

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 12

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-186250>

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.

bornes est un travail courant pour les géomètres et que souvent ce travail est exécuté en pure perte, parce que les bornes ont disparu.

En plaçant immédiatement les bornes sous terre, le géomètre sera assuré, sauf cas exceptionnels, de trouver la marque de propriété à sa place exacte et sans déviation.

Quoiqu'on puisse penser de ces deux méthodes proposées, on doit admettre que la question de la fixité de l'abornement n'est pas résolue actuellement. Mais qu'elle est suffisamment importante pour qu'on cherche au plus tôt un remède à la situation actuelle qui commence à devenir intenable.

Ch. Roesgen.

Kurven-Absteckung unter Benutzung einer neuen Tabelle.

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

(Fortsetzung.)

2. Zwischenpunkte.

Aus der gesamten Bogenlänge $B = 122,087$ m ergibt sich zunächst für die Zerlegung derselben in Bogenelemente:

$$B : 15 = 8,1\dots, \text{ somit wird } 2n = 8.$$

Damit folgt für die Längen B_1 und b_1 der Bogenelemente:

$$B_1 = B : 8 = 15,261 \text{ m} \quad \text{und} \quad b_1 = B_1 : 1,5 = 10,174 \text{ m}.$$

Umgekehrt ergibt sich mit

$$b_1 = 10,00 \text{ m} \quad \text{zu} \quad R = 150 \text{ m}: \quad B_1 = 15,00 \text{ m}.$$

Die Bogenhälfte $\widehat{AM} = \frac{1}{2} \cdot B \dots \dots \dots = 61,044$ m setzt sich somit zusammen aus:

$$\widehat{AP_1} = \widehat{P_1P_2} = \widehat{P_2P_3} = 15,00 \text{ m}, \text{ d. i. } = 3 \cdot 15,00 = 45,000 \text{ m}$$
$$\text{und } \widehat{P_3M} = \frac{1}{2} \cdot B - 3 \cdot B_1 \dots \dots \dots = 16,044 \text{ m}$$

Die Absteckung der Zwischenpunkte erfolgt hier am einfachsten nach der Koordinatenmethode und zwar unter ausschliesslicher Verwendung der beiden Endtangente AT und ET als Abszissenachsen. Die Koordinaten sind daher für die 3 Punkte P_1 , P_2 und P_3 zu bestimmen, die dann auch für P_7 , P_6 und P_5 auf \widehat{EM} gültig sind.

Hiefür erhält man nun mit der Tabelle B, 1:

No.	r	$k = \frac{r}{100}$	P	$\widehat{AP} = k \cdot p$	$AP' = k \cdot x$	$PP' = k \cdot y$
2	100	1	P_1	10.	9 983	0.500
			P_2	20.	19 867	1.993
			P_3	30.	29,552	4.466
	150	1,5	P_1	15.00	14.975	0.750
			P_2	30.00	29.800	2.990
			P_3	45.00	44,328	6.699

Der Tabelle B. 2 entnimmt man nun noch die Sehnlänge s_1 für die ersten drei Bogenelemente, d. h. für die Bogenlänge b_1

$$s_1 = 9,996 \text{ m, womit } S_1 = k \cdot s_1 = 14,994 \text{ m wird.}$$

Das letztere Mass wird für die Verschärfung der Genauigkeit der Absteckung verwertet. Zur Schlusskontrolle braucht man nun noch die Länge der Sehnen zu den Elementen $P_3 M$ und $P_5 M$. Hiefür folgt:

$$b = \frac{B}{k} = \frac{16.044}{1,5} = 10,7 \dots \text{ m mit } b - s = 0,006 \text{ m.}$$

Es ist somit: $S = B - k \cdot (b - s) = 16,035 \text{ m} = \overline{P_3 M}$.

Für die Absteckung mehrerer Kurven werden im Feldbüchlein zwei Formulare hergestellt, welche den vorstehenden beiden Tabellen entsprechen, wobei diejenige für die Hauptpunkte nach rechts, diejenige für die Zwischenpunkte dagegen nach unten verlängert wird. Zur bessern Uebersicht sind dann noch die Nummern der Kurven beizufügen, wie es in den beiden Tabellen bereits vorgemerkt ist.

3. Stationierungstabelle.

Bei der Absteckung der Achse einer Strasse oder Bahn sind die Nummerpflocke zu den einzelnen Profilen mit der Bezeichnung der Entfernungen L der letztern vom Anfangsprofil zu beschreiben. Es sind daher diese Entfernungen jeweils direkt auf dem Felde zu ermitteln.

Nach unsern Erfahrungen hat sich dafür das nachfolgende

Formular als sehr zweckmässig erwiesen, so dass dessen Erwähnung an dieser Stelle gerechtfertigt sein dürfte.

Wir legen demselben ein Beispiel zugrunde, welches dem Polygonzug in Figur 1 entspricht. Dabei setzen wir voraus, die Kurven bei T_1 und T_2 seien identisch mit den unter B und A bereits berechneten Kurven. Für die Zwischenprofile in den geraden Strecken wählen wir eine mittlere Entfernung von 20 m, wobei aber weniger eine konstante Entfernung als eine tunlichste Berücksichtigung der Kulminations- und der Depressionspunkte der Terrainlinie angestrebt wird. Bei den Kurven werden auch noch die Werte für β , r , γ , sowie für t , a und b aufgeführt, die zwar für die Bestimmung der Werte L nicht direkt notwendig sind, dagegen in ihrer übersichtlichen Darstellung bei der Konstruktion des Längenprofils und des Situationsplanes mit Vorteil benutzt werden. Aus dem gleichen Grunde werden auch die Längen der Polygonseiten ermittelt und in einer weitem Kolonne die Ergebnisse des Längen-Nivellements vorgemerkt.

Bezeichnen bei einer Polygonseite $s = T' T''$ die Buchstaben t' und t'' die Längen der Haupttangente in T' und T'' , ferner g_i die Profildistanzen auf der geraden Strecke $E' A''$, und endlich $[g] = \Sigma (g_i)$, dann ergibt sich für die Länge s :

$$s = (t' + t'') + [g]. *$$

Dem in der Praxis üblichen Verfahren entsprechend, lassen wir bei den Profilen in den geraden Strecken eine Numerierung mit Buchstaben weg, und bei den Punkten in Kurven behalten wir die prägnantere Bezeichnung mit nur einem Buchstaben bei.

Bei der Achse einer Strasse in kuperem Gelände weisen sowohl die einzelnen geraden Strecken, wie auch die Kurven vorwiegend sehr mässige Längen auf, so dass sie sich dann aus nur wenigen Elementen ΔL zusammensetzen. In diesen Fällen werden die ziemlich zahlreichen Kolonnen der Tabelle fast vollständig mit Zahlenmaterial ausgefüllt. Dies beweist aber, dass gerade hier die Tabelle die besten Dienste leisten wird.

* Es empfiehlt sich, die Einzelberechnungen: $L_i + \Delta L = L_{i+1}$ schon auf dem Felde sukzessive zu kontrollieren mit Hülfe der beiden Summgleichungen:

$$L_E = L_A + b \quad \text{und} \quad L_{A''} = L_{E'} + [g]$$

Stationierungstabelle.

Profil No.	Stationierung		Kurvenverhältnisse		Polygon- seiten	Terrain- höhen
	L	Δ L	β r γ	t a b	[t]=t'+t'' [g] s=[t]+[g]	H
T ₀	0					
1	21.76	21.76			64.65	
2	40.68	18.92			55.91	
A _I	55.91	15.23				
P ₁	70.91	15.00			120.56	
P ₂	85.91	15.00	251.815	64,653		
P ₃	100.91	16.04				
M _I	116.95	16.05	150	13.341		
P ₅	133.00	15.00				
P ₆	148.00	15.00	51.815	122,087	76.83	
P ₇	163.00	15.00				
E _I	178.00	24.14			86.36	
3	202.14	18.92				
4	221.06	23.74			163.19	
5	244.80	19.56				
A _{II}	264.36	11.95	169.565	12.18		
M _{II}	276.31	11.95	50 30.435	1.46 23.90		
E _{II}	288.26	19.64			12.18	
6	307.90	24.73			61.19	
7	332.63	16.82			73.37	
T _{III}	349.45					

Bei der letzten Kolonne sind die Zahlenangaben weggelassen worden, da sie für den hier vorliegenden Gegenstand nicht in Betracht kommen.

C. Eisenbahnkurve.

Für die Achse einer normalspurigen Eisenbahn soll — unter vorläufiger Ausserachtlassung der hier erforderlichen Uebergangskurven — ein Kreisbogen abgesteckt werden, dem folgende Daten zugrunde liegen:

$$r = 500 \text{ m, } \beta = 158^{\circ},214, \text{ also } \gamma = 41^{\circ},786.$$

1. Hauptpunkte.

Für die Längen t , a und b ergibt sich hier:

$$t = 5. \{33,800 + 0,250\} = 170,250 \text{ m;}$$

$$a = 5. \{5,558 + 0,081\} = 28,195 \text{ m;}$$

$$b = 5. \{65,188 + 0,449\} = 328,185 \text{ m.}$$

Mit Rücksicht auf die grosse Länge der Kurve empfiehlt es sich, hier auch noch die Mitteltangente abzustecken, d. h. deren Schnittpunkte U und V mit den Tangenten TA und TE zu ver-

pflücken. Hiefür erhält man mit $\frac{\gamma}{2} = 20^{\circ},893$.

$$m = 5. \{16,214 + 0,318\} = 82,795 \text{ m, womit wird}$$

$$TU = TV = t - m = u = 87,455 \text{ m.}$$

2. Zwischenpunkte.

Bei dieser sehr flachen Kurve können die Bogenelemente sehr wohl etwas grösser als 15 m gewählt werden. Mit 16 Elementen wird dann $B_1 = 20,512 \text{ m}$, also b_1 rund 4,0 m. Unter Zugrundelegung des letztern Masses besteht dann \widehat{AM} und \widehat{EM} aus je 7 Elementen zu 20,000 m Länge = 140,000 m und 1 Element zu 24,092 m Länge = 24,092 m also zusammen aus 8 Elementen mit der Länge 164,092 m.

Die Absteckung soll nun einerseits nach der Koordinaten- und anderseits nach der Peripheriewinkel-Methode erfolgen.

a) *Koordinaten-Methode.* Hier benutzen wir auch die Geraden MU und MV als Abszissenachsen, womit dann von A und von E aus nur je 4 Punkte abzustecken sind, während die Punkte P_7 , P_6 und P_5 , sowie P_9 , P_{10} und P_{11} von M aus bestimmt werden. Die Elemente mit besonderer Länge verlegen wir dann zweckmässig nach $P_4 P_5$ und $P_{12} P_{11}$.

Dabei empfiehlt es sich, die Fusspunkte P' , anstatt mit den Strecken x von A , M und E aus, mit den Abständen $m-x$ von U und V aus zu bestimmen. Damit kann nämlich nicht nur an Längenmessungen etwas erspart werden, sondern es ergibt sich bei diesen auch eine günstigere Fehlerfortpflanzung, indem die mit zunehmender Streckenlänge wachsenden Fehler sich bei den letzten Punkten A , M und E nur noch als kleine Verschiebungen in tangentialer Richtung geltend machen.

No.	r	P	$\widehat{AP} = b$	$AP' = x$	$UP' = m-x$	$PP' = y$
	100	1	4	3.999		0.080
		2	8	7.992		0.320
		3	12	11.971		0.719
		4	16	15.932		1.277
3	500	A	0	0	82.795	0
		P_1	20.00	19.995	62.800	0.400
		P_2	40.00	39.960	42.835	1.600
		P_3	60.00	59.855	22.940	3.595
		P_4	80.00	79.660	3.135	6.385

Die genaue Einweisung der Fusspunkte P' in die Abszissenachse mittelst des Theodolits wird um so notwendiger, je grösser der Radius ist und je kleiner daher die Ordinaten und ihre Differenzen ausfallen. Vom Standpunkt T aus wird in der Richtung TT' nur der Punkt U einvisiert, in der Richtung TT'' dagegen die sämtlichen folgenden Punkte: V , P_{12} , P_{13} , P_{14} , P_{15} und E . Hierauf wird das Instrument auf dem Punkte U aufgestellt, um die Punkte P_4 , P_3 , P_2 , P_1 und A in die Richtung UT' , sowie die Punkte P_5 , P_6 , P_7 , M , und sodann auch P_{11} , P_{10} , P_9 in die Richtung UV zu bringen.

Der Punkt M wird nicht von T aus mit der Visur TC und dem Abstand a , sondern als Mitte der Strecke $UV = 2\text{ m}$ abgesteckt; dagegen wird der Abstand a zweckmässig als Kontrollmass verwertet. Auf diese Weise können mit nur ein-

maliger neuer Einstellung sämtliche Fusspunkte, einschliesslich der Bogenmitte, genau in die Richtung der Abszissenachse gebracht werden. Ob für diese zweite Aufstellung der Punkt U oder V gewählt werden soll, hängt natürlich von den Terrainverhältnissen bezüglich Sichtbarkeit der Bodenoberfläche bei den Zielpunkten ab.

b) *Peripheriewinkel-Methode*. Hier ist die Berechnung von m und die Verpflockung der Punkte U und V nicht nötig, sondern es werden von T aus direkt die Punkte A und E abgesteckt. Bei sehr langen Strecken t und zugleich schwierigem Gelände sind diese Punkte durch das Mass t jedoch etwas unsicher bestimmt. In diesen Fällen kann es sich empfehlen, nach der Abmessung von t vor- und rückwärts von A zwei Pflöcke A' und A'' genau in die Richtung TT' einzuvisieren und dann A selbst als Schnittpunkt von $A'A''$ mit der Soll-Richtung für $M-A$ zu bestimmen, auf die sofort noch eingetreten wird.

Nachdem mittelst des Winkels $ETC = 100^\circ - \omega$ die Richtung $T-M$ durch einen möglichst weit entfernten Richtungspunkt R' , bzw. R'' genau festgelegt worden, wobei nach Figur 3

$$ETR' = 100^\circ - \omega \quad \text{und} \quad R''TE = 100^\circ + \omega \quad \text{ist,}$$

wird der Theodolit auf dem durch das Mass $TM = a$ bestimmten Punkt M aufgestellt. Hierauf wird mit $R'MA = 100^\circ - \frac{\omega}{2}$, bzw. mit $R''MA = 300^\circ - \frac{\omega}{2}$, die Sollvisur für

$M-A$ erhalten, die nun zur genaueren Absteckung des Punktes A auf $A'A''$ verwertet wird.

Zur Absteckung der

Zwischenpunkte auf \widehat{AM} : $P = P_1, P_2, P_3 \dots P_7$

braucht man nun die Peripheriewinkel: $\omega = \widehat{AMP} = \omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_7$ zu den Argumenten in B, 2: $b = 4, 8, 12 \dots 28$ m.

Für die Längenmessungen kommt nur die Sehnenlänge in Betracht:

$$AP_1 = P_1P_2 = P_2P_3 = \dots P_6P_7 = S_1 = 5 \cdot s_1 = 5 \cdot 3,9997 = 19,998 \text{ m.}$$

Als Kontrollmass dient dann noch die Länge S' des Bogens $P_7\widehat{M} = B'$; hiefür hat man:

$$B' = 24,092 \text{ m}; b' = \frac{B'}{5} \sim 5 \text{ m mit } b'-s' = 0,5 \text{ mm,}$$

$$B'-S' = 5 \cdot (b'-s') = 2,5 \text{ mm}; S' = B' - (B'-S') = 24,090 \text{ m.}$$

D. Besondere Fälle.

Nach der Besprechung der Absteckungen für normale Verhältnisse mögen hier noch einige Fälle mit extremen Beträgen des Centriwinkels etwas näher verfolgt werden.

1. Kurve mit sehr kleinem Centriwinkel.

In stark kupiertem Gelände ist die Anwendung längerer gerader Strassenstrecken vor allem dann ausgeschlossen, wo eine grosse Querneigung des Terrains eine enge Anschmiebung der Strassenachse an die Null-Linie erfordert; andererseits ist oft nur die *Absteckung* längerer Geraden erschwert dadurch, dass einzelne Bäume oder kleinere Bodenerhöhungen in die Visierlinie treten. Da bei Strassen sehr lange gerade Strecken ohnehin ermüdend wirken, ist es dann am einfachsten, bei den Visierhindernissen Eckpunkte einzuschalten, und zwar selbst auf die Gefahr hin, dass sich daselbst eventuell in den Richtungen nur sehr kleine Abweichungen ergeben.

Für einen derartigen Spezialfall habe sich als Centriwinkel nur der kleine Betrag von 0,500 Grad herausgestellt, so dass nach Tabelle a für $r = 100 \text{ m}$ wird:

$$t = 0,393 \text{ m,} \quad a = 0,001 \text{ m,} \quad b = 0,785 \text{ m.}$$

Diese kleinen Längen bedingen die Wahl eines sehr grossen Radius r der wirklichen Kurve, damit das Profil M, das unter allen Umständen berücksichtigt werden muss, nicht allzu nahe an die Profile A und E heranrückt. Dementsprechend entscheiden wir uns für einen Radius von $r = 5000 \text{ m}$, womit wird

$$t = 19,65 \text{ m,} \quad a = 0,05 \text{ m,} \quad b = 39,25 \text{ m.}$$

Diese Längen sind nun aber alle um 5 cm unsicher zufolge der Multiplikationen mit dem grossen Faktor $k = 5000 : 100 = 50$; diese Ungenauigkeit ist aber namentlich bei dem kleinen Bogenabstand a etwas bedenklich. Es empfiehlt sich deshalb, die obigen Längen auch noch nach dem genauern, unter III, A, d mitgeteilten Verfahren zu bestimmen.

1. Die Bogenlänge für $r = 5000 \text{ m}$ und $\gamma = 0,5$ ist gleich
 der » » $r = 100 \text{ m}$ » $\gamma = 25^{\circ},0$;

sie kann also direkt aus der Tabelle B, A. abgelesen werden zu: $b = 39,270$ m.

2. Damit ergibt sich weiter für die Längen t und a :

$$t = \frac{b}{2} + \frac{b}{6} \cdot \left(\frac{b}{2r}\right)^2 = 19,635 + 0,00006 = 19,635 \text{ m,}$$

$$a = \frac{b}{4} \cdot \frac{b}{2r} = 9,818 \times 0,003927 = 0,039 \text{ m.}$$

2. Kurve mit sehr grossem Centriwinkel.

Eine projektierte Waldstrasse erfordere bei der Traversierung eines schmalen Bergvorsprunges die Absteckung eines Kreisbogens mit dem ungewöhnlich grossen Centriwinkel

$$\gamma = 160^\circ.$$

Mit Rücksicht auf den Verkehr von Langholzfuhrwerken sei als Minimalradius, der bei dieser Kurve zur Anwendung gelangen soll, vorgeschrieben der Betrag von

$$r = 20 \text{ m.}$$

Die Zerlegung des Winkels γ in

$$\gamma = 100^\circ + \gamma_1 \quad \text{und} \quad \gamma = 2\gamma_2$$

ergibt für das vorliegende Beispiel

$$\gamma_1 = 60^\circ \quad \text{und} \quad \gamma_2 = 80^\circ,$$

wozu dann die Tabelle A. die Funktionswerte liefert

$$t_1 = 50,953 \text{ m,} \quad t_2 = 72,654 \text{ m,} \quad b_2 = 125,664 \text{ m.}$$

Mit den letztern Beträgen ergibt sich daher für die Längen t , a und b beim Bogen mit dem Radius $r = 20$ m:

$$t = r \cdot \frac{100 + t_1}{100 - t_1} = 61,55 \text{ m;} \quad m = \frac{r}{100} \cdot t_2 = 14,53 \text{ m,}$$

$$a = \frac{t}{100} \cdot t_2 = 44,75 \text{ m;} \quad b = \frac{2r}{100} \cdot b_2 = 50,27 \text{ m,}$$

wobei die Gleichung $m^2 + a^2 = (t-m)^2$ eine Rechenprobe liefert.

E. Wendeplatten-Kurve.

I. Begriffsentwicklungen.

Zwei Orte mit der Entfernung L und dem Höhenunterschied ΔH sollen durch eine Strasse verbunden werden. Uebersteigt dann das relative Gefälle $p = \frac{\Delta H}{L}$ das für die Strasse

zulässige Maximalgefälle p' in erheblichem Masse, so muss die Strassenachse in eine Zickzacklinie von der Länge $L' = p' \cdot \Delta H$ entwickelt werden. Das Tangentenpolygon $T_1 T_2 T_3 \dots$ wird daher in einzelnen Eckpunkten $T_i = W$ Richtungsänderungen aufweisen, die den Betrag eines rechten Winkels erheblich übersteigen, unter besonders schwierigen Verhältnissen sogar noch über 200° hinausgehen.

Den Strassenabschnitt, der zur Kurve eines solchen Punktes W gehört, nennt man eine «Kehre» oder «Wendeplatte», und die ganze Strasse wird als «Strassen-Serpentine» bezeichnet, sofern sie mehrere solcher Kehren aufweist.

2. Charakteristik der Wendeplatten.

In den Wendeplatten weist die Richtung der Strassenachse gegenüber derjenigen der Null-Linie sehr starke Abweichungen auf; daher werden sich auf der Talseite Profile mit grosser Dammhöhe und auf der Bergseite solche mit grosser Einschnittstiefe ergeben. Die diesbezüglichen Verhältnisse werden um so ungünstiger ausfallen, je steiler das Gelände ist und je grösser der Radius der Kurve gewählt wurde. Dadurch wird häufig die Erstellung von Stützmauern und Futtermauern nötig, durch welche die hier ohnehin hohen Baukosten eine weitere empfindliche Steigerung erfahren, insbesondere dann, wenn die Bodenbeschaffenheit Neigung zu Rutschungen anzeigt.

(Fortsetzung folgt.)

Kleine Mitteilungen.

Rücktritt des Direktors der Eidgen. Landestopographie, Herrn Dr. h. c. L. Held in Bern.

Aus den Tageszeitungen entnahm man, dass der schweiz. Bundesrat das Rücktrittsgesuch des Direktors der Landestopographie, Herrn Oberstlt. Held, auf 31. Dezember 1920 genehmigt habe, unter bester Verdankung der geleisteten Dienste.

Mit Direktor Held tritt eine Persönlichkeit in den wohlverdienten Ruhestand, die der Eidgenossenschaft fast ein halbes Jahrhundert lang hervorragende Dienste geleistet hat. Ohne diese Verdienste erschöpfend darstellen zu wollen, möchte ich in aller Kürze ein Lebensbild des in den Ruhestand Tretenden zeichnen.