

Nova Sgr 2015 No. 2 – eine sehr langsame und ungewöhnliche Nova

Seit ihrem Ausbruch im März wird diese neue, aufregende Nova vom robotischen 1,2-Meter-Teleskop TIGRE in Mexiko regelmäßig in hoher Auflösung spektroskopiert. Aus den ersten Ergebnissen dieser einmaligen Beobachtungsreihe ergab sich bereits ihre Entfernung zur Erde.

Am 15. März entdeckte der australische Astronom John Seach eine neue, helle Nova im Sternbild Schütze: Nova Sagittarii 2015 No. 2. Sie steht in der bekannten Teekannen-Figur direkt unter dem »Deckel« (siehe Bild oben) und erreichte eine beeindruckende Maximumhelligkeit von 4 mag am 22. März (siehe Grafik S. 23). Dann fiel sie schnell – binnen vier Tagen – wieder auf 6 mag ab. Das ist in etwa die Dynamik, die man von einer schnellen Nova kennt.

Aber jetzt kam die große Überraschung: Innerhalb von zwei Wochen kämpfte sich diese Nova auf etwa 4,5 mag zurück, und Mitte April erholte sie sich nochmals von

einem besonders schnellen zweiten Einbruch! Damit handelt es sich um eine langsame Nova vom Typ der damals sehr hellen Nova Herculis 1934 (DQ Herculis). Demnach wird uns die Nova Sgr 2015 No. 2 wohl noch bis in den Sommer hinein als ein interessantes Feldstecherobjekt erhalten bleiben. Ihre abwechslungsreiche Lichtkurve kann bei guter Südsicht und Durchsicht sogar vom heimischen Standort aus verfolgt werden. Die Beobachtung lohnt sich, denn weitere sehr plötzliche Einbrüche sind zu erwarten.

Im Maximum erreichte die Nova Sgr 2015 No. 2 etwa $V = 4,2$ mag. Nimmt man nun die genauen CCD-Messwerte der

AAVSO (American Association of Variable Star Observers) zur Hand, dann lag die Farbe der Nova, das heißt die Helligkeitsdifferenz $B-V$, in diesen ersten Tagen bei etwa 0,26 mag, was also leicht grünlich. Aus der scheinbaren Effektivtemperatur von etwa 9000 Kelvin des frühen Feuerballs lässt sich die theoretische intrinsische (der Nova innewohnende) Farbe zu dieser Entwicklungsphase abschätzen. Sie beträgt $(B-V)_0 = 0,05$ mag. Aus der Differenz der beiden folgt der Farbexzess $E(B-V)$ zu 0,21 mag, was einer sehr moderaten durch Gas und Staub verursachten interstellaren Absorption A_V von 0,7 mag entspricht. Bei einer absoluten Maximumsleuchtkraft

Die Nova im Sternbild Schütze ist markiert, sie hebt sich von den zahlreichen Sternen der Milchstraße nur wenig ab (siehe auch »Objekte des Monats« auf S. 68). Zum Zeitpunkt der Aufnahme am 17. April 2015 um 10:15 Uhr UT hatte sie eine V-Helligkeit von etwa 5,2 bis 5,3 mag. Die Grenzgröße der Aufnahme liegt bei rund 11 mag. Das Bild wurde wegen der Lichtverschmutzung rund einen Kilometer außerhalb von Guanajuato aufgenommen.
 Canon EOS, 50-mm-Objektiv, 4 × 30 s, ISO 400

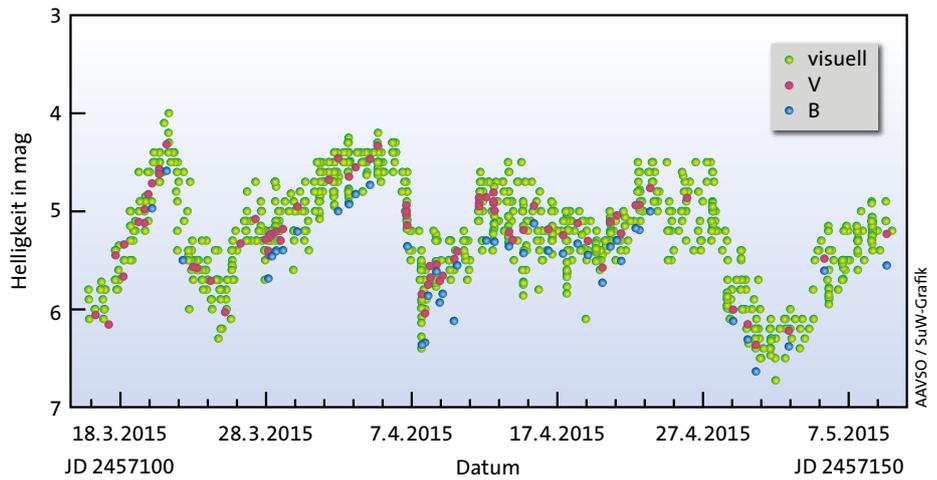
$M_{v,max}$ von etwa -7,5 mag (wie bei DQ Her, siehe Kasten »Novae und Supernovae« S. 24) ergibt sich damit ein Entfernungsmodul $m - M$ von 11,0 mag, was einer Entfernung von gut 5000 Lichtjahren (1,6 kpc) entspricht.

Interessanterweise liegt der Kugelsternhaufen M22 (siehe Bild S. 22) weniger als fünf Grad von der Nova entfernt am Himmel und erleidet bei der doppelten Entfernung von etwa 10 000 Lichtjahren auch die doppelten Farbexzess von etwa 0,42 mag. Dies entspricht im Verhältnis zur Entfernung derselben unterdurchschnittlichen interstellaren Absorption wie bei der Nova. Hier im Sternbild Schütze sehen wir nämlich quasi wie durch ein Fenster tiefer in das Innere unseres Milchstraßensystems hinein als sonst möglich.

TIGRE beobachtet die Nova

TIGRE, das robotische 1,2-Meter-Teleskop der Universitäten Hamburg, Guanajuato und Liège, steht in Guanajuato, Mexiko (siehe SuW 11/2013, S. 26). Mit ihm beobachteten wir die Nova seit dem 19. März 2015 mit hoher spektraler Auflösung ($\Delta\lambda/\lambda = 20000$). In den hauptsächlich beteiligten Universitäten von Guanajuato und Hamburg steht uns angesichts der reichen Ausbeute an Spektren eine sehr spannende und arbeitsintensive Auswertephase bevor. Bis zum 19. April 2015 konnten wir jeweils in den frühen Morgenstunden schon 25 Spektren sammeln.

Erste Eindrücke zeigen, wieviel verwertbare Information in den Spektren steckt. So belegen die Emissionslinien des Wasserstoffs eine für eine Nova eher langsame Expansionsgeschwindigkeit von rund 1500 Kilometern pro Sekunde (siehe dazu die zeitliche Entwicklung der H-Beta-Profil während der ersten drei Wochen auf S. 25). Die Spektren zeigen komplexe Unter-



Die Lichtkurve der bei der AAVSO eingegangenen Messungen und Schätzungen der scheinbaren Novahelligkeit zeigt mehrere Helligkeitseinbrüche.

ZUM NACHDENKEN

Nova Sagittarius 2015 No. 2



Als im März 2015 die zweite Nova im Sternbild Schütze aufleuchtete, konnte noch niemand ahnen, dass sie sich als ein ausnehmend interessantes Objekt entpuppen würde. Ihre Helligkeit kehrte mehrfach bis nahe an die beim ersten Ausbruch beobachtete Maximumshelligkeit $m_{v,max} = 4,2$ mag zurück.

Aufgabe 1: Aus den zahlreichen Messungen, die bei der AAVSO, der American Association of Variable Star Observers, zusammenliefen, lässt sich für die Nova um die Zeit des ersten Maximums eine Farbe von $(B - V) = 0,26$ mag ermitteln. Dabei steht B für die Blauhelligkeit und V für die visuelle Helligkeit. Andererseits verrät die aus den Spektren mit Hilfe von Sternmodellen abgeleitete Temperatur von 9000 Kelvin eine vom Vordergrundstaub unbeeinträchtigte Eigenfarbe von $(B - V)_0 = 0,05$ mag. Man berechne den zwischen Erde und Nova durch den interstellaren Staub durch Absorption und Streuung verursachten Farbexzess $E(B - V)$.

Aufgabe 2: Der durchschnittliche Wert R für das Verhältnis von interstellarer Absorption A_v , auch interstellare Extinktion genannt, zur selektiven Ab-

sorption, also dem Farbexzess, ist im Milchstraßensystem außerhalb von Dunkelwolken im Mittel 3,1. Wie groß ist die interstellare Extinktion, die das Licht der Nova auf dem Weg zur Erde erleidet?

Aufgabe 3: Unter der plausiblen Voraussetzung, dass die Maximumsleuchtkraft $M_{v,max} = -7,5$ mag betrug, berechne man die Entfernung d der Nova Sgr 2015 No. 2. Dazu muss das Entfernungsmodul $\Delta m = m_{v,max} - M_{v,max}$ um die interstellare Extinktion korrigiert werden:

$$\Delta m_{Av} = m_{v,max} - M_{v,max} - A_v$$

Außerdem gilt:

$$\Delta m_{Av} = 5 \text{ mag} \cdot \lg \left(\frac{d}{10 \text{ pc}} \right)$$

Man gebe das Ergebnis auch in Lichtjahren an, wobei gilt: 1 pc = 3,26 Lj.

AXEL M. QUETZ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **9. Juli 2015** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe S. 101

Novae und Supernovae

Eine Nova entsteht in sehr ähnlicher Weise wie eine Supernova vom Typ Ia, nämlich aus einem Doppelsternsystem heraus, dessen eine Komponente sich bereits zu einem Weißen Zwerg entwickelt hat. Dieser empfängt dabei einen anhaltenden, langsamen Materieübertrag von seinem Sternpartner.

Während bei einer Supernova Ia jedoch der gesamte Weiße Zwerg explodiert, weil er eine kritische, Chandrasekhar-Grenze genannte Masse von 1,4 Sonnenmassen überschritten hat, stellt die Nova lediglich eine Vorstufe dar, in der nur eine über die letzten Jahrhunderte angesammelte, sehr dünne Wasserstoffschicht explosionsartig thermonuklear verbrennt. Die Nova erklimmt daher auch nur eine maximale absolute Helligkeit $M_{v,max}$ von bis zu $-8,5$ mag, während eine typische Supernova Ia $-19,2$ mag erreicht und somit zehntausend mal so hell leuchtet. Nach einem Novaausbruch kehrt das Doppelsternsystem wieder in seinen Vorzustand zurück, weil der Weiße Zwerg intakt bleibt.

Trotz der mehr als 100 000 Sonnenleuchtkräfte, die über viele Tage bis Wochen sichtbar ist, reicht es der Nova aus, weniger als ein Millionstel einer Sonnenmasse an Wasserstoff zu verbrennen, um dieses Phänomen zu erzeugen. Die dabei abgestoßene Hülle ist im Gegensatz zu derjenigen einer Supernova sehr dünn: Sie hat typischerweise weniger als $1/1000$ einer Sonnenmasse. Eine Supernova-Hülle umfasst dagegen mehrere Sonnenmassen. Deshalb wird die Novahülle auch recht schnell durchsichtig, binnen Tagen nach dem Maximum. Dies lässt sich am Übergang des Profils der Wasserstofflinien von einem P-Cygni-Profil (rotseitige Emission, blauseitige Absorption) zu einer reinen Emissionslinie erkennen (siehe Grafik rechts).

Bei langsamen Novae wie dem DQ-Herculis-Typ haben wir es mit einem noch sehr massearmen Weißen Zwerg zu tun. Sie sind seltener, weil es in solchen Fällen viel länger dauert, bis es zu einer erneuten Explosion der angesammelten Wasserstoffschicht kommt. DQ Herculis (Nova Her 1934) hat zudem nur eine absolute Maximumshelligkeit von etwa $M_{v,max} = -7,5$ mag erreicht, dafür behielt sie aber eine große Helligkeit über Monate hinweg. Sie erreichte eine maximale scheinbare Helligkeit von etwa $1,5$ mag, und im Nachhinein ließ sich eine Entfernung von rund 550 Parsec ermitteln. Eine unterdurchschnittliche interstellare Absorption A_v von $0,3$ mag eingerechnet ergibt sich so die genannte maximale Helligkeit von $-7,5$ mag.

Häufiger vertreten sind die schnellen Novae, wie kürzlich Nova Delphini 2013, bei denen ein schon sehr massereicher Weißer Zwerg nahe seiner Stabilitätsgrenze häufigere, zudem auch etwas hellere Wasserstoffexplosionen durchlebt, mit Abständen von nur Jahrzehnten oder Jahrhunderten. Ihre Lichtkurve fällt schon binnen einer Woche deutlich ab, und die Expansionsgeschwindigkeit ist mit etwa 2000 Kilometer pro Sekunde größer als bei langsamen Novae.

Das Profil der Wasserstofflinie im Spektrum der Nova Sgr No. 2 wandelte sich dramatisch in den ersten beiden Wochen des Ausbruchs und wurde sehr schnell zu reiner Emission. Zuvor ließ sich ein typisches P-Cygni-Profil beobachten, also blauverschobene Absorption und unverschobene Emission. Dies bedeutet, die mit rund 1500 Kilometer pro Sekunde expandierende Novahülle wurde kurz nach dem Helligkeitsmaximum völlig durchsichtig.

DER GANZE KOSMOS. AUF IHREM BILDSCHIRM.



STERNE UND
WELTRAUM
DIGITAL

Das Digital-Abo von *Sterne und Weltraum* kostet € 60,- pro Jahr (ermäßigt € 48,-). Abonnenten können nicht nur die aktuelle Ausgabe direkt als PDF abrufen, sondern haben auch Zugriff auf das komplette E-Paper-Heftarchiv!

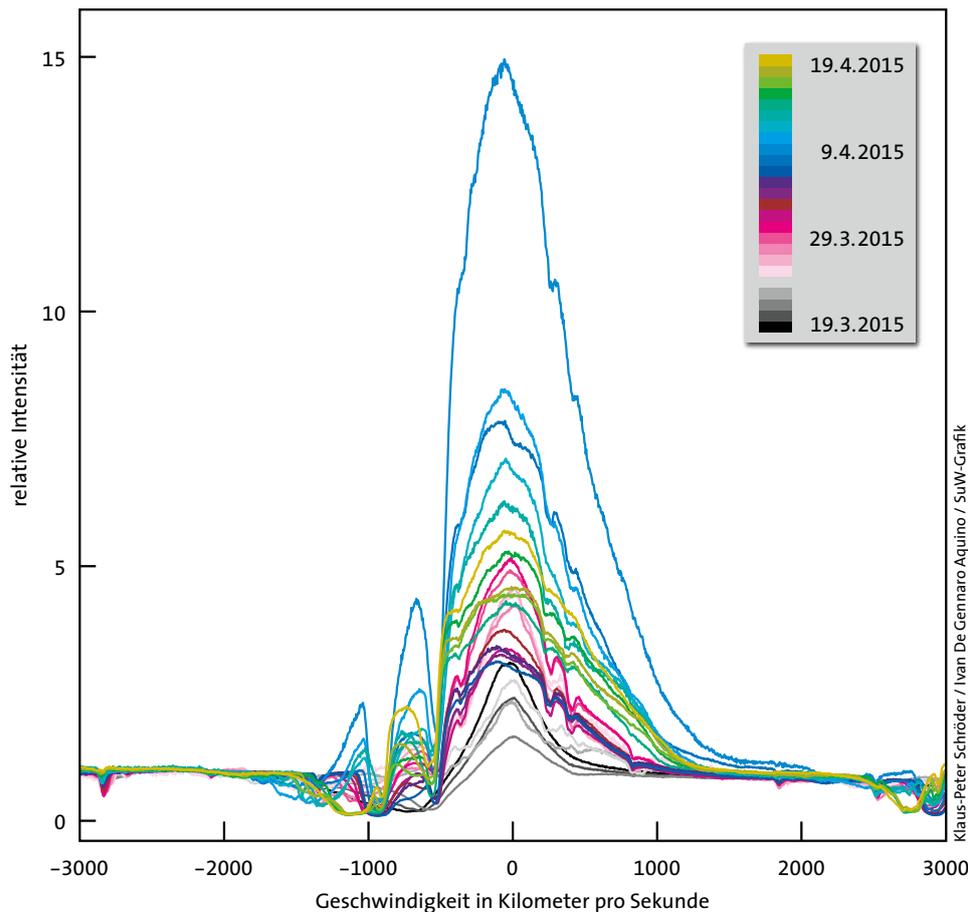
So einfach erreichen Sie uns:

Telefon: 06221 9126-743
www.sterne-und-weltraum.de/abo

Fax: 06221 9126-751 | E-Mail: service@spektrum.de

Oder QR-Code
per Smartphone
scannen und
Angebot sichern!





Klaus-Peter Schröder / Ivan De Gennaro Aquino / SuW-Grafik

strukturen und einen raschen Übergang von einem P-Cygni-Linienprofil hin zu reinen Emissionslinien, wie bei Novae üblich und im Gegensatz zu Supernovae (vergleiche Kasten links). Das P-Cygni-Linienprofil bezeichnet eine blauverschobene Absorptionslinie neben einer unverschobenen Emissionslinie. Daraus lässt sich folgern, dass auch die Hülle von Nova Sgr 2015 No. 2 bereits kurz nach dem Maximum optisch dünn, also sehr durchsichtig wurde.

Stark magnetische Novae

Dennoch blieb diese Nova im Kontinuumslicht lange auf einem vergleichsweise hellen Niveau. Selbst einen Monat nach ihrer Entdeckung war sie erst um eine Größenklasse schwächer geworden, wenn man von Lichteinbrüchen absieht, die für Novae vom DQ-Herculis-Typ typisch sind. Da der Weiße Zwerg in einem solchen System (siehe Kasten S. 24) anscheinend stark magnetisch ist, regnet das auf ihn akkretierende Gas nicht kontinuierlich herab, sondern bildet so genannte Akkretionsvorhänge. Dabei kommt es anscheinend auch zur Bildung von Staubwolken, welche die noch helle Nova über Tage hinweg verdunkeln, bis sie von der intensiven Gamma- und UV-Strahlung aufgelöst werden.

Mit dieser Vorstellung lassen sich die ungewöhnliche Lichtkurve der Nova Sgr 2015 No. 2 und ihre schon zwei Einbrüche im ersten Monat nach dem Maximum recht gut erklären. Aber nur eine detaillierte spektroskopische Analyse wird dafür auch die schlüssigen Beweise liefern. Schon jetzt können wir allerdings bestätigen, dass sich die Lichteinbrüche nur im Kontinuum zeigen, nicht aber in den Emissionslinien. Dies bedeutet, dass nur die noch sehr hell nachleuchtende Atmosphäre des Weißen Zwerags von den herabregnenden Akkretionsvorhängen verdunkelt wird, nicht aber die weit darüber hinaus reichende Nova-Hülle mit ihren Emissionslinien.

KLAUS-PETER SCHRÖDER und DENNIS JACK forschen an der Universität von Guanajuato, Mexiko, IVAN DE GENNARO AQUINO an der Hamburger Sternwarte.

Literaturhinweis

Schröder, K.-P., Schmitt, J.H.M.M.: In Mexiko ist der Tiger los. In: *Sterne und Weltraum* 11/2013, S. 26–27



Marco Mittag

Mit dem 1,2-Meter-Teleskop »el TIGRE« (der Tiger, el Telescopio Internacional de Guanajuato, Robótico-Espectroscópico) in Guanajuato, Mexiko, können die Autoren des Berichts zeitnah auf das Geschehen am Himmel reagieren.