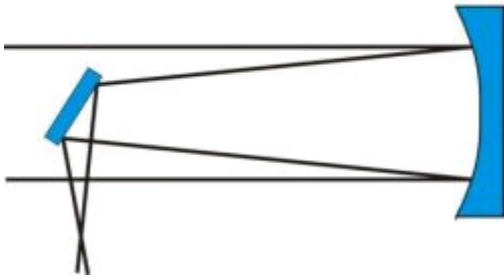


Das Newton Teleskop

Newton Teleskop



Der Newtonreflektor ist das klassische Spiegelteleskop schlechthin. Das Prinzip ist einfach und dennoch genial. Isaac Newton entwickelte dieses Teleskop im Jahre 1668. Eigentlich war es von Newton nur eine Weiterentwicklung, denn bereits der Physiker Zucchi hatte 1616 ein Fernrohr gebaut, welches mit Spiegeln funktionierte. Newtons Idee war die, einen Planablenkspiegel in das Rohr einzubauen.

Noch heute gehört das Newtonteleskop zu den beliebtesten Amateurfernrohren.

Der Aufbau ist folgendermassen: Licht von aussen tritt in einen Tubus ein. Am unteren Ende befindet sich ein Hauptspiegel, der entweder sphärisch oder parabolisch geformt ist. Der Spiegel wirft das Licht zurück. Damit der Brennpunkt des Spiegels nicht vor der Tubusöffnung entsteht (und man dann durch die Beobachtung die Öffnung verdeckt), sitzt im vorderen Bereich ein sog. Fangspiegel. Dies ist ein Planspiegel, der den Strahlengang um 90° ablenkt und seitlich herausspiegelt. Dort sitzt dann der Okularauszug, in den man ein Okular zur Beobachtung einsetzen kann. Um in den Fokus zu kommen, kann man die Fokuslage durch verschieben des Okulars suchen.

Vorteile

Der Vorteil von solchen Spiegeloptiken ist, dass kein brechendes Element eingebaut ist. Daher kann es bei Newtonteleskopen zu keinen Farbfehlern kommen. Auch wenn keine Farbfehler vorhanden sind, können die Qualität und der Reflektionsgrad der Oberfläche ganz entscheidend für die Güte der Beobachtung sein.

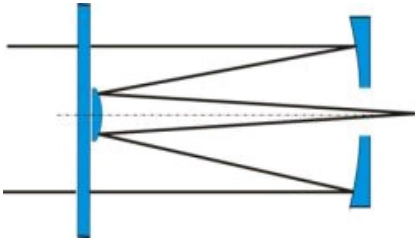
Bei den Newtonreflektoren ist man beim Öffnungsverhältnis relativ variabel. Während man bei Refraktoren eher ein kleineres Öffnungsverhältnis (Farbfehler bei Ref.) wählt, kann man bei Newtonoptiken getrost grosse Öffnungsverhältnisse von bis zu 1:4 herstellen. Natürlich werden bei solchen Öffnungsverhältnissen andere Bildfehler nicht ausbleiben. Denn ein Newtonteleskop bildet vor allem auf der optischen Achse fehlerfrei ab. Abseits der Achse treten mit grösserem Öffnungsverhältnis auch grössere Bildfehler auf. Der grösste Fehler ist sicherlich die Koma. Abseits der Achse am Rand macht sie sich durch Sterne bemerkbar, die eine kleine diffuse Ausbuchtung haben. Das Koma kann durch einen zusätzlich erhältlichen Komakorrekter beseitigt werden. Des Weiteren sind Bildfeldwölbung und manchmal Astigmatismus ein Thema. Die sphärische Abberation, die unscharfe Bilder am Rand oder in der Mitte hervorrufen kann, wird durch einen parabolischen Hauptspiegel korrigiert.

Nachteile

Ein Nachteil eines Newtonteleskops gegenüber eines Refraktors ist die Abschattung des eintreffenden Lichtes am Rohr. Je nach der Grösse des Fangspiegels kommt weniger Licht am Auge an, als in den Tubus eingetreten ist. Dies nennt man auch Obstruktion. Ein Refraktor dagegen hat keine Bauteile im Strahlengang und dadurch auch keine Obstruktion. Somit würde ein Refraktor gleicher Öffnung mehr Licht und mehr Kontrast bieten, als ein Reflektor. Da die meisten Sternfreunde sich aber einen grösseren Reflektor als einen Refraktor zulegen können, gleicht der Reflektor diesen Nachteil durch grössere Öffnung wieder aus.

Ein 200mm Newtonteleskop hat meist einen Fangspiegel mit 50mm und würde dadurch eine Obstruktion von 25% bieten. Ein 200mm Newtonreflektor mit einem 50mm Fangspiegel würde eine effektive Öffnung von 193mm haben. Allerdings würde er von der Kontrastleistung eher einem unobstruierten Teleskop mit 150mm Öffnung entsprechen.

Das Schmidt-Cassegrain Teleskop



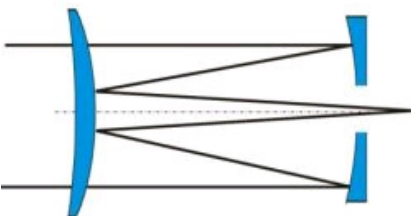
Ein sehr beliebtes Teleskopsystem sind die Schmid-Cassegrain-Optiken. Viele Amateure schwören auf diese Fernrohre, weil sie sehr kompakt und leicht zu transportieren sind. Sie bieten eine sehr kurze Baulänge und eine lange Brennweite. Ein Hauptsiegel mit einem zentralen Loch wirft das ankommende Licht zurück und bündelt es. Das Licht trifft auf einen Sekundärspiegel, der wiederum das Licht zurückspiegelt und schliesslich durch das zentrale Loch in den Okularauszug gelangt. Vor der Öffnung ist eine Schmidplatte zur Korrektur angebracht. Das Schmid-Cassegrain Teleskop kann als Allroundfernrohr bezeichnet werden, denn eigentlich kann man mit ihm alles machen. Dennoch hat dieses Fernrohr auch Nachteile. Durch das kleine Öffnungsverhältnis von 1:10 oder kleiner kann man das Teleskop gut zur visuellen Beobachtung benutzen, wenn man allerdings damit fotografieren möchte, trifft man aufgrund des Verhältnisses von Öffnung zu Brennweite auf Probleme, denn man muss lange Belichtungszeiten in Kauf nehmen.

Durch die Schmidplatte hat man einen optimalen Schutz vor Staub und anderen Verschmutzungen, allerdings sind bei solchen geschlossenen Systemen auch die Auskühlzeiten, bis sich das Teleskop an die Aussentemperatur angepasst hat, relativ lang.

Die lange Brennweite erzeugt relativ kleine Gesichtsfelder. Ein Schmid-Cassegrain Teleskop hat den Nachteil, dass es Bildfelwölbung zeigt. Es können gewisse Randunschärfen bei der Fotografie auftreten. Andere Abbildungsfehler fallen so gering aus, dass sie innerhalb des Beugungsscheibchen bleiben und nicht auffallen.

Das Maksutov Teleskop

Maksutov Cassegrain Teleskop



Maksutov Teleskope sind eine weitere Variante der Cassegrain-Optiken. Im Prinzip funktioniert es genauso wie ein Schmid-Cassegrain Teleskop, d.h. es verfügt über einen sphärischen Hauptspiegel, einen Sekundärspiegel und die Bauform ist auch die Gleiche. Der Unterschied zum Schmid-Cassegrain ist, dass das Maksutov über keine Schmidplatte, sondern über eine meniskusförmige Linse an der Objektivöffnung verfügt. Diese Linse geht auf den russischen Optiker Maksutov zurück. Durch eine konstante Dicke der Linse weist das System nur geringe Farbfehler auf. Ausserdem korrigiert sie die sphärische Aberration, die vom Hauptspiegel erzeugt wird. Der Fangspiegel des Systems ist rückseitig auf die Meniskuslinse aufgedampft. Daher gibt es keine Fangspiegelstreben, die stören würden. Durch den relativ kleinen Fangspiegel kann die Obstruktion klein gehalten werden. Die Optik bietet einen sehr guten Kontrast, der an den eines Refraktors heranreicht. Obwohl dieses Teleskop viele Vorteile hat, gibt es natürlich auch Nachteile, denn keine Optik ist in allen Punkten perfekt. So hat sie auch eine sehr lange Auskühlphase bei einem Temperaturwechsel. Die Optik hat ein relativ hohes Gewicht, was auf die Linse zurückzuführen ist. Genauso wie das Schmid-Cassegrain verfügt das Maksutov über kleine Gesichtsfelder, da es Öffnungsverhältnisse von 1:10 bis 1:13 hat. Lichtstarke Systeme sind bei dem gängigen System nach Gregory nicht möglich, da bestehende Abbildungsfehler so verstärkt würden.

Der Refraktor



Der Refraktor ist ein Fernrohrdesign, wie man sich es klassisch vorstellt. Ein langes dünneres Rohr, das in den Himmel zeigt und am unteren Ende den Einblick in Form eines Okularauszuges hat. Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten:

1. Das Galilei Fernrohr
2. Das Kepler Fernrohr

Beides sind im Prinzip sehr einfache Systeme, was den Aufbau betrifft. Das Galileisystem besteht vorne aus einer Sammellinse und hinten aus einer Zerstreuungslinse. Diese Systeme kommen aber vorwiegend in Operngläsern zum Einsatz. Da sich aber die Austrittspupille im Inneren des Rohrs (also vor der Zerstreuungslinse) befindet, hat es nur ein kleines und am Rand diffuses Gesichtsfeld. Es ist nur für geringe Vergrößerungen gedacht. Der Vorteil ist aber, dass es ein aufrechtes Bild bietet.

Das Keplerfernrohr

Das Keplerfernrohr wird auch als astronomisches Fernrohr bezeichnet. Es hat vorne, ebenso wie das Galileisystem, eine Sammellinse. Am hinteren Ende hat es allerdings auch eine Sammellinse. Sie fungiert als Okular. Das Keplerfernrohr erzeugt ein Kopf stehendes Bild. Das Keplerfernrohr erzeugt im Rohr am Brennpunkt ein Zwischenbild. Mit dem Objektivbrennpunkt fällt der Okularbrennpunkt zusammen. Das Okular, das hier die einzelne Sammellinse ist, bietet praktisch ein vergrößertes Abbild des Zwischenbildes.

Die „normalen“ Refraktoren, die es vor allem früher gab, haben einen entscheidenden Nachteil, sie weisen Farbfehler auf, die unter dem Abbildungsfehler chromatische Aberration bekannt sind. Das bedeutet, dass für verschiedene Wellenlängen das Licht unterschiedlich stark gebrochen wird. Blaues Licht wird beispielsweise durch die Linse stärker gebrochen als rotes Licht. Aufgrund dieser Tatsache entstehen unschöne Farbsäume um die Objekte, die man durch ein Fernrohr beobachten möchte. Besonders wenn man dann etwas höher vergrößern möchte, verstärkt sich dieser Effekt noch mal. Und nicht nur das, durch diese Farbfehler kann der Kontrast eines Refraktors extrem herabgesetzt werden.

Die Lösung

Nun hat man eine Möglichkeit gefunden, diesen Effekt zu minimieren, indem man einen sog. Achromaten konstruierte. Ein Achromat besteht nicht aus einer, sondern aus zwei Linsen im Objektiv, die meist aus Kron und Flintglas bestehen und von ihrer Wirkung eine Plus und eine Minuslinse darstellen.

Bei den Linsen ist Brechungsindex und Dispersion bei beiden Linsen verschieden, so dass man dadurch erreichen kann, dass schon die meisten Farbfehler aufgehoben sind. Trotzdem kann noch ein kleiner Farbfehler festgestellt werden, der sich auch das sekundäre Spektrum nennt. Nun hat man einen Apochromaten entwickelt, der es durch die Kombination mit einer dritten Linse schafft, das sekundäre Spektrum zum Verschwinden zu bringen. Das bedeutet, dass die Optik nun farbrein ist. Da aber solche „echten“ Apochromate relativ selten und dann auch teuer sind, ist man dazu übergegangen auch Achromaten mit einer speziellen Glassorte als Apochromaten zu bezeichnen.

Dies sind die ED-Apochromaten. Eigentlich sind es achromatische Linsenkonstruktionen, deren optische Medien aber aus dem so genannten ED-Glas (extra low dispersion) besteht, welches eine besonders geringe Dispersion aufweist. Hierdurch kann man den Farbfehler sehr weit heruntersetzen. Genau genommen bezeichnet man solche Systeme als Halbapochromaten.

Achromat: Besteht aus zwei Linsen mit Flint und Kronglas. Diese Linsen sind meist so angeordnet, dass sie einen Luftspalt aufweisen, es gibt allerdings auch verkittete Systeme.

ED-Apochromat: Dieses System ist im Prinzip ein Achromat, wobei eine Linse aus ED-Glas besteht. Sie haben ebenfalls einen Luftspalt. Die Farbfehler sind fast ganz korrigiert.

Fluorit-Apo: Dieser Apo besteht aus zwei verkitteten Linsen, von denen eine aus Fluoritglas besteht. Ähnliche Wirkung, wie bei einem ED.

Apochromat: Dieses System ist ein Vollapochromat, während beide vorigen als Halbapochromat bezeichnet werden. Er besteht typischerweise aus drei Linsen. Die Farbfehler werden hier ganz korrigiert

Die andere Lösung

Eine andere Methode den Farbfehler bei Refraktoren zu verringern besteht darin, dass man Refraktoren wählt, die ein möglichst langes Öffnungsverhältnis aufweisen. Dadurch reduziert sich ebenfalls der Farbreistfehler (oder Farblängsfehler). Allerdings sagt man, dass die Brennweite eines Achromaten das Fünfzehnfache seines Objektivdurchmessers betragen sollte, damit man eine ordentliche farbreine Abbildung bekommt. Das wären allerdings bei einem 100mm Refraktor eine Brennweite von 1500mm $f=1:15$. Bei einem noch grösseren Refraktor, sollte die Brennweite sogar eher noch länger sein.

Da dies aber sehr lange Refraktoren geben würden, die dann auch noch unhandlich sind, verzichtet man oft auf solche Baulängen. Als akzeptabel soll auch die Formel: akzeptable Brennweite in cm = Öffnung² in cm sein. Somit hat man einen Kompromiss, der aber noch in Ordnung ist. Der 100mm Refraktor hätte dann eine Brennweite von 1000mm oder der 120mm eine Brennweite von etwas unter 1500mm.