

Geodätisch-astronomische Beobachtungen auf der King-George-Insel

Von Wolfgang Zick*

Zusammenfassung: Breiten-, Längen- und Azimutbestimmungen mit Hilfe der Sonne und bei Tageslicht sichtbaren Sternen werden beschrieben. Durch die Tagsternbeobachtung können in kurzer Zeit alle drei Größen bestimmt werden, wobei besondere Sorgfalt auf die Horizontalwinkelmessung verwendet werden muß.

Summary: Latitude-, longitude- and azimuth-determination by means of the sun and daylight-star-observations are described. The latter method provides in a short time ϕ , λ and a but horizontal angles must be observed very carefully.

Obwohl es heute mit Hilfe von Dopplergeräten möglich ist, ohne Schwierigkeiten die Lage eines Punktes auf der Erde mit einer der astronomischen Ortsbestimmung überlegenen Genauigkeit festzulegen, so hat die klassische geodätisch-astronomische Ortsbestimmung gerade bei kleineren Expeditionen und auch, wenn es um die Bestimmung von Azimuten geht, ihre Bedeutung nicht verloren.

Im Südsommer 1983/84 nahm der Verfasser als Geodät an einer Expedition von Physiogeographen (Barsch, Heidelberg und Stäblein, Berlin) auf der King-George-Insel (Südshetland-Inseln) an der Nordspitze der antarktischen Halbinsel teil. Zur Orientierung einer geplanten Orthophotokarte war eine astronomische Ortsbestimmung erforderlich; aus logistischen Gründen konnte jedoch nur die geodätische Grundausrüstung — hier ein Sekundentheodolit Kern DKM2 — mit Zenitokular, Sonnenfilter und handelsüblicher elektronischer Stoppuhr eingesetzt werden.

Die Witterungsbedingungen sind in dieser Region für astronomische Beobachtungen alles andere als geeignet: durchschnittlich 5 Tage im Jahr mit einer Bewölkung $< 2/8$ ließen es ratsam erscheinen, die Sonne am Tag nach der Ankunft sofort zu einer Breitenbestimmung aus Meridianzentridistanzen und am Spätnachmittag zu einer Azimut- und Zeitbestimmung aus Zenitdistanzmessungen auf einem zufällig am Ufer bei der chilenischen meteorologischen Station E. Frei gefundenen Dopplerpunkt (130103) zu verwenden.

Die Breite ergab sich aus der graphischen Auswertung zu

$$\phi = -62^{\circ}11'50'';$$

die Länge und das Azimut zu einer Mire wurden aus 5 Sätzen ermittelt, wobei die Querkomponente des Stehachsenfehlers mit Hilfe des eingebauten Kippachsmikrometers gemessen und bei der Azimutberechnung berücksichtigt wurde:

$$\lambda = -3^{\text{h}}55^{\text{m}}52.2^{\text{s}} \pm 0^{\text{s}}.2 \text{ w.Gr. } (m_{\lambda} \cdot \cos \phi = \pm 0^{\text{s}}.10)$$

$$\hat{=} -58^{\circ}58'03'' \pm 3'' (\pm 1.5'')$$

$$a = 266^{\circ}16'35'' \pm 4''$$

Zur besseren Beurteilung sind in den Klammern die auf den Großkreis bezogenen mittleren Fehler der

*Dr.-Ing. Wolfgang Zick, Geodätisches Institut der Universität, Englerstr. 7, 7500 Karlsruhe 1.

Längenbestimmung angegeben; in 62° Breite entspricht einer Längensekunde nur noch 14 m statt 30 m auf dem Großkreis. Es wurde die Sonne jeweils exzentrisch beim Berühren der Einzelfäden des Fadekreuzes beobachtet; der Zeitvergleich wurde mit einem Zeitzeichen in der nahegelegenen meteorologischen Station durchgeführt. Die Dopplerkoordinaten konnten für diesen Punkt später erhalten werden (WGS-72):

$$\phi = -62^\circ 12' 02.''69 \pm 0.''03$$

$$\lambda = -3^{\text{h}} 55^{\text{m}} 50^{\text{s}}.61 \pm 0.005$$

$$\triangleq -58^\circ 57' 39.''14 \pm 0.''07$$

Die Unterschiede können u. a. von Lotabweichungen verursacht sein; außerdem ist die persönliche Gleichung des Beobachters in diesem Fall nicht bekannt; als systematischen Zeitnahmefehler geht sie voll in die Längenbestimmung ein.

Bei Sonnenbeobachtungen sind Stativ und Instrument logischerweise der Sonne ausgesetzt; zu diesen unberechenbaren Einflüssen auf die Geräteaufstellung und Instrumentenfehler kommt noch die Schwierigkeit beim Einstellen dieses großen Objekts, was die mit Sonnenbeobachtungen erreichbare Genauigkeit immer beschränken wird. Zur genaueren Ortsbestimmung werden Sterne herangezogen, was naturgemäß im Polarsommer bei fehlender Nacht zunächst nicht möglich scheint.

Sternbeobachtungen bei Tage wurden schon verschiedentlich beschrieben (z. B. Albright und Clapp, 1968, Lee, 1967); Versuche am Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe haben gezeigt, daß bei klarem Himmel und geringem Dunst auch mit einem Sekundentheodolit (Objektivdurchmesser 40—45 mm, etwa 30fache Vergrößerung) bei Tage Sterne bis zur Helligkeit des Polarsterns ($m = 2.1$) beobachtet werden können, und daß bei Abschirmung der Sonne, Beobachtung auf einem Pfeiler und Zeitnahme mit einer Morsetaste aus Zenitdistanz- und Horizontalrichtungsmessungen zu 5—6 Sternen eine Genauigkeit von $\pm 1''$ in allen 3 Größen zu erreichen ist (Staiger, Zick, 1984). Die Voraussetzung zum Auffinden der Sterne sind genügend genaue Näherungskordinaten, die man sich leicht aus Sonnenbeobachtungen oder Karten beschaffen kann.

Auf einem Vermessungspunkt „Este“ bei der chilenischen Station „Teniente R. Marsh“ wurden in $2\frac{1}{4}$ Stunden 5 Sterne (davon einer doppelt) in beiden Lagen jeweils beim Durchqueren des horizontalen und vertikalen Einzelfadens beobachtet. Die aktuelle Querkomponente des Stehachsenfehlers wurde durch Ablesen des Vertikalkreises in Fernrohrstellung rechts und links senkrecht zur Zielrichtung im Anschluß an die Horizontalwinkelablesung bestimmt. Das Gerät stand bei starkem Wind, der das Aufbauen eines Schirms nicht zuließ, ungeschützt auf einem Stativ; die Beobachtung, Zeitnahme (Stoppuhr) und Feldbuchführung wurden vom Verfasser — wie auch bei den Sonnenbeobachtungen — allein durchgeführt. Die Sonne stand etwa in N-NO, in ihrem Umfeld werden die Sterne überstrahlt; die beobachteten Sterne lagen im Azimutbereich $130^\circ < a < 320^\circ$ und hatten eine Zenitdistanz $19^\circ < z < 65^\circ$. Eine Auswertung nur aus den Zenitdistanzen („Standlinienmethode“) ergab:

$$\phi = -62^\circ 11' 31.''6 \pm 0.''9$$

$$\lambda = -3^{\text{h}} 55^{\text{m}} 55^{\text{s}}.89 \pm 0^{\text{s}}.10 (\pm 0^{\text{s}}.05)$$

$$\triangleq -58^\circ 58' 58.''3 \pm 1.''5 (\pm 0.''7)$$

Eine gemeinsame Ausgleichung mit allen Zenitdistanzen und Horizontalrichtungen führte zu:

$$\phi = -62^{\circ}11'28.''1 \pm 2.''2$$

$$\lambda = -3^{\text{h}}55^{\text{m}}56^{\text{s}}.17 \pm 0^{\text{s}}.31 (\pm 0^{\text{s}}.14)$$

$$\cong -58^{\circ}59'03.''2 \pm 4.''7 (\pm 2.''2)$$

$$a = 172^{\circ}14'14'' \pm 5''$$

Da die Horizontalwinkelmessung offensichtlich wesentlich ungenauer als die Zenitdistanzmessung war, wurden mit den Ergebnissen der „Standlinienmethode“ die Azimute der Sterne, und damit — allerdings nur mit den 5 Sternen mit $37^{\circ} < z < 65^{\circ}$ — das Azimut der Mire berechnet:

$$a = 172^{\circ}14'12'' \pm 4''$$

Ohne Berücksichtigung der Querkomponente des Stehachsenfehlers führt die gleiche Berechnung zu

$$a = 172^{\circ}14'18'' \pm 10'',$$

was eindrucksvoll die Notwendigkeit der Bestimmung vor Augen führt. Etwa in der Mitte der Beobachtungszeit wurden während der Kulmination einige Zenitdistanzen zur Sonne gemessen; die daraus abgeleitete Breite ist

$$\phi = -62^{\circ}11'30''$$

In Anbetracht widriger Beobachtungsbedingungen — insbesondere beim Zielen gegen den heftigen SW-Wind bei Temperaturen um den Gefrierpunkt trübten die Augen, so daß oft der Stern gerade beim Passieren des Fadens nicht genau gesehen wurde und neue Einstellungen nötig waren — sind besonders die Breiten- und Längenergebnisse aus den Zenitdistanzmessungen erstaunlich gut. Problematisch ist das Azimut; auch wenn es den Beobachtungsablauf verzögert, sollte unmittelbar vor und nach den Zielungen zum Stern die Richtung zur Mire abgelesen werden. Nach Möglichkeit ist das Instrument im Schatten zu halten.

Davon abgesehen führen sorgfältige Sonnenbeobachtungen in vielen Fällen zu befriedigenden Ergebnissen. Messungen in der Ostantarktis mit entsprechendem Instrumentarium ergaben, daß aus den Meridianzenitdistanzen ein mittlerer Breitenfehler von $\pm 1''$ bis $\pm 2''$ erreicht werden kann; die Längenbestimmung mit der Sonne wird der Standlinienmethode immer unterlegen sein, zumal ein Breitenfehler das Ergebnis systematisch verfälscht und nur durch Beobachtung am Vor- und Nachmittag eliminiert werden kann, was auch für die Azimutbestimmung mit Hilfe der Sonne gilt.

Das Unternehmen wurde finanziell von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Schwerpunktprogramms Antarktisforschung und logistisch von dem Instituto Antartico Chileno unterstützt.

L i t e r a t u r

- St a i g e r, R. & W. Z i c k (1984): Geodätisch-astronomische Ortsbestimmung durch Sternbeobachtung bei Tage. — Allg. Vermessungs-Nachr. 91: 366—373.
A l b r i g h t, J. C. & J. L. C l a p p, (1968): Evaluation of Antarctic star observations. — J. Surveying & Mapping Div. 94: 81—93.
L e e, D. R. (1964): Daylight star observations in Antarctica. — J. Surveying & Mapping Div. 90: 75—82.