

Astronomische Ortsbestimmung mit Hilfe des Computers : maschinengerechte Standlinienmethode

Autor(en): **Frick, M. / Henkel, M.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **32 (1974)**

Heft 140

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899630>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 MARCQ 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 grössere 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.

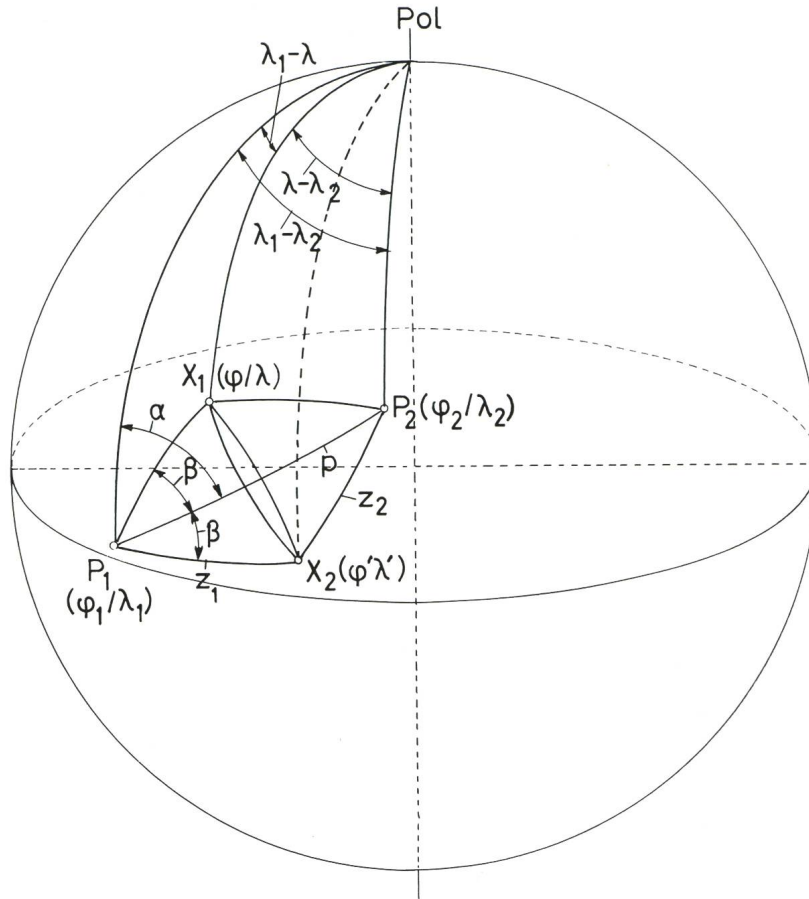
Auf der Abbildung sind P_1 und P_2 die Projektionsorte mit den Breiten φ_1 und φ_2 , sowie den Längen λ_1 und λ_2 . Um P_1 und P_2 werden die entsprechenden Höhengleichen (Kleinkreise!) mit den Radien z_1 beziehungsweise z_2 geschlagen, die als mögliche Standorte die Schnittpunkte $X_1(\varphi/\lambda)$ und $X_2(\varphi'/\lambda')$ liefern. Für die folgende Formelableitung sind zu betrachten (durchwegs Grosskreisbögen!): die Längengreisbögen $P_1 \text{ Pol} = (90^\circ - \varphi_1)$, $X_1 \text{ Pol} = (90^\circ - \varphi)$ beziehungsweise $X_2 \text{ Pol} = (90^\circ - \varphi')$, $P_2 \text{ Pol} = (90^\circ - \varphi_2)$ mit den dazwischen liegenden Längendifferenzen wie eingezeichnet, die Bögen $P_1 X_1$ beziehungsweise $P_1 X_2$ und $P_2 X_1$ beziehungsweise $P_2 X_2$ und schliesslich der Abstand der Projektionsorte $P_1 P_2 = p$. Die sphärischen Dreiecke $P_1 X_1 P_2$ und $P_1 X_2 P_2$ sind einander spiegelbildlich ähnlich; man beachte α und β .

Im sphärischen Dreieck $\text{Pol } P_1 P_2$ 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 α berechnet wird.



Im sphärischen Dreieck $P_1X_1P_2$ gilt:
 $\cos z_2 = \cos z_1 \cos p + \sin z_1 \sin p \cos \beta$, und (3)
 $\cos \beta = \frac{\cos z_2 - \cos z_1 \cos p}{\sin z_1 \sin p}$, (3a)

womit β 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 Pol P_1X_1
 (mit $\alpha - \beta$) beziehungsweise Pol P_1X_2 (mit $\alpha + \beta$):
 $\sin \varphi$ (bzw. $\sin \varphi'$) = $\sin \varphi_1 \cos z_1 + \cos \varphi_1 \sin z_1 \cos$
 $(\alpha \mp \beta)$. (5)

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

$$\begin{aligned} \cos z_1 &= \sin \varphi_1 \sin \varphi + \cos \varphi_1 \cos \varphi \cos(\lambda_1 - \lambda) \text{ und } (6) \\ \cos z_1 &= \sin \varphi_1 \sin \varphi' + \cos \varphi_1 \cos \varphi' \cos(\lambda_1 - \lambda'), \text{ sowie} \\ \cos(\lambda_1 - \lambda) &= \frac{\cos z_1 - \sin \varphi_1 \sin \varphi}{\cos \varphi_1 \cos \varphi} \text{ und } (6 a) \\ \cos(\lambda_1 - \lambda') &= \frac{\cos z_1 - \sin \varphi_1 \sin \varphi'}{\cos \varphi_1 \cos \varphi'} \end{aligned}$$

woraus $\lambda_1 - \lambda$ und $\lambda_1 - \lambda'$, sowie schliesslich λ und λ' be-
 rechnet 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 da-
 mit ein falsches Ergebnis liefern würde, ist ein unter-
 scheidender Programmschritt erforderlich:

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

Eine logarithmische Durchführung dieser Rech-
 nung würde mindestens zwei Stunden Zeit erfordern,
 während der Computer, dem das Programm (die lo-
 gische 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 aufneh-
 men kann. Die Kenntnis eines Loggeorts ist nicht
 mehr erforderlich, da das Ergebnis einer letzten Orts-
 bestimmung hinreichen wird, um zwischen den bei-
 den 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 Berech-
 nungsweisen mit Hilfe von Tafelwerken durch eine logische
 Folge von Rechenschritten nach M. HERZBERGER mit durch-
 schlagendem Erfolg ersetzt worden. (Anmerkung der Re-
 daktion).

Adresse der Verfasser: MARTIN FRICK und MANFRED HENKEL,
 Hochschule für Nautik, Bremen, B.R.D.