

... in der Praxis

Ausrichtung der Montierung

Nachdem wir nun die verschiedenen Montierungen mit ihren möglichen Unterbauten kennen gelernt haben, könnten wir prinzipiell sofort mit der nachgeführten Astrofotografie beginnen, wenn da nicht noch ein Problem wäre...

Bisher hieß es immer nur: »...wird eine der beiden Achsen der parallaktischen Montierung auf den Himmelspol ausgerichtet.« Nun, so einfach, wie sich dies hier anhört, ist das Ausrichten einer Montierung in der Praxis leider nicht. Es gibt nämlich am Himmel keine genaue Markierung dieses Punktes – man kann sich ihm nur mehr oder weniger gut annähern. Wie präzise diese Annäherung sein muss, ist, wie wir später noch sehen werden, hierbei von den Aufnahmeparametern unserer Bilder abhängig. Hinzu kommt, dass man bei einer transportablen Ausrüstung vor dem Beginn einer neuen Beobachtungsnacht diesen Vorgang wiederholen muss.

Wie wir auf Seite 62 gesehen haben, liegt der Himmelspol in einer Winkelhöhe über dem Horizont, die der geographischen Breite des Beobachtungsortes entspricht! Die Himmelsrichtung in der wir den Himmelspol suchen müssen ist hierbei von der Erdhalbkugel auf der wir uns befinden abhängig. Nördlich des Äquators steht der Himmelspol genau im Norden, südlich des Äquators genau im Süden des Beobachters.

Diese Feststellung ist für eine erste grobe Einstellung der Montierung bereits während der Aufbauphase ganz nützlich! Da die meisten Montierungen nämlich über eine Gradskala verfügen, an der man die Verkipfung der Polachse relativ zum Horizont ablesen kann, wird man so bereits nur mit Hilfe einer

Landkarte (zur Bestimmung der geographischen Breite) und eines Kompasses die Polachse grob vor einstellen können. Voraussetzung hierbei ist jedoch, dass das Stativ genau waagrecht steht – sonst stimmt der eingestellte Winkel nicht.

Für einfache visuelle Beobachtungen ist diese Art der Ausrichtung meist bereits völlig ausreichend. Da wir für unsere Fotos jedoch eine genauere Ausrichtung der Montierung benötigen, müssen wir diese Einstellung noch erheblich verbessern!

Möglich wäre es z.B., sich mit Hilfe einer Sternkarte einen helleren Stern zu suchen, der möglichst in der Nähe des Himmelspols steht. Beobachter auf der Nordhalbkugel der Erde sind hier ein wenig im Vorteil, da sie den

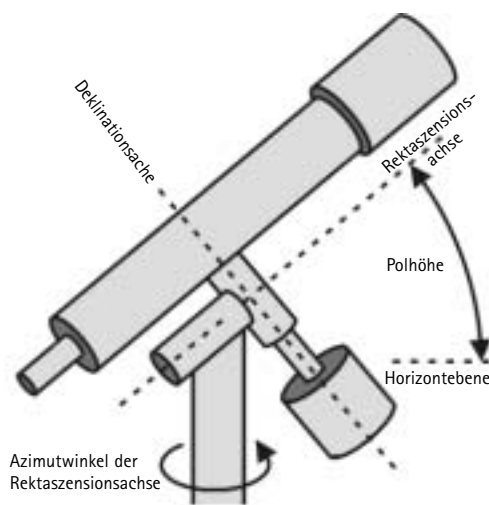


Abb. 2-11: Die verschiedenen im Text benutzten Achsen- und Winkelbezeichnungen einer parallaktischen Montierung – hier anhand einer deutlichen Montierung beschrieben.

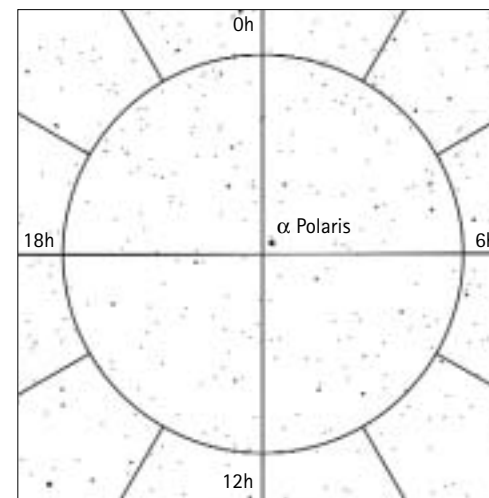


Abb. 2-12 (links): Auf dieser Karte ist die Umgebung des nördlichen Himmelspols bis zu einer Grenzhelligkeit von 9^m abgebildet. Der eingezeichnete Kreis entspricht 80° Deklination. Man sieht schnell, dass der Polarstern (UMi – auch Polaris genannt) der einzige hellere Stern in dieser Himmelsregion ist.

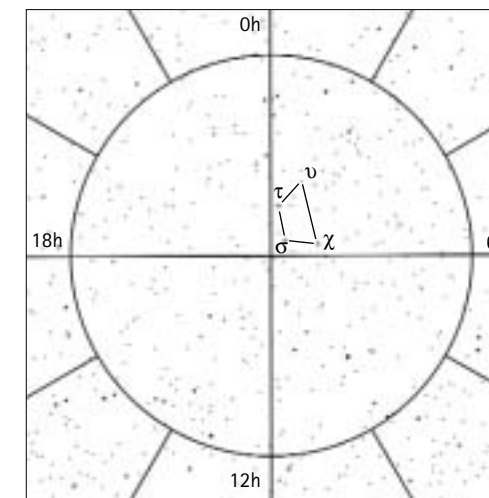


Abb. 2-13 (rechts): Bei gleichem Maßstab und Grenzhelligkeit wie die nebenstehende Abbildung, zeigt diese Karte des südlichen Himmelspols sehr deutlich, warum die Poljustage auf der Südhalbkugel wesentlich schwieriger als bei uns im Norden ist. Das eingezeichnete Sterntrapez besteht aus den Sternen σ, τ, χ und υ Octantis, die allesamt nur 5 Größenklassen hell sind. Diese Sternkonstellation wird uns später bei der Ausrichtung mittels Polsucher wieder begegnen.

hellsten Stern im Sternbild *Kleiner Bär* benutzen können. Dieser Stern zweiter Größenklasse steht nur rund 45' vom wahren Himmelsnordpol entfernt und wird deshalb auch *Polarstern* oder *Polaris* genannt. Beobachter auf der Südhalbkugel haben leider nicht den Luxus eines solch hellen Polarsterns, hier dient der Stern σ *Octantis* (ebenfalls nur knapp 55' vom wahren Himmels-südpol entfernt) als Einstellhilfe – leider ist er jedoch nur ca. 5^m5 hell.

Die einfachste Möglichkeit die Montierung mit Hilfe dieser Sterne auf den Himmelspol auszurichten ist, die Deklinationsachse so zu drehen, dass die Teilkreismarkierung auf +90° bzw. -90° zeigt, das Teleskop also parallel zur Stundenachse liegt. Mit Hilfe der Azimut- und Höhenverstellung der Montierung wird jetzt

versucht, den Polarstern im Bildfeld des Teleskops zu finden.

Wer es noch genauer haben will, kann sich mittels einer guten Sternkarte immer schwächere Sterne aussuchen, die dann entsprechend näher am wahren Himmelspol stehen. Ein Herantasten an der exakten Himmelspol sollte so auf einige Bogenminuten genau möglich sein.

Mit dieser Methode wird man seine Montierung schon bedeutend genauer justieren können, als nur mit Hilfe von Karte und Kompass. Voraussetzung hierfür ist natürlich, dass wir das Teleskop auch auf exakt +90° bzw. -90° Deklination eingestellt hatten. Da die Ablesegenauigkeit der Teilkreise aber meist nur bei ±30' in Deklination liegt (siehe Kapitel: »Auswahlkriterien für die Montierung«),

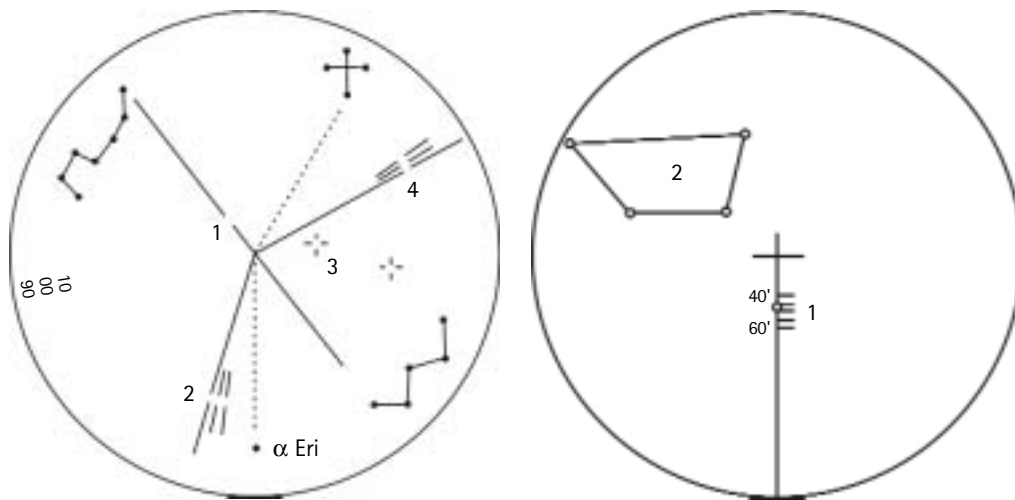


Abb. 2-14 (links): Der Polsucher einer *Losmandy*-Montierung. Zur groben Ausrichtung des Skalenplättchens dienen die Sternbildfiguren Großer Wagen und Cassiopeia für die Nordhalbkugel bzw. Kreuz des Südens und die Richtung zu α Eridiani (Achernar) für die Südhalbkugel der Erde. An den markierten Stellen müssen die folgenden Sterne positioniert werden: (1) α UMi (Polaris), (2) δ UMi, (3) σ Oct und (4) τ Oct. Da sich die Lage der Sterne relativ zum Himmelspol aufgrund der Präzession der Erdachse im Laufe der Jahre langsam verändert, ist jeweils einer der beiden Sterne durch eine zeitlich veränderte Einstellposition gekennzeichnet. Hierbei gilt die jeweils durchgezogene Linie für das Jahr 1990 und die beiden anderen Linien für 2000 sowie 2010 – Zwischenpositionen müssen geschätzt werden.

Abb. 2-15 (rechts): Der Polsucher der *Vixen*-Montierungen beschränkt sich auf die für das Einstellen der in der Nähe der Himmelpole stehenden Sterne wesentlichen Markierungen. Für die Nordhalbkugel der Erde gibt es einen kleinen Kreis in dem der Polarstern eingestellt wird (1), für die Südhalbkugel hat man die trapezförmige Anordnung der Sterne um σ Octantis (2) eingezeichnet. Die in 5' Abstand angebrachten Teilstriche in der Nähe der Markierung für den Polarstern dienen zur Berücksichtigung der Präzession der Erdachse. Die genaue Markierung galt im Rahmen der Einstellgenauigkeit nämlich nur für den Zeitraum von 1992 bis 1994. Für die folgenden Jahre gilt, dass sich der Polarstern alle vier Jahre dem Himmelspol um 1' nähert. Leider ist für die Ausrichtung auf der Südhalbkugel keine solche Korrekturmöglichkeit vorgesehen.

wird hierdurch auch die erzielbare Genauigkeit der Poljustage begrenzt.

Eine Alternative zur Benutzung der Teilkreise zur exakten 90°-Einstellung der Deklinationseinstellung wird so lange verändert, bis beim Bewegen des Teleskops um die Rektaszensionsachse das Bildfeld sich nur noch in sich dreht, also kein anderer Himmelsausschnitt sichtbar wird. Das Ergebnis ist um

einiges genauer, dafür benötigt man hierfür aber auch wesentlich mehr Zeit.

Weitaus besser gelingt die Poljustage, wenn die Montierung über einen **Polsucher** verfügt. Wie bereits im Kapitel »Auswahlkriterien für die Montierung« erwähnt wurde, ist ein Polsucher ein kleines zusätzliches Teleskop, mit dem der Himmelspol angepeilt wird. In seinem Inneren besitzt es ein Skalenplättchen, das die bereits kennen gelernte Abweichung der für

die Poljustage benutzten Sterne (Polaris bzw. σ Octantis) vom wahren Himmelspol berücksichtigt. Der Polsucher wird normalerweise in die (hohle) Rektaszensionsachse einer Montierung eingebaut.

Bei einer deutschen Montierung ist dies ohne weiteres möglich, bei einer Gabelmontierung hat man jedoch das konstruktionsbedingte Problem, dass das Teleskop genau in Verlängerung der Rektaszensionsachse liegt, also den Blick auf den Himmelspol versperrt. Aus diesem Grund werden von verschiedenen Herstellern die Teleskope auf Gabelmontierungen mit Sucherfernrohren ausgerüstet, die gleichzeitig als Polsucher dienen sollen. Zur Poljustage wird nun der Sucher parallel zum Teleskop justiert und dieses dann auf +90° bzw. -90° Deklination eingestellt.

Vom Einsatz solcher »Sucher mit Polsucher« ist für die Astrofotografie mit Brennweiten länger als 250mm jedoch abzusehen, da die erzielbare Genauigkeit der Polausrichtung nicht hoch genug ist! Als einen der Gründe hierfür haben wir bereits weiter vorne in diesem Kapitel die Schwierigkeit der exakten 90°-Einstellung, sei es nun mit Hilfe der Teilkreise oder durch Rotation des Teleskops um die Rektaszensionsachse, kennen gelernt. Zu diesem Fehler addiert sich nun noch der Fehler, der aus einer ungenauen Paralleljustage des Suchers zum Teleskop selbst resultiert.

Alle diese möglichen Fehlerquellen sind jedoch, wie oben gezeigt wurde, mit mehr oder weniger Aufwand in den Griff zu bekommen, nicht jedoch ein grundsätzliches Problem der »Sucher mit Polsucher«: Die Art der Skalenplatte, mit der die Einstellung erfolgen soll und wie auf dieser die aktuelle Position des Justagesterns ermittelt wird.

Die Skalenplatte besteht lediglich aus einem zentrischen Kreis, dessen Radius dem Abstand des Polarstern zum Himmelsnordpol entspricht. (Da keine Markierung für σ Octantis existiert, scheinen die Hersteller noch nicht mitbekommen zu haben, dass es auch Be-

obachter auf der Südhalbkugel der Erde gibt!) Dieser Kreis besitzt nun im Abstand von 15° Strichmarkierungen, die helfen sollen, den Polarstern in der aktuellen Position zum Himmelspol auf dem Kreis zu justieren. Wo diese Position momentan ist, soll der Bobachter mit Hilfe einer drehbaren Pappscheibe ermitteln. Auf ihr kann man durch Einstellung von Datum und Uhrzeit, dann bei senkrechter Haltung der Scheibe die Position des Polarsterns im Sucher ablesen. Dass sich die Lage der Sterne relativ zum Himmelspol aufgrund der Präzession der Erdachse im Laufe der Jahrzehnte langsam verändert, wird bei der Skalenplatte erst gar nicht berücksichtigt!

Besitzer einer Gabelmontierung, die auch noch mit längeren Brennweiten als den oben genannten 250mm fotografieren wollen, sollten sich also direkt mit der weiter hinten in diesem Kapitel beschriebenen »Scheiner-Methode« vertraut machen.

Prinzipiell gibt es von der Funktionsweise her gesehen zwei Arten von Polsuchern, die in die Rektaszensionsachse eingebaut werden. Beide können für die genaue Poljustage empfohlen werden, da die mit ihnen erreichbare Genauigkeit mit etwa 2' identisch gut ist:

- Am einfachsten in der Benutzung sind Polsucher, bei denen die Justage mit Hilfe von zwei oder gar noch mehr Sternen vorgenommen wird, wie es z.B. bei den Montierungen des amerikanischen Herstellers *Losmandy* der Fall ist.

Eine erste grobe Vorjustage erfolgt wie bereits vorne beschrieben mit Hilfe von Kompass und geographischer Breite. Als nächstes rotiert man den Polsucher so in der Rektaszensionsachse, dass die Ausrichtung der in ihm eingravierten Sternbildfiguren grob mit den Richtungen der wirklichen Sternbilder (wie sie mit dem bloßen Auge erscheinen) übereinstimmt.

Im nächsten Arbeitsschritt wird auf der Nordhalbkugel der Erde der Polarstern



Abb. 2-16: Der Polsucher einer SuperPolaris-Montierung des japanischen Herstellers Vixen. Man erkennt die verschiedenen Skalen, an denen vor Beginn der eigentlichen Poljustage die Zonenzeit (1) mit dem aktuellen Datum (2) in Übereinstimmung gebracht werden müssen. Zuvor ist noch die Differenz der geographischen Länge des Beobachtungsortes zum sog. Zeitmeridian einzustellen (3). In der Abbildung ist diese Einstellung für $\lambda \cong 7^\circ$ Ost (also ca. 8° westlich des 15° Längengrades, an dem die bei uns gültige MEZ gemessen wird) für den 10. Januar um 22:00 Uhr gezeigt! Hierbei ist besonders auf die Korrektur einer eventuellen Sommerzeit zu achten.

Abb. 2-17: Eine Montierung muss nicht, wie oft behauptet wird, für die Poljustage unbedingt horizontal ausgerichtet werden! Als gutes Gegenbeispiel kann die hier gezeigte Sideres-Montierung auf der Cuno Hoffmeister Gedächtnissternwarte in Windhoek/Namibia dienen. Sie ist trotz ihrer Verkipfung um fast 20° gegenüber dem Horizont so genau mit Hilfe der Scheiner-Methode auf den Himmelspol justiert worden, dass selbst bei Belichtungszeiten von 60 Minuten bei einer Brennweite von mehr als 2400mm nur minimale Korrekturen in der automatischen Nachführung notwendig sind.

durch Verstellung des Azimut- und Höhenwinkels der Rektaszensionsachse an der markierten Stelle positioniert. Nun muss der zweithellste Stern im Bildfeld (δ UMi) in die für ihn vorgesehene Markierung eingestellt werden. Sollte dies nicht auf Anhieb gelingen, rotiert man den Polsucher ein wenig und wiederholt die gesamte Prozedur bis es funktioniert. Auf der Südhalbkugel läuft die Justage analog ab, wobei hier die beiden Sterne σ und τ Octantis benutzt werden.

- Im ersten Moment erscheint die Polsucherkonstruktion wie sie z.B. von der Firma Vixen verwendet wird wesentlich komplizierter. Diese hat jedoch den Vorteil, dass das langsame Annähern an die exakte Position, wie sie bei der oben vorgestellten Polsucherbauart vorkommen kann, komplett entfällt! Nach zuvor erfolgter *genauer* Horizontalausrichtung der Montierung wird die Rektaszensionsachse mit den gleichen Mitteln wie bei den bisher kennen gelernten Ein-

stellmethoden zunächst grob auf den Himmelspol ausgerichtet.

Im nächsten Arbeitsschritt muss dann ein sog. Korrekturfaktor für die geographische Länge des Beobachtungsortes berechnet werden. Dieser ermittelt sich durch Bildung der Differenz der geographischen Länge des Beobachtungsortes und der geographischen Länge des für den Beobachtungsort gültigen Zeitmeridians.

Unter dem Zeitmeridian versteht man hierbei den Meridian, an dem die betreffende Zonenzeit des Beobachtungsortes gemessen wird. Für uns in Mitteleuropa (wo die MEZ gilt) ist dies der 15° östl. Längengrad, in Ländern mit Weltzeit (z.B. die Britischen Inseln) ist es der 0° Längengrad, usw... Für andere Orte kann man den betreffenden Zeitmeridian sehr leicht aus jedem besseren Atlas entnehmen.

Den so gefundenen Korrekturfaktor stellt man durch Verdrehen der Datumsscheibe an der Strichmarkierung des Polsuchers ein. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Korrektur in die richtige Richtung erfolgt. Zur Erinnerung: Die Angabe von Ost und West bezieht sich auf die Lage des Ortes relativ zum Zeitmeridian und *nicht* auf seine geographische Länge!

Als nächstes werden durch Verdrehen der Rektaszensionsachse das aktuelle Datum und die Uhrzeit auf den entsprechenden Skalen zur Deckung gebracht. Die Datumsskala darf hierbei jedoch *nicht* mehr relativ zum Polsucherfernrohr verdreht werden! Im letzten Arbeitsschritt bringt man dann durch Feinverstellung mit den Polhöhen- und Azimutschrauben den Polarstern bzw. die trapezförmige Sternfigur um σ Octantis in die Mitte der entsprechenden Markierungen.

Für alle bisher beschriebenen Ausrichtungsarten war es immer notwendig, dass man einen freien Blick auf den Himmelspol hatte.

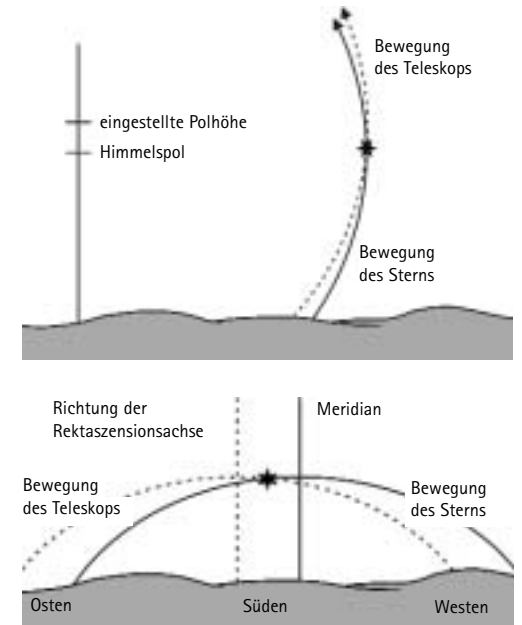


Abb. 2-18: Das Prinzip der Scheiner-Methode. Ist die Polhöhe der Montierung zu groß eingestellt (obere Abbildung), wird ein eingestellter Stern langsam nach Norden aus dem Bildfeld laufen. Der Höhenwinkel der Rektaszensionsachse muss also entsprechend verringert werden. Zeigt das Südende der Rektaszensionsachse der Montierung zu weit nach Osten (untere Abbildung), wird ein in Südrichtung stehender Stern ebenfalls nach Norden aus dem Bildfeld wandern. In diesem Fall muss der Azimutwinkel der Rektaszensionsachse im Uhrzeigersinn verstellt werden.

Was macht man jedoch, wenn dies, wie z.B. bei vielen Balkonsternwarten nicht gegeben ist? In einem solchen Fall kann man sich nur der sog. **Scheiner-Methode** bedienen!

Bei dieser Ausrichtmethode geht man zunächst einmal davon aus, dass die Stundenachse des Teleskops exakt in die Meridianebene (der Nord-Süd-Linie) zu bringen ist. Eine grobe Einstellung (auch der Polhöhe) kann dabei mit Hilfe der bereits kennen gelernten Methoden erfolgen.

Der maximal erlaubte Fehler der Poljustage

Ist die Polachse einer Montierung nicht genau genug auf den Himmelspol ausgerichtet, führt dies dazu, dass man während der Nachführung relativ häufig in Deklination korrigieren muss. Man versucht so den Effekt auszugleichen, den wir bereits bei der Scheiner-Methode zur Justage der Polachse benutzt haben!

Einerseits ist diese ständige Korrektur in Deklination natürlich sehr anstrengend, muss man doch fast permanent durch das Fadenkreuzokular schauen um entsprechend gegensteuern zu können. Andererseits führt diese Fehlausrichtung der Polachse auch dazu, dass nur der Leitstern wirklich als exakter Punkt auf dem fertigen Bild wiedergegeben wird – alle anderen Sterne werden zu mehr oder weniger großen Kreisbögen um diesen Nachführstern auseinandergedrückt.

Wie man sich leicht überlegen kann, werden diese Strichspuren um so deutlicher, ...

- je länger die Belichtungszeit ist
- je größer der Aufstellungsfehler der Montierung ist
- je größer das Filmformat ist
- je weiter der Abstand des Leitsterns von der Bildmitte ist
- je näher das aufgenommene Bildfeld dem Himmelspol steht

Interessant ist, dass dieser Fehler nicht, wie oft vermutet wird, von der verwendeten Brennweite abhängt! Dies ist eine sehr in-

teressante Feststellung, bedeutet sie doch, dass man für eine Aufnahme mit einem Weitwinkelobjektiv die Montierung genauso genau ausrichten muss, wie für eine Detailaufnahme mit mehreren Metern Brennweite.

Die genaue Berechnung einer Mindestgenauigkeit für die Poljustage ist sehr schwierig und würde im Rahmen dieses Buches zu weit führen. Es soll daher hier nur eine Faustformel (die für Deklinationen unter 60° gilt) genannt werden soll:

$$\rho = \frac{K}{t(r+1)} \cdot 0,3$$

Hierbei ist ρ der max. tolerierbare Ausrichtungsfehler der Polachse in Bogenminuten, K die Größe eines Filmkorns in μm , r der Abstand des Leitsterns in Bildfeldradien von der Bildmitte und t die verwendete Belichtungszeit in Stunden (!). Für eine Belichtungszeit von 1 Stunde auf 100ASA-Film (Korngröße ca. $15\mu\text{m}$) und einem Leitstern der etwa auf der Hälfte zum Rand des Bildfeldes liegt, muss die Polachse also bereits auf 3' genau ausgerichtet sein; liegt der Nachführstern am Bildfeldrand, verringert sich der erlaubte Ausrichtungsfehler bereits auf 2,25'. Man sollte also bemüht sein, immer einen Leitstern der nahe der Bildfeldmitte liegt für die Nachführung auszuwählen. Für Deklinationen über 60° sollte man die Polachse generell besser als 1' genau ausrichten.

Nun wird ein Stern ausgewählt, der nicht zu weit von Himmelsäquator und Meridian entfernt ist. Nach dem Einstellen des Sterns in die Mitte des Gesichtsfeldes des Teleskops wird die Deklination des Teleskops festgeklemmt.

In den folgenden Minuten wird nun durch Drehen der Rektaszensionsachse dem Lauf des Sterns nachgefolgt. Weicht der Stern allmählich nach Süden ab, so ist die Meridianebene des Teleskops zu weit nach Westen eingestellt, sofern wir nach Süden blicken. In

diesem Falle muss die Stundenachse des Fernrohres etwas nach Osten gedreht werden. Bewegt sich der Stern dagegen zum nördlichen Rand des Gesichtsfeldes, so muss die Meridianebene des Fernrohres etwas nach Westen gedreht werden. Unsere Beobachtungen werden so lange wiederholt, bis keinerlei Abweichungen nach Süden oder Norden mehr festzustellen sind.

Zur exakten Einstellung der Polhöhe wählt man anschließend einen anderen Stern aus, der sehr weit östlich des Meridians, aber wiederum in der Nähe des Himmelsäquators steht.

Abermals verfolgen wir bei festgeklemmter Deklination die Bewegung des Sterns. Weicht er nach Norden ab, so ist die Polhöhe des Instrumentes zu groß eingestellt. Weicht der Stern nach Süden ab, so ist sie zu klein.

Ein guter Beobachter kann auf diese Weise sein Teleskop in etwa einer halben Stunde mindestens genau so gut, ja meist sogar noch besser ausrichten, als es mit Hilfe eines Polsuchers möglich ist.

Für permanent aufgestellte Teleskope sollte man sowieso immer die Scheiner-Methode zum Ausrichten benutzen, da sie bei entsprechender Sorgfalt am genauesten ist. Man sollte sich in solch einem Fall ruhig einen ganzen Beobachtungsabend lang Zeit für die Teleskopausrichtung nehmen.

Immer wieder wird in Amateurkreisen darüber diskutiert, wie genau eine Montierung aufgestellt werden muss. Als pauschale Antwort könnte man nun natürlich sagen: »Immer so genau wie möglich!« Dies gilt sicherlich für fest aufgestellte Teleskope; für transportable Geräte sollte man sich hierüber vorher Gedanken machen, damit man nicht wertvolle Beobachtungszeit mit einer übertriebenen Poljustage verschwendet.

Wie gut eine Montierung ausgerichtet werden muss, hängt in erster Linie davon ab, für welches Einsatzgebiet die Montierung vor-

gesehen ist. Will man nur visuelle Beobachtungen machen, so muss dies, wie schon zu Beginn dieses Kapitels anklänge, nicht so präzise geschehen, als wenn man fotografieren will. Aber auch in letzterem Fall ist die Genauigkeit der Poljustage von einigen Faktoren abhängig (siehe Seite 80).

Als letztes soll an dieser Stelle noch mit einem weit verbreiteten Irrglauben aufgeräumt werden. Immer wieder hört man nämlich in Amateurkreisen, dass eine genaue Ausrichtung auf den Himmelspol *nur* dann möglich ist, wenn die Basis der Montierung zunächst hundertprozentig horizontal ausgerichtet wurde. Dies ist *nur* bei der Verwendung von Polsuchern nach dem zweiten vorgestellten Prinzip (z.B. von *Vixen*) notwendig! In allen anderen Fällen ist es egal, wie die Grundplatte der Montierung im Raum steht, die Hauptsache ist, die Rektaszensionsachse zeigt genau auf den Himmelspol.

Wo lässt man sein Teleskop, wenn man nicht beobachtet?

Im Normalfall wird man als Amateurastronom sein Teleskop nach jeder Beobachtung wieder in seine Komponenten zerlegen um es an einem geschützten Ort, z.B. in der eigenen Wohnung, aufzubewahren. Diese Art der Lagerung stößt bei größeren Instrumenten jedoch leider oftmals auf das Unverständnis der anderen Familienmitglieder, so dass das teure Gerät bald in irgendeiner, meist viel zu feuchten Kellerecke landet. Wenn mit dem Teleskop nur aus dem eigenen Garten heraus beobachtet werden soll, wird man es außerdem auch bald als lästig empfinden, das Instrument vor jeder Beobachtung zusammenzubauen und auszurichten sowie nach der Beobachtung wieder zerlegen zu müssen. Man wird also früher oder später nach einer Möglichkeit suchen, sein Teleskop am Beobachtungsort fest aufzubauen. Für die feste Aufstellung einer Montierung

wurden auf Seite 70 bereits die beiden gebräuchlichsten Arten der festen Säule vorgestellt. Wie aber schützt man nun das Instrument vor Umwelteinflüssen wie Feuchtigkeit und Schmutz? In der Regel wird man unter fünf verschiedenen Möglichkeiten wählen:

- zumindest die Montierung verbleibt permanent auf der Säule, während das Teleskop nach erfolgter Beobachtung jedes Mal wieder abgenommen und an einem geschützten Ort (z.B. in der Wohnung) aufbewahrt wird. Damit die Montierung nicht ungeschützt ist, wird sie mit einer **wetterfesten Plane** abgedeckt.

Im einfachsten Fall ist diese Abdeckplane ein Müllsack. Wer es lieber etwas stabiler mag, benutzt eine Abdeckhaube für Gartenstühle, wie sie heute in fast jedem Baumarkt fertig zu kaufen ist. Teurer, aber auch wesentlich stabiler ist es, wenn man sich eine LKW-Plane entsprechend anfertigen lässt.

Diese Art der Aufstellung ist relativ preiswert, besitzt aber einen entscheidenden Nachteil: das eigentliche Teleskop sowie sämtliches Zubehör muss immer noch bewegt werden! Dafür entfällt allerdings das lästige Justieren der Montierung vor jeder Beobachtung.

Je nachdem, wo das Teleskop aufbewahrt wurde, muss man auch noch einige Zeit abwarten, bevor man mit der eigentlichen Beobachtung beginnen kann, damit sich eventuelle Temperaturunterschiede zwischen Teleskop und der Umgebungsluft ausgeglichen haben. Macht man dies nicht, so beeinträchtigen winzige Luftturbulenzen (wie man sie auch an heißen Tagen z.B. über einer Straße beobachten kann) die Beobachtung. Sie können die Auflösung des Teleskops wesentlich herabsetzen.

Während der eigentlichen Beobachtung bietet diese Art der Aufstellung keine wesentlichen Vorteile gegenüber einem transportablen Teleskop. Der Beobachter und das



Abb. 2-19: Will oder kann man keinen richtigen Schutzbau für das Teleskop bauen, besteht die Möglichkeit die auf der Säule verbleibende Montierung mit einer Plane vor Wettereinflüssen zu schützen. Zur Beobachtung wird nur noch das eigentliche Teleskop aufgesetzt.

Instrument sind immer noch allen äußeren Einflüssen wie z.B. Wind oder störenden Lichtquellen ungeschützt ausgesetzt.

- Das komplett aufgebaute Teleskop verschwindet bei Nichtbenutzung unter einer **abrollbaren Hütte**.

Zum leichteren Auf- und Zuschieben bietet es sich an, die Rollen des Schutzbaus auf Schienen oder in im Boden verlegten U-Profilen laufen zu lassen.

Diese Art des Schutzbaus bietet gegenüber der einfachen Abdeckplane nicht nur den Vorteil, dass das Teleskop sofort zur Beobachtung bereit ist, man kann auch zusätzlich Zubehörteile wie z.B. Okulare in der Hütte lagern.



Abb. 2-20: Die Schutzbauten der Teleskope des Turtle Star Observatory im geschlossenen Zustand (links) und während der Beobachtung (rechts). In der im Hintergrund sichtbaren Rolldachhütte befindet sich ein Celestron C8. Für den im Vordergrund sichtbaren 4"-Refraktor dient eine abrollbare Hütte als Wetterschutz.

Da solch ein Schutzbau nicht beheizt ist, wird das Teleskop im Normalfall meist Außentemperatur haben, so dass man sofort nach dem Freischieben mit der Beobachtung beginnen kann. Lediglich an sehr heißen Sommertagen kann sich die Luft in der Rollhütte leicht erwärmt haben. Für solche Tage sollten bei der Planung der Hütte direkt Möglichkeiten wie z.B. Belüftungsschlitze vorgesehen werden, um einer zu starken Aufheizung vorzubeugen.

Da die Hütte während der Beobachtung komplett weggeschoben wird, stehen Beobachter und Instrument, wie bei der Lösung mit der Abdeckplane, noch immer ungeschützt im Freien. Lediglich wenn der Wind aus der Richtung, in die die Hütte abgefahren wird, weht, bietet sich ein minimaler Windschutz.

Da nur das Teleskop in der Hütte Platz finden muss, kann diese relativ kompakt gehalten werden. Im allgemeinen wird man so (je nach Teleskop) mit einer Grundfläche von 1m×1,5m auskommen.

Abrollbare Hütten kann man nicht fertig kaufen, sie sind allerdings ohne sehr großen Aufwand leicht selbst herzustellen. Wenn man sich beim Material auf Holz beschränkt, kann man die kompletten Kosten auch ohne weiteres unter 500 Euro halten. Die Bauzeit der oben gezeigten abfahrbaren Hütte betrug nur zwei Tage.

- Das komplette Teleskop wird in einer **Schutzhütte mit Rolldach** aufgestellt.

Auch bei dieser Art der Unterbringung ist das Teleskop sofort einsatzbereit. Wie bereits bei der abrollbaren Hütte kann es jedoch auch hier, wenn der vorherige Tag



Abb. 2-21: Eine Kuppel, wie hier am Goldendale Observatory in Goldendale/Washington, ist für den Laien das äußere Erkennungszeichen einer Sternwarte. Sie bietet zwar optimalen Rundumschutz gegen Licht und Wind, schränkt aber auch den freien Blick auf den kompletten Himmel ein. Nach besonders heißen Tagen kann es in einer Kuppel auch zu thermischen Problemen kommen.

sehr warm war, kurzzeitige Probleme mit angestauter Wärme und den mit ihr einhergehenden Turbulenzen geben.

Gegenüber der abrollbaren Hütte bietet eine Rolldachhütte während der Beobachtung jedoch zumindest einen etwas besseren Schutz gegen Wind.

Da sich der Beobachter während der Benutzung des Teleskops mit in der Hütte aufhält, muss eine Rolldachhütte wesentlich größer dimensioniert werden als eine abrollbare Hütte. Es darf schließlich nicht vergessen werden, dass man neben dem Teleskop vielleicht auch noch einige Ablagemöglichkeiten für Zubehör unterbringen möchte. Will man gar mit Hilfe einer

CCD-Kamera (siehe weiter hinten in diesem Buch) beobachten, muss man schließlich auch noch solch sperrige Dinge wie einen Computer in der Nähe des Teleskops unterbringen können.

Die im Bildbeispiel gewählten Innenmaße von 1,8m×2,3m sind daher z.B. gerade eben ausreichend, um ein solch kompaktes Teleskop wie einen 20cm-Schmidt-Cassegrain unterzubringen. Eine Hütte für ein 30cm Spiegelteleskop sollte z.B. mindestens einen Innenraum von 3m×3m haben! Hierbei ist dann zusätzlich zu bedenken, dass das Schiebedach mit zunehmender Größe auch immer schwerer wird, so dass es (je nach Art des verwendeten Baumaterials) nicht

mehr von einer Person alleine ohne motorische Hilfe bewegt werden kann.

Wie bereits die abrollbaren Hütten, sind auch Rolldachhütten nicht fertig zu kaufen. Trotz Selbstbau kann eine Rolldachhütte aber, je nach Aufwand und Größe, immer noch sehr teuer werden. Im Fall der manuell zu öffnenden Holzhütte (siehe Abbildung) beliefen sich die Ausgaben auf ca. 2500 Euro. Dies dürfte allerdings wohl eher am unteren Ende der Preisskala liegen.

Die Bauzeit betrug in obigem Fall, bei durchschnittlich fünf Helfern, etwa zehn Wochenenden!

- An Stelle eines abrollbaren Daches ist es auch möglich eine **Schutzhütte mit Klappdach** konstruieren.

Sie bietet prinzipiell die gleichen Vor- und Nachteile wie eine Rolldachhütte, kann aber aufgrund des Klappmechanismus des Daches nicht mit ganz so großer Grundfläche gebaut werden.

Klappdachhütten werden je nach Art der Konstruktion etwas teurer als gleichgroße Rolldachhütten ausfallen. Auch sie sind nicht käuflich erhältlich, so dass der Selbstbau gefordert ist.

- Die wohl klassische Art und Weise ein komplettes Teleskop aufzustellen, ist eine um 360° drehbare **Kuppel**. Nicht umsonst wird diese Art des Schutzbaus von Laien sofort mit einer Sternwarte assoziiert.

Gegenüber den Schutzhütten mit Roll- oder Klappdach bietet die Kuppel aufgrund ihrer komplett geschlossenen Bauweise einen fast vollkommenen Licht- und Windschutz! Hieraus ergibt sich aber auch gleich der größte Nachteil einer Kuppel gegenüber einer solchen Hütte, der sich besonders bei Sternwarten in denen oft mit Publikum beobachtet wird (z.B. Volkssternwarten) bemerkbar macht: Gerade ungeübte Beobachter können sehr leicht die Orientierung verlieren, da immer nur ein kleines Himmelsreal durch den Kuppelspalt sichtbar ist.

Nach besonders heißen Tagen, aber auch wenn viele Leute in der Kuppel während der Beobachtung anwesend sind, entsteht ein weiteres Problem: thermische Turbulenzen. Da die warme Luft nur durch den Kuppelspalt das Gebäude verlassen kann, ziehen die wabernden Luftschwaden immer genau vor dem Teleskop, welches ja ebenfalls durch den Spalt sieht, vorbei. An hochauflösende Beobachtungen ist in solchen Fällen nicht mehr zu denken. Ein Problem, von dem der Beobachter in einer Roll- oder Klappdachhütte meist verschont bleibt.

Der schmale Kuppelspalt führt außerdem noch zu zwei weiteren Problemen gerade bei der Astrofotografie, welche von vielen Amateurastronomen oft übersehen werden: Da nur ein schmaler Himmelsausschnitt sichtbar ist, können keine Bilder mehr mit Weitwinkelobjektiven aufgenommen werden, und außerdem muss der Kuppelspalt bei längeren Belichtungszeiten mit dem Teleskop mitbewegt werden, da er sonst den Blick auf das zu fotografierende Objekt versperrt.

Der größte Nachteil einer Kuppel wird jedoch immer ihr sehr hoher Preis sein. Im Gegensatz zu den anderen hier vorgestellten Schutzbauten kann man zwar Kuppeln mit verschiedenen Durchmessern fertig kaufen, die kleinsten Modelle aller Hersteller (meist mit einem Durchmesser von 2m) kosten jedoch alle bereits um die 5000 Euro. In diesem Preis ist jedoch nur die Kuppel selbst enthalten, der dazugehörige Unterbau muss in allen Fällen noch selbst gebaut oder zusätzlich gekauft werden, was den Preis noch einmal mindestens um 1000 Euro erhöht.

Wer sich trotzdem für eine Kuppel entscheiden sollte, muss bedenken, dass in einer solchen 2m-Kuppel nicht gerade viel Platz um das Teleskop herum verbleibt! Besonders wenn neben dem Teleskop auch noch eine kleine Ablagemöglichkeit für

Zubehör in der Kuppel untergebracht werden soll, wird es bei dieser Baugröße bereits bei den weit verbreiteten kompakten Schmidt-Cassegrain-Teleskopen mit 20cm Durchmesser sehr eng.

Kuppeln mit größeren Durchmessern sind zwar auch fertig erhältlich, kosten jedoch weit über 10000 Euro, so dass hier nicht weiter auf sie eingegangen werden soll.

Den kompletten Selbstbau einer Kuppel, der natürlich wesentlich günstiger als der Fertigaufbau ist, sollten allerdings nur handwerklich sehr erfahrene Sternfreunde in Erwägung ziehen, da er nicht gerade einfach ist.

Aufnahmen durch das Teleskop

Mit den bis jetzt kennen gelernten Möglichkeiten sind wir in der Lage, schwache, aber großflächige Himmelsobjekte zu fotografieren. Wie wir bereits gesehen haben, ist es mit Hilfe der auf ein Teleskop (oder auch nur auf ein Stativ) aufgesetzten Kamera sogar möglich, Übersichtsaufnahmen von der Mond- und Sonnenoberfläche zu erhalten. Will man aber außerdem noch die kleinsten Mondkrater und Sonnenflecken auf einem Foto festhalten, so muss man zu anderen Mitteln greifen.

Bereits bei der Vorstellung der verschiedenen Objektivkonstruktionen weiter vorne in diesem Buch, wurden die seit der Öffnung des Ostblocks auch bei uns angebotenen Spiegel-Objektive mit Brennweiten von bis zu 1000mm vorgestellt. Mit einem Telekonverter, einer die Brennweite verlängernden zusätzlichen Linsenkomposition, ist man mit einem solchen Objektiv bereits in der Lage, erste Schritte auf dem Gebiet der langbrennweitigen Astrofotografie zu wagen.

Rein theoretisch wäre es zwar auch möglich, direkt Kameraobjektive mit $f=2000\text{mm}$ oder noch längerer Brennweite herzustellen, doch würden diese dann sehr groß und damit unhandlich werden. Auch wäre ein solches Objektiv sehr teuer, da es nicht gerade mehr im Bereich der alltäglichen Brennweiten liegt und daher auch nicht viele »normale« Käufer findet. Dies ist auch der Hauptgrund, weshalb es, soviel der Autor weiß, ein solches Objektiv in keinem Angebot der großen Herstellerfirmen gibt. Die Firmen *Minolta* und *Nikon* hatten sogar vor einigen Jahren Spiegel-Objektive mit Brennweiten um 1500mm in ihrem Lieferprogramm, ihr Preis lag allerdings weit über 5000 Euro!