

Helligkeit

Die scheinbare Helligkeit eines Sterns gibt an, wie hell ein Stern am Nachthimmel leuchtet. Die Griechen haben Sterne in sechs Klassen eingeteilt: die Sterne erster Größe sind die hellsten, Sterne der sechsten Größe mit bloßem Auge gerade noch wahrnehmbar. Der Polarstern ist ein Stern zweiter Größe, hat also die scheinbare Helligkeit 2^m .

Heute wird die Helligkeit über den gemessenen Lichtstrom Φ definiert: die Helligkeiten m_0 und m_1 zweier Sterne mit Lichtströmen Φ_0 und Φ_1 genügen der Gleichung

$$m_1 - m_0 = -\frac{5}{2} \log_{10} \left(\frac{\Phi_1}{\Phi_0} \right).$$

Die Helligkeit von Wega wird auf 0^m festgesetzt.

Helligkeit

Helligkeitsskala

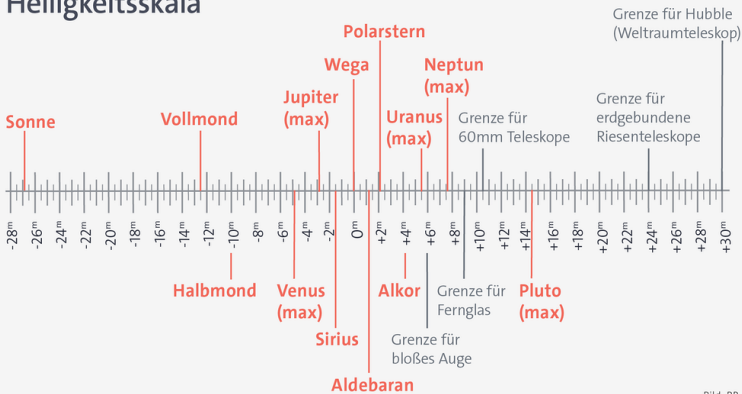


Bild: BR

Helligkeit

Die absolute Helligkeit ist per definitionem die scheinbare Helligkeit eines Sterns, die er in einem Abstand von 10 pc haben würde. Ein parsec ist die Entfernung, unter dem der Radius der Erdbahn unter einem Winkel von $1''$ (1 Bogensekunde, der 3600te Teil eines Grads) erscheint. 1 pc entspricht 3,26 Lichtjahren. Aus der absoluten Helligkeit eines Sterns kann man umgekehrt dessen Entfernung bestimmen:

$$r = 10^{1 + \frac{m-M}{5}} \text{ pc.}$$

Für $m = M$ ergibt sich in der Tat $r = 10 \text{ pc}$.

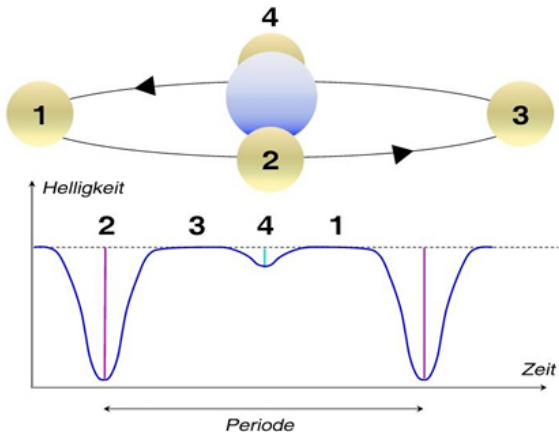
Veränderliche Sterne

Henrietta Leavitt entdeckte Anfang des 20. Jahrhunderts einen Zusammenhang zwischen der Periode von Cepheiden und deren absoluter Leuchtkraft.

Cepheiden sind eine Klasse veränderlicher Sterne, also von Sternen, deren Leuchtkraft schwankt. Eine der Hauptklassen veränderlicher Sterne sind Bedeckungsveränderliche; bekanntestes Beispiel dafür ist Algol. Dies sind Doppel- oder Mehrfachsysteme, bei denen ein Stern sich vor den anderen schiebt. Im Falle von Algol ist die schwankende Leuchtkraft mit bloßem Auge sichtbar.

Algol

Veränderliche Leuchtkraft bei Algol:



Algol

Algol hat eine Helligkeit von etwa 2,1 m, die alle 2,86 Tage während einer etwa 10 Stunden dauernden Bedeckung auf 3,4 m sinkt. Die beiden Sterne haben eine Entfernung von nur 0,062 AE.

Die Massen der Sterne betragen 3,1 bzw. 0,7 Sonnenmassen.

Der Stern mit 3,1 Sonnenmassen ist ein Hauptreihenstern, während der massearme Stern bereits den Riesenast hinaufklettert.

Massereiche Sterne entwickeln sich schneller, aber Doppelsterne sind gleichzeitig entstanden. Wie kann das sein?

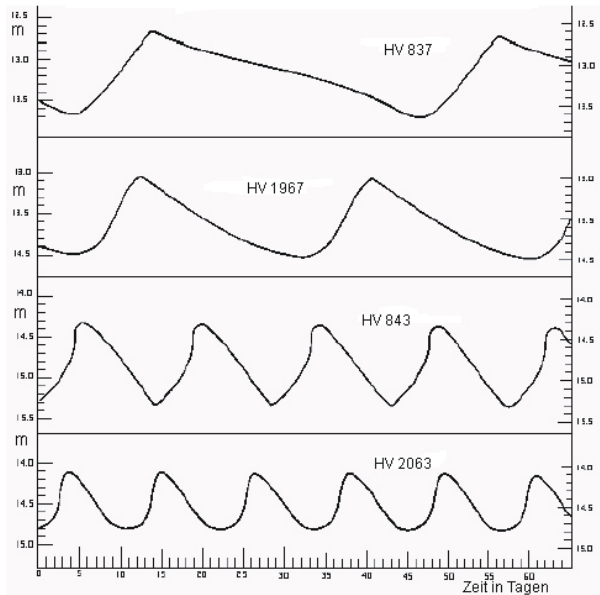
Algol

Lösung: Der ursprünglich massereichere Stern wurde zuerst zum Riesen, der massearme Stern hat dessen Hülle geschluckt. Durch diesen Massentransfer wurde der langlebige massearme Stern zum Stern mit 3,1 Sonnemassen, der noch immer auf der Hauptreihe steht, während der ursprünglich massereiche Stern inzwischen der kleinere ist und im wesentlichen ausgebrannt ist.

Algol ist heute 93 Lichtjahre von uns entfernt; vor 7,3 Millionen Jahren betrug seine Entfernung weniger als 10 Lichtjahre, und seine Helligkeit war damals mit $-2,5$ m fast so hell wie die Venus.

Cepheiden

Veränderliche Leuchtkraft bei Cepheiden:



Cepheiden

Die von Henrietta Leavitt erstmals entdeckte Beziehung zwischen der Periode P (in Tagen) von Cepheiden und ihrer absoluten Leuchtkraft M ist folgende:

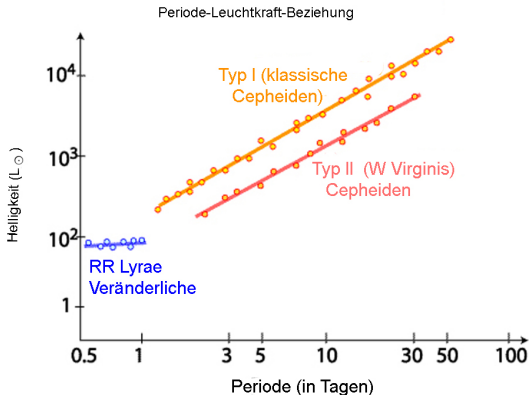
$$M = -2,78 \log_{10}(P) - 1,32.$$

Leavitt:

$$M = -2,54 \log_{10}(P) - 1,67.$$

Cepheiden

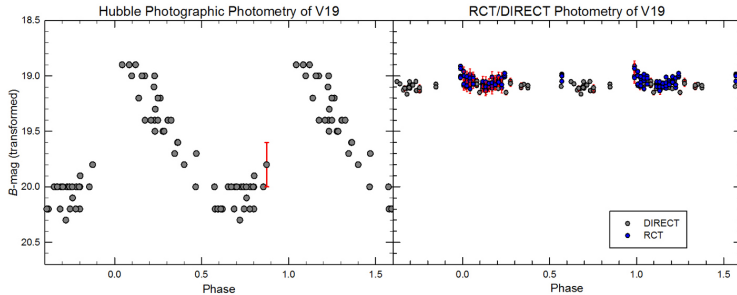
Mit Hilfe von Cepheiden in der Andromeda-Galaxis konnte Hubble dessen Entfernung bestimmen; der damalige Wert von 1 Million Lichtjahren hat sich verdoppelt, als klar wurde, dass es zwei wesentlich verschiedene Arten von Cepheiden gibt:



Heute wissen wir, dass Andromeda etwa 2,5 Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist.

Cepheiden

Einer der von Hubble beobachteten Cepheiden ist heute kein Cepheide mehr:



Kappa-Mechanismus
Pulsationsveränderliche Sterne