

Braune Zwerge – die Mächtegerensterne

Nicht nur im Märchen sind Zwerge eine besondere Gruppe mit teilweise seltenen Eigenschaften. Im Weltall gibt es zahlreiche verschiedenartiger Zwerge. Dazu gehören

- Rote Zwerge, die kleinsten und langlebigsten Sterne (je kleiner ein Stern desto älter kann er werden!)
- Weiße Zwerge als die Reste von Sternen mit ungefähr der Sonnengröße. Auch unsere Sonne wird einmal als weißer Zwerg enden.

Das Hertzsprung Russel Diagramm gibt einen sehr guten Überblick über die Sterne am Firmament und klassifiziert diese (s. **Bild 1** unten) in verschiedene Gruppen. Die Sterne der Hauptreihe leben von der Fusion von Helium aus Wasserstoff. Dabei wird nach dem Einstein'schen Äquivalenzgesetz, $E=m \cdot c^2$, der Masseverlust der bei der Fusion entsteht in Energie umgesetzt. Von dieser Strahlungsenergie der Sonne leben wir auf der Erde. Die Riesen und Überriesen sind Zwischenstadien der Sterne hin zu ihrem jeweiligen Ende. In dieser Zwischenphase laufen weitere Fusionsprozesse, wie die Entstehung von Kohlenstoff und Natrium ab. Das Ende der Fusionskette ist Eisen. Danach werden alle Fusionsprozesse gestoppt und der Stern fällt in sein Endstadium. Der Übergang von einem Fusionsprozess in den nächsten bzw. in das Endstadium erfolgt durch riesige Sternexplosionen, die Novae, Super- oder Hypernovae entsprechend der Größe des Sterns genannt werden. Mit dem Fusionsende entstehen dann je nach Größe des Sterns weiße Zwerge, Neutronensterne oder Schwarze Löcher.

Braune Zwerge sind eine besondere Gruppe. Sie sind weder Planet noch Stern, sondern liegen dazwischen. Sie sind kleiner als Sterne und größer als Planeten. Sie geben Strahlungsenergie ab, die aber nicht auf der typischen Fusion in den Sternen beruht und daher auch bedeutend kleiner ist.

Braune Zwerge weichen bereits in ihrem Anfangsstadium im Fusionsprozess deutlich ab. Aufgrund der geringeren Masse der Braunen Zwerge gegenüber den Sternen (kleiner als 75 Jupitermassen), wird in ihrem Zentrum nicht die notwendige Temperatur zur Fusion von Helium aus Wasserstoff (notwendig sind über fünf Millionen Kelvin) erreicht. Im Braunen Zwerg laufen andere Fusionsprozesse, die ca. 3 Millionen Kelvin benötigen) ab:

- die Lithiumfusion, bei der ein Lithium-7-Kern mit einem Proton reagiert. Dazu ist mehr als die 65-fache der Jupitermasse erforderlich, um die notwendige Kerntemperatur von 2 Millionen Kelvin zu erreichen
- die Deuteriumfusion, bei der ein Deuteriumkern (Kern des schweren Wasserstoffs, der aus einem Proton und einem Neutron besteht) und ein Proton zu einem Helium-3-Kern verschmelzen, dies kann bereits ab dem 13-fachen der Jupitermasse erfolgen.

Aufgrund der fehlenden Wasserstoffkernverschmelzung (Wasserstoffkern besteht aus einem Proton) zu Helium sind die Braunen Zwerge eine Zwischenform zwischen Sternen und Planeten, auf bzw. in denen wegen der noch geringeren Masse keine Fusionsprozesse stattfinden. Planeten haben normalerweise eine Masse, die kleiner ist als die 13fache Jupitermasse. Die 13fache Jupitermasse dient als Grenzziehung von Planeten und Braunen Zwergen.

Apropos, Braune Zwerge erscheinen am Himmel auch rot, aber der Name Roter Zwerg war bereits in den 70iger Jahren zur Zeit der Entdeckung an die kleinen Sterne vergeben.

Es ist noch relativ wenig bekannt über die Braunen Zwerge, da ihre Erforschung aufgrund der Kleinheit und der geringen Strahlungsenergie sehr aufwändig ist. Sie sind schwer zu beobachten und erst in den letzten Jahren sind wichtige Erkenntnisse über sie gewonnen worden.

Braune Zwerge entstehen wahrscheinlich ähnlich wie Sterne und ihre Planeten aus einer Akkretionsscheibe. Allerdings können sie die Entwicklung zu einem Stern nicht abschließen, da ihnen

- der notwendige Stoff für die Masseanreicherung von anderen Objekten entzogen wird,
- sie aus der Akkretionsscheibe herausgeschleudert wurden, bevor sie ein Stern werden können,
- oder einem Roten Zwerg Masse von einem anderen Objekt entzogen wurde, so dass er zum Braunen Zwerg degradiert wurde.

Ein brauner Zwerg ähnelt in seiner Zusammensetzung denen der Sterne. Aufgrund der geringen Strahlungsenergie, die von ihnen ausgeht, ist die Gravitation die dominierende Energie. Daraus resultiert eine weitere Besonderheit: Braune Zwerge sind unabhängig von ihrer Masse fast gleich groß. Die Größe bei den Sternen variiert dagegen bereits auf der Hauptreihe enorm und hängt von der Masse ab. Die Rotationsdauer der Braunen Zwerge liegt bei unter einem Tag.

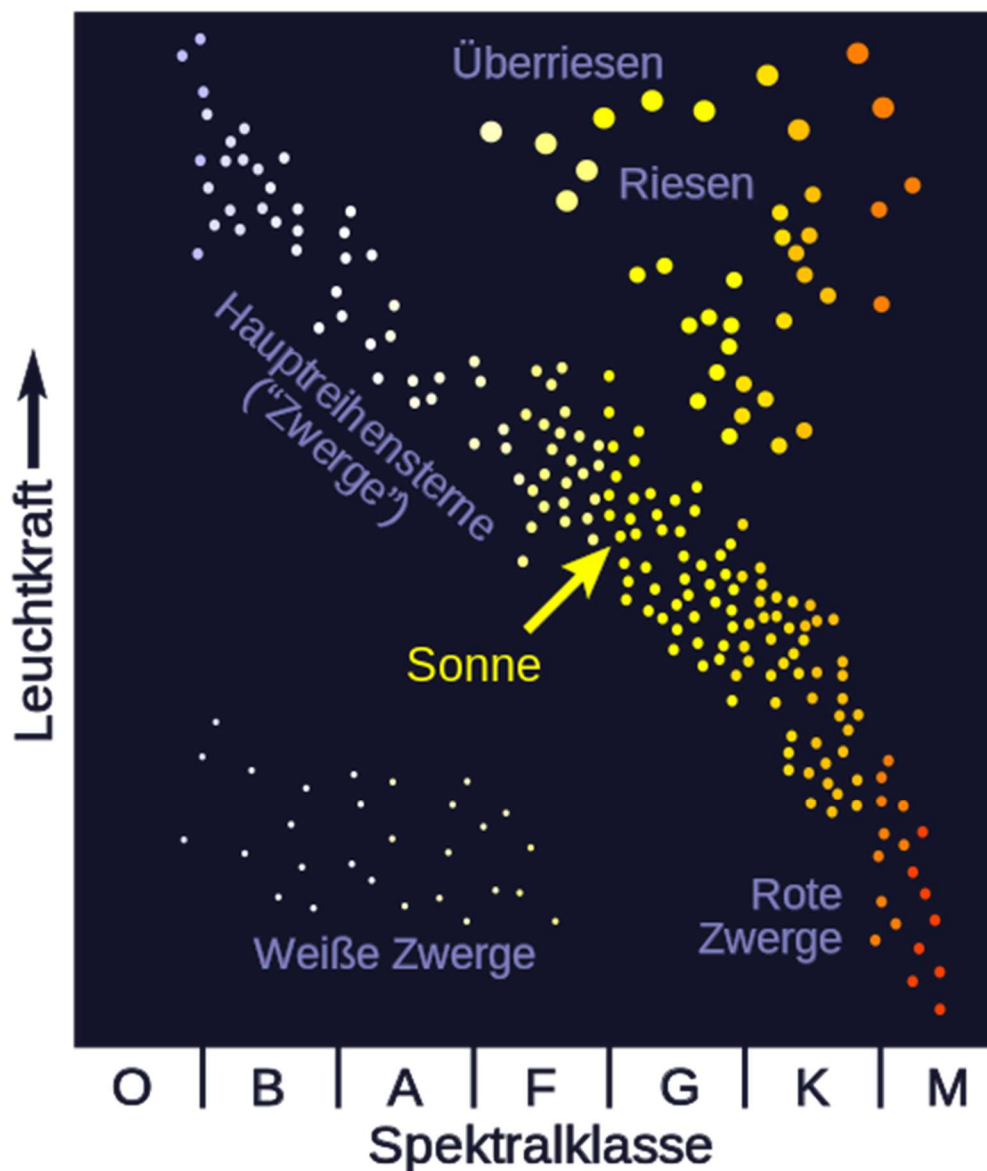


Bild 1: Hertzsprung-Russell-Diagramm

Bildquelle: <https://sternentstehung.de/das-hertzsprung-russell-diagramm-erklart>