

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft |
| Herausgeber: | Schweizerische Astronomische Gesellschaft |
| Band: | 48 (1990) |
| Heft: | 240 |
| | |
| Artikel: | Bildfeldkorrekturen für Parabolspiegel |
| Autor: | Klaus, G. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-898890 |

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: 29.01.2026

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

Bildfeldkorrekturen für Parabolspiegel

G. KLAUS

Jeder Astrophotograph, der mit einem Parabolspiegel Himmelsaufnahmen herstellt, weiß aus Erfahrung, dass sein Instrument nur ein sehr kleines Bildfeld scharf auszeichnet. Ausserhalb der optischen Achse wachsen die unvermeidlichen, systembedingten Bildfehler umso rascher, je lichtstärker der Spiegel, d.h. je grösser sein Öffnungsverhältnis ist.

Für das neue 1-m-Teleskop der Feriensternwarte Puimichel habe ich darum die Literatur nach Möglichkeiten durchsucht, ob und wie sein photographisch ausnützbares Bildfeld von nur 10 mm ($10'$) Durchmesser auf 60 m (1°) erweitert werden könnte.

Im Zusammenhang mit dem Bau des 5-m-Teleskops für Palomar Mountain hat vor über 50 Jahren F.E. Ross die Möglichkeit studiert, mit Hilfe eines zusätzlichen Linsensystems das ausnützbare Bildfeld zu vergrössern. Für kleinere Instrumente, wie sie von Amateuren benutzt werden, kann dies mit einem brechkraftlosen zweilinsigen System erreicht werden, wenn der Spiegel nicht lichtstärker als $f/5$ ist. Für grössere relative Öffnungen sind dann aber 3- oder 4-linsige Systeme erforderlich.

Die folgende Übersicht bringt die Resultate der trigonometrischen Strahlendurchrechnung solcher Systeme, die mit einem Spot-Programm in einem Commodore 64 erhalten wurden. Mit « d » ist der Durchmesser des untersuchten Bildfeldes, mit « Δ » die maximale Ausdehnung des abgebildeten Sternbildchens bezeichnet. Zu den Tabellen der optischen Daten sind noch folgende Bemerkungen nötig:

R heisst Krümmungsradius der Fläche:

+ bedeutet konvex zum Himmel,
- bedeutet konkav zum Himmel.

D heisst Linsendicke oder Luftzwischenraum nach der Fläche:
+ bedeutet: Das Licht läuft in Richtung vom Himmel weg,
- bedeutet: Das Licht läuft in Richtung zum Himmel zurück.

Alle Linsenflächen sind sphärisch. Alle Gläser sind Schott BK7 mit $n = 1.5168$.

Alle Daten beziehen sich auf eine Spiegelbrennweite von 1000 mm.

So können die Resultate bequem miteinander verglichen werden.

1° misst dabei 17.45 mm, $1'' = 0.0048$ mm.

Der in der Photographie zugelassene Unschärfekreis von 0.03 mm hat dann also einen Durchmesser von $7''$. Dazu darf bemerkt werden, dass moderne Emulsionen, wie z.B. Technical Pan, bedeutend höheren Ansprüchen gerecht werden.

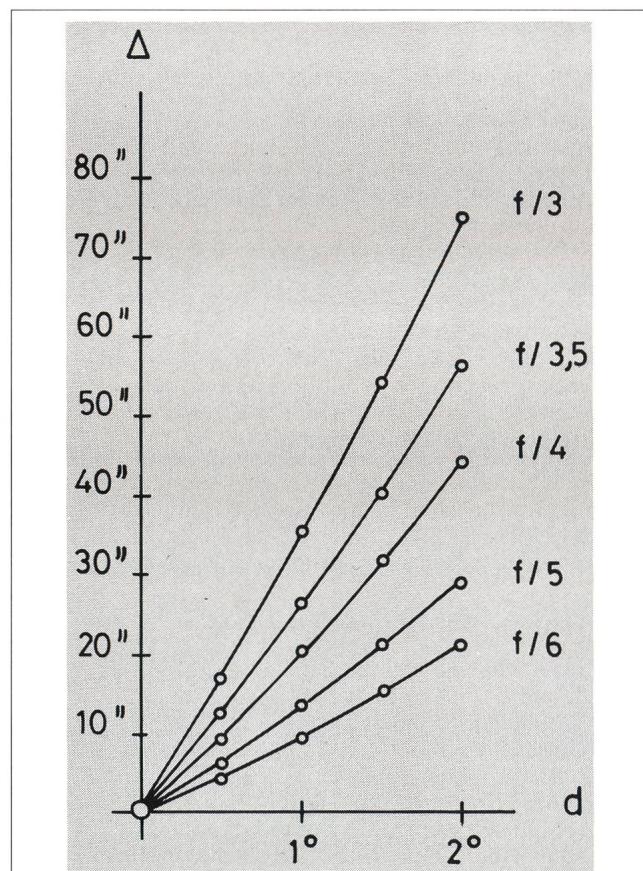
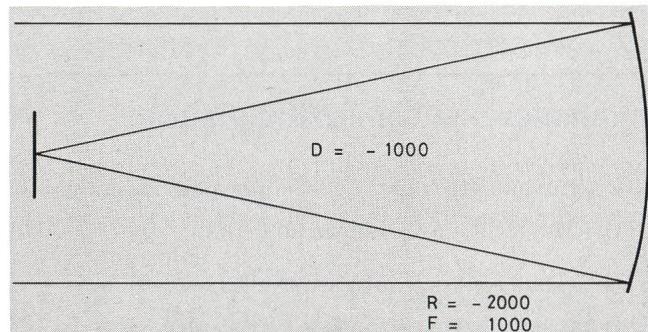
Für andere Brennweiten kann man die Daten und Ergebnisse proportional umrechnen, wobei Δ im Winkelmaß (« Δ) konstant bleibt.

Mit Ausnahme des letzten Beispiels (e) sind alle Resultate für ein planes Bildfeld gerechnet. BFL (back focal length) heisst der Abstand des letzten Linsenscheitels zum Bildfeld.

a) Der Parabolspiegel allein.

Zuerst wollen wir die ausserachsialen Bildfehler eines Parabolspiegels ohne Zusatzlinsen betrachten. Wir geben diese jeweils für 5 verschiedene Öffnungsverhältnisse von $f/6$ bis $f/3$ an.

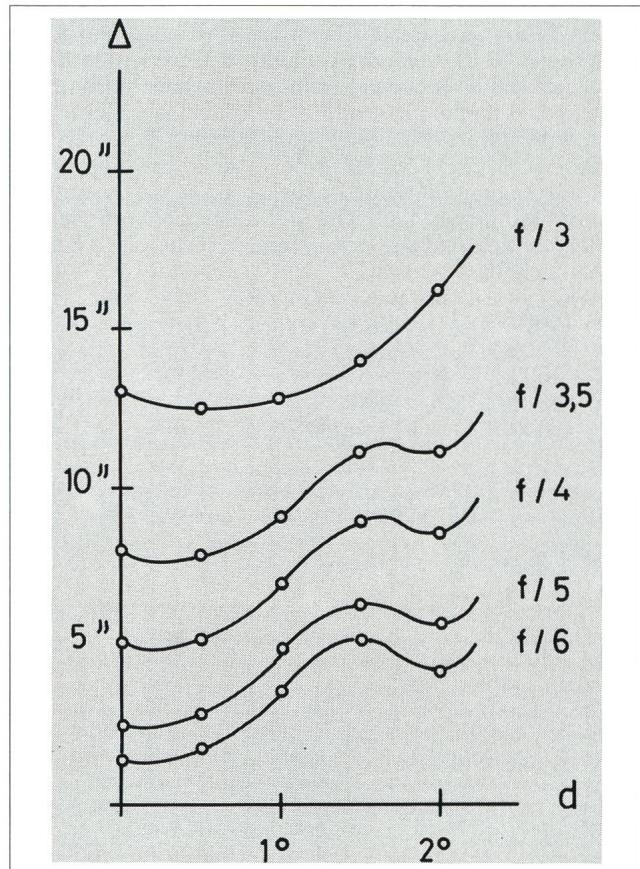
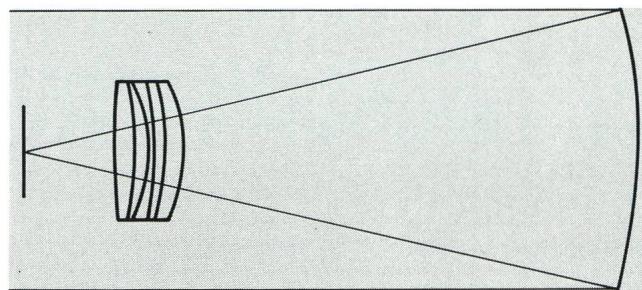
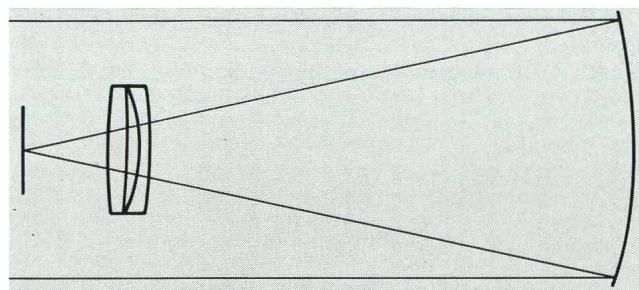
Ergebnis: Bei $f/5$ sind die Sternbildchen nur innerhalb eines Bilddurchmessers von $30'$ kleiner als $7''$.



b) Parabolspiegel mit 2-linsigem Ross-System

nach J.L. Richter in Sky and Telescope, Mai 1985.

| | R | D | $F_{eff} = 999$ |
|---|--------|------|-----------------|
| 1 | -2000 | -940 | $f/6: -49.4$ |
| 2 | -97.2 | -2.4 | $f/5: -49.3$ |
| 3 | -47.6 | -6.4 | $f/4: -49.2$ |
| 4 | -171.2 | -7.0 | $f/3.5: -49.1$ |
| 5 | +171.2 | | $f/3: -49.0$ |
| | | | BFL = |

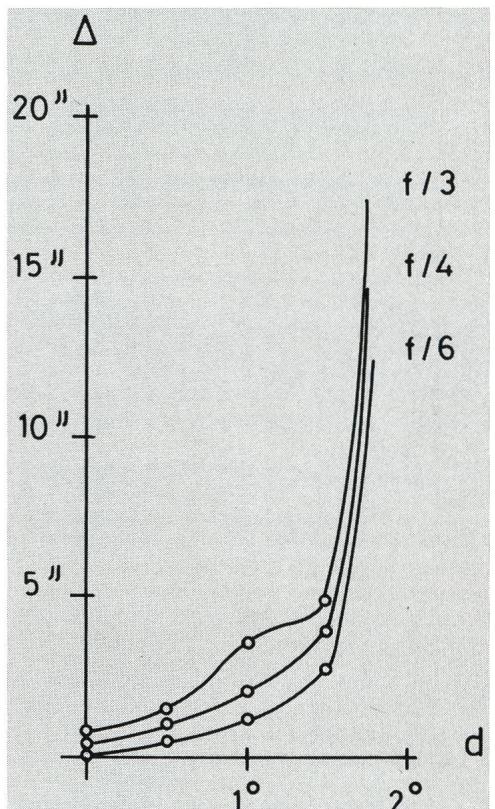


Ergebnis: Bei $f/5$ sind die Sternbildchen bis zum Bilddurchmesser von $2^\circ 15'$ kleiner als $7''$. Die Mittelschärfe geht zu Gunsten des grossen Bildfeldes etwas zurück. Sie liegt bei $f/5$ bei $2.6''$. Bei $f/3$ sind alle Sternbildchen grösser als $12''$. Grössere Lichtstärken können also nicht korrigiert werden. Dafür ist eine zusätzliche Linse nötig.

c) Parabolspiegel mit 3-linsigem Korrektor
nach C.G. Wynne in Mon. Not. R. Astr. Soc. 167/196

Tab. IV

| | R | D | $F_{\text{eff}} = 1116$ |
|---|----------|----------|-------------------------|
| 1 | -2000 | -915.42 | |
| 2 | -36.109 | -3.48 | |
| 3 | -41.881 | -30.0 | |
| 4 | -72.211 | (-0.784) | -1.43 |
| 5 | -25.427 | (-38.64) | -36.28 |
| 6 | -44.647 | (-2.732) | -11.43 |
| 7 | +316.791 | BFL = | -10.3 |



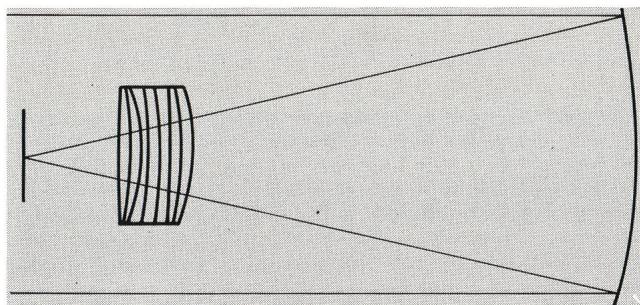
Für Amateurteleskope hat das System eine praktische Schwierigkeit: D_4 , die Dicke der mittleren Linse, ist zu klein. Ich habe darum versucht die Daten so zu ändern, dass D_4 grösser wird. Das ist möglich, wenn man auch D_5 und D_6 ändert.

Ergebnis: Bis zur relativen Öffnung von $f/3$ bleiben die Sternbildchen im Bildfeld von $1^\circ 30'$ Durchmesser kleiner als $5''$, bis zum Bilddurchmesser von 1° sogar unter $3.5''$. Über $1^\circ 30'$ steigen die Fehler rasant an. Für grössere Bilder ist eine weitere Linse erforderlich.

d) Parabolspiegel mit 4-linsigem Korrektor
nach C.G. Wynne in Mon. Not. R. Astr. Soc. 165/7

Tab III

| | R | D | $F_{\text{eff}} = 1081$ |
|---|----------|--------|-------------------------|
| 1 | -2000 | -841.1 | |
| 2 | -68.144 | -6.25 | |
| 3 | -80.121 | -18.96 | |
| 4 | -193.949 | -4.17 | |



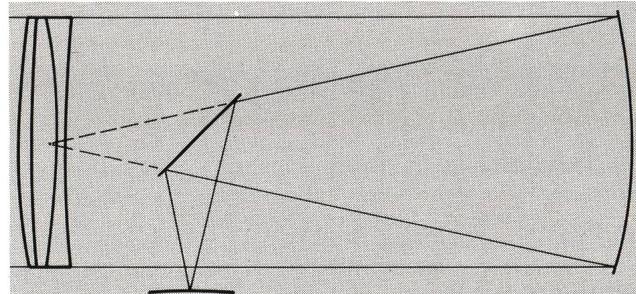
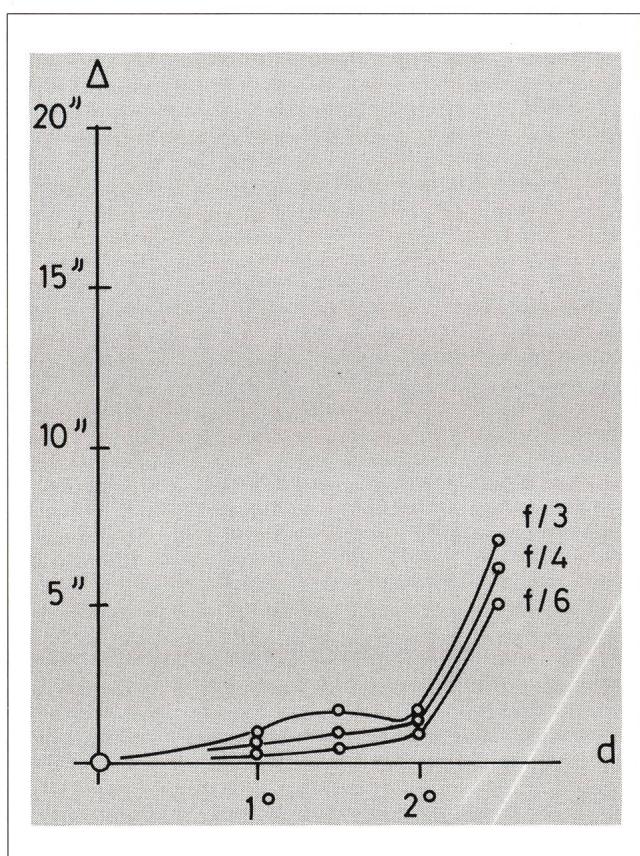
e) Parabolspiegel mit 2 grossen Linsen an der Eintrittspupille

nach R.J. Lurie in Journal of the Opt. Soc. of America, März 1975.

| | R | D |
|---|----------|---------|
| 1 | +999.80 | +15.12 |
| 2 | +2314.92 | +8.36 |
| 3 | -1735.56 | +10.07 |
| 4 | Plan | +982.36 |
| 5 | -2000 | |

Das System bringt eine ausgezeichnete Korrektur über ein Bildfeld von 5° Durchmesser, aber es hat für die Praxis einen kleinen Fehler: Die letzte Linsenfläche ist plan. Das führt, ähnlich wie bei der Schmidt-Kamera, zu Geisterbildern von hellen Sternen. Während die Schmidtplatte aber leicht deformiert ist und darum grössere, leicht erkennbare Geister erzeugt, gibt unsere Planfläche punktscharfe Reflexe, also «Novae» in Mengen. Etwas mildern kann man das durch einen aufgedampften Antireflexbelag, aber besser wäre es, wenn erst gar keine Planfläche im Strahlengang stünde. Ich habe darum versucht mit gekrümmten Flächen zu arbeiten, und das sieht dann so aus:

| | R | D | $F_{\text{eff}} = 1011$ |
|---|-------|--------------|-------------------------|
| 1 | +990 | +17.5 | |
| 2 | +3200 | +10 | |
| 3 | -2000 | +14.5 | |
| 4 | +5000 | +1000 | |
| 5 | -2000 | BFL = -996.6 | |



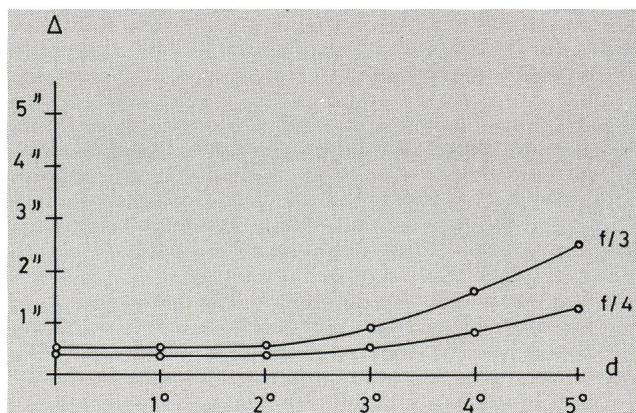
| | | |
|---|-----------|-------------|
| 5 | -159.227 | -33.56 |
| 6 | -96.464 | -1.48 |
| 7 | -47.663 | -72.18 |
| 8 | -82.808 | -6.69 |
| 9 | +1022.184 | BFL = -24.9 |

Ergebnis: Bis zur relativen Öffnung von $f/3$ bleiben die Sternbildchen im Bildfeld von $2^\circ 30'$ kleiner als $7''$, bis zu 2° sogar kleiner als $1.4''$.

Dieses ausgezeichnete Resultat muss aber mit relativ grossem optischen Aufwand erkauft werden.

Geht es nicht einfacher?

In ATM3 (Amateur Telescope Making) gibt J.G. Baker ein System an, das zu einem achromatischen 2-Linser noch eine durchbrochene Schmidtplatte verwendet. Das Bildfeld misst gut 5° im Durchmesser. Eine feine Sache, aber einfach ist das nicht. Wenn man schon ein optisches Glied in der Eintrittspupille verwenden will, dann geht es auch mit zwei grossen sphärischen Linsen.



Ergebnis: Bis zur relativen Öffnung von f/3 bleiben die Sternbildchen im Bildfeld von 5° Durchmesser unter 2.5", bei f/4 unter 1.3". Das Bildfeld ist nun aber nicht mehr plan, sondern wie bei der Schmidtkamera konvex zum Spiegel gekrümmt. Der Krümmungsradius der Bildfläche ist gleich gross wie die Spiegelbrennweite, also in unserem Beispiel 1000 mm.

Das ist für die Verwendung von Planfilmen (TP) nur von Vorteil, denn das Anpressen des Films an eine Kugelkalotte bringt eine genauere Lage der Emulsion. Das Bild kommt in den Korrektor zu liegen. Man müsste ihn also durchbohren. So verwendet man wohl besser den Newtonfokus über einen kleinen Planspiegel. Ein kleines Gratisgeschenk liegt darin, dass die Linsendicken nicht kritisch sind. Sie können unbedenklich wenige Millimeter grösser oder kleiner sein. An Stelle von teurem optischen Glas kann ev. auch gewöhnliches Kristallglas verwendet werden, solange es sauber ist und keine Schlieren und Spannungen enthält (Prüfung mit polarisiertem Licht).

Im Vergleich zu einer Schmidtkamera hat dieses System nur die halbe Baulänge und das Teleskop kann - mit oder ohne Linsen - immer noch visuell verwendet werden.

GERHART KLAUS, Waldeggstr. 10, CH-2540 Grenchen

ASTROPHOTO

Petit laboratoire spécialisé dans la photo astronomique noir et blanc, et couleur. Pour la documentation et liste de prix, écrire ou téléphoner à:

Kleines Speziallabor für Astrofotografie schwarz-weiss und farbig. Unterlagen und Preisliste bei:

**Craig Youmans, ASTROPHOTO,
1837 Château-d'Oex** Tél. 021/905 40 94

Meteorite

Urmaterie aus dem interplanetaren Raum

direkt vom spezialisierten Museum

Neufunde sowie klassische Fund- und Fall-Lokalitäten
Kleinstufern - Museumsstücke

Verlangen Sie unsere kostenlose Angebotsliste!

Swiss Meteorite Laboratory
Kreuzackerstr. 16a, CH-5012 Schönenwerd
Tél. 064/41 63 43 Fax 064/41 63 44

An- und Verkauf / Achat et vente

Zu Verkaufen

Celestron C 8 Super Polaris, neuwertig, 3 Okulare VP
Fr. 2'700.- Tél. 01/781 18 04

Zu Verkaufen

Günstige Gelegenheiten: Celestron C90 SS Teleskop
Comet Catcher Spiegel-Fernrohr, sowie ein **Baader-** und **Heilos-** Planetarium. Auskunft: Tél. 031/711 07 30

PREMIER-Serie Meade Teleskope F/10 und F/6.3

sind jetzt beide mit der LX6-Elektronik erhältlich !

Die fortschrittlichste und sinnvollste
Teleskopsteuerung. Jede dieser Optiken
ist perfekt. Dies wird Ihnen mit Ronchi -
und Foucault-Test bewiesen !

Meade Teleskope sind nicht "billiger" -
sie kosten nur weniger ! (Weil nur bei
mir erhältlich - keine Zwischenhändler)



Erhältlich in 3 Ausbau-Stufen ab

Fr. 3850.- incl. Stativ + Wiege !

Meade 20 und 25cm Teleskope kann
man zu einem sehr niedrigen Preis
kaufen und später, wenn die Ansprüche
steigen, sinnvoll den gewachsenen
Wünschen anpassen !

Alle Erweiterungen sind im
Grundmodell bereits integriert !
Anschlüsse für Deklinations-
Motor / Fokussier-Motor / variab-
le Fadenkreuz-Beleuchtung /
elektronische Handsteuerung bei
Langzeitfotografie / Schnellgang
zum Spazieren auf dem Mond /
variable Frequenzen für
Sterne, Sonne oder Mond /
Computer / digitale
Koordinaten-Anzeige sind
an der durch Mikroprozessor
gesteuerten Elektronik
bereits vorhanden !

Besichtigung nur nach Vereinbarung jederzeit von 9-21 Uhr möglich ! Tel.: 01/841'05'40. Gratis-Katalog anfordern ! (Ausland 4 int. Antwortcoupons von Post)

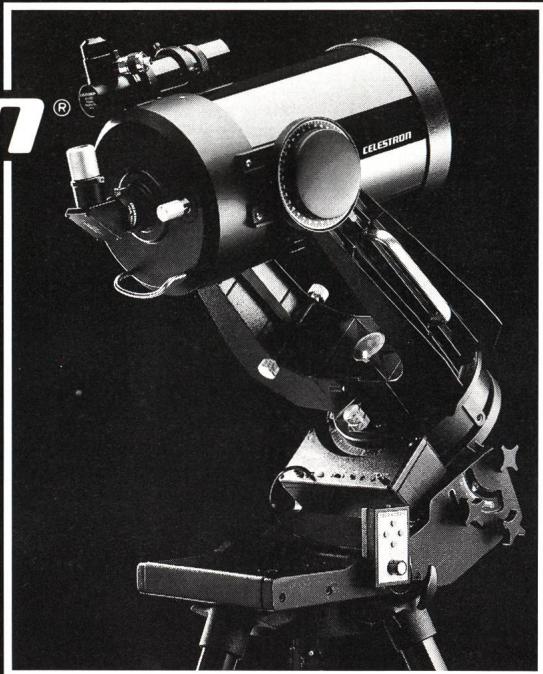
Einige autorisierte Direktimport-MEADE-Vertretung Schweiz:
E. Aeppli, Astro-Optik, Loowiesenstr.60, 8106 ADLIKON

CELESTRON® ULTIMA 8

Die Schmidt-Cassegrain-Optik mit einem Objektiv-Durchmesser von 203 mm und einer Brennweite von 2032 mm macht das ULTIMA 8 zum besten Instrument das Sie kaufen können.

Hellstmögliche Bild dank «Starbright» vergüteter Optik.

- Neue, extra stabile Gabelmontierung
- Mehrschichtvergütete Präzisions-Optik
- Drahtloser, elektronischer Antrieb
- Luxus-Transportkoffer



Qualitäts-Standardzubehör

Das CELESTRON ULTIMA 8 wird geliefert mit einem mehrfachvergüteten Weitwinkelokular 30 mm Plössl 1-1/4", für helle Bilder, und einem orthoskopischen 7 mm Okular 1-1/4" für starke Vergrösserungen. Der Zenitspiegel wurde ebenfalls mehrschichtvergütet. Das Sucherfernrohr 8 x 50 mit beleuchtetem Polsucher ist dank seinem Gesichtsfeld von 5,2° ideal zum auffinden lichtschwacher Objekte.



ULTIMA® PEC

NEU! CELESTRON ULTIMA® PEC C8 und C11

PEC (= Periodic Error Control) reduziert den periodischen Fehler um über 70%. Der Computer merkt sich die Nachführkorrekturen, welche Sie während einer Initialisierungsphase von ca. 5 Minuten ausgeführt haben. ● Vier verschiedene Grundgeschwindigkeiten für **Sterne, Mond, Sonne** und sogar die Einstellung der **King'schen** Nachführrate ist möglich. ● 9V Batterie für 30 - 50 Stunden Betriebsdauer.

für die Schweiz:

proastro

(P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS)

Ausführliche Unterlagen erhalten
Sie bei der Generalvertretung

Dufourstr. 124 · 8034 Zurich · Tel. 01 383 01 08 · Fax 01 383 00 94