

Die Supernova von 1006 feiert Geburtstag – die Gäste kamen aus Deutschland

Wolfgang Steinicke und Stefan Binnewies

Nur selten ergibt sich die Gelegenheit, ein 1000jähriges Jubiläum feiern zu können. 2006 ist dies der Fall: Am 1. Mai 1006 erschien im Sternbild Wolf (Lupus) eine der seltenen Supernovae unserer Galaxis [1]. Aber nicht nur das: Sie war mit $-7,5$ mag zugleich das hellste je beobachtete stellare Himmelsobjekt! Am 1. Mai 2006, exakt 1000 Jahre nach diesem Ereignis (!), gelang Stefan Binnewies und Josef Pöpsel die erste Amateuraufnahme des Überrests (Abb. 1). Ohne Zweifel, eine einmalige Aktion. Aber war sie auch schwierig? Zum Vergleich fällt uns M 1 im Stier ein, Zeugnis der Supernova (SN) von 1054. Der „Krabbennebel“ ist visuell bereits mit einem kleinen Teleskop sichtbar. Mit -6 mag war die Maximalhelligkeit aber geringer als bei der SN 1006. Man sollte also im Sternbild Wolf einen spektakulären Nebel erwarten. Weit gefehlt: Hier gibt es nur schwache, ausgedehnte Filamente – eine delikate Angelegenheit für Astrofotografen.

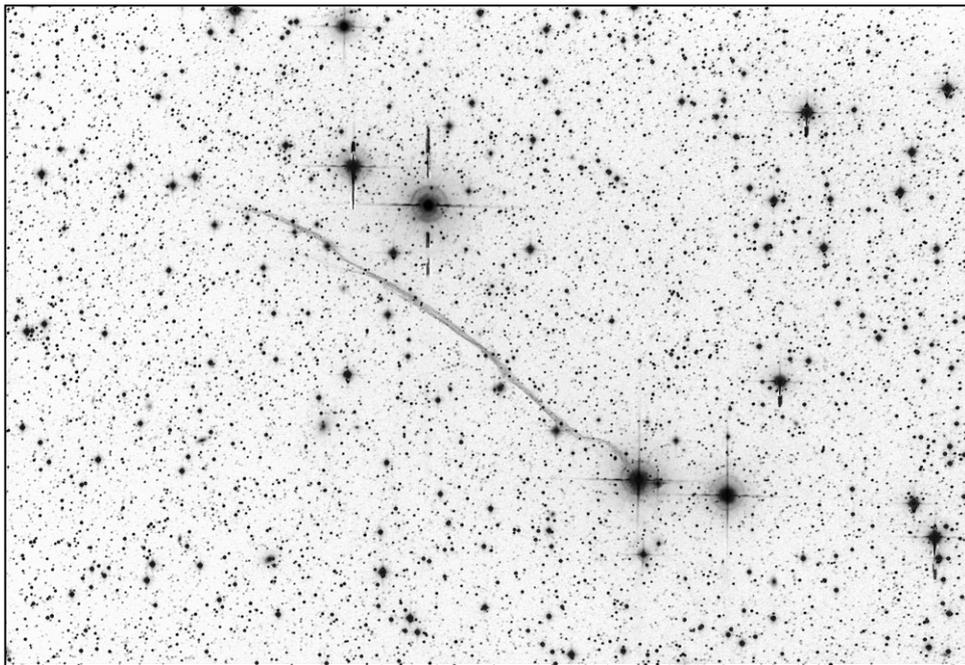


Abb. 1: Die Amateuraufnahme vom 1. Mai 2006 zeigt den hellsten, nordwestlichen Teil des Überrests der Supernova 1006 (N ist oben; technische Daten im Text). Bildautoren: S. Binnewies, J. Pöpsel.

Die Geschichte der Supernova

Hätte es vor 1000 Jahren in Südeuropa bereits Tageszeitungen gegeben, sie wären in der besagten Nacht wohl lesbar gewesen. Sicher ist: Es gab viele Augenzeugen, die den „Neuen Stern“, trotz seiner südlichen Deklination von $-38,5^\circ$ (im Jahr 1006), bemerkt haben. Woher stammen unsere Informationen über dieses historische Ereignis? Bemühen wir nochmals M 1. Hier war der heute sichtbare Überrest der Ausgangspunkt. Durch die beobachtete Expansionsrate ließ sich ein Explosionsdatum bestimmen. In alten, insbesondere chinesischen Chroniken wurde man fündig. Bei der SN 1006 war es – mangels eines auffälligen Nebels – genau umgekehrt. Unsere Kenntnis resultiert allein aus der systematischen Suche nach spektakulären Himmelsphänomenen in historischen Schriften. Deren Deutung hinsichtlich Datum, Position und Typ (Supernova, Nova, Komet etc.) war und ist umstritten. Ein Beispiel ist die chinesische Chronik „Wen-Hieng-Tong-Kao“, die von Biot übersetzt wurde, publiziert in den „Connaissance des Temps“ für 1846. Als einer der ersten hat sich Alexander von Humboldt in seinem Werk „Kosmos“ (1880) mit historischen Ereignissen auseinandergesetzt und diskutiert insgesamt 18 Fälle, darunter auch unser Jubilar. Er verlegt die Supernova allerdings ins Jahr 1012 – im Sternbild Widder!

Als moderner „Entdecker“ kann Eduard Schönfeld (1828-1891) angesehen werden. Seine Arbeit „Ueber den Neuen Stern von 1006“ war zugleich seine letzte [2]. Sie erschien in den „Astronomischen Nachrichten“, unmittelbar auf seine Todesanzeige folgend. Schönfeld korrigierte Humboldt und stellte

fest, „dass die Nova von 1006 an der Südgrenze des Scorpion aufleuchtete, von Anfang Mai bis Mitte August gesehen wurde und der Nova von 1572 [Tycho Brahes SN in der Cassiopeia] an Helligkeit wenn überhaupt, nicht viel nachgestanden haben kann.“ Grundlage waren chinesische, syrische und arabische Chroniken sowie Annalen des Benediktinerklosters St. Gallen. Letztere, verfasst vom Mönch Hebidannus, war bereits dem Franzosen Pingré 1783, der das Objekt für einen Kometen hielt, bekannt. Das Kloster liegt auf einer Breite von $+47,5^\circ$, so dass die SN maximal 5° über den Horizont kam; bei der Kulmination stand im Übrigen noch der 2.500 m hohe Säntis im Weg [3].

Abgesehen von Schönfeld wurden erst im 20. Jahrhundert wesentliche Beiträge geliefert. Den Anfang machte Knut Lundmark [4]. 1965 war ein entscheidendes Jahr; hier erschienen allein 5 Beiträge im *Astronomical Journal* (Vol. 70). Darunter Bernard Goldstein, der auf der Basis arabischer und fernöstlicher Quellen versuchte, eine verlässliche Position zu bestimmen [5,6]. Er vermutete eine Identität mit NGC 5882, einem hellen Planetarischen Nebel im Wolf. Dagegen konnten Gardner und Milne zeigen, dass die SN 1006 mit der 1960 gefundenen Radioquelle MSH 14-415 (PKS 1459-41), die die typische Struktur eines Supernova-Überrests (SNR) aufweist, übereinstimmt [7]. Zunächst bestand Verwirrung, da es mit dem „Lupus Loop“ noch einen zweiten, allerdings viel ausgedehnteren (älteren) SNR in der fraglichen Gegend gibt [8]. Beide Objekte zeigen starke Polarisation (was auf Synchrotronstrahlung deutet) und sind im ersten SNR-Katalog von Milne enthalten, als G327.6+14.5 bzw. G330.0+15.0 [9]. Minkowski vermutete als erster, dass es sich um eine Supernova vom Typ I handeln müsse [10]. Die Quellen deuten auf eine Maximalhelligkeit von -8 bis $-9,3$ mag und eine über 2jährige Sichtbarkeit hin. Wichtige Beiträge zu historischen Supernovae wurden Mitte der 1970er Jahre auch von Stephenson und Clarke geliefert [11-14]. Mittlerweile ist klar, dass es in unserer Milchstraße sieben Supernovae gab, von denen zeitgenössische Aufzeichnungen existieren. Sie fanden in den Jahren 185, 393, 1006, 1054, 1181, 1572 und 1604 statt. Tatsächlich dürften sich in den letzten 2000 Jahren weitere Supernovae, von uns unbemerkt, weil hinter Gas und Staub verborgen, ereignet haben. Eine, die um 1680 stattfand, hinterließ den Überrest Cassiopeia A.

Astrophysik

Junge Supernova-Überreste sind astrophysikalisch besonders interessant. Aus ihnen lässt sich etwas über die Explosion selbst lernen, bevor sich das Material hoffnungslos mit dem Interstellaren Medium (IM) vermischt hat. Voraussetzung ist, dass man den Überrest auch optisch lokalisieren kann. Bereits 1957-58 hatte Walter Baade versucht, den der SN 1006 auf Palomar-Schmidt-Platten zu finden [15]. Erfolg hatte schließlich Sydney van den Bergh 1976 mit dem 4 m-Spiegel auf dem Cerro Tololo, Chile [16]. Trotz des großen Teleskops sind auf der Aufnahme nur einzelne, extrem schwache Nebelfetzen zu erkennen.

1998 machten Frank Winkler und sein Team Aufnahmen, insbesondere in $H\alpha$, die den SNR als Ganzes zeigen (Abb. 2). Für das hellste, nordwestliche Filament ergab sich durch den Vergleich mit früheren Aufnahmen eine Expansionsrate von 280 ± 8 mas/a (Millibogensekunden/Jahr) [17]. Dessen Spektrum ist ungewöhnlich, zeigen sich doch außer den Balmerlinien des Wasserstoffs keine weiteren Emissionslinien (z.B. Sauerstoff, Stickstoff oder Schwefel); nur die SN 1572 in der Cassiopeia verhält sich ähnlich. Die gesamte Emission rührt offenbar von der Kollision der energiereichen Elektronen und Protonen der SN mit dem kalten, neutralen Wasserstoff des IM her, der daraufhin vollständig ionisiert wird. Dies geschieht allein an der Schockfront, die somit optisch sichtbar wird.

Aus dem Doppler-Effekt der Balmerlinien konnte eine Expansionsgeschwindigkeit von 2890 ± 100 km/s bestimmt werden. Aus Expansionsrate und -geschwindigkeit lässt sich die Entfernung berechnen: $2,18 \pm 0,08$ kpc, was etwa 7.100 Lj entspricht. Von den historischen Supernovae ist nur M 1 mit 6.200 Lj näher. Unter der Annahme einer SN vom Typ Ia, deren absolute Helligkeit im Maximum $-19,5$ mag beträgt, resultiert für das Ereignis von 1006 eine Maximalhelligkeit von $-7,5 \pm 0,4$ mag. Dies ist weniger als in früheren Arbeiten angegeben. Trotzdem, diese Supernova war die bislang hellste. Sie hält noch einen anderen Rekord: Mit $+14,6^\circ$ besitzt sie die höchste galaktische Breite, liegt also am weitesten von der Milchstraßenebene entfernt.

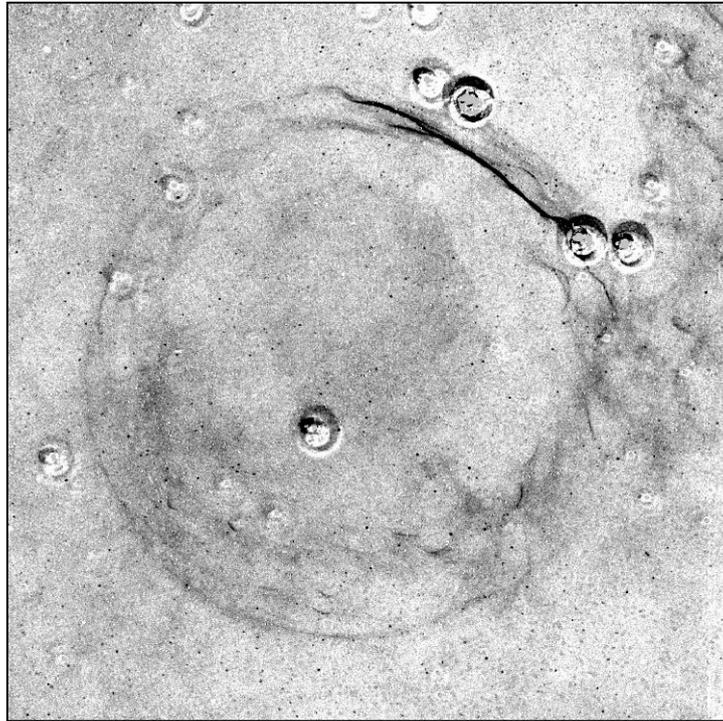


Abb. 2: Der gesamte Supernova-Überrest mit einem Durchmesser von $27,2'$. Dabei wurde eine ungefilterte von einer $H\alpha$ -Aufnahme subtrahiert; beide 1998 mit dem 60 cm-Schmidt-Spiegel auf dem Cerro Tololo gewonnen [16].

Der Überrest hat heute eine Winkelausdehnung von $27,2'$ (also etwa die Größe des Vollmonds), was einem linearen Durchmesser von 56 Lj entspricht. Das optische Zentrum liegt bei $15^{\text{h}} 02^{\text{m}} 55,4^{\text{s}}, -41^{\circ} 56' 33''$ (2000.0). Als „heißer“ Kandidat für ein stellares Relikt wurde zunächst ein blauer Unterzwerg (der „S-M star“) mit einer visuellen Helligkeit von 16,7 mag gehandelt [18]. Er liegt $2,5'$ vom Zentrum entfernt, hat allerdings nichts mit dem SNR zu tun sondern befindet sich im Hintergrund (das Spektrum zeigt breite, rotverschobene Absorptionslinien von SN-Material). Ein Neutronenstern (bzw. Pulsar) ist hier ohnehin nicht zu erwarten. Dieser tritt nur bei Supernovae vom Typ Ib/c oder II auf, wie etwa bei den Ereignissen von 1054 (Stier) und 1181 (Cassiopeia).

Der SNR im Wolf ist eine starke Röntgenquelle. Mitte der 1990er Jahre zeigte der Satellit ROSAT, dass die gesamte Hülle von einem Millionen Grad heißem Gas ausgefüllt ist. In den mit der Schockwelle assoziierten Magnetfeldern werden Elektronen extrem beschleunigt und erzeugen hochenergetische Synchrotronstrahlung. 1998 wurde Gammastrahlung im TeV-Bereich nachgewiesen [19]. Dieses Szenario stützt die Theorie eines Zusammenhangs zwischen Supernovae und Kosmischen Strahlen.

Die Jubiläumsaufnahme

Die Aufnahme von Stefan Binnewies und Josef Pöpsel zeigt das hellste, nordwestliche Filament des Überrests (Abb. 1). Sie entstand mit dem 60 cm-Hypergraphen („Ganymed“) des „Capella Observatory“ auf der Amani Lodge, nahe Windhoek in Namibia (www.capella-observatory.com). Benutzt wurde der Primärfokus des Teleskops ($f = 1.800 \text{ mm}$). Dabei kam eine SBIG ST10 XME CCD-Kamera zum Einsatz. Das Bild ist ein $H\alpha$ RGB-Komposit mit Belichtungszeiten von $9 \times 600 \text{ s}$ ($H\alpha$ -Filter und $1 \times 1 \text{ bin}$) und je $2 \times 300 \text{ s}$ (R, G, B-Filter und $2 \times 2 \text{ bin}$). Für die recht kurzen Belichtungszeiten war die drohende Dämmerung verantwortlich. Zusätzlich kam noch Hochnebel auf, der sehr wahrscheinlich die schwachen Höfe um die hellen Sterne verursacht hat. Das Seeing reichte nur für $3,5''$ FWHM.

Vergleicht man diese Aufnahme mit der von 1998 (Abb. 2), so ergibt sich eine Verschiebung des Filaments, gemessen an der rechten Außenkante, von 250 mas/a . Relativ zur Aufnahme von van den Bergh (1976) erhält man 260 mas/a (Abb. 3 zeigt eine Überlagerung). Beides stimmt recht gut mit der von Winkler et al. publizierten Expansionsrate überein [12]. Dies zeigt, was mit Amateurmitteln heutzutage möglich ist.

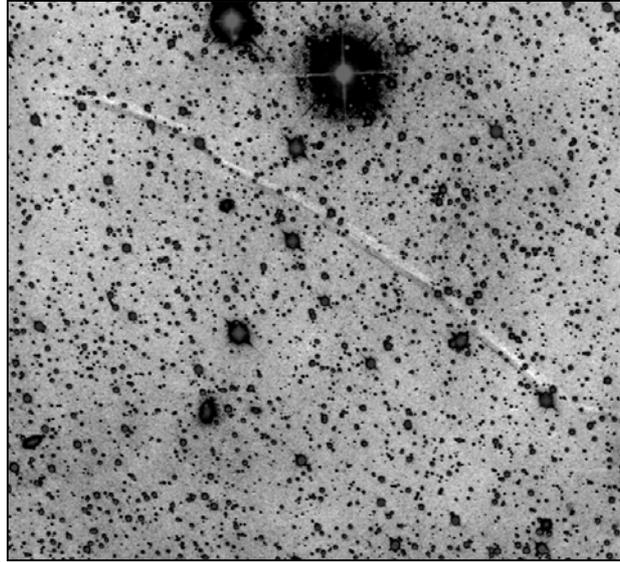


Abb. 3: Digitale Überlagerung unserer Aufnahme mit der von Sidney van den Bergh. Die Expansion des Filaments ist deutlich sichtbar (dunkel = 1976, hell = 2006).

Der Geburtstagsbesuch – an einem „Tag der Arbeit“ – hat sich also gelohnt. Übrigens können wir in 48 Jahren, am 4. Juli 2054, das nächste große Jubiläum feiern: Dann hat die Supernova im Stier ihren 1000sten „Geburtstag“. Wem das zu lang ist, kann nur hoffen, eine brandneue galaktische Supernova zu erleben – die Zeit dafür ist allemal reif!

Literatur

- [1] Stephenson, F. R., Green, D. A. (2003), A Millenium of Shattered Stars: Our Galaxy's Historical Supernovae, *Sky & Telescope* 5/2003, 40
- [2] Schönfeld, E. (1891), Ueber den Neuen Stern von 1006, *Astron. Nachr.* 127, 151
- [3] Pinter, C. (2006), Zu Gast vor tausend Jahren, *Astronomie Heute*, 5/2006, 48
- [4] Lundmark, K. (1921), Suspected New Stars in Old Chronicles, *Publ. Astr. Soc. Pac.* 33, 225
- [5] Goldstein, B. R. (1965), Evidence for a Supernova of A.D. 1006, *Astron. J.* 70, 105
- [6] Goldstein, B. R., Ho, P. Y. (1965), The 1006 Supernova in Far Eastern Sources, *Astron. J.* 70, 748
- [7] Gardner, F. F., Milne, D. K. (1965), The Supernova of A.D. 1006, *Astron. J.* 70, 754
- [8] Milne, D. K. (1971), The Supernova of 1006 A.D., *Austr. J. Phys.* 24, 757
- [9] Milne, D. K. (1970), Nonthermal Galactic Radio Sources, *Austr. J. Phys.* 23, 425
- [10] Minkowski, R. (1965), Supernova of +1006, *Astron. J.* 71, 371
- [11] Clark, D. H., Stephenson, F. R. (1976), A Revised Catalogue of Pre-Telescopic Galactic Novae and Supernovae, *Quart. J. Roy. Astr. Soc.* 17, 121
- [12] Clark, D. H., Stephenson, F. R. (1976), Which Historical New Stars were Supernovae?, *Quart. J. Roy. Astr. Soc.* 17, 290
- [13] Stephenson, F. R., Clark, D. H. (1976), Historical Supernovas, *Scientific American* 234, 100
- [14] Stephenson, F. R., Clark, D. H., Crawford, D. F. (1977), The supernova of AD 1006, *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.* 180, 567
- [15] Minkowski, R. (1965), The Suspected Supernova of A.D. 1006, *Astron. J.* 70, 755
- [16] van den Bergh, S. (1976), The Optical Remnant of the Lupus Supernova of 1006, *Astroph. J.* 208, L17
- [17] Winkler, P. F., Gupta, G., Long, K. S. (2003), The SN 1006 Remnant: Optical Proper Motions, Deep Imaging, Distance, and Brightness at Maximum, *Astroph. J.* 585, 324
- [18] Schweizer, F., Middleditch, J. (1980), A Hot Blue Star Near the Center of the Remnant of Supernova A.D. 1006, *Astroph. J.* 241, 1039
- [19] Tanimori, T., et al. (1998), Discovery of TeV Gamma Rays from SN 1006: Further Evidence for the Supernova Remnant Origin of Cosmic Rays, *Astroph. J.* 497, L25