

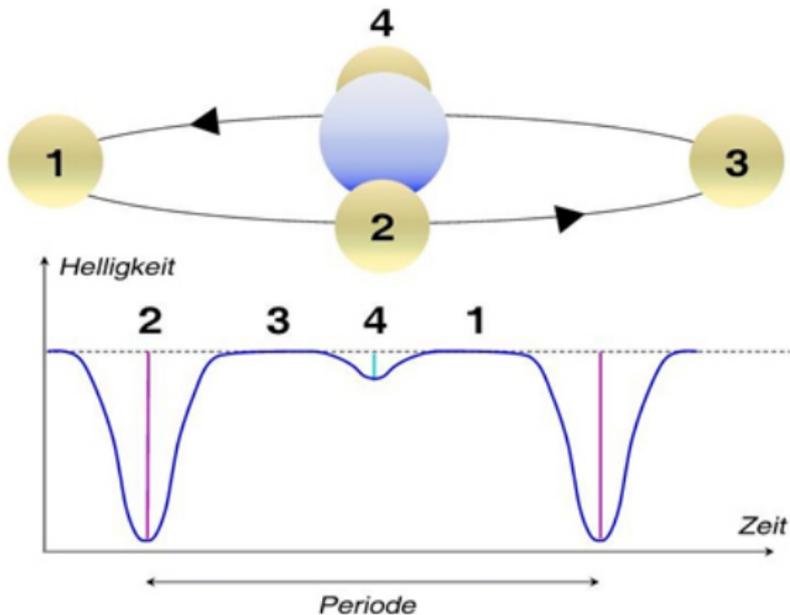
## Veränderliche Sterne

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.

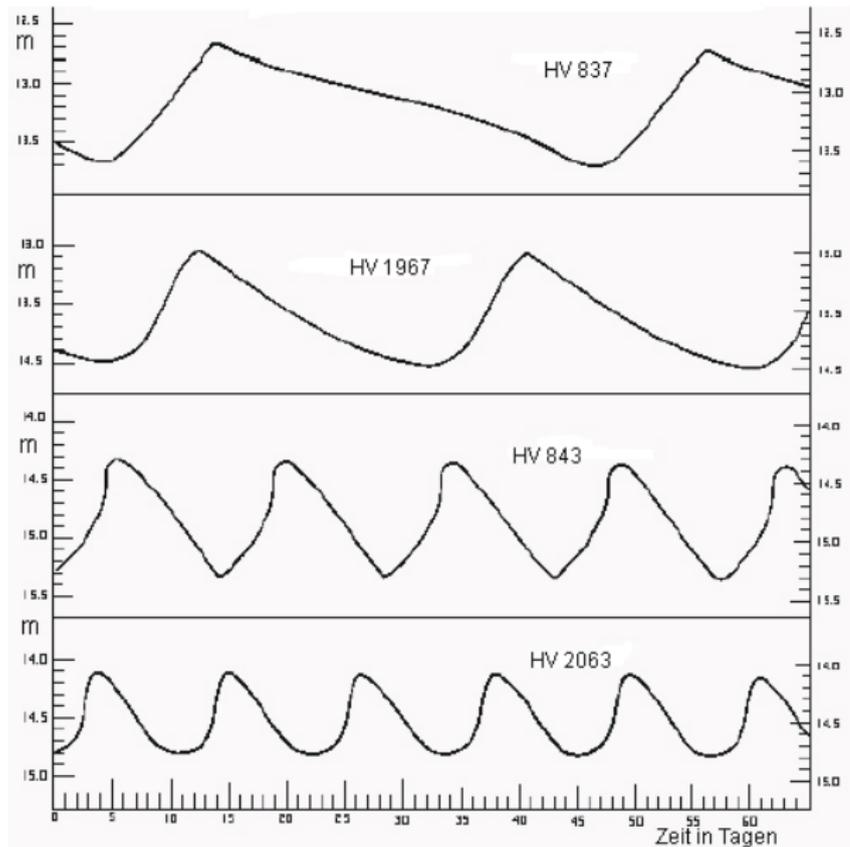
# Algol

Veränderliche Leuchtkraft bei Algol:



# Cepheiden

Veränderliche Leuchtkraft bei Cepheiden:



# 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  $\Phi$  definiert: die Helligkeiten  $m_0$  und  $m_1$  zweier Sterne mit Lichtströmen  $\Phi_0$  und  $\Phi_1$  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

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  $r = 10 \text{ pc}$ .

# Cepheiden

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

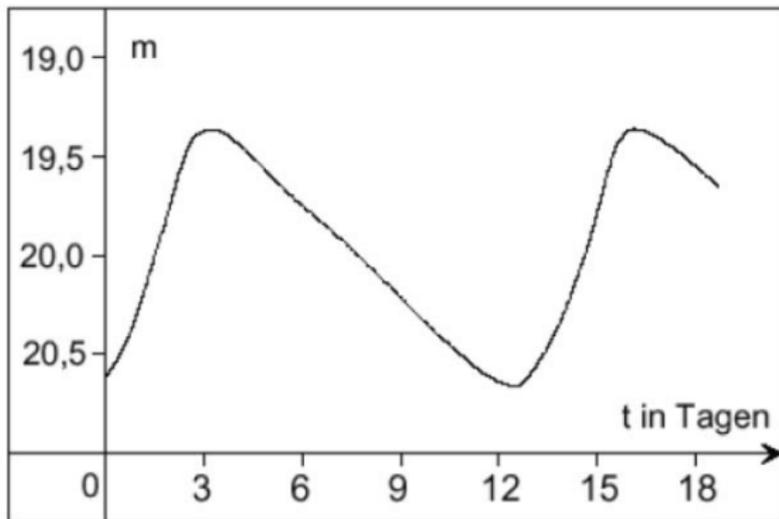
$$M = -2,78 \log_{10}(P) - 1,32.$$

Leavitt:

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

# Cepheiden

(Abitur Bayern 2000) Für einen Cepheiden in der Galaxie M 33 wurde aus Messungen die folgende Helligkeitskurve ermittelt.



Bestimmen Sie damit die Entfernung der Galaxie M 33 in Lichtjahren.

# Cepheiden

Man liest eine Periodendauer von etwa 13 d und eine mittlere Helligkeit von etwa  $20^m$  ab. Damit ergibt sich die absolute Helligkeit

$$M = -2,54 \log 13 - 1,67 \approx -4,5.$$

Aus der scheinbaren Helligkeit bekommt man dann den Abstand

$$r = 10^{\frac{20 - (-4,5)}{5}} \cdot 10 \text{ pc} \approx 7,9 \cdot 10^5 \text{ pc} \approx 2,6 \cdot 10^6 \text{ Lj.}$$

# Cepheiden

(Abitur Bayern 2008)

Die Helligkeitsschwankungen eines bestimmten  $\delta$ -Cephei-Sterns in der Andromeda-Galaxie besitzen eine Periodendauer von 39 Tagen. Die mittlere scheinbare Helligkeit des Sterns beträgt  $18^m7$ . Ermitteln Sie die Entfernung  $r$  der Andromeda-Galaxie von unserem Sonnensystem in Lichtjahren.

# Cepheiden

$$P = 39 \text{ d}, m = 18^m 7.$$

Aus  $P = 39$  folgt  $M = -5,7^m$ . Mit  $m = 18^m,7$  folgt weiter

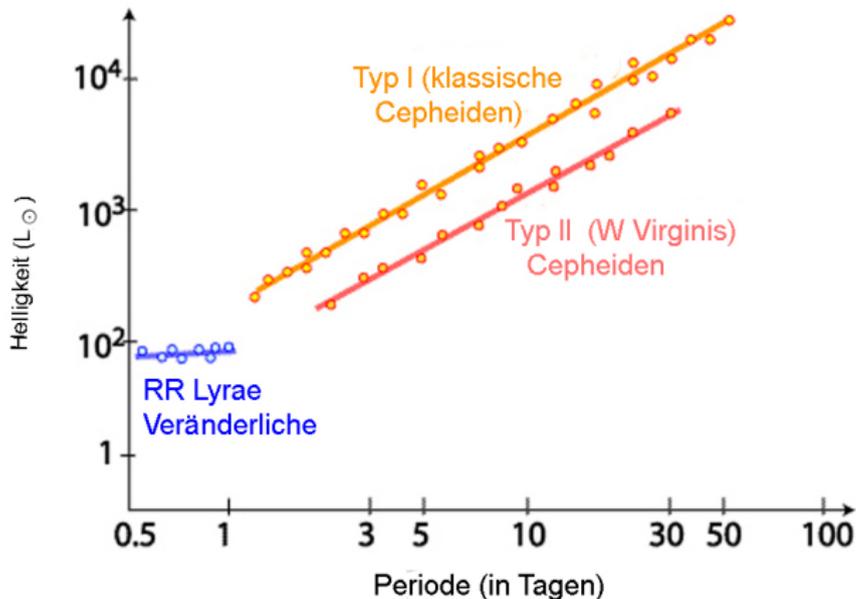
$$r = 10^{1 + \frac{18,7 - (-5,7)}{5}} = 10^{5,88} \approx 760\,000 \text{ pc},$$

also eine Entfernung von etwa 2,5 Millionen Lichtjahren.

# 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:

Periode-Leuchtkraft-Beziehung



Heute wissen wir, dass Andromeda etwa 2,5 Millionen Lichtjahre

# Cepheiden

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

