

# Wanderung Weißer Zwergsterne in alten Kugelsternhaufen

Peter B. Lehmann

Eine gemeinsame Forschungsgruppe der NASA und der ESA hat erstmals versucht, das Wanderungsverhalten von Weißen Zwergen nach ihrem Masseverlust in einem sehr alten Kugelsternhaufen zu erkunden. 47 Tucanae hat etwa 3000 Weiße Zwerge, die mit Hilfe des Weltraumteleskops Hubble und seiner scharfsichtigen Wide Field Camera 3 und seinen UV-Fähigkeiten untersucht wurden. Die Weißen Zwerge wurden in zwei Altersgruppen nach den Farben der Weißen Zwerge aufgeteilt, in eine junge Gruppe von 6 Millionen Jahren, die gerade ihre Reise aus dem Clusterzentrum begann, sowie eine alte Gruppe mit etwa 100 Millionen Jahren, die bereits auf ihrer neuen Position, etwa 1,5 Lj vom Ausgangsort entfernt angekommen war. Die große Überraschung war das Wanderverhalten der jüngsten Weißen Zwerge.

Kugelsternhaufen sind eine besondere Gruppe von Sternhaufen, die einen nahezu kugelsymmetrischen Aufbau, mit gelegentlich geringfügiger Abplattung zeigen. Sie sind im Wesentlichen im Halo unserer Galaxie in etwa  $10^4$  bis  $10^5$  Lj Entfernung zu finden. Ihre Durchmesser betragen etwa 15 bis 350 Lj, ihre Massen etwa  $10^4$  bis  $10^6$  Sonnenmassen. Die gegenseitige Entfernung der Sterne untereinander ist bedeutend enger als in der Nachbarschaft unserer Sonne. Im Zentrum der Kugelhaufen oftmals nur 1 bis 1,5 Lj.

Es handelt sich meist um sehr alte Sterne der Population II, weshalb sie für diese Untersuchung besonders geeignet sind. Wir erinnern uns, Weiße Zwerge sind Sterne, deren Geburtsmasse nicht ausreichte, um ihr Dasein als Supernova zu beenden. Stattdessen durchlaufen sie die etwa 100 Millionen Jahre dauernde Rote-Riesen-Phase, bevor sie ihr Nuklearbrennen mit dem Abstoßen ihrer äußeren Hüllen, oftmals zu Ringnebeln und dem jetzt deutlich masseärmeren Kern, fast beenden.

Ändert sich die Masse eines Sterns, müsste sich somit auch seine Position im Haufen merkbar ändern, und vormals massereiche Sterne müssten in die Außenregionen wandern. Die Astrophysiker hatten nun Gelegenheit, mit Hilfe der hochaufgelösten Bilder von Hubble, bei 3000 Weißen Zwergen des Kugelsternhaufens, diesen Prozess direkt zu untersuchen.

"Das Endergebnis haben wir schon früher gesehen: Weiße Zwerge, die in die Außenbereiche gewandert sind und sich nun - abhängig von ihrer Masse - auf Bahnen außerhalb des Zentralbereichs befinden", so Jeremy Heyl von der kanadischen University of British Columbia. „In dieser Studie aber, die etwa ein Viertel aller jungen Weißen Zwerge des Haufens umfasst, sehen wir die Sterne, wie sie gerade dabei sind, nach außen zu wandern und sich entsprechend ihrer Masse zu verteilen."

Eine entscheidende Rolle bei der Untersuchung spielte dabei das Alter der Weißen Zwerge: So hatte eine Gruppe von Zwergsternen mit einem Alter von gerade einmal sechs Millionen Jahren ihre Wanderung aus dem dichten Haufenzentrum offenbar gerade erst begonnen. Die Gruppe aus rund 100 Millionen Jahre alten Sternen, die eigentlich erst am Ende ihrer Roten-Riesen-Phase zu Weißen Zwergen werden, waren

aber bereits in ihrer neuen Heimat als Weiße Zwerge in etwa 1,5 Lj vom Ausgangspunkt entfernt, angekommen. "Bevor sie zu Weißen Zwergen wurden, gehörten diese Sterne zu den massereichsten Sternen im Haufen 47 Tucanae und hatten in etwa die Masse unserer Sonne".

Die an der Untersuchung beteiligte Elisa Antolini von der Università degli Studi di Perugia Italien bemerkte dazu "Uns war bekannt, dass die Weißen Zwerge, sobald sie Masse verlieren, in die Außenbereiche wandern würden. Was uns aber überrascht hat, war die Tatsache, dass die jüngsten Weißen Zwerge gerade erst mit ihrer Wanderung begonnen hatten und die ältere Gruppe ihr WZ-Stadium schon erreicht hatten. Dies könnte darauf hindeuten, dass der Masseverlust dieser Sterne in einem Cluster anders verläuft, oder in einer späteren Phase ihres Lebens eintritt, als bislang angenommen wurde.

Das wichtiges Ergebnis aus dieser Untersuchung ist offenbar, dass im dichtem Zentrum des Haufens durch gravitative Wechselwirkung und dissipative Kräfte wie Konvektions-Druck, magnetischer Druck sowie Fliehkräfte und gegenseitige Massenanziehung besondere Bedingungen bei den Stabilitätsfragen herrschen, siehe hierzu auch [1].

Würde diese Vermutung stimmen, müssten die mit Hubble beobachteten Sterne den Zentralbereich des Haufens längst verlassen haben, und die Wanderung aus dem engen Zentrum des Kugelhaufens hätte schon in der Rote-Riesen-Phase einsetzen müssen. „Wir haben mit Hubble Weiße Zwerge entdeckt, die ihre Wanderung in die äußeren Bereiche des Kugelsternhaufens schon in der frühen Roten-Riesen-Phase gerade begonnen haben“, unterstreicht Harvey Richer von der University of British Columbia. Das bedeutet, dass die Wanderung von Sternen aus dem Zentrum - und der verursachende Masseverlust - später in der Entwicklung eines Sterns einsetzt, als man bislang gedacht hat.

Diese Weißen Zwerge haben einen großen Teil ihrer Masse unmittelbar bevor sie zu Weißen Zwergen wurden, verloren. Die Analyse der Beobachtungen zeigt, die Sterne verlieren tatsächlich 40 bis 50 Prozent ihrer Masse, nur zehn Millionen Jahre bevor sie als Weißer Zwerg völlig ausbrennen.

Die Untersuchung des Verhaltens von Masseverlust und Standort-Veränderung der Weißen Zwerge in Kugelhaufen soll nun fortgesetzt werden. 47 Tucanae ist dafür ein ideales Ziel, da der Sternhaufen uns vergleichsweise nahe ist und daher sehr viele seiner Sterne von Hubble aufgelöst werden können. 47 Tucanae liegt etwa 15.000 Lichtjahre entfernt im Sternbild Tukan.

[1] BAV Einführung 4/2.4 Stabilitätsfragen bei Sternen

[2] Nasa Pressemitteilungen <http://hubblesite.org/news/2015/1>

[3] <http://www.astronews.com/news/artikel/2015/05/1505-019>

[4] [arXiv.org.spacetelescope.org](http://arXiv.org.spacetelescope.org)