Paper-ID: VGI_193607

Vierecksteilung ohne Flächenbestimmung

Artur Morpurgo [1]

[1] *Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **34** (3), S. 45–57

1936

BibTEX:

```
@ARTICLE{Morpurgo_VGI_193607,
Title = {Vierecksteilung ohne Fl{\"a}chenbestimmung},
Author = {Morpurgo, Artur},
Journal = {{\"O}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen},
Pages = {45--57},
Number = {3},
Year = {1936},
Volume = {34}
}
```

ÖSTERREICHISCHE
ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN
ORGAN
des
ÖSTERREICHISCHEN VEREINS FÜR VERMESSUNGSWESEN.
Redaktion:
Hofrat Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. E. Doležal und o. ö. Professor Ing. Dr. H. Rohrer.

Nr. 3. Baden bei Wien, im Juli 1936. XXXIV. Jahrg.

Viereckslteilung ohne Flächenbestimmung.

Von Hofrat Ing. Artur Morpurgo, Wien.

Teilungsaufgaben werden zumeist mit Umgehung einer unmittelbaren Berechnung der Absteckdaten gelöst. Die Teilungslinien werden auf Grund einer verläßlichen Planunterlage versuchsweise bestimmt, worauf die Teilungsergebnisse auf das Feld übertragen und schließlich nach Maßgabe einer örtlichen Flächenbestimmung entsprechend verbessert werden.

Wir wollen nun zeigen, wie die Teilung eines Viereckes mit den einfachsten Mitteln erfolgen kann, wenn außer der allgemeinen Richtung der Teilungslinien, die von den jeweiligen Gelände- und Wegverhältnissen abhängig ist, keinerlei Beschränkung vorliegt.

Wir sollen die Figur $ABCD$ (Abb. 1) in zwei gleiche Teile teilen, wobei die Teilungslinie in der durch den Pfeil angedeuteten Hauptrichtung verlaufen soll.

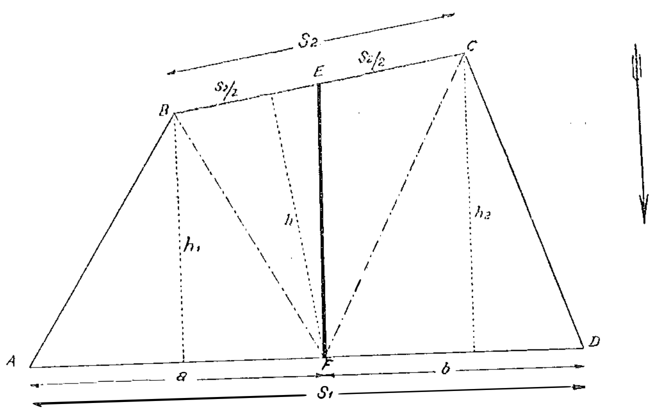

Abb. 1

Wir nehmen zunächst den Halbierungspunkt E der Seite BC als einen Punkt der Teilungslinie an. Es müssen nun die Bedingungen erfüllt werden:

$$\square\, ABEF = \square\, ECDF.$$

Da aber $\triangle\, BEF = \triangle\, ECF = \frac{s_2 \,.\, h}{4}$ ist, muß auch $\triangle\, ABF = \triangle\, FCD$ sein. Demnach muß: $a h_1 = b h_2$ sein. Wir können auch setzen: $a : b = h_2 : h_1$ oder $a : (a + b) = h_2 : (h_1 + h_2)$. Da aber $a + b = s_1$ ist, wird

$$a = \frac{s_1\, h_2}{h_1 + h_2} \text{ oder } a = \frac{s_1}{\frac{h_1}{h_2} + 1}$$

$\frac{h_1}{h_2} = A$ gesetzt, erhält man:

$$a = s_1 \frac{1}{A + 1}.$$

Soll die Teilungslinie durch den gegebenen Punkt G gehen (Abb. 2), so ist in E eine Parallele zu GF zu ziehen, wodurch der zugehörige Punkt H erhalten wird.

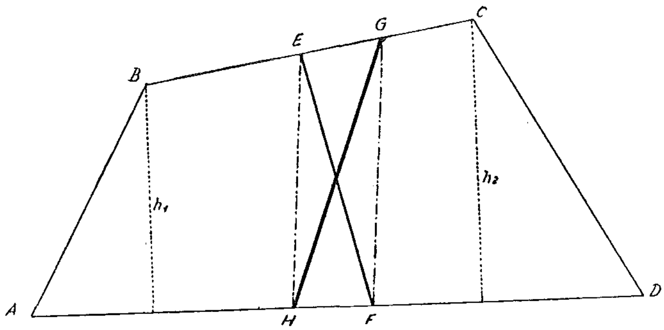

Abb. 2

Soll das gegebene Viereck $ABCD$ (Abb. 3) in n gleiche Teile geteilt werden, so werden wir wieder, wenn die Endpunkte der Teilungslinien auf den Seiten AD und BC liegen sollen, die eine dieser Seiten in n gleiche Teile teilen, wodurch sich die Punkte $E, F \ldots.$ ergeben, während die zugehörigen Verbindungspunkte $O, P \ldots.$ erst ermittelt werden müssen.

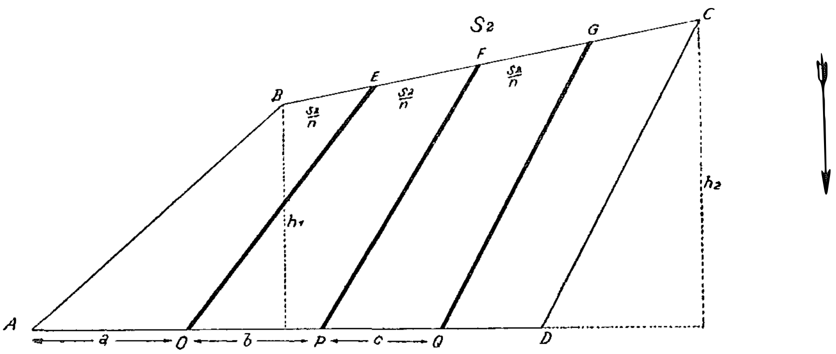

Abb. 3

Wir beziehen die Punkte B, E, $F \ldots . C$ auf die Seite AD und erhalten die Höhen:

$$h_B = h_1;\; h_E = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{n};\; h_F = h_1 + 2\frac{h_2 - h_1}{n};\; \ldots .$$

Wir setzen: $\overline{AO} = a$; $\overline{OP} = b$; ....

Nach dem Vorausgesagten muß nun die Beziehung bestehen:

$$a : b = \left(h_1 + 2 \, . \, \frac{h_2 - h_1}{n}\right) : h_1 \text{ oder } b = n \frac{a h_1}{(n-2)\, h_1 + 2\, h_2}$$

Für $a = 1$ und $\frac{h_1}{h_2} = A$ gesetzt, erhält man:

$$b = \frac{n \, . \, A}{(n-2)\, A + 2} \text{ oder } b = \frac{n A \, .}{(n-1)\, A + 1} \cdot \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-2)\, A + 2}$$

Für den Abstand c ergibt sich:

$$b : c = \left(h_1 + 3\frac{h_2 - h_1}{n}\right) : \left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{n}\right) \text{ und daraus weiters:}$$

$$c = b \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-3)\, A + 1} = \frac{n A}{(n-2)\, A + 2} \cdot \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-3)\, A + 3}$$

Für den allgemeinen Fall gilt die Formel:

$$I_m = \frac{n A}{[n - (m-1)]\, A + (m-1)} \cdot \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-m)\, A + m}$$

Wir wollen nicht die einzelnen Abstände a, $b \ldots .$ ermitteln, sondern der fortlaufenden Messung entsprechend, die Entfernungen $\overline{AO}$, $\overline{AP}$, $\overline{AG} \ldots .$ bestimmen.

Für $\overline{AO} = a = 1$ vorläufig angenommen, ist

$$S_2 = \overline{AP} = a + b = 2 \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-2)\, A + 2}$$

$$S_3 = \overline{AQ} = a + b + c = 3 \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-3)\, A + 3}$$

....

$$S_m = \qquad m \frac{(n-1)\, A + 1}{(n-m)\, A + m}$$

Für n Glieder, also für die ganze Strecke AD ergibt sich:

$$S_n = n \frac{(n-1)\, A + 1}{n} = (n-1)\, A + 1$$

Diese Summenstrecken gelten für $a = 1$. Da es aber vorteilhafter erscheint, die Seite AD der Einheit gleich zu setzen, werden die Abstände AO, AP, $AQ \ldots .$ die Werte: k_1, k_2, $k_3 \ldots . k_{n-1}$ und k_n annehmen.

Soll $S_n = k_n = 1$ werden, so müssen alle vorhin ermittelten Werte durch den Ausdruck $(n-1)\, A + 1$ dividiert werden, und man erhält:

$$k_1 = \frac{1}{(n-1)\, A + 1};\; k_2 = \frac{2}{(n-2)\, A + 2};\; \ldots .\; k_m = \frac{m}{(n-m)\, A + m}$$

Da aber die Seite AD nicht 1, wie angenommen, sondern s_1 ist, so müssen die Verhältniszahlen k_1, $k_2 \ldots . k_{n-1}$ der Reihe nach mit s_1 multipliziert werden.

Dieses Teilungsverfahren hat den besonderen Vorteil, daß es von der Flächenbestimmung völlig unabhängig ist.

Dieses Verfahren kann aber auch dann Anwendung finden, wenn das Viereck nicht in gleiche, sondern in Teile nach einem bestimmten Verhältnis zu zerlegen ist.

Soll das Viereck nach dem Verhältnis $r:s:t:u$ geteilt werden, so wird zunächst eine Seite nach diesem Verhältnis geteilt, während für die Gegenseite die Faktoren k_r, k_s und k_t zu berechnen sind. Es kommen $r+s+t+u=n$ Teile in Betracht. Die gesuchten Faktoren sind:

$$k_r = \frac{r}{(n-r)\,A + r};\quad k_s = \frac{r+s}{[n-(r+s)]\,A + (r+s)};$$

$$k_t = \frac{r+s+t}{[n-(r+s+t)]\,A + (r+s+t)}$$

Die so gefundenen Werte nacheinander mit s_1 multipliziert, ergeben die gesuchten Abstände.

Dieses Teilungsverfahren wird bei Arbeiten größeren Umfanges, wie bei Siedlungswerken, einen besonders großen Vorteil bieten.

In solchen Fällen wird die Bonitierung des aufzuteilenden Landes — meist wird es sich um minderwertige Gebiete handeln — in großzügiger Weise derart erfolgen können, daß gleichwertige Bodenstücke in Gestalt möglichst großer Vierecke ausgeschieden werden. Für jedes Viereck werden sodann die zwei erforderlichen Höhen graphisch ermittelt.

Die Richtigkeit der Teilung ist gewährleistet, wenn das Verhältnis der beiden Höhen richtig ist. Mögen der dargestellten Figur größere Verzerrungen anhaften, das Verhältnis paralleler Strecken kann nicht sonderlich in Mitleidenschaft gezogen werden.

Bei Massenteilungen wird die Verwendung einer Tafel für 2, 3 .... n Teile besonders empfehlenswert sein. Bei der Anlage einer solchen Hilfstafel genügt es, für $A = \frac{h_1}{h_2}$, wobei als h_1 stets die kleinere der beiden Höhen zu verstehen ist, die Werte von $A = 1{\cdot}00$ bis $A = 0{\cdot}30$ zu berücksichtigen. Bei der Anlage der erwähnten Tafel ist auch der Vorgang einzuhalten, daß jene Werte von k, die bereits einmal vorkommen, nicht wiederholt werden. Deshalb können beispielsweise bei $n = 6$ die Werte k_2, k_3 und k_4 ausgelassen werden, weil k_2 und k_4 bei $n = 3$ als k_1 bzw. k_2, und k_3 als k_1 bei $n = 2$ auftreten.

Weiters soll darauf hingewiesen werden, daß es nicht erforderlich ist, sämtliche k-Werte nach der angegebenen Formel zu berechnen. Weit einfacher ist es, für ein gegebenes n und m die Werte von k_m für $A = 1{\cdot}00$, $0{\cdot}99$, $0{\cdot}98$, $0{\cdot}97$ und $0{\cdot}30$ abzuleiten und die übrigen Werte im Interpolationswege zu bestimmen, wobei die dritte Differenz als konstant angenommen werden kann.

Es genügt, für A das Intervall von $0{\cdot}01$ zu wählen. Soll aber die Genauigkeit der Verhältniszahlen so beschaffen sein, daß die Abstände für die Grenzpunkte bis auf Zentimeter genau erhalten werden, so müssen für die Größe A unbedingt fünf Dezimalstellen berücksichtigt werden. Man muß daher für die

Zwischenwerte von A die entfallenden k auf Grund der in der Tafel ausgeworfenen Differenzen durch Einschaltung ermitteln.

Handelt es sich um wertvollen Boden, so wird die Teilung des Viereckes so zu erfolgen haben, daß die notwendigen Höhen gemessen werden. In einem solchen Falle ergibt sich die Vierecksteilung ausschließlich auf Grund der vier Originalmaße, wodurch eine verläßliche Genauigkeit der Teilungsflächen verbürgt ist. Hier ist noch der besondere Vorteil gegeben, daß die endgültige Versicherung der Teilungspunkte noch vor erfolgter Flächenberechnung vorgenommen werden kann.

Die Verwendbarkeit dieses Teilungsverfahrens soll auf Grund einiger praktischer Aufgaben veranschaulicht werden.

Beispiel 1.

Das Viereck $ABCD$ (Abb. 3) soll in vier gleiche Teile geteilt werden, wobei die allgemeine Teilungsrichtung gegeben ist.

BC soll jene Seite sein, die in gleiche Teile geteilt wird. Von B und C werden Senkrechte auf AD gefällt, wobei man erhält:

$$h_1 = 295{\cdot}27: \quad h_2 = 402{\cdot}59$$

Wir erhalten für $A = \dfrac{h_1}{h_2} = 0{\cdot}73343.$

Die Tafel der k-Werte ergibt für $n = 4$ und $A = 0{\cdot}73$

$$\begin{aligned} k_1' &= 0{\cdot}31348 \quad \text{Diff. } 292 \\ k_2' &= 0{\cdot}57803 \quad \text{Diff. } 332 \\ k_3' &= 0{\cdot}80429 \quad \text{Diff. } 215 \end{aligned}$$

Für $A = 0{\cdot}73343$ erhält man durch einfache Interpolation:

$$k_1 = 0{\cdot}31248; \; k_2 = 0{\cdot}57689; \; k_3 = 0{\cdot}80355$$

Die Messung der Seiten hat ergeben:

$$AD = s_1 = 679{\cdot}31; \; BC = s_2 = 565{\cdot}73$$

Für die Punkte O, P und Q ergeben sich die Abstände:

$$\begin{aligned} \overline{AO} &= 0{\cdot}31248 \,.\, s_1 = 212{\cdot}27 \\ \overline{AP} &= 0{\cdot}57689 \,.\, s_1 = 391{\cdot}89 \\ \overline{AQ} &= 0{\cdot}80355 \,.\, s_1 = 545{\cdot}86 \end{aligned}$$

Auf der Seite BC werden die Punkte E, F und G durch die Abstände bestimmt:

$$\overline{BE} = \frac{565{\cdot}73}{4} = 141{\cdot}43$$

$$\overline{BF} = 2 \,.\, \frac{565{\cdot}73}{4} = 282{\cdot}86$$

$$\overline{BG} = 3 \,.\, \frac{565{\cdot}73}{4} = 424{\cdot}30$$

Beispiel 2.

Das Viereck $ABCD$ (Abb. 4) mit $h_1 = 95{\cdot}80$ und $h_2 = 126{\cdot}50$ soll so geteilt werden, daß die Flächen der Trennstücke, von AB nach CD fortschreitend, sich verhalten wie 3 : 5 : 8 : 6.

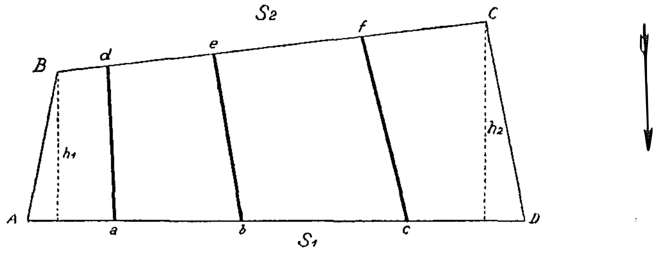

Abb. 4

$$A = \frac{h_1}{h_2} = 0{\cdot}75731$$

$$k_1 = \frac{3}{(22 - 3)\ A + 3} = 0{\cdot}17252$$

$$k_2 = \frac{3 + 5}{(22 - 8)\ A + 8} = 0{\cdot}43005$$

$$k_3 = \frac{3 + 5 + 8}{(22 - 16)\ A + 16} = 0{\cdot}77882$$

Die Seiten AD und BC weisen die Längen auf:

$$s_1 = 327{\cdot}15 \text{ und } s_2 = 286{\cdot}19$$

Demnach ist:

$$\overline{Aa} = s_1\ k_1 = 56{\cdot}44;\ \overline{Ab} = s_1\ k_2 = 140{\cdot}69;\ \overline{Ac} = s_1\ k_3 = 254{\cdot}79$$

$$\overline{Bd} = \frac{s_2}{22} \cdot 3 = 39{\cdot}03;\ \overline{Be} = \frac{s_2}{22}(3 + 5) = 104{\cdot}07;\ \overline{Bf} = \frac{s_2}{22}(3 + 5 + 8) = 208{\cdot}14$$

Beispiel 3.

Das Grundstück $ABCDEF$ soll in fünf gleiche Teile geteilt werden (Abb. 5).

In diesem Falle muß zunächst der Flächeninhalt des Stückes $CDEF$ bestimmt werden, wofür wir $3062{\cdot}50\ m^2$ erhalten haben.

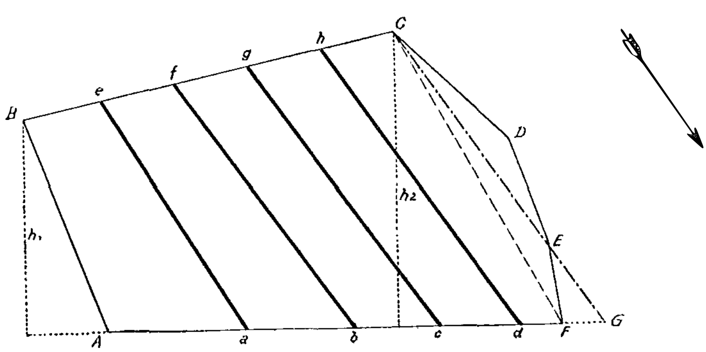

Abb. 5

$$\overline{AF} = 300;\ \overline{BC} = 250;\ h_1 = 266{\cdot}67;\ h_2 = 400$$

Wir ermitteln nun jenen Punkt G der Geraden AF, dessen Lage die Eigenschaft hat, daß das Dreieck FGC einen Flächeninhalt von 3062·50 m^2 ergibt. Es ist sonach:

$$\overline{FG} \cdot \frac{h_2}{2} = 3062{\cdot}50 \text{ und } \overline{FG} = \frac{6125}{400} = 15{\cdot}31\ m$$

Wir haben also die Aufgabe so umgestaltet, daß nun das Viereck $ABCG$ in fünf gleiche Teile zu teilen ist, d. h. k_1, k_2 .... ist nicht mit 300, sondern 315·31 zu multiplizieren. Das Weitere erfolgt nach Maßgabe des Beispiels 1.

Beispiel 4.

Das Viereck $ABCD$ (Abb. 6) soll in vier gleiche Teile geteilt werden, jedoch so, daß die Teilungslinien sich schneiden.

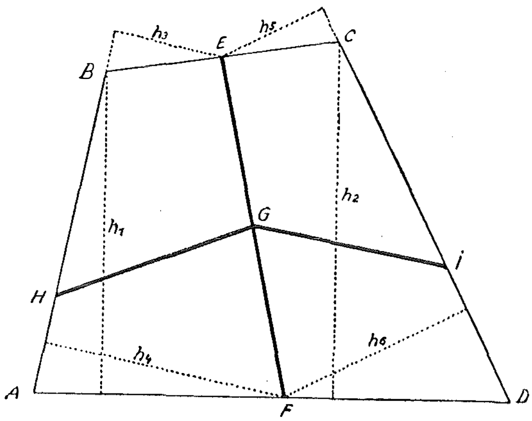

Abb. 6

Man wird zunächst das Viereck in bekannter Weise auf Grund von h_1 und h_2 in zwei gleiche Teile teilen, wodurch die Teilungslinie EF erhalten wird. Nun fällt man von den Punkten E und F Senkrechte auf die Geraden AB und CD. Mit Hilfe der Werte von h_3 und h_4 bzw. von h_5 und h_6 können die Punkte H und I ermittelt werden. Wird EF halbiert und G mit H und I verbunden, so ist die Aufgabe gelöst.

Beispiel 5.

Das Polygon $ABCDEF$ (Abb. 7) soll in drei gleiche Teile geteilt werden.

Die Verbindungslinie BE wird in drei gleiche Teile geteilt, wodurch man die Punkte G und H erhält. Von B und E werden Senkrechte auf AF bzw. CD gefällt. Auf Grund der Werte $A_1 = \frac{h_1}{h_2}$ und $A_2 = \frac{h_3}{h_4}$ können die Punkte I, K bzw. L und M bestimmt werden.

Die für die einzelnen Zwischenpunkte erhaltenen Abstände $k_1 \cdot s_1$, $k_2 \cdot s_1$, $k_1' \cdot s_2$ und $k_2' \cdot s_2$ beziehen sich stets auf die Richtung von der kleineren zur größeren Höhe. Im vorliegenden Beispiel wird sonach $k_1 . s_1$ und $k_2 . s_1$ von A nach F, während $k_1' . s_2$ und $k_2' . s_2$ von D nach C zu messen sein.

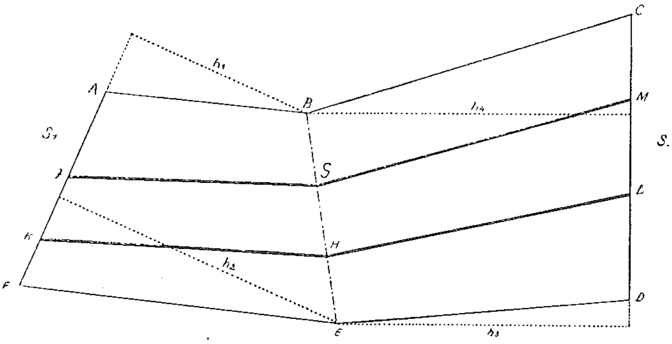

Abb 7

Würde sich an das Polygon in Abbildung 7 ein weiteres Viereck $CNOD$ anschließen, so müßte die Hilfslinie CD in drei gleiche Teile geteilt und im übrigen wie hinsichtlich der Verbindungslinie BE vorgegangen werden. Da aber die zwei bei dieser Gelegenheit auf der Linie CD erhaltenen Punkte mit den bereits vorhandenen Grenzpunkten L und M nicht zusammenfallen, müßte nach Maßgabe der Konstruktion in Abbildung 2 vorgegangen werden.

Bei den meisten Teilungsaufgaben, die graphisch gelöst werden, ist es in erster Linie wünschenswert, eine vorläufige Teilung derart vorzunehmen, daß zunächst den Bedingungen hinsichtlich des Flächeninhaltes der einzelnen Trennstücke entsprochen wird, worauf es unschwer fällt, im Konstruktionswege den Nebenbedingungen Rechnung zu tragen.

Nach dem Vorausgesagten kann das erwähnte Teilungsverfahren in den meisten Fällen, nicht nur auf Vierecke beschränkt, mit Ausschluß des üblichen Versuchsweges nutzbringend angewendet werden.

Die angeschlossenen Hilfstafeln durften der Raumbeschränkung halber 6 Teile nicht überschreiten.

A	$n = 2$		$n = 3$				$n = 4$		A
	k_1	d	k_1	d	k_2	d	k_1	d	
1·00	0·50 000		0·33 333		0·66 667		0·25 000		1·00
		251		224		223		189	
0·99	251		557		890		189		0·99
		254		226		224		192	
0·98	505		783		0·67 114		381		0.98
		256		230		226		194	
0·97	761		0·34 013		340		575		0·97
		259		233		228		198	
0·96	0·51 020		246		568		773		0·96
		262		237		229		201	
0·95	282		483		797		974		0·95
		264		239		230		204	
0·94	546		722		0·68 027		0·26 178		0·94
		267		243		232		207	
0·93	813		965		259		385		0·93
		270		246		234		211	
0·92	0·52 083		0·35 211		493		596		0·92
		273		249		236		214	
0·91	356		460		729		810		0·91
		276		254		237		217	

A	$n=2$		$n=3$				$n=4$		A
	k_1	d	k_1	d	k_2	d	k_1	d	
0·90	632		714		966		0·27 027		0·90
		278		257		238		221	
0·89	910		971		0·69 204		248		0·89
		281		261		240		225	
0·88	0·53 191		0·36 232		444		473		0·88
		285		264		242		228	
0·87	476		496		686		701		0·87
		287		269		244		232	
0·86	763		765		930		933		0·86
		291		272		245		236	
0·85	0·54 054		0·37 037		0·70 175		0·28 169		0·85
		294		277		248		240	
0·84	348		314		423		409		0·84
		297		280		248		244	
0·83	645		594		671		653		0·83
		300		285		251		249	
0·82	945		879		922		902		0·82
		304		289		252		253	
0·81	0·55 249		0·38 168		0·71 174		0·29 155		0·81
		307		294		255		257	
0·80	556		462		429		412		0·80
		310		298		256		262	
0,79	866		760		685		674		0·79
		313		303		257		266	
0·78	0·56 179		0·39 063		942		940		0·78
		318		307		260		271	
0·77	497		370		0·72 202		0·30 211		0·77
		321		313		262		277	
0·76	818		683		464		488		0·76
		325		317		263		281	
0·75	0·57 143		0·40 000		727		769		0·75
		328		323		266		287	
0·74	471		323		993		0·31 056		0·74
		332		327		267		292	
0·73	803		650		0·73 260		348		0·73
		337		334		269		298	
0·72	0·58 140		984		529		646		0·72
		340		338		272		303	
0·71	480		0·41 322		801		949		0·71
		345		345		273		309	
0·70	824		667		0·74 074		0·32 258		0·70
		348		350		276		315	
0·69	0·59 172		0·42 017		350		573		0·69
		352		356		277		322	
0·68	524		373		627		895		0·68
		356		362		279		328	
0·67	880		735		906		0·33 223		0·61
		361		368		282		334	
0·66	0·60 241		0·43 103		0·75 188		557		0·66
		365		375		284		341	
0·65	606		478		472		898		0·65
		370		382		286		349	
0·64	976		860		758		0·34 247		0·64
		374		388		288		355	
0·63	0·61 350		0·44 248		0·76 046		602		0·63
		378		397		290		363	
0·62	728		643		336		965		0·62
		384		402		292		371	
0·61	0·62 112		0·45 045		628		0·35 336		0·67
		388		410		295		378	
0·60	500		455		923		714		0·60
		393		417		297		387	
0·59	893		872		0·77 220		0·36 101		0·59
		398		424		299		395	
0·58	0·63 291		0·46 296		519		496		0·58
		403		433		302		404	
0·57	694		729		821		900		0·57
		409		441		304		413	
0·56	0·64 103		0·47 170		0·78 125		0·37 313		0·56
		413		449		306		423	
0·55	516		619		431		736		0·55
		419		458		309		432	
0·54	935		0·48 077		740		0·38 168		0·54
		425		467		311		442	
0·53	0·65 360		544		0·79 051		610		0·53
		429		476		314		453	
0·52	789		0·49 020		365		0·39 063		0·52
		436		485		316		463	
0·51	0·66 225		505		681		526		0·51
		442		495		319		474	
0·50	667		0·50 000		0·80 000		0·40 000		0·50
		447		505		321		486	
0·49	0·67 114		505		321		486		0·49
		454		515		324		498	
0·48	568		0·51 020		645		984		0·48
		459		526		327		510	
0·47	0·68 027		546		972		0·41 494		0·47
		466		537		329		523	

A	n = 2: k_1	d	n = 3: k_1	d	n = 3: k_2	d	n = 4: k_1	d	A
0·46	493		0·52 083		0·81 301		0·42 017		0·46
		473		549		332		536	
0·45	966		632		633		553		0·45
		478		560		334		550	
0·44	0·69 444		0·53 192		967		0·43 103		0·44
		486		571		338		565	
0·43	930		763		0·82 305		668		0·43
		493		585		340		580	
0·42	0·70 423		0·54 348		645		0·44 248		0·42
		499		597		343		595	
0·41	922		945		988		843		0·41
		507		611		345		612	
0·40	0·71 429		0·55 556		0·83 333		0·45 455		0·40
		513		624		349		628	
0·39	942		0·56 180		682		0·46 083		0·39
		522		638		352		646	
0·38	0·72 464		818		0·84 034		729		0·38
		527		653		354		664	
0·37	993		0·57 471		388		0·47 393		0·37
		536		669		358		684	
0·36	0·73 529		0·58 140		746		0·48 077		0·36
		545		684		360		703	
0·35	0·74 074		824		0·85 106		780		0·35
		553		700		364		725	
0·34	627		0·59 524		470		0·49 505		0·34
		561		717		367		746	
0·33	0·75 188		0·60 241		837		0·50 251		0·33
		570		735		370		769	
0·32	758		976		0·86 207		0·51 020		0·32
		578		753		373		793	
0·31	0·76 336		0,61 729		580		813		0·31
		589		771		377		819	
0·30	923		0·62 500		957		0·52 632		0·30

A	n = 4: k_3	d	n = 5: k_1	d	n = 5: k_2	d	n = 5: k_3	d	A
1·00	0·75 000		0·20 000		0·40 000		0·60 000		1·00
		188		161		242		241	
0·99	188		161		242		241		0·99
		189		164		244		243	
0·98	377		325		486		484		0·98
		190		167		247		245	
0·97	567		492		733		729		0·97
		191		169		251		247	
0·96	758		661		984		976		0·96
		191		172		253		249	
0·95	949		833		0·41 237		0·61 225		0·95
		193		175		257		250	
0·94	0·76 142		0·21 008		494		475		0·94
		194		178		260		253	
0·93	336		186		754		728		0·93
		195		182		263		256	
0·92	531		368		0·42 017		984		0·92
		195		184		266		257	
0·91	726		552		283		0·62 241		0·91
		197		187		270		259	
0·90	923		739		553		500		0·90
		198		191		274		262	
0·89	0·77 121		930		827		762		0·89
		199		194		276		263	
0·88	320		0·22 124		0·43 103		0·63 025		0·88
		199		197		281		266	
0·87	519		321		384		291		0·87
		201		202		284		268	
0·86	720		523		668		559		0·86
		202		204		288		271	
0·85	922		727		956		830		0·85
		203		209		292		273	
0·84	0·78 125		936		0·44 248		0·64 103		0·84
		204		212		295		275	
0·83	329		0·23 148		543		378		0·83
		205		217		300		277	
0·82	534		365		843		655		0·82
		206		220		304		280	
0·81	740		585		0·45 147		935		0·81
		207		225		308		282	
0·80	947		810		455		0·65 217		0·80
		209		228		312		285	
0·79	0·79 156		0·24 038		767		502		0·79
		209		234		316		287	
0·78	365		272		0·46 083		789		0·78
		211		238		321		290	
0·77	576		510		404		0·66 079		0·77
		211		242		325		293	

A	$n = 4$		$n = 5$						A
	k_3	d	k_1	d	k_2	d	k_3	d	
0·76	787		752		729		372		0·76
		213		248		330		295	
0·75	0·80 000		0·25 000		0·47 059		667		0·75
		214		253		334		297	
0·74	214		253		393		964		0·74
		215		257		340		301	
0·73	429		510		733		0·67 265		0·73
		216		263		344		303	
0·72	645		773		0·48 077		568		0·72
		218		269		349		305	
0·71	863		0·26 042		426		873		0·71
		218		274		354		309	
0·70	0·81 081		316		780		0·68 182		0·70
		220		280		360		311	
0·69	301		596		0·49 140		493		0·69
		221		286		365		314	
0·68	522		882		505		807		0·68
		222		292		370		317	
0·67	744		0·27 174		875		0·69 124		0·67
		223		299		376		320	
0·66	967		473		0·50 251		444		0·66
		225		305		382		323	
0·65	0·82 192		778		633		767		0·65
		226		312		387		326	
0·64	418		0.28 090		0·51 020		0·70 093		0·64
		227		319		394		330	
0·63	645		409		414		423		0·63
		228		327		399		332	
0·62	873		736		813		755		0·62
		230		334		406		335	
0·61	0·83 103		0·29 070		0·52 219		0·71 090		0·61
		230		342		413		339	
0·60	333		412		632		429		0·60
		233		350		418		341	
0·59	566		762		0·53 050		770		0·59
		233		358		426		345	
0·58	799		0·30 120		476		0·72 115		0·58
		235		368		432		349	
0·57	0·84 034		488		908		464		0·57
		236		376		440		352	
0·56	270		864		0·54 348		816		0·56
		237		386		447		355	
0·55	507		0·31 250		795		0·73 171		0·55
		239		396		454		358	
0·54	746		646		0·55 249		529		0·54
		240		405		461		363	
0·53	986		0·32 051		710		892		0·53
		241		417		470		365	
0·52	0·85 227		468		0·56 180		0·74 257		0·52
		243		427		477		370	
0·51	470		895		657		627		0·51
		244		438		486		373	
0·50	714		0·33 333		0·57 143		0·75 000		0·50
		246		451		494		377	
0·49	960		784		637		377		0·49
		247		463		503		381	
0·48	0·86 207		0·34 247		0·58 140		758		0·48
		248		475		511		384	
0·47	455		722		651		0·76 142		0·47
		250		489		521		389	
0·46	705		0·35 211		0·59 172		531		0·46
		252		503		529		392	
0·45	957		714		701		923		0·45
		252		518		540		397	
0·44	0·87 209		0·36 232		0·60 241		0·77 320		0·44
		255		533		549		400	
0·43	464		765		790		720		0·43
		255		548		560		405	
0·42	719		0·37 313		0·61 350		0·78 125		0·42
		258		566		570		409	
0·41	977		879		920		534		0·41
		258		583		580		413	
0·40	0·88 235		0·38 462		0·62 500		947		0·40
		261		601		592		418	
0·39	496		0·39 063		0·63 092		0·79 365		0·39
		261		620		602		422	
0·38	757		683		694		787		0·38
		264		640		615		427	
0·37	0·89 021		0·40 323		0·64 309		0·80 214		0·37
		265		661		626		431	
0·36	286		984		935		645		0·36
		266		683		639		436	
0·35	552		0·41 667		0·65 574		0·81 081		0·35
		267		706		651		441	
0·34	819		0·42 373		0·66 225		522		0·34
		271		730		665		445	
0·33	0·90 090		0·43 103		890		967		0·33
		272		757		678		451	
0·32	362		860		0·67 568		0·82 418		0·32
		273		783		691		455	
0·31	635		0·44 643		0·68 259		873		0·31
		274		812		707		460	
0·30	909		0·45 455		966		0·83 333		0·30

A	$n=5$ k_4	d	$n=6$ k_1	d	k_5	d	A
1·00	0·80 000		0·16 667		0·83 333		1·00
		160		140		139	
0·99	160		807		472		0·99
		161		142		140	
0·98	321		949		612		0·98
		162		145		140	
0·97	483		0·17 094		752		0·97
		162		147		141	
0·96	645		241		893		0·96
		163		150		141	
0·95	808		391		0·84 034		0·95
		164		153		141	
0·94	972		544		175		0·94
		164		155		142	
0·93	0·81 136		699		317		0·93
		165		158		142	
0·92	301		857		459		0·92
		165		161		143	
0·91	466		0·18 018		602		0·91
		167		164		144	
0·90	633		182		746		0·90
		167		167		144	
0·89	800		349		890		0·89
		167		170		144	
0·88	967		519		0·85 034		0·88
		169		173		145	
0·87	0·82 136		692		179		0·87
		169		176		145	
0·86	305		868		324		0·86
		169		180		146	
0·85	474		0·19 048		470		0·85
		171		183		146	
0·84	645		231		616		0·84
		171		186		147	
0·83	816		417		763		0·83
		172		191		148	
0·82	988		608		911		0·82
		172		194		148	
0·81	0·83 160		802		0·86 059		0·81
		173		198		148	
0·80	333		0·20 000		207		0·80
		174		202		149	
0·79	507		202		356		0·79
		175		206		149	
0·78	682		408		505		0·78
		175		211		150	
0·77	857		619		655		0·77
		177		214		151	
0·76	0·84 034		833		806		0·76
		177		220		151	
0·75	211		0·21 053		957		0·75
		177		224		151	
0·74	388		277		0·87 108		0·74
		179		228		152	
0·73	567		505		260		0·73
		179		234		153	
0·72	746		739		413		0·72
		180		239		153	
0·71	926		978		566		0·71
		180		244		153	
0·70	0·85 106		0·22 222		719		0·70
		182		250		154	
0·69	288		472		873		0·69
		182		255		155	
0·68	470		727		0·88 028		0·68
		183		261		155	
0·67	653		988		183		0·61
		184		268		156	
0·66	837		0·23 256		339		0·66
		185		273		157	
0·65	0·86 022		529		496		0·65
		185		281		156	
0·64	207		810		652		0·64
		186		286		158	
0·63	393		0·24 096		810		0·63
		187		294		158	
0·62	580		390		968		0·62
		188		301		159	
0·61	768		691		0·89 127		0·67
		189		309		159	
0·60	957		0·25 000		286		0·60
		189		316		159	
0·59	0·87 146		316		445		0·59
		190		325		161	
0·58	336		641		606		0·58
		191		333		161	
0·57	527		974		767		0·57

A	$n = 5$		$n = 6$				A
	k_4	d	k_1	d	k_5	d	
		192		342		161	
0·56	719		0·26 316		928		0·56
		193		351		162	
0·55	912		667		0·90 090		0·55
		194		360		163	
0·54	0·88 106		0·27 027		253		0·54
		194		370		163	
0·53	300		397		416		0·53
		196		381		164	
0·52	496		778		580		0·52
		196		391		164	
0·51	692		0·28 169		744		0·51
		197		402		165	
0·50	889		571		909		0·50
		198		415		166	
0·49	0·89 087		986		0·91 075		0·49
		199		426		166	
0·48	286		0·29 412		241		0·48
		199		439		167	
0·47	485		851		408		0·47
		201		452		167	
0·46	686		0·30 303		575		0·46
		202		466		168	
0·45	888		769		743		0·45
		202		481		169	
0·44	0·90 090		0·31 250		912		0·44
		203		496		169	
0·43	293		746		0·92 081		0·43
		205		512		170	
0·42	498		0·32 258		251		0·42
		205		529		170	
0·41	703		787		421		0·41
		206		546		172	
0·40	909		0·33 333		593		0·40
		207		565		171	
0·39	0·91 116		898		764		0·39
		208		585		173	
0·38	324		0·34 483		937		0·38
		209		605		173	
0·37	533		0·35 088		0·93 110		0·37
		210		626		174	
0·36	743		714		284		0·36
		211		650		174	
0·35	954		0·36 364		458		0·35
		212		673		175	
0·34	0·92 166		0·37 037		633		0·34
		213		699		176	
0·33	379		736		809		0·33
		214		726		176	
0·32	593		0·38 462		985		0·32
		214		754		177	
0·31	807		0·39 216		0·94 162		0·31
		216		784		178	
0·30	0·93 023		0·40 000		340		0·30

Die Wild'sche Kreisablesung an modernen Theodoliten.

Von Ing. E. Berchtold.

Theodolitkreise sind außerordentlich genau geteilte Meßwerkzeuge. Bei modernen Präzisionsinstrumenten ist der Lagefehler eines Teilstriches von der Größenordnung eines Zehntausendstel-Millimeters. Wenn aber bei einem Theodolit die mechanische Drehachse nicht mit der gleichen Genauigkeit mit dem Zentrum der Teilung zusammenfällt (Exzentrizitätsfehler), so entstehen bei der Winkelmessung Fehler, die größer sind als die Teilungsfehler. Ordnet man aber zwei Ablesemittel an, die einander diametral gegenüberstehen, so wird ein gemessener Winkel am einen Ablesemittel zu groß und am andern um genau gleichviel zu klein abgelesen. Der Mittelwert aus den Ablesungen diametraler Kreisstellen ist daher vom genannten Exzentrizitätsfehler der Kreisteilung befreit.