

die *Balmer*-Serie des Wasserstoffs. *Pannekoek* und *Minnaert* stellten fest, daß die Intensität der *Balmer*-Linien nach außen hin mit einer e -Funktion abnimmt. *Milne* konnte zeigen, daß der aus der Intensität der Sonnenstrahlung und aus der Intensität der *Balmer*-Linien berechnete Dichteabfall der Chromosphäre geringer ist, als er nach der barometrischen Höhenformel sein sollte. Er nahm deswegen an, daß in der Chromosphäre eine turbulente Bewegung, die im wesentlichen nach außen gerichtet ist, herrschen müsse, welche die thermische Geschwindigkeit der Atome um das Doppelte übertrifft.

Während in den unteren Schichten der Chromosphäre noch eine Reihe weiterer Elemente beobachtet werden konnte, erscheinen in den höheren außer Wasserstoff und Helium vor allem die *Fraunhofer*-Linien H und K, die dem einfach ionisierten Calcium entsprechen. Seine Anwesenheit in so großen Höhen kann nicht durch seine relativ große Häufigkeit in der Sonne allein erklärt werden. *Milne* hat deswegen angenommen, daß der Lichtdruck die Ca^+ -Ionen nach außen treibt, woraus ein Dichteabfall mit $1/r^2$ resultieren würde, der sich bis zu 4000 km erstreckt.

Rosseland stellt für die Dichteverteilung der Sonnenatmosphäre und für die Ausbildung der Korona eine andere Theorie auf, die den Lichtdruck vernachlässigt und die nach außen gerichtete Turbulenz hervorhebt. Er nimmt an, daß aus der Photosphäre eine sehr starke Strahlung negativer Teilchen hervorbricht, welche sich mit annähernder Lichtgeschwindigkeit fortpflanzt. Ob die Quellen dieser Strahlung an der Oberfläche oder im Sonneninnern liegen, läßt sich nicht sagen. Es ist möglich, daß eine intensive γ -Strahlung diese negativen Teilchen erst erzeugt. Aus sorgfältigen Beobachtungen der Linienformen an den verschiedenen Stellen der Sonnenoberfläche kann man schließen, daß die Sonne ein starkes elektromagnetisches Feld besitzt, welches einen *Zeeman*-Effekt hervorruft. Dieses Feld richtet nach *Rosseland* die Teilchenstrahlung. Die Wechselwirkung dieser Strahlung mit den Ionen und Atomen in dem sehr dünnen Medium der Chromosphäre läßt sich abschätzen und führt bei Berücksichtigung von Reibungskraft und Gravitationspotential zu der beobachteten Dichteverteilung.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik.

Berlin, 6. Dezember 1935.

Dr. E. Steenbeck, Berlin-Siemensstadt: „Über die magnetischen Eigenschaften des Gasentladungsplasmas.“

Zur Untersuchung der physikalischen Vorgänge in der Gasentladung, die außerordentlich kompliziert sind, wurden bisher drei verschiedene Verfahren angewendet. Die erste Methode verwendet den Oscillographen, um Aufschluß über den Stromdurchgang bei der Zündung zu erhalten. Sie erlaubt nur indirekte Schlüsse auf die eigentlichen Vorgänge im Bogen. Eine zweite Möglichkeit besteht in der Messung der Anregungsfunktionen der vom Gas emittierten Spektrallinien. Man erhält auf diese Weise die Wahrscheinlichkeit der Anregung und der Ionisierung der Moleküle in Abhängigkeit von der Spannung, mit der die Elektronen beschleunigt werden. Die dritte Methode, bei der eine Hilfselektrode als Sonde in die Entladung eingeführt wird, gibt Aufschluß über die Zahl und die Energieverteilung der geladenen Teilchen.

Wegen der zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen schlägt Vortr. vor, als neue Untersuchungsmöglichkeit die magnetischen Eigenschaften des angeregten Gases, des sog. *Langmuir*-Plasmas, zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wird eine möglichst homogene Zone, die positive Säule der Gasentladung, mit einer Induktionsspule umgeben und die Suszeptibilität gemessen. Aus den bisherigen Untersuchungen ist bekannt, daß das Plasma aus Elektronen, Ionen und Molekülen besteht, die regellos verteilt sind, daß das Spannungsgefälle und infolgedessen die Strömungsgeschwindigkeit der geladenen Teilchen sehr klein ist und daß die Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen dem *Maxwell*-schen Gesetz gehorcht und einer Temperatur von etwa 10000° entspricht. Da zwischen Elektronen und Molekülen die Energie sehr schlecht ausgetauscht wird, läßt sich das System im stationären Zustand mit einem idealen Metall vergleichen, in dessen Gitter sich ein freies Elektronengas befindet. Wenn das System völlig im Gleichgewicht wäre, so könnte man kein

besonderes Verhalten im Magnetfeld erwarten. Der gemessene starke Diamagnetismus erklärt sich aus den Abweichungen vom Gleichgewicht. Einmal verlangt die hohe Elektronentemperatur eine ständige Energienachlieferung, und zweitens findet eine starke Wandaufladung und eine Rekombination von Elektronen und Ionen statt, so daß dauernd Elektronen neu erzeugt werden müssen. Im axialen Magnetfeld werden die Bahnen der Elektronen gekrümmt, wodurch das Plasma diamagnetisch erscheint. Für die Form der Bahn lassen sich zwei Grenzfälle angeben. Bei starkem Magnetfeld und großer freier Weglänge beschreibt das Elektron geschlossene Kreisbahnen. Bei schwachem Magnetfeld bzw. bei kleiner freier Weglänge erscheinen die Einzelbahnen nur schwach gekrümmt. Die Rechnung ergibt, daß im ersten Falle das magnetische Moment der Bahn umgekehrt proportional dem angelegten Magnetfeld ist, während es im zweiten Falle diesem proportional ist. Daraus folgt als wichtiges Ergebnis, daß das mittlere Moment vom äußeren Felde abhängt und zwar in der Weise, daß es mit wachsendem Felde steigt, ein Maximum durchläuft und dann wieder absinkt. Entsprechend wird die induzierte Suszeptibilität mit wachsender Feldstärke zunächst von dieser unabhängig sein und dann proportional dem Quadrat derselben absinken. Da der Bahnverlauf durch die freie Weglänge begrenzt wird, läßt sich diese wichtige Größe aus der experimentell ermittelten Kurve bestimmen.

Die Messung erfolgt aus experimentellen Gründen bei starkem, konstantem Magnetfeld und Variation der Entladungsstromstärke, indem der in einer zweiten Spule induzierte Strom durch ein Vibrationsgalvanometer gemessen wird, also durch eine Transformatorschaltung, bei der die Entladungsröhre den Eisenkern ersetzt. Die gemessenen Werte bestätigen den berechneten Kurvenverlauf. Durch Änderung des Gasdruckes, also durch Variation der freien Weglänge, läßt sich die Suszeptibilität in der erwarteten Weise verschieben. Dagegen ist im Absolutwert keine Übereinstimmung mit dem berechneten Diamagnetismus zu erzielen. Wahrscheinlich tritt ein schwacher paramagnetischer Effekt durch eine Rosettenbahn der Elektronen auf, die durch die Wandaufladung bewirkt wird. Auch der Bahnmagnetismus der Ionen wird einen Effekt in dieser Richtung hervorbringen. Der gemessene Diamagnetismus ist um eine Größenordnung stärker als bei Wismut. Seine Größe ist nur durch die Bahnkrümmung zu erklären. Die bisherigen Ergebnisse erlauben in Verbindung mit den Sondenmessungen neue Bestimmungen der Elektronentemperatur und der Konzentration der Elektronen und der Ionen.

Um die Frequenz der kreisenden Elektronen festzustellen und auf diese Weise die Grundannahme seiner Rechnungen zu kontrollieren, hat Vortr. die Absorption von Ultrakurzwellen gemessen, deren Frequenz der Kreisbewegung der Elektronen bei einem bestimmten Magnetfelde entsprach. Unter diesen Bedingungen ähneln die Vorgänge in der Gasentladung also denen, die im sog. Magnetron zur Erzeugung oder zum Empfang ultrakurzer Wellen dienen.

Deutsche Physikalische Gesellschaft.

Berlin, den 13. Dezember 1935.

Prof. Dr. R. Becker: „Über Keimbildung und Wachstum von Kristallen aus übersättigtem Dampf.“

Die Kondensation einer übersättigten Dampfphase findet, wenn keine Grenzfläche vorhanden ist, unter Tröpfchenbildung statt. Die Bildung der Molekelaggregate, der sog. Keime, ist vom Standpunkt der Thermodynamik etwas schwierig zu verstehen, da der Dampfdruck eines kleinen Tröpfchens infolge der Oberflächenspannung größer ist als der einer Flüssigkeitsoberfläche. Kleine Molekelaggregate, wie sie durch Schwankungserscheinungen zustande kommen, sind also instabil. Erst wenn der Radius des Tropfens eine gewisse kritische Größe überschritten hat, wird das Tröpfchen zwangsläufig weiter wachsen. Die Entstehung der Tröpfchen erfolgt also unter Entropie-Verkleinerung; die Wahrscheinlichkeit für die Keimbildung ist deshalb, wie *M. Vollmer*¹⁾ gezeigt hat, außerordentlich stark vom Grade der Übersättigung abhängig,

die Zahl der gebildeten Tropfen/sec $I = K e^{-\frac{A}{RT}}$, wobei

¹⁾ Vgl. diese Ztschr. 42, 708 [1929].

$A = \frac{\sigma F}{3}$ ist, wenn σ die Oberflächenspannung und F die Oberfläche des Tröpfchens bedeutet. Vortr. gibt eine kinetische Deutung dieser Formel, indem er einen stationären Zustand untersucht, wo die Zahl der gebildeten Tröpfchen und die Menge des Dampfes konstant gehalten werden. Dann läßt sich zeigen, daß die Arbeit, die zur Tröpfchenvergrößerung erforderlich ist, für diejenige Tröpfchengröße ein ausgeprägtes Maximum besitzt, in der die Stabilitätsgrenze überschritten wird. Diese kritische Stelle, wo die Auftreffwahrscheinlichkeit eines Molekels auf die Tropfenoberfläche, die dem Dampfdrucke proportional ist, gleich der Verdampfungswahrscheinlichkeit wird, läßt sich aus experimentellen Daten berechnen. Das aus der Theorie von Vollmer bekannte A gewinnt so eine anschauliche Deutung. Der berechnete Einsatz der Tröpfchenbildung stimmt bei Variation des Dampfdruckes mit dem beobachteten überein. Die Betrachtung kleiner Molekelaggregate, bei denen die Oberflächenspannung nicht definiert ist, erweist sich als nicht notwendig, da der wesentliche Vorgang in der Überschreitung der kritischen Tropfengröße liegt.

Dieselbe Theorie läßt sich auch auf das Kristallwachstum in übersättigter Lösung anwenden. Stranski und Mitarbeiter und Kossel haben gezeigt, daß die Wahrscheinlichkeit für die Bildung einer neuen Kristallfläche viel geringer ist als die Vollendung einer begonnenen. Daraus erklärt sich überhaupt erst das natürliche Vorkommen ebener Kristallflächen. Mit Hilfe der kinetischen Theorie wird die Wahrscheinlichkeit für die Bildung eines neuen Eckpunktes auf einer fertigen Kristallfläche ausgerechnet. Die Betrachtung ist wegen der zahlreichen Gitterpunkte wesentlich komplizierter, führt aber zu einem analogen Ergebnis für den kritischen Wert derjenigen Übersättigung, bei der eine neue Kristallebene aufwachsen kann.

Deutsche Keramische Gesellschaft.

Vortragsabend am 20. Februar 1936

in der Preuß. Geologischen Landesanstalt, Berlin.

Prof. Dr. W. Steger: „Prüfung von Glasuren durch Aufschmelzen im Temperaturgefälle und im Schräglicht.“

Bei systematischen Arbeiten über das Verhalten von Glasuren beim Aufbrennen müssen normalerweise verschiedene Brenntemperaturen eingehalten werden, und es sind somit mehrere Versuche erforderlich, da ein vorzeitiges Herausnehmen der Probe aus dem Ofen wegen der damit verbundenen Spannungen nicht statthaft ist. Vortr. zeigt an einigen Beispielen, wie man sich diese Arbeit dadurch erleichtern kann, daß man einen längeren Probekörper in einem Temperaturgefälle erhitzt. Wählt man einen Röhrenofen, dessen Mitte auf etwa 1000–1100° erhitzt wird und dessen offene Enden Temperaturen zwischen 500 und 600° annehmen, so lassen sich sämtliche Stadien des Aufbrennens von der ungeschmolzenen Glasur bis zur überfeuerten Glasur an einer Probe studieren. Es bestätigte sich die alte Regel, daß eine Glasur, die bei niedriger Temperatur zur Rißbildung führt, bei höherer Temperatur gut aufgebrannt werden kann. Auch die Neigung einer Glasur zur Kristallbildung kann am sichersten durch Anlegen eines Temperaturgefälles erkannt werden. Für die Beobachtung und photographische Wiedergabe von Glasurfehlern wie Gasblasen, Haarrissen usw. hat es sich am zweckmäßigsten erwiesen, das Probestück unter einem Winkel von 45° Neigung zu beleuchten und zu betrachten.

Prof. Dr. R. Rieke: „Zur Frage des Ersatzes von Zinnoxid in Schmelzglasuren.“

Die Schmelzglasuren werden in der Hauptsache durch Zinnoxid (10–20%) getrübt, und es besteht schon seit Jahren das Bestreben, dieses teure Material zu ersetzen. Einleitend berichtet Vortr. über die Möglichkeiten, einen Glasfluß zu trüben. In der Emailindustrie ist es möglich, zu diesem Zwecke vier verschiedene Wege einzuschlagen: 1. Zugabe eines Bestandteils von höherem Brechungsindex, der sich in der Schmelze nicht löst (Zinnoxid); 2. Zusatz eines Stoffes, der zu kristallisierten Ausscheidungen in der Schmelze führt (Fluoridtrübung); 3. Hervorrufen einer Entmischung in der Schmelze (Phosphattrübung); 4. Erzeugung von Gasbläschen in der

Schmelze (Gastrübungsmittel). Die Erfahrungen der Emailindustrie lassen sich auf die chemisch anders zusammengesetzten Glasuren und auf die in der keramischen Industrie üblichen Brennbedingungen (lange Brenndauer) nicht ohne weiteres übertragen. Es ist auch nicht zu erwarten, daß es gelingt, irgendein anderes Trübungsmittel ohne weiteres an die Stelle des Zinnoxides zu setzen, dagegen zeigen die Versuche des Vortr., daß man dann einen Erfolg hat, wenn man gleichzeitig in sinngemäßer Weise die Zusammensetzung der Glasur der Eigenart des Trübungsmittels anpaßt.

Antimonpräparate geben recht gute Trübungen, sind jedoch wegen ihrer Giftigkeit nicht angenehm. In bleireichen Glasuren wird Antimon leicht gelb unter Bildung von Bleiantimoniat. Aber auch dieser Fehler ist durch Änderung der Glasurzusammensetzung selbst bei konstantem Bleigehalt zu vermeiden. Sehr günstig fielen die Versuche mit Zirkonpräparaten (Terrar) aus. Sie haben gegenüber dem Zinnoxid den Vorteil, unempfindlich zu sein gegen reduzierende Feuerung. Titandioxyd gibt leicht gelbliche Färbungen, läßt sich jedoch für farbige Glasuren verwenden. Phosphate machen die Glasuren zu schwer schmelzbar. Ceroxyd dürfte gegenwärtig noch zu teuer sein.

Zum Schluß gibt Vortr. einige Richtlinien für die Praxis, in welcher Weise an einem Ersatz des Zinnoxides gearbeitet werden kann. Die Einführung von Fluor erscheint wenig aussichtsreich (evtl. Zirkonfluorid). Mit Titanoxyd wird man bei farbigen Glasuren ebenfalls gute Resultate erzielen können. Am aussichtsreichsten scheint zur Erzielung weißer Glasuren die Verwendung von Zirkonverbindungen zu sein, wenn man gleichzeitig die Zusammensetzung der Glasur dem Wechsel des Trübungsmittels anpaßt.

Deutsche Glastechnische Gesellschaft.

19. Tagung am 14. Januar 1936 im Harnack-Haus, Berlin-Dahlem, 15. und 16. Januar im VDI-Haus.

Die Tagung der Fachausschüsse stand im Zeichen besonders reger Erörterungen. In ihnen zeigt sich, daß die in der Glastechnik übliche Zurückhaltung angesichts der raschen Entwicklung der Dinge mehr und mehr zu weichen begonnen hat vor dem Bestreben, durch Mitarbeit am Fortschritt beteiligt zu sein*).

Fachausschuß I (Physik und Chemie des Glases).

Vorsitzender: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Scheel.

In erster Linie widmete man sich nochmals den Rohstofffragen mit dem ausdrücklichen Hinweis, daß nach keinen Ersatz-, sondern gleichwertigen Austauschstoffen gesucht werden soll. Das Glas baut sich fast ganz aus einheimischen Rohstoffen auf (s. vorjährigen Bericht¹⁾). Besondere Überlegungen galten der Borsäure und dem Braunstein. Auch der Sand als Hauptbestandteil des Glases nimmt besondere Aufmerksamkeit in Anspruch.

„Vorschläge für die Festlegung von Qualitätsgrenzen für Soda“ entspringen dem Bedürfnis, an diesem teuersten Glasrohstoff nach denjenigen Eigenschaften zu suchen, die seiner Verwendbarkeit im glastechnischen Sinne am besten entsprechen. Allein die Frage nach feiner oder grob gekörnter Soda ist u. U. von Einfluß für die Einstellung eines Betriebes, und eine mehrfach festgestellte schwankende Beschaffenheit der Lieferungen führt zu Schwierigkeiten. — Auch für andere Rohstoffe sollen Vorschläge für Qualitätsgrenzen ausgearbeitet werden.

Mit der Ausarbeitung von „Richtlinien für die Zusammensetzung bzw. die Gemenge verschiedener Glassorten“ läßt sich das hergebrachte „Rezeptwesen“ ablösen von einer übersichtlichen Systematik.

*) An fertiggestellten Fachausschußberichten sind im Berichtsjahr im Druck erschienen im Selbstverlag der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft:

Nr. 32: Deutsche Kalksteine und Dolomite für die Glasherstellung.

Nr. 33: Wärmeschutz an Glasöfen.

Nr. 34: Feuerfestes Material für das Gitterwerk von Regenerativ-Glasschmelzöfen.

¹⁾ Diese Ztschr. 48, 31 [1935].