

Grundsätzliche Überlegungen zur Teleskopwahl



Man unterscheidet bei der Teleskopwahl zwischen Reflektoren oder Refraktoren. Trotz der weiter oben angesprochenen Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme gibt es grundsätzliche Fakten, die man bei der Teleskopwahl beachten sollte. Die erste Frage, die man sich vor dem Kauf eines Teleskops stellen sollte: „Was möchte ich beobachten, was sind meine Vorlieben bei der Beobachtung?“

Erst wenn man sich diese Frage beantworten kann, sollte man sich über das jeweilige Teleskop Gedanken machen. Denn nicht jedes Teleskop ist auch für jeden Zweck geeignet. Das ultimative Teleskop, das alle Beobachtungswünsche für jeden Beobachter erfüllt, gibt es nicht.

Das Lichtsammeln

Eine wichtige Eigenschaft von Teleskopen ist das Lichtsammeln, denn je mehr Licht ein Teleskop empfangen kann, desto schwächere Objekte kann man am Sternenhimmel erkennen. Und von diesen schwachen Objekten gibt es jede Menge. Wenn man einmal vom Mond, Sonne und den hellen Planeten absieht, zählt vor allem die Öffnung des Teleskops. Das bedeutet nicht, dass kleine Teleskope keine ordentliche Leistung bringen würden, denn jedes Teleskop hat seinen Himmel. Je mehr Objektivöffnung ein Teleskop hat, desto lichtstärker ist es auch. Nachfolgend ein Vergleich der verschiedenen Öffnungen:

Licht, Öffnung und schwache Sterne

Das kleinste Teleskop ist unser menschliches Auge. Wir haben eine maximale Öffnung von 7mm. Mit 7mm Öffnung können wir bereits Sterne mit einer Grenzgrösse von 6 Magnituden beobachten. Magnitude ist eine Einheit, die die Helligkeit eines Sterns angibt. Je kleiner die Zahl wird, desto heller ist auch der Stern. Sterne erster Grössenklasse gehören zu den hellen Sternen. Ein Stern 6. Grösse ist schon 100-mal schwächer als ein Stern 1. Grösse. Man sieht, dass unser Auge schon relativ schwaches Licht sammeln kann.

Doch es reicht noch lange nicht aus, um schwächere Himmelsobjekte anschauen zu können.

Geht man beim Auge von einer Lichtsammelfähigkeit von 1 aus, kann man sich wunderbar anschauen, wie diese Fähigkeit bei grösseren Öffnungen zunimmt. So hat ein Fernrohr mit 50mm Öffnung 51fache Lichtsammelfähigkeit, eine Optik mit 100mm sammelt aber schon 204fach so viel Licht, wie das blosse Auge.

Ein weiteres Thema ist die Vergrösserung eines Teleskops. Oft werden in den Supermärkten kleine Teleskope beworben, die angeblich Vergrösserungen von 500fach oder sogar noch mehr bieten sollen. Zusätzlich sind tollste Bilder auf der Packung abgebildet, die den Eindruck vermitteln, dass man hier ein kleines Hubbleteleskop in den Händen hält. Das sind Versprechungen, die nicht eingehalten werden können und den interessierten Sternfreund ganz schnell auf den Boden der Tatsachen zurückholen wird!!

Generell kann man sagen, dass die maximale sinnvolle Vergrösserung eines Teleskops mit dem Doppelten der Objektivöffnung in mm erreicht ist. Das bedeutet, dass ein Fernrohr mit 150mm Öffnung maximal mit 300fach vergrössert werden sollte und ein 200mm Teleskop maximal mit 400 fach. Wenn man höher vergrössert, riskiert man ein immer flauer werdendes und unschärferes Bild. Oft ist auch gar nicht die Vergrösserung für die Leistung eines Teleskops massgeblich, sondern eher die Öffnung des Objektivs und das erreichte Auflösungsvermögen.

Ausserdem sollte man sich beim Teleskopkauf auch über die Montierung Gedanken machen, denn die beste Optik nützt nichts, wenn die Montierung des Fernrohrs nicht die erforderliche Leistung bringt. Wenn die Montierung für das Gewicht der Optik unterdimensioniert ist, dann wird sie sehr zitteranfällig sein und man wird keine richtige Freude an dem Fernrohr haben. Hat der Sternfreund die Absicht anspruchsvolle Astrofotografie durchzuführen müssen noch viel höhere Anforderungen an die Montierung gestellt werden.

Öffnung



Eines der wichtigsten Merkmale eines Teleskops ist die Öffnung. Je mehr Öffnung ein Teleskop hat, desto lichtstärker ist es. Es gibt viele schwache Objekte am Himmel, die man nur dann sehen kann, wenn man genügend Öffnung hat.

Das blosse Auge hat ein Lichtsammelvermögen, dass gerade noch Sterne und Objekte bis zur 6. Grössenklasse erkennen kann. Alles was dunkler ist, kann mit dem Auge nicht mehr gesehen werden. Die meisten Himmelsobjekte sind aber dunkler, weswegen man ein Teleskop mit entsprechender Öffnung als Lichtverstärker benötigt.

Ein Teleskop mit 100mm Öffnung kann schon wesentlich schwächere Sterne und Deep-Sky Objekte abbilden. Bei sehr dunklem Himmel kann dieses Teleskop bereits 1000-mal schwächere Sterne als das blosse Auge sehen. Ein Teleskop mit 200mm Öffnung sieht bereits 3900-mal schwächere Sterne als das schwächste, was das blosse Auge erkennen kann.

Das Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen eines Fernrohrs ist eine sehr wichtige Grösse. Es wächst mit der zunehmenden Öffnung des Objektivs. Wenn man eine hohe Auflösung hat, kann man feine Einzelheiten in den Objekten erkennen. Das Auflösungsvermögen wird als Fähigkeit, zwei eng beieinander liegende Objekte einzeln erkennbar abzubilden, definiert. In der Praxis bedeutet das u.a., dass man z.B. zwei Doppelsterne, die in einem bestimmten Winkelabstand stehen, noch trennen kann. Je enger der Winkel von den Doppelsternen oder Details auf den Planeten ist, desto mehr Öffnung braucht man, um ein höheres Auflösungsvermögen zu erreichen und schliesslich die Objekte trennen zu können. Die getrennte Auflösung zweier Objekte wird oft Trennschärfe oder auch Minimum separabile genannt.

Das Auflösungsvermögen des blossen Auges liegt bei etwa einer Bogenminute am Tag und etwa 2 Bogenminuten bei Nacht. Man kann schon einige weitere Doppelsterne, wie z.B. das Reiterlein im Grossen Wagen erkennen. Beim Auge hat man mit einer Bogenminute Auflösung auch eine Sehschärfe von Visus 1,0 erreicht. Manche Menschen erreichen jedoch keine so hohe Auflösung und andere wiederum sogar eine etwas höhere. In der Nacht sinkt die Sehschärfe des Auges gegenüber der Leistung am Tage.

Durch die grossen Öffnungen der Teleskope kann man ein sehr grosses Auflösungsvermögen erreichen. Während ein 50mm Fernrohr eine Trennschärfe von etwa 2,7 Bogensekunden hat, erreicht ein 200mm Fernrohr schon 0,7 Bogensekunden. Mit dieser Auflösung könnten diese Teleskope zwei Sterne sauber trennen, die ebenso weit auseinander stehen. Ein Faktor für das Auflösungsvermögen ist auch die Grösse der Beugungsscheibchen, die im Fernrohr entstehen. Denn je höher die Auflösung eines Fernrohrs ist, desto kleiner erscheinen die Beugungsscheibchen im Teleskop. Das Auflösungsvermögen lässt sich relativ einfach errechnen:

$$A = 138 / \text{Obj}$$

A= Auflösungsvermögen, Obj= Öffnung des Fernrohrs[in mm]

Diese Berechnung ist eine Formel nach Rayleigh und gibt eine Trennschärfe an, bei der z.B. ein Doppelsternsystem noch eindeutig als einzelne Sterne getrennt werden kann.

Öffnung des Fernrohrs	Auflösung nach Rayleigh
60mm	2,3"
80mm	1,7"
100mm	1,3"
120mm	1,15"
150mm	0,92"
200mm	0,69"
250mm	0,55"

Das sind natürlich theoretische Werte, die nicht direkt auf die Praxis übertragen werden können, denn normalerweise ist das Auflösungsvermögen eines Teleskops durch die Luftunruhe in der Atmosphäre auf etwa 1 Bogensekunde begrenzt. Das bedeutet, dass Fernrohre, die eine Öffnung von über 120mm haben, keinen echten Gewinn in diesem Bereich bringen.

Obstruktion

Ein Teleskop ist ein Lichtfänger, das alle aufgefangenen Photonen zu bündeln versucht und es dem Beobachter auf möglichst einfache Weise zu präsentieren soll. Bei Spiegelteleskopen (Newtons) dient dazu ein Hauptspiegel, der einen Brennpunkt im vorderen Bereich des Rohres erzeugt. Damit man seitlich am Rohr durch das Okular die entsprechenden Objekte beobachten kann, wird in den Strahlengang des Fernrohrs ein Fangspiegel (planer Ablenkspiegel in 45°) auf einer Fangspiegelhalterung angebracht.

Durch diesen Fangspiegel entsteht eine Abschattung im Fernrohr, die die Leistung des Fernrohrs bei Kontrast und effektiver Öffnung heruntermindert. Durch jedes Bauteil, das sich in dem Strahlengang eines Fernrohrs befindet, entsteht diese Abschattung, die auch Obstruktion genannt wird. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass dies bei allen gängigen Spiegelteleskopen der Fall ist. Allein der Refraktor hat eine Obstruktion von 0%, weil kein Bauteil das Licht, das die Linsen passiert, stört.

Anhand der Bilder sieht man, dass das Bild durch eine vorhandene Obstruktion gestreut wird, was einen Kontrastverlust bedeutet. Je grösser der Fangspiegel im Teleskop ist, desto grösser wird auch die Obstruktion. Um die Kontrastleistung, bzw., den Kontrastverlust eines Teleskops herauszufinden, kann man direkt den Fangspiegeldurchmesser vom Hauptspiegeldurchmesser abziehen. Somit erhält man dann die effektive Kontrastöffnung, die man bei einem Fernrohr ohne Obstruktion hätte.

Ein Newtonspiegelteleskop mit 200mm Spiegeldurchmesser und einem Fangspiegeldurchmesser von 50mm würde die gleiche Kontrastleistung erbringen, wie ein Refraktor mit 150mm Öffnung. Wenn man also seinen Fangspiegel einmal ausmisst, kann jeder den effektiven Kontrast selbst ausrechnen.

Etwas anders verhält es sich mit der Lichtsammelfähigkeit. Natürlich nimmt sie mit entsprechender Obstruktion auch ab, nur nicht in dem Masse, wie wir es bei dem Kontrast gesehen haben.

Vergrosserung

Bei Einsteigern gilt sie oft als sehr wichtiger Faktor beim Teleskopkauf, der die Leistungsfähigkeit eines Teleskops bestimmt: Die Vergrößerung. Doch sie ist nicht das entscheidende Kriterium eines Teleskops, sondern spielt eher eine untergeordnete Rolle. Viel wichtiger sind die Lichtstärke und die Stabilität eines Fernrohrs.

Grundsätzlich erzeugt ein Teleskop, je nach Krümmung der Spiegel oder Linsen, einen Brennpunkt. Mittels der Brennweite wird schon ein gewisser Vergrößerungsfaktor erreicht. Aber um das entsprechende Bild betrachten zu können, braucht man zusätzlich ein Okular. Es funktioniert im Prinzip wie eine Lupe, die das Bild entsprechend stark vergrössert. Bei den Okularen gibt es verschiedene Bauarten.

Welche Vergrößerung man nun an einem Fernrohr sinnvoll verwenden kann, hängt ganz entschieden von dem Teleskop und den Bedingungen am Himmel ab.

Die erreichbare Vergrößerung hängt mit dem Verhältnis von der Brennweite des Objektivs zur Brennweite des Okulars ab. Wenn man die Brennweite eines Teleskops durch die Brennweite des Okulars teilt, erhält man die erreichbare Vergrößerung.

$$V = f_{ob} / f_{ok}$$

Hat man ein Fernrohr mit 1000mm Brennweite und einem Okular von 5mm, bekommt man eine Vergrößerung von 200x. Theoretisch könnte man die Vergrößerung ins Unermessliche treiben. Da aber die Vergrößerung mit der Öffnung des Objektivs zusammenhängt, werden dabei sinnvolle Grenzen gesetzt. Eine wichtige Rolle spielt die Austrittspupille, das Strahlenbündel, das das Okular verlässt und ins Auge tritt. Dazu gleich mehr.

Nicht nur der maximalen, sondern auch der minimalen Vergrößerung sind je nach Öffnung des Fernrohrs Grenzen gesetzt. Wichtig dabei ist, dass die Austrittspupille nicht grösser als sieben Millimeter ist. Sieben Millimeter ist auch meist die maximale Öffnung, die die Iris (Regenbogenhaut) und somit die Pupille erreichen kann. Und das auch nur dann, wenn in der Nacht absolute Dunkelheit herrscht. Teilt man nun die Objektivöffnung durch den Durchmesser der maximalen Öffnung der Pupille, erhält man die minimale sinnvolle Vergrößerung.

Bei dieser Vergrößerung tritt ein Strahlenbündel von sieben Millimeter Öffnung durch das Okular und passiert das Auge. Wenn nun bei geringerer Vergrößerung die Austrittspupille noch grösser wäre, gingen die restlichen Lichtinformationen verloren, da die Iris dann wie eine Blende wirken würde.

$$V_{min} = \text{Öffnung(mm)} / 7\text{mm}$$

Benutzt man ein Fernrohr mit 200mm Objektivöffnung, wäre die minimale sinnvolle Vergrößerung bei etwa 28fach. Wenn die Öffnung des Teleskops grösser wäre, müsste die minimale Vergrößerung höher sein. Bei einem kleineren Teleskop dementsprechend kleiner.

Die Normalvergrößerung eines Teleskops entspricht etwa dem der Objektivöffnung des Teleskops. Wenn man diese Normalvergrößerung wählt, erhält man eine Austrittspupille von etwa 1mm. Ab dieser Vergrößerung nutzt man somit das erreichbare Auflösungsvermögen des Fernrohrs. Das bedeutet, dass wesentlich mehr Details z.B. auf Planeten erkannt werden können.

Ein Teleskop mit 100mm Öffnung hätte dann seine Normalvergrößerung bei 100x und ein 200mm Teleskop bei 200x. Die maximale sinnvolle Vergrößerung kann man mit der Faustformel von:

$$V_{max} = \text{Objektivöffnung} \times 2$$

errechnen. Die Austrittspupille ist hier auf 0,5mm gesunken: $\text{Objektivöffnung}/\text{max. Vergrößerung}=0,5$. Wenn höher als maximal sinnvoll vergrössert wird, verschlechtert sich das Bild und wird flau und unscharf.

Die Normalvergrößerung ist eigentlich immer anwendbar. Probleme wirft oft die maximale Vergrößerung auf, denn aufgrund der Erdatmosphäre können wir nicht immer an die maximale Grenze gehen. Der Anlass sind die verschiedenen warmen und kalten Luftschichten, die sich in der Atmosphäre übereinander lagern. Diese Erscheinung wird auch Seeing genannt und ist oft von meteorologischen Aspekten abhängig. Im Fernrohr macht sich das Seeing als Flimmern bemerkbar. Wenn man nun hohe Vergrößerungen wählt, vergrössert man auch die Zellen der Luftunruhe. Wenn Sie einmal den Jupiter kurz nach seinem Aufgang im Osten beobachten, werden Sie vielleicht feststellen, dass er ziemlich flimmert. Warten Sie nun zwei Stunden und beobachten ihn, wenn er höher gestiegen ist, werden Sie feststellen, dass er wesentlich weniger wabert. Am Horizont ist das Seeing immer etwas schlimmer. Dann macht es u.a. Sinn eher kleinere Vergrößerungen zu wählen.

Es gibt eine ungefähre Richtung, in die man sich bei der Vergrößerung der Objekte orientieren sollte. Das wäre bei Nebeln und anderen grossflächigen Objekten eher gering (bis 100x) und bei Planeten eher etwas höher (ab 150x).

Austrittspupille

Weiter oben wurde es schon einmal kurz angesprochen: Die Austrittspupille Sie ist das Lichtbündel, das das Okular verlässt und in das Auge tritt. Die AP sollte auf keinen Fall grösser als 7mm sein. Aus diesen 7mm kann man auch die minimale Vergrößerung berechnen, die bei einem Fernrohr verwendet werden sollte. Wenn die AP grösser als 7mm ist geht in der Regel Licht verloren. Bei älteren Menschen ist die Öffnung der Iris nicht so gross, weil sie mit zunehmendem Alter etwas abnimmt. Bei der Vergrößerung passt man am besten die minimale Vergrößerung der Öffnung der Iris an.

Je stärker brechend ein Okular ist (und kleiner die Brennweite ist), desto kleiner wird auch die Austrittspupille. Bei einem 200/1000 Millimeter Fernrohr hat ein 35,7mm Okular eine AP von etwa 7mm. Bei einem 10mm Okular ist die AP nur noch 2mm gross

Literaturtipps

Unsere Infoseiten bieten viele nützliche Informationen zur Teleskopwahl, können aber das gewaltige Spektrum an Geräten und Zubehör nicht im Detail abdecken. Wer sein erstes Teleskop kauft, kann viel falsch machen und auch wer sein zweites Teleskop kauft, kennt meist noch nicht alle Tricks und Kniffe, auf die man achten sollte.

Hilfreich sind dabei verschiedene Ratgeber bezüglich Bücher. Besonders empfehlen wir den „Kauf-Ratgeber Teleskope in 4 Schritten“



Dieser Teleskopratgeber erklärt nicht nur die Grundlagen von Öffnung, Brennweite, Vergrößerung, Optik und Montierung, sondern gibt detaillierte Informationen darüber, was man mit welchen Geräten erkennen kann und wo die Unterschiede zwischen den Modellen liegen.

Dieses Buch zeigt auf, welche Erwartungen man haben darf und welche Erwartungen man vermeiden sollte. Auf 190 Seiten werden mehr als 100 Produkte besprochen. Praxisnahe Tipps helfen bei der Optimierung der ersten Beobachtungen und helfen Enttäuschungen zu vermeiden.

Ausführlich werden die einzelnen Fernrohrtypen mit ihren Vor- und Nachteilen erklärt, sinnvolle Auswahlkriterien besprochen, nützliches Zubehör vorgestellt und erläutert, wie man die Qualität eines Fernrohrs schnell beurteilt.

Einzigartig ist die Besprechung von 100 aktuellen Teleskop-, Montierungs- und Okularmodellen mit allen Vor- und Nachteilen. Dieser Ratgeber führt durch den Dschungel des Angebots im Fachhandel und im Internet.

Nach der Lektüre dieses Buches wissen Sie, was Sie von Ihrem Gerät erwarten dürfen und welches Fernrohr am besten Ihren Bedürfnissen entspricht!