Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 41 (1983)
Heft: 194

Rubrik: Fragen / Ideen / Kontakte

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

FRAGEN · QUESTIONS

Veränderungen bei Linsen und Spiegeln durch äussere Einwirkungen

«Der Leiter einer Volkssternwarte behauptet, ein Reflektor gehe nach einigen Jahren kaputt, wenn er als *transportables* Instrument gebaut sei, weil Glas «eine erstarrte Flüssigkeit» ist [1]). – Demnach müssten ja auch Linsen in Fotoapparaten und Filmkameras nach dieser Zeit schlechter werden! Ich bitte Sie, diese Ansicht zu widerlegen oder mit stichhaltigen Argumenten zu belegen.»

Antwort:
Vorab soll das Problem klar abgegrenzt werden. Es gibt bekannte Einflüsse auf optische Glasbauteile:

1. Dehnung und dadurch Formveränderung durch Erwärmung. Dieser Effekt ist je nach Glassorte recht verschieden, bei Glaskeramik jedoch praktisch Null [2]).
2. Elastische Verformung durch Kräfte, wie etwa durch das Eigengewicht. Aus diesem Grunde können Linsen nicht grösser gebaut werden, als mit etwa einem Meter Durchmesser.

Diese beiden Verformungen sind reversibel, d.h. sobald der Glaskörper wieder die ursprüngliche Temperatur erreicht hat, sobald keine verformenden Kräfte mehr wirken, haben Spiegel oder Linse wiederum exakt die ursprüngliche Form [3]).

Von diesen Einflüssen soll im folgenden nicht die Rede sein, auch nicht von der «irreversiblen Deformation», die etwa entstehen kann, wenn ein Spiegel unbeabsichtigt auf den harten Boden entgleitet...

Was bleibt denn noch? – Wir haben die Frage so formuliert:

«Sind äussere Einflüsse auf Gläser in optischen Systemen bekannt, welche deren Form oder andere Eigenschaften merkbar und dauernd (irreversibel) verändern können?

a) Mechanische Einflüsse (heftige Bewegungen, Schwerkrafteinflüsse...)
b) Thermische Einflüsse (kann Glas in Geräten «weich» werden?).»

Herr E. Popp in Ricken, der seit rund 30 Jahren Teleskopspiegel herstellt, ist der Meinung, dass es solche Einflüsse nicht gebe, dass also diese Vorstellung des «weichen, verformbaren Glases» vollständig danebenziele. Er hat dazu folgenden Versuch gemacht: Ein fertiger Teleskopspiegel wurde am Rand an zwei gegenüberliegenden Stellen unterstützt und in der Mitte während mehrerer Wochen mit etwa 5 kg belastet. Die anschliessend vorgenommene, sehr empfindliche Foucault-Probe am Spiegel – natürlich im unbelasteten Zustand – zeigte keine Formveränderung!

Eine weitere Antwort erhielten wir von der Firma Wild, Werke für Optik und Feinmechanik in Heerbrugg: «In Beantwortung Ihres Schreibens möchte ich Ihnen mitteilen, dass uns Wirkungen äusserer Einflüsse der von Ihnen beschriebenen Art auf Glasteile bisher nicht bekanntgeworden sind.

In unserem Besitz befindliche, über 50 Jahre alte und heute noch funktionsfähige Instrumente mit Fernrohrobjektiven von 40 bis 60 mm Durchmesser lassen jedenfalls keine signifikanten Veränderungen der Linsenform erkennen. Dagegen sind bei älteren Instrumenten gelegentlich durch atmosphärische Einflüsse verursachte Oberflächenveränderungen (Beschlag) zu beobachten, bei in den Tropen verwendeten Geräten relativ häufig. Systematische Untersuchungen an wesentlich grösseren Objektiven über längere Zeiträume hinweg sind mir nicht bekannt. Vielleicht können Ihnen die Glashersteller zusätzliche Informationen darüber geben, welche Langzeitstabilitäten bei der unterkühlten Flüssigkeit Glas zu erwarten sind.»

Die Firma Schott, Glaswerke in Mainz, schickte uns eine 110seitige Broschüre mit dem Titel «Schott-Glaslexikon». Diesem entnehmen wir die nachfolgenden Angaben:

In einem Bereich, der als Transformationstemperatur bezeichnet wird, geht die unterkühlte Glasschmelze vom plastischen in den für Glas typischen spröden Zustand über. Dabei verändert sich die Zähigkeit (= «Viskosität») sehr stark und erreicht den typischen Wert von 10^{13} Poise (P) [4]).

Die Tabellen geben dazu einige zahlenmässige Anhaltspunkte.

Tabelle 1: Zähigkeit (Viskosität) verschiedener Stoffe

Viskosität	*Material*
0,01 P	Wasser bei 20°C.
ca. 10^2 P	Olivenöl bei 20°C.
ca. 10^4 P	zähflüssiger Honig
10^2 P	Glasschmelze bei der Herstellung
10^4 P	Glas bei «Verarbeitungstemperatur»
10^3-10^8 P	Heissverarbeitung von Glas (verschiedene Verfahren)
$10^{7,6}$ P	«Erweichungstemperatur» von Glas
10^{13} P	«Obere Kühltemperatur» von Glas
$10^{14,5}$ P	«Untere Kühltemperatur» von Glas

Tabelle 2: Die typischen Temperaturen für verschiedene Glassorten (in °C)

Glassorte	*Transformations-temperatur*	*Erweichungs-temperatur*	*Verarbeitungs-temperatur*
Kalk-Natron-Flachgläser	525 – 545	710 – 735	1015 – 1045
Borsilicatglas z.B. DURAN	530	815	–
Spezialgläser für Elektrotechnik u. Lampenbau	435 – 1100	585 – 1650	818 – 1235

Anmerkungen:

1) In Schotts «Glaslexikon» findet man folgende Erklärungen: Auf die Frage: «Was ist Glas?» haben die Wissenschaftler mehrere Antworten. Eine der bekanntesten lautet: «Glas ist ein anorganisches Schmelzprodukt, das, ohne Kristallisation abgekühlt, einen erstarrten Zustand annimmt.» Oder: «Eine eingefrorene unterkühlte Flüssigkeit wird als Glas bezeichnet.» Präziser ist schliesslich folgende Definition: «Glas sind Stoffe, die strukturmässig einer Flüssigkeit ähneln, deren Zähigkeit bei normaler Umgebungstemperatur aber so hoch ist, dass sie als fester Körper anzusprechen sind. Im engern Sinn wird der Begriff «Glas» für alle anorganischen Verbindungen angewendet, die diese Grundeigenschaften besitzen.»
2) Lineare Wärmedehnung einiger Glassorten (nach Schott, Mainz):
   Kalk-Natron-Glas 8,5 bis 9,5 · 10^{-6}/K
   DURAN-Glas 3,2 bis 3,3 · 10^{-6}/K

Glaskeramik ZERODUR
Bereich —160°C bis +20°C $0{,}08 \pm 0{,}1 \cdot 10^{-6}$/K
Bereich 20°C bis 300°C $0{,}12 \pm 0{,}1 \cdot 10^{-6}$/K
Standard-Rundscheiben $0 \pm 0{,}15 \cdot 10^{-6}$/K

3) Zur Verformung durch Kräfte:
Der Elastizitätsmodul von DURAN-Glas ist z.B. $6{,}3 \cdot 10^4$ N/mm²

4) Die Viskosität ist diejenige Eigenschaft, auf welche sich die vorliegende Frage wohl bezieht. Man kann deren Grösse z.B. aus der Geschwindigkeit bestimmen, mit der sich ein an den Enden aufliegender waagrechter Glasstab unter einer in der Mitte wirkenden Kraft absenkt.
Diese Grösse ist messbar und berechenbar, bei kaltem Glas aber so verschwindend klein, dass sie offenbar praktisch nicht von Bedeutung ist. Die (alte) Masseinheit für die Viskosität ist ein Poise (P). 1 Poise = 0,1 Pas = 0,1 Ns/m² (= 1 Dezi-Pascalsekunde).

Grössenklassen bei Fixsternen

Wie viele Fixsterne gibt es pro Grössenklasse?
Antwort:
Einem modernen Werk, dem kürzlich erschienenen «Sky Catalogue 2000.0» Volume 1, entnehmen wir dazu folgende Angaben:

Grössen-klasse	*Grenzen (vis.Helligkeit)*	*Anzahl Sterne*
−1	−1.50 bis −0.51	2
0	−0.50 bis +0.49	7
+1	+0.50 bis +1.49	13
+2	+1.50 bis +2.49	71
+3	+2.50 bis +3.49	192
+4	+3.50 bis +4.49	625
+5	+4.50 bis +5.49	1 963
+6	+5.50 bis +6.49	5 606
+7	+6.50 bis +7.49	15 565

Bemerkungen:
- Für weitere Grössenklassen sind die Angaben unvollständig oder fehlend.
- In der Grössenklasse −1 sind Sirius und Canopus.
- Die Sterne der 0. Grössenklasse heissen α Centauri, Arktur, Vega, Capella, Rigel, Procyon, Achernar.
- Bei guten Bedingungen sind rund 8000 Einzelsterne von blossem Auge sichtbar (bis etwa Helligkeit +6).

Zur Erinnerung:
- Eine Differenz von 5 Helligkeitsstufen entspricht einem Verhältnis der scheinbaren Helligkeiten von 1:100.

IDEEN · TUYAUX

Ein neuartiges Leitrohr

Auf dem Gebiet des «telescope guiding» (kontrollierte Fernrohr-Nachführung) waren bis heute zwei Systeme bekannt: Off axis und Piggiback. Da beide verschiedene Nachteile haben, hat der Verfasser ein drittes System entwickelt, das einen gewissen Fortschritt darstellen sollte. Das neue System, welches der Autor mit dem englischen Ausdruck «axial guider» bezeichnet, besitzt die Vorteile der beiden alten Systeme, indem es dieselbe Optik zum Nachführen und zum Fotografieren verwendet (wie off axis) und den zu fotografierenden Stern als Leitstern benützt (wie Piggiback).

Abb. 1 zeigt, dass der Hauptspiegel M, der seine Fokalebene in F hat, ein zweites Bild in F' erzeugt, wenn ein planparalleles Glas in G steht. Ist dieses Glas auf der linken Seite multicoated und unvergütet auf der rechten, dann ist die Lichtintensität etwa 96% in F und 4% in F'. Beim Gebrauch eines 20 cm-Spiegels entspricht die Lichtintensität in F' derjenigen eines 40 mm «guidescopes» (1/5 des Durchmessers ergibt 1/25 oder 4% der Fläche). Dieses Licht ist ohne weiteres für die Teleskopnachführung verwendbar.

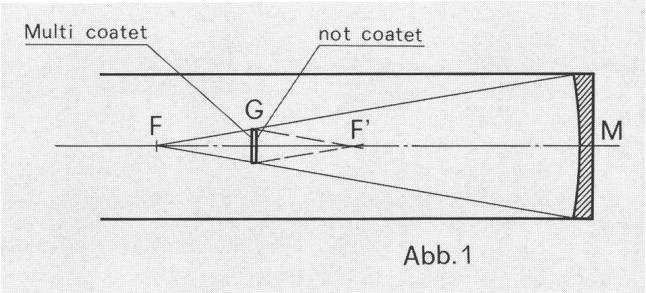

Abb. 1

Wenn wir nun in G statt eines Planglases eine Meniskuslinse verwenden (Abb. 2), dann wird das Bild in F″ zugänglich, und das Problem wird in eleganter Weise gelöst. Bei kleinen Instrumenten (Öffnung 15 cm, f″ = 3 000 mm) ist eine Hyperbolisierung des Sekundärspiegels überflüssig. Aus technischen Gründen könnte es einfacher sein, die Meniskuslinse in G″ einzufügen, was eine noch längere Brennweite bis F″ ergäbe.

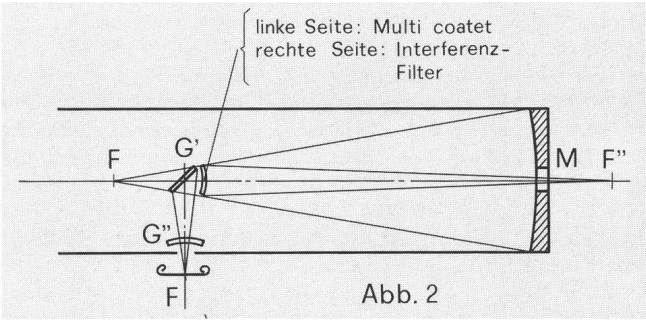

Abb. 2

Die Aufdampfung eines selektiven Interferenzfilters (wie das Nebula- oder das Deep-sky-Filter) auf die Meniskusoberfläche würde die Lichtstärke des Leitsterns stark erhöhen. Die konvexe Oberfläche des Meniskus bietet keine Schwierigkeit für die Konstruktion des Interferenzfilters, da sie nur schwach gekrümmt ist. Interessant ist die Möglichkeit, die Koma gleichzeitig etwas zu korrigieren, indem man der Linse eine geeignete Form gibt. Schliesslich ist eine Bohrung des Hauptspiegels nicht unvermeidlich; ich würde sie aber trotzdem empfehlen, da sie eine grosse Hilfe bei der Zentrierung der Optik bietet (auch bei Newton-Teleskopen).

Ein solches Gerät macht es möglich, dass etwa bei Mondbeobachtungen zwei Personen gleichzeitig beobachten können, die eine im Newton- und die andere im Cassegrain-Fokus. – Andere Konstruktionen für die verschiedenen Teleskoparten sind selbstverständlich denkbar.

Adresse des Verfassers:
DANTE BISSIRI, c/o Italian Consulate General, 1900 La Plata (Argentina).