Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 14 (1969)
Heft: 113

Artikel: Teleskopspiegel im Leichtbau
Autor: Hoffmann, August
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899815

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: 04.12.2025

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

abweichen, doch wir kümmern uns ja jetzt nur noch um Sekunden und Minuten. Dann wird die Differenz gebildet, das heisst der Betrag, den die Stoppuhr angibt, wird von der vollen Minute und den 10 Sekunden abgezogen, und von diesem Betrag wird noch die geschätzte Reaktionszeit subtrahiert. Ganz zuletzt wird noch die Genauigkeit der Messung angegeben, z. B. ± 0.1 s.

Es gibt auch noch einige Sonderfälle, bei denen man mit einer Stoppuhr nicht mehr auskommt, besonders wenn man allein ist. Das tritt dann ein, wenn mehrere Ereignisse in kurzen Zeitabständen aufeinander folgen, z. B. bei Doppelsternen oder wenn, wie in diesem Jahr öfters, der Mond durch die Plejaden wandert, oder aber wenn es sich um eine streifende (tangentiale) Bedeckung eines Sternes[3]) handelt, wo unter Umständen der Stern einige Male hinter Monderhebungen am Rande verschwindet und wieder auftaucht. Doch sind solche Ereignisse für einen bestimmten Standort relativ selten. Man verwendet in solchen Fällen ein Tonbandgerät, mit dem man ein Zeitzeichen laufend aufnimmt und im Moment der Sternbedeckung ein hörbares kurzes Signal, das man z. B. durch einen Schlag mit einem Stück Holz gegen einen alten Pfannendekkel erzeugen kann[4]). Das Band wird dann in aller Ruhe in der Stube abgespielt, eventuell mit halber Geschwindigkeit, und es ist nur eine Frage der Zeit, bis man wieder mit Hilfe der Stoppuhr den genauen Zeitpunkt der Ereignisse bestimmt hat.

Noch weiter ins Detail zu gehen ist unnütz. Es ist ähnlich wie beim Spiegelschleifen. Erstens macht jedermann seine eigenen Erfahrungen, und zweitens kommt auch hier der Appetit mit dem Essen. Und nun – viel Glück!

Bemerkungen:

1) Der Verfasser stellt sich für die Vermittlung zwischen dem US Naval Observatory und Interessenten gerne zur Verfügung. Die folgenden aktiven Sternbedeckungsbeobachter der SAG beraten Interessenten gerne: ROBERT GERMANN, Nahren, 8636 Wald ZH; E. REUSSER, Trottenstrasse 15, 5400 Ennetbaden.

2) In der Schweiz wird fortlaufend ein von Neuenburg gelieferter Zeitzeichen vom Sender Prangins HBG auf der Frequenz 75 kHz (Wellenlänge 4 km) ausgestrahlt. Die Dauer-Emission wird zu Beginn jeder Sekunde (koordinierte Weltzeit TUC) für $^1/_{10}$ Sekunde unterbrochen, zu Beginn jeder vollen Minute folgen zwei solche Unterbrechungen kurz hintereinander.

3) Am 19. Mai 1969 konnten 7 Beobachtungsgruppen die streifende Bedeckung des Sterns BD $+27°1141$ erfolgreich messen. Der Bericht ist für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

4) Eine gute Beschreibung einer solchen Anlage zusammen mit einem Schaltschema und einer Bauanleitung für einen Zeitzeichenempfänger findet sich im Artikel *Ein einfacher Empfänger für den neuen Zeitzeichensender HBG* von MARTIN FRICK im ORION *11* (1966,) Nr. 98, S. 185–187.

Adresse des Verfassers: ERNST MAYER, 409 Crocus Pl., Barberton, Ohio 44203, USA.

Teleskopspiegel im Leichtbau

von AUGUST HOFFMANN, Berlin-Frohnau

Construction de miroirs de télescopes légers

La tentative de construire des miroirs légers n'est pas nouvelle (miroirs en cellules de RITCHEY et N. G. POMAREV).

L'auteur a tenté de développer expérimentalement une telle construction. Sur des modèles de miroirs en verre (deux plaques de verre reliées par de nombreux tubes de verre, collés avec de la résine d'époxyde de CIBA, *fig. 1*) on a mesuré la flexion sous l'influence des forces de pression.

On pourrait penser qu'un meilleur rapport entre le diamètre et l'épaisseur, donnant une plus grande rigidité, permettrait d'atteindre à une plus haute qualité optique pour des miroirs de grand diamètre. L'auteur tient essentiellement au rapport de 4 à 1.

On peut juger aujourd'hui déjà que des miroirs de la construction décrite – même de grandes unités – pèseront le tiers environ des disques massifs de même diamètre et de même épaisseur.

D'ailleurs, l'application de procédés de mesure de précision pour tester une surface de miroir n'a de sens que si cette surface est soutenue par un porteur suffisamment rigide – le miroir précisément.

Das Bestreben, Teleskopspiegel zu machen, die bei geringem Gewicht ein hohes Mass an Formsteifheit aufweisen, kann einige Jahrzehnte zurückverfolgt werden. Unter anderem hat der weithin bekanntgewordene Spiegel- und Fernrohr-Altmeister GEORGE WILLES Ritchey in den Jahren zwischen 1923 und 1930 in Paris umfangreiche Versuche zur Herstellung von leichten Spiegeln – er nannte sie Zellenspiegel – in Gang gesetzt. RITCHEYS Verfahren bestand darin, zwei relativ dünne Glasplatten von der Grösse des gewünschten Spiegels durch ein Rahmenwerk aus der gleichen Glasart mittels Bakelit miteinander zu verbinden[1]). Die Spiegelscheiben hatten die gleiche Festigkeit wie massive Scheiben, aber sie waren erheblich leichter. Der grösste von RITCHEY so hergestellte Zellenspiegel hatte einen Durchmesser von 150 cm[2]). Der Grund, weshalb sich Spiegel solcher Bauart nicht eingeführt haben, lag einmal in dem mangelnden Vertrauen in die Formbeständigkeit des Bindemittels, dem damals im Handel greifbaren Bakelit; zum anderen bestand die Gefahr, dass sich das Muster der Zwischenwände beim Schleifen und Polieren durchprägte[3]). Massgebend hierfür ist der gegenseitige Abstand der Zellenwände in bezug zur Dicke der oberen Spiegelplatte.

Zu Anfang der dreissiger Jahre wurden auch in der Sowjetunion Versuche mit Zellenspiegeln durchgeführt. N. G. PONOMAREV arbeitete auf der Sternwarte Pulkowa ein Verfahren aus, bei dem eine Anzahl von speziell für diesen Zweck hergestellten Glasgefässen zusammengeschmolzen wurde. Die oben offenen Glasgefässe waren in ihren Abmessungen so beschaffen, dass sie sich zu einer grossen kreisförmigen Scheibe zusammensetzen liessen. Die Gefässe wurden mit Asbestteig gefüllt, auf eine kreisförmige Glasscheibe aus

der gleichen Glasart gestellt und mit einer gut mit Asbest isolierten Metallform zusammengehalten. Das ganze wurde in einem Ofen auf 900 bis 950° C erhitzt, wobei die einzelnen Glaskörper und die Scheibe zu einer festen Einheit verschmolzen wurden[3]).

Die Entwicklungsarbeit des Verfassers für den Bau von extrem leichten und dabei aussergewöhnlich formsteifen Rohteilen für Teleskopspiegel – er nennt sie Skelettspiegel – wurde am 1. 10. 1958 begonnen. Ein wichtiges Kriterium für die Formsteifheit von runden Scheiben ist das Verhältnis von Durchmesser zu Dicke. In der Literatur[4a]) lässt sich unschwer die Tendenz zur Verbesserung des Durchmesser-Dicken-Verhältnisses von 8:1 beim 5 m-Mt.-Palomar-Spiegel (1934) über 7:1 bis 6:1 bei grossen Spiegelscheiben der jüngsten Zeit verfolgen. Eine Veröffentlichung in «Sky and Telescope»[5]) scheint darauf hinzudeuten, dass man für rückseitig verrippte Spiegelscheiben jedoch kaum ein Verhältnis von 5:1 oder gar 4:1 anstrebt.

Die Arbeit des Optikers – besonders in der Endphase zum Erreichen der höchsten optischen Qualität – beruht in einem dauernden Wechsel der beiden Arbeiten, nämlich Retuschieren und Messen. Grosse Spiegel müssen dabei im Wechsel einmal waagrecht liegen und dann wieder um 90 Winkelgrade aufgerichtet werden. Wie aber können so erzielte Messergebnisse als verbindlich angesehen werden, wenn das zu messende Objekt mangelhaft formsteif ist, wenn seine Formänderung infolge der Wirkung des Eigengewichtes grösser ist als die zulässige Abweichung der optisch wirksamen Fläche von der theoretischen Form? Hier scheint die Ursache für das jahrzehntelange Zögern – abgesehen von Fragen der Technologie – bei der Herstellung sehr grosser Teleskopspiegel zu liegen.

Abb. 2

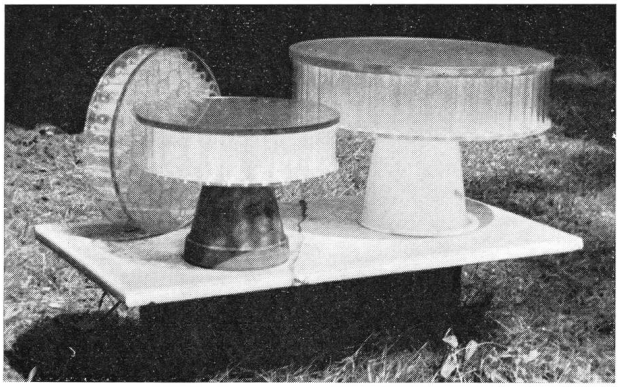

Abb. 1

Nach günstig verlaufenen Vorversuchen – ausgeführt vom I. Mechanischen Institut der Technischen Universität Berlin – an Spiegelmodellkörpern, bestehend aus dünnwandigen Rohren und Platten aus Aluminium, die mittels Epoxydharz der CIBA Aktiengesellschaft miteinander verbunden waren, und zwar im Verhältnis von Durchmesser zu Dicke von 8:1, 6:1 und 4:1[4b]), wurden mehrere Versuchskörper aus Glas hergestellt *(Abb. 1)*. Oberplatten, Unterplatten und viele gleich lange Glasrohre wurden vor und nach ihrer gegenseitigen Verbindung auf Freisein von Spannungen spannungsoptisch geprüft. Sie waren und blieben spannungsfrei. Es zeigte sich, dass unter bestimmten Voraussetzungen die Polymerisierung weder im Bindemittel selbst noch in den verbundenen Teilen Spannungen hervorruft. Als Durchmesser für die Spiegelrohteile wurden Abmessungen teils vorhandener, teils im Bau befindlicher Spiegel im Maßstab 1:10 gewählt. Ähn-

Tabelle I

Durchmesser D	(cm)	50		35		35		20		20	
Dicke d	(cm)	12.5		7		8.75		5		5	
$D:d$		4:1		5:1		4:1		4:1		4:1	
Stückzahl		1		1		1		1		1	
Gewicht a	(kp)	18.2		5.4		5.85		1.08		1.08	
Gewicht einer gleich grossen massiven Platte b	(kp)	61		16.5		22.5		3.8		3.8	
Verhältnis $a:b$		1:3.3		1:3		1:3.8		1:3.5		1:3.5	
Kraft / Durchbiegung		kp	μm	kp	μm	kp	μm	kp	μm	kp	μm
		510	63.4	100.9	28.9	100	26.9	24.25	12.5	25.75	15.8
		1000	109	297	75	301	67.4	50.3	25.4	50	29.8
		1521	152.2	600	126	596	105	74.2	36.9	74.4	42.1
		2000	186.3	881	168.5	902	137.6	101.5	49.4	96.9	53.4
		2045	189.5	–	–	1200	162	–	–	–	–
		–	–	–	–	1310	171	–	–	–	–

lich wie in einem früheren Stadium dieser Entwicklungsarbeiten[6]) wurden vier der fünf Spiegelmodelle in zehnfachem Wechsel zwischen den Temperaturgrenzen plus und minus 50° C, ein Modell im Bereich plus 50° C und minus 20° C erwärmt und gekühlt. Danach zeigte die spannungsoptische Prüfung keine Besonderheiten. Es folgte – wie früher an den Aluminiumteilen – die Bestimmung der Punktreihen für Kraft und Weg mit den gleichen Messeinrichtungen auf einem stabilen Messgerüst durch das gleiche Institut an der Technischen Universität Berlin. In *Abb. 2* ist die als Unterlage für die Objekte dienende runde Stahlplatte mit drei nach innen abgestuften Schneiden mit 48 – 33 – 18 cm ∅ sichtbar. *Abb. 3* zeigt das 50 cm-Spiegelmodell auf dem Prüfstand eingerichtet für 7 Meßstellen (eine in der Mitte unten ist nicht sichtbar). In der *Tabelle I* folgen Massangaben sowie Messergebnisse, die aus mehreren Hundert elektronisch erfassten, linear verlaufenden Werten gegriffen wurden.

Der 50 cm-Spiegel wurde *(Abb. 2 und 3)* – aussen aufgelegt – über einen Bolzen mit 4 cm Durchmesser in der Mitte mit 2.045 t belastet und bog sich dabei – unten in der Mitte gemessen – um weniger als 0.2 mm durch. Analog verlaufen die Messwerte für die 35 cm- und die 20 cm-Spiegel. Die Kraft betrug maximal in allen Fällen weit über das Hundertfache des Eigengewichtes; beim 50 cm-Spiegel das 112fache. Bei Beanspruchung allein durch das Eigengewicht werden sich Spiegelscheiben einer solchen Konstruktion besser formsteif verhalten als solche konventioneller Bauart.

Ergebnis

Die aussergewöhnliche Formsteifheit bei hoher Belastung und bei geringem Eigengewicht könnte die Hersteller moderner Teleskopspiegel anregen, die vorliegende Konstruktion und die angewandten Verfahren für die Rohteile sehr grosser Spiegel in Erwägung zu ziehen. Dabei ist – das sei noch einmal betont – im Gegensatz zu der absichtlich ungünstigsten Beanspruchung der Versuchsobjekte an eine konstruktiv optimale Anordnung des Spiegels in einer leichteren Fassung als bisher im Teleskop gedacht. Dem Optiker werden in Zukunft Spiegel-Rohteile und dem Astronomen Spiegel zur Verfügung stehen, deren genaue Form – soweit sich das heute übersehen lässt – so gut wie unabhängig von ihrer räumlichen Lage sein wird.

Die vorliegenden fünf Spiegel-Rohteile mit polierter ebener oberer und unterer Fläche werden Interessenten ohne Kostenberechnung zur Verfügung gestellt, wenn diese Fracht, Verpackung, Versicherung und allenfalls Zoll übernehmen; allerdings unter der Bedingung, dass aus ihnen hochwertige Spiegel gemacht und diese in vorhandene oder neue Teleskope eingebaut werden. Zum Besten der astronomischen Wissenschaft sollten Erfahrungen – wie es hier geschah – nach Absprache veröffentlicht werden. – Ein Schlusswort mit dem Dank an alle an dieser Entwicklungsarbeit Beteiligten findet sich in der Zeitschrift

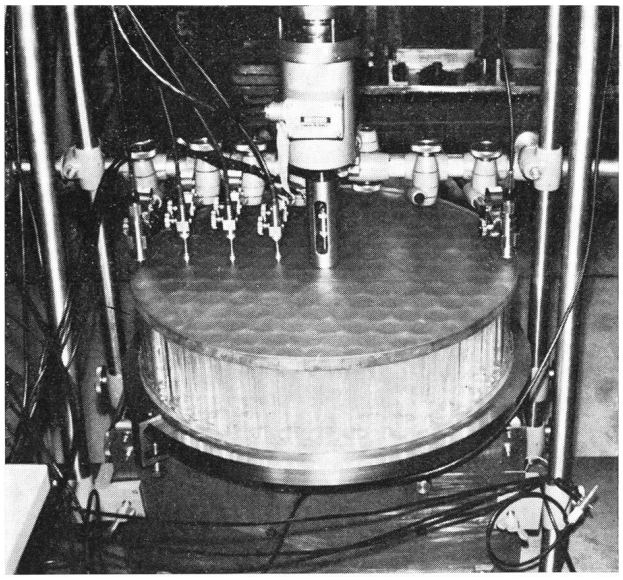

Abb. 3

«Sprechsaal»-Coburg 1/1969. Dieser Verlag hat als erster diese neuen hier dargelegten Gedanken veröffentlicht.

Literatur:

1) RIEKHER: Fernrohre und ihre Meister. VEB-Verlag Technik, Berlin 1957, S. 339.
2) RIEKHER: Fernrohre und ihre Meister. VEB-Verlag Technik, Berlin 1957, S. 340.
3) RIEKHER: Fernrohre und ihre Meister. VEB-Verlag Technik, Berlin 1957, S. 341.
4a) A. HOFFMANN, «Sprechsaal»-Coburg 1/1969, Teleskopspiegel, S. 16.
4b) A. HOFFMANN, «Sprechsaal»-Coburg 1/1969, Teleskopspiegel, S. 14.
5) H. OTT, «Sky and Telescope» Vol. *37*, No. 1 (January 1969), S. 12ff.
6a) A. HOFFMANN, Zschr. f. Instrumentenkunde *71* (1963), Heft 9, S. 259–262.
6b) A. HOFFMANN, Zschr. f. Instrumentenkunde *72* (1964), Heft 2, S. 48–51.
6c) A. HOFFMANN, Zschr. f. Instrumentenkunde *72* (1964), Heft 12, S. 371–372.

Adresse des Verfassers: AUGUST HOFFMANN, D-1 Berlin 28 (Frohnau), Sigismundkorso 75.

ORION-Serie

Herr J. MASSON, Ingenieur, Bern, seit der Gründung der SAG treues Mitglied unserer Gesellschaft, überliess mir dieser Tage die *vollständige* Reihe des ORION Nr. 1 bis Nr. 64, d. h. vom Oktober 1943 bis April 1959. Herr MASSON bestimmte, dass der Erlös dem ORION-Fonds zugeführt werden soll. Ich erwarte gerne Offerten interessierter Kreise. Die grosse Reihe, die also auch die seltenen ersten Ausgaben umfasst, kann nur als Ganzes abgegeben werden.

HANS ROHR, Generalsekretär der SAG,
Vordergasse 57, 8200 Schaffhausen