DIE QUAL DER WAHL

Montierungen für visuelle und fotografische Nutzung

von Dr. Kai -Olver Detken, Grasberg

Wenn man sich auf die Suche nach einem neuen Teleskop begibt, sollte man sich zuerst damit auseinandersetzen, welche Objekte man mit dem Gerät schwerpunktmäßig beobachten oder fotografieren will. Denn jedes Teleskop bietet unterschiedliche Vor- und Nachteile für beide Disziplinen. Hat man diese Anforderungen im Blick, steht man vor der nächsten Qual der Wahl: der Auswahl der Montierung. Hier gilt es grundlegend zwischen azimutal und parallaktisch zu unterscheiden. Aber auch nachdem man sich hier festgelegt hat, gibt es eine riesige Auswahl an Möglichkeiten für heutige Hobbyastronomen, die nicht zu einfachen Entscheidungswegen führen. Schließlich will man mit der Montierung viele Jahre eine gute Basis für sein Teleskop schaffen, um sich auf die Objekte des Himmels konzentrieren zu können. Daher soll dieser Artikel einmal diese unterschiedlichen Möglichkeiten aufzeigen und evtl. die ein oder andere Anregung bieten.

Als Einsteiger beschäftigt man sich erfahrungsgemäß eher mit dem Teleskoptyp und weniger mit der Montierung. Das liegt zum einen an der fehlenden Erfahrung, aber zum anderen auch daran, dass es heute gute Komplettangebote gibt, die bereits die Montierung mit enthalten. So stellte ich mir 2007 auch nicht die Frage, welche Montierungstypen es gibt, sondern welche Teleskope für mich in Frage kommen. Da ich mich schon immer für Schmidt-Cassegrain(SC)-Teleskope und automatische Goto-Ansteuerung interessiert hatte, lag es auf der Hand so ein Teleskoptyp auch auszuwählen - unabhängig von der Montierung. Außerdem hatte ich verschiedene Vorstellungen davon, was ich damit machen wollte. Es sollte auf der einen Seite leicht sein, damit man es auch ins Feld oder zur AVL mitnehmen kann. Eine kompakte Bauweise, die der große Vorteil von SC-Teleskopen ist, sollte auch vorhanden sein. Die Goto-Montierung sollte leicht zu bedienen sein und eine exakte Ausrichtung ermöglichen. Auch die Lichtstärke spielte natürlich eine Rolle, da ich auch Galaxien oder Nebel damit beobachten wollte. Dementsprechend musste die Öffnung mindestens 8“ betragen. Damit man im Feld auch ohne 12-Volt-Autobatterie zurechtkommt, sollte eine integrierte Akkuversorgung vorhanden sein. Der Anschluss an einen Computer sollte ebenfalls ermöglicht werden können und zu guter Letzt sollte auch später Astrofotografie damit umsetzbar sein. Wie ich heute weiß, sind alle Anforderungen kaum in einem Gerät umzusetzen. Aber ich wollte möglichst viele Merkmale berücksichtigen, da ein solches Teleskop ja auch möglichst häufig zum Einsatz kommen sollte.

Azimutale versus parallaktische Montierung

In der Ausgabe 29 der Himmelspolizey bin ich in dem Artikel „Lichtstärke in der Astrofotografie oder Brennweite ist nicht alles“ [1] bereits

Abb. 1: SC-Teleskop mit azimutaler Gabelmontierung und aufgesatteltem ED70-Refraktor.

auf verschiedene Teleskop-Bauweisen eingegangen. Dieses Mal steht allerdings die Montierung im Vordergrund, unabhängig vom Teleskop. Sie ist das Verbindungsstück zwischen Optik und Tubus sowie dem Bodenstativ. Mithilfe der Montierung lässt sich das Teleskop in alle Richtungen drehen. Es lassen sich hier grundsätzlich zwei verschiedene Arten nennen:

Azimutale Montierung:
Bei diesem Typ lässt sich die Optik in zwei verschiedene Achsen bewegen – waagerecht und senkrecht. Die Nachführung muss immer durch beide Achsen erfolgen.

Parallaktische Montierung:
Teleskope mit einer parallaktischen Montierung lassen sich in Deklination und Rektaszension bewegen, während die Rektaszensionsachse genau in Richtung Himmelspol (Polarstern) zeigt. Eine Nachführung findet hauptsächlich durch eine Achse statt.

Die azimutale Montierung wird meist in Form zweier Gabelarme umgesetzt, zwischen denen das Teleskop montiert ist (siehe Abb. 1), wenn man von den Dobson-Montierungen einmal absieht. Der maximal mögliche Instrumentendurchmesser hängt dabei von der Weite der beiden Gabelarme und ihrer Stabilität ab, weshalb die zweiarmige Gabelmontierung speziell für das jeweilige Teleskop gefertigt wird. Der alternative Einsatz unterschiedlicher Instrumente ist dadurch leider nicht möglich, es sei denn, ein weiteres Teleskop (z.B. ein kleiner Refraktor) wird auf das vorhandene aufgesattelt. Allerdings muss dann die Stabilität weiterhin gewährleistet werden können und die Motoren entsprechende Leistungsreserven aufweisen, damit die Nachführung weiterhin problemlos ermöglicht werden kann. Es gibt auch einarmige Gabelmontierungen, die sich zwar etwas flexibler bzgl. der einsetzbaren Optiken verhalten, aber durch die einseitige Belastung des Gabelarms weniger belastet werden können. Sie eignen sich daher nur für kleinere und leichte Instrumente.

In Abb. 1 wird ein gerader Gabelarm gezeigt, der ein SC-Teleskop mit 8“ Öffnung trägt sowie einen aufgesattelten ED70-Refraktor. Solche geraden Gabelarme sind deutlich stabiler, als abgewinkelte Gabelarme und besitzen ein relativ geringes Eigengewicht, wodurch sich ihre Transportfähigkeit erhöht. Allerdings sind sie auch Schwingungsanfälliger, weshalb man Optiken mit kurzen Tuben bevorzugen sollte. Sie sind daher standardmäßig mit SC-Teleskopen im Einsatz. Zudem schaut man bei SC-Teleskopen von hinten durch die Optik, weshalb etwaiges Zubehör (z.B. ein zusätzlicher Crayford-Auszug) das „Durchschlagen“ eines Teleskops in der Nähe des Zenits verhindert. Das ist in den meisten Fällen aber nicht nachteilig, da man erstens oftmals nicht genau im Zenit Objekte beobachtet und man zweitens fotografisch bei der azimutalen Montierung sowieso dabei an die Grenzen stößt. Vorteilhaft hingegen ist das schnelle Einstellung von Objekten, die gute Transportfähigkeit sowie die einfache Handhabung. Eine Ausrichtung des Teleskops ist in wenigen Minuten beendet und die Beobachtung (oder Fotografie) kann unmittelbar danach beginnen.

Die parallaktische Montierung (siehe Abb. 2) ist von Haus aus für die Fotografie vorgesehen worden. Diese Montierungen ermöglichen, bei entsprechender Aufstellung, einem Himmelsobjekt nur in einer Achse zu folgen. Diese Achse muss hierfür parallel zur Erdachse ausgerichtet werden, was in den meisten Fällen durch die Hinzunahme eines Polsuchers geschieht, um den Polarstern für die Justierung zu nutzen. Eine Variante der parallaktischen Montierung ist die Deutsche Montierung. Sie wurde durch Josef von Fraunhofer hoffähig gemacht, der zu Beginn des 19. Jahrhunderts seine gebauten Teleskope mit dieser Montierung ausstattete. Der Teleskoptubus wird hierbei an einem Ende der Deklinationsachse befestigt und

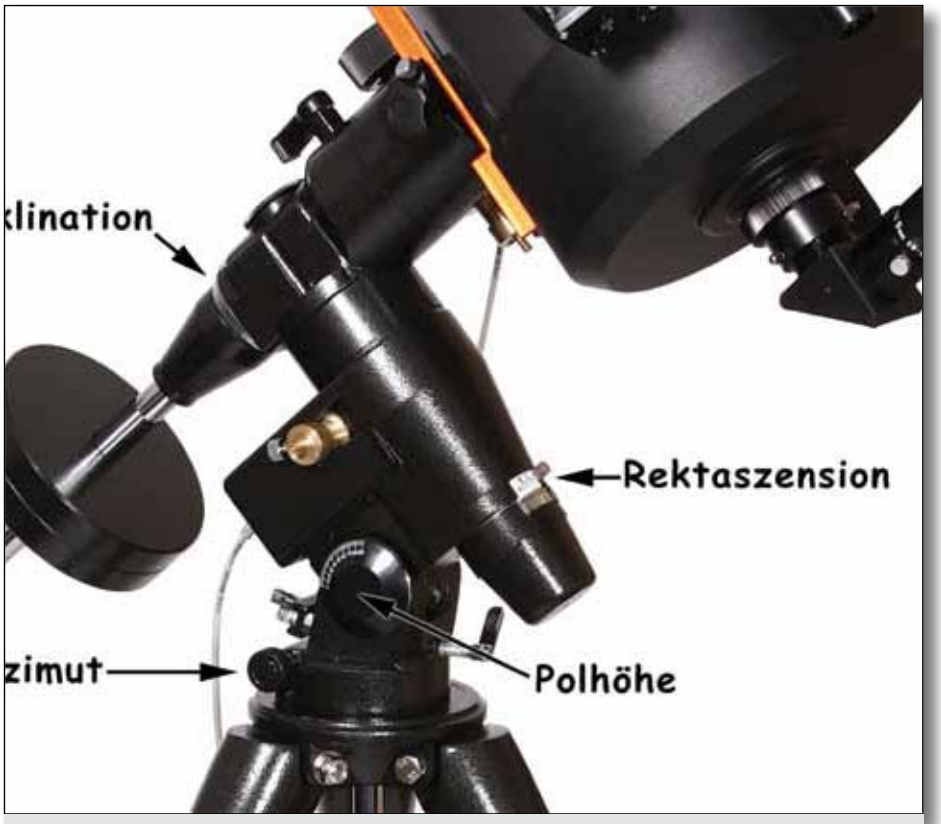

Abb. 2: Parallaktische Montierung eines SC-Teleskops [3].

unterliegt kaum Einschränkungen bzgl. Länge und Durchmesser des aufzunehmenden Instruments. Es können verschiedene Instrumente relativ schnell gewechselt werden, wobei darauf geachtet werden sollte, dass der Schwerpunkt des Tubus und aller angebauten Zubehörteile exakt in der Verlängerung der Deklinationsachse liegt. Die daraus resultierende einseitige Belastung wird durch Gegengewichte ausgeglichen, die an der gegenüberliegenden Seite befestigt sind. [2]

Die Vorteile einer Montierung, die nur in einer Achse nachgeführt wird, liegen in den komfortablen, umfangreichen und präzisen Einstellungsmöglichkeiten sowie das daraus resultierende einfache Auffinden von Sternen. Allerdings kann es bei Nachführungen über den Meridian hinaus zum gefürchteten Umschlagen des Teleskops kommen. Das heißt, Objekte die über den Meridiandurchgang hinaus beobachtet oder fotografiert werden, führen früher oder später zu einem Zusammenstoß mit dem Montierungskörper. Um dies zu vermeiden, muss frühzeitig von der West- in die Ostlage umgeschwenkt werden. Zwar sind die meisten Deutschen Montierungen so konstruiert, dass die noch eine Weile über die Südposition des Objekts nachführen. Zudem ist eine parallaktische Montierung schwerer als eine Gabelmontierung, nicht so leicht auszurichten und schlechter transportabel. Während man eine Gabelmontierung inkl. des Teleskops meist bequem ohne Umbau in den Garten schleppen kann, muss bei der parallaktischen Montierung das Teleskop, die Gewichte und die Montierung sowie ggf. das Stativ einzeln transportiert werden. Auch bei der Poljustierung geht weitere Beobachtungszeit verloren. Daher ist sie schwerer handhabbar und gerade für Einsteiger nicht immer zu empfehlen.

Abb. 3: Rosettennebel (NGC 2244) bei 420 mm Brennweite, 91 x 60 sec Bilder, Kamera Canon 1000Da.

Fotografie oder Beobachtung

Der hauptsächliche Nachteil einer azimutalen Montierung ist, dass sie ein Himmelsobjekt nur durch Verstellung beider Montierungsachsen am Himmel verfolgen kann. Da Objekte am Himmel sich in Kreisbögen bewegen, ist dies ein Nachteil bei der Fotografie: die Ausrichtung des Bildfeldes der Kamera bleibt relativ zum Horizont immer gleich, während die Sterne zu kleinen Kreisbögen um den Nachführstern auseinandergezogen werden. Deshalb erhält man bei azimutalen Montierungen automatisch bei längeren Belichtungszeiten eine Bildfelddrehung. Um dies zu verhindern lassen sich azimutale Montierungen wie folgt erweitern:

a. Bildfeldderotator: der Derotator wird zwischen Okularauszug und Kamera eingebaut und ermöglicht es, die Kamera während der Belichtungszeit entgegengesetzt zur Bildfeldrotation zu bewegen. Dieses System muss allerdings mit der Montierung und der Goto-Steuerung stark abgestimmt werden.

b. Polhöhenwiege: die Gabelmontierung wird auf eine Polhöhenwiege geschraubt, so dass sie parallel zur Erdachse gekippt wird. Dadurch wird aus einer azimutalen auf einmal eine parallaktische Gabelmontierung.

Die erste Lösung muss sehr stark an das Teleskop- und die Montierung angepasst sein und liefert oftmals keine zufriedenstellende Resultate. Hinzu kommt, dass solche Lösungen recht kostspielig sind. Die Polhöhenwiege stellt eine gute Alternative dar, wobei

zu beachten ist, dass der Gabelarm ausreichend stabil konstruiert sein sollte, da nun das gesamte Gewicht des Teleskops nur noch von einem Arm gehalten wird. Dadurch wird das Gesamtsystem wieder schwingungsanfälliger und ist nicht mehr so transportabel.

Als dritte Lösung kann man relativ kurze Belichtungen wählen und dafür mehr Einzelaufnahmen machen. Dadurch fällt die Bildfelddrehung nicht mehr so stark ins Gewicht und es lassen sich ebenfalls bereits Deep Sky-Aufnahmen erstellen. Die Belichtungszeit ist dabei allerdings abhängig von der Brennweite. So lassen sich beispielsweise bei 420 mm Brennweite noch 60 sec recht gut verwenden, wie eigene Erfahrungen gezeigt haben, während bei 1.600 mm Brennweite eher 30 sec ausgewählt werden sollten. Stacking-Programme wie Deep Sky-Stacker [4] kompensieren die Bildfelddrehung und schneiden den Rand heraus, der nicht mehr zu korrigieren ist. So ist auch die Abb. 3 vom Rosettennebel entstanden, die auf der azimutalen LX90-Montierung mit einem ED70-Refraktor aufgenommen wurde. 91 Bilder sind dabei übereinandergelegt worden, die jeweils 60 sec lang belichtet sind. Wie man sieht, können daher auch mit azimutalen Montierungen bereits Deep Sky-Aufnahmen gelingen. Noch einfacher lassen sich natürlich Mond- oder Sonnenaufnahmen damit anfertigen, da diese Aufnahmen unterhalb von einer Sekunde angefertigt werden. Hierbei spielt die Montierungsart kaum noch eine Rolle. Bei Planeten ist dies ebenfalls der Fall. Allerdings wird hier in jedem Fall keine DSLR-Kamera mehr verwendet, sondern eine CCD- oder CMOS-Chip-Kamera, die per Videostream die Einzelbilder aufzeichnet. Dadurch lassen sich innerhalb von 60 sec bis zu 2.000 Bilder aufnehmen, je nach Belichtungszeit und Frame/sec-Rate (FPS) der Kamera. Der so entstandene Film wird von Programmen wie z.B. Autostakkert!2 [5] in Einzelbilder zerlegt, wobei die besten aus dem Datenstrom ausgesucht und übereinandergelegt werden. Wie dies im Einzelnen funktioniert, wurde in Ausgabe 37 der Himmelspolizey [6] bereits ausgiebig beschrieben.

Wenn man allerdings langbelichtete Einzelaufnahmen erstellen will, kommt man um eine parallaktische Montierung oder eine Polhöhenwiege nicht herum. Dann sind Einzelbilder von 5, 10, 15 min und mehr möglich, die dann ebenfalls mit den anderen Aufnahmen übereinandergelegt werden. Da bereits ein Bild mehr Bild-

Eigenschaften	HEQ5SkyScan	NEQ6SkyScan	AS-VX	CGEM/-(DX)
Hersteller	Skywatcher	Skywatcher	Celestron	Celestron
Eigengewicht	7,4 kg	16 kg	7,7 kg	18,6 kg
Stativgewicht	4,5 kg	7,5 kg	8,2 kg	7,7/20,4 kg
Belastbarkeit	12 kg	18 kg	14 kg	20/22 kg
Meridianschwenk	Montierung schlägt um	Montierung schlägt um	Kein „Meridian-Flip“	30 Grad über den Meridian
PEC	Progammierbar	Progammierbar	Progammierbar	Progammierbar
Goto-Ausrüstung	SynScan	SynScan	NexStar+	NexStar
Goto-Objekte	13.400	13.400	40.000	40.000
Eichung	One-Star, Two-Star, Three-Star	One-Star, Two-Star, Three-Star	One-Star, Two-Star, Three-Star	One-Star, Two-Star, Three-Star
Einnordung	Polsucher (bel.)	Polsucher (bel.)	Polsucher, All-Star Polar-Alignment	Polsucher, All-Star Polar-Alignment
Autoguider-Port	ST4	ST4, LX200, ASCOM	ST4	ST4, LVI, LX200, ASCOM
Prismenklemme	2“ Losmandy	2“ Losmandy	2“ Losmandy	3“ Losmandy
Anleitung	Englisch	Englisch	Englisch/ Deutsch	Englisch/ Deutsch
Motorengeräusche	Gering	Gering	Mittel	Hoch
Transportierbarkeit	Hoch	Mittel	Hoch	Mittel/Niedrig
Preis	1.050 Euro	1.300 Euro	950 Euro	1.700/2.400 Euro

Tabelle 1: Gegenüberstellung der parallaktischen Montierungen mit Schneckengetriebe.

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Montierungen mit Schneckengetriebe. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass es zu einem periodischen Nachführfehler kommt, der die herstellungsbedingten mechanischen Ungenauigkeiten der Schnecke und des Schneckenrades offenbart. Folgende Einflüsse können zu dem Fehler beitragen: [7]

a. Rundlauffehler des Schneckenrades
b. Rundlauffehler der Schnecke
c. Steigungsfehler der Schnecke
d. Höhenschlag der Schnecke
e. Zentrierfehler der Schnecke sowie der Wellenlagerung
f. Lagerspiel
g. Staub- und Schmutzteilchen in der Lagerschmierung

Abb.4: Schneckenradgetriebemontierungen (EQ5, EQ6, AS-VX, CGEM, CGEM-DX).

informationen enthält, benötigt man insgesamt wesentlich weniger Aufnahmen, aber die gleiche Gesamtaufnahmedauer. Allerdings sortiert man schlechte Aufnahmen jetzt auch sehr ungern aus, da man dann gleich 10 oder mehr Minuten verlieren würde. Da aber eine genaue Nachführung durch die parallaktische Montierung vorgenommen wird, bei exakter Ausrichtung auf den Himmelspol und dem Auspendeln der Gewichte, kommt keine Bildfelddrehung mehr zustande. Dadurch lässt sich der gesamte Bildausschnitt verwenden und nicht mehr nur der mittlere Teil.

Parallaktische Montierungen mit Schneckenantrieb

Die Wahl der Montierung ist wie erwähnt, besonders für die Fotografie wichtig, stellt sie doch die Basis dar und muss sehr stabil und präzise nachführen. Sie sollte aber noch tragbar sein, wenn man sie mobil nutzen möchte oder sie zumindest im Garten immer wieder aufbauen muss. Zwar kann man auch eine Montierung in ihre Bestandteile zerlegen (Gewichte, Montierung, Stativ) und die Optik nachträglich draufsatteln, aber je mehr Aufwand dies bedeutet, umso weniger wird man sich zu Beobachtungsnächten herauswagen. Der Vorteil meiner bisherigen azimutalen Montierung war, dass ich das gesamte Teleskop mitsamt der Montierung und dem Stativ als eine Einheit nach draußen tragen konnte. Dadurch war man sehr schnell Beobachtungsbereit und konnte auch kleinere Schönwetterperioden ausnutzen. Dies ist mit einer soliden parallaktischen Montierung nicht mehr möglich, die auch schwerere Optiken tragen soll.

Das typische Arbeitsgerät einer parallaktischen Montierung mit Schneckenantrieb ist eine HEQ5SkyScan oder eine NEQ6SkyScan des chinesischen Herstellers Skywatcher, wobei es hier einige Montierungsvariationen zu beachten gilt. Diese Montierungen sind bereits mit Motoren und Steuerung ausgerüstet, so dass man die Goto-Einrichtung für automatisches Anfahren der Himmelsobjekte nutzen kann. Eine ST4-Guiding-Schnittstelle ist ebenfalls vorhanden, um mittels Leitrohr die Nachführung zu verbessern. Der Hauptunterschied zwischen beiden Montierungen ist ihre Tragfähigkeit. Während die HEQ5 ca. 12 kg tragen kann, schafft die NEQ6 bis zu 20 kg. Allerdings sollte man, wenn man fotografisch unterwegs ist, die Tragfähigkeit nicht bis zum letzten ausreizen, sondern immer einen ordentlichen Puffer einplanen. Denn die Stabilität ist bei Langbelichtungen am wichtigsten. Das heißt, die kleinere Montierung sollte nur bis ca. 8 kg belastet werden, während die größere Montierung bis zu 15 kg wegstecken sollte. Die höhere Tragfähigkeit erkauft man sich allerdings auch durch ein höheres Gewicht: während die HEQ5 nur 7,4 kg wiegt (exklusive Stativgewicht von 4,5 kg), bringt die NEQ6 bereits ein Eigengewicht von 16 kg auf die Waage (exklusive Stativgewicht von 7,5 kg).

Diese Einflüsse machen sich bei Langzeitbelichtungen negativ bemerkbar, weshalb moderne Montierungen heute in der Lage sind den eigenen Schneckenfehler aufzunehmen und die periodischen Nachführ-Ungenauigkeiten durch die Funktion Periodic Error Correction (PEC) auszugleichen. Alle hier aufgeführten Montierungen sind dazu in der Lage, wobei die PEC-Werte bei jeder Aufstellung neu ermittelt werden müssen, da die Montierungen diese nach Abschaltung des Stroms leider wieder vergessen.

Die Einnordung geschieht normalerweise über den eingebauten Polsucher, der bei den Starwatcher-Montierungen mit im Lieferumfang enthalten ist, während Celestron diesen optional anbietet. Dies liegt daran, dass Celestron eine sog. All-Star Polar-Alignment-Methode anbietet, die die Einnordung ohne Polsucher erlaubt. In diesem Fall wird das Stativ mit der Montierung grob nach Norden aufgestellt und die Two-Star-Alignment-Methode vorgenommen, wobei die Sterne entweder im Osten oder Westen vorhanden sein sollten. Anschließend werden zwei weitere Sterne zur Kalibrierung ausgewählt und ins Polar-Alignment-Menü gewechselt. Dort ist der letzte Stern nun als Eichstern

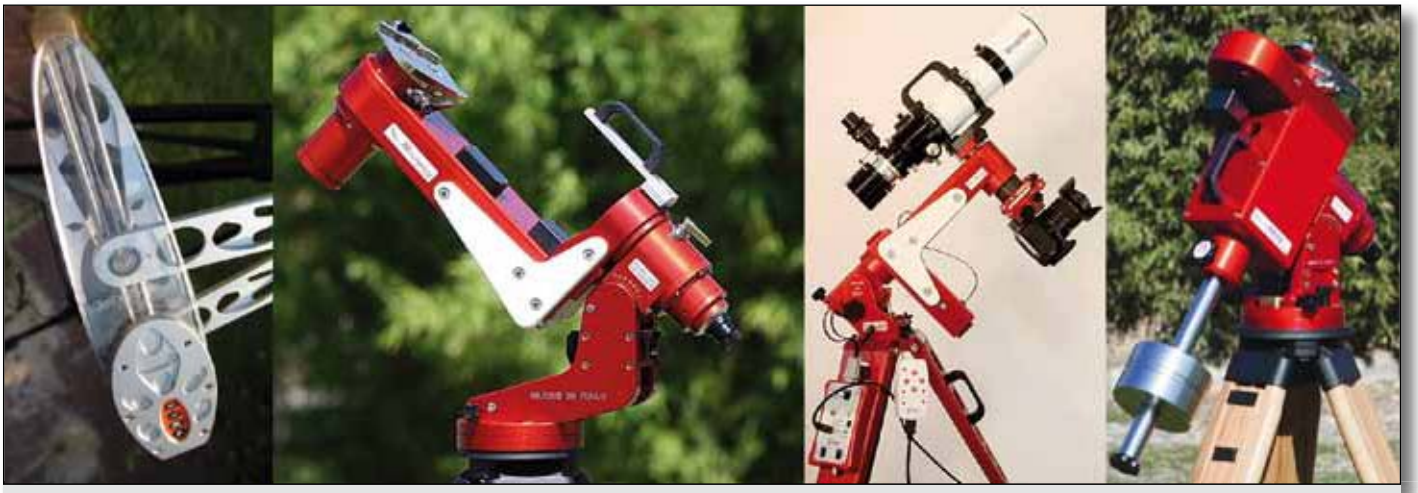

Abb. 5: Alternative Montierungsantriebe (AstroTrac TT320X, Avalon M-Uno, M-Zero, LineAR).

gelistet, den man dann mit den Motoren ins Fadenkreuz bewegt. Nach der Bestätigung muss der Stern noch einmal manuell justiert werden, ohne die Motoren zu verwenden, indem die Achsenklemmung gelöst wird. Diese neue Art der Justierung ist praktisch, da der Polsucher bei allen aufgelisteten Montierungen sehr nah am Boden angebracht ist und man alternativ in die Hocke gehen müsste. Zudem soll diese Einrichtung ähnlich genau sein, wie die traditionelle mit Polsucher.

Auch die neue EQ6-Firmware soll inzwischen eine Einnordung ohne Polsucher bieten, wenn auch nicht ganz so komfortabel. Das verwundert im Grunde nicht, da erstens die CGEM ein Klon der EQ6 ist und zweitens inzwischen die Firmen Skywatcher und Celestron unter dem gleichen Dach der Firma Synta Optics firmieren, da diese 2005 den amerikanischen Hersteller aufgekauft hat. Deshalb ähneln sich beide Montierungen im Grunde sehr. Allerdings soll die CGEM laut Anbieterangaben die etwas bessere Elektronik, stabilere Polhöhenwiege und Prismenklemme besitzen und über das NexStar (mit deutscher Bedienung) komfortabler einzurichten sein. Die Verstellung der Polhöhenwiege soll über die großen Rändelschrauben zudem auch bequemer einzustellen sein. Die EQ6 besitzt hingegen einen Preisvorteil und die Motoren sind wesentlich leiser, als bei der CGEM. Das ist bei sensiblen Nachbarn sicherlich ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Allerdings kann man auch diesen Nachteil der CGEM kompensieren, indem die Servomotoren so eingestellt werden, dass sie die Objektpositionierung nicht mehr in voller Geschwindigkeit durchführen.

Alle bisher vorgestellten Montierungen besitzen allerdings auch den Nachteil der chinesischen Fertigungsqualität, obwohl sich diese in den letzten Jahren deutlich zum Positiven gewandelt hat. So lässt sich beispielsweise das Getriebespiel älterer EQ6-Montierungen mit heutigen Produktionen nicht mehr vergleichen. Wenn man allerdings auf bessere Steckverbindungen, Lager und Getriebefette Wert legt, so lassen sich beide Montierungstypen (EQ5/6 und CGEM/CGEM-DX) entsprechend tunen. Das macht der EQ6-Spezialist VTSB [8] aus Bremen (und AVL-Mitglied) durch einen neuen Industrielagersatz, neues Hochleistungsfett und neue Teflon-Scheiben. Anschließend wird die Montierung neu eingestellt und justiert. Danach lässt sich das Austarieren der Montierung in Rektaszension und Deklination ohne Widerstände leicht einstellen. Auch das Nachführungsverhalten verbessert sich, da kein Lagerspiel mehr existiert. Wenn man mit dem Laufverhalten seiner Montierung nicht zufrieden ist, sollte man daher über ein solches Tuning nachdenken.

Parallaktische Montierung mit alternativen Antrieben

Neben den traditionellen Schneckengetrieben kommen auch immer mehr Montierungen auf den Markt, die versuchen den periodischen Schneckenradfehler durch andere Antriebsarten zu vermeiden. Ein interessanter Vertreter ist dabei die AstroTrac (siehe u.a. Abb. 5), die als eine der ersten Reisemontierung für einen regelrechten Boom gesorgt hat. Heute gibt es diverse Reisemontierungen am Markt, die an beliebige Urlaubsorte mitgenommen werden können. Besonders interessant ist der Antrieb der AstroTrac, die mit einem Präzisionsmotor eine Antriebsspindel gleichmäßig antreibt. Die Spindel ist ein integraler Bestandteil des Motors, um den periodischen Nachführfehler zu minimieren. Die Steuerung wird durch zwei Mikroprozessoren vorgenommen, welche 16 bzw. 20 Millionen Befehle pro Sekunde verarbeiten können. Dies ermöglicht eine Nachführ-Genauigkeit von 5 Bogensekunden über 5 min. hinweg!

Das Gewicht der AstroTrac beträgt nur 1 kg, da sie aus Luftfahrt-Aluminium vom Typ 6082 T6 besteht, welches gleichermaßen steif und leicht ist. Trotzdem schafft sie laut Herstellerangaben eine Zuladung von 15 kg zu bewältigen. Nach eigenen Erfahrungen gestaltet sich aber die Nutzung mittlerer Teleskope mit Hilfe der Poljustierung als schwierig, so dass ich

Abb. 6: Embryo- und Herznebel, AstroTrac, 124 mm Brennweite, Kamera Canon 1000Da.

die AstroTrac nur mit Teleobjektiven bisher genutzt habe, bei max. 200 mm Brennweite. Die max. Nachführzeit beträgt 2 Stunden, da dann die Spindel abgelaufen ist. Will man mehr Zeit für die Belichtung investieren, muss die Spindel zurückgefahren werden und erneut eine Neuausrichtung der Kamera begonnen werden. Um die Genauigkeit der Nachführung weiter zu verbessern, hat man neuerdings auch einen Autoguider-Anschluss eingebaut. Dieser ST-4-Anschluss ermöglicht das Autoguiding in Rektaszension über entsprechende Autoguider. Allerdings eben auch nur in dieser Achse, da die AstroTrac nur in einer Achse nachführen kann. Das heißt, man muss in jedem Fall eine genaue und exakte Ausrichtung auf den Polarstern vornehmen, unabhängig ob man den ST-4-Anschluss nutzt.

Ein schönes Bildbeispiel, zu was die AstroTrac in der Lage ist, zeigt die Abb. 6. Hier wurde mit einer Canon 1000Da (modifiziert) und einem normalen Sigma-Teleobjektiv (50-200 mm, F4,0-5,6) der Embryo- und Herznebel (IC1848 und IC1805) in 17 Bildern á 5 min, bei einer Brennweite von 124 mm aufgenommen. Ein CLS-Filter von Astronomik hat an diesem Abend noch für den nötigen Kontrast gesorgt, da das Seeing Ende März diesen Jahres nicht optimal war. Das Bildbeispiel zeigt, dass man bereits mit einer Spiegelreflexkamera und Teleobjektiv bei ausreichend guter Nachführung gute Astrobilder schießen kann. Die 5 min. andauernde Nachführung bereitet der AstroTrac jedenfalls keine Probleme und einen periodischen Schneckenradfehler muss man bei den Aufnahmen auch nicht ausgleichen. Allerdings gestaltet sich das Auffinden des Himmelsobjektes schwieriger, da keine Goto-Ausrüstung vorhanden ist.

Eigenschaften	AT TT320X AG	M-Uno	M-Zero	LineAR
Hersteller	AstroTrac	Avalon	Avalon	Avalon
Eigengewicht	1,0 kg	16 kg	5,5 kg	15 kg
Stativgewicht	3,3 kg (optional)	11 kg (optional)	4,8 kg (optional)	11 kg (optional)
Belastbarkeit	15 kg	20 kg	8 kg	20 kg
Meridianschwenk	Kein „Meridian-Flip"	Kein „Meridian-Flip"	Kein „Meridian-Flip"	Kein „Meridian-Flip"
PEC	–	–	–	–
Goto-Ausrüstung	–	Synscan, Star-Go	Synscan, Star-Go	Synscan, Star-Go
Goto-Objekte	–	13.400	13.400	13.400
Eichung	–	One-Star, Two-Star, Three-Star	One-Star, Two-Star, Three-Star	One-Star, Two-Star, Three-Star
Einnordung	Polsucher	Polsucher	Polsucher	Polsucher
Autoguider-Port	ST-4	ST4, ASCOM	ST4, ASCOM	ST4, ASCOM
Prismenklemme	–	3" Losmandy	3" Losmandy	3" Losmandy
Anleitung	Deutsch, Englisch	Deutsch, Englisch	Deutsch, Englisch	Deutsch, Englisch
Motorengeräusche	Sehr leise	Leise	Leise	Leise
Transportierbarkeit	Sehr hoch	Mittel	Hoch	Mittel
Preis	493 Euro	5.000 Euro	4.000 Euro	4.000 Euro

Tabelle 2: Gegenüberstellung der parallaktischen Montierungen mit alternativen Antrieben.

Man sollte sich daher am Himmel etwas auskennen.

Eine ebenfalls alternativen Antrieb bietet der italienische Hersteller Avalon an. Neben der M-Uno und der M-Zero, die jeweils nur mit einem Arm auskommen, ähnelt die LineAR Fast-Reverse-Montierung einer typischen deutschen Montierung noch am meisten. Sie wurden laut Hersteller speziell für die Astrofotografie entwickelt und sollen bis zu 20 kg tragen. Ziel war es, die Montierungen ohne Spiel und Vibration zu fertigen und eine möglichst lange Nachführung zu gewährleisten. Das mechanische Getriebeumkehrspiel (Backlash) beider Antriebsachsen bei Schneckenradantrieb sollte nicht mehr vorhanden sein. Dies erreichte man, indem der Antrieb mittels Triebscheiben und Zahnriemen vorgenommen wird. Die Antriebskräfte werden dadurch linear übertragen, was eine sehr hohe Präzision ermöglicht. Auch die Avalon-Montierungen besitzen einen Pendelfehler, ähnlich wie die Montierungen mit Schneckenradantrieb. Allerdings verläuft dieser Pendelfehler im Gegensatz dazu gleichmäßig linear und soll dadurch über ein Autoguiding-System besser ausgeglichen werden können.

Der Pendelfehler soll daher nur +/- 5-7 Bogensekunden entsprechen, wodurch sehr gute Einzelaufnahmen von 20 min bei Brennweiten von bis zu 1,8 m bereits in den Astroforen gezeigt worden sind. Grund für den gleichmäßigeren Pendelfehler liefert der Riemenantrieb, der keinen direkten Kontakt zwischen den Antriebsrädern herstellt und so die Bewegung praktisch ohne Spiel weitergibt. Der Zahnriemen liegt direkt auf einer großen Fläche des Rads auf, so dass die Bewegungen sehr gleichmäßig übertragen werden können , ohne unterschiedliche Brems- und Beschleunigungsphasen. Das heißt, die Montierung kann auch schneller reagieren, wenn Verbesserungen bei der Nachführung anstehen. Zudem ist sie wartungsfrei, da keine Schmiermittel benötigt werden. Zum Transport sind die Montierungen ebenfalls gut geeignet, da sie nur 5,5-16 kg auf die Waage bringen (siehe Vergleichstabelle).

Allerdings lassen sich auch kleinere Nachteile ausmachen. So wirkt sich der Pendelfehler wesentlich deutlicher auf die Fotografie aus, als dies bei einem Schneckenradantrieb der Fall ist. Das bedeutet, dass man bereits ab ca. 200 mm Brennweite nach wenigen Minuten keine runden Sterne mehr aufnehmen kann. Ein Autoguider muss demnach sofort mit angeschafft werden. Im Zusammenspiel damit kommt eine Avalon-Montierung aber auf Nachführungswerte, die sich nicht hinter wesentlich teureren Montierungen (z.B. 10micron GM2000 HPS) verstecken braucht [10]. Allerdings neigen Avalon-Montierungen leichter zum Schwingen, da die Zahnriemen eine höhere Elastizität aufweisen. Als Steuerungssoftware wurde anfangs nur das Skywatcher SynScan Goto-System angeboten. Dieses ist eigentlich für diese Montierung nicht angemessen, weshalb Avalon inzwischen die eigene Software-Steuerung Star-Go nachentwickelt hat. Diese bietet ein verbessertes Eichungsverfahren und eine Ansteuerung mittels Android-Geräten, da man auf eine eigene Display-basierte Handsteuerbox verzichtet hat. Zudem lassen sich motorgetriebene Fokussierer und DSLR-Kamera damit bedienen. Dieser Komfort hat allerdings auch seinen Preis, wie man an der Vergleichstabelle 2 sehen kann. Zu guter Letzt gibt es in den Foren noch relativ wenig Erfahrungen mit dieser neuen Montierungsart, auch wenn man festhalten kann, dass es bisher keine negativen Meldungen gibt, was erst einmal ein guter Indiz für die Qualität ist.

Fazit

Hobbyastronomen sind heute oftmals nach wie vor der Meinung, dass azimutale Montierungen ausschließlich zur visuellen und parallaktische Montierungen zur fotografischen Nutzung geeignet sind. Wobei die letztere Montierung beide Anwendungsfälle ausfüllt, aber schlechter transportabel bzw. schwerer beherrschbar ist. Diese Regel hat sich aber spätestens seit der Videoastronomie mit Planeten-, Sonne- und Mondfotografie überholt. Zusätzlich kommen immer leistungsfähigere und empfindlichere DSLR-/CCD-Kameras auf den Markt, die bei immer kürzerer

Abb. 7: Zahnriemenantrieb der Avalon-Montierungen [9].

Belichtungszeit, immer bessere Ergebnisse erzielen. Daher lassen sich bereits mit sehr kurzen Belichtungszeiten erstaunliche Resultate erzielen, die nun auch mit azimutaler Montierung genutzt werden können. Deshalb kann man als Fazit festhalten, dass letztendlich montierungsunabhängig bereits fotografiert werden kann, wenn die entsprechende Aufnahmetechnik gewählt wird. Zudem ist eine azimutale Montierung einfacher handhabbar und daher gerade für den Einstieg besser geeignet. Will man allerdings noch tiefere Bilder erstellen, sollte man über eine parallaktische Montierung nachdenken, da man dann mit wesentlich weniger Bildern auskommt, die zudem besser aufeinander ausgerichtet werden können.

Meine Anforderungen an eine parallaktische Nachführung sind, an denen dieser Montierungsvergleich sich messen lassen musste, die folgenden:

a. Belastbar mit bis zu 18 kg
b. Einfach auf- und abbaubar (transportabel)
c. Schnelles Einnorden
d. Autoguider-Schnittstelle
e. Permanent programmierbare Fehlerkorrektur des periodischen Fehlers (PEC)
f. Schwenk über den Median hinaus möglich

Diese Anforderungen können fast alle hier vorgestellten Montierungen erfüllen. Man muss allerdings immer einen Kompromiss zwischen Tragfähigkeit und Transportabilität eingehen, da je leichter die Montierung ist, im Normalfall sie auch anfälliger für die aufgesattelte Optik wird. Das heißt, man sollte auch im Vorfeld wissen, welche Optiken man später einsetzen möchte. Dies führt dann wieder zu neuen Überlegungen und Auswahlkriterien, so dass man letztendlich neben den technischen Randbedingungen auch nach seinem Bauchgefühl entscheiden muss. Schließlich dreht man sich meistens nach dem Lesen aller Foren- und Erfahrungsberichte sowie dem Ratschlag diverser anderer Hobbyastronomen im Kreis. Auch der Preis spielt eine nicht unwesentliche Rolle. So kann man beispielsweise die Fertigungsqualität einer Massenwaren-Montierung nicht mit einer europäischen Qualitätsfertigung vergleichen, die natürlich ihren Preis hat. Es wurden auch lange nicht alle Möglichkeiten hier betrachtet und aufgelistet. So ist z.B. eine japanische Vixen SPHINX ebenfalls im günstigeren Preissegment zur angemessenen Qualität zu bekommen und durchaus mit einer EQ6 vergleichbar. Im hochpreisigen Segment werden oftmals eine Gemini G42, 10micron GM2000 HPS oder Takahashi EM-200/EM-400 eingesetzt. Damit macht man sicherlich keine Fehler, liegt dann aber noch einmal 100% über dem Preis einer Avalon.

Es bleibt daher festzuhalten, dass Astronomie mit jedem Equipment Spaß und Freude bereiten kann. Das Billigsegment sollte dabei aber konsequent vermieden werden, um die Freude nicht gleich wieder zu verlieren. Vielmehr sollte man sich Gedanken machen, was man selbst an Beobachter- oder Fotografie-Schwerpunkten setzen möchte und danach die passende Montierung/Optik aussuchen. Die hier vorgestellten Montierungen können letztendlich alle für sich empfohlen werden. Erst die eigenen Anforderungen an die Astronomie engen den Kreis entsprechend ein. Die eigenen Erfahrungen können dann abschließend erst widerspiegeln, ob man sich richtig entschieden hat. In diesem Sinne: Clear Skies!

Kai-Oliver Detken

Literaturhinweise

[1] Kai-Oliver Detken: Deep Sky-Fotografie, Teil 2: Lichtstärke in der Astrofotografie oder Brennweite ist nicht alles. Die Himmelspolizey, Ausgabe 01/12, Heft-Nr. 29, Vereinszeitschrift der Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V., ISSN 1861-2547, Lilienthal 2012

[2] Axel Martin, Bernd Koch: Digitale Astrofotografie - Grundlagen und Praxis der CCD- und Digitalkameratechnik. Oculum-Verlag, ISBN 978-3-938469-27-9, Erlangen 2009

[3] Klaus-Peter Grimm: Die vier Freiheitsgrade eines Teleskops. Wikipedia-Seite zur Deutschen Montierung, Abbildung zu den Einstellmöglichkeiten an einer Montierung, 18.12.06

[4] Deep Sky Stacker (DSS): http://deepskystacker.free.fr/german/index.html

[5] AutoStakkert!2: http://www.autostakkert.com

[6] Kai-Oliver Detken: Mond-, Sonne- und Planetenfotografie: Nach der Aufnahme ist vor der Bildverarbeitung. Die Himmelspolizey, Ausgabe 01/14, Heft-Nr. 37, Vereinszeitschrift der Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V., ISSN 1861-2547, Lilienthal 2014

[7] Thomas Eversberg, Norbert Reinecke, Klaus Vollmann: Teleskopnachführung - eine Analyse. Zum periodischen Fehler eines Schneckengetriebes, Sterne und Weltraum, Oktober, Heidelberg 2006

[8] VTSB - Teleskope und Zubehör: EQ6-Tuningspezialist. http://www.vtsb.eu, Volker Scheve, Bremen

[9] Baader Planetarium: Avalon-Beschreibung. http://www.baader-planetarium.de/avalon/index.htm

[10] Rolf Geissinger: Erfahrungsbericht Avalon-UNO Einarmmontierung, Oktober 2012