

## DER LEBENSWEG DER STERNE

Der Geburtsort von Sternen sind große Molekülwolken, die sich infolge ihrer Gravitation verdichten. Solche „Klumpungen“ geschehen innerhalb der Wolke nicht gleichmäßig: Anfangs dichtere Gebiete ziehen mehr Materie aus der Umgebung an und werden immer schwerer und dichter.

Wenn sich der Vorläufer eines Sterns weiter zusammenzieht, dann wird er immer heißer, da die Verdichtung Energie freisetzt. Schließlich ist die Temperatur so hoch, dass die Kernverschmelzung von Wasserstoff zu Helium einsetzt: Ein Stern ist geboren. Der Strahlungsdruck der freiwerdenden Energie gebietet der weiteren Verdichtung Einhalt und der junge Stern gelangt rasch in ein Gleichgewicht.

In der ersten, längsten Lebensphase aller Sterne wird die Energie durch die Wasserstoff-Fusion erzeugt. Sterne unterscheiden sich hauptsächlich in der anfangs vorhandenen Masse. Schwere Sterne erzeugen etwa zehntausend Mal mehr Energie als durchschnittliche Gestirne wie die Sonne. Dies rührt daher, dass sich das Gleichgewicht zwischen Schwerkraft und Strahlungsdruck bei diesen Riesensternen erst bei einer sehr hohen Temperatur einstellt.



Die Plejaden (M 45)

Sterne entstehen nicht isoliert, sondern gemeinsam aus einer Molekülwolke. Es bildet sich ein Sternhaufen. In der Anfangszeit des Universums waren außerordentlich große Molekülwolken das typische Sternentstehungsgebiet. Hieraus entstanden so viele Sterne, dass der Sternhaufen infolge der Eigengravitation eine Kugelgestalt annimmt. Aus weniger massereichen Gaswolken bilden sich die lockeren offenen Sternhaufen. Sternhaufen zerstreuen sich im Laufe der Zeit. Durch nahe Begegnungen von Sternen untereinander und Wechselwirkung mit der Heimatgalaxie werden nach und nach Sterne herauskatapultiert.



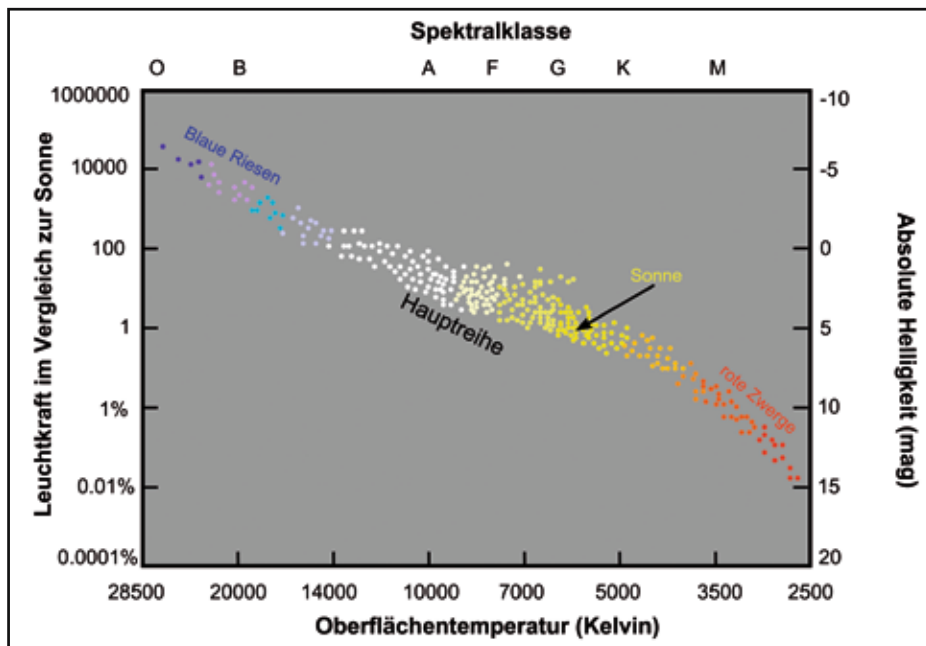
Kugelsternhaufen (M 15)

Sowohl bei glühenden Festkörpern als auch bei leuchtenden Gasen besteht ein Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Farbe des abgestrahlten Lichtes: Rotglühendes Eisen ist nicht so heiß wie weißglühendes. Auch bei Sternen findet sich ein ähnlicher Zusammenhang: Sterne, die in einer niedrigen Temperatur strahlen, senden rötliches Licht aus, während heiße Sterne bläulich leuchten. Die Farbunterschiede der Sterne sind mit dem bloßen Auge am Himmel zu sehen. Da sowohl die gesamte Leuchtkraft als auch die Temperatur von der Masse abhängen, lässt sich der Zusammenhang der beiden beobachtbaren Größen graphisch darstellen, im *Farben-Helligkeitsdiagramm*. Im Verlauf der ersten Lebensphase werden Sterne etwas heißer und leuchtstärker, so dass sie ein Stück auf der „Hauptreihe“ nach links oben wandern.

Irgendwann ist der Wasserstoffvorrat aufgebraucht und die Kernfusion kommt allmählich zum Erliegen. Schwere, heiße Sterne (*Blaue Riesen*) gehen so verschwenderisch mit ihrem Brennstoff um, dass bei ihnen diese Brennphase in wenigen Millionen Jahren beendet ist. Kleinere Sterne können viele Milliarden

Abb. oben: Die Sterne des Siebengestirns (M 45) bilden einen offenen Sternhaufen. Sie sind in die Reste der Molekülwolke eingehüllt, aus denen sie ehemals entstanden sind. [NASA]

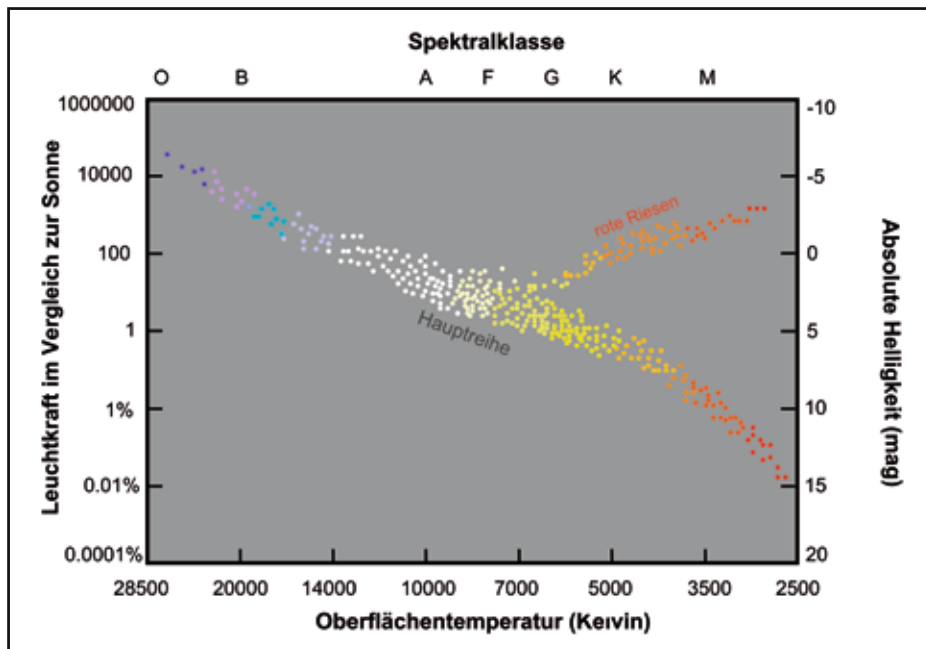
Abb. unten: Der Kugelsternhaufen M 15 ist am Herbsthimmel bereits mit einem Fernglas zu sehen. [NASA]



Jahre leuchten, ehe der Wasserstoff zur Neige geht. Der Wasserstoff wird bevorzugt im Sterninneren verbraucht, da hier Druck und Temperatur und damit die Fusionsgeschwindigkeit sehr hoch ist. Wenn hier die Wasserstoff-Fusion zum Erliegen kommt, dann teilt sich die Energieerzeugung in zwei Bereiche: Im Inneren zieht sich der Stern zusammen, bis die Temperatur hoch genug ist, um weitere Kernfusionen zu entzünden. Hierbei entstehen die schweren Elemente bis zum Eisen. Die Energieausbeute dieser Verschmelzungen ist geringer

als beim Wasserstoff-zu-Helium-Prozess. In den äußeren Teilen der Sternatmosphäre ist jedoch noch genug Wasserstoff vorhanden, so dass in einer Schale um den Kern herum weiter Helium gebildet wird. Diese Verhältnisse sind ganz anders geartet als die der ersten Lebensphase und der Stern gerät in einen anderen inneren Zustand: Er wird viel größer, aber auf der Oberfläche kühler und damit röter.

Man nennt solche Sterne auch *Rote Riesen*.



Die zwei unterschiedlichen Brennphasen innerhalb eines Sternes beeinflussen sich gegenseitig und erzeugen Instabilitäten. Aus diesem Grund kommt es bei den Roten Riesen periodisch zu Strahlungsausbrüchen, welche Teile der Sternatmosphäre in das umgebende Weltall drücken. Irgendwann ist der Kernbrennstoff im Inneren aufgebraucht und die Verschmelzungsprozesse im Sterninneren kommen zum Erliegen.

Grafik oben: Sterne, welche im ersten Lebenszyklus Wasserstoff zu Helium umsetzen, bilden im Farben-Helligkeitsdiagramm die sogenannte Hauptreihe, die von links oben nach rechts unten verläuft.

Grafik unten: Wenn im Kern eines Sterns schwere Elemente synthetisiert werden, wird er zum leuchtstarken Roten Riesen. Diese sind im Farben-Helligkeits-Diagramm rechts oben zu finden. (Beide Grafiken: Uwe Pilz)