# Häufig gestellte Fragen zum Thema : was sind Kugelsternhaufen?

Autor(en): **Jost-Hediger, Hugo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **60 (2002)**

Heft 311

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-898502

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

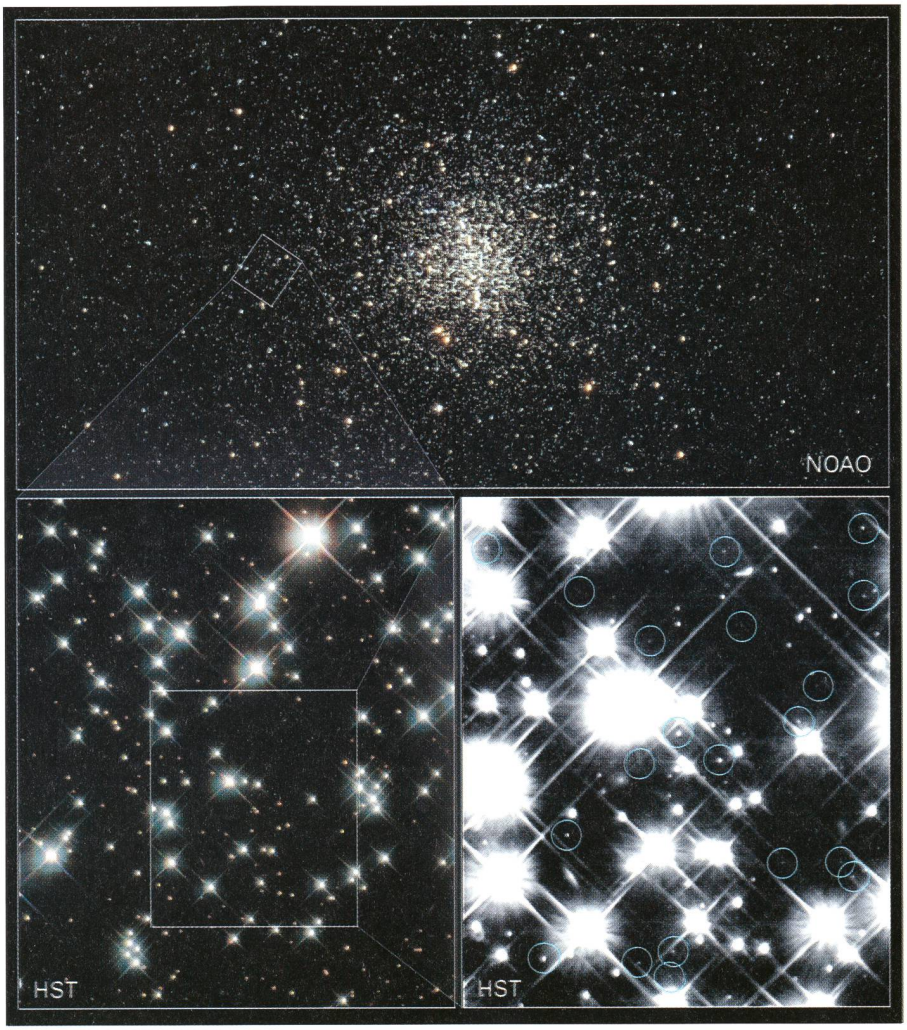
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Die ältesten Uhren im Universum: Hubble pickt Weisse Zwerge aus Kugelsternhaufen

HUGO JOST-HEDIGER




Das Hubble-Space-Telescope spähte tief in einen Kugelsternhaufen hinein und enthüllte dabei die ältesten, ausgebrannten Sterne unserer Galaxie. Im Innern des Kugelsternhaufens M4 beheimatet geben diese kleinen, sterbenden Sterne – Weisse Zwerge genannt - den Astronomen neue Antworten auf eine der grössten Fragen der Astronomie: Wie Alt ist das Universum? Die uralten Weissen Zwerge in M4 sind ungefähr 12 bis 13 Milliarden Jahre alt. Nach Einrechnung der Zeit, die der Kugelsternhaufen nach dem Urknall zu seiner Bildung benötigte, fanden die Astronomen, dass das Alter der Weissen Zwerge mit früheren Schätzungen über das Alter des Universums übereinstimmt.

Das obere Bild zeigt eine Aufnahme eines terrestrischen Teleskops von M4. Sie wurde mit dem 0,9 Meter Teleskop des Kitt Peak National Observatory im März 1995 gewonnen. Das Viereck links zeigt den durch Hubble fotografierten Ausschnitt.

Das HST fotografierte einen kleinen Ausschnitt der obigen Aufnahme. Er ist unten links zu sehen.

Ein kleiner Ausschnitt einer noch kleineren Region ist unten rechts abgebildet. Diese Region hat nur einen Durchmesser von einem Lichtjahr. In dieser kleinen Region pickte Hubble einige schwach leuchtende Weisse Zwerge heraus. Sie werden durch die blauen Kreise dargestellt. Zur Beobachtung wurde eine totale Belichtungszeit von fast acht Tagen während einer 67- Tage Periode benötigt.

*Fig. 1: Weisse Zwerge im Kugelsternhaufen M4*

# Häufig gestellte Fragen zum Thema

## Was sind Kugelsternhaufen?

HUGO JOST-HEDIGER

Kugelsternhaufen gehören zu den ältesten Objekten in unserer Galaxie. Ihre Schönheit kommt bereits in einem Amateurteleskop voll zur Geltung. Der dichte Kern mit seinem nach aussen lockeren Schwarm von hellen Sternen leuchtet wie ein Christbaum.

In unserer Milchstrasse sind mehr als 150 Kugelsternhaufen bekannt. Sie umkreisen unsere Galaxie. Jeder dieser Haufen enthält in einem Volumen mit einem Durchmesser von 10 bis 30 Lichtjahren Hunderttausende oder gar Millionen von Sternen.

1918 erkannte HARLOW SHAPLEY die Existenz und Struktur der Kugelsternhaufen. Durch das Studium ihrer Struktur und Verteilung am Himmel und durch die Bestimmung ihrer Entfernung gelang es ihm, das Zentrum unserer Milchstrasse und unsere Entfernung zu diesem Zentrum zu bestimmen. 1930 entdeckte dann EDWIN P. HUBBLE erstmals Kugelsternhaufen in unserer Nachbar-Galaxie, dem Andromedanebel. Seither wurden viele weitere Kugelsternhaufen, die andere Galaxien umkreisen, gefunden.

Kugelsternhaufen wohnen in einem sphärischen Volumen, dem Halo, der die Scheibe unserer Galaxie umhüllt. Dort kreisen sie in einer Millionen von Jahre dauernden Reise auf weit ausschweifenden, mehr oder weniger zufälligen Bahnen rund um unsere Heimatgalaxie. Die meisten Kugelsternhaufen wandern weit vom Galaktischen Zentrum (90 000 bis 120 000 Lichtjahre) entfernt. Einige entfernen sich sogar bis zu 300 000 Lichtjahre.

Die Bewegungen dieser Objekte werden von der Gravitationskraft unser gesamten Galaxie beeinflusst. Sie erlauben es deshalb den Astronomen, die Masse unserer Milchstrasse zu bestimmen. Heutige Abschätzungen ergeben eine Gesamtmasse von rund 500 Milliarden Sonnen! Diese Masse ist signifikant grösser als aufgrund der leuchtenden Sterne und Nebel zu erwarten wäre. Man muss daher annehmen, dass der grösste Teil der Masse in unserer Galaxie aus unsichtbarer, dunkler Materie besteht.

Wenn wir die Sterne der Kugelsternhaufen untersuchen, fällt auf, dass sie bedeutend weniger schwere Elemente als die Sterne in der Scheibe der Milchstrasse enthalten. Dies zeigt an, dass es sich bei den Sternen der Kugelhaufen um alte Sterne handelt. Sie wurden zu einer Zeit geboren, als sich unsere Galaxie erst zu bilden begann. Obwohl die Chemie der verschiedenen Kugelsternhaufen unterschiedlich ist, ist sie doch bei allen Sternen innerhalb eines Haufens identisch. Daraus folgt, dass ein bestimmter Haufen jeweils aus ein und derselben Gaswolke entstanden ist.

Diese Tatsache bietet uns eine einmalige Gelegenheit zum Studium der Evolution des Universums. Jeder Stern begann sein Leben mit einer anderen Masse. Durch die Beobachtung ihrer gegenwärtigen Leuchtkraft und Temperatur lernten die Astronomen viel über die Lebenszyklen der Sterne. Kugelsternhaufen beherbergen meistens Sterne mit kleiner Masse. Sie sind so dicht zusammengepackt, dass die Sterndichte




*Fig. 2: Kugelsternhaufen umschwirren unsere Milchstrasse.*

im Zentrum rund zwei Sterne pro Kubiklichtjahr beträgt. Zum Vergleich: In der Sonnenumgebung finden wir nur einen Stern pro 300 Kubiklichtjahre. Wenn wir den Nachthimmel von einem hypothetischen Planeten in der Mitte eines Kugelsternhaufens wie M4 beobachten würden, so würden wir uns ständig im Zwielicht von Tausenden von nahestehenden Sternen befinden.

*Warum werden Weisse Zwerge zur Bestimmung des Alters des Universums verwendet?*

Die durch Hubble beobachteten Weissen Zwerge sind die ältesten Weissen Zwerge und hausen im Kugelsternhaufen M4. Kugelsternhaufen enthalten Hunderttausende von Sternen und sind die ältesten Sternhaufen die es gibt.

Frühere Hubble-Beobachtungen zeigten, dass sich die ersten Sterne etwa eine Milliarde Jahre nach dem Urknall zu formen begannen. Wenn das wahr ist, so waren die ältesten Kugelsternhaufen die ersten Gruppierungen von Sternen nach dem Urknall.

*Weshalb benötigen die Astronomen das Hubble Space Telescope, um Weisse Zwerge zu finden? Und wie findet das erdumkreisende Teleskop sie?*

Die ältesten weissen Zwerge in M4 leuchten so schwach, dass zu Ihrer Beobachtung die scharfen Augen von Hubble notwendig sind. Dies, obwohl die Astronomen zur Beobachtung den uns am nächsten stehenden Kugelsternhaufen M4 mit einer Entfernung von nur 7000 Lichtjahren auswählten.

Im Prinzip ist die Altersbestimmung aus den Beobachtungen so einfach wie das Abschätzen der Brenndauer eines Lagerfeuers aufgrund der Temperatur der glühenden Kohlen. Im Falle der HST-Beobachtungen entsprechen die Weissen Zwerge der «Kohle», den ausgebrannten Überresten der ersten Sterne, welche in unserer Galaxis geformt wurden.

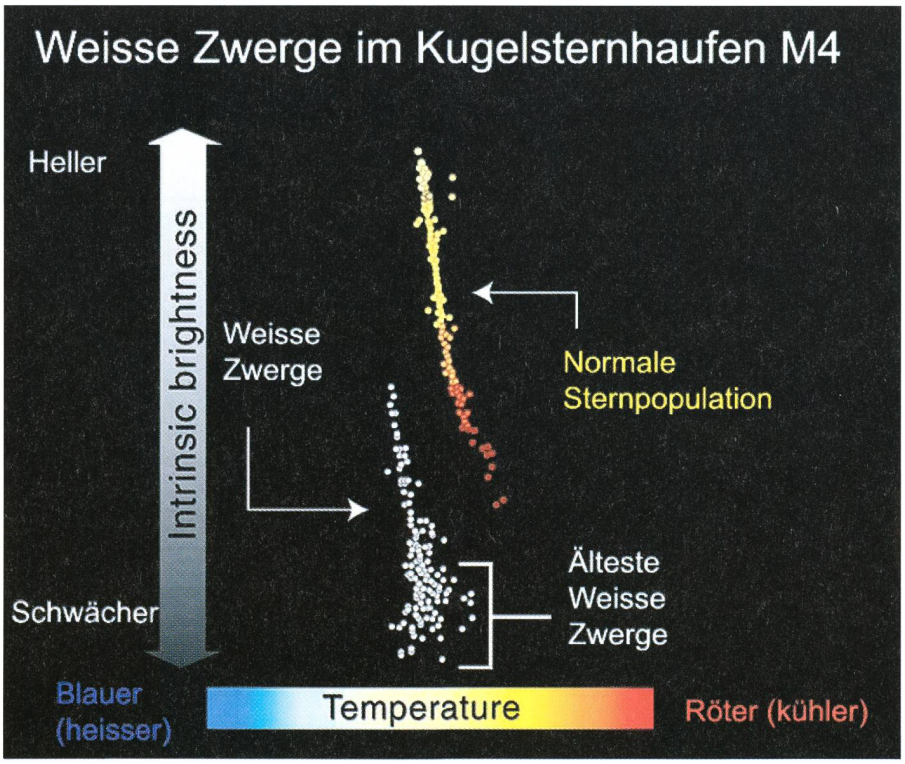



*Fig. 3: Helligkeitsdiagramm Weisse Zwerge.*

Heisse, dichte Schalen von Kohlenstoff-Asche, zurückgelassen von ausgebrannten Sternen, bilden die Weissen Zwerge. Diese kühlen mit einer definierten, vorhersagbaren Rate. Je älter der Stern, desto kühler ist er. Er stellt somit eine genau gehende Uhr dar, welche seit Uhrzeiten, fast seit dem Beginn des Universums, tickt.

Es war selbst mit der ausgezeichneten Optik des HST nicht einfach, diese Objekte zu finden. Da sich Weisse Zwerge dauernd abkühlen, leuchten sie immer schwächer und schwächer. Um diese Objekte aus dem Kugelsternhaufen herauszupicken, machte Hubble eine Menge Schnappschüsse. Während einer Periode von 67 Tagen wurde M4 insgesamt 8 Tage belichtet! Es gelang dadurch, die extrem schwachen Sterne, 1 Milliarde mal schwächer als die von Auge gerade noch sichtbaren Sterne, zu entdecken.




*Fig. 4: Methoden der Altersbestimmung des Universums.*

*Weshalb ist es wichtig, das Alter des Universums zu kennen?*

Die Astronomen glauben, dass das Universum aus einer ungeheuren Explosion, dem Urknall, entstanden ist. Sie Suchen aber immer noch Anhaltspunkte, wie sich das Universum seither entwickelte. Das Wissen um das Alter könnte den Astronomen helfen zu verstehen, wie die Evolution der Galaxien und auch der Planetensysteme vor sich gegangen ist.

Durch frühere Hubble-Beobachtungen gelang es, basierend auf der Expansionsrate des Universums, das Alter auf 13-14 Milliarden Jahre einzugrenzen. Da das Geburtsdatum des Universums so wichtig ist, suchten die Astronomen lange nach Möglichkeiten, diese Altersbestimmung zu bestätigen.

Die jetzt verwendete Methode der Altersbestimmung mit Weissen Zwergen ist einfacher als die Bestimmung an noch aktiven (Kernfusion noch aktiv) alten Sternen, da die Vorgänge bei der Kühlung Weisser Zwerge wesentlich einfacher ablaufen. Das einzige, nun gelöste Problem, bestand nur darin, überhaupt solche Weissen Zwerge zu finden und beobachten zu können.

HUGO JOST- HEDIGER
Jurasternwarte Grenchen
E-mail: jurastenwarte@bluewin.ch

**Quelle**

STScI PR 02-10

# Die am weitesten entfernte bekannte Galaxien-Gruppe im Universum

HUGO JOST-HEDIGER

Mit Hilfe des ESO «Very Large Telescope (VLT)» entdeckte ein Team aus den Niederlanden, Deutschland, Frankreich und den USA die bisher am weitesten entfernte Galaxien-Gruppe. Sie befindet sich in einer Entfernung von etwa 13,5 Milliarden Lichtjahren.

Um diese ungeheuer grosse Distanz zu überwinden, benötigte das jetzt durch das VLT aufgezeichnete Licht ca. 90% des Alters des Universums. Wir beobachten deshalb diese Galaxien so wie sie aussahen, als das Universums erst 10% seines heutigen Alters erreicht hatte.

Die Astronomen schliessen daraus, dass sich diese Gruppe früher Galaxien in eine grosse Galaxien-Gruppe, wie wir sie im heutigen Universum vorfinden, entwickeln wird. Diese neu entdeckte Struktur bietet die bis heute beste Gelegenheit, eines der grössten Rätsel der Kosmologie zu lösen: Wie und wann begannen Galaxien nach dem Urknall damit, Galaxien-Gruppen zu bilden.

HUGO JOST- HEDIGER
Jurasternwarte Grenchen
E-mail: jurastenwarte@bluewin.ch

*Fig. 1: Sternfeld nahe der Radiogalaxie TN J1338-1942 bei einer Rotverschiebung von 4.1. Dies entspricht eine Entfernung von 13.5 Milliarden Lichtjahren von der Erde und zeigt die Galaxie so wie sie war, als das Universum erst ein Alter von rund 1,5 Milliarden Jahren hatte.*

