

DEEP-SKY-FOTOGRAFIE

Erfahrungen mit einem Schmidt-Cassegrain-Teleskop

DR. KAI-OLIVER DETKEN, GRASBERG



Abb. 1: Sternenaufnahme in Würden mit LX90 und Gabelmontierung.



Abb. 2: Sternenaufnahme in Norditalien, Lago d'Idro, mit Takumar-Objektiv.

Anfang der neunziger Jahre entflammte in mir zum ersten Mal das Interesse an der Astronomie. Damals musste man noch in die Bibliothek, um sich das Wissen zu erarbeiten und konnte nicht einfach im Internet nachlesen. So habe ich mich durch das eine oder andere Buch gearbeitet und wurde immer begeisterter. Auch über Teleskope wurde damals schon viel geschrieben und ich bekam auch endlich mein erstes: ein einfaches Newton-Spiegelteleskop. Mit diesem konnte man immerhin die Planeten und den Mond entdecken sowie die Sonne, da auch entsprechende Filter dabei waren (die ich allerdings heute aus Sicherheitsgründen für die Augen nicht mehr einsetzen würde). Auch den Einschlag des Kometen Shoemaker-Levy, der im Sommer 1994 in den Jupiter einschlug, konnte ich damit erahnen bzw. die riesige Staubwolke erkennen. Weitere Deep-Sky-Objekte blieben mir aber bei der wackeligen Montierung verschlossen. In den Teleskop-Büchern wurden aber auch die ersten Schmidt-Cassegrain(SC)-Teleskope mit Goto-Montierung vorgestellt, so dass ich damals schon wusste, dass dies für mich mein Traumteleskop sein würde. Allerdings waren die Preise damals für einen Studenten nicht bezahlbar und aufgrund von Beruf und Familie trat das Thema Astronomie wieder in den Hintergrund. Als es 2007 wieder entflammte stand mein Entschluss sofort fest: es musste ein SC-Teleskop her, das mittels Goto-Montierung sofort einsetzbar ist. Die Erfahrungen, die ich gerade in Bezug auf die Astrofotografie damit gemacht habe, wollte ich in diesem Artikel einmal beschreiben.

Anforderung an das Beobachtungsinstrument

Als ich mein Teleskop ausgesucht habe, hatte ich verschiedene Vorstellungen davon, was ich alles damit machen wollte. Es sollte auf der einen Seite leicht sein, damit man es auch ins Feld oder zur AVL mitnehmen kann. Eine kompakte Bausweise, die der große Vorteil von **Schmidt-Cassegrain-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 benutzt werden soll.

Neben Literaturrecherchen habe ich mich auch bei verschiedenen Anbietern vor Ort beraten lassen und konnte so auch ein Größen- und Gewichtsgespür für die angebotenen Teleskope entwickeln. So erfuhr ich auch von der Anekdote eines Händlers, der einem Kunden ein 12" SC-Teleskop verkauft hatte, ohne dass dieser sich vorher einmal das Gerät angesehen hatte. Als er



Abb. 3: Andromeda-Galaxie mit LX90-Nachführung und Takumar-Objektiv.



Abb. 4: Andromeda-Galaxie mit GP-Montierung und ED80-Refraktor.

es mit seinem Wagen abholen wollte, passte es nicht hinten rein, so dass er es sich zuschicken lassen musste. Mein Händler gab mir damals den Tipp, dass das Gewicht für häufiges Beobachten das wichtigste Kriterium darstellt. Er selbst habe drei verschiedene Teleskoptypen, wobei er meist die am leichtesten zu transportierbare Variante auswählen würde. Eine weitere wichtige Frage meines Händlers war, wo ich denn hauptsächlich beobachten werde. Da die meisten Leute dies in ihrem Garten (oder auf ihrem Balkon) in erster Linie vor haben, ohne erst einmal kilometerweit das nächste Feld suchen zu müssen, ist der Wohnort für die Geräteauswahl auch mitentscheidend. Wohnt man beispielsweise mitten in der Stadt, macht ein größeres Teleskop keinen Sinn, da man durch die Lichtverschmutzung sowieso Probleme bekommen wird. Da ich glücklicherweise auf dem Land in Grasberg wohne, war diese Einschränkung für mich schon mal nicht gegeben.

Aufgrund der Anforderungen entschied ich mich daher für mein **Meade LX90GPS 8“ Teleskop** (siehe Abbildung 5), dessen Kauf ich bis heute auch noch nicht bereut habe, auch wenn

schon einige Teile während der Garantiezeit ausgetauscht werden mussten. Was ich damals nicht beachtet hatte, war die Gabelmontierung (azimutale Montierung), die zwar ein leichteres Gerät ermöglicht, aber bei der Fotografie Probleme bereitet. Azimutale Montierungen können bei hoher Stabilität sehr einfach hergestellt werden, was sich auch auf den Preis positiv auswirkt. Gegenüber einer parallaktischen Montierung sind sie sowohl kompakter als auch leichter. Zudem entfällt eine genaue Ausrichtung auf den Himmelpol, wodurch im Falle eines Transports eine schnelle Aufstellung gewährleistet werden kann. Diese Vorteile werden aber durch den für die Fotografie vorhandenen Nachteil erkauft, dass ein Himmelsobjekt nur durch Verstellen beider Achsen verfolgt werden kann. Aufgrund der Kreisbogenbewegung eines Objektes über den Himmel ist das notwendig. Während dies für die visuelle Beobachtung keine Nachteile beinhaltet, hat dies für die Deep-Sky-Fotografie negative Auswirkungen. Das liegt daran, dass die Ausrichtung des Bildfeldes der Kamera relativ zum Horizont immer gleich bleibt, während alle Sterne zu kleinen Kreisbögen um

den Nachführstern auseinander gezogen werden. [1] Selbst auf sorgfältig nachgeführten Aufnahmen sorgt die Bildfelddrehung bei azimutalen Montierungen für Fehler. Desto länger eine Belichtung dauert, umso mehr wird dieser Fehler sichtbar. Das wird besonders auf der Abbildung 1 sichtbar. Hier wurde zwar mit der Nachführung des LX90-Teleskops gearbeitet, aber das Himmelsobjekt war im Zenit nicht richtig greifbar. Das hier gezeigte Bild wurde durch Überlagern von 5 Bildern gewonnen, wobei jedes Bild 2 min. belichtet wurde. Es entstand somit eine Gesamtbelichtungszeit von 10 min. Aber das war nur das erste Problem, dem ich mich bei der Astrofotografie stellen musste – es warteten noch weitere Überraschungen auf mich.

Das Aufnahme-Equipment

Um Aufnahmen überhaupt machen zu können, muss man natürlich über eine entsprechende Kamera verfügen. Ohne Erfahrungen in diesem Umfeld zu haben, hatte ich sofort über eine CCD-Kamera nachgedacht, die ich direkt mit meinem Teleskop koppeln wollte. Gott sei Dank habe ich aber damit gewartet, bis wir in der AVL

eine entsprechende Astrofotografie gründeten, unter der Leitung von Gerald Willems. Ansonsten hätte ich aufgrund diverser Misserfolge wohl sofort wieder das Hobby Astrofotografie an den sprichwörtlichen Nagel gehängt. Dort erfuhr ich gleich beim ersten Treffen, dass man mit einer normalen digitalen Spiegelreflexkamera in die Astrofotografie einsteigen kann, die auch um einiges günstiger ist, als entsprechende CCD-Kameras. Außerdem legte uns Gerald Willems nahe, dass man erst einmal mit geringerer Brennweite anfangen sollte, da ansonsten die Ergebnisse entsprechend negativ ausfallen würden. An dieser Stelle möchte ich auch noch einmal herausheben, dass Gerald die Treffen immer sehr spannend gestaltet und wir so eine Menge von seiner Erfahrung mitbekommen. Wir starteten also mit einem Takumar-Objektiv mit 55 mm Festbrennweite, um im ersten Schritt die Milchstraße aufzunehmen, ohne jegliches Teleskop-Equipment. Neben einer Spiegelreflexkamera musste also auch das entsprechende Objektiv angeschafft werden. Erste Fototests mit meiner Kompaktkamera von Sony lieferten dann auch nur ent-



Abb. 6: Aufnahme von M13 mit dem ED70 und LX90-Nachführung.

täuschende Ergebnisse, da Kompaktkameras nicht ausreichend Lichtstärke für Nachtaufnahmen oder Langzeitbelichtungen liefern.

Standard für Astronomen sind heute Spiegelreflexkameras von Canon, für die es mannigfaltiges Zubehör bei den

Händlern gibt (aber auch andere Hersteller lassen sich einsetzen). Daher wurde auch eine Canon 1000D angeschafft, die es sehr günstig am Markt gibt. Einziger Nachteil aller Kameras, ist der eingebaute IR-Sperrfilter von Canon, der für Tagesaufnahmen notwendig ist, aber bei Nachtaufnahmen rote Nebelgebiete (H2-Regionen) relativ schwach abbildet. Ansonsten sind aber keine Nachteile bei der Astrofotografie zu erwarten. Um auch Nebelgebiete ablichten zu können werden die Kameras auch häufig modifiziert und der vorhandene IR-Sperrfilter ausgebaut. Das hat aber wiederum den Nachteil, dass die Kamera für Tagesaufnahmen rotstichige Bilder liefert. Abhilfe schafft ein anderer IR-Filter, der für Tag und Nacht gleichermaßen geeignet ist oder ein Clip-IR-Filter, der bei Bedarf aufgesetzt oder abgenommen werden kann. Bei Bildern im Internet oder in Fachzeitschriften wird zwischen der unmodifizierten (1000D) und modifizierten (1000Da) Spiegelreflexkamera unterschieden. Das kleine „a“ steht in diesem Fall für Astronomie. Ich habe erst einmal keine Modifikation machen lassen, da ich die Garantie nicht verletzen und



Abb. 5: LX90-Teleskop mit ED70-Refraktor Piggyback.

auch zuerst Erfahrungen sammeln wollte. Bei Mond-, Sternen-, Galaxie- und Sternenhaufen-Bildern sind auch keine Nachteile zu erwarten. Für die Zukunft ist diese Option aber interessant und ein paar Mitglieder aus der Astrofotogruppe haben dies auch schon machen lassen. [4]

Richtig nützlich ist bei heutigen Spiegelreflexkameras die integrierte Live-View-Funktion, die bei früheren Modellen nicht vorhanden war. Durch Live-View wird der Spiegel der Kamera hochgeklappt und der Sensor erzeugt ein Live-Bild, ähnlich einer Kompaktkamera. Dadurch lassen sich Himmelsobjekte besser finden und für die Aufnahmen scharf stellen. Auch das Gewicht der Kamera sollte für die Astronomie-Nutzung beachtet werden, um die Montierung nicht zu stark zu belasten. Dies ist ein weiterer Vorteil der 1000D-Kamera, die als leichteste Spiegelreflexkamera nur 450 g auf die Waage bringt. Der CMOS-Sensor besitzt außerdem 10 Megapixel und ein sehr geringeres Rauschen bei 400 ASA. Maximal lassen sich 1600 ASA einstellen. Die Kamera ist ebenfalls an einen Computer (Laptop) anschließbar, so dass Bilder vorab noch detaillierter ausgewertet werden können. Ebenfalls sehr schätzen gelernt habe ich den automatischen Dunkelbildabzug bei der Kamera, die das Rauschen der Astronomiebilder bei der Aufnahme entfernt. Dabei wird ein „schwarzes Bild“ (quasi ein Bild mit Objektivkappe) angefertigt und vom gemachten Foto subtrahiert. Zwar benötigt so eine Aufnahme die doppelte Belichtungszeit, aber auf der anderen Seite hat man später am Computer einen Bearbeitungsschritt weniger. Auch kann man das Dunkelbild nicht vergessen, was sonst zu hohem Rauschen und schlechter Bildleistung führen würde.

Das Takumar-Objektiv von Pentax ist ebenfalls sehr günstig, da es nur noch gebraucht (z.B. über eBay) zu beschaffen ist. Es hat aber den großen Vorteil der hohen Lichtempfindlichkeit mit einer Blende von 1,8 (oder sogar 1,4), die normale Ob-



Abb. 7: Crayford-Auszug mit Canon-Kamera am SC-Gewinde des LX90-Teleskops.

jektive nicht bieten. Auch die Verarbeitung ist hochwertig sowie die Abbildungseigenschaften, die durch die Konstruktion des Objektivs ermöglicht wird, das durch je eine stark gekrümmte Zerstreuungslinse vor und hinter der Blende bei insgesamt weitgehend symmetrischem Linsensystem gekennzeichnet ist. Über einen ebenfalls kostengünstigen Adapter konnte dann der direkte Anschluss an die Canon-Kamera erfolgen. Durch die hohe Lichtempfindlichkeit können innerhalb der Aufnahmezeit mehr Himmelsobjekte erfasst werden. Auch für Makroaufnahmen am Tag ist das Objektiv sehr gut geeignet. Abbildung 3 zeigt eine Beispielaufnahme am Idro-See in Italien, die mit dem Takumar-Objektiv ohne Nachführung gemacht wurde. Als Blende wurde 1,8 verwendet und ASA mit 1600 eingestellt. Aufgrund der Himmelsbewegung wurden 10 Aufnahmen à 15 sec gemacht, die anschließend in ein Bild zusammengeführt wurden. Es ist also auch ohne Teleskop möglich Deep-Sky-Aufnahmen zu machen. [3]

So kam die AVL-Gruppe zu den ersten Deep-Sky-Aufnahmeerfolgen, die sich mit einer CCD-Kamera

und 2000 mm Brennweite nicht so leicht eingestellt hätten. Ja länger die Brennweite nämlich ist, umso genauer muss man nachführen und desto schneller verschwindet das Objekt auch wieder aus dem Blickfeld. Auch die Strichspuren, die sich bei nicht nachgeführten Aufnahmen einstellen, lassen sich bei großer Brennweite weniger einfach vermeiden, da man die Himmelsbewegung noch stärker mitbekommt.

Die Nachführung

Um nicht immer auf sehr kurze Aufnahmen angewiesen zu sein und auch spezielle Objekte ansteuern zu können, musste man im nächsten Schritt natürlich die Kamera an das Teleskop befestigen. Dazu gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Innerhalb der Astrofotogruppe wurden wir zwar auch dazu ermutigt einfach mal direkt durch das Okular zu fotografieren (afokale Fotografie), was aber zumindest bei mir keine guten Resultate lieferte. Befestigungen vor dem Okular sind ebenfalls möglich, allerdings sind die Okulare auf das menschliche Auge optimiert und nicht uneingeschränkt für die Fotografie geeignet, weshalb keine hohe Bildqualität erwartet wer-

den darf. [2] Es kam daher eine sog. Piggyback-Halterung oder ein Adapter für die Canon-Kamera in Frage für die fokale Fotografie.

Bei der Piggyback-Halterung

wird die Kamera huckepack auf das Teleskop montiert. Dies kann man mit jedem Teleskoptyp so umsetzen, da alle Hersteller entsprechende Adapter anbieten. Wichtig ist nur, dass die Kamera sich während der Aufnahme nicht bewegen kann oder durch Windböen beeinflusst wird. Eine solche Halterung habe ich mir erst einmal angeschafft, da die direkte Kopplung mit dem Teleskop wieder bedeutet hätte, dass ich 2000 mm Brennweite in den Griff hätte kriegen müssen – ganz zu schweigen von weiteren Anschaffungen, zu denen ich später noch komme. Mit dieser Nachführmöglichkeit entstanden dann auch die ersten Bilder bei 55 mm Brennweite und dem Takumar-Objektiv, wie Abbildung 3 zeigt. Hier wurde die Andromeda-Galaxie (M31) aufgenommen, die 2,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist und eine Gesamtmasse von 198-407 Milliarden Sonnenmassen aufweist. Sie ist damit eine der beiden massereichsten Mitglieder der Lokalen Gruppe von Galaxien und bereits mit bloßem Auge am Nachthimmel sichtbar. Die Belichtungszeit wurde mit 30 sec bei 800 ASA vorgenommen und einer Blende von 1,8 bei maximaler Empfindlichkeit. Es wurden drei Aufnahmen zu einem Bild verarbeitet. Längere Aufnahmezeiten waren zum damaligen Zeitpunkt nicht möglich, da dafür eine Fernbedienung mit Timer für die Kamera notwendig ist.

In der Sternwarte im Vereinsheim hatten wir zu diesem Zeitpunkt für die Vixen-GP-Montierung, die als parallaktische Montierung die Nachführung durch nur eine Achse ermöglicht, einen ED80-Refraktor angeschafft. Mit dieser Konstellation ließen sich natürlich länger belichtete Bilder realisieren. Zudem bot der Refraktor eine höhere Brennweite von 480 mm (inkl. Flattner/Reducer) an. Das war gegenüber der bisherigen Brennweite

von 55 mm ein Quantensprung. So wurde dann die Andromedagalaxie noch einmal mit höherer Brennweite und anderer Montierung bei der AVL in Würden aufgenommen (siehe Abbildung 4). Wie man leicht erkennen kann, füllt diesmal die Galaxie das gesamte Bild aus. Auch die ASA-Empfindlichkeit konnte auf 400 zurückgesetzt werden, da 6 Bilder mit jeweils 1 Minute belichtet wurden. Hierbei wurde zum ersten Mal ein Timer für die Kamera verwendet, der theoretisch Aufnahmen bis zu 100 Stunden möglich macht, auch wenn dies unrealistisch ist.

Höhere Brennweiten

Nachdem die ersten Erfolgserlebnisse verbucht werden konnten, mussten weitere Steigerungen her. In der AVL-Sternwarte in Würden wurde deshalb ein weiterer Refraktor angeschafft – ein **ED70**. Damit sollte **Autoguiding** ermöglicht werden, um den periodischen Schneckenfehler ausgleichen zu können. Jede Montierung hat konstruktionsbedingt einen periodischen Schneckenfehler. Dieser bewegt sich je nach Güteklasse der Montierung von etwa +/- 3 Bogensekunden bis zu +/- 50 Bogensekunden. Gerade bei längeren Aufnahmen ist dieser dann negativ zu bemerken, da das Himmelsobjekt nicht mehr im Fokus gehalten werden kann. Dies kann u.a. durch Autoguiding, also der automatischen Nachführung mittels einer Webcam an einem zweiten Refraktor und einem Computerprogramm, ausgeglichen werden. Der angeschaffte Refraktor machte dabei eine so gute Figur, dass ich kurzerhand diesen auch für mein Teleskop bestellte. Inzwischen haben weitere Mitglieder der Astrofotogruppe nachgezogen.

Der ED70 besitzt dabei einen Carbon-Tubus, der extrem leicht ist, da er nur 1,7 kg wiegt. Dadurch stellt er kaum eine zusätzliche Last für eine bestehende Montierung dar. Mit einer sehr kurzen Transportlänge von 305 mm kann er auch gut auf Reisen mitgenommen werden. Da ich jetzt eine höhere Brennweite von 420 mm

für mein Teleskop ausnutzen wollte, ohne gleich auf 2000 mm umsteigen zu müssen, sowie später eine Autoguiding-Möglichkeit implementieren wollte, war der ED70 die beste Wahl. Er bietet auch visuell eine sehr gute Abbildung und kann bis zu 130fach vergrößern. Allerdings lässt dann auch die Lichtempfindlichkeit stark nach, bei einer Öffnung von nur 70 mm. Bei Vergrößerungen bis zu 70fach erhält man aber sehr scharfe und detailreiche Eindrücke ohne Farbfehler. Wenn man durch den Refraktor Fotos machen will, sollte man allerdings an einen zusätzlichen Bildfeldebner anschaffen. Dieser muss über ein Adapterkit auf die notwendige Entfernung zur Kamera gebracht werden (der empfohlene Abstand vom Anschlussgewinde bis zur Chipenebene ist 109 mm) und verschwindet dann vollständig im Auszug des kleinen Teleskops. An der Sternwarte benutzen wir einen Ebner, der auch gleichzeitig Reducer ist. So wird das Bild geglättet, wodurch auch am Rand die Schärfe und Ausleuchtung identisch bleiben, und auf eine kleinere Brennweite reduziert, bei gleichzeitiger Erhöhung der Lichtempfindlichkeit. Für den eigenen Refraktor entschied ich mich nur einen Flattner zu besorgen, da die 420 mm Brennweite nicht weiter nach unten korrigiert werden sollten. Somit bleibt die eigentliche Brennweite erhalten. Jetzt fehlte nur noch ein entsprechender T2-Ring-Adapter für meine Kamera und die Bildserien konnten losgehen.

Der Refraktor wurde mittels des Fotoadapters direkt an dem LX90-Teleskop befestigt. Anfangs erschien diese Befestigung etwas instabil, was aber bei der Fotopraxis nicht bestätigt wurde. Auch die Motoren der Nachführung hatten zwar mehr zu tun, erledigten ihre Arbeit aber sehr gewissenhaft. Eine Nachfrage beim Hersteller ergab, dass man ca. 3 kg mehr Gewicht durchaus am LX90 anbringen kann, ohne die Nachführung aus dem Gleichgewicht zu bringen. Mit der Kamera und dem Adapterkit sowie des Flattners kam man ja immerhin

schon auf ca. 2,4 kg. Dies macht sich aber nicht negativ bemerkbar. Über den Timer konnten dann verschiedene Aufnahmeserien berührungsfrei eingestellt werden. Vorher musste aber die Justage durchgeführt werden. Dafür ist das Teleskop im Vorfeld einwandfrei auszurichten (Lokalisierung mittels GPS-Empfänger, waagrecht, Ansteuern und Zentrieren von zwei Fixsternen). Anschließend steuert man ein erstes Himmelsobjekt an. Dabei ist darauf zu achten, dass die Justierung möglichst genau ist und ggf. nachgebessert werden muss. Dies wurde bei einem weiteren Objekt getestet. Dann wird die Kamera eingesetzt und das bereits zentrierte Objekt gesucht. Da jetzt die Schärfe nicht mehr übereinstimmt, muss nun über die Live-View-Funktion der ED70-Refraktor neu eingestellt werden. Dies wird möglichst bei einem leicht auffindbaren Objekt vorgenommen. Erst dann kann das Aufsuchen des eigentlichen Himmelsobjektes, welches man aufnehmen möchte, geschehen. Selbst bei 420 mm Brennweite und Goto-Ausrüstung kann dies manchmal zu Problemen führen. Gerade bei Objekten, die man mit dem menschlichen Auge kaum wahrnimmt, ist daher gerade die exakte Justage elementar wichtig. Hat man das Objekt mittig gefunden, kann die Aufnahmeserie im Timer programmiert werden.

So entstand die Aufnahme von **M13**, einem sehr hellen Kugelsternhaufen **im Sternbild Herkules**. Entdeckt wurde der Sternhaufen bereits 1714 durch den englischen Astronomen Sir Edmond Halley. Er ist ca. 22.800 Lichtjahre von der Sonne entfernt und hat die 300.000fache Leuchtkraft von ihr. M13 war auch Ziel der Arecibo-Botschaft, einem Radiosignal, welches an Außerirdisches Leben 1974 gesandt wurde und die Biologie und Anatomie des Menschen enthält. Wir können aber aufgrund der großen Entfernung erst frühestens in 45.600 Jahren mit einer evtl. Antwort rechnen. Die Aufnahme von M13 wurde mit unterschiedlichen Belichtungszeiten von 20 s, 40 s, 60 s, 90 s angefertigt, damit ein Ausbrennen



Abb. 8: Fokale Fotografie mit dem LX90, inkl. SC-Korrektor.

des hellen Zentrums abgeschwächt wird. Diese vier Bilder wurden anschließend wieder zu einer Aufnahme überlappt. Die Lichtempfindlichkeit betrug bei den Aufnahmen 800 ASA.

Kompensation des azimutalen Fehlers

Bei den Aufnahmen merkte man, dass relativ schnell die Stelle erreicht wurde, bei der die Sterne wieder strichförmig wurden. So waren max. 2 min für ein Foto umsetzbar, oftmals aber auch nur weniger. Dies liegt wie erwähnt an der Gabelmontierung, die eine Nachführung in beiden Achsen notwendig werden lässt. Obwohl die Voraussetzungen aus diesem Grund nicht optimal sind, wollte ich mich nicht entmutigen lassen. Schließlich wollte ich ja nicht mein Teleskop nach nur drei Jahren wieder verkaufen. Nach längerer Suche im Internet stieß ich dann auch auf Erfahrungswerte mit meinem LX90-Teleskop. Während

in Deutschland nur wenige Hobbyastronomen damit Fotos gemacht haben, erfreut sich das LX90 in England in diesem Bereich einer höheren Beliebtheit. Hier probierte man einfach diverse Möglichkeiten aus und stellte die Resultate zur Verfügung. Um den azimutalen Fehler an dem LX90-Teleskop ausgleichen zu können, sind nach diversen Recherchen drei verschiedene Varianten möglich:

Bildserie aufnehmen mit kurzen Belichtungszeiten, um diese anschließend zu stacken und damit eine größere Gesamtbelichtung zu erzielen. Dies setzt eine längere Nachbearbeitungszeit am Computer voraus.

Verwenden eines Feld-Derotator. Dieser wird zwischen Okularauszug und Kamera eingebaut und sorgt dafür, dass die durch das Teleskop fotografierende Kamera während der Dauer der Belichtung entgegenge-

setzt zur Bildfeldrotation um die optische Achse rotiert.

Autoguiding mit Hilfe eines zweiten Hilfsrohrs und einer zweiten Kamera, um durch zusätzliche Autoguiding-Software einen Leitstern ständig im zentralen Fokus zu halten. Damit können der periodische Schneckenfehler und azimutale Fehler geringer gehalten werden.

Die erste Variante wurde ja schon mit Erfolg ausprobiert, wie hier beschrieben wurde. Allerdings beinhaltet sie auch einen hohen Nachbereitungsaufwand, da die Bilder ausgewertet und gestackt werden müssen. Anschließend wird das Summenbild in **Photoshop** bearbeitet und vom TIF-Format ins JPEG-Format umkonvertiert. Durch geeignete Software wie **DeepSkyStacker** wird dabei auch die Bildfelddrehung mit berücksichtigt und kompensiert. Aber auch dies hat natürlich Grenzen, da durch die Bildfelddrehung nicht immer alle Sterne exakt passen können und daher nicht mehr punktförmig dargestellt werden.

Die zweite Möglichkeit klingt auf den ersten Blick verlockender. Weil aber der Betrag und die Richtung der Bildfelddrehung von der Position des aufgenommenen Objekts am Himmel abhängen, kann der Rotator nicht mit jeder beliebigen azimutalen Montierung verwendet werden. Er funktioniert daher nur herstellerspezifisch bzw. in vielen Fällen nicht ausreichend. Hinzu kommt der hohe Preis für eine solche Lösung.

Die **Autoguiding-Variante** verspricht am ehesten eine weitere Verbesserung. Allerdings sollte bei einer Gabelmontierung auch eine sog. **Polhöhenwiege** angeschafft werden. Durch eine solche Wiege kann das Teleskop genau auf den Himmelspol ausgerichtet werden und die azimutale Montierung wird zu einer parallaktischen. Leider sind auch diese Wiegen relativ kostspielig und halten oftmals nicht die notwendige Stabilität ein, die für die Astrofotografie benötigt wird. Hinzu kommt, dass vor einer Bildserie

umfangreiche Aufbau- und Justage-Maßnahmen erfolgen müssen, was ein weiteres Handicap darstellt. Unabhängig von der Wiege muss eine Webcam für die Nachführung angeschafft werden und der Einsatz eines Computers wird dann unumgänglich. Dies erhöht wieder die Komplexität, den Verkabelungs- und Aufstelleraufwand. In kalten Winternächten ein nicht unerheblicher Nachteil. [5]

Direktes Fotografieren durch das LX90

Nachdem die Fotos durch den ED70 erste Erfolge brachten, stieg der Ergeiz auch einmal direkt durch das SC-Teleskop mit 2000 mm Brennweite zu fotografieren. Erste Versuche wurden dann auch einfach mal durch den Zenitspiegel mittels des **Refraktor-Bildfeldebners** durchgeführt. Dabei stellten sich dann auch die ersten Schwierigkeiten ein, da die Objekte bei dieser Brennweite bei den kleinsten Justagen sofort aus dem Blickfeld geraten oder gar nicht mehr wiederzufinden sind. Hatte man erst einmal das Objekt nach längerem Suchen trotz **Goto-Ausrüstung** gefunden, kam die nächste Schwierigkeit: das Einstellen auf die Mitte des Bildes. Ein leichtes Starten der Achsenmotoren hatte dann zur Folge, dass das Objekt sofort wieder verschwand. Manchmal dauerte es deshalb länger, das gewünschte Objekt fertig einzustellen, und manchmal gelang es auch gar nicht. Erschwerend kam das Wetter hinzu, wenn sich auf einmal Wolken vor den Himmel schoben. Trotzdem brachte dieses Experimentieren erste Ergebnisse, aber natürlich keine randscharfen Bilder, da der falsche Flattner verwendet wurde.

Eine längere Beschäftigung mit dem Thema brachte dann auch zum Vorschein, dass es nicht damit getan war durch den Zenitspiegel zu fotografieren (was grundsätzlich auch nicht empfohlen wird). Auch der Abstand zur Kamera, damit ein ebenes Bild erreicht werden kann, musste eingehalten werden. Dieser beträgt

vom Außengewinde des Korrektors zum Chip 97,5 mm, die man durch Tests ermittelt hatte. Hinzu kamen sehr unterschiedliche Gewinde und Adapter, die man auf dem Weg von der Kamera zum Teleskop beachten musste. So benötigt die Canon-Kamera erst einmal grundlegend einen T2-Ring. Anschließend wird eine T2-Verlängerung eingesetzt, um auf den erforderlichen Chipabstand zu kommen. Dann wird wieder ein Adapter benötigt, der von T2 auf M48-Gewinde reduziert. Nachdem wiederum eine Verlängerung auf M48-Basis eingesetzt wird, kann dann endlich der Flattner an der Kamera angebracht werden. Anschließend muss das 2“-Equipment aber auch wieder an das SC-Gewinde angeschlossen werden. Das würde gehen, indem man durch den Zenitspiegel fotografiert, was aber auf die Bildqualität Einfluss hätte. Also muss wieder ein Adapter her, der 2“ auf SC-Gewinde umsetzt. Alternativ lässt sich ein **Crayford-Auszug** verwenden (siehe Abbildung 7).

Ein Crayford-Auszug

ermöglicht eine feinfühligere Fokussierung und kompensiert das Shifting (Kippen) des Hauptspiegels. Dies ist nämlich ein häufiges Problem von Schmidt-Cassegrain-Teleskopen. Das Bild kann durch Verkippen des Hauptspiegels verwackeln oder die Schärfe verstellt sich ab und zu von selbst. Dies wird bei einigen Modellen (wie z.B. LX200 von Meade) durch Fixierschrauben gelöst, die den Hauptspiegel in seiner Position halten. Das LX90-Teleskop hat diese Möglichkeit nicht, weshalb ein Crayford-Auszug mit angeschafft wurde. Obwohl eine Arretierung des Hauptspiegels nicht möglich ist, kann man das Problem nun umgehen, indem man gegen den Uhrzeigersinn grob fokussiert. Dann liegt der Hauptspiegel auf der Fokussiermechanik auf und behält die Position, selbst bei langen Belichtungszeiten. Der Vorteil ist, dass man nun nahe am Fokuspunkt hin- und herfahren kann und so präzise den Fokuspunkt

trifft. Auch ist die Scharfstellung mit dem Crayford-Auszug durch die 1:10-Mikroumsetzung etwa um den Faktor 3-4 feiner, als mit dem relativ groben Fokussierknopf des Teleskops (siehe Abbildung 7, rechts unten), was auch für Geräte mit Hauptspiegelfizierung gilt.

Zusätzlich zur Bildfeldebnung (**Flattner**) wird hier jetzt auch ein Reduzierer (**Reducer**) eingesetzt. Dieser hat beim angeschafften SC-Korrektor einen Verkürzungsfaktor von 0,8, was eine Reduzierung von f/10 auf f/8 bedeutet. Dieser SC-Korrektor besitzt eine sehr gute Abbildungsqualität, die man auch visuell nutzen kann. Das heißt, optisch werden auf der Achse feine Sterne produziert, die auch Abseits der Achse eine Verbesserung der Sternabbildung bewirken. Man erhält also nebenbei eine SC-Optik, die auch den Komafehler kompensiert. Koma ist ein Bildfehler, bei dem außerhalb der Bildmitte das Sternenlicht verteilt und zu einem kometenähnlichen Schweif auseinandergezogen wird. Dazu muss man allerdings den SC-Korrektor andersherum an den Adapter schrauben, da man diesmal aus Blickrichtung korrigieren möchte und einen weiteren Adapter anbringen, damit nicht die Kamera, sondern ein 2“-Auszug für die Okulare zum Einsatz kommen kann.

Nachdem diese Schwierigkeiten

durch häufige Händleranfragen und Astronomie-Foren gelöst wurden, konnte es endlich losgehen. Als einfachstes Himmelsobjekt musste der Mond herhalten, der auch früher schon von mir fotografiert wurde und mit einem Durchmesser von 3.476 km kaum zu verfehlen ist. Allerdings ergaben erste Aufnahmen durch den Zenit Spiegel und fehlendem SC-Korrektor immer unscharfe Ergebnisse, so dass man per Photoshop immer nachschärfen musste. Dies änderte sich jetzt mit dem neuen Equipment. Zwar passte trotz einer Reduzierung auf f/8 der Mond immer noch nicht ganz ins Bild, wie bei früheren Aufnahmen, aber das Ergebnis war ein wesentlich besseres.

Und dies, obwohl das Seeing an diesem Abend auch nicht optimal war und kleinere Luftunruhen zu merken waren. Fotografiert wurde mit der Canon 1000D und SC-Korrektor bei einer Belichtung von 1/200 s und 400 ASA (siehe Abbildung 8). Das wurde mehrfach ausprobiert und der optimale Wert eingestellt. Anschließend wurden die besten beiden Bilder in Photoshop zu einem Einzelbild vereint, da ja wie erwähnt nicht der gesamte Mond auf dem Bild Platz hatte. Als nächstes werden nun Kugelsternhaufen angegangen, die man durch ihre Leuchtkraft ebenfalls gut auffinden kann.

Fazit

Die Astrophotografie ist ein recht komplexes Thema, welches man sich Stück für Stück erarbeiten muss. Aufnahmen „mal eben“ durchzuführen ist hierbei nicht möglich bzw. man bekommt keine guten Aufnahmeergebnisse. Das Thema in der **Astrofotogruppe der AVL** gemeinsam anzugehen und langsam mit ersten Gehversuchen zu beginnen, hat viele Vorteile und schafft Erfolgserlebnisse. Großen Anteil daran hat **Gerald Willems**, der die Themen immer wieder interessant angeht und aus seinem großen Erfahrungsschatz berichtet. Was mir besonders gefällt, ist die detaillierte Auseinandersetzung mit einem solchen Thema und die kon-

tinuierliche Steigerung der Ergebnisse. So tauchen zwar immer wieder neue Hürden bei der Astrofotografie auf, wodurch aber auch immer neue Lösungen gesucht werden müssen. Dies macht das Thema spannend und niemals eintönig.

Deshalb gibt es auch weiterhin viel auszuprobieren und anzugehen. In Bezug auf mein LX90-Teleskop, welches ja nun mal über eine nicht so optimale Gabelmontierung verfügt, wird das Anwenden von Autoguiding vielleicht weitere Verbesserungen bringen. Dafür müsste eine Webcam angeschafft werden, die man dann auch gleichzeitig für Planetenfotografie einsetzen könnte. Anschließend wäre die Anschaffung einer Polhöhenwiege zu überdenken, um eine parallaktische Montierung herzustellen. Auch die Canon-Kamera könnte noch astrotauglicher gemacht werden, indem sie den störenden Infrarotfilter ersetzt bekommt, um bei Nebelaufnahmen empfindlichere IR-Aufnahmen machen zu können. Alle Veränderungen bewirken dabei, dass immer wieder ein neues Testen des gesamten Equipments stattfindet. Dies hält das Hobby der Astrofotografie spannend und kontinuierlich interessant.

Dr. Kai-Oliver Detken



Literaturhinweise

- [1] Axel Martin, Bernd Koch: Digitale Astrofotografie: Grundlagen und Praxis der CCD- und Digitalkameratechnik, Oculum; Auflage: 1., Aufl., Januar 2009
- [2] Stefan Seip: Himmelsfotografie mit der digitalen Spiegelreflexkamera – die schönsten Motive bei Tag und bei Nacht, Kosmos Astropraxis, Franckh-Kosmos Verlag, 1. Auflage, Stuttgart 2009
- [3] Arnold Stark: Pentax-Objektivserien:
URL: http://www.arnoldstark.de/pentax/pentax_objektivserien.htm
- [4] Markus Keinaths Photohomepage: Infrarot mit der DSLR-Kamera:
URL: http://4photos.de/camera-diy/ir_mit_dslr.html
- [5] P. B. Langsford: Autoguiding with the LX90:
URL: http://www.users.on.net/~pbl/downloads/lx90_autoguiding.pdf