

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 30 (1972)  
**Heft:** 130/131

**Artikel:** Bemerkungen zur Maksutov-Kamera  
**Autor:** Wiedemann, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899753>

### **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:** 13.01.2026

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

Spiegel überlegen, dessen Mittenschärfe zufolge verschwindend kleiner Zonenfehler –  $1/500.000 f'$  – praktisch erreicht wird. Die nebenstehende Fig. 2 zeigt diese Entwicklung an einigen Systemschnitten, die Fig. 3 gibt Beispiele für die damit erreichten Korrektionszustände.

Mit diesen Beispielen, die einer grösseren Zahl von Berechnungen entnommen sind, über die an anderer Stelle berichtet werden soll, war zu zeigen, dass das MAKUTOV-CASSEGRAIN-System vielfach abgewandelt werden kann, wobei sich seine Eigenschaften erheblich verbessern lassen. Es läge daher im Interesse der Benutzer, wenn sich die Hersteller solcher Optiken die damit gebotenen Möglichkeiten zu Nutze machten; die Konstruktionsdaten der hier beschriebenen Systeme im Bereich der Öffnungsverhältnisse von 1:15 bis 1:6.8 können beim Verfasser angefordert werden.

Es wäre noch darauf hinzuweisen, dass sich der Amateur, der ein solches, im allgemeinen wohlfeiles Instrument anschafft, kaum ein Urteil über dessen Leistungsfähigkeit bilden kann, da ihre Hersteller im Gegensatz zu den Gepflogenheiten optischer Grossfirmen die Korrektionszustände *nicht* bekanntgeben. Sie sind höchstens bereit, einige Angaben über Flächengenauigkeiten zu machen. Ganz abgesehen davon, dass die Einhaltung entsprechend hoher Flächengenauigkeiten notwendig und mit Hilfe einer modernen Technik unschwer zu erreichen ist, besagen aber solche Angaben gar nichts über den Korrektionszustand aus, der schliesslich die Grundlage jeder Ausführung ist und die erreichbare Bildleistung bestimmt. Es wäre deshalb im Interesse aller Amateure, die auf käufliche Optiken angewiesen sind, wenn auch die Hersteller dieser Systeme dem Käufer deren rechnerisch ermittelten Korrektionszustand bekanntgeben

würden, dem dann die technische Ausführung so nahe wie möglich zu kommen hat.

Was hier für die Optik des Fernrohres postuliert wurde, gilt analog auch für dessen Mechanik, die bei wohlfeilen Instrumenten nach den Erfahrungen des Verfassers oft auch nur geringen Ansprüchen genügt. Die Leistungen der Amateure werden aber dadurch oftmals begrenzt. Das Bestreben dieser Zeitschrift, den Bau guter Amateur-Instrumente und damit auch die Leistungen der Amateure zu fördern, rechtfertigt diese kritischen Bemerkungen.

#### Literatur:

- <sup>1)</sup> E. WIEDEMANN, ORION 14, 12 (1969).
- <sup>2)</sup> B. SCHMIDT, Zentralztg. f. Optik u. Mechanik 52, 25 (1931); Mitt. d. Hamburger Sternwarte Bergedorf 7, 15 (1932).
- <sup>3)</sup> D. GABOR, Brit. P. 544.694 (1940); K. PENNING, D.P.B. 907.709 (1941); Optik 3, 320 (1948); A. BOUWERS, Niederl. P. 102.016 (1941); D. D. MAKUTOV, Journ. Opt. Soc. Amer. 34, 270 (1944).
- <sup>4)</sup> J. GREGORY, Sky and Telescope März 1957, S. 236.
- <sup>5)</sup> R. L. WALAND, Journ. Opt. Soc. Amer. 51, 359 (1961).
- <sup>6)</sup> N. W. MERMAN, Mitt. Pulkovo 20, 144 (1958) No. 159.
- <sup>7)</sup> G. KLAUS, ORION 15, 457 (1958); K. WENSKE, Spiegeloptik, SuW-Taschenbuch No. 7, S. 108, Mannheim 1967. Hersteller eines derartigen Systems ist E. POPP, Haus Regula, Ricken, Schweiz (Angabe ohne Gewähr).
- <sup>8)</sup> Das Amateurfernrohr «Meniscas» von Carl Zeiss, Jena, weist diese Konstruktion auf; sein Korrektionszustand dürfte deshalb dem in Fig. 2, links gegebenen ähnlich sein.
- <sup>9)</sup> Ein derartiges System wird von E. AEPPLI, Am Glattbogen 63, Zürich, hergestellt. Sein Korrektionszustand dürfte dem in Fig. 2, links dargestellten ähnlich sein (Angabe ohne Gewähr).
- <sup>10)</sup> E. WIEDEMANN, ORION 28, 185 (1970); ORION 29, 83 (1971); Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. 1971, 50.

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

## Bemerkungen zur Maksutov-Kamera

VON E. WIEDEMANN, Riehen

D. D. MAKUTOV hat bekanntlich als erster die nach ihm benannte Teleskop-Optik in der Literatur beschrieben, die nur sphärische Flächen aufweist und bei welcher zur Korrektur der sphärischen Abweichung eines Kugelspiegels ein gegen das einfallende Licht konkaver, schwach zerstreuer *Meniskus* Anwendung findet<sup>1)</sup>. Eine ausserhalb der Fachwelt bekanntere Beschreibung der MAKUTOV'schen Erfindung hat später F. B. WRIGHT gegeben<sup>2)</sup>. Die MAKUTOV'sche Konstruktion, die gleichzeitig auch von anderen Autoren erfunden und beschrieben wurde<sup>3)</sup>, hat inzwischen hauptsächlich bei Astro-Amateuren Verbreitung gefunden, und zwar sowohl als *Kamera*, die analog dem SCHMIDT-System<sup>4)</sup> aufgebaut ist, aber nur dessen halbe Baulänge aufweist, sowie auch als Teleskop der CASSEGRAIN'schen Bauart<sup>5)</sup>, wozu der Verfasser in dem vorangehenden Artikel einen Beitrag gebracht hat. An dieser Stelle soll kurz auf die MAKUTOV-Kamera eingegangen werden.

Von einer Astro-Kamera erwartet man in erster Linie eine grosse *Lichtstärke*, um auch lichtschwache Objekte mit relativ kurzen Belichtungszeiten aufneh-

men zu können. Gleichzeitig soll das *Bildfeld* nicht zu klein sein, um auch Aufnahmen ausgedehnter Objekte erhalten zu können. Bei den aus nur einem brechenden und einem reflektierenden Element aufgebauten Kameras nach B. SCHMIDT und D. D. MAKUTOV muss man dabei in Kauf nehmen, dass das Bild auf einer Schale mit dem ungefähren Radius der Systembrennweite liegt, also *gekrümmt* ist. Diesem Umstand trägt man durch eine entsprechende kugelförmige Durchbiegung der Platte oder des Films Rechnung, wofür verschiedene Kassettenformen entwickelt worden sind<sup>6)</sup>.

Die ausgezeichneten Eigenschaften von SCHMIDT-Kameras stehen hier nicht zur Diskussion; die einzige hier zu erörternde Frage ist vielmehr, welche Lichtstärke und welches Bildfeld bei einer MAKUTOV-Kamera erreichbar sind, wenn gefordert wird, dass die Bildschärfe bei den für Amateur-Instrumente in Frage kommenden Brennweiten (obere Grenze: 1000 mm) noch einwandfrei bleibt. Darunter soll verstanden werden, dass die Zerstreungskreise der Sternbilder kleiner oder höchstens gleich gross wie das

Korn des Negativ-Materials sein dürfen, also keinesfalls den Durchmesser von 0.03 mm überschreiten.

Nun hat F. B. WRIGHT<sup>2)</sup> auf Grund der Formel von D. D. MAKUTOV zur Achromatisierung des Meniskus

$$r_2 - r_1 = \left( \frac{n^2 - 1}{n^2} \right) \cdot e' \cdot 1$$

eine Tabelle für die Meniskus-Dicken von 0.5 bis 5% der Brennweite gegeben, die implizite dazu geeignet ist, für die hier allein in Betracht gezogene auch in Koma korrigierte Ausführung von MAKUTOV-Kameras die gefragten Werte auf einfache Weise zu ermitteln.

Zum Verständnis der in der Figur dargestellten Durchrechnungsergebnisse sei bemerkt, dass

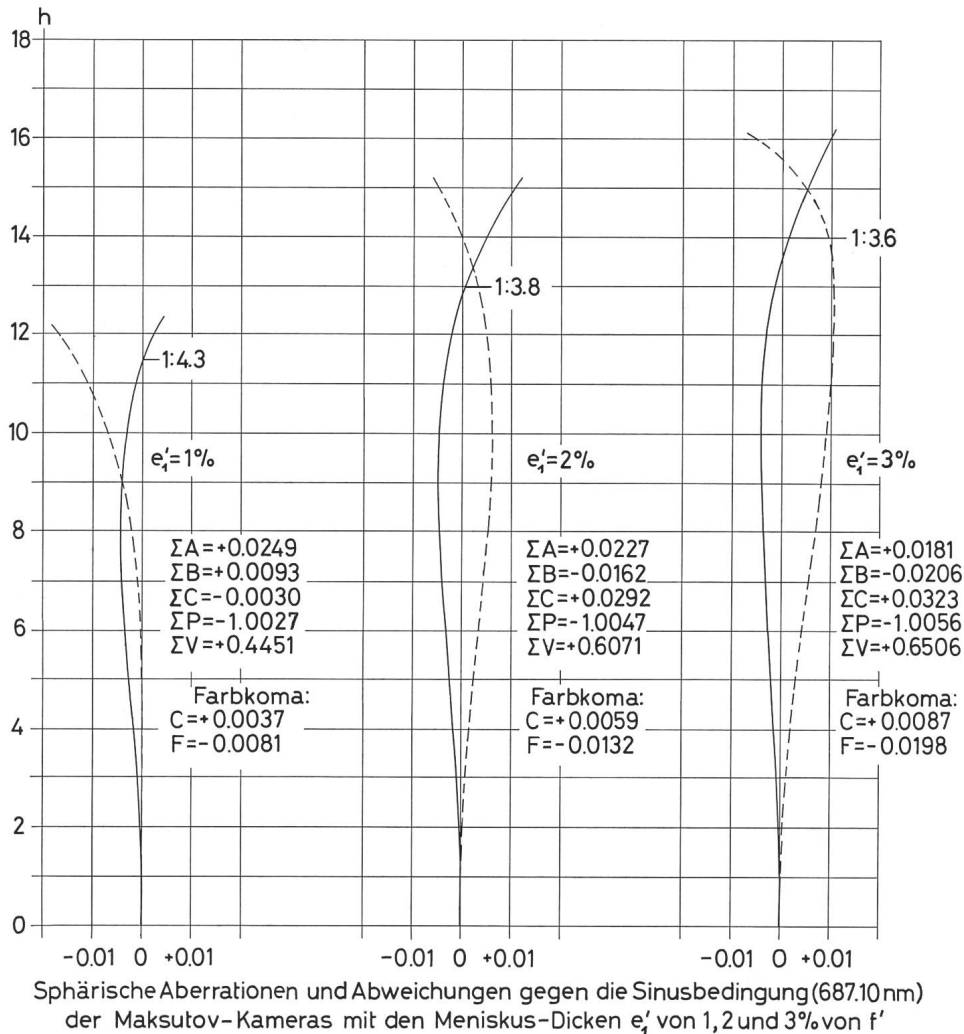
- 1) für die Achromatisierung des Meniskus bei gegebener Dicke die Radien und ihre Differenz korrelativ zu einander sind: Je dicker der Meniskus wird, um so flacher werden seine Radien, aber auch um so grösser wird deren Differenz.
- 2) Je grösser die Meniskus-Radien werden, um so grösser werden bei gleich gross gehaltenem sphärischen Zonenfehler die Einfallshöhen des korrigierten Randstrahls, womit die Lichtstärke zunimmt.

- 3) Je grösser die Meniskus-Radien werden, um so grössere Meniskus-Dicken sind erforderlich, womit der Farbkoma-Fehler zunimmt. Zugleich wird der Astigmatismus wegen der flacheren Radien grösser.

- 4) Die Farbkoma ist bei der MAKUTOV-Kamera nicht gleich gut wie beim MAKUTOV-CASSEGRAIN-Teleskop korrigierbar, da deren Kurven bei der Kamera spiegelbildlich zu jenen der sphärischen Aberration verlaufen, während sie beim Teleskop die gleiche Lage wie jene der sphärischen Aberration haben und bei guten Ausführungsformen mit ihnen praktisch zur Deckung gebracht werden können.

Dies bedeutet, dass man die *Lichtstärke* der MAKUTOV-Kamera, sofern ihr Auflösungsvermögen dem oben erwähnten Kriterium entsprechen soll, nicht über einen rechnerisch bestimmaren Grenzwert steigern kann. Hierüber gibt die nachstehende Tabelle Auskunft.

Meniskus-Dicke in % der Brenn- weite	Maximal mög- liches Öffnungs- verhältnis	empfohlene grösste Brennweite
1	1:4.3	1000 mm
2	1:3.8	800 mm
3	1:3.6	500 mm
4	1:3.3	300 mm



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 Meniskus-Dicken.

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  $20^\circ$  als möglich, bei einer Meniskus-Dicke von 3% der Brennweite ( $\Sigma C = +0.0424$ ) geht dieser Wert auf etwa  $10^\circ$  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 MAKUTOV-Kameras dargestellt. Die Korrektionswerte beziehen sich auf die Brennweite  $f' = 100.0000$ . Die Konstruktionsdaten können vom Verfasser angefordert werden.

#### Literatur:

- 1) D. D. MAKUTOV, 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, Zentralztg. f. Optik u. Mechanik 52, 25 (1931).
- 5) J. GREGORY, Sky and Telescope 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 (MAKUTOV, 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.

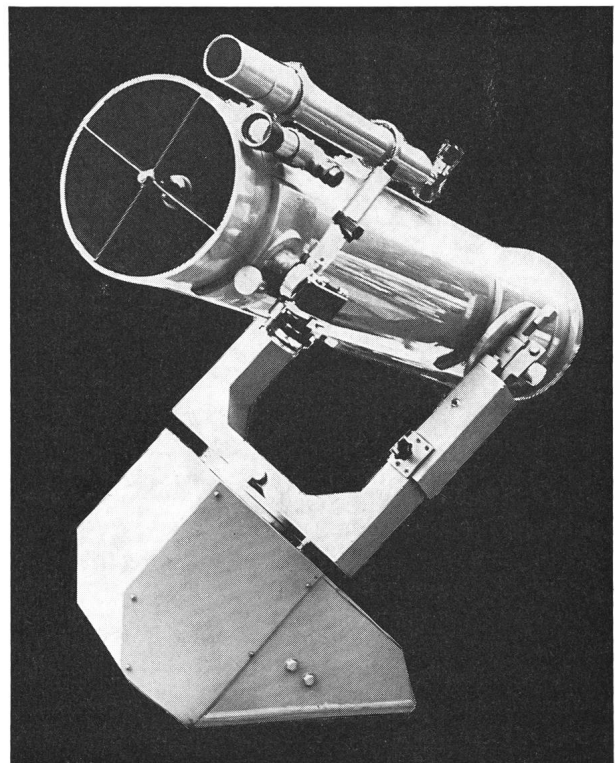


Fig. 1: Das beschriebene Instrument.