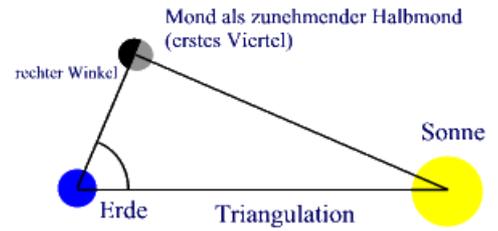


# Entfernungen im Sonnensystem - Die astronomische Einheit

Um die astronomische Einheit AE, die Maßeinheit für Entfernungen im Sonnensystem zu ermitteln, wurden Parallaxenmessungen an Mars und Venus durchgeführt, Venusdurchgänge vor der Sonne untersucht und Radarmessungen an der Venus vorgenommen.

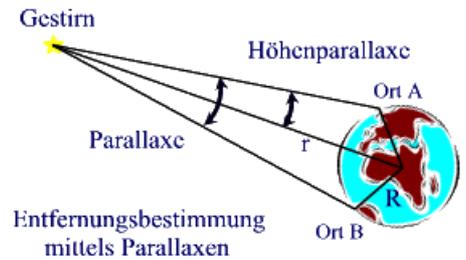
## Triangulation bei Halbmond

Bereits **Aristarch von Samos** (320-250 v. Chr.) und Hipparch aus Nicäa (190-125 v. Chr.) versuchten die Entfernung von Sonne und Mond zu ermitteln. Aus einem rechtwinkligen Dreieck aus Erde, Mond und Sonne sollten die Abstandsverhältnisse ermittelt werden. Die Sonnenentfernung betrug etwa 19mal die Mondentfernung.



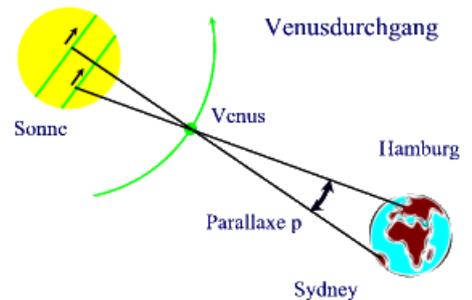
## Parallaxenbestimmung eines Gestirns

Erst 1650 fand Gottfried Wendelin eine unvergleichlich größere Sonnenentfernung. Durch Parallaxenbestimmung konnten im 17. Jahrhundert bessere Werte ermittelt werden. Ein Gestirn, z.B. der Mars scheint von verschiedenen Punkten der Erde beobachtet an verschiedenen Punkten der Sphäre zu stehen.



## Venusdurchgang vor der Sonne

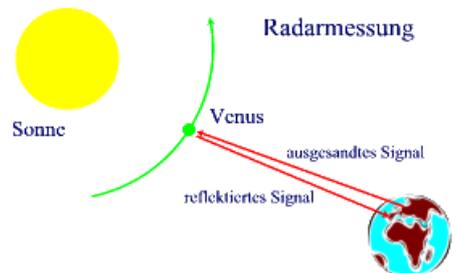
Eine weitere Methode zur Bestimmung der astronomischen Einheit ergibt sich aus der Beobachtung der relativ seltenen **Venusdurchgänge** vor der Sonne. Von zwei Beobachtern auf der Erde scheint die Venus vor der Sonne auf verschiedenen Wegen zu passieren.



Aus den siderischen Umlaufzeiten von Erde und Venus erhält man mit dem 3. Keplergesetz das Verhältnis der großen Halbachsen der beiden Planeten. Aus dem Winkeldurchmesser der Sonne und dem beobachtbaren Abstand der Venus vor der Sonne von zwei Punkten auf der Erde in bekannten Abstand kann durch "einfache" Geometrie die astronomische Einheit AE bestimmt werden.

## Bestimmung von AE mit Venusradar

Am 10.1.1946 gelang der erste Radarkontakt mit dem Mond. Im Februar 1958 wurde das erste Radarecho mit der Venus aufgefangen. In unterer Konjunktion benötigt ein von der Venus reflektiertes Radarsignal 276,3 s bis es wieder empfangen wird. Berechnen Sie den Abstand Erde-Venus und die Größe AE!



Die Bestimmung der Entfernung zur Sonne mittels Radar ist wesentlich schwieriger, da aufgrund der Größe der Sonne das reflektierte Signal wesentlich unschärfer wird. Zudem wird das Radarsignal in den Gasschichten der Sonne stark absorbiert.

## Überblick: Bestimmung der Astronomischen Einheit (Quelle: DTV Atlas Astronomie)

1672	Marsbeobachtung (Parallaxe)	Cassini und Richer	138,4 Millionen km	
1769	Venusbeobachtung		151,6 Millionen km	
ca. 1870	Kleinplanet Flora (Parallaxe)	Galle	148,3 Millionen km	
ca. 1900	Fixsterne (Dopplereffekt)	Küstner	Jahresperiodischer D.	149,5 Millionen km
1958	Venus-Kontakt (Radar)		149,5 Millionen km	

Der modernste Wert für die **astronomische Einheit** beträgt 149597870 km.