Das Strichmaß

Siegmund Wellisch [1]

[1] *Bauinspektor der Stadt Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **11** (10), S. 304–310

1913

BibTEX:

```
@ARTICLE{Wellisch_VGI_191340,
Title = {Das Strichma{\ss}},
Author = {Wellisch, Siegmund},
Journal = {{\"O}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen},
Pages = {304--310},
Number = {10},
Year = {1913},
Volume = {11}
}
```

treten ist, welche auf das Endresultat der Ausgleichung einen erheblichen Einfluß ausüben wird.

Beträgt der größte Winkelwert für α rund etwa 25° (ev. — 25°), so können im vorliegenden Falle die Gewichte der einzelnen Fehlergleichungen annähernd gleich angenommen werden, findet man dagegen in den Fehlergleichungen größere Winkelwerte für α, so muß mit entsprechenden Gewichten p'_i gerechnet werden.

Aehnliche Untersuchung a priori angenommener Gewichte kann auch leicht bei anderen Problemen gemacht und ihre Richtigkeit mit Hilfe der obgenannten Theorie geprüft werden, was dann eventuell zu anderen Gewichtsannahmen führen kann.

Das Strichmaß.

Von Ing **S. Wellisch.**

Winkelgrößen werden gewöhnlich in Gradmaß, in der Astronomie auch in Zeitmaß ausgedrückt; in der Analysis wird jedoch fast ausschließlich das Bogenmaß verwendet, während in der Ballistik und Schießpraxis allmählich das Strichmaß zur Anwendung gelangt. Das Sehnenmaß und die goniometrischen Funktionen finden nur wenig Anwendung.

Das Strichmaß wurde bereits vor etwa 40 Jahren von dem österreichischen Artillerie-Oberleutnant Metlik als Winkeleinheit für die Schießtechnik in Vorschlag gebracht. Oberst Josef Kozák hat zuerst im Jahre 1902 in den «Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens», sodann in der Publikation «Gebräuchliche Winkel-, Längen- und Geschwindigkeitsmaße», Wien 1906, und neuerdings in dem Lehrbuche «Geschoßbewegung im Vakuum», Wien 1909, über den Strich geschrieben. Umrechnungstabellen vom Strich- in das Gradmaß brachte Hauptmann Ludwig v. Majneri in den «M. A. u. G.» 1908, und eine «Logarithmisch-Trigonometrische Tafel für Winkel im Strichmaß» Oberleutnant Hugo Metzner in den «M. A. u. G.» 1911.

Über die neue artilleristische Winkeleinheit und deren Beziehung zu den sonst gebräuchlichen Winkelmaßen möge das Wesentlichste hier angeführt werden.

Das Gradmaß In diesem Maße wird ein Winkel durch eine Zahl ausgedrückt, welche anzeigt, wie oft eine bestimmte Winkeleinheit — Grad genannt — in dem gegebenen Winkel enthalten ist. Bei der Sexagesimalteilung wird der 360. Teil, bei der Zentesimalteilung der 400. Teil des Vollwinkels als Winkeleinheit angenommen. Ein «Grad sexagesimal» oder «Grad alter Teilung» wird in 60 Minuten, eine Minute in 60 Sekunden eingeteilt; ein «Grad zentesimal» oder «Grad neuer Teilung» besitzt 100 Minuten zu je 100 Sekunden. Man schreibt im Sexagesimalsystem:

$$1^{0} = 60', \quad 1' = 60'',$$

im Zentesimalsystem, wo der Grad zur besseren Unterscheidung auch «degré» genannt und mit d oder auch mit g bezeichnet wird:

$$1^d = 100^r, \quad 1^r = 100^{rr}.$$

Wird der Grad alter Teilung dezimal unterteilt, so entsteht die kombinierte Teilung oder Nonagesimalteilung. In diesem System ist

$$1^0 = 100^c, \quad 1^c = 100^{cc}.$$

Zwischen den drei Teilungssystemen bestehen folgende Beziehungen:

$$360^0 = 400^d, \quad 90^0 = 100^d.$$

$1^0 = \frac{10^d}{9} = 111\frac{1^r}{9}$	$1^d = 0{\cdot}9^0 = 54' = 90^c$	
$1' = \frac{100^r}{54} = \frac{5^c}{3}$	$1^r = 0{\cdot}54' = 0{\cdot}9^c$	$1^c = 0{\cdot}6' = \frac{10^r}{9}$
$1'' = \frac{1000^{rr}}{324} = \frac{100^{cc}}{36}$	$1^{rr} = 0{\cdot}324'' = 0{\cdot}9^{cc}$	$1^{cc} = 0{\cdot}36'' = \frac{10^{rr}}{9}$

Das Bogenmaß oder analytische Maß. In diesem Maße wird ein Winkel durch das Verhältnis der Bogenlänge zum Halbmesser ausgedrückt. Bezeichnet b die Länge des mit dem Halbmesser r über dem Winkel α beschriebenen Kreisbogens, so ist der Winkel im Bogenmaß

$$arc\ \alpha = \widehat{\alpha} = \frac{b}{r}.$$

Für den Radius als Einheit ist der Winkel direkt durch die Länge des Bogens bestimmt. Aus der zwischen dem Winkel im Gradmaß und dem Winkel im Bogenmaß geltenden Proportion

$$\alpha^0 : 360^0 = \widehat{\alpha} : 2\,r\pi$$

oder für $r = 1$

$$\alpha^0 : \widehat{\alpha} = 180^0 : \pi$$

ergeben sich die Relationen

$$\alpha^0 = \frac{180^0}{\pi}\widehat{\alpha}, \qquad \widehat{\alpha} = \frac{\pi}{180}\alpha^0,$$

$$arc\ 360^0 = arc\ 400^d = 2\pi.$$

Der Mittelpunktswinkel, dessen Bogenlänge gleich dem Halbmesser ist, wird Radian genannt. Es ist also ein Radian, den wir mit ϱ bezeichnen, bestimmt durch

$$\varrho = \frac{180^0}{\pi} = \frac{(180 \times 60)'}{\pi} = \frac{(180 \times 60 \times 60)''}{\pi}$$

oder

$$\varrho = 57{\cdot}29578^0 = 3437{\cdot}747' = 206264{\cdot}8''$$

$$\varrho = 63{\cdot}66198^d.$$

Die transzendenten Verhältniszahlen ϱ heißen Umwandlungsfaktoren oder Reduktionskonstante. Sie werden, je nachdem der Winkel in Graden, Minuten, Sekunden oder Degrés (Neugrade) ausgedrückt ist, mit ϱ^0, ϱ', ϱ'', ϱ^d oder mit ϱ_0, ϱ_1, ϱ_2, ϱ_d bezeichnet. Es ist also abgerundet

$$\varrho^0 = 57{\cdot}3^0, \quad \varrho' = 3438', \quad \varrho'' = 206.265'',$$

$$\varrho^d = 63{\cdot}7^d,$$

$$\widehat{\alpha} = \frac{\alpha^0}{\varrho^0} = \frac{\alpha'}{\varrho'} = \frac{\alpha''}{\varrho''} = \frac{\alpha^d}{\varrho^d}$$

$$arc\ 1^0 = 0{\cdot}017\ 453\ 2925\ r$$
$$arc\ 1' = 0{\cdot}000\ 290\ 8882\ r$$
$$arc\ 1'' = 0{\cdot}000\ 004\ 8481\ r$$
$$arc\ 1^d = 0{\cdot}015\ 707\ 96\ r.$$

Das Strichmaß. In diesem Maße wird ein Winkel durch die in Teilen des Halbmessers ausgedrückte Bogenlänge gegeben. Wird der Halbmesser eines Kreises in eine bestimmte Anzahl gleicher Teile geteilt und ein solcher Teil auf dem Kreisumfang aufgetragen, so wird der dieser Bogenlänge zukommende Mittelpunktswinkel ein Strich genannt. Er wird als Einheit des Winkelmaßes, beziehungsweise als Winkelwert der artilleristischen Skaleneinheit angenommen.

Teilt man den Halbmesser in 1000 gleiche Teile, so erhält man die ursprünglich allein übliche, aber auch heute noch in der Schießlehre gebräuchliche Winkeleinheit, den ursprünglichen Strich oder Altstrich, der mit s bezeichnet wird. Die Bezeichnung erfolgt, ähnlich der Bezeichnungsweise eines in Gradmaß gegebenen Winkels, in der Form eines Exponenten. Die Größe des Altstrichs im Gradmaß sexagesimaler Teilung findet man aus

$$arc\ 1^s = \frac{1^s}{\varrho^s} = \frac{1}{1000}$$

$$\text{mit } 1^s = \varrho'\, arc\ 1^s = \frac{3438'}{1000} = 3'\ 26''.$$

Auf den Vollwinkel entfallen $2 \times 1000 \times \pi^s = 6283^s$. Da sich diese durch Abrundung entstandene ganze Zahl nicht gut teilen läßt (sie ist nur durch 61 teilbar), so wird der ursprüngliche Strich in der Praxis nicht gerne angewendet, obgleich er anderen Strichgattungen gegenüber den Vorteil besitzt, daß dieser Winkeleinheit auf 1000 Längeneinheiten genau 1 Längeneinheit gegenüberliegt, also 1 *m* auf 1000 *m*, 1 Schritt auf 1000 Schritt usw.

Die Teilung des Halbmessers in 750 gleiche Teile führt zu einer Winkeleinheit, die größer als 1^s ist und daher Großstrich oder nach Wuich*) auch Bastardstrich genannt und mit S bezeichnet wird.

Es ist

$$arc\ 1^S = \frac{1^S}{\varrho^S} = \frac{1}{750}$$
$$1^S = 4'\ 35''.$$

Auf den Vollwinkel entfallen $2 \times 750 \times \pi^S = 4712^S$. Da 1000 Meter gleich 750 Schritte sind,**) so besteht die Proportion

$$1^s : 1^S = 1^x : 1\ m = 3 : 4.$$

Dem Großstrich liegt bei einer Entfernung von 1000 Schritten eine Höhe oder Breite von 1 *m* gegenüber, oder 1 *m* bei 750 *m* und $1\frac{1}{3}$ *m* bei 1000 *m*. Dieses Strichmaß wird heute nur noch selten gebraucht.

---

*) Feldmarschalleutnant Nikolaus Freiherr von Wuich: «Die theoretischen Grundlagen des Richtkreises *M* 5» in den «M. A. u. G.» 1909.

**) Die beim österreichischen Militär eingeführte Schrittlänge, der «Normalschritt», beträgt $1^x = 75$ *cm*.

Die gegenwärtig in Oesterreich am meisten zur Anwendung kommende militärische Winkeleinheit ist der **Neustrich**, dessen Bezeichnung von **Kozák** herrührt. Er ist $\frac{1}{16}$ eines Neugrades (Degré), also der 160. Teil des rechten Winkels und wird mit *ns* bezeichnet.

Der Definition gemäß ist

$$100^d = 90^0 = 1600^{ns}.$$

Auf einen Vollwinkel entfallen 6400^{ns}. Diese Zahl, welche an Stelle der dem Altstrich entsprechenden Zahl 6283 tritt, wurde mit Rücksicht auf ihre leichte Unterteilung gewählt. Für den Neustrich beträgt die Reduktionskonstante (der in Neustrich ausgedrückte Radian):

$$\varrho^{ns} = \frac{3200^{ns}}{\pi} = 1018{\cdot}592^{ns}.$$

Demnach stellt ein Neustrich den Mittelpunktswinkel dar, dessen Bogen angenähert die Länge eines 1019. Teiles des Halbmessers besitzt. Es ist ferner

$$1^d : 16 = 6{\cdot}25^r,$$

sohin

$$1^{ns} = 6{\cdot}25^r = 3{\cdot}375' = 3'\,22{\cdot}5'' = 5^c\,62{\cdot}5^{cc}.$$

Da

$$1^s = \frac{\varrho'}{1000} = \frac{(180 \times 60)'}{1000\,\pi} = \frac{10{\cdot}8'}{\pi}$$

und

$$1^{ns} = \frac{100^r}{16} = \frac{54'}{16},$$

so besteht die Proportion $1^s : 1^{ns} = \frac{10{\cdot}8}{\pi} : \frac{54}{16}$

und es ist

$$1^s = \frac{3{\cdot}2^{ns}}{\pi} = 1{\cdot}019^{ns},$$

also

$$1^s : 1^{ns} = 1019 : 1000.$$

In Deutschland versteht man unter einem Strich $\frac{1}{16}$ Grad alter Teilung; es ist also ein **deutscher Strich**

$$1^\sigma = 3{\cdot}75' = 3'\,45''$$

$$1^{ns} = 0{\cdot}9^\sigma.$$

Auf den Vollwinkel entfallen 5760^σ, auf den rechten Winkel 1440^σ.

Zur Umwandlung der in Anwendung stehenden Strichgattungen dienen die nachfolgend zusammengestellten Verhältniszahlen:

	Altstrich s	Bastardstrich S	Neustrich ns	Deutscher Strich σ
1^s	1	0·750	1·019	0·917
1^S	1·333	1	1·358	1·222
1^{ns}	0·982	0·736	1	0·900
1^σ	1·091	0·818	1·111	1

$$1^s = 3{\cdot}438' = 6{\cdot}366^r = 5{\cdot}730^c$$

$$1^S = 4{\cdot}584' = 8{\cdot}488^r = 7{\cdot}639^c$$

$$1^{ns} = 3{\cdot}375' = 6{\cdot}250^r = 5{\cdot}625^c$$

$$1^\sigma = 3{\cdot}750' = 6{\cdot}944^r = 6{\cdot}250^c$$

Auf einen rechten Winkel R entfallen:

$$R = 1571^{s} = 1178^{S} = 1600^{ns} = 1440^{z}.$$

Ein Radian $\varrho = 1000^{s} = 750^{S} = 1019^{ns} = 917^{z}.$

In einem rechtwinkeligen Dreieck, dessen spitzer Winkel α einen Strich mißt, ist die trigonometrische Tangente von α so klein, daß sie dem Bogenmaß von α unbedenklich gleichgesetzt werden kann. Da $tg\ 1^{s} = 1:1000$, so stellt der ursprüngliche Strich den Neigungswinkel eines 1000 m entfernten und 1 m erhöht oder vertieft liegenden Zieles dar. Unter Zugrundelegung des Neustriches ist

$$tg\ 1^{ns} = \frac{1}{1018{\cdot}592} = \frac{0{\cdot}981748}{1000}$$

oder rund

$$\frac{1}{1019} = \frac{0{\cdot}98}{1000},$$

wonach ein Neustrich den Neigungswinkel eines 1019 m entfernten und 1 m hohen, oder eines 1000 m entfernten und 0·98 m hohen Zieles vorstellt. Da aber in der Praxis des Schießens 1 m für 0·98 m, bezw. 1000 m für 1019 m genommen werden kann und ein Altstrich nur um 3·5″ größer ist als ein Neustrich, so können bis ungefähr 10° beide Strichmaße praktisch gleichgesetzt werden, und es gilt für kleine Terrainwinkel die praktische Regel: Wenn die dem Terrainwinkel anliegende Kathete 1000 Längeneinheiten beträgt, so gibt die Anzahl der Längeneinheiten der dem Winkel gegenüberliegenden Kathete die Anzahl der Striche des Winkels an. Liegt z. B. einem Winkel in der Horizontalentfernung von 3000 m die Kathete von 12 m gegenüber, so mißt der Winkel 4^{s} (oder laut Tabelle $4{\cdot}07^{ns}$, was aber für militärische Zwecke genügend genau auch für 4^{ns} genommen werden kann).

Bezeichnet h die dem spitzen Winkel $\alpha = w^{s}$ gegenüberliegende Kathete und d die anliegende Kathete, so ist $tg\,\alpha = \frac{h}{d} = \frac{w^{s}}{1000}$, $w^{s} = \frac{1000\,h}{d}$ und

$$d = \frac{1000\,h}{w^{s}}.$$

Hat man z. B. durch Fernrohrvisur $w^{s} = 5$ erhalten und ist am Ziele $h = 2\,m$, so ist nach obiger Distanzformel $d = 400\,m$, welches Resultat auch angenommen werden kann, wenn $w^{ns} = 5$ ermittelt worden sein sollte.

Bringt man in die Brennebene eines Fernglases ein Linienkreuz an, dessen Horizontale und Vertikale im Strichmaß abgeteilt sind und wo auch die Länge der Teilungsmarken 1 oder 2 Striche messen, wie dies z. B. bei der «Strichplatte» von Steiner der Fall ist, so läßt ein derart ausgestatteter Feldstecher eine mannigfache Anwendung zur Entfernungs- und Dimensionsschätzung, sowie zu Rekognoszierungen und ähnlichen Vorarbeiten des Ingenieurs und Geometers zu.

Die angeschlossenen Tabellen ermöglichen die Umrechnung von Altstrich und Neustrich in Grade sexagesimaler, nonagesimaler und zentesimaler Teilung, sowie in die anderen gebräuchlichen Strichgattungen.

Zu bemerken wäre noch, daß in der Nautik ein Teil der 32teiligen Kompaßrose (Windrose des Horizontes) den Namen «Strich» führt. Ein nautischer Strich ist demnach gleich 200 Neustrich oder 180 deutsche Striche und hat einen Winkelwert von $11^0\ 15' = 12{\cdot}5^d$.

Was das Zeitmaß anbelangt, so wird der Vollwinkel in 24 Stunden, eine Stunde in 60 Minuten, eine Minute in 60 Sekunden eingeteilt. Man schreibt

$$360^0 = 24^h, \quad 1^h = 60^m, \quad 1^m = 60^s$$

und es ist

$$1^0 = 4^m, \quad 1^h = 15^0, \quad 1^m = 15'.$$

Im Sehnenmaß wird der Winkel durch die Länge der zugehörigen Sehne gemessen. Je nachdem die Sehne in Einheiten des Durchmessers oder Halmessers ausgedrückt wird, hat man die Beziehungen:

$$diam.\ chord.\ \alpha = sin\frac{\alpha}{2},$$

$$rad.\ chord.\ \alpha = 2\,sin\frac{\alpha}{2}.$$

Die heute gebräuchlichen Sehnentafeln, wie beispielsweise die in Stampfer-Doležal's «Logarithmisch-trigonometrischen Tafeln» enthaltene, sind nach der zweiten Formel gerechnet.

Tafel I.

Alt-strich	Umwandlung von Altstrich in: Grade, sexagesimal ° ′ ″	Grade, nonagesimal ° c cc	Grade, zentesimal d ′ ″	Neustrich ns	Deutsche Strich σ	Bastard-strich S
1	0 03 26·3	0·05730	0·06366	1·0186	0·9167	0·75
2	6 52·5	0·11459	0·12732	2·0372	1·8335	1·50
3	10 18·8	0·17189	0·19099	3·0558	2·7502	2·25
4	13 45·1	0·22918	0·25465	4·0744	3·6669	3·00
5	17 11·3	0·27648	0·31831	5·0930	4·5837	3·75
6	20 37·6	0·34377	0·38197	6·1115	5·5004	4·50
7	24 03·9	0·40107	0·44563	7·1301	6·4171	5·25
8	27 30·1	0·45837	0·50930	8·1487	7·3339	6·00
9	30 56·4	0·51566	0·57296	9·1673	8·2506	6·75
10	0 34 22·6	0·57296	0·63662	10·1859	9·1673	7·50
20	1 08 45·3	1·14592	1·27324	20·3718	18·3346	15·00
30	1 43 07·9	1·71887	1·90986	30·5577	27·5020	22·50
40	2 17 30·6	2·29183	2·54648	40·7437	36·6693	30·00
50	2 51 53·2	2·76479	3·18310	50·9296	45·8366	37·50
60	3 26 15·9	3·43775	3·81972	61·1155	55·0039	45·00
70	4 00 38·5	4·01070	4·45634	71·3014	64·1713	52·50
80	4 35 01·2	4·58366	5·09296	81·4873	73·3386	60·00
90	5 09 23·8	5·15662	5·72958	91·6732	82·5059	67·50
100	5 43 46·5	5·72958	6·36620	101·8592	91·6732	75·00

Tafel II.

Neu-strich	Umwandlung von Neustrich in					
	Grade			Altstrich s	Deutsche Strich σ	Bastard-strich 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. Löschner,** 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.