

REFRAKTOREN

Allgemeine Informationen und Tips



Inhalt

Refraktorbauarten	3
Abbildungsqualität	4
Überprüfen der Optik mit einem Ronchi-Okular.....	5
Kollimieren/Justieren eines Refraktors.....	7
Lagerung und Transport.....	8
Wartung und Reinigung.....	8
Höchste und niedrigste sinnvolle Vergrößerung	9
Beobachten mit dem Teleskop	10

WARNUNG!

Schauen Sie niemals mit einem Teleskop oder einem anderen optischen Gerät in die Sonne. Ein permanenter und irreversibler Schaden würde an Ihren Augen entstehen, der bis zur Blindheit führen kann.

Für die Sonnenbeobachtung gibt es spezielle Sonnenfilter, die vor die vordere Linse des Teleskops montiert werden. Bitte denken Sie auch an das kleine Sucherteleskop, das ebenfalls abgedeckt oder mit einem Sonnenfilter ausgestattet werden muss.

Verwenden Sie keine Okular-Sonnenfilter, da diese zerspringen und Sie somit Ihr Augenlicht verlieren können.

Verwenden Sie das Teleskop bitte auch nicht zur Sonnenprojektion. Die im Inneren entstehende Hitze kann das Teleskop/Okular zerstören.

Lassen Sie das Teleskop nie unbeaufsichtigt, ganz besonders, wenn Kinder in der Nähe sind. Sie könnten sich durch fehlendes Wissen selbst und andere gefährden.

Verwenden Sie das Teleskop nur für die in dieser Anleitung beschriebene Art der Beobachtung.

Refraktorbauarten

Man unterscheidet zwischen Achromaten, ED-Achromaten und Apochromaten. Die Bezeichnungen beziehen sich auf den Aufbau des Objektivs des Refraktors.

Der Achromat besteht aus zwei Linsen, zwischen welchen sich typischerweise ein Luftspalt befindet (Fraunhofer-Bauart). Wegen des einfachen Aufbaus ist ein Achromat günstig und hat wegen der geringen Glasmenge den Vorteil, sich schnell an die Umgebungstemperatur anzupassen.

Bei achromatischen Refraktoren, insbesondere bei solchen mit einer im Verhältnis zum Objektivdurchmesser kurzen Brennweite, wird bei hellen Objekten (= starken Kontrasten) ein Farbsaum an Objektkonturen sichtbar, welcher störend wirken kann.

Jede optische Linse weist mehr oder weniger starke Farbfehler auf. Diese entstehen, weil unterschiedliche Wellenlängen unterschiedlich stark gebrochen werden. Bei der praktischen Beobachtung führt dies, je nach

Glassorten und Linsenanzahl, zu mehr oder weniger ausgeprägten Farbsäumen.

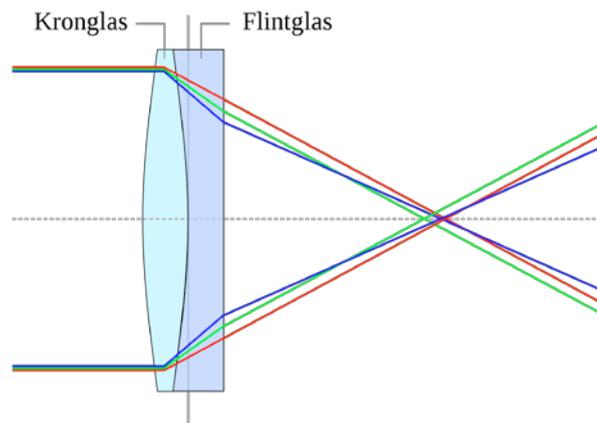
Um diese Fehler zu minimieren, werden spezielle Glassorten verwendet und/oder Systeme aus drei und (selten) mehr Linsen konstruiert.

Es gibt zwischen den einfachen Achromaten und den aufwendigen Apochromaten mit sehr geringem Farbfehler die sogenannten ED-Achromate, Semi-Achromate oder Halb-Achromate, die dank spezieller Glassorten auch mit einem zweilinsigen Objektiv schon eine bessere Abbildungsqualität erreichen.

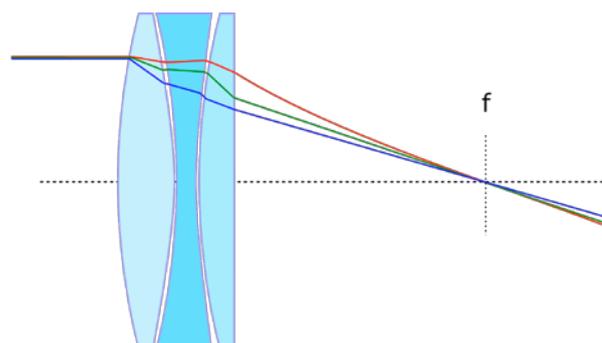
Die Farbfehlerkorrektur liegt zwar nicht auf dem Niveau der Apochromate, ist aber im Vergleich zu den Achromaten deutlich besser.

Apochromatische Refraktoren reduzieren den Farbfehler auf ein sehr deutlich, oft bis unter die Wahrnehmbarkeitsgrenze. Dies wird durch das Verwenden von Spezialgläsern und einem Aufbau aus drei oder mehr Linsen erreicht.

Achromatischer Refraktor



Apochromatischer Refraktor



Abbildungsqualität

Wie jedes optische System muß auch das Objektiv (Linsensystem) eines Refraktors korrekt justiert sein, um die bestmögliche Leistung (Abbildungsqualität) zu erreichen.

Dabei ist es essentiell, die Eigenschaften des jeweiligen Teleskops zu kennen, um beurteilen zu können, ob die Abbildung noch den technischen Möglichkeiten entspricht oder ob bereits ein Abbildungsfehler vorliegt.

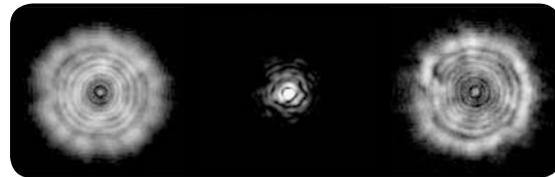
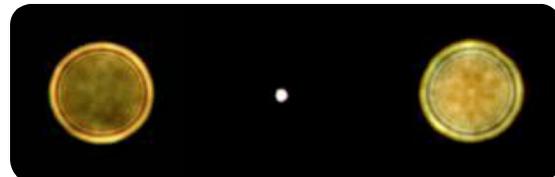
Eine einfache Überprüfung ist der sogenannte Sterntest.

Bei diesem Test wird bei hoher Vergrößerung die Beugungsfigur knapp außerhalb des Fokus' mit der Beugungsfigur knapp innerhalb des Fokus' (intra- und extrafokal) verglichen.

Ein einwandfrei justierter Refraktor zeigt in den beiden Positionen ein (annähernd) identisches und fehlerfreies Beugungsbild.

Beispiele

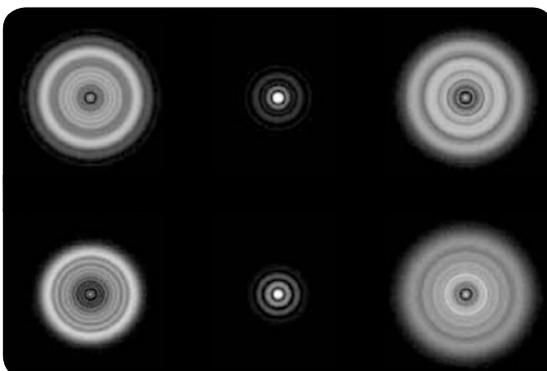
Die Beispielbilder wurden auf einer optischen Bank aufgenommen. Verwendet wurde ein künstlicher Stern.



Beim Justieren am natürlichen Stern wird die Abbildung vom Seeing beeinflusst.

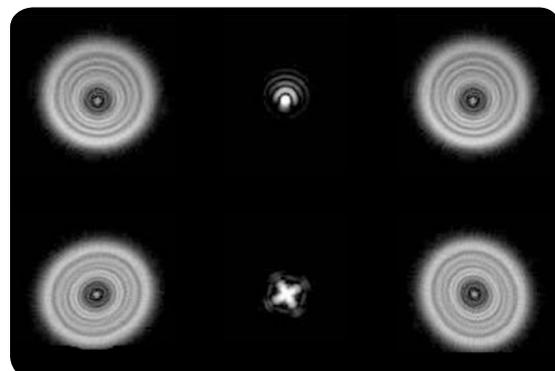
Typische Fehlerbilder

Zonenfehler



Sphärische Aberration

Koma



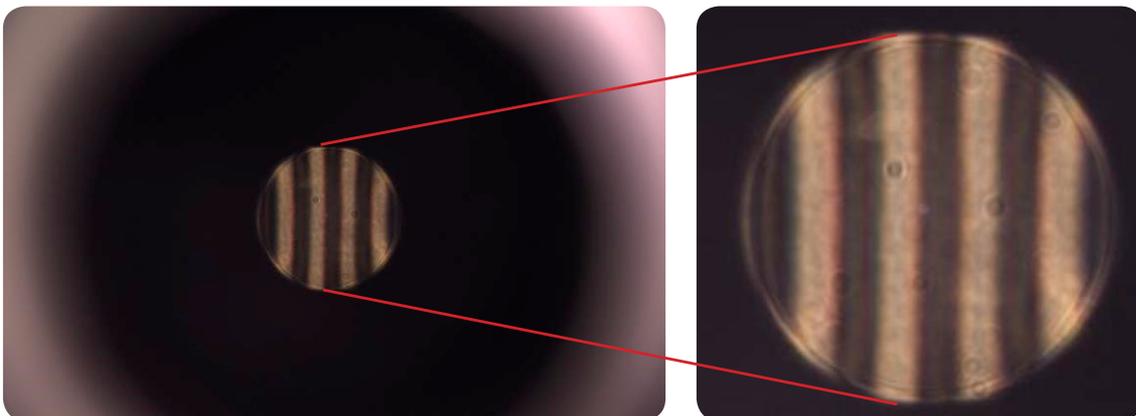
Astigmatismus

Überprüfen der Optik mit einem Ronchi-Okular

Auch beim Ronchi-Test wird die Abbildung außerhalb des Fokus' geprüft.

Das entstehende Streifenmuster ist bei einem perfekten Objektiv unverzerrt und besitzt scharf abgegrenzte Hell-Dunkel-Übergänge.

Praktisch jedes Objektiv wird mehr oder minder ausgeprägte Abweichungen zeigen. Art und Stärke dieser Abweichungen von der Idealdarstellung lassen auf die Art und Stärke eines vorhandenen Fehlers schließen.



Typische Fehlerbilder

Mittels des Ronchi-Tests lassen sich eine Vielzahl optischer Fehler erkennen.

Die Darstellung auf der nächsten Seite zeigt die wichtigsten/häufigsten Fehler.

Ronchi-Test: Typische Fehlerbilder

intrafokal	extrafokal	
		Perfekte Optik Intra- und extrafokales Bild sind identisch; es sind keine Abweichungen von der idealen Darstellung zu erkennen.
		Sphärische Überkorrektur Der Brennpunkt verändert sich mit dem Abstand zur optischen Achse. Beugungsringe werden sichtbar, der Kontrast sinkt.
		Sphärische Unterkorrektur Wie sphärische Überkorrektur; lediglich andere Fehlerrichtung.
		Abgesunkene Kante Auswirkung ähnlich der sphärischen Überkorrektur. Fehler ist besonders bei hellen Objekten störend. Eine Ringblende kann den Störeinfluß verringern.
		Zentrale Erhebung Wegen des geringen Flächenanteils sind die Auswirkungen weniger stark als bei anderen Fehlern. Bei Spiegelteleskopen mit zentraler Obstruktion hat der Fehler geringe bis keine Auswirkung.
		Zentrale Absenkung Wie zentrale Erhebung, lediglich andere Fehlerrichtung.
		Astigmatismus Es gibt keinen klar definierten Brennpunkt, sondern eine elliptische Verzerrung kreisförmiger Lichtquellen. Die Achsen der Ellipsen vor und hinter dem Fokus sind um 90 ° gegeneinander verdreht.
		Zonenfehler Ringförmige Abweichung von der Idealform. Ein mehr oder minder stark ausgeprägter Zonenfehler tritt bei der Fertigung fast immer auf.

Kollimieren/Justieren eines Refraktors

Mit einem Cheshire-Justierokular können Sie einen Refraktor kollimieren. Beachten Sie, daß nicht alle Refraktoren eine Justiermöglichkeit besitzen.



Vorgehensweise

Verschließen Sie das Objektiv mit der Staubschutzkappe und setzen Sie das Justierokular in den Okularauszug ein.

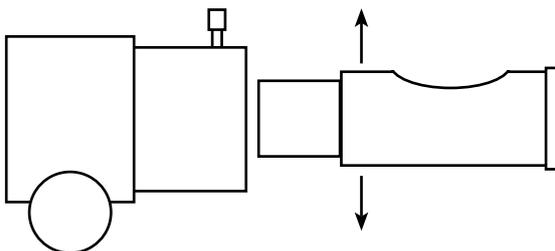
Richten Sie die seitliche Öffnung des Justierokulars gegen eine ausreichend helle Lichtquelle (Tageslicht, Taschenlampe o.ä.).

Das Licht wird über den im Justierokular befindlichen Spiegel in das Teleskop gelenkt und dort von den Linsenoberflächen des Objektivs reflektiert.

Dabei erzeugt jede dem Okular zugewandte Glasfläche einer Linsengruppe eine Reflektion. Beim Blick in das Okular sind diese Reflektionen als Ringe zu erkennen. Bei einem perfekt justierten Objektiv sind alle Ringe konzentrisch.

Ist das Objektiv nicht korrekt justiert, sollten Sie zunächst prüfen, ob die Lage der gesamten Objektivbaugruppe eingestellt werden muß oder ob die einzelnen Linsen innerhalb des Objektivs zueinander dejustiert sind.

Entnehmen Sie dazu das Justierokular aus dem Okularauszug und bewegen Sie es wie in der untenstehenden Grafik gezeigt um wenige Millimeter rechtwinklig zur optischen Achse vor dem Okularauszug in verschiedene Richtungen (horizontal, vertikal und diagonal).

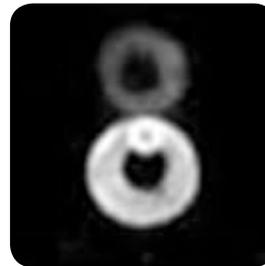


Sollten Sie eine Position finden, an der alle Ringe konzentrisch abgebildet werden, muß die Objektivbaugruppe als Ganzes eingestellt werden.

Falls in keiner Position eine korrekte Darstellung der Ringe zu erreichen ist, ist höchstwahrscheinlich mindestens eine Linse innerhalb des Objektivs dejustiert.

In diesem Fall sollten Sie den Lieferanten oder Hersteller des Teleskops um Hilfe bitten, da das Justieren von Linsensystemen spezielle Hilfsmittel und viel Erfahrung erfordert.

Da der Test sehr empfindlich ist, genügt ein Überlappen der Ringe, um eine gute Abbildungsqualität zu erreichen. Je genauer die Ringe ineinander liegen, desto besser ist die Abbildung.



dejustierter Refraktor



ausreichend justierter Refraktor

Sofern das Objektiv Ihres Refraktors über Zug-/Druckschrauben justierbar ist, können Sie mittels des seitlichen Verschiebens des Justierokulars feststellen, welche Justierschraube verstellt werden muß, um den Fehler zu beseitigen.



Achten Sie darauf, keinen Druck auf das Linsensystem auszuüben. Muß eine Justierschraube stärker angezogen werden, müssen gegebenenfalls die anderen Schrauben etwas gelöst werden.

Lagerung und Transport

Für die Lagerung sollte die Staubschutzkappe auf das Objektiv gesetzt und der Okularauszug wieder komplett eingefahren werden, um die Ablagerung von Schmutz und Staub auf der Optik und den beweglichen Teilen

zu vermeiden. Achten Sie darauf, daß beim Ablegen oder Verpacken des Refraktors die Rändelgriffe des Okularauszugs vor Stößen und Druck geschützt werden.

Wartung und Reinigung

Wenn das Teleskop gereinigt werden muss, sollte dies immer mit äußerster Sorgfalt und den richtigen Reinigungsmaterialien getan werden.

Einige wichtige Regeln:

- Reinigen Sie das Teleskop so selten wie möglich. Nach zu häufiger Reinigung leidet die Abbildungsqualität des Teleskops zunehmend. Etwas Staub oder ähnliche geringe Verschmutzung auf der Optik wirkt sich nicht negativ auf die Abbildungsqualität aus. Erst wenn die Optik wirklich stark verschmutzt ist, sollte sie gereinigt werden. Es wird empfohlen, ein Teleskop nicht öfter als einmal im Jahr zu reinigen.
- Die **einzige Ausnahme** von dieser Regel: Fingerabdrücke und Blütenpollen können die Beschichtung des Spiegels oder der Linse angreifen. In diesem Fall sollte die Optik gereinigt werden.
- Bewahren Sie das Teleskop nur mit angebrachten Staubschutzdeckeln auf. So lässt sich die Staubablagerung auf der Optik bestmöglich vermeiden.

- Entfernen Sie Staub auf der Optik am besten berührungsfrei mit einem Blasebalg erhältlich in unserem Online-Shop).
- Zum Entfernen von Fingerabdrücken, Pollen oder Staub, die sich nicht mit einem Blasebalg entfernen lassen, dürfen Sie NUR spezielle Reinigungsmittel, wie z.B. sogenannte „Lenspens“ (für Okulare) oder spezielle Mikrofasertücher (für die Teleskop-Optik), verwenden. Da aber diese Art der Reinigung nicht berührungslos möglich ist, sollte Sie so selten wie möglich durchgeführt werden.
- Sollten Sie es sich nicht zutrauen, die Optik zu reinigen, können Sie sich an unseren Kundenservice wenden.



Sinnvolle Vergrößerungen und Berechnungsformeln

Die Vergrößerung bei einem Teleskop berechnet man, indem man die Brennweite des Teleskops durch die Brennweite des Okulares teilt.

Beispiel:

Teleskopbrennweite 700 mm
Okularbrennweite 12,5 mm
 $700/12,5 = 56$ fache Vergrößerung

Das bedeutet, dass die Vergrößerung um so **höher** ist, je **kleiner** die Okularbrennweite ist.

Mit einer 2fach-Barlowlinse verdoppelt sich die Vergrößerung, im Beispiel auf 112fach.

Beispiele für ein Teleskop mit 700 mm Brennweite (Okularbrennweite/Vergrößerung/Vergrößerung mit 2fach-Barlowlinse):

20 mm	35 x	70 x
12,5 mm	56 x	112 x
4 mm	175 x	350 x

Höchste und niedrigste sinnvolle Vergrößerung

Rein theoretisch ist nahezu jede Vergrößerung mit einem Teleskop möglich, wenn man die richtigen Okulare einsetzt. Wie Sie in der obigen Tabelle sehen können, kann in dem Beispiel mit dem 4mm Okular und einer 2x Barlow-Linse sogar eine Vergrößerung von 350x erzielt werden. Mit noch kleineren Okularbrennweiten und stärkeren Barlowlinsen (z.B. 3x, 5x) ließe sich das fast noch beliebig steigern. Der sinnvolle Vergrößerungsbereich ist jedoch durch die Gesetze der Optik begrenzt.

Für die höchste sinnvolle Vergrößerung gilt die Faustregel, dass man maximale Vergrößerung vom Doppelten des Optikdurchmessers wählen sollte.

Hat zum Beispiel das Teleskop einen Optikdurchmesser von 76 mm, so sollte die höchste Vergrößerung nicht mehr als $76 \times 2 = 152$ fach betragen. Gehen Sie über diesen Bereich hinaus, so wird das Bild dunkel und die Schärfe nimmt ab, sodass Sie trotz der höheren Vergrößerung weniger Details erkennen.

Die Vergrößerung wird oft auch durch das sogenannte „Seeing“ begrenzt (Luftunruhe in der Erdatmosphäre).

Je nach Beobachtungsnacht kann die Luft ruhiger oder weniger ruhig sein. Die höchste sinnvolle Vergrößerung lässt sich nur erreichen, wenn die Luft möglichst ruhig ist.

Die niedrigste sinnvolle Vergrößerung ist durch die sogenannte Austrittspupille (AP) begrenzt. Die Austrittspupille ist der Durchmesser des Lichtbündels, das aus dem Okular in Ihr Auge gelenkt wird.

So können Sie die Austrittspupille berechnen:

Optikdurchmesser Teleskop : Vergrößerung
= Durchmesser Austrittspupille

Ist die Austrittspupille größer als die Pupille Ihres Auges, so geht Licht verloren und das Bild wird dunkler. Man geht davon aus, dass die menschliche Pupille sich bei völliger Dunkelheit maximal auf einen Durchmesser von 5–7 mm weitet. Vermeiden Sie daher Vergrößerungen, die eine zu große Austrittspupille ergeben.

Beispiele (Optikdurchmesser des Teleskops und niedrigste sinnvolle Vergrößerung):

60 mm	8,5–12fach
70 mm	10–14fach
76 mm	11–15fach

Beobachten mit dem Teleskop

1. Stellen Sie das Teleskop stets im Freien auf. Am besten stellen Sie das Teleskop schon ca. 30 Minuten vor dem Beobachten ins Freie, damit sich die Optik der Umgebungstemperatur anpassen kann. Die Beobachtung aus einem Gebäude durch ein Fenster (egal ob offen oder geschlossen) ist nicht zu empfehlen, da sich die Bildqualität infolge des Luftaustauschs deutlich verschlechtert.

2. Wählen Sie einen möglichst dunklen Standort für die Beobachtung. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn Sie lichtschwache Objekte wie z.B. Sternhaufen, Gasnebel oder auch Galaxien beobachten wollen.

Verbringen Sie einige Zeit vor dem Beobachten im Dunkeln, um Ihren Augen die Gelegenheit zu geben, sich an die Dunkelheit zu gewöhnen. Vermeiden Sie, direkt in helles Licht zu blicken, da dies die Dunkelanpassung wieder zunichte machen würde. Verwenden Sie zur Orientierung in der Nacht eine nicht allzu helle Rotlichtlampe.

3. Entfernen Sie vor dem Beobachten die Staubschutzkappen vom Teleskop. Bei manchen Teleskopen (z.B. 76/700 mm Newtonteleskop) ist die Kappe zweiteilig. Entfernen Sie die gesamte Kappe, nicht nur den inneren Teil.

4. Benutzen Sie zunächst immer das Okular mit der niedrigsten Vergrößerung. Sobald Sie das Beobachtungsobjekt im Teleskop zentriert haben, können Sie die Vergrößerung langsam steigern.

5. Während der Beobachtung kann es vorkommen, dass sich Feuchtigkeit (Tau) auf der Optik niederschlägt. Wenn dies geschieht, sollten Sie die Optik NICHT mit einem Tuch reinigen, da dies die optischen Flächen beschädigt. Statt dessen, sollten Sie die Optik leicht erwärmen, z.B. mit einem Fön oder mit optional erhältlichen Tauschutzheizungen. Eine **leichte** Erwärmung reicht völlig aus! Die optischen Elemente dürfen keinesfalls heiß werden!



6. Wenn Sie das Teleskop nach dem Beobachten wieder in einen geschlossenen Raum bringen, kann sich durch den Temperatur- und Luftfeuchteunterschied Tau auf der Oberfläche bilden. Kurzzeitiger Taubeschlag ist kein Problem. Allerdings sollte das Teleskop nicht im feuchten Zustand gelagert werden. Lassen Sie es noch ca. 1 Stunde offen (ohne Staubschutzdeckel) stehen, bis sich die Optik wieder an die Zimmertemperatur angepasst hat und die Feuchtigkeit verschwunden ist. Erst dann sollten Sie die Staubschutzdeckel auf die Teleskopöffnung und den Okularauszug setzen.