

DK 620.178.152 : 666.115(045)

### Bestimmung der Pendelhärte von Gläsern.

Von W. Schmidt und H. Elsner v. Gronow.

(Mitteilung aus dem Institut für Mineralogie an der Technischen Hochschule, Berlin, und dem Kaiser Wilhelm-Institut für Silikatforschung, Berlin-Dahlem.)

(Eingegangen 29. Oktober 1935.)

#### Untersuchungsverfahren.

Zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Gläsern eignet sich außer der Biegezugfestigkeit, Zerreißfestigkeit, Druckfestigkeit insbesondere die Härte als eine Eigenschaft, die leicht untersucht werden kann, und zu deren Durchführung nur verhältnismäßig geringe Vorkehrungen an dem Prüfling zu machen sind.

Es ist schwer, eine eindeutige Definition der Härte, wie wir sie mit den geläufigen Verfahren untersuchen, zu geben. Es lassen sich allerdings alle diese Methoden auf ein einfaches Schema bringen, nämlich auf die Untersuchung der Verformung unter einem punktförmigen oder möglichst punktförmigen Kraftangriff, also unter einer Beanspruchung, die weitgehend inhomogen ist und daher auch eine möglichst allgemeine Verformung hervorbringt. Durch die Forderung nach punktförmigem Kraftangriff ist auch die Reproduzierbarkeit dieses Versuches einigermaßen gewahrt. Diese Art der Verformung ähnelt weitgehend Beanspruchungen, denen Körper im täglichen Leben laufend unterworfen sind. Die Messung kann entweder erfolgen durch die Kraft, welche zur Verformung notwendig ist, oder durch das Ausmaß der Verformung entweder in Lineardimensionen (Ritzhärte Martens) oder in Volumendimension (Schleifhärte), endlich aber auch durch die Arbeit, welche bei der Verformung umgesetzt wird.

Nach letzterer Methode arbeitet, außer der Härteprüfung nach Shore, die Pendelhärteprüfung. Sie wurde in die Technik eingeführt von Herbert und ist ihm patentiert worden. In neuerer Zeit ist über sie besonders von russischen Forschern veröffentlicht worden (1) (4).

Die Apparatur, mit der in unserem Falle gearbeitet wurde, ist zu Untersuchungen von Kristallen gebaut worden. Es ist wahrscheinlich, daß sie nicht die für die Untersuchung von Gläsern günstigste Form darstellt.

Man läßt ein Pendel mit einer Schneide auf den Prüfling als Unterlage schwingen; die bei der Verformung der Unterlage umgesetzte Arbeit wird der Energie des Pendels entnommen; die Abnahmen der Schwingungsamplituden ergeben also ein Maß für die Verformungsarbeit. Der Pendelkörper bestand aus einem symmetrisch geformten Bügel, an dessen Enden zwei Gewichte angebracht waren. Die Schneide in der Symmetrieebene war 2 mm lang; Krümmungsradius der Schneide 0,5 mm. Sie bestand aus Widiametall, das die Osram-Gesellschaft in dankenswerter

Weise bereitstellte. Ein Laufgewicht auf einer Schraubenspindel über der Schneide gestattete die Einstellung des Schwerpunktes und damit der Schwingungsdauer. In unserem Falle wurde mit einer Schwingungsdauer von 6 Sek. gearbeitet. Das Gewicht des Pendels war 1 kg.

Die Probe war mit einer dünnen Klebwachsschicht auf einem schweren Dreifuß aufgeklebt und konnte horizontal ausgerichtet werden. Durch eine Gabel an einer Zahnstange konnte das Pendel ruhig aufgesetzt werden. Die Aufzeichnung der Ausschläge des Pendels erfolgte photographisch auf lichtempfindlichem Papier. Dazu war am Pendel ein Spiegel angebracht. Diese Einrichtung war für die Auswertung angenehm, kann aber ohne Schaden durch irgendeine andere einfachere ersetzt werden.

#### Auswertung der Meßergebnisse.

Das Pendel vollführt also auf seiner Unterlage Schwingungen, deren Amplituden abnehmen. Die Abnahme dieser Amplituden wird abhängen von der Abnahme der Energie des Pendels, und an dieser Abnahme sind beteiligt die Verformungsarbeit im Probekörper, die Verformungsarbeit an der Schneide und endlich noch die Luftdämpfung. Von diesen beiden letzteren kann die Verformungsarbeit in der Schneide dadurch unschädlich gemacht werden, daß man diese aus einem möglichst harten Material, größenordnungsmäßig härter als der Prüfling, herstellt, was in unserem Falle durch die Wahl von Widia geschehen ist. Die Luftdämpfung ist an und für sich klein; ihr Einfluß könnte dadurch noch weiter herabgesetzt werden, daß man die Verformungsarbeit ihr gegenüber groß macht, indem man z. B. ein schweres Pendel nimmt. Es kann vermutet werden, daß die Wahl eines schwereren Pendels als unseres empfehlenswert ist.

Die Theorie „gedämpfter“ Schwingungen ist für den Fall ausgearbeitet, daß der Widerstand proportional der augenblicklichen Schwingungswerte ist. Dann ergibt sich eine Schwingungsform, bei der das Verhältnis aufeinander folgender Schwingungen konstant ist, oder bei der die Differenz der Logarithmen der Amplituden aufeinander folgender Schwingungen konstant ist (Logarithmisches Dekrement). Die Durchrechnung der Schwingungsaufzeichnungen bei unseren Versuchen zeigt, daß hier keine reinen gedämpften Schwingungen vorliegen, sondern daß die logarithmischen Dekremente mit der Dauer des Schwingungsvorganges zunehmen. Der Widerstand kann daher nicht proportional

der Schwingungsweite sein, sondern der Vorgang nähert sich einigermaßen dem anderen Grenzfall, daß der Widerstand eine konstante Größe darstellt. Das erscheint durchaus wahrscheinlich, wenn man sich vorstellt, daß die sich wälzende Schneide an der Unterlage eine „Reibung“ erfährt. Die Folge davon ist aber, daß die Abnahme der Amplituden nicht nur von der augenblicklichen Amplitude selbst abhängig ist, sondern auch wesentlich von der Ausgangsamplitude, wie die Beispiele auf Tafel 1 zeigen, wo dieselben Gläser mit den Ausgangsamplituden 100 mm und 88 mm (auf dem Registrierpapier) gewählt waren. Es sind daher als Härtemaße nur die Amplitudenabnahmen bei gleicher Amplitude und bei gleicher Ausgangsamplitude heranzuziehen.

Wegen dieser Inkonzanz des logarithmischen Dekrementes (Bild 1) erscheint es nicht angebracht, als Härtemaß etwa die logarithmischen Abnahmen zu wählen; es sind daher in unserem Beispiel nur die Amplituden angeführt, und zwar in Tafel 2 die Amplituden nach einer bestimmten Anzahl von Minuten, in Tafel 1 die Amplituden nach dem Ablauf einer bestimmten Anzahl von Schwingungen. Da die Schwingungszeit nicht wesentlich von der Dämpfung abhängt, so sind bei beiden Bestimmungen Vergleiche der Bestimmungen untereinander ohne weitere Umrechnung möglich.

Im allgemeinen erwiesen sich die Pendelhärtemessungen als sehr gut reproduzierbar, wie das Beispiel K 9 in Tafel 1 beweist. Allerdings zeigte es sich, wie aus derselben Tafel hervorgeht, daß die Reihung der Prüflinge nach der Härte nicht immer gleich ausfällt, von welcher Amplitude man auch ausgegangen ist. Diese Erscheinung bedarf einer Klärung, die hier nicht versucht werden konnte, da die Probestücke für die Ausgangsamplituden 100 mm und 88 mm verschiedene waren, obwohl sie immer aus derselben optischen Glassorte bestanden. In dieser Hinsicht ist insbesondere auf die Beeinflussung der Härte durch grenzflächenaktive Stoffe hinzuweisen (8). Man darf vermuten, daß auch die alkalische Flüssigkeit, die man auf Glasoberflächen in feuchter Luft erwarten kann, noch mehr aber eine fettartige Verunreinigung der Glasoberfläche, einen wesentlichen Einfluß auf die Pendelhärte haben. Es müßten daher in dieser Hinsicht Normen für die Vorbehandlung und Säuberung der Glasoberfläche geschaffen werden. Sämtliche Gläser waren in unserem Falle auf Pech poliert.

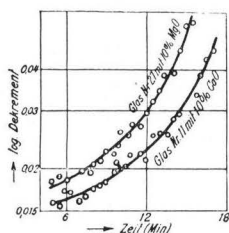


Bild 1. Logarithmische Dekremente der Pendelschwingungen bei zwei Versuchsreihen.

Auch im Hinblick auf den Einfluß einer Verunreinigung der Oberfläche wäre es erwünscht, mit stärkeren Verformungen, also mit schwererem Pendel, zu arbeiten.

### Ergebnisse der Untersuchungen.

#### A. Erste Versuchsreihe.

Es wurden an Gläsern zwei Untersuchungsreihen durchgeführt. Die erste Reihe hatte den Zweck, zu untersuchen, ob überhaupt die Pendelhärte ein brauchbares Maß für die Widerstandsfähigkeit eines Glases abgeben kann. Es wurden 28 in der Zusammensetzung systematisch variierte Schmelzen untersucht, die schon vor uns von anderen Autoren nach anderen Verfahren auf ihre physikalisch-mechanischen Eigenschaften untersucht worden waren. Aus der Tafel 3 kann man die Zusammensetzung dieser Gläser entnehmen. Die überwiegende Mehrzahl dieser Gläser ist abgeleitet worden aus dem Grundglas mit 18% Na<sub>2</sub>O und 82% SiO<sub>2</sub> durch systematische Verminderung des SiO<sub>2</sub>-Gehaltes zugunsten anderer glasbildender Oxyde. In 20 Fällen konnten Gläser zur Untersuchung benutzt werden, die uns Herr Dr. Thomas vom Osram-Maschinenglaswerk in Berlin-Siemensstadt freundlicherweise zur Verfügung stellte, und die schon früher von G. Gehlhoff und M. Thomas (6) zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften der Gläser in Abhängigkeit von der Zusammensetzung herangezogen worden waren. Acht Gläser, darunter die Borsäuregläser, wurden im SFI erschmolzen.

Es wurden planparallele Glasplättchen von rd. 3 mm Dicke als Proben benutzt. Diese Plättchen wurden durch eine dünne Klebwachsschicht mit der Metallunterlage verbunden. Die Plättchen waren auf Pech mit Pariser Rot auspoliert worden; sie besaßen demnach nicht Feuerpolitur. Es ist nämlich bekannt, daß sich die Ritzhärten der feuerpolierten Oberflächen nur wenig voneinander unterscheiden (6, S. 122), während dieselben Gläser, aber mechanisch poliert, sich in ihrer Ritzhärte merklich voneinander unterscheiden.

Sehr dünne Glasscheiben sind bei der Bestimmung der Pendelhärte nicht zu benutzen, weil dann der Einfluß der Unterlage merklich werden kann.

In der Tafel 2 sind die Ergebnisse der Bestimmungen der Pendelhärte der in Tafel 3 aufgeführten 28 Gläser dargestellt. Die Amplitude A<sub>0</sub> betrug in allen Fällen 210 mm. Angegeben sind die den Photogrammen der Registriervorrichtung direkt entnommenen Amplituden nach 6, 12 und 18 Minuten. Bei einigen Gläsern waren die Dämpfungen so groß, daß bereits vor 12 oder 18 Minuten die Bewegung des Pendels zur Ruhe gekommen war.

Die Pendelhärten der Gläser 27 (10% MgO) und 28 (3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sind praktisch nicht voneinander unterschieden (Tafel 2). Ein Zusatz von 3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hat auf die Pendelhärte des

Tafel 1. Zusammenstellung der Amplituden bei der Pendelhärteprüfung von 5 optischen Gläsern. (6 sec Schwingungsdauer.)

Zahl der Schwingungen		BK 1 mm	SK 6 mm	SF 2 mm	LF 3 mm	K 9 mm
0	A <sub>0</sub>	100	88	100	100	100
45	A <sub>1</sub>	68,0	71,7	67,7	70,6	70,0
90	A <sub>2</sub>	51,8	58,6	52,7	56,1	59,2
135	A <sub>3</sub>	38,5	45,6	42,3	45,8	50,0

Tafel 2. Uebersicht über die Amplituden der Pendelschwingungen nach 6, 12 und 18 Minuten.

Die Amplitude A<sub>0</sub> betrug in allen Fällen 210 mm.

Glas Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
nach 6 Min.	0	123	116	138	162	128	142	156	114	132	144	156	150	147	156	160	157	32	58	105	100	98	130	142	151	134	136	135
" 12 "	0	54	50	76	97	64	81	106	48	68	87	107	101	97	110	118	106	0	0	35	30	26	52	89	100	70	72	72
" 18 "	0	8	9	28	45	20	32	64	8	21	51	65	61	56	(57)	(82)	64	0	0	5	0	0	13	50	52	24	22	24

Tafel 3. Uebersicht über die Zusammensetzung der untersuchten Gläser.

(Die Zahlen geben Gewichtsprocente an.)

Glas Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Na <sub>2</sub> O	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17,5	15	12,5	10	—	18	18	18	18	18	5	—	18	18	18	18
SiO <sub>2</sub>	82	77	72	67	57	72	67	62	57	77	72	67	60	60	60	60	60	78	74	70	67	62	60	60	77	77	72	79
BaO	—	—	5	10	15	25	—	—	—	—	—	—	20	20	20	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PbO	—	—	—	—	—	10	15	20	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	20	—	—	—	—
Sonstiges	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	10	15	2,5	5	7,5	10	20	4	8	12	15	20	15	20	5	5	10	3
										CaO				K <sub>2</sub> O								B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			K <sub>2</sub> O	ZnO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

Ausgangs-Alkaliwasserglases dieselbe Wirkung wie 10% MgO. Die Pendelhärten der Gläser mit 5% und mit 10% MgO unterscheiden sich auch nur ganz unbedeutend. — Die Borsäuregläser haben für 12% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> einen Höchstwert der Pendelhärte. Dieser Befund hat seinen Grund mit in der Tatsache, daß bei dieser Zusammensetzung ein Höchstwert der Dichte auftritt. Je größer nämlich der Abstand der Teilchen voneinander ist (kleine Dichte), um so leichter wird die Schneide in die Probe eindringen, und um so größer wird daher die Dämpfung der Pendelschwingung sein.

Bei Kristallen stellt man eine ähnliche Beziehung fest (1). Bei der Zunahme des Abstandes der Ionen d im Gitter steigt die Dämpfung an, z. B. in der Reihe LiCl (d = 2,6 Å), NaCl (d = 2,8 Å), KCl (d = 3,4 Å).

Die Gläser 10, 11, 12 mit 5, 10, 15% CaO sind härter als die Gläser 2, 3, 4 mit 5, 10, 15% BaO, was wiederum damit übereinstimmt, daß der Ionenradius des Ca kleiner ist als der des Ba.

Bemerkenswert ist ferner, daß die Pendelhärte bei Steigerung des PbO-Gehaltes bis 20% (Gläser 6, 7, 8) stetig ansteigt und bei weiterer Steigerung des PbO-Gehaltes um 5% rasch fällt.

Derartige Gesetzmäßigkeiten in der Abhängigkeit der Pendelhärten von der Zusammensetzung sollten gewisse Parallelen sein zu ähnlichen Regelmäßigkeiten in der Abhängigkeit der Dichte, chemischen Angreifbarkeit und der Festigkeiten derselben Gläser von der Zusammensetzung.

Daher sollen im folgenden unsere Messungen mit den Bestimmungen derartiger Eigenschaften durch andere Autoren an Gläsern derselben Zu-

sammensetzung, wie sie Tafel 3 gibt, verglichen werden.

Vergleich der Pendelhärten der Gläser mit ihren speziellen Festigkeitseigenschaften nach Gehlhoff und Thomas.

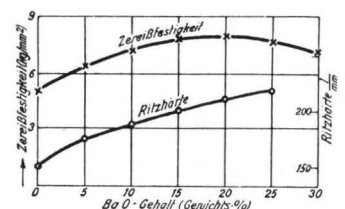
a) Bariumoxydgläser.

In Bild 2 sind Zerreißfestigkeit und Ritzhärte für 5 Gläser mit einem Gehalt von 5 bis 25% BaO nach Gehlhoff und Thomas (6) zusammengestellt. Diese Eigenschaften steigen mit wachsendem BaO-Gehalt; die Biegefestigkeit hat bei einem Gehalt von 20% BaO einen ausgesprochenen Höchstwert. Zerreißfestigkeit und Ritzhärte scheinen hiernach die beiden wesentlichen Faktoren zu sein, die die Größe der Pendelhärte bestimmen. Denn symbat mit der Zerreißfestigkeit und Ritzhärte wächst auch die Pendelhärte. Dieses Ergebnis wird auch an den übrigen Gläsern bestätigt.

b) Bleigläser.

Die Pendelhärte der Bleigläser steigt, wie bereits erwähnt, bis zu 20% PbO an; bei weiterer Steigerung des PbO-Gehaltes fällt sie wieder ab. Die Zerreißfestigkeit steigt bei den Bleigläsern mit zunehmendem Bleioxyd Gehalt bis 25% nur etwa einhalbmal so stark an wie bei den Bariumoxydgläsern. Ritzhärte, Biegefestigkeit und vor allem Druckfestigkeit nehmen aber

Bild 2. Zerreifestigkeiten und Ritzhärten von Gläsern mit steigendem BaO-Gehalt. (Nach Gehlhoff und Thomas.)



bei Steigerung des Bleioxydgehaltes über 20% hinaus ab, und daraus erklärt sich auch der Abfall der Pendelhärte bei 25% Bleioxyd.

c) Kalkgläser.

Mit steigendem Kalkgehalt wird die Pendelhärte kräftig erhöht; die Zerreißfestigkeit und die Biegungsfestigkeit nehmen auch zu, vor allem auch die Ritzhärte bei wenig veränderten Schlag- und Druckfestigkeiten. Auch in diesem Falle gibt also die Pendelhärte einen zusammenfassenden, charakteristischen Ueberblick über die bedeutenden Festigkeitseigenschaften.

d) Variation des Alkaliegehaltes in Bariumoxydgläsern.

Ersetzt man in einem Grundglas der Zusammensetzung 60% SiO<sub>2</sub>, 20% BaO, 20% Na<sub>2</sub>O bei unverändertem Gesamtkaligehalt von 20% das Natriumoxyd durch Kaliumoxyd, so findet man einen Höchstwert der Pendelhärte für 10% K<sub>2</sub>O. Ein Vergleich mit der von Gehlhoff und Thomas veröffentlichten Abhängigkeit der physikalisch-mechanischen Eigenschaften von der Verteilung der Alkalien ist leider nicht möglich, da diese Autoren nur 15% Alkali einführten, solche Gläser uns aber nicht zur Verfügung standen. Die charakteristischen Extremwerte der Festigkeit liegen bei 15% Gesamtalkali bei 10% Na<sub>2</sub>O.

e) Borsäuregläser.

Bei einem Gehalt von 12% Borsäure wurde ein deutlicher Höchstwert der Pendelhärte gefunden. Bei derselben Zusammensetzung liegen ausgesprochene Höchstwerte der Dichte, Zerreißfestigkeit, Ritzhärte, Schlagfestigkeit, des Elastizitätsmoduls und der chemischen Widerstandskheit (7).

f) Magnesiumoxydgläser und zinkoxydhaltige Gläser.

Die bei Steigerung des Magnesiumoxydgehaltes von 5 auf 10% kaum veränderte Pendelhärte ist so zu deuten: bis 20% MgO-Gehalt bleiben auch die Zerreißfestigkeit und die Druckfestigkeit weitgehend dieselben wie bei kleinen MgO-Gehalten, während nur Ritzhärte und Elastizitätsmodul ansteigen.

Das Verhalten der ZnO-Gläser ist diesem eben beschriebenen Verhalten der MgO-Gläser ganz ähnlich.

B. Zweite Versuchsreihe.

Eine zweite Reihe von Versuchen ist hier angeführt, und zwar an den optischen Gläsern der Firma Schott BK 1, SK 6, SF 2, LF 3, K 9. Die Ergebnisse sind in Tafel 1 angeführt. Die Versuche wurden mit 2 Ausgangsamplituden, 100 mm und 88 mm, angestellt; es ergaben sich dabei stellenweise die Unstimmigkeiten, über die oben gesprochen wurde.

Besonders auffällig ist in der Versuchsreihe die kleine Widerstandsfähigkeit des Glases BK 1 gegenüber dem Glas K 9. BK 1 ist gegen chemischen Angriff besonders widerstandsfähig.

Zusammenfassung.

Die Versuchsreihen lassen im ganzen und großen den Eindruck zu, daß der Widerstand, den die einzelnen Glassorten der Abnützung entgegenzusetzen, sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Die Klärung einzelner Punkte erscheint noch erwünscht; insbesondere erscheint es geraten, die Versuche mit einem wesentlich schwereren Pendel, schätzungsweise 3 kg, fortzusetzen.

Schrifttum.

- |  |   |
|--|---|
| (1) W. D. Kusnetzow u. E. W. Lawrentjewa, Z. Kristallogr., <b>80</b> (1931), S. 54.                                    | (6) G. Gehlhoff u. M. Thomas, Z. techn. Phys., <b>7</b> (1926), S. 105—126. (Ref. Glastechn. Ber., <b>4</b> (1926/27), S. 103 f.)           |
| (2) Martens Baumaterialienkunde, 1905, S. 54.  | (7) Joh. Enß, Glastechn. Ber., <b>5</b> (1928), S. 449—476, 509—520.  |
| (3) Robin, Rev. Métallurgie, 1911, S. 47.  | (8) Reh binder, Verminderung der Ritzhärte bei Adsorption grenzflächenaktiver Stoffe. Z. f. Phys., <b>72</b> (1931), H. 3 u. 4, S. 191—205. |
| (4) W. D. Kusnetzow, J. angew. Physik (russisch), <b>6</b> (1929), S. 33.  |   |
| (5) V. M. Goldschmidt, Z. techn. Phys., <b>8</b> (1927), S. 251—264. (Ref. Glastechn. Ber., <b>12</b> (1934), S. 135.) |   |

(10 069b)

Referate.

Die Referate sind nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt: 1. Geschichte des Glases; 2. Physikalische und chemische Grundlagen der Glaserzeugung; 3. Rohstoffe für die Glaserzeugung; 4. Gemenge und seine Aufbereitung; 5. Glasschmelze; 6. Formgebung des Glases; 7. Kühlung des Glases; 8. Glasbearbeitung und -Veredelung; 9. Fehler des Glases; 10. Bruchursachen; 11. Physikalische und chemische Prüfung der Glasrohstoffe und des Glases; 12. Glaswaren (Bezeichnung, Normung, Verpackung, Glashandel, Wirtschaft); 13. Optisches Glas; 14. Hohl- und Preßglas, Geräteglas, Beleuchtungsglas, Flaschenglas; 15. Besondere Strahlen absorbierende oder durchlassende Gläser; 16. Bau- und Flachglas; 17. Quarzglas; 18. Wasserglas; 19. Emailen und Glasuren; 20. Physikalische und chemische Grundlagen der Wärmewirtschaft (20a. Meßwesen); 21. Feuerfeste Stoffe; 22. Ofenbau (einschl. Feuerungen), Wärmeschutz; 23. Brennstoffe; 24. Brennstoffvergasung; 25. Dampferzeugung; 26. Kraftmaschinen; 27. Kompressoren und Pumpen; 28. Arbeitsmaschinen; 29. Formen, Werkzeuge und Glasbearbeitungsmaschinen; 30. Energieverteilung; 31. Bewegung von festen Stoffen und Schmelzen; 32. Werkseinrichtung, allgemeine Betriebsführung; 33. Gesundheitshilfe und Arbeiterschutz; 34. Forschung und Unterricht.

Das Zeichen □ bedeutet, daß die betr. Veröffentlichung in einem der nächsten Hefte der „Glastechn. Ber.“ besprochen werden wird.

Die halbfetten Zahlen rechts über jedem Referat bzw. Zitat geben die Einteilung nach der Dezimalklassifikation (DK) an; Näheres s. in Heft 1 des 11. Jg. 1933, grüner Zettel vor S. 1, und in den Inhaltsverzeichnissen der letzten Jahrgänge.