

Paper-ID: VGI\_195203



## Die optische Distanzmessung nach Reichenbach

Josef Rosak

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **40** (1), S. 14–18

1952

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

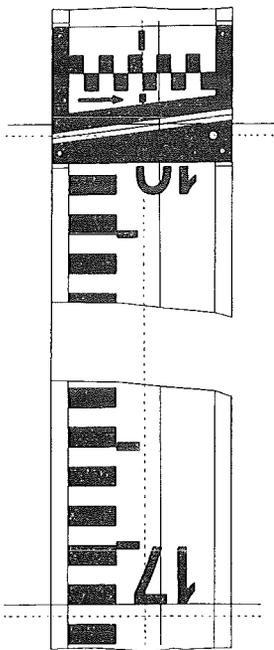
```
@ARTICLE{Rosak_VGI_195203,  
  Title = {Die optische Distanzmessung nach Reichenbach},  
  Author = {Rosak, Josef},  
  Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {14--18},  
  Number = {1},  
  Year = {1952},  
  Volume = {40}  
}
```



## Die optische Distanzmessung nach Reichenbach

Von Josef R o s a k

1. Die Ungenauigkeit in der Bestimmung des Lattenabschnittes bei der optischen Distanzmessung nach Reichenbach war seit einer Reihe von Jahren der Antrieb, die distanzmessenden Einrichtungen am Instrument oder an der Latte so zu verbessern, um eine Schätzung der  $m$  an dieser durch eine Messung zu ersetzen. In seinem Aufsatz: „Vereinfachung der Arbeit bei der Tachymetrie usw.“, erschienen in der Zeitschrift des Österr. Ingenieur-, Architekten- und Techniker-Vereines, Hefte 7/8, 9/10 1946, berichtet Senatsrat Dipl.-Ing. L. Candido über eine von ihm entworfene Transversaleinteilung, die in Verbindung mit der Distanzlatte eine Messung der  $m$  des Lattenabschnittes ermöglicht.



Ablesung 73 62 m

Abb. 1

Das Prinzip der Lattenablesung zeigt Abb. 1\*). Die Latte — in der Folge C. L. bezeichnet — wird so angezielt, daß der untere Faden (u. F.) durch den Mittelpunkt des weißen Kreises geht. Der Mittelpunkt liegt hier genau auf der Zielhöhe 1 m. Der obere Faden (o. F.) wird nun im allgemeinen zwischen 2 Teilstrichen liegen. Mit der Höhenfeinbewegung wird der o. F. auf den nächst unteren Teilstrich scharf eingestellt und mit der Alhydaden-Feinschraube wird das Fernrohr im Horizont so lange verdreht, bis der Schnittpunkt u. F.—V. F. genau auf den schrägen Transversalenstrich — bei größeren Entfernungen auf die Achse des weißen Bandes — zu liegen kommt.

2. Der Verfasser, Angehöriger des B. A. f. E. u. V. Abt. VK/3, machte an der neu abgesteckten Basis in der Krotenthallergasse Versuchsmessungen mit der C. L. Die Basis ist  $138.444 \text{ m} \pm 0.002 \text{ m}$  lang, ihre Endpunkte sowie die eingemessenen Zwischenpunkte sind durch Messingbolzen bezeichnet. Die Messungen erfolgten mit Tachymetern älterer Konstruktion und Boßhardt-Zeiss Querlatten (in Verbindung mit der Standlatte) mit  $cm$ -Teilung.

In der nachstehenden Tabelle I sind die vom Verfasser durchgeführten Versuchsmessungen zusammengestellt. Beobachtet wurde mit einem Universalinstrument von Starke & Kammerer Nr. 11.896. Die Konstanten des Instrumentes wurden zweimal aus je 4 Entfernungen zwischen 15 und 110 m neu bestimmt. Die Werte sind:

$$K = 99.88 \pm 0.09, \quad k = -0.016 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}, \quad m = \pm 0.08.$$

Der anallaktische Punkt liegt nicht genau in der Kippachse. In der gewöhnlichen Tachymetrie wird  $k = 0$  gesetzt. Für die gestellte Forderung, ob die C. L. für Katasterneuaufnahmen brauchbar ist, mußte der für  $k$  ermittelte Wert bei den Versuchsmessungen berücksichtigt werden.

\*) Die Figur ist dem genannten Aufsatz entnommen.

Das Tachymeter wurde im Anfangspunkt  $A$  und dann auf den Zwischenpunkten  $B, C, D, E$  und  $F$  der Basis aufgestellt (Abb. 2). Die Mittelvisuren waren



Abb. 2

fast horizontal ( $\pm 1/2^\circ$ ). Die Lesungen wurden an der Teilung der vertikal gestellten Querlatte gemacht. Der Abstand der Teilung von der Standlatte beträgt  $0.036 \text{ m}$ . Zieht man diesen Betrag mit der kleinen Konstante zusammen, so lautet nun die Distanzgleichung für horizontale Mittelvisur:

$$d = 99.88 L + 0.020$$

In der Tabelle I bedeuten:

$L$  = arithm. Mittel aus 10 Lesungen

$m$  = mittlerer Fehler des arithm. Mittels

$d$  = optisch gemessene Distanz

$D$  = Distanz aus den Ergebnissen der Basismessung

$w$  = Differenz  $D-d$ , wahrer Fehler

Tabelle I

Nr.	S. P.	Ziel.	$L$	$m$	$d$	$D$	$w$
1	A	D	0.49946	$\pm 0.00006$	49.906	49.920	+ 0.014
2		E	0.79944	6	79.868	79.905	+ 0.037
3		F	1.10071	9	109.959	109.983	+ 0.024
4	B	C	0.14029	2	14.032	14.015	- 0.017
5		D	0.43914	4	43.881	43.952	+ 0.071
6		E	0.74080	6	74.011	73.937	- 0.074
7	C	F	1.04097	2	103.992	104.015	+ 0.023
8		D	0.29923	2	29.907	29.937	+ 0.030
9		E	0.59998	12	59.946	59.922	- 0.024
10	D	F	0.90068	6	89.980	90.000	+ 0.020
11		E	0.29998	6	29.982	29.985	+ 0.003
12		F	0.60140	9	60.088	60.063	- 0.025
13	E	G	0.88506	7	88.420	88.524	+ 0.104
14		F	0.30113	4	30.097	30.078	- 0.019
15		G	0.58505	2	58.455	58.539	+ 0.084
16	F	G	0.28468	5	28.454	28.461	+ 0.007
17		E	0.30095	2	30.079	30.078	- 0.001
18		D	0.60148	5	60.096	60.063	- 0.033
19		C	0.90179	7	90.091	90.000	- 0.091

Die Messungen fanden statt: am 20. März 1947 vorm. Standpunkte  $A-C$ . Wetter: etwas bedeckt, schwacher Wind,  $+8^\circ \text{ C}$ ; und am 21. März 1947 vorm. Standpunkte  $D-F$ . Wetter: bedeckt, Wind,  $+7^\circ \text{ C}$ .

3. Mit Rücksicht auf die geringere Genauigkeit der optischen Entfernungsmessung können die Werte der Basismessung als fehlerfrei angesehen werden.

Die  $w$  sind demnach wahre Fehler. Die beiden Vorzeichen sind ziemlich gleichmäßig vertreten, auf eine einseitig wirkende Fehlerursache ist daher nicht zu schließen. Aus den  $w$  wird nun der mittlere Fehler der Gewichtseinheit berechnet, nämlich

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{\left[ \frac{ww}{d} \right]}{19}} = \pm 0.006$$

Somit ergibt sich der mittlere Fehler des arithm. Mittels aus 10 Lesungen

$$m_{10} = \pm m_0 \sqrt{d} = \pm 0.006 \sqrt{d} \quad (1)$$

und der mittlere Fehler einer Lesung

$$m_1 = \pm 0.019 \sqrt{d}$$

Da im allgemeinen jeder Beobachter die Lesungen wiederholt, ergibt sich für 4 Lesungen

$$m_4 = \pm 0.010 \sqrt{d} \quad (2)$$

Eine Auswertung der Formeln (1) und (2) und ein Vergleich mit den Fehlergrenzen für die Neuvermessung zeigt die Tabelle II.

T a b e l l e II

$d$	$m_{10}$	$m_4$	Fehlergrenze für Zugseiten	Fehlergrenze f. Messungsl.	Fehlergrenze f. Grenzp.
20 m	$\pm 0.03$	$\pm 0.05$	$\pm 0.04$	$\pm 0.09$	$\pm 0.10$
50 m	4	7	6	13	12
80 m	5	9	7	15	14
100 m	6	10	8	17	14
110 m	7	11	8	18	14

Übrigens können folgende 2 Bedingungsgleichungen aufgestellt werden:

$$AD + FD = AF = (49.906 + \nu_1) + (60.096 + \nu_2) = 109.983$$

$$AE + FE = AF = (79.868 + \nu_3) + (30.079 + \nu_4) = 109.983$$

oder

$$\nu_1 + \nu_2 + 0.019 = 0$$

$$\nu_3 + \nu_4 - 0.036 = 0$$

Daraus berechnet sich der mittlere Fehler der Gewichtseinheit einer Strecke von 100 m

$$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[p\nu\nu]}{2}} = \pm 0.026 \text{ m} \quad (3)$$

und die mittl. Fehler der Teilstrecken  $\mu = \mu_0 \sqrt{\frac{d}{100}}$

$$\left. \begin{array}{l} \mu_1 = \pm 0.018 \text{ m}, \mu_2 = \pm 0.021 \text{ m}, \mu_3 = \pm 0.023 \text{ m} \\ \mu_4 = \pm 0.016 \text{ m} \end{array} \right\} \quad (4)$$

4. Die oben ermittelte Genauigkeit wurde mit Anwendung peinlichster Sorgfalt bezüglich Einstellungsparallaxe, Fokussierung und Ablesung erreicht und unter guten äußeren Umständen — was eigentlich kein Vorzug ist — kein Luftzittern, schwacher Wind, klare Sichten.

Bei größeren Entfernungen, schon bei 80 m und am Rand des Täfelchens, ist eine Koinzidenz des Schnittpunktes u. F.—V. F. mit dem schrägen Strich der Transversalteilung schlecht herzustellen (schleifender Schnitt). Diese unangenehme Erscheinung kann bei guter Übung des Beobachters und wiederholter Einstellung vielleicht von geringerem Einfluß sein als die ungleiche Refraktion der beiden Ziel-  
linien. Nun hängt die Genauigkeit der Fadendistanzmessung außer dem Verhalten der Luftmasse zwischen dem Instrument und der Latte noch von der optischen Leistungsfähigkeit des Fernrohres ab, die durch die Lichtstärke, Vergrößerung und die Güte der Linsen und des Fadendekreuzes bedingt ist. Es sollen daher altartige Instrumente nur mit Fernrohren, die den Anforderungen der modernen Optik entsprechen, benützt werden.

5. In der nachfolgenden Tabelle III sind die Koordinatendifferenzen von 46 Grenzpunkten zusammengestellt. Diese Punkte wurden mittels der Schnittmethode und unabhängig davon probeweise einmal polar, und zwar richtig feldmässig, also nicht in der Art von Versuchsmessungen aufgenommen, wobei die Entfernungen optisch mit dem verbesserten Zusatzplättchen, wie es in der Zeitschr. des Ö. I. u. A. Vcr. 1947/23, 24 beschrieben ist, gemessen wurden. Verwendet wurde eine 3 m Niv.-Latte mit Dosenlibelle und zwei Streben. Die in der Tabelle angegebenen Differenzen sind im Sinne Schnittmethode - Polarmethode gebildet. Die Reduktion auf den Horizont erfolgte nach der Formel

$$d = \frac{KL + k}{2} (1 + \cos 2\varphi)$$

Die Probemessungen fanden Ende Oktober 1948 statt. Wetter: mäßig warm, heiter, leichter Wind, kein Luftzittern.

Tabelle III

Nr.	d	$\Delta y$	$\Delta x$	Nr.	d	$\Delta y$	$\Delta x$	Nr.	d	$\Delta y$	$\Delta x$	Nr.	d	$\Delta y$	$\Delta x$	Nr.	d	$\Delta y$	$\Delta x$
1	91	+10	-6	11	29	+ 8	-5	21	41	+ 4	+ 2	31	81	+ 2	0	41	19	0	0
2	89	- 3	-4	12	44	- 1	0	22	49	+ 2	+12	32	82	+ 1	-10	42	61	- 4	-11
3	73	- 1	-8	13	60	+ 8	-4	23	37	-11	-16	33	79	+ 4	+ 2	43	59	0	- 1
4	72	+11	+4	14	92	+ 6	-6	24	29	+ 1	+ 4	34	21	+ 9	- 6	44	62	+ 5	- 2
5	67	+13	+6	15	97	+ 2	-8	25	24	+ 2	0	35	83	+ 1	- 1	45	44	0	+ 1
6	63	+ 7	-1	16	111	+ 2	-4	26	27	+ 3	+ 1	36	85	+ 2	-15	46	45	-14	0
7	69	- 8	-8	17	97	0	-3	27	41	- 3	+ 1	37	72	- 1	0				
8	80	+10	-2	18	42	+ 8	-1	28	48	+ 3	+ 2	38	69	0	-12				
9	77	+ 5	-5	19	58	+ 3	+5	29	34	0	- 8	39	39	- 4	- 7				
10	52	+ 3	-7	20	45	+ 8	-7	30	87	0	- 4	40	20	+ 8	+ 1				

$d$  in m und  $\Delta x$  u.  $\Delta y$  in cm.

Für Gebiete, wo keine so hohe Genauigkeit erforderlich ist, könnte die C. L. wie die Gleichungen (2)—(4) und die Tabellen II und III zeigen, für die Detail-

aufnahme verwendet werden. Die Entfernungen aber dürfen 100 m nicht überschreiten. Eine Genauigkeitssteigerung wäre durch Anwendung einer horizontalen Latte noch möglich.

Die Fadendistanzmesser werden die Doppelbilddistanzmesser nie ersetzen können. Wenn man aber heute manchmal gezwungen ist, auf jene zurückzugreifen, so ist jede Verbesserung an ihnen, die die Genauigkeit der Messung erhöht, nur begrüßenswert.

## Zur Reduktion der schief gemessenen Längen auf den Horizont

*Ein Diagramm zur Detailvermessung*

Von Josef K o v a r i k

Jeder Praktiker wird bei der Detailvermessung, solange es das Gelände zuläßt, horizontale Längen messen. Die Reduktion jener Längen, die nur schief gemessen werden konnten, stellt daher stets eine lästige und die möglichst rasche Auswertung hemmende Arbeit dar. Es ist daher nicht verwunderlich, daß im Laufe der Zeit eine Menge Vorschläge zu tabellarischer und andererseits zu graphischer Auswertung der Messungen gemacht worden sind. Die mir bekannt gewordenen Tabellen zur Reduktion der schief gemessenen Längen verlieren jedoch leicht durch ihren doppelten Eingang an Übersichtlichkeit, da ihr sich doch über einige Blätter erstreckender Umfang zur Beseitigung der Unsicherheit eine Überlegung bezüglich der Interpolation erfordert. Die Diagramme zur graphischen Lösung (sowohl nomographische Leitern als auch die Darstellung in Kurvenscharen) krankten ebenso an der grundsätzlichen Anlage: es soll mit der schiefen Länge und dem Höhenwinkel die horizontale Länge abgelesen werden können. Aber auch hier geht die Übersichtlichkeit auf Kosten der Genauigkeit!

Eine grundsätzlich andere Auffassung stellt die Bestimmung der Reduktionsgrößen  $\Delta$  dar, um die die schiefen Längen  $s$  zu vermindern sind, um die horizontalen  $d$  zu geben:

$$s - \Delta = d = s \cdot \cos \varphi \quad (\varphi = \text{Höhen-, bzw. Tiefenwinkel})$$

$$\text{Es ist also} \quad \Delta = s - d = s \cdot (1 - \cos \varphi)$$

Da das Reduktionsglied mit wachsendem  $\varphi$  zunimmt, kann man es als sinus-Funktion (mit stetig veränderlichem Maßstab) darstellen. Man wird daher vorteilhafterweise folgende Anordnung treffen: in Form eines rechtwinkligen Quadranten trägt man von der lotrechten Kante ausgehend die  $\varphi$ -Werte (im Maßstab  $m_1$ ) ab, die Seitenlängen werden im Maßstab  $m_2$  in konzentrischen Kreisen um die Spitze des Quadranten gezogen, so daß in den Horizontalen (parallel zur Basis) die  $\sin$ -Werte die Reduktionsgrößen  $\Delta$  im Maßstab  $m_3$  geben. Daher ist allgemein

$$s \cdot m_2 \cdot \sin (m_1 \varphi) = s \cdot (1 - \cos \varphi) \cdot m_3$$

Verwendet man Millimeterpapier, so wird man am besten 1 cm Reduktion in 1 mm darstellen, hat also  $m_3 = 1:10$ . Es genügt dann, die Seitenlängen im Maßstab  $m_2 = 1:200$  darzustellen, so daß der Quadrant für eine maximale Seitenlänge