

Das System der Kugelsternhaufen

Kugelsternhaufen — oder kurz Kugelhaufen — sind eigenständige, selbstgravitierende Systeme mit vielen Hunderttausend bis einigen Millionen Mitgliedern, deren innere Anordnung eine starke Konzentration von Sternen zur Mitte hin zeigt. Im übervölkerten Zentralbereich finden sich Dichtewerte bis zu 800.000 Sterne pro pc^3 , während nach außen das Dichteprofil gleichmäßig abfällt, bis es in die dünn besiedelten Verhältnisse des intergalaktischen Raums übergeht. Kugelhaufen sind sehr stabile Gebilde und haben ein Alter von mehreren Milliarden Jahren. Da die Milchstraße ein vergleichbares Alter wie sie aufweist, sind die Kugelhaufen die ältesten stellaren Untergruppen überhaupt und gelten als Relikte der galaktischen Formation.

Heute sind 147 Kugelsternhaufen bekannt, die sich über einen weiten Bereich des Milchstraßenhalos streuen. Mehr als die Hälfte von ihnen liegt innerhalb einer Entfernung von 10 kpc vom Galaxienzentrum, doch die Verteilung erstreckt sich zu sehr viel größeren Distanzen, wobei sich einige Haufen jenseits von 50 kpc aufhalten (Abb. 1). Die Zahl der noch unentdeckten Haufen dürfte laut Abschätzungen in der Größenordnung von kaum mehr als 10–15 liegen, und diese befinden sich vermutlich bei sehr niedrigen galaktischen Breiten, wo die interstellare Extinktion durch Gaswolken die Sicht auf sie behindert. Einige wenige könnten sich auch in extrem fernen Distanzen verstecken und/oder äußerst lichtschwach sein. Während die ältere Literatur von einer Gesamtzahl von über 200 Haufen ausging, die unsere Milchstraße umgeben, rechnet man heute mit etwa 160 ± 10 Kugelsternhaufen.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts glaubte man, daß die Sonne sich etwa in der Mitte der Milchstraßenscheibe befände. Als aber Harlow Shapley (1885–1972) einige Veränderliche in Kugelsternhaufen untersuchte, bemerkte er, daß diese am Himmel sphärisch um einen Punkt im Schützen, der ca. 20 kpc entfernt lag, angeordnet waren. Er identifizierte diesen Punkt korrekt mit dem Zentrum der Galaxis, die wahre Entfernung wurde jedoch nach Korrektur durch die Extinktion auf etwa 8,5 kpc herabgesetzt.

Die Kugelhaufen beinhalten Sterne der Population II, und (wie andere Systeme dieser Art) enthalten sie nur geringe Mengen an Gas, Staub und praktisch keine Sternenstehungsgebiete. Entsprechend gering ist der Anteil an schweren chemischen Elementen wie z.B. Eisen. Die Metallizitätsverteilung von 137 Kugelsternhaufen ist in Abb. 2 gezeigt. Man erkennt zwei Häufungspunkte (bei $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.6$ und -0.6), die auf die Existenz von zwei unterschiedlichen Sorten von Kugelsternhaufen deuten. Tatsächlich wiesen Untersuchungen der vergangenen 20 Jahre zweifelsfrei zwei separate Untersysteme nach: Drei Viertel aller Haufen bilden eine langsam um das galaktische Zentrum rotierende Komponente, die über den gesamten Milchstraßenhalo verteilt ist. Ihre Rotationsgeschwindigkeit beträgt ≈ 40 km/s,

mit großen Abweichungen in der Größenordnung von ± 120 km/s. Weil die Sterne in diesem Subsystem allesamt nur winzige Spuren an schweren Elementen aufweisen, wird es die „metallarme Komponente“ genannt. Das restliche Viertel der Haufen gehört zu einem eher innen liegenden Subsystem, das sich um den Bulge der Milchstraße gruppiert. Es rotiert mehr als doppelt so schnell wie das äußere und bildet die „metallreiche Komponente“. Dennoch: Eine eindeutige Beziehung zwischen der Rotation und der Metallizität gibt es nicht, denn jedes der beiden Systeme scheint sich seinerseits in zwei Sub-subgruppen aufzuspalten, die einen Zusammenhang zwischen diesen Größen (falls es ihn geben sollte) verschmieren.

Erschwerend kommt hinzu, daß die Alter der Kugelsternhaufen eine recht breite Differenz von $\Delta t \approx 3$ Milliarden Jahren zeigt. Sie scheinen in den verschiedenen Gruppen keinem bestimmten Gesetz zu gehorchen. Derartige Verwicklungen haben sogleich Fragen nach der Ursache zur Folge und fordern die Theorien zur Entstehung und Entwicklung der Galaxis heraus. Das einfache Modell einer kollabierenden Wolke, die sich zu einer Protogalaxis zusammenzieht, reicht nicht aus, um die gravierenden Unterschiede in den Eigenschaften der Kugelsternhaufen zu erklären. Auf überraschende Erkenntnisse auf diesem Gebiet dürfen wir gespannt sein.

Emil Khalisi

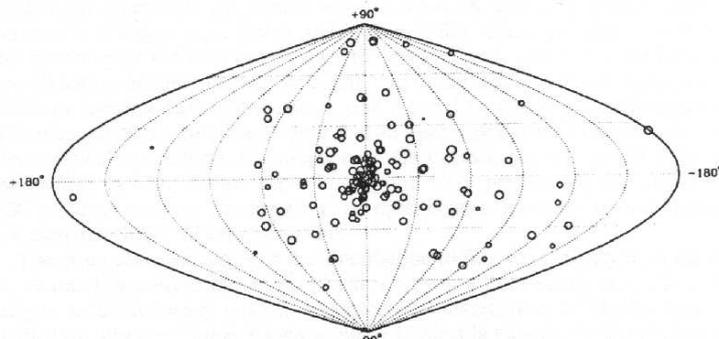


Abbildung 1: Die Verteilung der Kugelsternhaufen projiziert auf die galaktische Himmelssphäre; das Milchstraßenzentrum befindet sich in der Mitte, die horizontalen Linien sind galaktische Breiten.

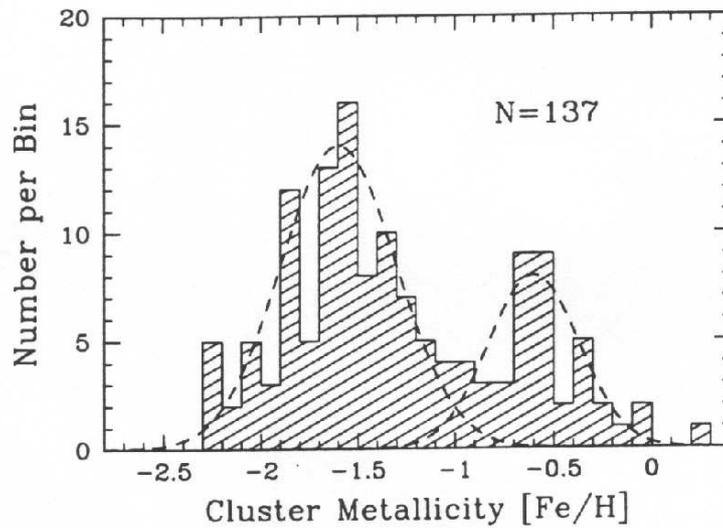


Abbildung 2: Metallizitäten von 137 Kugelsternhaufen weisen zwei klare Untergruppen auf. Die Häufigkeit läßt sich durch zwei überlagerte Gaußkurven beschreiben.