

# Das neue Sonnenteleskop der Sternwarte Hubelmatt in Luzern

Autor(en): **Tarnutzer, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **42 (1984)**

Heft 201

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899265>

## **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.

**Betrieb**

Die Sternwarte Bülach wird durch Mitglieder der Astronomischen Gruppe Bülach (AGB) betrieben. Ein gutes Dutzend Amateurastronomen haben sich in den vergangenen 15 Monaten auf ihre Aufgabe vorbereitet. Es stehen selbsterstellte Beobachtungs-Unterlagen zur Verfügung, zudem sind weitere Medien (Dias, Bücher, Sternatlanten, Modelle, etc.) vorhanden. Diese Sammlung soll laufend ergänzt werden. Alle AGB-Mitglieder arbeiten ehrenamtlich. Der Besuch auf der Sternwarte ist für jedermann kostenlos. Zum Aufwärmen – hauptsächlich in kalten Winternächten – wird Kaffee oder Tee angeboten (zu kleinen Preisen). Ein Kleber mit dem hübschen Signet der Sternwarte (Entwurf ANTON HAAS, Grafiker, Bülach) wird für Fr. 2.— zum Kauf angeboten.

Jeden Donnerstag findet eine öffentliche Vorführung statt. Im Winter (Anfang Oktober bis Ende März) beginnt diese um 19.30 Uhr; im Sommer um 20.30 Uhr. Es ist empfehlenswert, gleich von Anfang bei einer Vorführung dabei zusein, zudem erleichtert dies die Arbeit der Demonstratoren. Selbstverständlich kommen auch später eintreffende Gäste auf ihre Rechnung. Bei schlechter Witterung muss das Dach geschlossen bleiben. Für diesen Fall sind Referate über verschiedene Themen in Vorbereitung.

Für Schulklassen, Belegschaften, Vereine, Schulpflegen, Clubs usw. besteht die Möglichkeit, eine geschlossene Vor-

führung zu besuchen (an einem Wochentag, ohne Donnerstag und Samstag). Interessenten melden sich unter der Telefonnummer 01/860 12 21 oder schriftlich an Sternwarte Bülach, Postfach 1811, 8180 Bülach.

Auf einem Tisch in der Sternwarte findet der Besucher allerlei schriftliche Informationen über die Astronomie, über die eingangs erwähnte AGB, über die Gönnerschaft der Sternwarte. Hier liegt auch das Gästebuch auf, in welches sich hoffentlich jedermann gerne eintragen wird!

**Ausbaumöglichkeiten:**

Falls der Stiftung «Schul- und Volkssternwarte Bülach» die entsprechenden Mittel zufließen, kann die Sternwarte Bülach noch attraktiver gestaltet werden. Die baulichen Vorkehrungen zum Einbau eines Coelostaten sind getroffen. Ein Coelostat ist eine raffinierte Einrichtung, mit welcher man das Sonnenlicht einfangen und in einem verdunkelten Raum auf einer Leinwand (als Projektion) beobachten kann. Dieses Licht kann durch diese Vorrichtung auch in sein Spektrum zerlegt werden. Die Kosten: ca. Fr. 15 000.—.

Men J. Schmidt

*Quelle:*

Pressemappe zur Einweihung der Schul- und Volkssternwarte Bülach.

# Das neue Sonnenteleskop der Sternwarte Hubelmatt in Luzern

A. TARNUTZER

**Résumé**

*Nous présentons le nouveau télescope solaire de l'observatoire Hubelmatt à Lucerne, qui a été construit spécialement pour l'observation des corps du système solaire. Sa structure générale et l'équipement optique sont expliqués et une description plus détaillée de ses sous-ensembles est donnée. Finalement, quelques expériences qui ont pu être faites dans le peu de temps depuis la mise en service de ce télescope spécial, sont transmises.*

**Zusammenfassung**

Vorgestellt wird das neue Sonnenteleskop der Sternwarte Hubelmatt in Luzern, das besonders für die Beobachtung der Körper des Sonnensystems ausgelegt ist. Es wird der allgemeine Aufbau und die optische Ausrüstung erläutert und die verschiedenen Baugruppen des Gerätes werden etwas eingehender beschrieben. Abschliessend werden einige Erfahrungen weitergegeben, die in der kurzen Zeit seit der Eröffnung dieses speziellen Teleskopes gesammelt wurden.

**1. Einleitung**

Schon vor vielen Jahren, als die Behinderung der alten Sternwarte durch die in der Umgebung stehenden Bäume unerträglich

zu werden begann, haben einige Mitglieder der Astronomischen Gesellschaft Luzern den Bau eines Sonnenteleskopes an einem günstigeren Ort angeregt. Dieses sollte speziell der Beobachtung der Sonne dienen, die Beobachtungsmöglichkeiten also auch in den Tag hinein ausdehnen. Es sollte aber ebenfalls geeignet sein für die Beobachtung des Mondes und der lichtstarken Planeten.

Damit hätte man sich gut den lokalen Verhältnissen angepasst: der Dunst und das starke Streulicht («Lichtverschmutzung») behindert stark die Beobachtung lichtschwacher Objekte, weniger aber der uns nahe gelegenen Körper des Sonnensystems. Der Bau der von der Astronomischen Gesellschaft Luzern bedienten neuen Sternwarte durch die Stadt Luzern auf dem Flachdach des Schulhauses Hubelmatt West im Jahre 1979 verbesserte die Beobachtungsmöglichkeiten ganz wesentlich. Da dadurch der Dunst und das viele Streulicht nicht behoben werden konnten, haben wir von Anfang an ein Sonnenteleskop eingeplant, wie aus Abb. 2 in <sup>1)</sup> ersichtlich ist.

Das hier vorgestellte Sonnenteleskop, oder wie man besser sagen müsste das Sonnensystem-Teleskop, konnte am 17. September 1983 in einer einfachen Feier in Betrieb genommen werden.

## 2. Allgemeiner Aufbau

Sonnenteleskope sind, da genügend Licht zur Verfügung steht, langbrennweitige Instrumente und weisen, wenn man ein Linsenobjektiv mit einem respektablem Durchmesser einsetzt, erhebliche Abmessungen auf. Die Grösse des Sonnenbildes bedingt zum Teil grosse und verhältnismässig schwere Apparaturen am Okularende. Wenn man zudem noch platzmässig eingengt ist, führt dies von selbst zu einem ortsfest montierten Instrument, dem das Licht über einen Spiegel zugeleitet wird.

Die einfachste Lösung wäre ein Polar-Heliostat, d.h. ein Fernrohr, das genau parallel zur Erdachse aufgestellt ist und vor dem gegen Norden gerichteten Objektiv einen kipp- und drehbaren Planspiegel aufweist. Am unteren, südlichen Okularende könnte eine optische Bank aufgebaut werden, auf der alle Apparate zu befestigen wären. Leider kam diese Lösung für uns nicht in Frage, da uns unterhalb der Sternwarte kein Raum zur Verfügung steht. Wir lösten das Problem so, dass wir wohl den Polar-Heliostaten beibehielten, anschliessend aber mit einem zweiten Planspiegel, dem Ablenkspiegel, das Licht horizontal auf eine optische Bank umlenkten, die ebenfalls im Sternwartenraum aufgestellt ist.

Eine weitere Schwierigkeit ergab sich dadurch, dass in unserer Sternwarte nur eine geringe freie Höhe besteht zwischen der Oberkante der Sternwarten-Seitenwände als künstlichen Horizont und der Unterkante des Sternwarte-Schiebedaches, das ungehindert über den Heliostaten fahren muss. Die freie Höhe genügt wohl vollauf für den Heliostatspiegel. Es war aber nicht möglich, die Drehachse (Polachse, Stundenachse) samt Antriebsmechanismus oberhalb des Spiegels unterzubringen, wo er den Strahlengang nicht gestört hätte. Der Antrieb musste demzufolge nach unten verlegt und die Polachse als Hohlachse ausgebildet werden, deren Innendurchmesser etwas grösser als der freie Objektivdurchmesser ist.

Als dritte Schwierigkeit kam hinzu, dass das Sternwartengebäude selbst nicht nach Nord-Süd ausgerichtet, sondern um rund  $15^\circ$  gedreht ist. Der Heliostat musste deshalb um diesen Winkel gegenüber der parallel zur Wand aufgestellten optischen Bank versetzt werden.

Des weiteren wollten wir den Heliostatspiegel schützen. An unsern wöchentlichen Beobachtungsabenden herrscht im Dunkeln oft ein recht hektischer Betrieb. Um zu vermeiden, dass der empfindliche Spiegel mit den Fingern «betrachtet» wird, haben wir das ganze Instrument eingeschalt. Abb. 1 zeigt oben das Sonnenteloskop geschlossen und unten geöffnet.

## 3. Optische Ausrüstung

Wir dachten ursprünglich an ein Linsenobjektiv von 150 mm Durchmesser mit einer Brennweite von 3000 mm, somit an ein Öffnungsverhältnis von 1:20. Dies vermindert bei gleicher Bauart des Objektivs das sekundäre Spektrum gegenüber dem üblichen Öffnungsverhältnis von 1:15 wesentlich. Es war ein Glücksfall, dass uns die Firma Lichtenknecker<sup>2)</sup> einen fertigen Halbapochromaten mit diesem Durchmesser, aber einer Brennweite von 3600 mm zu einem vernünftigen Preis anbieten konnte. Das sekundäre Spektrum ist bei dieser Brennweite recht klein (RC rund 3,3) und reicht nach Katalog des Herstellers fast an Apochromasie. Abb. 2 zeigt die Werte RC (Restchromasie, sekundäres Spektrum) für den Objektivdurchmesser 150 mm und einer Austrittspupille von 1 mm Durchmesser, entsprechend einer Vergrösserung von 150, in Funktion der Öffnungszahl N (Umkehrwert des Öff-

nungsverhältnisses). Hier sieht man deutlich den Vorteil des kleinen Öffnungsverhältnisses = grosser N-Wert.

Wollte man einen Heliostatspiegel verwenden, der den Mond mit seinem scheinbaren Durchmesser von rund  $0,5^\circ$  in seiner nördlichsten Deklination von rund  $+28,5^\circ$  abschattungsfrei abbildet, wäre ein Heliostatspiegel von rund 330 mm Durchmesser nötig. Abgesehen von seinem grossen Gewicht käme ein solcher Spiegel recht teuer zu stehen, weshalb wir als Kompromiss einen Spiegeldurchmesser von effektiv 255 mm gewählt haben. Wir sind uns dabei bewusst, dass wir für den Mond und die Sonne (Bildfeld  $0,5^\circ$ ) ab Deklination  $+15^\circ$ , für kleine Bildwinkel (Details auf dem Mond oder der Sonne; Planeten, Sterne) ab Deklination  $+18^\circ$ , nicht mehr die volle Öffnung des Objektivs ausnutzen können. Die Abschattung ist vorerst sehr gering und nimmt gegen höhere positive Deklinationen spürbar zu. Sie wirkt sich aber nur in nord-südlicher Richtung aus, nicht aber in ost-westlicher. Da die abschattende Begrenzung zudem rund und nicht eine Gerade ist, beeinträchtigt sie die Beugungsbilder und damit das Auflösungsvermögen nicht allzu stark. Abb. 3 erklärt die Zusammenhänge.

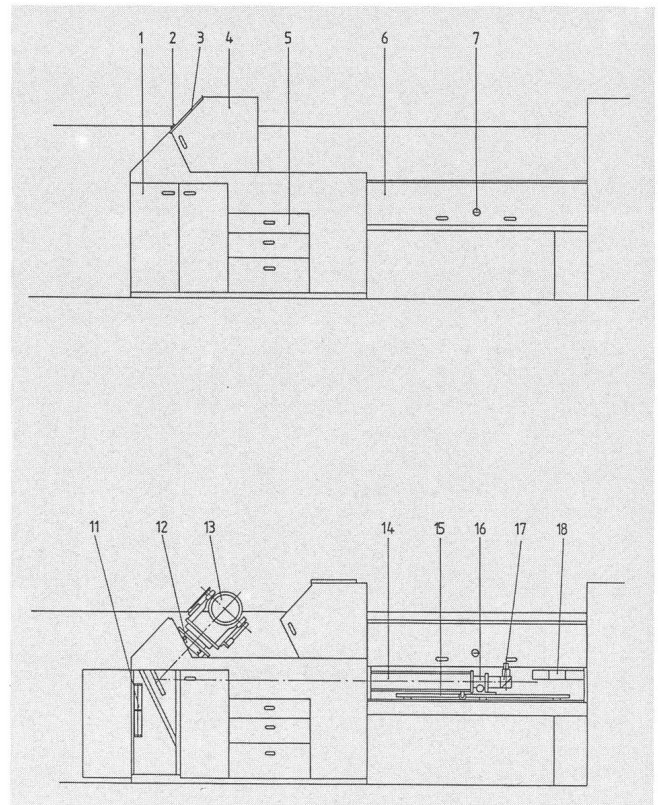


Abb. 1: Ansicht des Sonnenteleskopes, oben geschlossen, unten geöffnet.

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1 Türen                      | 11 Fächer für Objektivfilter   |
| 2 Schloss                    | 12 Einschub für Objektivfilter |
| 3 Deckel                     | 13 Heliostat                   |
| 4 Schieber                   | 14 Lichtschacht                |
| 5 Schubladenblock            | 15 Optische Bank               |
| 6 Deckel über optischer Bank | 16 Fokussiereinheit            |
| 7 Schloss                    | 17 Zenitprisma                 |
|                              | 18 Elektronische Steuerung     |

Der Ablenkspiegel weist ebenfalls einen Durchmesser von 255 mm auf, obwohl hier ein kleinerer vollauf genügen würde. Der Grund liegt darin, dass bei der konventionellen Herstellung eines Planspiegels drei Spiegel anfallen. Beide Spiegel wurden von unserm Ehrenmitglied und «Schleifvater» EDWIN VON BÜREN als Erstlingswerke selbst hergestellt. Der dritte Planspiegel dient nun im Schleifkeller als Prüfspiegel. Ganz bewusst wurden ausserordentlich kleine Restfehler der Ebenheit angestrebt, um die hervorragenden Eigenschaften des Objektivs bei der Spiegelung an zwei Planflächen nicht zu beeinträchtigen. Bei der Benutzung des Zenitprismas sind es sogar drei Spiegelungen! Der Ebenheitsfehler aller Spiegel dürfte 1/50 Wellenlänge nicht überschreiten. Für so genaue Spiegel müsste man wohl einen recht hohen Betrag bezahlen! Das Material des Heliostatspiegels ist Zerodur, des Ablenkspiegels Duran.

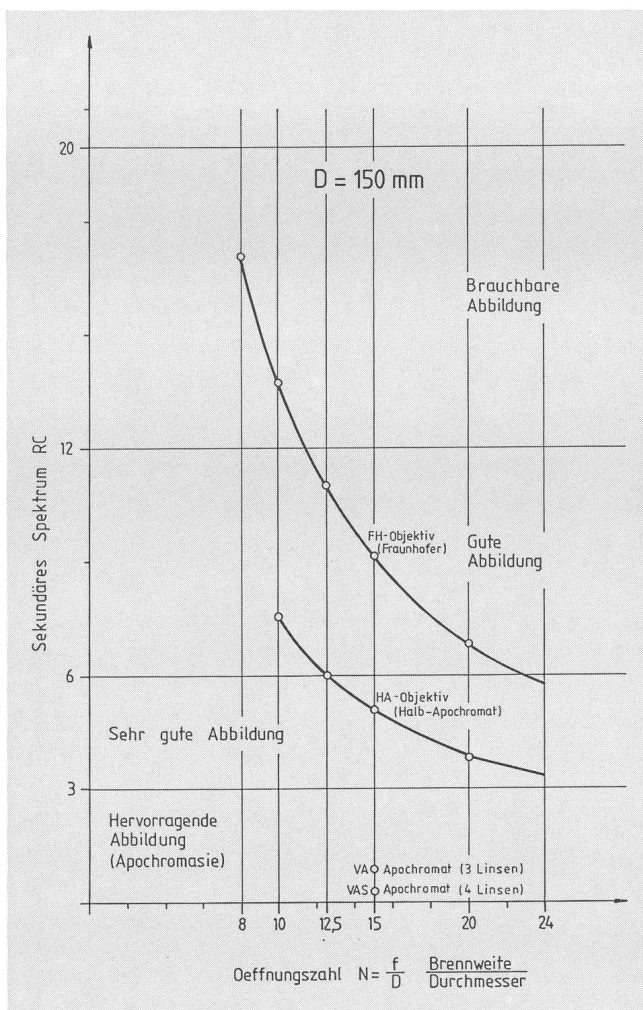


Abb. 2: Sekundäres Spektrum verschiedener Objektive mit 150 mm Durchmesser.

RC = Restchromasie = sekundäres Spektrum für eine Austrittspupille von 1 mm Durchmesser, somit für eine Vergrößerung von 150. o = einzelne Werte, die aus dem Katalog von Lichtenknecker stammen. Die Verbindungslinien der Werte sind vom Autor gezogen und nach  $N = 24$  extrapoliert.

Über die Herstellung und Prüfung dieser Planspiegel wird EDWIN VON BÜREN in einer der nächsten ORION-Ausgaben berichten.

Zur visuellen Beobachtung der Sonne im Integrallicht setzen wir ein Objektivsonnenfilter mit 150 mm Durchmesser ein, das das eintretende Licht um den Faktor 1000 abschwächt, zusammen mit einem Okularfilter, das das Restlicht um fünf Größenklassen oder den Faktor 100 schwächt. Beide Filter wurden von der gleichen Firma<sup>2)</sup> bezogen. Die zweistufige Lichtdämpfung hat den Vorteil, dass bei der Fotografie der Sonne ohne Okularfilter genügend Licht zur Verfügung steht, um kürzeste Belichtungszeiten verwenden zu können. Zur Projektion der Sonne dient ein Okular des Typs Mittenzwey von 70 mm Brennweite. Dieser Typ eignet sich gut für so kleine Öffnungsverhältnisse und weist keine verkiteten Linsen auf, die durch starke Hitzeeinwirkung zerstört werden könnten. Das auf einen einschwenkbaren Schirm projizierte Sonnenbild misst rund 93 cm.

#### 4. Die Baugruppen des Sonnenteleskopes

Neben der optischen Ausrüstung ist der *Heliostat* das Kernstück des Sonnenteleskopes, da die ganze Einstell- und Nachführgenauigkeit allein von ihm abhängt. Den Heliostaten haben wir zusammen mit dem Objektiv als eine einzige Baugruppe ausgebildet, was das Ausrichten des gesamten Teleskopes wesentlich vereinfacht hat. Die in Kapitel 2 geschilderten engen Platzverhältnisse führten zu einer gedrungenen und massiven Bauart, die dadurch aber auch mechanisch sehr steif und schwingungsarm geworden ist. Siehe Abb. 4.

Eine rechteckige Grundplatte 1 trägt nach unten zwei prismatische Distanzstücke 2, an denen mittels einer weiteren Platte 5 das Objektiv 4 justierbar befestigt ist. An den Distanzstücken befinden sich die beiden Schienen 3 zum Einschleiben von Objektivfiltern. Die Grundplatte trägt den Drehtisch, bestehend aus dem zweigeteilten festen Teil 6, dem Schneckenrad 10 und der daran festgeschraubten Zwischenplatte 11. Um sowohl radiale wie axiale Kräfte sowie Kippmomente einfach und platzsparend aufzunehmen, haben wir ein selbst hergestelltes Drahtkugellager 8 eingesetzt. In den Ecken der entsprechenden Nuten sind vier Ringe aus gehärtetem Stahldraht eingelegt und die dadurch entstehende Laufbahn mit 69 Stahlkugeln von 10 mm Durchmesser, Klasse III mit einer grössten Durchmesserabweichung von 0,002 mm, aufgefüllt worden. Wir haben dieses Prinzip bereits vor über 20 Jahren bei unsern nach einem Schleifkurs hergestellten 20 Montierungen in gemischter Holz/Metall-Bauweise in beiden Achsen mit Erfolg angewandt. Nachdem der Heliostat bereits im Bau war, erfuhren wir, dass auch die NASA im Space-Shuttle beim Drehtisch für das Absetzen von Satelliten ein Drahtkugellager verwendet hat!

Schwierigkeiten bereitete uns die Herstellung der Drahtringe. Diese dürfen nicht zu einem geschlossenen Ring verarbeitet werden, sondern müssen eine kleine Stossfuge erhalten, um Längenausdehnungen des Stahldrahtes ausgleichen zu können. Nach verschiedenen Fehlschlägen, den 3 mm dicken Stahldraht selber in die gewünschte Form zu bringen, lieferte uns ein Hersteller von Spiralfedern<sup>3)</sup> Ringe in der richtigen Qualität.

Das Schneckenrad aus Schleuderbronze wurde auf den vorbereiteten Grundkörper warm aufgeschrumpft und nachher als Ganzes bearbeitet, damit die Nut des Drahtkugellagers und die Verzahnung genau konzentrisch zueinander laufen. Die Verzahnung (288 Zähne mit Modul 1) wurde von einer spezialisierten Firma gemacht<sup>4)</sup>, ebenso die dazugehörige

rige Schnecke 7. Als Antrieb dient ein Schrittmotor mit 200 Schritten pro Umdrehung sowie ein nachgeschaltetes Reduziergetriebe 45/2. Dies ergibt 1 296 000 Schritte pro Umdrehung des Heliostaten. So wird ein Auflösungsvermögen des Antriebssystems von einer Bogensekunde erreicht, was dem theoretischen Auflösungsvermögen der Optik entspricht. Der Schneckenradkörper 10 trägt auch die Skala für den Stundenwinkel 9. Da diese nur zur groben Ablesung dient, braucht sie nicht besonders genau zu sein. Wir haben sie am Reissbrett auf transparentes Zeichnungspapier aufgezeichnet und anschliessend auf selbstklebende fotosensitive Plastikfolie<sup>5)</sup> mit ultraviolettem Licht aufkopiert: Grund schwarz, Striche und Zahlen weiss; ein Teilstrich = 5 Minuten entsprechend  $1^{\circ}15'$ . Da die verfügbare Belichtungsanlage zu klein war, mussten wir die ganze Skala in drei Teile aufteilen. Mit dem Index 12 aus Acrylglas, der innen einen weissen Strich aufweist, kann die Skala bequem abgelesen werden.

Die Zwischenplatte 11 trägt die beiden Arme 13 aus Vierkantstahlrohr 100x50x4 mm mit den Lagerböcken für die Deklinationsschse, die in den beiden Kugellagern 18 gelagert ist.

Bei einem Heliostaten ist es von entscheidender Bedeutung, dass die reflektierende Fläche möglichst genau in der Drehachse liegt. Das hat zur Folge, dass sowohl der Spiegel wie auch seine Fassung ausserhalb der Drehachse liegen und eine Unwucht erzeugen. Diese muss mit Gegengewichten ausbalanciert werden. Um die Massen möglichst niedrig zu halten, wurde die Spiegelzelle 19 aus Aluminium hergestellt. Sie besteht aus Ring 26 (Flachaluminium gerollt, verschweisst und sauber gedreht), der Bodenplatte 27 und den Verstärkungsrippen 28 aus Aluminium-Vierkantrohr. Alle Teile wurden eloxiert und nachher mit Araldit zusammengeklebt. Dies bedingt sauberes Arbeiten und striktes Befolgen der Gebrauchsanleitung des Klebstoff-Herstellers. Die Klebeflächen mussten vorgängig aufgeraut werden. Anschliessend haben wir, aus rein psychologischen Gründen, noch einige Schrauben angebracht.

Die Achsstummel 24 sind an den Platten 23 aufgeschweisst und zusammen mit der Spiegelzelle als ganzes Stück bearbeitet worden. An den Platten 23 sind die Gegengewichte 22 angeschraubt. Diese ragen wohl in das Profil des Spiegels 25 hinein, was aber nicht stört, da diese Teile des Spiegels nicht wirksam sind. Der Spiegel selber wird nach vorne durch drei Plättchen 21 gehalten, die gleichzeitig die Lage des Spiegels definieren. Da der Spiegel im Betrieb nur wenig aus der Senkrechten geneigt wird, genügen hinten drei Auflagepunkte, gebildet durch drei Schrauben 20, die so angestellt sind, dass sie den Spiegel kaum berühren. Der ringförmige Raum zwischen Spiegel und Wand 26 der Zelle wurde mit Streifen des Kunststoffes Milar ausgefüllt.

Einer der Achsstummel trägt die ebenfalls auf fotosensitivem Material hergestellte Deklinationsskala 15. Dabei musste beachtet werden, dass wegen des Reflexionsgesetzes der wirkliche Winkel an der Skala nur die Hälfte des angezeigten ist, denn für eine Deklinationsänderung von z.B.  $2^{\circ}$  muss der Spiegel nur um  $1^{\circ}$  geschwenkt werden.

Der andere Achsstummel trägt das Schneckenrad 17, das durch die Schnecke 16 angetrieben wird. Rad, Schnecke und Lagerbock wurden fertig gekauft<sup>6)</sup>, das Rad hat wiederum 288 Zähne, aber ein Modul von 0,75. Die Schnecke ist ebenfalls durch einen Schrittmotor mit 200 Schritten pro Umdrehung angetrieben, aus dem vorhin erklärten Grund aber über ein Reduziergetriebe 45/1. Somit wird auch hier ein Auflösungsvermögen von einer Bogensekunde erreicht und es herrschen, von der elektronischen Steuerung her gesehen, für bei-

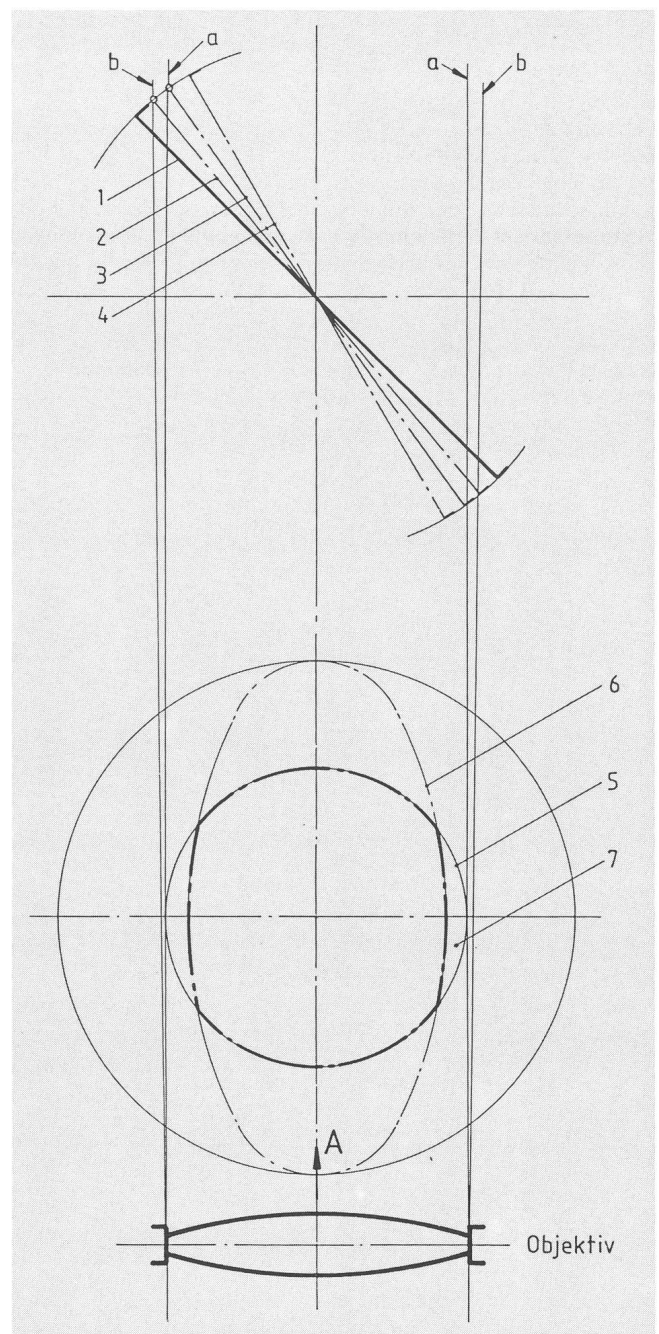


Abb. 3: Maßstäbliche Skizze des Strahlenganges beim Heliostatspiegel und beim Objektiv.

Zur Verdeutlichung der Verhältnisse ist ein Bildfeld von  $2^{\circ}$  Durchmesser gezeichnet.

Seitenansicht: a = Strahlengang bei Bildfeld  $0^{\circ}$ ; b = Strahlengang bei Bildfeld  $2^{\circ}$ ; 1 = Spiegel bei  $\delta = 0^{\circ}$  = Äquator (Spiegel unter  $45^{\circ}$  zur Polachse); 2 = Spiegelstellung 2: Bildfeld  $2^{\circ}$  ist nicht abgeschattet; 3 = Spiegelstellung 3: Bildfeld  $0^{\circ}$  ist nicht abgeschattet; 4 = Spiegelstellung bei  $\delta = +30^{\circ}$ .

Ansicht von A aus: 5 = Wirksames, vom Objektiv durchgelassenes Strahlenbündel bei Bildfeld  $0^{\circ}$ ; 6 = Spiegel in Stellung 4 von A aus gesehen; 7 = Abgeschattete Zone.

de Achsen gleiche Verhältnisse. Um Gewicht einzusparen, haben wir das Schneckenrad zu einem Segment verkleinert, so dass das Gegengewicht 14 zum Ausgleich der Masse des Antriebsmechanismus klein gehalten werden konnte.

Der Heliostat wird vom *Ständer 2* getragen (siehe Abb. 5), der aus Vierkant-Stahlrohren 50x50x4 mm zusammengeschnitten ist. Er ruht auf vier Stahlplatten 1, die mit Araldit auf den Betonboden der Sternwarte geklebt sind. Im rucksackartigen Teil des Ständers befindet sich der Ablenkspiegel 4, der auf einer justierbaren Stahlplatte 3 liegt. Da sich dieser Spiegel im Betrieb nicht bewegt, entfällt hier eine eigentliche Spiegelzelle. Drei Klötze 5 bestimmen seine Lage, und drei vorstehende Plättchen verhindern, dass er bei unvorsichtigem Anstossen herausfällt. Die Stahlkonstruktion musste so ausgeführt werden, dass der Ständer rund 15° um den Punkt A gedreht werden konnte, ohne den horizontalen Verlauf des Lichtbündels zu beeinträchtigen. Drei starke, weit auseinander stehende Stehbolzen 6 mit Normalgewinde M16 erlauben ein feinfühliges Ausrichten des Heliostaten in der Polachse.

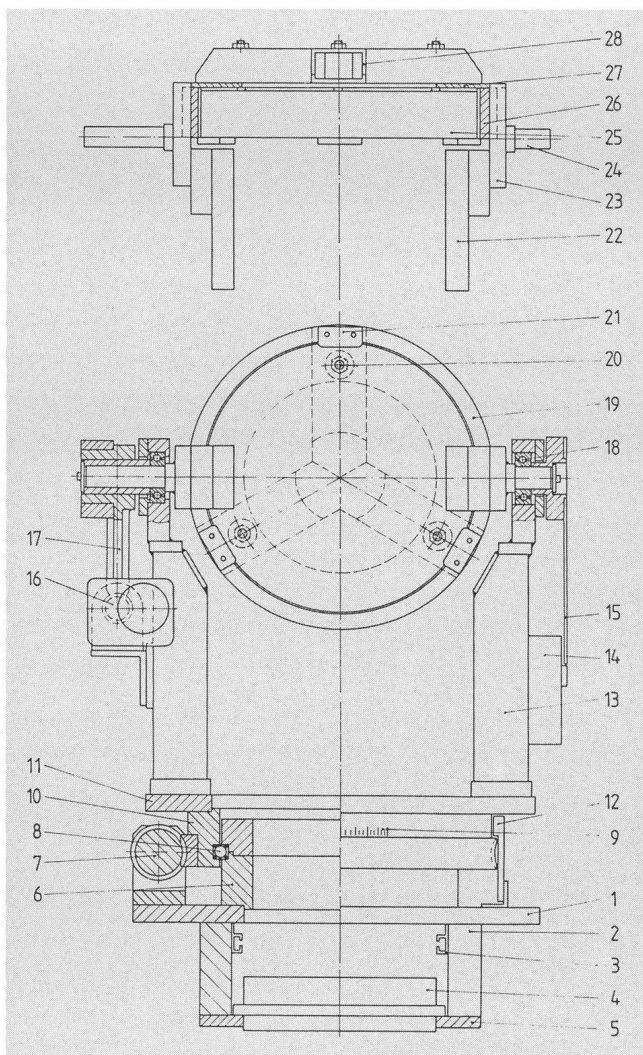


Abb. 4: Heliostat. Unten Ansicht, zum Teil geschnitten, oben Spiegelzelle um 90° gekippt, ebenfalls teilweise geschnitten. Zeichenerklärung im Text.

Der Träger der *optischen Bank* besteht aus einem 2,1 m langen I-Profil HEA 120. Seine beiden starren Füße sind aus U-Profilen zusammengeschweisst, die mit grossen Spickeln aus dicken Stahlplatten versteift sind. Die ganze Konstruktion ist auf Stahlplatten geschraubt, die auf dem Betonboden der Sternwarte aufgeklebt sind.

Auf dem Träger ist eine 1,5 m lange, fertig gekaufte optische Bank aus schwarz eloxiertem Sonder-Aluminiumprofil mittels dreier Schienenstützen angebracht<sup>7)</sup>. Darauf können beliebige Zubehörteile aus einem Baukastensystem befestigt werden. Zum Fokussieren wählten wir die Fokussiereinheit FOK aus dem System 64 von Lichtenknecker, die auf einen Reiter aufgebaut wurde. Diese Fokussiereinheit ist besonders robust und weist einen genügend grossen Durchlass aus, beträgt doch der Durchmesser des Sonnenbildes im Primärfokus rund 32 mm.

*Steuerung.* Unser Sonnenteleskop dient auch zum Beobachten des Mondes und der Planeten. Es ist recht schwierig, lichtschwächere Objekte zu suchen und einzustellen, da auf einem Heliostaten kein Sucherfernrohr aufgebaut werden kann. Man ist also ausschliesslich auf Teilkreise angewiesen. Teilkreise von genügender Genauigkeit sind aber eine teure Angelegenheit, das Hantieren im Dunkeln mit vielen wartenden Gästen im Hintergrund verwirrend. Deshalb haben wir das moderne Mittel der digitalen Anzeige der Koordinaten auf elektronischem Weg gewählt, in Verbindung mit dem Einsatz von Schrittmotoren als einfachste Methode für den Antrieb. Sowohl Deklinations- wie auch Stundenachse weisen getrennte Steuerungen auf, die in kleinen Kästchen eingebaut sind. Diese enthalten die Digitalanzeige, Druckknöpfe zur Bedienung, Leuchtdioden zur Status-Anzeige und die Mikroprozessorstuerung. Das ganze Programm ist in einem einzigen EPROM enthalten (erasable programmable read only memory), einem Speicher, der, einmal geladen, nur noch gelesen, aber mit besonderer Einrichtung wieder gelöscht werden kann. Als Funktionen sind in der Stundenachse enthalten: Eichen der Anzeige, Fahren in die Parkstellung (der Schieber der Verschaltung kann nur geschlossen werden, wenn der Heliostat in einer bestimmten Stellung ist), Fahren auf digital vorgewählte Position, Fahren manuell mittels Druckknöpfen, Fahren im Eil- oder Schleichgang, Nachführen in drei Geschwindigkeiten für Sonne, Mond und Sterne. Die Anzeige erfolgt mit vier Ziffern in Stunden und Minuten; sie ist umschaltbar auf Minuten und Sekunden. Die Bewegung ist begrenzt von 16<sup>h</sup> im NO über 24<sup>h</sup> = 0<sup>h</sup> im S bis 8<sup>h</sup> im NW, was für die Beobachtung der Körper des Sonnensystems genügt. Ausserhalb dieses Bereiches kann nicht gearbeitet werden, da die elektrische Zuführung zum Antrieb der Deklinationsachse mit Kabel und nicht mit Schleifringen erfolgt.

Für die Deklinationsachse entfallen die dort nicht gebrauchten Funktionen; die Anzeige erfolgt in Grad und Bogenminuten, umschaltbar auf Bogenminuten und Bogensekunden. Auch hier ist der Verstellbereich wegen des Schneckenrad-Sektors elektrisch begrenzt auf - 45° über 0° auf + 45°.

Eine ausführliche Beschreibung wird HANS GYSIN, der Konstrukteur dieser Steuerung, in einer der nächsten Nummern des ORION geben.

Für später haben wir den Einbau einer Funkuhr vorgesehen, was dann erlaubt, die bürgerliche Zeit automatisch in Sternzeit umzurechnen, so dass anstelle des Stundenwinkels direkt die Rektension eingegeben werden kann.

*Die Verschaltung.* Das Instrument besteht aus mehreren Teilen, die nicht ungeschützt dastehen dürfen. Zu leicht

könnten die empfindlichen Teile wie die Aluminiumschichten der Spiegel beschädigt werden. Das ganze Instrument wurde deshalb eingeschalt. Siehe Abb. 1.

Die Verschalung besteht aus mit Kunststoff beschichteten Spanplatten. Sie ruht auf dem Fussboden, der nicht auf dem Betonboden der Sternwarte aufliegt, und ist an der seitlichen Ziegelsteinwand befestigt. Wir haben darauf geachtet, dass die Verschalung nirgends das Instrument berührt. Somit ist es möglich, sich an die Verschalung anzulehnen, sogar – natürlich mit Mass – dagegen zu klopfen, ohne dass am Okularen das beobachtete Objekt zu zittern beginnt. Die Verschalung schützt gleichzeitig die ganze Konstruktion vor Tau, der sich in unserer Sternwarte bei feuchter Luft unangenehm bemerkbar macht. Den leeren Raum unter dem horizontalen

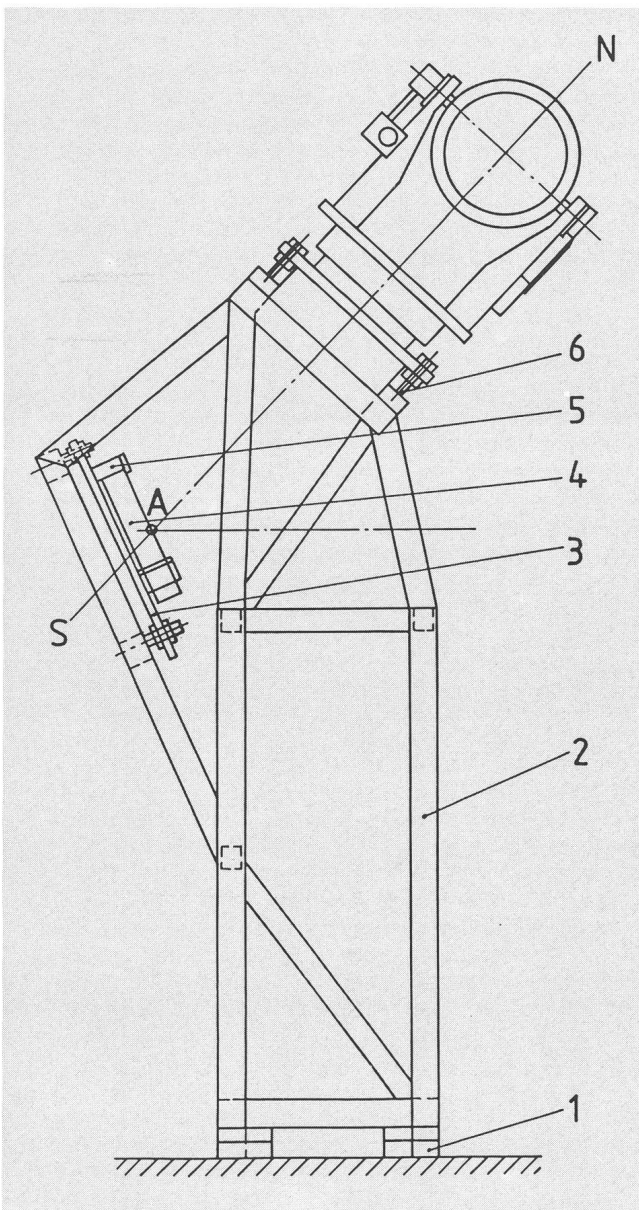


Abb. 5: Ständer mit Heliostat und Ablenkspiegel. Zeichenerklärung im Text.

Ast des Lichtweges haben wir durch einen Schubladenblock ausgenutzt, der wertvollen Platz für zusätzliche Hilfsmittel und Geräte schafft. Schieber 4, Türen 1 und Schubladenblock 5 werden mit einem Zentralverschluss verriegelt.

Auch die optische Bank 15 ist eingeschalt und kann mit einem Deckel ähnlich einem Klavierdeckel geöffnet werden. Auch hier berührt die Verschalung nirgends die optische Bank und seinen Träger. Ein verschiebbarer Lichtschacht 14 verhindert Streulicht vor der Fokussiereinheit 16. Die eingebauten Kästchen der Steuerung 18 können während des Beobachtens mit der rechten Hand bequem bedient werden.

Die Verschalung wirkt auch ästhetisch schön und ist ein gelungenes Werk unseres Mitgliedes EDGAR STEINER.

### 5. Erfahrungen mit dem Sonnenteleskop

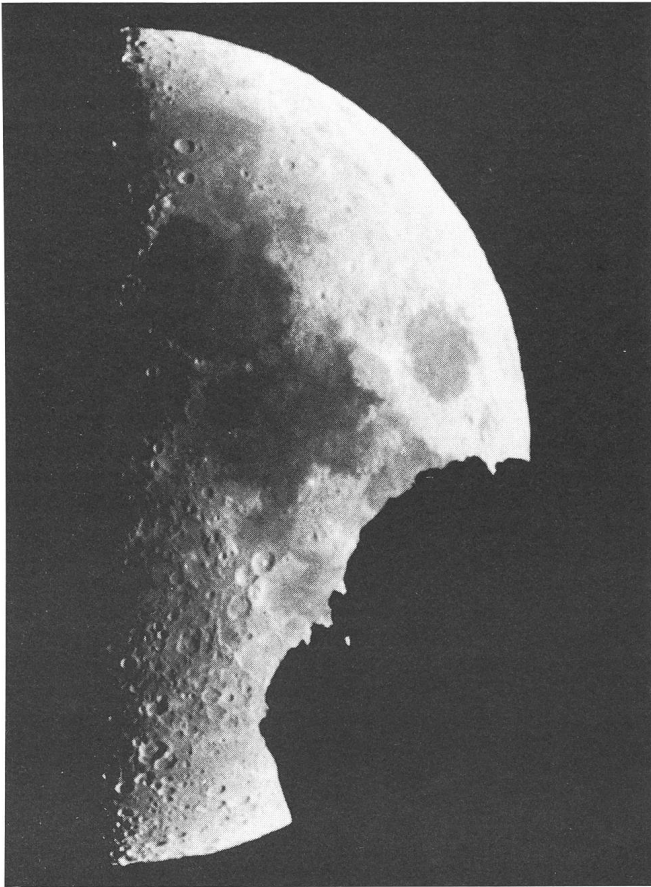
Ein ganz grosser Vorteil dieses Teleskopes ist die Bequemlichkeit, mit der beobachtet werden kann: Man sitzt auf einem Stuhl vor der optischen Bank und schaut ins Okular, wie im Labor vor dem Mikroskop. Die Bedienung ist einfach: Zu beobachtendes Objekt wählen, Stundenwinkel ausrechnen, Stunden- und Deklinationswinkel in die Steuerung eintippen, Startbefehl geben und warten, bis das Objekt im Okular erscheint.

Die Sonne am Okular zu betrachten ist ein Erlebnis, auch wenn es nur im integralen Licht geschieht. Aber auch die Betrachtung der Sonne auf dem Projektionsschirm ist sehr beeindruckend, besonders bei verdunkeltem Beobachtungsraum. Ein gutes H-Alpha-Filter wird uns später gewiss eine grosse Bereicherung unserer Beobachtungsmöglichkeiten bringen.

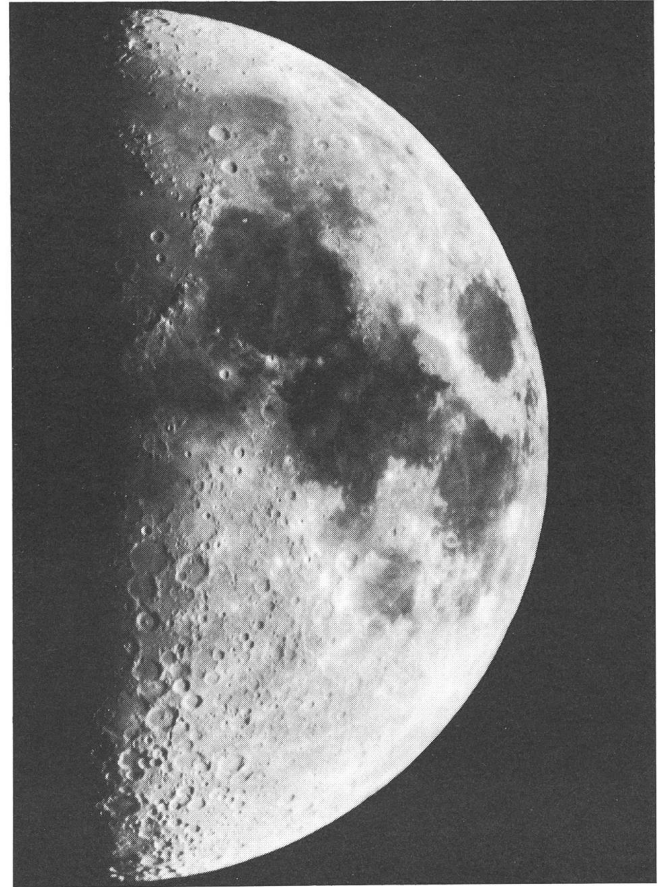
Der Mond hat uns schon anlässlich des «ersten Lichtes» am 21. Juli 1983 beeindruckt, als wir zum ersten Mal durch das Teleskop schauen konnten. Lässt man bei starker Vergrößerung den Mond am Okular vorbeigleiten, hat man den Eindruck, in einem Raumschiff zu sitzen und über den Mond zu fliegen! Von den Planeten konnten wir letzten Herbst nur Jupiter betrachten, der allerdings ungünstig tief über dem Horizont stand. Aber auch so sahen wir viele Details auf seiner Oberfläche. Hingegen war kurz vor Jahresende die Pol-



Grosse Sonnenflecken am 29. Januar 1984 um 11.45 Uhr. Leichter Wolkenschleier, Luftturbulenzen. Objektiv- und Okularfilter. Aufnahme im Primärfokus. Film Panatomic X Prof. 16 DIN. Belichtung 1/250 Sekunde.



*Monduntergang hinter dem Pilatusgipfel. Der weisse Punkt am linken Rand der Silhouette des Berges ist Wirklichkeit: Es ist nämlich ein Stück des Mondes! Auch Luzern hat also ein «Martinsloch»! Aufnahme vom 13. Oktober 1983 um 21.00 Uhr im Primärfokus, bei grosser Luftunruhe. Film Tri X Pan, Belichtung 1/8 Sekunde. Alle Fotos sind von EDWIN VON BÜREN aufgenommen.*



*Mond im ersten Viertel, 11. Januar 1984 um 19.00 Uhr, bei klarer Luft und geringer Luftunruhe. Primärfokus. Film Ilford Pan F, Belichtung 1/4 Sekunde.*

kappe des Mars klar zu erkennen, obwohl dessen Durchmesser damals nur 5,8 Bogensekunden betrug. Saturn mit seinem weit geöffneten Ringsystem ist ein wunderbarer Anblick.

Besonders erfreut waren wir aber, als wir feststellen konnten, dass auch weiter entfernte Objekte mit diesem Teleskop durchaus mit Vorteil zu beobachten sind. So verblüffte uns vor allem der klare Anblick des Hantelnebels M 27 im Sternbild des Fuchschens an einem klaren Herbstabend zwischen den gestochenen scharfen Sternchen. Es scheint also, dass uns dieses neue Teleskop in Zukunft noch vieles zeigen wird.

Zur Dokumentation seien anschliessend noch einige Fotos abgebildet. Sie zeigen allerdings noch nicht das Auflösungsvermögen, das im Sonnenteleskop steckt, denn sie sind nur als erste fotografische Gehversuche zu betrachten.

*Adresse des Autors:*

Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern.

*Literaturverzeichnis:*

1) A. TARNUTZER, ORION 37 (1980) Nr. 178, Seiten 78–82.

*Lieferantennachweis:*

- 2) Lichtenknecker Optics A.G., Grote Breemstraat 21, B-3500 Has-selt (Belgien).
- 3) Schmid AG, Federnfabrik, Bergstrasse 12, 8618 Oetwil a. See.
- 4) Zahnradfabrik Sauter, Bachmann AG, 8754 Netstal.
- 5) 3M Company
- 6) Eckhard Alt, Brunckstrasse 40, D-6703 Limburgerhof (Deutsch-land).
- 7) Polyscience AG, Bleichstrasse 8, 6300 Zug.

## Bibliographie

*Sternkalender Ostern 1984/1985*, 56. Jahrgang, Philosophisch-Anthroposophischer Verlag Goetheanum Dornach 1983, 96 Seiten mit vielen Tabellen und Abbildungen. SFr. 17.40. ISBN 3-7235-0354-3.

Der von der Mathematisch-Astronomischen Sektion des Goetheanums Dornach herausgegebene Sternkalender reicht von Frühjahr zu Frühjahr und beginnt mit den ersten, für den Beobachter wichtigen Daten genau am Palmsonntag. Die Tabellen der Monatsübersichten geben Auf- und Untergangszeiten für Sonne und Mond sowie Notizen zu Konstellationen her. Sternkärtchen mit Erläuterungen der sehenswerten Himmelserscheinungen folgen. Aufgelockert wird das Astronomische durch poetische Begleitungen des vor hundert Jahren geborenen Schweizer Dichters ALBERT STEFFEN.

KARL STÄDELI