

VERGLEICH ZWEIER DUOFILTER

Optolong L-eNhance versus Optolong L-eXtreme

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Gekühlte CMOS-Farbkameras erfreuen sich bei Hobbyastronomen immer größerer Beliebtheit. Dies liegt einerseits daran, dass der Wechsel von einer DSLR-Farbkamera dahin ein logischer Schritt ist und andererseits, dass viele Astrofotografen das umständlichere L/R/G/B-Aufnahmeverfahren bei Monochromkameras scheuen – schließlich kostet dies auch wertvolle Belichtungszeit. Zudem werden CMOS-Farbkameras immer leistungsfähiger, was die Dynamik und das Rauschverhalten betrifft. Im Zusammenspiel mit entsprechender Filtertechnik, im Besonderen mit Duo- und Triband-Filtern, sollen nun sogar ähnliche Ergebnisse ermöglicht werden, wie sie vorher nur den Monochrom-Kameras mit Schmalbandfiltern vorbehalten waren. Die Firma Optolong hat zwei von ihnen im Programm, die in diesem Artikel miteinander verglichen werden sollen: L-eNhance- und L-eXtreme-Filter.

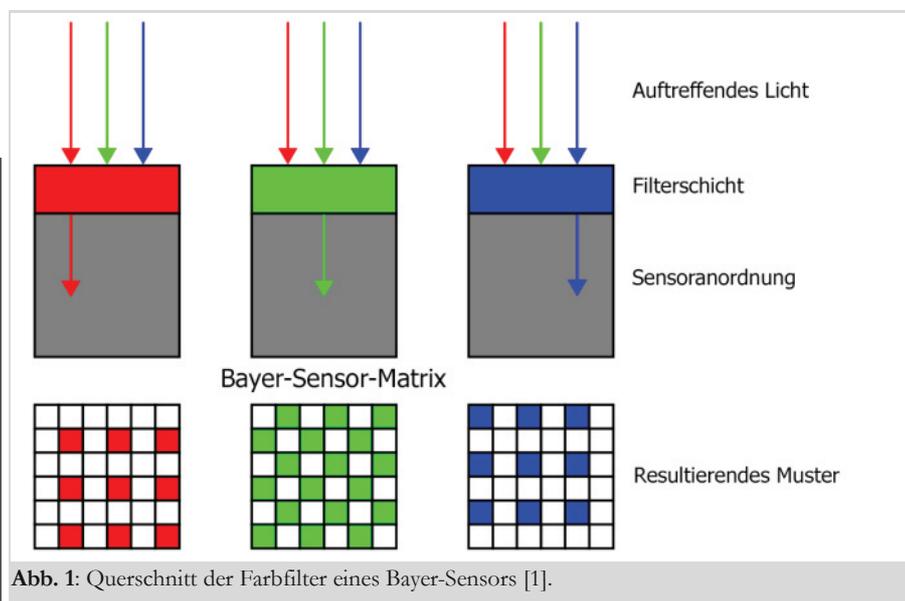


Abb. 1: Querschnitt der Farbfilter eines Bayer-Sensors [1].

Filtertechnik war bei Astrofotografen immer schon im Einsatz, was zum einen an der Lichtverschmutzung liegt, die in Europa bzw. weltweit immer mehr zunimmt, und zum anderen mit der Verwendung von Monochrom-Kameras zusammenhängt. Denn bei einer s/w-Kamera wird mit der größtmöglichen Empfindlichkeit ein Bild aufgenommen, da diese nicht durch eine Bayer-Matrix eingeschränkt wird. So lassen sich hier beliebige Filter nach Bedarf vor die Kamera setzen, während man bei einer Farbkamera bereits einen RGGB-Filter (25% Rot, 50% Grün, 25% Blau) standardmäßig vor dem Sensor sitzen hat, wie die Abbildung 1 verdeutlicht. Jeder Pixel des Farbkamerasensors ist daher bereits auf Rot, Grün oder Blau opti-

miert, wodurch logischerweise nicht die gleiche Auflösung wie bei einer s/w-Kamera erreicht werden kann. Daher waren Monochrom-Kameras bei anspruchsvollen Astrofotografen bislang immer gesetzt. Dieser Zustand hat sich seit ein paar Jahren geändert, was zum einen an den immer empfindlicheren und rauschärmeren CMOS-Farbkameras liegt und zum anderen an einer neuen Filtertechnik: die sog. Duo- bzw. Triband-Filter. Damit werden bestimmte Wellenlängen bevorzugt aufgenommen, während andere Bereiche des Wellenspektrums gesperrt werden. Durch die Nutzung dieser Filtertechnik mit einer sog. One Shot Color (OSC) Kamera lässt sich zudem Aufnahme- und Bildbearbeitungszeit sparen, denn eine RGB-Auf-

nahme muss nun nicht mehr einzeln erstellt und bearbeitet werden. Da viele Astrofotografen mit der DSLR-Aufnahmetechnik angefangen haben und die fehlende Kühlung als Hauptproblem ansehen, ist der OSC-Einsatz ein logischer Folgeschritt. Doch wie empfindlich ist eine solche Kamera wirklich?

Quanteneffizienz und FWHM-Wert

In der Kamertechnik wird die Empfindlichkeit eines Fotosensors anhand seiner Quanteneffizienz (QE) beschrieben. Sie drückt die prozentuale Anzahl von Photonen aus, die in den einzelnen Pixeln des Sensors Elektronen auslösen, die für die Bildinformation gespeichert werden können. Bei Farbkameras verringert sich die Quanteneffizienz gegenüber Monochrom-Kameras bereits durch die eingebaute Bayer-Matrix. Diese rekonstruiert die fehlenden Farben des Filtermusters RGGB durch Interpolation (Zwischenwert-Ermittlung) der Nachbarpixel. Das heißt, aus bekannten Pixelwerten eines Bildes werden die neuen Werte mittels Interpolationsalgorithmen berechnet. Dafür gibt es zahlreiche unterschiedliche Interpolationsmethoden, die von jedem Hersteller unterschiedlich verwendet werden und damit nicht einheitliche Ergebnisse produzieren. Dies liegt in der Anuswertung der bekannten Pixelwerte begründet und der daraus resultierenden Festlegung der neuen Bild-

inhalte. Die Gemeinsamkeit aller Interpolationsmethoden hat damit Auswirkung auf den Inhalt von Punktdichte und Farbtiefe. Die Qualität des fertigen Bildes wird dadurch auf jeden Fall herabgesetzt. Auch wird jedes Bild durch den Interpolationsvorgang etwas an Schärfe verlieren, wodurch die Detailtiefe beim späteren Bildendergebnis etwas leidet. In DSLR-Kameras kommen teilweise neben der Bayer-Matrix weitere Filter (z.B. Tiefpass-, IR-Sperrfilter) zum Einsatz, die die Qualität ebenfalls negativ beeinträchtigen können. Aus diesem Grund wird beispielsweise bei einer modifizierten DSLR-Kamera der IR-Sperrfilter entfernt, um eine größere $H\alpha$ -Empfindlichkeit zu erhalten.

Filter sind grundsätzlich für verschiedene Bereiche des Lichtspektrums ausgelegt und blockieren einen bestimmten Bereich oder lassen definierte Wellenlängen durch. Der Wellenlängenbereich, in dem der Filter das Licht durchlässt, wird dabei als Transmissionsfenster bezeichnet. Seine Breite wird durch die Halbwertsbreite bzw. Full Width at Half Maximum (FWHM) angegeben. Dieser FWHM-Wert sagt dabei etwas über die Qualität (Bildunschärfe) einer Aufnahme aus und ist dementsprechend von der Fokussie-



Abb. 2: Transmissionskurve des L-eNhanche-Filters [3] und des L-eXtreme-Filters von Optolong [4].

rung und dem Seeing abhängig. Das Transmissionsfilter sollte steile Flanken besitzen, um nur das gewünschte Spektrum optimal durchlassen zu können und um unerwünschte Spektren auszuschließen. Er soll zum einen die Quellen künstlichen Streulichts kompensieren und zum anderen mehr Kontrast bei

Aufnahmen ermöglichen. Bei einem aufgehellten Stadthimmel ist dadurch eine längere Belichtung möglich, bevor der Himmelshintergrund durchkommt. Auf der anderen Seite lassen sich nicht nur bestimmte Spektren blockieren, sondern auch bestimmte Wellenlängen explizit durchlassen. Schmalbandfilter arbeiten so, um beispielsweise nur die Wasserstofflinien $H\alpha$ oder $H\beta$ aufnehmen zu können. So wird auch nach der bekannten Hubble-Palette vorgegangen, indem drei Schmalbandaufnahmen in $H\alpha$ (Wasserstoff), SII (Stickstoff und Schwefel) und OIII (Sauerstoff) zu einem Falschfarbenbild kompensiert werden. Das heißt, es wird SII = Rot, $H\alpha$ = Grün und OIII = Blau zugeordnet. Damit stimmt, bis auf SII, die Farbe der Emissionslinie nicht mehr mit der Realität überein, aber die Reihenfolge im Spektrum bleibt immerhin erhalten. Durch die Falschfarbendarstellung können Nebelstrukturen wesentlich besser herausgearbeitet werden. Zudem lässt sich für wissenschaftliche Auswertungen erkennen, welche

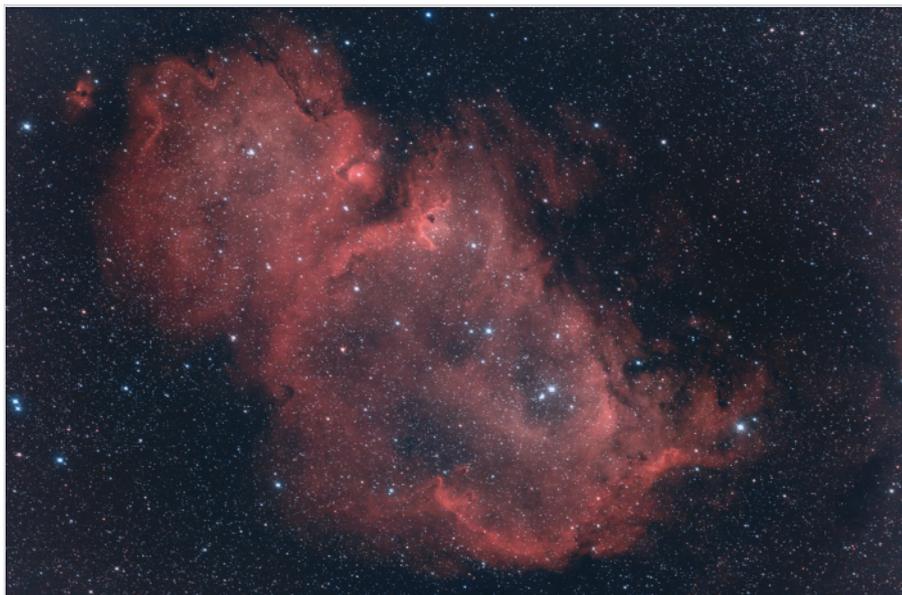


Abb. 3: Embryo- oder Seelennebel Sh2-199 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eNhanche-Filter.



Abb. 4: Konus-Nebel mit Weihnachtsbaum-Sternhaufen mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eNhnance-Filter.

Elemente in den Gasnebeln oder Galaxien enthalten sind. Durch die bekannten Hubble-Bilder ist zudem die Hubble-Palette auch bei ambitionierten Astrofotografen sehr beliebt.

Vergleich zweier OSC-Filter In jüngster Zeit erfreuen sich Schmalbandfilter für OSC-Kameras großer Beliebtheit. Diese neuen Dual-Band-Passfiltern, die auch vereinfacht Duofilter genannt werden, gehören zu dieser Kategorie und nehmen sich verschiedene Wellenlängen des Lichtspektrums gleichzeitig vor. Herausstechend sind dabei zwei Filterarten, die hier exemplarisch von Optolong [2] miteinander verglichen werden sollen: der Triband-Filter L-eNhnance und der Duoband-Filter L-eXtreme.

Der L-eNhnance Bandpassfilter von Optolong lässt dabei die Spektralbereiche $H\alpha$ (656 nm), $H\beta$ (486,1 nm) und OIII (501 nm) gleichermaßen durch, wie die Abbildung 2 zeigt. Dies ist besonders für Farbkameras interessant, denn die durchgelassenen Bereiche werden auf die Bayer-Matrix entsprechend verteilt ($H\alpha$ = Rot, $H\beta$ = Blau, OIII = Grün). Das heißt, es kann die gesamte Bayer-Matrix ausgenutzt werden. Dieser Filter ist daher speziell für die sog. OSC-Kamera entwi-

kelt worden und kam 2019 auf den Markt. Dadurch kommt man laut Hersteller sehr nah an die Empfindlichkeit einer Monochromkamera heran, da alle Pixel gleichermaßen genutzt werden können. Obwohl der L-eNhnance-Filter als Duoband-Filter beworben wird, gehört er aus meiner Sicht aber zu den Triband-Filtern, da er wie beschrieben drei Wellenlängen durchlässt. Er besitzt zudem einen Transmissionsbereich von ca. 24 nm bei OIII und 10 nm bei $H\alpha$. Anders verhält es sich mit der Weiterentwicklung, dem L-eXtreme-Filter von Op-

tolong, der im letzten Jahr herauskam. Er enthält zwei 7nm-Bandpässe, was ihn als wirklichen Schmalbandfilter ausweist, und konzentriert sich ausschließlich auf $H\alpha$ und OIII, wie ebenfalls die Abbildung 2 zeigt. Das heißt, der Filter isoliert die interessanten Nebel-Emissionslinien, generiert mehr Kontrast und maximiert das Signal-/Rauschverhältnis. Dadurch ist er noch besser in lichtverschmutzten Gegenden einsetzbar. Laut des Herstellers sollen Aufnahmen sogar bei Vollmond möglich sein. Auch der Einsatz mittels Monochrom-Kamera soll machbar sein, damit man zwei Spektralbereiche mit einer Aufnahme zeitsparend aufnehmen kann. Diese sollen zudem nahezu ungehindert (99 %) durchgelassen werden. Neben Optolong haben auch Hersteller wie STC [5] und ZWOptical [6] diesen neuen Duoband-Filtertyp im Einsatz, die ähnliche Transmissionskurven aufweisen. Was ein solcher Einsatz bringen kann, sollte der anschließende Test zeigen.

Test beider Filter In der Theorie hört sich das erst einmal schlüssig an. Doch wie gut ist ein solcher Filter wirklich im Zusammenspiel mit einer CMOS-Farbkamera? Dies wurde zum allerersten Mal am Embryonebel Sh2-199 (siehe Abbil-

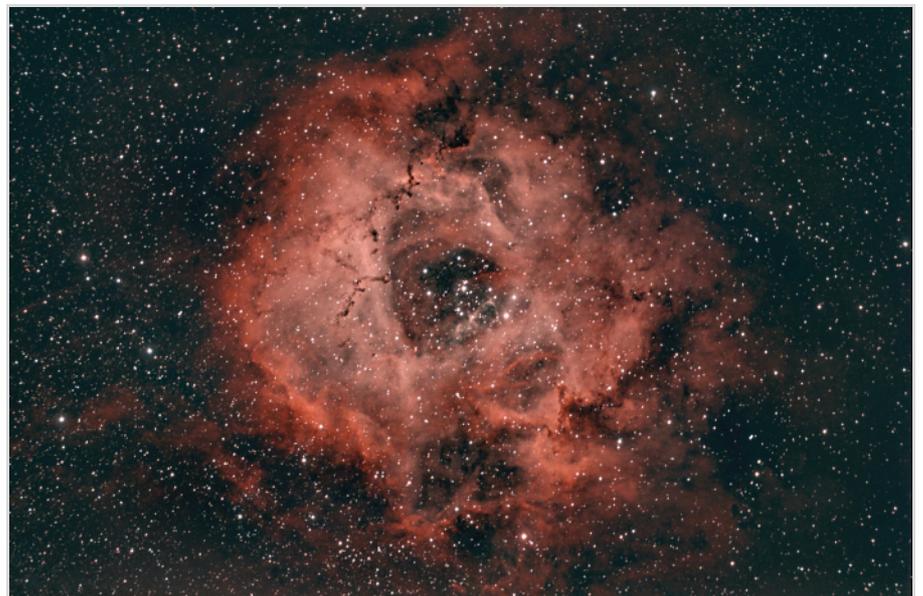


Abb. 5: Rosettennebel Sh2-275 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eXtreme-Filter.

dung 3) ausprobiert, ein Emissionsnebel im Sternbild Cassiopeia, der auch als Seelennebel bezeichnet wird und optimal zur Brennweite 560 mm meines C11-HyperStar-Teleskops passt. Mittig ist auf dieser Aufnahme der Sternhaufen IC 1848 zu erkennen, der sich im Rumpf befindet und oftmals für die Bezeichnung des Nebels herangezogen wird. W5 ist eine Radioquelle innerhalb des Nebels, indem riesige Hohlräume existieren. Entsprechend der Theorie der getriggerten Sternentstehung wird das Gas am Rand dieser Hohlräume komprimiert, wodurch eine Kette aufeinanderfolgender Entstehungen neuer Sterne im Nebel ausgelöst wird. Als Kamera kam die ZWOptical A.S.I.071MCpro mit APS-C-Sensor und L-eNhance-Filter zum Einsatz. Dabei wurde jedes Bild mit 5 min belichtet. Das Autoguiding und Dithering wurde dabei standardmäßig, wie bei allen anderen Aufnahmen, mit einem Lacerta M-GENV3 vorgenommen. Insgesamt kamen 3,5 Stunden Belichtungszeit zustande. Der Kontrast und die Nebelstrukturen überzeugten dabei auf Anhieb.

Auch die Bildverarbeitung war nicht problematisch, da die Ergebnisse wie ein gewöhnliches Farbbild bearbeitet werden konnten. Die Mondsichtbarkeit der Aufnahme lag im ersten Viertel bei ca. 54 % und fiel nicht negativ ins Gewicht. Dass die Sternfarben nicht komplett verloren gingen, wie das bei typischen Schmalbandaufnahmen eigentlich der Fall ist, war ebenfalls bemerkenswert. Dieses Phänomen konnte man auch an NGC 2264 beobachten, einem Gebiet im Sternbild Einhorn, das aus einem Teil eines HII-Gebiets mit einer davorliegenden Dunkelwolke (Konus-Nebel), einem Sternhaufen (Weihnachtsbaum-Sternhaufen) und dem diffusen Nebel dazwischen besteht (siehe Abbildung 4). Die helleren Sterne des Weihnachtsbaum-Sternhaufens ergeben ein Mini-Sternbild in der Form eines Tannenbaums, dessen Spitze

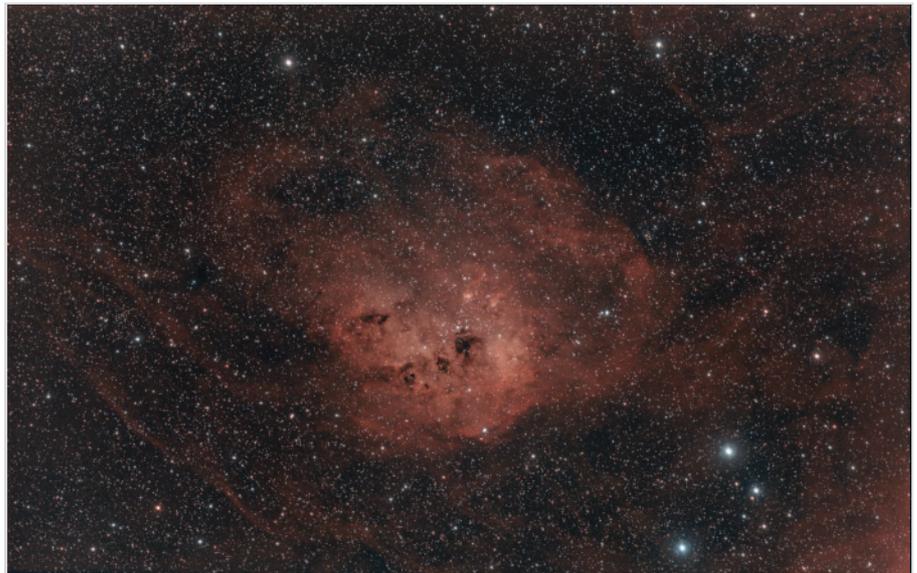


Abb. 6: Kaulquappen-Nebel Sh2-236 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eNhance-Filter.



Abb. 7: Kaulquappen-Nebel Sh2-236 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eXtreme-Filter.

nach unten zeigt. Daher wird der Sternhaufen auch oftmals „Christmas Tree Cluster“ genannt. Diese Aufnahme entstand ebenfalls mit 560 mm Brennweite an einem C11-HyperStar-Teleskop mit der gleichen Kamera und gleichen Aufnahmeparametern. Auch hier fällt auf, dass zum einen die Sternfarben nicht komplett verschwunden sind und zum anderen, dass die Blauanteile des Nebels noch herauskommen.

Anfang 2021 wurde dann der zweite Schmalbandfilter der Firma Optolong getestet. Dabei kam die erste Testaufnahme bei nahezu Vollmond (92,6%) zustande, bei der der Mond auch noch ungünstig in die Optik hineinschien. Bei dem L-eNhance-Filter wurde dies in der

Vergangenheit ebenfalls versucht und kein gutes Ergebnis erzielt. Hier ließen sich Mondphase bis ca. 40% noch ausnutzen. Anders hingegen beim L-eXtreme-Filter, der auch bei diesen schlechten Bedingungen noch Strukturen offenbarte. Als Test wurde der Rosettennebel (Sh2-275), ein diffuser Emissionsnebel im Sternbild Einhorn, im kalten Monat Februar herangezogen. Im Zentrum des Nebels befindet sich der offene Sternhaufen NGC 2244, der den Nebel zum Leuchten bringt. Trotzdem war das Vollmondbild keine Offenbarung und konnte nicht mit den versprochenen Ergebnissen des Herstellers nicht ganz mithalten. 10 Tage später, bei abnehmendem Mond mit 59,9%, sah das Er-



Abb. 8: Medusa-Nebel Sh2-274 (Abell 21) mit ZWOptical A.S.I.071MCpro mit L-eNhance-Filter (links) und L-eXtreme-Filter (rechts).

gebnis, wie man in Abbildung 5 erkennen kann, schon ganz anders aus. Der Mond stand dieses Mal für das Teleskop auch günstiger. Hier kam der Vorteil der Kontrastverstärkung des L-eXtreme-Filters klar zur Geltung. Denn unter diesen Bedingungen hätte man von einer Aufnahme mit dem L-eNhance-Filter immer noch abgesehen. Diesen Kontrastgewinn erkaufte man sich allerdings mit einem Verlust der Sternfarben. Wenn man diese ebenfalls abgebildet haben möchte, sollte eine RGB-Aufnahme nachgelegt und diese anschließend mit der Schmalbandaufnahme verknüpft werden.

Anhand optimalerer Bedingungen im März, ein paar Tage nach Neumond, entstanden weitere Aufnahmen, die gleichermaßen mit beiden Filtern zum Vergleich durchgeführt wurden. Dieses Mal wurde die Nebelregion Sh2-236 im Sternbild Fuhrmann aufgesucht. In den Abbildungen 6 und 7 lassen sich die zwei sog. Kaulquappen (OCL Dolidze 18) erkennen, die aus Gas und Staub bestehen, weshalb der Nebel auch Kaulquappen-Nebel genannt wird. Der Nebel, der teilweise von Staub im Vordergrund verdeckt ist, umgibt NGC 1893, einen jungen galaktischen Sternhaufen. Der ungemein heiße, helle Sternhaufen, der

vor etwa vier Millionen Jahren in einer interstellaren Wolke entstanden ist, regt das leuchtende Gas an. Die Kaulquappen bestehen aus dichtem, kühlem Gas und Staub, sind ungefähr 10 Lichtjahre lang und wahrscheinlich Orte beginnender Sternbildung. Ihre Köpfe wurden von den Winden sowie der Strahlung der Haufensterne geformt und sind von hellen Graten aus ionisiertem Gas umgeben. Beide Bilder wurden identisch bearbeitet und mit dem gleichen Equipment aufgenommen. Es kam erneut 560 mm Brennweite an einem C11-HyperStar-Teleskop mit der Kamera ZWOptical A.S.I. 071MCpro zum Einsatz. Auch hier waren die Aufnahmeparameter identisch zu den vorherig beschriebenen. Der Kontrast fällt bei der Abbildung 7 stärker aus, wie zu erwarten war. Dafür lassen sich keine Sternfarben mehr erkennen. Hinzu kommt, dass sich die Höfe um hellere Sterne stärker bemerkbar machen und sogar doppelt auftreten. Dieses Phänomen liegt an der Filtertechnik und nicht an der genutzten Kamera oder dem verwendeten Teleskop. In Abbildung 6 ist dieser Effekt ebenfalls vorhanden, aber nicht so stark. In den Internet-Foren gab es dazu unterschiedliche Meinungen: die einen fanden den Effekt vernachlässig-

bar, während andere damit gar nicht leben konnten. Auf mich hat er durchaus eine ästhetische Wirkung.

Wenn man die Abbildungen 6 und 7 miteinander vergleicht, kann bis auf den Kontrast kein großer Unterschied zwischen beiden Filtern festgestellt werden. Daher wurde noch ein weiteres Objekt mit dem Medusa-Nebel (Abell 21 oder Sh2-274) mit dem gleichen Equipment fotografisch getestet. Abell 21 ist ein ausgedehnter planetarischer Nebel (PN) mit geringer Flächenhelligkeit im Sternbild Zwillinge. Seinen Namen verdankt der Nebel den schlangenartigen Gasfilamenten, die ans Haar der Medusa erinnern. Der den Nebel verursachende, sonnenähnliche Stern befindet sich in einem späten Entwicklungsstadium eines Sterns dieser Größe und Masse. Als Ergebnis des thermomolekularen Prozesses im inneren des Sternes wurde die äußere Hülle des Sterns vor ca. 6.800 Jahren in den umgebenden Raum abgestoßen. Der zurückbleibende Stern (Weißer Zwerg) regt mit seiner enormen, energiereichen UV-Strahlung die zuvor abgestoßene Gashülle zum Eigenleuchten an. Das interessante an dem Nebel sind aber auch die rötlichen und bläulichen Nebelbereiche, die jeweils durch ionisierten Wasserstoff

| Optolong L-eNhance-Filter | Optolong L-eXtreme-Filter |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> + Hinterlässt einen natürlicheren Bildeindruck + Die Sternfarben lassen sich ansatzweise zurückgewinnen + Neben Hα und OIII wird auch noch Hβ aufgenommen | <ul style="list-style-type: none"> + Sorgt für einen höheren Kontrast + Echte Schmalbandaufnahme für Hα und OIII + Mondphasen lassen sich besser ausnutzen (bis nahezu Vollmond) + Es lassen sich Hα und OIII exakter voneinander trennen + OIII kommt stärker zum Ausdruck |
| <ul style="list-style-type: none"> - Es bilden sich Höfe um leuchtstarke Sterne - Ab einer Mondphase von 40% ist der Filter nicht mehr wirkungsvoll einsetzbar - OIII wird oftmals durch Hα-Anteil unterdrückt | <ul style="list-style-type: none"> - Der Kontrast schafft teilweise weniger Natürlichkeit - Es bilden sich stärkere Höfe um leuchtstarke Sterne (teilweise Doppelhöfe) - Die Sternfarben lassen sich nicht zurückgewinnen |

Tab. 1: Vergleich der Vor- und Nachteile beider Optolong-Schmalbandfilter.

und Sauerstoff zustande kommen. Daher konnte man an diesem Objekt die Fähigkeit beider Filter testen, wie sie H α und OIII darstellen. Der L-eNhance-Filter konnte schon mal den Nebel, der eine visuelle Helligkeit von nur 15,99 mag besitzt, klar vom Himmelshintergrund abheben, wie die linke Aufnahme in Abbildung 8 zeigt. Auch erkennt man die abgestoßene Gashülle bzw. sie lässt sich auch im größeren Abstand erahnen. Allerdings sind kaum Blauanteile auf dem Bild auszumachen. Das H α -Spektrum scheint den OIII-Anteil zu verschlucken. Ganz anders kann man dies in der rechten Aufnahme in Abbildung 8 beobachten. Zwar ist die Aufnahme nur in der Hälfte der Zeit zustande gekommen (2 Stunden), aber es wird klar zwischen HII- und OIII-Region unterschieden. Der L-eXtreme-Filter ist daher anscheinend in der Lage beide Schmalbandbereiche exakter voneinander zu trennen. Allerdings kann die abgestoßene Hülle des PN nicht mehr ganz so gut nachgewiesen werden, was aber der Aufnahme-länge geschuldet sein mag.

Fazit Wenn man nun die Optolong-Filter miteinander vergleicht, haben beide durchaus ihre Berechtigung (siehe Tabelle 1). Bei beiden Filtern fiel auf, dass in relativ kurzer Belichtungszeit bereits sehr gute Ergebnisse zustande kommen können. Was bei Einsatz einer Monochromkamera durch die separaten Aufnahmen von R/G/B/H α /OIII sehr viel Zeit kostet, kann durch den OSC-Einsatz mit

Duofilter auf ein Minimum von 2-3 Stunden reduziert werden. Dabei kommen durchaus ähnliche Ergebnisse bei Einsatz moderner CMOS-Farbkameras zustande. Man spricht daher unter den Hobby-Astronomen bei dieser Entwicklung von einem sog. „Game-Changer“. Von der vollmundigen Aussage des Herstellers, dass man nun auch Vollmondnächte fotografisch nutzen kann, wenn der L-eXtreme-Filter zum Einsatz kommt, würde ich allerdings abraten. Es ist aber durchaus ein Vorteil bei Mondschein gegenüber dem L-eNhance-Filter auszumachen, da der L-eXtreme-Filter bis 90% Mondphase noch gute Ergebnisse erzielen kann. Dies hängt natürlich auch davon ab, ob sich das fotografierte Objekt in der Nähe des Mondes befindet. Ein weiterer Vorteil der schmalbandigeren Duofilter ist, dass sie H α und OIII in einer Aufnahme gleichzeitig erfassen und dadurch Aufnahmezeit sparen. Durch Bearbeitungssoftware wie Siril [7] oder Astro Pixel Prozessor (APP) [8] lassen sich beide Schmalbandbereiche aus der Aufnahme separieren und einzeln bearbeiten. Wenn man nun noch eine Auf-

nahme mit einem SII-Filter nachlegen würde, könnte sogar die künstliche Hubble-Palette dargestellt werden. Dieses Unterfangen war bis vor gar nicht allzu langer Zeit nur den Monochromkameras vorbehalten. Ob diese für den Einsatz eines Duofilters geeignet sind, müsste hingegen getestet werden, da die Filter eigentlich für Farbkameras entwickelt wurden. Theoretisch müsste sich diese Zeitersparnis bei der Aufnahme allerdings auch auf Monochromkameras auswirken. Grundsätzlich zeigen aber die Ergebnisse, dass Schmalbandaufnahmen auch mit OSC-Kameras möglich geworden sind.

Abschließend kann man festhalten, dass der L-eNhance-Filter Vorteile bei reinen HII-Regionen besitzt und meistens ohne separate RGB-Aufnahme für die Sternfarben auskommt. Auch wirkt der Kontrast weicher (natürlicher) und die Halos um die Sterne fallen weniger auffälliger aus. Man hat also die Qual der Wahl, wenn man nicht beide Filter anschaffen möchte, liegt aber mit keinem der beiden Typen daneben. Ob man dadurch auf den Einsatz von Monochrom-Kameras verzichten kann, muss jeder Astrofotograf für sich entscheiden. Sicherlich bekommt man nach wie vor eine etwas bessere Auflösung und Tiefe bei solchen Kameratypen, aber der Abstand ist ganz klar gegenüber OSC-Derivaten geschrumpft. Der Zeitgewinn bei der Aufnahme und der Bearbeitung sprechen daher aus meiner Sicht klar für den Einsatz einer Farbkamera.

Literaturhinweise

- [1] https://commons.wikimedia.org/wiki/file:Bayer_pattern_on_sensor_profile.svg
- [2] <https://www.optolong.com>
- [3] <https://www.optolong.com/cms/document/detail/id/16.html>
- [4] <http://www.optolong.com/cms/document/detail/id/100.html>
- [5] https://stcoptics.com/en/astro_duo_narrowband/
- [6] <https://astronomy-imaging-camera.com/product/zwo-duo-band-filter>
- [7] <https://www.siril.org>
- [8] <https://www.astropixelprocessor.com>