

HANDHABUNG EINES APO130-REFRAKTORS MITTELS AUTOGUIDING UND CUZDI-MASKE

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Nachdem bei mir nach langen Jahren praktischer Astronomie nun endlich eine parallaktische Montierung zur Verfügung steht, war im letzten Jahr auch geplant, einen größeren Refraktor anzuschaffen. An meinem ED70-Refraktor hatte ich seit 2009 sehr viel Freude, weshalb ich schon längere Zeit mit einem sog. Apochromaten (APO) liebäugelte. Dieser bietet, im Gegensatz zum ED-Refraktor, erstmals eine farbreine Abbildung. Er sollte aber auch eine ausreichende Öffnung und eine bestimmte Lichtstärke für die Astrofotografie besitzen, weshalb man hier schnell an die Grenzen seines gesetzten Budgets oder von Größe und Gewicht kommt. Nach der ATT 2015 in Essen war es dann aber endlich soweit: ich hatte eine Auswahl getroffen und konnte erste Erfahrungen sammeln. Zusätzlich musste Autoguiding eingeführt werden, da die genutzte Brennweiten dies notwendig werden ließen. Die sehr sensible APO-Fokussierung wurde ebenfalls durch eine Neuerung umgesetzt: eine Cuzdi-Maske wurde statt einer Bahtinov-Maske verwendet. Genug Fallstricke also, weshalb ich meine gemachten Erfahrungen in diesem Bericht einmal zusammenfassen wollte.

Meine bisher gemachten Erfahrungen mit Refraktoren erstreckte sich auf meinen kleinen ED70, der mit 420 mm Brennweite zwar ein schönes Gesichtsfeld für Nebelregionen bietet, aber eine zu geringe Vergrößerung für Galaxien und detaillierte Betrachtungen einzelner Himmelsbereiche besitzt. Zudem fehlt ihm die Farbreinheit, da er nur aus einem Zwei-Linsen-System besteht. Trotzdem hat er eine gute Abbildung und ist dank seines geringen Gewichts ein optimales Reiseteteleskop. Auch als Zweitfernrohr macht er eine gute Figur, indem man ihn Huckepack auf das Hauptfernrohr befestigt (siehe Abbildung 1). Aufgrund der Bildergebnisse, die ich mit dem ED70 in der Vergangenheit erzielen konnte, war schon länger der Wunsch nach einem größeren Refraktor mit Farbreinheit entbrannt, der jetzt durch die neue parallaktische Montierung auch umgesetzt werden konnte.

Zur Auswahl standen verschiedene Refraktoren, die alle möglichst lichtstark sein sollten, aber auch genügend Brennweite bieten mussten. Diese Anforderungen stellen immer einen Kompromiss dar, weil durch die größere Öffnung auch das Gewicht eines solchen Refraktors ansteigt. Geworden ist es ein TS Photoline 130 mm f/7 Triplet APO, der FPL-53-Glas von Ohara aus Japan enthält und Multivergütung auf jeder Glas-Luft-

Fläche besitzt. Zudem wird er mit einem sehr guten 2,5"-RPA-Auszug mit 1:10 Mikrountersetzung und Zahntriebverstellung ausgeliefert. Dadurch verändert sich die Fokuseinstellung nicht mehr, die man einmal gewählt hat. Ausschlaggebend war für mich, dass er mit Flattner eine Brennweite von bereits 910

mm bietet, bei einem Öffnungsverhältnis von 1/7. Setzt man den Reducer „TS Photoline 3" 0,79x 4-Element"-Korrektor zusätzlich ein, der ebenfalls passgenau für dieses Modell geliefert wird, erhöht man das Öffnungsverhältnis bereits auf 1/5,53, während die Brennweite immer noch ordentliche 719 mm beträgt. Das Gesamtgewicht liegt mit 10,3 kg noch im tragbaren Bereich. Ohne Gegengewicht und ED70-Refraktor kann ich das Stativ, die Montierung und den APO130-Refraktor in einem Stück auf meine Terrasse tragen und bin dadurch in kürzester Zeit einsatzbereit. Das war auch ein entscheidendes Kriterium, als ich mir meine neue Montierung ausgesucht hatte, das sich jetzt bezahlt macht.

Unterschied zwischen Achromat und Apochromat Um noch einmal den Unterschied zwischen einem ED- und einem APO-Refraktor klarzumachen, kann die Abbildung 2 herangezogen werden.



Abb.1: APO130-Refraktor mit ED70-Refraktor auf CEM60-Montierung

Auf der linken Seite ist das Konstrukt eines ED-Refraktors zu erkennen, welches aus zwei Linsen (Kron- und Flintglas) besteht. Beim sog. Achromaten werden zwar auch die verschiedenen Farben versucht in einer Schnittstelle abzubilden. Aber dies gelingt nur bei zwei Farben (in diesem Fall mit blau und rot), während das grüne Licht eine geringere Brennweite aufweist und deshalb nicht an derselben Stelle gebündelt werden kann. Es entsteht die sog. chromatische Aberration, die den Abbildungsfehler optischer Linsen bezeichnet. Neben einer chromatischen Vergrößerungsdifferenz führt das zu diesem Farblängsfehler, der eine Verfärbung vor und hinter der Fokusebene ergibt. Dieser Fehler kann nur durch das Einfügen einer weiteren Linse weitestgehend kompensiert werden. Hier werden in der Schnittstelle f alle Farben einheitlich zusammengeführt. Solche Optiken bestehen aus drei verschiedenen

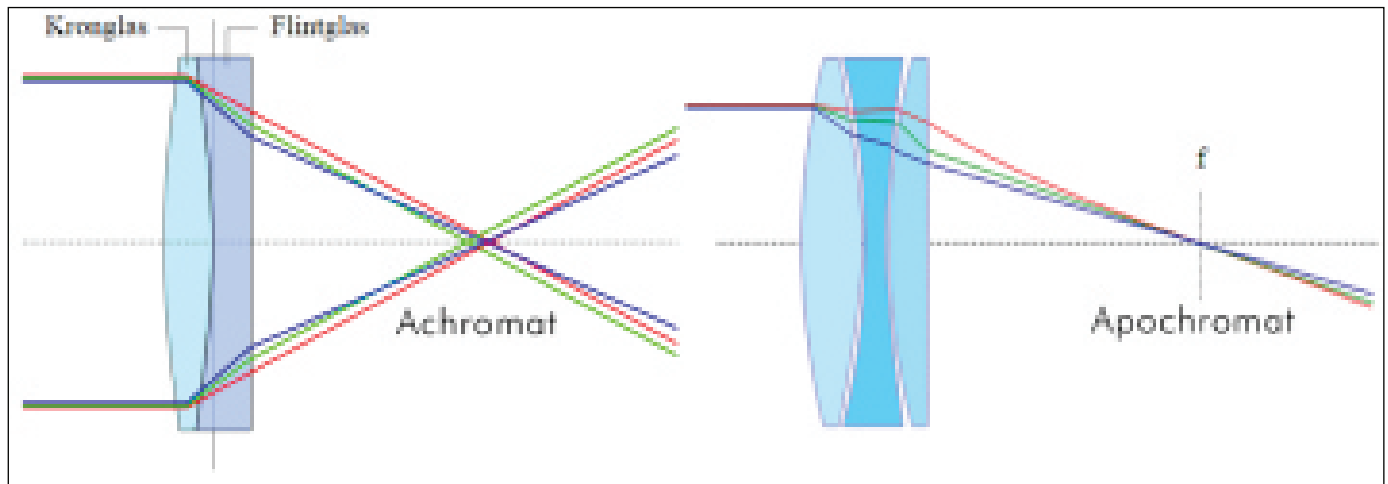


Abb. 2: Unterschied zwischen Achromaten und Apochromaten [2, 3]

Glassorten, da sich das Verhältnis von Brechungsindex und Dispersion von unterschiedlichen Glassorten unterscheidet, und stellen eine Weiterentwicklung der 2-linsigen Achromate dar. Sie sind dadurch aber auch entsprechend schwerer und unhandlicher. Je nach Qualität der Optik wird noch zwischen Apochromaten und Halbapochromaten unterschieden. Letztere schaffen es aufgrund der verwendeten Materialien nicht, dass sich die Dispersion stark genug unterscheidet, weshalb sie Abbildungsfehler enthalten bzw. nicht ganz korrigiert werden können. Sie stellen aber auf jeden Fall verbesserte Achromaten dar.

Fokussierung mit der Cuzdi-Maske

Refraktoren können sehr genau fokussiert werden. Allerdings muss nach meiner Erfahrung der richtige Schärfepunkt wesentlich exakter bestimmt werden, als bei einem Spiegelteleskop. Zudem verändert er sich während einer Aufnahme nach kontinuierlich. Aufgrund der Baulänge eines Refraktors ist dieser nämlich Temperatureinflüssen wesentlich stärker ausgesetzt, als beispielsweise ein Schmidt-Cassegrain-Teleskop. Das bedeutet zum einen, dass man eine Methode finden muss, die ein exaktes Justieren der Bildschärfe ermöglicht und zum anderen, dass nach 1-2 Stunden eine Nachjustierung ansteht. Aufgrund meiner bisher guten Erfahrungen mit einer Bahtinov-Maske, wollte ich diese auch wieder für meinen APO anschaffen. Die

Maske wird vor die Teleskopoptik gesetzt, so dass sich das Licht des Sterns durch die ausgeschnittenen Schlitze der Maske (siehe Abbildung 3) bricht. Es entsteht ein strahlenförmiges Muster aus drei Strahlen, die exakt symmetrisch eingestellt werden müssen - dann ist der Stern genau im Fokus. Auf der ATT 2015 wurde ich allerdings auf die Cuzdi-Maske [1] aufmerksam, die nach einem ähnlichen Prinzip arbeitet, aber speziell für die verwendete Optik berechnet wird. Dazu werden verschiedene Randparameter im Vorfeld benötigt, wie Pixelgröße der Kamera, verwendete Wellenlänge, Brennweite des Teleskops sowie Innen- und Außendurchmesser der Optik.

Als Wellenlänge wird normalerweise 573 nm angenommen, da dies ein guter Mittelwert zwischen verschiedenen Schmalbandfiltern (OIII bei 500 nm, H-Alpha bei 656 nm) ist. Diese Wellenlänge ist auch für eine DSLR-Kamera mit L-RGB geeignet. Für das Beugungsmuster wird Stege zu Spalten mit dem Faktor 7 sowie eine Beugungsbreite/ Linienbreite von 70 Pixeln empfohlen. Die Spalt- und Stegbreite wird automatisch aus den Teleskop und Sensordaten berechnet. Dies wird ebenfalls für die Befestigungsschrauben vorgenommen, damit die Maske direkt auf der Taukappe fest

aufliegen kann (siehe Abbildung 3). Nach der individuellen Fertigung erhält man eine Maske, die im Live-View einer DSLR-Kamera das bekannte strahlenförmige Muster anzeigt, welches zum Fokussieren benötigt wird. Das Problem war bei der Bahtinov-Maske allerdings bisher, dass man aufgrund geringer Sternhelligkeit teilweise zu kleine Muster zur Verfügung hatte und daher nur gefühlsmäßig die Symmetrie einstellen konnte. Es ist dabei auch ein Unterschied, welche Kamera und Optik verwendet wird. Bei meinem ED70-Refraktor und meiner Canon1000Da-Kamera kam es trotz Vergrößerung des Bildes manchmal zu Ungenauigkeiten, während meine Canon700D-Kamera die Brechungslinien exakter darstellen kann. Vergleicht man allerdings ein Bild der Cuzdi-Maske mit dem einer Bahtinov-Maske so liegen hier Welten dazwischen, weshalb nun die Fokussierungsergebnisse exakter sind. Zudem bin ich ebenfalls



Abb. 3: Cuzdi-Maske am APO130-Refraktor

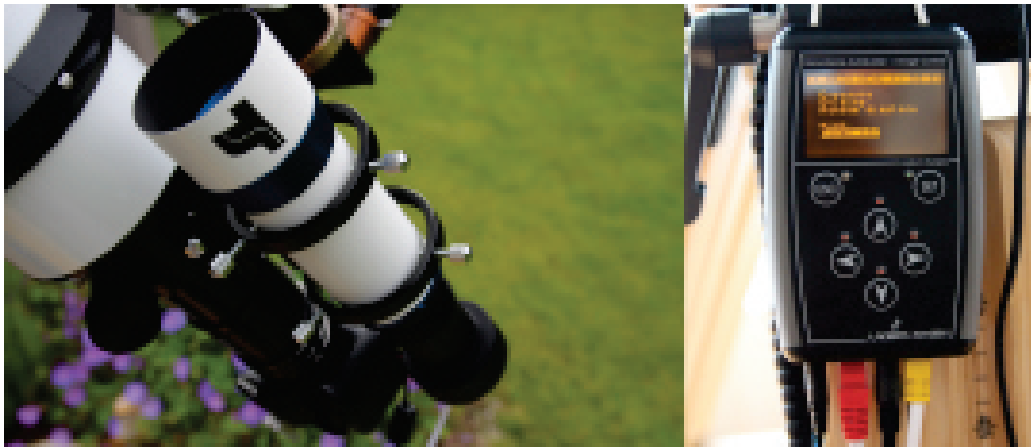


Abb. 4: Sony-CCD-Kamera am Sucher und M-GEN-Handbox mit Verkabelung

sehr zufrieden mit der Verarbeitung (Blech statt Plastik). In den Foren wird übrigens auch des Öfteren die Sandor-Maske erwähnt. Diese ist identisch mit der Cuzdi-Maske, da der Entwickler Sandor Cuzdi sich inzwischen an die Nomenklatur von Bahtinov, Scheiner & Co. angepasst hat und neuerdings seinen Nachnamen verwendet.

Autoguiding mit Dithering Durch den Einsatz einer höheren Brennweite (statt 420 mm, nun 719/910 mm), wird der Einsatz von Autoguiding notwendig, um bei langbelichteten Aufnahmen noch runde Sterne erhalten zu können. Um die-sen Einsatz hatte ich mich seit Jahren immer erfolgreich gedrückt und lieber kurzbelichtete Aufnahmen erstellt, denn schließlich wird dadurch der Vorgang der Fotografie noch komplexer. Dabei wollte ich mir die Unabhängigkeit von einem Rechner bei Deep-Sky-Aufnahmen bewahren und setzte auf den Standalone-Autoguider M-GEN von Lacerta (siehe Abbildung 4), der einen ausgezeichneten Ruf in der Astroszene besitzt. Der M-GEN beinhaltet eine hochempfindliche CCD-Kamera mit dem Sony-Chip ICX279AL-E, wodurch sogar Sucheroptiken ab 50 mm Öffnung verwendet werden können. Dies wird ermöglicht, weil die Kamera in der Lage ist über Subpixel entsprechend genau nachzuführen. Sterne bis zu 12 mag sollten mit der CCD-Kamera ebenfalls noch erreichbar sein, wodurch man fast sicher sein kann, dass man in jeder Sternenregion

einen Leitstern findet. Es soll sogar ein Sonnenflecken-Guiding ermöglicht werden, was ich aber noch nicht ausprobiert habe. Um ein bisschen mehr Lichtstärke am Sucher nutzen zu können, entschied ich mich für ein 60mm-Leitrohr mit Mikrofokussierung und 240 mm Brennweite (siehe Abbildung 4). Die CCD-Kamera wird nun mit der Handbox verbunden, die ebenfalls wiederum mit der ST4-Schnittstelle der Montierung gekoppelt ist. So entsteht ein Regelkreislauf, da über den Sucher der Leitstern mittig gehalten wird und Steuerimpulse zur Montierung gesandt werden, die korrigierend auf die Nachführung wirken. Eine weitere wichtige Funktion ist die Nutzung von Dithering während einer Aufnahme. Die Handbox der M-GEN kann nämlich direkt mit der DSLR-Kamera verbunden werden, wodurch die Bildaufnahmen durch sie durchgeführt werden können. Es ist kein weiterer Timer mehr notwendig! Die Funktion Dithering ermöglicht hierbei nun, dass leichte Pixelverschiebungen automatisch vorgenommen werden, so dass Chipdefekte (Hot-/Coldpixel) der Kamera beim Stacken nicht mehr exakt aufeinanderliegen. Das heißt, durch das Dithering wird das Kalibrationsrauschen (Rauschanteil, der durch Dark-, Flat- und Biasframes ins Bild gelangt) ausgeglichen. Zusätzlich können mehr Details gewonnen werden. Dunkelbilder sind daher nicht mehr ganz so entscheidend, wie dies vorher der Fall war. Ob man sie

weiterhin machen sollte, wird an späterer Stelle noch diskutiert. Sehr nützlich ist nun auch die Möglichkeit, die Nachführgenauigkeit der Montierung während der Aufnahme erfassen zu können. Die Handbox besitzt einen Speicher, der die Messergebnisse festhält und sich nachträglich am Rechner über eine USB-Schnittstelle ausle-

sen lässt. Dadurch kann die Qualität der Montierung ermittelt werden, aber auch die Polaris-Ausrichtung und die Guiding-Genauigkeit. Abbildung 5 zeigt ein Messbeispiel, die eine 5min-Messung (300 sec) darstellt. Die Werte „RA mean“ und „DEC mean“ bei der Guide Star Drifts zeigen die Einnordungsgenauigkeit an. Da der Wert „0“ keine Abweichung bedeutet und das Optimum darstellt, war die Montierung exakt auf Polaris ausgerichtet. Dies ist allerdings nicht immer der Fall und variiert durchaus mal zwischen 0,01 und 0,02. Die Werte „RA std.“ und „DEC std.“ sind Standardabweichungen über die Dauer der Aufnahme. Sie sind ein Maß für die Fluktuation während des Guiding-Vorgangs und hängen von der Guiding-Brennweite ab. Bei meiner Sucherbrennweite von 240 mm sind 0,13-0,2 px auf jeden Fall tolerierbar. Da der Wert in Pixel angegeben wird, muss er noch in Bogensekunden umgerechnet werden, um eine qualitative Aussage treffen zu können. Unter der Überschrift Approx. Tracking Error of the Mount verbergen sich Abweichungen der Leitsternposition ohne Korrekturen. Das heißt, es wird der Einnordungsfehler vom periodischen Schneckenfehler überlagert angezeigt, der aufgetreten wäre, wenn man kein Autoguiding eingesetzt hätte. Der Hersteller iOptron gibt die Genauigkeit der CEM60-Montierung mit +/- 5 arcsec an, was an dieser Stelle auch eingehalten wurde, da die Fehler in der RA-/DEC-

Achse bei 1,59 arcsec und 1,63 arcsec lagen. Daher kann man auch mit diesen Werten mehr als zufrieden sein. An dieser Stelle wollen wir aber noch einmal genauer auf die Autoguiding-Werte schauen, da sie entscheidend sind, ob wir unter einer Genauigkeit von +/- 1 Bogensekunden (arcsec) bleiben, der in unseren Breitengraden nicht übertroffen werden kann. Folgende Faustformel lässt sich hier zur Berechnung heranziehen:

$$\text{theta [arcsec]} = 206 \times L [\mu\text{m}] / f [\text{mm}]$$

Der Wert L bezeichnet die Kantenlänge des Aufnahmechips, während der Wert f die Guiding-Rohr-Brennweite darstellt. Der Sony-Chip besitzt die Chipmaße von 4,85 x 4,65 μm , bei einer Pixeldiagonale von 5,13 μm . Bei einer Sucherbrennweite von 240 mm hat ein Pixel des Autoguiders daher nach der erwähnten Faustformel ungefähr eine Kantenlänge von 3,99 arcsec. Dies bedeutet, dass der periodische Fehler auf +/- 0,8 arcsec (3,99 arcsec x 0,2 px) gebracht werden konnte, was absolut ausreichend ist. Jetzt standen den ersten Astroaufnahmen mit dem neuen Equipment nichts mehr im Wege.

Arbeitsschritte bis zum ersten Bild

Nun sind allerdings bis zum ersten Auslösen eines Bildes einige Arbeitsschritte zu beachten, die ich vorher bei meiner azimutalen Montierung nie ausführen musste. So findet zuerst einmal ein Ausbalancieren beider Achsen bei voller Bestückung statt, die bei der CEM60 recht ausgeglichen eingestellt werden sollte. Das heißt, es wird nicht üblicherweise wie bei anderen Montierungen ein Ungleichgewicht eingestellt, sondern im Gegenteil die Montierung genau ausbalanciert. Danach findet die Ausrichtung auf den Polarstern statt. Wenn dies erfolgreich vorgenommen wurde, ist mindestens ein One-Star-Alignment vorzunehmen, damit sich die Montierung am Himmel zurechtfinden kann. Anschließend steht die Fokussierung an einem hellen Stern auf dem Programm, was

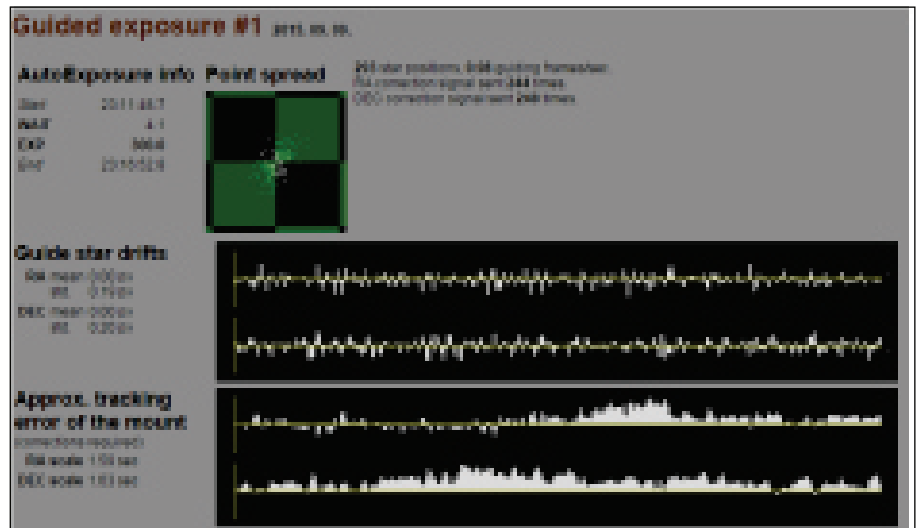


Abb. 5: Messen der Nachführgenauigkeit

man am besten mit dem Alignment verbindet. Erst jetzt kann man das gewünschte Himmelsobjekt anfahren und eine erste Probeaufnahme machen, um festzustellen, ob es zentriert in der Bildmitte eingefangen werden konnte. Falls dies nicht der Fall ist, muss der Alignment-Vorgang wiederholt werden.

Als nächstes wird das Autoguiding aktiviert und ein Stern über Live-View der M-GEN-Handbox ermittelt. Danach wird eine Kalibrierung der RA- und DEC-Achse vorgenommen, dessen Wert bei > 90% liegen sollte. Bei meiner Montierung liegen die Werte meistens zwischen 98-100%, wenn vorher alles richtig eingestellt wurde. Jetzt kann der ausgesuchte Leitstern zum Autoguiding verwendet werden, wofür verschiedene Parameter (Guide Speed, Verstärkung, Toleranz, Belichtung, Schwellwerterkennung, Aggressivität) konfiguriert werden müssen. Die Belichtungszeit ist dabei am stärksten zu beachten: je kürzer sie ist, desto größer ist die Gefahr dem Seeing hinterher zu guiden. Daher sollte man ruhig 1-2 sec einstellen. Die Werte müssen auf jeden Fall immer wieder angepasst werden, da sie von dem Sternfeld und dem Seeing abhängen. Der Autoguiding-Prozess wird gestartet und anschließend der Timer für die Aufnahmeserie eingestellt und ausgelöst. Nun beginnt die Bildserie nach den ein-

gestellten Werten zu starten, unter Berücksichtigung des eingestellten Dithering. Wenn man nun noch bedenkt, dass man ca. alle zwei Stunden nachfokussieren sollte, steht einer erfolgreichen Aufnahmeserie im Grunde nichts mehr im Wege.

Erste Bildergebnisse Nachdem alle Vorjustierungen abgeschlossen sind, kann man sich endlich den ersten Testbildern widmen. Dabei wurde der Schwierigkeitsgrad gleich relativ groß gewählt, indem eine Bildserie des Crescent-Nebels (NGC 6888) angefangen wurde. Dieser Emissionsnebel im Sternbild Schwan ist ca. 4.700 Lichtjahre von der Erde entfernt und wird auch Sichelnebel genannt. Er wird von einem sog. Wolf-Rayet-Stern mit der Bezeichnung WR 136 beleuchtet. Man vermutet, dass das Gas des Nebels ebenfalls von diesem Stern abgestoßen wurde. Im ersten Schritt ist bei den Aufnahmen noch kein Autoguiding eingesetzt worden, obwohl bereits eine Belichtungszeit von 5 min eingestellt wurde. Das entstandene Bild war dabei auch durchaus sehenswert, da kaum Bildfehler auffielen. Der Fokus konnte durch die Cuzdi-Maske exakt getroffen werden und die Sternabbildung verzerrt über den gesamten Bildbereich nicht. Dieses Phänomen hatte ich bislang noch nie, da durch meine vorherige azimutale Apparatur immer wieder Bild-

felddrehungen auftraten. Das heißt, man konnte immer nur das Bildzentrum verwenden und musste den Rand großzügig wegschneiden. Dies ist nun endlich nicht mehr der Fall. Der Reducer/Flattner leistete ganze Arbeit und konnte in beiden Disziplinen (Bildfeldebnung und Lichtstärkeerhöhung) überzeugen. Der Nebel konnte daher mit einem Öffnungsverhältnis von 1/5,53 relativ lichtstark abgelichtet werden. Ein weiterer Vorteil entsteht durch das Autoguiding (Vergleich siehe Abbildung 6). Zum einen bleiben jetzt die Sterne in ihrer runden Form erhalten und verwischen nicht mehr. Zum anderen treten auch die Nebelstrukturen deutlicher zutage. Dies hängt sicherlich auch mit dem verwendeten Dithering zusammen, da das Rauschen hierdurch klar vermindert wird, weshalb die Bildtiefe zunimmt.

Abbildung 7 zeigt das Endergebnis, welches eine Gesamtbelichtungszeit von 215 min besitzt und zwischen dem 07. und 11. September 2015 erstellt wurde. Hierbei wurde deutlich, dass die CEM60-Montierung von iOptron bei einer Belichtungszeit von 5 min noch sehr genau nachführt. Die durchgeführten Messungen der M-GEN ergaben, dass die Genauigkeit meistens bei +/- 2 arcsec lagen, was der angegebenen Herstellertoleranz entspricht, die mit max. +/- 5 arcsec angegeben wird. Trotzdem ist es ratsam, zukünftig Autoguiding einzusetzen, da die Nachführgenauigkeit auf unter +/- 1 arcsec verbessert werden kann sowie Strukturen und Sterne exakter abgebildet werden können (siehe Abbildung 6). Zudem lässt sich auch die Einzelbildbelichtungszeit auf 10 oder gar 15 min erhöhen. Mittels Dithering können dabei die gewonnenen Bilder besser genutzt und neue Tiefen erreicht werden.

Nutzung von Dunkelbildern Aus diesem Grund wurde ein weiteres Experiment gewagt, indem die Belichtungszeit auf 10 min pro Bild erhöht und hierbei keine Dunkelbilder verwendet wurden,

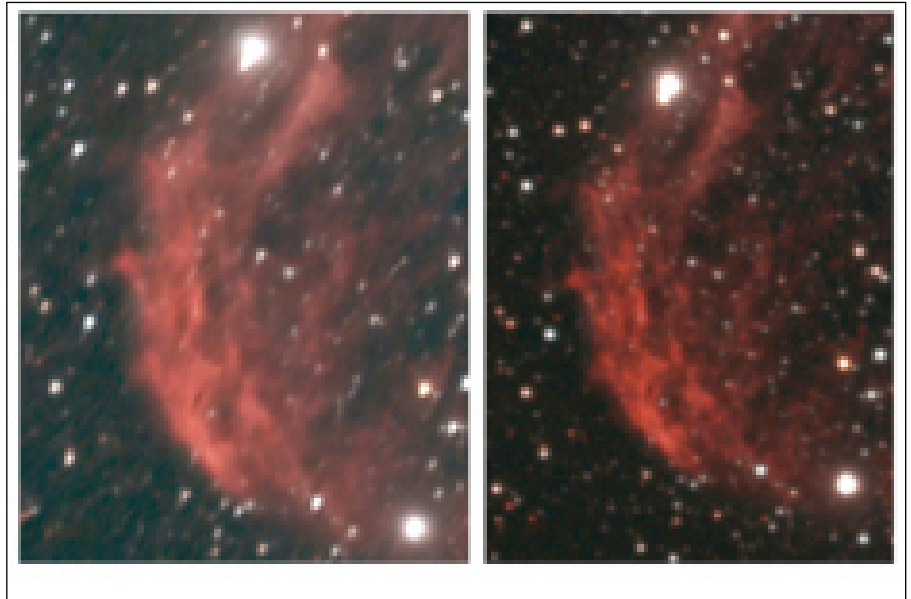


Abb. 6: Vergleich ohne / mit Autoguiding

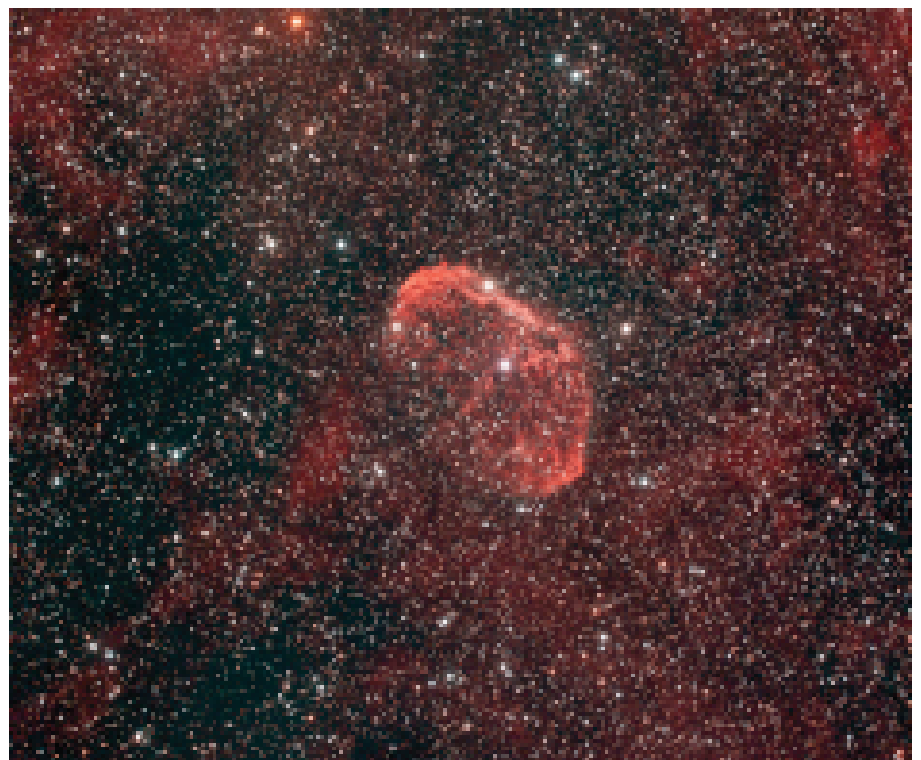


Abb. 7: Crescent Nebel (NGC 6888), Canon 1000Da, 43 Bilder à 5 Minuten, 800 ASA, Dithering

da diese häufig einen gewissen Zeitverlust für die eigentliche Belichtungszeit beinhalten.

Dies ist am Beispiel des Cocoon-Nebel (IC 5146) durchgeführt worden. Bei diesem Nebel handelt es sich um einen astronomischen Nebel mit einem eingebettetem Sternhaufen, der ebenfalls im Sternbild Schwan zu finden ist. Der Sternhaufen besitzt die Bezeichnung Collinder 470. Der Nebel hat eine scheinbare Ausdehnung von 10 Bogenminuten und

ist ca. 3.000 Lichtjahre entfernt. Es handelt sich bei dieser Region um ein Sternentstehungsgebiet mit ionisiertem atomarem Wasserstoff. Der Nebel enthält aus diesem Grund sowohl emittierende, reflektierende als auch absorbierende Bestandteile. IC 5146 befindet sich am östlichen Ende der länglichen Dunkelwolke Barnard 168 und ist mit dieser zusammen Teil einer ausgedehnten Molekülwolke.

Vorweg sei gesagt, dass sehr unter-

schiedliche Fehler bei einer Aufnahme auftreten können, die durch die Bildverarbeitung später korrigiert werden müssen:

a. Optische Fehler:

Vignettierung, Abschattung, Staub auf dem Sensor etc.

b. Elektronische Fehler:

Hotpixel, Coldpixel, Verstärkerglühen, Ausleseartefakte.

Flatframes dienen zur Korrektur der optischen Fehler und werden meistens gegen eine gleichmäßig ausgeleuchtete Fläche (z.B. Leuchtfolie) aufgenommen. Die Kameraposition und die Fokussierung dürfen gegenüber den Rohbildern nicht verändert werden. Die Sättigung sollte ungefähr 50% der max. Bildhelligkeit betragen. Optische Fehler multiplizieren sich und werden deshalb durch Division eines Flats von einem Rohbild entfernt.

Fehler durch die Kameraelektronik werden hingegen durch Subtraktion von Dark- oder Biasframes aus den Rohbildern beseitigt. Biasframes werden dabei mit der geringstmöglichen Belichtungszeit bei abgedeckter Optik aufgenommen, wodurch Ausleseartefakte wie Streifen und Muster sowie der Offset des Ausleseverstärkers kompensiert werden. Darks werden ebenfalls bei abgedeckter Optik aufgenommen, allerdings bei gleicher Belichtungszeit, gleichem ISO-Wert und gleicher Temperatur wie die Rohbilder (Lightframes). Sie dienen zur Korrektur von Hot-/Coldpixeln, Verstärkerglühen und Zeilen- oder Clustereffekten. Die Kalibrierung der Daten erfolgt dann nach folgender Formel:

$$\text{kalibr. Rohbild} = \frac{\text{Lightframe} - (\text{Master})\text{Darkframe}}{(\text{Master})\text{Flatframe} - (\text{Master})\text{Biasframe}}$$

Da das Biasframe sowohl im Lightframe, als auch im Darkframe vorhanden ist, wird es durch die Darkframe-Subtraktion bereits automatisch entfernt. Allerdings ist es auch im Flatframe enthalten und muss



Abb. 8: Cocoon-Nebel (IC 5146), Canon 1000Da, 39 Bilder à 10 min., 800 ASA, Dithering

deshalb erneut abgezogen werden. Deshalb sollte die Biasframes den gleichen ISO-Wert haben wie die Flatframes. Das heißt, wenn keine Flatframes gemacht werden, ist auch die Biasframe-Verwendung nicht notwendig bzw. im Umkehrschluss, wenn Flatframes verwendet werden, müssen auch Biasframes erstellt werden. [4]

Nun aber zu der Aufnahme der Abbildung 8: es wurde wieder Autoguiding verwendet, inkl. der Dithering-Funktionalität. Die gleiche Kamera (Canon 1000 Da) kam dabei zum Einsatz sowie das gleiche Öffnungsverhältnis von 1/5,53. Zwischen dem 30. September und dem 04. Oktober 2015 sind insgesamt 6,5 Stunden belichtet worden. Dabei musste auf den Mond und die Wetterbedingungen immer wieder Rücksicht genommen werden. Bei allen Aufnahmen wurde die Nachführgenauigkeit durchgehend gemessen. Es kam dabei eine Genauigkeit von +/- 0,5 arcsec heraus, was einem sehr gutem Wert entspricht. Insgesamt wurden 28 Flatframes und 24 Biasframes erstellt. Das Ergebnis in Abbildung 8 zeigt, dass die fehlenden Darkframes dabei kaum ins Gewicht fallen. Bei der Bildverarbeitung musste der Rauschanteil zwar bearbeitet werden, was

bei einer entsprechenden Menge an Dunkelbildern geringer ausgefallen wäre, was sich aber in Grenzen hielt. Trotzdem wird das Weglassen von Darkframes von Hobbyastronomen sehr unterschiedlich bewertet.

Da DSLR-Kameras keine Kühlung besitzen, sind sie temperaturanfällig. Das heißt, je wärmer die Umgebung ist, desto mehr Hotpixel entstehen auf einer Dunkelbildaufnahme. Daher haben Darkframes bei höherer Umgebungstemperatur größere Auswirkungen auf das Endresultat, als bei geringerer. Zusätzlich erhöht sich das Verstärkerglühen je länger belichtet wird, was ebenfalls auf die Bildqualität Auswirkungen haben kann. Allerdings kommt bei einer Aufnahme, die über mehrere Nächte durchgeführt wird, noch eine weitere Schwierigkeit hinzu: die Umgebungstemperatur kann variieren, weshalb die aufgenommenen Darkframes nicht mehr richtig zu den Aufnahmen passen könnten. Denn sie müssen exakt mit der Temperatur übereinstimmen, bei denen die Lightframes entstanden sind. Je geringer die Umgebungstemperatur dabei ist, umso genauer müssen die Darks auf die Lights passen. Wenn dies nicht der Fall ist, entstehen bei der Bearbeitung Streifeneffekte, die

ich bei älteren Aufnahmen auch bereits entdeckt hatte. Von daher habe ich für mich festgestellt, dass ich Dark-Subtraktion anfertige, wenn die Möglichkeit dazu besteht, dies aber durch Dithering nicht mehr so notwendig ist.

Fazit Es konnten trotz mehrerer Premieren (APO130-Optik, Reducer/Flattner, Cuzdi-Maske, Autoguiding, Dithering) hervorragende Bilderergebnisse ge-

wonnen werden. Dabei wurde zum einen die Nachführgenauigkeit der Montierung überprüft und mittels Autoguiding auf sehr gute Werte gebracht, wodurch zum ersten Mal Einzelbildaufnahmen von 5 bzw. 10 min möglich wurden. Zum anderen sind mittels Cuzdi-Maske die Fokussierung verbessert und mittels Dithering neue Bildtiefen erreicht worden. Da auch der eingesetzte Flattner/Redu-

cer eine höhere Lichtstärke, bei gleichzeitig exakter Bildfeldebahnung ermöglicht, sind nun neue Möglichkeiten vorhanden, die spannenden Nächten mit neu erreichbaren Erwartungen erwarten lassen.



Literaturhinweise:

[1] Sandor Cuzdi Homepage: Cuzdi-Maske. URL: <http://www.bmp-profi.de>

[2] Egmason: The apochromatic lens usually consists of three elements and brings three frequencies of light to a common focus. Wikipedia, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license, 8th of May 2010

[3] Andreas 06: achromatischer Zweilinser, deutsche Beschriftung. Wikipedia, Public Domain license, 12. September 2006

[4] Thomas Henne: Distant Lights. Astrophotography-Webseite, Kalibrierung der Rohdaten, URL: http://www.distant-lights.at/tipps_kalibrierung.htm

200. TODESTAG VON JOHANN HIERONYMUS SCHROETER

von HANS-JOACHIM LEUE, *Hambergen*

Am 9. August ds. Jahres jährt sich der Todestag von Schroeter (1745 - 1816) zum 200. Mal. Es ist Anlass, die letzten Jahre vor seinem Tod, die wohl die schicksalsträchtigsten in seinem Leben waren, noch einmal zu beleuchten. Zeitzeugen meinen, dass sie wohl die Ursache für sein vorzeitiges Ableben gewesen sein können. Beim Rückzug der napoleonischen Truppen nach dem verlorenen Krieg in Russland im April 1813 kam es zu mehrfachen als Scharmützel bezeichneten Gefechten zwischen den nachrückenden Kosaken und französischen Linientruppen, die als Vorposten in Borgfeld stationiert waren. Im Verlaufe der Auseinandersetzungen wurde auf den Befehl des französischen Generals Van Damme am 21. April 1813 der gesamte Ort Lilienthal niedergebrannt.

Runde Jahrestage sind in der Regel Anlässe zur Freude, z.B. wenn die Oma 90 Jahre alt geworden ist! Oft werden sie jedoch, wie im vorliegende Fall, als Gelegenheit zur Erinnerung, für einen Rückblick auf Vergangenes begangen. Ob zur Wertschätzung oder als Mahnung, das sei dahin gestellt! Es ist ja inzwischen trendy, die Leistungen der Altvorderen als antiquiert zu beurteilen und man erfindet die Zukunft immer wieder neu, obwohl aus den gezeigten Leistungen kaum ein Grund dazu besteht. Es wird geflissentlich negiert, dass in der Gegenwart und in der Zukunft nichts geschehen kann ohne die Vergangenheit!

In einem Nachruf von Richard Baum, Chesterfield, UK, veröffentlicht von der

British Astronomical Association im Jahre 1991 unter dem Titel „The Lilienthal Tragedy“ heißt es zum Tode von Schroeter am 29. August 1816: „But he left a legacy, perpetuated in part by the Observing Section of the Association, and the many groups like them around the globe“.

Der Artikel widmet sich dem Leben und Werken Schroeters, mit dem tragischen Ende seiner Beobachtertätigkeit nach dem Brand Lilienthals, dessen Ursachen in einem Brief von Schroeter detailliert beschrieben werden, und welcher im Jahre 1815 von J. Hemingway in der Sammlung „The Northern Campaigns“, Manchester 1815, zitiert wird.

Schroeter dokumentierte die Ereignisse auch in den „Vorerinnerungen“ seiner

Beobachtungen und Bemerkungen über den großen Kometen von 1811“.

Dabei erwähnt er, dass seine Sternwarte nicht abgebrannt ist, sondern einige Tage nach dem Brand von französischen Truppen geplündert wurde und viele Teile zerstört worden sind.

Eine gleichartige Beschreibung findet man auch im Berliner Astronomischen Jahrbuch für das Jahr 1817, J.E. Bode, Berlin 1814 als Brief vom 14. Januar 1814:

„Unstreitig wurde ich durch die franz. Occupation einer der Unglücklichsten. Ich verlor unter anderem meinen angesehenen Dienst und mußte Ehrenämter ohne Gage annehmen. Dann durch den schändlichen Mordbrand unter andern die sämtlichen Exemplare aller meiner