

Eine graphische Methode zur Bestimmung des Azimutes mit Hilfe astronomischer Beobachtungen

Autor(en): **Nef, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **48 (1950)**

Heft 5

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-207436>

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

VERMESSUNG UND KULTURTECHNIK

Revue technique Suisse des Mensurations et du Génie rural

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik. Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft f. Photogrammetrie

Editeur: Société Suisse de Mensuration et 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, Administration und Inseratenannahme: BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR AG.

Schluß der Inseratenannahme am 6. jeden Monats

NR. 5 • XLVIII. JAHRGANG

der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“
Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats
9. MAI 1950

INSERATE: 25 Rp. per einspalt. mm-Zelle.
Bei Wiederholungen Rabatt gemäß spez. Tarif

ABONNEMENTE:

Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 20.— jährlich
Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaft für
Photogrammetrie Fr. 10.— jährlich

Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz.
Vereins f. Vermessungswesen u. Kulturtechnik

Eine graphische Methode zur Bestimmung des Azimutes mit Hilfe astronomischer Beobachtungen

Von Dipl.-Ing. R. Nef

In extensiv vermessenen Gebieten, vor allem in den tropischen und subtropischen Zonen unserer Erde, kommt der Bestimmung des astronomischen Azimutes einer gewissen Richtung, insbesondere der magnetischen Nordrichtung, aus Sonnen- oder Sternbeobachtungen eine überragende Bedeutung zu. Bei der Häufigkeit derartiger Azimutbestimmungen ist jede Anregung, die den Arbeitsaufwand nennenswert zu reduzieren vermag, willkommen. Unter diesem Gesichtswinkel mögen die folgenden Darlegungen gewürdigt werden. — Die dabei geforderte Genauigkeit einer solchen Azimutbestimmung ist meist nicht sehr hoch und kann etwa mit dem Betrag von $\frac{1}{10}^{\circ}$ angegeben werden. Unter dieser Voraussetzung aber läßt sich für die Bestimmung des astronomischen Azimutes eine einfache graphische Methode herleiten.

Dem uns allen bekannten Positionsdreieck (Fig. 1) entnehmen wir die Beziehung:

$$(1) \quad \sin \delta = \cos z \sin \varphi + \sin z \cos \varphi \cos A$$

die wir in der folgenden Weise umformen:

$$2 \sin \delta = 2 \cos z \sin \varphi + 2 \sin z \cos \varphi \cos A + \\ + [\sin z \cos \varphi - \sin z \cos \varphi + \cos z \sin \varphi \cos A - \cos z \sin \varphi \cos A]$$

$$\begin{aligned}
 &= (\sin z \cos \varphi + \cos z \sin \varphi) - (\sin z \cos \varphi - \cos z \sin \varphi) + \\
 &+ \cos A [(\sin z \cos \varphi + \cos z \sin \varphi) + (\sin z \cos \varphi - \cos z \sin \varphi)] \\
 &= \sin (z + \varphi) - \sin (z - \varphi) + \cos A [\sin (z + \varphi) + \sin (z - \varphi)]
 \end{aligned}$$

$$(2) \quad \cos A = \frac{2 \sin \delta + \sin (z - \varphi) - \sin (z + \varphi)}{\sin (z - \varphi) + \sin (z + \varphi)}$$

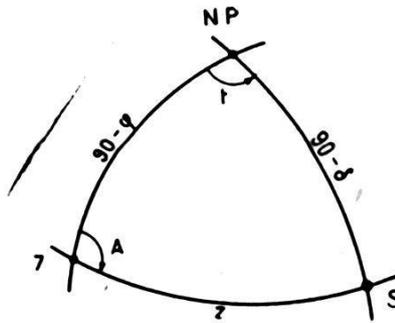


Fig. 1

Die Formel (2) läßt sich nun aber graphisch sehr einfach darstellen und bietet ein hübsches Beispiel dafür, wie eine auf den ersten Blick recht spröde Formel durch zweckmäßige Umformung der graphischen Darstellung zugänglich wird.

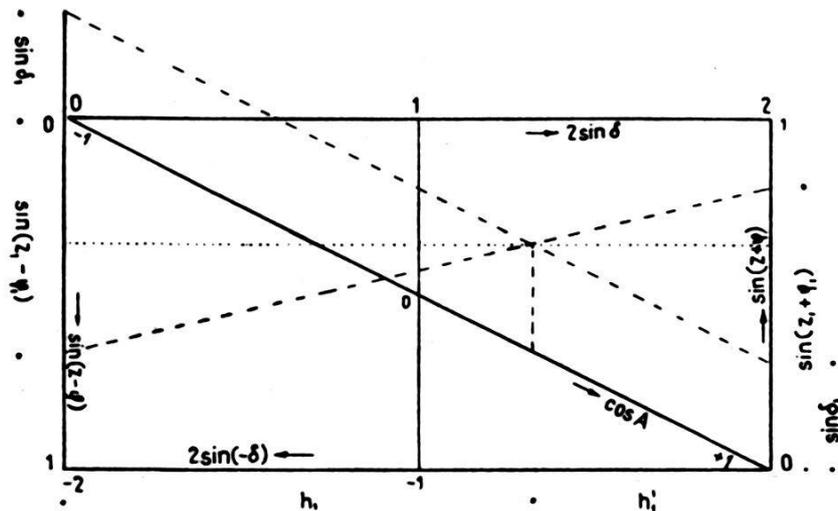


Fig. 2

Wir konstruieren ein Rechteck mit den Seitenlängen 1 und 2 und tragen auf ihnen und einer der Diagonalen die Argumente der Funktionen $(2 \sin \delta)$, $\sin (z + \varphi)$, $\sin (z - \varphi)$ und $\cos A$, gemäß der nachstehenden Figur, im Maßstabe ihrer natürlichen Werte ab. Natürlich schreiben wir dann im endgültigen Diagramm anstelle der Funktionswerte die zugehörigen Argumente in Graden hin (Fig. 2).

Es seien nun die Werte z_1, φ_1, δ_1 gegeben. Wir bilden die Argumente $(z_1 + \varphi_1)$ und $(z_1 - \varphi_1)$, greifen auf den bezüglichen Axen die Funktionswerte ab und legen durch diese beiden Punkte eine Gerade. Auf der horizontalen Axe suchen wir dann den Funktionswert $(2 \sin \delta_1)$ und ziehen durch ihn eine Gerade parallel zur Diagonalen. Der Schnittpunkt der beiden Geraden bestimmt den gesuchten Funktionswert $(\cos A_1)$, den wir der Übersichtlichkeit halber auf der Diagonalen ablesen.

In der Tat schneiden die beiden erwähnten Geraden auf den senkrechten Axen die Strecken $[\sin(z_1 - \varphi_1) + \sin \delta_1]$ und $[\sin(z_1 + \varphi_1) + \sin \delta_1]$ ab und bilden mit diesen zwei ähnliche Dreiecke. Dabei verhalten sich die Höhen h_1 und h_1' dieser Dreiecke wie

$$\frac{h_1}{h_1'} = \frac{\sin(z_1 - \varphi_1) + \sin \delta_1}{\sin(z_1 + \varphi_1) - \sin \delta_1}$$

Ihre Summe ist aber

$$h_1 + h_1' = 2$$

$$\therefore \frac{h_1 - h_1'}{h_1 + h_1'} = \frac{2h_1 - 2}{2} = h_1 - 1 = \frac{2 \sin \delta_1 + \sin(z_1 - \varphi_1) - \sin(z_1 + \varphi_1)}{\sin(z_1 - \varphi_1) + \sin(z_1 + \varphi_1)}$$

d. h. der Abstand von der Mittelsenkrechten gibt, im Maßstab der natürlichen Werte von $\cos A$, den gesuchten Funktionswert $\cos A_1$.

q. e. d.

Macht man das Diagramm in der Größe etwa von 20×40 cm, so lassen sich die Azimute leicht auf $\frac{1}{10}^\circ$ ablesen. Das ist zwar keine sehr große Genauigkeit der Azimutbestimmung, entspricht aber den Genauigkeitsverhältnissen einer guten Bussole. Es sollen daher nachfolgend zwei typische Anwendungsmöglichkeiten der graphischen Azimutbestimmung erwähnt werden.

Azimutbestimmung aus Sonnenbeobachtungen

(Fig. 3)

Eine einfache Methode zur Bestimmung des Azimutes einer bestimmten Richtung, insbesondere der magnetischen Nordrichtung, besteht im Prinzip bekanntlich darin, die Sonnenscheibe im Fadenkreuz des Bussoletheodolites nacheinander in zwei diametral gelegenen Quadranten zu beobachten und zwar so, daß die Fäden die Sonnenscheibe tangieren. Für die hier zugrunde gelegten Genauigkeitsanforderungen ist eine Uhrablesung in den äquatorialen Breiten nicht nötig. Es genügt dann, die Beobachtungsstunde zu schätzen und hierfür die ihr zukommende Deklination δ den Ephemeriden zu entnehmen. φ allerdings muß näherungsweise bekannt sein; für z setzen wir das Mittel aus den beiden Quadranten-Beobachtungen ein, das allenfalls noch vom Refraktionseinfluß befreit wird. Mit diesen drei Werten suchen wir dann in unserm Diagramm den zu-

Azimutbestimmung aus Sonnenbeobachtungen

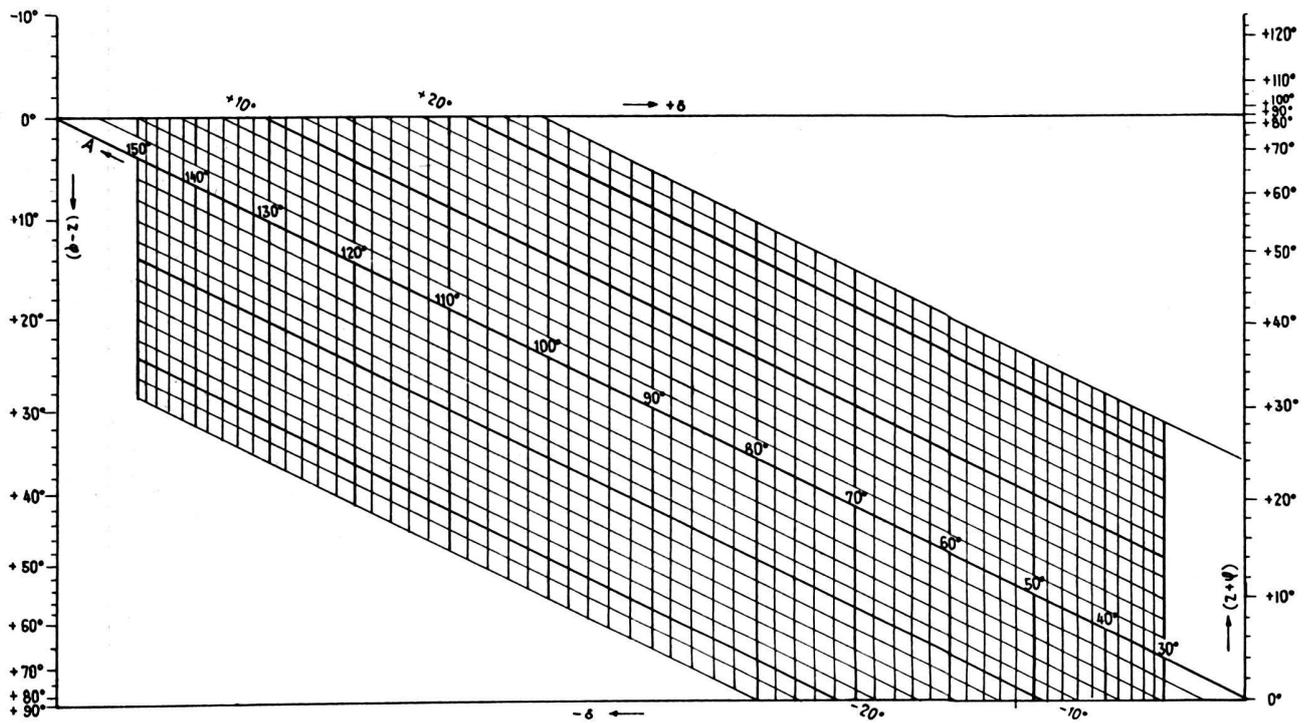


Fig. 3

Bestimmung von Azimut und Stundenwinkel für Sternbeobachtungen mittelst Astrolabium

Stundenwinkel

Azimut

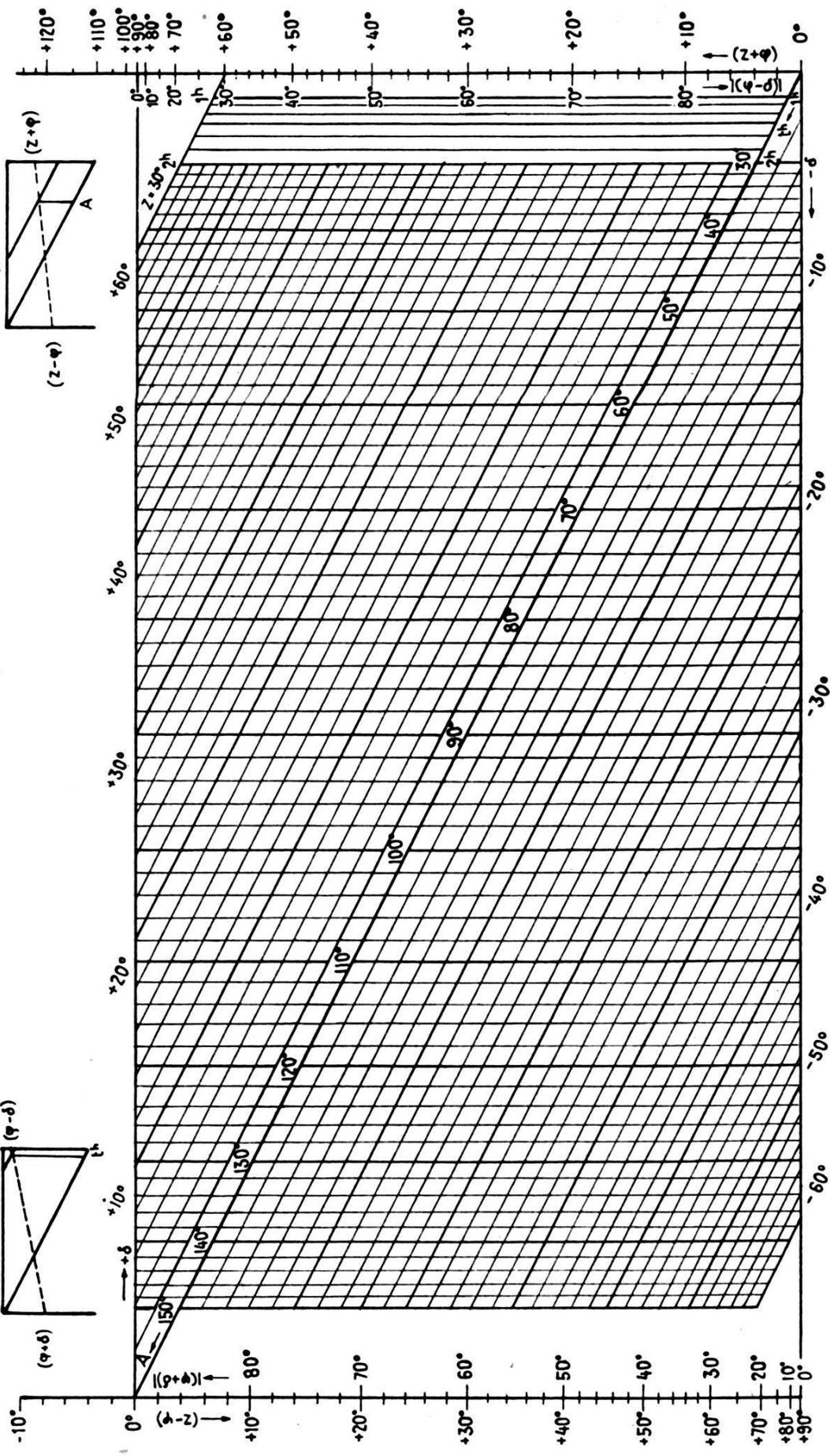
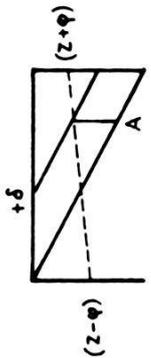
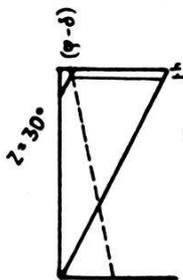


Fig. 4

gehörigen Wert A , das Azimut der Richtung zum Sonnenzentrum im mittleren Beobachtungszeitpunkt. Schließlich erhalten wir daraus das Azimut der eingangs erwähnten bestimmten Richtung.

Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß die üblicherweise noch anzubringende Korrektur infolge Sonnenradius nur dann vernachlässigt werden kann, wenn der Beobachtungsablauf entsprechend gewählt wird, was für jede Breitenzone vorher abgeklärt werden muß. In den äquatorialen Zonen beispielsweise genügt es, wenn die beiden Quadranten-Beobachtungen innerhalb weniger Minuten gemacht werden.

*Berechnung der Sternazimute für Längen- und Breitenbestimmungen
mittelst Astrolabium*

(Fig. 4)

Die für Sternbeobachtungen mittelst Astrolabium herausgegebenen speziellen Sternkataloge sind lückenhaft und in der Auswahl der Sterne oft wenig systematisch. Es empfiehlt sich manchmal, die daraus entnommene Beobachtungs-Sterngruppe zu ergänzen mit unberücksichtigten Sternen des großen gemeinschaftlichen Stern-Jahrbuches „Apparent places of Fundamental Stars“.

Ein Hauptvorteil der Beobachtungsmethode mittelst Astrolabium liegt ja darin, daß die Sternazimute nur auf etwa $10'$ genau bekannt sein müssen. Diese Azimute, aber auch die Durchgangszeiten (auf $1-2^m$ genau), lassen sich daher auf einfache Art dem vorstehenden Diagramm entnehmen.

a) *Azimut.* z ist dieser Methode gemäß konstant (meist $z = 30^\circ$). Für eine und dieselbe Beobachtungsstation ist aber auch φ konstant und somit auch die Werte $(z + \varphi)$ und $(z - \varphi)$; jede Beobachtungsstation ergibt daher nur eine einzige Gerade. Mit ihr werden die δ -Geraden der zu beobachtenden Sterne zum Schnitt gebracht. Auf der Diagonalen lesen wir wieder die den Schnittpunkten entsprechenden Azimutwerte ab.

b) *Durchgangszeit.* Für die Bestimmung der Stundenwinkel der Sterne läßt sich ein ähnlich aufgebautes Diagramm herleiten. Die Ausgangsformel des Positionsdreieckes ist dann:

$$(3) \quad \cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

die umgeformt ergibt:

$$(4) \quad \cos t = \frac{2 \cos z + \cos (\varphi + \delta) - \cos (\varphi - \delta)}{\cos (\varphi + \delta) + \cos (\varphi - \delta)}$$

Auf den Axen der Fig. 2 werden nun anstelle der Funktionswerte $\sin (z - \varphi)$, $\sin (z + \varphi)$ und $2 \sin \delta$, die Werte $\cos (\varphi + \delta)$, $\cos (\varphi - \delta)$ und

$2 \cos z$ abgetragen, und auf der Diagonalen erhalten wir anstelle von $\cos A$ nunmehr $\cos t$ (Fig. 5).

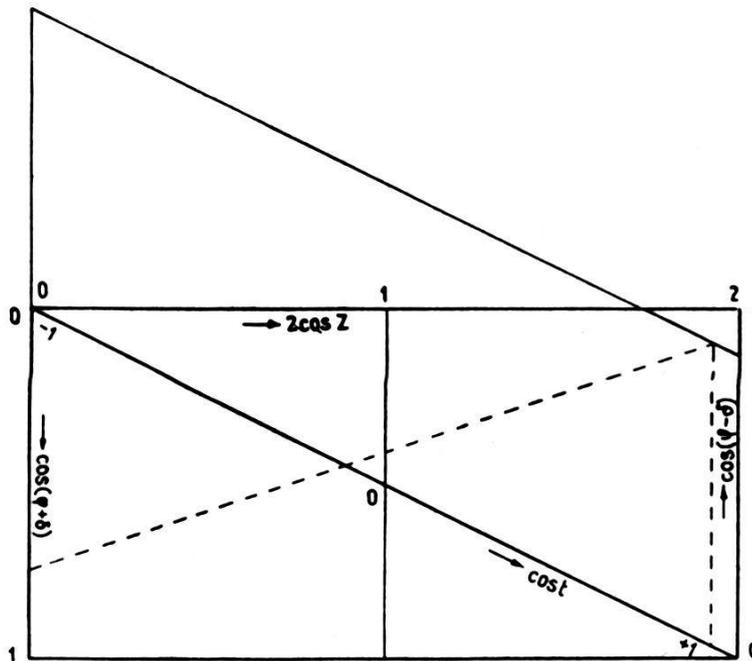


Fig. 5

Da der Aufbau und die Maßstabsverhältnisse der beiden Diagramme völlig übereinstimmen, lassen sie sich ohne weiteres in ein einziges vereinigen, ohne die Übersichtlichkeit nennenswert zu beeinträchtigen.

Die Genauigkeit der Polygonknotenpunkte

Von Dr.-Ing. Eero Salonen, Helsinki

Da die Knotenpunkte der Polygonmessung im allgemeinen als ziemlich genau, ja sogar als eine Art Surrogat für die Dreieckspunkte angesehen werden, haben wir Grund, die Genauigkeit derselben fehlertheoretisch zu prüfen.

Im folgenden ist eine solche Untersuchung ausgeführt, indem die Genauigkeit des Knotenpunktes mit der Genauigkeit eines in der Mitte eines mit entsprechender Präzision gemessenen Polygonzuges befindlichen Punktes verglichen ist¹.

Bei der Untersuchung verfahren wir so, daß wir fehlertheoretisch entwickeln, wie der mittlere Fehler des Knotenpunktes wächst, wenn die Zahl der Züge wächst. Danach werden diese mittleren Fehler mit den mitt-

¹ Der Verfasser hat in etwas einfacherer Form eine ähnliche Genauigkeitsuntersuchung „Monikulmiomittauksen solmupisteiden tarkkuudesta“ (Über die Genauigkeit der Knotenpunkte der Polygonmessung) in der Zeitschrift „Maanmittaus“ 1949, S. 18–24, dargestellt.