

## Geschützte Glassilberspiegel. Von A. Mietho.

(Mit einer Tafel.)

Die Glassilberspiegel unserer photographischen Fernröhre und Heliostaten besitzen die unangenehme Eigenschaft, unter den beim Gebrauch obwaltenden Verhältnissen schnell an Reflexionsfähigkeit und Güte einzubüßen. Die Ursache der Erscheinung ist in dem Zusammenwirken der Feuchtigkeit und der schwefelhaltigen Verunreinigungen der Luft zu suchen. In Berlin beispielsweise verliert ein versilberter Parabolspiegel in der Sternwartenkuppel der Technischen Hochschule schon nach etwa 14 Tagen mindestens 20 % seiner Reflexionsfähigkeit für die gewöhnliche photographische Platte und nach 6 bis 8 Wochen ist eine Neuversilberung notwendig, besonders wenn die Temperatur und Feuchtigkeit der Außenluft stark schwankt und wenn an zahlreichen Arbeitstagen die im allgemeinen übliche schwache Heizung des Innern der Sternwartenkuppel während des Tages mit Rücksicht auf den für die Nacht erforderlichen Temperaturausgleich unterbleiben muß.

Die Feuchtigkeit hat dabei wohl im allgemeinen einen besonders ungünstigen Einfluß. Wenn eine versilberte Fläche mit einem noch so festen Metallüberzug versehen wurde, so pflegt sie doch nach mehrmaligem Beschlagen infolge plötzlichen äußeren Temperaturwechsels schon zu leiden. Es zeigen sich die ersten Spuren der Ablösung: die Silberschicht wird feinnissig, die Schwärze des Bildes läßt nach und der Schwefelwasserstoff der Luft greift das Metall besonders stark an.

Das häufige Versilbern derartiger Spiegel ist nicht nur eine lästige und zeitraubende Arbeit, sondern auch insofern bedenklich, als die Glaspolitur durch diese Eingriffe im Laufe der Zeit leidet und die Spiegel mehr und mehr erblinden.

Es hat sich gezeigt, daß schon die Art der Versilberung auf die Haltbarkeit von großem Einfluß ist. Je vollkommener die Silberschicht am Glase haftet, je dichter sie ist, desto länger hält sich der Spiegel. Ich habe gefunden, daß die von mir in *Eders* Jahrbuch der Photographie und Reproduktionstechnik vom Jahre 1913 beschriebene Versilberungsmethode von den von mir ausgetroten Vorschriften die besten Ergebnisse zeitigt, jüngst aber festgestellt, daß diese noch verbessert werden können, wenn man durch die katalytische Wirkung von Zinnsalz die Abscheidung des Silbers am Glase beschleunigt. Besonders bei Gläsern, die etwas hygroskopisch sind und die sich deswegen an sich schon schlecht versilbern, ist die Wirkung eine besonders günstige; aber selbst Quarzflächen zeigen sich dieser Behandlung vorteilhaft zugänglich.

Die Verwendung dieses Katalysators geschieht in der Art, daß man die geputzte Glasfläche kurz vor der Versilberung zunächst mit einer sehr verdünnten Zinnsalzlösung übergießt, die Zinnsalzlösung etwa eine Minute einwirken läßt und sie dann mit destilliertem Wasser wiederholt abspült. In diesem Zustand wird der Spiegel unmittelbar naß mit der Versilberungslösung übergossen, und der Vorgang verläuft dann unter verhältnismäßig geringer Abscheidung von schwarzem, staubförmigem Silber ganz außerordentlich schnell. Die Schicht des Metalls ist dicht und sehr blank und bedarf bei Anwendung kohlen säure- und chlorfreier Chemikalien und bei sorgfältiger Vermeidung von Ammoniaküberschuß nur eines ganz kurzen Nachpolierens mit einem Bausch feinsten sämischgaren Handschuhleders.

Die Zinnsalzlösung wird folgendermaßen hergestellt: 2 gr Zinnfolie oder gekörntes reines Zinn, das vollkommen bleifrei sein muß, werden mit 5 ccm gewöhnlicher, chemisch reiner Salzsäure übergossen und an einem warmen Ort gelöst. Ein etwaiger Metallrest schadet nichts. Von dieser Flüssigkeit nimmt man 30 Tropfen auf 1 bis 1½ Liter destillierten Wassers und verwendet die frische Lösung in der oben geschilderten Weise.

Der Versuch, derartige Silberschichten durch gasdichte Überzüge vor Feuchtigkeit und Schwefelwasserstoff zu schützen, erscheint für abbildende Spiegel auf den ersten Blick aussichtslos. Man müßte erwarten, daß selbst eine möglichst vollkommen und gleichmäßig aufgebrachte Schutzschicht die Güte des optischen Bildes in hohem Grade beeinträchtigt.

Ich habe gefunden, daß dies bei richtigem Arbeitsgange und bei Verwendung passender Schutzschichten keineswegs der Fall ist und daß es auf diesem Wege gelingt, äußerst dauerhafte, stark reflektierende Glassilberspiegel zu erzeugen. Über die Haltbarkeit liegen bis jetzt etwa 60 tägige Erfahrungen vor. Auch durch künstliche Einwirkung feuchter und sehr schwefelwasserstoffhaltiger Luft wurde bewiesen, daß die Haltbarkeit solcher Spiegel eine außerordentliche ist. Überzieht man einen frisch versilberten Spiegel mit der später zu beschreibenden Schutzschicht zur Hälfte und bringt ihn in diesem Zustand in einprozentige Lösung von Schwefelwasserstoff in feuchter Luft, so läuft der ungeschützte Teil des Spiegels schon nach zwei Stunden gelb an und nach etwa 48 Stunden ist die Silberschicht vollkommen durchgeschwefelt und läßt sich mit dem trockenen Finger mit der größten Leichtigkeit abwischen. Die geschützten Spiegelteile dagegen zeigen keinen nachweisbaren Verlust an Reflexionsfähigkeit und bleiben schneeweiß.

Versuche, deren Mitteilung hier zu weit führen würde, ergaben, daß in frischem Zustand geschützte und ungeschützte Silberflächen in bezug auf aktinische Reflexionsfähigkeit keinen Unterschied zeigen, ja, daß unter Umständen schon unmittelbar nach dem Schützen der frischen Schicht die Reflexionskraft des geschützten Spiegels etwas größer ist als die des ungeschützten. Bestimmt man die Reflexionsfähigkeit für spektralzerlegtes Licht, so zeigt sich, daß die Schutzschicht erst jenseits von 240  $\mu\mu$  merkbar absorbiert. Im Bereich der längeren für die astronomische Arbeit allein in Frage kommenden Wellenlängen über 300  $\mu\mu$  sinkt die Reflexionsfähigkeit des ungeschützten Spiegels in gewöhnlicher reiner Luft schon nach wenigen Stunden merkbar und fällt in einem bewohnten Zimmer nach 8 Tagen schon um 50 %.

Über die Ergebnisse dieser Versuche im Einzelnen wird an anderer Stelle berichtet werden.

Die Herstellung der Schutzschicht ist äußerst leicht und macht gar keine Schwierigkeiten, erfordert nur einen möglichst staubfreien Raum von gleichmäßiger Erwärmung. Ich nehme die Arbeit in einem ungeheizten, einige Tage vorher auf das sorgfältigste an Decke, Wänden und Fußboden naß gereinigten, zugfreien Raum vor.

Die Schutzlösung setzt man gemäß dem Ergebnis sehr zahlreicher Vorversuche am besten folgendermaßen an:



Sternwarte der Technischen Hochschule Berlin

Mondaufnahme mit geschütztem Glassilberspiegel  
von 50 cm Durchmesser und 11 m Aequivalent-  
brennweite, 1918 Nov. 13. 6<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p. m. Hauff-  
Flavin-Platte, Bel. Zeit 0,8 Sek. *A. Miethe.*

Astron. Nachr. Bd. 208, Taf. II.

Bromsilberdruck der Neuen Photographischen Gesellschaft A.-G. Berlin-Steglitz.

Zaponlack pa. von Pillnay (Dresden-N.) wird in der fünf- bis sechsfachen Menge reinen Amylzetats verdünnt, gut durchgemischt und in ein schmales, hohes, mit Amylzetat ausgespültes Glasstöpselgefäß durch ein doppeltes, vorher mit Amylzetat ausgewaschenes Faltenfilter filtriert. Die Flüssigkeit soll in dem Gefäß mindestens 30 cm hoch stehen; es wird sofort verschlossen und vollkommen ruhig stehend einen Monat lang in einem gleichmäßig temperierten Raum aufbewahrt. Hierbei setzen sich etwaige Staubteilchen sowie Spuren eines sich stets bildenden mehlfeinen weißen Niederschlags am Boden ab, von dem die Flüssigkeit durch vorsichtiges Abgießen in eine Glasstöpselflasche getrennt wird. Sie ist dann vollkommen optisch leer, wie man in bekannter Weise nachweisen kann.

Diese Vorratsschutzlösung wird im Dunkeln aufbewahrt, da sie sich im Licht nach einiger Zeit gelblich färbt. Aus letzterem Grunde ist auch die Verwendung von Azeton als Verdünnungsmittel, das sonst sehr brauchbar ist, nicht zu empfehlen.

Der frisch versilberte Spiegel wird nach Polieren der Oberfläche und sorgfältigem Abstauben in den Raum geschafft, in dem das Überziehen mit der Schutzschicht stattfinden soll. Vorher hat man sich einen vollkommen dichten Kasten aus Preßpahn hergestellt, der über den Spiegel gestülpt werden kann, während letzterer in senkrechte Lage gebracht ist. Unter dem Kasten findet ein Porzellanschälchen mit Watte Platz, die in Amylzetat vorher getaucht wurde und sich mit der Flüssigkeit vollgesogen hatte. Das Tränken der Watte mit dem Lösungsmittel wird in einem Nebenraum vorgenommen.

Die staubfreie Spiegelfläche wird dann in wesentlich wagerechter Lage schnell mit einem ziemlichen Überschuß der Schutzlösung übergossen, dann ebenso schnell aufgerichtet, sodaß die spiegelnde Fläche etwa senkrecht steht, während der Überschuß der Schutzlösung frei abfließt. Dann wird die Stülpe darüber gedeckt und das Ganze der Ruhe überlassen. Das aus dem Überschuß der Schutzlösung und aus der Watte abdundende Amylzetat läßt die Schutzschicht auf dem Spiegel nur äußerst langsam eintrocknen, und auf diese Weise gewinnt sie die nötige Zeit zu vollständig gleichmäßiger Verteilung. Nach 12 bis 24 Stunden wird die Stülpe unten etwas gelüftet,

Sternwarte der Technischen Hochschule Charlottenburg, 1918 Dez. 31.

*A. Miethe.*

**9.1918 Aurigae.** Durch Herrn Prof. *Hartwig* werde ich darauf aufmerksam gemacht, daß in der Mitteilung über die Auffindung dieses Veränderlichen in A. N. 4963 (207.220) die Angabe des Ortes unterblieben ist. Herr *A. Stanley Williams* gibt den Ort folgendermaßen an:  $1855.0 \ 5^h \ 5^m \ 20^s + 39^\circ \ 53'.9$ ,  $1900.0 \ 5^h \ 8^m \ 27^s + 39^\circ \ 57'.5$ . Die relativen Koordinaten des neuen Veränderlichen gegen UZ Aurigae sind nach dem in M. N. 78.484 gegebenen Kärtchen 9.1918 — UZ Aurigae:  $+15^s - 3'$ .

*K.*

**Notiz.** Es wird um Publikation von beobachteten Minimazeiten von Algol, soweit dieselbe noch nicht erfolgt ist, gebeten.

Hamburg, 1919 Januar. *J. Hellerich.*

**Anzeige.** Die 2. Assistentenstelle an der Sternwarte zu Breslau ist neu zu besetzen. Bewerbungen sind an den Direktor, Professor *A. Wilkens*, zu richten.

Berichtigung zu Register Bd. 204 p. 442 Z. 16 v. u. statt 22.1916 Aquarii lies 22.1916 Aquilae. *F. Cohn.*

Inhalt zu Nr. 4974. *V. Spáček.* Über den Einfluß der Krümmung der Erdoberfläche und der Schwerkraftsänderungen auf die Pendelbewegung. 73. — *E. Hertzsprung.* Vergleich zwischen den Flächenhelligkeiten von Ring und Zentralkörper des Saturn. 81. — *A. Miethe.* Geschützte Glassilberspiegel. 85. — 9.1918 Aurigae. 87. — *J. Hellerich.* Notiz. 87. — Anzeige. 87. — Berichtigung. 87.

sodaß das Amylzetat verdunsten kann, und der fertige Spiegel in Gebrauch genommen.

All diese Vorsichtsmaßregeln sind nur bei sehr großen Spiegeln notwendig. Kleine Spiegel können einfach übergossen und der freiwilligen Trocknung überlassen werden. Die Schutzschicht ist trotzdem optisch wirkungslos, wie durch die üblichen Methoden nachgewiesen werden kann.

Der geschützte Spiegel darf mit Rücksicht auf die Weichheit der Schutzschicht nicht hart berührt werden. Ein etwa notwendig werdendes Abstauben, das im übrigen möglichst zu vermeiden ist, erfolgt am besten mit einer Puderquaste aus Schwanendaunen, nicht mit dem Dachshaarpinsel, der leicht Risse gibt.

Durchbohrte Objektivspiegel für Cassegrainsche oder Gregorysche Spiegelteleskope lassen sich am schlechtesten überziehen, weil die Öffnung der Mitte das gleichmäßige Abfließen der Schutzschicht erschwert. Optische Unzuträglichkeiten entstehen dadurch, soweit ich bis jetzt nachweisen konnte, nicht, doch ist vielleicht vorteilhaft, die Mittelöffnung durch einen genau eingeschliffenen Glasblock zu verschließen.

Zum Beweis, daß die so entstandenen Spiegel ihre optische Vollkommenheit bewahrt haben, mag die beigefügte Mondaufnahme dienen. Die Aufnahme wurde auf Hauff-Flavin-Platte mit einer Belichtungszeit von 0.8 Sekunden am 13. November 1918, 6<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p. m. mittels des Goerz-Schmidt'schen Spiegelteleskops der Sternwarte der Technischen Hochschule Charlottenburg hergestellt. Der konvexe Fangspiegel lieferte hierbei eine Äquivalentbrennweite von rund 11 Metern.

Ebenso vollkommen gelangen Fokalaufnahmen der Plejaden und des Sternhaufens  $\chi$  und  $h$  Persei. Mit dem Okular erkennt man die Vorzüglichkeit der Bilder des 50 cm-Hauptspiegels an mittelhellen Fixsternen am besten. Das Beugungsbild ist in und nahe dem Hauptbrennpunkt äußerst vollkommen und wird schon durch die leiseste Luftunruhe in der bekannten Weise gestört.

Es wäre zu wünschen, daß die neue Arbeitsweise zu Gunsten der Erleichterung der Verwendung von Silberglasspiegeln in der photographischen Astronomie allgemeine Anwendung fände.