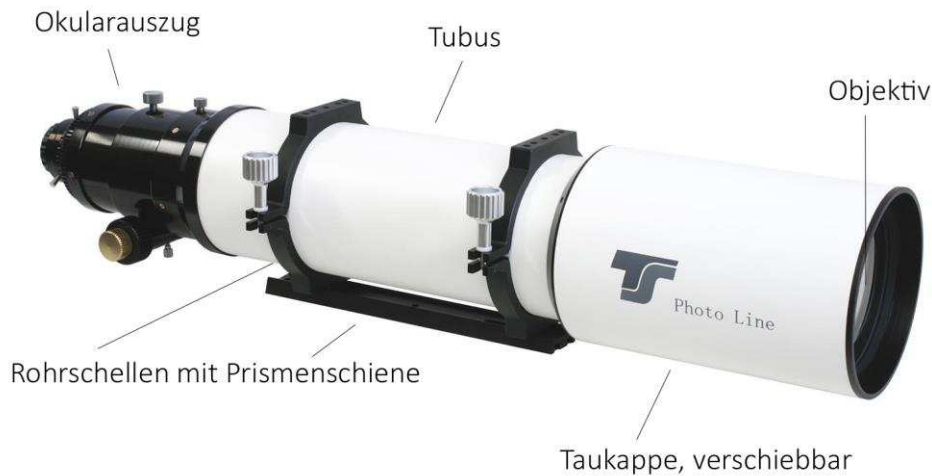


# REFRAKTOREN



## Aufbau

Man unterscheidet grob in **Achromaten, ED Apochromaten und Apochromaten**.

Der einfache **Achromat** besteht aus zwei Linsen, zwischen welchen sich typischerweise ein Luftspalt befindet (Fraunhofer-Bauart). Mit einem solchen Achromat lassen sich bereits die meisten Himmelsobjekte gut beobachten.

Ein Achromat ist günstig, leicht und stets einsatzbereit - das perfekte Teleskop für den Einsteiger in die Astronomie.

Bei achromatischen Refraktoren wird bei höheren Vergrößerungen ein Farbsaum an Objektkonturen sichtbar, welche den fortgeschrittenen Beobachter bei der Mond- bzw. Planeten-Beobachtung stören kann.

Jede optische Linse weist mehr oder weniger starke Farbfehler auf. Unterschiedliche Wellenlängen werden unterschiedlich stark gebrochen. Bei der praktischen Beobachtung führt dies, je nach Glassorten und Linsenanzahl, zu störenden Farbsäumen, die leider den Kontrast reduzieren und auch nur geringere Vergrößerungen zulassen.

Um diese Fehler zu verringern oder ganz zu beseitigen greift man zu anderen Gläsern und mehr als zwei Linsen.

Es gibt zwischen den Achromaten und den Apochromaten noch Zwischenstufen von Refraktoren, die sogenannten **ED-Apochromaten, Semi-Apochromaten oder Halb-Apochromaten**.

Sie haben meist zwei Linsen, die Farbfehlerkorrektur ist recht gut.

Eine der beiden Linsen ist dabei aus einem Spezialglas gefertigt.

Der Preis ist im Gegensatz zu den Apochromaten noch sehr akzeptabel.

**Apochromatische Refraktoren** reduzieren den Farbfehler auf ein absolutes Minimum. Das wird durch den Einsatz von Spezialgläsern (Fluorid) oder/und einer 3. Linse erreicht. Wir sprechen da von farbfehlerfreier Abbildung.

Diese Fernrohre werden von ambitionierten Astronomen und Astrofotografen für ihre kompromisslose und exzellente Abbildungsqualität geschätzt, sind aber deutlich kostspieliger als Achromaten oder ED Apochromaten.

Außer der Optik, als wichtigstes Element, besteht ein Refraktor noch aus Tubus und Okularauszug.

Der Okularauszug dient der Fokussierung des Okulars, mit welchem man Vergrößerung und Gesichtsfeld variieren kann.

Wichtig ist ein hochwertiger Okularauszug, der bei Bedarf auch für die Fotografie nutzbar ist und auch schwerere Kameras stabil halten kann.

Zur Ausstattung gehört oft noch ein Sucher, der das Auffinden von Objekten sehr erleichtert.

Der Tubus wird meistens durch Rohrschellen gehalten und mittels einer Prismenschiene an einer Montierung befestigt.

### **Wie beobachte ich richtig?**

Ob Sie einen prächtigen Sternhaufen, wie die Plejaden oder feine Oberflächenstrukturen auf Mond und Planeten betrachten wollen, entspannen Sie sich am Okular und nutzen Sie die kurzen Momente ruhiger Atmosphäre.

Erwarten Sie nicht, dass Ihr Blick durchs Okular den Erwartungen gerecht wird, die Sie eventuell aus Dokumentationen über das Hubble Weltraumteleskop oder von Bildern in astronomischen Büchern her kennen.

Die Herausforderung in der astronomischen Beobachtung ist die große Entfernung der Objekte die uns interessieren und die damit verbundene Notwendigkeit hoch zu vergrößern oder lichtschwache Objekte sichtbar zu machen.

Die Kunst des Beobachtens besteht darin, Ihre Augen zu schulen, bis Sie in der Lage sind auch kleinste Details zu erkennen.

Einer der Gründe warum das Erkennen von Details schwierig ist, ist die ständige Veränderung der Erdatmosphäre, besonders bei höheren Vergrößerungen flackern die Sterne auf Grund von Wärmeströmungen in der Luft.

Die Stärke dieses Flackerns, atmosphärisches Seeing genannt, ändert sich von Minute zu Minute, von Nacht zu Nacht.

Wenn die Atmosphäre für einen winzigen Moment stabil ist können Sie auf einmal Details erkennen, diese Augenblicke behält der erfahrene Beobachter im Gedächtnis.

Sie werden nie alles, was ein astronomisches Objekt zu bieten hat, auf den ersten Blick sehen. Erst konzentriertes, geduldiges Beobachten enthüllt feinere Details.

Achten Sie auf die richtige Fokussierung, regulieren Sie während der Beobachtung öfter über Ihren Okularauszug Ihre Bildschärfe nach, eine korrekte Fokussierung ist Übungssache.

Auch die Dunkelanpassung Ihrer Augen ist bei der Beobachtung lichtschwacher Objekte sehr wichtig.

Nicht zu vernachlässigen ist die Temperaturanpassung Ihres Refraktors und des Zubehörs.

Nur bei ausreichender Temperaturanpassung, gerade im Winter, kann Ihr Refraktor seine volle Leistung zeigen.

### **Wie kann ich sehen, ob mein Refraktor gut abbildet?**

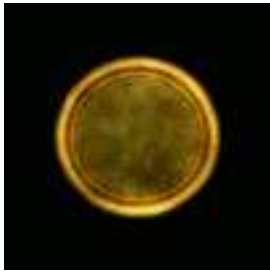
Mit dem **Sterntest** haben wir eine gute Möglichkeit die Abbildungsqualität eines Refraktors zu beurteilen.

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

Wenn sich die Beugungsfiguren annähernd gleichen, haben wir eine gute Abbildungsqualität.

Hier mal zwei Beispiele

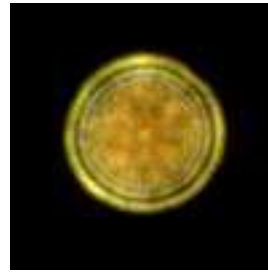
**TS APO 115f7**



Intrafokal



Fokal

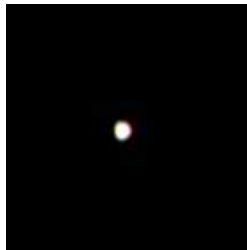


Extrafokal

**TS APO 71Q**



Intrafokal



Fokal



Extrafokal

Diese Beispiele wurden auf der optischen Bank an einem künstlichen Stern gemacht.  
An einem natürlichen Stern, der Polarstern ist sehr gut geeignet, ist es wichtig den Sterntest bei gutem Seeing und bei hoher Vergrößerung durchzuführen.

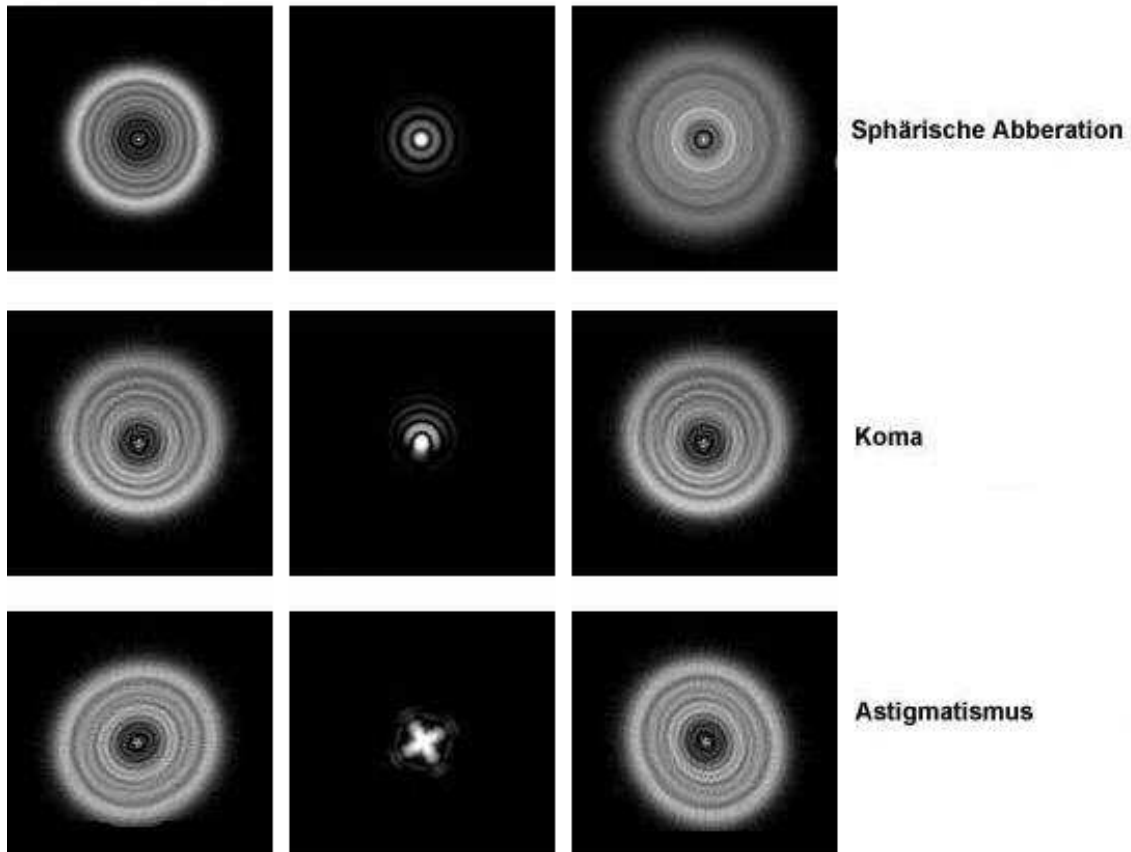
Dann sieht es ungefähr so aus (schematisch)



Hier mal ein paar Beispiele mit Fehlerbildern (schematisch)



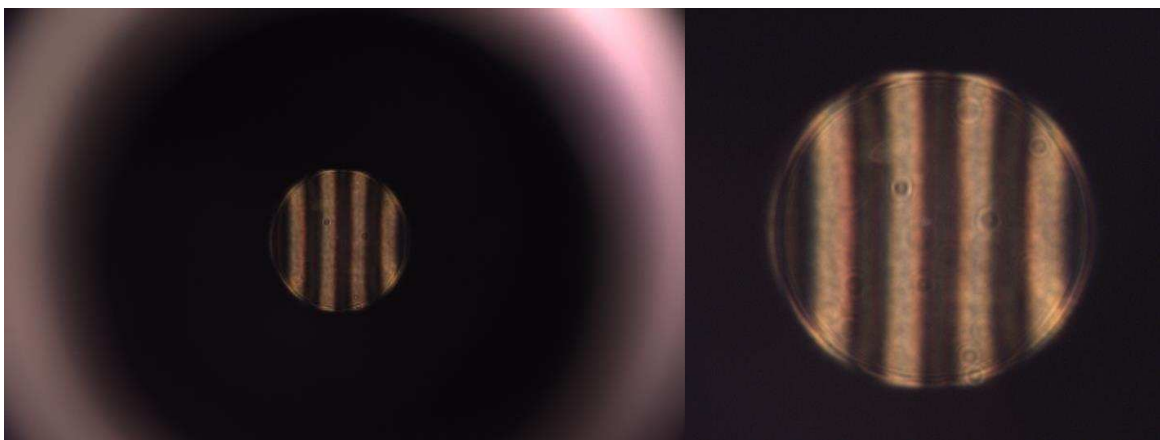
Zonenfehler



**Auch mit einem Ronchi Okular kann man die Qualität/Quantität einer Optik grob einschätzen**









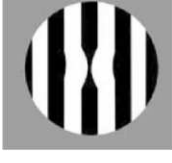







Beim Ronchi-Test wird das zu testende Instrument mit einem normalen Okular auf einen Stern mittlerer Helligkeit scharf gestellt.

Jetzt setzen Sie an Stelle des Okulars das Ronchi Okular ein. Wenn sich das Ronchi Gitter kurz vor (intrafokal) oder hinter (extrafokal) dem Brennpunkt befindet, sehen Sie das hell erleuchtete Objektiv und darauf eine Anzahl Streifen.



Die wenigen Streifen müssen parallel verlaufen und sie müssen klar abgegrenzt sein, dann handelt es sich um eine gute, fehlerfreie Optik.

# Ronchigramme der wichtigsten optischen Fehler

<u>Intrafokal</u>	<u>Extrafokal</u>	<u>Optischer Fehler und Erläuterung</u>
		<b><u>Perfekte Optik</u></b> So sollte es sein! Eine perfekte Optik zeigt intra- und extrafokal gerade und parallele Streifen ohne Verformungen. Eine solche Optik wird ausgezeichnete Bilder liefern, ist in der Realität aber nur äußerst selten zu finden!
		<b><u>Sphärische Überkorrektur</u></b> Die randnahen Strahlen haben einen anderen Brennpunkt als die achsnahen Lichtstrahlen. Das Beugungsbild im Fokus hat sehr viele sichtbare Beugungsringe. Der Kontrast bei Planeten leidet! Eine Optik für die Mond- und Planetenbeobachtung sollte keine nennenswerte Sphärische Über- oder Unterkorrektur haben. Sie werden sonst keine Freude an dem Gerät haben! Ein Parabolspiegel darf eine leichte Überkorrektur haben, da viele Komakorrektoren eine leichte Unterkorrektur ins System bringen. Beide Fehler heben sich dann idealerweise auf!
		<b><u>Sphärische Unterkorrektur</u></b> Die gleiche Aussagen wie oben, nur umgekehrtes Vorzeichen. Der Kontrast bei Planeten leidet! Viele lichtstarke Optiken für die Deep-Sky Beobachtung haben eine leichte Unterkorrektur, wegen des Abbildungsmaßstabes spielt der Fehler bei der fokalen Fotografie aber nur eine nachrangige Rolle. Viele Komakorrektoren für Parabolspiegel bringen eine leichte Unterkorrektur in das System.
		<b><u>Abgesunkene Kante</u></b> Bei Parabolspiegeln tritt dieses Problem sehr häufig auf, gerade bei preiswerten Spiegel, da diese in der Regel (zu) schnell gefertigt wurden. Die randnahen Strahlen haben einen anderen Brennpunkt als die Achsnahen Strahlen. Wegen des großen Flächenanteils des äußeren Ringes ist der Einfluß auf die Abbildung erheblich. Bei einem reinen "Lichteimer" für die Deep-Sky Beobachtung kann der Fehler toleriert werden, bei der Planetenbeobachtung sollte die Kante durch eine kreisförmige Blende abgedeckt werden, was die Abbildungsqualität erheblich verbessert!
		<b><u>Zentraler Berg</u></b> Ein gängiger Fehler bei vielen Optiken. Durch den geringen Flächenanteil ist der Einfluß auf die Abbildung aber erheblich geringer als bei einer abgesunkenen Kante! Dieser Fehler spielt nur bei Refraktoren eine wirkliche Rolle, denn bei Newton, Cassegrain, Maksutov und RC Systemen wird der zentrale Bereich vom Fangspiegel abgedeckt.
		<b><u>Zentrale Delle</u></b> Die gleiche Aussagen wie für den zentralen Berg, nur umgekehrtes Vorzeichen. Ebenfalls geringer Einfluß auf die Abbildungsleistung
		<b><u>Astigmatismus</u></b> Eine böse Sache und sehr häufig zu sehen! Der Fehler kann am Sterntest sehr einfach gesehen werden: Die Zerstreuungsscheibchen werden elliptisch abgebildet und beim Durchgang durch die Brennebene drehen sich die Achsen um 90°. Die Auswirkung auf die Abbildungsleistung ist erheblich! Schon ein geringer Astigmatismus kann einem die Freude an einer Optik nachhaltig verderben! Bei vielen Geräten durch Justage zu beheben (RC, Maksutov, Refraktoren), in der Regel aber ein Reklamationsgrund!
		<b><u>Zonenfehler</u></b> Der Zonenfehler ist ein gängiger Fehler bei vielen Optiken. Ringförmige Berge oder Täler treten bei der Fertigung der Optik fast immer auf. Eine schmale Zone weit innen hat nur eine geringe Auswirkung auf die Abbildung. Je weiter außen eine Zone liegt, und je breiter sie ist, desto mehr wird die Abbildungsleistung wegen des zunehmenden Flächenanteils geschmälert. Eine wirklich schlechte Optik zeigt z.B. eine abgesunkene Kante, eine oder zwei Zonen und noch einen zentralen Berg. Sowsas läuft dann unter "Schießscheibe" oder "Rasier Spiegel"...

## Die maximal sinnvolle Vergrößerung eines Refraktors

Die **maximal sinnvolle Vergrößerung** eines Refraktors beträgt in etwa das Doppelte der Teleskopöffnung.

Das würde bei einem Refraktor mit 115mm Öffnung eine maximal sinnvolle Vergrößerung von 230x ermöglichen.

Die **nützliche Vergrößerung** liegt laut Definition nur beim einfachen Durchmesser der Öffnung des Instruments in Millimetern. Eine Erhöhung der Vergrößerung macht keine kleineren Strukturen mehr sichtbar, kann aber die Erkennbarkeit von Details fördern.

Praktisch kommt es auch sehr auf den Beobachter an.

Das Auflösungsvermögen des Auges kann individuell sehr unterschiedlich sein.

Der Eine wird also bei Vergrößerungen nach oben genannter Richtschnur bereits alle Details erfassen können, während der Andere deutlich höhere Vergrößerungen benötigt.

Auch spielen die Beobachtungserfahrung und letztlich auch der Individuelle Geschmack eine Rolle.

Die maximal sinnvolle Vergrößerung hängt natürlich auch von der Qualität der Optik ab, ein einfacher Achromat reduziert durch den Farbfehler auch die maximal sinnvolle Vergrößerung.

Mit sehr guten, farbfehlerfreien APO Refraktoren kann man diese maximal sinnvolle Vergrößerung gut erreichen, am Mond geht sogar noch etwas mehr.

Ein weiterer wichtiger Faktor beeinflusst die maximale Vergrößerung, das Seeing.

Ab 10" Öffnung ist das Seeing der eigentlich limitierende Faktor, aber auch schon bei kleineren Öffnungen hat das Seeing einen deutlichen Einfluss auf die mögliche Vergrößerung.

Es wird also nur in wenigen, sehr guten Nächten möglich sein mit der maximalen Vergrößerung zu arbeiten.

Die Vergrößerung errechnet sich mit folgender Formel

**Vergrößerung = Brennweite vom Objektiv geteilt durch die Brennweite des Okulars**

## Pflege und Reinigung

Ein Refraktor ist ein hochwertiges optisches Instrument und muss sehr sorgfältig behandelt werden.

Geschützte Aufbewahrung in einem Koffer oder in einer gepolsterten Tasche ist Grundbedingung für eine lange Haltbarkeit.

Sollte mal eine Verschmutzung des Objektivs durch Feuchtigkeit und/oder Staub erfolgt sein, sollte man eine Reinigung nur mit geeigneten Reinigungsmitteln vornehmen.



## Justagemöglichkeiten

### Objektiv

Die Kollimation Ihres Refraktors ist einfach mit diesem **Cheshire Justierokular** - Sie sehen sofort, ob der Refraktor kollimiert ist oder nicht.



Die Anwendung ist einfach. Verschließen Sie das Objektiv mit der Staubschutzkappe, entfernen Sie den Zenitspiegel und stecken Sie das Justierokular direkt in den Okularauszug. Bei 2" Auszügen verwenden Sie die Reduzierung auf 1.25". Richten Sie die seitliche Öffnung des Justierokulares gegen das Tageslicht. Sie können als Ersatz auch eine diffus eingestellte Taschenlampe verwenden. Das Licht wird über den 45° Spiegel in das Teleskop gelenkt und fällt auf die Oberflächen des Objektivs. Von dort wird es reflektiert. Blicken Sie nun durch die kleine Öffnung am hinteren Ende des Okulares.

Sie werden Ringe sehen. Die Anzahl der Ringe entspricht der Anzahl der Linsen, aus denen Ihr Objektiv besteht. Jede Glas-Luft-Fläche, die dem Okularauszug zugewandt ist, produziert einen Ring. Das Ziel ist, die Ringe möglichst konzentrisch zu bekommen. Dann ist das Objektiv perfekt. Überprüfen Sie bei dejustiertem Objektiv, ob die Linsen zueinander korrekt justiert sind. Das geht ganz schnell. Sie ziehen das TSCHR aus der 1.25" Steckhülse raus und verschieben es seitlich, während Sie durchschauen. An einer bestimmten Position werden Sie alle Ringe schön konzentrisch sehen. Ein Nebeneffekt ist, dass Sie nun auch wissen, mit welcher Justierschrauben am Objektiv Sie anfangen müssen.

Wenn Sie aber die Ringe nicht konzentrisch hinbekommen, sind die Linsen zueinander verkippt. Da sollten Sie den Lieferanten kontaktieren.



nicht gut justierter Refraktor

ausreichend justierter Refraktor

Da der Test sehr empfindlich ist, genügt ein Überlappen der Ringe um ein gutes Ergebnis am Stern zu sehen. Je konzentrischer die Ringe sind, desto besser ist das Ergebnis am Stern.



Am einfachsten ist es, wenn Ihr Refraktor Objektiv über Zug-Druckschrauben justierbar ist. Durch vorsichtiges seitliches Verschieben des Justierokulares erkennen Sie, in welche Richtung das Objektiv gekippt werden muss.

### **Okularauszug**

Überprüfen Sie, dass der Okularauszug gut befestigt ist, nichts darf locker sein.

### **Justage eines Okularauszuges**

Die meisten Okularauszüge aus Fernost – Produktion sind justierbar. Gerade bei tiefen Temperaturen können die Auszüge ein Spiel bekommen, da sich ja bekanntlich Metall zusammenzieht, wenn die Temperaturen fallen. Das Ergebnis ist ein Wackeln (Shifting) beim Scharfstellen.

Da diese Auszüge mit Teflon gelagert sind und Teflon auch ein weiches nachgiebiges Material ist, kann es natürlich auch im Laufe der Zeit zu einem leichten Nachgeben kommen.

Die einzelnen Schritte:

1.)

Entfernen Sie das Verstellrad, indem Sie die vier kleinen Kreuzschrauben komplett rausdrehen. Bitte merken Sie sich die Anordnung der Teile, die müssen Sie später wieder genauso zusammen bringen. Entfernen Sie ebenfalls die große Fixierungsschraube auf der Oberseite.

2.)

Sie können nun das Innenrohr mit der Hand das Innenrohr raus- und reinschieben. Schnell werden Sie auch das Spiel feststellen.

3.)

Vor und hinter dem Innengewinde der Fixierungsschraube haben Sie zwei kleine Innensechskantschrauben, diese dienen der Justage. Die Schrauben drücken auf eine kleine Metallplatte die mit Teflon (einem gleitfähigem Kunststoff) belegt ist. Diese Platte drückt auf das Innenrohr. Wenn Sie die Innensechskantschrauben etwas anziehen, verringert sich das Spiel aber die Verstellung wird etwas strenger.



4.)

Ziehen Sie die Schrauben so an, dass die Verstellung noch recht leicht geht und kein Wackeln mehr bemerkbar ist.

5.)

Befestigen Sie wieder das Verstellrad mit den beiden Kunststoffgriffen. Ziehen Sie die vier Kreuzschrauben nicht zu stark an, das Verstellrad dient nur zur Verstellung des Auszuges, nicht zur Lagerung. Drehen Sie dann auch die Fixierungsschraube wieder rein.

### **TS RPA Zahntrieb Auszug und ähnliche Okularauszüge**

Der 2,5" Auszug von TS-Optics bietet eine sehr gute Steifigkeit und wird nicht nur für die Beobachtung, sondern auch für die Astrofotografie verwendet.

Es ist ein Zahntrieb-Auszug. Das Kennzeichen dieser Auszüge ist, daß die Verstellung des Auszugrohres über eine Zahstange erfolgt. Die Lagerung des Auszugrohres ist von der Verstellung entkoppelt.

Um die Vorteile dieser Bauart nutzen zu können, muss der Auszug an den Lagerflächen und der Fokussierwelle richtig eingestellt und justiert sein.

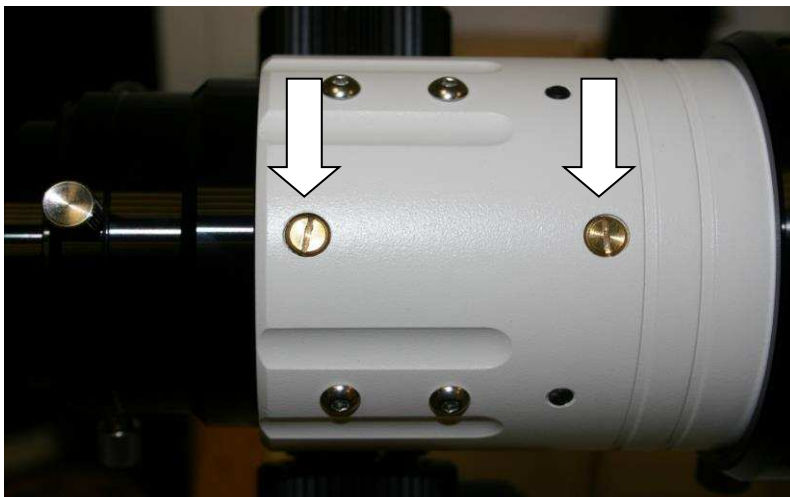
### **Überprüfung ob der Auszug korrekt eingestellt ist:**

Wenn das Auszugrohr gleichmäßig zu verstellen ist und nicht wackelt, bei vorsichtiger Berührung, dann ist der Auszug gut eingestellt. Der Auszug wird von Teleskop Service mit einer guten Voreinstellung geliefert. Allerdings kann diese sich im Laufe der Zeit etwas ändern, dann ist ein Einstellen des Auszuges notwendig, um weiterhin die optimale Leistung zu erhalten.

### **Einstellung des Auszuges mit den vorhandenen Schrauben:**

Falls Ihr Auszug leicht verkippt beim Fokussieren, können Sie die Führung der Lauffläche an den beiden im Bild markierten Messingschrauben anpassen. Nehmen Sie sich dafür bitte Zeit und nehmen Sie nur kleine, feinfühligere Einstellungen vor, da bereits 1/20 Umdrehung viel verändern kann. Bitte benutzen Sie unbedingt einen Schraubendreher in adäquater Größe. Zu kleine Schraubendreher beschädigen nur die Schrauben und erschweren die Einstellung.

(Achtung, Auszüge oder Schrauben, die durch Verwendung falschen Werkzeugs beschädigt wurden, können nicht kostenlos im Rahmen der Garantie ersetzt werden!)

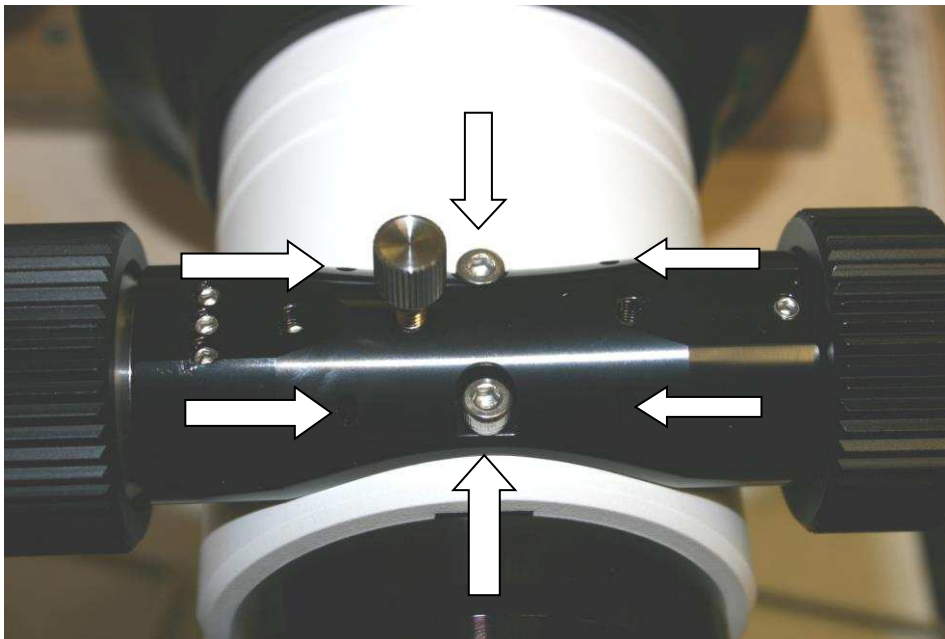


### Einstellung des Zahntriebes:

Falls sich das Fokussieren etwas ruckelig oder ungleichmäßig anfühlt, muss in der Regel nur der Abstand zwischen Zahnstange und Fokussierwelle optimiert werden.

Lösen Sie zuerst die beiden Zylinderkopfschrauben in der Mitte (senkrechte Pfeile) ein wenig (etwa 1 Umdrehung). Als nächstes ziehen Sie die vier versenkten Madenschrauben links und rechts davon (waagrechte Pfeile) ein wenig an.

Auf diese Weise wird die Fokussierwelle ein kleines Stück vom Auszugsrohr und damit der Zahnstange entfernt, der Lauf der Fokussierung müsste ruhiger geworden sein. Sollte dies keine Abhilfe schaffen, lösen Sie die 4 Madenschrauben etwas mehr, als sie anfänglich angezogen wurden, und ziehen Sie dann die beiden Zylinderkopfschrauben wieder fest. Der Auszug sollte nun ruhiger laufen. Eventuell werden mehrere Anläufe benötigt, um die optimale Einstellung zu erreichen.



RPA 25 mit 360° Rotation

Sofern Ihr RPA Auszug mit einem Rotationssystem geliefert wird und nicht direkt mit dem Tubus verschraubt wird, sollte das Rotationssystem gut eingestellt werden, sonst verkippt der Auszug und eine schlechte Sternabbildung im Feld ist die Folge. Bitte gehen Sie wie folgt vor:

1. Lockern Sie die Fixierungsschraube (Rändelschraube).
2. Der Auszug sollte sich mit einer gewissen Kraftanstrengung drehen lassen ohne zu kippen.
3. Wenn der der Auszug kippt, ziehen Sie die Madenschrauben minimal an. Wenn er zu streng ist, lockern Sie diese.

### **Lagerung und Transport:**

Nach der Beobachtung sollte der Auszug wieder komplett eingefahren werden, um die Ablagerung von Schmutz und Staub am Auszugrohr zu vermeiden. Bitte schützen Sie auch die empfindliche Untersetzung. Ein Schlag auf die Mikrountersetzung könnte diese beschädigen.

### **Reinigung und Pflege:**

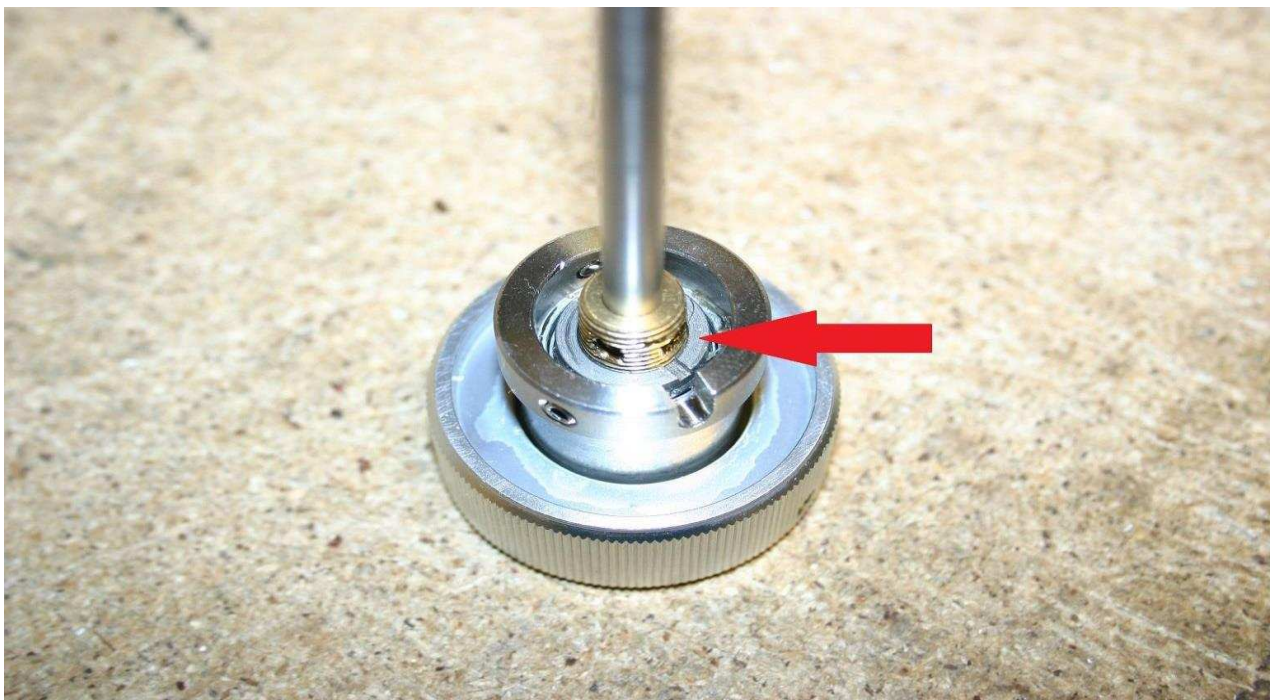
Ein Nachfetten des Auszuges bzw. der Läger ist nicht nötig. Sollte aber trotzdem eine Reinigung notwendig sein, dann verwenden Sie am besten einen weichen Putzlappen und Wasser. Bitte verwenden Sie keine aggressiven Reinigungsmittel.

### **Was tun, wenn bei einem Okularauszug die Mikrountersetzung nicht greift?**

Wenn der Auszug mit der 1:1 Untersetzung greift aber nicht bei der Mikrountersetzung, dann ist die Verbindung der Mikrountersetzung zur Welle nicht optimal.

Zum Einstellen der Mikrountersetzung muss man die Welle mit der Mikrountersetzung ausbauen.

Das Prinzip ist bei allen Mikrountersetzungen das gleiche. Da ist eine Mutter, die muss leicht angezogen werden.



Am besten man entfernt die Welle, dann kommt man besser an die Mutter.

Oft ist diese mit etwas Kleber gesichert. Falls sich die Mutter nicht verdrehen lässt, den Klebstoff mit etwas Lösungsmittel, Aceton etc. zu Leibe rücken. Die Mutter nur ganz vorsichtig anziehen, da sich bei zu festem Anziehen die Kugeln in die Welle eindrücken und dann gibt es alle 120° ein schönes Ruckeln.

Dann zusammenbauen und prüfen, ob's ausreicht, ansonsten den Vorgang wiederholen und die Mutter noch etwas weiter anziehen.

Sollte sich die Justage immer wieder von selbst verstellen, kann man nach der Justage einen kleinen Tropfen Kleber an der Mutter anbringen, damit diese fixiert wird.

# Zubehör für Refraktoren

## Sucher



## Okulare



## Zenitspiegel/ Amicprismen



Binos



Motorfokus



Koffer/ Taschen



Korrektoren/Reduzierer



Barlowlinsen



Filter

Farbfilter



Semi APO Filter



## Prismenschienen



## Montierungen



Wir hoffen, dass wir Ihnen zu einigen wichtigen Eigenschaften eines Refraktors hilfreiche Hinweise geben konnten und wünschen Ihnen mit Ihrem Refraktor viele schöne Beobachtungstunden.

