

# Mitteilungen

## Ein neuer Stern: Nova Puppis 1942

Von

M. WALDMEIER (Zürich)

Mit 3 Abbildungen im Text

Das Erscheinen eines neuen Sternes, einer sog. Nova, ist kein sehr seltenes Ereignis, wurden doch in den letzten Jahrzehnten alljährlich 1 bis 2 Novae in unserm Sternsystem entdeckt. Aber die weit grössere Zahl der Novaausbrüche entgeht unserer Beobachtung; statistische Überlegungen führen zum Schluss, dass in unserm Sternsystem im Durchschnitt jährlich etwa 25 Novae auftreten. Bei weitaus den meisten handelt es sich aber um Objekte, die nur teleskopisch oder durch die Himmelsphotographie wahrgenommen werden können; Fälle wie die Nova Puppis, die zu Sternen erster Grösse anwachsen und damit selbst für das unbewaffnete Auge zu auffälligen Erscheinungen werden, sind sehr selten. In unserem Jahrhundert sind folgende Novae erster Grösse aufgetreten: Nova Persei 1901, Nova Aquilae 1918, Nova Pictoris 1925, Nova Herculis 1934, und als neueste Nova Puppis 1942, also etwa eine pro Jahrzehnt.

Die Nova wurde in Europa zuerst von Prof. FINSLER in Zürich in den frühen Morgenstunden des 11. November 1942 gesehen; sie stand als gelblicher Stern erster Grösse rund  $30^\circ$  südöstlich von Sirius im Sternbild Puppis. Später erfuhr man, dass die Nova an verschiedenen Orten unabhängig voneinander entdeckt worden ist, zuerst von DAWSON in Nordamerika am 9. November.

Die Beobachtungsmöglichkeiten für dieses bedeutende kosmische Ereignis waren in Europa sehr schlecht, einerseits wegen der ungünstigen Jahreszeit, andererseits wegen der hohen südlichen Deklination, welche bewirkt, dass in der Schweiz die Nova höchstens  $7-8^\circ$  über den mathematischen Horizont steigt. Während in Zürich die Weiterentwicklung der Nova infolge

beständiger Bedeckung nicht verfolgt werden konnte, gelangen dem Verfasser auf dem Aroser Observatorium der Eidg. Sternwarte direkte und Spektralaufnahmen des neuen Sternes. Abb. 1 zeigt eine Aufnahme der Nova am 15. November; die Nova, auf welche durch die Pfeile hingewiesen wird, ist der hellste Stern der ganzen Aufnahme und steht knapp oberhalb des Horizontes. Sie erscheint in jeder Nacht nur während 40 Minuten über dem gebirgigen Aroser Horizont und übersteigt diesen um höchstens  $50'$ .

Die Novae sind keine neuen Sterne in dem Sinne, dass sie erst bei ihrem Aufleuchten entstehen, sondern es sind Sterne, die als lichtschwache Objekte schon existiert und nun einen plötzlichen gewaltigen Lichtausbruch erfahren haben. Die Auffindung der Praenova Puppis auf früheren photographischen Himmelsaufnahmen ist bisher noch nicht mit Sicherheit gelungen, da es sich um eine sehr sternreiche Milchstrassengegend handelt. Die Koordinaten für 1943.0 sind:  $\alpha = 8^h 9^m 27.52^s$ ,  $\delta = -35^\circ 10' 51.3''$ . Mit Sicherheit kann man erst sagen, dass die Helligkeit im Praenovastadium kleiner als  $14.6^m$  gewesen sein muss (wenn die Grössenklasse  $m$  um 1 steigt, nimmt die Intensität der Sternstrahlung jeweils etwa auf 40 % ab. Exakt lautet die Definition: 5 Grössenklassen = Intensitätsfaktor 100. Die hellsten Sterne,  $m = 1$ , sind somit 100mal heller als die schwächsten von blossen Auge noch sichtbaren,  $m = 6$ ).

Der gewaltige Helligkeitsanstieg von  $m > 14.6$  bis  $m = 1$  am 9. November (Abb. 2) dürfte sich in wenigen Stunden oder höchstens Tagen abgespielt haben; bis zum 11./12. November stieg die Helligkeit weiter an auf  $m = 0.5$ . Die gesamte Hellig-

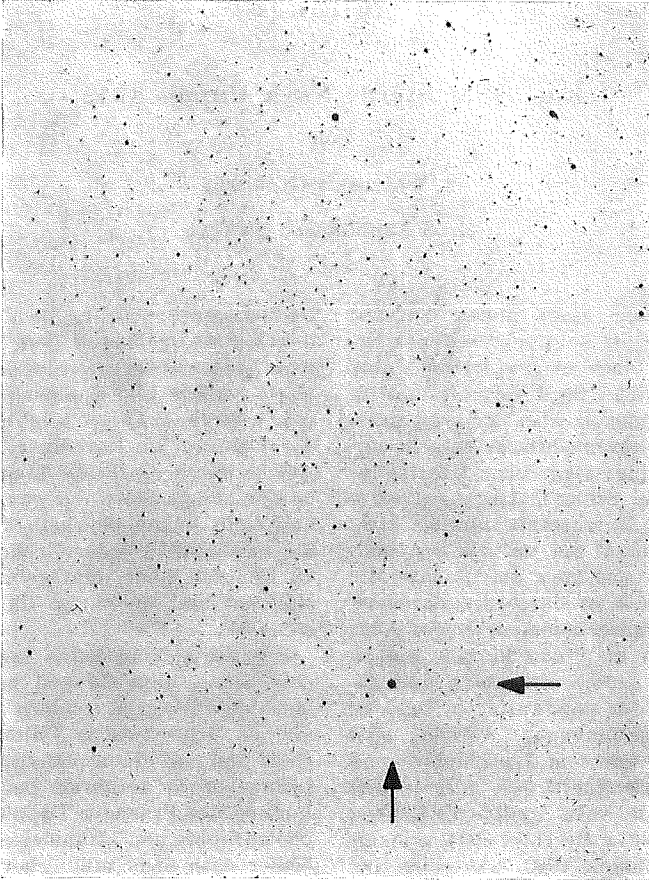


Abb. 1

Aufnahme der Nova Puppis am 15. November 1942.

keitsamplitude ist somit mindestens  $14^m$ , was einer Intensitätssteigerung auf mindestens das 400 000fache entspricht! In den 10 Tagen des Helligkeitsmaximums strahlte somit der Stern so viel Energie aus wie vorher in 10 000 Jahren! Dies ist der erste Punkt, in dem sich die Nova Puppis von den meisten übrigen Novae unterscheidet. Im allgemeinen steigt nämlich bei einem Novaausbruch die Intensität nur auf das 5000—100 000fache an, im Mittel auf das 50 000fache, entsprechend einer mittleren Helligkeitszunahme um  $11.7^m$ . Nach dem Maximum nahm die Helligkeit anfänglich sehr rasch, später langsamer ab; am 15.

November trat ein sekundäres Helligkeitsmaximum auf. Abb. 2 zeigt den Helligkeitsverlauf nur in groben Zügen nach den wenigen bisher bekannt gewordenen Helligkeitsmessungen. Gestrichelt ist die Lichtkurve der Nova Persei 1901 eingezeichnet, welche typisch ist für den normalen Helligkeitsabfall nach dem Maximum. Die Vergleichung beider Kurven ergibt den zweiten Punkt, in welchem sich die Nova Puppis von den übrigen Novae unterscheidet: der Helligkeitsabfall nach dem Maximum ist bei ihr bedeutend steiler als bei normalen Novae. Deshalb war ihre günstige Beobachtungsdauer kurz; nur während einer

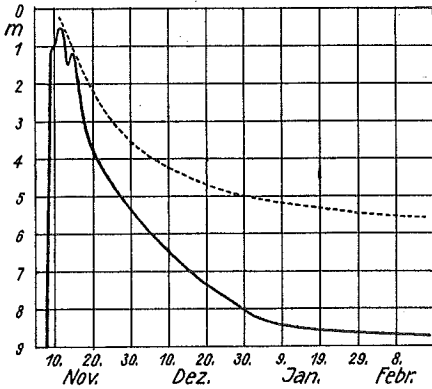


Abb. 2

Die Lichtkurve der Nova Puppis 1942/43.

Woche war sie ein auffälliges Objekt und schon 25 Tage nach ihrer Entdeckung war sie dem unbewaffneten Auge wieder entschwunden.

Direkte trigonometrische Entfernungsbestimmungen der Nova liegen zur Zeit noch nicht vor. Hingegen ist es möglich, aus der Helligkeit einen genäherten Wert für die Entfernung zu berechnen. Die scheinbare Helligkeit  $m$  eines Sternes hängt ausser von dem Betrag der pro sec emittierten Strahlungsenergie auch von dessen Entfernung  $d$  ab. Um ein Mass für die emittierte Energie zu bekommen, wird die absolute Helligkeit  $M$  eingeführt; es ist diejenige scheinbare Helligkeit, welche der Stern haben würde, wenn er von der

Erde 10 Parsec =  $3.0833 \cdot 10^{19}$  cm entfernt wäre. Zwischen absoluter und scheinbarer Helligkeit und der in Parsec ausgedrückten Entfernung besteht die Beziehung:

$$M = m + 5 - 5 \log d.$$

Es gilt als Erfahrungstatsache, dass die absolute Helligkeit im Helligkeitsmaximum relativ wenig um den Mittelwert  $M = -7$  streut. Mit diesem Wert und  $m = 0.5$  (nach Abb. 2) ergibt sich  $d = 316$  Parsec = 1030 Lichtjahre.

In einem dritten Punkt hat sich die Nova Puppis von den früheren Novae unterschieden: ihre Farbe war ausgesprochen gelb, gegenüber weiss bei normalen Novae. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese Gelbverfärbung sekundärer Natur ist. Als erste Ursache dafür kommt die grosse Zenitdistanz und die damit verbundene starke Extinktion, die besonders im kurzwelligen Spektralbereich gross ist, in Betracht. Auch eine kosmische Ursache der Gelbverfärbung wäre denkbar, denn die Nova steht am Rande eines Dunkelwolkengebietes und man weiss, dass diese aus kosmischem Staub bestehen (Teilchendurchmesser etwa  $2 \cdot 10^{-3}$  mm) und das kurzwellige Licht stärker streuen als das langwellige (etwa nach einem  $\lambda^{-1}$ -Gesetz).

Die reichhaltigsten Aufschlüsse über die physikalische Natur der Nova liefert das Spektrum. Abb. 3 zeigt ein Mikrophotogramm des Spektrums der Nova am 15. November 1942, also zur Zeit des sekundären Helligkeitsmaximums. Vergleichsweise ist

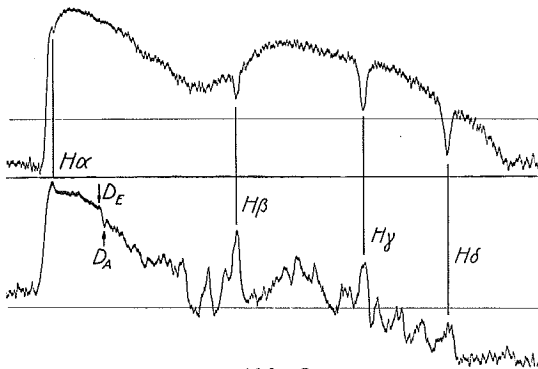


Abb. 3

Das Spektrum der Nova Puppis (unten) am 15. November 1942. Oben zum Vergleich das Spektrum von  $\alpha$  Can. moj. (Sirius).

dem Spektrum der Nova dasjenige von Sirius gegenübergestellt. Das Siriuspektrum zeigt lediglich die Wasserstofflinien in Absorption, während das Novaspektrum sehr reich an Linien, besonders Emissionslinien, ist. Es fällt auch auf, dass das Kontinuum der Nova im kurzwelligen Teil viel stärker abfällt als dasjenige von Sirius, als objektiver Ausdruck für die schon erwähnte Tatsache, dass die Nova gegen den bläulichen Sirius gelb erschien. Tab. 1 enthält die auf Spektren vom 14., 15. und 16. November 1942 identifizierten Linien. Weit ausser in intensiveren erscheinen die Balmerlinien; dann folgen mit grosser Intensität Fe II und Ti II, mit kleinerer Intensität Cr II, Mg II, Sc II, Si II, also alles ionisierte Atome. An neutralen Atomen konnten ausser H nur Na und O festgestellt werden. Neben den normalen O I-Linien erscheint auch die verbotene Linie 6300 Å. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei der in Tab. 1 nicht identifizierten Linie, welcher die Wellenlänge 6375 zugeschrieben wurde, um die ebenfalls verbotene O I-Linie 6363; wegen der sehr geringen Dispersion unserer Spektren in diesem Gebiet ist eine Ungenauigkeit von 12 Å durchaus möglich. Die relativen Intensitäten, wenigstens der wichtigsten Linien, gehen aus Abb. 3 hervor.

Von den Absorptionslinien interessieren uns nur diejenigen, welche gleichzeitig auch in Emission auftreten; es sind dies die Wasserstofflinien und die Na-D-Linie. Während die Emissionslinien praktisch unverschoben sind, zeigen die entsprechenden Absorptionslinien beträchtliche Verschiebungen nach kurzen Wellen. In Abb. 3 weisen die Pfeile auf die Emissions- und Absorptionskomponente ( $D_E$  bzw.  $D_A$ ) der Na-D-Linie hin. Die violettverschobenen Absorptionslinien werden durch eine radiale Expansion der Sternatmosphäre gedeutet. Die sich ergebenden Expansionsgeschwindigkeiten sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die verschiedenen Linien führen zu recht verschiedenen Geschwindigkeiten. In  $H\alpha$ ,  $H\beta$  und  $H\gamma$  ergibt sich vom 14. bis zum 16. November eine erhebliche Zunahme, was charakteristisch ist für das Anfangsstadium der Novae; hingegen bleibt die D-Radialgeschwindigkeit im wesentlichen konstant. Die starke Abnahme

Tab. 1. Emissionslinien im Spektrum der Nova Puppis

Wellenlänge	Identifikation
3970.08	H $\epsilon$
4025.14	Ti II
4028.35	Ti II
4101.75	H $\delta$
4128.05	Si II ?
4173.47	Fe II
4178.86	Fe II
4233.17	Fe II
4261.94	Cr II
4303.18	Fe II
4340.48	H $\gamma$
4351.77	Fe II
4385.39	Fe II
4399.78	Ti II
4416.83	Fe II
4481.14	Mg II
4481.34	Mg II
4522.64	Fe II
4549.64	Ti II
4555.89	Fe II
4583.34	Fe II
4629.34	Fe II
4670.42	Sc II
4731.48	Fe II
4779.99	Ti II
4861.34	H $\beta$
4923.93	Fe II
5018.45	Fe II
5031.03	Sc II
5072.30	Ti II
5169.05	Fe II
5188.70	Ti II
5197.58	Fe II
5226.55	Ti II
5234.63	Fe II
5276.00	Fe II
5316.62	Fe II
5418.78	Ti II ?
5526.82	Sc II
5684.20	Sc II
5889.97	Na I
5895.94	Na I
6155.99	O I ?
6156.78	O I ?
6158.20	O I ?
6245.63	Sc II
6247.57	Fe II
6300.23 ?	[O]
6375	[O] ? Koronalinie?
6562.82	H $\alpha$

Tab. 2. Radialgeschwindigkeiten in km/sec

Datum	Linie				
	H $\alpha$	H $\beta$	H $\gamma$	H $\delta$	D
14. Nov. 1942	2740	2340	1660	—	3210
15. Nov. 1942	3420	3360	1700	1530	2900
16. Nov. 1942	3740	3570	1980	—	3050

der Radialgeschwindigkeit von H $\alpha$  nach H $\delta$  dürfte zur Hauptsache von der Überlagerung der Absorptionslinie durch die Emissionslinie bedingt sein; da die Intensität der letzteren von H $\alpha$  nach H $\delta$  stark abnimmt, wird bei H $\alpha$  der langwellige Teil der Absorptionslinie vollständig überdeckt, weshalb man eine zu grosse Radialgeschwindigkeit misst. Diese hohen Expansionsgeschwindigkeiten sind der vierte Punkt, in welchem sich die Nova Puppis von früheren Novae unterscheidet. Zwar traten bei der Nova Sagittarii 1936 und Nova Lacertae 1936 ebenfalls Expansionsgeschwindigkeiten von der Grössenordnung 3000 km/sec auf, aber bei den meisten Novae betragen diese weniger als tausend km/sec, in einigen Fällen sogar weniger als hundert km/sec.

Die grossen Expansionsgeschwindigkeiten zeigen, dass es sich bei einem Novausbruch um einen explosionsartigen Vor-

gang handelt. Durch die Expansion wird auch der gewaltige Helligkeitsanstieg bewirkt. Die von einem Stern pro sec ausgestrahlte Energie S ist:

$$S = 4\pi R^2 \sigma T^4,$$

wobei R der Sternradius ist, T die Oberflächentemperatur und  $\sigma$  die Konstante im Stefan-Boltzmannschen Gesetz. Da während der Expansion sich die spektrale Energieverteilung und damit T nicht wesentlich ändert, muss der ganze Helligkeitsanstieg durch eine Vergrösserung der Oberfläche zustande kommen. Aus dem Intensitätsanstieg auf das 400 000fache ergibt sich eine Vergrösserung des Radius auf das 633fache! Typische Zwergsterne von der Art der Sonne haben Radien von der Grössenordnung  $10^{11}$  cm. Hatte die Pränova diesen Radius, so betrug der Radius im Helligkeitsmaximum  $6.3 \cdot 10^{13}$  cm. Dieser maximale Radius lässt sich auch aus den beobachteten Dopplereffekten berechnen. Der Helligkeitsanstieg dauerte etwa 3 Tage =  $2.6 \cdot 10^5$  sec und die mittlere Expansionsgeschwindigkeit war etwa  $2 \cdot 10^8$  cm/sec, woraus sich der zurückgelegte Weg zu  $5.2 \cdot 10^{13}$  cm ergibt. Helligkeitsanstieg und Radialgeschwindigkeiten führen somit zu demselben Resultat, dass sich der Stern plötzlich gewaltig aufbläht. Die Frage nach der inneren Ursache dieser gigantischen Sternexplosionen ist heute aber noch ein tiefes Geheimnis.

## Über die «Metachromasie» der Benzidinfarbstoffe in der pflanzlichen Histologie

Von

A. FREY-WYSSLING und W. MICHEL

Die Benzidinfarbstoffe Benzoazurin, Oxaminblau, Azoblau, Kongorot, Benzopurpurin u. a. ziehen auf zelluloseische und verholzte Zellwände mit verschiedenen Farbtönen auf. Benzoazurin färbt z. B. die mit Lignin inkrustierten Membranen rot, die unverholzten Zellwände dagegen blau. MICHAELIS<sup>1)</sup> bezeichnet die Erscheinung, dass ein einheitlicher Farbstoff verschiedene Gewebe oder Zellbestandteile unterschiedlich anfärbt als Metachromasie. Als Prototyp eines metachromatischen Farbstoffes

bezeichnet die Erscheinung, dass ein einheitlicher Farbstoff verschiedene Gewebe oder Zellbestandteile unterschiedlich anfärbt als Metachromasie. Als Prototyp eines metachromatischen Farbstoffes

<sup>1)</sup> MICHAELIS, L. Enzyklopädie der mikroskop. Technik. Bd. 2, S. 757. Berlin 1903.