

Astronomie: Delta Cepheiden

Description

Gehört zu: [Entfernungsbestimmung](#)

Siehe auch: [Expansion des Universums](#), [Absolute Helligkeit](#), Veränderliche Sterne

Benutzt: [Latex-Plugin für WordPress](#), [Fotos aus Google Drive](#)

Stand: 17.05.2023

Was sind Cepheiden?

Cepheiden sind Sterne mit veränderlicher Helligkeit – benannt nach einem der ersten erkannten Sterne dieser Art: Delta Cephei, der im Jahre 1784 als periodisch veränderlicher erkannt wurde.

Die Helligkeit eines Cepheiden verändert sich streng periodisch; heute wissen wir, dass es sich um pulsierende Sterne handelt, die als Ganzes regelmäßig wiederholt größer und kleiner werden.

Abbildung 1: Typische Lichtkurve eines Cepheiden (Google Drive: 1567254229442-4-exercise2-ger_high_Page_07_Image_0003.jpg)

Copyright: ESA aus https://sci.esa.int/documents/34439/36575/1567254229442-4-exercise2-ger_high.pdf

Periode-Leuchtkraft-Relation

Henrietta Swan Leavitt (1868-1921) arbeitete am Harvard College Observatorium (HCO) als Assistentin wie mehrere andere, die man "Harvard Computer" nannte. Henrietta Leavitt war mit der Auswertung von Fotoplaten beauftragt, um darauf veränderliche Sterne zu finden.

Bei der Untersuchung der Cepheiden in der [Kleinen Magellanschen Wolke](#) (SMC) fand sie heraus, dass hellere Cepheiden eine längere Periode hatten als dunklere Cepheiden. Es gab also eine Beziehung zwischen der Periodendauer und der scheinbaren Helligkeit. Diese Ergebnisse hat 1912 ihr Chef am HCO, **Edward Charles Pickering (1846-1919)**, veröffentlicht.

Link: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1908AnHar..60i87L/abstract>

Link: <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1912HarCi.173i1L>

Die Cepheiden in der SMC haben ja alle ungefähr die gleiche Entfernung, deshalb lässt sich die Beziehung zwischen Periode und scheinbarer Helligkeit auch generell auf die [absolute Helligkeit](#) übertragen.

Abbildung 2: Cepheiden: Periode vs. Scheinbare Helligkeit (Google Drive: Muehlbauer-Cepheiden_Page_09_Image_0001.jpg)

Copyright: Harvard College Observatory Link:
<https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1912HarCi.173>

Wie sich dieses Verhalten der Cepheiden physikalisch erklären lässt, war zu dieser Zeit noch nicht geklärt.

Entfernungsbestimmung mit der Cepheiden-Methode

Messen kann man ja nur die sog. [Scheinbare Helligkeit](#) (m) eines Sterns, wenn man die Entfernung (r) des Sterns kennt, kann man auf dessen [Absolute Helligkeit](#) (M) – auch Leuchtkraft genannt – schließen, wenn man eine Abnahme der Helligkeit mit dem Quadrat der Entfernung zugrunde legt und etwaige Absorption auf dem Lichtweg erst einmal vernachlässigt.

$$m - M = 5 \cdot (\lg r - 1) \quad \Leftrightarrow \quad r = 10^{1 + \frac{m - M}{5}}$$

Die Differenz $m - M$ bezeichnet man auch als **Entfernungsmodul**.

Die Helligkeit hängt bei Cepheiden mit der Länge ihrer Periode zusammen (Perioden-Leuchtkraft-Beziehung).

Es ist lediglich eine **Kalibrierung** erforderlich; wozu man zumindest die Entfernung einiger Cepheiden durch unabhängige Methoden ermitteln musste. Einen der ersten Versuche, diese Beziehung zu kalibrieren, machte **Harlow Shapley (1885-1972)**, damals am Mount-Wilson-Observatorium, im Jahr **1918**.

Mit so einer Kalibrierung kann man die Cepheiden zur Entfernungsbestimmung im Kosmos benutzen: aus der Beobachtung der Periodendauer kann man direkt auf die [absolute Helligkeit](#) (M) schließen. Durch die Messung der [scheinbaren Helligkeit](#) (m) ergibt sich dann das **Entfernungsmodul** $m - M$, woraus man die Entfernung berechnen kann (s.o.).

Ein Objekt dessen absolute Helligkeit man kennt, bezeichnet man auch als **Standardkerze**, weil man dann aus der scheinbaren Helligkeit die Entfernung berechnen kann.

Für jedes kosmische Objekt, in dem man Cepheiden ausmachen kann, kann man also so die Entfernung bestimmen. **Edwin Hubble (1889-1953)** hat im Andromeda-Nebel einzelne Cepheiden beobachtet und so herausbekommen, dass der Andromeda-Nebel weit ausserhalb unserer Milchstrasse liegt und damit eine eigenständige Galaxis ist. Später konnten Cepheiden in weiteren Galaxien gemessen werden und auch eine Rotverschiebung in den Spektren dieser Galaxien. So entstand das [Hubble-Gesetz](#).

Wie fast immer in der Astrophysik, wird zuerst eine bahnbrechende neue Methode gefunden, die dann im Laufe vieler Jahrzehnte auch immer wieder kritisch modifiziert und angepasst werden muss; z.B. durch die Entdeckung von **Walter Baade (1893-1960)** verschiedener Sternpopulationen.

Die Kosmische Entfernungsleiter

Entfernungsbestimmungen mit Cepheiden sind wichtiger Teil der "kosmischen Entfernungsleiter"•
aufeinander aufbauender Verfahren zur Entfernungsbestimmung bis in immer grÄ¶ere Entfernung.

CATEGORY

1. Astronomie

POST TAG

1. Entfernungsbestimmung

Category

1. Astronomie

Tags

1. Entfernungsbestimmung