**Zeitschrift:** Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres
**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres
**Band:** 11 (1913)
**Heft:** 2

**Artikel:** Die Justierung der neuen Zeiss-Nivellierinstrumente I und II
**Autor:** [s.n.]
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-182600

**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:** 21.08.2025

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

Au point de rencontre, on constata les différences suivantes:

Dans le nivellement . . . . . 102 mm,
dans la longueur . . . . . 41 cm,
dans la direction . . . . . 257 mm.

L'évaluation de la valeur maximale de ces erreurs avait donné des chiffres plus importants.

Lorsqu'on tient compte des grandes difficultés à vaincre et des incertitudes dans la triangulation fédérale et dans le nivellement suisse de précision, on peut considérer comme brillants les résultats du raccord des deux parties du tunnel, résultats qui font honneur au directeur des travaux de piquetage et à ses aides. *St.*

---

## Die Justierung der neuen Zeiss-Nivellierinstrumente I und II.

Vor ca. vier Jahren sind die ersten Zeiss-Nivellierinstrumente in unserer Fachwelt mit Sympathie und Anerkennung aufgenommen worden. Ihre Vorzüge in einfacher und zeitsparender Handhabung, sowie grösserer Genauigkeit gegenüber bisherigen Konstruktionen und eine nicht gewöhnliche Theorie der Korrektion, rechtfertigen eine eingehende Beschreibung darüber zu geben.

Aus der Abbildung von Nivellierinstrument I konstatieren wir folgenden wesentlichen Aufbau:

Verbindung mit dem Stativ durch Steckhülsenbefestigung und Arretierschraube.

Allgemeine Vertikalstellung der Vertikalaxe durch Dosenlibelle mittels dreier Stellschrauben, deren Bewegungen von der Befestigung des Instrumentes am Stativ unabhängig sind.

Horizontalstellung der Zielaxe (resp. Einspielen der Nivellierlibelle) für *jede einzelne Visur* mittels der Kippschraube (Elevationsschraube),

oder:

Allgemeine Horizontierung durch Erfüllung der Forderung: Libellenaxe senkrecht Vertikalaxe, in bekannter Weise, wie bei bisherigen Konstruktionen, durch Einspielen der Libelle in der Richtung zweier Stellschrauben, drehen um 180° und

Beseitigung des sich zeigenden Ausschlages zur Hälfte mittels der Stellschrauben und zur Hälfte mittels der Kippschraube und allfällige Wiederholung.

Bei gut justierter Dosenlibelle und einwandfreier Einspielung derselben wird die Vertikalaxe zwar genügend genau senkrecht stehen, so dass es vorteilhafter sein wird (besonders für genaueres Nivellieren), die Libelle für jede einzelne Visur mittels der Kippschraube durch geringes, sanftes Schrauben zum Einspielen zu bringen.

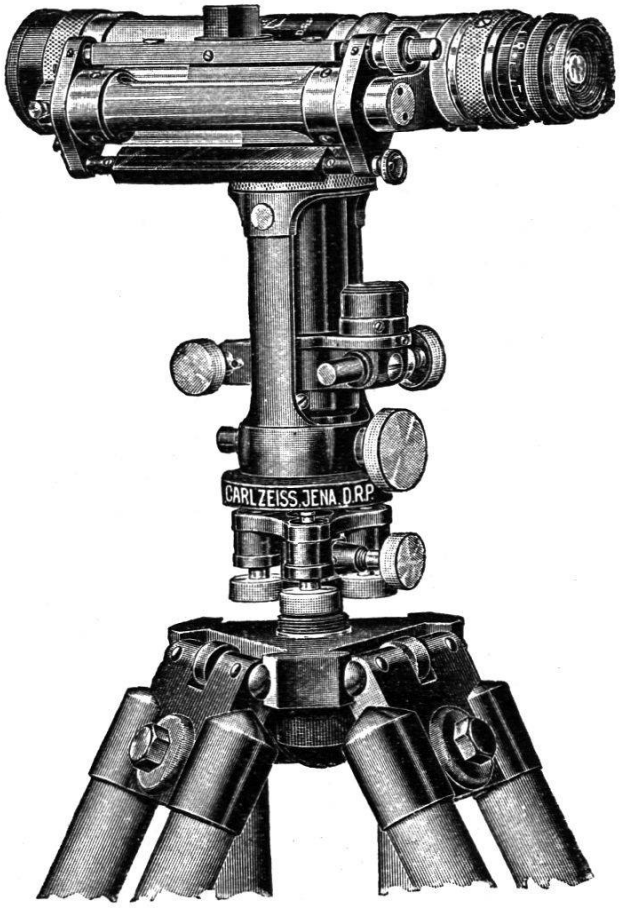


Fig. 1.

Eine Reversionslibelle und die Möglichkeit der Benützung des Fernrohrs in beiden Richtungen durch Umstecken der Okularlinse auf den Objektivdeckel, gestattet eine *Justierung von einem Standpunkte* aus.

Das Einspielen der Libelle geschieht durch Schrauben an der Kippschraube bis die zwei, in einem Prisma, vom Okularende aus, sichtbaren Enden der Libellenblase koinzidieren.

Nivellierinstrument II unterscheidet sich vom Nivellierinstrument I im allgemeinen nur in der Dimensionierung und in der Befestigung des Instrumentes am Stativ.

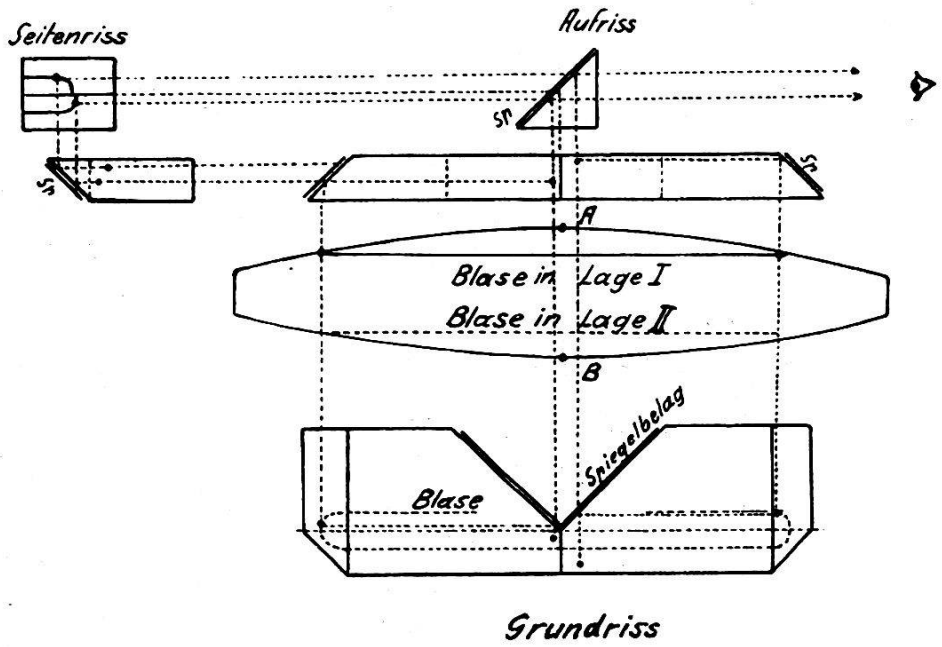


Fig. 2.

In Fig. 2 ist der schematische Strahlengang der parallaxfreien Bilder durch das Prismensystem gezeichnet. Eine Verschiebung des Prismensystems in seiner Längsrichtung verändert die beiden Normalpunkte A und B, und wird daher entweder dazu benützt, um die Libellenaxe A parallel zur Zielaxe zu machen (für Nivellieren in einer Lage), oder um die beiden Libellenaxen A und B einander parallel zu machen (für Nivellieren in beiden Lagen der Libelle). Daraus ist schon ersichtlich, dass die Justierung aufs genaueste und zugleich rasch ausgeführt werden kann. Die Zielaxe ist dabei fest, was in Bezug auf Beständigkeit der Justierung von Wert ist.

Fig. 3, wo Zielaxe Z Z und mechanische Axe M A als zusammenfallend angenommen werden, zeigt uns, dass bei parallelen Libellenaxen das Mittel der Ablesungen aus Lage I und II, trotz einem Winkel zwischen diesen und der Zielaxe, eine horizontale Visur ergibt.

Aus dem Obigen haben wir demnach bei der Justierung darauf zu achten, ob *in einer* oder in zwei *Libellenlagen* gearbeitet werde. Behandeln wir zuerst das Erstere und machen

die Annahme, dass alle Axen fehlerhaft seien. Obwohl der Mechaniker dafür sorgen wird, dass mechanische Axe und Zielaxe innerhalb kleinen Beträgen zusammenfallen werden, wollen wir auch diesen Fehler berücksichtigen und bestimmen.

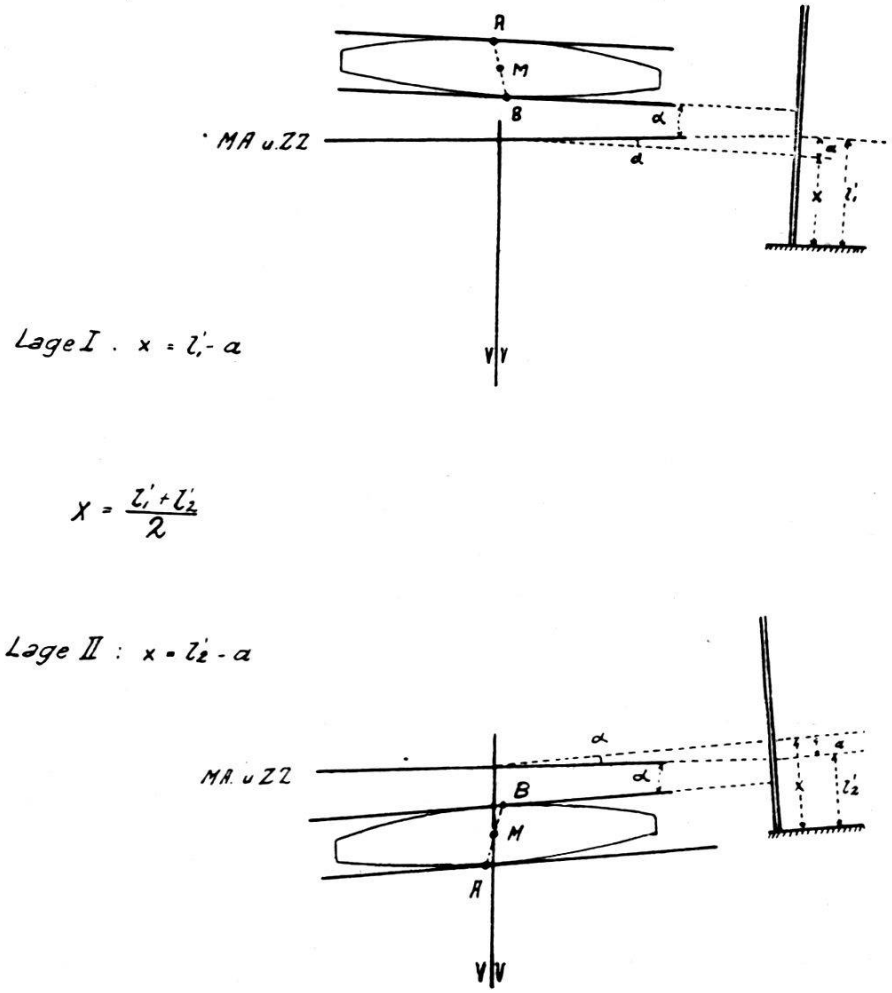


Fig. 3.

Fehler zwischen Libellenaxe A und Zielaxe (mit normalem Okular und Objektiv) . . . . . = $\alpha$
(mit vertauschtem Okular und Objektiv, weil eine neue Zielaxe vorhanden) . . . . . = $\alpha_1$
Fehler zwischen Libellenaxe A und Libellenaxe B = $\beta$
Fehler zwischen mechanischer Axe und Zielaxe (mit normalem Okular und Objektiv) . . . = $\gamma$
(mit vertauschtem Okular und Objektiv) . . = $\gamma_1$
Somit Fehler zwischen Libellenaxe B und Zielaxe, beziehungsweise = $\alpha - \beta$ und $\alpha_1 - \beta$.

Abstand zwischen mechanischer Axe und Zielaxe, im Schnitte mit der Vertikalaxe des Instrumentes, beziehungsweise = c und $c_1$.

Die bezüglichen Fehler an der Nivellierlatte = a, $a_1$, b, c und $c_1$, (a—b) und ($a_1$—b).

X sei die Ablesung für die horizontale Visur, bezogen auf den Schnittpunkt der mechanischen Axe mit der Vertikalaxe.

Fig. 4 verzeichnet die vier Ablesungen, deren arithmetisches Mittel mit dem bezeichneten Schnittpunkt eine von systematischen Fehlern freie horizontale Visur ergibt.

Es wird zweckmässig mit Lage IV begonnen, und in Lage I die letzte Ablesung gemacht, damit das Instrument nach der Korrektur zum Nivellieren in Lage I bereit ist.

In Lage IV, III, II und I werden somit stets bei einspielender Libelle die Ablesungen $l_4$, $l_3$, $l_2$ und $l_1$ gemacht. Die Lagen IV und III und Lagen II und I sind je symmetrische Lagen zur mechanischen Axe, sie sind entstanden durch Drehen um die mechanische Axe. In Figur *ist jeweilen der Horizont,* statt die Libellenaxe B gedreht worden, welch letztere durch Einspielenlassen der Blase B mittels der Kippschraube horizontal gestellt wird. Die Lagen IV und II und Lagen III und I sind je symmetrische Lagen zur Vertikalaxe des Instrumentes; wesentlich ist dabei, dass die Konvergenzen der Libellenaxen, mechanischer Axe und Zielaxe in der Lage I und II in Bezug auf die Visurrichtung zu den Lagen III und IV entgegengesetzt sind.

Die 4 Lagen ergeben aus Fig. 4 die folgenden Gleichungen:

$$X = l_1 + a + c \tag{1}$$

$$X = l_2 - a - c + b \tag{2}$$

$$X = l_3 - a_1 + c_1 \tag{3}$$

$$X = l_4 + a_1 - c_1 - b \tag{4}$$

Aus Gleichungen (1) und (2) ist:

$$X = \frac{l_1 + l_2}{2} + \frac{b}{2} \tag{5}$$

aus Gleichungen (3) und (4):

$$X = \frac{l_3 + l_4}{2} - \frac{b}{2} \tag{6}$$

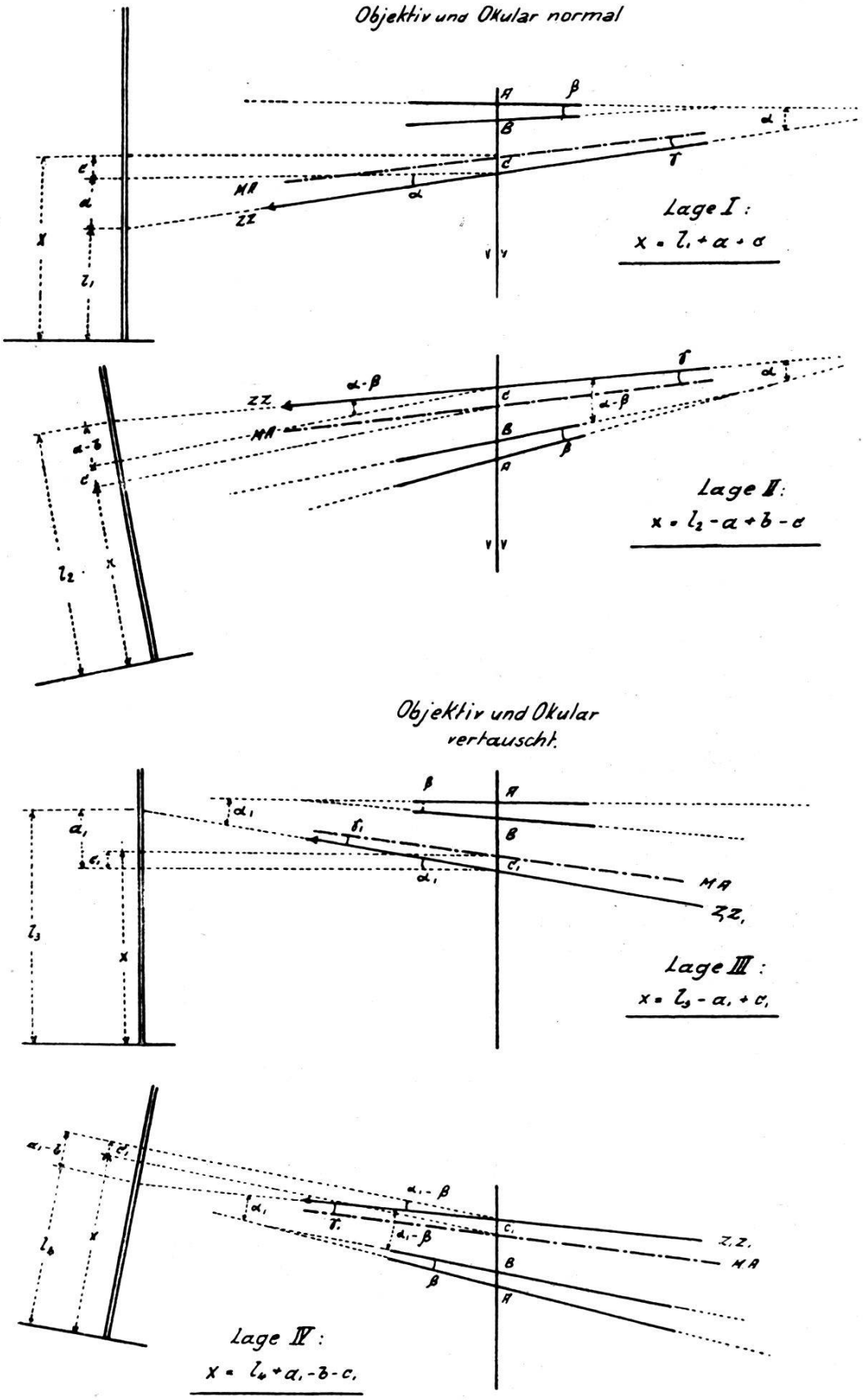
Objektiv und Okular normal
Lage I:
x = l₁ + a + c
Lage II:
x = l₂ - a + b - c
Objektiv und Okular vertauscht.
Lage III:
x = l₃ - a₁ + c₁
Lage IV:
x = l₄ + a₁ - b - c₁

Fig. 4.

und aus Gleichungen (5) und (6) durch Addition und Subtraktion:

$$X = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{4} \tag{7}$$

$$b = \frac{l_3 + l_4}{2} - \frac{l_1 + l_2}{2} \tag{8}$$

Wenn der Abstand zwischen mechanischer Axe und Zielaxe, wie gewöhnlich, kleiner als 0,5 mm ist, so kann die Zielaxe in Lage I mittels der Kippschraube auf die aus Gleichung (7) berechnete Ablesung X eingestellt und sodann das Prismensystem so verschoben werden, dass die Libelle einspielt.

Der Vollständigkeit halber soll jedoch der Abstand c durch folgende Ablesungen bestimmt werden:

1. Ablesung $l_5$ auf möglichst kurze Distanz mit ungefähr horizontaler Zielaxe in Lage I. (Das Instrument gestattet auf 2,7 m noch scharf abzulesen.)
2. Ablesung $l_6$ nach Drehen um die mechanische Axe in die II. Lage auf gleiche Distanz wie $l_5$.
3. Ablesung $l_7$ auf ca. 10—20 m mit ungefähr horizontaler Zielaxe in Lage I.
4. Ablesung $l_8$ nach Drehen in die II. Lage auf gleiche Distanz wie $l_7$.

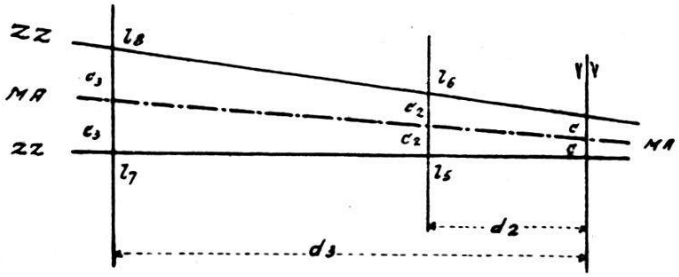


Fig. 5.

Setzt man $l_5 - l_6 = 2\ c_2$
und $l_7 - l_8 = 2\ c_3$ (9)

und entnimmt aus Fig. 5 die Proportion:

$$\frac{c_2 - c}{d_2} = \frac{c_3 - c_2}{d_3 - d_2}$$

so ist:

$$c = c_2 - \frac{c_3 - c_2}{d_3 - d_2}\, d_2 \tag{10}$$

Mit Rücksicht auf die Gleichungen (9) wird (X + c) diejenige Ablesung sein, welche eine horizontale Zielaxe ergibt. Auch hier ist das Prismensystem zu verschieben, bis die Libelle in Lage I, bei eingestellter Ablesung (X + c) einspielt.

Damit ist die Libellenaxe A parallel der Zielaxe gemacht. Fragen wir uns, welchen Einfluss der zwischen mechanischer Axe und Zielaxe verbliebene Winkel $\gamma$ auf das Arbeiten in einer Lage hat, so sehen wir, dass er in keiner Weise hinderlich sein wird. Nur ein Drehen in die zweite Lage würde die Zielaxe und Libellenaxe A aus der Horizontalen bringen, welches jedoch im Falle durch geringes Schrauben der Kippschraube wieder behoben werden könnte.

---

Die Justierung für *Nivellieren* in *beiden Lagen* der Libelle kann sich auf die Gleichungen (1) bis (8) stützen. Fig. 3 hat gezeigt, dass aus dem Mittel der Lagen I und II bei parallelen Libellenaxen eine horizontale Zielung X resultiert. Das Gleiche bestätigt sich, wenn auch mechanische Axe und Zielaxe nicht zusammenfallen.

Sind die Libellenaxen einander parallel, so ist der Winkel $\beta = o$, also auch $b = o$ (Lattenabschnitt), und Gleichung (5) geht dann über in

$$X = \frac{l_1' + l_2'}{2} \tag{11}$$

dem Mittel aus den Ablesungen in Lage I und II.

In Lage I haben wir somit eine Ablesung $l_1'$ einzustellen und das Prismensystem zu verschieben, bis die Libelle A einspielt. In Lage II muss dann bei einspielender Libelle B (in A und B gleichen Libellenschliff vorausgesetzt) die Ablesung $l_2'$ gemacht werden können.

Die Ablesungen $l_1'$ und $l_2'$ können wir in erster Linie durch $l_1$ und $l_2$ aus der Gleichung (5) berechnen.

$$X = \frac{l_1 + l_2}{2} + \frac{b}{2} \tag{5}$$

$$= \frac{l_1 + \frac{b}{2}}{2} + \frac{l_2 + \frac{b}{2}}{2}$$

$$X = \frac{\left(l_1 + \frac{b}{2}\right) + \left(l_2 + \frac{b}{2}\right)}{2} = \frac{l_1' + l_2'}{2} \quad \text{nach Gl. (11)}$$

somit:

$$\underline{l_1' = l_1 + \frac{b}{2}}$$
$$\underline{l_2' = l_2 + \frac{b}{2}} \qquad (12)$$

b kann aus Gleichung (8) berechnet werden.

---

$l_1'$ und $l_2'$ können aber auch durch X ausgedrückt werden. Aus Gleichung (12) erhalten wir durch Subtraktion

$$l_2' - l_1' = l_2 - l_1 \qquad (13)$$

Setzen wir:

$$\begin{aligned} l_1' &= X - y \\ \underline{l_2' = X + y} \end{aligned} \quad \text{damit} \quad \frac{l_1' + l_2'}{2} = X$$

so ist: $l_2' - l_1' = \quad 2y = l_2 - l_1$ wegen (13)

$$y = \frac{l_2 - l_1}{2}$$

oder

$$\underline{l_1' = X - \frac{l_2 - l_1}{2}}$$
$$\underline{l_2' = X + \frac{l_2 - l_1}{2}} \qquad (12\,a)$$

Gleichungen (12) und (12 a) werden, wie bereits bemerkt, nur erfüllt, wenn die Libellenschliffe in A und B einander gleich sind.

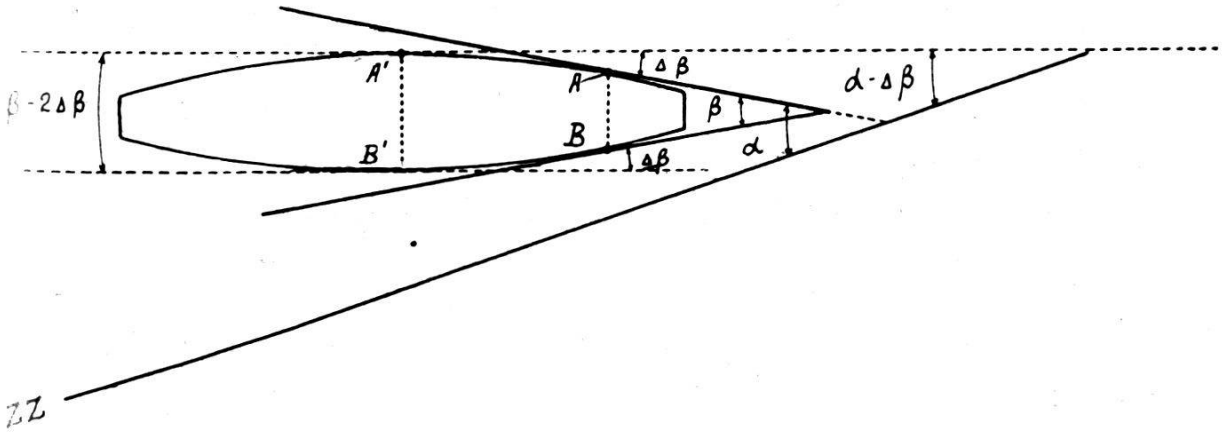


Fig. 6.

Fig. 6 zeigt eine Aenderung der Libellenaxe A um den Winkel $\triangle\,\beta$. Bei gleichen Krümmungen in B wird sich auch die Libellenaxe B um diesen Winkel $\triangle\,\beta$ verändern, so dass Winkel $\beta$ zu $(\beta - 2\triangle\beta)$ wird, während $\alpha$ nur zu $(\alpha - \triangle\beta)$ sich verändert.

(Die Bogenlängen A — A' und B — B' können als gleiche Bogen betrachtet werden, auch wenn die Mittellinie der Libelle um einen kleinen Betrag nicht parallel zum Prismensystem ist.)

Aus Gleichung (1) und (2) haben wir:

$$\begin{aligned} l_1 &= X - a - c \\ l_2 &= X + a + c - b \end{aligned} \qquad (14)$$

Nach einer Verschiebung des Prismensystems werden daher den Winkeländerungen in $(\alpha - \triangle \beta)$ und $(\beta - 2 \triangle \beta)$ die Aenderung der Lattenabschnitte in $(a - \triangle b)$ und $(b - 2 \triangle b)$ entsprechen und man hat:

$$\begin{aligned} l_1'' &= X - (a - \triangle b) - c \\ l_2'' &= X + (a - \triangle b) + c - (b - 2 \triangle b) \end{aligned} \qquad (15)$$

Aus Gleichungen (14) ist:

$$l_2 - l_1 = 2a + 2c - b$$

aus Gleichung (15): $l_2'' - l_1'' = 2a + 2c - b$

somit $l_2 - l_1 = l_2'' - l_1'' =$ konstant (16)

Durch diese konstante Differenz kann somit der gleiche Libellenschliff in A und B konstatiert werden.

Will man das Instrument so korrigieren, dass man *beliebig in einer oder beiden Libellenlagen* arbeiten kann, so muss die Forderung: Libellenaxe parallel Zielaxe noch erfüllt werden.

Dies geschieht bei angezielter Ablesung $(X + c)$ und nachdem die Libellenaxen mit Hilfe der Gleichungen (12) oder (12a) einander parallel gemacht wurden, durch Korrigieren an den Korrektionsschrauben der Libelle, bis dieselbe in der ersten Lage einspielt. Die Normalpunkte A und B werden durch diese Korrektur ganz wenig verändert, jedoch in den meisten Fällen so, dass die Libellenaxen einander parallel bleiben.

Die Bedingung dafür ist, dass die Differenz der darauffolgenden Ablesungen $l_2''' - l_1'''$ in beiden Lagen der Libelle $= 2c$ und zugleich

$$l_1''' = X + c$$

und $l_2''' = X - c$ ist.

Sollte dies nicht der Fall sein, so ist das Prismensystem bei angezielter Ablesung $(X + c)$ in Lage I nochmals zu verschieben, bis die Libelle einspielt. Damit sind die Libellenaxen und Zielaxe einander parallel. Die zuletzt besprochene Forderung, Zielaxe parallel den Libellenaxen, wird zwar für gewisse Arbeiten

gerade nicht gewünscht, um in Lage I und II unabhängige Ablesungen zu haben und damit Wiederholung von Ablesefehlern zu vermeiden.

---

Für die Feststellung der Libellenkreuzung genügt im allgemeinen das ungefähre Einspielenlassen der Libelle und Drehen des Fernrohres um 90° um die mechanische Axe; durch Korrektion an den seitlich wirkenden Korrektionsschrauben wird die Kreuzung zur *mechanischen Axe* gehoben.

In einwandfreier, aber etwas umständlicher Weise kann der Kreuzungsfehler *zur Zielaxe* wie folgt beseitigt werden:

Man wählt eine Lattenstellung senkrecht zur Richtung zweier Stellschrauben; das Instrument wird nach der Dosenlibelle horizontiert und bei einspielender Nivellier-Libelle eine Ablesung gemacht. Hierauf dreht man eine der seitwärts liegenden Stellschrauben um eine halbe oder ganze Umdrehung und bringt mit der anderen seitwärtsliegenden das Fadenkreuz angenähert und mit der Kippschraube genau auf die früher gemachte Ablesung. Zeigt nun die Libelle im Prisma einen Ausschlag, so muss derselbe mit den horizontalen Korrektionsschrauben beseitigt werden.

Der Umstand, dass diese Korrektionsschrauben benützt werden müssen, wird uns veranlassen, die Libellenkreuzung beim Beginne einer genauen Justierung zu untersuchen. *W.*

---

## Équation de condition d'un système central.

Une publication de l'Institut géodésique royal de Prusse* dont la *Geometer-Zeitung* n'a jamais fait mention sauf erreur, m'a amené à faire l'étude de la compensation d'un système central dans le cas où les différents côtés sont mesurés directement; l'équation de condition à satisfaire peut s'établir sous plusieurs formes remarquables, mais nous n'en donnerons que

---

* „Bedingungsgleichungen für Liniennetze und für Rückwärtseinschnitte", von L. Krüger (Veröffentlichung des Königl. preussischen Geodätischen Institutes).