Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 38 (1980)
Heft: [1]: Sondernummer = numéro spécial = numero speciale

Artikel: Ein Beitrag zur Astronavigation
Autor: Schilt, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899580

Ein Beitrag zur Astronavigation

H. SCHILT

Aus den Beobachtungen eines Himmelskörpers von einem Schiff aus soll die Position des Schiffes, d.h. die geographische Länge und Breite bestimmt werden. Man benutzt einen Sextanten, um die Höhe H des Himmelskörpers, einen guten Kompass, um das Azimut AZ und eine Uhr, um die Beobachtungszeit t_{UT} (Weltzeit) zu messen. Wir nehmen an, die Beobachtungen seien berichtigt, d.h. korrigiert in bezug auf Refraktion, unter Umständen auch auf Parallaxe (Mond) und Instrumentenfehler (Missweisung des Kompasses, Skalennullpunkte und Uhrstand). Heute ist das schwächste Glied in dieser Reihe unzweifelhaft die Messung des Azimutes.

Zur Zeit der Beobachtung befindet sich der Himmelskörper im Zenit des Ortes Z (λ_Z, φ_Z), *Zenitpunkt* genannt.

Die Beobachtungen werden meistens mit einer indirekten Methode ausgewertet. Man schätzt die geogr. Koordinaten λ_O und φ_O für die Position des Schiffes (gegisster Ort). Aus einer Tabelle entnimmt man für den Himmelskörper die Koordinaten AR und δ, ebenfalls die Sternzeit t^*_{Gr} in Greenwich für die Beobachtungszeit. Es ist

$$\lambda_Z = 15\,(t^*_{Gr} - AR)$$
$$\varphi_Z = \delta$$

und der Stundenwinkel t_O des beobachteten Himmelskörpers ist

$$t_O = \lambda_Z - \lambda_O$$

Mit φ_O, t_O, δ und einem beliebigen r berechnet man nach dem Formelsystem 2.45 (Seite 20) das Azimut a_O und die Höhe h_O. Beide Winkel enthalten noch Schätzungs- und Beobachtungsfehler; insbesondere wird sich im allgemeinen h_O vom berichtigten Messwert H unterscheiden.

Man zeichnet nun auf einer Mercator-Karte[1]) vom gegissten Ort P_O aus mit Azimut $a = a_O + 180°$ (von Norden aus gemessen!) einen Strahl; dieser zeigt in Richtung zum Zenitpunkt des Himmelskörpers (Fig. a und b). Man trägt $H - h_O$ von P_O auf dem Strahl ab – falls $(H - h_O) < 0$, auf der rückwärtigen Verlängerung des Strahles) und erhält einen Punkt, in dem man die Normale zum Strahl errichtet. Diese Normale ist Tangente an die Standlinie.

Als Standlinie bezeichnet man jene Kurve, welche alle Orte der Erde verbindet, von denen aus der Stern zur Beobachtungszeit die gleiche Höhe H aufweist. Die Standlinie ist daher ein Kreisbogen mit dem Zenitpunkt als Mittelpunkt und einem Radius, auf der Erdoberfläche gemessen, von

$$r = R_{Erde}\,\mathrm{arc}\,(90° - H)$$

Um den Beobachtungsort festzulegen, ist eine weitere Messung an einem andern Himmelskörper auszuführen. Falls man genügend weit vom Zenitpunkt entfernt ist, kann man bei beiden Messungen die Standlinien durch ihre Tangenten ersetzen. Wo diese sich schneiden, erhält man einen Schiffsort, der näher beim wahren Ort ist als der gegisste Ort.

Man kann auch mit einer direkten Methode aus den bekannten Grössen einen Punkt auf der Standlinie bestimmen. Aus der Fig. *b* erkennt man, dass die Werte von δ, H und AZ genügen, um die fehlenden Stücke des sphärischen Dreiecks Nordpol-Schiffsort-Zenitpunkt zu berechnen. Aus dem Sinussatz findet man:

$$\sin \Delta\lambda = \frac{\sin AZ}{\cos \delta} \cos H$$

Wenn eine wirkliche Messung vorliegt, gibt es eine oder zwei Lösungen für $\Delta\lambda$; falls $\sin \Delta\lambda > 1$, liegt ein grober Messfehler vor.

Die Bedingung

$$(|\Delta\lambda| - AZ|)\,(|90° - H| - |90° - \delta|) \geqslant 0$$

schaltet meistens eine von den zwei gerechneten Werten von $\Delta\lambda$ aus. Mit dem Winkel $\Delta\lambda$ ist die Länge des Schiffsortes berechenbar:

$$\lambda = 15\,(t^*_{Gr} - AR) + \Delta\lambda$$

Um die Seite NP (Nordpol-Schiffsort) $= 90° - \varphi$ zu bestimmen, rechnet man sich zwei Hilfswinkel p und q aus, deren Summe gleich der Seite NP ist

$$\tan (90° - H) \cos AZ = p$$
$$\tan (90° - \delta) \quad \cos \Delta\lambda = q$$
$$p + q = 90° - \varphi, \quad \mathrm{mod}\ 180°$$

Damit ist ein Punkt der Standlinie bestimmt; weitere Punkte der Standlinie erhält man, wenn mit einem andern Azimut die Rechnung wiederholt wird.

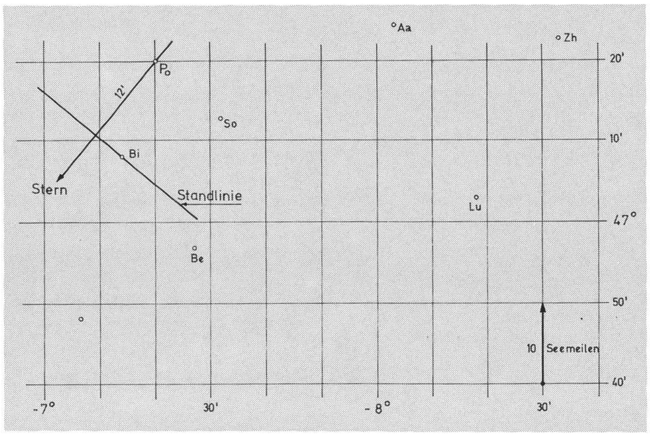

Fig. a: Mercatorprojektion. P_O gegisster Ort, $h - H = +12$ Bogenminuten = 12 Seemeilen. Für die Grössenordnung vergleiche man die angeschriebenen Orte.

Anmerkung:

1) Mercator-Karte: Einteilung: die y-Achse wird proportional zur geogr. Länge λ geteilt: $y = L\,\lambda$. Die Einteilung der x-Achse hängt von der geogr. Breite ab:

$$dx = L\,\frac{d\varphi}{\cos\varphi} \rightarrow x = \frac{L}{\mathrm{arc}\,1°}\ \ln\tan\,(45° + \frac{\varphi}{2})$$

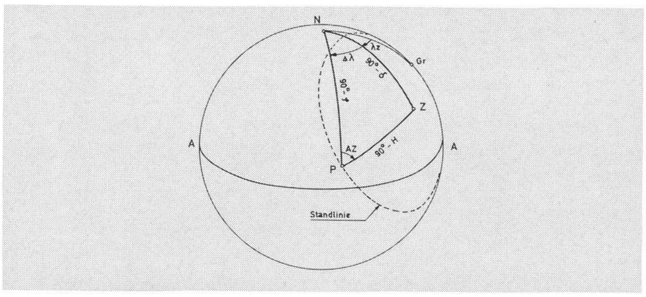

Fig. b: Gr: Greenwich, Z: Zenitpunkt, P: Beobachtungspunkt

Beispiel:
1979 XII 30.
9^h30^m GMT, Sonne: $\delta = -23.20°$, $AR = 18^h35^m$; Messung, $h = 14.40°$, $a = 150.90°$; Rechnung, $\Delta\lambda = 30.83°$, $\lambda = -7.19°$, $\varphi = 47.10°$.
14^h30^m GMT, Sonne: $\delta = -23.18°$, $AR = 18^h36^m$; Messung, $h = 9.26°$, $a = 220.41°$; Rechnung, $\Delta\lambda = 44.11°$, $\lambda = -7.21°$, $\varphi = 47.10°$.

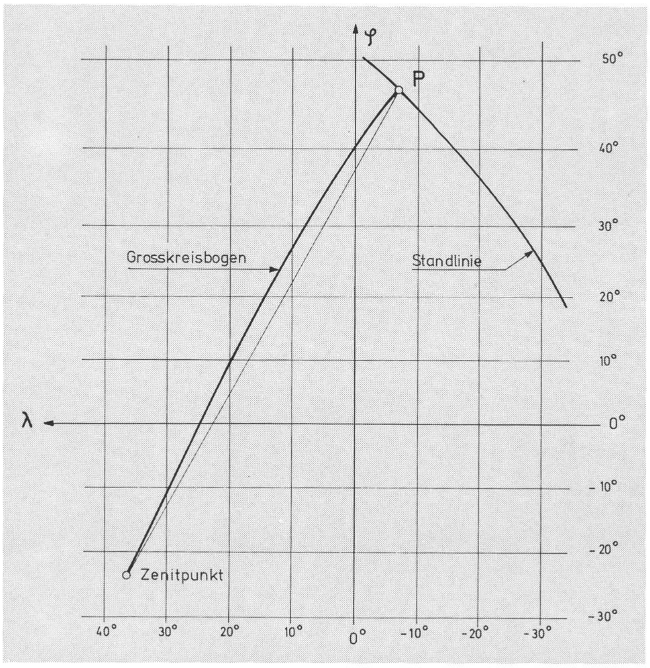

Fig. c: Beobachtungspunkt, Zenitpunkt, Standlinie und Grosskreisbogen in Mercatorprojektion.
Punkt P: ($\varphi = 47°$, $\lambda = -7°$)
Zenitpunkt ($\varphi = -23°$, $\lambda = +36°$)
Standlinie für H = 10°, Azimut des Zenitpunktes von P aus gemessen 140°.

Adresse des Autors:
Prof. H. Schilt, Höheweg 5, CH-2502 Biel.