

Zusammenstellung einiger Erfahrungen in der Astrofotografie

Autor(en): **Lienhard, J.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): - **(1945)**

Heft 9

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-897062>

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.

corbeaux) ou passages lointains d'oiseaux migrateurs en vols caractéristiques (oies sauvages, grues, etc.). — Graines végétales ou insectes chassés par le vent.

3° *Extra terrestres*: météorites rapides ($\frac{1}{2}$ sec. à quelques secondes de durée). Nous avons une fois noté une météorite qui prit 8 sec. pour traverser le disque solaire et qui, allongée en forme d'haltère, était animée d'une rotation régulière sur elle même. — Enfin, la fameuse observation d'un passage planétaire du Dr. Lescarbault en mars 1859 (durée: 78 min.) et qui fut renouvelée par Guillaume à l'Observatoire de Lyon le 15 janvier 1929 (durée: 38 min.) permettent d'affirmer encore aujourd'hui qu'on ne peut conclure à l'inexistence d'un petit ou de plusieurs petits astres intramercuriels.

Les observateurs d'aujourd'hui semblent trop enclins à abandonner leur travail aux appareils de mesures et à la photographie. Sont-ils encore assez connaisseurs des possibilités optiques de leurs instruments pour avoir pleine confiance dans leurs observations visuelles? J'aime encore à l'espérer.

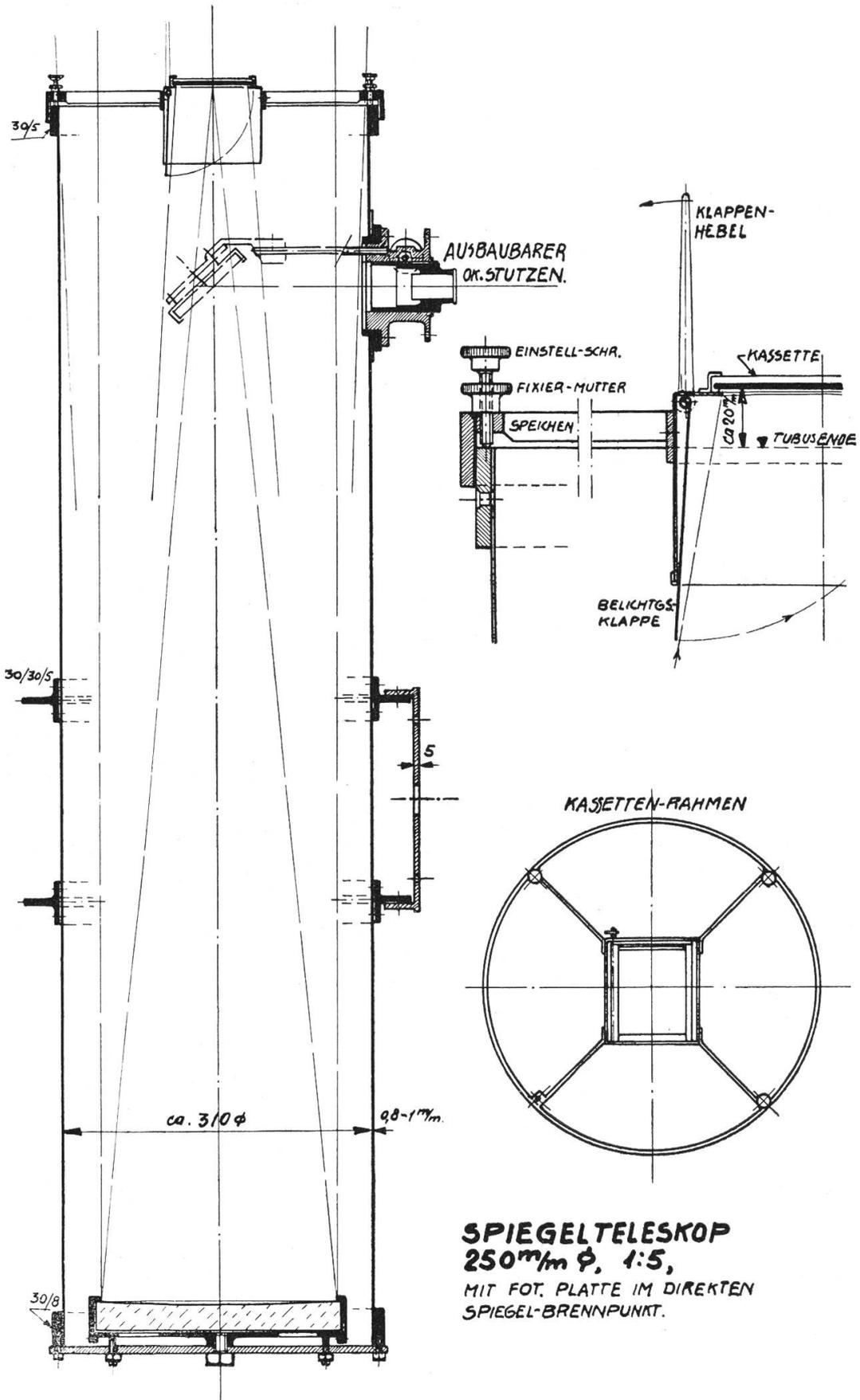
Zusammenstellung einiger Erfahrungen in der Astrofotografie

Von J. LIENHARD.

Fotografische Aufnahmen, wie sie für den Besitzer eines Spiegelteleskopes in Frage kommen, sind in der Hauptsache

1. Aufnahmen mit der Platte im direkten Spiegelbrennpunkt,
2. Aufnahmen höherer Vergrößerung, mit angebaute Kamera am Okularstutzen und unter Verwendung eines Projektionsokulares,
3. Aufnahmen mit einer an das Teleskop angebauten lichtstarken Ansatzkamera für Uebersichtsbilder.

Vielleicht in der Meinung, dass Astro-Aufnahmen nur mit grossen Instrumenten oder nur mit ganz besonders teuren Einrichtungen gemacht werden können, haben bis jetzt viele unserer Amateure von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch gemacht, obwohl sie bereits im Besitze der Hauptapparatur, eben des Spiegelteleskopes, sind. Die nachstehenden Mitteilungen sollen nun weder eine systematische Anleitung zum Astrofotografieren sein, noch sollen sie eine Bauanleitung für einen Astrografen darstellen. Viel mehr sollen sie den sich für diese Technik interessierenden Liebhaber bei der Prüfung der ihm zur Verfügung stehenden Möglichkeiten unterstützen und ihm ein Hinweis sein, worauf es bei der Bereitstellung des Instrumentes für Astrofotografie und bei der Aufnahme selbst ankommt. Hierbei soll hauptsächlich die Technik der Aufnahme mit der Platte im direkten Spiegelbrennpunkt berücksichtigt werden.



A. Einzelteile des Instrumentes

Allgemeine Anforderungen, Montage, Antrieb: Geeignet für den in Frage stehenden Zweck sind Spiegelteleskope von etwa 20 cm Oeffnung an, wobei Spiegel mit relativ kurzer Brennweite sich besonders gut für Nebel-Aufnahmen benutzen lassen. Parallaktische Montage, fester Standort, wenigstens des Statives mit dem Antrieb, Ausbalancierung und automatischer Antrieb, sind Grundbedingung für Aufnahmen mit langer Belichtungszeit. Peinlich genaues Ausrichten der Stundenachse, am einfachsten nach der Methode von Scheiner, erleichtert die Arbeit der Nachführung. Zum automatischen Antrieb eignet sich ein starkes Uhrwerk, entweder zur Gangregulierung eines ablaufenden schweren Gewichtes, oder bei genügend kräftiger Feder zum selbständigen Antrieb. Im übrigen ist die Energiequelle für den Antrieb eine Angelegenheit, die jeder Amateur nach seinen besonderen Verhältnissen und nach seinen besonderen Mitteln behandeln wird.

An dieser Stelle sei noch besonders auf die Gefahr hingewiesen, der man sich bei Verwendung von Starkstrom an seinem Instrument aussetzt, sei es zum Betrieb eines kleinen Motors für den Stundenantrieb, sei es für die Feldbeleuchtung im Leitrohr, oder für eine kleine Handlampe. Wie schnell ist doch im Dunkeln, wenn irgend eine „fliegende Installation“ gemacht wurde, ein Anschluss abgerissen, oder wie oft kommt es doch vor, dass dauernd in der feuchten Luft belassene Spulen von elektrischen Apparaturen, die eigentlich für Trockenräume bestimmt waren (z. B. Grammofonmotoren 220 V.), gegen Eisen durchschlagen. Vielleicht geraten dadurch alle Metallteile unseres Instrumentes auf Spannung — und schon ist vielleicht ein schwerer Unfall da. Ein gewissenhafter Amateur wird sich und seine Angehörigen dieser Gefahr niemals aussetzen wollen, darum: entweder am Instrument überhaupt keinen elektrischen Strom verwenden, oder dann nur mit „Kleinspannung“ 6 bis max. 24 Volt hantieren!. Der Sicherheitstransformator hierzu, der im trockenen Wohnhause an eine Licht- oder Kraftsteckdose angesteckt werden kann, kann ein guter Spielzeugtransformator oder sonst ein einwandfreier Transformer von 20 bis 100 VA Leistung sein. Von seinen Niederspannungsklemmen weg können wir gefahrlos installieren und anschliessen, wie und was uns beliebt. Nach diesem kleinen Seitensprung in die Elektrotechnik nun wieder zurück zu unserem Instrument!

Eine sehr wichtige Bedingung für ein erfolgreiches Fotografieren ist eine gute Stabilität des Instrumentes und eine zuverlässige, starre Verbindung aller Instrumententeile untereinander. Beim Arbeiten im Dunkeln kommt es oft vor, dass das Instrument stark angestossen wird. Auch bei sehr starker Erschütterung darf es niemals passieren, dass sich die optischen Teile des Teleskopes in ihrer gegenseitigen Lage zu einander auch nur im geringsten verschieben. Sowohl die gesamte Optik des Hauptrohres und des Leitrohres, sowie die Verbindung der beiden untereinander, muss in dieser Hinsicht genauestens geprüft werden. Um ein Anstossen des

Instrumentes nach Möglichkeit zu vermeiden, können extreme Teile weiss gestrichen werden.

Die Fassung des Hauptspiegels: Bei einem Instrument, das nur für visuelle Beobachtung bestimmt ist, wird man im allgemeinen den Spiegel, um ihn nicht zu verspannen, sehr lose in seiner Fassung halten. Für den Zweck der Astrofotografie muss diese Aufassung dahin revidiert werden, dass der Spiegel wohl nicht verspannt sein darf, dass er aber in allen Lagen des Rohres, und auch bei Erschütterungen, sicher in seiner Lage fixiert ist. Dass Glas und Eisen ungleiche Dehnungsexponenten besitzen und sich zudem infolge ungleicher Massen noch ungleich schnell erwärmen, muss bei der Konstruktion der Spiegelfassung berücksichtigt werden, zumal es sich um grössere Durchmesser handeln sollte. Damit die Spiegelmasse sich bei Temperaturschwankungen möglichst gleichmässig ändert, soll die Fassung „luftig“ sein.

Der Tubus des Hauptrohres: Am besten geeignet für unser Vorhaben ist ein ziemlich schwerer Blechtubus. Sollte die Blechstärke zu gering sein und die Gefahr einer Deformation des Rohrquerschnittes bestehen, muss der Mantel durch L- oder T-Eisenringe verstärkt werden. Die lichte Weite des vorderen Rohrendes soll möglichst gross sein, damit bei schief einfallenden Strahlen kein Licht abgeschnitten wird. Für ein $6\frac{1}{2}/9$ cm Plattenformat soll der Tubus mindestens 5 bis 6 cm grösser im Durchmesser sein als der Spiegel. Ein offener Gittertubus müsste eingeschalt werden, damit kein zufälliges Seitenlicht auf die Platte gelangen kann. Desgleichen würde ein schlechter Innenanstrich des Tubus ebenfalls eine verschleierte Platte liefern.

Der Kassettenhalter: Dieser dient zum Einstellen und Halten der Kassette mit Platte am vorderen Rohrende. Soll das Instrument nicht dauernd für fotografische Aufnahmen verwendet, sondern in Zwischenzeiten wieder für visuelle Beobachtung benutzt werden, muss dieser Rahmen, mit scharfem Passitz, auf das Rohr aufgesetzt und wieder entfernt werden können. Um eine zuverlässige Arbeit bei der Aufnahme zu sichern, sollen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Absolute Starrheit.
2. Eine einmal eingestellte Plattendistanz soll durch das Entfernen und wieder Aufsetzen des Kassettenrahmens nicht verloren gehen.
3. Die Konstruktion soll eine Grobeinstellmöglichkeit für die erste Einstellung vorsehen, die nachher dauernd fixiert werden kann.
4. Für Berücksichtigung von Temperaturänderungen, für Schnittweitenänderung durch event. vorgeschaltete Filter usw., muss eine Feineinstellung der Plattendistanz vorhanden sein. Diese Feineinstellung muss auch eine Korrektur einer event. Schiefstellung der Platte erlauben. Die Kopfflächen der Einstellschrauben sollen mit Marken versehen werden, damit ihre Stellungen notiert werden können.

5. Sollen zur Aufnahme rechteckige Platten verwendet werden, muss, um das Format hoch oder flach gebrauchen zu können, der ganze Kassettenrahmen um 90° gedreht auf das Rohr aufgesetzt werden können.
6. Die Apparatur muss mit einer der Kassette vorgeschalteten „Belichtungsklappe“ versehen sein, deren Stellung während der Aufnahme sofort ersichtlich ist. Da es sich bei diesen Aufnahmen ausnahmslos um solche mit langer Belichtungszeit handelt und zudem nur im Dunkeln gearbeitet wird, ist ein eigentlicher Verschluss gar nicht nötig, die erwähnte Klappe, zum Abdecken der Platte in der offenen Kassette, genügt vollständig. Diese Belichtungsklappe soll folgende Arbeitstechnik ermöglichen:
 - a) Einschieben der verschlossenen Kassette in den Halter,
 - b) Schliessen der Klappe,
 - c) Entfernen des Kassettendeckels,
 - d) Belichten der Platte durch Öffnen der Klappe,
 - e) Für Belichtungsunterbrüche: nur Schliessen der Klappe, ohne Einschieben des Kassettendeckels.
7. Selbstverständlich soll diese Aufsatzapparatur dem Spiegel nicht zu viel Licht rauben, insbesondere sollen auch deren Seitenwände und die Belichtungsklappe keine vom Spiegel auf die Platte gelangenden Strahlen abschneiden.
8. Der Lichtschutz durch das Tubusende und den Plattenkasten muss so vollständig sein, dass schwaches Seitenlicht der Platte nicht schaden kann.
9. Der schwarze Anstrich dieser vorgeschalteten Teile muss absolut matt sein. Insbesondere könnten bei mangelhaftem Anstrich der Kasten-Innenseiten und der Klappen-Innenseite „Seitensterne“ auf die Platte reflektiert werden. Als beste und gut haftende Farbe hat sich für diesen Zweck Schulwandtafellack bewährt. Damit er bestimmt nicht glänzt, wird er am besten durch einen erfahrenen Maler aufgetragen.

Die Kassetten: Wohl eines vom Wichtigsten unseres ganzen Vorhabens ist die richtige Wahl der Kassetten. Schwache, ungenaue oder untereinander ungleiche Kassetten können unseren ganzen Erfolg in Frage stellen. Die durch Probeaufnahmen mühsam gefundene Scharfeinstellung geht durch solche mangelhafte Kassettenmodelle wieder verloren und wir wären bei jeder Aufnahme von einer dauernden Unsicherheit betr. der Plattenschärfe befangen. Wir müssen uns deshalb von einem Fotogeschäft einige Kassettenmuster beschaffen und daraus das für unsere Zwecke am besten geeignete Modell aussuchen und gleich in einigen Exemplaren anschaffen. Die Anforderungen, die wir an dieses zu stellen haben, sind folgende:

1. Die Kassette soll nicht aus zu dünnem Blech sein.
2. Die eingelegte Platte soll durch Federn so fixiert sein, dass sie sich, auch bei Erschütterungen, nicht seitlich verschieben kann.

Ausserdem soll sie durch die Rückenfedern sicher auf ihre Front-Auflage gepresst werden.

3. Die Platte soll, mit dem Tiefenmass kontrolliert, an allen vier Ecken gleich weit von der Auflage zurückliegen. Alle Kassetten untereinander sollen dieses selbe Mass aufweisen. Kleine Unterschiede müssen durch Nacharbeiten der Kassetten-Auflagefläche mit der Feile behoben werden. Es gibt Kassetten-Modelle, bei denen sich dieses in Frage stehende Mass, nach mehrmaligem Einschieben des Deckels, leicht ändert. Bei einem Oeffnungsverhältnis des Spiegels von etwa 1 : 5 soll das Tiefenmass keinen grösseren Unterschied als $\pm 0,05$ mm vom Mittelwert entfernt zeigen.
4. Die Platte soll sich in der Dunkelkammer sehr leicht in die Kasette einlegen lassen. Es darf nicht nötig sein, dass man an der Platte herumdrücken muss, bis sie richtig sitzt. Alle Fingerabdrücke und insbesondere alle Kratzer durch Fingernägel und dergleichen kommen nach dem Entwickeln als geschwärzte Plattenfehler zum Vorschein. Der Kassettenschieber darf beim Bewegen die Platte nie touchieren, da dies ebenfalls Plattenfehler erzeugt.

Zwecks Anfertigung einer Mattscheibe mit genau gleicher Platteneinlage verschaffen wir uns eine überzählige Kasette, der wir den Boden ausschneiden.

Das Plattenformat: Massgebend hiefür sind in erster Linie die optischen Daten des Spiegels und sein Durchmesser. Wenn als zulässiger max. Komafehler etwa 0,2 mm angesehen wird, kann für ein 200 bis 250 mm-Spiegel mit Oeffnungsverhältnis nicht höher als 1 : 6 bis 1 : 5 ein Format von ca. 60 mm \varnothing , also als Platte $6\frac{1}{2}/9$ cm verwendet werden.

Der Okularstutzen des Hauptrohres: Zur Aufnahme im direkten Spiegelbrennpunkt muss der Winkelspiegel oder das Prisma ausgebaut und die Okularstutzen-Oeffnung durch einen Deckel verschlossen werden. Um diese Manipulation ohne grosse Mühe und ohne Verstellen des Fangspiegels vornehmen zu können, wird mit Vorteil der Spiegelhalter mit dem Stutzen-Einsatz zu einer Einheit zusammengebaut. Es kann dann mit Leichtigkeit alles zusammen entfernt — und wieder auf einen Passitz eingesetzt werden.

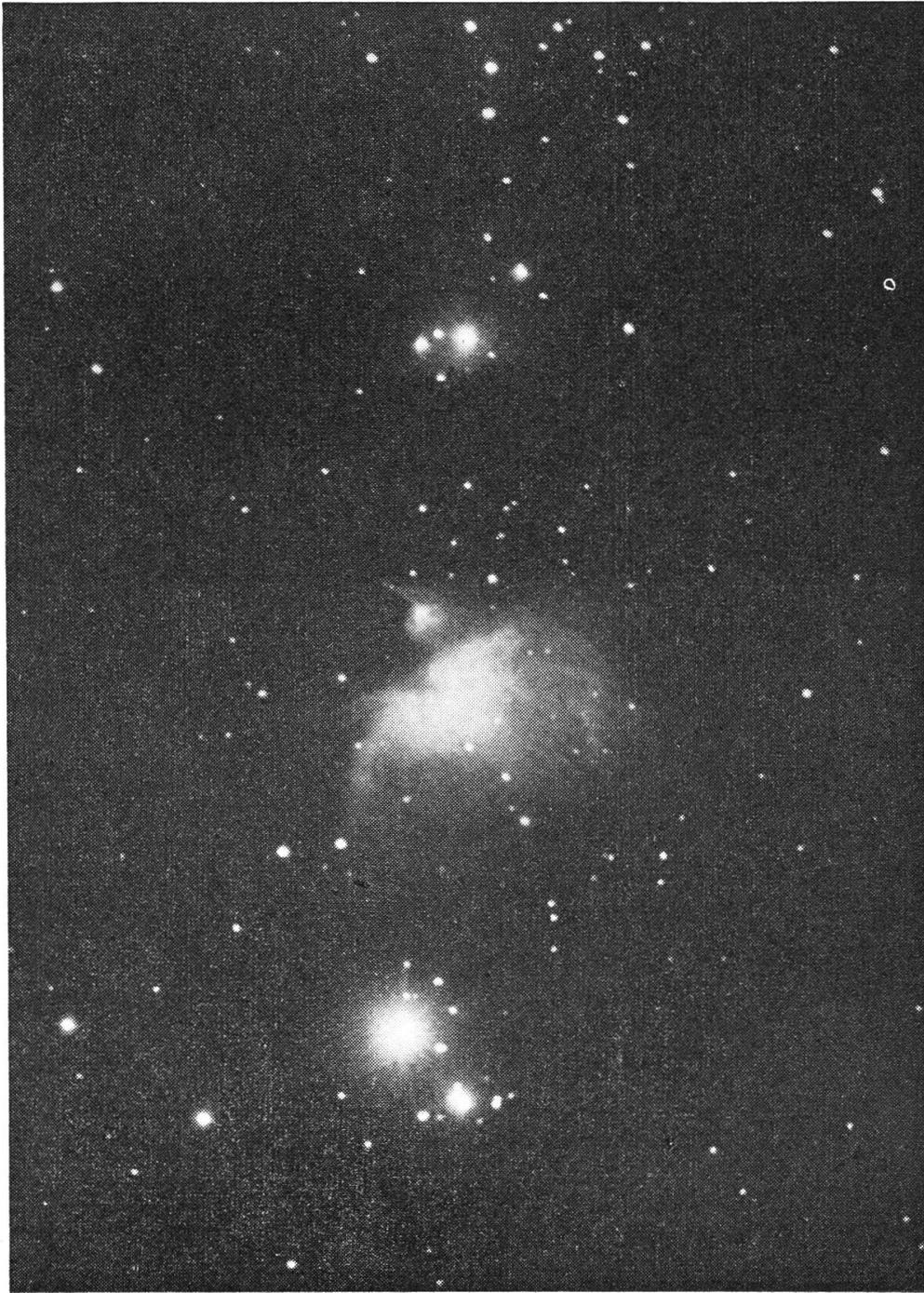
Das Leitrohr: Seinen Zweck setze ich als bekannt voraus. Mit dem Hauptrohr soll es stossicher, absolut stabil verbunden sein. Nur ein mit Fadenkreuz versehener „Sucher“ wird ein gutes Nachführen niemals erlauben. Zwecks hoher Präzision bei der Aufnahme, soll das Leitrohr eine hohe Vergrösserung ermöglichen. Für eine Brennweite des Hauptspiegels, mit dem fotografiert wird, von 1 m bis 1,5 m, eignet sich eine Leitrohrvergrösserung von etwa 100 bis 200. Ausserdem soll auch das Leitrohr möglichst lichtstark sein. Längerdauernde Nachführung mit einem schwachen Leitstern ist ausserordentlich ermüdend. Ablösung beim Nachführen gibt es für den Amateur in der Regel keine, er wird sich diese ein- bis

zweistündige Aufgabe durch möglichste Vervollkommnung seines Instrumentes erleichtern, d. h. durch ein lichtstarkes Leitrohr und durch eine, weiter unten erwähnte, tadellose Korrekturbewegung. Als Leitrohr eignet sich ein kleines Spiegelteleskop von ca. 100 bis 150 mm Oeffnung. Unter 100 mm \varnothing zu gehen, hat, besonders wenn man sich das Rohr noch speziell anfertigen muss, keinen Zweck, da man sonst in der Wahl der zur Verfügung stehenden Leitsterne allzusehr beschränkt ist. Das Leitrohr muss mit einer Feldbeleuchtung ausgerüstet werden. Diese kann für grössere Rohre nur elektrisch sein. Mesothorium-Präparate sind zu schwach. Taschenlampenbatterie-Strom brennt sehr unruhig und muss bei stärker angebrauchter Batterie dauernd nachreguliert werden. Weitaus am besten eignet sich hiefür eine regulierbare 6 oder 8 Volt-Lampe, an einem kleinen sicheren Transformator angeschlossen. Stromverbrauch ca. 0,2 Amp. = 1 bis 2 Watt. Der Regulierkopf des Vorschaltwiderstandes muss sich vom Okular aus in greifbarer Nähe befinden, denn es kommt hin und wieder vor, dass bei Ermüdung des Auges oder bei eintretendem Dunst etwas nachreguliert werden muss.

Betreffend der Fixierung des Leitrohrspiegels gilt dasselbe wie für den Hauptspiegel. Verschiebt sich der Leitspiegel aus irgend einem Grunde während der Aufnahme, ergibt das genau den gleichen Fehler, wie wenn sich der Hauptspiegel um den selben Betrag bewegt hätte.

Der Leitrohr-Okularstutzen: Nicht immer steht im Gesichtsfeld ein genügend heller Leitstern. Das Leitokular soll daher, wenn irgend möglich, über ein Feld von mindestens einem Quadrat-Grad verschiebbar sein. Es kann hierzu mit einem kleinen Kreuzschlitten oder einer kombinierten Dreh- und Schiebebewegung versehen sein. Um tatsächlich dieses Feld überfahren zu können, muss der Okularstutzen genügend weit und der Fangspiegel genügend gross sein. Das Okular braucht nicht mit einem Zahntrieb bewegt werden zu können. Ein gewöhnlicher Schiebesitz genügt, da man in der Regel ja immer das selbe Okular zur Nachführung verwendet. Eine Hauptbedingung ist wieder die, dass nach erfolgter Einstellung alles „niet- und nagelfest“ fixiert werden kann, da man in der Dunkelheit nicht selten mit dem Kopfe an das Okular stösst. Das Fadenkreuz kann als Strichplatte auf die Blende eines Huygens-Okulars aufgekittet werden, wozu die Blende so lange geschoben wird, bis das Fadenkreuz bei der Durchsicht im Instrument tadellos scharf erscheint. Die Striche des Kreuzes sollen nicht zu zart sein. Behelfsmässig kann man sich ein Fadenkreuz durch sehr leichtes Ritzen eines absolut klaren fotografischen Filmstückes selbst herstellen.

Die Feinregulierung, resp. Korrekturbewegungen: Sowohl die Korrekturen in der Stundenbewegung, als auch in der Deklination müssen sehr fein angebracht werden können. Sind irgend wo Klemmungen vorhanden, gehen diese Feinbewegungen sprungweise, was zum Fotografieren unzulässig ist.



GR. ORION-NEBEL (M 42)

Aufnahme mit 210 mm-Spiegel 1 : 6

1 Stunde Belichtungszeit

Masstab: $1^{\circ} = \text{ca. } 72 \text{ mm}$

B. Aufnahmetechnik

Für Aufnahmen im direkten Spiegelbrennpunkt ist die Aufnahmetechnik eigentlich mit keinen besonderen Schwierigkeiten verbunden. Jeder Amateur, der über allgemeine fotografische Kenntnisse verfügt und dessen Instrument entsprechend den bereits gegebenen Erklärungen in Ordnung ist, wird bei sorgfältiger Arbeit gute Aufnahmen zustande bringen. Es gilt eigentlich bloss, diese sicher gegebene Möglichkeit für eine gute Aufnahme durch besondere Fehler nicht wieder aufzuheben. Welches sind nun diese Fehler? Zur Hauptsache sind es:

1. Unschärfe durch Lagefehler der Platte,
2. Nachführfehler,
3. Doppelbilder durch mangelhafte Fixierung irgend eines Teiles,
4. Doppelbelichtung einer Platte.

Zur Unschärfe durch Lagefehler der Platte: Es wird in Büchern empfohlen, entweder mit Hilfe der Foucault-Messerschneidenprobe den genauen Schnittpunkt der Strahlen zu suchen oder sich durch Bestreichen einer Glasplatte mit verdünntem Syndetikon eine Spezial-Mattscheibe anzufertigen. Jeder Amateur hat seine besondere Methode. Meine Methode ist die folgende: Verwendung einer sehr feinen, geätzten Mattscheibe. Mit Hilfe eines grossen Lese- und Leseglasses Einstellen des Mondes auf Mitte und alle vier Ecken der Mattscheibe. Auf die Krater der Lichtgrenze lässt sich sehr viel feiner einstellen, als auf einen Stern, der im Mattscheibekorn immer ein Streulicht erzeugt. Die einmal so gefundene Lage als Ausgangsstellung für zwei oder besser drei Probeaufnahmen benutzen. Hierbei eine Aufnahme in der oben gefundenen Lage und je eine Aufnahme ca. 0,3 oder 0,5 mm vor und hinter der ersten Einstellung. Durch Vermessen der Sternscheibchen ist es dann leicht, die endgültige, genaue Fokuslage zu ermitteln. Speziell bei längeren Rohren oder bei einem Aluminium-Tubus ist es gut, bei möglichst stark geänderter Temperatur, eine weitere solche Probeserie von Aufnahmen zu machen. Alle Stellungen der Einstellschrauben werden genau notiert und man wird dann immer in der Lage sein, auch bei extremen Temperaturen richtig einzustellen. Als Testobjekte eignen sich am besten Sternfelder mit vielen mittelhellen Sternen, die bis zum Plattenrande stehen. Belichtungszeit für Probeaufnahmen ca. 15 Minuten, Nachführung so genau als nur möglich.

Nachführfehler: Krasse Nachführfehler wirken sich besonders schlimm aus, wenn sich helle Sterne im Aufnahmefeld befinden, da durch diese jede Fehlbewegung registriert wird.

Helle Leitsterne werden leicht extrafokal eingestellt und das entstandene Scheibchen mit dem Fadenkreuz in vier Teile geschnitten. Schwächere Leitsterne werden sehr scharf eingestellt und im schwach beleuchteten Gesichtsfeld mit dem Fadenkreuz gehalten. Vor jeder Aufnahme soll man sich vergegenwärtigen, mit welcher

Genauigkeit die Nachführung zu erfolgen hat, um den gewünschten Zweck der Aufnahme zu erreichen. Länger als zwei Stunden wird man ohne Unterbruch in der Regel nicht nachführen können. Nach dieser Zeit ermüdet man schnell und fängt an zu „pfuschen“.

Im ferneren ist zu bemerken, dass jeder mechanische Antrieb (besonders die selbst angefertigten!) mit Spiel behaftet ist. Um dieses nach Möglichkeit unschädlich zu halten, dreht man vor der Aufnahme das Instrument über den ganzen Weg von Hand durch und stellt die Balanciergewichte so ein, dass das Spiel immer auf der selben Seite liegt und der Motor oder das Uhrwerk immer leicht schieben muss.

Doppelbilder: Wenn das Instrument prinzipiell in allen Teilen in Ordnung ist, kann durch eine systematische Kontrolle aller Fixierungen vor der Belichtung diesem Fehler mit Sicherheit vorgebeugt werden. Tritt er trotzdem auf, so ist vor weiterer Verwendung des Instrumentes eine genaue Kontrolle aller in Frage kommenden Teile vorzunehmen.

Doppelbelichtungen: Werden an einem Abend mehrere kurzbelichtete Aufnahmen gemacht, so können im Dunkel oder aus Vergesslichkeit die Kassetten verwechselt werden. Die einzige Abhilfe ist, Kassetten und Deckel mit grosser weisser Numerierung zu versehen. Während den Aufnahmen ist mit Kreide an einer Tafel oder auf dem Notizblock vorweg der Inhalt der Kassetten zu notieren. Prinzipiell die Kassetten immer der Reihe nach verwenden und schon beim Einfüllen der Platten, sofern verschiedene Sorten zur Verwendung kommen sollten, ein bestimmtes Arbeitsprogramm vorsehen. Es sei noch bemerkt, dass man, um eingetretene Fehler nachher sicherer beurteilen zu können, jeder Platte beim Oeffnen in der Dunkelkammer, in eine ganz bestimmte Ecke, die Kassettennummer anschreibt.

Besonders für den Anfänger, oder wenn man wenig fotografiert, wird ein ausführliches Aufnahmejournal, in das man auch die Stellung der Einstellschrauben notiert, von grossem Nutzen sein. Ferner soll man, wenn nicht besondere Gründe vorliegen, immer die selbe Plattensorte verwenden. Für nachträgliche 4- bis max. 5-fache fotografische Vergrösserung eignen sich Platten von 17/10 bis 18/10 DIN.

Panchromatische Platten soll der Anfänger nicht verwenden, damit zu den anderen Anfangsschwierigkeiten nicht noch solche beim Einlegen der Platten in die Kassetten und beim Entwickeln hinzukommen. Dass der Amateur seine Platten selbst entwickelt, ist eine Selbstverständlichkeit.

Damit wären eigentlich die wichtigsten Hinweise auf die Besonderheiten dieses für die Amateurtätigkeit so schönen und eindrucksvollen Arbeitsfeldes gemacht. Diese Erklärungen wären aber unvollständig, wenn zum Schlusse nicht noch ganz besonders auf die Notwendigkeit einer äusserst präzisen Arbeit beim Fotografieren hingewiesen würde. Jeder Amateur hat das Bestreben, aus

seiner einfachen Apparatur so viel als möglich heraus zu holen. Möglichst tiefe Grössenklassen sollen durch die fotografische Aufnahme erfasst werden. Es sei deshalb zum Schlusse noch gezeigt, wie schlimm sich Nachlässigkeiten in der Nachführung oder Ungenauigkeit in der Einstellung auf die Grenzleistung des Instrumentes auswirken können.

Zufolge der Wellennatur des Lichtes werden die Sterne nicht als mathematische Punkte, sondern als kleine Scheibchen auf die fotografische Platte projiziert. Der \varnothing d dieser Scheibchen ist gleich $1,2 \frac{F \cdot \lambda}{D}$ cm. Für die Abbildung eines Sternes mit dem Licht der Wellenlänge $\lambda = 4000 \text{ \AA} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$, durch einen Spiegel von $F = 100 \text{ cm}$ Brennweite und $D = 20 \text{ cm}$ Durchmesser, wird der Durchmesser d dieses idealen Scheibchens nur etwa $3 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$, also $0,003 \text{ mm}$ gross. Durch weitere Umstände, wie Spiegelfehler, seitliche Zerstreung des Lichtes in der fotografischen Platte, Luftunruhe usw. erfährt dieses Scheibchen eine weitere Verbreiterung. Es mag bei einem einigermaßen guten Spiegel, im Plattenzentrum, für die schwächsten abgebildeten Sterne auf etwa $0,02 \text{ mm } \varnothing$ anwachsen. Unter dieses Mass werden wir beim angenommenen Spiegel, bei noch so genauer Nachführung und bei noch so sorgfältiger Einstellung der Platte, nicht kommen. Auf die Bromsilberkörnchen dieses kleinsten Scheibchens wird das Licht der schwächsten, noch zur Abbildung gelangenden Sterne verteilt und ruft durch seine Einwirkung gerade noch das äusserst feststellbare Sternbildchen hervor.

Bei z. B. 100-facher Leitrohr-Vergrösserung und auf 25 cm Sehdistanz gerechnet soll, nach der Güte der dem Amateur zur Verfügung stehenden Mittel gerechnet, bei präziser Nachführung der Leitstern auf $\pm 0,3 \text{ mm}$ Abweichung im Fadenkreuz gehalten werden können. Das dadurch erzeugte Fehlerfeld erhält im Okular also $0,6 \text{ mm } \varnothing$. Die fotografische Aufnahme weist bei 1 m Brennweite eine 4-fache Vergrösserung auf. Unser Fehlerfeld ist also auf die Vergrösserung der Platte reduziert noch ca. $0,025 \text{ mm}$ gross. Wenn wir nun bei der Aufnahme mit dem Zentrum des ursprünglichen $0,02 \text{ mm}$ grossen Scheibchens auf unserem Fehlerfeld von $0,025 \text{ mm } \varnothing$ gleichmässig herumfahren, ergeben die äussersten Konturen der belichteten Fläche bereits ein Sternbild von ca. $0,045 \text{ mm } \varnothing$. Dieser Flächeninhalt, auf den jetzt das Licht verteilt wurde, ist gegenüber dem ursprünglichen Scheibchen auf das 5-fache angewachsen und die spezifische Helligkeit dieser vergrösserten Fläche ist um das 5-fache kleiner geworden. Unter der vereinfachenden Annahme einer gleichmässigen Lichtverteilung über unserem endgültigen Scheibchen haben wir, gegenüber der idealen Nachführung, die Grenzleistung unseres Instrumentes also bereits um etwa 1,5 Grössenklassen verschlechtert. Eine genau gleiche Ueberlegung kann auch mit einem als „zulässig“ angenommenen Einstellfehler gemacht werden. Auch dieser Fehler wird zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Grenzleistung unseres Instrumentes führen.