

# Gemeinschaftsprojekt Medusa-Nebel

– Experiment mit unterschiedlichen Optiken und Filtern

von Kai-Oliver Detken

Gemeinsam belichtete Objekte des Sternhimmels bereichern das Hobby der Astrofotografie und ermöglichen tiefere Darstellungen. Denn durch mehr Belichtungszeit verbessert sich das Signal/Rausch-Verhältnis, wodurch mehr Details erkannt werden können. Wenn dabei allerdings verschiedene Brennweiten und Optiken zum Einsatz kommen, ist das Zusammenbringen der Bilderergebnisse nicht mehr trivial [1, 2]. Hinzu kommt, dass auch gerne unterschiedliche Filter verwendet werden, um eine bestimmte Darstellung zu erreichen oder der Lichtverschmutzung ein Schnippchen zu schlagen. Auch dieser Umstand macht sich in einem höheren Bildverarbeitungsaufwand bemerkbar. In der Fachgruppe Astrofotografie ist zufällig, ohne vorherige Absprache, dasselbe Objekt belichtet worden. Daher versuchten die drei Astrofotografen, ihre Aufnahmen anschließend zu einem Endergebnis zu vereinen, um mehr Tiefe und deutlichere Nebelstrukturen zu erreichen. Ob dies von Erfolg gekrönt war und ob sich dieser Aufwand immer lohnt, soll in diesem Beitrag geklärt werden.

Zwischen Februar und April 2021 nahmen die drei den Medusa-Nebel (Abell 21) mit ihrem jeweiligen Equipment auf. Dabei war die Herangehensweise sehr unterschiedlich, da zum einen zwei Monochrom-Kameras (CMOS/CCD) und eine Farb-Kamera (CMOS) zum Einsatz kamen. Zum anderen wurden Schmalbandfilter, RGB-Filter und Duofilter verwendet. Auch die Brennweite variierte von 560 mm bis 800 mm. Da die Bilder ohne vorherige Abstimmung aufgenommen wurden, war es erst einmal fraglich, ob man die Bilderergebnisse nachträglich vereinen kann, auch wenn ein Artikel zu einem weiteren Gemeinschaftsprojekt dies bereits bewiesen hatte [2]. Denn die verwendeten Newton-Teleskope verursachen normalerweise Spikes an helleren Sternen, die bei verschiedenen Fa-

brikaten oder Positionierung der Fangspiegelstreben durchaus unterschiedlich ausgerichtet sein können. Zum anderen war die Nutzung unterschiedlicher Filtertypen ein Problem, denn jeder Astrofotograf verfolgte ein anderes Ziel bei seinen Aufnahmen. Alle Aufnahmedaten lassen sich in der Tabelle nachlesen. Trotzdem wollten wir uns einmal an diesem Gemeinschaftsprojekt versuchen, und so wurden unterschiedliche Methoden der Bildverarbeitung ausprobiert, um zu einem gemeinsamen Endergebnis zu kommen.

Abell 21 selbst ist ein ausgedehnter Planetarischer Nebel (PN) mit geringer Flächenhelligkeit im Sternbild Zwillinge. Seinen Namen verdankt er den schlangenartigen Gasfilamenten, die an das Haar der Medusa erinnern. Der den Nebel verursachende Stern befindet sich in einem späten Entwicklungsstadium eines Sterns von einer Sonnenmasse. Als Ergebnis des thermonuklearen Prozesses im Inneren des Sternes wurde seine äußere Hülle vor ca. 6.800 Jahren in den umgebenden Raum abgestoßen. Der zurückbleibende Weiße Zwerg besitzt eine extrem hohe Oberflächentemperatur von 140.000 K und strahlt dadurch sehr viel ultraviolettes Licht aus, welches das Gas des Nebels zum Leuchten anregt. Der PN wurde 1955 gleichzeitig durch George Ogden Abell am Mount-Palomar-Observatorium und Hugh M. Johnson im Rahmen des Yerkes-McDonald-Asteroid-Survey entdeckt. Beide fanden den Nebel auf fotografischen Platten ihrer jeweiligen Himmelsdurchmusterungen.

In astronomischen Katalogen taucht Abell 21 bzw. A66 21 noch unter den Bezeichnungen Sh2-274, PK 205+14.1 und PN G205.1+14.2 auf. Die letztgenannte Bezeichnung ist die neueste und von der Profiastronomie empfohlene. Die Entfernung des Medusa-Nebels war längere Zeit umstrit-

ten. Mit einer spektroskopischen Methode nach Shklovskii wurde die Entfernung 1992 noch mit 782 Lichtjahren angegeben. Erst die Weltraumsonde Gaia erlaubte mittels Bestimmung der Zentralsternparallaxe eine direkte Entfernungsmessung. Diese wurde dann 2020 zu  $1.730 \pm 15$  Lichtjahren bestimmt. Auch das Alter des Nebels konnte durch die Gaia-Mission mit 16.582 Jahren genauer ermittelt werden. Wegen seines filamentartigen Aussehens hatte man ihn lange Zeit für einen Supernova-Überrest gehalten. Genauere Messungen der Expansionsgeschwindigkeit und die spektrale Zusammensetzung seines Lichts ergaben dann jedoch Werte, die für einen PN typisch sind. So dominieren das rote Licht der Wasserstofflinie H $\alpha$  und das türkisfarbene Licht des zweifach ionisierten Sauerstoffs [OIII] bei diesem Nebel gleichermaßen.

Bei meinen Aufnahmen wurde der Duofilter L-eXtreme der Firma Optolong verwendet. Dieser Filter ermöglicht Schmalbandaufnahmen, indem er gleichzeitig zwei 7-nm-Bandpässe in H $\alpha$  (656 nm) und [OIII] (501 nm) durchlässt, wodurch Nebelregionen mit mehr Kontrast und mit der lokal unterschiedlichen Verteilung der beiden Elemente Wasserstoff und Sauerstoff in einer Aufnahme eingefangen werden können. Durch die Schmalband-Eigenschaften ist dieser Filter auch in lichtverschmutzten Gebieten vorteilhaft einsetzbar. Er wurde speziell für Farbkameras entwickelt, sollte aber auch bei Monochrom-Kameras funktionieren, um zeitsparend zwei Wellenlängen gleichzeitig aufnehmen zu können. Hier wurde er mit der CMOS-Farbkamera ZWO ASI071MCpro im APS-C-Format verwendet, um H $\alpha$  und [OIII] gleichermaßen abbilden zu können. Dass dies gelang, kann man in der Abbildung 1 (linkes Bild) bereits gut erkennen. Für zwei Stunden konnte dabei eine beachtliche Tiefe erreicht werden, was an der Lichtstärke des



1 Abell 21, Einzelbilder von Kai-Oliver Detken, Kai Wicker und Jürgen Beisser (Aufnahmedaten s. Tabelle 1)

C11-HyperStar liegt, und der [OIII]-Anteil wurde zudem nicht von H $\alpha$  dominiert. Sternfarben lassen sich hingegen kaum noch ausmachen. Hierfür hätte man eine separate RGB-Aufnahme anfertigen müssen. Bei dieser Aufnahme stand daher im Vordergrund, welches Ergebnis eine Farbkamera mit Duofilter an einem Planetarischen Nebel erreichen kann.

Die Lichtverschmutzung machte Kai Wicker in Bremen zu schaffen. Trotzdem verzichtete er auf Schmalbandfilter und nahm mit seinem selbstgebauten 10-Zoll-Newton-Astrografen [3], der in der Basiskonfiguration ein Öffnungsverhältnis von 1:2,8 und eine Brennweite von 741 mm besitzt, und seiner monochromen CCD-Kamera Atik 490EXm reine RGB-Aufnahmen auf. Wegen der Lichtverschmutzung wurde mit 2x2-Binning nur 2 Minuten pro Bild belichtet. Neben den RGB-Aufnahmen wurde noch eine S/W-Luminanzaufnahme angefertigt, was sich auszahlen sollte. So entstand eine Gesamtbelichtung von 4 Stunden und 42 Minuten. In der Abbildung 1 (mittleres Bild) sieht man, dass der Nebel kräftigere Farben besitzt und die Sternfarben gut herauskommen.

Bei Jürgen Beissers Aufnahme stand die Kombination von RGB- mit Schmalbandaufnahmen im Vordergrund. Aufgenommen wurde jeweils mit schmalbandigen Interferenzfiltern im Licht des ionisierten Wasserstoffs (rötliche Nebelbereiche) und des zweifach ionisierten Sauerstoffs (bläuliche Nebelbereiche), kombiniert mit Aufnahmen des umgebenden Sternfeldes in

natürlichen Farben. Mit der CMOS-Monochrom-Kamera musste RGB einzeln aufgenommen und hinzugefügt werden. In R, G und B wurde jeweils 3 Minuten pro Bild belichtet, für die Schmalbandaufnahmen 5 Minuten. Als Teleskop kam bei ihm erstmals (First Light) ein Newton des Herstellers Orion zum Einsatz, der mit einem Öffnungsverhältnis von 1:4,4 zwar deutlich hinter dem HyperStar und auch Kai Wickers Newton-Optik lag, der aber immer noch als lichtstark bezeichnet werden kann. In seiner Aufnahme (Abb. 1, rechtes Bild) sieht man den Nebel noch deutlicher vor dem Sternhintergrund hervortreten. Die Nebelstruktur kommt ebenso heraus wie im linken Bild. Durch die 800 mm Brennweite ist die Auflösung allerdings besser.

In der Zusammenführung der Aufnahmen sah man sich nun folgenden Herausforderungen gegenüber. Zuerst einmal musste aus den Rohbildern eine einheitliche Summenaufnahme entstehen und in PixInsight die drei Ergebnisse der unterschiedlichen Brennweiten mit der Funktion „Dynamic Alignment“ zusammengeführt werden. Über „Dynamic Crop“ wurde dann ein Summenbildausschnitt herausgeschnitten, da die Bilder an den Rändern nicht mehr optimal zusammenpassten. Danach wurden Bildentwicklung und Feintuning in Adobe Photoshop erledigt (z. B. das Entfernen toter Pixel). Dies war notwendig, da nicht bei jeder Aufnahmeserie Dithering angewandt wurde. Ein leichtes Entrauschen wurde abschließend mit Topaz DeNoise AI erledigt. Am problematischsten stellte sich insgesamt die Zusammenführung der

unterschiedlichen Summenbilder heraus, die alle verschiedene Gradienten und Auflösungen durch die verwendeten Kameras enthielten. Auch die Sternfarben zu retten, durch die Verwendung unterschiedlicher Filter, war eine größere Aufgabe.

Das Endergebnis kommt nun auf eine Gesamtbelichtung von 11 Stunden (Abb.2). Ob die Zusammenlegung der Ergebnisse einen Mehrwert gebracht hat, wurde von den Bildautoren allerdings unterschiedlich bewertet. Sicherlich war der Einsatz unterschiedlicher Filter nicht zweckmäßig. Man hätte sich auf eine RGB-Aufnahme in Kombination mit Schmalbandfiltern verständigen können, um eine größere Bildtiefe zu erreichen. Auch wären ähnliche Brennweiten zu empfehlen gewesen. Zudem brachte der Einsatz von Farb- und Monochrom-Kameras noch mehr Variablen ins Spiel. Aber immerhin konnte so nachgewiesen werden, dass auch bei Nutzung völlig unterschiedlicher Teleskope und Kameras ein gelungenes Gemeinschaftsbild entstehen kann. Der Nebel tritt nun deutlicher hervor als auf der relativ kurzen Duoband-Filteraufnahme oder der reinen RGB-Aufnahme. Und auch die Schmalbandfilteraufnahme hat aus meiner Sicht gewonnen, da der Nebel nun in natürlicheren Farben dargestellt wird. Das Gemeinschaftsprojekt hat daher dazu geführt, die Bildergebnisse zu diskutieren, aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten und zu bearbeiten sowie sich mit dem Objekt näher auseinanderzusetzen. Also hat sich das Projekt gelohnt, auch wenn man diesen Aufwand sicherlich nicht für jedes Astrofoto betreiben möchte.



2 Gemeinschaftsbild von Kai-Oliver Detken, Kai Wicker und Jürgen Beisser (Aufnahmedaten s. Tabelle 1)

**Literaturhinweise:**

- [1] W. E. Celnik, K. Möller, B. Flach-Wilken, 2018: „Der Dreiecksnebel M 33 – in Kombination von drei verschiedenen großen Teleskopen“, *VdS-Journal für Astronomie* 64 (I-2018), S. 78-83
- [2] K.-O. Detken, 2021: „Das M64-Gemeinschaftsprojekt oder aller guten Dinge sind 23“, *VdS-Journal für Astronomie* 76 (I-2021), S. 70-73
- [3] K. Wicker, 2021: „10"-Astrograph. Die Himmelspolizey“, *Vereinszeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V.*, Aus. 04/21, Nr. 64, S. 21-31, [www.avl-lilienthal.de/files/AVL/pdf/hipo2020\\_04.pdf](http://www.avl-lilienthal.de/files/AVL/pdf/hipo2020_04.pdf)

Tabelle 1

| Aufnahmedaten der drei Astrofotografen |  |                            |  |
|--|--|----------------------------|--|
| Astrofotografen                        | Kai-Oliver Detken                            | Kai Wicker                 | Jürgen Beisser                             |
| Teleskope                              | Celestron C11 SC XLT (HyperStar)             | Eigenbau-Newton            | Newton Orion 182 mm/800 mm                 |
| Montierungen                           | iOptron CEM60                                | Avalon Linear Fast Reverse | 10 Micron GM 1000 HPS                      |
| Brennweiten                            | 560 mm                                       | 741 mm                     | 800 mm                                     |
| Autoguiding                            | Lacerta M-GEN V3                             | PHD-Guiding                | kein                                       |
| Öffnungsverhältnis                     | 1:2  | 1:2,8                      | 1:4,4                                      |
| Kameras                                | ZWO ASI071MCpro                              | Atik 490EXm                | ZWO ASI1600MM                              |
| Filter                                 | Schmalband-Nebelfilter Optolong 2" L-eXtreme | Baader-RGB-Filter          | Astrodon-RGB-, H $\alpha$ -, [OIII]-Filter |
| Dithering                              | Ja   | Nein                       | Nein                                       |
| Einzelbelichtung                       | 5 min  | 2 min                      | 3-5 min                                    |
| Bildanzahl                             | 26   | RGB: 90, Luminanz: 51      | RGB: 24, H $\alpha$ : 19, [OIII]: 24       |
| Gesamtbelichtungszeit                  | 2 Stunden                                    | 4,5 Stunden                | 4,8 Stunden                                |
| Ort                                    | Grasberg                                     | Bremen                     | Lilienthal                                 |
| Aufnahmedatum                          | 02.04.2021                                   | 13.02.2021                 | 12. und 13.02.2021                         |