Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Mathématique et physique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Mathematik und Physik

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 6 (1948)

Artikel: Studie über die dynamische Linse

Autor: Briner, Hermann

Kapitel: VI: Elastizität von Glas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-306974

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VI. Elastizität von Glas

§ 1. Hysteresis und elastische Eigenschaften von Silikatglas

Die Angaben verschiedener Autoren über die elastischen Eigenschaften von Glas widersprechen sich so sehr, daß es nicht möglich ist aus der Literatur zu entnehmen, ob Silikatglas fließt oder nicht.

Nach Eitel-Pirani-Scheel [1] ist bei Glas bei mechanischer Beanspruchung Nachwirkung beobachtet worden.

In einer umfassenden Zusammenstellung der Eigenschaften von Gläsern durch Morey [2] lesen wir über Elastizität und Fließeigenschaften:

« Glas fließt bei gewöhnlicher Temperatur. Glas ist elastisch, wenn die deformierende Kraft nicht zu groß ist und nicht zu lange wirkt, allerdings bei nicht zu hoher Temperatur. Bei Glas beobachtet man bei Belastung eine Durchbiegung bis zu einer bestimmten Grenze, dann folgt keine weitere Deformation (bei bleibender Belastung). Dies ist das Resultat einer 7jährigen Beobachtung von Lord Rayleigh. Glasstäbe und Röhren von reifem Alter biegen sich nicht unter dem Eigengewicht. »

Leider folgt im Buch diesen Feststellungen der dem vorherigen Text widersprechende Satz: « Trotzdem fließt Glas. » « Prismen und Linsen, die bei Raumtemperatur aus gespanntem Glas hergestellt werden, zeigen später Deformationen, wenn die Spannung eine kleine Grenze überschreitet. Ursache ist die Änderung der Oberflächenspannung. Solche Deformationen kann man in schlecht gekühlten astronomischen Spiegeln beobachten, was beweist, daß Glas schon bei normalen Temperaturen fließt, also eine viskose Flüssigkeit ist, die keine Dauerbelastung verträgt. » Und nochmals folgt ein kurzes: « Andere sagen das Gegenteil. »

[1] W. Eitel, P. Pirani, K. Scheel: Glastechnische Tabellen; physikal. und chem. Konstanten. Berlin 1932.

[2] G. W. Morey: The properties of Glass. American Chemical Society Monograph Series 77. New York 1938.

Abhängigkeit der Nachwirkung von der Zusammensetzung der Gläser: « Die größte Nachwirkung haben Mehrkomponentengläser (Kali-Natrium-Gläser wie Na_2CO_3 und K_2CO_3). Ist nur eines dieser Metalle vorhanden, wird die Nachwirkung am geringsten. »

« An Glasfäden fand man die Gesetzmäßigkeit:

$$\text{Verlängerung} = A + B \log t \qquad (t = \text{Zeit})$$

die sich nur an alten Fasern reproduzieren läßt. Bei Wegnahme der Belastung erholt sich das Material rascher, wenn es Schwingungen ausführt (Spencer). »

Bemerkenswert ist endlich eine Beziehung zwischen elastischen und thermischen Eigenschaften: « Ein thermisch gutes Glas ist auch elastisch gut. » Es erwies sich aber unmöglich, während des Krieges geeignete Platten aus thermisch gutem Glas für unsere Versuche zu erhalten.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß Glas möglicherweise doch fließt, aber in viel geringerem Maße als Plexiglas [1]. Für die Laboratoriumsversuche, bei denen die Belastungen immer nur relativ kurze Zeit (bis höchstens eine halbe Stunde) dauern, kann vom Fließen abgesehen werden. Für Linsen, die längere Zeit unter Druck stehen, ist aber die Zeitabhängigkeit zu beachten, und mit der in der Arbeit III für plastisches Material gestellten Bedingung Volumen = konst. zu arbeiten.

§ 2. Elastizität und Überzug

Die eigenen Messungen der Glaselastizität wurden hauptsächlich zur Untersuchung des Einflusses der Überzüge und der Kombination mit Plexiglas durchgeführt. Es interessierte aber auch, ob der Elastizitätsmodul von Silikatglas eine feste Materialkonstante sei, oder ob er vielleicht auch von der Dicke des Prüflings abhängen könnte. Diese Frage konnte aber nicht entschieden werden, da wegen der Abweichungen der zur Verfügung stehenden Glasplatten von der Planparallelität die Meßwerte zu sehr schwankten. Es konnte deswegen von uns nicht festgestellt werden, ob die Abhängigkeit des Elastizitätsmoduls von der Dicke, wie sie auf Abb. 12 eingezeichnet ist, der Wirklichkeit ent-

[1] Nach E. Jenckel (Z. Elektrochemie **45**, 202, 1939) ist bei Silikatglas sowohl elastische Deformation als auch plastische Nachwirkung zu beobachten.

spricht oder nur daher rührt, daß gleiche Unregelmäßigkeiten der Dicke sich bei dünneren Gläsern stärker auswirken und für weitere Versuche kein Material zur Verfügung stand (siehe Kap. V § 4 u. VIII § 7).

§ 3. Hysteresis von Plexiglas und Silikatglas

Die Linsen mit dem uns jetzt zur Verfügung stehenden Plexiglas zeigen eine starke Hysteresis (Abb. 19). Nach dem Druckabfall sind die Brennweiten länger als bei den gleichen Beträgen des Druckes während des Aufstiegs. Der Effekt ist zu groß, um sich allein durch das Gleiten in den Fassungen erklären zu lassen. Die Hysteresis findet ihre Ursache in den Nachwirkungen und der plastischen Verformung des Materials der Linsenschalen [1].

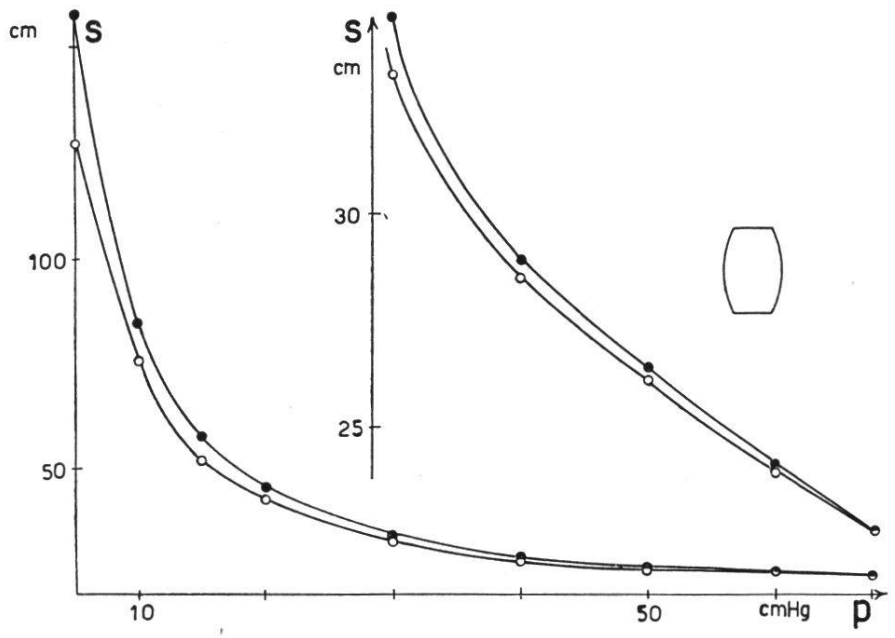

Abb. 19. Hysteresis gemessen an der Brennweite der zweiten Linsenzonen bei Schalen aus Plexiglas. Rechts ist der untere Teil der Kurven in vergrößertem Ordinatenmaßstab gezeichnet. d = 2 mm, ∅ = 100 mm, $∅_S$ = 92 mm. • = steigender Druck, o = fallender Druck.

Die Hysteresis war den Erwartungen entsprechend bei kleinem Durchmesser der Fassungsringe geringer. Dicke Platten aus Plexiglas haben kleinere Hysteresis als dünne. Dies kommt daher, daß die ela-

[1] I. S. 274.

stischen Nachwirkungen der ersten sich erst nach längerer Zeit auswirken und im Experiment der höchste verwendete Druck von 65 cm Hg nur etwa $^1/_2$ Minute auf die Linsenfüllung wirkte. Ein länger dauernder Druck würde auch ein stärkeres Gleiten in der Fassung bewirken und wurde aus diesem Grund vermieden. Zweifellos würde die Hysteresisschleife breiter.

Die Abb. 20 zeigt dieselbe Messung (unter gleichen Bedingungen, auch in der Dauer der Druckeinwirkung), jedoch an Silikatglas. Von einer Hysteresis läßt sich im Bereiche der Meßgenauigkeit nichts sehen. Der höchste Betrag des Druckes war kleiner als bei Plexiglas, er stieg nur auf den für Silikatglas erträglichen Wert von 12 cm Hg.

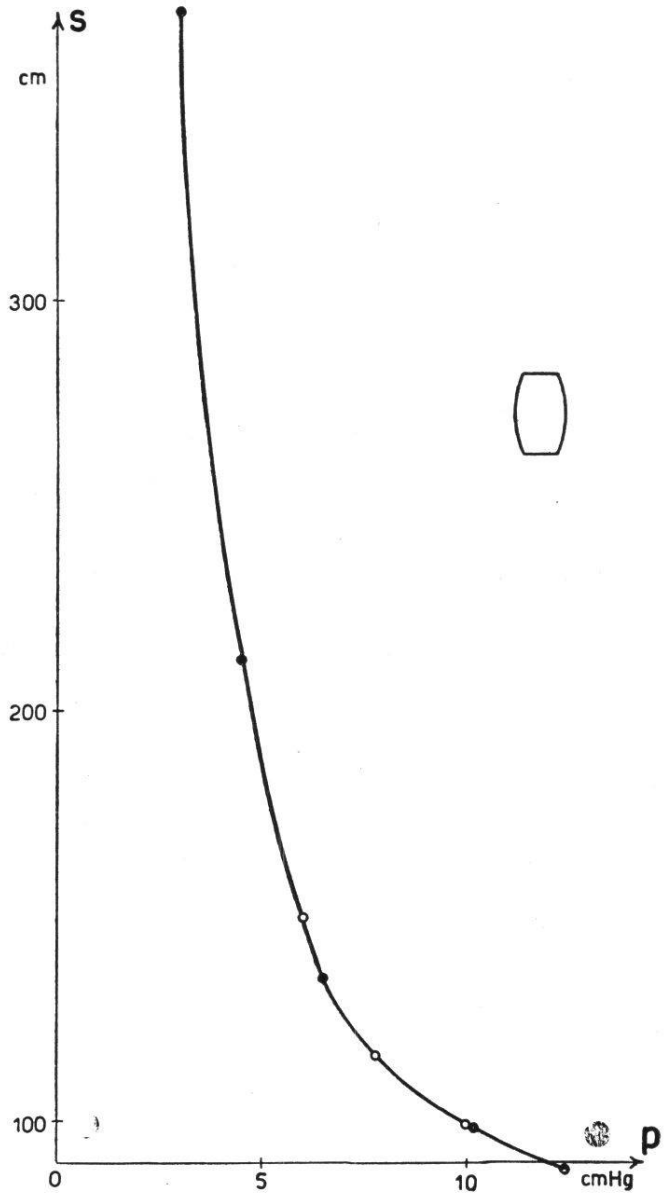

Abb. 20. Hysteresis (II Linsenzone) bei Silikatglas.

d = 0,7 mm, ∅ = 100 mm, $∅_S$ = 92 mm.
• = steigender Druck, o = fallender Druck.

Also: Plastische Verformung bei Plexiglas und fehlende (oder sehr geringe) Hysteresis von Silikatglas. Diese beiden experimentellen Resultate berechtigen zur Verwendung von Silikatglas, und außerdem erlauben sie uns an Stelle der Bedingung Volumen = konst. die experimentell etwas einfachere Druckkonstanz zu setzen (siehe auch Abschn. III § 1).