

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

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 52 (1954)

Heft: 6

Artikel: Ein neuer selbstreduzierender Kern-Tachymeter mit senkrechter Latte [Fortsetzung]

Autor: Conzett, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-210949>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungs-
wesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturingenieurverein;
Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeurs: Société suisse des Mensurations et Améliorations
foncières; Société suisse des ingénieurs du
Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 6 • LII. Jahrgang

Erscheint monatlich

8. Juni 1954

Ein neuer selbstreduzierender KERN-Tachymeter mit senkrechter Latte

von Dipl.-Ing. R. Conzett, Aarau

(Fortsetzung)

Zur Herleitung des Gesetzes, nach dem sich die parallel geführte Strichplatte zu bewegen hat, geht man von Abb. 4 aus. Es sei

- A der anallaktische Punkt des Fernrohres;
- α der Neigungswinkel einer gegenüber dem Fernrohr unveränderlichen Richtung;
- ε der parallaktische Winkel, der so verändert werden soll, daß die Lattenablesung L unabhängig von α konstant bleibt;
- k ist die Multiplikationskonstante, definiert durch die Gleichung $D = kL$.

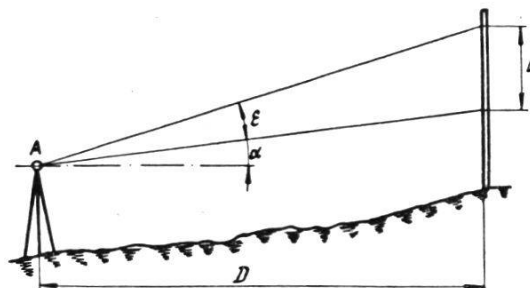


Abb. 4

Aus Abb. 4 folgt

$$L = D [\operatorname{tg} (\varepsilon + \alpha) - \operatorname{tg} \alpha] = \frac{D}{k}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{\operatorname{tg} \varepsilon + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \alpha} - \operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \varepsilon (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{1 - \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \frac{\operatorname{tg} \varepsilon}{1 - \operatorname{tg} \varepsilon \operatorname{tg} \alpha}$$

Seine Funktion sei schrittweise im folgenden erklärt: In Abb. 5 drehen sich die zwei Zahnräder EZ_1 und EZ_2 mit den Zentren M_1 bzw. M_2 um die Achsen a_1 bzw. a_2 , die beide um e exzentrisch zu M_1 bzw. M_2 liegen. e sei wesentlich kleiner als r . Es wird vorausgesetzt, daß sich $\left(\frac{e}{r}\right)^2$ gegenüber 1 vernachlässigen läßt. Die Zulässigkeit dieser Annahme wird später begründet.

Aus dem Dreieck $F_{12} M_1 a_1$ folgt:

$$r^2 = e^2 + \rho_1^2 - 2e\rho_1 \cos(90 + \varphi_1) = \rho_1^2 \left[1 + \left(\frac{e}{\rho_1}\right)^2 + 2\frac{e}{\rho_1} \sin \varphi_1 \right]$$

$$\rho_1 = r \left(1 + 2\frac{e}{\rho_1} \sin \varphi_1 + Gl_2 \right)^{-\frac{1}{2}} = r \left(1 - \frac{e}{\rho_1} \sin \varphi_1 + Gl_2 \right) =$$

$$= r \left(1 - \frac{e}{r} \sin \varphi_1 + Gl_2 \right)$$

$$(2) \quad \rho_1 = r - e \sin \varphi_1,$$

bei Vernachlässigung der Glieder 2.0. Entsprechend erhält man aus dem Dreieck $F_{12} M_2 a_2$

$$(3) \quad \rho_2 = r + e \sin \varphi_2$$

Die Beziehungen (2) und (3) können direkt aus Abb. 5 herausgelesen werden, wenn man die Kleinheit von e gegenüber r berücksichtigt. Eine differentielle Verdrehung $d\varphi_1$ des Zahnrades EZ_1 erzeugt eine Verschiebung ds der Eingriffsstelle der Zahnräder und dreht EZ_2 um $d\varphi_2$.

$$ds = \rho_1 d\varphi_1 = \rho_2 d\varphi_2$$

(2) und (3) eingesetzt, gibt

$$(r - e \sin \varphi_1) d\varphi_1 = (r + e \sin \varphi_2) d\varphi_2$$

$$\text{oder} \quad \left(1 - \frac{e}{r} \sin \varphi_1 \right) d\varphi_1 = \left(1 + \frac{e}{r} \sin \varphi_2 \right) d\varphi_2$$

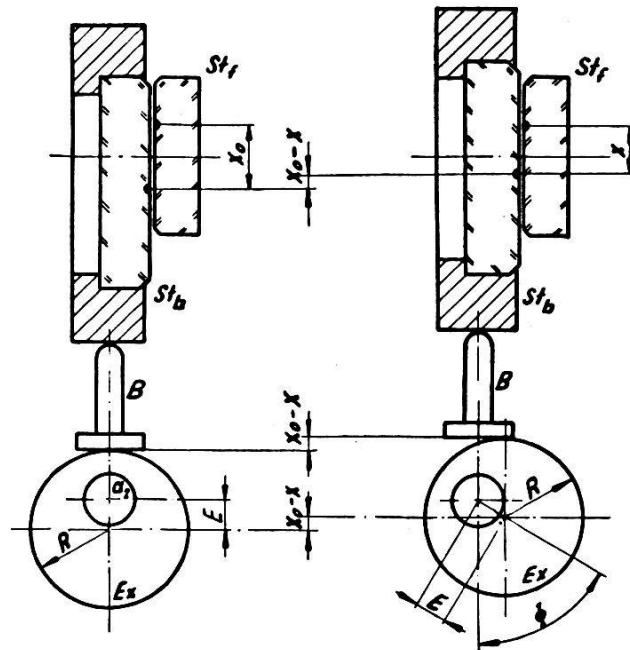
Integriert man diese Differentialgleichung, so ergibt sich

$$\varphi_1 + \frac{e}{r} \cos \varphi_1 = \varphi_2 - \frac{e}{r} \cos \varphi_2 + C$$

Die Anfangsbedingungen werden folgendermaßen gewählt:

Bei $\varphi_1 = 180^\circ$ sei $\varphi_2 = 180^\circ$; damit kann man C berechnen:

$$C = -\frac{2e}{r}$$

$$(4) \quad \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{2e}{r} \left[1 + \frac{1}{2} (\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2) \right]$$
$$\varphi''_2 = \varphi_1 + \frac{2e}{r} (1 + \cos \varphi_1)$$
$$\varphi'''_2 = \varphi_1 + \frac{2e}{r} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[2 \cos \varphi_1 - \frac{2e}{r} \sin \varphi_1 (1 + \cos \varphi_1) + Gl_2 \right] \right\}$$
$$(5) \quad \varphi_2 = \varphi_1 + \frac{2e}{r} (1 + \cos \varphi_1)$$


Links: der Exzenter in der Nullstellung: Strichabstand x_0 ;
rechts: bei Drehung um den Winkel Φ : Strichabstand x

Die Scheibe Ex mit dem Radius R ist exzentrisch in a_2 drehbar (Abb. 6). Die Exzentrizität des Mittelpunktes sei E . Ein Bolzen B , der längs seiner Achse geführt ist, verschiebt die bewegliche Strichplatte St_b . x_0 sei der Abstand der beiden Striche bei horizontaler Visur. Eine Drehung um Φ hebt das Zentrum der Scheibe und damit des Berührungspunktes mit dem Bolzen B um

$$(6) \quad x_0 - x = E (1 - \cos \Phi)$$

Die Brennweite des Fernrohres sei mit f bezeichnet. Daraus folgt:

$$x_0 = f \operatorname{tg} \varepsilon_0 = \frac{f}{k} \quad \text{und} \quad x = f \operatorname{tg} \varepsilon$$

Nach der Gleichung (6) wird

$$(7) \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{1}{k} - \frac{E}{f} (1 - \cos \Phi)$$

Nun werden die einzelnen Konstruktionselemente zusammengesetzt.

Das exzentrische Zahnrad EZ_1 wird durch die Zahnräder Z_1 und Z_2 um den doppelten Höhenwinkel 2α aus der Nullstellung gedreht:

$$\varphi_1 = 2\alpha$$

Formel (5) wird also zu

$$(8) \quad \varphi_2 = 2\alpha + \frac{2e}{r} (1 + \cos 2\alpha)$$

und

$$(9) \quad \cos \varphi_2 = \cos 2\alpha - \sin 2\alpha \frac{2e}{r} (1 + \cos 2\alpha) - + Gl_2$$

wenn man nach Taylor entwickelt und Glieder der Ordnung $\left(\frac{e}{r}\right)^2$ gegen 1 vernachlässigt. Auf der Achse a_2 in Abb. 5 sitzt der Exzenter Ex der Abb. 6. In (7) ist also

$$(10) \quad \Phi = \varphi_2$$

zu setzen. $\operatorname{tg} \varepsilon$ wird nach (7), (9) und (10) zu

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{1}{k} - \frac{E}{f} \left[1 - \cos 2\alpha + \frac{2e}{r} \sin 2\alpha + \frac{e}{r} \sin 4\alpha \right]$$

oder

$$(11) \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{1}{k} - \frac{E}{f} + \frac{E}{f} \cos 2\alpha - \frac{2eE}{fr} \sin 2\alpha - \frac{eE}{fr} \sin 4\alpha$$

Stellen wir diese Gleichung der Forderung (1)

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{1}{2k} + \frac{\cos 2\alpha}{2k} - \frac{\sin 2\alpha}{4k^2} - \frac{\sin 4\alpha}{8k^2}$$

gegenüber, so läßt sich durch Vergleich der Koeffizienten von $\frac{\sin}{\cos} (i\alpha)$ gliedweise herleiten:

$$\frac{1}{k} - \frac{E}{f} = \frac{1}{2k} \quad : \quad \frac{E}{f} = \frac{1}{2k}. \quad (12)$$

Denselben Wert für $\frac{E}{f}$ gibt der Koeffizient von $\cos 2\alpha$, wie es sein muß. Ferner gibt das Glied mit $\sin 2\alpha$ bzw. $\sin 4\alpha$

$$\frac{2eE}{fr} = \frac{1}{4k^2} \quad : \quad \frac{e}{r} = \frac{1}{8k^2} \cdot \frac{f}{E} = \frac{1}{4k} \quad (13)$$

bzw.
$$\frac{eE}{fr} = \frac{1}{8k^2} \quad : \quad \frac{e}{r} = \frac{1}{8k^2} \cdot \frac{f}{E} = \frac{1}{4k}$$

wenn man (12) berücksichtigt. Die Forderung (1) kann also dadurch erfüllt werden, daß man die Exzentrizität E der Scheibe Ex mit $E = \frac{f}{2k}$ festlegt und das Verhältnis von Exzentrizität und Radius der beiden Zahnräder EZ_1 und EZ_2 $\frac{e}{r} = \frac{1}{4k}$ wählt. Mit dem Wert

$$\left(\frac{e}{r}\right)^2 = \frac{1}{16k^2} \ll \frac{1}{10\,000}$$

für alle in Frage kommenden k -Werte ist die Begründung für das Verschwinden dieser Glieder 2. Ordnung gegen 1 geleistet (vgl. S. 145 oben).

Der beschriebene Mechanismus steuert somit die Strichplatte unter Verwendung einfachster Elemente, wie Exzenter und Zahnräder. Es ist gezeigt worden, daß er in theoretischer Hinsicht seine Funktion weit innerhalb der praktisch notwendigen Genauigkeit erfüllt.

Als zweites Problem sei die Neigungssteuerung des schiefen Striches behandelt. An sich läßt sich der Tachymeter auch ohne die Feinablesevorrichtung denken. Ein selbstreduzierendes Fernrohr mit parallelgesteuerten Distanzstrichen besitzt sicher Vorteile gegenüber den Diagramm-Tachymetern. Eine derartige Lösung ist für ein neues Klein-Kippregel-Modell vorgesehen.

Die volle Ausnützung der sich bietenden Vorteile wird aber durch die Verbindung mit der Feinablesevorrichtung erreicht, wie in der Einleitung dargelegt wurde. Im Intervall AB (Abb. 7) werde die Lage des

(fiktiven) Horizontalstriches $h-h$ geschätzt. Führt man durch den Schnittpunkt M von $h-h$ mit dem Vertikalstrich $v-v$ an Stelle des Horizontalstriches einen um β geneigten Strich $n-n$ ein und verschiebt die Alhidade bis $n-n$ durch den Punkt A geht, so projiziert man damit die Länge AC nach CM . Dort kann mit Hilfe des horizontalen Rechens das Verhältnis $\frac{AC}{AB} = \frac{CM}{BD}$ mit bedeutend höherer Genauigkeit abgelesen werden.

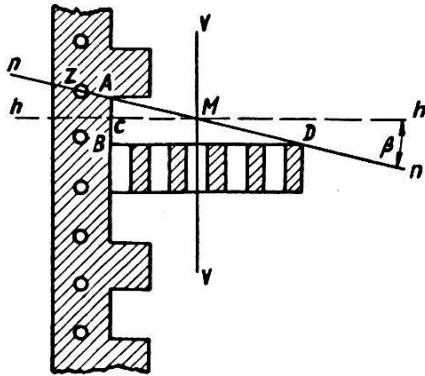


Abb. 7

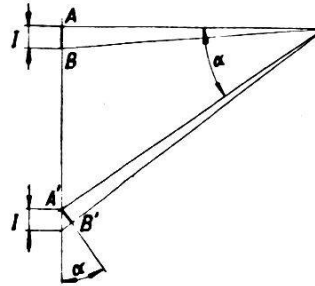


Abb. 8

Statt den schiefen Strich $n-n$ auf die Ecke A der vertikalen Teilung einzustellen, wird in der Verlängerung der Geraden AD im schwarzen Untergrund eine runde weiße Zielmarke Z angebracht, welche ein genaueres Zielen erlaubt.

Bei einer Neigung der Ziellinie bleibt aber das Verhältnis des Intervalles AB zur Länge des Rechens BD nicht konstant. Nach Abb. 8 läßt sich leicht erkennen, daß $A'B'$, die scheinbare Intervallhöhe, mit dem Cosinus des Neigungswinkels α verkürzt wird, während BD (Abb. 7) als Projektion eines Horizontalwinkels, von α unabhängig ist. Bezeichnet man die Neigung des schiefen Striches $n-n$ für die horizontale Visur mit β_0 und berücksichtigt, daß der Höhenwinkel des schiefen Striches um ε größer als α ist, so ergibt sich für β

$$(14) \quad \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \beta_0 \cos (\alpha + \varepsilon)$$

Die Neigung β ist also mit der Fernrohrkipfung α so zu steuern, daß Gleichung (14) erfüllt wird. Die Lösung wird im folgenden erläutert:

Die bewegliche Strichplatte mit dem Strich n sei in D (Abb. 9) drehbar gelagert und liege im Punkt M auf, in der Art, daß die vertikale Verschiebung des Punktes M die Strichplatte dreht. Die Bewegung von M ist durch Formel (11) oder (1) gegeben. Natürlich ist in Wirklichkeit der Angriffspunkt M des Bolzens nach N

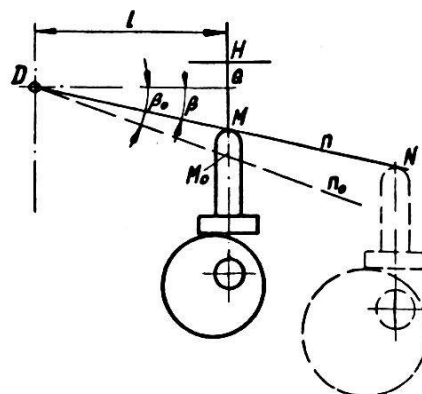


Abb. 9

verschoben, wie Abb. 9 zeigt, da sonst das Gesichtsfeld gestört würde. Dies ändert aber lediglich die Größe der Exzentrizität des Exzentrers, ohne das Problem grundsätzlich zu ändern. Aus der bekannten Bewegung von M soll nun der Verlauf von β als Funktion von α abgeleitet und mit (14) verglichen werden.

In Abb. 9 ist

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\overline{QM}}{l}; \overline{QM} = \overline{QM}_0 - \overline{MM}_0$$

\overline{MM}_0 ist unter Berücksichtigung von (1)

$$\begin{aligned} \overline{MM}_0 &= \overline{HM}_0 - \overline{HM} = f [\operatorname{tg} \varepsilon_0 - \operatorname{tg} \varepsilon] \\ &= f \left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{2k} + \frac{\cos 2\alpha}{2k} - \frac{\sin 2\alpha}{4k^2} - \frac{\sin 4\alpha}{8k^2} \right) \right] \\ &= \frac{f}{2k} \left[1 - \cos 2\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2k} + \frac{\sin 4\alpha}{4k} \right] \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{\overline{QM}_0}{l} - \frac{\overline{MM}_0}{l} = \\ (15) \quad &= \operatorname{tg} \beta_0 - \frac{f}{2kl} \left[1 - \cos 2\alpha + \frac{1}{2k} \left(\sin 2\alpha + \frac{1}{2} \sin 4\alpha \right) \right] \end{aligned}$$

Ein fehlerhaftes β denke man sich in Abb. 9 dadurch veranschaulicht, daß der schiefe Strich mit der richtigen Neigung β um den Punkt M gedreht sei. Wesentlich ist, daß nach Konstruktion der Schnittpunkt M

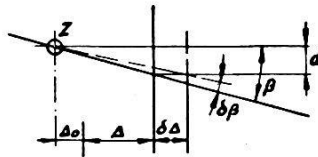


Abb. 10

des schiefen Striches mit dem Vertikalstrich unverändert bleibt. In Abbildung 10 ist die Auswirkung des um $\delta\beta$ verdrehten Strahles sichtbar: beim Einstellen auf die Zielmarke Z mit dem um $\delta\beta$ zu flachen Strahl verschiebt sich der Vertikalstrich um $\delta\Delta$ zu viel nach rechts. $\delta\Delta$ ist der Fehler in der Zentimeterablesung. Nach Abbildung 10 ist

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\delta}{\Delta_0 + \Delta}$$

Δ_0 ist der horizontale Abstand der Marke Z vom Nullpunkt des horizontalen Rechens. Das Differential von $\log \operatorname{tg} \beta$ gibt:

$$\delta (\log \operatorname{tg} \beta) = \frac{\delta \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{\delta d}{d} - \frac{\delta \Delta}{\Delta_0 + \Delta}$$

Wie oben dargelegt wurde, ändert sich d bei fehlerhaftem β nicht, so daß $\delta d = 0$ zu setzen ist. Es gilt somit die Beziehung

$$(16) \quad \frac{\delta \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta} = - \frac{\delta \Delta}{\Delta_0 + \Delta}$$

Da ein Fehler, der den Hundertstel der Zentimeterablesung, d. h. 1 cm nicht übersteigt, vernachlässigt werden soll, so braucht man für $\operatorname{tg} \beta$ bloß einen relativen Fehler von einem Hundertstel einzuhalten.

(Fortsetzung folgt)

Weshalb braucht man bei der gegenseitigen Orientierung eine Überkorrektur für $\Delta\omega$?

Von E. Berchtold jun.

Diese Frage wird oft von angehenden Photogrammetern gestellt, und der Befragte spürt heraus, daß die Antwort möglichst leicht faßlich ausfallen soll.

Eine Erklärung, die sowohl anschaulich als auch mathematisch korrekt ist, besteht aus der Interpretation der goniometrischen Ungleichung $\operatorname{tg} (\alpha + \beta) \neq \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta$ oder, mit anderen Worten, aus der mathematischen Formulierung der Tatsache, daß eine ω -Drehung an verschieden weit von der Haupthorizontalen entfernten Punkten verschieden wirkt.

Wählt man aus den 6 charakteristischen Punkten (Fig. 1) jene aus, die in der durch das Projektionszentrum 0 einer Kammer gehenden Y-Z-Ebene liegen, nämlich die Punkte 1, 3 und 5, so erhält man für Z-konstant die nachstehende Figur 2.

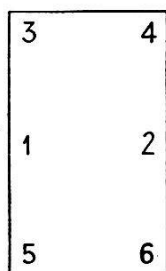


Fig. 1

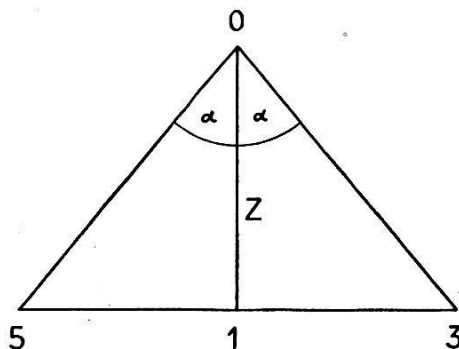


Fig. 2

b) La prochaine session de la F. I. G. aura lieu du 10 au 13 août 1954 à Vienne. Tous les collègues sont cordialement invités à y assister.

c) A l'occasion d'une journée de la «Commission du dictionnaire technique» de la F. I. G., le 31 mai 1954 à Bâle, la haute distinction de Chevalier de la Légion d'honneur sera remise, par le gouvernement français, à notre éminent collègue Prof. Dr. Hegg.

Clôture de la séance à 18 h 15.

Le secrétaire du procès-verbal: p.m. *E. Bachmann*

Berichtigungen

Zu dem Aufsatz: *R. Konzett*, Ein neuer selbstreduzierender KERN-Tachymeter mit senkrechter Latte (1. Fortsetzung).

Auf Seite 150 ganz unten muß die Formel heißen:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{\Delta_0 + \Delta} \quad \text{statt} \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\delta}{\Delta_0 + \Delta}$$

Zu dem Aufsatz: *E. Berchtold jun.*, Weshalb braucht man bei der gegenseitigen Orientierung eine Überkorrektion $\Delta\omega$?

Die Formel (5), S. 153, Mitte, lautet richtig

$$p_3 = p_5 = p_1 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

d. h. p , über das schon verfügt worden ist, fällt hier weg.

Sommaire

R. Konzett, Un nouveau Tachymètre auto-réducteur avec mire vertical de Kern (Fin). – Dr. K. Ledersteger, La méthode translatrice et la méthode projective de la géodésie astronomique (suite). – E. Tanner, Communication générale concernant les publications futures du cours de perfectionnement. – Prof. Dr. Koblet, Relations entre les plantes cultivées et l'eau. – Programme pour les zones industrielles. – Rapport sur l'assemblée générale de la S.S.M.A.F. les 29 et 30 mai 1954 à St-Gall. – Petite communication. – Procès-verbal de l'assemblée générale de la S.S.M.A.F. du 29 mai 1954 à St-Gall. – Corrections.

Redaktion: Vermessungswesen und Photogrammetrie: Prof. Dr. C. F. Baeschlin, Zollikon, Chefredaktor;

Kulturtechnik: Dr. Hans Lüthy, Dipl.-Ing., Wabern bei Bern, Seftigenstraße 345;

Planung und Aktuelles: Dipl.-Ing. E. Bachmann, Paßwangstraße 52, Basel

Redaktionsschluß am 1. jeden Monats

Insertionspreis: 25 Rp. per einspaltige Millimeter-Zeile + 10% Teuerungszuschlag. Bei Wiederholungen Rabatt. Schluß der Inseratenannahme am 6. jeden Monats. Abonnementspreis: Schweiz Fr. 15.-; Ausland Fr. 20.- jährlich.

Expedition, Administration und Inseratenannahme: Buchdruckerei Winterthur AG. Telefon (052) 2 22 52