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: IV: Dichten

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: 16.07.2025

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

IV. Dichten

§ 1. Reproduzierbarkeit — Kautschukdichtungen

Um die Füllflüssigkeit abzudichten, kann man etwa Kautschukringe zwischen Glas und Einspannringe legen. Es war zu erwarten, daß diese Dichtungen die Reproduzierbarkeit beeinträchtigen. So wird sich vor allem bei schwacher Pressung der Einspannringe zuerst das Glas biegen, mit steigendem Flüssigkeitsdruck nimmt dann die Durchbiegung nicht mehr merklich zu, sondern das Glas führt eine Translation nach außen aus, indem es auf den Kautschukringen gleitet (Kap. III § 3). Die Linsenflüssigkeit (Glycerin) dringt zwischen Glas und Dichtungen

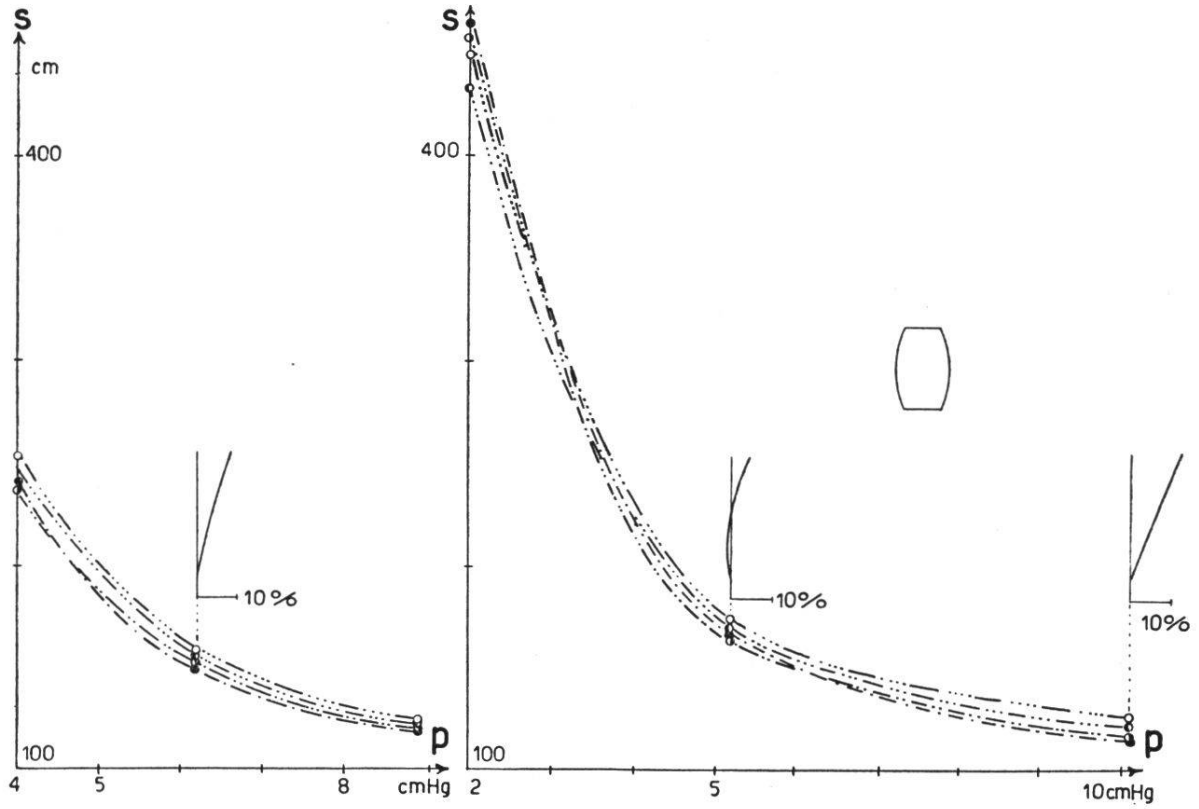

Abb. 9. Überzogenes Silikatglas. d = 0,7 mm, ∅ = 100 mm, $∅_s$ = 92 mm. Links mit Dichtungen, rechts ohne Dichtungen.

In dieser und in den anderen Abbildungen bedeutet d die Dicke der Linsenschalen, ∅ den Durchmesser der Schalen, $∅_s$ den Durchmesser der einspannenden Schwingringe.

ein und erleichtert so diesen Vorgang. Bei Abnahme des Druckes geht dann die Schale nicht mehr ganz in ihre Anfangslage zurück.

Bei sämtlichen Versuchen zeigte sich eine solche hysteresisartige Erscheinung bei Anwesenheit von Kautschukdichtungen.

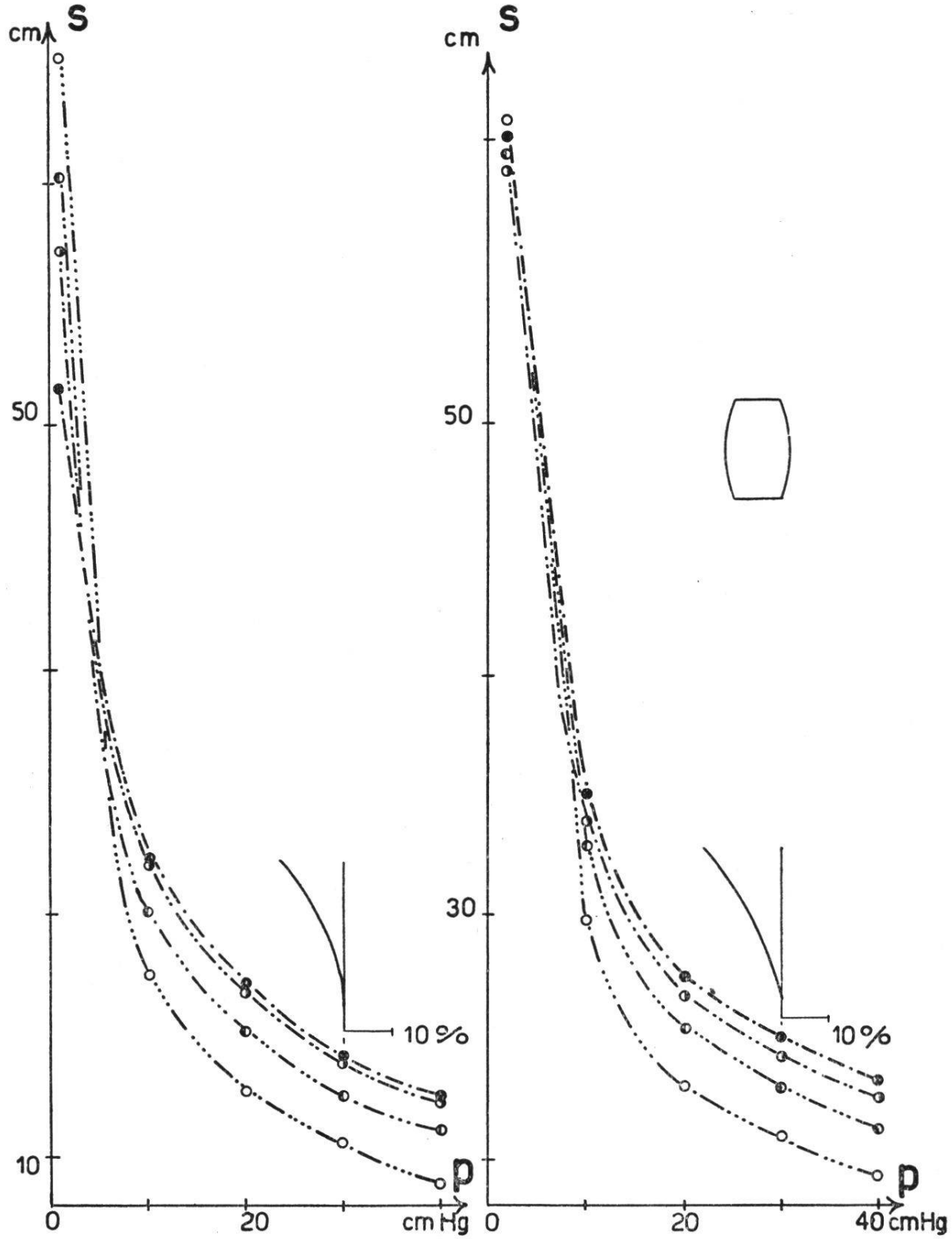

Abb. 10. Plexiglas. d = 0,5 mm, ∅ = 86 mm, $∅_s$ = 73 mm, links mit Dichtungen, rechts ohne Dichtungen.

Außerdem machen Kautschukdichtungen die Zusammenhänge zwischen Durchbiegung und Druck unübersichtlich, so daß das Experiment von den mathematisch übersehbaren Bedingungen zu weit abweicht. Weiter wird der Einfluß der Einspannpressung durch die Anwesenheit der Dichtungen kompliziert.

Wegen dieser verschiedenen Nachteile der Dichtungen wurde versucht, ganz ohne dieselben auszukommen. Es wurde dazu Glas direkt zwischen die metallenen Schwingringe eingespannt. Die Meßresultate dieser Linse wurden mit einer identischen, aber mit Kautschukringen versehenen, verglichen (Abb. 9).

Die Aberration der Linse mit Dichtungen ergab sich als geringer als die der dichtungslosen. Die Resultate sind aber nicht genügend, da das Silikatglas wegen der Bruchgefahr nicht mit hinreichender Pressung zwischen die Metallringe hatte eingespannt werden können. Der Versuch wurde aus diesem Grund mit Plexiglas wiederholt (Abb. 10).

Bei Plexiglas lassen sich selbst beim Fehlen von Dichtungen die Einspannringe stark anziehen. Außerdem kann man erwarten, daß sich die störenden Einflüsse der Dichtungen in der Vergleichslinse erst bei großen Durchbiegungen (also bei starken Flüssigkeitsdrucken) bemerkbar machen, eine Bedingung, die mit Plexiglas leichter zu erreichen ist.

Der Charakter der Kurven ist in beiden Fällen analog : Mit Silikatglas ist bei der Linse mit Dichtungen die antisphärische Aberration größer, beim Plexiglas mit Dichtungen die sphärische Aberration geringer. Beides bedeutet, daß sich die Randzonen der mit Dichtungen versehenen Linsen weniger krümmen als ohne Dichtungen (denn ohne Dichtungen sind die Brennweiten der äußeren Zonen kürzer). Dieses Resultat entspricht der Erwartung, daß die Kautschukdichtungen den Scheiben ein freies Drehen in den Fassungsringen erschweren. Durch die Abwesenheit von Dichtungen nähern sich die Bedingungen stärker dem theoretischen Idealfall der scharfen Auflageschneiden, der sich praktisch nicht durchführen läßt.

Zur Verringerung der antisphärischen Aberration sind also Dichtungsringe ungünstig. Außerdem bringen diese den Nachteil mit sich, den Linsenschalen das Gleiten in der Fassung zu erleichtern. Dieser Nachteil ist beträchtlich, wie die bei verschiedenen Messungen anfänglich unerklärlichen Anomalien ergaben. Sie ließen sich dann folgendermaßen erklären :

Beim Zerlegen der Linse, eine Prozedur, die öfters geschah, entweder um andere Schalen oder Schwingringe einzulegen, befeuchten

sich die Dichtungsringe mit Glycerin, was auch bei der größten Vorsicht geschieht, denn das Glycerin dringt in den Zwischenraum von Glas und Dichtung schon beim Lockern der Schraubenfassung. Selbst wenn die Scheiben und die Dichtungen vor dem erneuten Zusammensetzen gereinigt und getrocknet werden, bleibt noch etwas Glycerin in den Poren des Kautschuks und im Zelluloseüberzug der Scheiben (siehe Kap. V § 1). Diese restliche Benetzung läßt einerseits das Gleiten unter dem Einfluß des Innendruckes in der Linse zu und andrerseits erleichtert sie der Füllflüssigkeit weiter auf der Gummioberfläche zu kriechen wegen der größeren Oberflächenspannung gegenüber vollkommen trockenen Ringen. Die Folge ist, daß sich die Gläser durch Gleiten stärker biegen können. Will man verschiedene Meßreihen am gleichen Tage durchführen, ist jedesmal eine neue, sicher trockene Garnitur Dichtungen zu verwenden. Erst gründliches Wässern und Trocknen derselben macht sie wieder gebrauchsfähig. Beim Einhalten dieser Vorsichtsmaßregeln, d. h. beim Arbeiten mit ganz trockenen Kautschukringen, kamen die oben angeführten Unregelmäßigkeiten nicht mehr vor, so daß lange mit solchen Dichtungen gearbeitet werden konnte.

§ 2. Bleidichtungen

Im weiteren Bestreben, von den Kautschukdichtungen herrührende Fehler zu eliminieren, wurden Dichtungen aus dünnem Blei (ca. 0,5 mm) versucht. Diese Dichtungen sollten bezwecken, den bei Kautschuk vorkommenden Schub und das Gleiten auf der mit Glycerin getränkten Fläche zu vermeiden.

Bei einer Linse mit solchen Bleidichtungen wurde zuerst die Druckabhängigkeit der Brennweiten gemessen. Anschließend wurde dieselbe Linse 15 Stunden unter Druck gelassen (4 cm Hg = maximale Belastbarkeit der verwendeten Linsenschalen aus Silikatglas von 0,3 mm Dicke). Nach wiederholter Messung kamen 6 Stunden Ruhe (also ohne Druck), erneute Messung usw.

Erwartet war, daß nach einer gewissen Anzahl solcher Belastungen ein Gleichgewichtszustand angestrebt werde. Stattdessen unterschieden sich die Kurvenscharen so stark, daß von einer Gesetzmäßigkeit nicht die Rede sein kann. Die Folge der Meßwerte war sehr unregelmäßig; eigenartigerweise erhielt man nach stundenlanger Belastung der Linse sogar verlängerte Brennweiten.

Bleidichtungen kamen also für weitere Versuche nicht in Frage.

§ 3. Gekittete Schalen

Der Versuch, die Linsenschalen auf die Bleidichtungen mit dem Klebstoff Cementit festzukitten, ergab besser reproduzierbare Resultate, so daß es nahe lag, die Schalen direkt auf die Schwingringe zu kleben bei Weglassen jeder Dichtung. Eine solche Linse zeigte sogar schon nach der ersten Belastung konstante Brennweiten. Dies ist von besonderer Bedeutung, denn gerade die erste Belastung erzeugte früher einen neuen Gleichgewichtszustand. Jedoch nach 15stündiger Belastung wurde auch bei dieser Linse mit gekitteten Silikatglasscheiben die Brennweite etwas länger (je nach Zone um 5-10 %). Nach 10maligem kurzzeitigem Belasten und Entlasten (kurz « Turnen » genannt) wurden die Brennweiten wieder kürzer und fielen sogar schwach unter den Anfangswert (0-5 % je nach Zone). Nach längerer Ruhe (ohne Druck) wiederholte sich dasselbe : größere Brennweite und nach « Turnen » Abfall auf einen dem Ausgangswert nahen Betrag.

Die gekittete Linse ist bei unmittelbar aufeinanderfolgender Belastung reproduzierbar. Die Reproduzierbarkeit wird gestört, wenn die Linse mit oder ohne Druck mehr als etwa einen Tag lang stehen bleibt, es braucht aber nur einige Male « geturnt » zu werden, um wieder zu den alten Werten zu gelangen.

Braucht man die Linse so, daß bei der Änderung des Flüssigkeitsdruckes nie über einen bestimmten Grenzdruck gestiegen wird, bleibt die Linse reproduzierbar. Überschreitet man diese Grenze, so zeigt sich schon nach der ersten Belastung eine Verkürzung aller Brennweiten, auch für einen kleineren Druck. Die neuen Brennweiten sind wieder reproduzierbar. Das Verhalten ist somit analog demjenigen überdehnter fester Körper beim Zugversuch.

Die Dichtung bei den nur geklebten Scheiben (ohne Kautschuk- oder Bleiringe) zeigte sich bei den kleinen verwendeten Drucken (bis ca. 4 cm Hg bei Silikatglas) als genügend, wenn das Kleben hinreichend sorgfältig ausgeführt wurde.

Abschließend kann über den Einfluß der Dicht- und Kittmaterialien auf die Randbedingungen folgendes gesagt werden : Kautschukdichtungen erschweren das Drehen der Scheiben in der Fassung und ermöglichen leichtes Gleiten. Die Verwendung gekitteter Schalen erhöht die Reproduzierbarkeit.