

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

**Artikel:** Das Maksutov-Cassegrain-Teleskop als Amateur-Instrument  
**Autor:** Wiedemann, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899752>

### **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>**

empfindlich sind, ist die O- Reihe im Prinzip nur blau- und grünempfindlich. Darnach hat sich die Verwendung dieser Emulsionen zu richten, sowie die Auswahl der damit zu kombinierenden Filter, für die Kodak die WRATTEN-Serie<sup>11)</sup> empfiehlt. Dieser Serie entspricht weitgehend die Filter-Serie von Schott, Mainz. Die WRATTEN-Filter sind (ungeschützte) Gelatine-Filter und daher schon gegen Berührung ihrer Flächen empfindlich; die Schott-Filter sind massegefärbte Glasfilter, also unempfindlich, dafür aber teurer. Für beide Filterreihen sind von den Herstellern genaue Extinktions- bzw. Durchlass-

werte erhältlich. Für enge Bandbreiten oder Aufnahmen in monochromatischem Licht können selbstverständlich moderne Interferenzfilter dienen, wie sie mit verschiedenen Halbwertsbreiten von Balzers in Balzers, Liechtenstein und Schott in Mainz erhältlich sind. Den Möglichkeiten zu speziellen Aufnahmen sind somit kaum noch Grenzen gesetzt, was die Schwarz/Weiss-Photographie betrifft. Auf den Farbfilm mit dem SCHWARZSCHILD-Exponenten von nahezu 1 wird der Amateur bis auf weiteres allerdings noch warten müssen<sup>12)</sup>, da die professionelle Astronomie an ihm nicht interessiert zu sein scheint.

#### Literatur:

- 1) F. B. WRIGHT, in: *Amateur Telescope Making* III, 574 (1961).
- 2) G. KLAUS, *ORION* 9, 105 (1964), No. 84.
- 3) K. RIHM, *ORION* 29, (1971), No. 127.
- 4) H. ZIEGLER, *ORION* 12, 143 (1967), No. 103.
- 5) J. WARKOCZEWSKI, *Sky and Telescope* 41, 175 (1971).
- 6) eine reichhaltige Auswahl davon ist erhältlich beim Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (Dr. h. c. HANS ROHR), Vordergasse 57, CH-8200 Schaffhausen.
- 7) A. SANDAGE and W. C. MILLER, *Astrophys. J.* 144, 1238 (1966).
- 8) H. D. ABLES and J. CHRISTY, U.S. Naval Observatory, Flagstaff (Arizona).

<sup>9)</sup> H. EGGELING, *ORION* 11, 81 (1966), No. 95/96.

<sup>10)</sup> Kodak Publication No. P-9 (1967).

<sup>11)</sup> Kodak Publication No. B-3 (1970).

<sup>12)</sup> Mitteilung der Kodak S.A., Lausanne, an die Redaktion (E. W.).

#### Adresse der Verfasser:

GERHART KLAUS,  
Waldeggstrasse 10,  
CH-2540 Grenchen

ECKHARD ALT,  
Brunckstrasse 40,  
D-6703 Limburgerhof

#### Für die Redaktion:

E. WIEDEMANN

## Das Maksutov-Cassegrain-Teleskop als Amateur-Instrument

von E. WIEDEMANN, Riehen

Wie früher ausgeführt wurde<sup>1)</sup>, hat man sich bald nach der Erfindung des lichtstarken astrophotographischen Systems von BERNHARD SCHMIDT<sup>2)</sup> darum bemüht, die relativ schwierige Herstellung der asphärischen Platte zu umgehen und sie durch einen schwach zerstreuenen Meniskus mit gegen das einfallende Licht hohlen Flächen zu ersetzen, um auf diese Weise den sphärischen Fehler des Kugelspiegels zu korrigieren<sup>3)</sup>. Die so gebauten Kameras wurden in der Literatur zuerst von D. D. MAKUTOV beschrieben und werden deshalb MAKUTOV-Kameras genannt, für welche in einem nachfolgenden Bericht einige Beispiele gegeben werden, die einen besseren Korrektionszustand als das von den Zeiss-Mitarbeitern A. KÖNIG und H. KÖHLER gewählte Beispiel zeigen<sup>1)</sup>. Da indessen bei Systemen mit nur sphärischen Flächen die Aberrationen höherer Ordnung nur in besonderen Fällen verschwinden, ist eine MAKUTOV-Kamera im allgemeinen einer SCHMIDT-Kamera nicht ebenbürtig und kann nur bei kürzeren Brennweiten oder geringerer Lichtstärke astrophotographischen Ansprüchen genügen.

Ähnliches gilt für die verschiedenen Formen des sphärisch belassenen CASSEGRAIN-Systems, wenn man dessen sphärischen Fehler durch das Vorschalten eines MAKUTOV-Meniskus in analoger Weise korrigiert. Über einige Ausbildungsformen des auf diese Weise gebildeten *Maksutov-Cassegrain-Systems* soll im folgenden berichtet werden.

Eine (wahrscheinlich erste) Beschreibung eines solchen Systems stammt von J. GREGORY<sup>4)</sup>, weitere haben R. L. WALAND<sup>5)</sup> und N. W. MERMAN<sup>6)</sup> gegeben; während aber darüber hinaus das MAKUTOV-CASSEGRAIN-System in der Fachliteratur kaum weitere Beachtung gefunden zu haben scheint, ist es von den Amateur-Astronomen wegen seiner leichten Herstellbarkeit und seines kurzen Baus (Baulänge weniger als  $\frac{1}{4}$  der Brennweite) mit Begeisterung aufgenommen worden; das J. GREGORY-System wurde in den U. S. A. mehrfach mit Preisen ausgezeichnet, kopiert und variiert und gilt heute als eines der beliebtesten Amateur-Instrumente, obschon sein Korrektionszustand manches zu wünschen übrig lässt.

Dass man in Amateur-Kreisen mit diesem System

dennoch zufrieden ist, hat neben den bereits angeführten Gründen auch noch jene, dass sich die Zonenfehler bei der relativ kleinen Öffnung von 1:15 nicht allzu stark bemerkbar machen, und dass man dieses System nur zur Beobachtung und Aufnahme von Objekten kleinen angularen Ausmasses verwendet. Für Feldaufnahmen, wie auch für lichtschwache Ob-

jekte ist es nicht geeignet.

Bei den Möglichkeiten, die das MAKUTOV-CASSEGRAIN-Prinzip aber bietet, ist es doch auffallend, dass nur vereinzelt Versuche bekannt geworden sind, die Strahlenvereinigung zu verbessern, die Lichtstärke zu erhöhen und das Bildfeld zu erweitern. Hierüber soll an dieser Stelle berichtet werden.

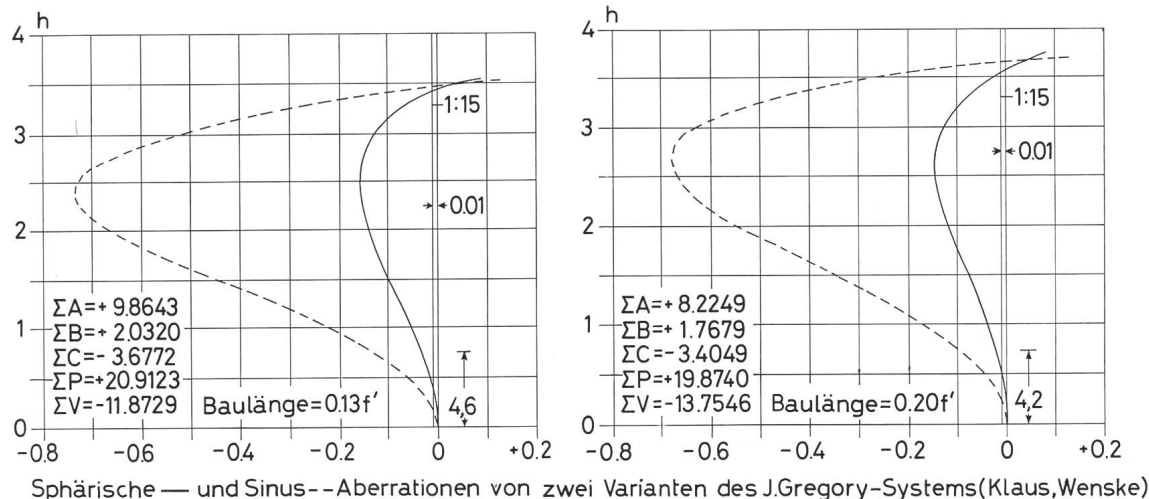


Fig. 1: Korrektionszustand des J. GREGORY-Systems nach G. KLAUS<sup>7)</sup> (links) und K. WENSKE<sup>7)</sup> (rechts). Bei den nachfolgend beschriebenen neueren Bauformen bleiben – zum Vergleich – die Zonenfehler dieses Typs innerhalb der eingezeichneten Limite von 0.01 für  $f' = 100.000$  oder im Bereich von  $1/500.000 f'$ .

### 1. Die Verbesserung der Strahlenvereinigung beim Maksutov-Cassegrain-System auf der Achse und in ihrer Umgebung

Bei der ursprünglichen Form dieses Systems, deren Korrektionszustand in Fig. 1 wiedergegeben wird, ist der Gegenspiegel als zentraler, kreistrunder Fleck auf die Hinterfläche des Meniskus aufgedampft<sup>4)</sup>, <sup>7)</sup>. Es lässt sich indessen unschwer zeigen, dass diese bequeme Massnahme *nicht* zu einer maximalen achsialen Korrektur führen kann, weil zur Korrektur des sphärischen Fehlers der Meniskus stärker durchgebogen sein sollte, als der Gegenspiegel. Dies gilt besonders für den Fall, dass der chromatische Vergrösserungsfehler, der hier ohnehin nicht wie bei komplizierteren Systemen ganz beseitigt werden kann, klein gehalten werden soll, was nur mit relativ dünnen Menisken möglich ist. Daraus folgt, dass eine Trennung der Radien von Meniskus und Gegenspiegel, mit flacherer Durchbiegung des letzteren, zu einer erheblichen Verkleinerung des Zonenfehlers, also einer *erheblichen Verbesserung* des Systems führt. Der Gegenspiegel muss dann allerdings angeschliffen<sup>8)</sup> oder als Linse hergestellt und auf den Meniskus aufgeklebt oder auf andere Weise an ihm befestigt werden<sup>9)</sup>, wenn die ursprüngliche Bauweise nicht verändert werden soll. Derartige Massnahmen sind bekannt und in der Optotechnik zum Beispiel bei Spiegelkollimatoren gebräuchlich. Wie erheblich damit die Strahlenvereinigung verbessert werden kann, wird durch einen Vergleich der Aberrationswerte der Fig. 1 mit jenen der

Fig. 3, links, veranschaulicht, die das Ergebnis einer Berechnung des Verfassers zeigt, bei welcher das Öffnungsverhältnis von 1:15 *nicht* verändert wurde.

### 2. Die Erhöhung der Lichtstärke und die Erweiterung des Bildfeldes beim Maksutov-Cassegrain-System mit vom Meniskus getrenntem Gegenspiegel

Man kann nun in der Trennung von Meniskus und Gegenspiegel noch einen Schritt weiter gehen und den Meniskus unter Schwächung seiner Brechkraft und Velfachung gegen das einfallende Licht zu verschieben. Das System wird zwar dadurch länger, aber man gewinnt dafür an Lichtstärke und erhält einen noch besseren Korrektionszustand, womit das System universeller verwendbar wird. Die Lichtstärke lässt sich bei weiterer Verkleinerung der achsialen Zonenfehler von 1:15 auf 1:7.5, also über das Vierfache erhöhen; zugleich können Koma und Astigmatismus völlig zum Verschwinden gebracht werden. Die Bildfeldwölbung geht erheblich zurück und der Verzeichnungsfehler wird sehr klein, so dass diese Abwandlung des Systems, von der geringeren Lichtstärke abgesehen, in ihrer Leistung nahe an die doch erheblich teureren Zwei-Menisken-Systeme<sup>10)</sup> herankommt. Die Baulänge nimmt mit steigender Lichtstärke und abnehmenden Bildfehlern zu, beträgt aber beim Öffnungsverhältnis 1:7.5 doch erst  $0.8 f'$ . Das System ist also in dieser Hinsicht, wie auch bezüglich des ausgezeichneten Feldes, dem einfachen NEWTON-

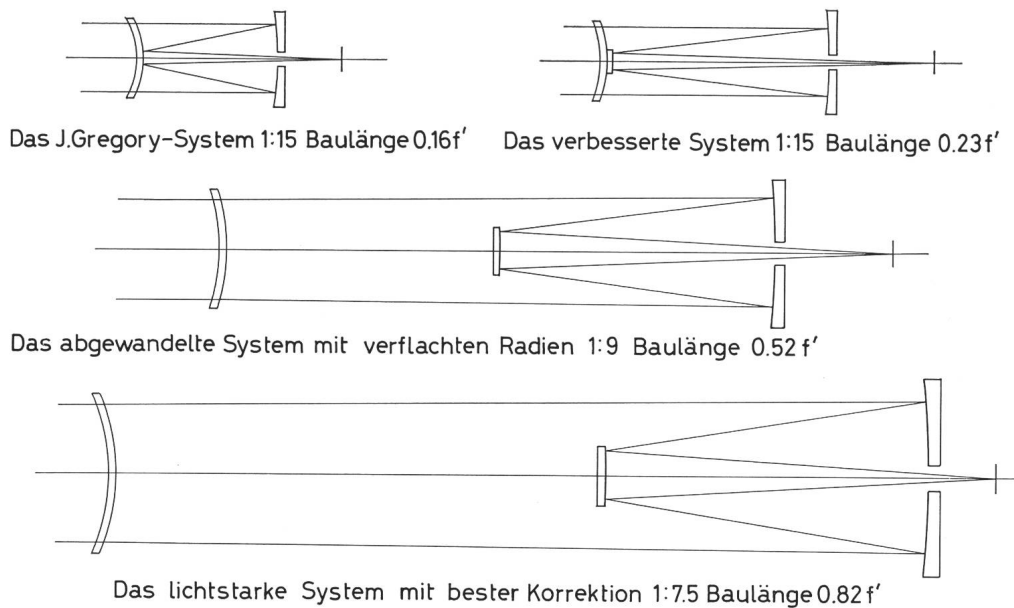
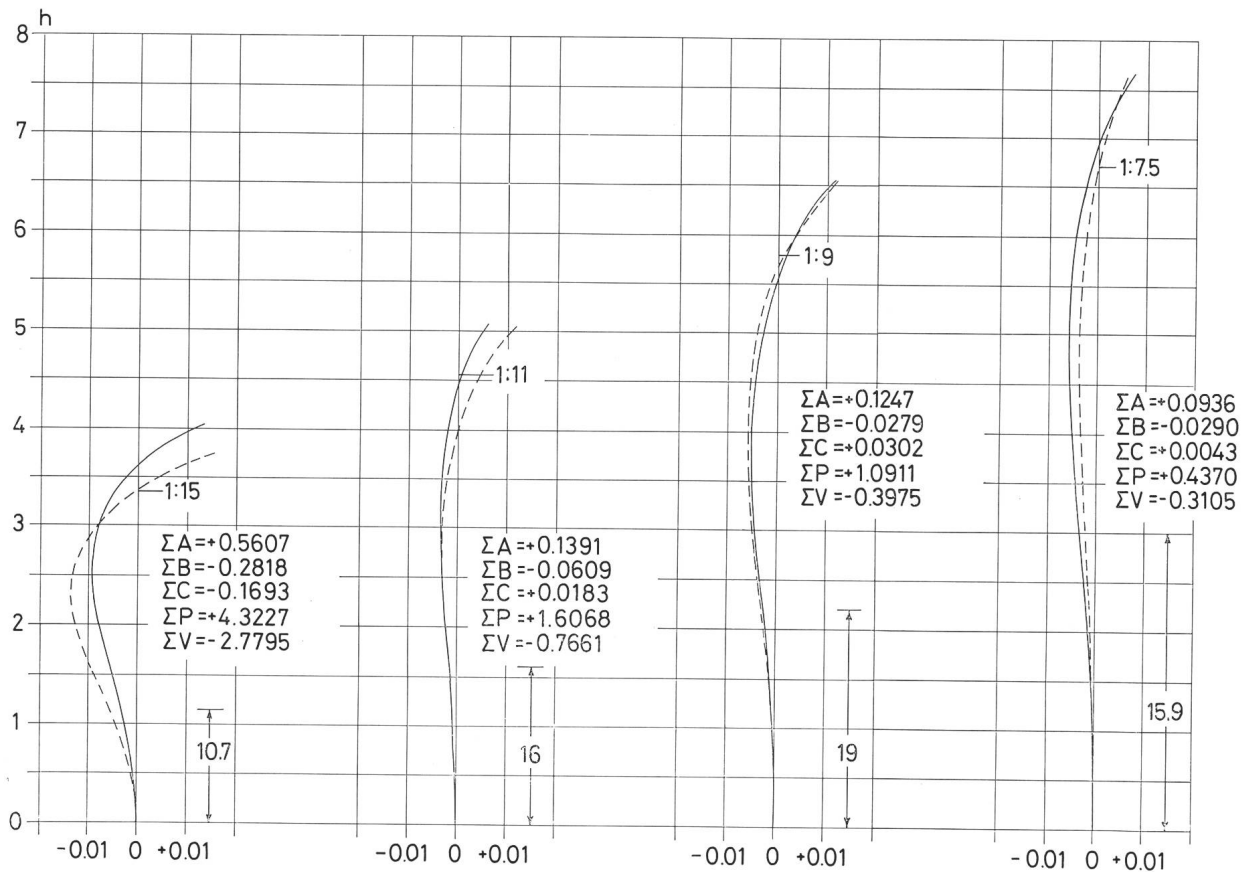


Fig. 2: Systemschnitte mit den Öffnungen: 1:15, 1:9 und 1:7,5.



Sphärische Aberrationen — und Abweichungen von der Sinusbedingung --- der Maksutov-Cassegrain-Varianten  
 Baulänge=0.23f' Baulänge=0.52f' Baulänge=0.57f' Baulänge=0.82f'

Neben den Kurven: die Summenwerte nach der 3. Ordnung und die Mittenabschattungen in %

Fig. 3: Korrektionszustände von vier modifizierten MAKUTOV-CASSEGRAIN-Systemen nach den Rechnungen des Verfassers, in der Reihenfolge zunehmender Öffnungen und abnehmender Bildfeldfehler.

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