



No. 22: Spektrum der Nova V1405 Cassiopeiae

Spektrum der Nova V1405 Cassiopeiae aus dem Jahr 2021

Abstract Am 18. März 2021 um 10:10 UT entdeckte Yuri Nakamura die Nova Cassiopeiae 2021. Nur anderthalb Tage danach (2021-03-19.84 = J.D. 2459293.34) konnte ein niedrigaufgelöstes Spektrum (R = 400) der Nova mit dem Star Analyser 100 aufgenommen werden. Das prominente Vorhandensein zahlreicher He I-Linien deutet auf eine klassische He/N-Nova hin. Vor allem die He-Linie bei 5875.62 Å zeigt ein ausgeprägtes P-Cygni-Profil. Die Expansionsgeschwindigkeit, gemessen als HWZI der H α -Linie liegt bei 2830 km/s. Die Äquivalentbreiten der Balmer-Linien weisen ein Dekrement nahe der theoretischen Werte auf.

Eine ausführliche Behandlung der Themen Novae, Spektroskopie und Balmer-Dekrement finden Sie im dreibändigen Werk *>Astronomie in Theorie und Praxis<*, 9. Auflage (ISBN 978-3-948774-00-4).

Dr. Erik Wischnewski

Heinrich-Heine-Weg 13 • D-24568 Kaltenkirchen E-Mail: proab@t-online.de • Internet: http://www.astronomie-buch.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Alle Rechte vorbehalten. © Dr. Erik Wischnewski, Kaltenkirchen 2021

Version: 01.10.2021 13:29:20

Inhaltsverzeichnis

Einfü	hrung	.3
Meth	odik	.4
Erget	nisse	.5
3.1	Balmer-Dekrement 5	
Analy	/se	.6
Schlu	ssfolgerung	.8
sagun	g, Software und Literatur	.8
	Einfü Meth Ergeb 3.1 Analy Schlu	Einführung Methodik Ergebnisse 3.1 Balmer-Dekrement 5 Analyse Schlussfolgerung asagung, Software und Literatur

1 Einführung

Am 18. März 2021 um 10:10 UT entdeckte Yuri Nakamura die Nova Cassiopeiae 2021. Der Stern war bereits als Bedeckungsveränderlicher vom Typ W UMa unter folgenden Namen bekannt:

```
CzeV3217 = PNV J23244760 +66111140 = UCAC4 756-077930
```

Die Entfernung beträgt 5500 Lj (Gaia EDR3). Nach Ausbruch als Nova erhielt der Stern die Bezeichnung V1405 Cas.

Die visuelle Helligkeit des Vorläufers lag bei 15.27 mag, die Nova erreichte etwa 7.5 mag.

Die äquatorialen Koordinaten (J2000.0) lauten:	Rektaszensio	n = 23 h 24 m 48 s
	Deklination	= +61° 11' 15"

Die Nova liegt nur 0.4° südlich vom offenen Sternhaufen Messier 52.

Nur anderthalb Tage nach der Entdeckung konnte ich ein Spektrum der Nova aufnehmen:

Datum der Beob.:	2021 März 19.84 = J.	.D. 2 459 293.34
Beobachtungsort:	9.9363 N, 53.8311 E	(Kaltenkirchen)

Die Höhe über dem Horizont betrug bei der ersten Aufnahme 32° (20:34 MEZ) und sank während der Serie auf 28° (21:48 MEZ). Die Durchsicht der Luft lag überwiegend bei 2–3 auf der 5er-Skala und verschlechterte sich zeitweise auf 3–4. Das Seeing zusammen mit anderen optischen und mechanischen Fehlerquellen erzeugte ein Sternscheibchen (nullte Ordnung) von im Mittel 4.5 Pixel = 3.6".



Abbildung 1: Umgebungskarte mit M 52 vom 29.09.2013. Der Vorläufer der Nova ist markiert (roter Pfeil). Der blaue Rahmen gibt den ungefähren Ausschnitt von Abbildung 2 an.





2 Methodik

Die Aufnahmen wurden mit einem ED-Triplett 127 mm f/7.5 und einer Canon EOS 250D MCmodifiziert¹ erstellt. Als Beugungsgitter wurde der Star Analyser 100 (100 Linien/mm) spaltlos prefokal verwendet. Der Abstand des Gitters zum Sensor lag bei 165 mm. Die Belichtungszeit betrug 10 Sekunden bei ISO 3200, abgestimmt auf die Helligkeit der H α -Emissionslinie. Von 300 Aufnahmen konnten 294 zu einem Summenbild addiert werden.

Ein Dunkelbildabzug und eine Division durch eine Flatfieldaufnahme erfolgten nicht. Die Bilder wurden mit Fitswork unter Verwendung von drei Sternen (nullte Ordnung) gestapelt.

Das Summenbild wurde so gedreht, dass sich die nullte Ordnung links befindet und der Spektralstreifen horizontal liegt (bikubische Interpolation). Anschließend wurde das Photo in ein s/w-Bild gewandelt (Luminanz).

Bei sehr starker Vergrößerung und optimierter Tonwertanpassung konnten die nullten Ordnungen einiger Umgebungssterne im Spektralstreifen der Nova identifiziert und vorsichtig eliminiert werden. Analoges wurde für den Hintergrundstreifen getätigt, der in RSpec subtrahiert wird.

Die Erzeugung des Intensitätsprofils erfolgte mit RSpec. Hier wurde das Spektrum der Nova einerseits und der bereinigte Hintergrundbereich andererseits markiert und subtrahiert. Anhand der prominenten Spektrallinien der Balmer-Serie und des neutralen Heliums wurde eine Kalibrierung mittels eines Polynoms dritten Grades durchgeführt (rms < 1 Å). Die Dispersion beträgt 2.25 Å/Pixel. Das spektrale Auflösungsvermögen liegt bei R \approx 400.

¹ Der Infrarot-Sperrfilter wurde komplett entfernt und durch ein mehrfachvergütetes Klarglas (MC = multi-coated) ersetzt. Dadurch reicht die Empfindlichkeit der Kamera von 360 nm bis mindestens 900 nm, mit Einschränkung auch bis 1000 nm.

3 Ergebnisse

Hinreichend rauschfrei und nutzbar ist der Spektralbereich von 4000 Å bis 8000 Å. Der erweiterte Bereich von 3900 Å bis 9300 Å wurde untersucht, enthielt aber außer Hɛ keine weiteren signifikanten Linien. Im Bereich 6000–6150 Å beträgt das Signal-Rausch-Verhältnis S/N \approx 100.

Neben den fünf Balmer-Linien H α bis H ϵ (hier nicht mehr abgebildet) fallen vor allem etliche Linien des neutralen Heliums (He I) auf. Die prominenteste Linie des Helium liegt bei 5875.62 Å und zeigt ein sauberes P-Cygni-Profil.

Den Helligkeitsdaten der AAVSO International Database (AID) ist zu entnehmen, dass das Maximum von $V_{Max} \approx 7.5$ mag bei $t_{Max} \approx J.D. 2$ 459 294.0 liegen dürfte. Damit läge das hier vorgelegte Spektrum 0.66 Tage vor dem Maximum der visuellen Helligkeit, welches üblicherweise als Referenzdatum verwendet wird.

Neben den beiden Bändern des tellurischen Sauerstoffs (A- und B-Band) zeigt sich eine Sauerstoff-Absorptionslinie bei 6277 Å. Die etwas tiefer gelegene Region um 7200 Å ist möglicherweise durch das tellurische Wasserdampf-Absorptionsband geprägt.

Der Wert für HWZI² der H α -Linie beträgt 62.4 \pm 2.0 Å und entspricht einer Geschwindigkeit von 2850 \pm 90 km/s.

3.1 Balmer-Dekrement

Durch das Vorhandensein kräftiger Balmer-Linien lässt sich das Balmer-Dekrement bestimmen. Die Ergebnisse für die Berechnung auf Basis der maximalen Intensität und auf Basis der Äquivalentbreite weichen voneinander ab. Der Verlauf auf Grundlage der Intensität verläuft flacher als den theoretischen Werten nach Brocklehurst entspricht; jener auf Basis der Äquivalentbreite zeigt eine gute Übereinstimmung siehe Abbildung 3).

Linie	Wellenlänge	I _{max}	D (I)	W	D (W)	Bereich
Ηα	6562.8 Å	4.308	148	118.29 Å	275	6517–6641 Å
Ηβ	4861.3 Å	2.912	100	43.09 Å	100	4821–4905 Å
Hγ	4340.5 Å	1.659	57	15.06 Å	35	4313–4374 Å
Ηδ	4101.8 Å	1.416	49	8.62 Å	20	4065–4139 Å
Ηε	3970.1 Å	1.187	41	2.92 Å	7	3960–3986 Å

Tabelle 1:Maximale Intensitäten und Äquivalentbreiten der ersten fünf Balmer-Linien.
Bei der Berechnung des Dekrements wird die Hβ-Linie auf 100 gesetzt.
In der letzten Spalte ist der Integrationsbereich angegeben, bei dem vor allem
benachbarte Spektrallinien oder linienähnliches Rauschen beachtet wurde.

² half width at zero intensity = halbe Breite bei der Null-Intensität (Pseudo-Kontinuum, im norm. Spektrum = 1).



Abbildung 3: Balmer-Dekrement der Nova V1405 Cas. Die roten Kreisflächen sind die Dekremente D(W) auf Basis der Äquivalentbreite W, die Dreiecke repräsentieren die Dekremente D(I_{max}) auf Basis der maximalen Intensität I_{max}. Die blau gestrichene Linien markiert die theoretischen Werte nach Brocklehurst für T_e = 10000 K und N_e = 10⁴ /cm³.

4 Analyse

Durch das prominente Vorhandensein von He I-Linien in der Anfangsphase der Nova ist diese als He/N-Nova einzustufen, im Gegensatz zu der FeII-Nova V339 Del aus dem Jahre 2013 (siehe Bulletin No. 12). He/N-Novae sind im Allgemeinen schnelle Novae, deren Helligkeit in weniger als 10 Tagen um 3 mag abnimmt.

Die Ha-Linie von He/N-Novae besitzen anfängliche Expansionsgeschwindigkeiten (gemessen als HWZI) über 2500 km/s. Der gemessene Wert beträgt in diesem Spektrum 2830±90 km/s, in guter Übereinstimmung mit dem erwarteten Wert.

Die Spektren von Novae lassen sich nach der Tololo-Klassifikation einstufen. Das hier vorliegende Spektrum gehört zu Klasse P_{he} .

Das für die Anfangsphase einer Nova typische P-Cygni-Profil ist besonders signifikant bei der He I λ 5875.62 Linie ausgeprägt. Die anderen Helium- und Balmer-Linien zeigen lediglich verdächtige Ansätze, mehr aber nicht. Einzige Ausnahme ist vielleicht die H β -Linie und mit weiteren Abstrichen die H γ -Linie.



Abbildung 4: Spektrum der Nova V1405 Cas am 2021 März 19.84 (20:10 UT) = J.D. 2 459 293.34

5 Schlussfolgerung

Auch mit einem kleinen Teleskop, einer digitalen Spiegelreflexkamera und einem einfachen, geblazten Beugungsgitter mit 100 Linien/mm lassen sich Spektren aufnehmen, die wesentliche Daten über eine Nova liefern können. Die Qualität reicht für die Unterscheidung zwischen FeIIund He/N-Nova aus. Es kann ferner die Expansionsgeschwindigkeit mit hinreichender Genauigkeit abgeschätzt werden. Auch die Bestimmung des Balmer-Dekrements, das letztlich eine Aussage über die zirkum- und interstellare Absorption erlaubt, ist möglich.

Sofern die Spektren über Wochen ausgenommen werden können, kann die gesamte Dynamik der spektralen Entwicklung dargestellt werden. Das Wetter spielte bei dieser Nova leider nicht mit, im Gegensatz zur Nova Delphini 2013 (siehe Bulletin No. 12).

Danksagung, Software und Literatur

The SIMBAD astronomical database, simbad.u-strasbg.fr/simbad
The International Variable Star Index (VSX) der AAVSO, www.aavso.org/vsx
The AAVSO International Database (AID), www.aavso.org/data-download
NIST Atomic Spectra Database, physics.nist.gov/PhysRefData/ASD
Dierks, Jens: Fitswork, www.fitswork.de
Fields, Tom: RSpec, www.rspec-astro.com
Brocklehurst, M.: Calculations of the Level Populations for the Levels of Hydrogenic Ions in Gaseous Nebulae. Monthly Notices of the Royal Astronomy Society 153 (1971), p. 471
Williams, Robert et al.: The Evolution and Classification of Postoutburst Novae Spectra. ApJ 376 (1991), p. 721
Williams, Robert: The Formation of Novae Spectra. AJ 104 (1992), No. 2, p. 725
Williams, Robert et al.: The Tololo Nova Survey: Spectra of Recent Novae. ApJSS 90 (1994), p. 297