



Abb. 2: HyperStar mit DSLR-Kamera am C11-Teleskop, anstelle eines Fangspiegels.

als zu lichtschwach. Deshalb werden von ihnen oftmals sogenannte Astrographen eingesetzt, die zum einen auf die Fotografie optimiert wurden und zum anderen ein sehr schnelles Öffnungsverhältnis (z.B. 1/2) bieten. Zusätzlich wird das Bildfeld verzerrungsfrei abgebildet und der Abbildungsmaßstab soll über einen größeren Spektralbereich konstant bleiben. Die nächtliche Abkühlung darf den Astrographen ebenfalls nicht beeinflussen. Nachteilig ist allerdings, dass das visuelle Erlebnis bei Astrographen meistens nicht mehr möglich ist, da sie ausschließlich für die Fotografie optimiert wurden. Dafür sind allerdings wesentlich geringere Belichtungszeiten einsetzbar, was wiederum geringere Anforderungen an die Nachführung stellt.

HyperStar-Aufbau

Darüber hat man bei Celestron nachgedacht und mit der FastStar-Variante am Fangspiegel den Grundstein für den Einsatz eines HyperStar der Firma Starizona [2] gelegt. Der HyperStar-Flattner ist ein mehrlinsiges Korrektursystem, welches anstelle des Fangspiegels eingesetzt wird und die Fehler des Hauptspiegels komplett korrigiert. Koma und Bildfeldwölbung werden dabei ebenfalls eliminiert, so dass ein großes und ebenes Bildfeld

entsteht. Die Fokussierung wird dabei ganz normal über den Hauptspiegel eingestellt. Dadurch, dass der Fangspiegel ersetzt wird, verringert sich die Brennweite gegenüber der normalen SC-Anordnung von 2.800 mm auf 560 mm (siehe Tabelle 1). Da die Öffnung mit 280 mm erhalten bleibt, entsteht so ein sehr schnelles Öffnungsverhältnis von 1/2 (280 mm/560 mm). Es lassen sich an das HyperStar sowohl DSLR-, als auch CCD-Kameras anbringen. Man sollte allerdings darauf achten, dass größere Kameras die Abschattung verstärken, da die Kamera nun direkt im Strahlengang bzw. im Brennpunkt des Hauptspiegels sitzt (siehe Abbildung 2).

Das Öffnungsverhältnis wird im Übrigen an dieser Stelle als schnell bezeichnet, weil jetzt eine wesentlich geringere Belichtungszeit erforderlich ist, um Himmelsobjekte aufzunehmen. Hat man bei einem Öffnungsverhältnis von 1/10 noch 12,5 min benötigt, so sind bei 1/2

nur noch 30 s bei gleichem Ergebnis notwendig. Die Belichtungszeit reduziert sich hiermit um den Faktor 25!

Den Aufbau verdeutlicht die Abbildung 3 nochmals deutlicher. Der Unterschied des Strahlengangs vom herkömmlichen SC-Teleskops (links) und dem Einsatz eines HyperStars (rechts) lässt erkennen, dass die Brennweite deutlich um den Faktor 5 verkürzt wurde. Die Korrektur der Abbildung, die normalerweise vom Fangspiegel durchgeführt wird, muss nun das HyperStar vornehmen. Daher enthält es mehrere Korrekturlinsen, die sich durch Schrauben auch entsprechend justieren lassen. Der Ein- und Ausbau gelingt dabei einfach und ohne Werkzeug. Man muss allerdings vorsichtig sein, damit man nicht aus Versehen beim Umbau auf die Schmidt-Platte greift. Positiv ist, dass die Kollimation des Fangspiegels beibehalten wird, so dass nach dem Wiedereinsetzen keine Neujustage erforderlich ist. Dies wird durch eine Nut erreicht, wodurch sich der Fangspiegel exakt an die gleiche Stelle wieder einsetzen lässt wie zuvor. Das ganze Konzept wirkt sehr durchdacht und äußerst professionell.

Einsatz des HyperStar-Korrektursystems

Nachdem der Umbau vorgenommen wurde, kann der Außeneinsatz erfolgen. Das Einsetzen des HyperStar sollte dabei möglichst unter gleichen Umgebungstemperaturen stattfinden, da man größere Probleme mit dem Abschrauben bekommen kann, wenn man Temperaturunterschiede nicht beachtet. Für den abgeschraubten Fangspiegel ist ein Be-

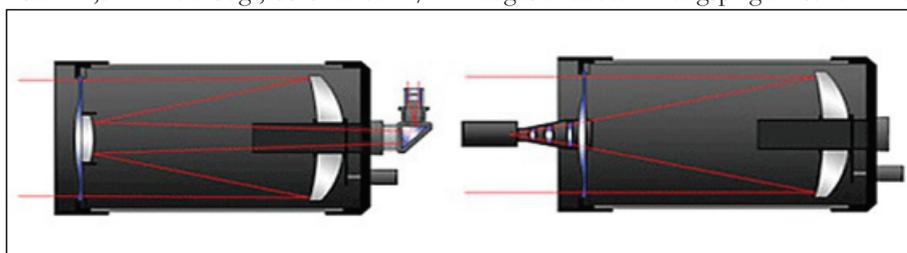


Abb. 3: Standard- und FastStar-Konfiguration bei einem SC-Teleskops [2].

	Celestron 8	Celestron 11	Celestron 14
Brennweite	406 mm	560 mm	675 mm
Öffnungsverhältnis	1/2	1/2	1/1,9
Feldgröße	4 Grad	2,9 Grad	2,4 Grad
Gewicht	Ca. 450 g	Ca. 1000 g	Ca. 1500 g
DSLR-Einsatzempfehlung	Nein	Ja	Ja
CCD-Nutzung	Ja	Ja	Ja

Tab. 1: Vergleich von SC-Teleskopen mit HyperStar-Optiken.

halter vorgesehen, der zusammen mit der HyperStar-Optik geliefert wird. Dieser bietet den optimalen Schutz, so dass der Fangspiegel keinen Schaden nehmen kann (siehe Abbildung 4).

Da die Schmidt-Platte erfahrungsgemäß bei feuchter Witterung schnell beschlägt, ist eine Taukappe unbedingt einzusetzen. Hierdurch ergeben sich allerdings wieder zwei Probleme: zum einen ist eine Fokussierung der Kamera mittels Live-View nun umständlicher, da am Hauptspiegel das Bild eingestellt werden muss. Hier sind längere Arme oder eine helfende Hand vonnöten. Zum anderen benötigt die Kamera eine Stromzuleitung und der Timer muss ebenfalls angeschlossen werden. Daher muss die Taukappe seitliche Öffnungen anbieten, damit die Kabel herausgeführt werden können. Da diese sich nun auch direkt im Strahlengang befinden, entstehen für ein SC-Teleskop an hellen Sternen unübliche Spikes. So etwas ist man von den Fangspiegelhalterungen bei Newton-Teleskopen gewohnt, aber eben nicht bei Schmidt-Cassegrain-Systemen. Die von mir eingesetzte Taukappe von Astrozap [4] bietet diese Aussparungen an und ist starr ausgelegt, d.h. nicht flexibel wie einige am Markt erhältliche. Das ist ebenfalls wichtig, da man für Flatfield-Aufnahmen am Tag einen entsprechenden Aufsatz anbringen kann, um die Vignettierung im Zaum halten zu können. Hier wird von mir ein Flatfield-Generator von Geoptik [5] verwendet, der gleichmäßig dimmbare LED-Lampen besitzt, um eine gleichmäßige Be-

leuchtung sicherzustellen. So entsteht ein neutrales Weiß, welches für Flatfield-Aufnahmen sehr gut eingesetzt werden kann.

Wenn nun alle Vorbereitungen abgeschlossen wurden, kann man daran gehen und ein erstes Objekt anzufahren bzw. die Montierung entsprechend auszurichten. Dabei mutet es etwas ungewöhnlich an, dass man dafür direkt durch die Öffnung des Teleskops schauen muss. Vorteilhaft ist es jedenfalls, dass kein Autoguiding notwendig ist, um einen Stern exakt anzupeilen. Durch das schnelle Öffnungsverhältnis reichen 1-2 min Belichtungszeiten pro Bild, was die Montierung bei der Brennweite von 560 mm noch exakt genug nachführen kann. Dadurch lässt sich der automatische Meridian Flip auch gut einsetzen, da das Autoguiding entfällt und das C11 nicht mit dem Stativ kollidieren kann. Die Fokussierung kann allerdings ohne Laptop-Einsatz nur anhand des Live-View-Bildes der Kamera geschehen. Eine Bahtinov-Maske lässt sich ohne weiteres nicht einsetzen, da diese nicht über das HyperStar

gezogen werden kann. Abhilfe könnte eine Fokussierung mittels Computer oder eine Modifizierung einer Bahtinov-Maske schaffen. Vorteilhaft war jedenfalls, dass der eingestellte Fokus über einen langen Zeitraum stabil blieb. Das HyperStar verhält sich daher lange nicht so sensibel wie ein Refraktor, der alle paar Stunden aufgrund der Temperaturschwankungen neu justiert werden muss.

HyperStar-Ergebnisse

Jetzt konnte es endlich losgehen. Das HyperStar war montiert, fertig justiert und konnte im Feld erprobt werden. Als erste Aufnahme wurde am 23. August auf das Sternbild Schwan gehalten, da dort einige schöne helle Emissionsnebel einzufangen sind. Unter anderem ist dies, gleich neben dem Nordamerikanebel (NGC 7000) der kleinere Pelikanebel (IC 5070), der optimal zu der Brennweite von 560 mm passt. Es handelt sich dabei um einen diffusen Gasnebel, der ein großes Sternentstehungsgebiet beinhaltet. Dieser wurde angesteuert und mit 2 min pro Bild insgesamt 39mal belichtet



Abb. 4: HyperStar an der DSLR-Kamera und Schutz des Fangspiegels [3].

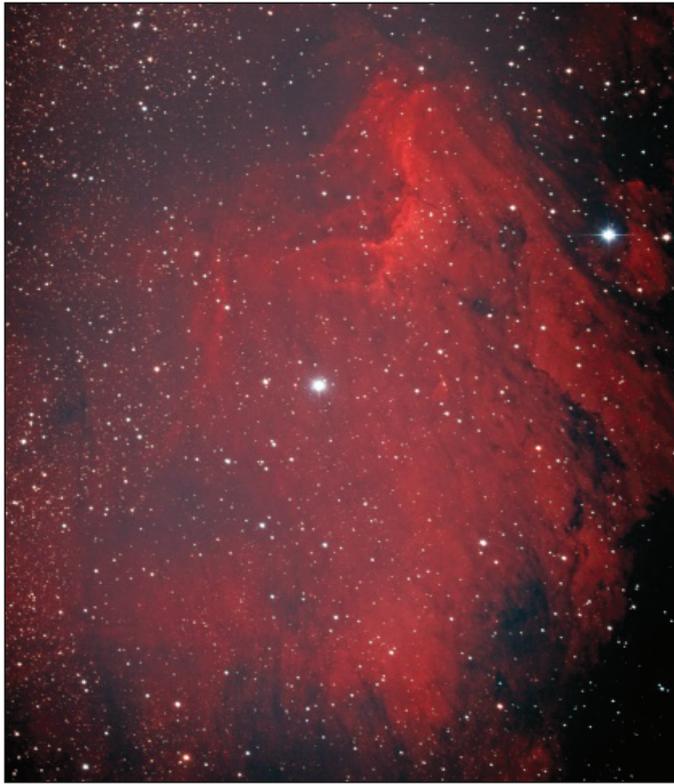


Abb. 5: Pelikannebel IC 5070 im Sternbild Schwan.



Abb. 6: Andromeda-Galaxie M31 im Sternbild Andromeda.

(siehe Abbildung 5). Es wurde bei diesem ersten Versuch allerdings nicht über Flatframes nachgedacht, was sich bei der späteren Bearbeitung als problematisch erwies. So kam eine 78 min andauernde

schließlich für die Astrofotografie verwendet wird, wodurch kein störendes Equipment (z.B. Haltegurte) mehr angebracht ist. An dem Bildergebnis fällt nun auf, dass zum einen der Nebel gespiegelt

Belichtung zustande, die bei der Bildverarbeitung eine erhebliche Vignettierung aufwies. Durch die wesentlich größere Lichtempfindlichkeit tritt zutage und muss durch entsprechende Flatframes optimaler Weise korrigiert werden. Die nachträgliche Aufnahme von Flatframes erwies sich aber ebenfalls nicht als optimal, da die Kameraposition bereits wieder verändert wurde, weshalb die Bildverarbeitung mit einigen Tricks durchgeführt wurde. Abbildung 6 zeigt nun, dass die HII-Region des Pelikannebels durch die astromodifizierte Kamera Canon 1000Da mit zusätzlicher Hilfe eines CLS-Filters deutlich herauskommt. Beachtenswert, wenn man bedenkt, wie kurz insgesamt belichtet wurde. Die ältere Kamera wurde deshalb genutzt, weil sie bei mir aus-

dargestellt wird und zum anderen die hellen Sterne verschiedene Spikes aufweisen. Da durch den HyperStar der Strahlengang nicht mehr über den Fangspiegel umgekehrt wird, müssen Bilder nachträglich horizontal gespiegelt werden. Die Spikes lassen sich durch die Kabelzuführungen nicht direkt vermeiden, es sei denn man verlegt sie kurvenförmig, sollten aber gleichmäßiger ausfallen.

Als nächstes wurde ein ebenfalls recht lichtstarkes Objekt in der Nacht zum 08. September angefahren. Die Andromeda-Galaxie (M31) ist bei einem dunklen Nachthimmel ja bereits mit dem bloßen Auge erkennbar und ist das größte Mitglied der Lokalen Gruppe mit einer Gesamtmasse von 800 Milliarden Sonnenmassen und einem Halo-Durchmesser von ca. einer Million Lichtjahren. Sie ist nur 2,5 Mio. Lichtjahre von uns entfernt und besitzt zwei bekannte Satellitengalaxien: die beiden elliptischen Galaxien M32 und M110, die auch auf der Abbildung 6 gut erkennbar sind²⁾. Auch bei diesem Bild wurde mit einer relativ kurzen Belichtungszeit von insgesamt 2,5 Stunden gearbeitet. Aber es kamen immerhin bereits 80 Bilder à 2 min zustande, also doppelt so viele wie vorher beim Pelikannebel. Als Kamera wurde ebenfalls die Canon 1000Da mit CLS-Filter eingesetzt. Auch bei diesem Bild wurden keine Flats erstellt, so dass es Schwierigkeiten machte den Hintergrund gleichmäßig aufzubereiten. Aber es wurde deutlich, dass durch die kurzen Belichtungen das Ausbrennen des Zentrums weniger Probleme beinhaltet, als dies bei langbelichteten Aufnahmen der Fall ist. Auch die Farbdarstellung gestaltete sich einfacher. Solche Strukturen hatte ich bisher noch nie bei M31 aufgenommen. Ich war schlichtweg begeistert. Ermutigt durch diese ersten Ergebnisse

2) M110 ist unten zu erkennen, während M32 sich oberhalb der Andromeda-Galaxie befindet



Abb. 7: Schwieriger Reflexionsnebel M78 (NGC 2068) im Sternbild Orion.

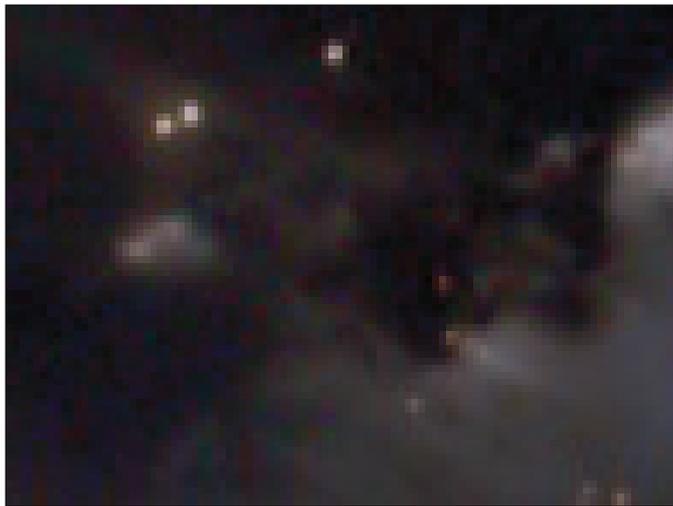


Abb. 8: Ausschnitt des M78-Bildes mit McNeil-Nebel (unterhalb der Doppelsterne).

wurde ein weitaus lichtschwächeres Objekt angegangen. Es handelte sich um den Reflexionsnebel M78, der zwar der hellste seiner Art am Nachthimmel ist, aber durchaus hohe Anforderungen an die Lichtstärke stellt, wie ich schon feststellen durfte. Teilweise hatte ich mich dabei bereits gefragt, wie Charles Messier diesen Nebel überhaupt in seine Liste aufnehmen konnte, da er damals über wesentlich bescheidenere Mittel verfügte. Der Reflexionsnebel ist im Sternbild Orion zu Hause, absorbiert dunklen faserar-

tigen Staub und reflektiert das Licht einiger heller blauer Sterne, die sich vor kurzem gebildet haben. Er erfordert ebenfalls geringere Brennweite, weshalb ich mich vom 29. Dezember 2016 bis zum 05. Januar 2017 an guten Abenden an diesem Objekt versuchte. Es kamen dabei 330 Aufnahmen à 1 min Belichtungszeit zustande. Dieses Mal wurden auch Flatframes, Biasframes und Darkframes gemacht. Bei insgesamt 5,5 Stunden Belichtungszeit wurde bei 800 ASA das Gesamtergebnis von Abbildung 7 erreicht, welches den Reflexionsnebel in seiner ganzen Pracht zeigt.

M78 besteht aus interstellarem Staub, die das Licht benachbarter Sterne reflektiert bzw. streut. Anders als bei Emissionsnebeln sind die Sterne in Reflexionsnebeln nicht heiß genug, um das Material zu io-

nisieren. Es wird also kein Eigenleuchten des Nebels ermöglicht. Es finden aber Sternengeburten statt. So ist auf meiner Aufnahme auch der veränderliche Nebel McNeil³⁾ zu erkennen, der nur zu bestimmten Zeiten aktiv ist. Hier befindet sich ein in Entstehung befindlicher Stern, der etwa 1.500 Lichtjahre von uns entfernt ist. Nachträglich hat man auf Fotografien der gleichen Himmelsregion entdeckt, dass es auch im Jahr 1966 zu einem Ausbruch gekommen war, der McNeil-Nebel also bereits in der Vergangenheit sichtbar war. Auf jeden Fall lässt sich durch eigene Aufnahmen bereits der Beweis erbringen, dass hier Sternenregionen sehr aktiv sind. Ein spannendes Thema, wie ich finde.

Der Nebel wird im Bildausschnitt von Abbildung 8 noch einmal deutlicher hervorgehoben. Er befindet sich unterhalb der gut erkennbaren Doppelsterne. Die Helligkeit des Nebels wird auf nur 22" geschätzt. So ein kleines Detail aufzuspüren verlangt bereits einiges ab, speziell was die Belichtungsdauer angeht.

Das Ergebnis von M78 zeigte auf, dass man zum einen auf jeden Fall entsprechende Flats anfertigen sollte, wenn man mit dem HyperStar arbeitet und zum anderen ruhig länger belichten sollte, um noch mehr Tiefe zu erreichen. Daher beschloss ich am 29. und 30. Dezember auf weitere bekannte Reflexionsnebel zu gehen und nahm mir den offenen Sternhaufen der Plejaden (M45) vor. Dieses Siebengestirn, wie es auch seit frühester Zeit genannt wird, umfasst ca. 1.200 Sterne in einer Entfernung von 444 Lichtjahren. Es ist ein Teil unserer Milchstraße und enthält um die Zentralssterne verschiedene Reflexionsnebel, die erst durch das Zeitalter der Fotografie entdeckt wurden. Die Plejaden sind ca.

3) Der im Januar 2004 vom Hobby-Astronomen Jay McNeil entdeckte veränderliche Nebel im Sternbild Orion ist aktuell wieder sichtbar. Der südöstlich von M 78 gelegene McNeil-Nebel ist nur dann sichtbar, wenn es bei dem in ihm eingebetteten, noch im Entstehen begriffenen Stern zu einem Ausbruch kommt. Das ist aktuell wieder der Fall.

80 Mio. Jahre alt und werden wohl noch 250 Mio. Jahre bestehen. Gemeinsam mit den Hyaden bilden sie das sog. „Goldene Tor der Ekliptik“. Dies liegt daran, weil die Sonnenbahn scheinbar durch den Mittelpunkt beider Himmelsobjekte durchzieht. Manche Sterne der Plejaden sind noch von dem Urnebel umgeben, der sie eins erschaffen hat. Das Sternenlicht bringt das umgebende Gas zum Leuchten, so dass die entsprechenden Sterne eine bläuliche Aura besitzen. Diese offenbart sich immer stärker, je länger man diesen offenen Sternenhaufen fotografiert. Visuell sind diese Reflexionsnebel nur in Teleskopen wesentlich größerer Öffnungen auszumachen bzw. bleiben einem ganz verborgen.

In der Abbildung 9 zeigt das Ergebnis, dass eine längere Belichtung von insgesamt 4 Stunden die Reflexionsnebel sehr gut einfangen kann. Pro Aufnahme wurde 1 min investiert, bei 800 ASA an meiner Canon 1000Da. So wurden 235 Bilder gemacht, die mit Dunkel-, Flat- und Biasframes verfeinert wurden. Das Öffnungsverhältnis von 1/2 machte sich hier sehr positiv bemerkbar. Durch die Kabelführung entstanden zusätzlich noch größere Spikes um die hellsten Sterne, die eine gewisse zusätzliche Ästhetik einbrachten, wie ich finde.

Fazit

Ein HyperStar-System lässt sich schnell und einfach montieren, auch wenn dies beim ersten Mal etwas ungewöhnlich erscheint, da man direkt vor der Schmidt-Platte die Montagearbeiten verrichtet. Die Justage gestaltet sich ebenfalls einfach und kommt ohne Werkzeug aus. Ein Autoguiding ist nicht notwendig und vereinfacht die Fotografie. Auch hält die



Abb. 9: Plejaden (M45) mit Reflektionsnebel im Sternbild Stier.

einmal vorgenommene Fokussierung die gesamte Nacht, so dass man nicht alle zwei Stunden das Bild überprüfen muss. Durch die Nutzung eines Meridian Flips, soweit dies von der genutzten Montierung unterstützt wird, lassen sich so ganze Nächte durchgehend für die Fotografie nutzen. Auch ermöglichen die kurzen Belichtungszeiten eine schnellere Überprüfung der Bildergebnisse.

Nachteilig ist, dass kein Off-Axis-Guiding nutzbar ist. Zwar ist dies nicht notwendig, wäre aber bei längeren Nachführungen praktisch, da das Objekt immer im Mittelpunkt gehalten wird. Auch verursacht die Kabelführung Spikes an hellen Sternen. Dies kann durch eine geschwungene Kabelführung aber kompensiert werden, wenn einen dies stören sollte. Zur Fokussierung wäre eine Bahtinov-Maske ebenfalls hilfreich.

Diese kann aber auf herkömmlichen We-

ge leider nicht eingesetzt werden.

Durch das HyperStar-System ermöglichen sich für Schmidt-Cassegrain-Nutzer neue Anwendungsgebiete in der Deep-Sky-Fotografie. Das Blickfeld vergrößert sich um das Fünffache, während sich das Spiegel-Shifting um den Faktor 5 geringer auswirkt. Montierungsungenauigkeiten werden dadurch ebenfalls eher verziehen, so dass ein solches System bereits mit einer Gabelmontierung einsetzbar ist. Das Bild wird zudem über das gesamte Feld hervorragend korrigiert und die Sterne kontrastreicher wiedergegeben. Man erhält so quasi einen Astrographen, der das C11 zu einem universellen Teleskop werden lässt. Es gibt somit eigentlich keinen Anwendungsfall mehr, der durch dieses Teleskop nicht abgedeckt werden kann.

Literatur

- [1] Sphärische Aberration: <https://de.wikipedia.org/wiki/Abbildungsfehler>, GNU Free Documentation License, 2011
- [2] HyperStar-Seite von Starizona: <https://starizona.com/acb/hyperstar/>
- [3] Bilder von Oliver Schneider: <http://www.balkonsternwarte.de>
- [4] Taukappen-Hersteller Astrozap: <https://www.astrozap.com>
- [5] Hersteller Geoptik Astronomy: <http://www.geoptik.com>