Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Band: 108 (1957)

Heft: 9

Artikel: Das Abstecken von Kurven nach der Viertelsmethode

Autor: Wiedmer, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767634

pour des raisons de commodité à projeter les réseaux plus denses que les réflexions d'ordre purement financier le recommanderaient, car les chemins servent aussi de chantiers de travail, de voie d'accès pour les bûcherons et la surveillance de la forêt. La motorisation et le développement des téléphériques supplantent de plus en plus le transport par luge; tous les chemins doivent être prévus pour des véhicules à moteur. En revanche les exigences posées aux lignes de pentes peuvent être assouplies. Des contrepentes modérées peuvent être envisagées et les chemins ne doivent plus nécessairement suivre le bas des peuplements desservis.

La pente idéale varie entre 7 et 9 %; néanmoins les conditions topographiques obligent parfois à la dépasser. Le raccord des chemins entre eux doit être étudié avec une attention particulière. Dans les régions très difficiles à desservir par des chemins, l'emploi de téléphériques élévateurs à longue portée peut apporter une solution rationnelle. *J.-B. Chappuis*

Das Abstecken von Kurven nach der Viertelsmethode

Von *F. Wiedmer*, Sigriswil

Oxf: 383.1--05

Es gibt bekanntlich sehr verschiedene Methoden zum Abstecken von Kurven im Gelände. Jede Methode hat ihre Vorteile und Nachteile. Die eine ist etwas genauer, während bei der anderen die Einfachheit auf Kosten der Genauigkeit in den Vordergrund gestellt ist.

Eine der einfachsten Arten ist die sog. Viertelsmethode, und es ist nicht von ungefähr, wenn in der Praxis diese am häufigsten angewandt wird. Besonders die Vorarbeiter und Bauführer stecken die Kurven fast durchwegs nach dieser Methode ab. Es lohnt sich deshalb schon, diese einmal auf ihre Tauglichkeit hin zu prüfen. Beim praktischen Wegbau zeigt sich immer wieder, daß die Viertelsmethode nur bei flachen Bogen brauchbare Resultate liefert. Bei engen Kurven schreiten die Vorarbeiter zu gefühlsmäßigen Korrekturen oder sie wenden «Probiermethoden» an. Weder das eine noch das andere vermag den seriösen Wegbauer zu befriedigen.

Die Fehlerquellen bei der Kurvenabsteckung nach der Viertelsmethode sind zweifacher Natur:

1. Wird in der Praxis die Pfeilhöhe f nur in den seltensten Fällen gerechnet, sondern einfach gleich dem Bogenabstand a gesetzt. Daß dies nur in sehr beschränktem Maß zulässig ist, zeigt folgende Ableitung (vgl. Skizze):

$$\cos\frac{z}{2} = \frac{r}{a+r}$$

$$\text{somit ist } a = r\left(\frac{1}{\cos\frac{z}{2}} - 1\right) \qquad (1)$$

$$f = r - y$$

$$y = r \cdot \cos\frac{z}{2}$$

$$f = r - r\cos\frac{z}{2}$$

$$f = r\left(1 - \cos\frac{z}{2}\right) \tag{2}$$

Aus Gleichung (1) und (2) folgt

$$\frac{a}{f} = \frac{r\left(\dfrac{1}{\cos z/2} - 1\right)}{r\left(1 - \cos\dfrac{z}{2}\right)} = \frac{1 - \cos\dfrac{z}{2}}{\cos\dfrac{z}{2}\left(1 - \cos\dfrac{z}{2}\right)}$$

$$\underline{\text{somit}: f = a \cdot \cos\frac{z}{2}} \tag{3}$$

Diese Gleichung (3) sagt aus, daß der Bogenabstand a mit dem Cosinus des halben Zentriwinkels multipliziert werden muß, um die Pfeilhöhe f zu erhalten. Über die praktische Auswirkung dieser Feststellung geben folgende Beispiele Auskunft:

Polygonwinkel (alte Grad)	Zentriwinkel (alte Grad)	$\cos\frac{z}{2}$
180	0	1,000
150	30	0,966
120	60	0,866
90	90	0,707
60	120	0,500
30	150	0,259
0	180	0,000

Daraus ergibt sich, daß f nur bei ganz flachen Bogen praktisch gleich a gesetzt werden darf. Noch bei relativ großen Polygonwinkeln ergeben sich Fehler, die das Maß der praktischen Genauigkeit überschreiten.

2. Die zweite Fehlerquelle ergibt sich dann, wenn zum Abstecken des Viertelpunktes P der Wert der Pfeilhöhe f geviertelt wird, um f' zu erhalten. Dies wird ja praktisch immer gemacht, und gerade darum ist die Viertelsmethode so einfach und beliebt. Einige mathematische Ableitungen geben uns auch hier Aufschluß über die Genauigkeit dieses Verfahrens:

Ähnlich wie Gleichung (2) läßt sich leicht ableiten:

$$\underline{f' = r\left(1 - \cos\frac{z}{4}\right)} \qquad (4)$$

Bringen wir die Gleichungen (2) und (4) zueinander in Beziehung, dann ergibt sich:

$$\frac{f}{f'} = \frac{r\left(1 - \cos\frac{z}{2}\right)}{r\left(1 - \cos\frac{z}{4}\right)}$$

Der Einfachheit halber setzen wir vorläufig für

$$\frac{z}{4} = v \text{ und für } \frac{z}{2} = 2\,v$$

$$\frac{f}{f'} = \frac{1 - \cos 2\,v}{1 - \cos v} \qquad \cos 2\,v = 2\cos^2 v - 1$$

$$\frac{f}{f'} = \frac{1 - 2\cos^2 v + 1}{1 - \cos v} = \frac{2\,(1 - \cos^2 v)}{1 - \cos v}$$

$$\frac{f}{f'} = \frac{2\,(1 + \cos v)\,(1 - \cos v)}{1 - \cos v}$$

$$\frac{f}{f'} = 2\,(1 + \cos v)$$

$$\underline{f' = \frac{f}{2\left(1 + \cos\frac{z}{4}\right)}} \qquad (5)$$

Wir wollen auch hier an einigen praktischen Beispielen uns über die Größe des Faktors $\dfrac{1}{2\left(1+\cos\dfrac{z}{4}\right)}$ Aufschluß geben, d. h. wir wollen sehen, wie weit er sich dem in der Praxis angewandten Wert von $^1/_4$ nähert.

Polygonwinkel (alte Grad)	Zentriwinkel (alte Grad)	$1:2\left(1+\cos\frac{z}{4}\right)$	%
180	0	1 : 4,000	0
150	30	1 : 3,983	1,07
120	60	1 : 3,932	4,32
90	90	1 : 3,848	9,88
60	120	1 : 3,732	17,95
30	150	1 : 3,587	28,85
0	180	1 : 3,414	42,90

Auch hier zeigt sich, daß bei flachen Bogen die Genauigkeit befriedigend ist. Bei engen Kurven ergeben sich aber ebenfalls Fehler, welche die Viertelsmethode in Mißkredit bringen.

Beide unter Punkt 1 und Punkt 2 untersuchten Fehler sind also prinzipiell gleich geartet: Bei kleinen Zentriwinkeln bringen sie nur geringfügige Abweichungen, bei spitzeren Polygonwinkeln treten sie aber so stark in Erscheinung, daß sie die Anwendung der praktischen Viertelsmethode verunmöglichen. Zudem haben sie die unangenehme Eigenschaft, daß sie in gleichem Sinn wirken, sich also addieren.

Die verbesserte Viertelsmethode

An eine beliebige Kurvenabsteckungsmethode sollten folgende Anforderungen gestellt werden können:

a) Der Projektverfasser will auf möglichst einfache Art alle Kurvenelemente berechnen können. Wünschenswert ist ferner, daß die Kurve mit möglichst wenig Zahlen bestimmt werden kann;

b) die im Plan eingetragenen Kurvenelemente müssen einem Vorarbeiter ermöglichen, die Kurve einwandfrei ins Gelände zu übertragen;

c) der Vorarbeiter soll nicht nur Anfangs-, Mittel- und Endpunkt der Kurve, sondern eine beliebig große Zahl von Zwischenpunkten auf einfache Art und Weise abstecken können. Diese Forderung erachte ich als besonders wichtig, weil für das Setzen der Bordsteine und das Ausziehen der Bankette und Wegränder dem Arbeiter eine ganze Reihe von Punkten gegeben werden müssen. Nur dann ist es möglich, daß auch ungewohnte Arbeiter eine flüssige Kurvenlinie anlegen können.

All diesen Ansprüchen würde die Viertelsmethode in trefflichster Art und Weise genügen, wenn sie nicht mit den festgestellten Fehlern behaftet wäre. Gelingt es aber, diese Fehler auszumerzen, dann scheint mir diese Methode eine geradezu ideale Art der Kurvenabsteckung zu sein. Im folgenden sei dargelegt, wie es möglich ist, diese falschen Resultate der Viertelsmethode zu korrigieren:

Gegeben sei einzig der Polygonwinkel p, welcher mit dem Aufnehmen der Polygonlinie (Wegachse) auf jeden Fall gemessen werden muß.

Gewählt wird der dem Gelände am besten angepaßte Radius.

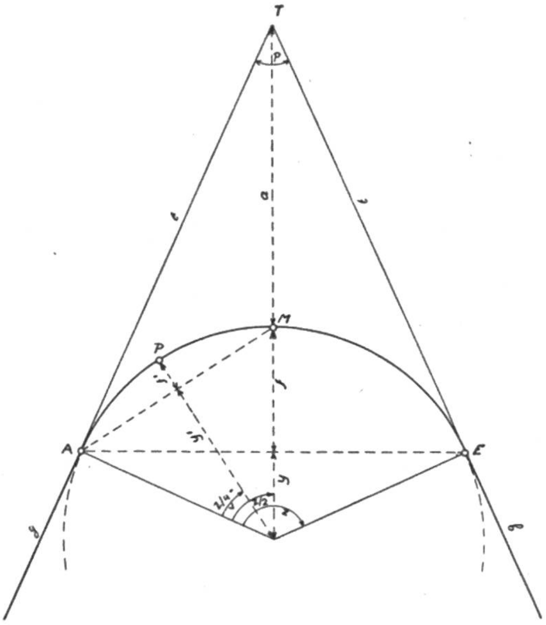
Gerechnet werden müssen nun mittels der Zwicky-Tabelle oder des Aretin die Tangentenlänge und der Bogenabstand. Damit sind Bogenanfang, Bogenmitte und Bogenende gegeben.

Zu bestimmen bleibt nun einzig noch ein genaues Maß, um jeden beliebigen Zwischenpunkt festlegen zu können. Dieses Maß kann so gefunden werden, daß die Bogenhöhe für den Viertelspunkt P, also f', berechnet wird. Alle weiteren Punkte können durch fortgesetztes Vierteln von f' erhalten werden. Da für f'' (Bogenhöhe beim Achtelspunkt) nur noch der Cosinus von $z/8$ eine Abweichung vom theoretisch richtigen Wert gibt, ist die praktisch verlangte Genauigkeit $f'' = f'/4$ in jedem Fall gewährleistet.

Die Berechnung von f' kann für den Radius 100 nach Formel 4 der vorhergehenden Ableitung sehr einfach erfolgen. Zu beachten ist einzig, daß eine Cosinus-Tabelle verwendet wird, welche der Gradeinteilung der Meßinstrumente und der Kurventabelle entspricht (100-Grad-Teilung oder 90-Grad-Teilung).

Dieses mathematisch genau berechnete f' für den Radius 100 wird nun am besten in der verwendeten Kurventabelle ein- für allemal eingetragen. So ist es dem Projektverfasser möglich, mit der gleichen Rechenschiebereinstellung alle nötigen Kurvenelemente, das sind nebst dem Radius R die Tangente t, der Bogenabstand a und die Bogenhöhe für den Viertelspunkt f', zu bestimmen. (Die Bogenhöhe f für den Mittelpunkt M muß für diese Art der Absteckung nicht bekannt sein.)

Im Wegprojekt muß nun nebst den üblichen Kurvenelementen neu das Maß für f' angegeben werden. Damit ist der Bauführer in der Lage, *jede Kurve,* sei sie flach oder spitz, in der ihm bekannten Art einwandfrei abzustecken. Diese Methode der Kurvenabsteckung vereint in sich die Vorteile der Einfachheit wie der Genauigkeit, sie ist in jedem Gelände anwendbar und bietet zudem den Vorzug, daß die Vorarbeiter nicht umlernen müssen, sondern nach der altbewährten «Viertelsmethode» ihre Kurven abstecken können.



A = Bogenanfang
M = Bogenmitte
E = Bogenende
P = Viertels-Bogenpunkt
T = Tangentenpunkt
p = Polygonwinkel
z = Zentriwinkel
$z/2$ = halber Winkel
$z/4$ = Viertelwinkel = v

t = Tangente
g = Straßenachse
a = Bogenabstand
f = Bogenhöhe oder Pfeilhöhe
y = Kurvenradius minus Bogenhöhe
f' = Bogenhöhe für Viertelspunkt P
y' = Kurvenradius minus f'

Résumé

Le piquetage des courbes par la méthode des flêches de quarts

Une des méthodes les plus simples pour le piquetage des courbes est celle des «flèches de quarts». C'est une méthode approché qui est très souvent utilisée dans la pratique, mais elle convient seulement pour les courbes peu accentuées.

L'auteur analyse des différentes erreurs que cette méthode renferme et qui la rendent impropre au piquetage de courbes serrées. Il propose ensuite une amélioration de cette méthode qui permet de piqueter avec exactitude, non seulement le commencement, le milieu et la fin de la courbe, mais encore un nombre illimité de points intermédiaires. Cette amélioration réside dans le calcul exact de f', c'est-à-dire le quart de la flèche. On peut ajouter à une table de piquetage les différentes valeurs de f' en fonction de l'angle p valables pour un rayon de 100 m. Ainsi, dans un projet de route, on indiquera, en plus des élements ordinaires de la courbe, la valeur de f', et chaque chef de chantier pourra piqueter avec exactitude n'importe quelle courbe, qu'elle soit accentuée ou non. *Farron*