

Der Meridiansucher der Firma Wild A.G. Heerbrugg : Instrument zur Bestimmung der Nordrichtung

Autor(en): **Vögeli, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und
Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et
améliorations foncières**

Band (Jahr): **40 (1942)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-199773>

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.

SCHWEIZERISCHE
Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik / Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Organe officiel de l'Association Suisse du Génie rural / Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

Redaktion: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme:

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR A. G., WINTERTHUR

No. 9 • XL. Jahrgang der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“ Erscheinend am zweiten Dienstag jeden Monats 8. September 1942 Inserate: 50 Cts. per einspaltige Nonp.-Zeile	Abonnements: Schweiz Fr. 12. —, Ausland Fr. 16. — jährlich Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaften für Kulturtechnik u. Photogrammetrie Fr. 9. — jährl. Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins
--	--

Der Meridiansucher der Firma Wild A.G., Heerbrugg

Instrument zur Bestimmung der Nordrichtung

Von Ing. Rob. Vögeli, Heerbrugg

I. Theorie und Beschreibung des Meridiansuchers

Eine rasche und bequeme Bestimmung der Nordrichtung bietet dem Geometer oder Ingenieur viele Vorteile. Wenn sie bis heute so selten angewandt wurde, so geschah es hauptsächlich deswegen, daß sie einige Kenntnisse in den Methoden der geographischen Ortsbestimmung, das Vorhandensein von Stern-Katalogen und ziemlich viel Rechenarbeit verlangte. Das gilt selbst für eine Genauigkeit von nur 1–2 Bogenminuten, wie sie z. B. zur Kontrolle von Bussoleninstrumenten oder zu Orientierungen für militärische Zwecke gefordert wird.

Die Firma Wild in Heerbrugg hat nun ein einfaches Gerät geschaffen, mit dem man ohne astronomische Kenntnisse auf bequemste Weise die Nordrichtung auf zirka $\frac{1}{2}$ ' genau bestimmen kann. Vom Beobachter wird nur verlangt, daß er den Polarstern finden könne. Das Gerät setzt die Benützung eines Theodoliten voraus und wird auf dessen Fernrohr vor dem Objekt aufgesetzt. Es wurde vorläufig erst für eine Verwendung auf der nördlichen Halbkugel konstruiert und arbeitet nach folgendem Prinzip.

Aus dem Fixsternsystem der nördlichen Hemisphäre greifen wir zwei Sterne 1 und 2, sowie den allerdings nicht sichtbaren Pol P heraus (Fig. 1). Die beiden Sterne kreisen im Laufe von 24 Stunden einmal um den festen Pol. Ihre Poldistanzen p_1 und p_2 , sowie die Differenz s ihrer Stundenwinkel t können innerhalb gewisser Grenzen als konstant angenommen werden.

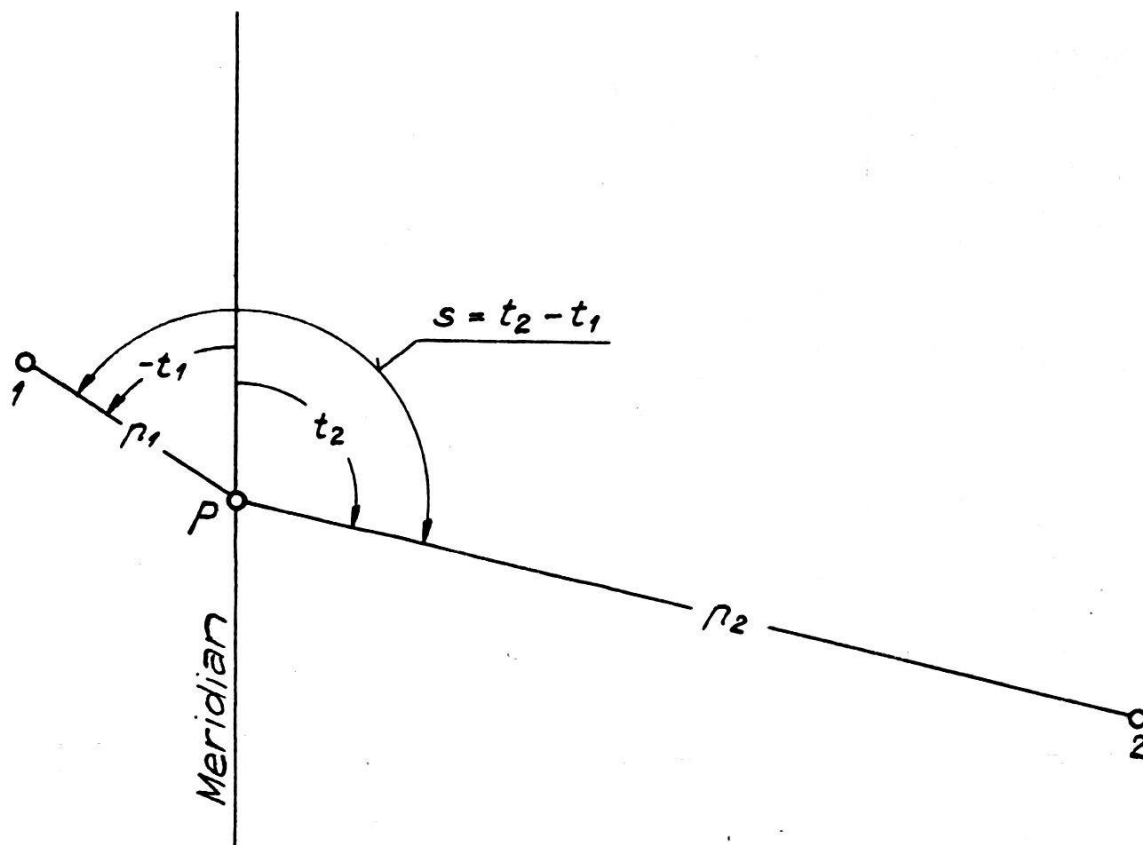


Fig. 1.

Man denke sich nun ein Gerät, bestehend aus drei Zielfernrohren, die unter sich die gleichen Winkel einschließen wie die Richtungen nach 1, 2 und P. Die Fernrohrachsen seien sinngemäß mit F_1 , F_2 und F_p bezeichnet. Stellt man nun F_1 auf 1, F_2 auf 2 ein, so zeigt F_p nach dem Pol.

Wählt man aus den Fixsternen die beiden polnahen Sterne α und β Ursae minoris, so sind deren Poldistanzen

$$p_1 \cong 1^\circ 00' \qquad p_2 \cong 15^\circ 40'$$

und die Rektaszensionsdifferenz beider Sterne

$$s \cong 165^\circ$$

Die drei Fernrohre sind also diesen Daten entsprechend einzustellen. Man kann sie aber durch ein einziges Theodolitfernrohr ersetzen, dem zwei Prismen vorgeschaltet sind mit den Ablenkwinkeln p_1 und p_2 und dem Winkel s zwischen den beiden Ablenkungsebenen. Das Theodolitfernrohr selber entspricht dann dem früheren F_p .

Die Figuren 2 und 3 stellen einen achsialen Schnitt sowie eine Ansicht des Meridiansuchers von oben dar. Darin bedeutet 1 das Objektiv des Theodolitfernrohres 2. Die Fassung 3 des Meridiansuchers ist auf dem Fernrohr 2 lose drehbar aufgesetzt und kann mit Hilfe der Schraube 4 in jeder beliebigen Stellung auf dem Fernrohr festgeklemmt werden. In dieser Fassung sind der Prismenkeil 5 von der Ablenkung p_1 und das Prisma 6 mit Ablenkung p_2 befestigt. p_1 und p_2 entsprechen den Pol-

distanzen von a und β Ursae minoris. Die strichpunktigten Linien in Fig. 3 geben die Richtungen der Hauptebenen an, in welchen die Ablenkungen p_1 und p_2 erfolgen. Diese Hauptebenen schneiden sich unter dem Winkel s . Unter Berücksichtigung dieses Schnittwinkels ist die Ablenkung von Keil 5 in Fig. 2 mit p_1' bezeichnet worden, indem sie nicht in der Zeichenebene, sondern in einer um den Winkel s dazu schief gestellten Ebene erfolgt.

Das Aufsuchen des Pols geschieht folgendermaßen:

Man richtet das Fernrohr des horizontalen Theodoliten nach dem Polarstern, steckt den Meridiansucher vor das Objektiv und dreht ihn so lange, bis die Bilder der Sterne 1 und 2 zusammenfallen. Stellt man nun Mitte Fadenkreuz auf dieses Doppelbild ein, so zeigt das Theodolitfernrohr nach dem Pol, worauf die Orientierung des Horizontalkreises gegenüber der Nordrichtung am entsprechenden Mikroskop abgelesen werden kann. Um die Instrumentenfehler zu eliminieren, nimmt man die Einstellung in beiden Fernrohrlagen vor und mittelt die Ablesungen.

Ein genaues Zusammentreffen der beiden Sternbilder findet nun allerdings nur dann statt,

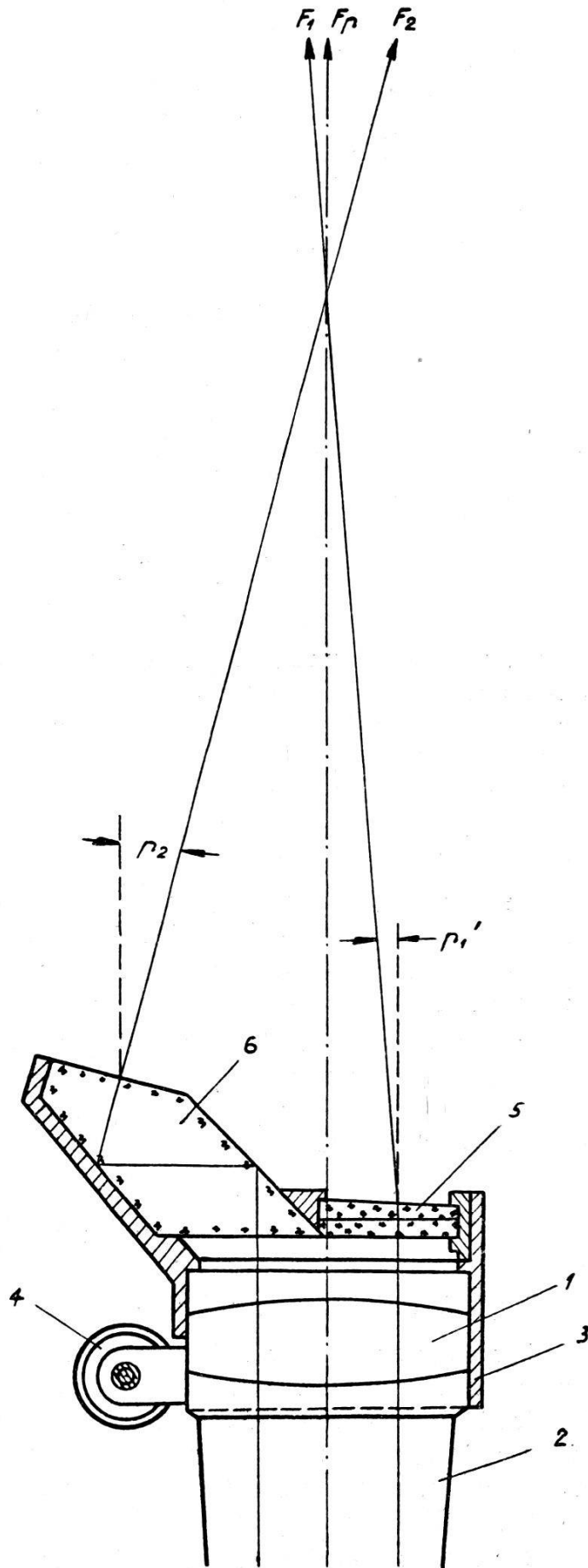


Fig. 2.

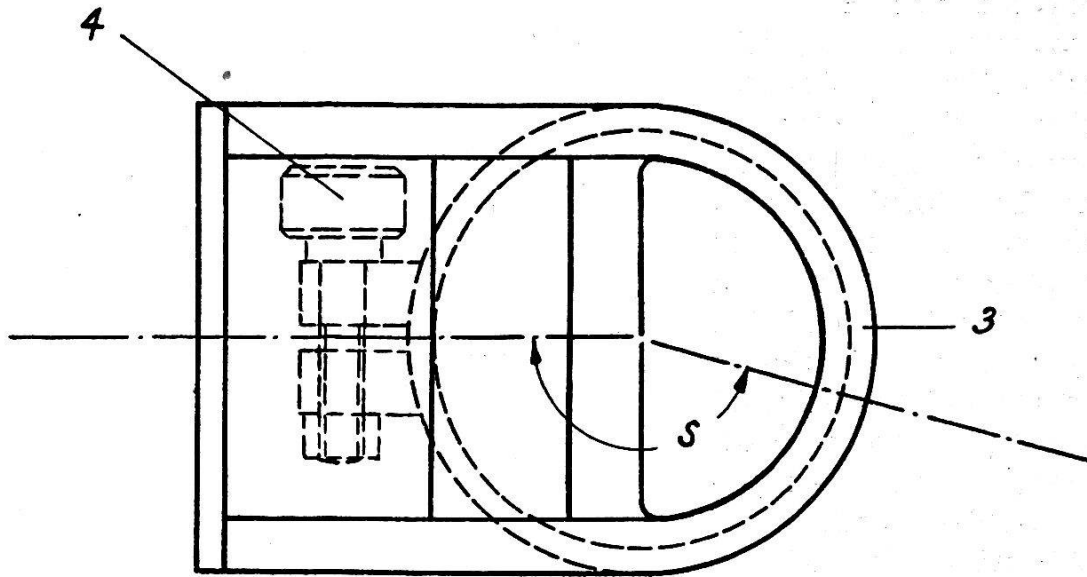


Fig 3.

wenn die Sterne genau unter den am Gerät eingestellten Winkeln p_1 , p_2 und s erscheinen. Zufolge kleiner Änderungen der Stern-Koordinaten, sowie infolge der Refraktion, werden die Sternbilder jedoch stets in größerem oder kleinerem Abstand aneinander vorbeigehen. Man dreht deshalb den Meridiansucher so lange, bis ihr Abstand ein Minimum wird, worauf das bei der Drehung nahezu unbewegliche Bild des Polarsterns auf Fadenkreuzmitte eingestellt wird.

Da sich, wie bereits erwähnt, die Stern-Koordinaten im Laufe der Jahre ändern, müssen dem Gerät bestimmte Mittelwerte p_1 , p_2 und s zugrunde gelegt werden. Wir berechnen deshalb unser Instrument z. B. für die mittleren Stern-Koordinaten des Jahres 1950.

In den folgenden Fehlerbetrachtungen sollen nun die Fehler in der Azimuth-Bestimmung ermittelt werden, die einerseits durch die Abweichungen der Stern-Koordinaten von den im Instrument eingeführten Mittelwerten, andererseits durch die Refraktion bedingt sind.

II. Fehlerbetrachtungen

1. Einfluß eines Fehlers in der Bestimmung des Pols auf das Azimuth

Wir nehmen an, der Pol werde durch den Meridiansucher nicht in seinem theoretisch richtigen Punkte P , sondern in P'' festgelegt (Fig. 4). Die Nordrichtung, respektive der Meridian durch den Beobachtungsort erfahren dadurch eine Verfälschung „da“, oder mit anderen Worten: das Azimuth, das man auf Grund der mit dem Meridiansucher festgelegten Nordrichtung mißt, wird um den Winkel „da“ falsch sein.

Der Bogen $P-P''$ heiße d (Fig. 5). Er soll im Moment der Beobachtung mit dem wahren Meridian den Winkel σ einschließen. Nach den Ge-

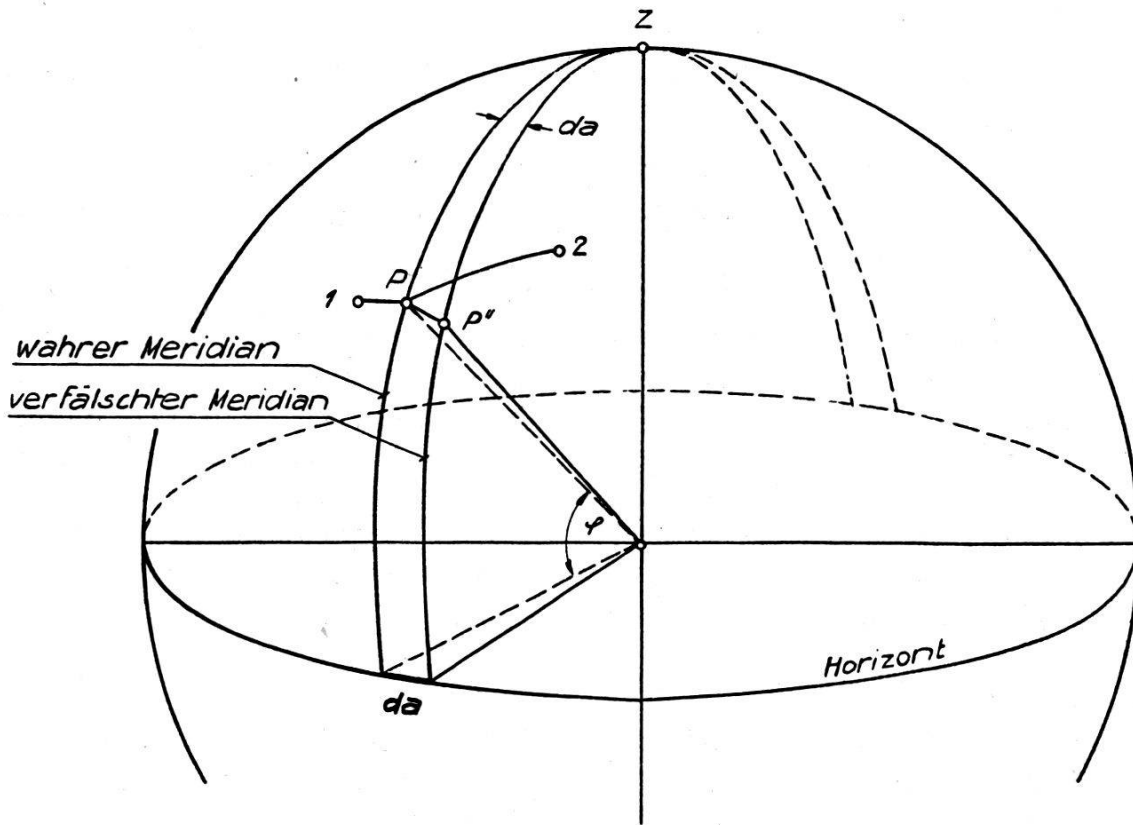


Fig. 4.

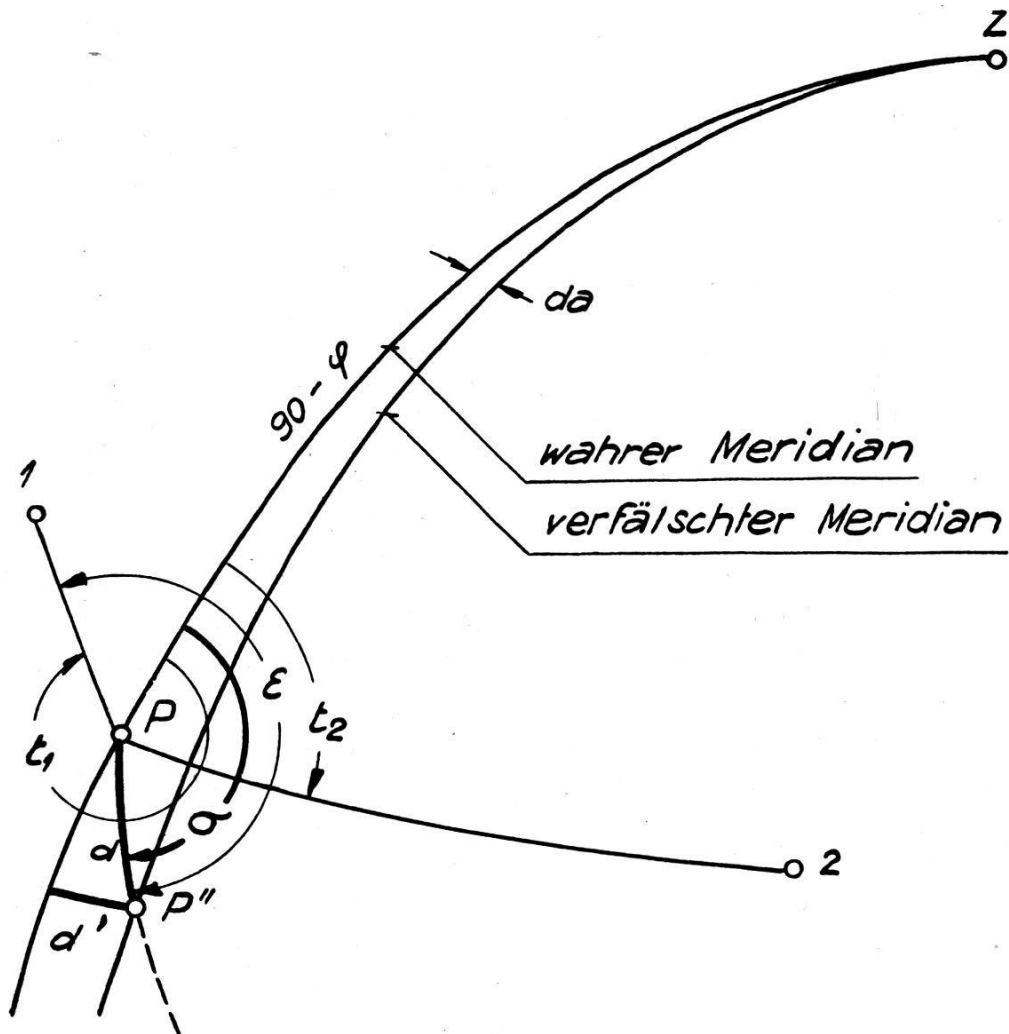


Fig. 5.

setzen der sphärischen Trigonometrie und weil es sich um kleine Werte handelt, wird

$$\left. \begin{aligned} da &= \frac{d'}{\cos \varphi} \\ \underline{d'} &= \underline{d \cdot \sin \sigma} \end{aligned} \right\} (1)$$

Man erkennt schon hier, daß der Meridiansucher nur in nicht zu polnahen Gegenden verwendet werden darf, da für $\varphi = 90^\circ$ $\cos \varphi = 0$, „da“ demnach $= \infty$ wird. Als Grenze für seine Verwendbarkeit kann, unter Berücksichtigung einer Toleranz von einer halben Minute, $\varphi = 75^\circ$ angegeben werden (nördlichster Punkt von Europa ca. 71° !).

Für nördliche Breiten unter 15° ist seine Verwendung beschränkt, weil in diesen Breiten β Ursae minoris zeitweise unter dem Horizont verschwindet, sich also der Beobachtung entzieht.

2. Berechnung der Anzeigefehler des Meridiansuchers

Wir definieren als die „Anzeigefehler“ des Meridiansuchers den in Fig. 5 enthaltenen Bogen $d = P-P''$ und seinen Stundenwinkel σ . Den Meridiansucher stellen wir uns wieder als aus drei getrennten Fernrohren bestehend vor.

1, 2 und P (Fig. 6) verkörpern die zwei Gestirne und den Pol. $1'$, $2'$, P' , bzw. $1''$, $2''$, P'' stellen die Durchstoßpunkte der drei Achsen F_1 , F_2 und F_p eines mit Differenzen gegenüber den momentan geltenden Stern-Koordinaten behafteten Gerätes durch die Himmelskugel dar. Der einfache und der doppelte Index bedeuten, daß es sich bei gleicher Stellung des Fernrohres um zwei verschiedene Lagen des Meridiansuchers handelt.

p_1 , p_2 und s sind demnach die momentan geltenden Stern-Koordinaten; p_1' , p_2' und s' die im Instrument eingeführten Mittelwerte. Ihre Differenzen dp_1 , dp_2 und ds sind gegeben durch die Gleichungen.

$$\begin{aligned} p_1 &= p_1' + dp_1 \\ p_2 &= p_2' + dp_2 \\ s &= s' + ds \end{aligned} \quad (2)$$

Bei der Handhabung des Gerätes muß am Schluß stets der Polars Stern auf Fadenkreuzmitte eingestellt werden. Das bedeutet, daß schließlich das ganze Gerät um die Richtung nach 1 gedreht wurde, so daß dieselbe in unseren Ableitungen als Drehachse angenommen werden kann ($1 = 1' = 1''$, Fig. 6).

Von den ∞ vielen Stellungen, die der Meridiansucher gegenüber dem fest eingestellten Fernrohr einnehmen kann, greifen wir zwei heraus:

In der in Fig. 6 mit einfachem Index bezeichneten Lage geht die durch F_1 und F_p gebildete Ebene durch 1 und den wahren Pol P . Die mit doppeltem Index versehene Stellung erhält man, wenn die beiden Sternbilder im Gesichtsfeld des Theodolitfernrohres möglichst nahe bei-

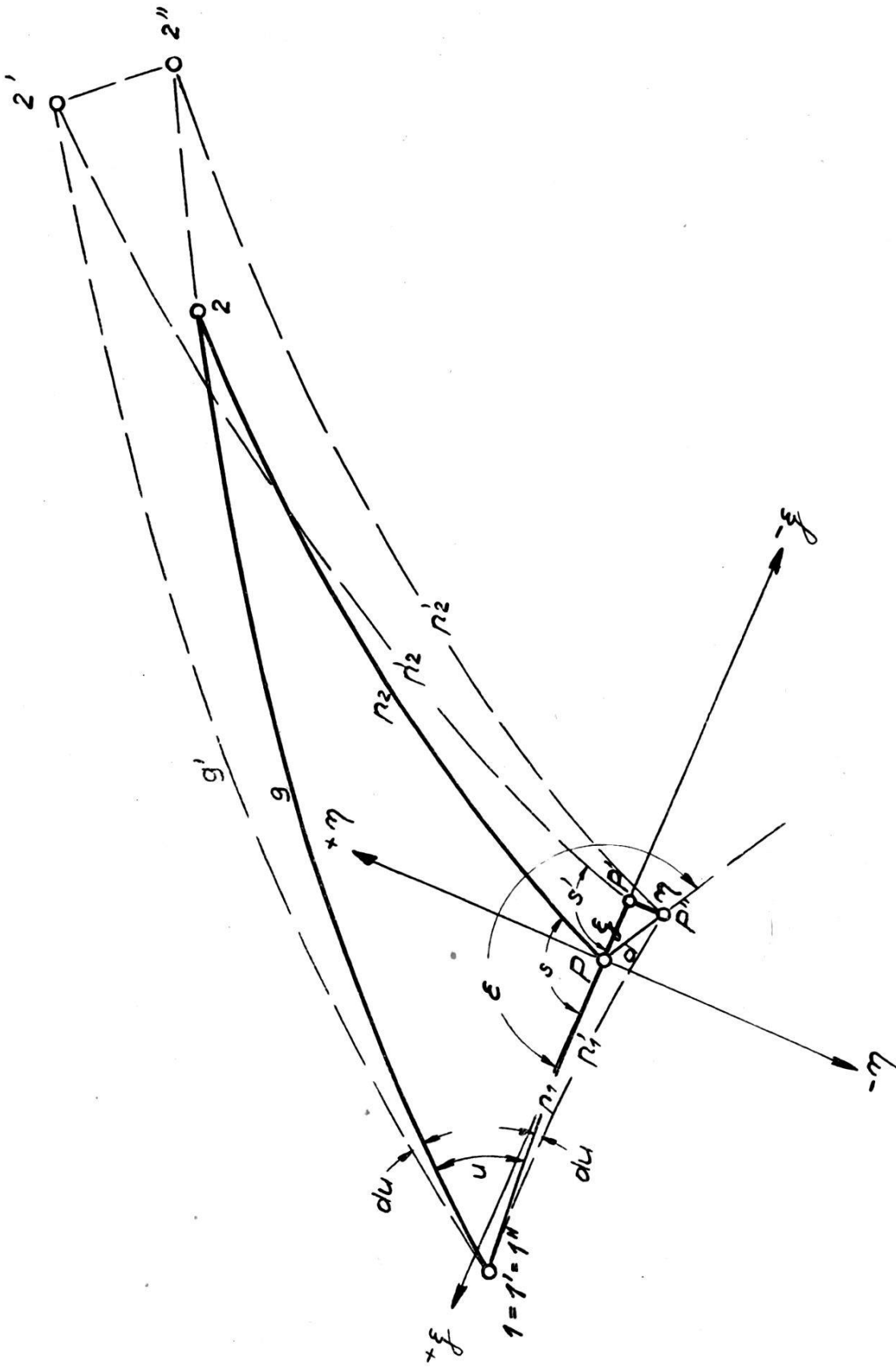


Fig. 6.

sammen stehen. Dann ist auch der Abstand 2-2' ein Minimum und 1, 2 und 2' liegen auf einem Groß-Kreis. 2' geht dann in 2'' über, während P' nach P'' zu liegen kommt. Um diese Verschiebung P'-P'' zu erreichen, muß der Meridiansucher um den Winkel du um Punkt 1 gedreht werden.

Der „Anzeigefehler“ $d = P - P''$ kann nun in zwei zueinander senkrechte Koordinaten ξ und η zerlegt werden, die man wegen der Kleinheit des Dreiecks als geradlinig betrachten kann. Den Nullpunkt dieses Koordinatensystems legen wir nach P , während die ξ -Achse mit der Tangente im Punkte P an den Großkreis 1 — P zusammenfallen soll. d und der zur Berechnung von σ notwendige Hilfswinkel ε (Fig. 5 und 6) werden dann:

$$d = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\eta}{\xi} \quad (4)$$

Da du ein kleiner Winkel ist, wird

$$\xi = dp_1 \quad (5)$$

Schließlich wird, wie ebenfalls aus Fig. 6 ersichtlich ist, $\eta = p_1' \cdot du$ oder, da $p_1' \cong p_1$

$$\eta = p_1 \cdot du \quad (6)$$

Zur Bestimmung von η wird vorerst du berechnet. Man drückt im Dreieck 1 — 2 — P (Fig. 6) u mit Hilfe des Sinus- und des Cosinussatzes in p_1 , p_2 , s und g aus und differenziert die so erhaltenen Gleichungen nach du , dp_1 , dp_2 , ds und dg . Der noch in der Rechnung bleibende Winkel u wird mit Hilfe des Cosinussatzes durch p_1 , p_2 , s und g ersetzt. Drückt man g durch die drei erstgenannten Sternkoordinaten aus, so erhält man du und schließlich η als Funktionen von p_1 , p_2 und s , sowie deren differentiellen Änderungen dp_1 , dp_2 und ds .

$$\left. \begin{aligned} \sin u &= \frac{\sin p_2 \sin s}{\sin g} && \text{Sinussatz} \\ \cos g &= \cos p_1 \cos p_2 + \sin p_1 \sin p_2 \cos s. && \text{Cosinussatz} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Differentiation des Sinussatzes:

$$\cos u \, du = \frac{\cos p_2 \sin s}{\sin g} dp_2 + \frac{\sin p_2 \cos s}{\sin g} ds - \frac{\sin p_2 \sin s \cos g}{\sin^2 g} \cdot dg$$

Differentiation des Cosinussatzes und Auflösung nach dg .

$$dg = \frac{1}{\sin g} \left\{ \begin{aligned} &\sin p_1 \cos p_2 dp_1 + \cos p_1 \sin p_2 dp_2 - \cos p_1 \sin p_2 \cos s dp_1 - \\ &- \sin p_1 \cos p_2 \cos s dp_2 + \sin p_1 \sin p_2 \sin s ds \end{aligned} \right\}$$

Ersetzung von $\cos u$ (im differenzierten Sinussatz) durch p_1, p_2, s und g mit Hilfe des Cosinussatzes.

$$\cos u = \frac{\cos p_2 - \cos p_1 \cos g}{\sin p_1 \sin g}$$

Löst man den differenzierten Sinussatz nach du auf, wobei $\cos u$ und dg durch die oben berechneten Ausdrücke ersetzt werden, so erhält man

$$\begin{aligned} du = & \frac{\sin p_1 \sin p_2 \sin s}{\left(\frac{1}{\cos g} - \cos g\right) (\cos p_2 - \cos g \cos p_1)} \left[(\cos p_1 \sin p_2 \cos s - \right. \\ & \left. - \sin p_1 \cos p_2) dp_1 \right. \\ & + \left\{ \left(\frac{1}{\cos g} - \cos g\right) \operatorname{ctg} p_2 - \cos p_1 \sin p_2 + \sin p_1 \cos p_2 \cos s \right\} dp_2 \\ & \left. + \left\{ \left(\frac{1}{\cos g} - \cos g\right) \operatorname{ctg} s - \sin p_1 \sin p_2 \sin s \right\} ds \right] \end{aligned}$$

Schließlich führt man die obige Gleichung in Formel 6 ein und erhält nach entsprechender Vereinfachung und bei Aufnahme der Gleichungen 1, 3, 4, 5, die Formelgruppe 8:

$$\begin{aligned} A &= \cos g = \cos p_1 \cos p_2 + \sin p_1 \sin p_2 \cos s; \\ B &= \left(\frac{1}{A} - A\right); \quad C = \sin p_1 \sin p_2 \sin s; \\ D &= \cos p_2 - A \cdot \cos p_1; \quad E = \sin p_1 \cos p_2; \\ F &= \cos p_1 \sin p_2; \quad G = F \cos s - E; \\ H &= B \operatorname{ctg} p_2 - F + E \cos s; \\ I &= B \operatorname{ctg} s - C; \quad K = \frac{C}{B \cdot D}; \\ L &= K \cdot G \cdot p_1; \quad M = K \cdot H \cdot p_1; \quad N = K \cdot I \cdot p_1; \\ \eta &= L \cdot dp_1 + M \cdot dp_2 + N \cdot ds \\ \xi &= dp_1; \quad d = \sqrt{\xi^2 + \eta^2}; \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\eta}{\xi} \\ \sigma &= t_1 + \varepsilon; \quad da = \frac{d \cdot \sin \sigma}{\cos \varphi} \end{aligned} \tag{8}$$

p_1, p_2 und s werden nun durch die im Meridiansucher eingestellten Mittelwerte

$$p_1 = 1^\circ 00'; \quad p_2 = 15^\circ 40'; \quad s = 165^\circ 00'$$

ersetzt, womit Formelgruppe 8 in Formelgruppe 9 übergeht.

$$\begin{aligned}
 \eta &= -0.0138 dp_1 + 0.0010 dp_2 - 0.0160 ds \\
 \xi &= dp_1; \quad d = \sqrt{\xi^2 + \eta^2}; \quad \text{tg } \varepsilon = \frac{\eta}{\xi}; \\
 \sigma &= t_1 + \varepsilon; \quad da = \frac{d \cdot \sin \sigma}{\cos \varphi}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Im Anschluß an diese Ableitung sollen drei einfache numerische Beispiele angeführt werden, auf die wir später wieder zurückkommen werden.

a) Änderung nur in p_1 : $dp_1 = -2'$; $dp_2 = ds = \pm 0$.

$$\begin{aligned}
 \xi &= -2'.00; & d &= 2'.00 \\
 \eta &= +0'.03 & \varepsilon &= 179^\circ 10' \underline{\underline{\approx 180^\circ}}
 \end{aligned}$$

b) Änderung nur in p_2 : $dp_2 = -2'$; $dp_1 = ds = \pm 0$.

$$\begin{aligned}
 \xi &= \pm 0'.00; & d &= 0'.002 \\
 \eta &= -0'.002 & \varepsilon &= \underline{\underline{\approx 270^\circ}}
 \end{aligned}$$

c) Änderung nur in s : $ds = -1^\circ = -60'$; $dp_1 = dp_2 = \pm 0'$.

$$\begin{aligned}
 \xi &= \pm 0'.00; & d &= 0'.96 \\
 \eta &= +0'.96 & \varepsilon &= \underline{\underline{\approx 90^\circ}}
 \end{aligned}$$

Einfluß der Refraktion auf die Bestimmung des Meridians

Die Refraktion wirkt sich vor allem auf die Zenitdistanz z aus. Sie hat beim Meridiansucher jedoch auch eine mittelbare Einwirkung auf das Azimuth, die hauptsächlich vom Stundenwinkel, respektive der Zenitdistanz von β Ursae minoris, sowie von der geographischen Breite φ des Beobachtungsortes abhängt.

Die folgende Tabelle enthält die Refraktionswinkel des Sterns β im Zeitpunkt der oberen und unteren Kulmination für $\varphi = 25, 47$ und 70° . Die Refraktion von α Ursae minoris kann für die jeweilige Breite φ als konstant, gleich und gleich gerichtet wie diejenige des Pols angenommen werden. Das Refraktionsgesetz lautet:

$$r'' = 57.0 \cdot \text{tg } z \tag{10}$$

Stern Ursae min.	Höhe h	Zenit- distanz z	Refraktion r	Bemer- kungen
<u>1. $\varphi = 25^\circ$</u>				
β	+ $15^\circ 40' = 40^\circ 40'$	$49^\circ 20'$	67''	obere Kulmin.
α	= $25^\circ 00'$	$65^\circ 00'$	123''	
β	— $15^\circ 40' = 9^\circ 20'$	$80^\circ 40'$	340''	untere Kulmin.
<u>2. $\varphi = 47^\circ$</u>				
β	+ $15^\circ 40' = 62^\circ 40'$	$27^\circ 20'$	30''	obere Kulmin.
α	= $47^\circ 00'$	$43^\circ 00'$	54''	
β	— $15^\circ 40' = 31^\circ 20'$	$58^\circ 40'$	94''	untere Kulmin.
<u>3. $\varphi = 70^\circ$</u>				
β	+ $15^\circ 40' = 85^\circ 40'$	$4^\circ 20'$	4''	obere Kulmin.
α	= $70^\circ 00'$	$20^\circ 00'$	21''	
β	— $15^\circ 40' = 54^\circ 20'$	$35^\circ 40'$	41''	untere Kulmin.

Zur Untersuchung des Einflusses der Refraktion auf das Azimut sind in Fig. 7 der Himmelpol, das Zenit und die beiden Sterne mit P , Z , 1 und 2 bezeichnet. Durch die Refraktion werden 1 und P um den Winkel r_1 in Richtung nach dem Zenit nach den scheinbaren Himmelsorten $1'$ und P' , 2 um r_2 nach $2''$ verschoben. Würde Stern 2 ebenfalls um r_1 und parallel zu $1-1'$, $P-P'$ verschoben, so erschiene er in $2'$ und der Meridiansucher würde trotz der Refraktion das Azimut richtig, den Pol selbst jedoch um den Betrag r_1 erhöht angeben. Tatsächlich wird aber, wie bereits erwähnt, 2 auf dem Großkreis durch den Zenit um r_2 nach $2''$ abgelenkt. Dreht man deshalb den Meridiansucher um die Richtung nach $1'$, bis das Bild von 2 den geforderten kürzesten Abstand von $1'$ hat, so wird das Instrument um den Winkel δ zu weit gedreht. Im Anschluß an Fig. 7 ist die Berechnung von δ durch wiederholte Anwendung des Cosinus- und Sinussatzes abgeleitet.

Aus Fig. 8 ist ersichtlich, daß der Pol beim Einstellen statt nur bis P' um den Winkel δ weiter nach P'' gedreht wird. Er erfährt somit eine seitliche Abweichung d' gegenüber dem Meridian, woraus man durch

Multiplikation mit $\frac{1}{\cos \varphi}$ den Azimutfehler da erhält.

$$\cos z_2 = \cos p_2 \sin \varphi + \sin p_2 \cos \varphi \cos t_2$$

$$\cos m = \cos p_2 \cos r_1 + \sin p_2 \sin r_1 \cos t_2.$$

r_1 siehe Refraktionstabelle.

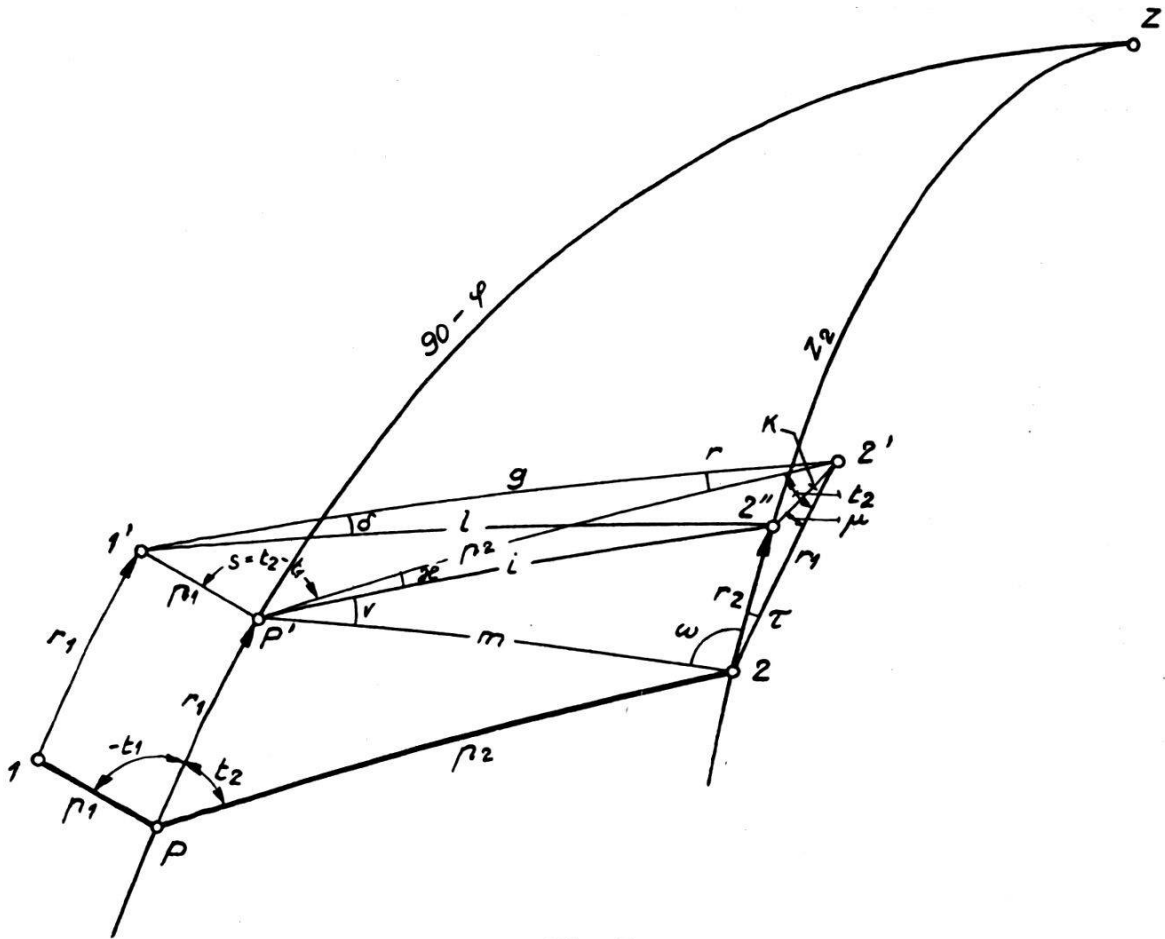


Fig. 7.

$$\cos \omega = \frac{\sin(\varphi + r_1) - \cos z_2 \cos m}{\sin z_2 \sin m}$$

$$\sin(\tau + \omega) = \frac{\sin p_2 \sin t_2}{\sin m}; \quad \tau = (\tau + \omega) - \omega.$$

$$\cos i = \cos m \cos r_2 + \sin m \sin r_2 \cos \omega.$$

r_2 siehe Refraktionsgesetz.

$$K^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \cos \tau$$

$$\sin \mu = \frac{r_2}{K} \cdot \sin \tau$$

Zufolge seiner Kleinheit kann das Dreieck 2 — 2' — 2'' (Fig. 7) als eben betrachtet werden.

$$\sin x = \frac{\sin(t_2 - \mu) \sin K}{\sin i}$$

$$\cos l = \cos p_1 \cos i + \sin p_1 \sin i \cos(t_2 - t_1 + x);$$

$$t_2 - t_1 = s = 165^\circ.$$

$$\cos g = \cos p_1 \cos p_2 + \sin p_1 \sin p_2 \cos s.$$

$$\sin \lambda = \sin p_1 \frac{\sin s}{\sin g}$$

$$\sin \delta = \sin(t_2 + \lambda - \mu) \frac{\sin K}{\sin l}$$

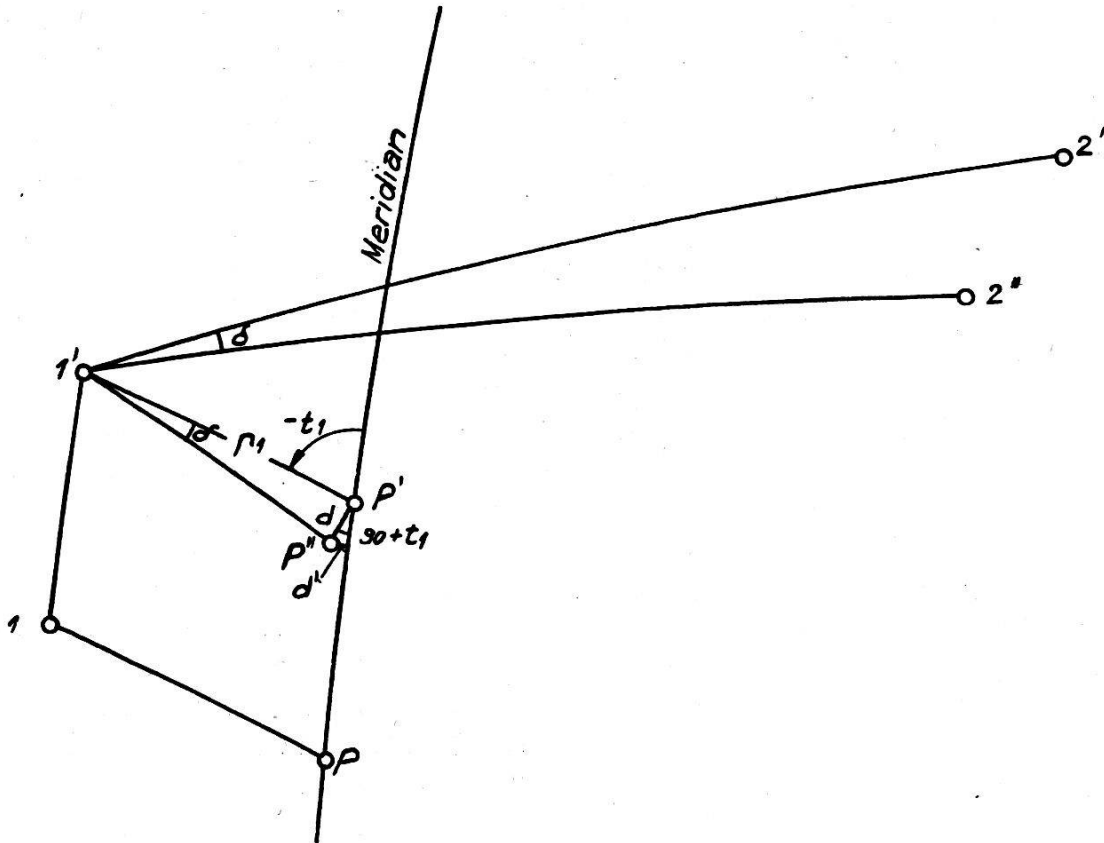


Fig. 8.

$$d = p_1 \cdot \delta; \quad d' = d \cos t_1; \quad t_1 = t_2 - 165^\circ; \quad da = \frac{d'}{\cos \varphi}$$

$$\underline{da = \frac{p_1 \cdot \delta \cdot \cos(t_2 - 165^\circ)}{\cos \varphi}} \quad (11)$$

Die numerische Durchrechnung ergibt für $\varphi = 25^\circ$ und $t_2 = 0, 30, 60, 90^\circ \dots$ folgende graphisch dargestellte Azimutfehler „ da “:

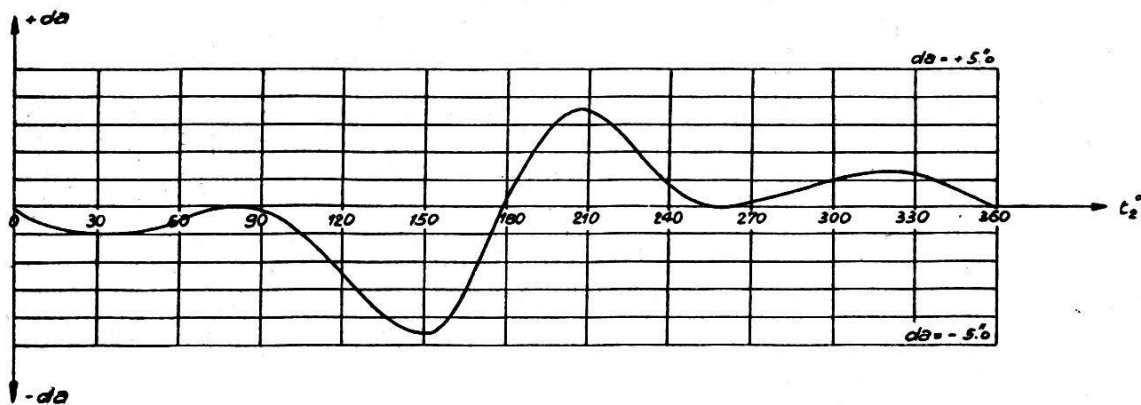


Fig. 9.

Fig. 9 zeigt, daß für $\varphi = 25^\circ$ die durch die Refraktion bedingten Azimutfehler „ da “ 5" nicht übersteigen. Für größere φ werden sie noch

kleiner. Zusammenfassend kommt man zum Schluß, daß der Einfluß der Refraktion bei der an den Meridiansucher gestellten Toleranz von einer halben Minute vernachlässigt werden darf.

4. *Behandlung der durch die Zeit bedingten Fehler des Meridiansuchers*

Am Ende des Abschnittes I, „Theorie und Beschreibung des Meridiansuchers“ wurde die Annahme getroffen, daß unserem Instrument die Sternkoordinaten des Jahres 1950 zugrunde liegen sollen. Je weiter das Jahr der Beobachtung von 1950 wegrückt, um so größer sind die Abweichungen der im betreffenden Zeitpunkt geltenden p_1 , p_2 und s von den im Instrument eingeführten Mittelwerten p'_1 , p'_2 und s' . Es bleibt deshalb zu untersuchen, was für Fehler aus dieser Zeitdifferenz zu erwarten sind und ob eine Möglichkeit ihrer Elimination besteht.

Die astronomischen Jahrbücher 1930 und 1940 liefern uns die mittleren Sternorte von α und β Ursae minoris für diese Jahre. Für 1950, 1960 und 1970 wurden sie mittels Ephemeriden gerechnet. Die Differenzen $p_1 - p'_1$ usw. bezeichnet man nach Formel 2 mit dp_1 , dp_2 und ds . Das Ganze sei in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt, wobei berücksichtigt werden muß, daß die Stundenwinkeldifferenz s auch gleich der Differenz der Rektaszensionen α der beiden Sterne ist.

Jahr	Stern	α (Rektasz.) S	d_s	p	dp_1	dp_2
1930	α	h m sec. 1 36 52.6	m sec. +11 58.2	1° 04' 17"	+6' 01"	-4' 55"
	β	14 50 53.4	(+179'. 5)	15° 33' 30"	(+6'. 02)	(-4'. 92)
		$s=13 14 00.8$				
1940	α	1 42 34.2	+ 6 14.6	1° 01' 16"	+3' 00"	-2' 28"
	β	14 50 51.4	(+93'. 6)	15° 35' 57"	(+3'. 00)	(-2' 47)
		$s=13 08 17.2$				
1950	α	1 48 47.1	$\pm 0 00.0$	<u>0° 58' 16"</u>	$\pm 0' 00''$	$\pm 0' 00''$
	β	14 50 49.7	($\pm 0'. 00$)	<u>15° 38' 25"</u>	($\pm 0'. 00$)	($\pm 0' 00$)
		$s=\underline{13 02 02.6}$				
1960	α	1 55 46.2	- 7 01.3	0° 55' 16"	-3' 00"	+2' 30"
	β	14 50 47.5	(-105'. 3)	15° 40' 55"	(-3'. 00)	(+2'. 50)
		$s=12 55 01.3$				
1970	α	2 03 31.3	-14 48.6	0° 52' 19"	-5' 57"	+5' 00"
	β	14 50 45.3	(-222'. 1)	15° 43' 25"	(-5' 95)	(+5'. 00)
		$s=12 47 14.0$				

Die Berechnung der Einflüsse der ds , dp_1 und dp_2 der obigen Tabelle auf das Azimuth erfolgt nach den in den Abschnitten 1 und 2 der

Fehlerbetrachtungen entwickelten Methoden. Dabei sollen vorerst die Einflüsse der einzelnen Koordinaten-Differenzen separat und darauf ihre Gesamtwirkung bestimmt werden.

In den numerischen Beispielen von Seite 214¹ wurden der Anzeige-fehler d und der zur Berechnung von σ (Fig. 5) notwendige Hilfwinkel ε (Fig. 5 und 6) für $dp_1 = -2$, $dp_2 = ds = \pm 0$, usw. berechnet. Durch Bildung einfacher Proportionen erhält man die entsprechenden Fehler für obige ds , dp_1 und dp_2 . Die d bezeichnen wir in Analogie zu den entsprechenden Winkel-Differenzen mit d_{dp_1} , d_{dp_2} und d_{ds} und stellen sie in der folgenden Tabelle zusammen.

Jahr	ds	dp_1	dp_2	d_{ds}	d_{dp_1}	d_{dp_2}
1930	+179'.5	+ 6'.02	- 4'.92	2'.87	6'.02	0'.005
1940	+ 93'.6	+ 3'.00	- 2'.47	1'.50	3'.00	0'.002
1950	\pm 0'.0	\pm 0'.00	\pm 0'.00	\pm 0'.00	\pm 0'.00	\pm 0'.000
1960	-105'.3	- 3'.00	+ 2'.50	1'.68	3'.00	0'.002
1970	-222'.1	- 5'.95	+ 5'.00	3'.56	5'.95	0'.005

Für ds , dp_1 und $dp_2 = \pm 0.00$ wird ε unbestimmt.

(Schluß folgt.)

Aus der Praxis eines Nachführungsgeometers

von W. Fisler, Zürich

(Schluß)

Der Vorschlag von Herrn Keller, daß der Nachführungsgeometer von jedem Bauvorhaben unterrichtet werden sollte, damit er vorsorgliche Maßnahmen zum Schutze der Fixpunkte treffen kann, ist sehr zu begrüßen, denn mit dem Fixpunktnetz steht und fällt das Vermessungswerk. Natürlich darf dann das Versichern der gefährdeten und das Wiederherstellen veränderter Polygonpunkte nicht unterlassen werden. Bei veränderten Punkten, die nicht gut in die richtige Lage versetzt werden können, sind die neuen Koordinaten des veränderten Punktes zu bestimmen. Die Versicherung gefährdeter Polygonpunkte kann auf sehr einfache und billige Weise geschehen, indem man einige Kontroll-

¹ Anmerkung an Redaktion: Es handelt sich bei diesen numerischen Beispielen um die auf Seite 214 unten, unter a , b c , Änderungen nur in p_1 , ... angeführten Zahlenbeispiele.

La remise du diplôme à MM. Sennhauser, Ulrich et Weißmann est ajournée jusqu'à présentation de l'attestation de deux mois de stage qu'ils ont encore à faire pour accomplir le temps de pratique exigé par le règlement des examens.

Bern, den 25. September 1942.

Berne, le 25 septembre 1942.

Eidg. Justiz- und Polizeidepartement.
Département fédéral de justice et police.

Bücherbesprechungen

Rohrer, Prof. Dr. J., *Tachymetrische Hilfstafel für zentesimale Kreisteilung*. 17 × 24 cm, 12 Seiten auf starkem Karton gedruckt. Verlag Herbert Wichmann, Berlin-Grunewald. Preis RM. 3.—.

Die Tafel gibt von 2 zu 2 Zentesimalminuten die vierstelligen Werte von $\cos^2 \alpha$ und von $\frac{\sin^2 \alpha}{2}$ von 0g bis 50g, liefert also bis zu einer Distanz von 100 Meter Zentimetergenauigkeit in der Horizontaldistanz und in der Höhendifferenz; sie übertrifft für alle Fälle die Beobachtungsgenauigkeit. Die Anordnung ist praktisch, die Zahlenformen sind geeignet; die Tafeln können daher empfohlen werden. *F. Baeschlin.*

Prokeš, Ant. *Sechsstellige Tafeln zur Prüfung der Berechnung der Polygonzüge in 400g-Teilung*. 17 × 24 cm, 22 Seiten. Verlag Herbert Wichmann, Berlin-Grunewald. Preis RM. 2.—.

Die Tafeln geben sechsstellig den natürlichen Wert von $(1 + \sin R + \cos R)$ für jede Neuminute des Quadranten. Da $S + \Delta y + \Delta x = S(1 + \sin R + \cos R)$, so erkennt man ohne weiteres, daß die Tafeln zur einfachen Kontrolle von Δy und Δx bei der Polygonzugsrechnung dienen.

Die Anordnung des Zahlenmaterials ist zweckentsprechend; die Tafel kann daher zur Anschaffung empfohlen werden. *F. Baeschlin.*

Berichtigungen

1. W. K. *Bachmann*, Note sur le problème de l'orientation relative: page 221 du numéro de septembre il faut lire sur la page 222 la formule pour pv .

au lieu de $pv = a_1 d\kappa + a_2 d\varphi + a_3 d\omega + a_4 dby + a_5 dbz$

$$pv = a_1 dn + a_2 d\varphi + a_3 d\omega + a_4 dhy + a_5 dhz$$

2. *Rob. Vögeli*, Der Meridiansucher der Firma Wild A. G., Heerbrugg, Seite 205 und ff. der Septembernummer bedarf der folgenden Korrekturen:

Seite 205. 9. Zeile von unten: Objektiv statt Objekt.

Seite 216. Figur 7. Der mit r bezeichnete Winkel an $2'$ im Dreieck $1', 2', P'$ soll λ heißen.