



Treffen der Generationen im Herzen der Galaxis

Astronomen finden eine bisher unbekannte Population von Sternen nahe dem Zentrum der Milchstraße

28. SEPTEMBER 2020

Astronomie

Astrophysik

Galaxien

Das Zentrum unserer Heimatgalaxie gehört zu den sternreichsten Gebieten des bekannten Universums. Innerhalb dieser Region haben nun Wissenschaftler eine bislang unbekannte, alte Sternpopulation mit überraschenden Eigenschaften entdeckt. Ein internationales Team mit maßgeblicher Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Astronomie hat als Ursprung dieser Sterne einen Kugelsternhaufen innerhalb unserer Galaxie identifiziert, der vor langer Zeit in das Zentrum unserer Galaxie gelangte.



Zentralbereich der Milchstraße im Infrarotlicht. Das Spitzer Space Telescope der NASA hat mit diesem Bild die inneren 890 x 640 Lichtjahre der Milchstraße abgelichtet. Der Kernsternhaufen befindet sich in einem kleinen Bereich in der Nähe des zentralen massereichen schwarzen Lochs. Die ausgedehnten Strukturen im Bild sind weitestgehend Wolken aus Gas und Staub der Spiralarme der Milchstraße, die auf der Sichtlinie zwischen der Erde und des Galaktischen Zentrums liegen.

©  NASA/JPL-Caltech/S. Solovy (Spitzer Science Center/Caltech)

In klaren und dunklen Nächten ist es noch zu erkennen – das milchig weiße, diffuse Band der Milchstraße am Nachthimmel. Seit der Erfindung des Teleskops ist bekannt, dass dieses Band aus unzähligen Sternen besteht. Heute wissen wir, dass unsere Heimatgalaxie im Grunde eine

große flache Scheibe aus hunderten Milliarden Sternen ist, umgeben von Staub und Gas, die sich zudem um ihr Zentrum dreht.

Etwa 25.000 Lichtjahre von der Erde entfernt, im Sternbild Schütze gelegen, befindet sich das Herz der Milchstraße. Dieses galaktische Zentrum wurde erst im vorigen Jahrhundert entdeckt und ist seitdem Gegenstand astronomischer Forschungen.

Im innersten Zentrum der Milchstraße ruht ein extrem massereiches schwarzes Loch. Es ist umgeben von einer der dichtesten Sternansammlungen des bekannten Universums – einem „Nuclear Star Cluster“ (NSC), was sich etwa mit „Kernsternhaufen“ übersetzen lässt. Astronomen gehen heute davon aus, dass sich in den innersten 26 Lichtjahren der Galaxis um die 20 Millionen Sterne befinden.

Dabei ist diese Region ohne spezielle Hilfsmittel gar nicht sichtbar, denn zwischen uns und dem Zentrum der Milchstraße liegen sehr viele Staubwolken, die das sichtbare Licht verdecken. Es wirkt also eher dunkler als andere Bereiche der Milchstraße. Erst bei Beobachtungen bei sehr viel kürzeren oder längeren Wellenlängen wie dem Infrarotlicht offenbart sich der Aufbau dieses Himmelsbereichs, der tatsächlich sehr viel massereicher ist als andere Regionen der Galaxis.

Die Milchstraße ist dabei keineswegs einzigartig, Astronomen gehen mittlerweile davon aus, dass sich in den meisten Spiralgalaxien sowohl ein zentrales schwarzes Loch als auch ein zentraler Kernsternhaufen befinden könnte. Der Kernsternhaufen innerhalb der Milchstraße ist aufgrund seiner verhältnismäßig geringen Entfernung zu uns jedoch der einzige, in dem Astronomen individuelle Sterne auflösen können und bietet daher ein ideales Laboratorium, um die Eigenschaften dieser riesigen Sternhaufen zu untersuchen.

Daher beobachteten Astronomen unter Leitung von Anja Feldmeier-Krause von der Europäischen Südsternwarte und Nadine Neumayer vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg mit speziellen Instrumenten am Very Large Telescope in Chile diese einzigartige Region. In einer kürzlich erschienenen Studie analysierten sie dabei etwa 700 Sterne und untersuchten nicht nur die Helligkeit und Farbe der einzelnen Sterne, sondern konnten auch Rückschlüsse über deren Bewegungen und Geschwindigkeiten, aber auch über ihren chemischen Aufbau ziehen. Diese Beobachtungen bilden die Grundlage für eine Reihe wichtiger Entdeckungen über diesen bislang noch recht unerforschten Bereich der Galaxis.

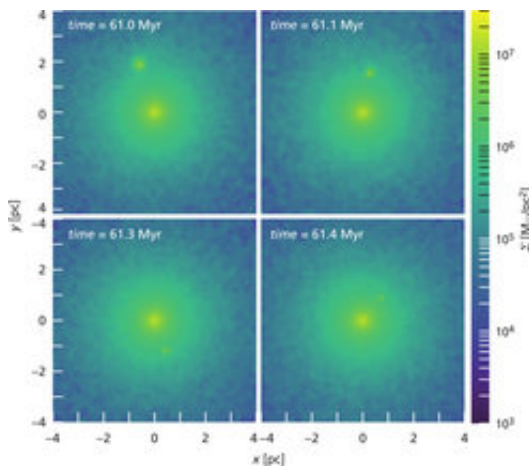
Die chemische Zusammensetzung eines Sterns ist ein wichtiger Hinweis in der Astronomie, verrät er doch etwas über sein Alter. Dabei ist die Metallizität – die Angabe über die Häufigkeit von Elementen schwerer als Wasserstoff und Helium – eine wichtige Größe. Denn alle anderen

Elemente können nur in Sternen selbst entstehen. Enthält ein Stern also eine große Anzahl an schweren Elementen wie Sauerstoff, Kohlenstoff oder Eisen, bedeutet dies, dass er aus den Überresten eines Vorgängersterns entstanden sein muss und daher relativ jung ist. Andersherum deutet eine geringe Metallizität auf einen sehr alten Stern hin, der schon in den Frühzeiten des Universums entstanden ist, als es kaum schwere Elemente im Kosmos gab. Die Metallizität ist also ein direkter Hinweis auf das Alter des jeweiligen Sterns und daher für Astronomen von großer Bedeutung.

Bei der Analyse dieser Beobachtungen hat nun ein internationales Forscherteam unter der Leitung von Tuan Do von der University of California, Los Angeles, an dem neben Nadine Neumayer auch Manuel Arca Sedda - beide im Sonderforschungsbereich SFB 881 am Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg tätig - beteiligt waren, erstmals eine unbekannte Population von Sternen innerhalb des Kernsternhaufens entdeckt. Während ein Großteil der Sterne im zentralen Bereich der Milchstraße höhere Metallizitäten aufweist als die Sonne, identifizierten die Wissenschaftler eine Gruppe von Sternen, die deutlich weniger schwere Elemente enthielten. Zudem zeichnen sich diese Sterne durch eine gemeinsame, schnellere Geschwindigkeit als die der umgebenden Sterne aus, deren Bewegungsrichtung möglicherweise zusätzlich leicht gekippt ist im Verhältnis zur galaktischen Ebene. Die Eigenschaften dieser Sterne, die etwa sieben Prozent aller Sterne im zentralen Kernsternhaufen ausmachen, sind dabei einander überraschend ähnlich. Es liegt also nahe, dass diese Sterne einen gemeinsamen Ursprung haben. Nur wie gelangten sie in den innersten Bereich der Galaxis?

Eine Antwort auf diese Frage liefert ein Blick in die Entstehung eines Kernsternhaufens: Einer gängigen Theorie nach könnten sie zumindest teilweise durch Kollisionen mehrerer Sternhaufen, also räumlich dichtere Ansammlungen von Sternen ähnlichen Alters, innerhalb der Galaxie entstanden sein. Sie bewegen sich aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung durch ihre Schwerkraft gemeinsam durch den Raum. Sternhaufen sind in allen bekannten Galaxien zu finden. Durch das Phänomen der dynamischen Reibung, ein Gravitationseffekt der umgebenden Materie, verlieren die Sternhaufen auf ihren Bahnen an Geschwindigkeit und driften so auf das galaktische Zentrum zu. Hier verschmelzen sie dann mit anderen Sternhaufen und bilden die deutlich größeren Kernsternhaufen. Möglicherweise ist die neu entdeckte Population ein Überrest eines solchen älteren Sternhaufens.

Um diese Theorie zu testen, nutzten die Wissenschaftler leistungsstarke Computersimulationen. Dazu berechneten sie ein virtuelles System aus vielen Einzelobjekten, das die innersten gut 300 Lichtjahre der Milchstraße abbildet. Es beinhaltet den Kernsternhaufen und das zentrale schwarze Loch, sowie einen massereichen Sternhaufen mit



Visualisierung einer Simulation, die den Einfall eines Kugelsternhaufens in den Kernsternhaufen der Milchstraße darstellt. Die Farbskala zeigt die Verteilung der Sterndichten entlang der Sichtlinien innerhalb des Galaktischen Zentrums. Der Kugelsternhaufen ist als isolierter Punkt zu erkennen, der innerhalb von 400 Millionen Jahren zunehmend mit dem Kernsternhaufen verschmilzt und sich dabei auflöst. Trotz der resultierenden Vermischung der beiden Sternpopulationen bleiben bestimmte Eigenschaften der Sterne des Kugelsternhaufens erhalten.

© Manuel Arca Sedda et al. (ARI/ZAH)/MPIA

etwa einer Million Sonnenmassen, der zu Beginn der Simulation etwa 160 Lichtjahre vom Zentrum der Galaxie entfernt war. „Unser Ziel war es unter anderem herauszufinden, vor wie langer Zeit ein solcher Sternhaufen in die Region um das galaktische Zentrum herum gelangt sein könnte und woher er ursprünglich kam“, sagt Arca Sedda.

Wenn ein Sternhaufen in Richtung des galaktischen Zentrums stürzt, werden durch die gravitativen Wechselwirkungen mit seiner Umgebung Sterne aus dem Haufen herausgelöst. Ist er erst einmal im innersten Bereich der Galaxis angekommen, löst er sich innerhalb relativ kurzer Zeit auf, und seine Sterne sind von den restlichen Sternen in seiner neuen Umgebung kaum mehr zu unterscheiden.

Da die Mitglieder der neuentdeckten Sternpopulation trotz ihrer räumlichen Verteilung aber noch einige sehr charakteristische Gemeinsamkeiten aufweisen, vermuten die Astronomen einen gemeinsamen Ursprung dieser Sterne außerhalb des Kernsternhaufens. Die Simulationen deuten nun auf einen Einfall in den Bereich des Kernsternhaufens innerhalb der vergangenen drei bis maximal fünf Milliarden Jahre hin.

Doch woher kommt der Sternhaufen ursprünglich? Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten. Die beiden wahrscheinlichsten Optionen untersuchten die Wissenschaftler nun in ihrer Veröffentlichung: Zum einen können die Sterne aus einem Sternhaufen aus weiter außen liegenden Gebieten der Milchstraße selbst kommen und von dort ins Zentrum der Galaxis

gewandert sein. Eine weitere Möglichkeit ist auch der Einfall einer Zwerggalaxie aus der Umgebung der Milchstraße. Der übriggebliebene Galaxienkern oder auch ein großer Sternhaufen dieser Zwerggalaxie könnten es bis ins galaktische Zentrum geschafft haben. Beide Szenarien untersuchten die Wissenschaftler in ihrer Simulation.

„Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein Einfall eines eher näher gelegenen Sternhaufens aus der Milchstraße selbst wahrscheinlicher ist“, sagt Nadine Neumayer. Dieser Sternhaufen ist demnach ursprünglich etwa 10.000 bis 16.000 Lichtjahre entfernt vom Zentrum der Milchstraße entstanden.

Um diese Hypothese zu überprüfen, verglichen die Astronomen außerdem die beobachteten Eigenschaften der neu entdeckten Sternpopulation mit den Eigenschaften von alten Kugelsternhaufen in der Milchstraße und solchen, die bereits von Zwerggalaxien in unsere Milchstraße aufgenommen wurden. Dabei stellen sie fest, dass die Eigenschaften der neu entdeckten zentralen Sterne deutlich besser zu Sternen aus Kugelsternhaufen der Milchstraße selbst passten. Auch die berechneten Entfernungen der Vorgänger-Sternhaufen decken sich gut mit den Entfernungen von bereits bekannten Sternhaufen. „Ein extragalaktischer Ursprung der Sterne kann zwar nicht komplett ausgeschlossen werden, ist aber eher unwahrscheinlich“, sagt Arca Sedda. „Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass der zentrale Kernsternhaufen in der Galaxis zumindest teilweise durch den Einfall kleinerer Sternhaufen entstanden ist.“

RH / MN

Kontakte

Dr. Markus Nielbock

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg

☎ +49 6221 528-134

✉ pr@mpia.de

Dr. Nadine Neumayer

Leiterin Lise-Meitner-Gruppe „Galactic Nuclei“

Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg

☎ +49 6221 528-446

✉ neumayer@mpia.de

📍 MPIA

Dr. Renate Hubele

Öffentlichkeitsarbeit SFB881/ZAH

☎ +49 6221 528-291

✉ hubele@hda-hd.de

📍 Haus der Astronomie, Heidelberg

Originalveröffentlichungen

Manuel Arca Sedda et al.

On the origin of a rotating metal-poor stellar population in the Milky Way Nuclear Cluster

The Astrophysical Journal Letters (2020)

[🔗 Source](#) [📄 DOI](#)

Anja Feldmeier-Krause et al.

Asymmetric spatial distribution of subsolar metallicity stars in the Milky Way nuclear star cluster

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 494, 396 (2020)

[🔗 Source](#) [📄 DOI](#)

Tuan Do et al.

Revealing the Formation of the Milky Way Nuclear Star Cluster via Chemo-Dynamical Modeling

The Astrophysical Journal Letters (2020)

[🔗 Source](#) [📄 DOI](#)