

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft

**Band:** 32 (1974)

**Heft:** 140

**Artikel:** Astronomische Ortsbestimmung mit Hilfe des Computers : maschinengerechte Standlinienmethode

**Autor:** Frick, M. / Henkel, M.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899630>

#### **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:** 07.01.2026

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

# Astronomische Ortsbestimmung mit Hilfe des Computers

(Maschinengerechte Standlinienmethode)  
von M. FRICK und M. HENKEL, Bremen

Die Standlinienmethode der astronomischen Ortsbestimmung stützt sich darauf, dass man, wenn die Zenitdistanz  $z_1$  eines Gestirns gemessen wurde, mit ihr auch den Abstand des eigenen Standorts vom sogenannten Projektionsort des Gestirns auf der Erdkugel kennt. Dieser Projektionsort ist der Ort, von dem aus man das Gestirn genau im Zenit sieht; das heisst, die Breite dieses Ortes ist gleich der Deklination, die Länge gleich dem Greenwicher Stundenwinkel des Gestirns. Kennen wir so den Abstand unseres Standorts vom Projektionsort, so wissen wir zunächst nicht mehr, als dass sich unser Standort irgendwo auf einem Kreis (der Höhengleiche) mit dem Radius  $z_1$  um den Projektionsort befinden muss. Messen wir nun noch die Zenitdistanz  $z_2$  eines zweiten Gestirns, dann wissen wir, dass der Standort auch auf dem Kreis mit dem Radius  $z_2$  um den Projektionsort dieses (zweiten) Gestirns liegen muss, womit der Standort als Schnitt der beiden Höhengleichen bestimmt ist. Nun schneiden sich die beiden Kreise allerdings in zwei Punkten – wenigstens in den für uns interessanten Fällen –, so dass wir die Auswahl zwischen zwei Möglichkeiten für unseren Standort haben; im allgemeinen wird es aber ohne weiteres möglich sein, zu entscheiden, welcher Standort der richtige ist.

Soweit die Theorie in aller Einfachheit. Blicken wir in die Geschichte zurück, so stellen wir fest, dass der amerikanische Segelschiffkapitän THOMAS H. SUMNER 1837 die astronomische Standlinie per Zufall entdeckte. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts erkannte der französische Admiral MARC ST. HILAIRE die volle Bedeutung dieser Standlinie als Teil der Höhengleiche. Er führte die Methode auch tatsächlich mit Zirkel und Globus aus, indem er die Höhengleichen direkt auf den Globus zeichnete. Hierzu sei bemerkt, dass ein Globus von ungefähr 1m Durchmesser eine Genauigkeit der Ortsbestimmung von etwa 10 km liefert. Das ist für die Weite des Ozeans und für die damalige Zeit, in der die Nautiker mehr raten als rechnen mussten, gar nicht so schlecht. Zudem ist dieses Verfahren sehr einfach und sinnfällig.

Im Laufe der Zeit ist jedoch eine erhebliche Komplizierung der Standortsbestimmung eingetreten, weil im Hinblick auf eine grösse Genauigkeit der Globus durch die Seekarte ersetzt wurde. Für diese war es unmöglich, die alte Methode durch eine entsprechende Rechnung zu ersetzen, einfach deshalb, weil diese Rechnung zu kompliziert geworden wäre. Rechenarbeit, die unter den erschwerten Bedingungen einer Reise ausgeführt werden muss, ist nur dann zu bewältigen, wenn sie auf möglichst einfache Weise durchgeführt werden kann: das Rechenschema muss einfach sein und Tabellen müssen den grössten Teil

der Rechenarbeit vorwegnehmen. Diese Überlegungen führten zur heute verwendeten Standlinienmethode: von einem Näherungsstandort aus (dem Loggeort, der aus Fahrtgeschwindigkeit und Fahrtrichtung vorausberechnet wird) wird die Umgebung eines der beiden Schnittpunkte der Höhengleichen in grossem Maßstab auf die Karte gezeichnet, wobei die Kreise durch Tangenten ersetzt werden.

Aber schon in naher Zukunft dürfte dieses Verfahren durch ein neues, erheblich genaueres ersetzt werden. Programmierbare Kleincomputer sind heute erschwinglich geworden, so dass damit zu rechnen ist, dass diese bald zur selbstverständlichen Ausrüstung der Schiffe gehören werden. Rechnungen zur Ortsbestimmung können dann diesem Computer übertragen werden. Man mag zunächst daran denken, die Standlinienmethode in ihrer bis heute benützten Form für den Computer zu programmieren. Das bedeutet aber nichts anderes, als dass die zur Ermöglichung der Benützung von Tabellenwerken eingeschlagenen Umwege nun durch weitere Umwege im Hinblick auf die Rechenprozesse im Computer zu ergänzen wären. Bei der hohen Rechengeschwindigkeit und Rechengenauigkeit des Computers erscheint es aber als viel zweckmässiger, den logisch einfachsten Weg der Berechnung zu benützen\*). Erinnern wir uns also an die alten Segelschiffer und die mathematischen Ursprünge unserer Methode.

Auf der Abbildung sind  $P_1$  und  $P_2$  die Projektionsorte mit den Breiten  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$ , sowie den Längen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$ . Um  $P_1$  und  $P_2$  werden die entsprechenden Höhengleichen (Kleinkreise!) mit den Radien  $z_1$  beziehungsweise  $z_2$  geschlagen, die als mögliche Standorte die Schnittpunkte  $X_1(\varphi/\lambda)$  und  $X_2(\varphi'/\lambda')$  liefern. Für die folgende Formelableitung sind zu betrachten (durchwegs Grosskreisbögen!): die Längenkreisbögen  $P_1$  Pol =  $(90^\circ - \varphi_1)$ ,  $X_1$  Pol =  $(90^\circ - \varphi)$  beziehungsweise  $X_2$  Pol =  $(90^\circ - \varphi')$ ,  $P_2$  Pol =  $(90^\circ - \varphi_2)$  mit den dazwischen liegenden Längendifferenzen wie eingezeichnet, die Bögen  $P_1X_1$  beziehungsweise  $P_1X_2$  und  $P_2X_1$  beziehungsweise  $P_2X_2$  und schliesslich der Abstand der Projektionsorte  $P_1P_2 = p$ . Die sphärischen Dreiecke  $P_1X_1P_2$  und  $P_1X_2P_2$  sind einander spiegelbildlich ähnlich; man beachte  $\alpha$  und  $\beta$ .

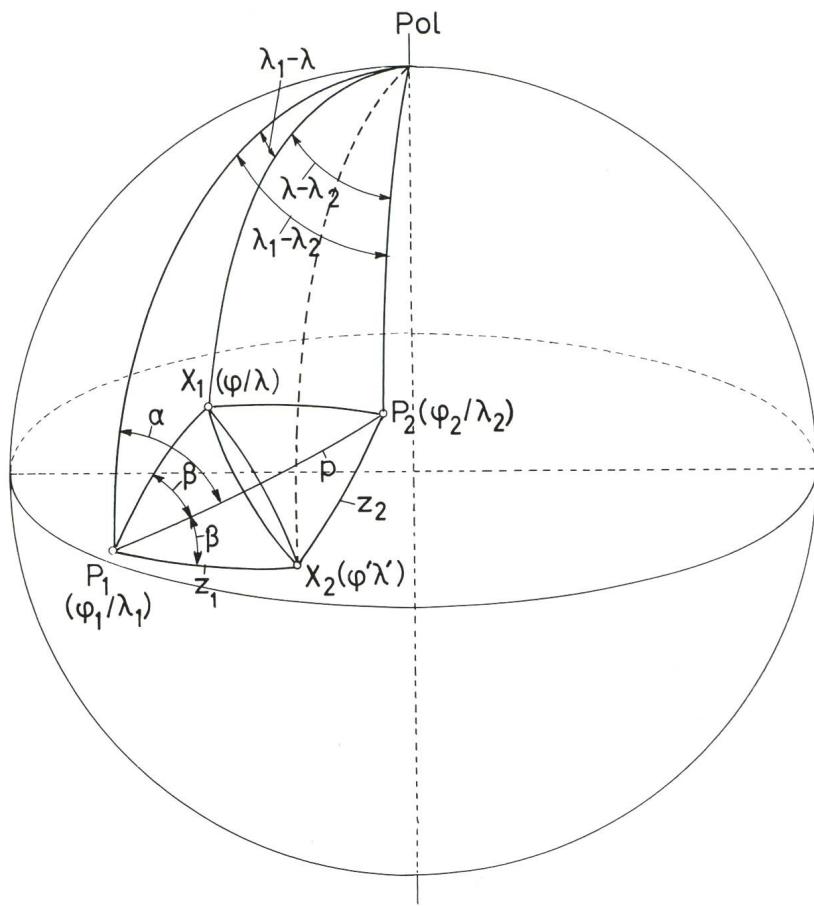
Im sphärischen Dreieck Pol  $P_1P_2$  gilt der Seiten-cosinussatz:

$$\cos p = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2), \quad (1)$$

woraus  $p$  und  $\sin p$  berechnet werden. Im gleichen Dreieck liefert der Sinussatz:

$$\sin \alpha = \sin(\lambda_1 - \lambda_2) \frac{\cos \varphi_2}{\sin p}, \quad (2)$$

womit  $\alpha$  berechnet wird.



Im sphärischen Dreieck  $P_1X_1P_2$  gilt:

$$\cos z_2 = \cos z_1 \cos p + \sin z_1 \sin p \cos \beta, \text{ und } (3)$$

$$\cos \beta = \frac{\cos z_2 - \cos z_1 \cos p}{\sin z_1 \sin p}, \quad (3a)$$

womit  $\beta$  berechnet wird.

$\alpha - \beta$  ergibt dann den Ort  $X_1$  und  $\alpha + \beta$  den Ort  $X_2$ . Weiter wird  $\cos(\alpha \pm \beta)$  benötigt.  $(4)$

Dann gilt für die sphärischen Dreiecke  $\text{Pol } P_1X_1$  (mit  $\alpha - \beta$ ) beziehungsweise  $\text{Pol } P_1X_2$  (mit  $\alpha + \beta$ ):

$$\sin \varphi \text{ (bzw. } \sin \varphi') = \sin \varphi_1 \cos z_1 + \cos \varphi_1 \sin z_1 \cos(\alpha \mp \beta). \quad (5)$$

Hieraus erhält man  $\varphi$  mit  $\alpha - \beta$  und  $\varphi'$  mit  $\alpha + \beta$ . Im gleichen Dreieck gilt außerdem:

$$\cos z_1 = \sin \varphi_1 \sin \varphi + \cos \varphi_1 \cos \varphi \cos(\lambda_1 - \lambda) \text{ und } (6)$$

$\cos z_1 = \sin \varphi_1 \sin \varphi' + \cos \varphi_1 \cos \varphi' \cos(\lambda_1 - \lambda')$ , sowie

$$\cos(\lambda_1 - \lambda) = \frac{\cos z_1 - \sin \varphi_1 \sin \varphi}{\cos \varphi_1 \cos \varphi} \text{ und } (6a)$$

$$\cos(\lambda_1 - \lambda') = \frac{\cos z_1 - \sin \varphi_1 \sin \varphi'}{\cos \varphi_1 \cos \varphi'},$$

woraus  $\lambda_1 - \lambda$  und  $\lambda_1 - \lambda'$ , sowie schliesslich  $\lambda$  und  $\lambda'$  berechnet werden.

Für  $\varphi_2 < \varphi_1$  wird  $\alpha > 90^\circ$ . Da dann der Computer statt mit  $90^\circ + \gamma$  mit  $90^\circ - \gamma$  weiterrechnen und damit ein falsches Ergebnis liefern würde, ist ein unterscheidender Programmschritt erforderlich:

Wenn  $\alpha > 90^\circ$  wird, ist  $\alpha$  durch  $180^\circ - \alpha$  zu ersetzen.

Eine logarithmische Durchführung dieser Rechnung würde mindestens zwei Stunden Zeit erfordern, während der Computer, dem das Programm (die logische Folge der Rechenschritte) eingegeben wurde (üblicherweise auf Band), dafür nur einige Sekunden benötigt. Man gibt dann nur die gemessenen Höhen oder Zenitdistanzen und die Projektions-Orte (per Lochkarte oder Lochstreifen) ein und erhält nach Sekunden zwei Werte des Standortes. Eine weitere Erleichterung der Ortsbestimmung mit Hilfe des Computers besteht darin, dass man in das Programm auch die Korrekturen für Refraktion und Kimmtiefe als Funktion der Höhen bzw. Zenitdistanzen aufnehmen kann. Die Kenntnis eines Loggeorts ist nicht mehr erforderlich, da das Ergebnis einer letzten Ortsbestimmung hinreichen wird, um zwischen den beiden errechneten Standorten richtig zu entscheiden.

\*) Ein analoges Vorgehen hat sich schon vor längerer Zeit mit der Einführung des Computers bei geometrisch-optischen Berechnungen ergeben. Auch hier sind die früheren Berechnungsweisen mit Hilfe von Tafelwerken durch eine logische Folge von Rechenschritten nach M. HERZBERGER mit durchschlagendem Erfolg ersetzt worden. (Anmerkung der Redaktion).