

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 34 (1976)
Heft: 157

Artikel: Selbstbau einer Maksutov-Kamera
Autor: Blikisdorf, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-899536>

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: 09.02.2026

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

Selbstbau einer Maksutov-Kamera

von H. BLIKISDORF, Nussbaumen

Es wurde in der Zeitschrift ORION schon Vieles über die theoretischen Grundlagen der MAKUTOV-Teleskope und -Kameras berichtet. In diesem Bericht sollen deshalb mehr praktische Belange und Erfahrungen beim Bau eines solchen fotografischen Systems zum Zuge kommen.

Seit jeher war ich begeistert von den eindrucklichen Astro-Aufnahmen im ORION. Mein Interesse an der Astro-Fotografie erwachte, nachdem ich vor einigen Jahren mit Hilfe meines selbstgeschliffenen 15 cm-Spiegels versuchte, den Mond zu fotografieren. Vor etwa vier Jahren entstanden dann konkrete Vorstellungen und Pläne für den Selbstbau einer MAKUTOV-Kamera. Nicht wenig dazu beigetragen hat auch der Astro-Fotokurs im Sommer 1972 auf Calina in Corona unter der kundigen Leitung von Herrn GREUTER. Eines stand von Anfang an fest: die Kamera sollte transportabel sein, um dem störenden Streulicht bewohnter Gebiete so gut als möglich ausweichen zu können.

Die Abmessungen für die geplante Kamera wurden folgendermassen festgelegt:

Freie Öffnung: 16 cm

Brennweite: 50 cm

Öffnungsverhältnis: 1:3,1

Diese Brennweite versprach eine gute Auflösung der zu fotografierenden Objekte und das Öffnungsverhältnis von 1:3,1 eine maximale Punktschärfe.

Für eine transportable MAKUTOV-Kamera bedeutungsvoll ist der Umstand, dass diese um einiges kürzer, kompakter und leichter gebaut werden kann als eine SCHMIDT-Kamera gleicher Öffnung und Brennweite. Bei 25 cm Rohrdurchmesser und 85 cm Länge ist die in einem Holzkoffer verpackte Kamera mit einem Gewicht von 15 kg (inklusive Holzkoffer) noch einigermaßen gut transportierbar. Zudem ist die Meniskuslinse mit ihren rein sphärischen Flächen einfacher herzustellen als die kompliziert geformte SCHMIDT-Korrektionsplatte. Optisch sind bei einem Öffnungsverhältnis von 1:3 die beiden Systeme gleichwertig.

Die optischen Daten stellte mir freundlicherweise Herr WIEDEMANN zur Verfügung. Diese wurden allerdings noch auf einen Meniskus aus «gewöhnlichem» BK7-Glas anstelle des teureren SK51 umgerechnet. Ein wichtiger Punkt beim Selbstbau sind die genau ausgearbeiteten Pläne und Detailzeichnungen, die vor unangenehmen Überraschungen bewahren und den Erfolg schon halbwegs sichern.

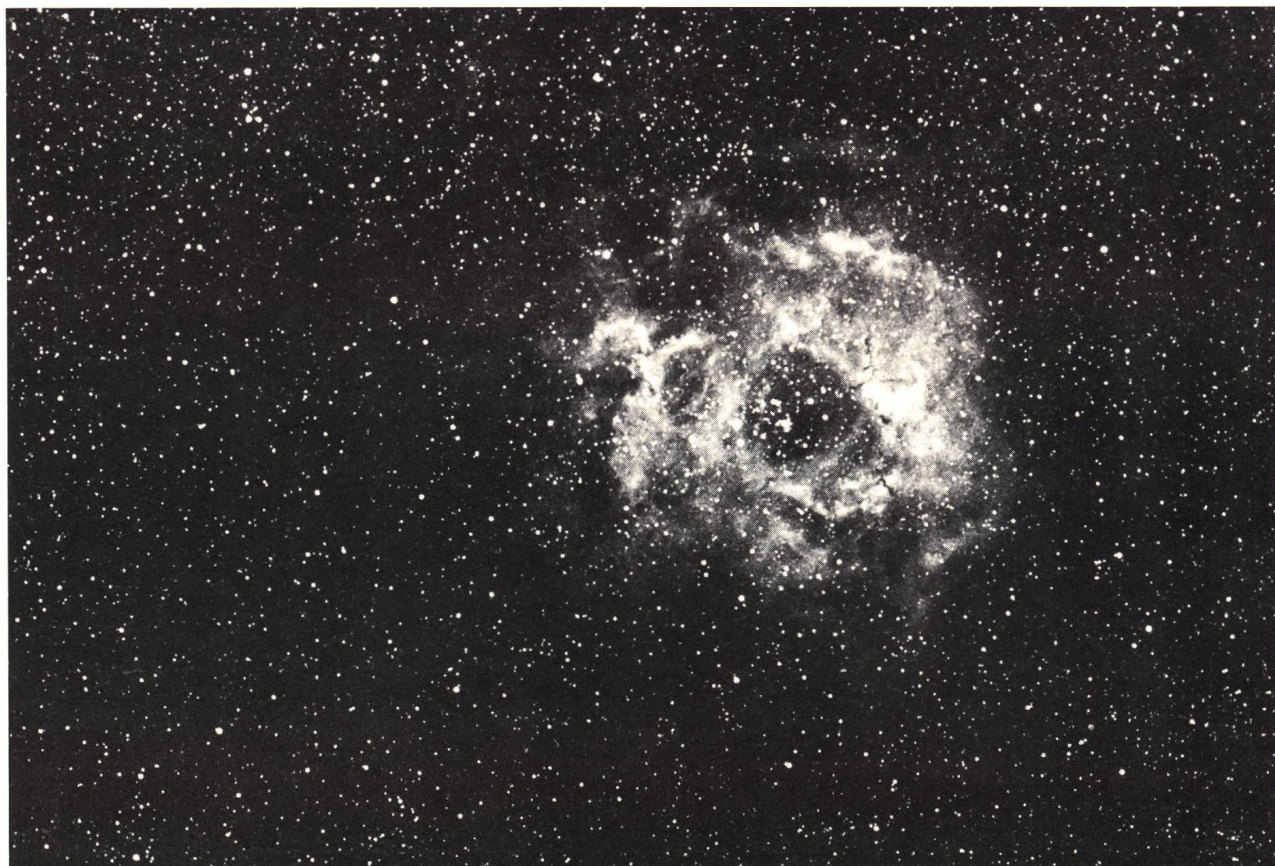


Fig. 1: Rosettennebel (NGC 2237-9) im Monoceros. Kodak 103a-E Film mit Rotfilter (Kodak Wratten-Nr. 29). Belichtungszeit 30 Minuten. Negativ umkopiert.

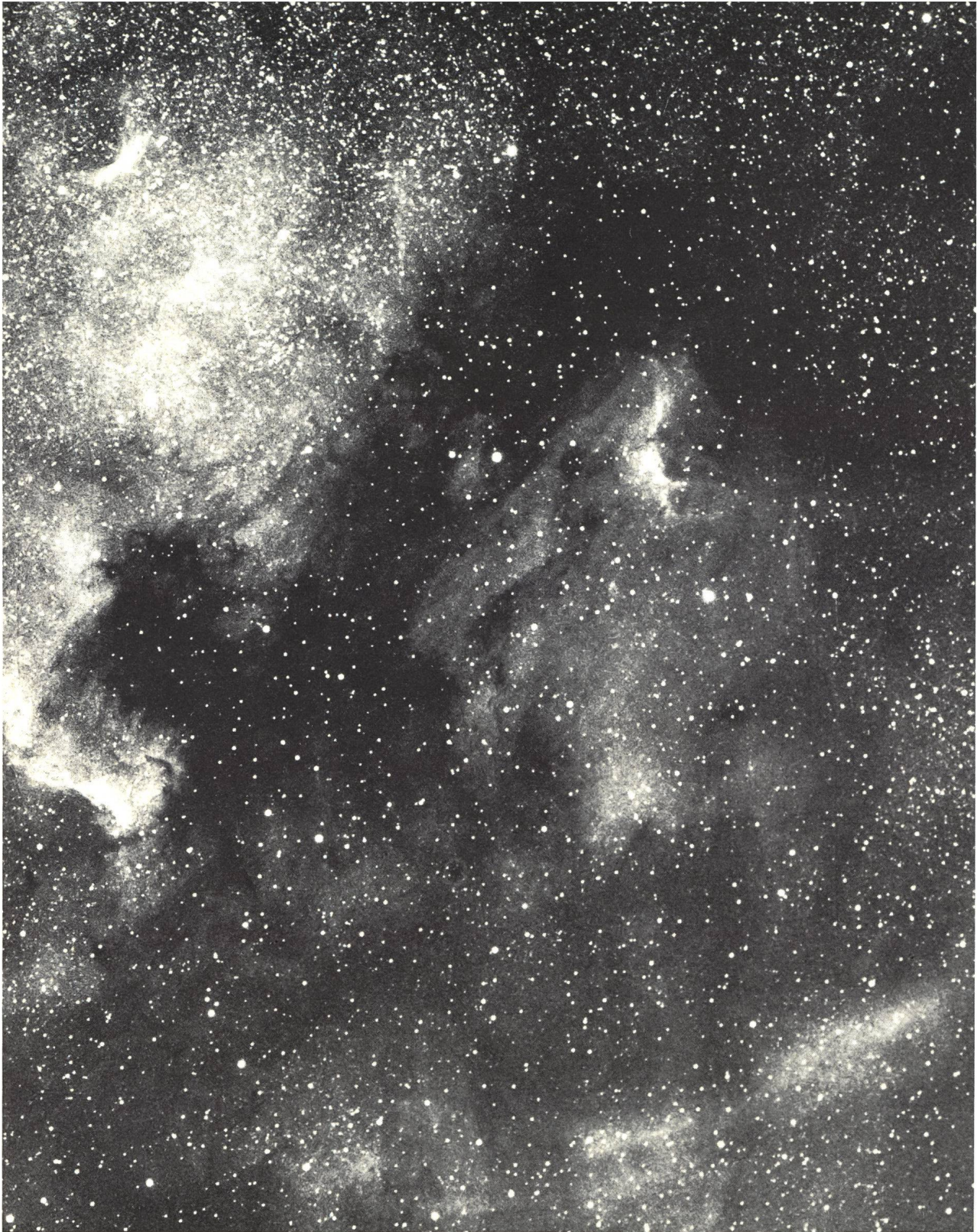


Fig. 2: Nordamerika- und Pelikannebel (NGC 7000) im Cygnus. Kodak 103a-E Film mit Rotfilter. Belichtungszeit 30 Minuten.

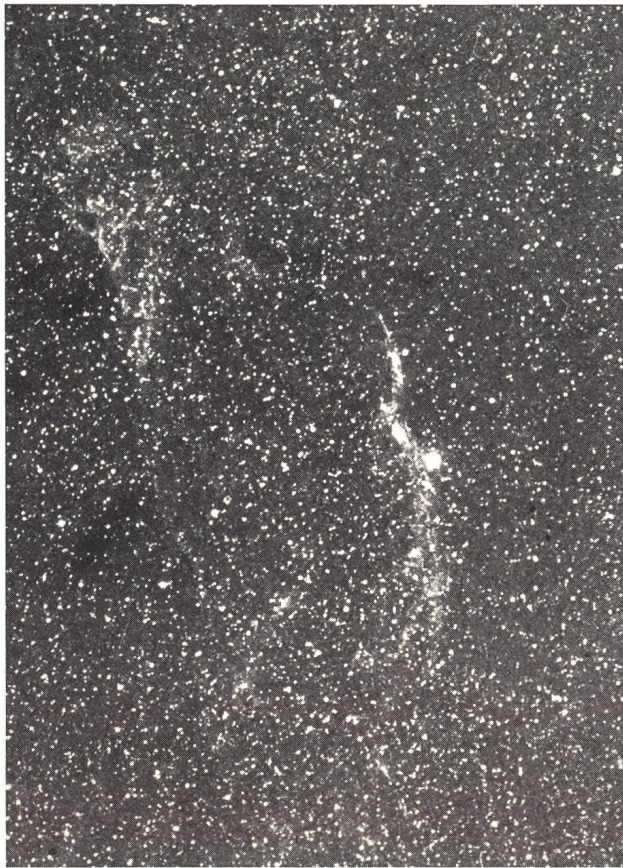


Fig. 3: Cirrusnebel im Cygnus. Kodak 103a-E Film mit Rotfilter. Belichtungszeit 25 Minuten.

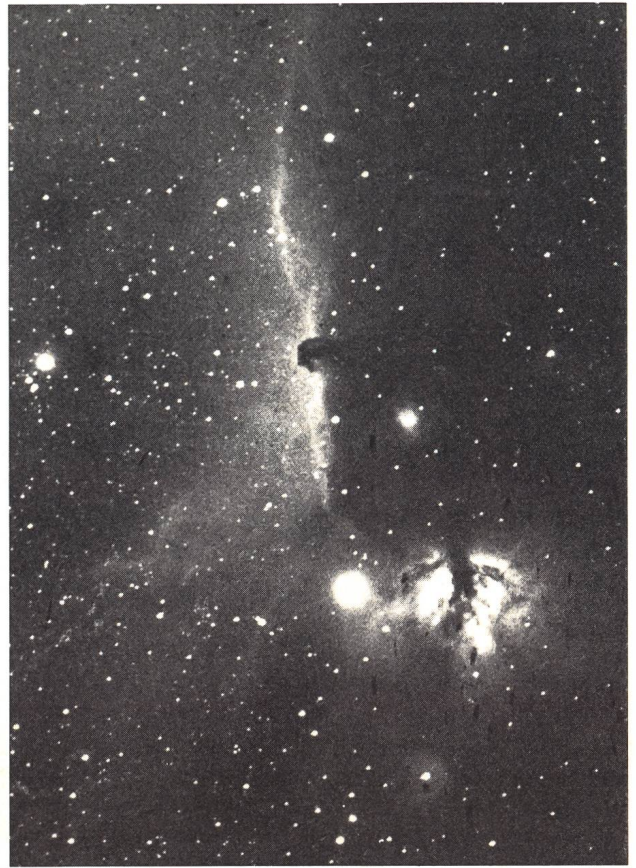


Fig. 4: Pferdekopfnebel im Orion mit Umgebung. Kodak 103a-E Film mit Rotfilter. Belichtungszeit 25 Minuten.

Schliff der Meniskuslinse

Als Rohling für die Meniskuslinse wurde ein zugesägter Glasblock aus optischem BK7-Glas von etwa 18 cm Durchmesser und 4 cm Dicke vorbereitet. Das Einschleifen der 20 mm tiefen Linsenflächen in den Rohling erfolgte mit Aluminium-Schleifschalen auf einer schnell drehenden Schruppmaschine in rund 10 Stunden und benötigte mehrere kg Karbo 80. Mehr als die Hälfte des Glases wurde dabei weggeschliffen! Die 20 cm grossen Alu-Schleifschalen selber, die zuvor auf einer Fräsmaschine kugelförmig mit den benötigten Krümmungsradien bearbeitet worden waren, nützten sich nur sehr wenig ab, weil sie viel zäher und weniger «spröde» sind als das Glas. Das Vorhandensein einer Schruppmaschine ist für diese Arbeit allerdings eine Voraussetzung. Nach dem Grobschliff erfolgte der genaue Formschliff der Linse. Bei stark gekrümmten Flächen ist der Anteil der Drehbewegung der Schleifschale gegenüber dem «Strich» viel grösser als bei einem Spiegel. Daher übernahm zweckmässigerweise ein Getriebemotor mit kontinuierlich einstellbarer Drehzahl die Rolle einer Schleifmaschine. Die Radiendifferenz der Linsenflächen von 9,0 mm musste auf wenige Zehntel-millimeter genau eingehalten werden. Gemessen wurden die Radien mit einem ausgetriebenen Ring-sphärometer.

Hand in Hand mit den Schleifarbeiten wurde schon früh auf eine gleichmässige Randdicke der Linse geachtet. Die Mittendicke beträgt $15 \pm 0,1$ mm. Nach Beendigung des Feinschliffes musste noch der Linsenrand genau rund geschliffen werden mit einem Durchmesser von 170 mm. Dies geschah auf einer rotierenden flachen Metallscheibe, über welcher die Linse mittels Anschlag senkrecht gehalten und langsam um ihre Achse gedreht wurde.

Das Polieren der Linsenflächen ging verhältnismässig rasch vor sich und benötigte nur 5 Stunden pro Fläche. Zum Schluss wurde die Linse in ihrer Mitte noch durchbohrt, um daran den Kassettenhalter befestigen zu können.

Selbstverständlich setzt die Herstellung einer Meniskuslinse einige Erfahrung im Schleifen voraus. Andererseits konnte noch Vieles während der Schleifarbeit ausprobiert und hinzugelernt werden. Die genaue Radiengebung beim Feinschliff erfolgte durch verändern der Schleifschale und bereitete weiter keine Schwierigkeiten. Grosse Sorgfalt und peinliche Sauberkeit waren jedoch beim Feinschliff nötig, um die Flächen kratzerfrei zu erhalten.

Schliff des Kugelspiegels

Der 20 cm-Kugelspiegel mit 1020 mm Krümmungsradius wurde mit einem FOUCAULT-Testgerät



Fig. 5: Grosser Orion-Nebel (M 42). Ilford HP4 Film. Belichtungszeit 20 Minuten.

geprüft, bei dem das seitlich angeordnete Blendenloch mittels einer Optik im rechten Winkel zur Spiegelachse auf einen 45° schräg stehenden Oberflächenspiegel abgebildet wurde. Die Kante des Spiegelchens übernahm dabei die Rolle der Messerschneide. Damit konnte der kurzbrennweitige Spiegel voll ausgeleuchtet werden, wobei Schneide und künstlicher Stern nahe beieinander lagen¹⁾.

An dieser Stelle möchte ich besonders Herrn GUNZINGER aus Zürich nochmals herzlich danken, der mir am Anfang mit Rat und Tat beiseite stand und dessen optisch-handwerklichen Kenntnisse mir sehr nützlich waren.

Mechanische Teile

Der mechanische Aufbau der Kamera ist aus der Zeichnung ersichtlich. Die Fassungen von Spiegel und Meniskuslinse sind mit je drei M6-Schrauben an grossen Ringen befestigt. Die Justierung der Optik erfolgt mit diesen Schrauben. Sämtliche Drehteile sind aus Aluminium und sind schwarz eloxiert worden.

Der Kassettenhalter ist direkt an der mechanisch stabilen Meniskuslinse befestigt. Zur Fokussierung kann die Filmkassette mit einer Mikrometerschraube in Achsrichtung bewegt werden. Die Befestigung der Kassette am Halter erfolgt magnetisch. Das Magnet-



Fig. 6: Plejaden (M 45). Ilford HP4 Film. Belichtungszeit 20 Minuten.

joch an der Kassette berührt den Dauermagneten im Kassettenhalter jedoch nicht, wobei der Abstand so eingestellt ist, dass die Kassette noch zuverlässig an den Halter gezogen wird.

Um die für MAKUTOV-Systeme geforderte Längen-



konstanz und Steifheit des Zusammenbaues zu erreichen, sind die beiden grossen Stützringe zusätzlich zur Rohrbefestigung noch durch drei Stahlrohre \varnothing 10/5 mm miteinander fest verbunden. Gleichzeitig bleibt durch diese Massnahme die Optik bei einem eventuellen späteren Ausbau aus dem Rohr beisammen und somit die Justierung erhalten. Als Rohr wurde das bei der Materialzentrale beziehbare Dellitrohr \varnothing 240/248 mm verwendet, das bei geringem Gewicht eine hohe Steifigkeit aufweist.

Nachführung

Die hervorragenden Abbildungseigenschaften einer MAKUTOV-Kamera müssen durch eine perfekte Nachführung voll zur Geltung gebracht werden. Nun ist dies aber leichter gesagt als getan. Anfänglich arbeitete meine Nachführung zu ungenau, bis ich einsah, dass die Leistungsfähigkeit des verwendeten Leitrohres ($f = 600$ mm, 1:5) für eine MAKUTOV-Kamera mit einer Brennweite von 500 mm nicht ausreichte. In einer früheren ORION-Nummer²⁾ wird empfohlen, die Brennweite des Leitrohres etwa 3 bis 5 mal so gross zu wählen wie diejenige der Aufnahme-Optik. So tauschte ich das zu kurzbrennweitige Leitrohr gegen den 15 cm-Spiegel aus, dessen ursprüngliche Brennweite von 1020 mm mit einer BAR-

MAKSUTOV - KAMERA

Optische Daten:

$R1 = 201,85 \text{ mm}$
 $R2 = 210,85 \text{ mm}$
 $R3 = 1033 \text{ mm}$
 $R4 = 500 \text{ mm}$

$D1 = 160 \text{ mm}$
 $D3 = 208 \text{ mm}$
 $D4 = 70 \text{ mm}$

$d1 = 15,50 \text{ mm}$
 $d2 = 675 \text{ mm}$
 $s' = 528 \text{ mm}$
 $f = 500 \text{ mm}$

Spiegel aus DURAN-Glas
 Meniskus aus BK-7-Glas

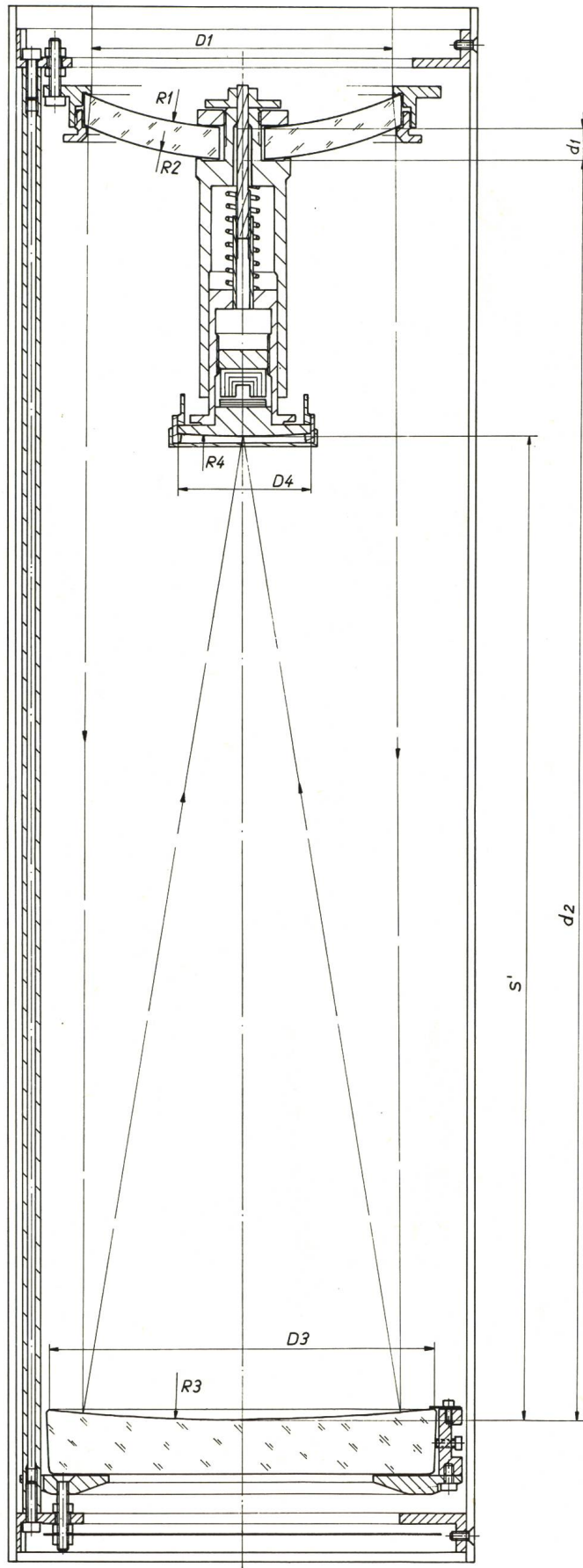




Fig. 7: Andromedanebel (M 31). Ilford HP4 Film. Belichtungszeit 20 Minuten. Negativ umkopiert.

low-Linse noch verdoppelt wurde. Die mechanische Befestigung geschieht mittels Spannbändern und den Rohrradien angepassten Verbindungsteilen direkt an der Kamera. Durch diese Massnahme wurde es möglich, die Nachführung mit der erforderlichen Genauigkeit vorzunehmen.

Zur Nachführgenauigkeit ist noch folgendes zu sagen: Der Bilddurchmesser beträgt für die schwächsten Sterne 0,02 mm, die Auflösung des verwendeten Filmmaterials (Ilford HP4, Kodak Tri-X-Pan, Kodak Spectroscopic-Filme) liegt bei 0,01 mm. Um saubere Sternpunkte auch bei den schwächsten Sternen zu erhalten dürfen die Abweichungen während der Nachführung $\pm 0,01$ mm nicht überschreiten, entsprechend einem Winkelfehler von ± 4 Bogensekunden oder $\pm \frac{1}{4}$ Sekunden. Gute Voraussetzungen dazu sind eine ruhige Atmosphäre, Fehlen von Müdigkeit, bequeme Körperhaltung (Sitzgelegenheit) und genügend warme Kleider (Winter!) während der Nachführung.

Das Nachführökular besteht aus einem 10 mm-Ökular der Firma Spectros, in das ein Fadenkreuz aus 5 μ m dünnen Goldfäden eingebaut wurde. Durch Aufhellen des Himmelshintergrundes mit einem Taschenlampenbirnchen vorne am Rohr, dessen Hellig-

keit dem Leitstern angepasst werden kann, ist das Fadenkreuz gut sichtbar. Für nicht allzu schwache Leitsterne hat sich diese Hellfeld-Beleuchtungseinrichtung bewährt.

Die genaue Aufstellung des transportablen Instrumentes geschieht mit Hilfe des Polarsterns. In die Stundenachse der Montierung ist ein kleines Sucherfernrohr mit Fadenkreuz eingebaut, mit dem der Polarstern anvisiert und dessen Abweichung vom Himmelspol berücksichtigt wird. Eine Beschreibung dieser Aufstellhilfe erfolgte in ORION 132, Seite 149 ff.

Die fotografischen Ergebnisse dieser Kamera sind sehr erfreulich. Nach 20 Minuten Belichtungszeit beträgt die Grenzhelligkeit knapp 16 m. Das Bildfeld von 65 mm \varnothing wird bis zum Rande hin scharf ausgezeichnet. Die Filmrondellen von 70 mm \varnothing werden mit einer Stanze aus Planfilmen ausgestanzt. Für die Aufnahme leuchtender Gasnebel verwende ich die rotempfindliche Astroemulsion Kodak 103a-E mit vorgeschaltetem Rotfilter. Die Detailwiedergabe dieses Films für schwach leuchtende Objekte ist schlicht und einfach phantastisch. Leider ist mit diesem Film nur ein Teil des gesamten Bildfeldes nutzbar, weil dieser in kleinen Mengen einzig im Kleinbildformat erhältlich ist³⁾.



Fig. 8: M 81 und M 82 in Ursa Major. Ilford HP4 Film. Belichtungszeit 20 Minuten.

Alle Aufnahmen wurden bei ERICH LAAGER, Schwarzenburg (BE), 800 m. ü. M., mit MAKUTOV-Kamera 160/200/500 aufgenommen.

Adresse des Verfassers:

HUGO BLIKISDORF, Ing. HTL, Schulstrasse 24, CH-5415 Nussbaumen.

Literaturangaben:

- ¹⁾ KURT WENSKE, Spiegeloptik, Sterne und Weltraum-Taschenbuch.
- ²⁾ H. ZIEGLER, ORION 113, S. 88, (1969).
- ³⁾ zu beziehen beim Treugesellverlag, Düsseldorf.

Feldstecher-Astronomie

Eine stabile Haltevorrichtung für Feldstecher

In einer Zeit, in der Astroamateure immer grössere und technisch raffiniertere – und auch entsprechend teurere – Teleskope konstruieren, ist es angebracht, wieder einmal dem Feldstecher eine Lanze zu brechen. Trotz der vielen in der Literatur weitverstreuten Hinweise für Himmelsbeobachtungen mit dem Feldstecher, muss ich immer wieder feststellen, dass er in seiner Leistungsfähigkeit doch vielfach unterschätzt wird.

Also war ich bestrebt, dem Komfort bei der Feldstecher-Beobachtung einige Aufmerksamkeit zuzuwenden. So kommt es darauf an, beim Beobachten in hohen Himmelslagen und vor allem in der Zenitge-

gend eine möglichst bequeme Kopfhaltung ohne Verkrampfung und Anstrengung zu ermöglichen. Dies ist selbst in sitzender Stellung, etwa mit Hilfe eines Klappsessels, nicht für längerdauernde Beobachtung möglich, nicht einmal für einige Minuten! So habe ich die Idee von H. BADERSCHNEIDER aufgegriffen und aus leicht zu beschaffenden Stücken Anticorodal mit Hilfe eines befreundeten Mechanikers ein Stativ mit verschiebbarer, stabiler Klemme auf Messingrohr konstruiert. Zur Sicherung der Standfestigkeit des Stativs habe ich einen Rundfuss aus Beton gegossen, der noch zusätzlich mit einem Eisenkreuz armiert ist. Die so entstandene Halteinrichtung gestat-