

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres
<b>Band:</b>	19 (1921)
<b>Heft:</b>	11
<b>Artikel:</b>	Prüfung von Kreisteilungen [Schluss]
<b>Autor:</b>	Aregger, Alfred
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-186822">https://doi.org/10.5169/seals-186822</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

SCHWEIZERISCHE  
**Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik**

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

**REVUE TECHNIQUE SUISSE DES MENSURATIONS ET AMÉLIORATIONS FONCIÈRES**  
ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Redaktion: F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständiger Mitarbeiter für Kulturtechnik: Prof. C. ZWICKY, Zürich, Bergstr. 131

Collaborateur attitré pour la partie en langue française: CH. ROESGEN, ingénieur-géomètre, Genève, 11, rue de l'Hôtel-de-Ville — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme:   
BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORM. G. BINKERT, WINTERTHUR

Jährlich 12 Nummern  
(erscheinend am zweiten Dienstag  
jeden Monats)  
und 12 Inseraten-Bulletins  
(erscheinend am vierten Dienstag  
jeden Monats)

No. 11  
des XIX. Jahrganges der  
„Schweiz. Geometerzeitung“.  
8. November 1921

Jahresabonnement Fr. 12.—  
(unentgeltlich für Mitglieder)

Inserate:  
50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile

### Prüfung von Kreisteilungen.

Von Geometer *Alfred Aregger* im Militärgeographischen Institut der Argentinischen Republik.

(Schluß.)

Zur Praxis der Beobachtungen möchten noch folgende sehr wichtigen Punkte erwähnt werden:

Sowohl bei Mikroskop- wie Nonientheodoliten sind die Kreislagen derart genau zu wählen, daß entsprechende Mikroskop- oder Nonienablesungen möglichst gleich sind. Es ist dies meistens leicht auf einige Sekunden genau zu erreichen und hat den Zweck, Run, Schraubenfehler, Fehler der Nonienlänge etc. möglichst unschädlich zu machen, so daß dieselben in der Rechnung unberücksichtigt bleiben können. Beim Untersuchen von Nonientheodoliten liegt ein kleiner Kunstgriff noch darin, daß man zur Erlangung genügender Ueberteilung nicht den mit Null bezifferten Teilstrich des Nonius als null annimmt, sondern etwa den Strich 1', denn nur dadurch ist es möglich, daß man für beide Nonien beinahe an gleicher Stelle des Nonius ablesen kann, d. h. etwa innerhalb 30" bis 60".

Bei der Winkelmessung zur Bestimmung der Durchmesserkorrektion  $\tau$  sind die beiden anzuzielenden Punkte in ihrer Höhenlage so zu wählen, daß beide mit der gleichen Neigung des Fernrohres angezielt werden können. Beim Messen im Freien kön-

nen mit Vorteil kleine Zieltafelchen benutzt werden, die an starken Pfählen in etwa 50 bis 100 m Entfernung befestigt werden. Beim Arbeiten im geschlossenen Raum wird man besser die Fernrohre zweier anderer Instrumente als Kollimatoren benützen. Beim Arbeiten auf so kurze Distanzen sind sehr feste, erschütterungsfreie Aufstellungen (Steinpfeiler) notwendig. Bei Schraubenmikroskopen wird an zwei benachbarten Teilstrichen abgelesen.

Bei der Bestimmung der halben Differenz der Fehler dia-  
metraler Teilstriche  $t$  ist folgendes zu beachten: Der Abstand  $180^\circ + 2 \delta$  der beiden Mikroskope eines Theodolits ist infolge von Temperatureinflüssen etc. relativ großen, raschen und un-  
gleichmäßigen Veränderungen unterworfen. Die Größe  $\delta$  ist in unserm Verfahren zwar eliminiert, aber um diese Eliminie-  
rung nicht nur scheinbar zu machen, müssen  $d\varphi$  und  $d(\varphi + 180)$  wirklich unmittelbar nacheinander beobachtet werden.

Werden die Beobachtungen der Reihe nach im Hingang von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  und dann im Rückgang von  $180^\circ$  bis  $0^\circ$  ausgeführt, wie dies wegen der stets stattfindenden kleinen Exzentrizitäts-änderungen sehr zu empfehlen ist, so ist als  $\varepsilon$  das Mittel aus den beiden bezüglichen Bestimmungen zu nehmen. Gut ist fol-  
gende Reihenfolge der Messungen: Serie 1, 2, 3, 4 im Hingang und dann Serie 4, 3, 2, 1 im Rückgang. Für die Untersuchung ist die Achse der Alhidade mit sehr wenig Oel zu versehen und ein ziemlich harter Gang zu wählen. Ferner darf die Beobach-  
tung der vier zusammengehörenden Serien nicht mit Unter-  
brechungen erfolgen, und es darf der festgeklemmte Limbus nicht berührt werden.

Macht man acht Serien (Untersuchungsintervall =  $2\frac{1}{2}^\circ$ ), so wird man die Beobachtungen unterbrechen müssen. In die-  
sem Falle sind die ersten vier Serien im Hin- und Rückgang unmittelbar nacheinander zu beobachten. Die Serien 5 bis 8 können dann ein andermal in gleicher Weise gemessen werden. Da durch diese Arbeitsunterbrechung eine Exzentrizitäts-änderung zu befürchten ist, so ist aus den Serien 1 bis 4 das Glied  $r_1 (\sin \varphi - 0_1)$  und daraus  $f'$  zu bilden ( $f' = \varepsilon - r, (\sin \varphi - 0_1)$ ). Entsprechend sind die Serien 5 bis 8 zu behandeln. Erst diese so erhaltenen  $f'$  dürfen entsprechend der Bemerkung nach der Gleichung (28) in (27) und (28) eingesetzt werden. In

diesem Falle nehmen die Gleichungen (34) und (35) folgende Form an:

$$E'^2 = \frac{f' f'}{n-4}, \quad E''^2 = \frac{f'' f''}{n-6}, \quad E'''^2 = \frac{f''' f'''}{n-8}.$$

#### *IV. Beobachtungsprogramme.*

Wesentlich für die Güte einer Kreisuntersuchung ist die richtige Wahl des Beobachtungsprogrammes. In der folgenden Tabelle ist eine zweckmäßige Reihenfolge der Beobachtungen sowohl für die Bestimmung von  $\tau\varphi$  als  $t\varphi$  nebst den zugehörigen Kreislagen angegeben. Diese Anordnung der Beobachtungen bezweckt namentlich, die während der Messung stattfindenden kleinen regelmäßigen Änderungen des zu messenden Winkels oder der Exzentrizität des Kreises im Endresultate möglichst unschädlich zu machen. Für eine gute Untersuchung genügen vier Serien, während für eingehende Studien alle acht durchgeführt werden können.

Die Wahl der Kreislagen oder Kreisstellen ist speziell für Kreise getroffen, deren Teilungsintervall  $1/6^0$  oder  $1/12^0$  ist. Es ist bezweckt worden, daß sowohl innerhalb der Serien 1 bis 4 als auch der Serien 5 bis 8 die Minutenzahlen  $0'$ ,  $10'$ ,  $20'$ ,  $30'$ ,  $40'$ ,  $50'$  gleich oft vorkommen. Bei der ersten Methode werden die Kreislagen bezeichnet durch die Stellen, an welchen sich jeweils das Mikroskop oder der Nonius A beim Einstellen der ersten Richtung des zu messenden Winkels befindet.

Zur rechnerischen Bearbeitung des Beobachtungsmaterials kann mit Vorteil ein gewöhnlicher 25 cm-Rechenschieber dienen.

#### *V. Beispiele:*

##### *A. Theodolit von Troughton und Simms, London.*

Der Kreis von 16 cm Durchmesser ist in  $10'$  geteilt und wird an zwei diametralen Nonien abgelesen, welche  $10''$  direkt geben und  $5''$  schätzen lassen. Im April und Mai 1915 wurde das scheinbar ungebrauchte Instrument von mir nach dem vierserigen Untersuchungsprogramm sowohl nach Durchmesser teilungsfehler, wie nach den halben Differenzen der Fehler dia metraler Teilstriche geprüft.

## Beobachtungsprogramme.

Satz- nummer für $\tau$		Beob- achtungs- nummer für $t$		Kreislage oder Kreisstelle		Satz- nummer für $\tau$		Beob- achtungs- nummer für $t$		Kreislage oder Kreisstelle	
$p_1$	$p_2$	$\epsilon_I$	$\epsilon_{II}$	$\varphi$		$p_1$	$p_2$	$\epsilon_I$	$\epsilon_{II}$	$\varphi$	
Serie I											
1	18	1	72	0° 0'		73	90	73	144	2° 30'	
2	17	2	71	20° 40'		74	89	74	143	23° 10'	
3	16	3	70	40° 20'		75	88	75	142	42° 50'	
4	15	4	69	60° 0'		76	87	76	141	62° 30'	
5	14	5	68	80° 40'		77	86	77	140	83° 10'	
6	13	6	67	100° 20'		78	85	78	139	102° 50'	
7	12	7	66	120° 0'		79	84	79	138	122° 30'	
8	11	8	65	140° 40'		80	83	80	137	143° 10'	
9	10	9	64	160° 20'		81	82	81	136	162° 50'	
Serie II											
37	54	10	63	5° 10'		109	126	82	135	7° 40'	
38	53	11	62	25° 50'		110	125	83	134	28° 20'	
39	52	12	61	45° 30'		111	124	84	133	48° —'	
40	51	13	60	65° 10'		112	123	85	132	67° 40'	
41	50	14	59	85° 50'		113	122	86	131	88° 20'	
42	49	15	58	105° 30'		114	121	87	130	108° —'	
43	48	16	57	125° 10'		115	120	88	129	127° 40'	
44	47	17	56	145° 50'		116	119	89	128	148° 20'	
45	46	18	55	165° 30'		117	118	90	127	168° —'	
Serie III											
19	36	19	54	10° 20'		91	108	91	126	12° 50'	
20	35	20	53	30° 0'		92	107	92	125	32° 30'	
21	34	21	52	50° 40'		93	106	93	124	53° 10'	
22	33	22	51	70° 20'		94	105	94	123	72° 50'	
23	32	23	50	90° 0'		95	104	95	122	92° 30'	
24	31	24	49	110° 40'		96	103	96	121	113° 10'	
25	30	25	48	130° 20'		97	102	97	120	132° 50'	
26	29	26	47	150° 0'		98	101	98	119	152° 30'	
27	28	27	46	170° 40'		99	100	99	118	173° 10'	
Serie IV											
55	72	28	45	15° 30'		127	144	100	117	18° —'	
56	71	29	44	35° 10'		128	143	101	116	37° 40'	
57	70	30	43	55° 50'		129	142	102	115	58° 20'	
58	69	31	42	75° 30'		130	141	103	114	78° —'	
59	68	32	41	95° 10'		131	140	104	113	97° 40'	
60	67	33	40	115° 50'		132	139	105	112	118° 20'	
61	66	34	39	135° 30'		133	138	106	111	138° —'	
62	65	35	38	155° 10'		134	137	107	110	157° 40'	
63	64	36	37	175° 30'		135	136	108	109	178° 20'	

### I. Durchmesserteilungsfehler.

Die Winkelmessung wurde im geschlossenen, dunkeln Raume gemacht. Das Instrument ist auf festem, isoliertem Steinpfeiler gestellt worden. Die beiden Theodolite, welche als Kollimatoren verwandt wurden, hatten ebenfalls Aufstellung obiger Qualität. Für die Ablesung der Nonien wie für die Beleuchtung der Fäden der Kollimatoren diente elektrisches Licht. An einem Tage wurden nur die 18 Doppelmessungen (Sätze) einer Serie gemacht. Zwischen den Serien I und III, sowie III und II wurde das Instrument vom Pfeiler abgenommen.

### 2. Halbe Differenzen der Fehler diametraler Teilstriche.

Die Beobachtungen wurden im Freien vorgenommen und daher ist eine etwas weniger gute Ablesungsgenauigkeit erzielt worden als bei der Winkelmessung zur obgenannten Untersuchung. Nach der im Teil III begründeten, größeren Genauigkeit dieser zweiten Prüfungsart erklärt sich auch, daß die Resultate dennoch eine größere Genauigkeit haben, als diejenige der Prüfung nach Durchmesserteilungsfehler.

Zur Vereinfachung des entsprechenden Berechnungsformulares führen wir folgende neue Bezeichnungen ein:

Bei  $\varphi$  von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  in erster Beobachtung (Hingang)

$$B\varphi - A\varphi = d_1;$$

bei  $\varphi$  von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  in zweiter Beobachtung (Rückgang)

$$B\varphi - A\varphi = d_3;$$

bei  $\varphi$  von  $180^\circ$  bis  $360^\circ$  in erster Beobachtung (Hingang)

$$B\varphi - A\varphi = d_2;$$

bei  $\varphi$  von  $180^\circ$  bis  $360^\circ$  in zweiter Beobachtung (Rückgang)

$$B\varphi - A\varphi = d_4.$$

An Hand der 36 Werte von  $(p - \alpha)$  wurde berechnet:

$$[(p - \alpha) \sin 2\varphi] = -3.22; \quad [(p - \alpha) \cos 2\varphi] = -28.60$$

$$[(p - \alpha) \sin 4\varphi] = +33.26; \quad [(p - \alpha) \cos 4\varphi] = +39.54$$

$$[(p - \alpha) \sin 6\varphi] = -5.01; \quad [(p - \alpha) \cos 6\varphi] = -16.02$$

Nach den Gleichungen (14) berechnet sich nun:

$$\operatorname{tg}(\alpha - 0_2) = \frac{+3.22}{-28.60} = -0.1126; \quad \sin(\alpha - 0_2) \text{ muß negativ werden}$$

$$\operatorname{tg}(2\alpha - 0_4) = \frac{-33.26}{+39.54} = -0.841; \quad \sin(2\alpha - 0_4) \text{ muß positiv werden}$$

*I. Durchmessertheilungsfehler.*(Mittelwert des gemessenen Winkels in derselben Kreislage =  $45^0 + p$ ).

Datum	No. des Satzes		Kreislage $\varphi$	$\frac{p_1 + p_2}{2}$		$p - \alpha$	$(p - \alpha)^2$		$v_1$	$v_2$		$v_2 v_1$
	$p_1$	$p_2$		$p_1$	$p_2$		$+ -$	$+ -$		$+ -$	$+ -$	
	1	18	$0^0. 0'$	27."5	28."7	28."1	$+1.^9$	3.6	25."0	625	12."5	156
	2	17	$20^0 40'$	36."2	27."5	31."8	$+5.^6$	31.4	7."5	56	5."0	25
	3	16	$40^0 20'$	26."2	17."5	21."8	$-4.^4$	19.4	17."5	306	15."0	225
	4	15	$60^0 0'$	28."8	25."0	26."9	$+0.^7$	0.5	7."5	56	5."0	25
	5	14	$80^0 40'$	31."2	25."0	28."1	$+1.^9$	3.6	7."5	56	20."0	400
	6	13	$100^0 20'$	28."7	32."5	30."6	$+4.^4$	19.4	7."5	56	15."0	225
	7	12	$120^0 0'$	23."7	17."5	20."6	$-5.^6$	31.4	12."5	156	15."0	225
	8	11	$140^0 40'$	21."2	26."2	23."7	$-2.^5$	6.2	2."5	6	17."5	306
	9	10	$160^0 20'$	23."7	25."0	24."4	$-1.^8$	3.2	2."5	6	5."0	25
27. April 1915				236."0	+0."2	118.7	90."0	0."00	1323	105."0	5."0	1612
$\alpha = 26.^{\prime\prime}2$												
Die Messung der Serie II ergab:				$\alpha = 32.^{\prime\prime}7$		154.1	71."0	0."00	859	86."0	3."0	1011
" " " III : $\alpha = 25.^{\prime\prime}3$						84.0	77."5	0."00	755	55."0	2."5	468
" " " IV : $\alpha = 32.^{\prime\prime}7$						96.3	77."0	0."00	877	33."0	4."0	231
Summen aus den Serien I bis IV: $[p - \alpha]^2 = 453.1$						315."5	0."00	3814	279."0	14."5	3322	
$[v] = +580.^{\prime\prime}0$									+315."5		3814	
$[v v] = 7136$									-14."5			

$$\operatorname{tg} (3\alpha - 0_6) = \frac{+ 5.01}{- 16.02} = - 0.313; \sin (3\alpha - 0_6) \text{ muß negativ werden}$$

$$\alpha - 0_2 = 353^\circ 34' \quad 2\alpha - 0_4 = 139^\circ 56' \quad 3\alpha - 0_6 = 342^\circ 37'$$

$$\alpha = 45^\circ 00' \quad 2\alpha = 90^\circ 00' \quad 3\alpha = 135^\circ 00'$$

$$-0_2 = 308^\circ 34' \quad -0_4 = 49^\circ 56' \quad -0_6 = 207^\circ 37'$$

$$0_2 = 51^\circ 26' \quad 0_4 = 310^\circ 04' \quad 0_6 = 152^\circ 23'$$

$$\underline{\underline{r_2}} = \frac{-3.22}{25.45 \sin (\alpha - 0_2)} = \frac{+28.60}{25.45 \cos (\alpha - 0_2)} = \underline{\underline{1.^{\prime\prime}13}}$$

$$\underline{\underline{r_4}} = \frac{+33.26}{36.00 \sin (2\alpha - 0_4)} = \frac{-39.54}{36.00 \cos (2\alpha - 0_4)} = \underline{\underline{1.^{\prime\prime}44}}$$

$$\underline{\underline{r_6}} = \frac{-5.01}{25.45 \sin (3\alpha - 0_6)} = \frac{+16.02}{25.45 \cos (3\alpha - 0_6)} = \underline{\underline{0.^{\prime\prime}66}}$$

Obige Werte für  $0_2, 0_4, 0_6$  und  $r_2, r_4, r_6$  geben uns folgende Gleichung für die systematische Durchmesserkorrektion  $\tau\varphi$ :

$$\underline{\underline{\tau\varphi = 1.^{\prime\prime}13 \sin (2\varphi - 51^\circ 26') + 1.^{\prime\prime}44 \sin (4\varphi - 310^\circ 04') + 0.^{\prime\prime}66}}$$

$$\underline{\underline{\sin (6\varphi - 152^\circ 23')}}.$$

Nach dieser Gleichung berechnet sich die in Figur Nr. 1 dargestellte Kurve der systematischen Durchmesserkorrektion. Mit Hilfe dieser Kurve kann ein Winkel  $\alpha$ , der in einer Kreislage  $\varphi$  beobachtet ist, vom Einfluß  $\Delta\tau\varphi$  der regelmäßigen Teilungsfehler des Kreises nach folgender Formel befreit werden:

$$\underline{\underline{\Delta\tau\varphi = \tau(\varphi+2) + \alpha - \tau\varphi.}}$$

Die Anwendung dieser Gleichung auf die Winkelmessung unserer Untersuchung liefert die interessante Figur Nr. 2, in welcher auch die Größen ( $p - a$ ) nach den betreffenden  $\varphi$  geordnet aufgetragen sind. (Es ist ersichtlich, daß bei Berechnung der Koeffizienten  $r_8, r_{10}, 0_8, 0_{10}$ , die Kurve bedeutend besser an die Beobachtungen angepaßt würde. Bei guten Kreisen sollten aber diese Verbesserungen klein sein.)

Zur Berechnung der mittlern Fehler nach Gleichungen (15) bis (18) haben wir:

$$\text{doppelter Schleppfehler } \gamma = \frac{[v]}{k} = \frac{580''}{72} = 8.^{\prime\prime}06; \gamma^2 = 65,0$$

$$\underline{\underline{\mu^2}} = \frac{1}{4} \left( \frac{[v v]}{k} - \gamma^2 \right) = \frac{1}{4} \left( \frac{7136}{72} - 65,0 \right) = \underline{\underline{8.55;}}$$

$$\frac{1}{4} \mu^2 = 2.14; \mu = \pm 2.^{\prime\prime}92$$

( $\mu$  = mittlerer Beobachtungsfehler in einem doppelt gemessenen Winkel.)

$$[z z] = [(p-a)^2] = \underline{\underline{453.1}}$$

$$[z' z'] = 453.1 - \frac{1}{18} (3,22^2 + 28,60^2) = 407.1$$

$$[z'' z''] = 407.1 - \frac{1}{18} (33,26^2 + 39,54^2) = 258.8$$

$$[z''' z'''] = 258.8 - \frac{1}{18} (5,01^2 + 16,02^2) = 243.2$$

$$\frac{1}{2} M^2 = \frac{453.1}{64} = 7.08; \tau^2 = 7.08 - 2.14 = 4.94; \tau = \underline{\underline{2.^{\prime\prime}22}}$$

$$\frac{1}{2} M'^2 = \frac{407.1}{60} = 6.79; \tau'^2 = 6.79 - 2.14 = 4.65; \tau' = \underline{\underline{2.^{\prime\prime}16}}$$

### 2. Halbe Differenz der Fehler

$\rho$	$d_1$	$d_3$	$\varphi$	$d_2$	$d_4$	$d_1 - d_2 = 4\varepsilon_I$	$d_3 - d_4 = 4\varepsilon_{II}$	$\varepsilon_I$	$\varepsilon_{II}$	$\varepsilon_I - \varepsilon_{II}$	$(\varepsilon_I - \varepsilon_{II})$
0'	+20"	+15"	180° 0'	+15"	+25"	+ 5"	-10"	+ 1.^{\prime\prime}2	- 2.^{\prime\prime}5	+3.^{\prime\prime}7	13.7
40'	+25"	+30"	200° 40'	+20"	+25"	+ 5"	+ 5"	+ 1.^{\prime\prime}2	+ 1.^{\prime\prime}2	+0.^{\prime\prime}0	0.0
20'	+25"	+30"	220° 20'	+20"	+10"	+ 5"	+20"	+ 1.^{\prime\prime}2	+ 5.^{\prime\prime}0	- 3.^{\prime\prime}8	14.4
0'	+45"	+45"	240° 0'	+ 0"	-10"	+45"	+55"	+11.^{\prime\prime}2	+13.^{\prime\prime}8	-2.^{\prime\prime}6	6.8
40'	+45"	+40"	260° 40'	+15"	+ 0"	+30"	+40"	+ 7.^{\prime\prime}5	+10.^{\prime\prime}0	-2.^{\prime\prime}5	6.2
20'	+35"	+40"	280° 20'	+10"	+ 5"	+25"	+35"	+ 6.^{\prime\prime}2	+ 8.^{\prime\prime}8	-2.^{\prime\prime}6	6.8
0'	+25"	+35"	300° 0'	+10"	+15"	+15"	+20"	+ 3.^{\prime\prime}8	+ 5.^{\prime\prime}0	-1.^{\prime\prime}2	1.4
40'	+30"	+35"	320° 40'	+ 0"	+ 5"	+30"	+30"	+ 7.^{\prime\prime}5	+ 7.^{\prime\prime}5	+0.^{\prime\prime}0	0.0
20'	+25"	+30"	340° 20'	+ 5"	+10"	+20"	+20"	+ 5.^{\prime\prime}0	+ 5.^{\prime\prime}0	+0.^{\prime\prime}0	0.0
											49.3

Aus der Serie II wurde erhalten: 36.6

" " III " " 79.8

" " IV " " 69.1

Summen aus den Serien I bis IV: 234.8

$$q^2 = \frac{1}{4} \frac{234.8}{36} = 1.63;$$

$$\text{Abstand der Nonien} = 180^\circ - 2\delta = \underline{\underline{179^\circ 59' 38.^{\prime\prime}8 + 0.^{\prime\prime}4}}$$

$$\text{Mittlerer Fehler der Ablesung eines Nonius} = \sqrt{1.63} \cdot \sqrt{2} = \underline{\underline{+3.^{\prime\prime}6}}$$

$$\text{Lineare Exzentrizität} = \frac{r_i \cdot R}{\rho} = \frac{9.^{\prime\prime}9 \cdot 80}{\rho''} = \underline{\underline{0.0038 \text{ mm}}}$$

$$\frac{1}{2} M''^2 = \frac{258.8}{56} = 4.62; \tau''^2 = 4.62 - 2.14 = 2.48; \tau'' = 1.^{\prime\prime}57$$

$$\frac{1}{2} M'''^2 = \frac{243.2}{52} = 4.67; \tau'''^2 = 4.67 - 2.14 = 2.53; \underline{\underline{\tau''' = 1.^{\prime\prime}59}}$$

### 2. Halbe Differenz der Fehler diametraler Teilstriche.

In Figur Nr. 3 sind die 36 Beobachtungsgrößen  $\epsilon$  dargestellt und ist auch die danach berechnete Exzentrizitätskurve  $\epsilon\varphi = 9.^{\prime\prime}9 \sin(\varphi - 3^\circ 03')$  eingezeichnet.

Die Fortführung der Rechnung ergab zunächst folgende Produktensummen:

$$[f' \sin 3\varphi] = + 6,60; [f' \sin 5\varphi] = - 1,06 \\ [f' \cos 3\varphi] = - 10,08; [f' \cos 5\varphi] = + 29,73$$

Aus diesen Werten berechnen sich nun folgende Größen:

### diametraler Teilstriche.

$d_1 + d_2$ $= 4\varsigma_I$	$d_3 + d_4$ $= 4\varsigma_{II}$	$\delta_n$	$\epsilon$	$\epsilon\epsilon$	$\epsilon \sin \varphi$	$\epsilon \cos \varphi$	$\varphi - 0_I$	$\frac{\epsilon \varphi}{r_I \sin(\varphi - 0_I)}$	$f$ $= (\epsilon - \epsilon\varphi)$	$f_I f_I$
+35"	+40	+ 9.^{\prime\prime}4	- 0.^{\prime\prime}6	0	+ 0.00	- 0.60	356^\circ 57'	-0.^{\prime\prime}5	- 0.^{\prime\prime}1	0.01
+45"	+55	+12.^{\prime\prime}5	+ 1.^{\prime\prime}2	1	+ 0.42	+ 1.12	17^\circ 37'	+3.^{\prime\prime}0	- 1.^{\prime\prime}8	3.24
+45"	+40	+10.^{\prime\prime}6	+ 3.^{\prime\prime}1	10	+ 2.01	+ 2.36	37^\circ 17'	+6.^{\prime\prime}0	- 2.^{\prime\prime}9	8.41
+45"	+35	+10.^{\prime\prime}0	+12.^{\prime\prime}5	156	+10.82	+6.25	56^\circ 57'	+8.^{\prime\prime}3	+4.^{\prime\prime}2	17.64
+60"	+40	+12.^{\prime\prime}5	+ 8.^{\prime\prime}8	77	+ 8.68	+ 1.42	77^\circ 37'	+9.^{\prime\prime}7	- 0.^{\prime\prime}9	0.81
+45"	+45	+11.^{\prime\prime}2	+ 7.^{\prime\prime}5	56	+ 7.37	- 1.34	97^\circ 17'	+9.^{\prime\prime}8	- 2.^{\prime\prime}3	5.29
+35"	+50	+10.^{\prime\prime}6	+ 4.^{\prime\prime}4	19	+ 3.81	- 2.20	116^\circ 57'	+8.^{\prime\prime}8	- 4.^{\prime\prime}4	19.36
+30"	+40	+ 8.^{\prime\prime}8	+ 7.^{\prime\prime}5	56	+ 4.75	- 5.80	137^\circ 37'	+6.^{\prime\prime}7	+ 0.^{\prime\prime}8	0.64
+30"	+40	+ 8.^{\prime\prime}8	+ 5.^{\prime\prime}0	25	+ 1.68	- 4.71	157^\circ 17'	+3.^{\prime\prime}8	+1.^{\prime\prime}2	1.44
		+94.^{\prime\prime}4		400	+39.54	-3.50				56.84
		+96.^{\prime\prime}5		477	+44.20	+1.93				45.62
		+98.^{\prime\prime}6		529	+47.07	-3.17				34.94
		+92.^{\prime\prime}0		491	+46.31	-4.70				11.08
		+381.^{\prime\prime}5		1897	+177.12	-9.44				148.48

$$\delta = \frac{+381.5}{36} = +10.^{\prime\prime}6$$

$$M = \sqrt{\frac{q^2}{n}} = \pm 0.^{\prime\prime}2 \quad \text{tg } 0_I = \frac{+9.44}{+177.12} = +0.0532; \quad \underline{\underline{0_I = 3^\circ 03'}}$$

$$\underline{\underline{r_I}} = \frac{+177.12}{18 \cdot \cos 3^\circ 03'} = \frac{+9.44}{18 \cdot \sin 3^\circ 03'} = \underline{\underline{9.^{\prime\prime}9}} \quad (9.^{\prime\prime}86)$$

$$[f_I f_I] = 1897 - 18 \cdot 9.86^2 = 1897 - 1750 = 147 \text{ (Probe).}$$

Fig. N°1. Durchmesserkorrektion  $\tau_p$

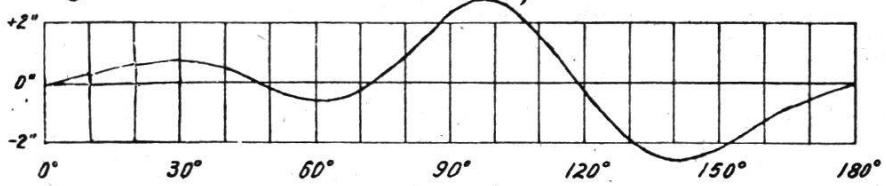


Fig. N°2. Werte ( $n=2$ ) und Einfluss der sistem. Durchmesserkorrektion.

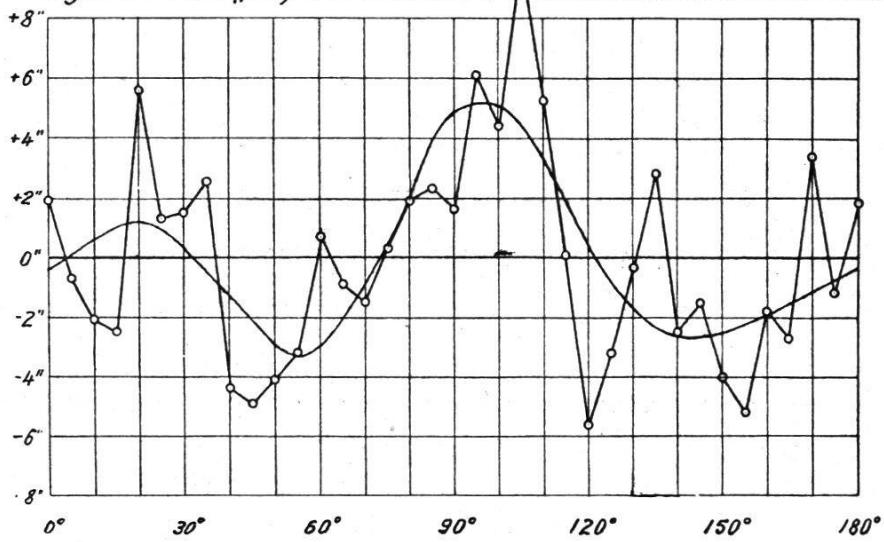


Fig N°3. Beobachtungen  $E$  und Kurve der Exzentrizität.

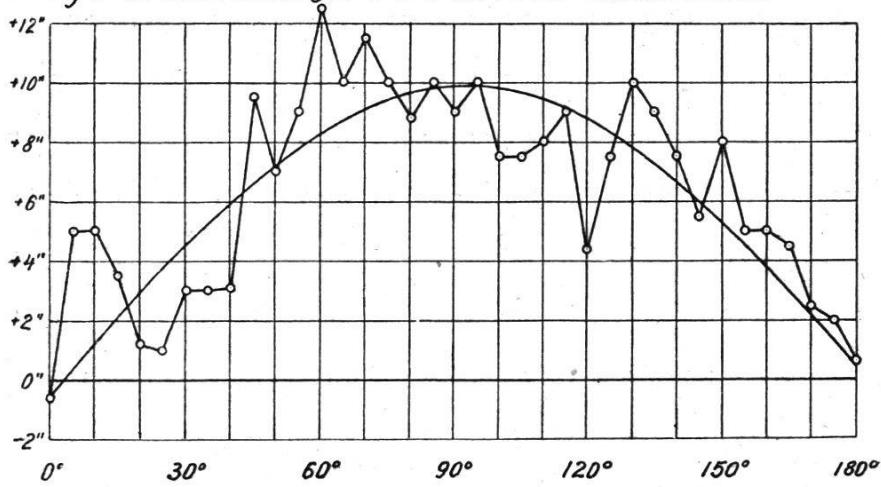
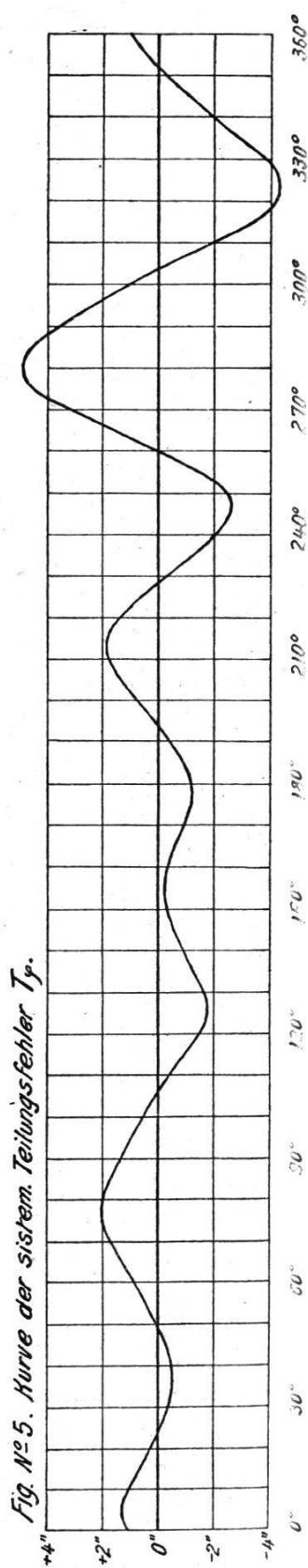
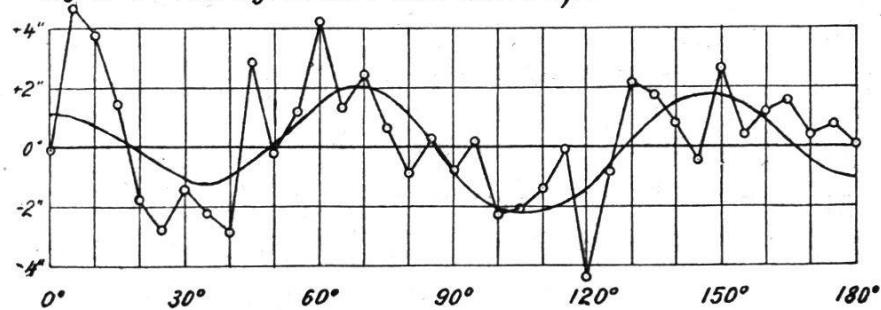


Fig N°4 Fehlergrößen  $F'$  und Kurve  $f'_p$ .



$$\operatorname{tg} 0_3 = \frac{+10.08}{+6.60} = +1.527; \quad \operatorname{tg} 0_5 = \frac{-29.73}{-1.06} = +28.0$$

$$\underline{\underline{0_3 = 56^\circ 47'}}$$

$$\underline{\underline{0_5 = 267^\circ 57'}}$$

$$\underline{\underline{r_3 = \frac{1}{18} \frac{+6.60}{\cos 0_3} = \frac{1}{18} \frac{+10.08}{\sin 0_3} = 0.^{\prime\prime}67}}$$

$$\underline{\underline{r_5 = \frac{1}{18} \frac{-1.06}{\cos 0_5} - \frac{1}{18} \frac{-29.73}{\sin 0_5} = 1.^{\prime\prime}65}}$$

woraus wir folgende Interpolationsgleichung erhalten:

$$\underline{\underline{t'\varphi = 0.^{\prime\prime}67 \sin(3\varphi - 56^\circ 47') + 1.^{\prime\prime}65 \sin(5\varphi - 267^\circ 57')}}.$$

Die Fehlergrößen  $f'$  sowie die Kurve für  $t'\varphi$  sind in Fig. Nr. 4 dargestellt. (Auch hier ist zu bemerken, daß bei Berechnung der Größen  $r_7$ ,  $r_9$ ,  $0_7$  und  $0_9$  eine passendere Kurve erhalten worden wäre. Diese Verbesserungen sollten aber, wie früher bemerkt, bei guten Kreisen unbedeutend sein.) Ferner haben wir:

$$ff = \varepsilon\varepsilon = 1897;$$

$$f'f' = = 148.48;$$

$$f''f'' = 148.48 - 18 \cdot 0.67^2 = 140.40;$$

$$f'''f''' = 140.40 - 18 \cdot 1.65^2 = 91.40;$$

$$E^2 = \frac{[\varepsilon\varepsilon]}{n} - \frac{1897}{36} = 52.70$$

$$E'^2 = \frac{[f'f']}{n-2} = \frac{148.48}{34} = 4.37$$

$$E''^2 = \frac{[f''f'']}{n-4} = \frac{140.40}{32} = 4.39$$

$$E'''^2 = \frac{[f'''f''']}{n-6} = \frac{91.40}{30} = 3.47$$

$$t^2 = E^2 - q^2 = 52.70 - 1.63 = 51.07; \quad t = \pm 7.^{\prime\prime}2$$

$$t'^2 = E'^2 - q^2 = 4.37 - 1.63 = 2.74; \quad \underline{\underline{t' = \pm 1.^{\prime\prime}65}}$$

$$t''^2 = E''^2 - q^2 = 4.39 - 1.63 = 2.76; \quad \underline{\underline{t'' = \pm 1.^{\prime\prime}66}}$$

$$t'''^2 = E'''^2 - q^2 = 3.47 - 1.63 = 1.84; \quad \underline{\underline{t''' = \pm 1.^{\prime\prime}36}}$$

### 3. Totale Teilungsfehler einer Kreisstelle.

Der regelmäßige Teilungsfehler  $T\varphi$  einer Kreisstelle erhalten wir durch Addieren der Gleichungen für  $T\varphi$  und  $t'\varphi$ . Wir haben daher:

$$\begin{aligned} T\varphi = & 1.^{\circ}13 \sin(2\varphi - 51^{\circ} 26') + 0.^{\circ}67 \sin(3\varphi - 56^{\circ} 47') \\ & + 1.^{\circ}44 \sin(4\varphi - 310^{\circ} 04') + 1.^{\circ}65 \sin(5\varphi - 267^{\circ} 57') \\ & + 0.^{\circ}66 \sin(6\varphi - 152^{\circ} 23') \end{aligned}$$

Die numerische Auswertung dieser Gleichung liefert unsere Figur Nr. 5.

Ebenso lassen sich nach den Gleichungen (47) die mittlern Teilungsfehler berechnen. Wir erhalten:

$T^2 = \tau^2 + t^2 = 4.94 + 51.07 = 56.01$	$T = \pm 7.^{\circ}48$
$T^{I2} = \tau^2 + t'^2 = 4.94 + 2.74 = 7.68$	$T^I = \pm 2.^{\circ}77$
$T^{II2} = \tau'^2 + t''^2 = 4.65 + 2.74 = 7.39$	$T^{II} = \pm 2.^{\circ}72$
$T^{III2} = \tau'^2 + t'''^2 = 4.65 + 2.76 = 7.41$	$T^{III} = \pm 2.^{\circ}72$
$T^{IV2} = \tau''^2 + t''''^2 = 2.48 + 2.76 = 5.24$	$T^{IV} = \pm 2.^{\circ}29$
$T^{V2} = \tau''^2 + t''''^2 = 2.48 + 1.84 = 4.32$	$T^V = \pm 2.^{\circ}08$
$T^{VI2} = \tau''''^2 + t''''^2 = 2.53 + 1.84 = 4.37$	$T^{VI} = \pm 2.^{\circ}09$

Das T sagt uns, daß beim Arbeiten mit nur einem Nonius (Polygonwinkelmessung) jeder einfach gemessene Winkel einen mittlern Exzentrizitäts- und Teilungsfehler in sich hat von  $7.^{\circ}5 \sqrt{2} = \pm 10.^{\circ}5$  ( $= \pm 32.^{\circ}4$  neuer Teilung).

### B. Theodolit Nr. 8335 von Bamberg, Berlin.

Der Kreis von 36 cm Durchmesser ist in  $1/12^{\circ}$  geteilt und wird an zwei Schraubenmikroskopen abgelesen, wobei  $0.^{\circ}2$  geschätzt werden. Die Prüfung nach dem achtserigen Programm ergab folgende mittlere Teilungsfehler:  $\tau = 0.^{\circ}54$ ,  $\tau'' = 0.^{\circ}37$ ,  $t' = 0.^{\circ}59$ ,  $t'' = 0.^{\circ}42$ ,  $T^I = 0.^{\circ}80$ ,  $T^{VI} = 0.^{\circ}56$ .

Buenos Aires, Juni 1915.

Alfred Aregger.

### Cours d'introduction de la S. V. G. O.

D'entente avec la rédaction du journal, le comité de la Société vaudoise des géomètres officiels a décidé la publication des conférences données à l'occasion du cours d'introduction qui eut lieu à Lausanne les 18 et 19 mars 1921.

Ces publications se feront par l'organe du journal, au fur et à mesure de la place disponible. Nous commencerons dans le numéro de ce jour par la conférence de M. Baltensperger.