

Trigonometrische Sternparallaxe im Modellversuch

Dreiecke spielen bei der Vermessung der Welt (woran die Entfernungsbestimmung wesentlich beteiligt ist) eine grundlegende Rolle.

Für beliebige Dreiecke genügt die Kenntnis von zwei Winkeln und einer Seite, um sie komplett (auch in ihren Ausdehnungen) beschreiben zu können. Entsprechend arbeitet die Geodäsie mit ihnen. Auch bei der Vermessung des Weltraums bedient man sich der Dreiecke, die hierbei sogar gleichschenkelig sind und so nur der Kenntnis eines Winkel und einer Seite bedürfen. Ein Vergleich von irdischer und kosmischer Triangulation findet sich auf der Folgeseite.

Der folgende Modellversuch soll im Kleinen verdeutlichen, was im Großen bei der Entfernungsbestimmung im Weltall zur Anwendung kommt.

Bestimme den Abstand eines relativ nahen Objekts, indem du seine Winkelverschiebung vor einem fernen Hintergrund misst, die entsteht, wenn das Messobjekt von zwei verschiedenen Orten mit dem Abstand b zueinander senkrecht zur Objekttrichtung angepeilt wird. Die Winkelmessung kann mit einem Jakobsstab oder einem anderen Winkelmessgerät erfolgen.

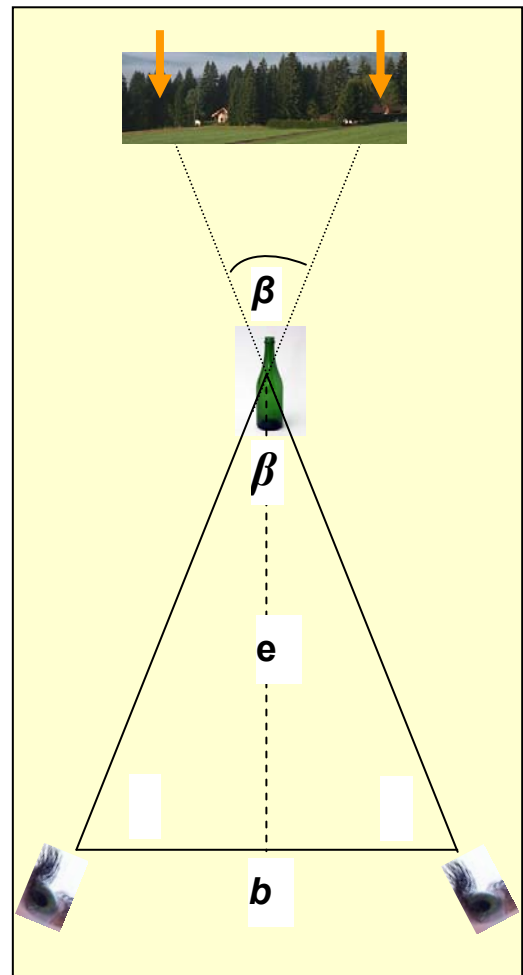
Die Vorgehensweise ist wie folgt:

- 1.) Man suche sich ein nahes Objekt aus, welches vor einem fernen Horizont gesehen werden kann. Man achte darauf, dass die gesuchte Entfernung e sehr viel kleiner ist als der Abstand zum fernen Horizont.
- 2.) Man markiere senkrecht zur Verbindungslinie zum Objekt eine Basislinie der Länge b .
- 3.) Nun peile man den fernen Horizont über das nahe Objekt unbekannter Entfernung von den zwei Enden der Basislinie b aus an, die jeweils den gleichen Abstand $b/2$ zur Verbindungslinie haben sollen. Für beide Peilungen merke man sich ein Referenzobjekt am Horizont.
- 4.) Nun misst man mit Hilfe eines Jakobsstabs oder eines Theodoliten den Winkelabstand der beiden Referenzobjekte am fernen Horizont. Man erhält den Winkel β .
- 5.) Die unbekannte Entfernung e ergibt sich mit Hilfe des Tangens wie folgt:

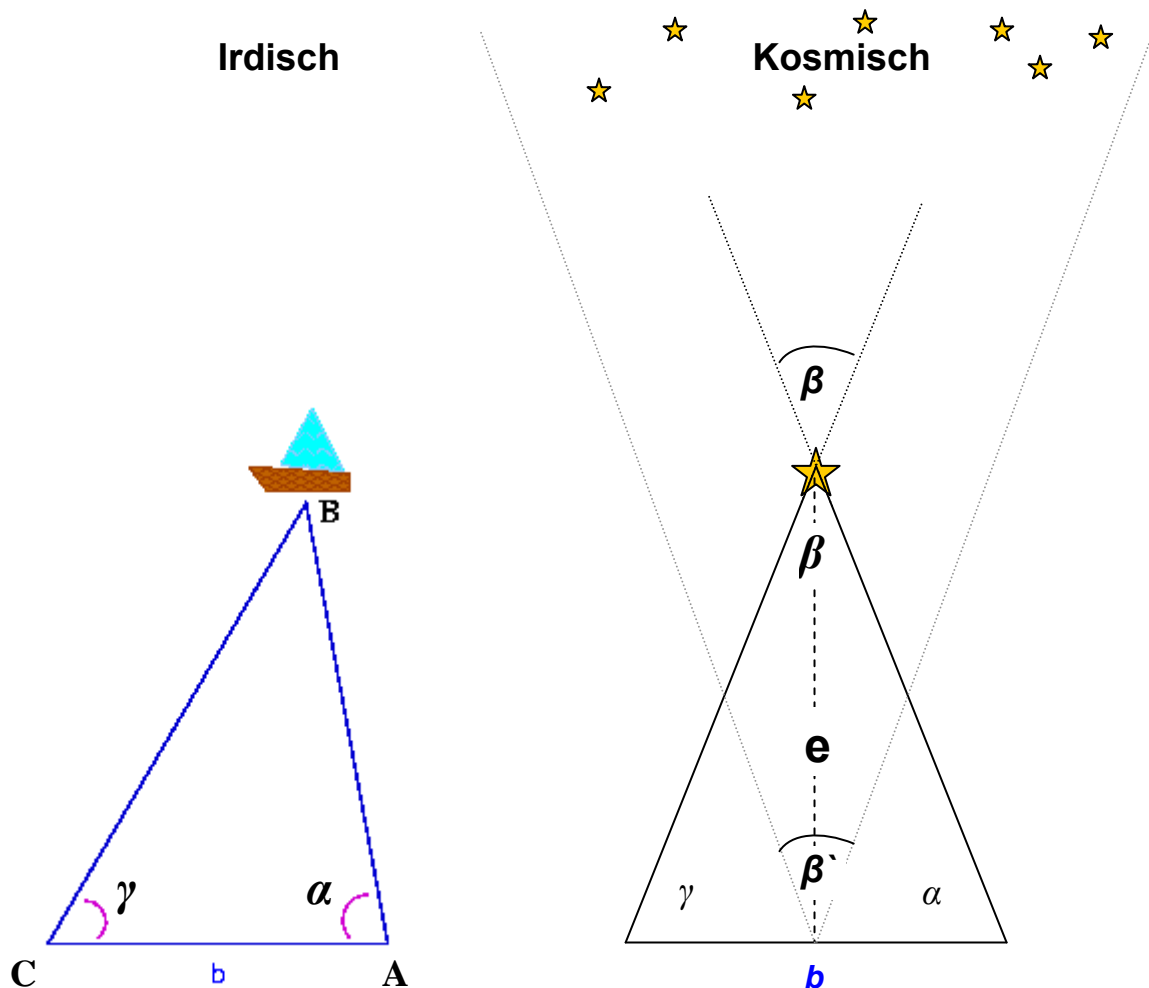
$$\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{\left(\frac{b}{2}\right)}{e} \quad \Rightarrow \quad e = \frac{\left(\frac{b}{2}\right)}{\tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}$$

(Für kleine Winkel lässt sich das noch vereinfachen)

- 6.) Abschließend messe man den Abstand zum unbekanntem Objekt mit einem Bandmaß o. dgl., vergleiche die Ergebnisse und begründe die Abweichungen.



Irdische und kosmische Triangulation im Vergleich



Die Basislinie b ist auf der Erde ersichtlich und vermessen und kann als Referenz für Winkelmessung (α , γ) genutzt werden.

Die Basislinie b ist vermessen (Erdbahndurchmesser), kann aber nicht als Referenz für Winkelmessung genutzt werden. Die hier gleichgroßen Winkel α und γ können entsprechend nicht gemessen werden.

Dafür wird der Winkel β mit Hilfe des fernen Fixsternhintergrunds gemessen. Der dabei ermittelte Winkel ist in sehr guter Näherung so groß wie β , weil der Abstand zum fernen Hintergrund viel größer ist als die gesuchte Entfernung e .

Für astronomische Verhältnisse ist die Strecke e sehr viel kleiner als die Entfernung zum Hintergrund. Deshalb gilt: $\beta = \beta'$.