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

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 29 (1931)

Heft: 2

Artikel: Untersuchung der Verhältnisse beim Wild-Autographen für Differenz-Kippung

Autor: Baeschlin, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-192683

Untersuchung der Verhältnisse beim Wild-Autographen für Differenz-Kippung.

Von Prof. Dr.-Ing. *F. Baeschlin*, Zollikon.

Beim Wild-Autographen wird die Differenz der Kippungen der beiden Kammern dadurch eingestellt, daß bei der Kammer L (vom Beobachter aus gesehen, bekanntlich die Kammer rechts) das sog. Differenz-Kippungsprisma um eine zur X-Achse parallele Achse um den Differenz-Kippungswinkel $\Delta\omega$ gedreht wird, wo

$$\Delta\omega = \omega_L - \omega_R$$

Ich verweise auf: E. Berchtold, Der Wild-Autograph, diese Zeitschrift 1929, Seiten 49—59, insbesondere auf die schematische Figur 2.

Wenn $\Delta\omega$ positiv ist, muß das Differenz-Kippungs-Prisma vorne nach unten bewegt werden, so daß also der der Zielmarke entsprechende Strahl hinten um $\Delta\omega$ gehoben wird.

Um die durch diese Differenz-Kippung erzeugten Verhältnisse zu untersuchen, denken wir uns das Kammerprisma mitsamt dem Eintrittsstrahl parallel nach oben verschoben, bis seine Mitte mit der Blendenmitte des Kammerobjektives zusammenfällt und legen dann um diesen Punkt eine Kugel vom Radius f (Bildweite der Kammer), die wir mit allen in Frage kommenden Geraden und Ebenen schneiden.

Der Einfachheit halber nehmen wir an, daß die allgemeine Kippung $\omega_R = 0$ sei, so daß die Kammerstehachsen lotrecht stehen. Die Horizontalachse der Kammer bleibt dann also ständig horizontal.

Der Schnitt der Kammerstehachse mit der Kugel sei Z (oben) resp. Z' (unten). Der Schnitt der Horizontalachse der Kammer in der Ausgangslage (parallel zur X-Richtung) des Autographen sei H und H'.

Damit die Darstellung auf die uns zugewendete Kugelfläche zu liegen komme, wählen wir $\Delta\omega$ negativ. Der von außen vorne kommende Eintrittsstrahl, wie er aus dem Differenz-Kippungsprisma austritt, schneidet daher die Kugel über der Horizontalebene durch HH' in E.

Nun denken wir uns die Kammer um ihre lotrechte Achse LZ im Gegenuhrzeigersinn um einen Winkel α gedreht. Damit dreht sich auch das Kammerprisma um den Winkel α. Das Einfallslot auf der Spiegelfläche dieses Prismas dreht sich daher mit und wandert von dem Punkte N_0, den es in der Ausgangslage einnimmt, auf einen horizontalen Parallelkreis nach N. Die vertikalen Großkreise durch die Drehachse und N_0 resp. N schneiden den Horizontalkreis durch HH' in Q_0 resp. Q. Der Winkel zwischen diesen vertikalen Großkreisen ist gleich α, so daß $Q_0Q = \alpha$.

Bekanntlich ist

$$Q_0N_0 = N_0Z = 50^g$$
$$QN = NZ = 50^g$$

Der an der Spiegelfläche des gedrehten Kammerprismas reflektierte Strahl schneide die Kugel in A.

Da bei der Reflexion eintretender und austretender Strahl mit

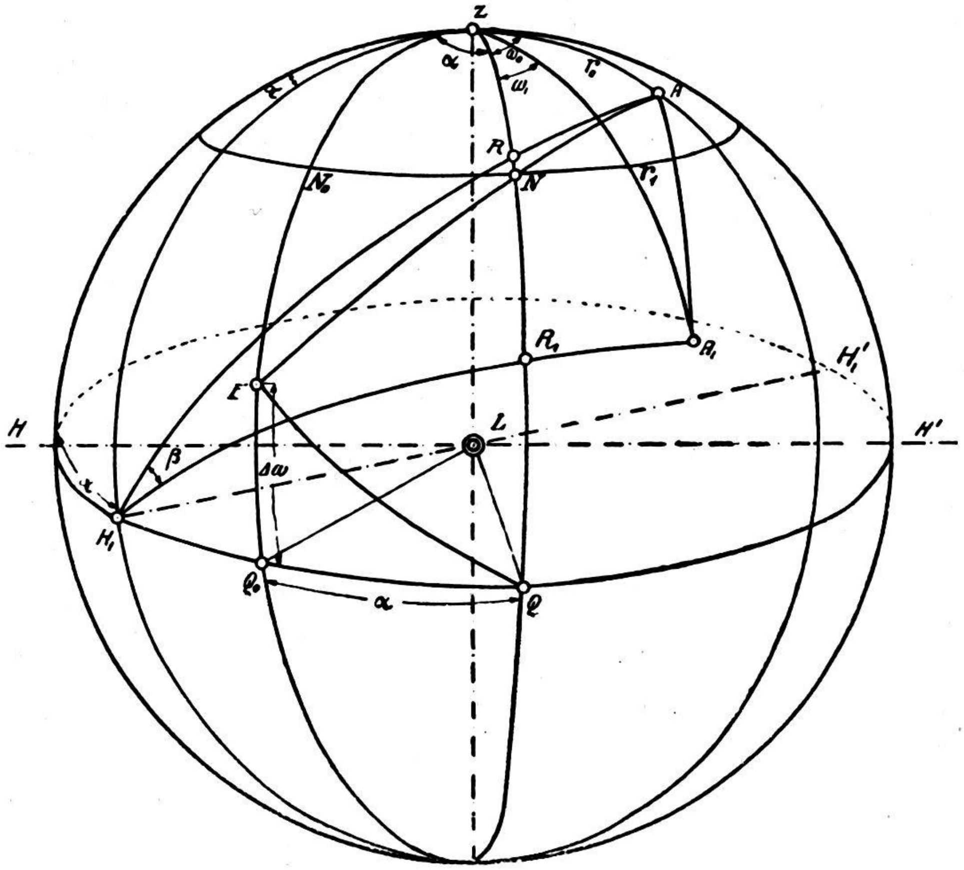

Fig. 1.

dem Einfallslot in einer Ebene liegen und gleiche Winkel mit dem Einfallslot bilden, so liegt A auf dem Großkreis durch E und N und es ist

$$AN = EN.$$

Die beiden sphärischen Dreiecke ENQ und ANZ sind kongruent, da

$$\begin{aligned} EN &= AN \\ NQ &= NZ = 50^g \\ \sphericalangle\, ENQ &= \sphericalangle\, ANZ \end{aligned}$$

Deshalb ist

(1) $$\begin{cases} QE = ZA \\ \sphericalangle\, NQE = \sphericalangle\, NZA \end{cases}$$

Betrachten wir das bei Q_0 rechtwinklige sphärische Dreieck QQ_0E, in dem $QQ_0 = \alpha$; $Q_0E = \Delta\omega$, so folgt:

(2) $$\cos EQ = \cos \alpha \cdot \cos \Delta\omega,$$

(3) $$\operatorname{tg} Q = \frac{\operatorname{tg} \Delta\omega}{\sin \alpha}$$

Die Plattenebene ist durch die die Kugel in Z berührende Horizontalebene dargestellt. Während in der Ausgangslage der Schnitt des Großkreises ZQ_0 mit der Platte die Hauptvertikale darstellt, ist diese Gerade nach der Drehung um α der Schnitt des Großkreises ZQ mit der Platte, da ja die Platte an der Drehung teilnimmt. Der Großkreis ZA schneidet aus der Platte die durch den Plattenhauptpunkt z gehende

Gerade za, wo a der der jetzigen Kammerstellung entsprechende Plattenpunkt ist, auf den die Ziellinie des Betrachtungsfernrohres eingestellt erscheint.

Der Winkel NZA ist daher gleich dem Winkel der Geraden za mit der Hauptvertikalen der Platte. Dieser Winkel werde mit w_0 bezeichnet.

Wie oben bereits gezeigt worden ist, ist w_0 auch gleich dem Winkel NQE

Beachtend, daß wir in der Figur 1 $\Delta\omega$ negativ angenommen haben (bei positivem $\Delta\omega$ würde E unterhalb von Q_0 liegen), erkennen wir

$$\sphericalangle\, NQE = w_0 = 100^g + Q$$

Daher folgt aus (3)

$$\text{(4)} \qquad \operatorname{tg} w_0 = -\operatorname{cotg} Q = -\frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \Delta\omega}$$

Bezeichnen wir den Großkreisbogen ZA mit r_0, so folgt aus (2) und $ZA = EQ$

$$\text{(5)} \qquad \cos r_0 = \cos \alpha \cos \Delta\omega$$

Durch die Drehung ist die Horizontalachse der Kammer in die Lage H_1LH_1' übergegangen, so daß der Großkreisbogen $HH_1 = \alpha$ ist.

Wir drehen jetzt die Kammer um die Horizontalachse H_1H_1' um einen Winkel β nach hinten. Der Strahl LZ_1 nach dem Plattenhauptpunkt läuft dann auf dem Großkreis QZ nach hinten um β. Der Austrittsstrahl LA bleibt in A.

Damit wir die Figur 1 nicht neu zeichnen müssen, können wir uns aber auch die Kugel um H_1H_1' um den Winkel β nach vorwärts gedreht denken, womit ersichtlich die Relativverhältnisse unverändert bleiben. Der Strahl nach dem Plattenhauptpunkt bleibt dann in Z. Der Punkt A wandert auf einem Parallelkreis zu dem Großkreis ZQ nach A.

Legen wir die Großkreise H_1A und H_1A_1, so schneiden diese den Großkreis ZQ rechtwinklig in R und R_1. Der Winkel bei H_1 zwischen diesen Großkreisen ist β.

Somit ist:

$$RR_1 = \beta$$
$$R_1A_1 = RA$$

Wir betrachten jetzt das bei R rechtwinklige sphärische Dreieck ARZ, von dem wir schon die Stücke $ZA = r_0$ und w_0 (Winkel bei Z) kennen. Wir finden:

$$\text{(6)} \qquad \sin RA = \sin r_0 \cdot \sin w_0$$

$$\text{(7)} \qquad \operatorname{tg} ZR = \operatorname{tg} r_0 \cdot \cos w_0$$

Wir betrachten weiter das rechtwinklige sphärische Dreieck A_1R_1Z mit dem rechten Winkel bei R_1

In diesem Dreieck ist

$$\text{(8)} \qquad \begin{cases} ZR_1 = ZR + \beta \\ R_1A_1 = RA \end{cases}$$

Den Winkel bei Z bezeichnen wir mit w_1; er stellt den Winkel dar, den die Gerade vom Plattenhauptpunkt z nach dem Plattenpunkt a_1 (dem Strahl LA_1 entsprechend) mit der Hauptvertikalen bildet. Das Großkreisbogenstück ZA_1 bezeichnen wir mit r_1. Wir erhalten

(9)
$$\operatorname{tg} w_1 = \frac{\operatorname{tg} R_1A_1}{\sin R_1Z}$$

10)
$$\cos r_1 = \cos R_1A_1 \cdot \cos R_1Z$$

Unter Beachtung der Beziehungen (8) erhalten wir:

(11)
$$\operatorname{tg} w_1 = \frac{\operatorname{tg} RA}{\sin (ZR + \beta)}$$

(12)
$$\cos r_1 = \cos RA \cdot \cos (ZR + \beta)$$

Indem wir die Gleichungen (6) und (7) und (4) und (5) berücksichtigen, erhalten wir nach längeren goniometrischen Entwicklungen, die aber keine Schwierigkeiten bieten

(13)
$$\operatorname{tg} w_1 = -\frac{\sin a \cdot \cos \Delta\omega}{\sin \beta \cos \Delta\omega \cos a - \cos \beta \sin \Delta\omega}$$

(14)
$$\cos r_1 = \sin \beta \sin \Delta\omega + \cos \beta \cos \Delta\omega \cos a$$

Jetzt wollen wir uns Rechenschaft geben, wie die Verhältnisse sich gestalten, wenn die Kammer in der Neigung $\Delta\omega$ festgehalten wird, während wir das Betrachtungsfernrohr um eine lotrechte Stehachse und eine dazu normale Horizontalachse bewegen.

Wir denken uns eine Kugel vom Radius f um den Schnittpunkt der Stehachse und der Horizontalachse des Betrachtungsfernrohres gelegt. Die Hinterseite der Kugel sei gegen den Objektraum gerichtet. Die um $\Delta\omega$ geneigte Kammerachse schneide die Kugel in E. Dabei nehmen wir hier $\Delta\omega$ positiv an, so daß also E in unserer Figur 2 unterhalb der Horizontalebene liegt.

Ein Strahl, der im Objektraum von links oben einfällt, durchstößt die Kugel in A_2 rechts unten. Der Strahl sei gekennzeichnet durch die Winkel a und β, wie wir sie aus der Figur 2 erkennen.

Unserer Annahme entsprechend ist die Plattenebene die Tangentialebene an die Kugel in E.

Der Schnitt des vertikalen Großkreises ZE mit der Platte gibt uns die Hauptvertikale. Der Plattenpunkt a_2 auf den die Ziellinie des Betrachtungsfernrohres gerichtet ist, ist der Schnitt des Strahles LA_2 mit der Platte.

Die dem Großkreis EA_2 entsprechende Ebene schneidet aus der Platte die durch den Plattenhauptpunkt gehende Gerade ea_2 heraus. Der Winkel $Z'EA_2$ in dem schiefwinkligen sphärischen Dreieck $EZ'A_2$ stellt also den Winkel dar, den ea_2 mit dem nach „oben" im Objektraum gerichteten Ast der Hauptvertikalen bildet. Wir bezeichnen diesen Winkel mit w_2. Das Großkreisstück EA_2 bezeichnen wir mit r_2.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß

$$ea_2 = f \cdot \operatorname{tg} r_2$$

Wir zeichnen das sphärische Dreieck $EZ'A_2$ nochmals heraus und finden

(15)
$$\cos r_2 = \sin \beta \sin \Delta\omega + \cos \beta \cos \Delta\omega \cos a$$

(16)
$$\sin w_2 = \frac{\cos \beta \sin a}{\sin r_2}$$

Aus Formel (16) leiten wir eine Formel für tg w_2 ab; sin r_2 drücken wir durch α, β und $\Delta\omega$ aus und erhalten nach verschiedenen goniometrischen Umformungen:

$$\text{(17)} \qquad \operatorname{tg} w_2 = \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta \cos \Delta\omega - \cos \beta \sin \Delta\omega \cos \alpha}$$

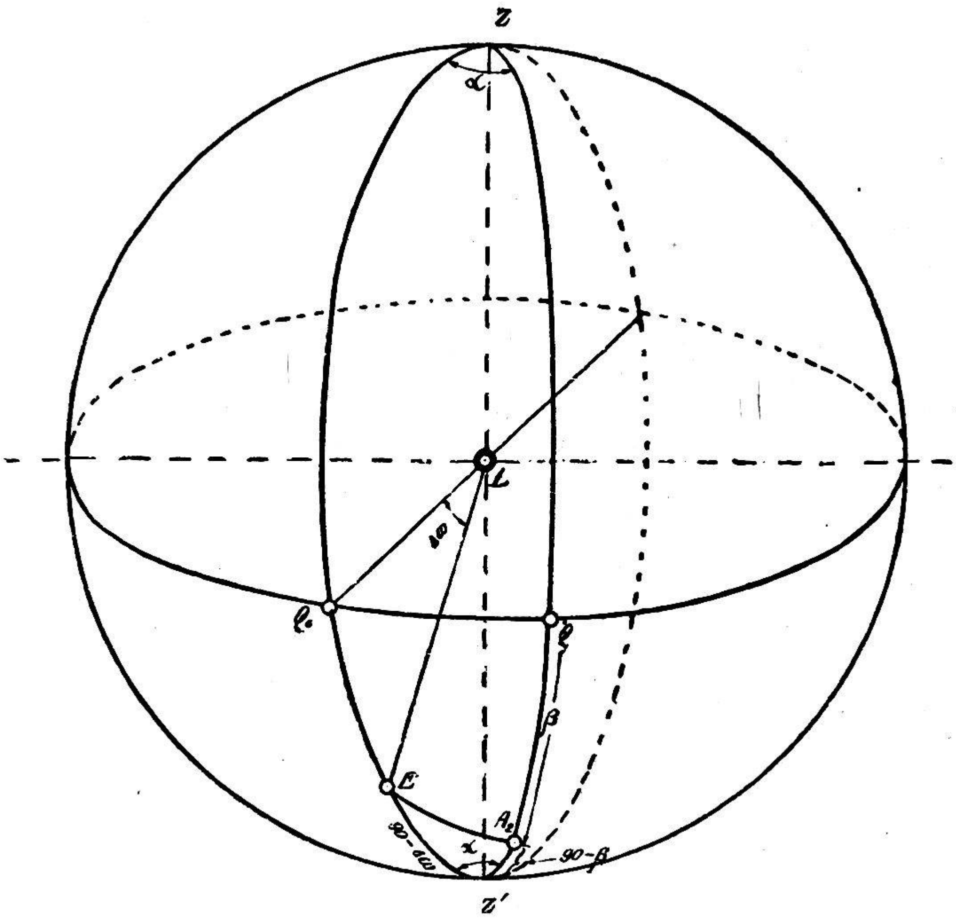

Fig. 2.

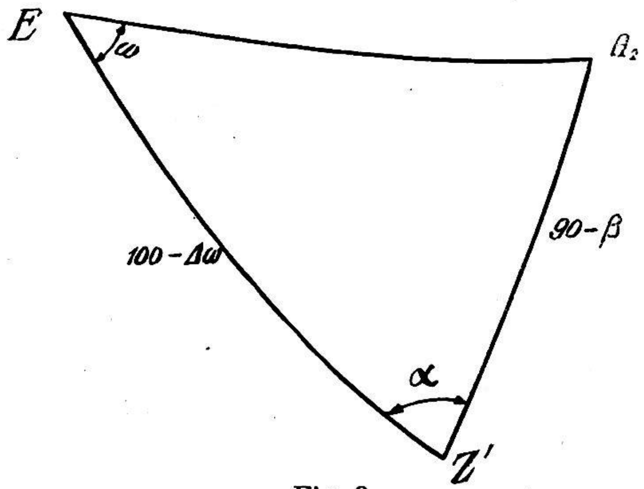

Fig. 3.

Aus den Formeln (13) und (17), (14) und (15) ergibt sich, daß der Punkt a_1, der mit der Lenkerstellung α, β beim Wild-Autographen eingestellt wird, nicht identisch mit dem Punkt a_2 ist, der durch die Winkel α und β definiert ist.

Dagegen liegen die beiden Punkte auf einem Kreis, dessen Zentrum im Plattenhauptpunkt liegt, da $\cos r_1 = \cos r_2$, also $r_1 = r_2$ ist.

Das Minuszeichen in Formel (13) brauchen wir nicht weiter zu beachten, da es mit der Seitenvertauschung durch das Kammerprisma zusammenhängt, welche durch die Anordnung des Autographen kompensiert wird.

Um die nötige Drehung ρ der Platte in ihrer Ebene um den Plattenhauptpunkt zu finden, haben wir also

$$\rho = w_1 - w_2$$

wo

$$\operatorname{tg} w_1 = + \frac{\sin\alpha \cos\Delta\omega}{\sin\beta \cos\Delta\omega \cos\alpha - \cos\beta \sin\Delta\omega}$$

$$\operatorname{tg} w_2 = \frac{\sin\alpha \cos\beta}{\sin\beta \cos\Delta\omega - \cos\beta \sin\Delta\omega \cos\alpha}$$

Aus

$$\operatorname{tg}\rho = \operatorname{tg}(w_1 - w_2) = \frac{\operatorname{tg} w_1 - \operatorname{tg} w_2}{1 + \operatorname{tg} w_1 \cdot \operatorname{tg} w_2}$$

folgt nach einfacher goniometrischer Umformung

$$(18)\quad \operatorname{tg}\rho = \sin\alpha \frac{\sin\beta\cos\Delta\omega\,(\cos\Delta\omega - \cos\beta\cos\alpha)}{(\sin^2\beta\cos^2\Delta\omega + \cos^2\beta\sin^2\Delta\omega)\cos\alpha}$$

$$* \quad \frac{+ \cos\beta\sin\Delta\omega\,(\cos\beta - \cos\Delta\omega\cos\alpha)}{- \sin\beta\cos\beta\sin\Delta\omega\cos\Delta\omega\,(1 + \cos^2\alpha) + \cos\beta\cos\Delta\omega\sin^2\alpha}$$

Wenn also die Platte um diesen Winkel ρ verkantet wird, so kommt beim Wild-Autographen bei der Lenkerstellung α, β der Punkt a_2 zur Einstellung, der durch die Winkel α und β definiert wird.

Setzen wir in (18) $\Delta\omega = 0$, so resultiert nach einfacher Umformung

$$(19)\qquad \operatorname{tg}\rho = \frac{\sin\alpha\sin\beta}{\cos\alpha + \cos\beta}$$

in Uebereinstimmung mit der Formel (14), die ich in dem Aufsatz „Zur Theorie des Wild-Autographen", diese Zeitschrift 1929, Seite 114, angegeben habe.

Auch die Formeln (10a) und (12), die dort auf Seite 113 und 114 angegeben sind, resultieren aus den hier abgeleiteten Formeln (13) und (17), wenn $\Delta\omega = 0$ gesetzt wird, wenn man bedenkt, daß dort die Winkel w von der Haupthorizontalen aus gezählt sind.

Setzt man in (18) $\beta = -\Delta\omega$, so findet man

$$(20)\qquad \operatorname{tg}\rho = 0 \text{ für beliebiges } \alpha$$

Aus dieser Formel resultiert, daß die Korrekturvorrichtung mit dem Differenz-Kippungsprisma zusammen geneigt werden muß.

Ich fasse zusammen:

Beim Wild-Autographen wird bei Einstellung von Differenzkippung der aus der Drehung der Kammer resultierende Projektionsfehler des Lenkers in aller Strenge behoben, wenn die Platte um ihren Hauptpunkt um einen Winkel ρ gekantet wird, wie er aus Formel (18) resultiert.

Die von Herrn Prof. Dr. O. von Gruber in dem kürzlich erschiene-

---

* Aus Mangel an Platz mußte der Hauptbruchstrich gebrochen werden. Formel (18) ist daher nicht algebraisch zu lesen, sondern es ist die zweite Zeile mit dem Bruchstrich an den Bruchstrich der ersten Zeile anzusetzen.

nen Buche „Ferienkurs in Photogrammetrie“, Stuttgart 1930, Seite 414 aufgestellte Behauptung, daß der „zunächst falsch eingestellte Punkt mit der richtigen Lage nicht mehr auf einem Kreis mit dem Radius *r* liegt“, ist daher unzutreffend; die daraus gezogenen Schlüsse sind deshalb ebenfalls nicht stichhaltig. F. Bæschlin.

Lehrlingsprüfung 1931.

Vermessungstechnikerlehrlinge, deren Lehrzeit beendet ist oder in der ersten Hälfte des Jahres 1931 zu Ende geht, werden darauf aufmerksam gemacht, daß im April 1931 in Zürich eine Lehrlingsprüfung stattfinden wird. Für die im Kanton Zürich wohnhaften Lehrlinge ist sie obligatorisch. Lehrlinge aus anderen Kantonen können an der Prüfung ebenfalls teilnehmen, sofern sie die Kurse für Vermessungstechniker in Zürich besucht haben; die Prüfungskosten für diese betragen ca. Fr. 15.—, welche anläßlich der Prüfung zu entrichten sind.

Sämtliche Kandidaten haben sich bei ihrer zuständigen kantonalen Prüfungsstelle zur interkantonalen Lehrlingsprüfung für Vermessungstechniker in Zürich anzumelden mit dem Ersuchen, die Anmeldung mit den Prüfungsakten an die Abteilung für Gewerbewesen der Volkswirtschaftsdirektion Zürich weiterzuleiten.

Die Anmeldungen haben bis spätestens 1. März 1931 zu erfolgen.

Schaffhausen, den 30. Januar 1931.

Geometerverein Zürich-Schaffhausen:
Der Präsident: *E. Steinegger.*

Anlernkurs für Vermessungslehrlinge.
Frühjahr 1931.

Diejenigen Grundbuchgeometer, welche dieses Frühjahr einen Vermessungslehrling einstellen, möchten wir darauf aufmerksam machen, daß der Geometerverein Zürich-Schaffhausen in den Monaten April/Mai dieses Jahres wiederum einen 4 Wochen dauernden Anlernkurs durchführen wird. Aufgenommen werden Lehrlinge, welche dieses Frühjahr bei einem Grundbuchgeometer in die Lehre treten und auf Grund eines psychotechnischen Gutachtens sich als berufsgeeignet ausweisen können.

Für die Anfertigung des genannten Gutachtens empfehlen wir das psychotechnische Institut Zürich, Hirschengraben 22. Dasselbe ist über die Berufsanforderungen auf das Genaueste orientiert. Die Begutachtungskosten betragen ca. Fr. 40.—; sie sind dem Institute direkt zu vergüten. Für die weniger bemittelten Lehrlinge aus dem Kanton Zürich werden diese Auslagen — sofern ein diesbezügliches Gesuch bei der betreffenden Bezirksberufsberatungsstelle eingereicht wird — vom Kanton übernommen.

Um den Kurs zweckmäßig durchführen zu können, ist es unerläßlich, daß die Lehrlinge mit sogenannten Einheitsreißzeugen versehen sind; solche können zum Preise von Fr. 49.— bei der Firma Grab-Stump in Zürich bezogen werden. Die Lehrlinge haben während des Kurses für ihre Beköstigung selbst aufzukommen. Auf Wunsch werden billige Kostorte vermittelt.

Als Beitrag an die Kurskosten werden pro Teilnehmer von den Herren Lehrmeistern Fr. 60.— erhoben.

Anmeldungen bis zum 15. März 1931 unter genauer Angabe der