

Der Explosionsmechanismus bei Supernova 2005e

Peter B. Lehmann

Ein internationales Astronometeam, dem auch Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Astrophysik angehören, hat bei Auswertung der Beobachtungen zur sehr schwachen Supernova 2005e, die etwa 700.000 Lichtjahre vom Zentrum, nämlich im Halo der benachbarten Galaxie NGC 1032 zu sehen war, entdeckt, dass die chemische Zusammensetzung und die bei der Explosion herausgeschleuderte Menge der Sternmaterie zu keiner der bekannten Supernova-Mechanismen passt.

Bekanntlich entstehen Supernovae, wenn ein Weißer Zwerg die sogenannte Chandrasekhar-Grenze erreicht, in dem er Material von seinem Begleitstern aufammelt. Das nukleare Brennen im dichten Kern zündet erneut und setzt enorme Mengen Energie frei, was dazu führt, dass der Stern als Supernova explodiert. Der zweite Prozess ist der gravitative Kollaps des Kerns eines sehr massereichen kurzlebigen Sterns am Ende seines Daseins. Die Astrophysiker glauben, dass diese Supernovaexplosionen vom Typ Ib/c oder Typ II insbesondere in der Umgebung mit vielen jungen Sternen stattfinden.

Diese bekannten Kriterien ließen sich auf die SN 2005e nicht anwenden. Eine mögliche Alternative, nämlich ein Weißer Zwerg, der lange Zeit vom Ort seiner Entstehung bis in die Außenbereiche des Halos unterwegs war, passt aber auch nicht zum Beobachtungsbefund. Der übergroße Kalzium- und Titananteil im Spektrum von SN2005e deutet auf Kernreaktionen, welche auf Helium basieren, hin - nicht auf Kohlen- oder Sauerstoff, wie bisher bei Weißen Zwergen beobachtet. Modellrechnungen zeigen, dass SN2005e wahrscheinlich in einem System aus zwei sich eng umkreisenden Weißen Zwergen entstand, wobei die Heliumhülle des einen vom anderen Stern angesaugt wurde.

„Sobald sich die Masse auf einer der Komponenten bis zur kritischen Menge anreicherte, begann das Helium auf dem Empfängerstern explosionsartig zu brennen“, sagten PAOLO MAZZALI vom Max-Planck-Institut und DAVID ARNETT von der University of Arizona, die gemeinsam die Berechnungen durchführten. „Als wir SN 2005e beobachteten, wurde uns schnell klar, dass wir eine neue Art von Supernova sahen“, sagt HAGAI PERETS vom Weismann Institut, der derzeit am Center for Astrophysics der Harvard University arbeitet und die Beobachtungen leitete. „Die einzigartigen Prozesse, die in diesen Explosionen gewisse chemische Elemente erzeugen, könnten einige der Rätsel, z.B. Titan, in Bezug auf die Anreicherung mit chemischen Elementen in unserem Universum lösen“.

Dieser Beitrag entstand nach einem Artikel von David Branch (Natur 465/303-304) vom 20.05.10, (<http://www.astronews.com/news/artikel/2010/05/1005-025.shtml>).

Spektroskopische Suche nach Weißen Zwergen in Sonnennähe

Peter B. Lehmann

Die aktuelle Zählung der Weißen Zwerge in der Nähe der Sonne ist in einem Umkreis von etwa 20 Parsec ziemlich abgeschlossen. Die gefundene Menge, die ca. 130 Weiße Zwerge umfasst, ist aber für eine Stichprobe zu klein, um detaillierte

statistische Analysen durchzuführen. Eine neue Untersuchung beruht weitgehend auf Follow-up-Untersuchungen von Sternen mit sehr großen Eigenbewegungen. Es wird hier die Grundlage für eine Methode beschrieben, die zu einem Katalog von Weißen Zwergen innerhalb eines Radius von 40 Parsec um die Sonne und nördlich des Himmelsäquators führen soll. Das Ausmaß der Zählung Weißer Zwerge am nördlichen Himmel steigt damit um den Faktor 8.

Die Weiße-Zwerge-Kandidaten werden von der SUPERBLINK-Eigenbewegung-Datenbank identifiziert. Es werden die Sterne bis zu einer Eigenbewegungsgrenze $\mu > 40 \text{ mas yr}^{-1}$, bei gleichzeitiger Minimierung der kinematischen Bias für Objekte in der Nähe untersucht. Die Auswahlkriterien für die Entfernungsschätzungen basieren auf einer Kombination von Farben-Helligkeiten und der reduzierten Eigenbewegung. Mit der Follow-up-spektroskopischen Beobachtungskampagne wurden bisher 193 neue Weiße Zwerge entdeckt, unter denen 127 DA- (einschließlich 9 DA + dM und 4 magnetisch), 1 DB-, 56 DC-, 3 DQ- und 6 DZ-Sterne identifiziert werden konnten. Die spektroskopische Analyse auf einer Teilprobe von 84 DAs ergaben atmosphärische Parameter. Insbesondere wurden 11 neue Weiße Zwerge mit spektroskopischen Entfernungen innerhalb 25 pc um die Sonne, darunter 5 Kandidaten für den D < 20 pc identifiziert.

M.-M. Limoges, S. Lepine, P. Bergeron (verfasst am 8. März 2013) arXiv 1303.2094

Zu diesen Beiträgen eine Anmerkung aus dem jüngsten Buch von Hans-Thomas Janka (Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching) "Supernova und kosmische Gammablitz", 2008 Spektrum-Verlag. Der Autor zeigt eine möglichst aktuelle Darstellung seines Fachgebietes. Er schreibt auf Seite 147 zusammenfassend:

„Anders als bei kollabierenden Sternen ist es kein grundsätzliches Problem, Weiße Zwerge in Computersimulationen explodieren zu lassen. Gute Übereinstimmung der berechneten Modelle zu erzielen, stellt sich dagegen als extrem schwierige Aufgabe heraus. Die große Herausforderung ist das elementare Verständnis und die Genauigkeit der Brennphysik sowie die Berechnung der mit Messungen vergleichbaren Strahlungseigenschaften von thermonuklearen Supernovae. Sowohl Beobachtungen als auch theoretische Modelle sprechen aber dafür, dass verschiedene stellare Systeme hinter den Supernovae vom Typ Ia stecken. Es ist gut möglich dass verschmelzende Weiße Zwerge die Ursache für die lichtschwachen Ereignisse sind und dass auch Chandraexplosionen zu den zahlreicheren, normal hellen thermonuklearen Supernovae beitragen. Mit ihren physikalischen Modellen zu allen diesen Szenarien konnten die Forscher beachtliche Erfolge erzielen, jedoch bleiben Schwachpunkte und Unsicherheiten. Das Vorläuferproblem von Typ Ia Supernovae gibt Astrophysikern wie Astronomen nach wie vor Rätsel auf.“

Anmerkung des Autors:

Dass dieses Thema die Astrophysiker und Astronomen brennend interessiert, ist auch den von Andreas Barchfeld fast täglich an das BAV-Forum weitergeleiteten arXiv-Meldungen zu entnehmen. So sind vom 1. Sept. bis 30. Nov. z.B. von 276 Meldungen an 64 Tagen 96 Arbeiten mit Supernovae und 14 Arbeiten mit Weißen Zwergen befasst. Immerhin erstaunliche 41% der Arbeiten, die natürlich nur die in arXiv angekündigten Arbeiten wiedergeben.