

Die seltsame Lichtkurve der Supernova SN 2022xxf in NGC 3705

Klaus Wenzel

Abstract: *In this report I would like to present observations of the extraordinary supernova SN 2022xxf in NGC 3705. The lightcurve is based on observations I received in my Roof Observatory in Wenigumstadt and remote at COAST telescope in tenerife. The similarity of this light curve with the exotic supernova iPTF14his is pointed out.*

Es war wie so oft, am 17.10.2022 entdeckte der Japaner Koichi Itagaki mit dem 0,5-m-Teleskop seines Observatoriums bei Yamagata ein 15,5 mag helles Objekt, etwa 30" nordwestlich des Kerns der Galaxie NGC 3705. Zwei Tage später, am 19.10.2022, wurde dieses stellare Objekt von dem Italiener Claudio Balcon als Supernova des relativ seltenen Typs Ic-BL (BL steht für Broad Line) klassifiziert. Bei Supernovae des Typs Ic handelt es sich um den Kollaps eines massenreichen Sterns mit mehr als 8 Sonnenmassen. Im Spektrum ist, wie bei allen Supernovae vom Typ I, kein Wasserstoff nachweisbar.



Abb. 1: NGC 3705 mit der Supernova SN 2022xxf. Unmittelbar nordwestlich des Kerns ist der Eigenbewegungsstern deutlich getrennt von der Zentralregion erkennbar. CCD-Aufnahme (remote) vom 27.11.2022 (17-Zoll-COAST-Teleskop Teneriffa) SN-Helligkeit 15,8 mag; Bildgröße ca. 11' x 7'

Die Muttergalaxie NGC 3705

NGC 3705 ist eine Spiralgalaxie im Sternbild Löwe, am Rande des Virgo-Clusters. Die Entfernung liegt bei etwa 20 Mpc. Allan Sandage beschrieb die Galaxie im Hubble Atlas of Galaxies, nach einer Aufnahme, die Edwin Hubble am 7. März 1948 am 100-Zöller des Mount Wilson Observatoriums aufgenommen hatte. Sandage verglich die Galaxie aufgrund eines markanten Rings, der den hellen Kern umschließt, mit der prominenteren Galaxie NGC 4274. Er klassifizierte sie aber trotz dieser Besonderheit als Typ Sb und erklärte den Ring mit zwei sich aufgrund des Blickwinkels überlappenden Spiralarme [1]. Heute geht man davon aus, dass es sich um eine Balkenspirale handelt.

Eine weitere Besonderheit ist ein etwa 13-14mag heller Vordergrundstern, der zurzeit etwa 8" nordwestlich der Zentralregion postiert ist. Dieser Stern weist eine deutliche Eigenbewegung auf, die den Stern zu Zeiten der historischen visuellen Beobachter (Herschel, Lord Rosse) fast genau vor die Zentralregion projizierte und damit einen sehr hellen Kern vortäuschte. Diese Eigenbewegung konnte BAV-Mitglied Uli Bastian anhand von Daten des Satelliten Gaia nachweisen. Hierüber wurde an dieser Stelle schon ausführlich berichtet [2].

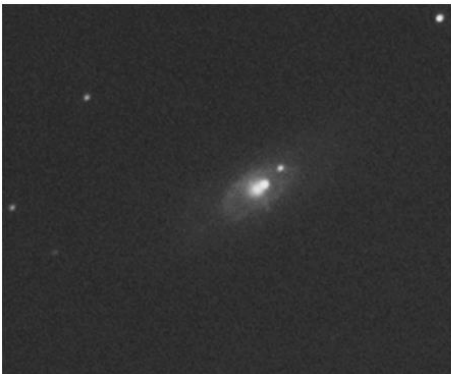


Abb. 2: Zwei CCD-Aufnahmen (8,3-Zoll-Newton f/3,9) der Galaxie NGC 3705 mit SN 2022xxf, Links: 25.10.2022 14,9 mag Rechts: 21.01.2023 15,9 mag

Beobachtungen und Lichtkurve der Supernova

Kurz nach der Entdeckung durch Itagaki am 17.10.2022, konnte die Supernova noch vor der Morgendämmerung tief im Osten beobachtet werden. So musste ich mich bis zum 25.10. gedulden, bis die Bedingungen möglich es machte, eine erste Aufnahme der Supernova zu erhalten. Bei dieser ersten Beobachtung lag die Helligkeit von SN 2022xxf bei 14,8 mag noch kurz vor dem Maximum. Ende Oktober stand die Supernova im Maximum bei 14,6 mag, und ab dem 03.11. 2022 konnte ich dann den zu erwartenden Helligkeitsrückgang registrieren. Bis Ende November lag die Helligkeit von SN 2022xxf nur noch bei 15,8 mag, also etwa 1 Größenklasse schwächer als im Maximum.

Dann geschah etwas Erstaunliches: Am 13.12.2022 war die Helligkeit der Supernova wieder bei 15,2 mag. Sie war also in etwa 2 Wochen wieder um eine halbe Größenklasse heller geworden. Es folgte eine kurze Phase mit kleinen, schnellen Schwankungen, doch ab dem 23.12.2022 stieg die Helligkeit weiter an. Zum Jahreswechsel am 01.01.2023 beobachtete ich SN 2022xxf wieder mit 14,6 mag, der Ende Oktober erreichten Maximalhelligkeit. Bei dieser Helligkeit verharrete die Supernova bis zum 11.01.2023 und dann brach die Helligkeit abrupt ein, so dass sie bis Mitte Februar nur noch bei etwa 18 mag lag. Die Helligkeit fiel also innerhalb von etwa 4 Wochen um etwa 3,5 Magnituden. So ein Verhalten hatte ich bis dato noch nicht bei einer Supernova beobachtet.

Alle hier beschriebenen Beobachtungen wurden an den beiden Newton-Teleskopen (6 Zoll f/6 und 8,3 Zoll f/3,9) in meiner Dachsternwarte in Wenigumstadt durchgeführt. Einige Beobachtungen insbesondere um Schlechtwetterlücken zu überbrücken, wurden remote vom COAST-Teleskop in Teneriffa erhalten.

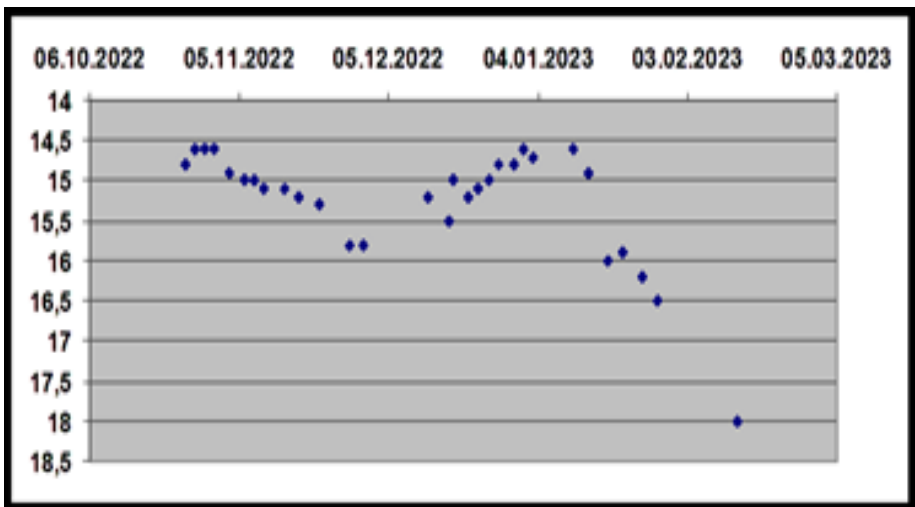


Abb. 3: Die außergewöhnliche Lichtkurve von SN 2022xxf nach CCD-Beobachtungen (CV) in meiner Dachsternwarte sowie einigen Remote-Beobachtungen (CV) am COAST-Teleskop in Teneriffa.

Ähnlichkeit mit der exotischen Supernova iPTF14his

BAV-Mitglied Uli Bastian wies mich auf die Supernova iPTF14his hin, die ebenfalls mehrere Helligkeitsanstiege durchlebte und mehr als 2 Jahre zu beobachten war [3]. Diese Supernova wurde im September 2014 durch die intermediate Palomar Transient Factory (iPTF) auf dem Mount Palomar in einer anonymen Galaxie in Ursa Major unweit von NGC 2841 entdeckt und aufgrund des Spektrums als Typ II-P klassifiziert [4]. Doch die Lichtkurve und der lange Ausbruch ließ sich nicht mit diesem Typ in Übereinstimmung bringen. Noch kurioser wird die Geschichte, als bei der Durchsicht alterer Aufnahmen auf der gleichen Position ein weiterer Ausbruch im Jahre 1954 erkennbar ist.

Die Supernova iPTF14his verblieb etwa 400 Tage nach Ausbruch auf hohem Niveau, bis ein kontinuierlicher Abstieg einsetzte. Zuvor konnten drei markante und mehrere kleine Anstiege beobachtet werden. Ein abrupter Helligkeitsrückgang setzte dann 1000 Tage nach dem Ausbruch ein, bis die SN schließlich verschwand.

Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass ein besonders massenreicher Stern mehrere Kontraktionsphasen durchlebt und dabei immer wieder Masse verliert, bis er schließlich endgültig zu einem Neutronenstern oder schwarzem Loch zusammenbricht [5].

Bei SN 2022xxf dauerte der Ausbruch etwa 80 Tage, bis die Helligkeit markant einbrach, zuvor konnten zwei größere Anstiege und einige schnelle, kleinere Helligkeitsschwankungen registriert werden. Etwa 80 Tage nach dem Ausbruch brach die Helligkeit (auf Maximalniveau) von SN 2022xxf dann drastisch ein.

Beide SN gehen auf den Kollaps eines massenreichen Sterns ($>8 M_{\odot}$) zurück, jedoch wurde SN 2022xxf als Typ Ic (kein Wasserstoff im Spektrum) und iPTF14his als Typ II-P (Wasserstoff im Spektrum vorhanden) klassifiziert.

Die Lichtkurven beider Supernovae zeigten durchaus gewisse Ähnlichkeiten, doch die Länge des Ausbruchs war bei SN 2022xxf deutlich kürzer als der Ausbruch von iPTF14his. Möglicherweise war bei iPTF14his deutlich mehr Masse im Spiel.

Literatur:

[1] Carnegie Institution of Washington (1961) Allan Sandage - The Hubble Atlas of Galaxies (Seite 21);

[2] BAV Rundbrief 4/2022 212; U. Bastian, K. Wenzel; "Blick über den Tellerrand" bei der Supernova SN 2022xxf in NGC 3705;

[3] A&A 621 (2019) 30; J. Sollerman et. al. - Late-time observations of the extraordinary Typ II supernova iPTF14his

[4] The Astronomers Telegramm #6898 (11.01.2015) Wenxiong Li et. al. - Spectroscopic Classification of CSS141118:092034+504148 as a Type II-P Supernova

[5] Sterne und Weltraum 7/2022 7; H. Pfister, W. Hillebrandt - Die Supernova, die nicht sterben wollte