

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: 56 (1958)

Heft: 6

Artikel: Zum Einfluss von Zielachsenfehler, Horizontalachsenabschrägung und Stehachsenabschrägung auf Richtungsbeobachtungen [Schluss]

Autor: Matthias, H.

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

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: 20.02.2026

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

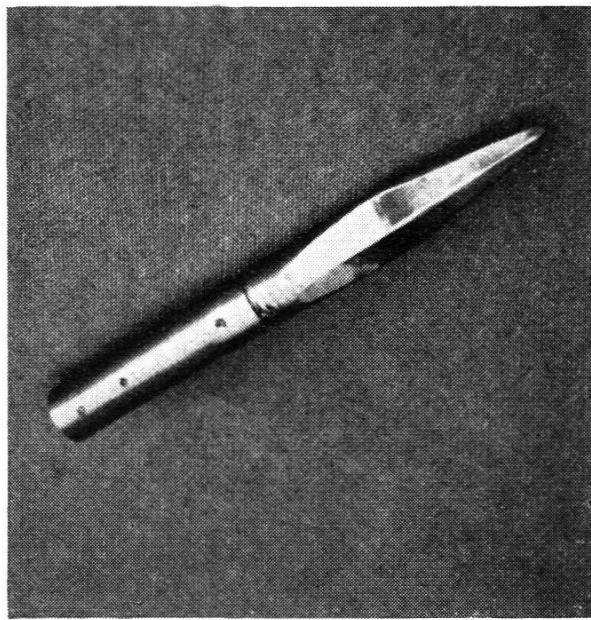


Fig. 9. Lanzen-Spitze

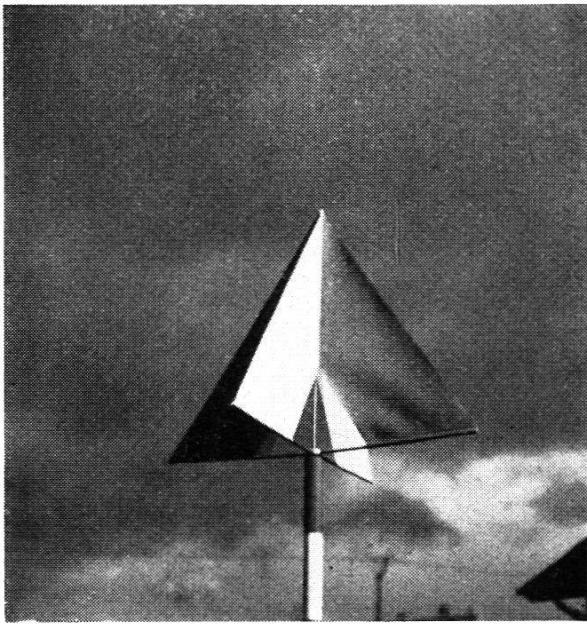


Fig. 10. Signalfahne aus Kunststoff

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 Rundeisen. 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

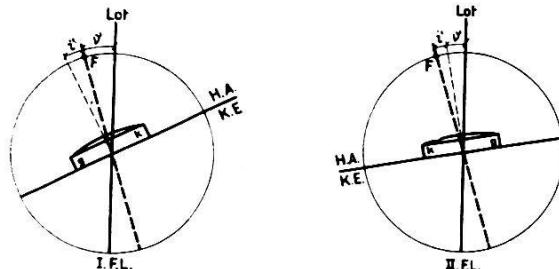


Fig. 12

(Fig. 12.) Die Blasenablesungen ergeben in

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

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

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

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

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

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

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

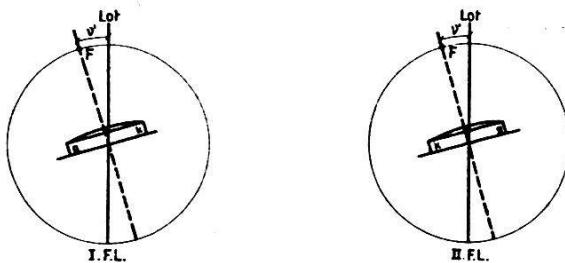


Fig.13

c) Reiterlibelle oder Alhidadenlibelle?

Bei den zu erfassenden St.A.-Schieben 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 Schiebenbestimmungen 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 Achsenystem 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 (ν , a_ν) 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 ν_I , a_{ν_I} und

in II. F.L. durch ν_{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

$$\begin{aligned} a &= \frac{a_{JZ_I} + (a_{JZ_{II}} - 200)}{2} + \frac{1}{2} \left\{ \nu_I \sin(a_{\nu_I} - a) + \nu_{II} \sin(a_{\nu_{II}} - a) \right\} \operatorname{tg} h \\ &= \frac{a_{JZ_I} + (a_{JZ_{II}} - 200)}{2} + \frac{1}{2} \left\{ \nu_I' + \nu_{II}' \right\} \operatorname{tg} h \end{aligned} \quad (\text{H } 2)$$

und damit die von allen Achsenfehlern freie Sollrichtung.

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

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

das Korrekturglied als Summe der Gleichungen (H 3)

$$\underline{\frac{1}{2} (\nu_I' + \nu_{II}') = \frac{p}{2} \left(\frac{k_I - k_{II}}{2} + \frac{g_I - g_{II}}{2} \right)}$$

I) 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. durchgeföhrten 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.

Instr. DKM 3		Nr. 53385		Datum 13.10.57	
Pfeilergr.-Platte		Nr. 5		Wetter bewölk't	
Staumauer Zervreila		Stat. 1 JH 25.23		Beob. $\delta^{\circ}C$	
Ziel- punkt SH	Kreis $0_{\bar{I}}$	Kreis $0_{\bar{I}}$	Mittel	$\Delta g_y =$ $1gh(1/3)q_{\bar{I}}d_{\bar{I}q}$	Gesamtmittel
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
g	c	cc	g	c	cc
/	0	0	50.6	200	0
V	0.001	0	65.6	200	0
H	-0.008	24	0.0	25.6	110
U	-0.011	43	61	17.6	215
III	-0.001	68	0	53.6	168
W	+0.011	2447	50	0.0	0.0
X	+0.016	285	98	55.2	85
Y	+0.011	359	90	12.0	159
Z	+0.011	806	46	81.8	186
HII	+0.011	392	112	82.6	192
IV	+0.028	0	0	51.6	200
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50	0	50.0	230	0
/	50	0.0	85.0	250	0
V	54	0.2	70.0	250	0
H	74	0.0	26.0	270	0
U	93	61	18.6	292	60
III	118	0	50.0	318	0
W	297	50	12.0	97	99
X	335	98	60.2	135	98
Y	9	90	74.0	209	90
Z	36	46	34.6	236	16
HII	42	42	81.0	242	65.0
IV	50				

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 Δa_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 Δa_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 Δa_v ausgeführt, so ergibt sich (wie es sein soll) eine etwas größere $[vv] = 122.0$. Die Anteile der Δa_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 $\widehat{\Delta aJ}$ richtig $\widehat{\Delta a_v}$.

Seite 142, in der drittletzten Zeile:

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