

in der Höhlung einer Holzkohle vor dem Gebläse bzw. der Lötrohrflamme eingeschmolzen und so lange erhitzt, bis sich ein völlig klarer Schmelzfluß gebildet hat und die einzelnen kleinen Bleikügelchen sich zu einem einzigen Korn vereinigt haben. Dieses Bleikorn wird dann auf einem kleinen Schälchen völlig abgetrieben, wobei das Goldkörnchen zurückbleibt und an seiner Form und Farbe unter dem Mikroskop erkennbar ist. Bei einiger Uebung läßt sich die Sicherheit des Verfahrens soweit steigern, daß bereits mit sehr kleinen Substanzmengen einwandfreie Ergebnisse erzielbar sind. Beispielsweise genügten von dem erwähnten Glase mit 0,0042% Au bereits Splitterchen im Gewichte von 1 bis 5 mg, um das Gold bei 100facher Vergrößerung unter dem Mikroskope sicher erkennen zu können. Jedoch müssen hierbei an die Reagenzien besonders hohe Anforderungen gestellt werden und durch sorgfältigste Blindproben die völlige Freiheit von Edelmetallspuren erwiesen sein. Schwierigkeiten macht u. U. auch das Auffinden des Goldkörnchens, das sich fast immer in der durch den erhöhten Schlackenangriff beim letzten Erhitzen erzeugten Vertiefung der Unterlage findet. Merkt man sich genau die Stelle, wo beim Abtreiben das Bleikorn verschwand, so ist auch ein kleines

Körnchen, besonders bei Verwendung eines binokularen Mikroskopes, schnell zu finden.

Mikrodokimastischer Nachweis von Silber und Platin im Glase.

Nach gleichem Verfahren ist auch der Nachweis von Silber und Platin im Glase zu führen, die ebenfalls nach dem Abtreiben des Bleies als Metallkörner, in diesem Falle von silberweißer Farbe, zurückbleiben und mikrochemisch zu identifizieren sind.

Zusammenfassung.

Die Bestimmung des Goldes im Glase erfolgt am einfachsten und schnellsten auf mikrodokimastischem Wege. Anstatt der Gewichtsbestimmung durch Ausmessen des feingetriebenen Goldkornes wird die einfachere kolorimetrische Bestimmung mit o-Tolidin empfohlen. An reinen Lösungen bzw. Goldgläsern bekannten Gehaltes wird gezeigt, daß die nach dem in allen Einzelheiten angegebenen Verfahren erhaltenen Werte den Anforderungen der praktischen Glasanalyse genügen.

Das gleiche Verfahren eignet sich auch zum qualitativen Nachweise des Goldes, der bereits in wenigen Milligrammen eines technisch hergestellten Goldglases zu führen ist. (9336)

DK 536.21.022 : 666.155.5 : 620.1(045)

Abkühlungs- und Erwärmungsgeschwindigkeit von Mehrschichtensicherheitsglas.

Von Dipl.-Ing. E. Albrecht.

(Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.)

(Eingegangen 18. März 1935.)

Notwendigkeit der Prüfung des Sicherheitsglases bei den höchsten und niedrigsten Gebrauchstemperaturen. — Ausführung dieser Prüfung unter Berücksichtigung der unumgänglichen Abkühlungs- und Erwärmungszeiten: a) bei Fahrzeuggläsern, b) bei Schutzbrillen- und Gasmaskengläsern. — Zusammenfassung.

Das Urteil über die Güte eines Sicherheitsglases wird niemals von einer einzelnen Eigenschaft, und sei sie noch so hervorstechend, ausgehen können; immer wird die Gesamtheit der Leistungen zugrunde liegen müssen, die das betreffende Erzeugnis aufweist. Für die vollständige Beurteilung eines Mehrschichtensicherheitsglases ist es daher erforderlich, nicht nur von den Eigenschaften auszugehen, die das frische Glas bei normaler Temperatur besitzt, sondern besonders davon, in welchem Maße es diese Eigenschaften auch bei den höchsten und niedrigsten Gebrauchstemperaturen und nach längerer Gebrauchsdauer bewahrt.

Der Normenentwurf DIN DVM 2302 Mehrschichtensicherheitsglas für Fahrzeuge, Prüfverfahren¹⁾, der ebenso wie die übrigen Entwürfe von Prüfnormen für Sicherheitsglas ein Wegbereiter für künftige Gütenormen sein will, sieht daher vor, daß Mehrschichtengläser für Fahrzeuge im frischen Zustande bei — 21, — 11, 0, + 20 und + 40° und

außerdem nach Bewetterung auf Splittersicherheit und Durchschlagsfestigkeit geprüft werden. Außer der selbstverständlich nötigen Prüfung auf optische Eigenschaften sind noch einige Kurzprüfungen aufgenommen, um Erfahrungen mit ihnen zu sammeln.

Angaben darüber, daß Sicherheitsgläser nicht bei Zimmertemperatur, sondern auch bei höherer und tieferer Temperatur dem Kugelfallversuch unterzogen wurden, finden sich im einschlägigen Schrifttum häufiger, jedoch meist ohne nähere Angaben über die Versuchsausführung. Diese erscheint selbstverständlich: die Prüfstücke werden in einem Luft- oder Wasserbad von der gewünschten Temperatur eine gewisse Zeit gelagert, dann rasch in das Prüfgerät eingebaut und beansprucht. Selbst wenn man annimmt, daß vollkommener Temperaturengleich zwischen Proben und Bad eingetreten war, bleibt eine gewisse Unsicherheit über die Temperatur, die die Prüfstücke im Augenblick der Zerstörung hatten, solange die Zeit nicht festgelegt ist, die zwischen dem Herausnehmen der Proben aus dem Bade und dem Auftreffen des Falkkörpers liegt. Ueber die Größe des mög-

¹⁾ Dieser Entwurf ist im vorliegenden Hefte, S. 93 bis 94, veröffentlicht.

lichen Fehlers sollten die Versuche Aufschluß geben, über die nachstehend berichtet wird. Die Versuche wurden, nachdem der Arbeitsplan im Fachnormenausschuß für Sicherheitsglas vorgetragen war, im Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem ausgeführt. Das Probematerial — Dreischichtengläser von 200×200 mm Fläche und Brillengläser von 50 mm Durchmesser (F 50 DIN 4641) — wurde in dankenswerter Weise von den Firmen: Glas- und Spiegelmanufaktur N. Kinon, Aachen, Röhm & Haas A. G., Darmstadt, und Deutsche Spiegelglas A. G., Grünplan, zur Verfügung gestellt.

Durch die Versuche sollte geklärt werden, in welchem Umfange die Abkühlungs- und Erwärmungsgeschwindigkeit abhängig ist von

1. der Gesamtdicke der Proben
2. der Dicke der einzelnen Glasscheiben
3. der Art der Zwischenschicht
4. der Art des Bades (Luft, Wasser), in dem die Proben auf die gewünschte Temperatur gebracht werden.

Die Temperatur der Proben wurde mit Thermoelementen aus Kupfer/Konstanten gemessen, deren Lötstelle sich in der Mitte der Flächen befand. Das Thermoelement wurde in die Zwischenschicht eingelegt. Hierzu war es erforderlich, die 0,5 mm dicken Drähte des Elementes an dem einzubettenden Ende zu etwa 0,2 mm dicken Bändern auszuwalzen. Die Wirkung der Kaltverformung wurde durch Ausglühen und Tempern rückgängig gemacht. Die Lötstelle wurde durch V-förmiges Zusammensetzen der Bänder gebildet, sie war etwa 0,3 mm dick. Der Einbau dieser Art Thermolemente in die Zwischenschicht gelang infolge der besonderen Sorgfalt, die die genannten Firmen aufwandten, nach Wunsch.

Die Proben waren teils aus gleich dicken, teils aus verschiedenen dicken Glasscheiben zusammengesetzt, wie die Zahlentafel 1 angibt.

Als Warmluftbad wurde ein selbst regelnder Trockenschrank, als Kaltluftbad ein von Eiskochsalz-Mischung umgebenes Blechgefäß benutzt. Dieselbe Kältemischung wurde auch als

Zahlentafel 1. Dicken der untersuchten Mehrschichtengläser.

Probenbezeichnung	Glas-scheibe (mm)	Zwischen-schicht (mm)	Glas-scheibe (mm)	Gesamt-dicke (mm)
I	1,5	0,5	1,5	3,5
II	2,2	0,5	2,2	4,9
III	3,3	0,5	3,3	7,1
IV	4,0	0,5	4,0	8,5
V	1,5	0,5	3,0	5,0
VI	2,2	0,5	4,0	6,7
VII	2,2	0,5	6,0	8,7

Kaltwasserbad benutzt. Das Warmwasserbad wurde auf steter Temperatur gehalten.

Die Proben wurden in den Bädern gelagert, bis sich ihre Temperatur nicht mehr änderte, herausgenommen, falls erforderlich leicht abgetrocknet und in den Kugelfallprüfer prüfmäßig eingebaut. Der Temperaturverlauf wurde mit einem Sechsfarbensreiber (Pyro-Werk) aufgezeichnet, der die Kurven in verhältnismäßig großem Maßstab und mit rechtwinkligen Koordinaten schrieb. Dieser Umstand ermöglichte es, die Steilheit der Kurven für beliebige Temperaturen auf dem Schreibstreifen selbst graphisch zu ermitteln. Hierzu wurde mittels eines Prismenderivators die Tangente an die Kurve, z. B. bei + 40°, gelegt und deren Abschnitte auf der Zeit- und der Temperaturachse ausgemessen. So wurden die Temperaturgradienten in °/min für die Temperaturen + 60°, + 40°, 0°, - 10°, - 20° als Mittel aus je 2 bis 4 Einzelwerten von je 2 bis 3 gleichen Proben gefunden. Werden diese Gradienten als Ordinaten über den Glasdicken als Abszissen aufgetragen, so ergeben sich Scharen von etwa parabolischen Kurven, aus denen die Abkühlungs- (Erwärmungs-) geschwindigkeit für jede Glasdicke und Temperatur entnommen werden kann (Bild 1).

Das Zusammenfallen der Kurven von Proben, die sich nur durch die Art der Zwischenschicht unterscheiden, zeigte, daß diese ohne Einfluß ist. Desgleichen erwies es sich als ohne Einfluß, ob die Proben aus gleich dicken oder verschieden dicken Glasscheiben zusammengesetzt sind, und ob sie im Wasser- oder im Luftbade die Ausgangstemperatur angenommen hatten. Dagegen ist der Temperaturgradient beim Abkühlen etwas größer als beim Erwärmen (Bild 2).

Wenn man diese Versuchsergebnisse in eine möglichst einfache Arbeitsvorschrift für die praktische Ausführung des Kugelfallversuches bei Fahrzeuggläsern übersetzen will, so ist davon auszugehen, daß es umständlich ist, die Badtemperatur je nach der Dicke der Gläser etwas höher oder tiefer einzustellen. Einfacher ist es, die zwischen dem Herausnehmen der Prüfstücke aus dem Bad und dem Auslösen des Fallkörpers verstreichende Zeit zu ändern. Da man erfahrungsgemäß mindestens 30 bis 50 Sekunden für die erforderlichen Handgriffe braucht, kann die kürzeste Verweilzeit nicht kleiner als 40 Sekunden angesetzt werden. In dieser Zeit erwärmt sich eine 3,5 mm dicke Probe von - 21 auf - 18°, wenn die Raumtemperatur zwischen 18 und 22° liegt. Die Verweilzeiten dickerer Proben sind so zu berechnen, daß dieselbe Endtemperatur (wahre Prüftemp.) erreicht wird. Bei einer Badtemperatur von - 11° beträgt diese - 9°. Die im Normenentwurf eingefügte Zahlentafel ist in dieser Weise berechnet. Sie konnte auf die Angaben für diese beiden Badtemperaturen beschränkt werden, da bei Badtemperaturen, die nicht mehr als ± 20° von Zimmertemperatur abweichen, mit einer Verweil-

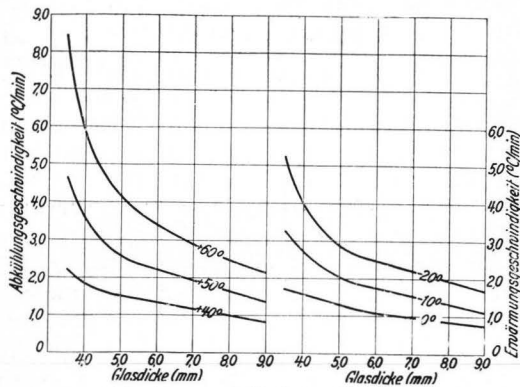


Bild 1. Abkühlungs- (links) bzw. Erwärmungsgeschwindigkeit (rechts) von 20×20 cm großen Proben Mehrschichtensicherheitsglas für Fahrzeuge bei 6 verschiedenen Prüftemperaturen.

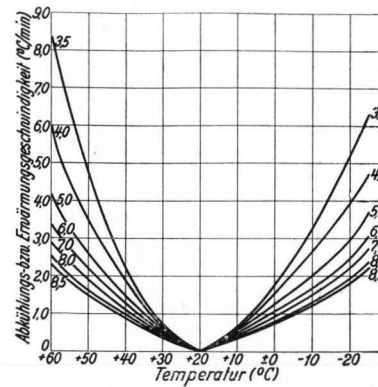


Bild 2. Abkühlungs- und Erwärmungsgeschwindigkeiten von 20×20 cm großen Proben Mehrschichtensicherheitsglas für Fahrzeuge bei 7 verschiedenen Glasdicken.

zeit von 2 Minuten auszukommen ist, wenn für die Badtemperaturen eine Spanne von $\pm 1^\circ$, für die wahren Prüftemperaturen von $\pm 2^\circ$ zugelassen wird. Der Entwurf schreibt keine höhere Warmbadtemperatur als $+ 40^\circ$ vor. Werden höhere Temperaturen angewendet, so sind die in den Abbildungen dargestellten Abkühlungsgeschwindigkeiten zu berücksichtigen. Daher sind sie angegeben worden.

Versuche gleicher Art mit Schutzbrillengläsern F 50 DIN 4641 und einigen Gasmaskengläsern ergaben, daß ihre Abkühlungs- und Erwärmungsgeschwindigkeit bei 20° Temperaturgefälle 5 bis $7^\circ/\text{min}$, bei 40° Temperaturgefälle 15 bis $20^\circ/\text{min}$ (stark streuend) ist, offenbar wegen ihrer kleinen Wärmespeicherung bei großer Oberfläche. Die etwas größeren Gasmaskengläser verhalten sich ähnlich. Das bei Fahrzeuggläsern gewählte Verfahren, Verweilzeiten anzugeben, läßt sich daher nicht anwenden. Im Normentwurf DIN DVM 2301 ist davon abgesehen worden, für Schutzbrillengläser andere Prüftemperaturen vorzuschreiben als Raumtemperatur. Falls für Studienzwecke Veranlassung besteht, Versuche bei tieferer oder höherer Temperatur durchzuführen, so wird man nicht umhin können, im Thermostaten zu ar-

beiten. Man wird einen Luftthermostaten wählen. In einem solchen erreichten Schutzbrillengläser F 50 in etwa 15 Minuten die gewünschte Temperatur, wenn sie sperrig gelagert wurden, so daß die Luft an jedes einzelne von allen Seiten herankommen konnte. Wurden sie zu Säulen aufgeschichtet, so gebrauchten sie zum Temperaturausgleich mindestens ebensoviel Zeit wie gesperrt gelagerte Prüfstücke von Fahrzeuggläsern, die im Luftthermostaten erst nach $1\frac{1}{2}$ Stunden die Solltemperatur erreichten. In Flüssigkeitsbädern wird der Temperaturausgleich bei Fahrzeuggläsern in 15 Minuten sicher erreicht. Daher ist im Entwurf DIN DVM 2302 vorgesehen, Wasserbäder bzw. Solen zu verwenden. Die dabei gegebene kurzzeitige Einwirkung von Wasser halten auch empfindliche Zwischenschichten aus. Tun sie es nicht, so ist auch das ein bemerkenswerter Prüfungsbefund.

Zusammenfassung.

Es wurde aufgezeigt, aus welchen Gründen die Erwärmungs- und Abkühlungsgeschwindigkeit von Mehrschichtensicherheitsglas bei dem Entwurf von Prüfnormen für dieses Erzeugnis zu berücksichtigen war, und in welcher Weise dies geschehen ist. (9421)

Normblattentwürfe DIN DVM 2301, 2302, 2303 über Prüfverfahren für Sicherheitsglas.

Deutscher Normenausschuß, Berlin NW. 7.

Dezember 1934.

Erläuterungsbericht.

Bei Verkehrsunfällen werden die Insassen von Fahrzeugen, z. B. von Autos, durch die entstehenden Glassplitter häufig mehr gefährdet als durch die direkten Folgen des Stoßes. Sicherheitsgläser haben die Aufgabe, dieses Gefahrenmoment nach Möglichkeit herabzusetzen. Ähnliche Gründe sprechen für die Verwendung von Sicherheitsglas in Schutzbrillen.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind bei den im Handel befindlichen Sicherheitsgläsern zwei Wege beschritten worden. Einerseits hat man 2 Glasscheiben durch eine organische Zwischenschicht miteinander verbunden, die die Aufgabe hat, die auftretenden Splitter festzuhalten (Mehrschichten-Sicherheitsglas), andererseits hat man eine besondere thermische Nachbehandlung angewandt, um zu erreichen, daß die Bruchstücke eine Form haben, die nicht schneidet (Einschicht-Sicherheitsglas).

Für die Aufstellung von Prüfverfahren für Sicherheitsgläser sind folgende Gesichtspunkte maßgebend gewesen:

1. Die Gläser müssen optisch befriedigen.
 2. Es muß geprüft werden, ob und in welchem Maße Splittersicherheit und Durchschlagfestigkeit vorhanden sind.
 3. Die Gläser sollen die genannten Eigenschaften bei extremen Temperaturen auch dann nicht verlieren, wenn sie längere Zeit gebraucht worden sind.
- Außerdem haben sich eine Reihe von Verfahren — Kurzprüfungen — bis zu einem gewissen Grade eingebürgert und sind aus diesem Grunde in diese Blätter mit aufgenommen worden.

Es hat sich als unmöglich erwiesen, für Brillengläser und Fahrzeuggläser dieselben Prüfverfahren und diese sowohl für die Mehrschichten- als auch für die Einschichtgläser vorzusehen. Es ist aber angestrebt