

Tipps und Tricks bei der Wahl von Teleskop und Zubehör

1. Allgemeines

Das perfekte Teleskop, das für jede Situation und jedes Objekt gleich gut geeignet ist, gibt es nicht! Je nach Anwendung und persönlichen Ansprüchen haben die verschiedenen optischen Systeme ihre Vor- und Nachteile. Selbst ein einfacher lichtstarker Feldstecher (z.B. 7x50) kann bei bestimmten Objekten besser geeignet sein als ein stark vergrößerndes Teleskop. Dieser Beitrag soll dem Anwender helfen, das für ihn richtige Teleskop und Zubehör zu finden.

Prinzipiell unterscheidet man zwei Grundsysteme des optischen Teleskops:

1. Der Refraktor: Die Optik besteht aus einem Linsensystem.
2. Der Reflektor: Die Optik besteht aus einem Spiegelsystem.

Bei der Beobachtung von astronomischen Objekten bewegt man sich mit Ausnahme von Sonne, Mond und Planeten an der Grenze des visuell Wahrnehmbaren. Aus diesem Grund hat ein optisches Teleskop grundsätzlich zwei wichtige Funktionen: das Sammeln von Licht und das Vergrößern von Objekten. Beides ist von der Öffnung (Durchmesser des Objektivs oder des Hauptspiegels) und der Brennweite der Optik abhängig. Bei der Teleskopoptik wird Licht durch das Objektiv bzw. vom Spiegel zu dem optischen Brennpunkt gebrochen bzw. reflektiert. Es entsteht ein kleines Bild, das mit einem Okular wie mit einer Lupe vergrößert und sichtbar gemacht werden kann. Bei astronomischen Teleskopen steht das visuelle Bild auf dem Kopf und ist seitenverkehrt. Da es im Weltraum aber ohnehin kein "oben" und "unten" gibt, kann man das verdrehte Bild leicht akzeptieren. Eine Bildaufrichtung durch Linsen oder Prismen könnte das Bild verschlechtern, vermindert aber auf jeden Fall die Bildhelligkeit.

Nachfolgend die wichtigsten physikalischen Zusammenhänge für optische Systeme:

Öffnungsverhältnis: f / D
Vergrößerung: $V = f / f_o$
Theoretische Auflösung: $TA = 125'' : D$
Austrittspupille: $AP = D : V = f_o : f$

wobei:

D = Objektiv- oder Hauptspiegel-Durchmesser [mm]
f = Objektiv- oder Hauptspiegel-Brennweite [mm]
f_o = Okular-Brennweite [mm]

Je größer die Öffnung, desto mehr Licht kann die Optik sammeln. Verdoppelt man die Öffnung, erhält man die 4-fache Lichtsammelfläche und ein theoretisch doppeltes Auflösungsvermögen. Das theoretische Auflösungsvermögen nach dem Rayleigh-Kriterium liegt im visuellen Bereich bei 125 Bogensekunden geteilt durch die Öffnung in mm. Mit einer Öffnung von 100 mm könnten z.B. zwei ausreichend helle Doppelsterne mit einem Abstand von 1,25 Bogensekunden theoretisch gerade noch visuell getrennt werden. Das theoretische Auflösungsvermögen wird aber in der Praxis durch mangelnde Qualität der Optik, Luftunruhen und andere äußere Einflüsse nicht erreicht. Je größer die Brennweite des Objektivs, desto mehr kann man mit dem gleichen Okular vergrößern. Man sollte sich bei

Angeboten von Billig-Teleskopen mit der Angabe "bis 400fache Vergrößerung" nicht für dumm verkaufen lassen. Es ist ein Marketing-Gag mehr nicht. Rein rechnerisch sind fast beliebige Vergrößerungen möglich. Eine sinnvolle Vergrößerung liegt je nach Anwendung jedoch nur bei einem Wert, der ca. der Öffnung in mm entspricht. Die sinnvolle Maximal-Vergrößerung wird unabhängig von der Brennweite des Objektivs, durch die sogenannte Austrittspupille definiert. Eine optimale Vergrößerung liegt bei einer Austrittspupille von ca. 1,0 mm. Bei einer Öffnung von 100 mm ergeben sich demnach eine 100-fache Vergrößerung. Eine Vergrößerung über diesen Wert hinaus verdunkelt das Bild nur, bringt aber keine weiteren Details!

Wichtig! Bei der Wahl des Teleskops sollte man auch den Anschluss des Okularauszuges beachten. Für den Anschluss mit dem Durchmesser 1,25 Zoll = 31,75 mm gibt es das meiste Zubehör. Das sichert somit die Ausbaufähigkeit des Teleskops.

2. Die optischen Systeme

Nachfolgend werden die wichtigsten optischen Systeme mit ihren Vor- und Nachteilen angerissen. Neben diesen genannten Systemen gibt es vor allem bei den Spiegelteleskopen noch weitere Spezialsysteme, bei denen auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen sei.

2.1 Der Refraktor

Das klassische "Linsenfernrohr". Es beginnt bei kleinen Feldstechern bis hin zu aufwendigen Teleskopen. Die Optik bietet einen sehr geringen Lichtverlust im optischen System und eine sehr hohe Bild- und Kontrastschärfe. Vorausgesetzt, die Qualität der Optik stimmt, ist es das Teleskop mit den besten optischen Eigenschaften. Der Nachteil dieser Systeme ist, dass bei einfachen bezahlbaren 2-linsigen Systemen bei abnehmenden Öffnungsverhältnis die durch die Lichtbrechung hervorgerufenen Farbfehler steigen. Diese Farbfehler können mit teuren achromatischen Linsen korrigiert werden. Die Öffnungsverhältnisse bei Refraktoren liegen deshalb in der Regel bei $f/10$ bis $f/20$. Ein weiteres Minus des Refraktors sind die hohen Fertigungskosten der Linsen. Die Preise von Refraktoren steigen dabei im Verhältnis zur Öffnung nicht proportional, sondern exponentiell!

Gesamtbewertung:

Wenn der Preis keine Rolle spielt, ist der Refraktor auch bei großen Öffnungen das überlegene optische System. Ab 120 mm Öffnung stimmt im Vergleich zu anderen Systemen das Preis/Leistungs-Verhältnis aber kaum noch. Er ist daher für helle Objekte wie Sonne, Mond und Planeten vorzüglich geeignet. Bei engen Doppelsternen und lichtschwachen Deep-Sky-Objekten (Nebel, Galaxien usw.) kommen Refraktoren mit kleiner Öffnung dagegen schnell an ihre Grenzen.

2.2 Der Reflektor

Bei den Reflektoren - Spiegelteleskopen - sind im Laufe der Zeit verschiedene optische Systeme entwickelt worden, von denen die wichtigsten nachfolgend beschrieben werden:

Das Newton-Spiegelteleskop:

Das einfachste aller optischen Spiegelsysteme geht auf das Prinzip des Physikers Isaac Newton zurück. Der Vorteil des "Newton-Spiegels" besteht in seinem genial einfachen Aufbau. Er hat nur zwei optisch relevante Komponenten: den parabolischen Hauptspiegel und den planen Fangspiegel. Da das Licht im optischen System nur reflektiert, aber nicht gebrochen wird, weist der Newton-Spiegel keinerlei Farbfehler, jedoch akzeptabel geringe Komafehler auf (Sterne werden am Bildfeldrand nicht exakt punktförmig abgebildet). Ein optisches Hindernis stellt der im Strahlengang sitzende Fangspiegel dar. Er erzeugt eine Obstruktion (Abschattung), die Kontrastleistung wird dadurch negativ beeinflusst. Diese ist allerdings vertretbar, da die Kontrastübertragung eines Teleskops mit zentraler Obstruktion die gleiche ist wie bei einem Teleskop ohne Obstruktion mit kleinerem Durchmesser. Durch die preiswerte Herstellung von Spiegeln sind auch Optiken mit großer Öffnung bezahlbar. Wie bei allen optischen Systemen ist auch bei einem einfachen Newton-Spiegel eine

hohe Qualität der Spiegel die Voraussetzung für eine entsprechende Abbildungsleistung. Praktische Öffnungsverhältnisse für Newton-Spiegel liegen zwischen $f/5$ und $f/8$. Das Spiegelsystem ist bei Bedarf leicht nachjustierbar.

Gesamtbewertung:

Das Allround-Instrument für Sternfreunde, die Deep-Sky als auch Sonne, Mond und Planeten beobachten wollen. Newton-Spiegel werden ab einer Öffnung von 150 mm richtig interessant und können mit einer hochwertigen Optik mit langer Brennweite, an der Abbildungsleistung mit Refraktoren gleicher Öffnung mithalten.

Das Dobson-Teleskop

Der Name stammt von dem amerikanischen Sternfreund John Dobson, dessen Idee es war, ein Teleskop aus einfachsten Mitteln für rein visuelle Beobachtungen zu bauen. Das Dobson-Teleskop ist nichts anderes als ein Newton-Spiegelteleskop, das auf sehr einfache Weise mit einer Gabelkonstruktion azimuthal montiert ist. Der Teleskoptubus liegt so auf seitlich angebrachten Sattelgleitlagern einer auf dem Boden drehbaren Unterkonstruktion (z.B. Holzkiste) auf, dass er sich in einer Achse kippen lässt und durch seinen konstruktionsbedingt niedrigen Schwerpunkt in jeder Lage stehen bleibt. Da man immer in zwei Achsen (in der Regel manuell) nachführen muss, ist diese Bauart nicht für die Fotografie geeignet. Das "Dobson-Teleskop" ist durch seine einfache Konstruktion auch mit größeren Öffnungen bezahlbar.

Gesamtbewertung:

Das "Dobson" ist ein sehr mobiler Newton-Spiegel mit dessen guten optischen Eigenschaften. Ein gut konstruiertes 300 mm-Teleskop ist in wenigen Minuten betriebsbereit aufgebaut und der Beobachtungsspaß damit vorprogrammiert.

Das Cassegrain-Spiegelteleskop

Das Cassegrain-Spiegelteleskop besitzt nur zwei optisch relevante Spiegelflächen: einen parabolischen Hauptspiegel und einen hyperbolischen Fangspiegel. Der Hauptvorteil im Vergleich zum Newton-Spiegel liegt in der deutlich verkürzten Baulänge gegenüber der Brennweite. Dieser Vorteil muss allerdings mit einem erhöhten Bauaufwand und damit verbundenen höheren Kosten erkaufte werden. Die Justierung der Spiegel ist ebenfalls etwas aufwendiger. Das Öffnungsverhältnis liegt in der Regel um $f/16$. Die visuellen Eigenschaften sind mit leichten konstruktionsbedingten Abstrichen, inklusive eines leichten Comafehlers, Obstruktion und einer größeren Bildfeldkrümmung, mit einem Newton-Spiegel vergleichbar.

Gesamtbewertung:

Das Cassegrain-System bietet eine kompakte Baulänge mit akzeptablen optischen Eigenschaften. Es ist für die Beobachtung von Sonne, Mond und Planeten, aber auch für Deep-Sky geeignet.

Das Ritchey-Chretien-Spiegelteleskop

Das Ritchey-Chretien-Spiegelteleskop ist eine direkte Weiterentwicklung des Cassegrain-Systems. Es besitzt ebenfalls nur zwei optisch relevante Spiegelflächen: einen hyperbolischen Hauptspiegel und einen hyperbolischen Fangspiegel. Durch diese Spiegelformen ist das Instrument frei von Koma- und Öffnungsfehlern. Diese Faktoren und die kompakte Bauweise führten dazu, dass das Ritchey-Chretien-System in vielen Großteleskopen verwirklicht wurde. Das Öffnungsverhältnis liegt in der Regel um $f/16$.

Gesamtbewertung:

Das Ritchey-Chretien-System bietet eine kompakte Baulänge mit guten optischen Eigenschaften. Es ist für die Beobachtung von Sonne, Mond, Planeten und Deep-Sky geeignet.

Das Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop

Das Schmidt-Cassegrain-Spiegelteleskop ist ein sehr kompaktes Instrument. Das Öffnungsverhältnis liegt in der Regel bei $f/10$. Ein Instrument mit z.B. 200 mm

Öffnung bietet 2000 mm Brennweite bei einer Baulänge von nur ca. 400 mm. Kaum ein anderes optisches System bietet eine derart kurze Baulänge im Verhältnis zur Brennweite und ist dadurch in der Praxis sehr transportabel und einfach zu bedienen. Die Vorteile der kompakten Bauweise gehen hier allerdings zu Lasten der optischen Eigenschaften. Das Licht muss über insgesamt vier optische Flächen, (zwei Flächen der Schmidtplatte, Hauptspiegel, Fangspiegel) bevor es das Okular erreicht. Dadurch verliert das System (z.B. im Vergleich zu einem Newton-Spiegel) Licht und zeigt ausgeprägte Schwächen in der Bildschärfe und im Kontrast (Obstruktion). Ein weiterer Nachteil dieser Systeme ist, dass die Spiegel meistens schwer nachjustierbar sind.

Gesamtbewertung:

Das Schmidt-Cassegrain-Teleskop kann durch seine sehr kompakte Bauweise, auch mit großen Öffnungen und Brennweiten leicht transportiert und schnell aufgebaut werden. Es ist für die gebotene Optik durch Massenproduktion relativ preiswert. Der Anwender muss für diese Vorteile aber die Nachteile der optischen Mängel in Kauf nehmen. Das System ist kaum etwas für Puristen. Es ist für die Beobachtung von Deep-Sky-Objekten, als auch für Sonne, Mond und Planeten geeignet.

Das Maksutov-Spiegelteleskop

Das ebenfalls sehr kompakte Maksutov-Spiegelteleskop beruht auf einem ähnlichen optischen Prinzip wie das Schmidt-Cassegrain-System. Es hat somit auch vergleichbare praktische und optische Eigenschaften. Die Öffnungsverhältnisse liegen in der Regel bei $f/10$ bis $f/16$. Das auf dem Markt relativ preiswert angebotene und in Fachkreisen leger als "Russentonne" bezeichnete Foto-Objektiv ($f/D=1000/100$ mm), ist ein sehr beliebtes Reisetoteleskop.

Das Kutter-Spiegelteleskop

Der Kutter-Schiefspiegler ist ein wenig verbreitetes, aber dennoch sehr interessantes Instrument. Es besteht aus einem sphärischen Hauptspiegel und einen sphärischen Fangspiegel, welche diagonal gegeneinander versetzt angeordnet sind. Durch diese "Schiefspiegler-" Anordnung befindet sich der Fangspiegel außerhalb des Strahlenganges und produziert dadurch keine Obstruktion. Dieser Vorteil beschert dem Teleskop ausgezeichnete optische Eigenschaften mit hoher Bildschärfe und gutem Kontrast. Das Öffnungsverhältnis liegt in der Regel bei $f/16$ bis $f/25$. Seine geringe Verbreitung ist allein darauf zurückzuführen, dass die Einblickrichtung in das Okular nicht parallel zum Strahlengang des Hauptspiegels verläuft. Es kommt der Eindruck auf, man beobachte ein ganz anderes Objekt am Himmel, als man durch das Okular tatsächlich sieht. Dieser Umstand macht die Handhabung des Instrumentes etwas gewöhnungsbedürftig. Für die Justierung der Optik ist überdies eine gute Portion Sorgfalt notwendig.

Gesamtbewertung:

Wer die unkonventionelle Bauart des Kutter-Teleskops akzeptiert und mit der Schiefelage der optischen Achse zurechtkommt, erhält ein optisch vorzügliches Instrument, das alle anderen Teleskopbauarten in der optischen Leistung übertrifft. Es ist vor allem für die Beobachtung von Sonne, Mond und Planeten geeignet, aber auch für Deep-Sky einsetzbar.

3. Welche Rolle spielen die Okulare

Okulare sind für die visuelle Beobachtung genauso wichtig wie das Teleskop selbst. Da das vom Teleskop-Objektiv produzierte Bild mit dem Okular vergrößert und betrachtet wird, ist die visuelle Beobachtung ohne ein solches gar nicht möglich. Die Qualität des Bildes ist somit auch direkt von der Qualität des verwendeten Okulars abhängig. Das erklärt auch, warum ein einziges hochwertiges Okular einen höheren Preis haben kann, als komplette Billig-Teleskope, wie sie bisweilen im Sortiment einiger Kaffeeröster angeboten werden. Um verschiedene Vergrößerungen mit gleicher Objektivbrennweite zu erhalten, benötigt man verschiedene Okulare mit unterschiedlichen Brennweiten. Aus dem Quotienten der

Brennweiten von Objektiv und Okular erhält man die Vergrößerung des beobachteten Objektes. Bei einer Objektivbrennweite von 1000 mm und einer Okularbrennweite von 20 mm erhält man demnach eine 50-fache Vergrößerung. Mit 10 mm Okularbrennweite erhält man eine 100-fache Vergrößerung. Diese Werte erscheinen auf den ersten Blick für ein Teleskop nicht besonders hoch. Bedenkt man jedoch, dass z.B. ein normaler 7x50 Feldstecher gerade einmal 7-fache Vergrößerung bringt, ist 50- oder sogar 100-fach schon sehr viel! Der Markt bietet eine Vielzahl von unterschiedlichen Okulartypen. Die Wahl des Okulartyps und der Okularbrennweite bestimmt die gewünschten Vergrößerungen, das Einblickverhalten und das sichtbare Bildfeld. Für großflächige Deep-Sky-Objekte sind Weitwinkelokulare mit einem scheinbaren Gesichtsfeld von rund 70° gut geeignet. Hier findet man z. B. Okulartypen nach Erfle oder Nagler. Vollkorrigierte orthoskopische Okulare können mit einem scheinbaren Gesichtsfeld zwischen 40° und 50°, als Universalokulare sowohl für Planeten als auch für Deep-Sky-Objekte eingesetzt werden. Zu diesen Okularen gehören z. B. Typen nach Abbe, Plössel oder Kellner. Wichtig! Wenige hochwertige Okulare bringen mehr als eine ganze Sammlung von schlechten Billig-Okularen!

4. Was muss man bei einer Teleskop-Montierung beachten?

Voraussetzung für eine optimale Beobachtung ist neben dem Teleskop - der eigentlichen Optik - auch eine gute und stabile Montierung. Bei den starken Vergrößerungen, die bei astronomischen Beobachtungen üblicherweise verwendet werden, wirken sich die kleinsten Schwingungen schon als sehr störend aus. Ein Teleskop mit einer wackeligen Montierung ist in der Praxis kaum zu gebrauchen. Besonders, wenn man das Teleskop auch zu fotografischen Zwecken verwenden möchte, ist eine stabile Montierung die Voraussetzung für gute Fotos. Dies gilt für alle optischen Systeme, unabhängig davon, ob es sich um einen Refraktor oder einen Reflektor handelt. Für astronomische Beobachtungen wurde die "parallaktische" Montierung entwickelt. Es gibt sie in verschiedenen Bauformen, die aber alle eine Gemeinsamkeit aufweisen: Die zwei Bewegungsachsen sind nicht azimutal, also waagrecht und senkrecht montiert, sondern die Polachse (Rektaszension) ist so geneigt, dass sie parallel zur Erdachse ausgerichtet werden kann. Die Montierung kann so "eingenordet" werden. Dadurch ist es möglich, die bei der Beobachtung störende Erdrotation durch Nachführung in nur dieser einen Achse auszugleichen. Optimal ist ein elektrischer Antrieb, der die Nachführung automatisch vornimmt. Dies macht die Beobachtung sehr komfortabel und ist für fotografische Zwecke wichtig. Bei transportablen Montierungen sollte der Antrieb netzunabhängig sein. Besonders im Billig-Segment werden häufig Teleskope mit sehr primitiven azimutalen Montierungen angeboten. Hier muss man die Erdrotation somit immer in zwei Achsen ausgleichen, was nicht nur sehr umständlich, sondern auch eine sehr wacklige Angelegenheit ist. Montierungen dieser Art bringen auf Dauer nur Frust statt Lust. Teleskope mit einfachen azimutalen Montierungen sind, mit Ausnahme der schon beschriebenen "Dobson"- Konstruktion, für astronomische Beobachtungen wenig geeignet! Bei den Kosten für eine gute, stabile Montierung muss man je nach verwendeter Optik mindestens 1/2 bis 1/1 des Preises der Optik einkalkulieren.

5. Welches Zubehör ist für mein Teleskop sinnvoll?

Das richtige Zubehör kann den Spaß am Beobachten steigern. Nachfolgend die wichtigste Grundausstattung für das Teleskop:

Zenitprisma:

Mit einem Zenitprisma wird der Strahlengang des Teleskops vor dem Okular um 90 Grad umgelenkt. Dies erspart bei Beobachtungen von Himmelsregionen um den Zenit anstrengende Turnübungen hinter dem Teleskop und erleichtert somit den Einblick in das Okular. Dies betrifft mit Ausnahme des Newton-Spiegels, weitgehend alle genannten Teleskopbauarten.

Mondfilter:

Der Mondfilter bietet ein blendfreies, angenehmes Beobachten der hellen Mondoberfläche. Schon einfache und preiswerte neutralgraue Okularfilter sind hier brauchbar. Elegant, aber erheblich teurer, sind verstellbare Polarisationsfilter, mit denen man die Helligkeit nach Bedarf stufenlos einstellen kann.

Sonnenfilter:

Für die Beobachtung der Sonnenoberfläche sind spezielle Filter notwendig, um die Augen von den starken Sonnenstrahlen zu schützen. Objektiv-Sonnenfilter werden vor dem Objektiv befestigt und lassen den größten Teil der Sonnenenergie erst gar nicht in die Optik einfallen. Sie können aus verspiegelten Spezialgläsern oder Spezialfolie bestehen. Achtung! Okular-Sonnenfilter sind im Gegensatz zu Objektiv-Sonnenfiltern gefährlich, werden aber immer noch verantwortungslos bei Billig-Teleskopen mitgeliefert. Sie können durch das heiße Sonnenlicht platzen und dürfen somit zur Sicherheit für die Augen nicht verwendet werden. Okular-Sonnenfilter sollten sofort nach dem Erwerb des Teleskops entsorgt werden! Mit teuren Spezialfiltern wie z.B. H-Alpha-Filtern kann man die Sonne auch in anderen Lichtwellenlängen beobachten.

Sonnenprojektionsschirm:

Alternativ zu Sonnenfiltern kann man das Sonnenbild auch gefahrlos auf einen hinter dem Okular befestigten, planen, weißen Schirm projizieren.

Deep-Sky-Filter:

Für die Kontraststeigerung von schwachen Deep-Sky-Objekten und zur Reduzierung des hellen Himmelshintergrundes sind im visuellen Bereich die OIII- oder UHC-Filter gut geeignet. Es sind Okularfilter, die zuweilen kleine Wunder vollbringen können, da sie einige Objekte sichtbar machen, die ohne Filter visuell unsichtbar bleiben. Ein solcher Filter hat allerdings auch den Preis eines guten Okulars.

Farbfilter:

Filtersätze aus verschiedenfarbigen Okular-Glasfiltern können bei der Planetenbeobachtung nützlich sein. Bei Jupiter, Saturn und Mars bringen besonders Gelb- und Rotfilter Kontrastverbesserungen.

Kameraadapter:

Will man durch das Teleskop fokal fotografieren, benötigt man einen Adapter am Okularauszug, um eine SLR-Kamera entsprechend zu befestigen. Dies ist aber nur bei stabilen Montierungen sinnvoll. Durch einer Kamerabefestigung auf dem Teleskoptubus oder an der Montierung kann eine Kamera leicht mit dem Teleskop nachgeführt werden.

Auf welches Zubehör kann man verzichten?

Barlowlinsen:

Eine Barlowlinse verlängert durch ihr zerstreutes Linsensystem die Brennweite des Teleskops und ist grundsätzlich eine gute Sache. Im Zubehör von Billigteleskopen findet man jedoch oft die einfachsten ihrer Gattung, die meist nur eine übertriebene Vergrößerung mit einem schlechten, dunklen Bild erzeugen.