

# Zum Einfluss von Zielachsenfehler, Horizontalachsenschiefe und Stehachsenschiefe auf Richtungsbeobachtungen [Schluss]

Autor(en): **Matthias, H.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **56 (1958)**

Heft 6

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-214380>

## **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.

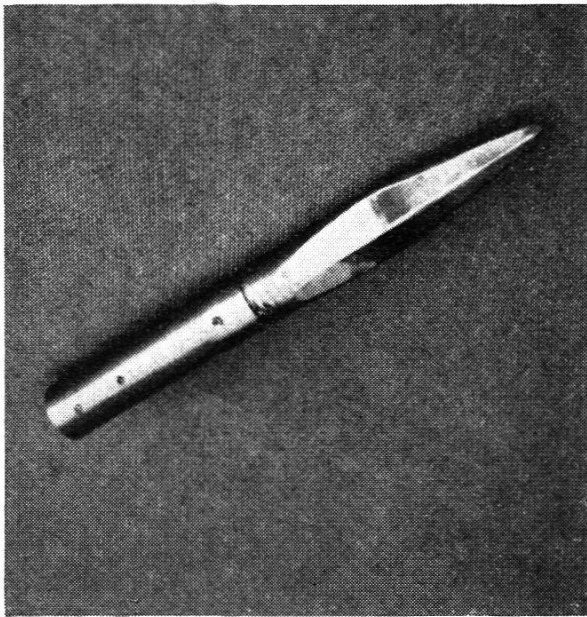


Fig. 9. Lanzen-Spitze

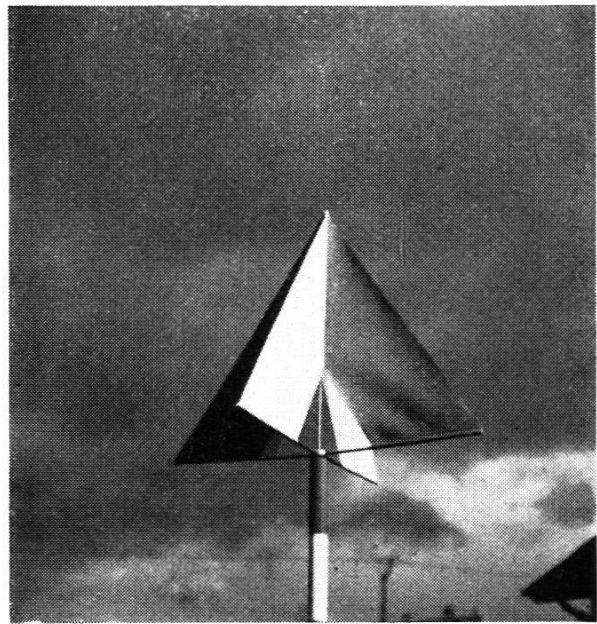


Fig. 10. Signalfahne aus Kunststoff

Als letzte Neuheit ist das sogenannte «Jalonböckli» zu nennen, welches einerseits als Jalonstativ und andererseits als Signaltafel verwendet werden kann. Es besteht aus einem Gummiring mit gezahnter Lochöffnung (in vier verschiedenen Farben erhältlich) und drei demontierbaren Rundeißen. Mit einem Signaltuch bespannt, kann es als Warnungssignal, zum Beispiel bei Vermessungsarbeiten auf einer Verkehrsstraße, dienen.

Diese Vermessungsmittel verdienen Beachtung, weil sie sich sehr vielseitig verwenden lassen und vor allem weil sie sich auf kleinstem Raum transportieren lassen.

## **Zum Einfluß von Zielachsenfehler, Horizontalachsenschiefe und Stehachsenschiefe auf Richtungsbeobachtungen**

*Von dipl. Ing. H. Matthias*

(Schluß)

### *a) Arbeit mit einer R.L.*

Der Ausdruck R.L. ist allgemein gebräuchlich. Es wird darunter eine Libelle verstanden, die mit ihren meist V-förmigen Lagern direkt auf der H.A. aufsitzt (oder bei einer Hängelibelle an der H.A. hängt). Da ein Umsetzen nicht üblich und der Spielpunkt unbekannt ist, ergibt sich die gesuchte Schiefe erst aus den Blasenablesungen in beiden F.L.

Es seien:

$k$  die Ablesung des Blasenendes beim kleinen Skalenwert

- $g$  die Ablesung des Blasenendes beim größeren Skalenwert
- $n_0$  der Skalenwert des Spielpunktes
- $i'$  die in die Libellenebene projizierte H.A.-Schiefe  $i$
- $p$  der Parswert der Libelle

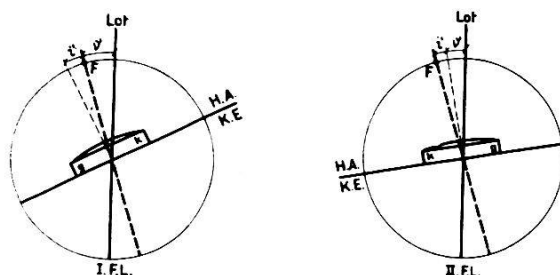


Fig. 12

(Fig. 12.) Die Blasenablesungen ergeben in

$$\begin{aligned}
 \text{I. F.L.} \quad \nu \sin (a_{\nu} - a) + i' &= \nu' + i' = p \left( \frac{k_{\text{I}} + g_{\text{I}}}{2} - n_0 \right) \\
 \text{II. F.L.} \quad \nu \sin (a_{\nu} - a) - i' &= \nu' - i' = p \left( -\frac{k_{\text{II}} + g_{\text{II}}}{2} + n_0 \right)
 \end{aligned} \tag{G 1}$$

Die halbe Summe der Gleichungen (G 1) liefert die für die Reduktion notwendige Winkelgröße

$$\underline{\underline{\nu \sin (a_{\nu} - a) = \nu' = \frac{p}{2} \left( \frac{k_{\text{I}} - k_{\text{II}}}{2} + \frac{g_{\text{I}} - g_{\text{II}}}{2} \right)}} \tag{G 2}$$

Der Betrag der H.A.-Schiefe  $i'$  fällt heraus, und der unbekannte Skalenwert  $n_0$  des Spielpunktes ist eliminiert.

#### b) Arbeit mit einer A.L.

Die A.L. ist in der Regel in der Stütze eingebaut und wird zum Horizontieren verwendet. Unter einer A.L. soll hier aber allgemeiner eine Libelle verstanden sein, die nicht auf der H.A., sondern auf der Alhidade aufsitzt oder mit dieser fest verbunden oder eingebaut ist. Es gibt Instrumente (zum Beispiel den astronomischen Theodoliten DKM3-A der Firma Kern), die mit einer Libelle ausgerüstet sind, die äußerlich ganz wie eine R.L. aussieht, aber in obigem Sinne eine A.L. ist, weil sie auf mit der Alhidade fest verbundenen Zapfen aufsitzt.

(Fig. 13.) Analog wie unter a) ergeben die Blasenablesungen in

$$\begin{aligned}
 \text{I. F.L.} \quad \nu \sin (a_{\nu} - a) &= \nu' = p \left( \frac{k_{\text{I}} + g_{\text{I}}}{2} - n_0 \right) \\
 \text{II. F.L.} \quad \nu \sin (a_{\nu} - a) &= \nu' = p \left( -\frac{k_{\text{II}} + g_{\text{II}}}{2} + n_0 \right)
 \end{aligned} \tag{G 3}$$

und damit auch hier durch Summieren wie bei der R.L.

$$\nu \sin (a\nu - a) = \nu' = \frac{p}{2} \left( \frac{k_I - k_{II}}{2} + \frac{g_I - g_{II}}{2} \right) \quad (G 2)$$

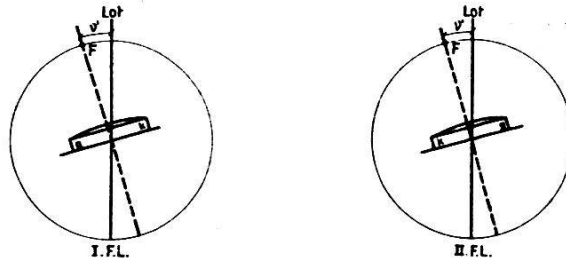


Fig. 13

### c) Reiterlibelle oder Alhidadenlibelle?

Bei den zu erfassenden St.A.-Schiefen infolge Horizontierungsfehlern, Stativ- oder Pfeilerneigungen und Taumelfehlern (siehe Abschnitt H) handelt es sich um kleine Beträge, die bei steilen Visuren bereits erhebliche Korrekturwerte verursachen können. Es bedarf daher empfindlicher Libellen; Reiterlibellen oder Alhidadenlibellen im Sinne G b, die bei geodätischen Instrumenten zu diesem Zweck verwendet werden, haben Empfindlichkeiten von (2'') – 5'' – (10'') pro 2 Millimeter.

Da mit einer R.L. und einer A.L. dasselbe Resultat erreicht wird, stellt sich die Frage, welche der beiden Möglichkeiten zu bevorzugen sei. Der A.L. ist deshalb der Vorzug zu geben, weil sie mit der Alhidade fest verbunden ist, während sich bei der R.L. die H.A. unter deren Lagern dreht und aus verschiedenen Gründen zu Verfälschungen der Schiefenbestimmungen führen kann. Auch in diesem Zusammenhang sei noch einmal an die Voraussetzungen des Abschnittes A erinnert.

### H. Der Taumelfehler der Stehachse

Unter dem Taumelfehler der St.A. ist die Tatsache zu verstehen, daß die Alhidadendrehachse bei feststehendem Unterteil infolge mechanischer Unvollkommenheiten (je nach Achsensystem Fehler der Achsenführung, Spiel, Unebenheit von Laufflächen usw.) um ihre Mittellage herum kleinen Veränderungen unterworfen ist.

Ohne besondere Erwähnung lag den vorigen Abschnitten die Annahme zugrunde, daß die St.A.-Schiefe ( $\nu$ ,  $a\nu$ ) zwischen den Beobachtungen in beiden F.L. konstant sei. Infolge dieses Taumelfehlers der St.A. und auch wegen Neigungen von Stativ oder Pfeiler wird sich die St.A.-Schiefe aber ändern.

Die folgende Überlegung zeigt, daß beim Vorgehen gemäß Abschnitt G auch diese Fehlereinflüsse erfaßt und damit korrigiert werden.

Es sei die St.A.-Schiefe gegeben

in I. F.L. durch  $\nu_I$ ,  $a\nu_I$  und

in II. F.L. durch  $\nu_{II}$ ,  $a\nu_{II}$

Gemäß (D 4, E 1, E 5) ergibt sich die Sollrichtung  $a$   
in der I. F.L. aus  $a = a_{JZ_I} + \nu_I \sin(a_{\nu_I} - a) \cdot \operatorname{tg} h + \Delta a_{i,c}$  und  
in der II. F.L. aus  $a = a_{JZ_{II}} - 200 + \nu_{II} \sin(a_{\nu_{II}} - a) \cdot \operatorname{tg} h - \Delta a_{i,c}$  (H 1)

Das Mittel aus den beiden Gleichungen (H 1) liefert

$$a = \frac{a_{JZ_I} + (a_{JZ_{II}} - 200)}{2} + \frac{1}{2} \left\{ \nu_I \sin(a_{\nu_I} - a) + \nu_{II} \sin(a_{\nu_{II}} - a) \right\} \operatorname{tg} h$$

$$= \frac{a_{JZ_I} + (a_{JZ_{II}} - 200)}{2} + \frac{1}{2} \left\{ \nu_{I'} + \nu_{II'} \right\} \operatorname{tg} h \quad (\text{H } 2)$$

und damit die von allen Achsenfehlern freie Sollrichtung.

Wie in Abschnitt G folgt aus den Libellenablesungen (hier zum Beispiel für eine A.L.)

$$\text{in I. F.L.} \quad \nu_I \sin(a_{\nu_I} - a) = \nu_{I'} = p \left( \frac{k_I + g_I}{2} - n_0 \right)$$

$$\text{in II. F.L.} \quad \nu_{II} \sin(a_{\nu_{II}} - a) = \nu_{II'} = p \left( -\frac{k_I + g_I}{2} + n_0 \right) \quad (\text{H } 3)$$

das Korrekturglied als Summe der Gleichungen (H 3)

$$\underline{\underline{\frac{1}{2} (\nu_{I'} + \nu_{II'}) = \frac{p}{2} \left( \frac{k_I - k_{II}}{2} + \frac{g_I - g_{II}}{2} \right)}} \quad (\text{H } 4)$$

### 1) Schluß und Beispiel

Unter den Voraussetzungen des Abschnittes A lautet die in der Einleitung aufgeführte Hauptregel ergänzend wie folgt:

Das Resultat von in beiden F.L. durchgeführten Richtungsbeobachtungen ist vom Einfluß des Z.A.-Fehlers und der H.A.-Schiefe frei. Wird nach jeder Zielung die Blasenlage einer R.L. oder A.L. bestimmt, so kann auch der Einfluß der Stehachsenschiefe infolge des Horizontierungsfehlers, des Taumelfehlers und infolge von Neigungen des Statives oder des Pfeilers korrigiert werden.

Wird mit einer R.L. oder A.L. gearbeitet, so sind die Anforderungen an die St.A. des Instrumentes und an die Horizontierung nicht groß. Wird jedoch ohne R.L. oder A.L. gearbeitet, so muß – insbesondere beim Auftreten von steilen Visuren – gut horizontiert werden, und die Anforderungen an die St.A. des Instrumentes und die Stabilität von Stativ oder Pfeiler sind groß.

Das folgende Beispiel wurde von Herrn dipl. Ing. W. Schneider in Chur zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um eine viermalige Satzmessung anlässlich von Deformationsmessungen an der Staumauer Zervreila der Kraftwerke der Stadt Zürich. Es wurde mit einem Triangulationstheodoliten DKM 3 der Firma Kern gearbeitet.

Betr. Deformationsmessungen Staumauer Zervreila		Instr. DKM 3 Nr. 53585		Datum 19.10.57		Wetter bewölkt Temp. 8°C														
		Pfeilergr.-Platte Nr. 5		Beob. eg.																
		Stat. 1 JH 25.23																		
Ziel- punkt	tg h (2)	Kreis			Mittel g (5)	Fehlerrechnung v' v vv (16) (19) (20)	Bemerkungen	Libelle												
		g	c	cc				g	g	g	g	g	g	g						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)								
I	0 00	50,6	200	00	29,0	00	00,0	0	-1,1	1,2	07,40	5,0	37,0	37,0	5,4	-0,4	0	-0,2	-1,1	
V	0 02	66,0	200	02	50,0	02	58,0	0	18,6	11,2	+0,1	0	36,0	37,0	5,2	-0,2	-0,2	-0,2	-1,1	
VI	0 04	25,6	220	04	01,2	04	10,4	-0,6	13,8	70,2	+2,0	+0,9	0	36,0	37,0	5,4	-1,0	-1,0	-1,0	-5,7
II	0 06	17,6	243	06	08,6	06	03,1	-0,4	07,7	63,1	+0,5	-0,6	0,4	36,2	36,4	4,8	-0,2	-0,2	-0,2	-1,1
III	0 08	51,6	268	08	10,0	08	01,8	+1,8	33,6	94,0	+0,8	+0,5	0,1	36,2	36,8	4,0	+0,6	+0,4	+0,5	+2,0
IV	0 10	21,7	298	10	09,0	10	04,1	+0,6	04,7	65,1	+1,7	+0,5	0,2	37,0	36,0	4,4	+0,8	+1,0	+0,9	+5,1
V	0 12	28,5	322	12	08,5	12	05,5	+0,7	06,2	88,5	+0,8	+2,1	0,4	37,0	36,2	4,8	+0,2	+0,8	+0,5	+2,0
X	0 14	35,9	350	14	07,9	14	06,1	+4,7	66,4	268	359	30	25,0	30,0	33,2	3,8	+2,2	+2,8	+2,5	+10,3
Z	0 16	46	386	16	06,0	16	01,9	+0,4	82,3	427	386	46	10,4	36,0	36,4	5,0	0	+0,4	+0,2	+1,1
VII	0 18	33,2	42	18	02,6	18	02,9	+0,1	71,0	31,4	33,2	42	33,7	36,0	36,0	5,0	0	+0,4	+0,2	+1,1
IV	0 20	0	51,6	200	00	27,4	00	33,5	-0,2	39,3				36,0	37,0	5,2	-0,8	-1,0	-0,9	-5,7
II	0 22	08,0	250	00	30,4	00	37,1	-0,2	37,5	00,0	0	11,7	2,9	08,0	36,8	5,0	-1,0	-1,2	-1,1	-6,3
V	0 24	70,0	250	02	17,2	02	58,6	-0,2	58,4	19,9	19,6	-0,3	11,4	2,0	36,8	5,0	-1,0	-1,2	-1,1	-6,3
VI	0 26	26,4	270	04	08,2	04	17,3	-0,2	17,1	78,6	78,2	-2,4	-0,7	0,5	37,0	5,4	-1,4	-1,4	-1,4	-2,5
II	0 28	61	293	06	08,6	06	03,1	-0,9	02,2	63,7	63,6	-0,1	+1,6	2,6	36,6	5,0	-0,4	-0,6	-0,5	-2,0
III	0 30	50,4	318	08	10,2	08	04,1	+0,7	34,8	96,3	95,4	-0,9	+0,8	0,6	36,2	4,8	+0,2	+0,2	+0,2	+1,1
W	0 32	29,7	350	10	09,4	10	05,9	+0,6	06,5	68,0	66,7	-1,3	+0,4	0,7	36,2	5,0	+1,0	+0,6	+0,8	+4,6
X	0 34	64,2	335	12	08,5	12	05,7	+1,0	55,7	17,2	89,8	-7,4	-5,7	32,5	36,2	4,8	+0,6	+0,8	+0,7	+4,0
Y	0 36	74,0	309	14	07,8	14	06,9	+5,1	66,0	27,5	25,0	-2,5	-0,6	0,6	36,8	3,4	+7,6	+2,8	+2,7	+16,4
Z	0 38	46	346	16	07,6	16	03,6	-0,2	83,4	44,9	44,4	-0,5	+1,2	1,4	36,2	5,0	-0,2	0	-0,1	-0,6
III	0 40	81,0	342	18	05,8	18	03,4	-0,2	73,2	34,7	33,7	-2,0	-0,3	0,1	36,2	5,0	-0,4	-0,2	-0,3	-1,7
IV	0 42	50,0	350	00	29,8	00	39,7	-0,2	39,5					37,0	5,4	-1,4	-1,4	-1,4	-8,0	

Parwert 3,8°  
∴  $\frac{p}{z}$  5,7°

08\*\*

08\*\*

08\*\*

08\*\*



Bemerkungen zum Beispiel:

Zur Aufdeckung allfälliger Pfeilerdrehungen wurde die erste Richtung in jedem Satz auch als letzte Richtung einbezogen.

Die Blasenablesungen der R.L. und die Berechnungen der Richtungskorrekturen sind gemäß Abschnitt G in den Kolonnen 6 bis 14 durchgeführt.

Die R.L. wurde bei allen Visuren (auch den flachen) beobachtet. Diese Maßnahme hat sich deshalb als zweckmäßig erwiesen, damit die Blasenablesungen sicher bei den steilen Visuren nicht vergessen werden.

Kolonne 15 gibt die infolge Stehachsenschiefe korrigierten Richtungswerte. Für die Reduktion auf Null der Ausgangsrichtung wurde hier von der am Anfang und am Ende jedes Satzes beobachteten Richtung IV das Mittel verwendet.

Zur Diskussion der Korrekturen  $\Delta a_v$  in Kolonne 14 sind folgende Punkte zu erwähnen:

Die Korrekturbeträge sind teilweise recht beträchtlich und fallen bei der Auswertung der vorliegenden Aufgabe ins Gewicht. Beim Vergleich der einzelnen Sätze fällt ihr systematischer Verlauf auf. Dies bedeutet, daß durch die Beträge  $\Delta a_v$  hauptsächlich der Einfluß einer Stehachsenschiefe (als Folge eines Restfehlers der Horizontierung) beseitigt wird, während die Veränderungen dieser Stehachsenschiefe infolge von Taumelfehlern und Pfeilerneigungen unbedeutend sind. Die einmal ausgeführte Horizontierung blieb also während der ganzen Satzmessung gut erhalten.

Die Fehlerrechnung ergibt recht günstige mittlere Fehler. Wird die Fehlerrechnung ohne Berücksichtigung der Korrekturen  $\Delta a_v$  ausgeführt, so ergibt sich (wie es sein soll) eine etwas größere  $[vv] = 122.0$ . Die Anteile der  $\Delta a_v$ , die durch die eigentliche Stehachsenschiefe bedingt sind, ergeben keine Reduktion der  $[vv]$ ; die Reduktion der  $[vv]$  ergibt sich nur durch die Anteile infolge Taumelfehlern und Pfeilerneigungen, die im Beispiel aber unbedeutend sind.

#### Korrekturen (Mai):

Seite 136, Fig. 2, und Seite 139, Fig. 8: Die Halbkleinkreise  $K_{II}$  sind unvollständig gezeichnet.

Seite 141, Fig. 10: Es fehlen die Bezeichnungen St. A. und J. Z.

Seite 142, in der Formel (E 4): statt  $\widehat{\Delta a J}$  richtig  $\widehat{\Delta a_v}$ .

Seite 142, in der drittletzten Zeile:

$$\begin{aligned} &\text{statt } \Delta a_v (a = a_v + a = a_v + 200) = 0 \\ &\text{richtig } \Delta a_v (a = a_v \text{ und } a = a_v + 200) = 0 \end{aligned}$$