

Paper-ID: VGI_191341



Brachimetrische Winkelschätzung

Hans Löschner ¹

¹ *Brünn*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **11** (10), S. 310–315

1913

BibTEX:

```
@ARTICLE{Loeschner_VGI_191341,  
Title = {Brachimetrische Winkelschätzung},  
Author = {Löschner, Hans},  
Journal = {{Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen},  
Pages = {310--315},  
Number = {10},  
Year = {1913},  
Volume = {11}  
}
```



Tafel II.

Neustrich	Umwandlung von Neustrich in					
	Grade			Altstrich s	Deutsche Strich σ	Bastardstrich S
	sexagesimal ° ' "	nonagesimal ° c cc	zentesimal d "			
1	0 03 22.5	0.05625	0.0625	0.9817	0.9	0.7363
2	6 45.0	0.11250	0.1250	1.9635	1.8	1.4726
3	10 07.5	0.16875	0.1875	2.9452	2.7	2.2089
4	13 30.0	0.22500	0.2500	3.9270	3.6	2.9452
5	16 52.5	0.28125	0.3125	4.9087	4.5	3.6816
6	20 15.0	0.33750	0.3750	5.8905	5.4	4.4179
7	23 37.5	0.39375	0.4375	6.8722	6.3	5.1542
8	27 00.0	0.45000	0.5000	7.8540	7.2	5.8905
9	30 22.5	0.50625	0.5625	8.8357	8.1	6.6268
10	0 33 45.0	0.56250	0.6250	9.8175	9.0	7.3631
20	1 07 30.0	1.12500	1.2500	19.6350	18.0	14.7262
30	1 41 15.0	1.68750	1.8750	29.4524	27.0	22.0893
40	2 15 00.0	2.25000	2.5000	39.2699	36.0	29.4524
50	2 38 45.0	2.81250	3.1250	49.0874	45.0	36.8155
60	3 22 30.0	3.37500	3.7500	58.9049	54.0	44.1787
70	3 56 15.0	3.93750	4.3750	68.7223	63.0	51.5418
80	4 30 00.0	4.50000	5.0000	78.5398	72.0	58.9049
90	5 03 45.0	5.06250	5.6250	88.3573	81.0	66.2680
100	5 37 30.0	5.62500	6.2500	98.1748	90.0	73.6311

Brachimetrische Winkelschätzung.

Von Professor Dr. H. Löschnor, Brünn

Sowohl dem Ingenieur und Geometer als auch dem Forschungsreisenden erscheint manchmal eine flüchtige Winkelschätzung zweckdienlich. Diese kann ohne Instrument durch die brachimetrische Winkelbestimmung ausgeführt werden. Man versteht unter Brachimetrie alle flüchtigen Messungen (Schätzungen), bei welchen der ausgestreckte Arm (lat. brachium) und ein quer zur Armrichtung gehaltener Maßstab (griech. metron) benützt werden. P. Kahle hat im Jahre 1895 einiges über solche Messungen mitgeteilt.¹⁾ Ich habe mir ein von Kahle zum Teil abweichendes Verfahren für die Winkelschätzung zurechtgelegt und für dasselbe eine kleine Genauigkeitsuntersuchung vorgenommen.

Zunächst wurde auf empirischem Wege die Maßstablänge bestimmt, welche bei ausgestrecktem rechten Arm und geschlossenem rechten Auge vom linken Auge aus dem Horizontal-Winkelwert von 10 Graden entspricht. Zu diesem Zwecke waren von einem versicherten Bodenpunkt aus mittelst Theodolites nach neun verschiedenen Richtungen Winkel von genau 10° abgesetzt und durch

¹⁾ Zeitschrift für praktische Geologie, 1895. S. 333 u. 334.

vertikale Striche auf vertikalen Mauern verzeichnet worden. Nach diesen neun Richtungen wurden je fünf brachimetrische Messungen des 10gradigen Winkels derart vorgenommen, daß ein Maßstab mit Zentimeter- und Millimeter-Teilung bei ausgestrecktem rechten Arm senkrecht zur Richtung der Winkelhalbierenden gehalten und die zwischen die Schenkel des gegebenen Winkels fallende Maßstabstrecke abgelesen wurde. Es ergab sich aus den 45 Beobachtungen das Gesamtmittel von 9.77 *cm*, also rund 10 *cm* als die einem Winkel von 10° entsprechende Maßstablänge *M*, die ich «Brachimetrische Konstante» nennen will. Eine Einzelbeobachtung war hiebei mit dem mittleren Fehler von ± 0.28 *cm*, das Gesamtmittel mit dem mittleren Fehler von ± 0.07 *cm* behaftet. Diese brachimetrische Konstante *M* (rund 10 *cm*) wird strenge genommen eine persönliche Konstante sein. Ist sie von 10 *cm* sehr verschieden, so kann man sie auf einem eigenen Beobachtungslinéal auftragen und hiernach die Unterteilung treffen oder eine Reduktion der Beobachtungen mit Hilfe eines Diagramms vornehmen. Doch wird die bequeme brachimetrische Konstante von rund 10 *cm* ziemlich allgemeine Geltung haben.

Tabelle I.

Winkel	Wahrer Wert <i>w</i>	brachimetrisch						$\frac{[0]}{5}$	<i>m</i>
		<i>o</i> ₁	<i>o</i> ₂	<i>o</i> ₃	<i>o</i> ₄	<i>o</i> ₅	<i>o</i> ₆		
<i>ABD</i>	22.3	20.7	22.5	21.5	21.4	21.3	21.5	± 1.00	
<i>ABR</i>	48.3	46.5	46.8	47.3	46.3	46.8	46.7	1.60	
<i>ABN</i>	48.5	47.3	47.0	48.4	48.0	47.4	47.6	1.01	
<i>ABW</i>	78.1	73.5	74.3	73.6	73.2	73.3	73.6	4.54	
<i>ABC</i>	89.7	85.8	84.8	84.5	85.2	85.0	85.1	4.68	
<i>CBA</i>	270.3	247.5	241.5	247.5	246.5	240.9	244.8	25.69	
<i>BCD</i>	44.5	44.3	45.6	44.6	44.3	44.1	44.6	0.54	
<i>ACD</i>	15.0	15.2	15.2	15.1	14.7	15.2	15.1	0.21	
<i>BCR</i>	113.0	109.0	109.6	105.5	107.7	106.3	107.6	5.60	
<i>DCR</i>	68.4	66.7	67.0	66.2	66.0	64.5	66.1	2.48	
<i>RCN</i>	13.5	11.8	12.5	12.6	12.6	12.7	12.4	1.11	
<i>RCB</i>	247.0	225.0	231.5	232.0	243.3	240.8	234.5	14.15	
<i>DCN</i>	82.0	85.5	83.5	84.0	82.0	83.7	83.7	2.07	
<i>DCN</i>	82.0	78.5	76.3	76.0	75.5	80.0	77.3	5.04	
<i>BDA</i>	42.6	44.0	42.8	42.7	43.5	42.5	43.1	0.75	
<i>CDB</i>	68.1	70.0	68.2	67.6	69.0	68.5	68.7	0.98	
<i>CDA</i>	110.7	108.2	108.8	109.3	108.3	109.8	108.9	1.92	
<i>WDC</i>	41.9	42.1	41.6	41.7	42.0	42.4	42.0	0.29	
<i>ADC</i>	249.2	242.0	248.2	242.8	235.0	233.6	240.3	10.38	

Ich pflege den Maßstab bei den Horizontalwinkelmessungen so zu halten, daß der Nagelrand des rechten Daumens die brachimetrische Konstante (10 *cm*) abschließt. Der linke Rand des Maßstabes wird dann an den linken Schenkel des zu messenden Winkels gehalten. Ist der Winkel kleiner als 10°, so bekommt man durch Ablesung in Richtung des rechtsseitigen Objektes mit den Zentimetern unmittelbar das gesuchte Gradmaß. Ist der Winkel größer als 10°,

so wird er durch Aneinanderreihen der brachimetrischen Konstante ermittelt. Das Festhalten der an Naturobjekten zu wählenden Anreihpunkte geschieht beim Winkelmaß von 10^0 noch genügend sicher. Auch läßt sich bei diesem geringeren Winkelmaß von 10^0 das gleichzeitige Einstellen der linken und rechten Visur gut vollführen.

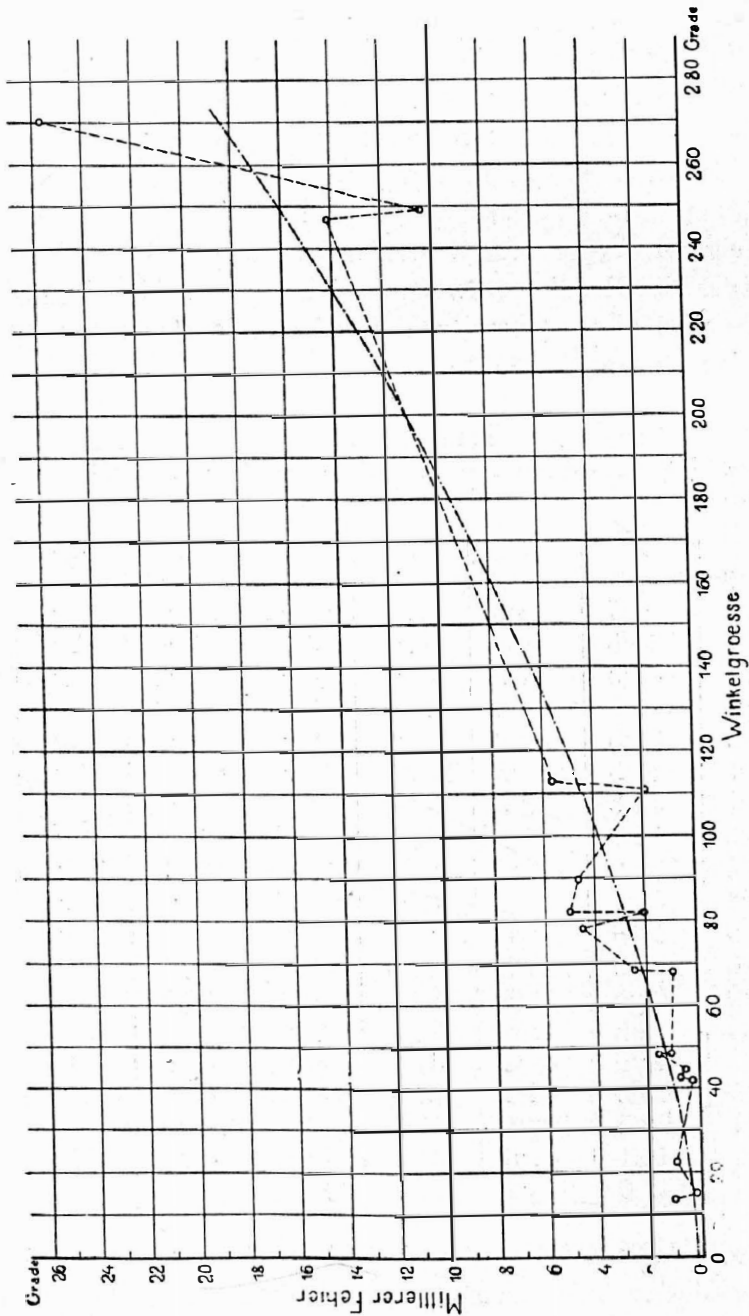


Fig. 1.

In Tabelle I sind die Ergebnisse einiger in der eben geschilderten Weise durchgeführter brachimetrischer Winkelmessungen zusammengestellt. Der «wahre Wert» w der Winkel wurde mittelst eines Schrauben-Mikroskop-Theodolites, der

einzelne Sekunden abzulesen gestattet, ermittelt und sodann bis auf Zehntel-Grade abgerundet. Die brachimetrische Messung wurde bei jedem Winkel aufeinanderfolgend fünfmal ausgeführt; es ergaben sich die Beobachtungswerte o_1, o_2, o_3, o_4 , und o_5 . In der Tabelle erscheint auch der Mittelwert $\frac{[o]}{5}$ angeführt.

Die Berechnung der in Kolonne unter $\pm m$ verzeichneten mittleren Fehler einer Einzelbeobachtung des betreffenden Winkels geschah auf Grund der «wahren Fehler»:

$\Delta_1 = w - o_1$; $\Delta_2 = w - o_2$; $\Delta_3 = w - o_3$; $\Delta_4 = w - o_4$; $\Delta_5 = w - o_5$
durch Bildung von:

$$m = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5}{5}$$

Die Figur 1 zeigt diesen mittleren Fehler m einer Einzelmessung recht deutlich als Funktion der Winkelgröße. Die ungefähre Ausgleichungskurve (Schaulinie) ist strichpunktiert.

Zu beachten ist, daß zwecks Vermeidung grober Fehler stets bei gleicher Kopfhaltung visiert werden muß und daß die brachimetrische Konstante vom Höhenwinkel, unter welchem visiert wird, merklich abhängt. (Bei den Winkeln in Tabelle I kamen nur kleinere Höhenwinkel vor, bei Visur (*DW*) mit 4° , bei Visur (*DR*) mit 7° , bei Visur (*DN*) mit 9° . Die brachimetrische Konstante war für den Horizont ermittelt worden). Die Abhängigkeit der brachimetrischen Konstanten vom Höhenwinkel geht aus Figur 2 hervor. Hierin bedeutet O den Drehpunkt des Armes, A das Auge des Beobachters. Bei horizontaler Visur ($\alpha = 0$) hat der Arm die Lage OH_0 ; die Entfernung des in der Hand (H_0) gehaltenen Maßstabes vom Auge ist dann l_0 . Wird unter einem von 0° verschiedenen Höhenwinkel α visiert, so ist die Entfernung des Maßstabes vom Auge $= l$. Die Armlänge wird mit r , der Zenitwinkel der Armrichtung mit ζ bezeichnet. Setzt man endlich $OA = a$, so folgt aus der Figur 2:

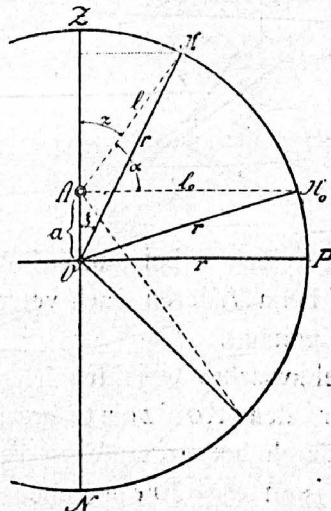


Fig. 2.

$$l \cdot \cos z = r \cdot \cos \xi - a \dots 1);$$

ferner ist im Dreieck AHO :

$$l = \frac{r \cdot \sin \xi}{\sin z}$$

oder

$$\sin \xi = \frac{l}{r} \cdot \sin z \dots 2).$$

Aus (1) ergibt sich:

$$(l \cdot \cos z + a)^2 = r^2 (1 - \sin^2 \xi)$$

was in Verbindung mit (2) liefert:

$$l = -a \cos z \pm \sqrt{r^2 - a^2 \sin^2 z} \dots 3).$$

Da sich nun l mit dem Winkel z ändert, so ändert sich damit naturgemäß auch die brachimetrische Konstante (M); es ist

$$M = 2 l \operatorname{tg} \frac{10^\circ}{2} \dots 4).$$

wenn M stets auf den Winkel von 10° bezogen wird. Mit der Annahme: $r = 60 \text{ cm}$ und $a = 20 \text{ cm}$ liefern die Gleichungen (3) und (4) bei Weglassung der nicht brauchbaren negativen Werte und Einführung des Höhen- oder Tiefenwinkels α :

für $\alpha = 0$	$l = 56.6 \text{ cm}$	$M = 9.9 \text{ cm} \doteq 10 \text{ cm}$
+ 30°	47.4	8.3 $\doteq 8$
+ 60	41.8	7.3 $\doteq 7$
+ 90	40.0	7.0 $\doteq 7$
- 30	67.4	11.8 $\doteq 12$
- 60	76.5	13.4 $\doteq 13$
- 90	80.0	14.0 $\doteq 14$

In Figur 3 ist die Abhängigkeit der Konstante M von der Neigung der Visur übersichtlich dargestellt.

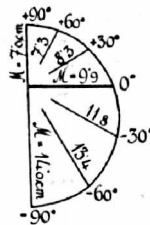


Fig. 3.

Strenge genommen wird freilich a bei wechselndem Höhenwinkel α nicht ganz gleich sein, da das Auge beim Visieren nach verschiedenen Vertikalwinkeln eine verschiedene Höhenlage einnimmt.

Mißt man Horizontalwinkel zwischen Objekten hoch über dem Horizont unter Zugrundelegung der für den Horizont bestimmten brachimetrischen Konstante, so werden die dadurch hervorgerufenen Fehler sehr merklich. Die früheren Annahmen $r = 60 \text{ cm}$ und $a = 20 \text{ cm}$ geben für die brachimetrische Konstante des Horizontes rund $M_0 = 10 \text{ cm}$. Bei Höhen- und Tiefenvisuren

entspricht diese Maßstablänge aber nicht mehr dem Winkel von 10° , sondern einem Winkel ω , welcher berechnet wird aus:

$$\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{M_0}{2l} \dots 4^*)$$

wozu l wie früher aus Gleichung (3) folgt. Es ergibt sich:

für $\alpha = 0$	$l = 56.6 \text{ cm}$	$\omega = 10.1^\circ \doteq 10^\circ$
+ 30'	47.4	$12.0 \doteq 12$
+ 60	41.8	$13.6 \doteq 14$
+ 90	40.0	$14.2 \doteq 14$
- 30	67.4	$8.5 \doteq 8.5$
- 60	76.5	$7.5 \doteq 7.5$
- 90	80.0	$7.2 \doteq 7$

Nach allem vorstehenden darf nicht vergessen werden, daß es sich bei der brachimetrischen Winkelbestimmung lediglich um eine Schätzung handelt, die aber insbesondere bei den am häufigsten vorkommenden Winkeln im Horizont eine gewisse, oft genügende Sicherheit nicht vermissen läßt. Für die Brauchbarkeit der brachimetrischen Winkelschätzung spricht beispielsweise der Umstand, daß es mir möglich war, bei einer von einem Studierenden mit Theodolit ausgeführten Absteckung eines Winkels von 10° einen groben Fehler von 1° brachimetrisch aufzudecken. Besondere Vorsicht ist eben nur bei steileren Höhen- und Tiefenvisuren notwendig.

Wie Figur 1 zeigt, ist der mittlere Fehler bei der brachimetrischen Schätzung eines Winkels im Bereiche von 10 bis 60° mit etwa ± 1 bis 2° anzunehmen. Winkel bis zu 10° werden leicht schärfer erhalten. Winkel über 60° wird man zweckmäßig, sofern Zwischen-Zielpunkte vorhanden sind, unterteilen und durch Schätzung und Addition der Zwischenwinkel bestimmen.

Auch mit der bloßen Hand (ohne Maßstab) läßt sich eine brachimetrische Winkelschätzung ausführen, indem die Tatsache ausgenützt wird, daß bei vorgestrecktem Arm die Spannweite im Horizont des visierenden Auges einem bestimmten Sehwinkel (bei mir z. B. 20°) entspricht.

Brünn, im Jänner 1913.

Über die Verwendung bestehender Regulierungspläne für die Zwecke des Grundsteuer-Katasters.

Ein Vorschlag zur teilweisen Erneuerung der Katastralmappen von k. k. Obergemeister **Johann Boran** in Mödling bei Wien.

In den letzten Dezennien wurden infolge der raschen Entwicklung der Städte und größeren Ortschaften behufs geregelter Erweiterung und Neubebauung von den Gemeindeverwaltungen, teils aus eigenem Antriebe, teils auf Initiative der vorgesetzten Behörden, Lage-, Erweiterungs- und Regulierungspläne angefertigt, resp. wurde mit der Aufstellung und Ausarbeitung solcher begonnen. Die betreffenden Landesgesetze fast aller Länder der österreichischen Monarchie schreiben die Anfertigung solcher Regulierungspläne vor.