

Erregerspannung ein Nachleuchten bis zu 60 Sekunden zeigten.

3. Deutung der Phosphoreszenz von Gläsern.

Die angeführten Beobachtungen stehen in einem gewissen Gegensatz zu den Anschauungen, die einige Autoren (6) über die Phosphoreszenz überhaupt bekannt gegeben haben, aber in schöner Übereinstimmung mit der eigenen, früher geäußerten (7) Auffassung dieser Phosphore als feste Lösungen und mit der von W. Weyl (8) veröffentlichten Solvationstheorie des Glases. Wenn man die Solvationstheorie auf die glasigen nachleuchtenden Körper anwendet, so ist damit eine Annäherung an die Lenardsche Zentrenbauvorstellung (6) verbunden, da Lenard auch seine Erdalkalisulfid-Phosphore für amorph hielt†).

Wie bei kristallinen Substanzen eine Störung des Raumgitters durch gitterfremde Atome zur Erzeugung des Nachleuchtens notwendig ist, so scheint auch bei Gläsern das Auftreten von Phosphoreszenz mit dem Vorhandensein von Spannungen irgendwie kausal verknüpft zu sein.

Die notwendige Orientierung der Atome, die im ersten Falle durch Kristallisation erreicht wird, kann bei phosphoreszierenden Gläsern durch die Solvation bewirkt werden.

Nach H. Salmang††) findet die Aggregation der Moleküle während der Erstarrung des Glasflusses statt. Es dürfte daher für die Entwicklung der Phosphoreszenz günstig sein, das Material möglichst lange innerhalb dieses Temperaturintervalls zu halten*).

Beiden Fällen gemeinsam ist die Annahme eines zentralen Ions, umgeben von rhythmisch

†) Im Sinne der Solvationstheorie kann man glasige Körper wohl nicht mehr als amorph, als völlig ungeordnet, betrachten, daher müßte man diesen Ausdruck für feste Solvate tunlichst vermeiden.

††) Herrn Prof. Salmang bin ich zu Dank verpflichtet, da er mir das Manuskript seiner neuen Arbeit mit O. Körner vor der Veröffentlichung überließ. (Anm. d. Schriftl.: Der Aufsatz ist inzwischen erschienen; s. Nr. 9 der Schriftumsübersicht.)

*) Die große Bedeutung der Kenntnis der Wärmevergeschichte der Phosphore ist sicher bisher immer noch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung erkannt worden. Sowohl Art wie Stärke der Phosphoreszenz hängen wesentlich von der thermischen Vergangenheit des Materials ab.

wechselnd geladenen Masseteilchen, einerseits den Ionen im Gitter der kristallinen Grundmasse, andererseits den elektrisch differenzierten Molekülgruppen des Glases, die im Idealfalle in Kugelform das Zentralatom umgeben.

Die Gitterbauvorstellung bei kristallinen Phosphoren und die Solvationstheorie bei phosphoreszierenden Gläsern können auf diese Weise auf eine gemeinsame Basis gestellt werden.

4. Zusammenfassung.

Von einigen Autoren wurde bisher die Existenz nachleuchtender Gläser in Abrede gestellt. Aus der Literatur und aus eigenen Versuchen geht jedoch hervor, daß Phosphoreszenz an glasigem Material verschiedentlich beobachtet werden konnte. Da die Konstitution glasiger Phosphore sich nicht mit der Gitterbauvorstellung restlos erklären läßt, wurde zu diesem Zwecke die Solvationstheorie zu Hilfe genommen.

5. Schrifttum.

- (1) J. Elster und H. Geitel, Physikal. Ztschr., 21 (1920), S. 361. (Ref. im vorlieg. Hefte, S. 140.)
- (2) F. Eckert und K. Schmidt, Glastechn. Ber., 10 (1932), H. 2, S. 80–85; s. a. F. Eckert, Z. techn. Phys., 7 (1926), S. 300–301. (Ref. Glastechn. Ber., 5 (1927/28), S. 279.)
- (3) A. Schleede und T. H. Tsao, Ber. Deutsch. chem. Ges., 62 (1929), S. 763.
- (4) G. M. Saegmüller, Dissert. Jena 1911.
- (5) Siehe a. A. Schloemer, Journ. f. prakt. Chemie, 133 (1932), S. 51–59, S. 257–258. (Ref. im vorlieg. Hefte, S. 140.) Dort sind auch Lumineszenzerscheinungen der Silikate von Zink, Lithium, Calcium und Magnesium beschrieben. Es kann jedoch dabei nicht von Gläsern gesprochen werden, wenn auch die Produkte jedenfalls teilweise amorph gewesen sind. Bei einigen dieser Produkte konnte auch Nachleuchten nach Beendigung der Erregung beobachtet werden.
- (6) Hier sei nur auf zwei Literaturzusammenstellungen hingewiesen:
 - a) R. Pringsheim, Fluoreszenz und Phosphoreszenz, 3. Aufl. Berlin 1928.
 - b) P. Lenard, F. Schmidt, R. Tomaschek, Handb. der Experimentalphysik, Bd. 23, Phosphoreszenz—Fluoreszenz, I. und 2. Teil.
- (7) A. Schloemer, Dissert. Aachen 1930.
- (8) W. Weyl, Glastechn. Ber., 10 (1932), S. 541–556.
- (9) O. Koerner, H. Salmang, W. Lerch, Sprechsaal Keramik usw., 65 (1932), Nr. 52, S. 925 bis 926. (Ref. im vorlieg. Hefte, S. 139.)

(6946)

DK 628.9(063)(43) : 666.175(063)

Kommission für Beleuchtungsglas

der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft.

Bericht über die seit 1931 durchgeführten Arbeiten.

Erstattet von Dr.-Ing. L. Bloch.

(Eingegangen 9. Februar 1933.)

Die früheren Arbeiten der gemeinsam von der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft gebildeten Kommission bezogen sich auf die Kennzeichnung ebener Proben von Trüb- und Mattgläsern durch ihre Haupteigenschaften: Durchlässigkeit, Reflexion, Absorption und Streuvermögen, sowie auf die Klasseneinteilung der Trüb- und Mattgläser. Hierüber wurde in dieser Zeitschrift vom

Ref.¹⁾ und ferner auch in der Arbeit von Weigel²⁾ eingehend berichtet.

Nach Abschluß dieser Arbeiten wandte sich die Kommission der Kennzeichnung der Eigenschaften von Glocken und Schalen aus

¹⁾ L. Bloch, Glastechn. Ber., 7 (1929/30), H. 9, S. 374–380; 9 (1931), H. 6, S. 354/355.

²⁾ Weigel, Glastechn. Ber., 10 (1932), H. 6, S. 307–335, bes. S. 332 ff.

Trübglass und Mattglas zu. Sie sollen weiterhin unter der Bezeichnung „Lichtstreuende Hohlkörper“ zusammengefaßt werden. In erster Reihe kann es darauf an, den Wirkungsgrad dieser Körper zu kennzeichnen, oder ihre Lichtabsorption, die den Wirkungsgrad zu 1 ergänzt. Hierbei konnte die Untersuchung der Körper in fertig zusammengestellten Leuchten nicht in Frage kommen, weil hierdurch noch weitere Lichtverluste hinzutreten, die dem lichtstreuenden Hohlkörper nicht zugeschrieben werden dürfen. Der Wirkungsgrad lichtstreuender Hohlkörper muß deshalb ohne die sonstigen zur fertigen Leuchte gehörigen Teile ermittelt werden. Hier war nun einmal die Stellung der Lichtquelle im Hohlkörper eindeutig festzulegen und außerdem eine Entscheidung darüber zu treffen, ob die Öffnungen des Hohlkörpers bei der Messung unabgedeckt bleiben oder durch weiße oder durch schwarze Scheiben abgedeckt werden sollen*). Die eingehende Erörterung dieser Fragen in der Kommission führte schließlich auf Grund von Vorschlägen der Herren Grisar, Schönborn und Weigel zu einem Meßverfahren (Genauerer s. unten), bei dem der aus dem Hohlkörper austretende Lichtstrom einmal mit unbedeckten Öffnungen des Hohlkörpers und einmal mit schwarz abgedeckten Öffnungen gemessen wird; dieselben Messungen werden auch mit der nackten Lichtquelle ausgeführt, wobei die schwarzen Abdeckscheiben in gleicher Größe und Anordnung benutzt werden. Aus diesen vier Messungen ergeben sich mit Hilfe einer ganz einfachen Berechnung die vier Größen: Hohlkörper-Durchlässigkeit, Hohlkörper-Reflexion, Hohlkörper-Absorption und Hohlkörper-Wirkungsgrad. Man erhält hiernach auf diese Weise nicht nur den Wirkungsgrad und Lichtverlust des Hohlkörpers, sondern auch die Trennung des nutzbaren Lichtstromes in den vom Hohlkörper durchgelassenen und den aus dem Hohlkörper heraus reflektierten Lichtstromanteil. Alle diese Größen sind in Beziehung gesetzt zu dem auf den Hohlkörper auftreffenden Lichtstrom. Im Gegensatz hierzu wird bekanntlich der Wirkungsgrad vollständiger Leuchten auf den Gesamtlichtstrom der nackten Lichtquelle bezogen. Die Hohlkörper-Durchlässigkeit, -Reflexion und -Absorption kennzeichnet im Gegensatz zu der Durchlässigkeit, Reflexion und Absorption ebener Glasproben nicht nur die Eigenschaften des für den Hohlkörper benutzten Glases, sondern die hier erhaltenen Werte sind auch durch die Form des Hohlkörpers bedingt. Aus diesem Grunde ist die Bezeichnung „Hohlkörper-Durchlässigkeit“ usw. hierfür gewählt worden, und bei den üblichen Buchstaben-Bezeichnungen τ , ρ , α und η wird jeweils der Index H hinzugesetzt (s. unten: „Beschreibung...“).

Die von der Kommission beschlossene†) und nachstehend abgedruckte „Beschreibung der Eigenschaften lichtstreuender Hohlkörper“ enthält auch die notwendige Festlegung der Normalstellung der Lichtquelle. Die hierfür gegebene Anweisung gilt für Glocken und Schalen mit nur einer oder auch mit zwei Öffnungen. Zur näheren Erläuterung dienen die beiden Bilder 1 und 2. Die Beschreibung der Eigenschaften lichtstreuender Hohlkörper wird ergänzt durch die ebenfalls von der Kommission beschlossene und nachstehend abgedruckte „Anleitung zur Messung von Durchlässigkeit, Reflexion, Absorption und Wirkungsgrad lichtstreuender Hohlkörper“. Hier ist angegeben, in welcher Weise der Reihe nach die vier erforderlichen Messungen auszuführen sind, und wie aus den gemessenen Werten die gesuchten Größen berechnet werden. Zwei beigefügte Uebersichtstafeln erläutern den Gang der Messung und Berechnung zugleich auch an einem Beispiel.

Eine recht wichtige Eigenschaft der lichtstreuenden Hohlkörper ist auch der Grad der Lichtzerstreuung.

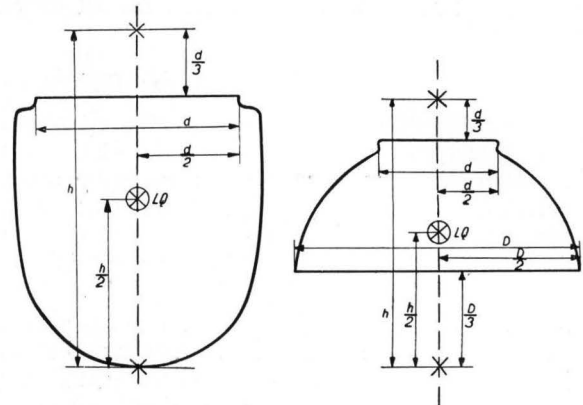


Bild 1 und 2. Normalstellungen der Lichtquelle (LQ) für einen lichtstreuenden Hohlkörper.

- a) mit einer Öffnung (Bild 1, links),
b) mit zwei Öffnungen (Bild 2, rechts).

ung. Er bewegt sich in sehr weiten Grenzen zwischen den gar nicht streuenden Klarglasglocken und den heute sehr verbreiteten, nahezu vollkommen streuenden Trübglassglocken ohne gerichtete Durchlässigkeit. Es erschien an sich recht wünschenswert, die Lichtzerstreuung der Glocken und Schalen ebenfalls durch eine einfache Zahl darzustellen, die etwa dem Streuvermögen ebener Glasproben zu entsprechen hätte. Hierfür könnte das Verhältnis der mittleren zur größten Leuchtdichte in Betracht kommen. Dabei kann man aber die durch gerichtete Durchlässigkeit hervorgerufene größte Leuchtdichte nicht berücksichtigen, weil dieser Wert viel mehr von der Leuchtdichte der benutzten Lichtquelle als von den Eigenschaften des Hohlkörpers selbst abhängt. Die Lichtzerstreuung ohne Berücksichtigung der gerichteten Durchlässigkeit ergibt dagegen unter Umständen verhältnismäßig geringe Unterschiede bei sehr verschiedener Glasbeschaffenheit. Es wurde deshalb von der Aufnahme der Lichtzerstreuung in der Beschreibung der Eigenschaften lichtstreuender Hohlkörper abgesehen und an deren Stelle die Angabe der Klasse verlangt, zu der ein Hohlkörper aus Trübglass entsprechend der früher beschlossenen Klasseneinteilung³⁾ in dicht trübe, mittel trübe und leicht trübe Gläser gehört. Als maßgebend hierfür sind die drei hellsten Stellen des Hohlkörpers im Ausstrahlungsbereich zwischen 30° und 80° angegeben, weil zwischen der Vertikalrichtung und 30°, sowie oberhalb von 80° Ausstrahlungswinkel eine Blendung durch zu hohe Leuchtdichte im allgemeinen nicht zu befürchten ist. Meist wird man die Bestimmung der Klasse an dem Hohlkörper selbst durchführen können. In Zweifelsfällen wird man die hellsten Stellen in der Größe von mindestens 10 cm² aus dem Hohlkörper heraussprengen und mit den gebräuchlichen Meßverfahren auf gerichtete Durchlässigkeit und entsprechende Klassenzugehörigkeit untersuchen. Die für die Grenze zwischen Klasse 1 und Klasse 2 maßgebende merkbare Durchlässigkeit ist nach dem a. a. O. angegebenen Beobachtungsverfahren in einfacher Weise zu ermitteln. Als Lichtquelle kann hierbei für angenäherte Beurteilung eine mit der Hälfte der normalen Betriebsspannung betriebene Opallampe für 60 Watt benutzt werden, aus der eine Fläche von 10 cm² ausgeblendet ist. Als Abgrenzung für die Klassen 2 und 3 wurde eine gerichtete Durchlässigkeit von 1% als maßgebend festgesetzt. Unter den verschiedenen hierfür benutzbaren Meßverfahren hat sich neuerdings die Leuchtdichtemessung mit Benutzung einer kleinen, weiß besprühten oder Opal-Glühlampe als recht zuverlässig erwiesen. Die gerichtete Durchlässigkeit des zu untersuchenden Glases ergibt sich hierbei als Differenz zwischen der Leuchtdichte der Lampe mit davorgesetztem Glas und der Leuchtdichte des von der zerstreuten Durchlässigkeit

*) Vgl. die Beratungen bei der Tagung der Internationalen Beleuchtungskommission, s. Glastechn. Ber., 9 (1931), H. 11, S. 603–604.

†) Vgl. auch „Das Licht“, 3 (1933), H. 4, S. 83–84.

³⁾ Vgl. Glastechn. Ber., 9 (1931), H. 6, S. 354.

keit herrührenden Umfeldes, bezogen auf die Leuchtdichte der Lampe ohne davorgesetztes Glas.

Für Mattgläser und dementsprechend auch für Mattglasglocken wurde von der Kommission ebenfalls eine Einteilung in drei Klassen

(stark matt, mittel matt und schwach matt) vorgesehen. Nach welchen Gesichtspunkten diese drei Klassen gegeneinander abzugrenzen sind, soll weiterhin von der Kommission noch festgesetzt werden. (6992)

DK 628.953.4/5.002.612

Beschreibung der Eigenschaften lichtstreuender Hohlkörper.

1. Die Hohlkörper-Durchlässigkeit τ_H ist das Verhältnis des nach Durchgang durch die Wandung aus dem Körper austretenden Lichtstromes zu dem den Körper treffenden Lichtstrom einer in Normalstellung befindlichen Lichtquelle.
2. Die Hohlkörper-Reflexion ϱ_H ist das Verhältnis des nach Reflexion an der Wandung aus den Öffnungen des Körpers austretenden Lichtstromes zu dem den Körper treffenden Lichtstrom einer in Normalstellung befindlichen Lichtquelle.
3. Die Hohlkörper-Absorption α_H ergänzt die Summe von Hohlkörper-Durchlässigkeit und Hohlkörper-Reflexion zu 1.
4. Der Hohlkörper-Wirkungsgrad η_H ist die Summe von Hohlkörper-Durchlässigkeit und Hohlkörper-Reflexion.
5. Für lichtstreuende Hohlkörper aus Trübglass ist ferner die Klasse anzugeben, zu der sie entsprechend der Klasseneinteilung der Trübgläser gehören. Hierfür sind bei in Normalstellung befindlicher Lichtquelle die drei hellsten Stellen im Ausstrahlungsbereich zwischen 30° und 80° auszuwählen. Ihre Größe ist mit mindestens 10 cm^2 zu bemessen.
6. Eine Lichtquelle befindet sich (s. Bild 1 und 2) in Normalstellung in Bezug auf
 - A. einen lichtstreuenden Hohlkörper mit nur einer Öffnung, wenn sie auf der Körperachse liegt, und zwar in der Mitte zwischen
 1. dem Punkt der Achse, der von der Öffnungsfläche den Abstand von $\frac{1}{3}$ des Öffnungsdurchmessers hat und außerhalb des Körpers liegt, und
 2. dem Durchstoßpunkt der Achse durch den Körper;
 - B. einen lichtstreuenden Hohlkörper mit zwei Öffnungen, wenn sie auf der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Öffnungen liegt, und zwar in der Mitte zwischen den zwei Punkten dieser Linie, die von den Öffnungsflächen Abstände von $\frac{1}{3}$ der entsprechenden Öffnungsdurchmesser haben und außerhalb des Körpers liegen.
7. Die unter 1. bis 4. beschriebenen Eigenschaften sollen nach der folgenden „Anleitung zur Messung von Durchlässigkeit, Reflexion, Absorption und Wirkungsgrad lichtstreuender Hohlkörper“ gemessen werden.

DK 628.953.4/5 : 535.3.03

Anleitung zur Messung von Durchlässigkeit, Reflexion, Absorption und Wirkungsgrad lichtstreuender Hohlkörper.

Die Messung der Hohlkörper-Durchlässigkeit, Hohlkörper-Reflexion, Hohlkörper-Absorption und des Hohlkörper-Wirkungsgrades wird in der Ulbrichtschen Kugel durchgeführt (vgl. auch „Regeln der Deutschen Beleuchtungstechn. Ges. zur Bewertung und Messung von Licht, Lampen und Beleuchtung“: Abschnitt D I. 2. c. Bestimmung des Lichtstromes; veröffentlicht in „Licht und Lampe“, 21. Jg. 1932, Heft 11, S. 159). Der Reihe nach wird folgendes gemessen:

- I. Der von der nackten Lichtquelle allein ausgestrahlte Gesamtlichtstrom.
 - II. Der bei unbedeckten Öffnungen des lichtstreuenden Hohlkörpers mit in Normalstellung befindlicher Lichtquelle ausgestrahlte Lichtstrom. Er entspricht dem Gesamtlichtstrom der nackten Lichtquelle, vermindert um den im lichtstreuenden Hohlkörper verschluckten Lichtstrom.
 - III. Der nach Abdeckung der Öffnungen des Hohlkörpers durch innen schwarze Abschlußscheiben noch ausgestrahlte Lichtstrom. Er entspricht dem von dem lichtstreuenden Hohlkörper durchgelassenen Lichtstrom.
- Die Abschlußscheiben sind auf der dem Hohlkörper zugekehrten Seite mit Samt oder ähnlichem Stoff von geringem Reflexionsvermögen zu bekleiden, auf der Außenseite weiß zu streichen.
- IV. Der mit den Abschlußscheiben in derselben Anordnung wie unter III. von der nackten Lichtquelle allein ausgestrahlte Lichtstrom. Er entspricht dem auf die Oberfläche des lichtstreuenden Hohlkörpers auftreffenden Lichtstrom.

Aus diesen 4 gemessenen Lichtstromwerten ergibt sich:

die Hohlkörper-Durchlässigkeit:

$$\tau_H = \frac{\text{III}}{\text{IV}}$$

die Hohlkörper-Absorption: $\alpha_H = \frac{\text{I}-\text{II}}{\text{IV}}$

die Hohlkörper-Reflexion:

$$\varrho_H = 1 - \tau_H - \alpha_H$$

der Hohlkörper-Wirkungsgrad:

$$\eta_H = \tau_H + \varrho_H = 1 - \alpha_H$$

Der Gang der Messung und Berechnung ist nachstehend in tabellarischer Anordnung wiedergegeben und an einem Beispiel erläutert:

Bezeichnung	Messung von	Ausgeführt mit	Beispiel
I	Gesamtlichtstrom	nackter Lichtquelle	825 Lm
II	Gesamtlichtstrom minus verschlucktem Lichtstrom	Lichtquelle + Körper	750 "
III	durchgelassenem Lichtstrom	Lichtquelle + Körper + schwarzen Abschlußscheiben	300 "
IV	auf den Körper auftreffendem Lichtstrom	nackter Lichtquelle + schwarzen Abschlußscheiben	500 "

Hieraus berechnet	Bezeichnung	Berechnung	Beispiel
Hohlkörper-Durchlässigkeit	τ_H	$\frac{\text{III}}{\text{IV}}$	0,6 (60%)
Hohlkörper-Absorption	α_H	$\frac{\text{I}-\text{II}}{\text{IV}}$	0,15 (15%)
Hohlkörper-Reflexion	ϱ_H	$1 - \tau_H - \alpha_H$	0,25 (25%)
Hohlkörper-Wirkungsgrad	η_H	$1 - \alpha_H$	0,85 (85%)