

Cepheus A – Ein Blick ins Infrarote lohnt sich

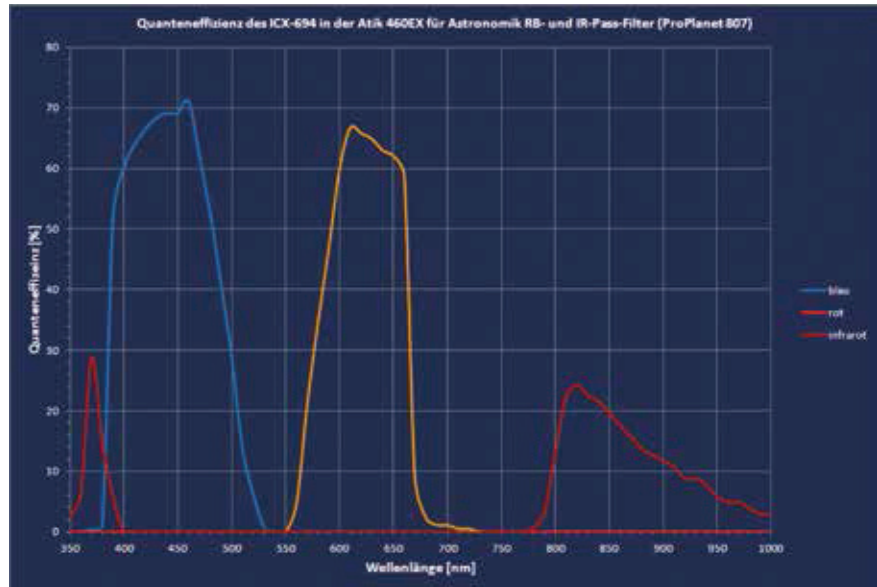
von Manfred Mrotzek

– Teil 1 –

Die meisten Astrofotografen fotografieren durch RGB- und Luminanzfilter und nutzen dabei nur einen Teil des Wellenlängenspektrums aus, für den die Sensoren ihrer CCD-Kameras empfindlich sind. Mit einem IR-Pass-Filter lassen sich auch im Nahinfraroten (NIR) bis etwa 1.000 nm Wellenlänge Aufnahmen erzielen, die man mit rot- und blaugefilterten Aufnahmen zu einem Falschfarbenbild kombinieren kann. Die Abbildung 1 zeigt die Quanteneffizienz des Gesamtsystems aus CCD-Sensor Sony ICX-694ALG und der Astronomik-Filter B, R und ProPlanet 807. Die beiden ersten Filter stammen aus dem LRGB-Filtersatz, der Letztere ist ein IR-Passfilter, der IR-Strahlung ab etwa 800 nm Wellenlänge durchlässt. Man erkennt zweierlei: Zum einen haben die mittleren Wellenlängen der Filter einen Abstand von etwa 200 nm, was eine ausgewogene Farbdarstellung ergeben sollte. Zum anderen hat der IR-Passfilter im Violetten ein deutliches Leck. Bei kühlen Objekten, die vornehmlich im Infraroten strahlen, sollte dieses Leck nicht stören. Falls das Teleskop einen Farblängsfehler aufweist, muss man daher beim Fokussieren der IR-Aufnahme aufpassen, dass man auf einen möglichst roten und nicht auf einen blauen Stern fokussiert. Aus den Flächen unterhalb der Kurven kann man berechnen, um wieviel länger die IR-Aufnahme gegenüber den B- und R-Aufnahmen zu belichten ist. Dabei lasse ich den Flächenanteil im Violetten unberücksichtigt.

Warum Cepheus A?

Für meinen ersten Versuch einer solchen IRRB-Falschfarbenaufnahme hatte ich den Kokonnebel IC 5146 aufgenommen und war etwas enttäuscht, so wenig reines IR-Signal zu erhalten. Es ist klar, dass bei Wellenlängen bis 1.000 nm Staubwolken noch völlig intransparent sind, doch hatte ich in einem Sternentstehungsgebiet mit Gas- und Staubwolken doch mehr Wärmestrahlung im NIR erwartet. Mein zweiter Versuch galt dann einer Region südlich des Höhlennebels



1

Spektrale Empfindlichkeit des fotografischen Systems aus CCD-Sensor Sony ICX-694ALG und den IR-Pass-, R- und B-Filtern von Astronomik. Der IR-Passfilter trägt die Bezeichnung ProPlanet 807.

Sh2-155 und östlich des Reflexionsnebels LBN 524. Dort hatte ich bei einem Versuch, LBN 524 in Farbe aufzunehmen, einen hellen Nebel gefunden, der keinen Eintrag in den gängigen Katalogen heller Nebel hatte. Später fand ich die Bezeichnung GGD 37 für den von Gyulbudaghian et al. 1978 gefundenen Nebel mit der charakteristischen dunklen Bucht auf der Westseite, und Cepheus A für das Sternentstehungsgebiet um diesen Nebel herum. Das Gebiet weist Gas- und Staubwolken und viele junge Sterne (YSO = Young Stellar Objects) auf und schien somit ideal für ein IRRB-Falschfarbenbild zu sein.

Durch die Verwendung der B-, R- und IR-Passfilter war zu erwarten, dass sich im Falschfarbenbild Reflexionsnebel bläulich, HII-Regionen grünlich und IR-helle Bereiche rötlich darstellten. Diese Erwartungen wurden, wie die Abbildung 2 zeigt, auch voll erfüllt. Viele rötliche und rote Sterne leuchteten im Bild verteilt, und es gab sogar rote Nebel! Die Bildersuche im Internet förderte einige RGB-Aufnahmen zutage, auf denen diese Nebel sogar schon schwach im Roten

zu sehen waren. Meine Aufnahme war nicht als Pretty Picture gedacht, sondern ein Experiment, um zu sehen, ob sich unter Verwendung eines IR-Passfilters das gewohnte Erscheinungsbild der Region ändert, also etwas Neues zu erkennen ist. Dann kam ich auf die Idee, aus den Aufnahmen des POSS II [1] mit blau-, rot- und infrarotempfindlichen Fotoplatten ebenfalls ein IRRB-Bild zu basteln (Abb. 3). Die mittleren Wellenlängen der Fotoplatten lagen bei 491 nm (B), 658 nm (R) und 840 nm (IR) und damit gar nicht so weit von meinen Filtern entfernt. Im IR war es sogar fast ein Volltreffer. Beim Vergleich der Bilder fand ich die roten Sterne meiner Aufnahme auch alle auf den POSS-II-Aufnahmen wieder. Aber viel erstaunlicher war, dass der rote Nebel östlich von GGD 37 auf den POSS-II-Aufnahmen gar nicht zu sehen war. Da war nichts, auch nicht bei starker Kontrastanhebung. Andererseits zeigten bereits normale RGB-Aufnahmen anderer Amateur-Astrofotografen diesen Nebel. Auch auf meiner eigenen RGB-Aufnahme deutete sich der rote Nebel schon an. Was hatte ich denn da entdeckt?

2

Ausschnitt aus meiner Aufnahme um Cepheus A. Der Nebel rechts der Mitte ist GGD 37. Aufnahme datum 18. und 23.10.2013, 140-mm-Refraktor, $f = 750$ mm, CCD-Kamera Atik 460EX, Belichtung 22 x 3 min (B), 19 x 3 min (R), 13 x 10 min (IR).



3

Etwa gleiches Feld wie in Abb. 2. Falschfarbenbild zusammengestellt aus den Aufnahmen des POSS II. Die Nebel östlich von GGD 37 sind nicht sichtbar. Aufnahme daten: 1,2-m-Schmidt-Kamera, $f = 3.073$ mm, Belichtung 65 min (B, 1991), 65 min (R, 1991), 85 min (IR, 1993).



4

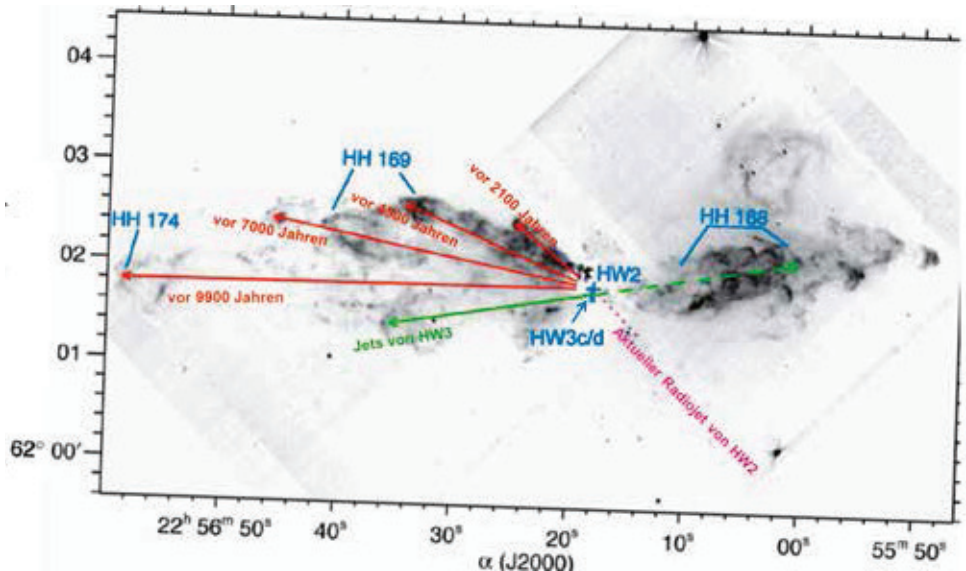
NIR-Aufnahme von Cepheus A Ost [4]. GGD 37 ist in der rechten Bildhälfte sichtbar und leuchtet vornehmlich blau. Blaukanal: $\lambda = 1,1$ bis $1,4 \mu\text{m}$ (J-Band), Grünkanal: $\lambda = 1,5$ bis $1,8 \mu\text{m}$ (H-Band), Rotkanal: $\lambda = 2,0$ bis $2,4 \mu\text{m}$ (K-Band).



Strukturen in Cepheus A Ost

Jetzt war Literaturstudium angesagt. Zum Objekt Cepheus A findet man in der astronomischen Datenbank Simbad [2] mehr als 600 Fachartikel. Oha, das konnte ja eine längere Recherche werden! Schnell wurde aber klar, dass für die große Mehrzahl der Arbeiten Cepheus A mit Radioteleskopen untersucht worden war. Der Rest waren Beobachtungen im NIR, wobei die Fachastronomen unter NIR Wellenlängen von mehreren μm verstehen, bei denen übliche CCD-Kameras für die Astrofotografie nicht mehr empfindlich sind. Radioastronomisch wurden in Cepheus A mehrere helle Quellen im Submillimeterbereich entdeckt (z. B. 1984 von Hughes und Wouterloot [3]), die offensichtlich ganz junge Sterne repräsentierten sowie Anzeichen für die Bildung weiterer Sterne. Allerdings ist die Staubwolke um diese Sterne so dicht, dass ihr Licht um ca. 100 Magnituden geschwächt wird. Es kommt bei uns also nichts mehr an. Wahrscheinlich ist das auch der Grund, warum dieses Gebiet nicht im visuellen und dem daran direkt anschließenden NIR-Spektralbereich untersucht wurde. Die Entfernung von Cepheus A wird auf etwa 725 pc geschätzt.

Im Infraroten bei Wellenlängen von mehreren μm wird der Staub langsam transparent, und mehr Details werden sichtbar. Bei Wellenlängen um 2 μm waren auch Herbig-Haro-Objekte und Jets erkennbar (Abb. 4). Cunningham et al. [4] haben 2009 diese Sterne und ihre Jets untersucht. Interessant sind dabei insbesondere zwei Sterne, die mit HW2 und HW3 bezeichnet werden. Beide zeigen ausgeprägte Jets, wobei der Jet von HW2 nur temporär aktiv zu sein und zu rotieren scheint (Abb. 5).



5

Jets und HH-Objekte im Ostteil von Cepheus A im Infraroten bei $\lambda = 2,12 \mu\text{m}$ [4]. Die deutschsprachige Beschriftung habe ich ergänzt.

Die Autoren haben festgestellt, dass HW2 in Intervallen von etwa (2500 ± 500) Jahren Aktivitätsphasen erlebt, wobei sich die Richtung der Jets um jeweils ca. 10° im Uhrzeigersinn weitergedreht hat. Die letzte Aktivitätsphase fand vor ca. 2.100 Jahren statt. Inzwischen wurde HW2 als Doppelstern erkannt, dessen Komponenten 18 und 10 Sonnenmassen und einen Abstand von 0,3" (200 AU) haben [5]. Die Hauptkomponente wird von einer flachen Staubscheibe umgeben, auf deren Kante wir sehen. Diese Scheibe präzisiert und der Jet wohl mit ihr.

Der Vergleich dieser Aufnahmen mit meiner eigenen zeigt, dass die hellsten Bereiche des roten Nebels auf meiner Aufnahme mit dem Jet aus der letzten Aktivitätsphase von HW2 zusammenfallen. Er ist auch der hellste auf den etwas langwelligeren IR-Aufnahmen. Allerdings ist der rote Nebel auf meiner Aufnahme noch deutlich größer. Seine schwächeren Ausläufer decken den Jet von vor 4.500 Jahren mit ab. Offensichtlich handelt es sich bei dem von mir fotografierten roten Nebel um einen Reflexionsnebel, der aus dem Innern der Wolke beleuchtet wird. Das Licht der Strahlungsquelle wird dabei durch vorgelagerten Staub stark gerötet, weswegen der Nebel im Roten und NIR sichtbar ist. Im zweiten Teil des Beitrags soll der Frage nachgegangen werden, warum der rote Nebel nicht auf den POSS-II-Aufnahmen zu sehen ist.

Literaturhinweise und Web-Links:

- [1] http://stdatu.stsci.edu/cgi-bin/dss_form (Stand: Juni 2014)
- [2] <http://simbad.cfa.harvard.edu/simbad/sim-fid> (Stand: Juni 2014)
- [3] V. A. Hughes, J. G. A. Wouterloot, 1984: "The Star-Forming Region in Cepheus A", *Astrophys. J.* 276, 204
- [4] N. Cunningham et al., 2009: "A Pulsed, Precessing Jet in Cepheus A", *Astrophys. J.* 692, 943
- [5] I. Jiménez-Serra et al., 2009: "Unveiling the Main Heating Sources in the Cepheus A HW2 Region", *Astrophys. J.* 703, 157