



DIE EICHUNG DER PERIODEN-HELLIGKEITS- BEZIEHUNG DER CEPHEIDEN

Hintergrund: Mithilfe der trigonometrischen Parallaxe kann man nur Entfernungen zu etwa einer Milliarde Sternen in der Milchstraße messen. Für alle anderen ist die Parallaxe heutzutage unmessbar klein. Um größere Entfernungen zu messen, bedient man sich des Entfernungsmoduls. Kennt man die absolute Helligkeit eines Sterns, kann man mit dieser seine Entfernung berechnen. Die Cepheiden, eine Klasse helligkeitsveränderlicher Sterne, erlauben es, aus der Periodendauer ihrer Helligkeitsschwankung ihre absolute Helligkeit zu bestimmen. Dafür muss diese Methode zunächst an nahen Cepheiden, deren Entfernung man z.B. aus der Parallaxenmethode kennt, geeicht werden. Sie führen im Folgenden eine solche Eichung durch und bestimmen damit die Entfernungen der Kleinen Magellanschen Wolke und der Andromedagalaxie.

Aufgaben:

Es sind einige Arbeitsschritte zu bewältigen, um astronomische Katalogdaten auszuwerten. Dabei wird Sie entweder Ihr Lehrer direkt anleiten, oder Ihnen einen Video-Guide zur Verfügung stellen, der Sie durch die folgenden Aufgaben führen wird.

1. Benutzen Sie die VizieR-Katalog-Funktion, um den Katalog J/A+A/476/73 aufzurufen. Im Folgenden benutzen Sie die Daten aus table7.
2. Erstellen Sie ein Diagramm mit $\log(P)$, dem 10er-Logarithmus der Periodendauer auf der Rechts- und VMAG, der absoluten Helligkeit der Cepheiden auf der Hochachse.
3. Führen Sie eine lineare Regression durch. Sie haben damit basierend auf den Katalogdaten eine Perioden-Helligkeit-Beziehung bestimmt:

$$M = -2,98 \cdot \log_{10} P - 1,73$$

Nachdem Sie die Perioden-Helligkeits-Beziehung an Cepheiden der Milchstraße geeicht haben, können Sie dies nun nutzen, um die Entfernung weit entfernter Objekte zu bestimmen, die mit der Parallaxenmethode unerreichbar wären. Hierfür benötigen wir neue Daten.

4. Rufen Sie wie bei 1. den Katalog J/AcA/60/17 auf und arbeiten Sie nun mit den Daten aus catalog.
5. Im Katalog gibt es noch keine Spalte für $\log(P)$. Sie müssen diese jetzt erzeugen.
6. Ergänzen Sie Ihr Diagramm um die gefundenen Daten.
7. Ein geschultes Auge erahnt jetzt schon, dass sich zwei verschiedene Verteilungen im Diagramm befinden. Wählen Sie die langperiodischen Cepheiden als Subset aus und führen Sie mit diesen eine lineare Regression durch. Sie erhalten als Zusammenhang zwischen der scheinbaren Helligkeit dieser Cepheiden und ihrer Periode

$$m = -2,95 \cdot \log_{10} P + 17,3$$

8. Die Steigungen sollten ungefähr gleich sein, sodass das Entfernungsmodul nur noch die Differenz der beiden konstanten Glieder ist:

$$m - M = 19,0$$

9. Berechnen Sie wie gewohnt mithilfe des ermittelten Entfernungsmoduls die Entfernung der Kleinen Magellanschen Wolke, zu der alle Cepheiden des Katalogs gehören: $r = 63000pc$

10. Wiederholen Sie dies für den Katalog J/MNRAS/451/724, table1, der Cepheiden aus der Andromedagalaxie enthält:

$$m = -2,57 \cdot \log_{10} P + 22,1, m - M = 24,3, r = 720000pc$$



Hinweis: Dass die Cepheiden in der Kleinen Magellanschen Wolke und der Andromedagalaxie ebenfalls auf einer Geraden liegen, obwohl man ihre absolute Helligkeit nicht kennt, ist nur dann klar, wenn man weiß, dass die Ausdehnung beider Objekte sehr viel kleiner ist als ihre Entfernung zu uns. Nur dann kann man annehmen, dass alle Cepheiden die gleiche Entfernung zu uns haben.