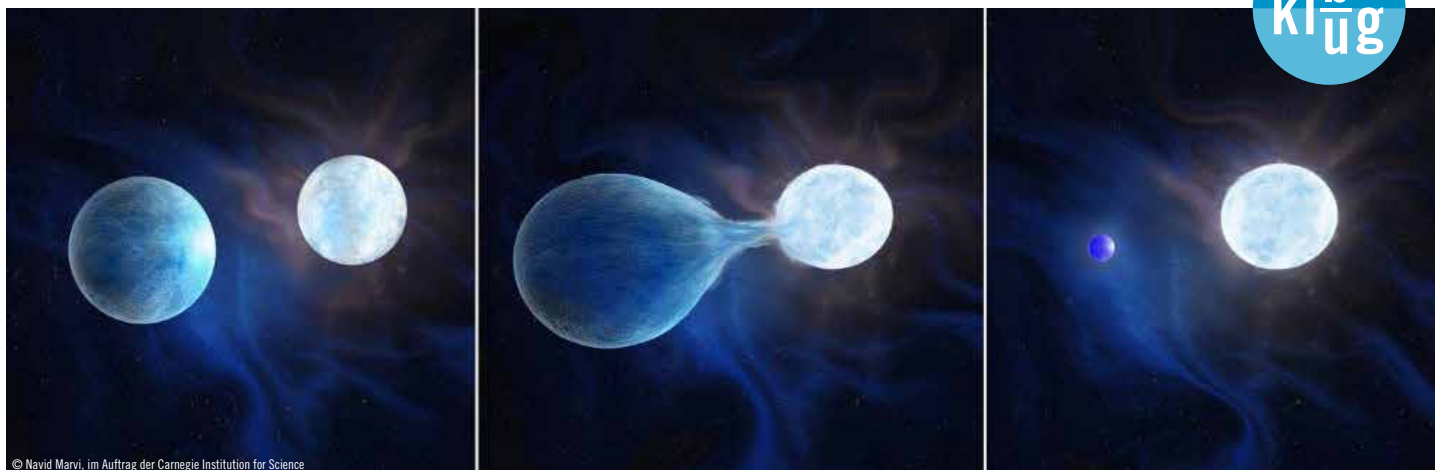


Nach den (unsichtbaren) Sternen greifen



© Navid Marvi, im Auftrag der Carnegie Institution for Science

Supernovae – Sternexplosionen, die so hell sind wie eine ganze Galaxie – faszinieren uns seit jeher. Dennoch kommen wasserstoffarme Supernovae häufiger vor, als Astrophysiker erklären können. Die neue Assistenzprofessorin Ylva Götberg am Institute of Science and Technology Austria spielt eine entscheidende Rolle bei der Identifizierung der fehlenden Vorläufersternpopulation. Die Ergebnisse, die im Fachjournal *Science* veröffentlicht wurden, gehen auf ein Gespräch zurück, das die beteiligten Professorinnen vor vielen Jahren als Nachwuchswissenschaftlerinnen führten.

Manche Sterne sterben nicht einfach ab. Sie explodieren in einem stellaren Knall, der ganze Galaxien überstrahlen kann. Diese kosmischen Phänomene, Supernovae genannt, verbreiten Licht, Elemente, Energie und Strahlung im Weltall. Mit den galaktischen Stoßwellen, die sie ausbreiten, komprimieren Supernovae Gaswolken und können neue Sterne erzeugen. Anders gesagt: Supernovae formen unser Universum. Jedoch haben wasserstoffarme Supernovae von explodierenden massereichen Sternen Astrophysiker lange Zeit vor ein Rätsel gestellt. Der Grund: Die Wissenschaftler waren nicht in der Lage, ihre Vorläufersterne zu identifizieren. Es ist fast so, als wären diese Supernovae aus dem Nichts aufgetaucht.

„Es gibt viel mehr wasserstoffarme Supernovae, als unsere derzeitigen Modelle erklären können. Entweder können wir die Sterne, die sich auf diesem Weg entwickeln, nicht entdecken, oder wir müssen alle unsere Modelle überarbeiten“, sagt ISTA-Assistenzprofessorin Ylva Götberg. Sie leistete zusammen mit Maria Drout, einer assoziierten Assistenzprofessorin des Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics an der Universität Toronto, Kanada, Pionierarbeit bei dieser Untersuchung. „Einzelne Sterne explodieren normalerweise als wasserstoffreiche Supernovae. Dass sie wasserstoffarm sind, bedeutet, dass der Vorläuferstern seine dicke, wasserstoffreiche Hülle verloren haben muss. Dies geschieht bei einem Drittel aller massereichen Sterne auf natürliche Weise durch Abstreifen der Hülle durch einen Doppelstern“, sagt Götberg. Nun haben Götberg und Drout ihre Kompetenzen in der theoretischen Modellierung und Beobachtung kombiniert, um die fehlenden

Visualisierung eines Doppelsterns, der einen Massentransfer erlebt.

Sterne aufzuspüren. Ihre Suche ist erfolgreich: Sie dokumentieren eine neuartige Sternpopulation, die endlich eine große Wissenslücke schließt und Licht auf den Ursprung wasserstoffarmer Supernovae wirft.

Doppelsterne und Massentransfer

Die Sterne, nach denen Götberg und Drout suchen, kommen paarweise vor: jeder Stern ist mit einem Begleitstern in einem Doppelsternsystem verzahnt. Einige Doppelsternsysteme sind uns Erdbewohner gut bekannt: Dazu gehören der hellste Stern an unserem Nachthimmel, Sirius A, und sein schwacher Begleitstern Sirius B. Das Sirius-Binärsystem ist nur 8,6 Lichtjahre von der Erde entfernt – ein Katzensprung in kosmischer Hinsicht. Dies erklärt die beobachtete Helligkeit von Sirius A an unserem Nachthimmel.

Astrophysiker gehen davon aus, dass die fehlenden Sterne ursprünglich aus massereichen Doppelsternsystemen entstanden sind. In einem Doppelsternsystem kreisen die Sterne umeinander, bis sich die dicke, wasserstoffreiche Hülle des massereicheren Sterns ausdehnt. Schließlich wird die expandierende Hülle stärker an den Begleitstern angezogen als auf den eigenen Kern. Dadurch setzt ein Massentransfer ein, der schließlich dazu führt, dass die gesamte wasserstoffreiche Hülle abgestreift wird und der heiße und kompakte Heliumkern freiliegt – mehr als zehnfach so heiß wie die Sonnenoberfläche. Dies ist genau die Art von Sternen, nach denen Götberg und Drout suchen. „Wissenschaftler ahnten bereits, dass Heliumsterne mittlerer Masse, die durch binäre Wechselwirkung entstanden sind, eine wichtige Rolle in der Astrophysik spielen. Dennoch wurden solche Sterne bisher nicht beobachtet“, sagt Götberg. Tatsächlich gibt es eine große Masselücke zwischen den bekannten Klassen von Heliumsternen: die massereicheren Wolf-Rayet-Sterne (WR) haben mehr als das Zehnfache der Sonnenmasse, und die massearmen Unterzwergsterne könnten etwa die Hälfte der Sonnenmasse haben. Laut Modellen liegen jedoch die Vorläufer wasserstoffarmer Supernovae nach dem Massentransfer zwischen 2 und 8 Sonnenmassen.

Reaching for the (Invisible) Stars

Uncovering the missing precursors of hydrogen-poor supernovae

Supernovae—stellar explosions as bright as an entire galaxy—have fascinated us since time immemorial. Yet, there are more hydrogen-poor supernovae than astrophysicists can explain. Now, a new Assistant Professor at the Institute of Science and Technology Austria (ISTA) has played a pivotal role in identifying the missing precursor star population. The results, now published in *Science*, go back to a conversation the involved professors had many years ago as junior scientists.

Some stars do not simply die down, but explode in a stellar blast that could outshine entire galaxies. These cosmic phenomena, called supernovae, spread light, elements, energy, and radiation in space and send galactic shock waves that could compress gas clouds and generate new stars. In other words, supernovae shape our universe. Among these, hydrogen-poor supernovae from exploding massive stars have long puzzled astrophysicists. The reason: scientists have not been able to put their finger on their precursor stars. It is almost as if these supernovae appeared out of nowhere.

“There are many more hydrogen-poor supernovae than our current models can explain. Either we can’t detect the stars that mature on this path, or we must revise all our models,” says ISTA Assistant Professor Ylva Götberg. She pioneered this work together with Maria Drout, an Associated Faculty Member of the Dunlap Institute for Astronomy & Astrophysics, University of Toronto, Canada. “Single stars would typically explode as hydrogen-rich supernovae. Being hydrogen-poor indicates that the precursor star must have lost its thick hydrogen-rich envelope. This happens naturally in a third of all massive stars through envelope stripping by a binary companion star,” says Götberg. Now, Götberg and Drout combined their areas of expertise in theoretical modeling and observation to hunt down the missing stars. Their quest is successful: they document a first-of-its-kind star population that finally bridges a large knowledge gap and sheds light on the origin of hydrogen-poor supernovae.



Binary stars and envelope stripping

The stars that Götberg and Drout search for go in pairs: interlocked in a binary star system. Some binary systems are well-known to us Earthlings: these include the brightest star in our night sky, Sirius A, and its faint companion star Sirius B. The Sirius binary system is located only 8.6 light-years away from Earth—a stone’s throw in cosmic terms. This explains Sirius A’s observed brightness in our night sky.

Astrophysicists expect the missing stars to be initially formed from massive binary systems. In a binary system, the stars would orbit around one another until the more massive star’s thick, hydrogen-rich envelope expands. Eventually, the expanding envelope experiences a stronger gravitational pull to the companion star than to its own core. This causes a transfer of mass to begin, which eventually leads the entire hydrogen-rich envelope to be stripped off, leaving the hot and compact helium core exposed—more than 10 times hotter than the Sun’s surface. This is precisely the type of stars that Götberg and Drout are looking for. “Intermediate mass helium stars stripped through binary interaction are predicted to play important roles in astrophysics. Yet, they were not observed until now,” says Götberg. In fact, there is an important mass gap between the known classes of helium stars: the more massive Wolf-Rayet (WR) stars have more than 10 times the Sun’s mass, and the low-mass subdwarf stars could have around half the Sun’s mass. However, models have predicted the precursors of hydrogen-poor supernovae to lie between 2 and 8 solar masses following stripping.

Headlines

Inauguration Day: Town Celebrates New Mayor with Handover Ceremony

The municipal council elected Christoph Kaufmann to be Klosterneuburg’s new mayor. He will be taking over from Stefan Schmuckenschlager, who recently resigned. The official handover ceremony was held at the Babenberghalle on Friday, 12 January. PP. 4/5

Budget Estimate for 2024 and Speeches

On Friday, 15 December 2023, the municipal council approved the budget for 2024. The proposed budget allocates approximately €110 million in spending for the upcoming fiscal year. The budget speeches of the City Councillor for Finance and each political party are in the *Amtsblatt Official Journal*. PP. 8-19

Poldi Card, Spring Cleaning, and Waste Removal Masterplan

To help keep Klosterneuburg clean, the Wirtschaftshof provides a range of services, including the Poldi Card. The City of Klosterneuburg’s garbage collection strategy is exceptionally well-organized and ensures the most efficient removal of household waste. P. 23

Albertina Museum’s Klosterneuburg Annex Opens on 09 April 2024

The Albertina plans to open a new location in Klosterneuburg in the spring. A large part of its post-1945 art collection will be made available to the public in the former ESSL Museum. Klosterneuburg is pleased to endorse this proposal aimed at enriching its cultural identity. P. 27