

Ein neuer Stern? – Die *Nova V1405 Cas* [16. Apr.]

Nova, in der Astronomie bedeutet der Begriff „neuer Stern“ ...

Jedoch ist damit etwas anderes gemeint, eine Entwicklungsphase im Sternenleben.

Tychos Nova

Mit dem Begriff **Nova** wird das Aufleuchten eines „neuen Sterns“ (neuen Himmelsobjektes) bezeichnet, an einer Stelle, an der man zuvor kein derartiges Objekt beobachtet hat.

Der *Astronom Tycho Brahe* verwendete als Erster diesen Begriff für ein solches „neues“ Himmelsobjekt; im Jahr 1572 beobachtete er eine **stella nova**, einen vermeintlich neuen Stern.

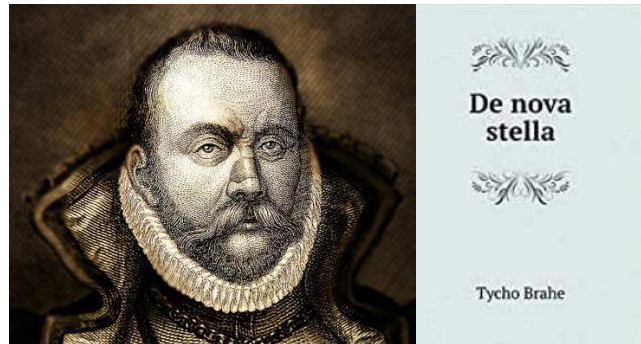


Abb. 1 Tycho Brahe und sein Werk „De nova stella“.
© Viagiattori Ignoranti//amazon.de

Bei diesem Objekt handelte es sich jedoch um eine gewaltigere Form der Sternentwicklung, eine *Supernova*; die *Supernova 1572 (SN1572)* ist bis in die Gegenwart beobachtbar. Brahe veröffentlichte ein Buch zu diesem Thema (Abb. 1).

Eine Nova – ein neuer Stern?

Jedoch handelt es sich bei einer Nova nicht um einen neuen Stern, sondern um eine neue Form des Auftretens eines Sternes, der zuvor bereits in einem anderen Entwicklungszustand existierte.

In der Regel handelt es sich dabei um ein **enges Doppelsternsystem**, bei dem ein heißer *Weißer Zwerg*(stern) und ein kühlerer Begleiter einander (um einen gemeinsamen *Schwerpunkt*) umkreisen. (Abb. 2)

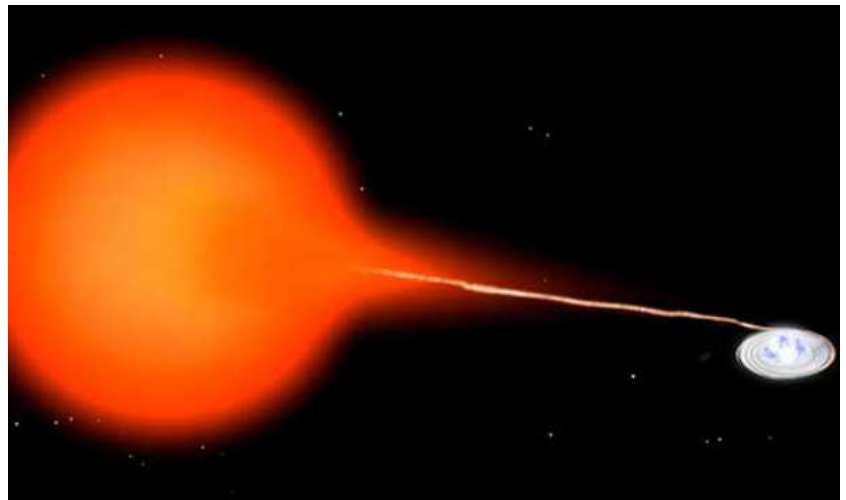


Abb. 2 Künstlerische Darstellung eines engen Doppelsternes.
Ein enger Doppelstern besteht oftmals aus einem entwickelten Stern (rechts), beispielsweise einem Weißen Zwerg, und einem Begleitstern, der sich in einem früheren Entwicklungszustand befindet (links), beispielsweise einem Roten Riesenstern. - © NRAO

Ein Weißer Zwerg ist das Endstadium eines Sternes eines eher massearmen Sternes – ähnlich unserer Sonne, sobald sein Brennvorrat im Zentrum erschöpft, der „Ofen aus“, ist. Sein Durchmesser beträgt im Mittel etwa 10.000 Kilometer, das entspricht etwa der Größe der Erde, seine maximale Masse 1,44 *Sonnenmassen*, die sog. **Chandrasekhar-Grenzmasse**. Die Dichte des Sterns beträgt etwa eine Milliarde Kilogramm pro Kubikmeter.

Die Oberflächentemperatur dieses sehr kompakten Sternes kann bis zu 100.000 Grad erreichen. Daher strahlt er ein sehr weißliches Licht aus. Die Eigenschaften „klein“ bzw. „kompakt“ und die hohe Temperatur bzw. das weißliche Leuchten verleihen diesem Sternentyp die Bezeichnung Weißer Zwerg.

Etwa 97 Prozent aller Sterne der *Milchstraße* enden als Weißer Zwerg, auch die Sonne wird am Ende ihrer Entwicklung in diesem Sternzustand enden. Ein bekannter naher Weißer Zwerg ist der Begleiter des hellen Sternes *Sirius* (*Sirius A*) im Sternbild *Großer Hund* (CMa), der Stern *Sirius B*.

Wie entsteht eine Nova?

Aufgrund von Gezeitenkräften kann der Weiße Zwerg Materie des Begleiters in seine Richtung „ziehen“ (Abb. 2, 3), der Stern wird dabei geometrisch deformiert. Es bildet sich auf der Seite, die dem Weißen Zwerg zugewandt ist, eine Art Tropfenform. Erstreckt sich die Form des Begleiters bis zur sog. **Roche-Grenze**, kann Materie aus seinen *oberen Atmosphärenschichten* in den Anziehungsbereich des Weißen Zwerges gelangen. Als Folge dieser *Gezeitenkräfte* bildet sich ein Materiestrom, der auf den Zwergstern fällt und als Folge zunächst eine Art **Gas-scheibe** (*Akkretionsscheibe*) um ihn bildet (Abb. 3).

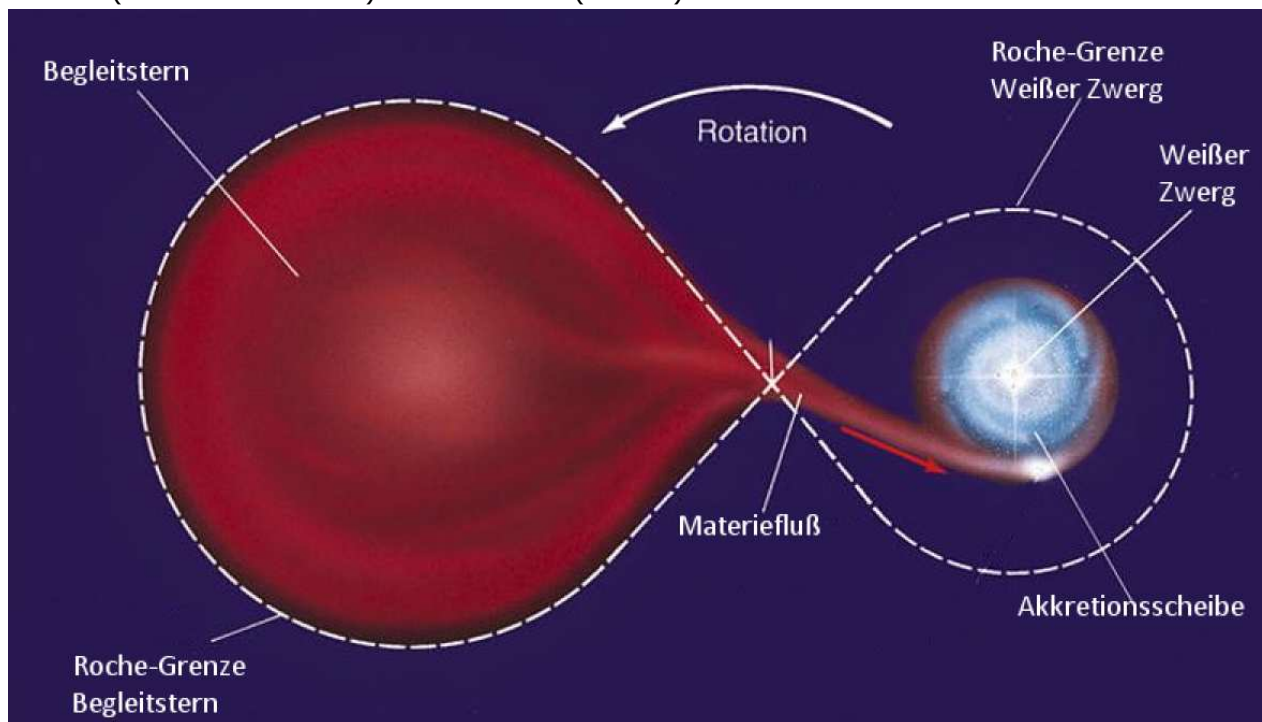


Abb. 3 Schematische Darstellung eines engen Doppelsternes mit Materietransfer.

In einem engen Doppelsternsystem mit einem Weißen Zwerg (rechts) kann es beim Erreichen der Roche-Grenze des Begleitsternes (links) zu einem Materiefluß in Richtung des dichten Zwergsternes kommen.

Dabei fällt die durch Gezeitenkräfte in die Richtung des Weißen Zwergs nicht direkt auf den Stern, sondern sammelt sich in einer Akkretionsscheibe (roter Pfeil).

© NRAO//yaw

Hat sich eine gewisse kritische Menge an heißem Gas in der Scheibe angesammelt, tritt ein explosionsartiges Brennen (*Wasserstoffbrennen*) auf. Dabei heizt sich die Sternoberfläche des Weißen Zwergsternes enorm auf und die Gasscheibe wird abgeschleudert; der Zwergstern selbst ist davon nicht betroffen. Dieser Prozeß wird von einem enormen **Helligkeitsausbruch** begleitet, er leuchtet auf, oftmals so sehr, daß er hierdurch für die Beobachter auf der Erde sichtbar wird – am Himmel erscheint eine **Nova**.

Nach dem Helligkeitsausbruch kehrt das Doppelsternsystem zu seiner ursprünglichen Helligkeit zurück. Anschließend kann sich durch weiteres Aufsammeln von Materie des Begleitsternes eine neue Akkretionsscheibe bilden. Auf diese Weise ist kann erneut eine Nova entstehen.

Die Lichtkurve einer Nova

Bei einer Nova kann die Helligkeit des Weißen Zwergsterns innerhalb von wenigen Tagen um den Faktor 10.000 oder mehr ansteigen. Anschließend sinkt die Helligkeit im Zeitraum von mehreren Wochen. Die Lichtkurve einer Nova ist oftmals ähnlich, jedoch unterscheiden sich die Ereignisse hinsichtlich des Erreichens der Anfangshelligkeit, manchmal vergehen Jahre.

Der typische Verlauf des Helligkeitsanstieges einer Nova wird als **Lichtkurve** dargestellt (Abb. 4) und zeigt den zeitlichen Verlauf der beobachteten Helligkeit.

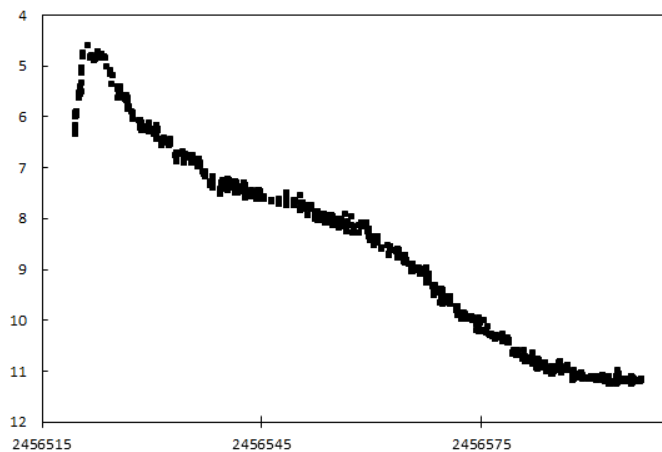


Abb. 4 Schematische Darstellung der Lichtkurve einer Nova.

Die Lichtkurve einer Nova zeigt üblicherweise einen steilen Helligkeitsanstieg mit einem schmalen Maximum. Anschließend sinkt die Helligkeit des Systems langsam auf den ursprünglichen Wert. [Helligkeit in Größenklassen [mag], Datum als Julianisches Datum (JD)]

© ARAS

Eine Nova im Sternbild Cassiopeia

Unerwartet ward Licht im Sternbild *Cassiopeia* (Cas), gleich einer Frühlingsblume – wie es ein amerikanischer Kollege nannte. Der Japaner *Yuji Nakamura* entdeckte zusammen mit Kollegen das neue Himmelsobjekt am **18. März 2021** als er mit einem 135 mm-Objektiv die Himmelsregion ablichtete. Zu diesem Zeitpunkt besaß die Nova eine *scheinbare Helligkeit* von 9,6 mag. Seit Dezember 2014 zuvor war an dieser Stelle kein Objekt gesichtet worden, das heller als 13 mag war (Abb. 5).

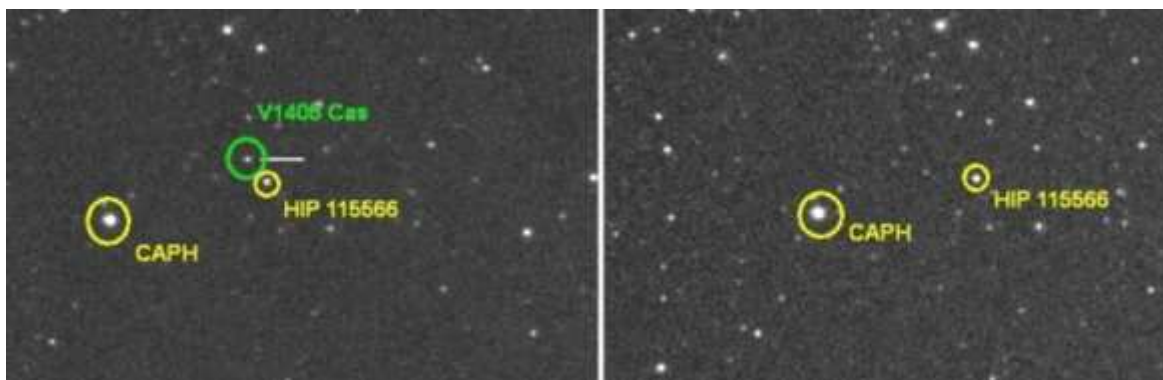


Abb. 5 Aufnahme der Himmelsregion um die neue Nova.

Im Vergleich erkennt man, daß vor dem Ausbruch der Nova Mitte März kein Objekt in der Nähe des Sternes HIP 115566 (gelber Kreis) zu sehen war, das man als Vorgängerstern hätte identifizieren können.

Die neue Nova V1405 Cas erschien am 19. März (grüner Kreis).

© Ruetir

Am **20. März** betrug die Helligkeit der Nova bereits **8,0 mag** und konnte am dunklen Himmel bereits in einem Fernglas beobachtet werden.

Inzwischen kennt man das Objekt als *Nova Cassiopeiae* unter der wissenschaftlichen Bezeichnung **V1405 Cas** (*Nova Cas 2021* = *PNV J23244760+6111140*).

Die Nova befindet sich direkt unterhalb des offenen *Sternhaufens Messier 51* (M51). Die **Koordinaten** des Objektes lauten: *Rektaszension* 23h24m48s, *Deklination* +61°11'15". Laut der *GAIA-Daten* (*Gaia EDR3*) befindet sich die Nova in einer **Entfernung** 5.500 *Lichtjahren*.

Das Sternbild *Cassiopeia* ist *zirkumpolar*, d.h. während der gesamten Nacht sichtbar (Abb. 6).

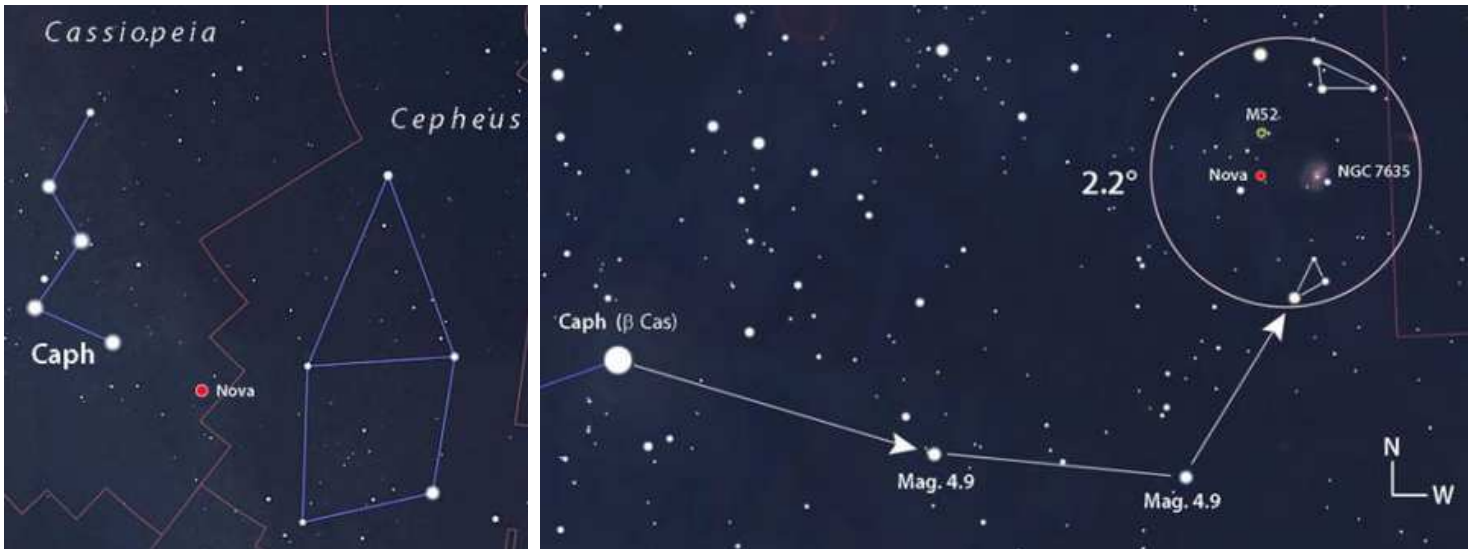


Abb. 6 Schematische Darstellung der Position der Nova im Sternbild Cassiopeia (Cas). Die Nova V1405 Cas (roter Kreis) befindet sich zwischen den Sternbildern *Cassiopeia* (Cas) und *Cepheus* (Cep), in der Nähe des Objektes *Messier 52* (M52, Abb. rechts, gelber Kreis). Diese Himmelsregion kann während der gesamten Nacht beobachtet werden.

© br.de

Die genaue Lage der neuen Nova im Sternbild *Cassiopeia* (Abb. 7): Der Stern *4 Cas* befindet sich an der Grenze zum Sternbild *Cepheus* (Cep), unterhalb befindet sich das *Himmels-W* der Cassiopeia.



Abb. 7 Schematische Darstellung der Position der Nova in der Nähe des Sternes 4 Cas. Der Stern *4 Cas* (gelblicher Kreis) befindet sich zwischen den Sternbildern *Cassiopeia* (Cas) und *Cepheus* (Cep), unweit der Nova V1405 Cas.

© astrovox.gr//Stellarium//yaw

Nova-Aufnahmen

Die nebenstehende Aufnahme vom **08. März** zeigt die *Nova V1405* (Abb. 8, Pfeil) im westlichen Bereich des Sternbilds *Cassiopeia* (Cas).

Oberhalb befindet sich der *helle offene Sternhaufen Messier 52* (M52, Abb. 7+8), der bereits mit einem Fernrohr beobachtbar ist.

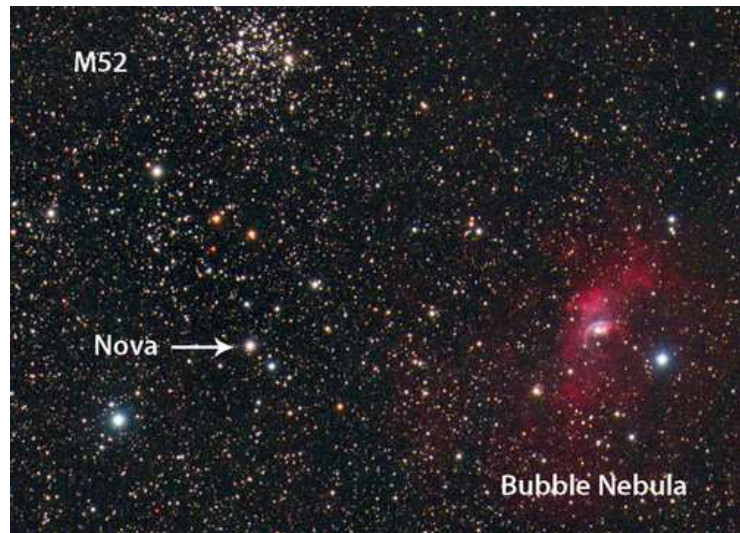


Abb. 8 Die Nova V1405 Cas am 08.03.

Die *Nova V1405 Cas* erschien erst seit Mitte März als leuchtender Punkt. [Details: Belichtung 60x1 min; ISO 800; Skywatcher Esprit 100/550, Brennweite 550mm, Nikon D750; EQ6-R, MGEN-3]

© Dennis di Cicco // Sean Walker MDW Sky Survey

Weiter rechts befindet sich der rötlich leuchtende *Blasennebel* (*Bubble Nebula*, NGC 7635), ein *Emissionsnebel/HII-Region*.

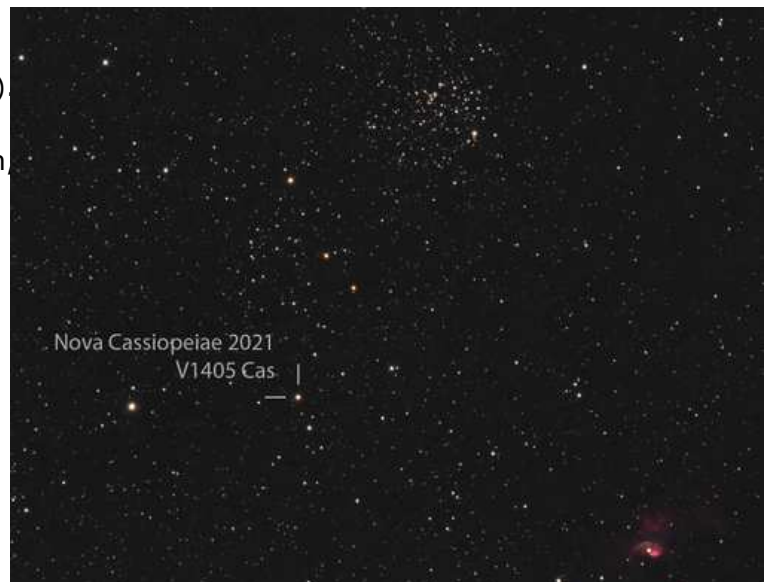
Die nebenstehende Aufnahme vom **26. März** zeigt die *Nova V1405* (Abb. 9). Zwar erscheint die *Nova* lediglich als heller Punkt, jedoch muß man bedenken, daß wenige Tage zuvor kein Objekt an dieser Position sichtbar war.

Abb. 9 Die Nova V1405 Cas am 26.03.

Die *Nova V1405 Cas* erschien erst seit Mitte März als leuchtender Punkt.

[Details: Belichtung 60x1 min; ISO 800; Skywatcher Esprit 100/550, Brennweite 550mm, Nikon D750; EQ6-R, MGEN-3]

© Chrisl

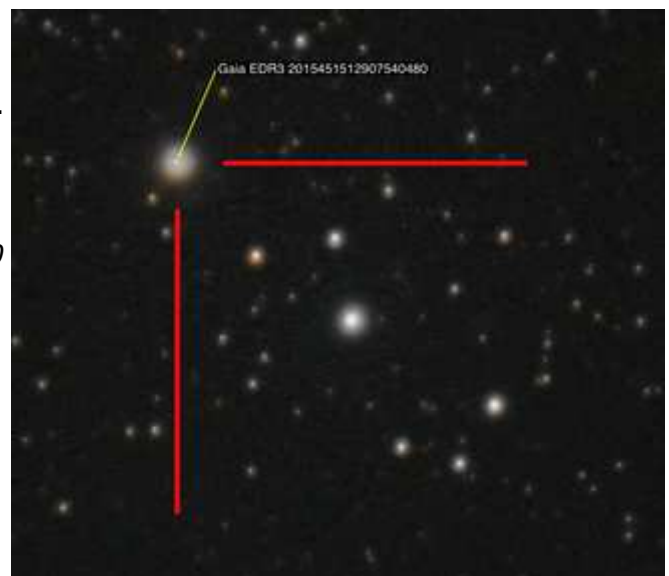


Die Detailaufnahme der *Nova* von Mitte März zeigt, daß das Objekt selbst mit einem größeren Fernrohr punktförmig bleibt (Abb. 10). Hier präsentiert sich der Vorgängerstern des *Nova*-Ereignisses, der lediglich $\sim 1,3''$ entfernt von dem bekannten veränderlichen Stern *CzeV3217 = Gaia EDR3 2015451512907540480* befindet.

Abb. 10 Der Vorgängerstern der Nova V1405 Cas.

Der *Vorgängerstern* des *Nova*-Ereignisses konnte mithilfe von *GAIA*-Daten eindeutig identifiziert werden. [Details: Belichtung 49 x 15 s, C9.25, EQ6-R Pro, ASI294MC pro, 1480 mm f/6.3]

© astronomie.de



Spektrale Analyse und Klassifikation

Das **Spektrum** der Nova V1405 Cas zeigt mehrere *Emissionslinien* (Abb. 11): Neben einigen *Balmer-*, d.h. *Wasserstoff-Linien* enthält das *Spektrum* einige *Helium-* und *Stickstofflinien*, jedoch keine *Eisenlinien* – wie im Fall einer typischen Supernova. Die Spektrallinien zeigen bereits typische sog. **P-Cygni-Profil**, z.B. *He I 5876* (Abb. 9, rote Ellipse), aus denen sich die beteiligten Geschwindigkeiten ablesen lassen. *Infrarotbeobachtungen* bestätigen diesen Befund. [2]

Am **18. März** entsprachen die damit gemessenen Geschwindigkeiten der abgeschleuderten Materie rund 1.600 Kilometer pro Sekunde, ein weiteres Merkmal für die Klassifikation des Ereignisses als **klassische Nova**, wahrscheinlich vom **Typ He/N**. [2] (Abb. 11)

Novae vom Typ He/N zeigen höheren *Ionisationsstufen*, sehr breite *Spektrallinien*, die durch hohe *Expansionsgeschwindigkeiten* verursacht sind sowie eine Helligkeit, die eine rasche zeitliche Abnahme zeigt. Die markantesten Spektrallinien sind die des *Wasserstoffs* (H), *Heliums* (He) und des *Stickstoffs* (N). Möglicherweise sind diese Charakteristika mit *episodischen Ausbrüchen* des Weißen Zwergsternes verbunden.

Statistisch können rund 85 Prozent sämtlicher Novae in der *Milchstraße* und unserer *Nachbar-Spiralgalaxie*, der *Andromeda-Galaxie* (*Messier 31*, M31) als *FE II-Typ* klassifiziert werden, rund 15 Prozent dagegen als Typ He/N.

Die Spektren der Nova Cas deuten an, daß sich die Nova aktuell in einer Phase mit einer schnellen Helligkeitszunahme befindet. Zudem sprechen die hochgradig *ionisierten Emissionslinien* dafür, daß die *Photosphäre* der Nova nicht ausreichend weit expandierte, um sich selbst abzukühlen. Die Wissenschaftler gehen davon aus, daß die Nova weiter abkühlen und im *optischen Spektralbereich* heller werden wird. [2]

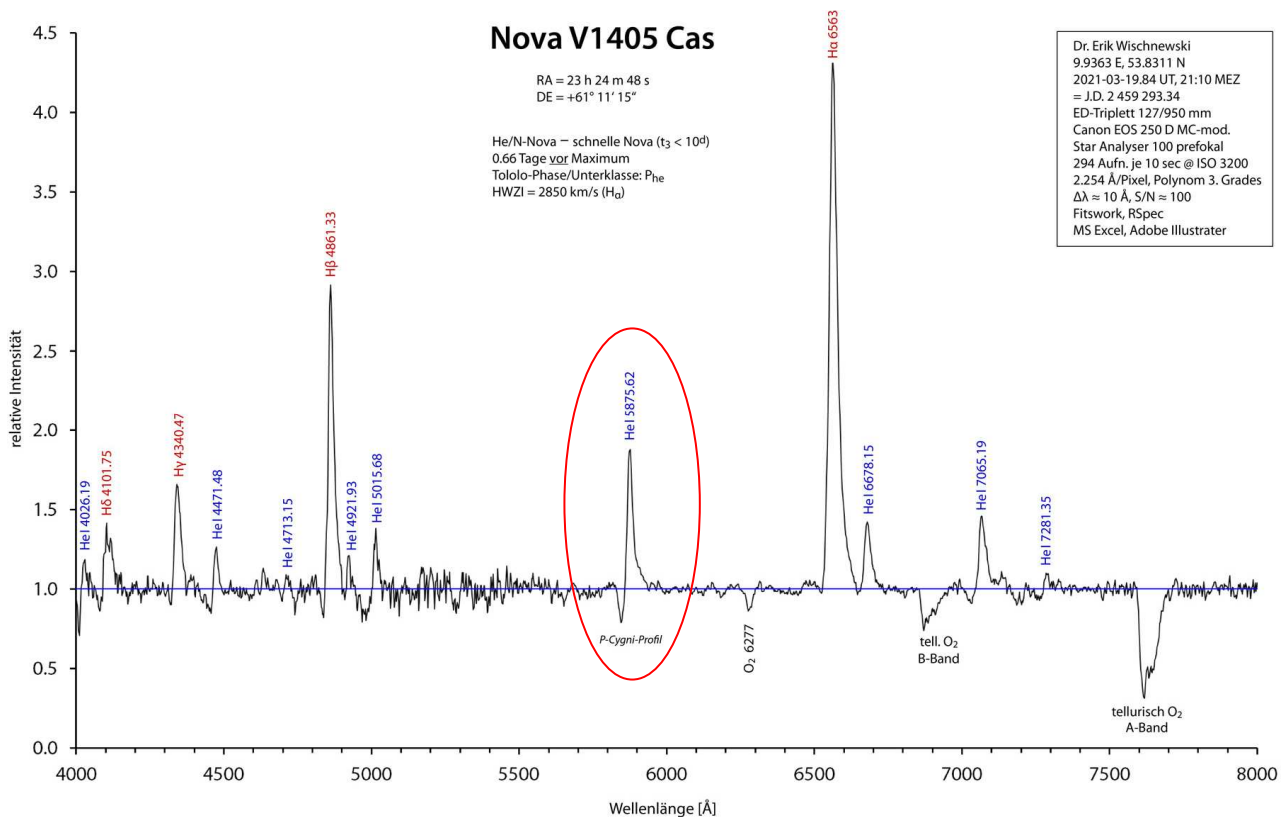


Abb. 11 Spektrum der Nova V1405 Cas vom 19.03.

Das frühe Spektrum der *Nova V1405 Cas* zeigt deutlich ausgeprägte Wasserstoff(H)-Emissionslinien, des weiteren Helium(He)-Linien, die ein typisches P Cygni-Profil zeigen. Hieraus kann man auf die Expansionsgeschwindigkeit der ausgeschleuderten Materie schließen.

Röntgen und Gammastrahlen – Entstehung und Beobachtung

Inzwischen wurde die Nova Cas mit den *Röntgensatelliten NuStar* und *SWIFT* beobachtet. Die Untersuchung der Daten ergab die Anwesenheit einer **schwachen Röntgenquelle** an der Position der Nova.

Optische *spektroskopische Messungen* von Anfang April lassen vermuten, daß die Nova ihre Maximalhelligkeit noch nicht erreicht hat. Die Maximalhelligkeit im visuellen Spektrum wird durch die Kollision unterschiedlicher Materieauswürfe des Novaereignisses erzeugt; diese könnten zur Emission von *Gammastrahlung* führen. [2] (Abb. 12)

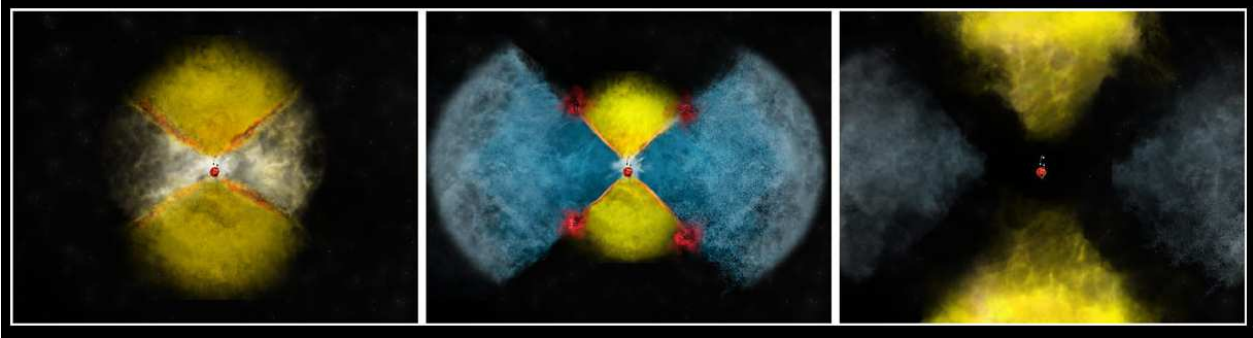


Abb. 12 Künstlerische Darstellung der Entstehung von Gammastrahlung einer Nova.
Bei einer Nova handelt es sich nicht um ein sphärisches Ereignis, vielmehr wird heißes Gas zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten in unterschiedliche Richtungen ausgeschleudert. Wenn diese „Gasportionen“ zusammenstoßen, entstehen Schockwellen und hochenergetische Gammastrahlen-Photonen.

© scitechdaily.com

Bei einer Nova handelt es sich nicht um ein sphärisches Ereignis, vielmehr wird heißes Gas zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten in unterschiedliche Richtungen ausgeschleudert. Wenn diese „Gasportionen“ zusammenstoßen, entstehen **Schockwellen** und von an den Schockfronten beschleunigten Teilchen **hochenergetische Gammastrahlen-Photonen**.

In den ersten Tagen nach dem Novaereignis wird das dichte, zunächst sich relativ langsam bewegende Material entlang des Äquators des Doppelsternsystems (Abb. 12 links, gelbe Bereiche) ausgeschleudert.

Während der nächsten Wochen entstehen **schnelle Winde aus heißem Gas**, die aus dem System herausgeschleudert werden, jedoch zumeist entlang der Pole des Doppelsternsystems entweichen (Abb. 12 Mitte, blaue Bereiche).

Stoßen die äquatorialen und die polaren Gasbereiche zusammen (Abb. 12 Mitte, rote Bereiche), entstehen **Schockbereiche** und **Gammastrahlen**. Zu späteren Zeitpunkten wird kein Gaswind mehr ausgeschleudert, das ehemals heiße Gas kühlt bei seiner Expansion in den Weltraum (Abb. 12 rechts).

Beobachtungen mit dem *Fermi-Teleskop (Fermi Large Area Telescope)* zeigen, daß viele klassische Novae von Gammastrahlung im *Gigavoltbereich* begleitet werden. Wahrscheinlich entsteht diese Strahlung in starken Schockfronten. Offensichtlich entsteht der Hauptteil der optischen Strahlung aus re-prozessierter Emission von den Schocks und nicht direkt durch den Weißen Zwergstern. Wahrscheinlich spielt das *Magnetfeld* des Zwergsterns hierbei eine wichtige Rolle.

Ausblick

Inzwischen hat die Helligkeit der Nova Cas 8,2-8,3 mag erreicht (Stand 09.04.).

Laut Angaben der NASA (Stand 15.04.) soll die **Maximalhelligkeit 7,5 mag** erreichen.

Wir sind gespannt wie sich die Nova Cas weiter entwickeln wird.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter (yaw)

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2] Aktuelle Meldungen zur Nova V1405 Cas
<https://www.astronomerstelegram.org/>

[3] Weiterführende Literatur zu den physikalischen Prozessen in einem *Nova-Doppelsternsystem*
Lloyd, H.M., et al., *MNRAS* **284**, 137-147 (1997)
Li, K.-L., et al., *Nature Astronomy* **1**, 697-702 (2017)
Chomiuk, L., et al., *Nature* **514**, 339-342 (2014)
Aydi, E., et al., *Nature Astronomy* **4**, 776-780 (2020)