

Die Optik im Detail

Objektive bestehen aus einer Kombination mehrerer Linsen mit verschiedenen Brechungsradien und Dispersionen. Ihren Ursprung haben diese Linsen in den Grundformen der Sammell- und Zerstreuungslinsen:

Linsenformen

Die meisten Linsenformen sind sphärischen Ursprungs, sie sind durch Kegelflächen und einer Ebene begrenzt, die Verbindung der Kugelmittelpunkte ergibt die optische Achse. Linsen, die in der Mitte dicker sind als am Rand, deren Bauch nach aussen gewölbt ist, bezeichnet man als konvexe Linsen. Sie haben sammelnde und bündelnde Eigenschaften. Man unterscheidet bikonvexe, plankonvexe und konkavkonvexe (positiver Meniskus) Linsen. Eine bekannte konkavkonvexe Linse ist das Proxar, es wirkt brennweitenverkürzend und wird als Nahlinse eingesetzt. Linsen, die in der Mitte dünner sind als am Rand, deren Bauch nach innen gewölbt ist, bezeichnet man als konkave Linsen. Sie haben zerstreue Eigenschaften. Man unterscheidet bikonkave, plankonkave und konvexkonkave (negativer Meniskus) Linsen. Ein negativer Meniskus ist das Distar, es wirkt brennweitenverlängernd und wird als letztes Glied in Teleobjektiven verwendet. Die Wirkung von Sammell- und Zerstreuungslinsen lässt sich durch deren prismenähnlichen Aufbau erklären. Durch den kontinuierlichen Übergang der Prismenoberflächen entsteht ein jeder Lichtstrahl kontinuierlich brechendes Gebilde. Eine Linsen Sonderform ist die planparallele Platte, die im Filterbau Verwendung findet. Linsen, die eine nichtkugelige Oberfläche aufweisen, nennt man asphärisch. Mit diesen parabolförmigen Linsenschnitten lassen sich Abbildungsfehler noch besser korrigieren, lichtstärkere Objektive herstellen. Die Herstellung dieser asphärischen Linsen ist jedoch sehr teuer und aufwendig. Die häufigst angewandte Methode ist das rechnergesteuerte Schwenkarm-Schleifprinzip. Ein Roboter mit einem Schleifwerkzeug (Diamant) formt den Rohling nach einem eingegebenen Programm, gleichzeitig tastet ein Messfühler die geschliffene Form ab und vergleicht ständig Ist- und Sollwert der Asphäre. Einen anderen Weg geht die Firma Zeiss, die auf eine sphärische Linse die asphärischen Teile aus Epoxidharz aufgiesst und in einer Matrize aushärten lässt. Epoxidharz ist jedoch sehr kratzempfindlich, so dass diese Asphären nur als Innenglieder im Objektivbau Verwendung finden.

Abbildungsfehler einfacher Linsen und Linsensysteme

Rein theoretisch könnte eine einzelne Linse als Objektiv Verwendung finden, tatsächlich ist es aber so, dass eine Vielzahl an Abbildungsfehlern die Qualität der Aufnahme beeinträchtigen würden. Durch eine sinnvolle Kombination verschiedener Linsen und Linsenformen, mit verschiedener Brechzahl und Dispersion, können die Abbildungsfehler auf ein erträgliches Mass reduziert werden. Eine komplette Beseitigung der Linsenfehler ist aus wirtschaftlichen Gründen kaum möglich, jedes Objektiv stellt daher für seinen vorhergesehenen Anwendungsbereich einen idealen, optimal korrigierten Kompromiss dar. Schon vor 1750 fiel beim Einsatz der Sammellinse in der Camera obscura ein Farbsaum um das projizierte Bild auf, der zur Unschärfe führte. Diesen, schon damals bekannten Abbildungsfehler bezeichnet man als chromatische Aberration.

Chromatische Aberration (Farblängs- oder Farbquerfehler)

Da die Brechzahl des optischen Glases von der Wellenlänge des Lichts abhängig ist, werden die Strahlen verschiedener Wellenlängen durch die Linse verschieden stark gebrochen. Verständlicher wird es, wenn man sich die Linse aus lauter zusammengesetzten Prismen vorstellt. Somit hat jede Lichtfarbe eine andere Schnittweite, einen anderen Brennpunkt. Die Abbildung erscheint unscharf und mit Farbsäumen behaftet. Jedes Teilbild (Farbauszug) weist eine andere Grösse auf. Die chromatische Aberration tritt jedoch nicht nur auf der optischen Achse, sondern auch ausserhalb (Hauptstrahl) auf. Man bezeichnet diese Erscheinung auch als Farbquerfehler. Die chromatische Aberration ist von der Glassorte abhängig und kann durch Kombination verschiedener Glasarten weitgehend beseitigt werden. 1757 wurde der Achromat zur Korrektur geboren. Er besteht aus der Kombination einer schwach streuenden Konvexlinse aus Kronglas, mit einer starkstreuenden Konkavlinse aus Flintglas. Diese Anordnung führt die Brennpunkte der Spektralfarben blau und grün zusammen, es stellt das einfachste korrigierte Objektiv im Bezug auf die Farbkorrektur dar. Den Farbsaum der restlichen Wellenlänge bezeichnet man als sekundäres Spektrum. Dieser Restfehler, der sich vor allem bei länger brennweitigen Teleobjektiven durch unschöne Farbsäume bemerkbar macht, konnte erst durch den Einsatz von Glassorten mit anormaler Teildispersion (Fluorphosphatbeimischungen) weitestgehend gemildert werden. Der Achromat stellt somit den höchsten Korrekturzustand eines Objektivs dar und besteht aus mindestens drei oder mehreren Einzellinsen verschiedener Glassorten. Im

sichtbaren Wellenlängenbereich des wirksamen Lichts treten daher noch geringfügige Schnittweitenunterschiede auf.

Sphärische Aberration (Kugelgestaltsfehler)

Sie kennzeichnet insbesondere die Eigenschaft von Einzellinsen, dass achsenferne Lichtstrahlen stärker gebrochen werden, als achsennahe. Es entstehen also unterschiedliche Brennweiten der Lichtstrahlen aus der Linsenrandzone und der Linsenmitte, die sphärische Aberration verursacht somit ein unscharfes Bild. Dieser Fehler nimmt mit der Grösse der Linse zu. Bei der Scharfeinstellung eines solchen Bildes bei geöffneter Blende entsteht eine Differenz zur Abbildung bei geschlossener Blende, da hier ja nur noch die achsnahen Strahlen erfasst werden. Die Einstellebene wandert dabei nach hinten zum Betrachter. Eine Korrektur der sphärischen Aberration ist durch den Einsatz asphärischer Linsen möglich, aber auch durch geeignete Kombination von Sammellinsen und Zerstreuungslinsen, deren Kugelgestaltsfehler sich gegenseitig aufheben. Die Korrektur ist um so schwieriger, je höher die Lichtstärke und je länger die Brennweite ist.

Astigmatismus (Punktlosigkeit)

Lichtstrahlen von Objektpunkten, die ausserhalb der optischen Achse liegen, werden auf der Linsenfläche waagrecht anders gebrochen als senkrecht, sie ergeben kein punktförmiges Bild, es entstehen vielmehr zwei linienförmige Bilder. Diese sind senkrecht zueinander ausgerichtet und liegen in verschiedenen Brennebenen. Dieser Fehler ist auch beim menschlichen Auge anzutreffen. Durch eine Hornhautverkrümmung ist es dann nicht möglich, senkrechte und waagrechte Strukturen gleichzeitig scharf wahrzunehmen. Durch Abblenden ist bei einem Objektiv der Astigmatismus teilweise korrigierbar, eine optimale Korrektur ist jedoch nur durch Kombination von Zerstreuungslinsen mit kleinerem Brechungsindex und Sammellinsen mit höherem Brechungsindex möglich. Objektive, die frei von Astigmatismus sind, bezeichnet man auch als Anastigmaten (seit 1886 durch geeignete Glassorten der Glashütte Schott/Jena möglich).

Bildfeldwölbung

Dieser Linsenfehler bewirkt, dass die Bildebene im Gegensatz zur Objektebene gewölbt ist. Bildmitte und Bildrand können dann nicht gleichzeitig scharfgestellt werden. Durch den Astigmatismus entstehen sogar zwei Ebenen, die auch als Bildschalen bezeichnet werden. Bei einem modernen Anastigmaten ist die Bildfeldwölbung weitgehend beseitigt, eine vollständige Korrektur ist jedoch nicht möglich. Dies kann sich bei der Fachkamera auf optischer Bank bei starken Verschiebungen nachteilig bemerkbar machen.

Koma (Asymmetriefehler)

Ein Punkt, der ausserhalb der optischen Achse am Bildrand liegt, wird scharf mit einem „Kometen“-schweif abgebildet, die einfallenden Strahlen treten als schiefes Bündel ein, die sphärische Aberration wirkt sich dann noch stärker aus. Bei der Korrektur des Komafehlers durch Verwendung mehrerer Linsen wird auch das Bild eines solchen ausseraxialen Punktes wieder punktförmig. Der Komafehler hängt auch sehr stark von der Lage der Blende in einem Linsensystem ab. Durch symmetrische Anordnung der Linsen um die Blendenebene und durch Abblenden bei der Aufnahme lässt sich dieser Asymmetriefehler ebenfalls beheben.

Verzeichnung (Distorsion)

Wird ein Gegenstand auf der Bildebene nicht geometrisch gleich, sondern verzogen abgebildet, liegt eine Verzeichnung vor. Sie ist durch die sphärische Aberration, vor allem aber durch die Anordnung der Blende bedingt. Befindet sich die Blende vor dem Objektiv, entsteht eine tonnenförmige Verzeichnung, befindet sich die Blende hinter dem Objektiv, spricht man von einer kissenförmigen Verzeichnung. Bei der tonnenförmigen Verzeichnung wird die Bildmitte grösser als die Randpartien abgebildet, ein Rechteck hat die Form einer Tonne. Bei der kissenförmigen Verzeichnung verhält es sich gerade umgekehrt. Dieser Fehler kann durch Abblenden nicht behoben werden. Eine Korrektur ist nur durch eine symmetrische Anordnung der Linsengruppen um eine Mittelblende zu bewerkstelligen. Für die eine Linsengruppe wirkt die Blende als Hinterblende, für die andere als Vorderblende, die Verzeichnungen heben sich gegenseitig auf.

Vignettierung (Helligkeitsabfall am Bildrand)

Ein Lichtabfall an den Bildrändern entsteht durch Abhalten der schräg in ein Objektiv einfallenden Lichtbündel durch die Fassung. Ein schräg einfallendes Lichtbündel hat zudem einen geringeren Durchmesser als ein in der optischen Mitte eintretendes Lichtbündel, die Helligkeit ist geringer. Tritt die Vignettierung durch die Fassung auf, so lässt sie sich durch Abblenden korrigieren. Die Vignettierung durch

schräg einfallende Lichtbündel hingegen ist im Objektiv nur durch einen sehr hohen optischen Aufwand möglich. Sie tritt bei Weitwinkelobjektiven auf und ist nur sichtbar, wenn der Helligkeitsabfall mehr als eine Blende beträgt.

Abbildungsfehler optischer Systeme

Jedes optische System ist fehlerhaft. Glauben Sie niemanden, der Ihnen erzählt, dieses oder jenes System sei fehlerfrei. Selbst die Aussage, die Optik liefere eine beugungsbegrenzte Auflösung, sagt nichts über die Kontrastleistung des Systems oder den Durchmesser des Gesichtsfeldes, in dem beugungsbegrenzte Auflösung erreicht wird. Für die Gesichtsfeldmitte wird selbst ein schlechtes optisches System beugungsbegrenzt auflösen. Es ist also Vorsicht geboten. Zu einem guten Teleskop gehört mehr als nur eine gute Optik. Wichtig sind ebenso das Blendensystem und eine solide mechanische Konstruktion. Folgende Tabelle zeigt einige der wichtigsten „Gemeinheiten“, die das Licht „erleiden“ muss, bevor der Beobachter es wahrnimmt, selbst wenn die Optik fehlerfrei gefertigt ist.

Ursache:

Turbulenzen, hohe Atmosphäre
Turbulenzen, bodennahe Atmosphäre
Turbulenzen im Tubus
Justierzustand der Optik
Verschmutzte Optik
Reflexion zwischen Linsen
Mangelhafte Verspiegelung reflektierender Oberflächen
Abschattung durch Umlenkspiegel
zu grosse Blenden
zu kleine Blenden
Mechanische Gesamtproduktion
Austrittspupille > Augenpupille
Mangelhafte Fokussierung
Augendefekte

Wirkung:

Verschmieren des Bildes
Verschmieren des Bildes
Verschmieren des Bildes
Bildfehler aller Art
Streulicht, Kontrastverlust
Streulicht, Kontrastverlust
Streulicht, Kontrastverlust
Verschmieren des Bildes
Kontrastverlust
Vignettierung, Lichtverlust
Schwingungen, Bildunschärfen
Vignettierung, Lichtverlust
Bildunschärfe
alle denkbaren Effekte

Die Abbildungsfehler schränken die Bildqualität sowohl für visuelle als auch für fotografische Beobachtungen ein. Für reine CCD-Beobachtungen bei kurzbreitigen Systemen spielen sie kaum eine Rolle (Ausnahme: Der Farblängsfehler), da die CCD-Empfängerfläche klein ist, so dass praktisch immer nur axial - in Bildfeldmitte - beobachtet wird. Bei langbreitigen Systemen kommt man schon in den Subbogensekunden-Bereich, und man muss auch die Optik mitspielen.

Zum Reinigen der Optik

Die wichtigste Regel lautet: das optische System so vor Staub und Umwelteinflüssen schützen, dass eine Reinigung so selten wie möglich durchgeführt werden muss. Zu dieser Regel gehört: Benutzen Sie so oft wie möglich bei der Beobachtung mit einem Refraktor (auch bei Schmidt-Cassegrain-Systemen) eine Taukappe, um zu verhindern, dass sich Luftfeuchtigkeit auf der Optik niederschlagen kann. Haben Sie Feuchtigkeit auf der Optik, lassen Sie das Teleskop an einem warmen Ort abtrocknen. Lagern Sie es nicht in feuchten Räumen. Hohe Luftfeuchtigkeit (und Wärme) beschleunigt die Bildung von Schimmelpilzen. Das gleiche gilt natürlich auch für das Zubehör wie Okulare, Prismen, Filter etc. Benutzen Sie zum Abdecken keine Basteleien aus Pappe, da diese sich mit Feuchtigkeit voll saugen. Geht es nicht anders, lackieren Sie die Pappteile. Als Reinigungsflüssigkeit sollte möglichst reiner Alkohol (unvergällt, 96% oder höher) verwendet werden. Eine gute Mischung besteht aus 30% Alkohol und 70% Äther. Vorsicht, Äther löst Kittschichten an (ver kittete Objektive, Strahlenteiler etc.). Es gibt heute auch im Fotozubehörhandel Reinigungsflüssigkeiten für hochvergütete komplexe Optik. Wischtücher aus fusselfreiem Papier finden Sie ebenfalls im Fotozubehörhandel. Ebenfalls können Tücher aus reinem Leinen benutzt werden. Ein Tipp dazu: Besorgen Sie sich ein grösseres Stück Leinen und waschen Sie es des öfters mit ihrer normalen Kochwäsche in der Waschmaschine. Danach kochen Sie es noch 2 bis 3 mal ohne Waschmittel aus, bis es absolut fettfrei ist. Jetzt haben Sie für die nächsten 10 Jahre optische Putzlappen. Wenn Sie mit Optik hantieren, ziehen Sie sich dünne Stoffhandschuhe an (Fotozubehörhandel). Jeder Mensch hat Schweiß an den Fingern, der bei Berührung der Optik das Glas, die Quarzschicht eines Spiegels oder die Vergütung angreift.

Reinigung gering verschmutzter Flächen

Sorgen Sie dafür, dass jeglicher Staub von den zu reinigenden Flächen entfernt wird. Ein winziges Quarzkörnchen zerkratzt Ihnen sofort die Oberfläche. Beim Wegpusten von Staub achten Sie darauf, keine Speicheltröpfchen auf die Oberfläche zu bringen. Benutzen Sie einen weichen Naturhaarpinsel (fettfrei) oder einen sogenannten Vakuumsauger (Fotozubehör). Haben Sie öfters mit der Reinigung von Optik zu tun, z.B. an

einer Volkssternwarte, können Sie zum Staubblasen auch - mit Gas gefüllte Druckflaschen einsetzen. In diesem Fall wählen Sie Stickstoff (Lieferant z.B. Linde-Gas). Stickstoff ist ungefährlich. Bei Flaschen, die unter hohem Druck normale Luft ausblasen, ist meist ein flüssiges Treibmittel vermischt. Hier ist Vorsicht geboten, da die Treibmittel unter Umständen - fein zerstäubt - mit ausgeblasen werden. Danach befeuchten Sie Ihren „Putzlappen“ mit Reinigungsflüssigkeit und wischen vorsichtig über die zu reinigenden Flächen. Machen Sie keine kreisenden Bewegungen, sondern wischen Sie - möglichst drucklos - immer nur in eine Richtung, bis die letzten Flüssigkeitsreste entfernt sind. Für Spiegel mit Quarzschutzschicht kann auch Fensterputzmittel (z.B. Sidolin) verwendet werden.

Reinigung stark verschmutzter Flächen

Dies wird hauptsächlich in Frage kommen für ältere Objektive oder Spiegel, die lange ein kümmerliches Dasein auf einem Dachboden gefristet haben. Hier wird man eine Demontage der Optik in Kauf nehmen müssen, da auch die inneren Flächen gereinigt werden müssen. Wenn Sie einen Spiegel aus seiner Fassung ausbauen, so markieren Sie vorher seine Lage in der Fassung und bauen ihn anschliessend wieder so ein. Nehmen Sie ein unverkittetes zweilinsiges Objektiv (Fraunhofer) auseinander, so sollten Sie folgende Markierungen machen (Verwenden Sie dazu einen wasserfesten Filzstift für Overheadfolien).

- Markieren Sie die Gesamtlage der Optik zur Fassung.
- Markieren Sie die Lage beider Linsen zueinander; sie dürfen beim Wiedereinbau in die Fassung nicht gegeneinander verdreht werden.
- Markieren Sie die Einbaurichtung der Oberflächen, entweder in Richtung zum Objekt (oder Okular) hin.
- Bei Objektiven mit Zwischenlagen aus Stanniol oder dünnen Stahlplättchen nummerieren Sie Zwischenlagen und markieren Sie die Lage derselben auf einer der Glasflächen. Die Lagen könnten verschiedene Dicken haben, um einen eventuellen Keilfehler einer der Glaslinsen auszugleichen. Benutzen Sie beim Zusammenbau der Optik die originalen Zwischenlagen und bauen Sie diese nach ihren Markierungen ein.

Werden die Punkte 2 und 4 nicht beachtet, ist starker Astigmatismus nach dem Zusammenbau zu erwarten. Bei Nichtbeachtung von Punkt 3 wird das Objektiv völlig unbrauchbar. Zu beachten ist weiterhin, dass Klemmschrauben oder Klemmringe in der Fassung nicht „angeknallt“, sondern mit Gefühl angezogen werden. Das Objektiv muss zum Temperatenausgleich Spiel in der Fassung haben. Auf das Demontieren älterer dreilinsiger Objektive sollte man verzichten! Schicken Sie ein solches Objektiv zum Hersteller bzw. dessen Vertreter (bei Zeiss und Astro Physics die Firma Baader). Moderne Zweilinsler und auch Dreilinsler sind zum Teil mit einem Spezialöl gefüllt (z.B. Astro Physics, Zeiss); versuchen Sie niemals, solche Objektive zu demontieren. Solche Objektive müssen von Spezialisten behandelt werden. Die Firma Baader ist zuständig für die weltweite Reparatur von Carl Zeiss Amateuroptik. Dort kann man auch komplizierte Optik zerlegen, reinigen, neu fügen und unter kontrollierten Laborbedingungen auf der optischen Bank justieren. Es ist klar, dass dies mit Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden ist. Dennoch sollte man gerade bei wertvollen alten Objektiven erwägen, eine solche Arbeit von Fachleuten ausführen zu lassen. Besondere Vorsicht ist auch bei der Demontage von Schmidt-Cassegrain-Teleskopen geboten. Bei fast allen Fabrikaten müssen Schmidt-Platte, Fangspiegel und Hauptspiegel in einer bestimmten Stellung zueinander zusammengebaut werden. Markieren Sie deshalb sorgfältig deren Einbaulagen zueinander; dies gilt im Prinzip für alle Spiegelteleskope mit Ausnahme des Newtons.

Haben Sie einen Spiegel oder ein Objektiv aus seiner Fassung ausgebaut, so legen Sie die Einzelteile in eine grosse Kunststoffschale mit handwarmer Seifenlösung (oder auch Haushaltspülmittel) und lassen Sie die Optik längere Zeit einweichen. Danach wischen Sie (unter der Wasseroberfläche vorsichtig und ohne Druck) die Oberfläche sauber. Drehen Sie die Optik um, und verfahren Sie mit der zweiten Seite genauso. Anschliessend spülen Sie die Optik unter fliessendem Wasser ab, um die Seifenreste zu entfernen. Nun können Sie noch ein Bad in destilliertem Wasser folgen lassen. Verfahren Sie weiter, wie unter „gering verschmutzt“ beschrieben. Ist die Optik total verschmutzt, können Sie als letzten Versuch auf Azeton als Flüssigkeit zum Säubern zurückgreifen (nur in gut belüfteten Räumen). Dieser Hinweis sollte wirklich nur als allerletzter Reinigungsversuch verstanden werden! Danach ist das Objektiv fertig für den Wiedereinbau in die Fassung. Bekommen Sie mit dieser Methode die Optik nicht sauber, so ziehen Sie einen Fachoptiker zu Rate. Bekommt auch er die Oberfläche nicht sauber, so bedeutet dies in den meisten Fällen, dass die Oberfläche der Optik angeätzt oder das Glas durch Bakterien beschädigt ist. In den meisten Fällen ist die Optik dann verloren und nicht mehr brauchbar.

Haben Sie einen kleinen matten Fleck oder einen Kratzer auf der Optik, verzweifeln Sie nicht. Die Leistung

der Optik wird zwar gemindert, bei kleinen Fehlern aber nur unwesentlich. Muschelbrüche auf Teleskopspiegeln sollten mit mattschwarzem Fotolack abgedeckt werden, ebenso grössere auf Glaslinsen, da sie Streulicht erzeugen. Matte kleine Flecken erzeugen einen geringfügigen Kontrastverlust. Diese kleinen Fehler machen im Vergleich zur gesamten Oberfläche der Optik nur wenige Promille aus. Ein letzter Tipp: Wenn Sie mit Optik hantieren, so tun Sie es, wenn Sie gut ausgeschlafen sind, und lassen Sie sich nicht hetzen. Arbeiten Sie in Ruhe und tun Sie zwischendurch nichts anderes. Lassen Sie das Telefon ruhig mal klingeln. Nach dem Wiederzusammen- und Einbau der Optik muss diese im Normalfall neu justiert werden.

Nach der Beobachtung - Fernrohrpflege

Ein Fernrohr, das vor Beginn der Beobachtung erst ins Freie transportiert werden muss, braucht zunächst eine knappe halbe Stunde zur Anpassung an die Umgebungstemperatur, ehe es gute Bilder liefern kann. Bei Reflektoren dauert es sogar noch länger, ehe der Spiegel abgekühlt ist, doch erfordert dies später nur noch ein gelegentliches Nachfokussieren; visuelle Beobachtungen werden dadurch weniger gestört, während man mit der Astrofotografie bis zum völligen Temperatúrausgleich warten sollte. In der Regel wird nach der Beobachtung das Instrument wieder in das Zimmer zurückgebracht. Dabei ist es leicht möglich, dass - ähnlich wie bei Brillengläsern - die Optik wegen des Temperaturunterschiedes beschlägt. Dieses Kondenswasser sollte man nicht abwischen (Verschmutzung und Beschädigung der Linsen bzw. Spiegel könnten sonst der Fall sein), sondern an der Luft trocknen lassen. Ist dies geschehen, ist das Instrument wieder bereit für eine erneute Beobachtung. Auf die Pflege eines mechanisch-optischen Präzisionsinstrumentes, wie es ein Fernrohr darstellt, ist besondere Sorgfalt zu legen. Insbesondere die empfindlichen optischen Flächen erfordern behutsame Behandlung. Eine gut sitzende Staubkappe ist hierfür bei Refraktoren und katadioptrischen Systemen eine wesentliche Voraussetzung - Reflektoren benötigen meist zusätzliche Abdeckungen für die beiden Spiegel. Alle Kappen dürfen jedoch erst aufgelegt werden, wenn jegliche Feuchtigkeit verfliegen ist. Am besten lagert man ein Teleskop in einer fest verschliessbaren Kiste. Okulare bewahrt man zusammen mit anderem Zubehör in einem staubdichten Behälter auf, das offene Ende des Fokussiertriebess sollte dann ebenfalls mit einer Kappe abgedeckt werden, um vor Staub und Spinnen zu schützen. Auf keinen Fall darf man die optischen Flächen mit blanken Fingern berühren. Wer diese Vorsichtsmassnahmen befolgt, braucht die optischen Flächen nur selten zu reinigen, vielleicht nur einmal im Jahr. Vergessen sollte man hierbei aber nicht, dass selbst sichtbarer Staubbelag die Abbildungsqualität weit weniger beeinträchtigt, als ein Kratzer, der beim Säubern aufgebracht wird; zuviel Putzen kann mehr Schaden als Nutzen anrichten.