

# Kurven-Absteckung unter Benutzung einer neuen Tabelle [Fortsetzung]

Autor(en): **Zwicky, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **18 (1920)**

Heft 10

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-186240>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# 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 5. jeden Monats

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

Jährlich 12 Nummern  
(erscheinend am 15. jeden Monats)  
und 12 Inseraten-Bulletins  
(erscheinend am 30. jeden Monats)

**No. 10**  
des **XVIII. Jahrganges** der  
„Schweiz. Geometerzeitung“.  
**15. Oktober 1920**

Jahresabonnement Fr. 9.—  
(unentgeltlich für Mitglieder)  
Inserate:  
40 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile

## Kurven-Absteckung unter Benutzung einer neuen Tabelle.

Von C. Zwicky, Professor an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich.

(Fortsetzung.)

### B. Zwischenpunkte.

Bei grösserem Betrage der Bogenlänge  $b$  ist der Verlauf der Kurve durch die Absteckung der drei Hauptpunkte A, M und E für die Bauausführung noch nicht genügend festgelegt, so dass dann noch weitere Zwischenpunkte abgesteckt werden müssen.

a) *Einteilung.* Durch die Bogenmitte M wird der ganze Bogen halbiert; daher wird es zweckmässig sein, die beiden Bogenhälften  $\widehat{AM}$  und  $\widehat{EM}$  in gleicher Weise in  $n$  Bogenelemente  $\Delta b$  weiter zu zerlegen. Damit erhält man dann zwei mal  $(n-1)$  Zwischenpunkte P, die wir folgendermassen bezeichnen wollen:

$$P_0 = A, P_1, P_2 \dots P_i \dots P_n = M, \dots P_{2n-i} \dots P_{2n-1}, P_{2n} = E.$$

Dabei wird die Zerlegung am einfachsten so vorgenommen, dass die einzelnen Bogenelemente entweder

die gleiche Länge  $\Delta b$  erhalten, oder aber

gleich lange Projektionen  $\Delta x$  ergeben, wenn die beiden Endtangenteu AT und ET, und eventuell auch noch die Mitteltangenteu MU und MV als Abszissenachsen zugrunde gelegt werden.

Wir entscheiden uns nun grundsätzlich für die erstere Zerlegung mit gleich langen Bogenelementen, weil damit folgende Vorteile erreicht werden:

1. Im Bereiche der ganzen Bogenlänge  $\widehat{AE}$  erhält man eine gleichmässige Verteilung der Zwischenpunkte;
2. Für die Absteckung der Richtung der Querprofile gewinnt man eine einfache und genaue Grundlage, indem das Profil zum Punkte  $P_i$  mit der Sehne  $P_{i-1} P_{i+1}$  einen rechten Winkel bildet;
3. Der konstanten Bogenlänge entspricht auch eine konstante Sehnenlänge, die dann zur Einweisung der Punkte  $P$  in die genaue Ordinatenlinie verwertet werden kann; die ebenfalls konstante Pfeilhöhe der Bogenstücke  $P_{i-1} P_{i+1}$  kann ferner gelegentlich zur Kontrolle der Absteckung benutzt werden;
4. Die Werte  $\Delta b$  liefern nicht nur direkt die Faktoren  $l$  für die Massenberechnung im Bureau, sondern sie dienen schon im Felde zur Ermittlung der Stationierung, d. h. der Entfernungen der einzelnen Profile vom Anfangsprofil.

Die Anzahl der Zwischenpunkte muss sich natürlich nach der gesamten Länge des Bogens richten; da in den Kurven die Profildistanz im allgemeinen etwas kleiner als in den geraden Strecken gewählt werden sollte, so wird sich für jene das Mass von 10 bis 20 m empfehlen, wobei die kleinere Zahl bei den Kurven mit kleinem Radius in Betracht kommt. Andererseits wird man bei Kurven mit sehr kleinem Centriwinkel zweckmässig den Radius so gross annehmen, dass der ganze Bogen mindestens eine Länge von 20 bis 30 m enthält; der Verlauf der Kurve ist dann durch die drei Hauptpunkte allein hinreichend sicher bestimmt, während andererseits eine unnötige Zusammendrängung von verpflockten Achspunkten vermieden wird.

b) *Berechnungen.* Bezeichnet im Nachfolgenden  $b$  die gegebene Länge für ein Bogenstück  $AP_i = b_i$ , so ergibt sich mit dem ebenfalls gegebenen Radius  $r$  nach Figur 3 als

Centriwinkel  $\widehat{ACP}_i$ : 
$$\gamma_i = \frac{b_i}{r} \cdot \rho^0$$

Peripheriewinkel  $\widehat{TAP}_i = \widehat{AMP}_i$ : 
$$\omega_i = \frac{1}{2} \cdot \gamma_i$$

Sehnenlänge  $AP_i$ : 
$$s_i = 2r \cdot \sin \omega_i = b_i - \frac{b_i}{6} \cdot \left(\frac{b_i}{2r}\right)^2 + \dots$$

hieraus erhält man — mit Bezug auf A T und A C als Achsen — für die Koordinaten des Punktes  $P_i$ :

Abszisse  $AP_i'$ : 
$$x_i = s_i \cdot \cos \omega_i = b_i - \frac{b_i}{6} \cdot \left(\frac{b_i}{r}\right)^2 + \dots$$

Ordinate  $P_iP_i'$ : 
$$y_i = s_i \cdot \sin \omega_i = b_i \cdot \frac{b_i}{2r} - \dots$$

Hat man diese Grössen für die nötige Anzahl von Annahmen für die Bogenlänge  $b_i$  berechnet, so können die Zwischenpunkte  $P_i$  entweder mit den Längen  $x_i$  und  $y_i$  nach der Koordinatenmethode, oder mit den Grössen  $\omega_i$  und  $s_i$  nach der Peripheriewinkel-Methode abgesteckt werden.

### III.

#### Die Kurventabellen.

Die nachfolgenden Tabellen bestehen aus zwei Teilen, die mit A und B bezeichnet sind. Der erste Teil dient zur Bestimmung der Längenverhältnisse für die Hauptpunkte, während der wesentlich kleinere zweite Teil bei der Absteckung der Zwischenpunkte nach der Koordinaten- oder nach der Peripheriewinkel-Methode Verwendung findet.

Die Zahlenangaben beziehen sich ausschliesslich nur auf Kreisbogen mit dem speziellen Radius

$$r = 100 \text{ m};$$

sie können natürlich aber auch für Bogen mit beliebigem Radius benutzt werden, da alle in Betracht kommenden Längen proportional mit dem Radius zunehmen.

Mit Rücksicht darauf, dass bei Eisenbahnen sehr häufig, gelegentlich aber auch bei Strassen, Kurven mit über 1000 m Radius vorkommen, sind die Zahlen durchwegs mit 3 Dezimalstellen angegeben.

#### A. Die Hauptpunkte.

a) *Einrichtung der Tabelle.* In bezug auf den Centriwinkel  $\gamma$  als Argument und unter Zugrundelegung eines konstanten Argumenten-Intervalles  $\Delta \gamma$  von

$$\Delta \gamma = \frac{1}{2} \text{ Grad}$$

(Fortsetzung s. S. 232)

A

0° — 20°

r = 100

Centri- winkel $\gamma = 2\omega$	Tangentenlängen $t = 100 \cdot \text{tang } \omega$		Bogenabstand $a = \frac{100}{\cos \omega} - 100$		Halbe Sehnenlänge $s/2 = c = 100 \cdot \sin \omega$		Bogenlänge $b = 100 \cdot \frac{\gamma^\circ}{\rho^\circ}$	Centriwinkel $\gamma = 2\omega$
	t	$\Delta t$	a	$\Delta a$	c	$\Delta c$		
0.00	0	393	0		0		0	0.00
50	0.393	393	0.001	1	0.393	393	0.785	50
1.00	0.785	392	0.003	2	0.785	392	1.571	1.00
50	1.178	393	0.007	4	1.178	393	2.356	50
		393		5		393		
2.00	1.571	393	0.012	7	1.571	392	3.142	2.00
50	1.964	393	0.019	9	1.963	393	3.927	50
3.00	2.357	393	0.028	10	2.356	393	4.712	3.00
50	2.750	393	0.038	11	2.749	392	5.498	50
		393		11		392		
4.00	3.143	393	0.049	13	3.141	393	6.283	4.00
50	3.536	393	0.062	15	3.534	392	7.069	50
5.00	3.929	393	0.077	16	3.926	392	7.854	5.00
50	4.322	393	0.093	18	4.318	393	8.610	50
		394		18		393		
6.00	4.716	394	0.111	19	4.711	392	9.425	6.00
50	5.110	393	0.130	21	5.103	392	10.210	50
7.00	5.503	394	0.151	23	5.495	392	10.996	7.00
50	5.897	394	0.174	24	5.887	392	11.781	50
		394		24		392		
8.00	6.291	395	0.198	25	6.279	392	12.566	8.00
50	6.686	394	0.223	27	6.671	392	13.352	50
9.00	7.080	395	0.250	29	7.063	391	14.137	9.00
50	7.475	395	0.279	30	7.454	392	14.923	50
		395		30		392		
10.00	7.870	395	0.309	32	7.846	391	15.708	10.00
50	8.265	396	0.341	33	8.237	392	16.493	50
11.00	8.661	396	0.374	35	8.629	391	17.279	11.00
50	9.057	396	0.409	37	9.020	391	18.064	50
		396		37		391		
12.00	9.453	396	0.446	38	9.411	391	18.850	12.00
50	9.849	397	0.484	40	9.802	390	19.635	50
13.00	10.246	397	0.524	41	10.192	391	20.420	13.00
50	10.643	397	0.565	43	10.583	390	21.206	50
		397		43		390		
14.00	11.040	398	0.608	44	10.973	391	21.991	14.00
50	11.438	398	0.652	46	11.364	390	22.777	50
15.00	11.836	398	0.698	48	11.754	390	23.562	15.00
50	12.234	399	0.746	49	12.144	389	24.347	50
		399		49		389		
16.00	12.633	399	0.795	51	12.533	390	25.133	16.00
50	13.032	400	0.846	52	12.923	389	25.918	50
17.00	13.432	400	0.898	54	13.312	389	26.704	17.00
50	13.832	400	0.952	56	13.701	389	27.489	50
		400		56		389		
18.00	14.232	401	1.008	57	14.090	389	28.274	18.00
50	14.633	401	1.065	59	14.479	388	29.060	50
19.00	15.034	402	1.124	60	14.867	388	29.845	19.00
50	15.436	402	1.184	63	15.255	388	30.631	50
		402		63		388		
20.00	15.838		1.247		15.643		31.416	20.00

A

20° — 40°

r=100

Centri- winkel $\gamma = 2\omega$	Tangentenlängen $t = 100 \cdot \tan \omega$		Bogenabstand $a = \frac{100}{\cos \omega} - 100$		Halbe Sehnenlänge $s/2 = c = 100 \cdot \sin \omega$		Bogenlänge $b = 100 \cdot \frac{\gamma^\circ}{\rho^\circ}$	Centriwinkel $\gamma = 2\omega$
	t	$\Delta t$	a	$\Delta a$	c	$\Delta c$		
20.00	15.838	403	1.246	64	15.644	387	31.416	20.00
50	16.241	404	1.310	66	16.031	388	32.201	50
21.00	16.645	403	1.376	67	16.419	387	32.987	21.00
50	17.048	405	1.443	69	16.806	387	33.772	50
22.00	17.453	405	1.512	70	17.193	387	34.558	22.00
50	17.858	405	1.582	72	17.580	386	35.343	50
23.00	18.263	406	1.654	74	17.966	386	36.128	23.00
50	18.669	407	1.728	75	18.352	386	36.914	50
24.00	19.076	407	1.803	77	18.738	386	37.699	24.00
50	19.483	408	1.880	79	19.124	385	38.485	50
25.00	19.891	409	1.959	81	19.509	385	39.270	25.00
50	20.300	409	2.040	82	19.894	385	40.055	50
26.00	20.709	410	2.122	84	20.279	384	40.841	26.00
50	21.119	410	2.206	85	20.663	384	41.626	50
27.00	21.529	412	2.291	88	21.047	384	42.412	27.00
50	21.941	412	2.379	89	21.431	383	43.197	50
28.00	22.353	412	2.468	91	21.814	383	43.982	28.00
50	22.765	414	2.559	92	22.197	383	44.768	50
29.00	23.179	414	2.651	94	22.580	383	45.553	29.00
50	23.593	415	2.745	97	22.963	382	46.338	50
30.00	24.008	416	2.842	97	23.345	381	47.124	30.00
50	24.424	416	2.939	100	23.726	381	47.909	50
31.00	24.840	418	3.039	101	24.107	381	48.695	31.00
50	25.258	418	3.140	104	24.488	381	49.480	50
32.00	25.676	419	3.244	105	24.869	380	50.265	32.00
50	26.095	420	3.349	106	25.249	380	51.051	50
33.00	26.515	420	3.455	109	25.629	379	51.836	33.00
50	26.935	422	3.564	111	26.008	379	52.622	50
34.00	27.357	422	3.675	112	26.387	379	53.407	34.00
50	27.779	424	3.787	114	26.766	378	54.192	50
35.00	28.203	424	3.901	116	27.144	378	54.978	35.00
50	28.627	426	4.017	118	27.522	377	55.763	50
36.00	29.053	426	4.135	120	27.899	377	56.549	36.00
50	29.479	427	4.255	121	28.276	376	57.334	50
37.00	29.906	429	4.376	124	28.652	376	58.119	37.00
50	30.335	429	4.500	125	29.028	376	58.905	50
38.00	30.764	430	4.625	128	29.404	375	59.690	38.00
50	31.194	432	4.753	129	29.779	375	60.476	50
39.00	31.626	432	4.882	131	30.154	374	61.261	39.00
50	32.058	434	5.013	133	30.528	374	62.046	50
40.00	32.492		5.146		30.902		62.832	40.00

A

40° — 60°

r = 100

Centri- winkel $\gamma = 2\omega$	Tangentenlängen $t = 100 \cdot \text{tang } \omega$		Bogenabstand $a = \frac{100}{\cos \omega} - 100$		Halbe Sehnenlänge $s_{1/2} = c = 100 \cdot \sin \omega$		Bogenlänge $b = 100 \cdot \frac{\gamma^\circ}{\rho^\circ}$	Centriwinkel $\gamma = 2\omega$
	t	$\Delta t$	a	$\Delta a$	c	$\Delta c$		
40.00	32.492	435	5.146	135	30.902	373	62.832	40.00
50	32.927	436	5.281	138	31.275	373	63.617	50
41.00	33.363	437	5.419	139	31.648	372	64.403	41.00
50	33.800	438	5.558	141	32.020	372	65.188	50
42.00	34.238	439	5.699	143	32.392	371	65.973	42.00
50	34.677	441	5.842	145	32.763	371	66.759	50
43.00	35.118	441	5.987	147	33.134	370	67.544	43.00
50	35.559	443	6.134	149	33.504	370	68.330	50
44.00	36.002	444	6.283	152	33.874	369	69.115	44.00
50	36.446	446	6.435	153	34.243	369	69.900	50
45.00	36.892	447	6.588	156	34.612	368	70.686	45.00
50	37.339	448	6.744	157	34.980	368	71.471	50
46.00	37.787	449	6.901	160	35.348	367	72.257	46.00
50	38.236	451	7.061	162	35.715	366	73.042	50
47.00	38.687	452	7.223	164	36.081	366	73.827	47.00
50	39.139	454	7.387	166	36.447	365	74.613	50
48.00	39.593	455	7.553	168	36.812	365	75.398	48.00
50	40.048	456	7.721	171	37.177	365	76.184	50
49.00	40.504	458	7.892	172	37.542	363	76.969	49.00
50	40.962	459	8.064	175	37.905	363	77.754	50
50.00	41.421	461	8.239	177	38.268	363	78.540	50.00
50	41.882	462	8.416	180	38.631	362	79.325	50
51.00	42.344	464	8.596	182	38.993	361	80.111	51.00
50	42.808	466	8.778	184	39.354	361	80.896	50
52.00	43.274	467	8.962	186	39.715	360	81.681	52.00
50	43.741	469	9.148	189	40.075	359	82.467	50
53.00	44.210	470	9.337	191	40.434	359	83.252	53.00
50	44.680	472	9.528	193	40.793	358	84.038	50
54.00	45.152	473	9.721	196	41.151	358	84.823	54.00
50	45.625	476	9.917	198	41.509	357	85.608	50
55.00	46.101	477	10.115	200	41.866	356	86.394	55.00
50	46.578	478	10.315	203	42.222	356	87.179	50
56.00	47.056	481	10.518	206	42.578	355	87.965	56.00
50	47.537	482	10.724	208	42.933	354	88.750	50
57.00	48.019	485	10.932	210	43.287	354	89.535	57.00
50	48.504	486	11.142	213	43.641	353	90.321	50
58.00	48.990	487	11.355	216	43.994	352	91.106	58.00
50	49.477	490	11.571	218	44.346	352	91.892	50
59.00	49.967	492	11.789	220	44.698	351	92.677	59.00
50	50.459	494	12.009	224	45.049	350	93.462	50
60.00	50.953		12.233		45.399		94.248	60.00

A

60° — 80°

r = 100

Centri- winkel $\gamma = 2\omega$	Tangentenlängen $t = 100 \cdot \tan \omega$		Bogenabstand $a = \frac{100}{\cos \omega} - 100$		Halbe Sehnenlänge $s/2 = c = 100 \cdot \sin \omega$		Bogenlänge $b = 100 \cdot \frac{\gamma^\circ}{\rho^\circ}$	Centriwinkel $\gamma = 2\omega$
	t	$\Delta t$	a	$\Delta a$	c	$\Delta c$		
60.00	50.953	495	12.233	226	45.399	350	94.248	60.00
50	51.448	498	12.459	228	45.749	349	95.033	50
61.00	51.946	500	12.687	231	46.098	348	95.819	61.00
50	52.446	502	12.918	234	46.446	347	96.604	50
62.00	52.948	503	13.152	237	46.793	347	97.389	62.00
50	53.451	506	13.389	239	47.140	346	98.175	50
63.00	53.957	508	13.628	242	47.486	345	98.960	63.00
50	54.465	511	13.870	245	47.831	344	99.746	50
64.00	54.976	513	14.115	248	48.175	344	100.531	64.00
50	55.489	515	14.363	251	48.519	343	101.316	50
65.00	56.004	516	14.614	253	48.862	342	102.102	65.00
50	56.520	519	14.867	257	49.204	342	102.887	50
66.00	57.039	522	15.124	259	49.546	341	103.673	66.00
50	57.561	524	15.383	262	49.887	340	104.458	50
67.00	58.085	526	15.645	265	50.227	339	105.243	67.00
50	58.611	529	15.910	269	50.566	338	106.029	50
68.00	59.140	531	16.179	271	50.904	338	106.814	68.00
50	59.671	534	16.450	275	51.242	337	107.600	50
69.00	60.205	536	16.725	277	51.579	336	108.385	69.00
50	60.741	539	17.002	281	51.915	335	109.170	50
70.00	61.280	542	17.283	284	52.250	334	109.956	70.00
50	61.822	544	17.567	287	52.584	334	110.741	50
71.00	62.366	547	17.854	290	52.918	333	111.527	71.00
50	62.913	549	18.144	293	53.251	332	112.312	50
72.00	63.462	552	18.437	297	53.583	331	113.097	72.00
50	64.014	555	18.734	300	53.914	330	113.883	50
73.00	64.569	558	19.034	304	54.244	330	114.668	73.00
50	65.127	561	19.338	307	54.574	328	115.454	50
74.00	65.688	564	19.645	310	54.902	328	116.239	74.00
50	66.252	566	19.955	314	55.230	327	117.024	50
75.00	66.818	569	20.269	317	55.557	326	117.810	75.00
50	67.387	573	20.586	321	55.883	325	118.595	50
76.00	67.960	576	20.907	325	56.208	325	119.381	76.00
50	68.536	578	21.232	328	56.533	323	120.166	50
77.00	69.114	582	21.560	332	56.856	323	120.951	77.00
50	69.696	585	21.892	335	57.179	322	121.737	50
78.00	70.281	589	22.227	339	57.501	320	122.522	78.00
50	70.870	591	22.566	343	57.821	320	123.308	50
79.00	71.461	595	22.909	347	58.141	319	124.093	79.00
50	72.056	598	23.256	351	58.460	319	124.878	50
80.00	72.654		23.607		58.779		125.664	80.00



A

80° — 100°

r = 100

Centri- winkel $\gamma = 2\omega$	Tangentenlängen $t = 100 \cdot \text{tang } \omega$		Bogenabstand $a = \frac{100}{\cos \omega} - 100$		Halbe Sehnenlänge $s/2 = c = 100 \cdot \sin \omega$		Bogenlänge $b = 100 \cdot \frac{\gamma^\circ}{\rho^\circ}$	Centriwinkel $\gamma = 2\omega$
	t	$\Delta t$	a	$\Delta a$	c	$\Delta c$		
80.00	72.654	602	23.607	354	58.779	317	125.664	80.00
50	73.256	605	23.961	359	59.096	316	126.449	50
81.00	73.861	609	24.320	363	59.412	315	127.235	81.00
50	74.470	612	24.683	366	59.727	315	128.020	50
82.00	75.082	616	25.049	371	60.042	314	128.805	82.00
50	75.698	620	25.420	375	60.356	312	129.591	50
83.00	76.318	623	25.795	379	60.668	312	130.376	83.00
50	76.941	627	26.174	383	60.980	311	131.161	50
84.00	77.568	631	26.557	388	61.291	310	131.947	84.00
50	78.199	635	26.945	392	61.601	308	132.732	50
85.00	78.834	638	27.337	397	61.909	308	133.518	85.00
50	79.472	643	27.734	400	62.217	307	134.303	50
86.00	80.115	647	28.134	406	62.524	306	135.088	86.00
50	80.762	651	28.540	410	62.830	305	135.874	50
87.00	81.413	655	28.950	414	63.135	304	136.659	87.00
50	82.068	659	29.364	420	63.439	303	137.445	50
88.00	82.727	664	29.784	424	63.742	303	138.230	88.00
50	83.391	668	30.208	428	64.045	301	139.015	50
89.00	84.059	672	30.636	434	64.346	300	139.809	89.00
50	84.731	677	31.070	439	64.646	299	140.586	50
90.00	85.408	682	31.509	443	64.945	298	141.372	90.00
50	86.090	686	31.952	449	65.243	297	142.157	50
91.00	86.776	690	32.401	454	65.540	296	142.942	91.00
50	87.466	696	32.855	459	65.836	295	143.728	50
92.00	88.162	700	33.314	464	66.131	294	144.513	92.00
50	88.862	706	33.778	469	66.425	293	145.299	50
93.00	89.568	710	34.247	475	66.718	292	146.084	93.00
50	90.278	715	34.722	481	67.010	291	146.869	50
94.00	90.993	720	35.203	485	67.301	290	147.655	94.00
50	91.713	726	35.688	492	67.591	289	148.440	50
95.00	92.439	731	36.180	497	67.880	288	149.226	95.00
50	93.170	736	36.677	503	68.168	287	150.011	50
96.00	93.906	742	37.180	509	68.455	285	150.796	96.00
50	94.648	747	37.689	515	68.740	285	151.582	50
97.00	95.395	753	38.204	520	69.025	284	152.367	97.00
50	96.148	759	38.724	527	69.309	282	153.153	50
98.00	96.907	764	39.251	533	69.591	282	153.938	98.00
50	97.671	770	39.784	540	69.873	280	154.723	50
99.00	98.441	777	40.324	545	70.153	279	155.509	99.00
50	99.218	782	40.869	552	70.432	279	156.294	50
100.00	100.000		41.421		70.711		157.080	100.00

B.

1. Koordinaten-Methode.

2. Peripheriewinkel-Methode.

Bogen b	Abszisse $x = 100 \sin \gamma$	Ordinate $y = 100 - 100 \cdot \cos \gamma$
1	1.0000	0.005
2	1.9999	0.020
3	2.9995	0.045
4	3.9989	0.080
5	4.9979	0.125
6	5.9964	0.180
7	6.9943	0.245
8	7.9915	0.320
9	8.9878	0.405
10	9.9833	0.500
12	11.971	0.719
14	13.954	0.978
16	15.932	1.277
18	17.903	1.616
20	19.867	1.993
22	21.823	2.410
24	23.770	2.866
26	25.708	3.361
28	27.636	3.895
30	29.552	4.466
32	31.457	5.076
34	33.349	5.725
36	35.227	6.410
38	37.092	7.134
40	38.942	7.894
42	40.776	8.691
44	42.594	9.525
46	44.395	10.395
48	46.178	11.301
50	47.943	12.242
52	49.688	13.218
54	51.413	14.229
56	53.118	15.275
58	54.802	16.354
60	56.464	17.467

Bogen b	Peripheriewinkel $\omega^0 = \frac{b}{100} \cdot \frac{\rho^0}{2}$	Sehnenlänge $s = 200 \cdot \sin \omega$
1	0.3183	1.0000
2	0.6366	2.0000
3	0.9549	2.9999
4	1.2732	3.9997
5	1.5916	4.9995
6	1.9099	5.9991
7	2.2282	6.9986
8	2.5465	7.9979
9	2.8648	8.9970
10	3.1831	9.9958
12	3.8197	11.993
14	4.4563	13.988
16	5.0930	15.983
18	5.7296	17.976
20	6.3662	19.967
22	7.0028	21.955
24	7.6394	23.942
26	8.2761	25.927
28	8.9127	27.909
30	9.5493	29.887
32	10.1859	31.864
34	10.8225	33.837
36	11.4592	35.806
38	12.0958	37.771
40	12.7324	39.734
42	13.3690	41.693
44	14.0056	43.647
46	14.6423	45.597
48	15.2789	47.542
50	15.9155	49.481
52	16.5521	51.416
54	17.1887	53.346
56	17.8254	55.271
58	18.4620	57.191
60	19.0986	59.104

Pro memoria.

$\gamma^0 = 63^{\circ},66\,20,$        $\frac{1}{\rho^0} = 0,015\,708.$       Für kleinere Winkel  $\gamma$ :  
 $t = \frac{b}{2} + \frac{b}{6} \cdot \left(\frac{b}{2r}\right)^2;$      $a = \frac{b}{4} \cdot \frac{b}{2r};$      $x = b - \frac{b}{6} \cdot \left(\frac{b}{r}\right)^2;$      $s = b - \frac{b}{6} \cdot \left(\frac{b}{2r}\right)^2;$      $y = b \cdot \frac{b}{2r}$

für  $100^{\circ} < \gamma < 200^{\circ}$  ist:

$\gamma = 100^{\circ} + \gamma_1 = 2 \cdot \gamma_2;$

$t_1, t_2$  und  $b_2$  aus Tabelle A;     $t = \frac{r}{100} \cdot \frac{100+t_1}{100-t_1};$      $a = \frac{t}{100} \cdot t_2;$      $m = \frac{r}{100} \cdot t_2.$

Uebergangskurven.

$l = 40,00 \text{ m};$      $c = l \cdot r;$      $v = \frac{l^2}{24 \cdot r};$      $n \geq 400,$      $z = \frac{l}{n} = \frac{w v^2}{g \cdot r}.$

liefert die Tabelle A für den Winkelbereich

$$0^\circ < \gamma < 100^\circ$$

die folgenden vier Funktionswerte  $z = f(\omega)$ :

1. Haupttangente:  $z_1 = t = 100 \cdot \operatorname{tang} \omega,$
2. Bogenabstand:  $z_2 = a = \frac{100}{\cos \omega} - 100,$
3. Halbe Sehnenlänge:  $z_3 = c = 100 \cdot \sin \omega,$
4. Bogenlänge:  $z_4 = b = 100 \cdot \frac{\gamma}{\rho^\circ}.$

Bei den ersten drei Funktionen ist jeweils auch noch der Zuwachs  $\Delta z$  für das Argumenten-Intervall  $\Delta \gamma$  angegeben; bei der Funktion  $z_4 = b$  konnte dagegen auf die Angabe der Werte  $\Delta z$  insofern verzichtet werden, als dieselben einen konstanten Wert besitzen, der mit der Bogenlänge für  $\gamma = 1/2^\circ$  übereinstimmt.

b) *Anwendung der Tabelle.* Einen beliebigen Centriwinkel  $\gamma$  zerlegen wir so in zwei Teile  $\gamma_0$  und  $d\gamma$ , dass  $\gamma_0$  ein ganzzahliges Vielfaches von  $\Delta \gamma$  darstellt, womit dann  $d\gamma$  immer kleiner als  $\Delta \gamma$  gewählt werden kann. Es gilt somit

$$\gamma = \gamma_0 + d\gamma \quad \text{mit} \quad 0 < d\gamma < \Delta \gamma.$$

Nun entnimmt man zunächst der Tabelle A für den Winkel  $\gamma_0$  die Funktionswerte  $z_0$  nebst ihren Zuwachsgrößen  $\Delta z_0$ , hierauf berechnet man die Teilzuwächse

$$dz = \frac{d\gamma}{\Delta \gamma} \cdot \Delta z_0,$$

womit sich dann für die Funktionswerte  $z$  zum gegebenen Winkel  $\gamma$  ergibt:

$$z = z_0 + dz.$$

Beträgt nun schliesslich der Radius statt  $r = 100$  m

$$R = k \cdot 100 \text{ m},$$

so folgt für die zugehörigen Funktionswerte  $Z$ :

$$Z = k \cdot z.$$

c) *Genauigkeitsgrad.* Die Differenzen  $\Delta z$  sind ohne Ausnahme kleiner als 1000 mm, so dass die stets noch kleiner ausfallenden Werte  $dz$  auch mit dem Rechenschieber immer bis auf den Millimeter genau bestimmt werden können. Nun sind aber bei den Funktionen  $t$ ,  $a$  und  $b$  die Differenzen  $\Delta z$  nicht konstant, sondern sie weisen kleine Unterschiede  $\Delta^2 z$  auf, die sich

jedoch immerhin stetig ändern. Daher sollten eigentlich die Zusatzgrößen  $dz$  nicht durch lineare, sondern durch die parabolische Interpolation ermittelt werden.

Gehören zu den Winkeln:  $\gamma_0, \gamma_1 = \gamma_0 + \Delta\gamma, \gamma_2 = \gamma_0 + 2 \cdot \Delta\gamma$   
 die Funktionswertgruppen:  $z_0, z_1 = z_0 + \Delta z_0, z_2 = z_1 + \Delta z_1$   
 mit  $\Delta z_1 - \Delta z_0 = \Delta^2 z_0,$

dann liefert die genauere parabolische Interpolation für  $z$ :

$$z = z_0 + \left( \Delta z_0 - \frac{\Delta^2 z_0}{2} \right) \cdot \frac{d\gamma}{\Delta\gamma} + \frac{1}{2} \cdot \Delta^2 z_0 \cdot \left( \frac{d\gamma}{\Delta\gamma} \right)^2.$$

Der durch die frühere lineare Interpolation gefundene Wert

$$(z) = z_0 + \frac{d\gamma}{\Delta\gamma} \cdot \Delta z_0$$

bedarf daher noch einer Verbesserung  $v$  um den Betrag:

$$v = z - (z) = -\frac{1}{2} \cdot \Delta^2 z \cdot \left\{ \frac{d\gamma}{\Delta\gamma} - \left( \frac{d\gamma}{\Delta\gamma} \right)^2 \right\}.$$

Die Differenzen zweiter Ordnung  $\Delta^2 z$  überschreiten nun aber nie den Betrag von 8 mm, so dass sich als Höchstwerte  $V$  für  $v$  — je nach der Grösse von  $d\gamma$  — die folgenden Werte ergeben:

Für $d\gamma =$	0,10	0,25	0,40 Grad
wird $V =$	-0,64	-1,00	-0,64 mm

Trotz des gegenüber andern analogen Tabellenwerken ungewöhnlich gross gewählten Argumenten-Intervalles  $\Delta\gamma = 0,5^\circ$ , ist daher auch bei unserer Tabelle die einfache lineare Interpolation zulässig, ohne dass eine Einbusse in der Genauigkeit der Rechnungsergebnisse in den Kauf genommen werden muss.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Bestimmung der Koordinaten des Schnittpunktes zweier Geraden.

Für die Berechnung der Schnittpunkts-Koordinaten zweier Geraden, die durch je zwei Punkte bestimmt sind, wurden Normalformeln und ein spezielles Formular aufgestellt, das zur Berechnung mit der Rechenmaschine dient. Die Anwendung dieser Methode setzt eine gewisse Uebung voraus, die dem Praktiker, der nur selten in den Fall kommt, eine solche Berechnung auszuführen, gewöhnlich fehlt. Wenn die betreffen-