

Astronomische Einheiten

In einem Internetforum ist mir ein User mit dem Namen Attoparsec begegnet. Eine kurze Recherche zu dieser ironisch verwendeten Einheit war die Basis für das Entstehen dieses Newsletters.

Häufig wird angenommen, dass die größte existierende Längeneinheit das Lichtjahr (Lj) ist. Diese Annahme ist aber nicht korrekt. In der Astronomie ist die Einheit Parsec (pc) sehr gebräuchlich. Um zu verstehen wie sich ein Parsec definiert, müssen wir aber erst einmal zwei Begriffe klären: zum einen die Astronomische Einheit (AE) und zum anderen die Bogensekunde (").

Astronomische Einheit (AE)

Die Astronomische Einheit (AE) entspricht ungefähr dem mittleren Abstand zwischen Sonne und Erde und ist mit 149.597.870.700 m exakt definiert.

Bogensekunde (" oder auch arcsec)

Um einen Winkel von einem Grad noch weiter zu unterteilen bedient man sich den Bogenminuten (' oder auch arcmin) und den Bogensekunden (" oder auch arcsec) (drüber hinaus kleiner werdend auch noch Millibogensekunden, Mikrobogensekunden...). Eine Bogenminute ist $\frac{1}{60}$ eines Grads. Eine Bogensekunde ist $\frac{1}{60}$ einer Bogenminute. Somit ist eine Bogensekunde $\frac{1}{3.600}$ eines Grads (0,00027°).

Parsec (pc)

Stellen wir uns vor, dass wir von außen auf unser Sonnensystem gucken und sowohl die Erde als auch die Sonne nebeneinander vor uns sehen (**Bild 1**). Nun entfernen wir uns von unserem Sonnensystem soweit, dass der scheinbare Abstand zwischen Sonne und Erde (tatsächlich 1 AE) von unserem Standpunkt aus betrachtet nur noch einer Bogensekunde entspricht. Jetzt beträgt der Abstand zwischen uns und der Sonne/Erde ein Parsec. Ein Parsec ist definiert mit $1 pc = \frac{648.000}{\pi} * AE$ und entspricht somit 30.856.775.814.913.700 m (rd. $3,1 \times 10^{16}$ m, entspricht rd. 3,26 Lichtjahren).

Entstanden ist die Einheit Parsec im Zusammenhang mit der Vermessung der Entfernungen der nächstgelegenen Sterne unter Zuhilfenahme der Sternparallaxen. Siehe dazu Bild 1. Dementsprechend ist 1 pc auch grob die Größenordnung für die Entfernung zu den nächstgelegenen Sternen.

Der User Attoparsec bedient sich nun bei der größten Längeneinheit Parsec ($3,1 \times 10^{16}$ m) in Verbindung mit einem der kleinsten Präfixe atto (10^{-18}). Nach dem Kürzen bleiben somit nur $3,1 \times 10^{-2}$ m übrig. Ein Attoparsec entspricht also einer Länge von rd. 3,1 cm.

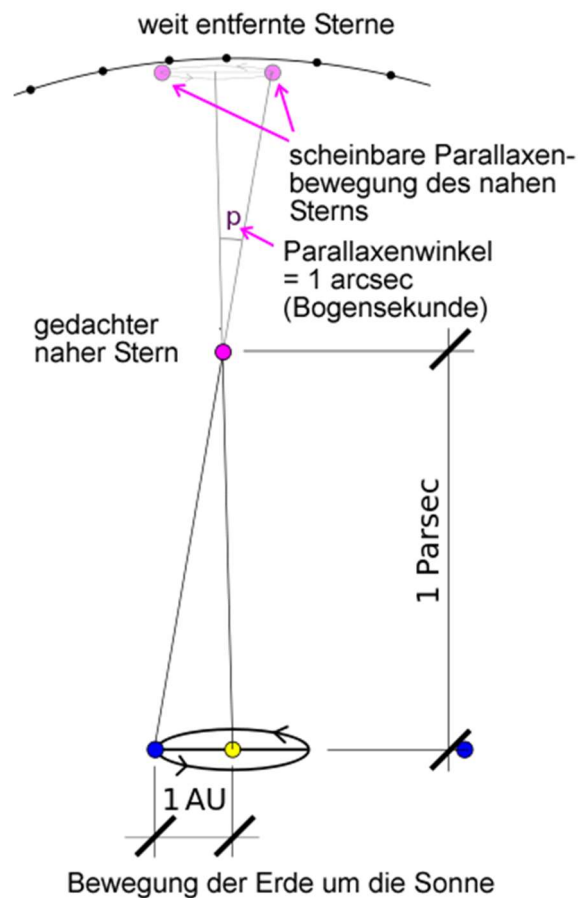


Bild 1: Sternparallaxe ¹

Lichtjahr (Lj)

Allgemein bekannt ist, dass das Lichtjahr die Strecke ist, die Licht im Vakuum in einem Jahr zurücklegt. Dadurch, dass diese Strecke abhängig von der Lichtgeschwindigkeit ist, wird die Größe eines Lichtjahres indirekt durch Messung der Lichtgeschwindigkeit festgelegt. Aber wie misst man eigentlich die Lichtgeschwindigkeit?

Nach einigen theoretischen Überlegungen und astronomischen Experimenten in den vorangegangenen Jahrhunderten, gelang es dem Physiker Armand Fizeau im Jahr 1849 erstmals mit einem Experiment (**Bild 2**) auf der Erde die Lichtgeschwindigkeit zu bestimmen (er lag nur 5% neben dem heute anerkannten Wert). Fizeau ließ dazu Licht auf eine halbdurchlässige Glasplatte fallen. Von dort wurde ein Teil des Lichts durch ein Zahnrad auf einen mehrere Kilometer entfernten Spiegel gelenkt. Vom Spiegel wurde das Licht nun wieder zurück durch das Zahnrad reflektiert. Ein Teil des Lichtes war dann durch den Beobachter hinter der halbdurchlässigen Glasplatte zu beobachten. Nun versetzte Fizeau das Zahnrad in Rotation. Bei geringer Rotationsgeschwindigkeit sieht der Beobachter nun ein Flackern, da das Licht mal durch einen Zahn des Zahnrades blockiert wird und mal durch eine Lücke sowohl hin als auch zurück geleitet wird. Bei etwas schnellerer Rotationsgeschwindigkeit ist aufgrund der Trägheit des Auges eine durchgängige mittlere Helligkeit zu beobachten. Bei weiter steigender Rotationsgeschwindigkeit wird irgendwann ein Zustand erreicht, bei dem der Beobachter nur noch Dunkelheit wahrnimmt. Dies geschieht dann, wenn der Lichtstrahl zwar auf dem Hinweg zum Spiegel eine Lücke des Zahnrades passiert, aber auf dem Rückweg auf einen zwischenzeitlich in den Strahlengang gedrehten Zahn des Zahnrades trifft. Mithilfe der dabei erreichten Rotationsgeschwindigkeit berechnete Fizeau die Lichtgeschwindigkeit.

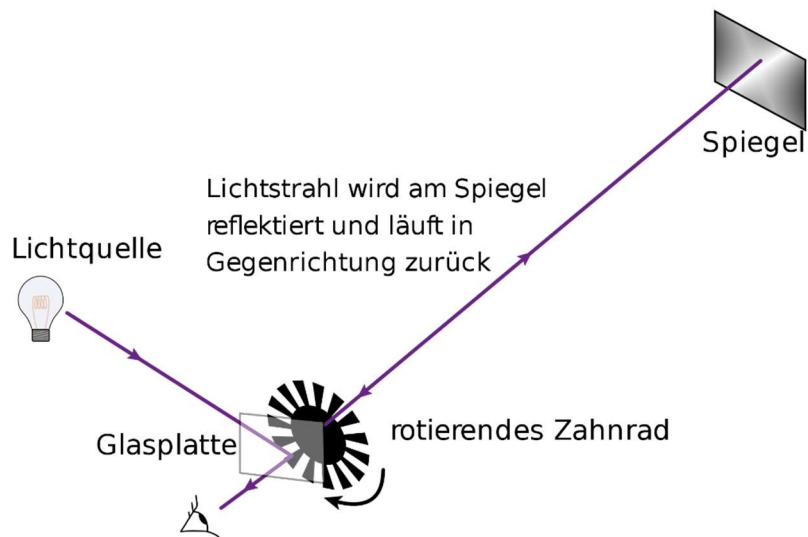


Bild 2: Versuchsaufbau des Experiments von Fizeau ²

Die bisher genaueste Messung der Lichtgeschwindigkeit erfolgte im Jahr 1972 mit Hilfe eines Helium-Neon-Lasers. Im Ergebnis wurde im Jahr 1983 die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum mit $c = 299.792.458 \text{ m/s}$ festgelegt.

Quellen:

¹ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stellarparallax_parsec1.svg Lizenz: gemeinfrei

² [https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtgeschwindigkeit#/media/Datei:Speed_of_Light_\(Fizeau\).svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtgeschwindigkeit#/media/Datei:Speed_of_Light_(Fizeau).svg)
Urheber: Fred the Oyster, Lizenz: CC BY-SA 4.0