Paper-ID: VGI_190933

Über den Einfluß der Dicke von Stab- und Stangen-Signalen auf die Genauigkeit und Schnelligkeit der Horizontalwinkelmessung

Hans Löschner [1]

[1] *Brünn*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **7** (8), S. 232–238

1909

BibTeX:

```
@ARTICLE{Loeschner_VGI_190933,
Title = {{\"U}ber den Einflu{\ss} der Dicke von Stab- und Stangen-Signalen auf
    die Genauigkeit und Schnelligkeit der Horizontalwinkelmessung},
Author = {L{\"o}schner, Hans},
Journal = {{\"O}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen},
Pages = {232--238},
Number = {8},
Year = {1909},
Volume = {7}
}
```

Es ist nach dem Dreiecke $M_1 a_1 b_1$: $\sin\varphi = \frac{a_1 b_1}{M_1 b} = \frac{x}{M_1 b_1} = \frac{x}{\Delta z} \,.\, tg\, h$

Aus dem Dreiecke $M_1 p b_1$ folgt:

$$tg\,(90 - v) = \frac{\Delta z}{x}, \text{ also: } \sin\varphi = tg\, v \,.\, tg\, h$$

Für einen Punkt i, welcher unterhalb M_2 gelegen ist, für welchen aber Δz dem Werte nach gleich ist, ergibt sich ein Tiefenwinkel von gleichem Betrage wie der vorige Höhenwinkel h. Man sieht auch aus der Figur 3, daß jetzt der Richtungsfehler, d. i. der Winkel $O_1 M_1 i_1$, zwar der Größe nach gleich φ ist, jedoch mit entgegengesetzten Vorzeichen, da eben $tg\,(-h) = -tg\,h$. Bilden wir also bei einer Winkelmessung unter ähnlichen Verhältnissen die Differenz der 2 Richtungen, so wird sich der Richtungsfehler verdoppeln müssen. Anders ist dies beim Zielachsenfehler. Gehen wir auf Figur 1 zurück, so sehen wir zunächst deutlich, daß bei horizontaler Zielung der Richtungsfehler γ resultiert, weil $\cos h = 1$ ist und ferner, daß für die Punkte b und i mit gleich großem Höhenwinkel bezw. Tiefenwinkel die Richtungsfehler sowohl der Größe als auch dem Vorzeichen nach gleich sind, weil $\cos(-h) = \cos h$, so daß diese Richtungsfehler in der Differenzbildung zweier Richtungen, also bei einer, unter solchen Verhältnissen vorgenommenen Winkelmessung sich gegenseitig aufheben.

Über den Einfluß der Dicke von Stab- und Stangen-Signalen auf die Genauigkeit und Schnelligkeit der Horizontalwinkelmessung.

Von **Dr. H. Löschner** in Brünn.

Es sei die Frage aufgeworfen, welche Dicke ein Signal bei gegebener Beobachtungsdistanz erhalten soll, damit das Einstellen der Visur möglichst genau und — was eine Steigerung meist notwendiger erscheinen läßt — befriedigend rasch und sicher bewerkstelligt werden kann. (In letzterer Beziehung ist z. B. bekannt, daß man beim Einstellen eines Fernrohres mit vertikalem Doppelfaden auf eine Turmspitze gerne den runden Turmknauf zu Hilfe nimmt, um den Fußpunkt des oft sehr fein erscheinenden Turmkreuzes möglichst scharf, dabei aber auch möglichst schnell mit dem Doppelfaden fassen zu können.)

Für die Untersuchung von ausschlaggebender Bedeutung ist der Umstand, ob das Fernrohr des Instrumentes einen oder zwei Vertikalfäden besitzt. Bei Vorhandensein nur eines Vertikalfadens kommt auch die Stärke desselben mehr in Betracht.

Der von mir verwendete Mikroskop-Theodolit von Starke & Kammerer Nr. 736 besitzt im Fernrohr zwei feine Vertikalfäden mit dem Intervall von 52″.

Es wurden nun auf 20 *m* Distanz vom Instrumente der Reihe nach kurze Stäbe von 9·1, 5·0, 3·2, 2·0 und 1·2 *cm* Dicke auf ein horizontal gestelltes Justierbrettchen aufgesetzt und dabei mittelst der zu den Einstellungen auf die beiden vertikalen Ränder jedes Stabes gehörigen Horizontalkreis-Ablesungen die der Visur durch die genaue Axe des Stabes entsprechende Ablesung A zu wiederholtenmalen ermittelt.

Sodann wurde der vertikale Doppelfaden bei zehnmaliger Wiederholung auf die Axe des Stabes schätzungsweise eingestellt und das arithmetische Mittel B der diesbezüglichen Horizontalkreis-Ablesungen mit der vorerwähnten Ablesung A verglichen.

Ich habe diese Beobachtungen auch symmetrisch durchgeführt, indem ich die schätzungsweisen Einstellungen auf die Stab-Axe zwischen der fünften und sechsten von zehn Bestimmungen der genauen Richtung der Stabaxe anordnete.

Die Versuche erfolgten sowohl bei gleichmäßig zerstreutem Lichte (im Hofraum der technischen Hochschule), als auch bei starkem Sonnenlicht (auf offener Straße). Im letzteren Falle waren die Stäbe, vom Instrumentenstandpunkt aus gesehen, einseitig beleuchtet.

Im nachfolgenden seien beispielsweise einige Beobachtungen für den Stab von 9·1 *cm* Durchmesser wiedergegeben:

Beispiel 1. Beobachtung auf der Straße, bei hellem Sonnenschein (am 4. Juli 1908), linke Seite des Stabes auf 1/3 der Stabdicke im Schatten.

a) Bestimmung der genauen Richtung nach der Stabaxe.

	Linker Stabrand:	Rechter Stabrand
1.	356° 07′ 24·5″	356° 22′ 45·6″
2.	. . 21·3	. . 45·1
3.	. . 20·6	. . 44·4
4.	. . 20·6	. . 43·0
5.	. . 22·0	. . 39·8
6.	. . 19·7	. . 42·2
7.	. . 19·5	. . 43·0
8.	. . 20·1	. . 42·2
9.	. . 20·0	. . 45·5
10.	. . 19·9	. . 46·2
Mittel	356 07 20·8	356 22 43·7

hieraus Lesung A für Stabaxe: $A = 356^0\ 15'\ 02{\cdot}2''$

b) Schätzungsweise Einstellung auf die Stabaxe

1.	356° 14′ 31·8″
2.	. . 31·1
3.	. . 28·8
4.	. . 38·1
5.	. . 46·6
6.	. . 41·3
7.	. . 36·2
8.	. . 34·3
9.	. . 37·4
10.	. . 29·6

Das arithmetische Mittel gibt die Lesung

$$B = 356^0\ 14'\ 35{\cdot}5''$$

Der Unterschied zwischen den Lesungen A und B kann als mittlerer einseitig wirkender Fehler ε betrachtet werden; er ist im vorliegenden Falle:

$$\varepsilon = 26{\cdot}7''.$$

Der mittlere unregelmäßige Fehler m ergibt sich aus den Unterschieden der Angaben in Beobachtungsreihe *b*) und der Lesung B mit:

$$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm 5{\cdot}6''.$$

Beispiel 2. Beobachtung im Hofraume der technischen Hochschule, zerstreutes Licht, am rechten Stabrand etwas Schatten.

a) Die Bestimmung der Richtung nach der genauen Stabaxe lieferte:

Lesung $A = 173^0\ 11'\ 03{\cdot}15''$.

b) Schätzungsweise Einstellen der Visur auf die Stabaxe.

1.	173°	11'	01·1"
2.	.	.	04·0
3.	.	.	02·8
4.	.	.	04·5
5.	.	.	00·8
6.	.	.	02·6
7.	.	10	55·2
8.	.	10	52·4
9.	.	10	55·0
10.	.	10	58·5

Das arithmetische Mittel gibt die Lesung B mit:

$B = 173^0\ 10'\ 59{\cdot}7''$.

Der Unterschied zwischen den Lesungen A und B, also der mittlere einseitig wirkende Fehler, ist $\varepsilon = 3{\cdot}5''$.

Der mittlere unregelmäßige Fehler folgt mit:

$m = \pm 4{\cdot}2''$.

Beispiel 3. Beobachtung im Hofraume der technischen Hochschule unter sehr günstigen Verhältnissen; helles zerstreutes Licht; ein Schatten auf dem Stab nicht vorhanden, so daß das Auftreten eines einseitig wirkenden Fehlers von vorneherein ausgeschlossen erschien.

Das schätzungsweise Einstellen der Visur auf die Stabaxe ergab folgende Ablesungen:

1.	163°	26'	47·85"
2.	.	.	43·75
3.	.	.	47·60
4.	.	.	48·80
5.	.	.	52·10
6.	.	.	43·75
7.	.	.	47·25
8.	.	.	44·90
9.	.	.	45·50
10.	.	.	46·20

Darnach ist Lesung $B = 163^0\ 26'\ 46{\cdot}8''$. Der mittlere unregelmäßige Fehler ergibt sich mit $m = \pm 2{\cdot}5''$.

Zu Vorstehendem bleibt noch zu bemerken, daß die Unsicherheit im Einstellen der Visur auf einen Rand des Stabes aus zehn Beobachtungen mit

$$M = \pm 2{\cdot}51''$$

ermittelt wurde. Wird nun das Mittel der Lesungen (L und R) beider Stabränder (Links und Rechts) als wahrscheinlichster Wert für die Lesung der Stabachse angenommen, also

$$\text{Lesung } A = \frac{L+R}{2} = \frac{L}{2} + \frac{R}{2}$$

so folgt als mittlerer Fehler μ für diesen Wert

$$\mu^2 = (\tfrac{1}{2})^2 M^2 + (\tfrac{1}{2})^2 M^2 = \tfrac{1}{2} M^2$$

also

$$\mu = \pm 1{\cdot}8'' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (*)$$

Hierin ist naturgemäß auch die kleine Unsicherheit der Ablesungen auf dem Horizontalkreis enthalten. Um die Größe dieser Unsicherheit zu erfahren, habe ich die Unsicherheit e i n e r einzelnen Ablesung auf dem Horizontalkreis aus 10 Einstellungen auf ein und denselben Teilstrich ermittelt. Es ergab sich $\pm 0{\cdot}23''$. Da nun die Lesung einer Visur durch das arithmetische Mittel zweier Mikroskop-Ablesungen gebildet wird, so folgt als mittlerer Fehler der Visur-Lesung:

$$\sqrt{\tfrac{1}{2}(0{\cdot}23)^2} = \pm 0{\cdot}16''.$$

Die in der zuvor dargelegten Weise durchgeführte Verarbeitung des Beobachtungsmateriales ergab nachfolgende Ergebnisse:

Beobachtungsdistanz = 20 Meter						
Durchmesser des weißen Signalstabes *Zentimeter*	Ort der Beobachtung	Stabschatten	Stabmitte: Wahrscheinlichster Wert	Stabmitte: Geschätzt im Mittel aus 10 Beobachtungen	Mittlerer einseitig wirkender Fehler ε	Mittlerer unregelmäßig. Fehler m
9·1	Straße	links, ca. 1/3 der Stabdicke	356° 15′ 02·2″	356° 14′ 35·5″	26·7″	±5·6″
9·1	Hof	rechts, ca. 1/5 der Stabdicke, schwach	173 11 03·2	173 10 59·7	3·5	±4·2
9·1	Hof, gleichmäßiges Licht	—	225 11 30·	225 11 30·2	verschwindend klein	±2·5
5·0	Straße	links, ca 1/3 der Stabdicke	356 15 38·1	356 15 18·0	20·1	±5·8
5·0	Hof	rechts, ca. 1/5 der Stabdicke, schwach	172 51 07·1	172 51 04·3	2·8	±1·8
3·2	Straße	rechts, ca. 1/5 der Stabdicke	268 56 33·4	268 56 04·7	28·7	±4·1
3·2	Hof	rechts, ca. 1/5 der Stabdicke, schwach	173 15 01·3	173 15 05·0	3·7	±2·9
2·0	Straße	rechts, ca. 1/3 der Stabdicke	173 18 00·6	173 18 00·3	0·3	±1·9
2·0	Hof, gleichm. Beleuchtung	Stäbchendicke (d) erscheint gleich mit Fadenintervall (f)			·	±0·7
1·2	Straße	rechts, ca. 1/5 der Stabdicke	173 21 11·5	173 21 10·3	1·2	±1·6
0·5	Hof	Stäbchendicke (d) erscheint gleich mit Fadenintervall (f)			—	±1·4
0·3	Hof	Stäbchendicke (d) $\doteq$ 3/5 Fadenintervall (f)			—	±0·8
0·2	Hof	Stäbchendicke (d) $\doteq$ 1/3 Fadenintervall (f)			—	±0·9
0·2	Hof	» » »			—	±0·6

Die Fehlerwerte der vorstehenden Tabelle sind in der Fig. 1 als Ordinaten, die bezüglichen Stabdurchmesser als Abszissen aufgetragen, so daß ein übersichtlicheres Bild über den Zusammenhang von Fehlergrößen und Stabdurchmesser

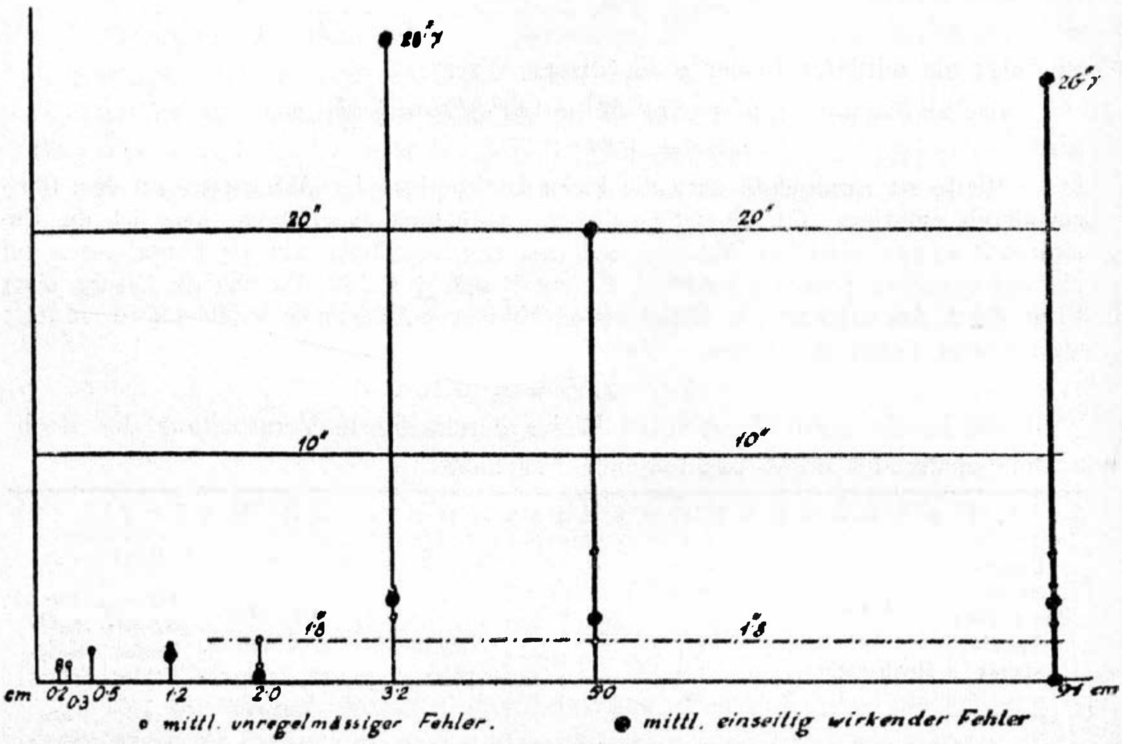

Fig. 1.

gegeben erscheint. In dieser Figur ist auch die nach (*) mit $\pm$ 1·8″ anzunehmende Unsicherheit in der Angabe der Lesung *A* (wahrscheinlichste Lesung für die Stabaxe) durch eine Parallele zur Abszissenlinie angedeutet.

Fig. 2.

Wir entnehmen der Figur (bezw. der obigen Tabelle), daß die beim Anvisieren von stärkeren Stäben auf 20 *m* Distanz entstehenden einseitig wirkenden Fehler eine nennenswerte Größe erreichen können.

Es sei noch bemerkt, daß auf die Distanz von 20 *m* bis 5 *mm* Stäbchenstärke im verwendeten Fernrohre die Dicke des Stäbchens und das Fadenintervall gleich groß erschienen, so daß also zwischen den beiden Vertikalfäden und den Stäbchen-Rändern keine Lichtstreifen zu sehen waren. Bei 3 *mm* Stäbchenstärke war beiderseits vom Stäbchen ein Lichtstreifen von der Breite $b =$ zirka $\frac{1}{5}$ des Fadenintervalls (Fig. 2) und bei 2 *mm* Stäbchenstärke ein Lichtstreifen von der Breite $b =$ zirka $\frac{1}{3}$ des Fadenintervalls sichtbar.

Die Beobachtungen haben ergeben, daß das Einstellen der Visur auf einen Stab bei Vorhandensein zweier Vertikalfäden im Fernrohr unter gleichzeitiger Bedachtnahme auf möglichst große Genauigkeit dann am schnellsten erfolgen kann, wenn die auf ihre Gleichheit zu prüfenden Breiten *b* (Fig. 2) der Lichtstreifen sehr klein, aber noch scharf erkennbar sind.

(Dieser Satz ist naturgemäß ganz ähnlich dem bekannten Satze über die Beziehung zwischen dem Verhältnis der Strichstärke einer Teilung zum Intervall des Doppelfadens des zum Ablesen benützten Mikroskops einerseits und der beim Ablesen erreichbaren Genauigkeit andererseits.*)

Bei den vorliegenden Versuchen mit 20 *m* Beobachtungsdistanz erschien z. B. das Einstellen des Doppelfadens auf das 3 *mm* starke Stäbchen schon merklich sicherer und daher bei Einhaltung möglichst gleicher Genauigkeit ein wenig schneller möglich als das Einstellen auf das 2 *mm* starke Stäbchen.

Es ist somit die Lichtstreifenbreite $b = \frac{1}{6}$ des bei unserem verwendeten Instrumente vorfindlichen Fadenintervalls als ein für die Beobachtung in Bezug auf Genauigkeit und Sicherheit, bezw. Schnelligkeit der Einstellung sehr günstiges zu betrachten und hiernach, wenn möglich, die Stärke der Signale zu bemessen. Für das hier wiederholt erwähnte Instrument würden beispielsweise die Signale je nach der Entfernung folgende nach

$$d^{\mathrm{mm}} = \frac{3 \,.\, E^{\mathrm{m}}}{20}$$

sich ergebende günstigsten Stärken erhalten:

Entfernung E in *m*	20	100	200	300	500	700	1000
Stärke d des Signals in *mm* .	3	15	30	45	75	105	150

Es kann natürlich ebenso wie für ein Instrument mit vertikalem Doppelfaden auch für ein Instrument mit einfachem Vertikalfaden im Fernrohre eine ähnliche Tabelle der günstigsten Signalstärken aufgestellt werden. Beim Einstellen der Visur handelt es sich dann um die Prüfung der Gleichheit zweier verhältnismäßig dünn zu wählender Streifen rechts und links vom Vertikalfaden. — —

Wenn wir nun beispielsweise eine feine Polygonzugmessung in einer Stadt vorzunehmen haben, so erscheint es nach vorstehendem jedenfalls zweckmäßig, wenn die Polygonzuglängen ermittelt werden, bevor an das Winkelmessen geschritten wird; denn beim Winkelmessen kann dann die Signalisierung mittelst Stäben oder Stäbchen von verschiedener, der jeweiligen Polygonzuglänge angepaßter Stärke erfolgen, damit das Einstellen der Visur auf alle Signale möglichst gleich genau und sicher, sowie gleichmäßig schnell bewerkstelligt werden könne.

Bei Triangulierungen ist an einen Wechsel der Signalstärken nicht zu denken, außer wir lassen dasselbe Signal seine Stärke in verschiedenen Höhen nach Art von ineinander geschobenen Zylindern wechseln. Es ist aber nicht zu vergessen, daß bei Triangulierungen derselben Ordnung — von dem etwaigen Basisnetz abgesehen — die Dreiecksseiten in der Regel nahe gleiche Länge haben, so daß also mit einer mittleren Signalstärke gearbeitet werden könnte; denn auf geringe Unterschiede kommt es ja doch nicht an.

Einen bemerkenswerten Einfluß nimmt die Stärke der Signale nicht nur auf die Raschheit und Sicherheit, sondern selbst auf die Genauigkeit der Winkelmessung, wenn wir gezwungen sind, sehr kurze Visuren nach starken Signalen

*) s. Jordan-Reinhertz, Vermessungskunde, II., 1904, pag. 179.

zu geben, wie dies häufig bei Anschlüssen von Polygonzügen an Kleintriangulierungen vorkommt; denn wir sehen aus Fig. 1, daß beim Anzielen dicker Signale auf kurze Distanzen das Auftreten nennenswerter, einseitig wirkender Fehler nicht ausgeschlossen ist. In solchen Fällen kann das in dieser Zeitschrift 1909, S. 169, beschriebene Zentrierscheibchen Löschner-Rost mit dem Signalstäbchen gute Dienste leisten.

Schließlich sei bemerkt, daß für die Ausgleichung in einem gleichseitigen Polygonzug, in welchem die Punkte durch sehr verschieden starke Signale gekennzeichnet waren, die Polygonwinkel strenge nicht als vollkommen gleich genau gemessen erscheinen, auch wenn die Messung in jedem Punkte mit demselben Instrumente, nach derselben Methode und unter sonstigen gleichen Umständen geschehen ist.

Zur Neuvermessung.

Von **Aug. Gabrielli**, k. k. Geometer in Zell am See.

Daß ich dieses Thema noch einmal anschneide, obzwar es in dieser Zeitschrift schon des öfteren behandelt und speziell in den ersten vier Monatsheften des heurigen Jahrganges durch Herrn Obergeometer Mielichhofer einer ziemlich detaillierten Besprechung unterzogen wurde, geschieht nur deshalb, weil eine so tief einschneidende Reorganisierung des österreichischen Katasterwesens nicht oft genug erörtert werden kann, um so von den verschiedensten Seiten beleuchtet zu werden.

Oben genannter Verfasser hat uns den Beweis erbracht, daß vom Rechtsstandpunkte aus der jetzt bestehende Grundsteuerkataster in keiner Weise mehr den an ihn gestellten Anforderungen entspricht; er hat die Mittel und Wege besprochen, die zu einer Verbesserung führen würden und ist zum Schlusse seiner Beweisführung zu dem Ergebnisse gelangt, daß nur allgemeine Neuvermessungen mit vorausgehender Vermarkung der Grenzen zu dem gewünschten Ziele führen können.

Trotzdem ich dem meritorischen Teile seiner Ausführungen vollkommen beipflichte, so möchte ich mir doch, jedoch ohne Kritik üben zu wollen, über einzelne berührte Punkte einige Bemerkungen erlauben.

Wie der Verfasser meint, würde durch die Einschränkung eines Teiles der Amtsgeschäfte und durch Abstoßen eines anderen Teiles derselben soviel Zeit gewonnen, daß jeder Geometer in seinem Bezirke Neuvermessungen vornehmen könnte. Dieser Meinung kann ich nur dann beipflichten, wenn es sich um partielle Neuvermessungen handeln würde; da jedoch nur von einer allgemeinen Neuvermessung die Rede ist, so will ich an der Hand des mir zunächst liegenden Beispieles das Unrationelle einer derartigen Realisierung beweisen.

Mein Bezirk umfaßt ca. 267.000 *ha* Fläche; angenommen, in jedem Jahre würden 1000 *ha* Fläche der Neuvermessung unterzogen (was für eine Neuvermessungspartie bei numerischer Aufnahmsmethode überhaupt viel zu hoch gegriffen ist), so könnte also mein Bezirk, und zwar im besten Falle, in 267 Jahren