

Gebrauchsanleitung für den Multi-Schiefspiegler, Typ WolterScope 140 und 150 f/11

Allgemeine Bedienungshinweise

Das Teleskop ist sofort einsatzbereit, es sollte jedoch für Erd- oder Himmelsbeobachtungen auf einem stabilen Stativ und einer geeigneten Montierung befestigt werden.

Hinweise zur Montage des Geräts auf verschiedenen Montierungen finden sie weiter unten. Wir empfehlen Ihnen vor dem ersten Gebrauch des Geräts die Bedienungsanleitung zu lesen, um sich mit dem Geräteaufbau vertraut zu machen.

Stellen Sie nach der Lieferung zunächst fest, ob die Ausrüstung unbeschädigt und vollständig ist. Bewahren Sie die Originalverpackung und die Rechnung für eventuelle Reklamationen/Reparatursendungen auf. Ein Versand bzw. Transport des Geräts sollte immer in dem mitgelieferten Transportkoffer mit Schaumstoffeinlage erfolgen. Achten sie dabei darauf, dass der Okularauszug ganz eingeschoben ist und alles Zubehör wie Sucher usw. vorher abmontiert wurde. Die am Koffer montierten Clips sollten für einen Versand mit Drahtschlaufen gesichert werden, die durch entsprechende Bohrungen in den Clips gezogen werden. Die Clips könnten sonst bei Erschütterungen aufspringen.

Folgende Ausstattung ist im Lieferumfang enthalten:

- Optischer Tubus WolterScope 140 f/11 oder 150 f/11**
- wahlweise Telradfinder oder 8 x 50 Sucherfernrohr in justierbarer Fassung**
- 2" Präzisions- Okularauszug, 1.25" Reduzierung**
- 100 mm Auszugslänge, 2" Verlängerungshülse, 20 mm Plössl Okular**
- Verschlussdeckel für Öffnung**
- Aluring an der Öffnung für Sonnenfilter (nur optional)**
- Justierlaser und Spiegelkappen**
- Bedienungs- und Justieranleitung**
- Transportkoffer (optional)**

Für **erste Beobachtungen in der Umgebung** stellen Sie das Gerät zunächst auf eine stabile Unterlage.

Entfernen sie nun die vorderseitige runde Schutzkappe und stecken zunächst ein schwach vergrößerndes Okular (Brennweite 20-30 mm) in den Auszug. Richten Sie das Teleskop auf ein entferntes Objekt in der Erdumgebung aus (Distanz mindestens etwa 20 m, keinesfalls in die Sonne richten) und schauen Sie durch das Okular. Mit dem Feintrieb des Okularauszugs können Sie das Objekt dann scharfstellen. Das Bild wird seitenverkehrt und auf dem Kopf stehend erscheinen. Dies entspricht der astronomisch üblichen Bildorientierung. Bei terrestrischen Einsatz empfiehlt sich die Anschaffung eines Amici-Prismas, welches die Bildorientierung korrigiert. Ein Zenitprisma oder Zenitspiegel erzeugt zwar ein aufrecht stehendes Bild, allerdings erscheint dieses spiegelverkehrt (siehe auch Kapitel Zubehör).

! Beobachtung der Sonne !

Wir möchten Sie ausdrücklich davor warnen mit dem Teleskop oder dem mitgelieferten Sucherfernrohr in die Sonne zu schauen !

Die energiereiche Strahlung kann ihre Augen irreparabel schädigen oder sogar zerstören. Zur Sicherheit sollten Sie ihr Teleskop überhaupt nicht in den Taghimmel richten. Da der Okularauszug schräg zu dem einfallenden Objektlicht orientiert ist, lassen sich die Beobachtungsobjekte nie direkt anpeilen. Auch die Gehäusekanten sind nicht parallel zu dem Lichtweg ausgerichtet. Wenn Sie ihr Teleskop in den hellen Taghimmel richten würden, könnte also auch leicht versehentlich die Sonne im Okular erscheinen und damit ihre Augen schädigen. Denken Sie dabei auch an unerfahrene Mitbeobachter und Kinder, die gerne einmal durch ein ungeschütztes Auszugsrohr blicken.

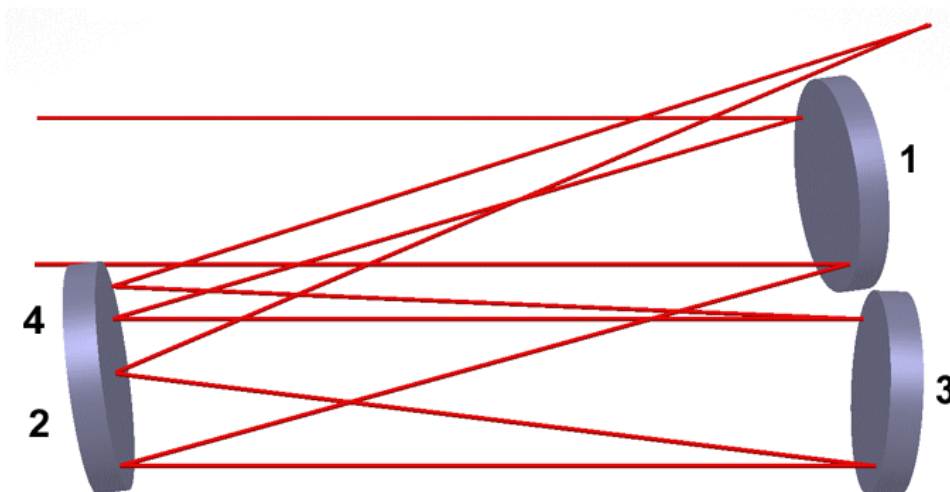
Die Sonne sollte nur beobachtet werden, wenn ihr Teleskop mit einem entsprechenden Schutzfilter (Glasfilter oder Folie) aus dem Fachhandel ausgestattet ist. Das Filter wird direkt vor der Öffnung des Geräts befestigt (bitte stabil und rutschsicher) und läßt nur einen geringen Bruchteil des Sonnenlichtes in das Teleskop. Es ist nicht ausreichend und sehr gefährlich nur einen okularseitigen Filter für die Sonnenbeobachtung zu verwenden. Aufgrund der grossen Wärmemenge kann dieser zerplatzen, ebenso das Okular, dann kann das Licht ungehindert ihr Auge erreichen.

Einführung und etwas Theorie

Mit dem Multi-Schiefspiegler WS 140/150 haben sie ein hochwertiges optisches Gerät vom Typ der Schiefspiegler erworben. Die Schiefspiegler wurden ursprünglich von Anton Kutter [1,2] entwickelt. Seine Zielsetzung war es, durch eine Neigung des Hauptspiegels den Zweitspiegel außerhalb des Strahlengangs anzuordnen. Damit lässt sich eine Minderung der Bildqualität durch Abschattungs – und Beugungseffekte vermeiden, wie sie sonst bei den Spiegelsystemen mit zentralem Fangspiegel (Newton, Cassegrain usw.) auftreten. Da bei der Reflexion an Spiegeln auch keine Farbfehler entstehen, liefern Schiefspiegler grundsätzlich eine perfekte Abbildungsqualität, die mit einem apochromatischen Refraktor (der gleichen Öffnung) vergleichbar ist.

Bei dem Multi-Schiefspiegler handelt es sich um eine vollständig neue innovative Weiterentwicklung des Schiefspieglers [3,4]. Das neuartige optische Prinzip des Multi-Schiefspieglers ist durch ein europäisches Patent vom Hersteller geschützt worden [5]. Durch Hinzufügen eines Drittspiegels in den Strahlengang und die Doppelnutzung des Zweitspiegels werden insgesamt 4 Reflexionen ausgeführt. Der Strahlenverlauf (Reflexionsfolge 1 - 4) ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Bildentstehung (Fokusbildung) erfolgt seitlich hinter dem Hauptspiegel und erlaubt damit eine Beobachtungsgeometrie, die einem Refraktor ähnelt.

Optisches Design des Multi-Schiefspieglers



Diese optische Anordnung wirkt sich vorteilhaft auf die Bildqualität aus,

wie umfangreiche optische Berechnungen gezeigt haben. Eine Kompensation der Bildfehler wird damit auch bei relativ hohen Öffnungsverhältnissen ($f/10$) und selbst bei Großteleskopen mit bis zu 0.5 m Öffnung möglich. Zudem wird der Lichtweg mehrmals gefaltet, so daß ein sehr kompakter Tubus entsteht. Der Schwerpunkt des Geräts befindet sich im hinteren Drittel des Tubus und damit recht nah am Okularauszug. Damit ändert sich die Okularposition bei Schwenken des Teleskops nur geringfügig, welches zum bequemen Beobachten beiträgt.

Der Multi-Schiefspiegler ist auch gut für die Astrofotografie geeignet. Im Gegensatz zu vielen anderen Schiefspiegler-Varianten tritt nur eine geringe Bildfeldneigung von maximal 1.5° auf, die in nahezu jeder Anwendung vernachlässigbar ist. Auch die Bildfeldkrümmung ist sehr gering. Die Optik ist bei jedem Modell so ausgelegt, das das Kleinbild-Filmformat noch ausgeleuchtet wird. Durch Teilvignettierung nimmt die Lichtmenge zum Bildrand jedoch ab, auch dieser Effekt ist in den meisten Fällen vernachlässigbar. Das Teleskop eignet sich auch für Natur und Landschaftsfotografie und entspricht einem leistungsstarken Fotoobjektiv mit 140 bzw. 150 mm und Blende 11. Die Objekte sollten sich jedoch mehr als 20 m entfernt befinden, das die Optik nicht für kurze Distanzen berechnet und korrigiert ist.

Damit ist der Multi-Schiefspiegler ein universelles Instrument für den anspruchsvollen Amateurastronomen und ermöglicht Beobachtungen, welche die physikalische Leistungsgrenze der Optik ausschöpfen. Die unvermeidlichen Restfehler des optischen Systems sind deutlich kleiner als die Beugungsscheibe, auch als Airy-Scheibe bezeichnet (beugungsbegrenzte Optik) und damit nicht mehr wahrnehmbar. Aufgrund der Lichtstärke der Optik beschränken sich die Beobachtungsmöglichkeiten nicht nur auf Mond und Planeten, sondern der Multi-Schiefspiegler erschließt auch zahlreiche Deep-Sky Objekte mit hoher Auflösung und hohem Kontrast.

Der kompakte Aufbau und das mittlere Tubusgewicht von 10-12 kg ermöglichen zudem auch einen flexiblen Einsatz (zumindest für die Modelle WS 140 und WS 150), um besonders günstige Beobachtungsorte aufzusuchen.

Technische Merkmale des Multi-Schiefspieglers WS 150 f/11 und WS 140 f/11

| Eigenschaft: | WS 150 f/11 | WS 140 f/11 |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öffnung/ Blende/Brennweite | 150 mm / 11 / 1650 mm | 140 mm / 11 / 1540 mm |
| Tubusabmessungen (L x B1/B2 x T) (mm) | 650 x 370/470 x 220 | 650 x 370/470 x 200 |
| Theor. Auflösungsvermögen (Bogensekunden) | 0.93" | 1.0" |
| Vollständig vignettierungsfreies Bildfeld | 0.5° (16 mm Durchmesser) | 0.5° (14 mm Durchmesser) |
| Fotografisch nutzbares Bildfeld | 36 mm (Kleinbildformat) | 32 mm (nahezu Kleinbildformat) |
| Tubusgewicht | ca. 12 kg | Ca. 10 kg |
| Öffnen des Tubus möglich | Ja, abschiebbarer Deckel | Nein, Tubus ist geschlossen, wird komplett abgezogen |
| Aufbau des Rahmens | Profilrahmen aus Stahl verschraubt mit Frontplatten aus Aluminium | Profilrahmen aus Stahl verschraubt mit Frontplatten aus Aluminium |
| Tubusverkleidung | Aluminiumblech, 0.8 mm Stärke | Aluminiumblech, 0.8 mm Stärke |
| Spiegelfassungen | 3 Spezialfassungen, 3 Punkt Auflage, vollständig justierbar | 3 Spezialfassungen, 3 Punkt Auflage, vollständig justierbar, |
| Fokussierung | JMI-Fokussierer mit 2" Steckmaß und 100 mm Stellweg, 2" Verlängerung | Präzisionsfokussierer mit 2" Steckmaß und etwa 100 mm Stellweg, 2" Verlängerung |
| Optische Weglänge am Auszug | Etwa 120 mm | etwa 110 mm |
| Spiegeloptik | 2 sphärische und 1 parabolischer Spiegel mit 154/170/140 mm Durchmesser aus Pyrex-Glas oder vergleichbares | 2 sphärische und 1 parabolischer Spiegel mit 150/160/140 mm Durchmesser aus Pyrex oder vergleichbares |
| Spiegelbeschichtung | Dielektrisch-verstärkte Aluminium- Beschichtung mit 95 % Reflexion | Dielektrisch-verstärkte Aluminium- Beschichtung mit 95 % Reflexion |
| Streulichtunterdrückung | Blendensystem auf beiden Tubuseiten, raue mattschwarze Innenlackierung | Blendensystem auf beiden Tubuseiten, raue mattschwarze Innenlackierung |
| Sucher /Telradfinder | Montage auf Adapterplatte | Montage auf Adapterplatte |
| Möglichkeit zur Nachjustage | 6 Stellschrauben an Vorder- und Rückfront zugänglich | 6 Stellschrauben an Vorder- und Rückfront zugänglich |

B1 gibt die Breite des Tubus an der Vorderfront und B2 an der Rückfront an.

Die Blenden- und Brennweitenangaben geben nur Mittelwerte wieder, die tatsächlichen Daten können aufgrund herstellungsbedingter Toleranzen um ca. 2% abweichen.

Befestigung des Teleskops an Montierungen

Der Multi Schiefspiegler sollte sich an nahezu allen Fremdmontierungen befestigen lassen. Dabei ist unbedingt zu beachten, daß die verwendete Montierung eine genügende Tragfähigkeit von etwa 12 kg beim WS 150 und WS 140 aufweist und es sich von der Bauart her um eine deutsche Montierung handelt. Für den Einbau des Geräts in eine Gabelmontierung müsste auf der Oberseite (Deckelfläche) noch eine geeignete Adapterplatte befestigt werden, die sich direkt gegenüber der unteren Montageplatte befinden sollte.

Auf der Unterseite des Geräts befindet sich eine universelle Adapterplatte aus Aluminium, welche mit dem Geräterahmen verschraubt ist. In der Platte befinden sich bereits einige Gewindelöcher, um beispielsweise eine zur Montierung passende Schwalbenschwanz-Schiene anschrauben zu können. Verwenden Sie bitte nur kurze Befestigungsschrauben, die Gewindelänge sollte tubusseitig nur max. 10 mm betragen, da sich die Schraube sonst in den Tubus drückt..

Falls Sie für die Montage auf einer Montierung andere Gewindebohrungen benötigen, so lassen sich diese bei entsprechender Ausrüstung (Bohrmaschine, Gewindeschneider) selbst oder von einem Mechaniker herstellen. Für diesen Zweck muss die Montageplatte vom Gehäuse abgeschraubt werden. Dazu sind 3-6 Kreuzschlitzschrauben zu lösen, die auf dem unteren Geräte-Profilrahmen befestigt sind und sich mit einem grossen Kreuzschlitz-Schraubendreher herausdrehen lassen. Diese Arbeit und auch das Anschrauben sollten sehr vorsichtig ausgeführt werden, um jede Beschädigung des Innengewindes am Geräterahmen zu vermeiden.

Aufbauanleitung für Teleskop und Montierung:

1.

Stativ aufstellen, dabei die Beine ausziehen und festklemmen, so dass sich eine Stativhöhe (bis zum Stativkopf) von etwa 1 m ergibt. Die Beine dabei ganz nach aussen stellen bis zum Anschlag.

2. Montierung auf den Stativkopf aufsetzen. Die Montierung muss in einer bestimmten Orientierung auf das Stativ gesetzt werden. Am Stativkopf befindet sich eine Lasche die in ein Gegenstück an dem Flansch der Montierungsunterseite greift. Ist die Montierung dort eingerastet und sitzt vollständig eben auf dem Stativ, so wird die zentrale Feststellschraube von unten in den Montierungsflansch gedreht und von Hand festgezogen.



3.

2 x Gegengewichte von jeweils mindestens 5 kg aufsetzen. Dazu wird bei der EQ-6 die Stahlachse aus der Montierung ganz ausgezogen (Klemmschraube lösen). Am Ende der Gegengewichtsachse befindet sich eine Rändelmutter, diese abschrauben und die Gegengewichte auf die Achse schieben. Die Gegengewichte sollen ganz aussen sitzen und festgestellt werden. Rändelmutter zur Sicherung wieder aufschrauben.

Die Montierung so drehen, das die Achse mit den Gewichten ganz nach unten zeigt (tiefster Punkt). Dazu vorher die beiden Klemmschrauben an den Achsen (Gewichtsachse und Stundenachse) lösen. Dann ist die Fernrohr-Adapterschiene ganz oben und die Richtung der Schiene soll zum Horizont zeigen. Die Klemmschrauben an den Achsen jetzt festziehen. Wenn das Teleskop später gedreht wird, sollen die Klemmschrauben beider Achsen nur etwas festgezogen sein, sonst lässt es sich nicht bewegen.

4.

Nun wird das Teleskop aufgesetzt. Die unterseitige schwarze Adapterschiene soll dabei in die Klemmschiene der Montierung greifen. Sie halten das Teleskop an beiden Enden dazu fest. Sie sollten dazu mit einer Hand in die Öffnung des Teleskops greifen mit der anderen an der Rückseite den Griff festhalten und es dabei etwa so halten wie unten im Bild. Das Gerät muss so gedreht sein das beide Schienen (an der Teleskopunterseite und Montierung) parallel zeigen. Dann heben Sie es mit der Rückseite in den Montierungsflansch hinein.

Sie selbst oder ein Helfer ziehen von der Rückseite her die beiden Klemmschrauben der Montierung fest. Darauf achten das die Teleskopschiene gerade im Montierungsflansch aufliegt (nicht verkippt) und die Schrauben von Hand ganz festgezogen werden. Nun kann man die Schrauben an den beiden Drehachsen etwas lockern und das Teleskop auf der Montierung in die gewünschte Richtung drehen. Mit etwas Übung kann man das Teleskop alleine auf die Montierung setzen, dies sollte jedoch tagsüber einmal geübt werden. Wenn das Teleskop im Montierungsflansch liegt, benötigt man eine Hand zum Festziehen der Schrauben, damit das Gerät nicht aus der Klemmung rutscht, sollten Sie es mit ihrem Körper am Tubus dagegendrücken.



In dieser Position sollte das Gerät auf die Montierungsschiene aufgesetzt werden. Die Gegengewichtsachse inkl. der Gegengewichte zeigt ganz nach unten. Die Öffnung sollte dabei aber noch etwas tiefer gerichtet sein und das Gerät mit seiner Öffnung etwa zum Horizont zeigen.

5. Zum Anpeilen und Finden eines Objekts kann man zunächst entlang der oberen Metallschiene (oben auf der Teleskopfläche angebracht) entlangpeilen. Diese Richtung ist dann auch im Teleskop zu sehen. Etwas genauer geht es mit dem kleinen Sucherteleskop. Der Sucher oder Telrad wird in die Metallschiene bzw. Telradschiene oben auf den Tubus gesetzt und mit 2 Klemmschrauben fixiert. Man stellt ein Objekt durch Drehen der Montierung so ein, dass es sich in der Mitte des Fadenkreuzes des

Suchers befindet. Dann ein Okular in den Auszug stecken und festschrauben. Nun das Auszugsrohr nach aussen fahren bis ein scharfes Bild zu sehen ist. Nun sollte auch das Bild im Sucher (bei höherer Vergrößerung) im Okular sichtbar sein. Das Teleskop eventuell noch etwas in der Montierung drehen (beide Klemmschrauben an den Montierungsachsen dazu lockern). Hat man das Objekt gefunden, dann die Klemmschrauben wieder anziehen und damit das Teleskop gegen Verstellen fixieren.

Abbau des Teleskops:

Beim Abbau des Teleskops genau umgekehrt vorgehen. Zunächst die Gegengewichte in die tiefste Position stellen. Zuerst den Sucher abnehmen und den Okularauszug ganz eindrehen. Beide Achsschrauben an der Montierung fest anziehen und das Teleskop selbst oder vom Helfer wieder mit den beiden Klemmschrauben lösen, während es der andere sicher festhält. Die Klemmschrauben sollten ganz herausgedreht werden bevor man das Teleskop vom Flansch abhebt, es kann sonst im Flansch verklemmen.

Nach Entfernen des Teleskops nun zunächst die Gegengewichte abnehmen und dann erst die Montierung vom Stativ lösen. Falls sich Feuchtigkeit am Tubus abgesetzt hat sollte das Gerät erst trocknen, bevor man es vollständig verschliesst und verpackt.

Montage und Justierung eines Telradfinders oder eines Sucherfernrohrs

Im Lieferumfang des Teleskops ist je nach Wunsch ein Telradfinder oder ein Sucherfernrohr enthalten. Der Telrad oder das Sucherfernrohr sind vom Hersteller bereits vorjustiert worden, dennoch kann eine Nachjustierung oder eine weitere Präzisierung erforderlich sein. Die Montage und Justierung wird im folgenden beschrieben.

Auf der Deckelfläche des Teleskopgehäuses ist eine Plastikschiene montiert. Dort läßt sich direkt ein Telradfinder aufsetzen. Dieser sollte entsprechend der mitgelieferten Bedienungsanleitung justiert werden. Der Telrad eignet sich besonders zum Anpeilen recht heller Objekte, die direkt in das Zentrum eines an den Himmel projizierten Fadenkreuzes gebracht werden. Die drei Justierschrauben des Telrad werden so eingestellt, dass sich ein helles Objekt (Stern oder Planet) im Zentrum des ringförmigen, beleuchteten Fadenkreuzes befindet und gleichzeitig mit einem schwach vergrößernden Okular (20 - 30 mm Brennweite) im zentralen Bildfeld des Teleskops erscheint.

Alternativ zum Telrad kann das Teleskop auch mit einem Sucher ausgestattet werden. Dazu wird vom Hersteller ein Sucher mit 50 mm Öffnung und 8 facher Vergrößerung angeboten. Die mitgelieferte Justierfassung für den Sucher besteht aus 2 Halteringen mit Justierschrauben, die auf einer Aluplatte montiert sind. Diese Aluplatte läßt sich komplett mit dem montierten Sucherfernrohr ebenfalls auf einer Halteschiene aus Aluminium (als Alternative zum Telrad) setzen. Mittels der Adapterplatten wird es möglich, den Telrad oder das Sucherfernrohr universell auf verschiedene Teleskope zu montieren. Sie müssen dafür nur mehrere Plastikschiene(n) (Telrad-Basisplatten) aus dem Fachhandel erwerben.

Zur Montage des Suchers setzen Sie diesen in die Justierringe und ziehen alle Schrauben leicht an. Die Schraubenstellungen müssen zur Feinjustierung so verstellt werden, daß sich ein Objekt im Sucher und gleichzeitig auch im Bildfeld des Teleskops befindet. Verwenden Sie dafür ein markantes Objekt in der umgebenden Landschaft, welches mehrere 100 m

entfernt ist und ein schwach vergrößerndes Okular im Teleskop (25 – 40 mm Brennweite). Die Justierung kann später noch weiter präzisiert werden, indem man höher vergrößert (Okular mit etwa 10 mm Brennweite) und das Objekt wieder in die Bildmitte justiert.

Peilen Sie nun das Objekt über die oberen beiden Schrauben der Justieringe an und richten Sie das Teleskop entsprechend darauf aus. Blicken Sie nun durch das Okular, dabei stellen Sie das Objekt scharf und in die Bildmitte. Wenn Sie nun durch das Fadenkreuz des Suchers blicken, wird das Objekt eventuell etwas verschoben erscheinen. Verstellen Sie nun die 3 Justierschrauben im vorderen Sucherring, so daß das Objekt in die Mitte des Fadenkreuzes wandert. Das Teleskop sollte dabei nicht bewegt und auf einer Montierung fixiert werden. Nach der Justage sind Sie nun in der Lage Objekte zunächst mit dem Sucher anzupeilen, die sich dann auch im Blickfeld des Teleskops befinden werden.

Optische Leistung und Justierung

Sie haben mit dem **Multi-Schiefspiegler WS 150 f/11** ein Gerät mit einer **freien Öffnung von 150 mm** und einem Öffnungsverhältnis f/11 erworben. Die Brennweite **f** des Teleskops ergibt sich entsprechend zu **f = 150 mm x 11 = 1650 mm**. Beim **WS 140** beträgt die **Öffnung 140 mm** und die Brennweite **f = 140 mm x 11 = 1540 mm**. Durch die Verwendung von Okularen verschiedener Brennweiten (F_o) lassen sich unterschiedliche Vergrößerungen (V) erzielen entsprechend der Formel:

$$V = f / F_o$$

Weiter unten wird erläutert, das nur ein gewisser Bereich von Vergrößerungen überhaupt sinnvoll ist und die maximal erzielbare Vergrößerung auch kein Leistungskriterium für ein Teleskop darstellt.

Die Leistung eines Teleskops definiert sich vielmehr durch das Auflösungsvermögen (zur Trennung kleinster Details) und die Wiedergabe kleinster Helligkeitsunterschiede (Kontrastverhalten, beispielsweise Wolkenstrukturen auf dem Jupiter). Hinsichtlich beider Eigenschaften haben sie mit dem Multi-Schiefspiegler ein optimiertes, hochwertiges Instrument erworben.

Das Auflösungsvermögen **AV** wird durch die Öffnung D bestimmt und berechnet sich beim **WS 140** für sichtbares Licht zu:

$$AV = 140 / D = 1.0 \text{ " (Angabe in Bogensekunden)}$$

Es sollte beispielsweise möglich sein, im Idealfall noch Doppelsterne von etwa gleicher Helligkeit im Abstand von 0.56" zu trennen. Beim **WS 150** ergibt sich ein Auflösungsvermögen von **AV = 140/150 = 0.93"**.

Das Kontrastverhalten, als ein weiteres wichtiges Qualitätskriterium, erreicht bei diesem Teleskop die maximal möglichen Werte, weil jegliche Abschattung im Strahlengang vermieden wird. Auch aus diesem Grunde wird mit Schiefspiegeln die Leistungsfähigkeit hochwertiger Refraktoren erreicht.

Um diese maximale Leistungsfähigkeit des Multi-Schiefspieglers sicherzustellen, werden nur ausgesuchte, hochwertige optische Spiegel verwendet. Diese bestehen aus spannungsfreien und ausdehnungsarmen Glas (annealed Pyrex oder vergleichbares), besitzen eine hohe Oberflächengenauigkeit und eine hochwertige Reflexionschicht (dielektrisch verstärkte Aluminiumbeschichtung), mit einem Reflexionsgrad von maximal 95%. Die Spiegelschicht ist auf grünes Licht optimiert, im blauen und roten Spektralbereich verringert sich die Reflexion um wenige %.

Damit die Optik schließlich ihre volle theoretische Leistungsfähigkeit entfalten kann, muß die Spiegelanordnung bei der Gerätemontage sorgsam justiert werden. Die Justierung wurde vom Hersteller in einem Autokollimationstest mit einem künstlichen Stern (Laserlichtquelle) optimal eingestellt. Alle Justierelemente sind so stabil gebaut, das ein optimaler Justierzustand über Jahre auch bei transportablen Einsatz erhalten bleibt.

Nur nach schweren mechanischen Erschütterungen, wie sie leider manchmal auch bei Transportsendungen auftreten, ist es möglich, daß eine geringfügige Nachjustierung erforderlich wird.

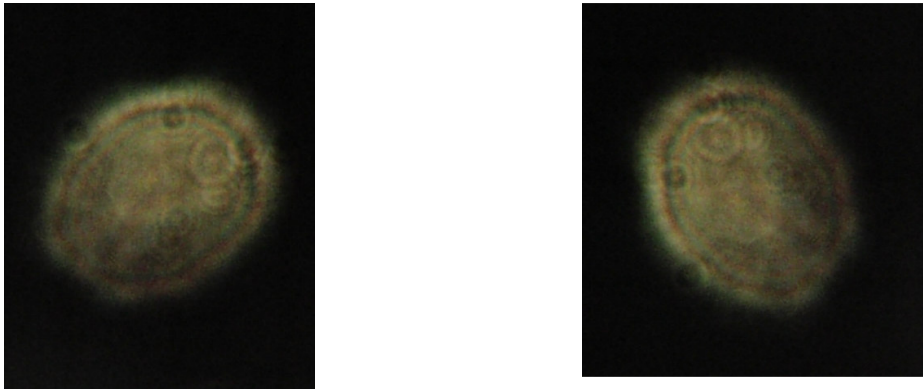
Auch nach größeren Temperaturveränderungen (Sommer-Winter) kann eine leichte Fehljustierung aufgrund der Materialdehnung nicht ausgeschlossen werden. Mit der nachfolgenden Anleitung soll jeder Amateur in die Lage versetzt werden, die entsprechenden Justierschritte selbstständig vorzunehmen.

Zur Kontrolle des Justierzustandes ihres Teleskops verwenden Sie ein Okular mittlerer Vergrößerung und bringen einen hellen Stern in die Bildfeldmitte. Stellen Sie das Okular zunächst so ein, dass der Stern optimal scharf fokussiert erscheint. Dann drehen Sie das Okular um einige mm weiter heraus (extrafokal) - dabei hat sich der Stern zu einem Scheibchen erweitert. Beobachten Sie nun dieses Sternenscheibchen wenn sie das Okular etwas weiter (über die optimale Schärfe hinaus) eindrehen (infokal).

Bei perfekter Justierung der Optik sollte beide Scheibchen identisch und kreisrund erscheinen. Bei starker Luftunruhe kann das Scheibchen sehr unregelmäßig und in ständiger Bewegung erscheinen, daher sollten solche Tests bei gutem "Seeing" durchgeführt werden.

Eine Dejustierung der Optik wird nun dadurch erkennbar, dass ein Stern bei infokaler und extrafokaler Betrachtung kein kreisrundes Scheibchen, sondern eine elliptische Gestalt annimmt (siehe Abb. 1,2). Diese Ellipse dreht sich um 90° wenn man den Okularauszug von einer Position innerhalb des optimalen Schärfepunkts (Fokus) um einige mm nach außen verschiebt (oder in umgekehrter Richtung). Es bedarf nur geringer Verschiebungen von einigen mm um den optimalen Fokus herum, um diese Drehung der elliptischen Form zu erkennen. In Extremfällen ist der Stern zu einem Strich auseinandergezogen, der in 2 zueinander senkrechten Richtungen orientiert ist. In der nachfolgenden Abbildung ist die schraeg liegende Ellipse eines defokussierten Sterns zu sehen, dessen Orientierung sich um 90° dreht, wenn man den Auszug von intra- nach extrafokal verstellt (bzw. umgekehrt).

Abb. 1 – Schräggestellter Astigmatismus



Die Abb. 1 zeigt die Sternenellipse eines unscharf eingestellten Sterns bei infokaler und extrafokaler Einstellung des Okularauszugs. Die Ellipse ist gegenüber der Symmetrieebene des Teleskops (entspricht einer Ebene durch alle Spiegelmitten und der Öffnungsmitte, Abbildung von W. Rohr, Hassfurt)

Dabei handelt es sich um den bekannten Bildfehler des Astigmatismus - dieser läßt sich durch eine kleine Drehung an den rückseitigen Justierschrauben vollständig beseitigen.

Beachten Sie bitte, daß auch ihre Augen oder Okulare Astigmatismus aufweisen können. Beobachten Sie also bei ein entsprechenden Augenfehler durch ihre Brille und stellen Sie den Stern in die Bildmitte des Okulars, um dessen Fehler zu minimieren. Dreht sich das elliptische Scheibchen bei einer Okulardrehung mit, so ist das Okular fehlerhaft. Wenn Sie diese Fehlerquellen ausgeschlossen haben und dennoch Astigmatismus beobachten, so ist eine Nachjustierung des Teleskops erforderlich.

Justieranleitung

Sie benötigen dafür einen Inbus-Steckschlüssel (mitgeliefert)

Die erforderlichen Justierschrauben sind außen am Tubus zugänglich, dazu die Plastikkappen an Vorder- und Rückfront entfernen. 2 Stellschrauben verändern die Neigungen des Erst- und Drittspiegels in der Symmetrieebene des Geräts und 2 weitere Stellschrauben in der Ebene senkrecht dazu. Die Symmetrieebene durchläuft den Tubus genau in der Mitte und durchschneidet alle Spiegel in ihren Mittelpunkten. Alle anderen Neigungswinkel werden durch die Schraubendrehung nicht verändert.

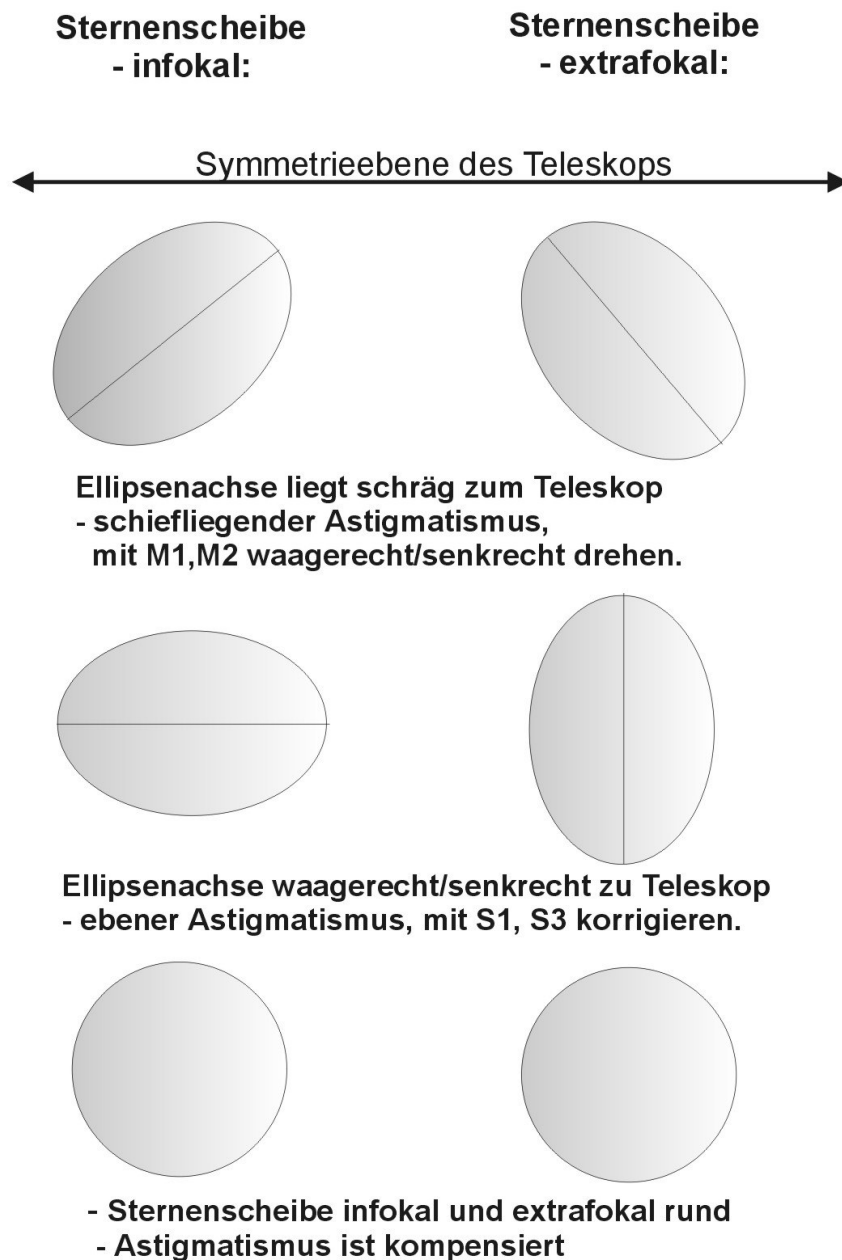
Weitere Justierschrauben befinden sich im Geräteinnern an den Spiegelfassungen, es ist jedoch nicht notwendig diese zu verstellen.

Stellen Sie zunächst einen hellen Stern bei mittlerer Vergrößerung (ca. 100 fach) in der Mitte ihres Bildfeldes ein. Prägen sie sich auch das umgebende Sternenfeld ein, damit sie den Stern wiedererkennen können, falls er bei der Justierung aus dem Bildfeld verschwindet. Besitzt ihre Montierung eine Nachführung, so sollten Sie diese einschalten, um den Stern im Bildfeld zu halten. Der Stern sollte wenigstens einige

Minuten im Bildfeld des Okulars bleiben, ohne das Sie korrigieren müssen. Sie können die Justierung auch bei Tageslicht mit Hilfe eines künstlichen Sterns vornehmen. Diesen können Sie mit einfachen Hilfsmitteln selbst herstellen, entsprechende Anleitungen sind in der Literatur beschrieben.

Eine Dejustage des Teleskops kann relativ leicht behoben werden. Zu diesem Zweck sind an der Rückfront des Geräts 3 Stellschrauben direkt zugänglich (**S1, S3 und M1** siehe Abbildungen) eine weitere Justageschraube **M2** befindet sich an der Vorderseite.

Das nachfolgende Bild zeigt die möglichen Fehljustierungen: Eine schrägliegenden Ellipse (oben) und eine gerade Ellipse (Mitte) eines unscharf eingestellten Sterns, die schliesslich zur Kreisform (unten) korrigiert wird.



Die Justage erfolgt in 2 Schritten:

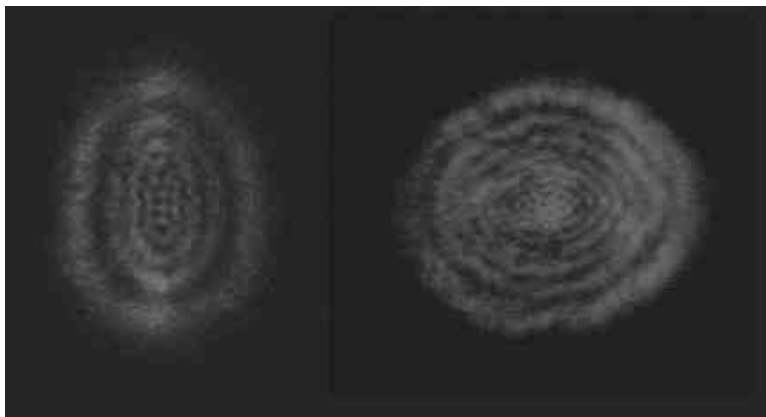
1.Schritt

(schräg liegende Ellipse wird waagrecht/senkrecht gedreht) :

Zunächst erfolgt eine **vertikale Verkippung der Spiegel anhand der Stellschrauben M1, M2** um die Sternenellipse (das heisst eine defokussierte Sternenscheibe, erzeugt durch Verstellen des Auszugs um wenige mm aus dem Schärfepunkt heraus) genau waagrecht bzw. genau senkrecht zur Teleskopebene zu drehen. Nach diesem Justierschritt soll also die schräg liegende Ellipse (wie in Abb. 1 oben) so gedreht sein, wie es im nachfolgenden Bild (Abb. 2) dargestellt ist.

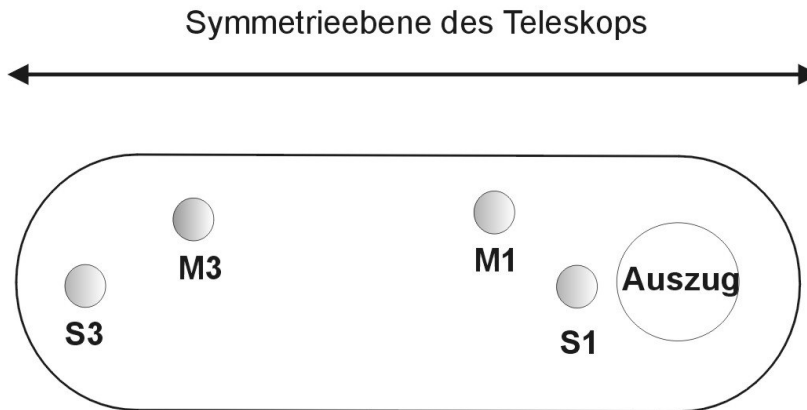
Die waagerechte Bezugsebene wird beispielweise durch die obere Deckelfläche des Teleskops dargestellt. Die beobachtete Ellipse soll also in gleicher Richtung wie die obere Tubusfläche oder genau senkrecht dazu orientiert sein. Durch kleine Drehungen an den **Justierschrauben M1 und M2** lässt sich die Ellipse entsprechend neigen. Stellen Sie einen Stern mittlerer Helligkeit bei mittlerer Vergrößerung (etwa 100-200 fach) in der Mitte ihres Bildfeldes ein. Prägen sie sich auch das umgebende Sternenfeld ein, damit sie den Stern wieder erkennen können, falls er bei der Justage aus dem Bildfeld heraus wandert. Besitzt ihre Montierung eine Nachführung, so sollten Sie diese verwenden, um den Stern ständig im Bildfeld zu halten. Betrachten Sie nun den Stern im Okular, der sich in der Bildmitte befinden sollte. Drehen Sie jetzt geringfügig vorne an der Stellschraube **M2**, so wandert der Stern aus der Bildmitte heraus. Sie sollten aber nur eine kleine Drehung von weniger als 1/8 Umdrehung (weniger als 45°) ausführen, damit der Stern noch am Rand des Bildfeldes sichtbar bleibt. Drehen Sie anschliessend mit der Stellschraube **M1-hinten** den Stern wieder in die Bildmitte zurück, damit ist der Justierschritt komplett. Dabei koennen Sie während des Drehens gleichzeitig durchs Okular blicken und damit die Verstellung kontrollieren. Die Drehrichtung von Schraube **M1** ist immer entgegengesetzt zu **M2**, um den Stern wieder in die Bildmitte zu stellen. Diese Prozedur muss eventuell mehrmals mit kleinen Drehungen wiederholt werden.

Abb. 2 – gerade orientierter Astigmatismus



Die Abb. 2 zeigt die Sternenellipse eines unscharf eingestellten Sterns bei infokaler (linkes oder rechtes Bild) und extrafokaler(rechtes oder linkes Bild) Einstellung des Okularauszugs. Die Ellipse ist entlang der Symmetrieebene des Teleskops orientiert (entspricht einer Ebene durch alle Spiegelmitten und der Öffnungsmittle (Aufnahme von W. Rohr, Hassfurt).

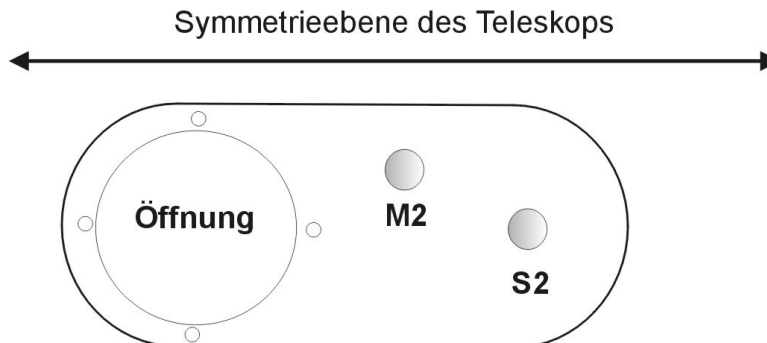
**Positionen der Justierknöpfe an der Rückfront
des WolterScope 140/150/250**



Schiefligender Astigmatismus:
- mit Meridionalknöpfen M1,M2(vorne)
waagrecht/senkrecht drehen.

Ebener Astigmatismus:
- mit Saggitalknöpfen S1,S3 korrigieren bis
zur Kreisform.

**Positionen der Justierknöpfe an der Vorderseite
des WolterScope 140/150/250
(Zur Einstellung der optischen Achse mit
Laserpointer die
Frontplatte abschrauben)**



Kontrollieren Sie aber zunächst nach jedem kompletten Justierschritt die Orientierung/Lage der Sternellipse, indem Sie den Stern in beiden Richtungen leicht unscharf einstellen. Die Ellipse wird sich durch die Schraubenänderung etwas gedreht haben. Wenn sich die Ellipse entgegen der Waagerechten/ Senkrechten des Teleskops verdreht hat, so müssen Sie **M1** und **M2** genau in umgekehrter Drehrichtung verstellen. Hat sich die längere Ellipsenachse bereits näher zur Waagerechten/Senkrechten hin gedreht, so sollten Sie mit kleinen weiteren Justierschritten eine genaue waagerechte oder senkrechte Einstellung der Ellipse erreichen (**siehe Abb.2**). **Damit ist die meridionale Justage abgeschlossen.**

2. Schritt (gerade liegende Ellipse wird zum Kreis kompensiert):

Jetzt erfolgt die Einstellung anhand der sagittalen Stellschrauben S1 und S3 zur Kompensation des Astigmatismus:

Die Justierschrauben **S1**, **S3** sind an der Rückfront zugänglich und verändern die Neigungen des 1. und 3. Spiegels in der Symmetrieebene des Teleskops.

Die Symmetrieebene durchläuft den Tubus genau in der Mittelebene und durchschneidet alle Spiegel in ihren Mittelpunkten. Alle anderen Neigungswinkel werden durch die Drehung nicht verändert.

Ein heller Stern sollte zunächst wieder mit einer Vergrößerung von 100-200 fach im Okular betrachtet werden und sich in der Bildmitte befinden.

Verdrehen Sie nun die Stellschraube (**S1**), die sich unmittelbar neben dem Okularauszug befindet, um einen kleinen Betrag in eine bestimmte Richtung (Beispielsweise im Uhrzeigersinn). Merken Sie sich dabei die Drehrichtung. Verdrehen Sie **S3** nur um weniger als $\frac{1}{4}$ Umdrehung soweit, bis der Stern zum Bildfeldrand gewandert ist, aber dort noch sichtbar ist.

In nahezu allen Fällen wird eine kleine Drehung von weniger als $\frac{1}{8}$ Umdrehung (weniger als 45°) an den Justierschrauben bereits ausreichen, um die Bildfehler zu beheben.

Verdrehen Sie nun die rückseitigen Stellschraube (**S1**) um etwa den gleichen Betrag im entgegengesetzten Drehsinn - also in diesem Beispiel entgegen dem Uhrzeigersinn. Dabei blicken Sie gleichzeitig durch das Okular und drehen die Schraube (**S3**) soweit, dass der vorher anvisierte Stern wieder in der Mitte des Bildfeldes erscheint.

Prüfen sie nun durch unscharfe Einstellung des Auszugs anhand des Sternenscheibchens, ob sich der Fehler verringert (die Ellipse erscheint runder) oder vergrößert hat (die langgezogene Form hat sich verstärkt). Im ersteren Fall wiederholen sie den beschriebenen Justierschritt mit einer kleinen zusätzlichen Drehung (weniger als $\frac{1}{8}$ Umdrehung) in die entsprechende Richtung.

Ist der Fehler hingegen größer geworden - die Ellipse sieht nun langgestreckter aus - müssen Sie die Stellschraube (**S1**) im entgegengesetzten Sinne drehen, um zu einer Korrektur zu gelangen. Die Drehrichtung von **S3** ist dabei immer entgegengerichtet zu **S1**. Wiederholen Sie die Justierschritte in kleinen Abstufungen und kontrollieren

Sie das Sternenscheibchen abschließend noch bei hoher Vergrößerung von 300 – 500 fach (Okular mit 5 - 10 mm Brennweite oder Okulare mit 10 –20 mm kombiniert mit 2-fach Barlowlinse).

Wenn Sie die Stellschraube **S1** zu weit in einer Richtung drehen, kann bereits der optimale Punkt der Kompensation überschritten sein und es erscheint wieder Astigmatismus. Dabei hat sich die Ellipse um 90° gedreht. War sie (beispielsweise infokal) in vertikaler Richtung gestreckt, so ist sie nun in horizontaler Richtung gestreckt.

Dann müssen Sie den Drehsinn wechseln, um den Fehler zu verringern. Mit etwas Übung gelingt es relativ schnell ein Optimum zu finden. Die Justierung ist damit so genau, dass ihr Teleskop wieder seine physikalische Leistungsgrenze erreichen kann. Mit dieser Prozedur lässt sich mit etwas Übung in wenigen Minuten eine einwandfreie Nachjustage des Teleskops erreichen. Am Anfang sollten Sie die Prozedur aber erst mal vorsichtig einüben und nur kleine Drehungen ausführen, dann beobachten Sie anschliessend immer die Wirkung auf das defokussierte Sternenscheibchen. Das unscharf gestellte Sternenscheibchen sollte in beiden Auszugsstellungen (intra- und extrafokal kreisrund erscheinen (siehe folgende Abb.3.).

Abb. 3

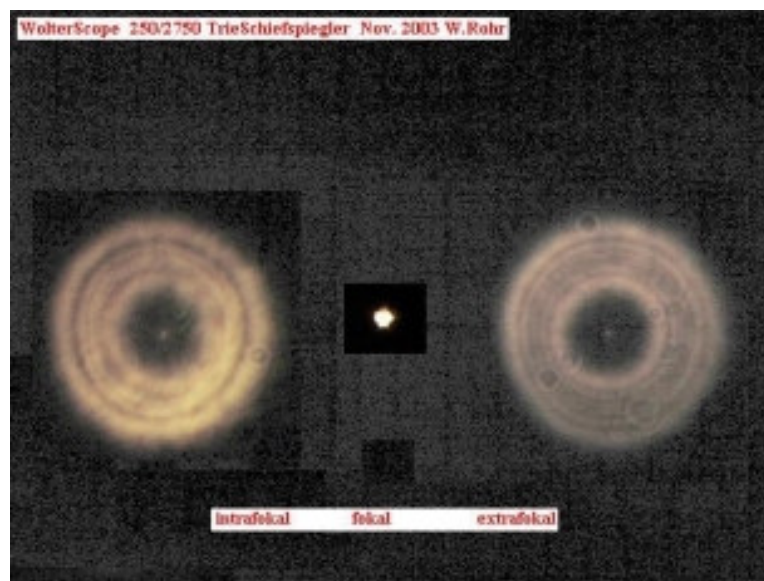


Abb. 3 zeigt die Sternenscheibe eines unscharf eingestellten Sterns bei infokaler (linkes oder rechtes Bild) und extrafokaler(rechtes oder linkes Bild) Einstellung des Okularauszugs. Die Bilder sind annähernd gleich und die Sternenscheibe erscheint kreisrund. Die zentrale Abachattung zeigt sich im Sternentest nicht und wurde hier durch eine zentrale Blende im Strahlengang erzeugt. In der Bildmitte ist der scharfgestellte Stern sichtbar. Seine Ausdehnung wird durch die natürliche Beugungsscheibe bestimmt. Die entsprechenden Beugungsringe sind im Bild nicht zu erkennen (Aufnahme von W. Rohr, Hassfurt).

Eine endgültige Überprüfung des Justierzustandes kann an einem hellen Stern geschehen, der bei guten Luftbedingungen (gutes Seeing mit wenig Luftunruhe) möglichst hoch vergrößert wird (200-200 fach). Besonders gut eignet sich dazu auch die Kombination eines hochwertigen Okulars von 10 – 15 mm Brennweite mit einer

Barlowlinse. Der scharf eingestellte Stern sollte als kleine, runde Lichtscheibe erscheinen (Airy-Scheibe), die von mehreren lichtschwachen, gleichmäßigen, konzentrischen Beugungsringen umgeben ist. Die Beugungsringe können allerdings nur bei sehr guten Luftbedingungen erkannt werden.

Die graphische Kurzanleitung(siehe unten) beschreibt die Justierschritte und Drehrichtungen die erforderlich sind, wenn das infokale, unscharfe Sternbild die jeweils gezeigte Form annimmt. Damit lässt sich in kurzer Zeit eine perfekte Justage des Geräts am Stern erreichen.

Entstehung von Bildfehlern

Sie haben mit der Justierung bereits einiges über das optische Prinzip des Schiefspieglers gelernt. Die Bildfehler **Koma** und **Astigmatismus** werden durch die Schiefstellung der Spiegel erzeugt. Dies ist also eine ganz natürliche Erscheinung für einen Schiefspiegler und nicht etwa auf eine defekte Optik zurückzuführen. Die Koma wird mittels der gewählten Spiegelkrümmungen und mit korrekten Abständen bereits vollständig behoben.

Eine geeignete Drehung des Zweitspiegels (mit einer vorderseitigen Justierschraube) kann den Fehler des Astigmatismus vollständig beheben. Eine entgegengerichtete Drehung des Drittspiegels dient dazu, den ursprünglichen Strahlenverlauf wieder herzustellen, sonst müsste der Okularauszug beständig seitlich versetzt werden. Eine kleine Drehung des Drittspiegels liefert keine zusätzlichen Bildfehler, wie optische Berechnungen zeigen.














Diese Justage wurde vom Hersteller in einem Autokollimationstest bereits ausgeführt und sollte nicht mehr verändert werden.

Durch Temperaturänderungen kann es zu einer geringfügigen Dejustage der Optik kommen, welche zu den beschriebenen elliptischen Sternenscheiben führt.

Die notwendigen geringfügigen Korrekturen koennen dann entsprechend der obigen Anleitung allein mit den 4 Stellschrauben von einer einzelnen Person ausgeführt werden. Wenn Ihnen dennoch absolut keine einwandfreie Justierung ihres Multi-Schiefspieglers gelingen sollte, so biete ich Ihnen eine einmalige kostenlose Nachjustierung des Teleskops an (siehe Serviceleistungen).

Kurzanleitung:

Feinjustage des Astigmatismus anhand eines defokussierten Sterns im Okular:

| Anblick im Okular: Sternscheibe intrafokal: (Okular vom schärfsten Punkt einige mm nach innen drehen | Korrektur mit Stellschraube/ Drehrichtung - weniger als ¼ Umdrehung | Stern in Bildmitte einstellen mit Stellschraube/ Drehrichtung - weniger als ¼ Umdrehung |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | M2 (Zweitspiegel, vorne- oben) - Gegen die Uhr  | M1 (Hauptspiegel, hinten- oben) - mit der Uhr  noch gering mit S3 den Stern seitlich verstellen |
|  | M2 (Zweitspiegel, vorne oben) - mit der Uhr  | M1 (Hauptspiegel, hinten oben) - Gegen die Uhr  noch gering mit S3 den Stern seitlich verstellen |
|  | S1 (Hauptspiegel-Mitte) - gegen die Uhr  | S3 (Tri-Spiegel-Mitte) - mit der Uhr  |
|  | S1 (Hauptspiegel-Mitte) - mit der Uhr  | S3 (Tri-Spiegel-Mitte) - gegen die Uhr  |
|  | So belassen - wenn intra- und extrafokale Sternscheibe gleich aussehen. | Eventuell mit höherer Vergrößerung kontrollieren. |
| | | |

Sinnvolle Vergrößerungen und Temperaturanpassung

Bei nächtlichen Beobachtungen ändert sich die Umgebungstemperatur oftmals beständig. Besonders in den frühen Abendstunden ist eine starke Abkühlung zu verzeichnen. Bei der Temperaturanpassung des Geräts kommt es dann zu turbulenten Luftströmungen im optischen Strahlengang, die die Bildqualität zeitweise beeinträchtigen können. Das Metallgehäuse erleichtert aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit diesen Adaptionsvorgang. Die Glasspiegel besitzen jedoch eine wesentlich längere Abkühlzeit, daher ist es vorteilhaft, das Gerät bereits vor den Beobachtungen nach draußen zu stellen (Schutzkappe eventuell bereits abnehmen) oder es vorher in einem Raum zu lagern der etwa Außentemperatur besitzt. Die Spiegeloberflächen können bei Temperaturänderungen zusätzlich auch geringe Formveränderungen erfahren. Dieser Effekt wird durch die Verwendung von ausdehnungsarmen Spiegelglas (Pyrex) aber minimiert. Bei der Sital-Glaskeramik tritt hingegen keine Formveränderung mit der Temperatur auf.

Zur Unterstützung der Temperaturanpassung und zum Heraussaugen von Wärmeschlieren aus dem Tubus sollten Sie die beiden rückseitigen Lüfter einschalten. Deren Drehzahl lässt sich über die gewählte Spannung einstellen (von 3-12V am Netzteil). Während der Beobachtung sollten die Lüfter jedoch ausgeschaltet werden oder nur mit kleiner Spannung laufen, um Vibrationen zu vermeiden.

Steht das Gerät für längere Zeit unbenutzt im Freien, so sollte es mit einer großen Plastikfolie (oder ähnlichem) abgedeckt werden, dies schützt vor Staub, Taubildung und eventuell einsetzenden Regen.

Beachten Sie bitte, dass ein unruhiges Bild auch durch atmosphärische Luftunruhe (Seeing) verursacht werden kann. In dieser Situation lassen sich keine hohen Vergrößerungen anwenden und das Gerät kann nicht seine volle Auflösungsleistung entfalten. Zur Beobachtung feiner Details (beispielsweise an Planeten) sollte wenigstens eine 150-fache (WS 150) bzw. 140-fache (WS 140) Vergrößerung eingesetzt werden. Man bezeichnet dies als Normalvergrößerung, die dem Objektivdurchmesser in mm entspricht. Dabei wird eine Austrittspupille von 1 mm erreicht. Die Austrittspupille bezeichnet den Durchmesser des parallelen Lichtbündels welche das Okular verlässt und anschließend in das Auge eintritt. Erst ab dieser Vergrößerung kann das Auge die feinen Details erkennen, die von der Optik noch aufgelöst werden. Deutlich höhere Vergrößerungen sind nur hilfreich wenn es die Luftunruhe erlaubt. Als Anhaltspunkt für die maximal sinnvolle Vergrößerung gilt:

$$V_{\max} = 2 \times \text{Objektivdurchmesser in mm}$$

Für den Multi-Schiefspiegler **WS 150** ergibt sich entsprechend:

$$V_{\max} = 300 \text{ (beim WS 140 } V_{\max} = 280)$$

Sie können die Brennweite des benötigten Okulars leicht berechnen:

$$F(\text{Okular}) = f(\text{Teleskop}) / V$$

$$F(\text{Okular}) = 5 \text{ mm}$$

Sinnvoll wäre die Verwendung eines Okulars mit 5 mm Brennweite. Wählen Sie dazu ein hochwertigen Okulartyp aus (beispielsweise vom Typ Plössl oder orthoskopisch), da die Qualitätsanforderungen für die Optik des Okulars mit zunehmender Vergrößerung steigen.

Alternativ können Sie auch mit einer hochwertigen Barlowlinse (2 – 5 fach) ihre Teleskopbrennweite um diesen Faktor erhöhen und dann ein Okular mit entsprechend höherer Brennweite (gleicher Faktor 2 – 4) einsetzen.

Es gibt auch eine kleinste sinnvolle Vergrößerung (Minimalvergrößerung). Diese wird erreicht wenn die Austrittspupille gleiche Größe wie die Pupillengröße des menschlichen Auges erreicht. Diese nimmt mit zunehmenden Alter etwas ab und beträgt maximal 6 mm. Die Minimalvergrößerung MV beträgt für dieses Teleskop also etwa:

$$\text{MV} = \text{Eintrittspupille} / \text{max. Austrittspupille} = 150\text{mm} / 6\text{ mm} = 25$$

(Beim WS 140: $\text{MV} = 140/6 = 23$ fach)

Dabei gilt die Beziehung:

$$\text{Austrittspupille} = \text{Eintrittspupille(Öffnung)} / \text{Vergrößerung}$$

Noch kleinere Vergrößerungen ergeben einen Lichtverlust, weil nicht mehr das gesamte okularseitige Bündel vom Auge aufgenommen werden kann.

Der Bereich sinnvoller Vergrößerungen mit dem Multi-Schiefspiegler WS 150 beträgt damit etwa 25 – 300 fach (beim WS 140 23 – 280 fach) .

Wenn Sie noch höhere Vergrößerungen einstellen, wird zwar das Objekt noch größer erscheinen, aber es werden keine weiteren Details mehr sichtbar und der Bildeindruck verschwimmt. Gleichzeitig nimmt die Objekthelligkeit immer mehr ab, da das Licht auf eine größere Fläche verteilt wird. Beim Mond können beispielsweise aufgrund der großen Helligkeit recht hohe Vergrößerungen von mehr als 300x angewandt werden, wenn es die Luftunruhe zulässt.

Auch bei kompakten Sternhaufen sollte man auch höher vergrößern um noch Details aufzulösen.

Viele astronomische Objekte haben jedoch geringe flächenhafte Helligkeiten (Gasnebel, Galaxien), so daß deren Struktur nur mit deutlich kleineren Vergrößerungen erkannt wird. Für die Deep-Sky-Beobachtung sollten Beobachtungsorte mit möglichst wenig Streulicht in der Umgebung ausgesucht werden. Die irdischen Lichtquellen führen zu einer Aufhellung des Himmelshintergrundes, so daß lichtschwache Objekte darin "verschluckt" werden. Bedenken Sie auch, daß ihre Augen eine gewisse Zeit (mindestens 1/2h) zur Adaption an die Dunkelheit benötigen. Mit dem indirekten Sehen können Sie die Lichtempfindlichkeit der Augen noch etwas steigern, dabei schauen Sie das Objekt nicht direkt an, sondern blicken etwas daneben. Oftmals werden dann weitere lichtschwächere Details sichtbar.

Lagern des Geräts und Spiegelreinigung

Halten Sie das Gerät bei Nichtbenutzen möglichst immer staubdicht verschlossen. Zudem soll das Teleskop nicht in kalten, feuchten Räumen gelagert werden, damit es zu keiner Korrosion (an den Schrauben oder Metallrahmen) kommt. Bedenken Sie auch, daß sich während einer Beobachtungsnacht Tau im Gerät niederschlagen kann. Das Gerät sollte dann in einem warmen Raum austrocknen können (Verschlusskappen in diesem Fall entfernen). Keinesfalls sollte der Feuchtigkeitfilm durch Putzen der Spiegel mit Tüchern (auch keine Linsenputztücher) entfernt werden. Dabei besteht immer die Gefahr, daß die empfindlichen Spiegeloberflächen zerkratzt werden.

Schmutz und Staubablagerungen auf den Spiegeln lassen sich langfristig nicht absolut vermeiden. Einige vereinzelte Staubkörner sollten Sie ruhig ignorieren, Sie haben keinen

grossen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit. Sollten Sie eine Spiegelreinigung für notwendig halten, so ist folgendes Vorgehen zu empfehlen:

Schrauben Sie zunächst die Sucherhalterung und die obere und untere Deckplatte vom Tubus ab. Dazu ist ein grosser Kreuzschlitzschraubendreher erforderlich. Entfernen Sie nun die Gummi-Schutzringe von der vorderen und hinteren Tubuskante. Vergewissern Sie sich noch mal das sich keine Schrauben mehr im Tubus befinden, welche diesen mit dem Rahmen verbinden. Sie können nun die Tubushülle aus Aluminium vorsichtig vom inneren Rahmen vollständig abziehen. Dazu sollten Sie zu zweit arbeiten, während eine Person den Rahmen festhält (Händedruck auf die hintere oder vordere Deckelfläche), versucht die zweite Person den Tubus in Richtung der Öffnung zu ziehen (oder zu drücken). Das Gerät sollte dazu auf einem grossen Tisch mit weicher Unterlage liegen. Damit ist nun die Spiegelanordnung für Reinigungszwecke frei zugänglich. Mit Hilfe von Druckluft lassen sich von den Spiegeln die größten Partikel abblasen. Notfalls funktioniert auch eine Fahrradluftpumpe, aber bitte vorsichtig hantieren um Stöße gegen die Spiegel zu vermeiden. Bürsten oder Pinsel sollten nicht zur Reinigung eingesetzt werden, da die harten Borsten ebenfalls die Spiegelschicht zerkratzen können.

Für eine intensivere Reinigung besorgen Sie sich ein Kunststoff-Spritzflasche (keinesfalls mit Glasbehältern hantieren), die sie mit destilliertem Wasser füllen. Breiten Sie ein kleines Papier- oder Stofftuch direkt vor und unterhalb des Spiegels aus. Spritzen Sie nun mit Druck etwas dest. Wasser auf die Spiegelfläche (gleichmäßig verteilen), welches dann nach unten abtropft. Dies sollte bereits ausreichen um damit den Staub abzuspülen. Der Spiegel trocknet dann von selbst. Sie sollten unbedingt jedes mechanische Putzen oder Reiben auf den Spiegelflächen vermeiden, weil dabei eigentlich in jedem Fall eine Vielzahl kleiner Kratzer entsteht, die auch die Reflexionsbeschichtung gefährden.

Befinden sich anschließend noch Fettablagerungen auf dem Spiegel - die als bunte Farbschichten oder Fingerabdrücke sichtbar sind, so wiederholen sie dieses Reinigungsverfahren mit etwas Brennspritus oder besser mit Propanol (reiner Alkohol aus der Drogerie). Andere Lösungs - oder Reinigungsmittel sollten nicht verwendet werden. Bedenken Sie immer, dass die Spiegel den wertvollsten und empfindlichsten Teil ihres Teleskops darstellen. Bei kleinen Flecken können sie auch ein staubfreies Tuch (Klennex) mit etwas Alkohol tränken und wie mit einem Wattebausch vorsichtig über die Spiegelfläche wischen.

Der Staub, der sich im Tubus abgesetzt hat, sollte ebenfalls entfernt werden. Dazu eignet sich ein feuchter weicher Lappen, der auf die rauhe schwarz-matte Beschichtung gedrückt wird, dabei bleiben die Schmutzpartikel haften.

Sie können Schraubverbindungen vor Korrosion schützen, indem sie darauf etwas Fett oder Vaseline verteilen (kein Öl verwenden). Aber bitte vorsichtig und nur in kleinen Mengen, auf keinen Fall sollten Schrauben demontiert bzw. verstellt werden. Diese würde eine komplette Neujustierung des Geräts erforderlich machen.

Nach Jahren der Benutzung kann einmal eine Neubeschichtung der Spiegel erforderlich werden. Dieser Service wird von verschiedenen Vakuum-Beschichtungsfirmen angeboten. Bei der Neubeschichtung sollten sie darauf achten, das eine hochreflektive Beschichtung mit einem Reflexionsgrad von mehr als 95% im sichtbaren Spektralbereich vom Anbieter garantiert wird. Um die Spiegel aus ihren Fassungen zu nehmen, müssen die Sechskantschrauben an den 3 seitlichen Halteklammern der Fassungsringe vorsichtig mit einem Schraubenschlüssel gelöst werden. Die gesamte Ringfassung mit dem Spiegel wird dann abgenommen und mit der Spiegelfläche nach oben sicher auf einem Tisch abgelegt. Halten Sie beim Abnehmen der Ringfassung den Spiegel rückseitig etwas fest, er darf keinesfalls herausfallen. Dann wird die Schraube seitlich an dem Aluklemmring langsam gelöst, während der Spiegel auf dem Tisch liegt. Der Spiegel lockert sich dann und die Fassung kann nach oben abgezogen werden. Bedecken Sie die Spiegelflächen immer mit einer Schutzkappe oder einem Stück Schaumstoff um sie vor Staub und mechanischen Berühren zu schützen. Bedenken Sie, daß nach dem Spiegelausbau eine vollständige Neujustierung des Teleskops erforderlich wird (alle Neigungswinkel sind wieder genau einzustellen), die am geeignetsten von einem Fachmann/Fachfrau ausgeführt wird Als

Hersteller der Geräte bieten wir selbstverständlich diesen Service und alle anderen eventuell anfallenden Reparaturleistungen an.

Zubehör und Fokussierweg (Backfokus)

Der Okularauszug besitzt ein Standard-Steckmaß von 2" (50.8 mm) und eine Reduzierung auf 1.25" (31.8 mm). Daher lassen sich alle im Fachhandel angebotenen Zubehörteile mit diesem Anschlußmaß verwenden. Besonders geeignet erscheint eine Serie von Okularen, die den Bereich von der Minimal- bis zur Maximalvergrößerung erschließen. Dabei gibt es deutliche Unterschiede in Qualität und Preis zwischen den verschiedenen Okulartypen. Informieren Sie sich darüber in der Fachliteratur und bei entsprechenden Händlern. Ein Zenitspiegel oder 90° Umlenkprisma ist sehr hilfreich bei einer sehr steilen Ausrichtung des Teleskops. Beachten Sie dabei, daß sich der optische Weg verlängert und der Okularauszug dementsprechend weiter eingeschoben werden muß. Als Weglänge (Backfokus) stehen am Auszug etwa 120 mm beim WS 150 und etwa 110 mm am WS 140 zur Verfügung, dies ist der Abstand des eingeschobenen Auszugs bis zur Okularposition (Brennebene). Sie können daher keine Zubehörteile verwenden, die eine noch größere Weglänge erfordern. Eine Spiegelreflexkamera besitzt ein Anschlußmaß von etwa 44 mm (Objektivanschluß bis zur Bildebene). Kombinieren Sie beispielsweise für die Fotografie in Okularprojektion eine entsprechende Projektionshülse mit Adapterring an einer Kamera, so wird die Weglänge des Auszugs bereits nahezu ausgeschöpft. Eine Barlowlinse zur Brennweiten-Erhöhung benötigt hingegen keine zusätzliche Weglänge.

Erkundigen Sie sich daher vor einem Kauf im Zweifelsfall über die benötigte mechanische Weglänge für dieses Zubehör. Dabei ist zwischen der benötigten Glasweglänge (**LG**) und der mechanischen Länge (**LM**) zu unterscheiden. Es gilt etwa die Beziehung:

$$LM = 1.5 \times LG$$

Beispielsweise benötigt die Montage eines Binokularansatzes zum beidseitigen Sehen bei 80 mm Glasweg etwa 120 mm Fokussierweglänge. Je nach Typ sind allerdings auch höhere Weglängen erforderlich, erkundigen Sie sich dazu bei Ihrem Fachhändler. Ein vom Hersteller Baader Planetarium angebotener Glaswegkorrektor kann die benötigte Auszugslänge wieder reduzieren, so dass sich die entsprechenden Binokularansätze auch am WS 140/150 einsetzen lassen.

Zum Schluß....

Wir wünschen Ihnen nun viel Spaß und Freude mit Ihrem neuen Gerät und hoffen, daß Sie damit zahlreiche erfolgreiche Beobachtungen anstellen.

Wir freuen uns auch auf die Zusendung kleiner Praxisberichte und sind bemüht, Ihre Veränderungs- und Verbesserungsvorschläge aufzunehmen und umzusetzen. Auch können Sie uns Ihre Astrobilder zusenden, die mit dem WS140/150 erstellt wurden. Wir werden diese dann in der Fotogalerie auf unserer Webseite <http://www.wolterscope.de> präsentieren.

Literaturhinweise

- [1] A. Kutter, Der Schiefspiegler, Verlag F. Weichardt, Biberach /Riss 1953
- [2] A. Kutter, Sky & Telescope, S.64, Dec. 1958
- [3] H. Wolter, Kompaktes Multi-Schiefspiegler Teleskop, VDS-Journal, Ausgabe Sommer 2000, S. 97 – 102, weitere Informationen unter: <http://www.wolterscope.de>
- [4] H. Wolter, ATM-Journal issue 16, Oct. 2000, ATMA 2500, 15 th. Ave. W., Seattle, Washington 98119,
- [5] H. Wolter, Multi-Schiefspiegler, in Best of ATM-Journal, 2003, Vol.2, p.269 , Verlag Willmann-Bell, Richmond, Virginia, **webseite: <http://www.willbell.com>**
- [5] H. Wolter, Patent Kompakter Multi-Schiefspiegler, deutsche Patentschrift DE 19925931 und europäische Patentschrift EP 0964283 B1
- [6] H. Wolter, Kompakter Multi-Schiefspiegler, Artikel bei Sterne und Weltraum eingereicht (2004)

Anhang

- Serviceleistungen von WolterScope