

Ein Fehler in der Uhrkorrektion beeinflusst die Lage des Meridians gegenüber dem Dreieck PS_1S_2 . Da ein Fehler du das Zenit in der Richtung des I. Vertikales verschiebt, wird der Fehler $d\Phi$ eine kleine Größe höherer Ordnung, wenn du klein von der ersten Ordnung ist.

Die beiden Sterne sind somit im I. Vertikal bei kleinen Zenitdistanzen zu beobachten, der eine im Osten, der andere im Westen.

d) Simultane Bestimmungen

Da die Uhrkorrektion oder die Polhöhe entweder aus den Durchgängen zweier Sterne durch denselben Almukantarat oder aus den Durchgängen durch denselben Vertikal ermittelt werden kann, liegt es nahe, zu fragen, ob mit Hilfe der Durchgänge von drei Sternen gleichzeitig Uhrkorrektion und Polhöhe bestimmt werden können. Die Antwort auf diese Frage läßt sich sowohl auf geometrischem als analytischem Weg geben; die geometrische Beantwortung besteht darin, daß man zeigt, wie man die drei Unbekannten – in dem einen Falle die gemeinsame Zenitdistanz z , die Uhrkorrektion u und die Poldistanz Φ des Zenites, im andern Falle das gemeinsame Azimut neben u und Φ

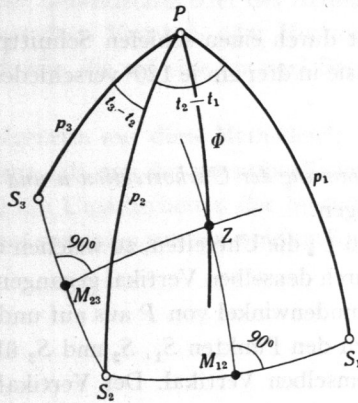


Fig. 11

– durch Konstruktion finden kann. Die analytische Beantwortung hat von der Funktionaldeterminante der drei Funktionen, durch welche die drei Unbekannten miteinander verbunden werden, auszugehen. Verschwindet die Funktionaldeterminante, so sind die drei Unbekannten nicht voneinander unabhängig. Wir gehen an dieser Stelle nur auf die geometrische Behandlung dieser Frage ein.

1. *Simultane Bestimmung der Uhrkorrektion u und der Poldistanz Φ des Zenites mit Hilfe der Uhrzeiten U_1 , U_2 und U_3 , zu welchen drei verschiedene Sterne in denselben Almukantarat gekommen sind (Figur 11).*

Bekannt sind die Differenzen $t_2 - t_1$ und $t_3 - t_2$ der Stundenwinkel. Auf den Schenkeln dieser Winkel tragen wir die Poldistanzen p_1 , p_2 und p_3 ab und erhalten die Sternörter S_1 , S_2 und S_3 , die nach Voraussetzung auf dem gleichen Almukantarat liegen. Die Mittelsenkrechten der Seiten S_1S_2 , S_2S_3 und S_3S_1 des Dreiecks $S_1S_2S_3$ schneiden sich im Zenit Z . Da das Zenit schon durch den Schnittpunkt von 2 der 3 Mittelsenkrechten bestimmt ist und es gleichgültig sein muß, welche beiden Mittelsenkrechten zur Konstruktion gewählt werden,

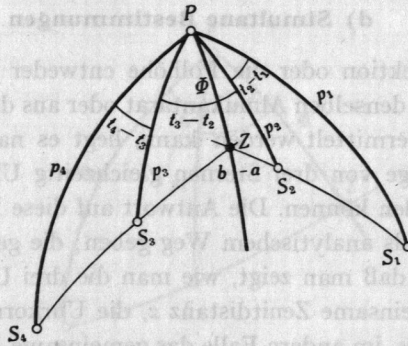


Fig. 12

wird man, um Z nicht durch einen schiefen Schnittpunkt zu erhalten, die 3 Sterne so wählen, daß sie in drei um je 120° verschiedenen Azimuten durch den Almukantarat gehen.

2. *Simultane Bestimmung der Uhrkorrektur u und der Poldistanz mit Hilfe von Vertikaldurchgängen.*

Es seien U_1 , U_2 und U_3 die Uhrzeiten, zu welchen drei Sterne mit verschiedenen Poldistanzen durch denselben Vertikal gegangen sind. Trägt man wieder die Differenzen der Stundenwinkel von P aus auf und geht mit Hilfe der Poldistanzen der Sterne zu den Punkten S_1 , S_2 und S_3 über, so liegen diese nach Voraussetzung auf demselben Vertikal. Der Vertikal ist aber als Großkreis schon durch zwei Punkte bestimmt, wenn sie weder zusammenfallen noch sich diametral gegenüberliegen. Bei fehlerfreien Beobachtungen liegt also der Punkt S_3 auf dem schon durch S_1 und S_2 gelegten Vertikal. Durch zwei oder mehr Durchgänge wird also nur die Lage des Vertikales gegenüber dem Pol P festgelegt. *Die Lage des Zenites auf dem Vertikal bleibt unbestimmt.* Uhrfehler und Polhöhe können also durch drei oder mehr im selben Vertikal beobachtete Durchgangszeiten nicht simultan bestimmt werden.

Die Aufgabe, simultan Zeit und Polhöhe aus Vertikaldurchgängen zu ermitteln, ist lösbar, wenn in *zwei verschiedenen Vertikalen* die Durchgänge von je zwei verschiedenen Sternen beobachtet werden (Figur 12). Sind die Sterne 1 und 2 im Vertikal des Azimutes a und die Sterne 3 und 4 im Vertikal des

Azimuthes b beobachtet, so lassen sich auf den Schenkeln der Winkel $t_2 - t_1$ und $t_4 - t_3$ mit Hilfe der Poldistanzen der Sterne die vier Örter S_1 , S_2 , S_3 und S_4 angeben; S_1 und S_2 liegen auf dem Vertikal des Azimuthes a und S_3 und S_4 auf dem Vertikal des Azimuthes b . Da aber auch der Winkel $t_3 - t_2$ bekannt ist, ist die gegenseitige Lage der beiden Vertikale auf der Kugel gegeben; sie schneiden sich im gesuchten Zenit Z ; es kann jetzt der Meridian eingezeichnet, die Poldistanz PZ abgemessen und es können die Stundenwinkel der vier Sterne angegeben werden.

Die günstigsten Umstände sind dann vorhanden, wenn sich die beiden Vertikale rechtwinklig schneiden; kommt es nur auf die Bestimmung der Uhrkorrektur und der Polhöhe an, so wird man die beiden Sternpaare in kleinen Zenitdistanzen, je zu beiden Seiten des Zenites, beobachten, um zu erreichen, daß eine Unsicherheit in den Richtungen der beiden Vertikale sich so wenig als möglich auf die Lage des Schnittpunktes übertragen kann ⁴⁾.

Das Instrument, das zu den Methoden der Ortsbestimmung verwendet wird, die auf der Elimination der Zenitdistanz oder des Azimuthes beruhen, braucht nicht mit einem genau geteilten Vertikal- oder Horizontalkreis versehen zu sein; es genügen Einstellkreise, die auf eine bis zwei Bogenminuten genau abgelesen werden können.

Wir behandeln im Folgenden nur diese Methoden*); sie verdienen die Bezeichnung «genau» insofern, als nur die unvermeidlichen Fehler der Durchgangsbeobachtungen und die Unsicherheiten der Sternörter das Resultat beeinflussen; da keine Winkel gemessen werden, spielen Kreisteilungsfehler keine Rolle.

*) Eine analytische Diskussion der günstigsten Beobachtungsumstände aller möglichen Methoden gibt die Dissertation von E. HERZOG, «Die Aufgaben der astronomisch-geographischen Ortsbestimmung in systematischer Behandlung» (Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Band LVIII, 1947).