

Zeitschrift:	Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber:	Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band:	30 (1972)
Heft:	130/131
Artikel:	Langzeit-Astrophotographie mit Offset-Guiding für Amateure
Autor:	Lammerer, Max
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-899754

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: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Diese Beziehungen seien am Beispiel der Meniskusdicke von 1% der Brennweite wie folgt erläutert: In diesem Fall beträgt der durch den sphärischen Restfehler bedingte Zerstreuungskreis-Durchmesser etwa 0.0013 für die Brennweite 100 beziehungsweise 0.013 für die Brennweite 1000, ist also dafür noch etwas kleiner als durchschnittliche Korn des Negativ-Materials. Entsprechendes gilt für die anderen Meniskusdicken.

Aus den Werten des Astigmatismus nach der 3. Ordnung lässt sich ableiten, dass der kleinsten Meniskus-Dicke das relativ grösste Bildfeld und der grössten Meniskus-Dicke das kleinste Bildfeld zukommen. Bei einer Meniskus-Dicke von 1% der Brennweite ($\Sigma C = -0.0030$) erscheint ein Bildwinkel von 20° als möglich, bei einer Meniskus-Dicke von 3% der Brennweite ($\Sigma C = +0.0424$) geht dieser Wert auf etwa 10° zurück.

Aus allen Daten zusammen folgt, dass die Meniskus-Dicken von 1% bis 3% der Brennweite von besonderer praktischer Bedeutung sind, während kleinere und grössere Werte dagegen abfallen. In der nebenstehenden Figur sind die Korrektionszustände dieser wichtigsten MAKSUTOV-Kameras dargestellt. Die Korrektionswerte beziehen sich auf die Brennweite $f' = 100.0000$. Die Konstruktionsdaten können vom Verfasser angefordert werden.

Literatur:

- 1) D. D. MAKSUTOV, Journ. Opt. Soc. Amer. 34, 270 (1944).
- 2) F. B. WRIGHT, Amateur Telescope Making III, 574 (1961).
- 3) D. GABOR, Brit. P. 544.694 (1940); K. PENNING, D. B. P. 907.709 (1941); A. BOUWERS, Niederl. P. 102.016 (1941).
- 4) B. SCHMIDT, Zentralzg. f. Optik u. Mechanik 52, 25 (1931).
- 5) J. GREGORY, Sky and Telescopie März 1957, 236.
- 6) J. SCHÄDLER, pers. Mitteilung.

Adresse des Verfassers: Dr.-Ing. E. WIEDEMANN, Garbenstr. 5, CH-4125 Riehen.

Langzeit-Astrophotographie mit Offset-Guiding für Amateure

von MAX LAMMERER, Lichtenfels

Einleitung

Das Spiegelteleskop nach NEWTON, das dank seines einfachen Baus und seiner vielseitigen Verwendbarkeit bei Astroamateuren sehr verbreitet ist, eignet sich für detailreiche Langzeitaufnahmen stellarer Objekte am besten. Bei einer Brennweite von 1–2 Metern können Nebel und Sternhaufen in ausreichender Grösse abgebildet werden, und eine relative Öffnung von 1:5 bis 1:8 gestattet noch erträgliche Belichtungszeiten. Die Abbildung innerhalb des brauchbaren Feldes ist hervorragend und wird durch andere Instrumenten-Typen nicht übertroffen. Das brauchbare Bildfeld ist im Vergleich mit den auf Koma korrigierten Instrumenten-Typen, wie beispielsweise dem RITCHEY-CHRÉTIEN-Typ, oder den besonderen Astro-Kamera-Typen (MAKSUTOV, SCHMIDT) zwar klein, aber es wird doch bei einem Öffnungsverhältnis von 1:6.3 und einer Brennweite von 1.88 m, wie sie das nachfolgend beschriebene Instrument besitzt, das Kleinbildformat fast fehlerfrei und ohne Lichtabfall bis zum Rande ausgezeichnet. Diese Bildgrösse reicht aus, um fast alle Objekte des MESSIER-Katalogs abzubilden; lediglich bei grossflächigen Objekten, wie z. B. bei M 31 (grosser Andromeda-Nebel) muss man Teilaufnahmen machen und diese dann zusammensetzen.

Das Instrument

Das in Fig. 1 gezeigte Instrument vom NEWTON-Typ besitzt einen Hauptspiegel mit 30 cm Durchmesser und einer Brennweite von 1881 mm. Es wurde nach eigenen Plänen in etwa dreijähriger Bauzeit un-

ter der Mitwirkung der Mechanischen Werkstätte ANDREAS HÖHN, Lichtenfels, und der Firma VOGEL und HEPPNER, Werkzeugbau, Lichtenfels, erstellt.

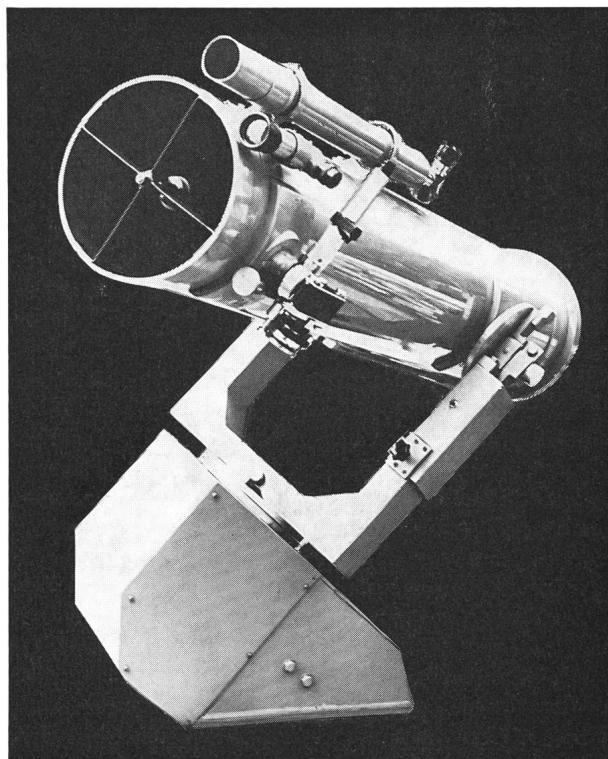


Fig. 1: Das beschriebene Instrument.

Der Tubus besteht aus Hartaluminium; er ist von der Deklinationsachse bis zum Hauptspiegel durch einen zweiten Innentubus aus 5 mm starkem Eisenblech verstärkt. Die parallaktische Gabelmontierung weist 40 mm starke, in Rotgussbüchsen gelagerte Deklinationsachsen auf, während die 90 mm starke Stundenachse in Kegelrollenlagern läuft. Der Antrieb in Deklination und Stunde wurde von der Firma ECKHARD ALT in Limburgerhof geliefert. Auch die Deklinations-Feinbewegung ist von Hand und motorisch steuerbar. Stunden- und Deklinationskreis messen 30 bzw. 25 cm im Durchmesser und können mit Rotlicht beleuchtet werden. Das Gesamtgewicht des Instrumentes beträgt ca. 500 kp.

Die Voraussetzungen für die Langzeit-Astrophotographie

Die beiden wichtigsten Voraussetzungen für gute Ergebnisse bei der Langzeit-Astrophotographie sind

1. die Lage der Filmebene genau in der Bildebene des Instruments
- und 2. die Vermeidung jeder Bildwanderung während der Aufnahme, wie sie durch mangelhafte Nachführung oder Durchbiegungseffekte u. ä. hervorgerufen werden können.

Diese beiden Bedingungen, zu denen dann noch jene der Verwendung bestgeeigneten Negativ-Materials tritt, sind nicht als absolut zu verstehen, denn jedes Instrument besitzt in dieser Hinsicht Toleranzbereiche, innerhalb welcher auftretende Fehler nicht mehr zur Geltung kommen. Bleibt der Bildpunkt kleiner als das Korn des Films und innerhalb desselben, so führt eine Toleranzunterschreitung nicht mehr zu einer weiteren Bildverbesserung.

Zur 1. Forderung ist anzumerken, dass der Toleranzbereich der Scharfstellung zwischen der intra- und extrafokalen Einstellung bei einem Spiegel der Öffnung 1:6 und der Brennweite von 1.8 m 0,2 mm beträgt. Innerhalb dieser Toleranz muss also der Abstand: Spiegel—Filmebene für eine optimale Abbildung fixiert sein.

Zur 2. Forderung ist zunächst zu sagen, dass diese erheblich schwieriger zu erfüllen ist, weil sie mechanische Voraussetzungen bedingt, die viele Amateur-Teleskope nicht bieten können. Immerhin besteht auch hier ein Toleranzbereich: Für einen Sternbild-Durchmesser von etwa 30 μ und das Öffnungsverhältnis 1:6 darf der Winkelfehler des Teleskops bei Langzeitaufnahmen bei 1 m Brennweite 6 Bogensekunden, bei 2 m Brennweite 3 Bogensekunden usw. betragen; für das in Fig. 1 gezeigte Spiegelteleskop ist somit ein Nachführfehler von ± 1.5 Bogensekunden in beiden Koordinaten noch nicht mit einer Bildverschlechterung verbunden, da damit das Auflösungsvermögen des Films noch nicht überschritten wird.

Das Erkennen von Nachführfehlern

Die zumeist übliche Methode des Amateurs, um eine exakte Nachführung des Instruments bei photo-

graphischen Aufnahmen zu gewährleisten, ist die Verwendung eines *Leitrohrs*. Für Aufnahmen mit Systemen kurzer oder mittlerer Brennweite ist diese Methode gut. Bei langen Systembrennweiten, etwa von 1 m an, treten jedoch Probleme auf. Das Leitrohr muss dann eine genügend grosse relative Öffnung haben, um Nachführfehler innerhalb der Toleranzen des Instruments mit Sicherheit erkennen zu können; es muss um einige Grade zur Achse des Hauptrohrs schwenkbar und in jeder seiner Stellungen sicher fixierbar sein, um auf einen passenden Leitstern Bezug nehmen zu können; im besonderen müssen aber die einmal eingestellten Achsen von Haupt- und Leitrohr zu einander unverändert bleiben, da jede Veränderung durch thermische oder Belastungs-Effekte jede genaue Nachführung illusorisch machen würde. Dass diese Schwierigkeiten bei der Verwendung von *Leitrohren* durch entsprechend sorgfältigen Bau der Instrumente zu meistern sind, haben die hervorragenden Aufnahmen von KURT RIHM¹⁾ und ECKHARD ALT²⁾ gezeigt. Voraussetzung dafür ist aber ein entsprechend präziser und aufwendiger Bau der Instrumente, wie er bisher nur von wenigen Amateuren und den wenigsten Firmen, die Amateur-Instrumente herstellen erreicht wird.

Das Offset-Guiding

Eine weitere Möglichkeit der Nachführkontrolle, die bei fast allen Teleskopen grosser Sternwarten eingeführt ist und nun vor allem bei den Amateuren in Amerika immer stärkere Beachtung findet, ist das sogenannte *Offset-Guiding*. Das Prinzip dieser Nachführkontrolle ist denkbar einfach. Die ganze Einrichtung eines Leitrohres fällt weg und man beobachtet als Leitstern einen Stern, dessen Bild sich *ausserhalb des eigentlichen Bildfeldes* abzeichnet. Für das Auffinden eines Leitsterns wird dann eine ringförmige Zone um das eigentliche Bildfeld benutzt, was bedingt, dass das Fadenkreuz-Okular eines Offset-Guiding-Systems um die optische Achse des Systems drehbar und ein wenig dagegen geneigt angeordnet sein muss. Dass unter diesen Bedingungen der Leitstern bei nicht aplatischen Systemen Koma zeigt, kann in Kauf genommen werden.

Ein solches *Offset-Guiding-System* weist nun gegenüber der Verwendung eines Leitrohrs zur Nachführung eine Reihe von Vorteilen auf. Zunächst fällt ins Gewicht, dass die Kosten einer solchen Einrichtung erheblich niedriger als die eines Leitrohrs sind. So dann ist die zusätzliche Belastung der Montierung erheblich kleiner. Was aber am meisten zählt, ist der Umstand, dass man beim Offset-Guiding sicher ist, eine punktförmige Sternabbildung zu erhalten, wenn exakt nachgeführt wird, da die möglichen Unsicherheiten der Leitrohr-Nachführung gar nicht auftreten können. Dagegen fällt der mögliche Nachteil, einen schwachen Leitstern benutzen zu müssen und unter Umständen diesen nicht so bequem beobachten zu können, kaum ins Gewicht.

Das Offset-Guiding-System des Verfassers

In fast zweijähriger Arbeit wurde für das in Fig. 1 abgebildete NEWTON-Teleskop 1:6.3, $f = 1881$ mm die in Fig. 2 wiedergegebene *Offset-Guiding-Einrichtung* entwickelt, die sich seither in der Praxis bewährt hat. Gegenüber einer amerikanischen Konstruktion³⁾ hat sie den grossen Vorteil, dass man für die Aufnahmen eine Spiegelreflexkamera⁴⁾ direkt ansetzen kann, womit die zusätzliche Herstellung eines Verschlusses und eines Ansatzes für Platten oder Filme entfällt. Dieser Vorteil ist inzwischen auch in Amerika erkannt worden: Eine der hier beschriebenen ähnlichen Einrichtung wird dort nun hergestellt⁵⁾.

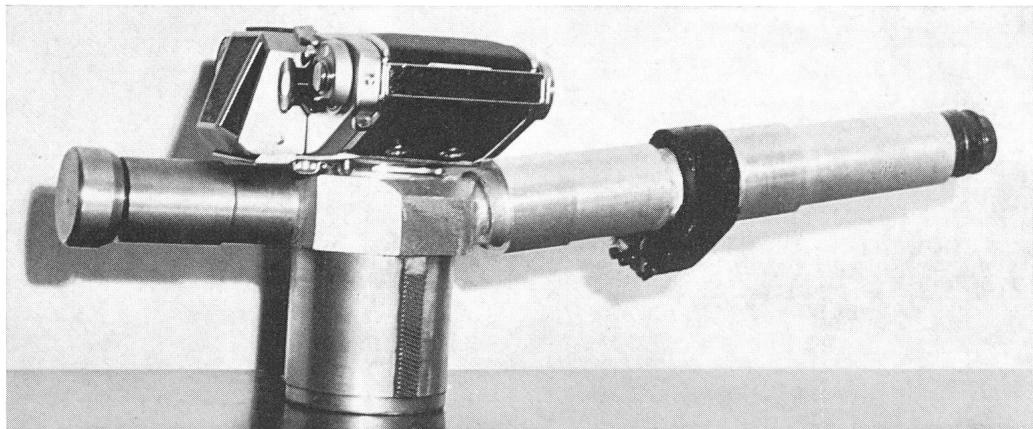


Fig. 2: Die Offset-Guiding-Einrichtung des Verfassers.

mit ihm – ohne Abschattung des photographisch nutzbaren Bildfeldes – ein ringförmiges Gebiet darum herum absuchen kann. Er lenkt die auf ihn fallende Strahlung in das seitlich angeordnete *Führungs-mikroskop*, das ein Objektiv, ein Okular und vor diesem eine kleine Planplatte enthält, deren Zentrum eine kleine kreisförmige schwarze Abdeckung aufweist. Als Optik dieses Führungsmikroskops haben sich nach vielen Versuchen zwei 8×30 Feldstecherkokulare als geeignet erwiesen, die im Tubus mit den Augenlinsen nach aussen angeordnet sind; ihr Abstand bestimmt die Vergrösserung, deren Mindestwert die doppelte Brennweite des Teleskops in cm betragen soll, im Beispiel des hier beschriebenen Instruments also $188 \times 2 = 376 \times$. Das Gewicht des Führungsmikroskops wird durch eine gegenüber angeordnete Messinghülse ausgeglichen, die eine 1.5 V-Batterie enthält und an ihrem Ende einen Kontakt aufweist, der durch Eindrehen des Hülsendeckels betätigt wird und damit die Beleuchtungseinrichtung in der Mitte des Führungsmikroskops einschaltet. Die Anordnung der Offset-Guiding-Einrichtung am Teleskop des Verfassers zeigt die Fig. 3.

Bedienung der Offset-Guiding-Einrichtung

Man stellt zunächst einen Stern 3. oder 4. Grösse im Teleskop ein und fokussiert die Kamera entweder mit Hilfe des Prismensuchers oder mit Mattlinse und

Wie Fig. 2 zeigt, besteht die Einrichtung des Verfassers aus einem Aluminium-Körper, der an seinem oberen Ende ein Bajonettsystem für den Anschluss der Kamera aufweist und an seinem unteren Ende einen Tubus besitzt, der in einen Messingtubus (mit Zahnschraube) eingepasst ist, in dem sich die Einrichtung drehen lässt. Ein Überwurfring hält die beiden Tuben zusammen. Die ganze Einrichtung kann mittels des Zahnrads im Okularstutzen des Teleskops vertikal verschoben und damit fokussiert werden.

Im Inneren des Aluminiumkörpers ist ein kleiner elliptischer Planspiegel unter 50° Neigung gegen die Achse des Instruments angeordnet, derart, dass man

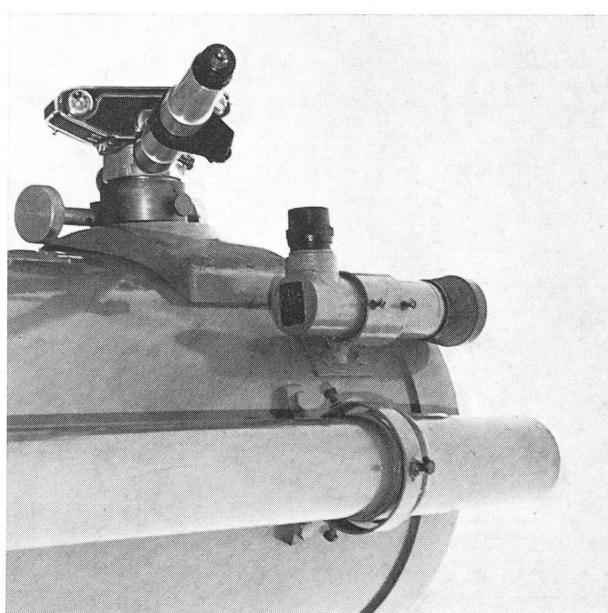


Fig. 3: Die Offset-Guiding-Einrichtung am Teleskop des Verfassers.



Fig. 4a: M 33 (Spiralnebel im Dreieck). Aufnahme am 16. 11. 71 auf Kodak 103a-O-Film. Belichtungszeit: 40 Minuten.

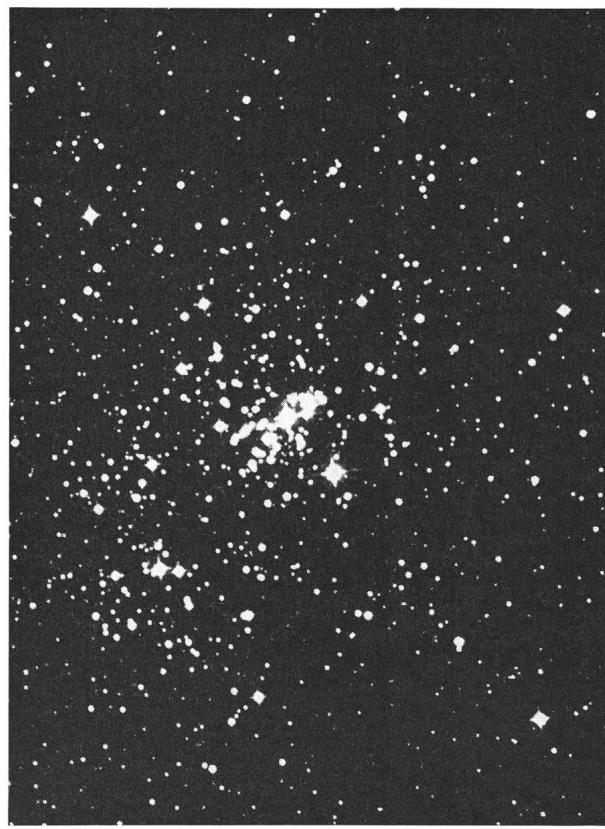


Fig. 4b: NGC 862 (h im Perseus). Aufnahme am 18. 8. 71 auf Kodak 103a-O-Film. Belichtungszeit: 12 Minuten.

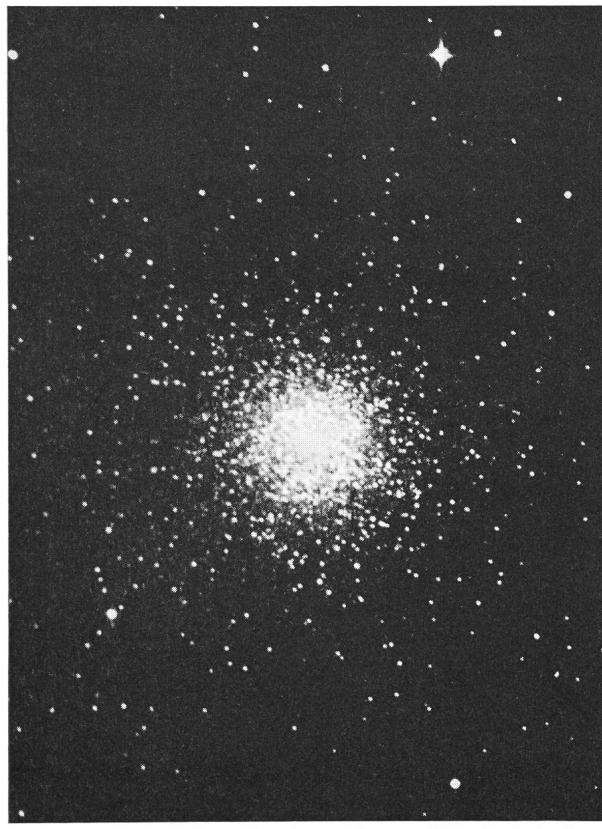


Fig. 4c: M 3 (Kugelsternhaufen in den Jagdhunden). Aufnahme am 8. 4. 72 auf Kodak 103a-O-Film. Belichtungszeit: 15 Minuten.



Fig. 4d: M 42 (Grosser Orion-Nebel). Aufnahme am 28. 10. 71 auf Kodak 103a-O-Film. Belichtungszeit: 20 Minuten.

mitunter etwas Geduld und Übung erfordert. Dann schaltet man die Mikroskopbeleuchtung ein, womit im Führungsokular die kleine kreisförmige Abdeckung auf der Planglasplatte sichtbar wird. Durch entsprechende Bewegung des Teleskops in beiden Achsen bringt man nun den Leitstern hinter der schwarzen Abdeckung zum Verschwinden, worauf die Mikroskopbeleuchtung abgeschaltet wird und mit der Belichtung des Films begonnen werden kann. Solange im Führungsmikroskop alles dunkel ist, läuft die Nachführung korrekt. Wird jedoch der Führungsstern am Rande der kreisförmigen Abdeckung, analog dem 3. Kontakt einer Finsternis, sichtbar, so muss man die Nachführung korrigieren, am besten mit der elektronischen Steuerung des Synchronmotor-Stundenantriebs.

Thermische Einflüsse auf die Montierung, differentielle Refraktion und auch letzte Restfehler der Aufstellung des Instruments können es erforderlich machen, bei Belichtungszeiten über $\frac{1}{2}$ Stunde auch die Deklination des Instruments um 1–2 Bogensekunden zu korrigieren. Hierzu muss auch die Deklinations-Feinbewegung motorisch steuerbar sein.

Für Langzeitaufnahmen werden heute nur noch Negativmaterialien mit einem SCHWARZSCHILD-Exponenten von nahezu Eins verwendet, die für alle

Spektralbereiche erhältlich sind und worüber in diesem Heft eingehend berichtet wird²⁾. So wurde auch für die in Fig. 4 gezeigten Aufnahmen der Kodak-Film 103a-O benutzt.

Das hier beschriebene *Offset-Guiding* bietet dem fortgeschrittenen Amateur die Möglichkeit, sein Instrument ohne allzu grossen Aufwand auch für stellare Langzeit-Photographie verwendbar zu machen und mit Erfolg einzusetzen. Die Offset-Guiding-Einrichtung des Verfassers stellt dabei nur eine von vielen Möglichkeiten dar. Sie möchte andere Amateure anregen, ähnliche, vielleicht noch einfachere Ausführungsformen zu entwerfen und zu realisieren. Als Beispiele für die praktische Anwendung des Offset-Guidings werden in der Fig. 4 noch vier Aufnahmen unterschiedlicher stellarer Objekte gezeigt, wie sie in den letzten Monaten erhalten worden sind.

Literatur und Angaben:

- 1) K. RIHM, ORION 29, 179 (1971), No. 127.
- 2) E. ALT und G. KLAUS, ORION 30, 83 (1972), No. 130/131.
- 3) S. J. WARKOCZEWSKI, Sky and Telescope 41, 175 (1971).
- 4) An dem beschriebenen Instrument wird eine Spiegelreflexkamera Elaflex VX 1000 verwendet.
- 5) Angeboten von Astronetics, 10405 Haines Canyon Ave., Tujunga, Calif. 91042, zum Preise von 169.95 US Dollars.

Adresse des Autors: MAX LAMMERER, Langheimer Strasse 34, D-862 Lichtenfels.

Patentanmeldungen

E. WIEDEMANN, Riehen. □ Patentanmeldung 005191/72. Mak-sutov-Cassegrain-Systeme für die Amateurastronomie.

Kopien von Patentanmeldungen sind vom Referenten gegen Voreinsendung von Fr. 2.– pro Exemplar erhältlich.

Aktuelles

Meteorit-Einschlag auf dem Mond

Wie das NASA-Raumfahrtzentrum in Houston meldet, schlug am 13. Mai 1972 ein Meteorit von etwa 3 Meter Durchmesser im Gewicht von schätzungsweise 15 Tonnen im Fra Mauro-Gebiet nahe dem Landeplatz von Apollo 14 auf dem Mond auf. Die Wirkung dieses Aufschlags entsprach etwa jener von 100 000 Tonnen des Sprengstoffs Trinitrotoluol. Es entstand ein Krater von der Grösse eines Fussballfeldes. Die von den Seismometern auf dem Mond registrierten Erschütterungen dauerten über drei Stunden lang an. Ihre Aufzeichnung wird wertvolle Aufschlüsse über die Beschaffenheit der Mondkruste ergeben.

Pioneer 10 auf gefährlichem Kurs

Pioneer 10, die Sonde, die nähere Aufschlüsse über den Grossplaneten Jupiter, dessen roten Fleck und seinen Mond Io erbringen soll, hat Ende Mai die Marsbahn überflogen und setzt nun seine Reise im Bereich des Asteroiden-Gürtels fort. Obschon sein Kurs nach sorgfältigen Vorausberechnungen durch die jeweiligen Örter der bekannten Kleinplaneten

nicht als gefährdet erscheint, besteht doch eine gewisse Gefahr darin, dass er in dem während etwa 7 Monaten zu passierenden Bereich mit interplanetarer Materie zusammenstoßen und dadurch beschädigt oder zerstört werden könnte. Es bleibt zu hoffen, dass dieser Fall nicht eintritt und Pioneer 10 seine Aufgabe erfüllen kann.

Vortrag über das US-Raumfahrtsprogramm

Am 9. Mai 1972 hielt Herr Dr. B. STANEK im Auditorium der Sandoz A. G. in Basel einen Vortrag über das Raumfahrtsprogramm der USA der kommenden Jahre. An die Stelle der Apollo-Flüge tritt ein Raumstations-Programm. Diese Raumstation soll mit wieder verwendbaren Raumgleitern (Space Shuttles und Space Trucks) aufgebaut werden. Die Space Trucks kommen in der Folge auch für die Errichtung von Mondstationen in Frage. Dagegen wird die Entwicklung des NERVA-Triebwerks für interplanetare Flüge zunächst nicht weitergeführt. Ein ausführlicher Bericht über diesen hochinteressanten und aktuellen Vortrag ist in der Sandoz-Gazette No. 38 erschienen.