

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 30 (1972)
Heft: 132

Artikel: Der Faltrefraktor
Autor: Treutner, Heinrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-899774>

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>

Der Faltrefraktor

VON HEINRICH TREUTNER, Neustadt

1. Allgemeines

Das relativ geringe Öffnungsverhältnis der Refraktoren, das im allgemeinen zwischen 1:10 und 1:20 liegt, bedingt bei grösseren absoluten Öffnungen relativ lange und daher auch entsprechend schwere Rohre, die wiederum massive Montierungen erfordern.

Während beispielsweise ein NEWTON-System 1:5 mit 30 cm Öffnung mit 1.50 m Rohrlänge auskommt, erfordert ein Refraktor 1:15 derselben Öffnung bereits eine Rohrlänge von 4.50 m, ein solcher mit dem Öffnungsverhältnis 1:20 sogar eine Rohrlänge von 6 m.

Nun gibt es aber eine Anzahl von Gründen, die dennoch für den Refraktor sprechen, besonders nachdem es heute möglich ist, seinen grössten Fehler, den Farbfehler, durch die Wahl geeigneter Glassorten weitgehend herabzudrücken. Beim Refraktor wird zunächst die Luftturbulenz im System durch das geschlossene Rohr weitgehend beseitigt. Dann ist bei ihm die Helligkeitsverteilung im Sternbild die bestmögliche, da eine Mittenausblendung durch einen Fang- oder Gegenspiel wegfällt und auch keine Beugungserscheinungen durch deren Halterung auftreten. Damit ist der Refraktor das Instrument der Wahl für Beobachtungen und Aufnahmen, bei denen es auf feinste Details ankommt (Planetenbeobachtungen, Trennungen enger Doppelsterne u. s. w.). So ist beispielsweise dafür auf dem Pic du Midi seit längerer Zeit ein Faltrefraktor mit 60 cm Öffnung und 18 m Brennweite in Gebrauch. Damit ist bereits gesagt, wie man die langen Rohre beim Refraktor vermeiden kann: *man faltet den Strahlengang durch das Einschalten von (meist zwei) Planspiegeln*. Sind diese Planspiegel von entsprechender Genauigkeit, so tritt durch sie keine Bildverschlechterung ein, und der Lichtverlust bleibt unerheblich. Bei den bevorzugten Konstruktionen dieser Art^{1), 2)}, wie sie in der Abb. 1 dargestellt sind, bleiben das geschlossene Rohr und die weiteren Vorteile erhalten, während sich die Rohrlänge auf die Hälfte bis ein Drittel verkürzt.

2. Bauhinweise

Soll ein Faltrefraktor in seiner Leistung dem theoretisch Möglichen nahekommen, so darf zunächst am Objektiv nicht gespart werden. Wenn auch mit verkitteten zweilinsigen Achromaten bei kürzeren Brennweiten gute Ergebnisse möglich sind, so sind doch für die interessanteren längeren Brennweiten (2 m und darüber) unverkittete Zweilinsler mit vermindertem sekundärem Spektrum vorzuziehen. Bei diesen Systemen, die mit dem Öffnungsverhältnis 1:15 bis 1:20 erhältlich sind, bewirkt ein kleiner Luftabstand zwischen den Linsen eine sehr merkbare Verbesserung der sphärischen Aberrationen und des

Komafehlers, während gleichzeitig durch eine freiere Wahl der Glassorten das sekundäre Spektrum auf etwa die Hälfte vermindert wird. Dies ist besonders bei grösseren Objektiv-Durchmessern und entsprechend längeren Brennweiten wichtig.

Es sei bemerkt, dass es heute 3- und 4-linsige Fernrohrobjektive gibt, bei welchen auch der Farbfehler bis auf ganz unmerkliche Reste beseitigt ist. Leider sind diese Apochromat-Konstruktionen so hoch im Preis, dass ihre Anschaffung für den Amateur nur in Ausnahmefällen in Frage kommen kann.

Bei zweilinsigen Fernrohrobjektiven kann man die chromatischen Restfehler bei feinen Arbeiten oftmals dadurch unterdrücken, dass man sich mit Hilfe von Farbfiltern auf engere Spektralbezirke beschränkt. Die Restfehler eines Fernrohrobjektivs werden mit abnehmendem Öffnungsverhältnis (wegen der geringeren Randstrahlneigungen) relativ kleiner; wenn man schon durch die Faltbauweise die Baulänge auf $1/3 f'$ reduziert, so empfiehlt es sich nicht, über das

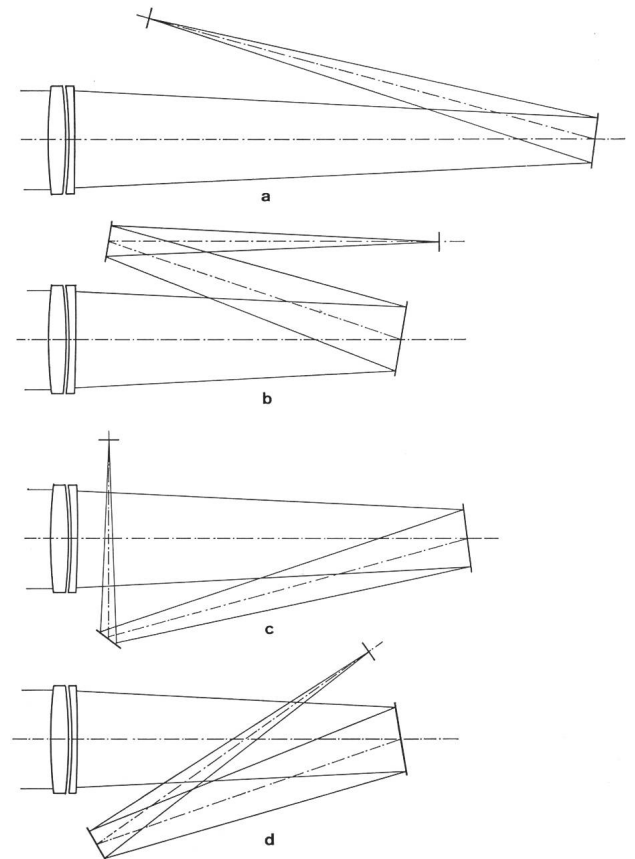


Abb. 1: a) Der einfachste Faltrefraktor mit 1 Spiegel. Baulänge mehr als $\frac{1}{2} f'$. b) Der Faltrefraktor mit 2 Spiegeln in geradsichtiger Bauart (in Deutschland als SCHAEER-Refraktor bekannt). Baulänge $\frac{1}{3} f'$. c) Der Faltrefraktor mit 2 Spiegeln und rechtwinkliger Strahlableitung (in Deutschland als NEMEC-Refraktor bezeichnet). Baulänge weniger als $\frac{1}{2} f'$. d) Der Faltrefraktor mit 2 Spiegeln und schräger Strahlableitung (bequemer Einblick!). Baulänge $\frac{1}{3} f'$.

Öffnungsverhältnis 1:15 hinausgehen, sondern eher darunter, beispielsweise bei 1:20 zu bleiben. Man kann dafür bei gleicher *absoluter* Öffnung die Brennweite länger wählen und kommt dann (bei gleicher Vergrößerung) mit schwächeren Okularen aus, die meistens weniger kosten und besser korrigiert sind. Man sollte nur beachten, dass bei Okular-Nachvergrößerungen, also bei langen Äquivalentbrennweiten, wie sie bei Planetenstudien erforderlich sind, die Lichtstärke der Kombination nicht unter etwa 1:150 sinkt, weil man sonst in den Bereich der «leeren» Vergrößerungen gelangt und zufolge von Beugungseffekten nur ein grösseres, nicht aber ein detailreicheres Bild erhält.

Bei den planen Umlenkspiegeln sollte man von vorneherein eine Oberflächengenauigkeit von $1/10 \lambda$ verlangen. Man ist dann auch bei grösseren Instrumenten sicher, dass diese Spiegel keine bildschädigende Wirkung haben.

Setzt man Faltrefraktoren für photographische Aufnahmen ein, so empfiehlt es sich, sie von Anfang an für das *Offset-Guiding*³⁾ auszulegen. Die Guiding-Ringzone erfordert dann etwas grössere Spiegel, was beim Entwurf zu berücksichtigen ist. Kleinere Instrumente wird man für das Kleinbildformat 24×36 mm, grössere eventuell für das Format 6×6 cm auslegen, was besagt, dass die Spiegelgrössen einem abschattungs-freien Feld von 40–80 bzw. 60–100 mm Durchmesser Rechnung zu tragen haben.

Obwohl Faltrefraktoren vielfach in Kastenbauweise aus Sperrholzplatten gefertigt werden¹⁾, welche die einfachste und billigste Bauweise darstellt, so ist doch im Hinblick auf eine unter wechselnden klimatischen Verhältnissen stabile Konstruktion die geschlossene Rohrbauweise vorzuziehen. Es ist nicht unbedingt ein Vorteil, dafür Aluminium-Legierungen (Antikorrodal) zu verwenden. Es sind heute Rohre aus Phenolharz-Hartpapier (Dellit, Geax) und aus Glasfaser-Polyester in den erforderlichen Dimensionen und zugleich mit passenden Wandstärken erhältlich, die leichter im Gewicht und vorzüglich formbeständig sind und zudem einen erheblich kleineren Temperaturkoeffizienten besitzen. Für den Bau eines sogenannten SCHAER-Refraktors kann man ein solches, genau rechtwinklig abgeschnittenes Rohrstück mit zwei kreisrunden planen Endplatten aus dem gleichen Material versehen, nachdem man diese

mit exzentrischen, runden Öffnungen für den Einbau des (gefassten) Objektivs und des Okularanschlusses versehen hat. Die Spiegel werden in justierbaren Dreipunkt-Halterungen ebenfalls an den Stirnplatten montiert; im Rohr sieht man 2–3 Blendscheiben mit entsprechenden Öffnungen vor, um Nebenlicht abzuhalten. Die Abb. 2 gibt ein Beispiel dafür, wie man einen derartigen Faltrefraktor ausführen kann. Für die weiteren, in Abb. 1 gezeigten Typen gilt Analoges.

3. Die Zentrierung des Faltrefraktors

Hierzu sei einleitend bemerkt, dass entgegen einer weit verbreiteten Auffassung die Neigung der Planspiegel beliebig sein darf. Bei der an sich nicht schwierigen Zentrierung eines Faltrefraktors hat man zuerst durch geeignete Stellung der Planspiegel auf den zentrischen Austritt des vollen Lichtbündels am Bildort zu achten; dann werden die optischen Achsen von Objektiv und Okular genau parallel gestellt, wobei man dies mit Hilfe zweier Lochblenden im Okularauszug sowie einer am Objektiv leicht erreichen kann. Schliesslich wird das Objektiv in seiner Halterung zentriert, womit eine gleichmässige Schärfe im Bildfeld erreicht wird.

Die in Abb. 2 gezeigte Bauweise mit einteiligem Tubus kann bei grösseren Ausführungsformen des Faltrefraktors zu unerwünscht grossen Rohrdimensionen führen. Für diesen Fall empfiehlt es sich, das Hauptrohr der Grösse des Objektivs anzupassen und den 1. Spiegel am entgegengesetzten Ende dieses Rohres zu montieren. Der 2. Spiegel, sowie der Okularanschluss werden dann in einem am Hauptrohr ange-setzten 2. Rohr untergebracht. Auch in diesem Fall kann man beide Spiegelfassungen an den Stirnplatten der beiden Rohre befestigen und die Spiegel mit drei von aussen bedienbaren Schrauben verstellen. Im Hinblick auf beste Stabilität sollte man die Spiegelhalterungen nicht federnd lagern, sondern sie mit kräftig, jedoch nicht übermässig angezogenen Druck-schrauben in der richtigen Lage halten. Eine Gefahr des Verspannens der Spiegel besteht nicht, wenn man ihre Zellen passend stark dimensioniert.

4. Beispiel eines ausgeführten Faltrefraktors:

Nach diesen Richtlinien ist das in Abb. 3 gezeigte Instrument gebaut worden. Das Objektiv ist ein

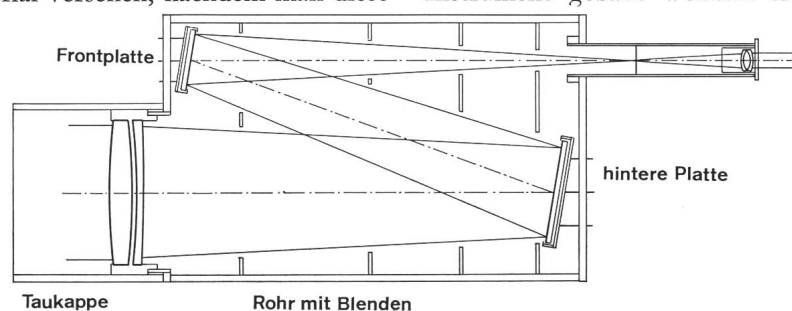


Abb. 2: Beispiel der Bauweise eines SCHAER-Refraktors mit einteiligem Tubus.

zweilinsiger, unverkitteter Achromat des FRAUNHOFER-Typs mit dem Öffnungsverhältnis 1:20 und 4 m Brennweite (freie Öffnung: 20 cm). Es ist in seiner Fassung an einem Aluminiumring am vorderen Rohrende befestigt. Das Hauptrohr hat 25 cm Durchmesser und 5,5 mm Wandstärke und besteht aus Geax-Hartpapier. Die Spiegel haben 15 bzw. 11 cm Durchmesser und sind in Aluminiumzellen gelagert, die an den Kunststoff-Stirnplatten der beiden Rohre verstellbar befestigt sind.

Der Okulartubus besteht aus einem längshalbierten Rohrstück, an welchem zwei konische Aluminiumprofilstreifen aufgenietet und über zwei Fälze mit dem Hauptrohr verschraubt sind.

An der Innenseite der Fassung des kleineren Planspiegels, sowie im Okulartubus verhindern Blenden den Einfall von Nebenlicht. Die Tuben sind innen mit mattschwarzem Stoff ausgekleidet. Das mit einer Kunststoffplatte verschlossene hintere Ende des Okulartubus weist in seiner Bohrung einen Metallring auf, in welchem der Okulartrieb befestigt ist. Das ganze Fernrohrsystem, das mit zwei Haltebügeln am Hauptrohr an der Fernrohrwiege montiert ist, wiegt 33 kg. Zu seiner Ausrüstung gehören Okulare von 10–

80 mm Brennweite, BARLOWlinse, Sonnenfilter, Spiegelreflexkamera für Kleinbild, sowie ein spezieller Offset-Guiding-Ansatz, über den bei anderer Gelegenheit mit Aufnahmebeispielen berichtet werden soll. Für alle photographischen Arbeiten mit diesem Faltrefraktor wird ein helles Gelbfilter benutzt, welches den noch vorhandenen Farbreistfehler des Objektives weitgehend beseitigt.

Der beschriebene Faltrefraktor ist auf einer deutschen Montierung mit 60 mm starker Stundenachse im Gebrauch, deren Schneckenrad von 29 cm Durchmesser 288 Zähne aufweist. Die Schnecke wird von einem Synchronmotor angetrieben, der wahlweise vom Netzstrom oder von einem Frequenzgenerator gespeist werden kann. Die Deklinationsachse mit 45 mm Durchmesser nach STAUSS ist für dieses Instrument noch ein Notbehelf und genügt den hohen Ansprüchen nicht; sie wird durch eine neue Achse Bauart ALT ersetzt werden. Der Polkopf aus 2 cm starkem Eisen ruht auf einer aus zwei zusammengeschweissten U-Eisen gebildeten Säule, die ihrerseits in einem 5 m³-Betonfundament verankert ist. Das Instrument ist in einer abfahrbaren Schutzhütte untergebracht.

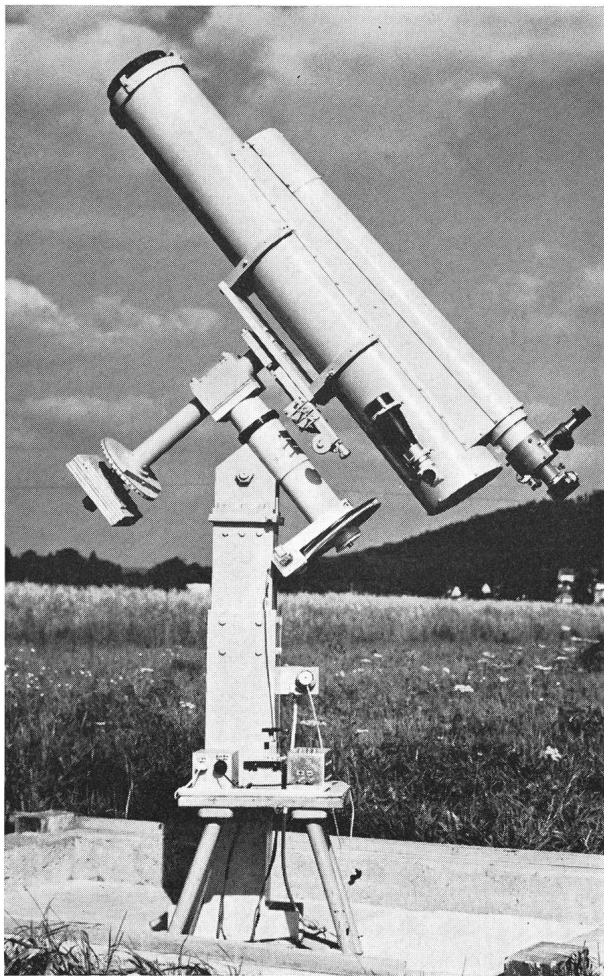


Abb. 3: Der beschriebene Faltrefraktor des Autors auf deutscher Montierung.

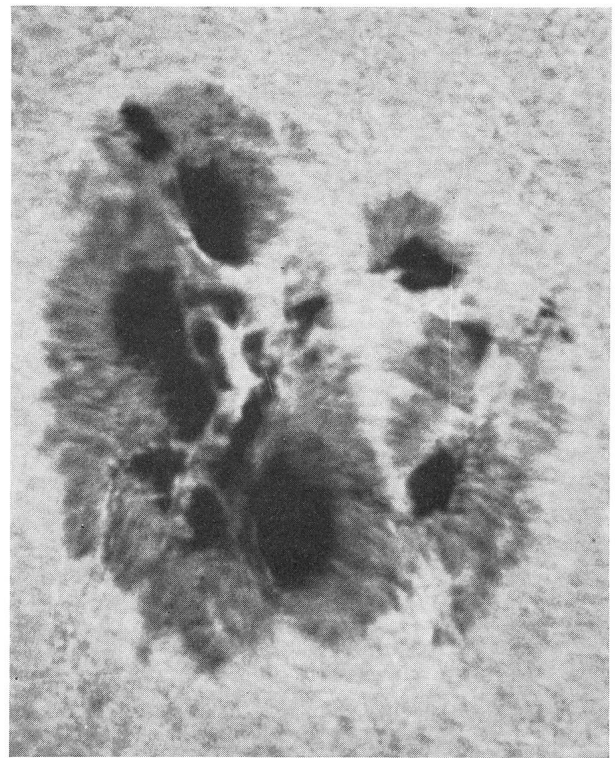


Abb. 4: Aufnahme des grossen Sonnenflecks vom 7. 8. 72 mit dem beschriebenen Faltrefraktor. Film Agfa Agepe FF. Belichtungszeit $1/250$ Sek. (Sicht durch Wolkenschleier behindert)

Literatur:

- ¹⁾ W. BRÜCKNER, ORION 29, 138 (1971), No. 126.
- ²⁾ D. LICHTENKNECKER, D-1 Berlin 12, Druckschrift 1971.
- ³⁾ M. LAMMERER, ORION 30, 93 (1972), No. 130/131.

Adresse des Autors: HEINRICH TREUTNER, Sonneberger Strasse 31, D-8632 Neustadt (BRD).