

Das Fernrohr : wichtigstes Beobachtungsinstrument des Astronomen

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **9 (1957)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

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.

nis kann er nicht nachholen, die Erscheinungen können nicht provoziert werden, wie im irdischen Laboratorium. Dabei ist der Astronom ganz auf ein einziges Uebertragungsmittel angewiesen, nämlich das Licht, das ihm die Himmelskörper, in der Regel sehr spärlich dosiert, zukommen lassen. Aus den kümmerlichen Lichteindrücken, die auf dem langen Weg vom Stern durch das dünn besiedelte Weltall bis auf den Grund der irdischen Atmosphäre viele Veränderungen erfahren können, müssen Schlüsse gezogen werden auf Standort und physikalischen Zustand, auf Alter und chemische Zusammensetzung der Lichtquelle. Auf dem Gebiet der Beobachtungstechnik sind die Astronomen so zu wahren Virtuosen geworden. Von ihren Methoden haben viele andere Wissenszweige, weit ab von der Himmelskunde, profitiert.

Der direkte, unmittelbare Nutzen der Astronomie und Astrophysik für unser tägliches Leben oder für materiellen Gewinn ist bescheiden. Er beschränkt sich heute im wesentlichen auf den Zeitdienst, d.h. die Bestimmung der genauen Zeit und die Kontrolle der Uhren sowie die Ortsbestimmung und Navigation, auch im modernen Ozeanflug. Indirekt bildet aber die astronomische Forschung Ausgangspunkt, ja Grundlage, vieler neuer Erkenntnisse besonders in der Physik. Auch ohne direkte Nutzenanwendung erfüllt die Himmelsforschung die große Aufgabe, mitzuhelfen, die Naturgesetze besser kennen zu lernen, aus ihnen Nutzen zu ziehen und auch Stellung und Bedeutung des Menschen im Kosmos abzuklären.

3. Das Fernrohr — wichtigstes Beobachtungsinstrument des Astronomen

Wie wir im vorigen Abschnitt erwähnten, kommt uns von den Sternen nur sehr wenig Licht zu. Dem Astronomen bleibt nichts anderes übrig, als mit dem spärlichen Licht sehr haushälterisch umzugehen, vor allem aber, möglichst viel von ihm einzufangen. Die Kleinheit der Lichtmenge, mit der wir auskommen müssen, möge folgendes Beispiel veranschaulichen: Der hellste Stern am Himmel, Sirius, erscheint uns gerade so hell wie eine Kerze in 350 Metern Entfernung, dieselbe Kerze müßte in 11 Kilometer Entfernung gerückt werden, um denselben Eindruck zu geben, den ein gerade noch von bloßem Auge sichtbarer Stern erweckt. Mit den modernen Beobachtungsmethoden und dem Einsatz größter Instrumente werden aber noch Sterne untersucht, deren Licht nicht heller erscheint, als eine Kerze in 20 000 Kilometern Entfernung, d.h., die 5 Millionen mal schwächer leuchten, als die letzten von bloßem Auge sichtbaren Sterne. Man ersieht aus diesen wenigen Zahlen sofort, welche Eigenschaften ein Instrument zur Untersuchung so schwacher Himmelskörper haben muß: es soll dafür sorgen, daß dem beobachtenden Auge so viel von dem spärlichen Licht zugeführt wird, daß die Netzhaut darauf anspricht. In

vollkommener Dunkelheit hat die Eintrittsöffnung unseres Auges, die Pupille, einen Durchmesser von ca. 8 Millimetern. Das Licht kann also durch eine Oeffnung eintreten, die knapp $\frac{1}{2}$ cm² Fläche hat. Wenn es nun z.B. gelingt, alles Licht, das auf eine 10-mal größere Fläche fällt, zu sammeln und durch die Pupillenöffnung ins Auge hineinzubringen, hätten wir den Eindruck, eine 10-mal hellere Lichtquelle zu sehen. Eine solche sammelnde Wirkung haben bekanntlich Sammellinsen und Hohlspiegel. Denken wir uns in Fig. 1 weit links einen Stern, von dem die Lichtstrahlen die Linse *L* treffen. Diese knickt die Strahlen, welche sich schließlich in einem Punkt *F* treffen; man sagt, an dieser Stelle entstehe ein Bild des Sterns. Das Licht setzt aber seinen Weg über diesen Punkt hinaus fort und trifft eine zweite Linse *O*, welche die Strahlen so bricht, daß sie wieder parallel gerichtet sind. Man erkennt, daß sämtliches

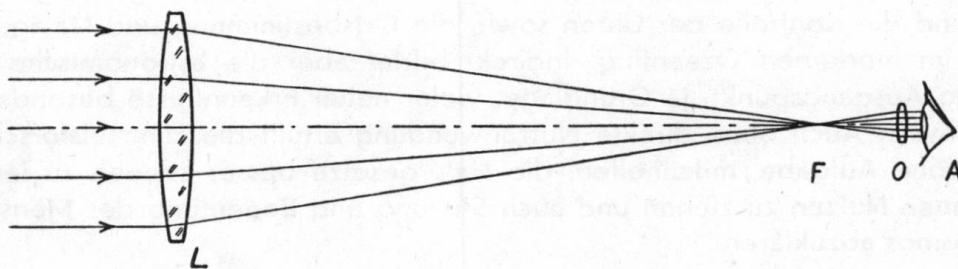


Fig. 1 Astronomisches Linsenfernrohr.

Licht, das durch die erste Linse eingetreten ist (bis auf Verluste, von denen noch zu sprechen ist), wieder durch die zweite Linse austritt und ins Auge *A* des Beobachters gelangt. Die Wirkung eines Fernrohrs ist also für die Lichtstrahlen vergleichbar derjenigen eines Trichters für Flüssigkeiten.

Der Leser wird vielleicht jetzt darauf hinweisen, daß wir noch nicht von der Vergrößerung durch das Teleskop gesprochen haben. Den Astronomen ist sie aber für die meisten Beobachtungsprobleme nicht das Wichtigste. Er verlangt vielmehr, daß ihm sein Instrument möglichst feine und schwache Himmelsobjekte zeige. Mit einer starken Vergrößerung kann er in der Regel wenig anfangen, und zwar aus folgenden Gründen: Unsere Observatorien mit all ihren Fernrohren sitzen auf dem Grund des irdischen Luftozeans, in dem dauernd die verschiedensten Strömungen herrschen, da die am Erdboden erwärmte Luft aufsteigt und die kalte absinkt. Diese sog. Luftunruhe kann sehr wohl von jedermann beobachtet werden, sei es in Form des Flimmerns der Luft über Dächern und Straßen, oder im Flackern der Sterne, der Szintillation. Wenn der Astronom für die Beobachtung der Himmelskörper eine gewisse Vergrößerung anwendet, wird im gleichen Maße auch die Luftunruhe mitvergrößert. In unseren Gebieten kann die Vergrößerung von 300- bis 400-fach

nur in außerordentlich wenigen besonders klaren und ruhigen Nächten mit Erfolg angewendet werden. Aber auch die kleinen Restfehler in der Strahlenvereinigung im Fernrohr werden mitvergrößert, sodaß über einer gewissen Vergrößerung das Bild nicht mehr scharf erscheint. Diese nutzbare Grenzvergrößerung ist bei unserem Teleskop 400- bis 500-fach. Wir werden bei der Besprechung einzelner Himmelskörper auf die üblicherweise zu ihrer Beobachtung angewendete Vergrößerung hinweisen.

Wie bereits erwähnt, kann die erste Strahlenvereinigung anstatt durch eine Linse, das sog. Objektiv, ebensogut durch einen Hohlspiegel erfolgen. Wie

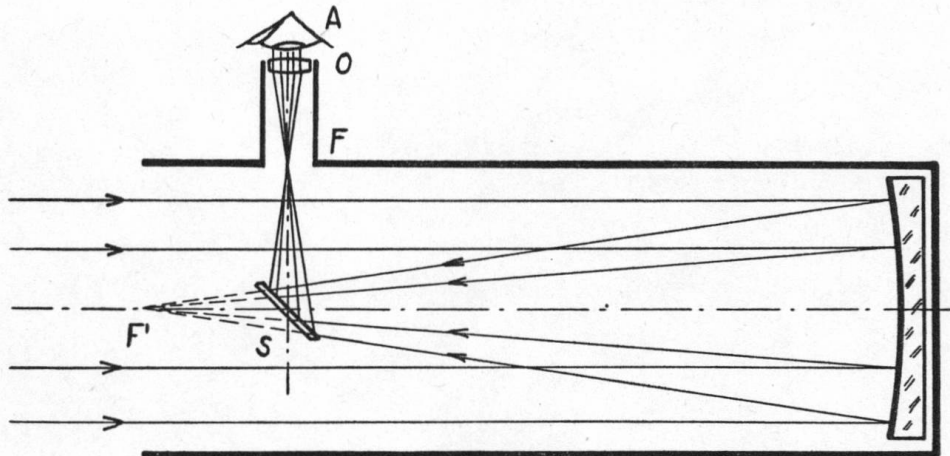


Fig. 2 Spiegelteleskop nach Newton.

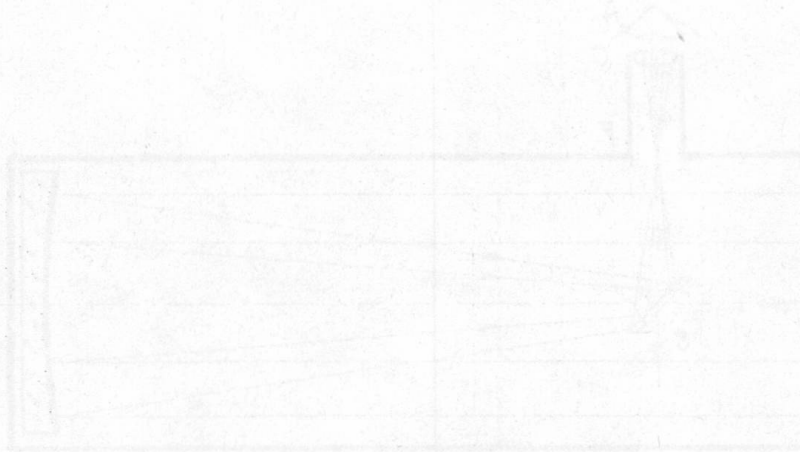
Nicht gezeichnet ist die Befestigungsvorrichtung für den Fangspiegel S.

aus Fig. 2 ersichtlich ist, werden die ankommenden Strahlen wieder in die Einfallrichtung zurückgeworfen. Ihr Vereinigungspunkt F' liegt mitten im einfallenden Strahlenbündel. Für seine Beobachtung über die kleine Linse O , das sog. Okular, wird der ganze Strahlenkegel vom kleinen ebenen Spiegel S gegen die Rohrwand hinausgelenkt, der neue, wirkliche Vereinigungspunkt liegt jetzt bei F , und der Kopf des Beobachters stört nun den Strahlengang nicht mehr. Der Spiegel S verringert die Lichtmenge, die in das Teleskop eintritt, nur ganz wenig.

Ohne das Okular O kann jedes astronomische Fernrohr als Photokamera aufgefaßt werden. An der Strahlenvereinigungs-Stelle F müßte die photographische Platte oder der Film angebracht werden, denn hier entsteht ein Bild des eingestellten Gegenstandes, ob es nun ein Stern, ein Planet, die Sonne oder ein irdisches Objekt ist. Da die Brennweite (der Abstand zwischen Objektiv und F) der verwendeten Instrumente meistens über einem Meter liegt,

Tafel I

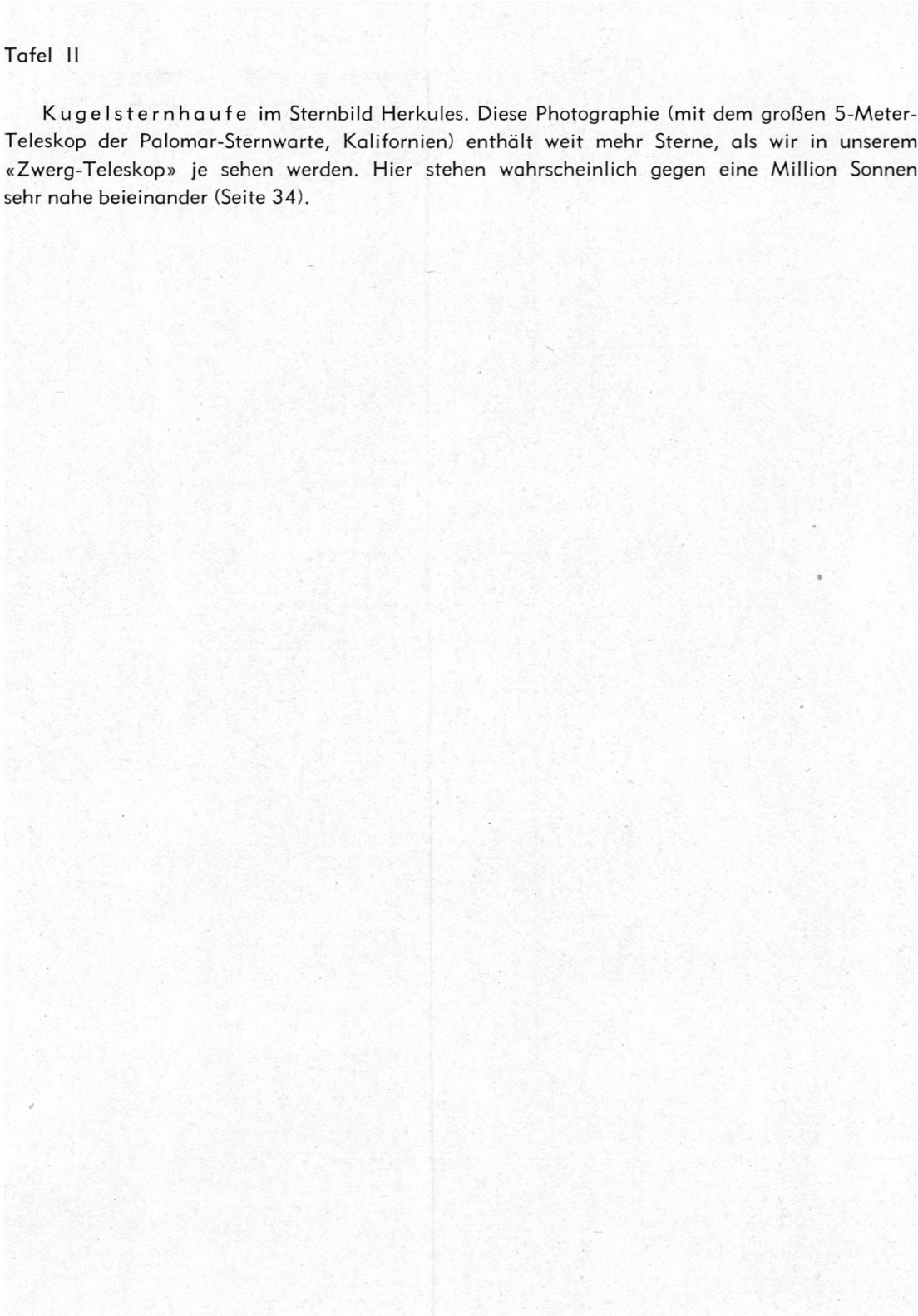
Pleiaden, das Siebengestirn, aufgenommen mit einer modernen Astro-Kamera. Von bloßem Auge sind nur ein halbes Dutzend der hellsten Sterne erkennbar. Diese Wiedergabe entspricht ungefähr dem Anblick im Spiegelteleskop, wo auch die verschiedenen Sternfarben zum Ausdruck kommen, die in der Reproduktion ganz fehlen. Die hellen Sterne sind ausnahmslos sehr heiße Sonnen, welche die in ihrer Umgebung verteilte interstellare Materie zum Leuchten bringen (Bildmitte links). Die in Wirklichkeit dimensionslosen Lichtpünktchen erzeugen durch Streuung in der photographischen Schicht große Lichthöfe; die «flächenhaften» Bilder der Sterne sind also nur scheinbar (Seite 34).





Tafel II

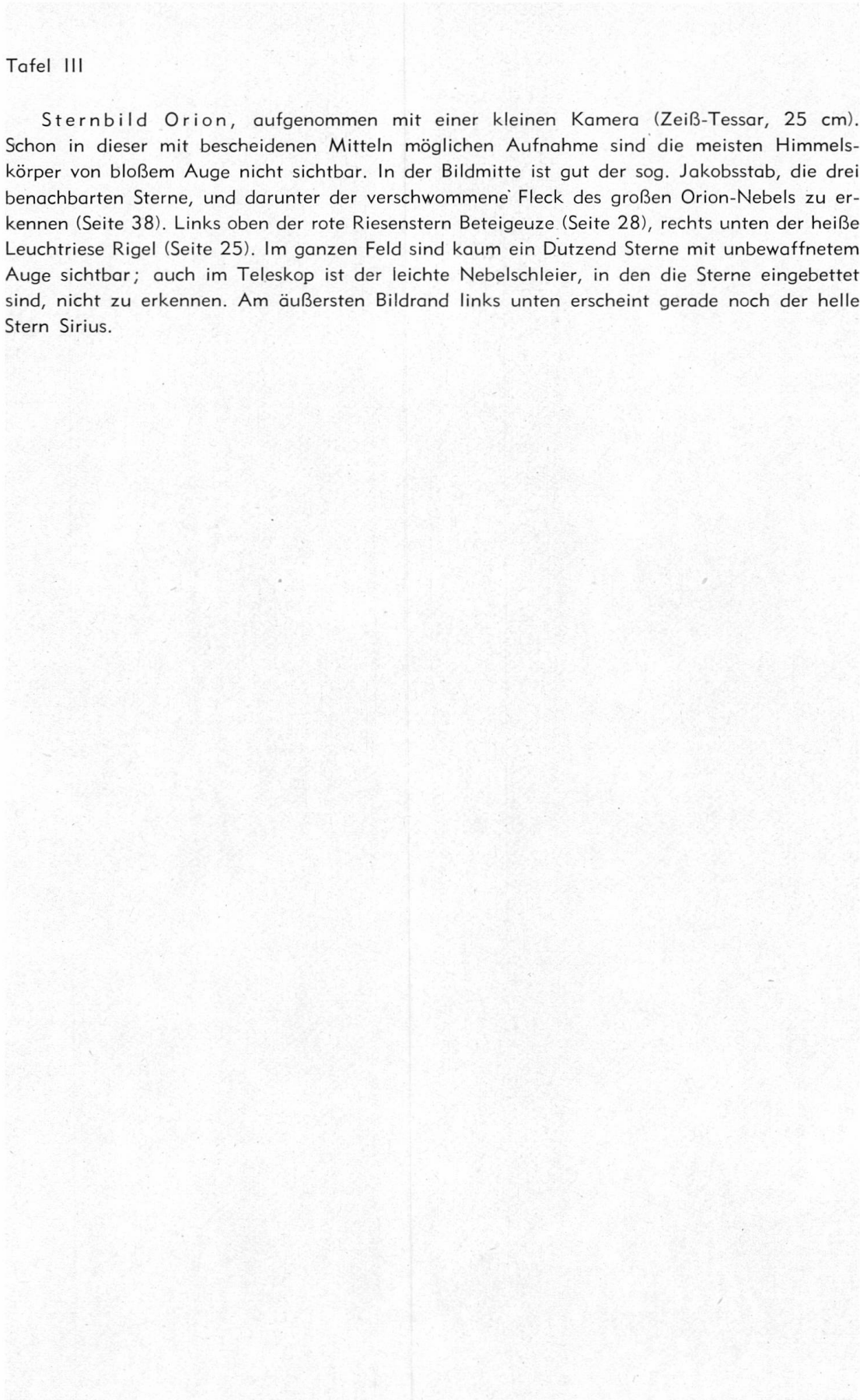
Kugelsternhaufe im Sternbild Herkules. Diese Photographie (mit dem großen 5-Meter-Teleskop der Palomar-Sternwarte, Kalifornien) enthält weit mehr Sterne, als wir in unserem «Zwerg-Teleskop» je sehen werden. Hier stehen wahrscheinlich gegen eine Million Sonnen sehr nahe beieinander (Seite 34).





Tafel III

Sternbild Orion, aufgenommen mit einer kleinen Kamera (Zeiß-Tessar, 25 cm). Schon in dieser mit bescheidenen Mitteln möglichen Aufnahme sind die meisten Himmelskörper von bloßem Auge nicht sichtbar. In der Bildmitte ist gut der sog. Jakobsstab, die drei benachbarten Sterne, und darunter der verschwommene Fleck des großen Orion-Nebels zu erkennen (Seite 38). Links oben der rote Riesenstern Beteigeuze (Seite 28), rechts unten der heiße Leuchtriese Rigel (Seite 25). Im ganzen Feld sind kaum ein Dutzend Sterne mit unbewaffnetem Auge sichtbar; auch im Teleskop ist der leichte Nebelschleier, in den die Sterne eingebettet sind, nicht zu erkennen. Am äußersten Bildrand links unten erscheint gerade noch der helle Stern Sirius.

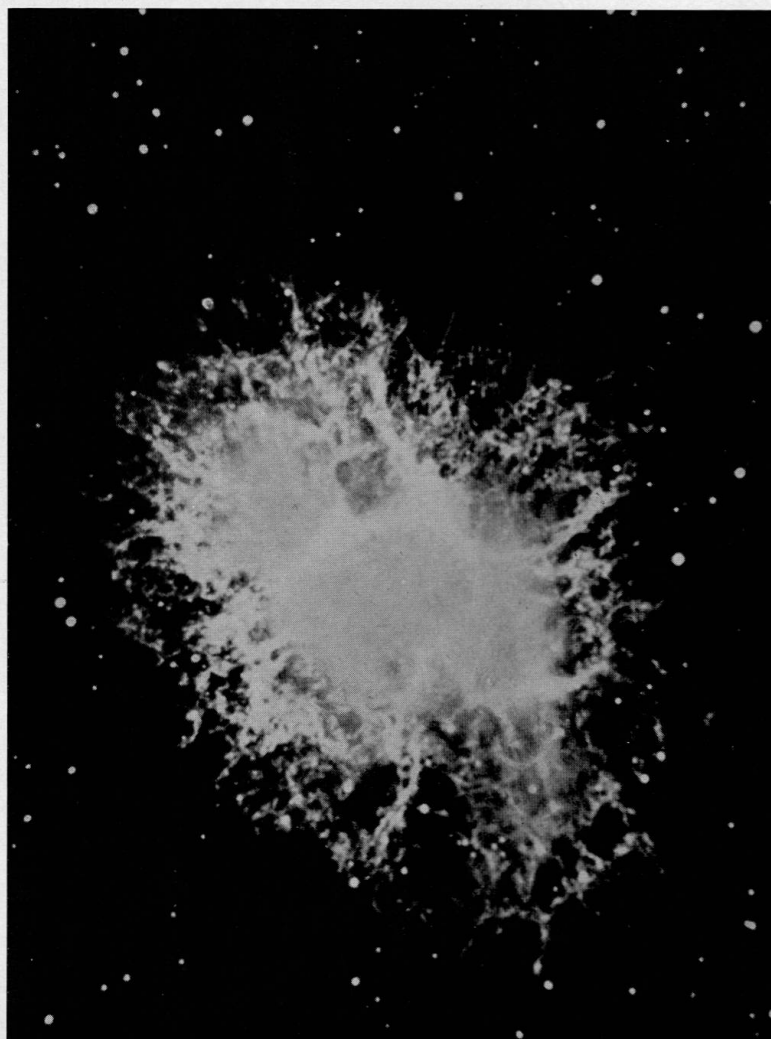
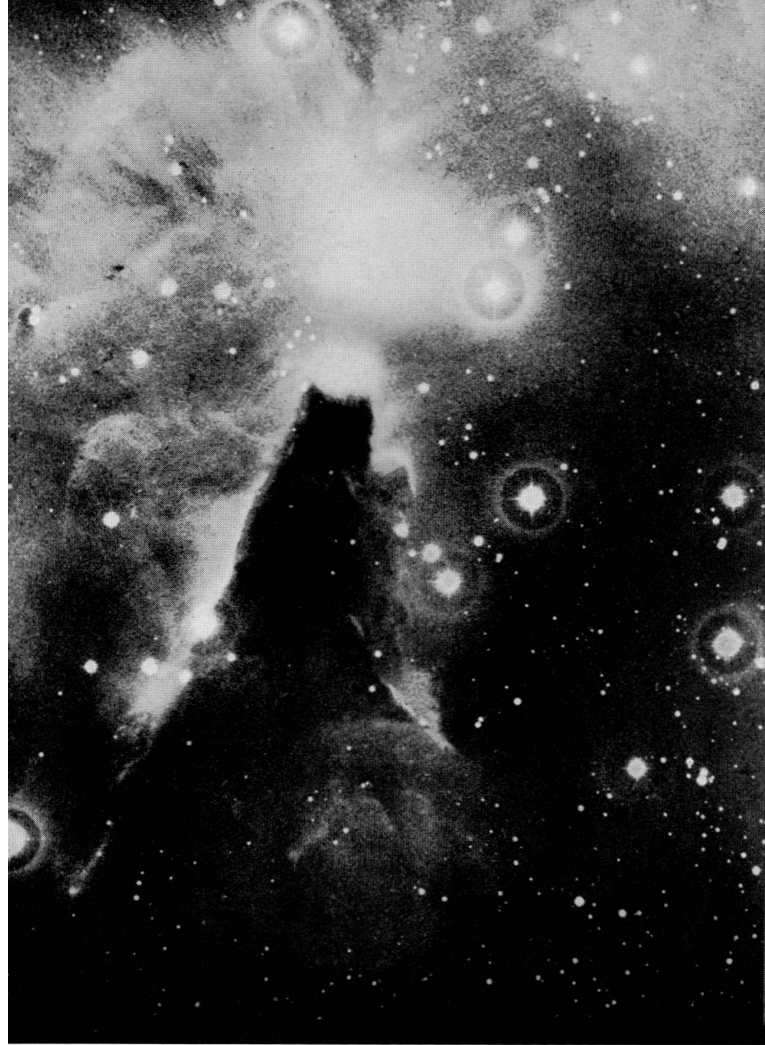




Tafel IV

Zwei Blicke in das Chaos dunkler und heller interstellarer Wolken: «Kegel-Nebel» (Sternbild Einhorn) und «Trifid-Nebel» (Sternbild Schütze). Das erste Objekt konnte erst in den letzten Jahren photographisch mit den neuen Teleskopen in Kalifornien entdeckt werden; das Bild erhält durch die vorgelagerte, nur an ihrer Spitze beleuchtete Dunkelwolke eine besondere plastische Wirkung. Der Trifid-Nebel ist schon lange bekannt (Seite 38).

Nebelflecken, die wahrscheinlich auf Sternexplosionen (Supernovae) zurückgehen: Ring-Nebel (Sternbild Wassermann) und Krebs-Nebel (Stier). Beide Wiedergaben, welche den Anblick am Teleskop weit übertreffen, weisen auf die Strömungen hin, denen die Gas-massen heute noch unterworfen sind (Seite 38 f.).



stellen sie ausgesprochene Telekameras dar, d.h., die Bilder auf der Platte sind ziemlich groß. Ein Vergleich mag das zeigen: die Sonne mit einer Box-Kamera aufgenommen, erscheint auf dem Film (richtige Belichtung vorausgesetzt!) als Flecklein von kaum 1 mm Durchmesser; mit unserem Spiegelteleskop (180 cm Brennweite) entsteht ein Sonnenbild von 1½ cm Durchmesser. Je länger das Fernrohr, umso größer das Bild bei F . Das Okular O wirkt für das dahinterliegende Auge wie eine Lupe, mit welcher das Brennpunktsbild betrachtet wird. Je stärker die Lupe ist, umso größer erscheint dem Auge der anvisierte Gegenstand. Auf diese Weise ist es möglich, mit ein und demselben Fernrohr verschieden stark zu vergrößern: das Okular braucht nur gegen ein anderes ausgetauscht zu werden. Zu jedem Instrument gehört in der Regel ein ganzer Satz von Okularen, um den verschiedenen Wünschen des Beobachters entsprechen zu können.

Wir müssen uns aber immer wieder vor Augen halten, daß die Anwendung starker Vergrößerungen verschiedene Nachteile (freilich neben Vorteilen!) mit sich bringt. Mit kleiner Vergrößerung, z.B. 50-fach, kann im Gesichtsfeld noch bequem der ganze Mond auf einmal gesehen werden. Die Anwendung einer stärkeren Vergrößerung engt das Gesichtsfeld ein, sodaß nur noch kleine Teile der Mondoberfläche gesehen werden können — dafür aber größer. Leider nimmt aber mit zunehmender Vergrößerung auch die Bildhelligkeit ab. Die Vergrößerung am Fernrohr muß dem beobachtenden Objekt angepaßt werden, und zwar so, daß das Bild noch scharf und hell genug erscheint, das Objekt nicht beim kleinsten Wackeln des Fernrohres aus dem Gesichtsfeld verschwindet, und daß es in seinem Zusammenhang überblickt werden kann. Alle diese Forderungen gleichzeitig erfüllen, kann man zum Leidwesen des Sternfreundes — und zur Enttäuschung des Sternwartenbesuchers — nur mit einer kleinen, vielleicht noch mittleren, Vergrößerung. Gerade die Anwesenheit vieler Personen bei Vorführungen bringt unter Umständen auch ein stark gebautes Teleskop zum Erzittern und die Luft über der Fernrohröffnung zum Wallen. Der Leser und zukünftige Besucher unserer Beobachtungsstation erwarte also nicht, Marskanäle oder gar Marsbewohner zu entdecken, wenn gleichzeitig noch Dutzende anderer Aspiranten in der Beobachtungshütte stehen — die Umstände werden kaum gestatten, mehr als 200-fach zu vergrößern.

Warum haben die Erbauer der Schaffhauser Sternwarte gerade ein Spiegelteleskop als Instrument gewählt?

Fig. 1 zeigt, daß beim Linsenfernrohr die Objektivlinse vom Licht durchquert wird. Sie muß also aus optisch einwandfreiem Glas bestehen. Zudem ist ein Fernrohrobjektiv immer aus mindestens zwei Einzellinsen zusammengesetzt, damit die Lichtstrahlen aller Farben exakt im Brennpunkt F zur Vereinigung gebracht werden können. Jede dieser Einzellinsen hat aber zwei Flächen, die sehr genau bearbeitet werden müssen. Mit wachsendem Durchmesser der Objektivlinsen werden notgedrungen auch ihre Dicken größer,

damit muß aber das Licht im Glas einen sehr großen Weg zurücklegen und wird so geschwächt und gefärbt. Der Lichtgewinn durch die große Objektivfläche wird von einem gewissen Durchmesser an durch die Glasverluste aufgehoben. Das größte, noch im letzten Jahrhundert gebaute, Linsenfernrohr hat eine Objektivlinse von einem Meter Durchmesser, was die obere Grenze darstellt.

Beim Spiegelfernrohr (Fig. 2) wird hingegen nur die vordere Fläche des Teleskopspiegels verwendet. Es ist also vollkommen gleichgültig, wie das Material des Spiegels beschaffen ist. Aus Gründen der Bearbeitung, der erreichbaren Genauigkeit und wegen seiner geringen Temperaturempfindlichkeit verwendet man auch für die Spiegel Glas, dessen optische Qualitäten jedoch unwesentlich sind. Die wirksame Vorderfläche eines solchen Teleskopspiegels muß aber viel genauer gearbeitet werden als jede Fläche einer entsprechenden Linse. Die Abweichungen der tatsächlichen Fläche von der Sollfläche sollen nicht mehr als $\frac{1}{10\,000}$ mm betragen. So unglaublich dies klingen mag, diese Genauigkeit ist verhältnismäßig leicht zu erreichen, und so sind im Laufe der letzten 60 Jahre Spiegelteleskope von $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 und — 1949 — 5 Metern Spiegeldurchmesser (nicht Fernrohrlänge!) entstanden.

Die Herstellung eines erstklassigen Hohlspiegels ist sogar so leicht, daß sich Tausende von Sternfreunde ihr Teleskop selbst gebaut haben, Fernrohre bis zu 50 und mehr Zentimetern Durchmesser. Gerade das verhältnismäßig leichte Schleifen und Polieren eines Teleskopspiegels hat dieser Fernrohrart eine ungeheure Verbreitung verschafft und die Astronomie in weiteste Kreise getragen. Der Spiegel für das Instrument unserer Station ist in der Astronomischen Arbeitsgruppe der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen entstanden. Aber lassen wir unserem «Schleifvater» das Wort zu :

4. Kleine Spiegelgeschichte

Als vor ungefähr 10 Jahren zum ersten Male der Gedanke einer Schaffhauser Beobachtungsstation auftauchte, waren die Spiegel-Schleifkurse der Astronomischen Arbeitsgruppe der «Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen» bereits in vollem Gang. Was lag da näher, als den Spiegel der kommenden Station in einem neuen Kurs zu schleifen, als Demonstrationsstück für die Teilnehmer? Die erste Ueberlegung galt der Größe des Spiegels. Je größer das Glasstück, desto schwächere Himmelsobjekte sind dem Beschauer erreichbar. Aber auf der anderen Seite standen die Bedenken: je größer der Spiegel, desto umfangreicher und vor allem desto teurer werden Montierung und Behausung. Hier wachsen die Kosten im Quadrat mit der Größe. Man entschloß sich für einen Spiegel von 26 cm Durchmesser, der — auf Grund der bisher errungenen Schleiferfahrungen — mit Aussicht auf guten Erfolg bewältigt werden konnte. (Zum Vergleich: die Linsen der großen Fernrohre der Eid-