

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: III: Einspannen

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>

ERSTER TEIL

Die Schalen der dynamischen Linse

III. Einspannen

§ 1. Vorkrümmung des Randes

Nach der Dissertation von F. J. Meier¹ ist die Meridianform der unter Flüssigkeitsdruck ausgebogenen Scheibe eine Parabel vierter Ordnung. Eine solche ist gegenüber der Parabel zweiter Ordnung am Rande abgeflacht und in der Mitte stärker gekrümmt. Dadurch entsteht eine Überkorrektur der sphärischen Aberration, denn die Randstrahlen werden wegen der geringeren Krümmung der entsprechenden Linsenzone eine größere Brennweite besitzen als die durch die stark gekrümmte Mittelzone gehenden Strahlen.

Um die Meridianform im Sinne einer Korrektur zu beeinflussen, lag es nahe, beim Einspannen den Schalen am Rand durch geeignete Fassungsringe eine feste Vorkrümmung zu erteilen². Die Ringe paßten paarweise genau aufeinander. Beim Zuschrauben der Linsenfassung wurden die Ringpaare so gegeneinander gepreßt, daß sie der zwischen ihnen liegenden Linsenschale die gewünschte Vorkrümmung erteilten. Der Firma Kern in Aarau sei hier für die Herstellung dieser Ringe bestens gedankt.

Bei schwacher Vorkrümmung gab sich der gewünschte Effekt, d. h. eine Verringerung der antisphärischen Aberration. Eine Steigerung der Vorkrümmung verbesserte die Korrektur nicht, sondern sie zeigte sich als zwecklos; denn hiebei spannt sich die Membran so stark, daß die Randkrümmung selbst bei Vorhandensein des Flüssigkeitsdruckes

¹ III.

² I. S. 279.

schwächer bleibt (Abb. 6). Dies zeigte sich am optischen Verhalten der Linsen und auch an der plastischen Verformung der herausgenommenen Schalen, die bei starker Randkrümmung flacher als bei schwacher Krümmung war.

Da wegen der Kriegereignisse das Plexiglas als Material für weitere Versuche bei Seite gelassen werden mußte und mit dünnem

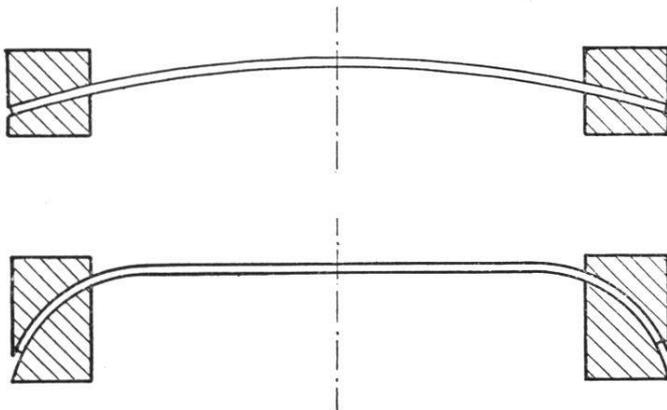


Abb. 6. Linsenschalen mit starker und schwacher Randvorkrümmung.

Silikatglas weitergearbeitet wurde, mußte auf diese Einspannungsart mit Randkrümmung verzichtet werden.

Silikatglas weist den Vorteil auf, wegen seiner elastischen Eigenschaften bei einer gegebenen Linse reproduzierbare Meßwerte zu liefern. Abweichungen sind bei Benutzung dieser Glasart nur bei neu zusammengesetzten Linsen aufgetreten, so daß sie auf

Verlagerungen bei der Montage zurückgeführt werden müssen, die keine Rolle spielen. Die Erscheinung ist im nächsten § 3 gesondert behandelt.

Der Übergang zu Silikatglas soll natürlich nicht heißen, daß Plexiglas unbrauchbar sei, denn beim Einhalten der Bedingung konstanten Füllvolumens wird das Fließen stark verringert¹, doch ist es experimentell viel einfacher unter der Bedingung Druck = konstant zu arbeiten, was bei Silikatglas möglich ist.

§ 2. Schwingringe

An Stelle fester Vorkrümmung oder flach eingespannter Schalen wurden für Silikatglas durchwegs «Schwingringe» verwendet. Diese Ringe tragen so abgerundete Wülste, daß die zwischen ihnen eingeklemmten Scheiben sich nahezu frei drehen können (Abb. 7). Die Verhältnisse nähern sich auf diese Art (gegenüber fest eingespannten Schalen) denjenigen der frei aufliegenden Platte.

¹ III. S. 304.

N. B. Nur unter der Voraussetzung der Freiheit der Drehung (bzw. des freien Aufliegens) wird später die Berechnung der Membrandicke als Funktion des Radius für eine vorgegebene, gewünschte Form der elastischen Linie durchgeführt werden können, denn ein festes Einspannen bedeutet die Festlegung einer Randbedingung, über die man noch frei verfügen sollte.

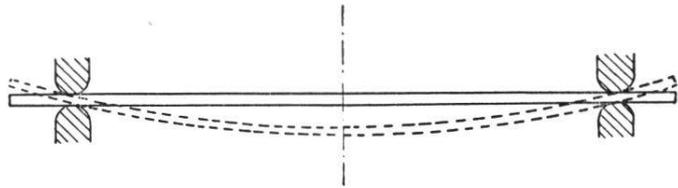


Abb. 7. Prinzip der Schwingrinne.

Die Berechnung ergibt, daß selbst im Idealfall des freien Aufliegens ein Wendepunkt der Meridianlinie auftreten wird ¹.

§ 3. Randdruck (Randpressung)

Plexiglas besitzt gegenüber Silikatglas viele Vorteile. Plexiglas ist billiger, einfacher und weniger empfindlich in der Behandlung (Schneiden, Einspannen usw.), es läßt sich stärker biegen und ermöglicht so kleinere Brennweiten, die Bruchgefahr ist geringer. Letzter Punkt hat auch für die Experimente praktische Bedeutung, denn bei einem Bruch fließt der Linseninhalt heraus, was zu einer Beschädigung der Apparatur führen kann. Demgegenüber fließt Plexiglas merklich, und aus diesem Grund wurden Versuche mit Linsenschalen aus Silikatglas durchgeführt. Die Erwartungen hinsichtlich der Reproduzierbarkeit bei Silikatglaslinsen wurden anfänglich enttäuscht durch nicht reproduzierbare Resultate. Die Reproduzierbarkeit war aber das entscheidende Argument gewesen für die Wahl von Silikatglas trotz den damit in Kauf genommenen erschwerten Arbeitsbedingungen.

Bei den Erwägungen über die Zweckmäßigkeit Silikatglas zu verwenden entstand der Verdacht, daß die Abhängigkeit der Durchbiegung von der Pressung der Einspannringe viel größer sei als die Änderung durch die plastischen Verformungen des Plexiglases. Aus diesem Grunde wurde der Einfluß der Randpressung untersucht:

Bei gleichbleibender Dicke der Linsenschalen und gleichem Durchmesser der Scheiben wurde die Abhängigkeit der Brennweiten für die verschiedenen Zonen vom Flüssigkeitsdruck von der stärksten möglichen bis zur schwächsten, gerade noch dicht haltenden Pressung gemessen. Für eine mathematische Behandlung sind die Verhältnisse

¹ III. S. 294.

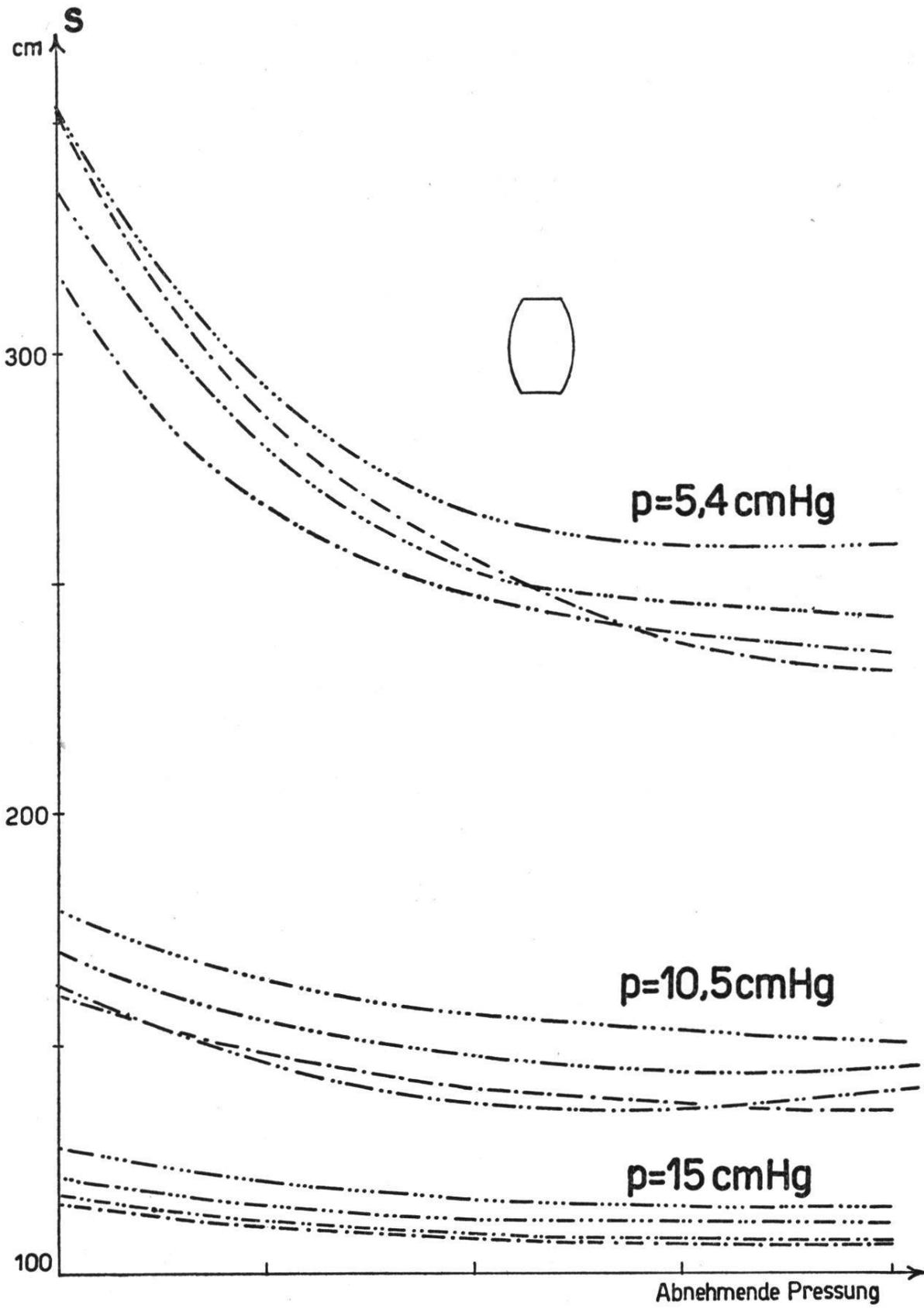


Abb. 8. Randpressung. Erklärung im Text. Silikatglas.
 $d = 0,7 \text{ mm}$, $\varnothing = 85 \text{ mm}$, $\varnothing_s = 73 \text{ mm}$.

übersichtlicher bei starker Pressung, denn der mathematisch einfachere Fall liegt vor, wenn die Schale in der Fassung nicht gleiten kann und doch die Möglichkeit besitzt frei zu « schwingen ». (Am leichtesten ist die theoretische Behandlung der eingeklemmten Scheibe, ein Fall, der aber für uns nicht in Frage kommt, da er sich nicht mit den in § 2 N. B. schon angedeuteten Bedingungen für die Lösbarkeit der später gestellten Aufgabe verträgt.)

Um eine Übersicht über den Einfluß der Randpressung zu erhalten, wurden 5 Drehwinkel des anpressenden gewindeträgenden Ringes markiert und so für die entsprechenden 5 Randpressungen die Brennweiten bei je drei Flüssigkeitsdrucken (5,4 ; 10,5 ; 15 cm Hg) gemessen.

In der graphischen Darstellung (Abb. 8) wurde auf der Abszisse die nach rechts abnehmende Randpressung aufgetragen, auf der Ordinate die Zonenbrennweiten s . Der Flüssigkeitsdruck ist Parameter der Kurvenscharen. An Hand der Kurven läßt sich das Herausgleiten der Linsenschalen aus den Fassungen leicht verfolgen. Man sieht vor allem bei der obersten Kurvenschar ($p = 5,4$ cm Hg), wie sich die Schale beim Gleiten in der Mittelzone stärker biegen läßt (Verkürzung der entsprechenden Brennweite). Bei hohem Druck (unterste Kurve : $p = 15$ cm Hg) biegt sich zuerst die Schale durch und bei Abnahme der Pressung steigt diese Durchbiegung nicht mehr, sondern, da das Gleichgewicht zwischen Druck und elastischer Gegenkraft schon hergestellt ist, verschieben sich die Schalen angenähert parallel zu sich selber nach außen. Die Folge ist in diesem Fall eine sehr geringe Brennweitenänderung.

Ergebnis : Die besten Resultate werden in Hinsicht auf die Reproduzierbarkeit durch starke Einspannpressung erzielt. Unter dieser Voraussetzung ist es außerdem leichter möglich, die Resultate verschiedener Linsen miteinander zu vergleichen, denn die Brennweiten sind im entgegengesetzten Fall weitgehend von der Pressung abhängig, die zunächst unkontrollierbar ist.

Die Randbedingungen werden durch hohe Randpressung konstant gehalten.