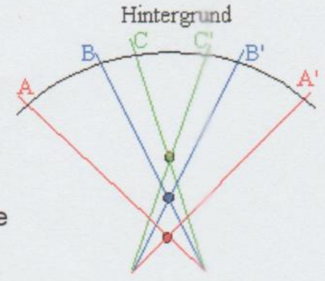
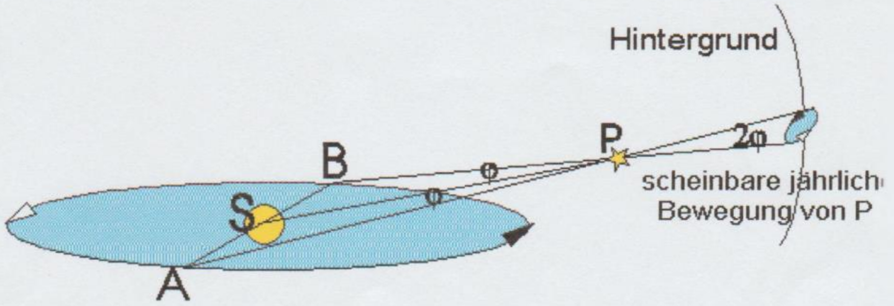
Die trigonometrische Parallaxe



Beobachten wir einen nahen Gegenstand von verschiedenen Orten aus, so scheint der Gegenstand seine Position vor dem sehr weit entfernten Hintergrund zu ändern. (Beobachten sie z.B. den Zeigefinger, den sie vor die Nase halten einmal nur mit dem linken und einmal nur mit dem rechten Auge !).

Ebenso sehen wir, dass besonders nahe Sterne ihre Position vor dem Hintergrund der sehr weit entfernten Sterne verändern, wenn wir unsere Position verändern. Natürlich ist diese Positionsänderung auch für die größtmögliche Ortsveränderung sehr klein und daher schwierig zu messen. Die größte Ortsveränderung, die wir ausführen können, ist doppelt so groß wie die große Halbachse der Erdbahn, d.h. wir messen im zeitlichen Abstand von einem halben Jahr. In einer Skizze sieht das so aus:



Wir verbinden P mit der Sonne S. A und B sind die Positionen der Erde mit halbjährlichem Abstand, die zu PS orthogonal sind. Die Entfernung zur Sonne ist also (wegen der geringen Exzentrizität der Erdbahn) in sehr guter Näherung 1 AE. Der Winkel φ , unter dem man den mittleren Abstand Sonne-Erde vom Stern P aus sehen würde, heißt Parallaxenwinkel oder einfach jährliche oder **trigonometrische Parallaxe**. Er ist um so kleiner, je weiter der Stern entfernt ist. Im Laufe des Jahres beschreibt der Stern von der Erde aus gesehen eine Ellipsenbahn vor dem Hintergrund der sehr weit entfernten Sterne (mit nicht feststellbarer Parallaxe).

Im rechtwinkligen Dreieck APS gilt:

$$\tan \varphi = \frac{1\text{AE}}{\overline{\text{PS}}}$$

Für die auftretenden kleinen Winkel gilt tan φ = φ , wenn wir φ im Bogenmaß messen. Bezeichnen wir die Entfernung des Sterns mit r, so gilt dann:

$$r = \frac{1\text{AE}}{\varphi}$$

Ist der Winkel halb so groß, so ist die Entfernung doppelt so groß. Man führt nun eine neue Entfernungseinheit ein, es ist die Entfernung, für die die Parallaxe 1" betragen würde. Die Entfernung heißt dann 1 **Par**allaxen**sek**unde, kurz 1 **Parsec** (1 pc).

Durch die Umwandlung ins Bogenmaß ergibt sich

$$\varphi = \frac{\pi \cdot 1''}{180 \cdot 60 \cdot 60''}$$

und damit

$$r = \frac{180 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1\mathrm{AE}}{\pi} = 206265\,\mathrm{AE}$$

Damit ist 1 pc = 206265 AE und die Entfernung kann mit

$$r = \frac{1'' \cdot \mathrm{pc}}{\varphi}$$

mit φ im Gradmaß (in Sekunden) berechnet werden.

Beispiel: Gilt $\varphi = 0{,}5''$, so ist r = 2 pc, gilt $\varphi = 0{,}1''$, so ist r = 10 pc.

Die größte gemessene Parallaxe, also die des Nachbarsterns der Sonne, Proxima Centauri, beträgt nur 0,7687". Die anderen Parallaxen sind noch viel kleiner und daher schwierig zu messen. Ab einer Entfernung von ca. 1000 pc versagt die Methode selbst bei hellen Sternen (Stand 2015, Satellit Hipparcos), da die Parallaxen dann so klein sind, dass sie im Bereich der Messfehler liegen.

Für weiter entfernte Sterne ist eine geometrischen Entfernungsbestimmung also nicht mehr möglich, man muss sich andere Methoden ausdenken.

zum Index

Impressum · Datenschutz

astronomische Einheit (mittlere Entfernung Erde - Sonne)

$1\,\mathrm{AE} = 149\,597\,870\,700\ \mathrm{m} \approx 1{,}5 \cdot 10^{11}\ \mathrm{m}$

$\tan\varphi \approx \varphi$ nur für kleine Winkel im Bogenmaß

in Grad: $1° = 60$ Bogenminuten $= 3600$ Bogensekunden