Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 42 (1984)
Heft: 201

Artikel: Entfernungsmessung für Fixsterne erklärt an irdischem Beispiel
Autor: Spirig, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899272

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Entfernungsmessung für Fixsterne erklärt an irdischem Beispiel

P. SPIRIG

1. Einleitung

Vor den Herbstferien 1982 führte die 3. Klasse des mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums der Kantonschule Heerbrugg eine astronomische Studienhalbwoche durch. Sie fand auf der Feriensternwarte «Calina» in Carona (TI) statt. Die technische Leitung hatte unser Physiklehrer Prof. Dr. FFRITZ SCHOCH, von dem auch die Idee für dieses Lager stammte und der die einzelnen Aufgaben stellte. Dabei hatte ich den speziellen Auftrag, meinen Mitschülern das Verfahren der Entfernungsmessung für Fixsterne zu erklären und etwas näherzubringen. Zur Darstellung der Methode der indirekten Trigonometrie (Erdbahnparallaxenmethode) führte ich eine solche Messung in Carona im Modell durch (mit irdischem Objekt).

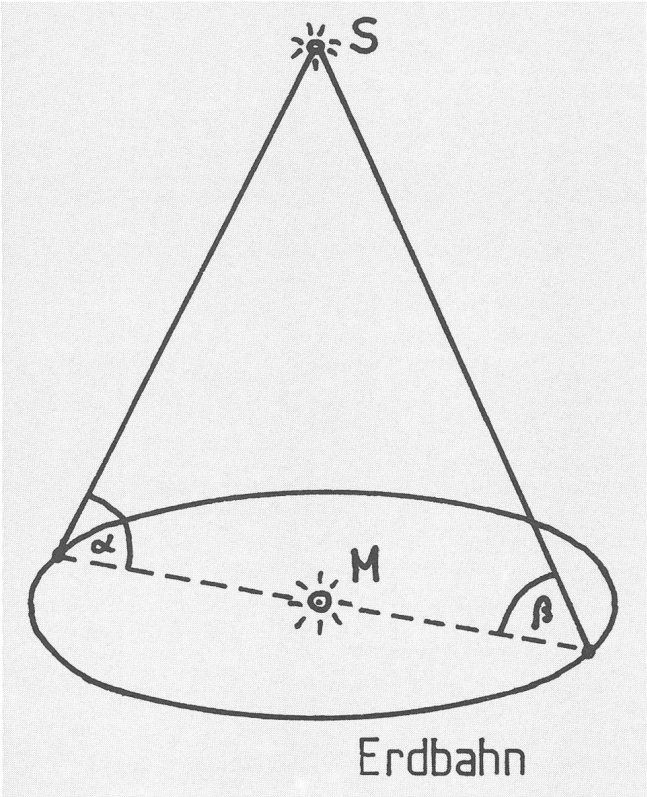


Abb. 1: Bestimmung der Winkel α und β zwischen dem Stern S und der Geraden durch Erde und Sonne M (in der Ekliptik).

2. Theorie der Fixstern-Entfernungsbestimmung mit indirekter Trigonometrie

Das Grundprinzip lässt sich gemäss Abb. 1 einfach verstehen. Um ein Dreieck auch noch vermessen zu können, wenn die Schenkel sehr lang sind, muss man die Basis möglichst gross wählen. Deshalb benutzt man für weit entfernte Fixsterne den Erdbahndurchmesser als Grundlinie (indirekte Trigonometrie). Wenn man also an einem bestimmten Tag den Winkel α zwischen dem Fixstern und der Ekliptik misst, ein halbes Jahr wartet und dann den Winkel β zwischen Fixstern und Ekliptik erneut bestimmt, so ergibt sich ein Dreieck, von dem man eine Seite (Erdbahndurchmesser) und die anliegenden Winkel kennt. Somit kann man durch einfache Trigonometrie die Schenkel des Dreiecks und somit den Abstand der Erde zum Fixstern berechnen. Was hier ziemlich einfach klingt, ist in Wirklichkeit eine komplizierte Aufgabe. Nur schon das Messen der Winkel α und β ist Präzisionsarbeit, da eine Genauigkeit auf Bruchteile von Bogensekunden erforderlich ist. Weiterhin kommt die Berücksichtigung anderer Faktoren, wie z.B. der Refraktion und der Aberration, dazu.

3. Praktische Ausführung in Carona

All diese genannten Gründe machen klar, dass wir mit unseren «beschränkten» Mitteln in Carona keine solchen Messungen durchführen konnten. Deshalb versuchte ich, das ganze Prinzip der indirekten Trigonometrie auf irdische Verhältnisse zu übertragen, d.h., das ganze im Modell nachzuvollziehen (mit einem Theodoliten: WILD T2). Als Basis (entsprechend dem Erdbahndurchmesser) diente uns ein Wegstück hinter der Sternwarte, auf dem wir zwei Holzpflöcklein einschlugen. Zwei vorstehende Nagelköpfe waren die exakten Begrenzungspunkte unserer Basis, die wir mit einem Doppelmeter zu $c = 17{,}54 \pm 0{,}1$ m bestimmten. Als zu vermessendes Objekt (≅ Fixstern) diente uns die Turmuhr der südlichsten Kirche von Campione.

Messungen, Berechnungen, Resultate

1. Schritt:

Vermessung des horizontalen Dreiecks ABT′ (Abb. 2), wobei T′ der gedachte Ort der Turmuhr auf Höhe der Basis c ist.

Messwerte: Basis $c = 17{,}54 \pm 0{,}1$ m, Basiswinkel $\alpha = 111°40'10'' \pm 5''$, Basiswinkel $\beta = 68°00'18'' \pm 5''$.

Daraus ergibt sich $\gamma = 180° - \alpha - \beta = 19'32''$.

Gesucht: a′

Zur Berechnung von a′ benützen wir den Sinussatz: «In jedem Dreieck verhalten sich die Seiten zueinander wie die Sinuswerte der Gegenwinkel».

Für unseren Fall heisst das:

$$\frac{a'}{c} = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} \quad \text{oder } a' = \frac{c \cdot \sin\alpha}{\sin\gamma} = \mathbf{2872\ m} \approx b'$$

2. Schritt:

Um die wahre Entfernung der Turmuhr T zu bestimmen, vermessen wir das Dreieck BTT′ (Abb. 2).

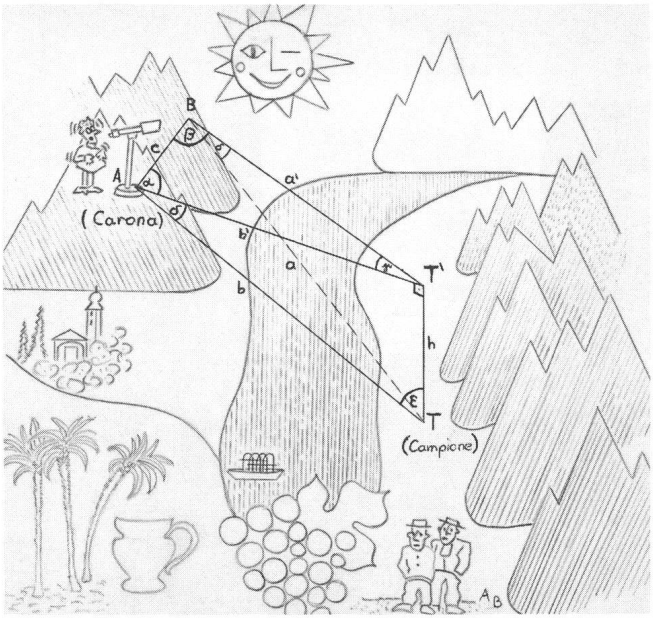


Abb. 2: «Entfernungsmessungen im Weltall» an irdischem Modell in Carona anschaulich dargestellt. (Zeichnung von ALEXANDRA BUCHER*).*

Messwert: δ (Höhenwinkel) = 5°23′08″ ± 5″.

Daraus ergibt sich $\varepsilon = 180° - 90° - \delta = 84°36'52''$.

Gesucht: a

Nach dem Sinussatz ist

$$\frac{a}{a'} = \frac{\sin 90°}{\sin \varepsilon} \quad \text{oder } a = \frac{a'}{\sin \varepsilon} = \mathbf{2885\ m} \approx b$$

Mit Hilfe von δ kann jetzt zusätzlich noch die Höhe h (Abb. 2) unserer Basis über der Turmuhr bestimmt werden:

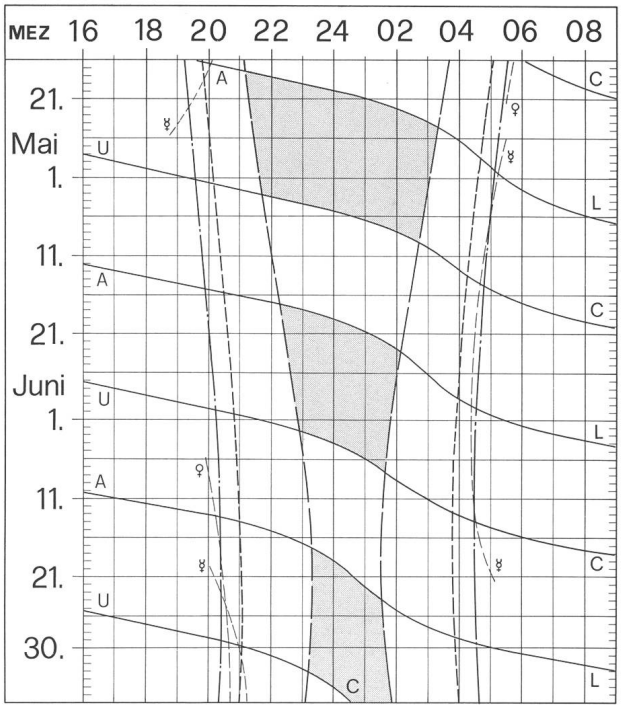
$$\frac{h}{a'} = \frac{\sin \delta}{\sin \varepsilon} \quad \text{oder } h = \frac{a' \cdot \sin \delta}{\sin \varepsilon} = \mathbf{271\ m}$$

4. Schlussbemerkung

Erfreulicherweise stimmten die Resultate sehr gut überein mit den Werten, die ich aus der Landkarte (Lugano 1:25000) bestimmte (a′ nach Landkarte = 2870 m; h nach Landkarte = 270 m). Durch dieses Vorgehen konnte die Methode der Entfernungsbestimmung durch Parallaxe meinen Mitschülern fast «handgreiflich» demonstriert werden.

Adresse des Verfassers:
Patrick Spirig, Gartenstrasse, CH-9462 Montlingen.

Sonne, Mond und innere Planeten



Soleil, Lune et planètes intérieures

Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30′ östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne — bestenfalls bis etwa 2. Grösse — von blossem Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du soleil, de la lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30′ de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires — dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 — sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le soleil.

Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
Lever et coucher du soleil

Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe —6°)
Crépuscule civil (hauteur du soleil —6°)

Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe —18°)
Crépuscule astronomique (hauteur du soleil —18°)

A L — Mondaufgang / Lever de la lune
U C — Monduntergang / Coucher de la lune

Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre