

**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, Horizontalachsenschiefe und Stehachsenschiefe 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>**

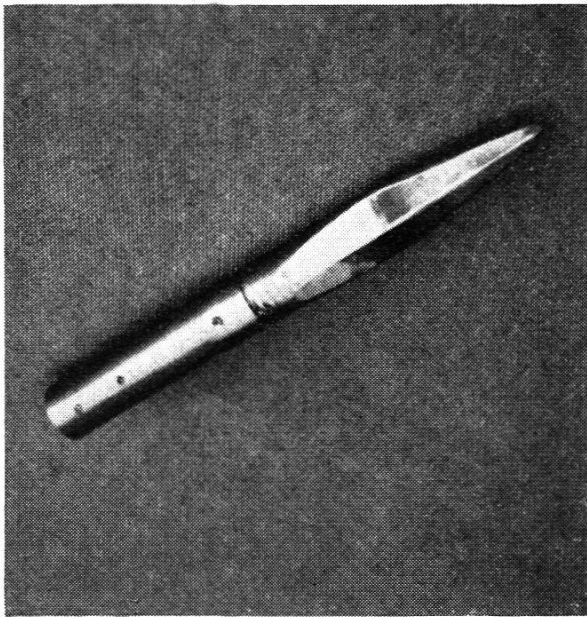


Fig. 9. Lanzen-Spitze

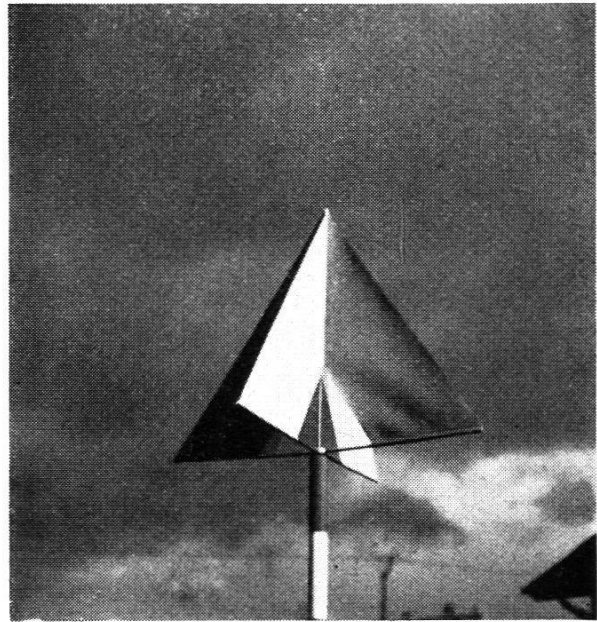


Fig. 10. Signalfahne aus Kunststoff

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

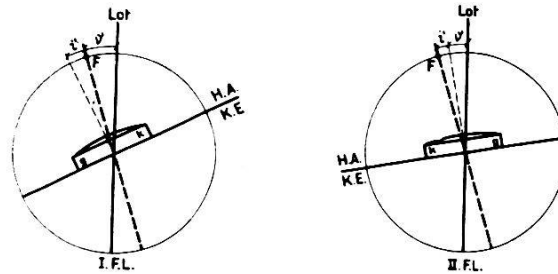


Fig. 12

(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

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

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.

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

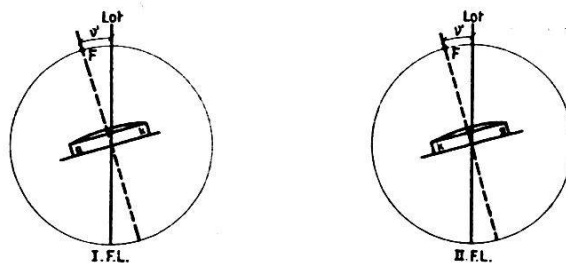


Fig.13

### c) Reiterlibelle oder Alhidadenlibelle?

Bei den zu erfassenden St.A.-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

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

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)

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

### *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. DKA 3 Feilgerg-Platte		Nr. 53585 Nr. 5		Datum 19.10.57 Wetter bewölkt Beob. eg.		Temp. 8°C																	
Ziel-kg h punkte SH		Kreis				Mittel q <sub>Z</sub>		a <sub>av</sub> a <sub>o</sub> 10 <sup>4</sup> (13) q <sub>av</sub> red.		Gesamtmittel		Fehlerrechnung		Bemerkungen		Libelle										
q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	v'	v	vv	k <sub>I</sub>	q <sub>I</sub>	q <sub>II</sub>	k <sub>II</sub>	q <sub>I</sub> -k <sub>II</sub>	q <sub>I</sub> (9)	q <sub>II</sub> (10)	(11)	(12)	(13)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
IV	100	00	46.0	300	00	23.6	00	34.8	-0.1	30.7	00.0	00.0	0	-0.9	0.8	08	30	4.8	36.2	37.0	5.6	-0.8	0.8	-0.8	-0.6	-4.6
V	100	02	61.0	304	02	46.8	02	53.9	-0.1	53.8	18.6	18.6	18.6	+1.0	+0.1	0		19.5	+1.0	+0.1	0	-1.0	-1.0	-1.0	-5.7	
VI	124	04	20.4	324	04	04.0	04	12.2	-0.8	11.4	76.2	76.2	76.2	0	-0.9	0.8		76.2	0	-0.9	0.8	-1.6	-1.8	-1.7	-9.7	
II	103	61	09.6	343	60	52.2	61	00.9	-1.1	99.8	64.6	64.6	64.6	-1.0	-1.9	7.6		63.6	-1.0	-1.9	7.6	-0.4	-0.8	-0.6	-1.4	
III	168	01	44.4	368	01	15.8	01	30.1	+1.1	31.2	96.0	96.0	96.0	-0.6	-1.5	2.2		95.4	-0.6	-1.5	2.2	+0.2	+0.4	+0.3	+1.7	
IV	347	50	8.4	447	49	93.0	50	07.2	+0.9	03.1	67.9	67.9	67.9	-1.2	-2.1	0.4		66.7	-1.2	-2.1	0.4	+1.4	+1.2	+1.3	+7.4	
I	385	98	50.2	485	98	23.4	98	39.8	+2.1	41.9	06.7	06.7	06.7	+3.1	+2.2	4.8		09.8	+3.1	+2.2	4.8	+1.4	+1.4	+1.4	+8.0	
Y	59	90	60.6	259	90	40.2	90	30.4	+4.5	54.9	19.7	19.7	19.7	+5.3	+4.4	19.4		25.0	+5.3	+4.4	19.4	+2.4	+2.4	+2.4	+13.7	
Z	86	46	86.6	286	46	71.6	46	79.1	-0.2	78.9	43.7	43.7	43.7	-0.2	-0.7	0		44.0	+0.7	-0.2	0	-0.2	-0.1	-0.1	-0.6	
VII	92	42	76.2	292	42	55.8	42	66.0	+0.6	65.6	31.4	31.4	31.4	+1.3	+0.8	0.2	08	37.7	+1.3	+0.8	0.2	+1.0	+1.0	+1.0	+6.7	
IV	100	00	40.8	300	00	26.4	00	35.6	+0.1	35.6				+8.6	+7.7	36.2		4.6	36.0	36.6	5.2	-0.6	-0.6	-0.6	-1.4	
IV	150	00	80.0	350	00	20.0	00	30.0	-0.1	29.9	00.0	00.0	00.0	0	+0.5	0.2	08		5.0	36.0	37.0	5.6	-0.6	-1.0	-0.8	-4.6
V	184	02	62.2	384	02	44.6	02	51.9	-0.1	51.8	21.6	21.6	21.6	-2.0	-1.5	2.2		19.6	-2.0	-1.5	2.2	-0.6	-1.0	-0.8	-8.6	
VI	174	04	16.0	374	04	01.6	04	08.8	-0.3	08.5	78.3	78.3	78.3	-2.7	-1.6	2.6		76.2	-2.7	-1.6	2.6	-0.8	-1.0	-0.7	-9.8	
II	193	60	39.2	493	60	66.8	60	62.5	+0.6	93.1	61.9	61.9	61.9	+0.1	+0.4	1.0		63.6	+0.1	+0.4	1.0	+0.2	+0.4	+0.3	+1.7	
III	218	01	31.8	418	01	10.6	01	21.7	+4.0	25.7	95.5	95.5	95.5	-1.1	-2.0	0.2		95.1	-1.1	-2.0	0.2	+0.6	+1.0	+0.8	+6.6	
IV	397	50	04.0	497	49	87.0	50	95.5	+0.5	96.0	65.8	65.8	65.8	+0.9	+1.0	7.0		66.7	+0.9	+1.0	7.0	+0.6	+0.8	+0.7	+8.0	
X	35	98	54.0	235	98	26.0	98	38.7	+0.2	38.9	08.7	08.7	08.7	-0.8	-1.1	4.6	2.6	08.8	-1.1	-1.6	2.6	+0.1	+0.1	+0.1	+4.6	
Y	109	30	62.0	209	30	44.0	30	51.2	+5.1	56.3	26.1	26.1	26.1	-1.9	-1.0	2.0		25.0	-1.9	-1.0	2.0	0	0	0	0	
Z	136	46	82.4	336	46	70.6	46	76.5	0	76.5	46.3	46.3	46.3	0	-0.6	0.4		44.0	0	-0.6	0.4	0	0	0	0	
VII	142	42	71.4	342	42	59.6	42	63.5	+0.1	63.6	33.4	33.4	33.4	-0.7	-0.2	0	09	37.7	-0.7	-0.2	0	0	0	0	0	
IV	160	00	40.0	360	00	20.6	00	30.5	0	30.5				-5.2	-5.3	12.6										
																	$m = \sqrt{\frac{0.02}{5 \cdot 3}} = \pm 0.02$									
																	$m_m = \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm 0.02$									

### 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:

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