Zur Herstellung und Prüfung eines Schmidt-Spiegels

Autor(en): **Schürer, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **- (1948)**

Heft 20

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-900515

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

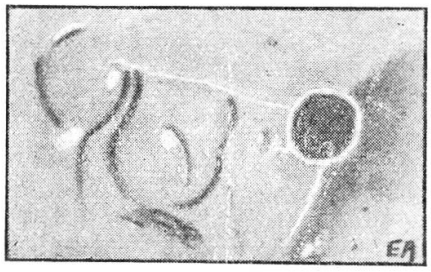
Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

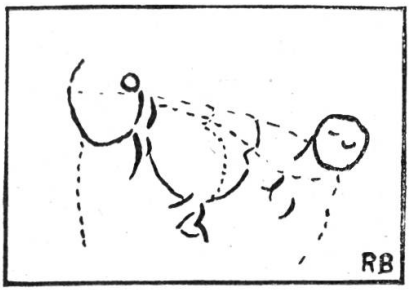
http://www.e-periodica.ch

Figure 3.



13.V. 1948. 20 h.
Terminateur par le milieu
de Théophile.
Observateur: E. Antonini.
Lunette 110 mm. 184 ×.

Figure 4.



13. V. 1948. 20 h. 30.
Observateur: R. Bajocchi.
Lunette 110 mm. 184 ×.

par celui d'un observateur du Caire, Monsieur R. Bajocchi, dont nous donnons le dessin schématique (fig. 4).

Cependant , bien des détails sont encore à reprendre, notamment en ce qui concerne la forme des remparts, l'objet situé au centre de cette arène, etc.

Il y a donc encore de nombreux points obscurs, et le sujet est loin d'être épuisé par nos recherches. Nous serions heureux si nous avions pu par ces lignes inciter d'autres observateurs à entreprendre cette étude pour compléter si possible les résultats obtenus, et nous recevrions avec plaisir les dessins et observations qu'on voudrait bien nous communiquer.

Zur Herstellung und Prüfung eines Schmidt-Spiegels

Von Prof. Dr. M. SCHÜRER, Bern

Im «Orion» Nr. 14, S. 269, hat Herr Freymann einen interessanten Artikel über die Herstellung und Prüfung eines Schmidt-Spiegels veröffentlicht. Wie schon tatsächlich hergestellte Schmidt-Spiegel beweisen, liegt der Bau einer solchen Kamera durchaus in der Möglichkeit des Amateurs, und es dürfte deshalb nicht überflüssig sein, eine zweite Herstellungs- und Prüfungsart zu besprechen. Herr Freymann schlägt das Schleifen und Polieren der Korrektionsplatte durch lokale Bearbeitung der Glasplatte mit speziell geformten Schleifschalen und Polierern vor. Hier soll kurz auf die Grundlagen des Verfahrens, das von B. Schmidt selbst stammt, eingegangen werden.

Nach Berechnungen von B. Strömgren (VJS der Astron. Ges. Bd. 70) muss der Meridianschnitt der Korrektionsplatte der Gleichung genügen:

$$y_K = a \frac{r^2}{R} + b \frac{r^4}{R^3},$$

wo y_K die Tiefe des wegzuschleifenden Glases im Abstand r vom Zentrum und R den Radius des Kugelspiegels darstellt. Soll die

Platte eine möglichst kleine chromatische Aberration hervorrufen, so werden die Koeffizienten

$$a = -\frac{3}{128}\frac{1}{n-1}F^2, \quad b = \frac{1}{4}\frac{1}{n-1}$$

oder mit $n = 1{,}5$ und $F = \frac{4\,r_0}{R}$ (= Oeffnungsverhältnis)

$$y_K = \frac{1}{2}\frac{r^2}{R^3}\left(r^2 - \frac{3}{2}r^2_0\right)$$

r_0 ist der Radius der Korrektionsplatte.

Das Herausarbeiten dieser Form durch lokale Bearbeitung ist wohl nicht unmöglich, aber u. E. sehr schwierig. B. Schmidt hatte nun die wirklich geniale Idee, die Glasplatte nicht im ebenen, sondern im durchgebogenen Zustande zu schleifen und zu polieren. Eine am Rande unterstützte, planparallele, kreisförmige und gleichmässig belastete Platte biegt sich so durch, dass der Meridianschnitt ebenfalls einer Gleichung vierten Grades entspricht, nämlich

$$y_K = D\left[(r^4_0 - r^4) - \frac{3m+1}{m+1}\,2\,r^2_0\,(r^2_0 - r^2)\right]$$

$$D = \frac{3}{16}\frac{m^2-1}{m^2}\frac{p}{Ed^3}$$

p = Druck in kg/cm²
m = Poissonzahl = 4
E = Elastizitätsmodul = $7 \cdot 10^5$ kg/cm²
d = Dicke der Platte.

Im durchgebogenen Zustande hat man eine Form zu schleifen, die durch die Gleichung gegeben ist

$$y_S = y_K + y_D$$

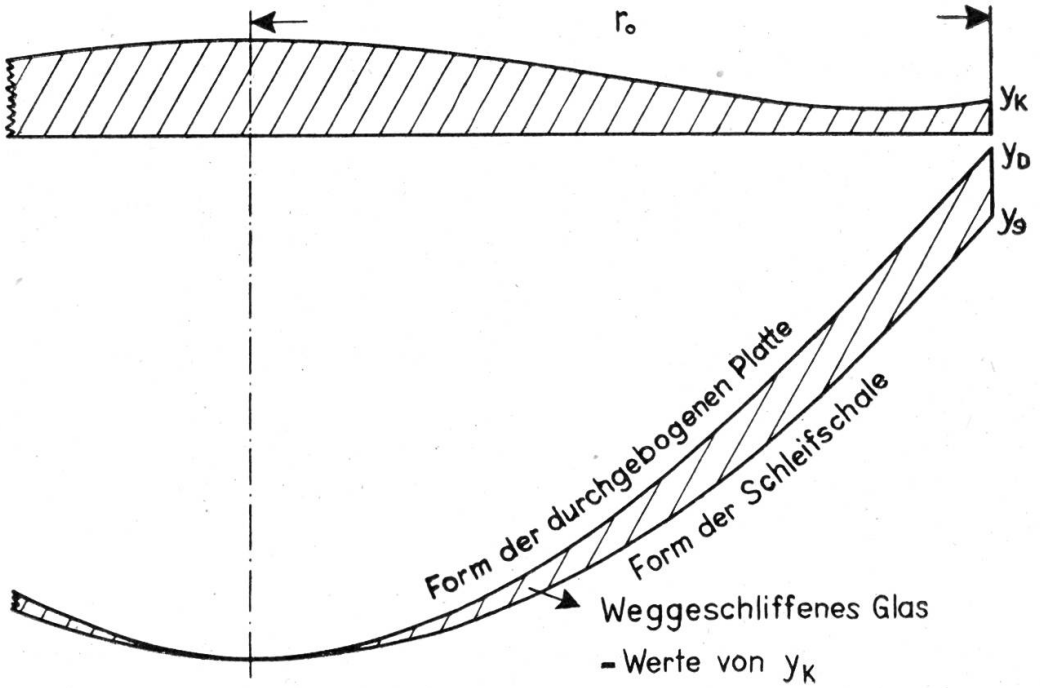


Fig. 1

Es ist möglich, den Koeffizienten von r^4 in y_S durch passende Wahl von D zum Verschwinden zu bringen, so dass y_S nur noch eine Funktion zweiten Grades, also eine Parabel darstellt.

Mit $D = \frac{1}{2R^3}$ und $m = 4$ erhält man

$$y_S = 1{,}85 \frac{r_0^2}{R^3} r^2 - 2{,}1 \frac{r_0^4}{R^3}$$

Aus y_D erhält man die grösste Durchbiegung in der Mitte zu

$$- 2{,}1 \frac{r_0^4}{R^3}$$

und aus y_S die Pfeilhöhe der Schleifschale zu

$$1{,}85 \frac{r_0^4}{R^3}$$

Diese Pfeilhöhe ist im allgemeinen so klein, dass wir unbedenklich die Parabel durch einen Kreis ersetzen dürfen. (Vgl. auch F. Ohlmüller: Die Herstellung einer Schmidt-Kamera mit Korrektionsplatte nach dem Schmidt'schen Durchbiegungsverfahren. Die Sterne, 1942).
Wir schleifen also die durchbogene Scheibe mit einer Kugelschleifschale zu einem Kugelspiegel. Nach Aufheben der Spannung nimmt die Platte die gewünschte Form an.

Um uns einen Begriff von der Grösse der Durchbiegung und der aufzuwendenden Belastung zu machen, betrachten wir einen Schmidtspiegel von den Ausmassen: $R = 80$ cm, $r_0 = 10$ cm, $F = 1 : 2$, $d = 3$ mm. Die Durchbiegung beträgt für diesen Fall —0,41 mm, die Belastung entspricht etwa einem Druck von 8 cm Quecksilbersäule und die Schleifschale hat einen Krümmungsradius von rund 14 m. Die Belastung der Platte lässt man am einfachsten durch den äussern Luftdruck ausüben, indem man die Glasscheibe auf ein Gefäss mit genau plan geschliffenem Rand setzt und die Luft darunter in gewünschtem Masse absaugt. Da der Unterdruck nur ein paar cm Quecksilber betragen muss, kann dies sehr einfach mit dem Mund geschehen. Es ist vielleicht zu empfehlen, das Gefäss mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit zu füllen, um den Druckschwankungen durch das Erwärmen beim Schleifen vorzubeugen.

Die Belastung wächst mit dem Oeffnungsverhältnis und kann nicht über ein bestimmtes Mass hinaus getrieben werden, ohne dass die Platte bricht. Etwas weiter kommt man mit einer beidseitigen Bearbeitung der Platte. Aber auch dann erreicht man bei grossen Oeffnungsverhältnissen nahe die Bruchbelastung und man muss sehr sorgfältig schleifen. Ein leichter Kratzer auf der Zugseite (Unterseite) der Platte kann zu vorzeitigem Bruch führen.

Auch bei sorgfältigster Einhaltung der angegebenen Pfeilhöhen von Durchbiegung und Schleifschale wird die fertige Platte nicht streng den gewünschten Verhältnissen entsprechen, da in unsere Zahlen die Poissonzahl und der Brechungsindex eingegangen sind,

die von Glas zu Glas variieren können. Es lässt sich aber durch das folgende Prüfverfahren derjenige optimale Krümmungsradius des Spiegels ermitteln, der der Korrektionsplatte entspricht. Es empfiehlt sich deshalb, zuerst die Korrektionsplatte herzustellen, und nach erfolgter Prüfung den Krümmungsradius des Hauptspiegels zu berechnen und jetzt erst den Spiegel zu schleifen, da der Krümmungsradius desselben auf wenige Millimeter genau eingehalten werden kann.

Herr Freymann wendet den Ronchi-Test auf die Prüfung seiner Platte an. Die Methode ist sehr einfach und gibt rasch einen guten Ueberblick über die Güte der Gesamtoptik. Quantitative Angaben sind aber damit nicht erhältlich und man muss, was noch schwerwiegender sein dürfte, die Platte dem Spiegel anpassen und nicht umgekehrt, wie wir es vorschlagen möchten, und wie es bedeutend weniger Schwierigkeiten bereiten dürfte.

Zur Prüfung der Platte bringt man dieselbe nahe vor einen Kugelspiegel mit 2—4 m Krümmungsradius. Es muss daher ein solcher zur Verfügung stehen. Doch ist seine Anfertigung für den passionierten Spiegelschleifer leicht, und er kann ihn auch für andere optische Prüfungen gut gebrauchen, insbesondere wenn er noch mit einem Loch versehen ist. Man wendet nun ein dem Foucault'schen ähnliches Prüfverfahren an, nur dass an die Stelle der Messerschneide ein feines Loch von höchstens ½ mm Durchmesser tritt.

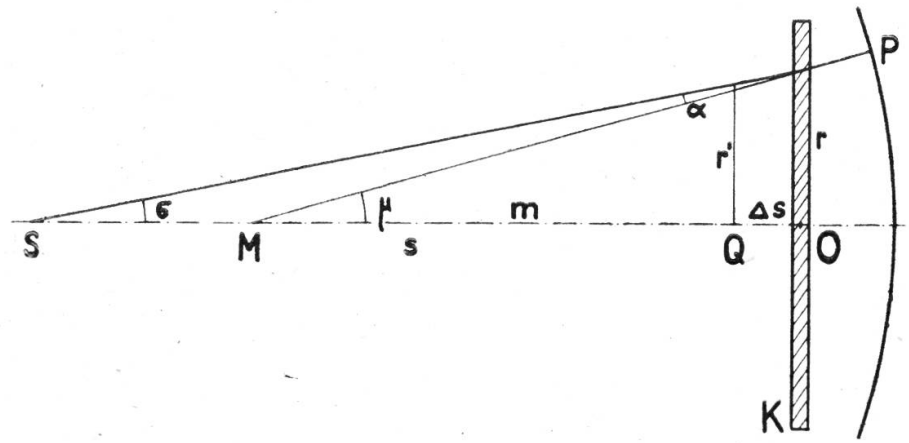


Fig. 2

Aus Figur 2 sind folgende Beziehungen ersichtlich: S stellt die nahe beieinander liegende Lichtquelle und die Lochblende dar. Blickt man durch letztere, so sieht man unter dem Oeffnungswinkel σ einen leuchtenden scharfen Kreis. Der Oeffnungswinkel dieses Kreises ist abhängig von der Lage des Punktes S. MP ist ein Radius des Spiegels, α stellt die Ablenkung durch die Platte dar, die bestimmt werden muss. Zu diesem Zweck muss der scheinbare Radius des leuchtenden Kreises in Q gemessen werden. Da diese Messung auf wenige Zehntelmillimeter genau sein muss, stellt sie die heikelste Operation der ganzen Prüfung dar. Wir haben mit zwei parallelen dünnen Drähten, die den leuchtenden Kreis tan-

gierten, die besten Erfahrungen gemacht. Doch sind sicher noch bessere Verfahren möglich. Mit MO = m und SO = s (die Länge von m und s muss auf den Millimeter genau bekannt sein) findet man leicht:

$$\operatorname{tg}(\sigma - \mu) = \frac{(m - s)\, r}{ms + r^2}, \quad r = r' \left(1 + \frac{\Delta s}{s}\right)$$

und daraus

$$\sigma - \mu = \alpha = \frac{(m - s)\, r}{ms + r^2} \cdot 206265 \text{ (in Bogensekunden).}$$

α ist für verschiedene r (etwa an 5—10 Stellen) zu bestimmen.

Kennt man den Verlauf von α an verschiedenen Stellen der Platte, so lässt sich der Krümmungsradius des dazu passenden Spiegels bestimmen. Aus Figur 3, die schematisch die fertige Schmidt-Kamera mit dem Verlauf eines Lichtstrahles L aus einem achsenparallelen Bündel darstellt, leitet man ab, dass

$$h = r - \frac{R\,\alpha}{206265}, \quad \frac{h}{R} = \sin(\beta - \alpha)$$

$$x = R\,\frac{\sin\beta}{\sin(2\beta - \alpha)}$$

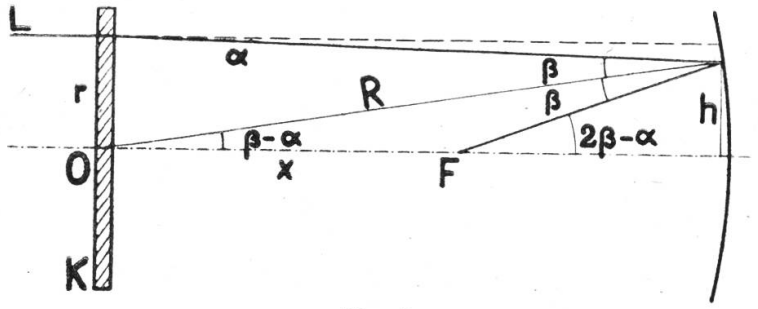


Fig. 3

x sollte für die in verschiedenen Abständen r durch die Platte tretenden parallelen Strahlen, da F den Brennpunkt des Systems darstellt, gleich gross sein. Wir rechnen mit einem angenommenen Werte R die verschiedenen Strahlen durch. Ist x für die Randstrahlen grösser als für die Mittelstrahlen, so würde der Spiegel unterkorrigiert sein, oder der Radius des Spiegels ist zu klein und umgekehrt. Wir versuchen es also mit einem grösseren R. Nach weiteren Versuchsrechnungen wird man das passende R finden, das die kleinsten Abweichungen in x ergibt. Mit diesem R ist der Hauptspiegel zu schleifen.

Eine Prüfung verschiedener von Herrn Th. Meyer hergestellter Platten, dem ich auch die Idee dieses Prüfverfahrens verdanke, hat ergeben, dass man damit sehr gute Resultate erhalten kann. Eine noch genauere Prüfung könnte auf ähnliche Weise durch eine Anwendung des Hartmann'schen Verfahrens erreicht werden, dessen Durchführung nach dem Gesagten auf keine Schwierigkeiten stossen dürfte.