation nimmt stark zu mit der Dauer und der Intensität der Beschallung. Die Unzulänglichkeit der Methoden zur Untersuchung des Grades der Aggregation läßt aber eine quantitative Verfolgung dieser Zusammenhänge noch nicht zu. Die durch die Aggregation immer größer werdende Anisodispersität der beschallten Systeme dürfte für den Aggregationsverlauf von entscheidender Bedeutung sein.

Bei Verwendung sehr intensiver Schallwellen, wie sie mit dem Hartmannschen Luftstrahlgenerator<sup>10)</sup> erzeugt werden können, lassen sich auch in strömenden Gasen noch bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 200 l/min suspendierte Teilchen durch Beschallung annähernd vollständig niederschlagen.

Prof. E. N. da C. Andrade, London: „Die Koagulation von Aerosolen unter der Einwirkung von Ultraschallwellen.“

Unter der einschränkenden Annahme, daß die suspendierten Teilchen sich dem Dispersionsmittel gegenüber in Ruhig befinden und im Dispersionsmittel selbst keine Wirbelbewegungen stattfinden, wird der Koagulationsverlauf im Ultraschallfeld berechnet. Hierach nach muß die Zahl der Teilchen bei Beginn der Beschallung sehr rasch und mit zunehmender Zeit allmählich langsamer fallen.

R. C. Parker, London: „Versuche über die Koagulation von Aerosolen im Ultraschallfeld.“

Versuche über die Koagulation von Magnesiumoxydstaub im Ultraschallfeld ergeben, daß der Koagulationsverlauf mit den Berechnungen von da C. Andrade sehr gut übereinstimmt.

H. H. Watson, Porton: „Der einen heißen Körper umgebende aerosolfreie Raum.“

Das bereits von Cawood beschriebene Phänomen wird in seiner Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren untersucht. Die Schichtdicke des aerosolfreien Raumes wächst mit der 0,5. Potenz der Temperaturdifferenz und ist der 0,6. Potenz des Gasdruckes umgekehrt proportional. Sie ist unabhängig von der Natur und Größe der Aerosolteilchen, ändert sich aber mit der Form des heißen Körpers selbst.

Der Effekt läßt sich zur Niederschlagung von Aerosolen verwenden. Der sogenannte „Thermal-Präcipitator“ besteht aus zwei parallelen Platten, zwischen denen sich ein geheizter Draht befindet. Ist dessen Temperatur so hoch, daß die ihm umgebende aerosolfreie Schicht bis zu den Platten reicht, so wird ein durchgeblasenes Aerosol vollständig an den Glasplatten niedergeschlagen. Die Niederschläge können wie normale Sedimente untersucht werden.

II. L. Green, Porton: „Die Größenverteilung der Staubteilchen in Gesteinsstäuben<sup>11)</sup>.“

Mit Hilfe des Thermal-Präcipitators niedergeschlagene Gesteinsstäube verschiedenen Materials wurden nach der von Patterson und Cawood beschriebenen Methode mikroskopisch auf ihre Größe untersucht. Die Größenverteilung ist bei den untersuchten Gesteinsstäuben annähernd die gleiche. Das Maximum liegt bei ihnen bei einem Teilchenradius von  $4 - 8 \cdot 10^{-5}$  cm. Es waren in ihnen viel weniger grobe Teilchen vorhanden, als für gewöhnlich angenommen wird. Die Kenntnis der Größenverteilung in Gesteinsstäuben ist von großer Bedeutung für die Untersuchung ihrer gesundheitsschädigenden Wirkungen sowie für die wichtige Entstaubung der Atemluft.

### Teil Ib.

Dr. G. M. Dobson, Oxford: „Einführung.“

In staubfreier, klarer Luft ist stets eine Anzahl sehr kleiner, zum Teil hygrokopischer Teilchen vorhanden. In

<sup>7)</sup> M. Knudsen, Ann. Physik **28**, 999 [1909]; **32**, 809 [1910].

<sup>8)</sup> J. S. Owens: Technical Methods of Chemical Analysis, G. Lunge u. C. A. Keane, Vol. III., p. 645.

<sup>9)</sup> M. M. Pauthenier u. M. Moreau-Hanot, J. Chim. physique **3**, 590 [1932].

<sup>10)</sup> Jul. Hartmann, Philos. Mag. J. Sci. **11**, 926 [1931].

<sup>11)</sup> Vgl. hierzu Prockat, „Forderungen u. Fortschritte auf dem Gebiete der techn. Staubbekämpfung“, Chem. Fabrik **9**, 153 [1936].

ländlichen Gebieten bestehen die hygrokopischen Teilchen in erster Linie aus Salz, das aus dem hochgewirbelten Seeschaum stammt, in Städten hauptsächlich aus Schwefelsäuretröpfchen, die sich aus dem in den Verbrennungsgasen enthaltenen Schwefelkohlenstoff gebildet haben. Je nach dem Grad der relativen Luftfeuchtigkeit werden diese Teilchen als Kondensationskerne wirksam sein und Nebeltröpfchen bilden. Ihr Gleichgewichtszustand mit der Luftfeuchtigkeit hängt ab von ihrer Oberflächenspannung und ihrem osmotischen Druck. Für die Einstellung des Gleichgewichtes ist die Verdampfungsbzw. Kondensationswärme von Bedeutung. Da die Kondensation an den großen Teilchen beginnt, hängt die Zahl der gebildeten Nebeltröpfchen nicht nur von der Zahl sondern auch vor allem von der Größe der Kondensationskerne ab. Unter diesen Gesichtspunkten werden die bisherigen Untersuchungen an natürlichen Nebeln einer zu weiterem Studium anregenden Kritik unterzogen.

Prof. H. Köhler, Upsala: „Über das Wachstum hygrokopischer Tröpfchen und die in ihnen enthaltenen Kondensationskerne.“

Untersuchungen des Chlorgehaltes von Rauhreif ergeben meistens einen Gehalt von 3,5 mg Cl in einem Liter Wasser aus Rauhreif. Andere, seltener gefundene Werte für den Chlorgehalt lassen sich stets darstellen als  $3,6 \cdot 2^n$  mg/l, wobei  $n$  eine ganze positive oder negative Zahl ist. Untersuchungen an Regentropfen und in Nebeln ergaben dieselben Werte. Die Radien der Tröpfchen stehen in ähnlicher Weise miteinander in Beziehung,  $r = 8,86 \cdot 2^{\frac{n}{3}} \cdot 10^{-4}$  cm. Aus diesen Befunden sowie aus Betrachtungen über die Thermodynamik der Kondensation an hygrokopischen Kernen<sup>12)</sup> wird geschlossen, daß Regentropfen nicht durch fortschreitende Kondensation an Nebeltröpfchen entstehen können, da dann ihr Chlorgehalt ein viel geringerer und jeweils verschiedener sein müßte. Das Anwachsen der Tröpfchen muß so vor sich gehen, daß die Chlorionenkonzentration dabei konstant bleibt, unabhängig von der Größe der Tröpfchen. Die Kondensation wird an den größeren Kernen beginnen und erst allmählich auch an den kleineren stattfinden. Mit diesem Anwachsen der Teilchenzahl hängt wahrscheinlich die Bildung der oben erwähnten, durch die Beziehung  $A \cdot 2^n$  bzw.  $B \cdot 2^{\frac{n}{3}}$  verbundenen Gruppen verschiedenen Chlorgehalts bzw. verschiedener Tröpfchengröße zusammen.

Dr. J. H. Coste, London: „Die Natur der Dispersoide in Stadt- und Landluft.“

Die in der Luft vorhandenen Dispersoide sind verschiedenen Ursprungs und ihre Zusammensetzung ist wechselnd. Als normal ist der Gehalt der Luft an Chloriden in Form von Kondensationskernen anzusprechen. Luft, die über ländlichen Bezirken verweilt, enthält als Dispersoide stets lebende Zellen, wie Bakterien, Sporen, Pollen usw. Für die Verbreitung pflanzlicher und tierischer Lebewesen auf diesem Wege gibt es eine Reihe interessanter Beispiele. Stadtluft enthält Tröpfchen, die aus gasförmigen Verbrennungsprodukten entstanden sind, wie z. B. Schwefelsäure, weiterhin Teer, Ruß und Asche, die ebenfalls von Verbrennungsvorgängen herrühren. Feiner Gesteinsstaub ist stets in Luft enthalten. Die Konzentration dieser Dispersoide ist auch in stark verunreinigter Luft immer nur sehr gering.

Dr. J. J. Nolan und Dr. Guerrini, Dublin: „Bestimmung von Gewicht und Größe der atmosphärischen Kondensationskerne.“

Wie bereits früher mitgeteilt<sup>13)</sup>, wurde Gewicht und Größe der sogenannten Langevinischen Ionen, die sich als identisch mit den geladenen Kondensationskernen Aithens herausgestellt haben, durch Messung ihrer Fall- und Diffusions-

<sup>12)</sup> H. Köhler, Zur Thermodynamik der Kondensation an hygrokopischen Kernen und Bemerkungen über Zusammenfließen der Tropfen, Meddelande från Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt 3, Nr. 8, Stockholm, 1926.

<sup>13)</sup> J. J. Nolan u. V. H. Guerrini, Proc. Roy. Irish. Acad. 43, 5 [1935].

geschwindigkeit bestimmt. Zur Bestimmung passiert die Luft mit bestimmter Strömungsgeschwindigkeit ein System aus parallelen Platten in gleichem, kleinem Abstand. Aus der Bestimmung der vor und nach dem Passieren der Platten vorhandenen Teilchenzahl ergibt sich bei waagerechter Plattenstellung die Zahl der infolge ihrer Schwerkraft- und Diffusionsbewegung an den Platten haften gebliebenen Ionen, bei senkrechter Plattenstellung die Zahl der nur infolge Diffusion niedergeschlagenen Ionen. Die beiden Effekte konnten somit getrennt und aus ihnen Gewicht und Größe der Teilchen berechnet werden. Für das mittlere Gewicht eines großen Ions ergibt sich  $1,68 \cdot 10^{-16}$  g, für das Volumen  $0,97 \cdot 10^{-16}$  cm<sup>3</sup>, für seine Dichte daher der Wert 1,7.

Prof. J. C. Philip, London: „Die Bedeutung hygrokopischer Kerne für die Nebbildung“<sup>14)</sup>.

Wird ein Salzsäuregas-Luft-Gemisch durch etwas Ammoniak enthaltende Alkalihydroxydösung geblasen, so enthält der entstehende Ammonchloridnebel beträchtliche Mengen Salzsäure. Die aus der Lösung in den Nebel übergehende Menge Ammoniak ist unabhängig von der Wasserdampftension der Lösung, während bei Erniedrigung des Dampfdruckes der Lösung der entstehende Nebel immer trockener und ärmer an freier Salzsäure wird. Bei Verwendung von 50%iger Ätzalkalilösung mit 0,01% Ammoniak entsteht neutraler, äußerst feinteiliger Ammonchloridrauch, der beim Durchleiten durch Wasser in Nebel aus Tröpfchen von Ammonchloridlösung übergeht. Der Bildungsvorgang ist daher so zu erklären, daß sich zuerst Kondensationskerne von Ammonchlorid bilden, an denen sich Wasserdampf zu Tröpfchen kondensiert, die dann wiederum überschüssiges Salzsäuregas lösen.

Prof. H. Remy, Hamburg: „Sorption von Nebeln in Flüssigkeiten“ (nach Versuchen von W. Seemann, A. Pannier und H. Friedland).<sup>15)</sup>

Bei der Sorption dispergierter Teilchen müssen diese mit dem Sorptionsmittel in Berührung kommen. Drei Faktoren können dies bewirken: Die Sedimentation, die Brown'sche Bewegung der Teilchen und ihre Ausschleuderung durch Wirbelströmungen des gasförmigen Dispersionsmittels. Für die Sorption von Schwefelsäurenebeln ist nur die Ausschleuderung durch Turbulenz des Dispersionsmittels maßgebend, während die anderen Faktoren von untergeordneter Bedeutung sind. Wurde Schwefelsäurenebel stets gleicher Konzentration mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit durch eine Gaswaschflasche geleitet, so daß die durch die Flüssigkeit hindurchperlenden Gasblasen stets gleich groß waren, so war der Logarithmus der prozentualen Konzentrationsabnahme der Höhe der durchperlten Flüssigkeitsschicht direkt proportional. Die Konzentrationsabnahme ist also der jeweiligen Nebelkonzentration der Gasblasen proportional. Dieses Ergebnis läßt sich nur mit Hilfe der Wirbelbewegung der Gasblasen als die Sorption beeinflussenden Faktor erklären.

Ein Vergleich verschiedener Sorptionsflüssigkeiten gegenüber Schwefelsäurenebeln zeigt, daß diese von reinem Wasser 5–6 mal besser zurückgehalten werden als von 50%iger Schwefelsäure oder 50%iger Kalilauge. Da die Wasserdampftension der Lösungen bedeutend geringer ist als die des reinen Wassers, vergrößern sich die Nebeltröpfchen nicht durch Kondensation von Wasserdampf und werden daher nicht so leicht ausgeschleudert wie die größeren Tropfen, die sich beim Durchleiten des Nebels durch reines Wasser bilden. Allerdings liefern verschiedene Lösungen gleicher Wasserdampftension nicht dieselben Ergebnisse, da auch noch das spezifische Gewicht und die Oberflächenspannung der Lösungen auf die Größe der gebildeten Blasen von Einfluß sind.

Prof. J. Firket, Lüttich: „Nebel im Tale der Maas.“

Im Dezember 1930 trat im Maastal zwischen Lüttich und Huy vier Tage lang ein dichter Nebel auf, dem 63 Menschen infolge Atmungsstörungen zum Opfer fielen. Auf Grund statistischer Erhebungen über die in der Zeit des Nebels für

<sup>14)</sup> Aldis u. Philip, J. chem. Soc. London 1930, 1103; Jackson u. Philip, ebenda 1934, 341.

Heiz- und Industriezwecke in der betroffenen Gegend verbrannte Kohlenmenge wurden die Konzentrationen der einzelnen Verbrennungsprodukte, die sich maximal hätten bilden und in dem Nebel halten können, berechnet. Die Schätzung zeigt, daß nur der Gehalt an Schwefeldioxyd bzw. an Schwefelsäure, die sich in Gegenwart von Katalysatoren wie Eisen- oder Zinkoxydstaub bilden können, die bei längerer Einatmung toxische Grenze überschritten haben kann. Die durch besondere, selten eintretende klimatische Bedingungen hervorgerufene Katastrophe zeigt eindringlich die außerdordentliche Bedeutung der Rauchgasreinigung.

Dr. J. H. Coste und Dr. G. B. Courtier, London: „Schwefelsäure als disperse Phase in Stadtluft.“

Die in der Luft enthaltene Schwefelsäure wurde nach Auswaschung des Schwefeldioxyds durch Übersättigung mit Wasserdampf, wobei vor allem die hygroskopischen Schwefelsäuretröpfchen besonders stark anwachsen und leicht sedimentieren, von den übrigen dispersen Bestandteilen der Luft getrennt. Die Bestimmung des Schwefelsäuregehaltes in den so erhaltenen Kondensaten ergab für das Zentrum von London einen Gehalt von  $1 - 20 \cdot 10^{-6}$  g Schwefelsäure/m<sup>3</sup>, während der Schwefeldioxydgehalt  $300 - 1500 \cdot 10^{-6}$  g/m<sup>3</sup> betrug. Maximale Werte wurden bei Windstille und nebligem Wetter erhalten, nach Regen ergaben sich stets sehr kleine Konzentrationen. Aus dem Verhältnis von Schwefeldioxyd zu freier Schwefelsäure darf nicht auf eine sehr langsame Oxydation des Schwefeldioxyds in Luft geschlossen werden. Sicher liegt ein großer Bestandteil der gebildeten Schwefelsäure als Sulfat vor oder ist an der Oberfläche der Ruß- und Kohleteilchen adsorbiert worden.

A. Dooley und C. A. Goodeve, London: „Über Schwefelsäurenebel.“<sup>15)</sup>

Messungen der Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Schwefeltrioxyd und Wasserdampf sowie die Umstände, unter denen sich Schwefelsäurenebel bilden, zeigen, daß der Gesamtreaktionsverlauf in drei Phasen zerfällt: 1. Bildung von Schwefelsäuremolekülen, 2. Kondensation der Moleküle zu Oleumtröpfchen und 3. Bildung wässriger Schwefelsäuretröpfchen durch Kondensation von Wasserdampf. Die Größe der entstehenden Nebeltropfen ist abhängig von der Größe der primär gebildeten Oleumkerne und der Wasserdampftension.

C. A. Goodeve, London: „Die Abscheidung von Nebeln durch Zentrifugalverfahren.“

Bläst man einen feinen Nebelstrahl mit hoher Geschwindigkeit gegen eine glatte Oberfläche, so vermögen die Nebeltropfen infolge ihrer Schwere die plötzliche Richtungsänderung des sie tragenden Luftstromes an der Platte nicht mitzumachen, sie werden ausgeschleudert und bleiben an der glatten Oberfläche haften. Wird der Nebelstrahl zu groß, so ist die Abscheidung nicht mehr vollständig, andererseits lassen sich mit Hilfe eines feinen Strahles nur geringe Luftmengen von Nebeltropfen befreien. Durch Ausbildung einer ringförmigen Düse konnte ein Abscheider mit der hohen Leistung von 1 m<sup>3</sup> Luft/min und gutem Abscheidungsvermögen konstruiert werden, der näher beschrieben wird. Auch die Abscheidung von Nebeltropfen auf Filtern beruht hauptsächlich auf der zentrifugierenden Wirkung der dauernden Richtungsänderung des durch die Poren strömenden Nebels. Jenaer Glasfritten Nr. 4 sind als Nebelfilter sehr geeignet.

## Teil II.

Dr. R. Lessing, London: Einführung.

Bei einer großen Zahl technischer Prozesse bilden sich in unerwünschter Weise Staube, Rauch oder Nebel. Bei der Erzeugung von Mahlgütern, die sich in England auf jährlich

20000000 t beläuft, wie Mehl, Zement, Gips, Kalk, Farben usw., in Schleifereien, Polierbetrieben, beim Arbeiten mit Sandstrahlgebläsen, in Bergwerken und Steinbrüchen entstehen Stäube. Bei metallurgischen Prozessen spielt die Wiedergewinnung wertvoller Metalle aus den gebildeten Rauchern eine große Rolle. Die Abscheidung der im Leucht- und Kokereigas als Nebel vorhandenen Teerprodukte ist von großer technischer Wichtigkeit. Sowohl auf diesem Gebiete wie zur Abscheidung der in der Schwefelsäureindustrie und in den Betrieben zum Rösten sulfidischer Erze auftretenden Schwefelsäurenebel sind elektrische Abscheidungsverfahren mit Erfolg angewandt worden.

Ein sehr wichtiges Problem ist das der Rauchgase, die bei der Verbrennung von Kohle im Haushalt und in der Industrie entstehen. Ruß, Aschebestandteile und Schwefeldioxyd, dessen Menge allein für London auf jährlich 300000 t geschätzt wird, sind die Hauptbestandteile, die als Dispersoide oder als Dispersoidbildner mit den Rauchgasen in die Atmosphäre gelangen. Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Rauchgase bilden die nitrosoen Gase, die erst im Zusammenhang mit der Rauchgaswaschung Bedeutung erlangt haben.

Die Beseitigung der in der Luft dispergierten Stoffe ist von großer Bedeutung für die Hygiene, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Betriebe. Neben den bisherigen Abscheidungsverfahren durch Sedimentation in großen Kammern, Ausschleuderung durch Zentrifugalkräfte in den sog. „Cyklonen“, durch Filtrieren oder elektrische Verfahren ist in letzter Zeit auch die Entfernung auf nassem Wege durch Waschung der Rauchgase in Anwendung gekommen. Über eine derartige Anlage, die seit einem Jahr im Elektrizitätswerk Swansea mit Erfolg läuft, wurde von G. Nonhebel eingehend berichtet.

Dr. J. S. Owens, London: „25 Jahre Fortschritt in der Rauchgasbeseitigung.“

Vor etwa 25 Jahren begann man in England der Bekämpfung der Rauchgasbelästigungen stärkere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Untersuchungen der sich aus der Luft absetzenden Dispersoide werden zurzeit in England in 158 Stationen ausgeführt. Die Untersuchungen beschränken sich in erster Linie auf drei Bestandteile der Sedimente: Den unlöslichen Bestandteil, der hauptsächlich aus von Wind verbreiteten Staub besteht, dessen Anteil im Sommer größer ist als im Winter; die Sulfate, entstanden bei Kohleverbrennungsprozessen, und die teerigen Bestandteile, deren überwiegender Teil aus der Hausfeuerung mit bituminöser Kohle stammt.

Besonders die Beseitigung des Schwefeldioxyds, aus dem sich die Sulfate gebildet haben, ist wegen der Schädlichkeit für die menschliche Gesundheit und das Pflanzenwachstum notwendig. Wie weit die Reinigung der Rauchgase bisher erfolgreich durchgeführt ist, zeigen die sich über Jahre und teilweise über Jahrzehnte erstreckenden Untersuchungen der einzelnen Stationen. Während in Glasgow und London infolge der Rauchgasreinigung die Menge der jährlich abgesetzten Verunreinigungen, besonders der Sulfate, in dem Zeitraum von 1915 bis 1935 auf die Hälfte zurückgegangen ist, ist sie in Liverpool gleichgeblieben.

Die Übersicht zeigt, daß bei einer allgemein durchgeföhrten Reinigung der Rauchgase sich tatsächlich bedeutende Erfolge erzielen lassen.

Prof. R. V. Wheeler, Sheffield: „Die Entflammbarkeit von Staubwolken.“

Die Entflammbarkeit von Kohlenstaub wurde auf indirektem Wege gemessen, indem die Menge nichtbrennbaren, mineralischen Staubes bestimmt wurde, die gerade die sonst eintretende Entflammung zu verhindern imstande war. In einem 100 m langen, einseitig geschlossenen Stahlrohr von 1,2 m Durchmesser wird der mit verschiedenen Mengen Fullererde gleichmäßig vermischt Kohlenstaub auf dem Boden verteilt, durch Abschuß einer Pulverladung am geschlossenen Ende des Rohres aufgewirbelt und zur Entflammung gebracht. Tritt Entflammung ein, so durchschlägt die Flamme das ganze Rohr. Für die Entflammbarkeit wurde so eine obere und

<sup>15)</sup> C. F. Goodeve, A. S. Eastman u. A. Dooley, Trans. Faraday Soc. **30**, 1127 [1934].

untere Grenze der Konzentration an Kohlenstaub gefunden, deren Lage von der Art und Feinheit des Kohlenstaubes abhängig ist. Mit zunehmender Feinheit der Staubteilchen steigt die Entfernungsfähigkeit, sie ist der Gesamtoberfläche des Staubes linear proportional.

C. H. Bosanquet u. Dr. J. L. Pearson, Stockton-on-Tees: „Die Ausbreitung des Rauchs und der Rauchgase von Schornsteinen“<sup>16)</sup>.

Die Art der Ausbreitung der Rauchgase von Schornsteinen, für die die Verfasser umfangreiche mathematische Berechnungen auf Grund der Verteilung durch Luftströmungen durchführen, ist für eine Reihe klimatologischer Fragen von Bedeutung.

Prof. D. Brunt: „Die Zerstreuung von Nebel.“

Zur Zerstreuung von Nebeln wurden bisher Versuche mit folgenden Methoden ausgeführt: 1. Erzeugung eines starken elektrischen Feldes zur raschen Entladung und Niederschlagung des Nebels; 2. Mechanische Verdrängung des Nebels durch klare Luft; beide Verfahren sind praktisch bedeutungslos, da nicht anzunehmen ist, daß mit ihrer Hilfe größere Mengen Nebel beseitigt werden können; 3. Erwärmung des Nebels, so daß die Tröpfchen wieder verdampfen können; 4. Herabsetzung der relativen Feuchtigkeit durch Entfernung von Wasserdampf auf chemischen Wege, so daß die Nebeltröpfchen ebenfalls wieder verdampfen können.

Die Erwärmung eines größeren Nebelvolumens, etwa eines Würfels von 100 m Kantenlänge kann durch Verbrennung einer größeren Menge geeignet aufgestellten flüssigen Brennstoffes erreicht werden. Das Verfahren wurde bereits mit Erfolg bei der Landung von Flugzeugen im Nebel angewandt. Die Verringerung des Wasserdampfgehaltes in Nebeln, die den Nebelpartikeln die Wiederverdampfung ermöglicht, durch Besprühen mit gesättigter Calciumchloridlösung scheint nach einigen Versuchen ebenfalls praktisch anwendbar zu sein.

Dr. R. Meldau, Berlin: „Abhängigkeit des Staubgehaltes der Luft von mikro-atmosphärischen Einflüssen.“

Bei Untersuchungen über die Staubverteilung in der Atmosphäre reichen Windrichtung und lokale landschaftliche Verhältnisse in keiner Weise aus, um die auftretenden, steten Änderungen unterzuordnen; starken lokalen Abweichungen zu erklären. Ganz geringe Temperaturänderungen und Änderungen des Feuchtigkeitsgehaltes sowie lokale Luftströmungen, zusammenfassend mikro-atmosphärische Einflüsse genannt, spielen bei der Staubverteilung und lokalen Anreicherung, wie an Beispielen gezeigt wird, eine wesentliche, im einzelnen nicht vorauszusehende Rolle.

C. A. Meek u. Dr. R. W. Lunt, London: „Die Energieausbeute bei der Ionisation zur elektrischen Staubabscheidung.“

Der Gesamtprozeß der elektrischen Staubabscheidung läßt sich in drei Phasen zerlegen: 1. Die Ionisation des Gases, in dem der Staub suspendiert ist; 2. Die Übertragung der elektrischen Ladungen auf die Staubteilchen durch Zusammenstöße mit den Gasionen; 3. Die Bewegung der aufgeladenen Teilchen im elektrischen Felde zu den Abscheidungselektroden.

Die Ionisation des Trägergases wurde unter Benutzung des Ionisationskoeffizienten von Townsend und der von ihm angestellten Betrachtungen<sup>17)</sup> für verschiedene Feldstärken und Gasdrucke berechnet.

Dr. G. Mierdel, Berlin, und Prof. R. Seeliger, Greifswald: „Die physikalischen Grundlagen der elektrischen Gasreinigung“<sup>18)</sup>.

Die in der Arbeit von Meek und Lunt theoretisch behandelten Ionisationsvorgänge in der Coronazone sind für die

Theorie der Aufladung von Stäuben nur von sekundärer Bedeutung. Die Coronazone ist sehr klein gegenüber der „Transportzone“, in der die gebildeten Ionen ihre Ladungen auf die Staubteilchen übertragen. Durch die Arbeiten von Pauthenier<sup>19)</sup> und theoretische Betrachtungen auf kinetischer Grundlage dürfte der Prozeß der Aufladung der Teilchen geklärt sein. Die theoretischen Überlegungen sind durch die bisherigen Versuchsergebnisse, unter anderem die von Fuchs, bestätigt worden.

Die Wanderungsgeschwindigkeit der geladenen Staubteilchen läßt sich ebenfalls mit Hilfe des Stokeschen Gesetzes berechnen. Auch hier besteht sehr gute Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebnissen.

Nicht ganz so übersichtlich ist der Einfluß der geladenen Staubteilchen auf die elektrischen Bedingungen des Systems. Die geladenen Teilchen müssen infolge ihrer geringen Wanderungsgeschwindigkeit die Stromdichte herabsetzen. Die durch die Bedeckung der Anode mit den Abscheidungsprodukten hervorgerufenen Effekte hängen von der Struktur und dem Feuchtigkeitsgehalt des Staubes ab. Die Bildung solcher störenden Schichten läßt sich aber durch passende Formgebung der Abscheidungselektroden verhindern.

Die theoretischen Grundlagen können somit als weitgehend geklärt gelten. Die Weiterentwicklung wird sich daher hauptsächlich auf Teilprobleme beschränken. Für die praktische Fortentwicklung dürfte vor allem die Abscheidung immer kleinerer Teilchen von besonderem Interesse sein.

### Verein der Zellstoff- und Papier-Chemiker und -Ingenieure.

Berliner Bezirksgruppe, Berlin, den 16. Juni 1936.

Vorsitzender: Prof. Korn.

Dr. Höllwig, I. P. Bemberg A.-G., Wuppertal-Oberbarmen: „Die Kupferseide.“

Nach einem Überblick über die Geschichte der Kupferseidenindustrie schildert Vortr. an Hand von Lichtbildern den gegenwärtigen Stand der Fabrikation. Kupferseide wird außer von der I. P. Bemberg A.-G. in Wuppertal-Oberbarmen und ihren Werken in England, den Vereinigten Staaten, Italien und Japan noch von der I. G. Farbenindustrie A.-G. in Dorniaggen als Lizenznehmerin und von Fr. Küttner in Pirna hergestellt. Die jährliche Erzeugung der Kupferseide in Deutschland ist von 85 000 kg = 4,1% der gesamten deutschen Kunstseidenerzeugung im Jahre 1921 auf 5,9 Millionen kg = 12% der Gesamterzeugung im Jahre 1935 gestiegen; die Werke in Wuppertal-Oberbarmen und in Dorniaggen besitzen zusammen eine Kapazität der Tagesproduktion von 25 000 kg. Der Chemikalienverbrauch pro kg Kupferseide beträgt: etwa 1,25 kg Linters, etwa 1,70 kg Kupfersulfat, etwa 0,65 kg Soda, etwa 3,00 l 25%iges Ammoniak, etwa 14 kg Kohle (je nach Jahreszeit und Feinheit der Seide verschieden), etwa 3,0 m<sup>3</sup> Wasser. 85-90% des Kupfers werden wiedergewonnen. Die Kupferseide ist im allgemeinen die feinste Kunstseide; trotzdem ist die Festigkeit im allgemeinen am höchsten, besonders im nassen Zustand. Aus der neuesten Entwicklung der Kupferseide werden erwähnt: die Herstellung von Mattseide durch Zusatz von Titansalz zur Kupferlösung; die Herstellung spinngefärbter „ultraechter“ Seide; die Herstellung von „Ultrafeinseide“ mit einem Titer von nur 1 Denier. Die Kupferseidenindustrie benutzt zwar im Gegensatz zur Viscoseidenindustrie Linters als Rohmaterial; da jedoch der Preis des Linters nur etwa 1/20 des Verkaufspreises für 1 kg Bembergseide ausmacht, ist diese Textilfaser dennoch als ein deutsches Erzeugnis anzusprechen. Trotz der Einfuhr der Linters ist die Kupferseidenindustrie eine devisenschaffende Industrie.

*Aussprache:* Auf eine Anfrage von Merlau erwidert Vortr., daß die Gesamtverluste bei der mechanischen Reinigung, Bäuche und Bleiche der Linters durchschnittlich 16% betragen, aber je nach dem Herkunftsbezirk der Linters schwanken. — Auf Anfragen von Kotte und Korn nach

<sup>16)</sup> C. H. Bosanquet u. J. L. Pearson, J. Inst. electr. Engr. 1935, VII; J. Inst. Fuel 1935, IV.

<sup>17)</sup> Townsend: Electricity in Gases, Oxford, 1915, Chap. VIII.

<sup>18)</sup> Mierdel u. Seeliger, Arch. Elektrotechnik 24, 149 [1935].