

Bestimmung der Längengraddifferenz aus astronomischen Beobachtungsdaten

Um den Unterschied im Längengrad ($\Delta\lambda$) zwischen zwei astronomischen Beobachtungsstandorten zu ermitteln, nutzt man das fundamentale Prinzip: **Längengradunterschied entspricht dem Zeitunterschied der lokalen Sternzeit (oder Sonnenzeit) im selben physikalischen Moment.**

Da sich die Erde in ca. 24 Stunden einmal um 360° dreht, entsprechen 15° Längendifferenz genau 1 Stunde Zeitunterschied ($1^\circ \doteq 4$ Minuten).

Hier sind die gängigen astronomischen Methoden zur Ermittlung:

1. Methode über die Sternzeit (Transit-Methode)

Dies ist die klassische astronomische Methode. Man beobachtet an beiden Standorten (Standort A und Standort B) den Meridiandurchgang (Kulmination) desselben bekannten Sterns.

1. Beobachtung der Durchgangszeiten:

- Standort A misst die lokale Zeit t_A , zu der der Stern den Meridian passiert.
- Standort B misst die lokale Zeit t_B , zu der derselbe Stern den Meridian passiert.

2. Umrechnung in Lokale Sternzeit (LAST):

Aus den lokalen Beobachtungszeiten und den Uhrenabgleichen wird die Lokale Apparent Sidereal Time ($LAST_A$ und $LAST_B$) für ein Referenzereignis berechnet.

3. Berechnung der Längendifferenz:

$$\Delta\lambda = LAST_A - LAST_B$$

Setzt man die Zeiten in Stunden ein, erhält man die Winkeldifferenz in Grad über:

$$\Delta\lambda(^{\circ}) = (LAST_A - LAST_B) \times 15$$

2. Methode über ein zeitgleiches externes Ereignis (Simultanbeobachtung)

Wenn an beiden Standorten **exakt gleichzeitig** (synchronisiert über eine absolute Zeitbasis wie UTC) ein astronomisches Ereignis beobachtet wird, lässt sich der Längenunterschied direkt berechnen.

- **Ereignisse:** Bedeckung eines Sterns durch den Mond, Ein- und Austritt von Jupitermonden, Finsternisse oder Mikrolinsen-Ereignisse.

- **Vorgehen:**

1. Beide Stationen zeichnen den exakten UTC-Zeitpunkt T_{UTC} des Ereignisses auf.
2. Aus der gemessenen lokalen Stundenwinkel-Position h_A und h_B des Objekts zur Zeit T_{UTC} ergibt sich direkt der Unterschied im geographischen Längengrad:

$$\Delta\lambda = h_A(T_{UTC}) - h_B(T_{UTC})$$

3. VLBI (Very Long Baseline Interferometry) – Moderne Hochpräzisionsmethode

In der modernen Astrometrie und Geodäsie wird die Längendifferenz radioastronomisch über VLBI bestimmt:

1. Zwei Radioteleskope an den Standorten A und B beobachten simultan dasselbe extragalaktische Signal (z. B. einen Quasar).
2. Aufgrund der unterschiedlichen Entfernungen zum Quasar trifft das Signal an Standort B um eine kleine Zeitverzögerung τ (Time Delay) später ein als an Standort A.
3. Aus der gemessenen Laufzeitverzögerung τ und dem bekannten Ortsvektor der Quasar-Quelle lässt sich der Baseline-Vektor $\vec{b}$ zwischen den beiden Teleskopen berechnen, welcher die genaue Differenz in Länge ($\Delta\lambda$) und Breite ($\Delta\phi$) liefert.

Mathematische Grundgleichung für die Auswertung

Für eine Auswertung basierend auf dem Stundenwinkel h eines Himmelskörpers mit der Rektaszension α gilt an jedem Standort:

$$\text{LAST} = h + \alpha$$

Da die Rektaszension α eines fernen Sterns standortunabhängig ist, gilt für zwei Standorte im selben Moment:

$$\Delta\lambda = \lambda_A - \lambda_B = \text{LAST}_A - \text{LAST}_B = h_A - h_B$$

Liegt der Beobachtungspunkt A östlicher als B , erreicht der Stern den Meridian in Standort A früher als in Standort B .