

# Einfachste Absteckung von Strassenkurven

Autor(en): **Sprecher, Anton v.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **26 (1928)**

Heft 5

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-190790>

## **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: Dr. H. FLUCK, Dipl. Kulturingenieur, Neuchâtel, 9, Passage  
Pierre qui roule (beurl.). — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats.

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

Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats	<b>No. 5</b> des <b>XXVI. Jahrganges</b> der „Schweiz. Geometerzeitung“.	Abonnemente: Schweiz . . . Fr. 12.— jährlich Ausland . . . „ 15.— „
Inserate: 50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile	<b>8. Mai 1928</b>	Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins

## Einfachste Absteckung von Straßenkurven.

Von *Anton v. Sprecher*, Chur.

Wie ich gelegentlich erfahren habe, ist die einfachste Bogenabsteckung ohne Winkelmessung und ohne Tabelle sehr wenig bekannt; ich konnte sie auch in keinem Ingenieurkalender und auch nicht in dem dreibändigen Lehrbuch von Jordan finden. Im letzteren steht etwas ähnliches nur für weitere Zwischenpunkte, nicht aber für die Kurvenmitte und dies ist gerade die wesentlichste Vereinfachung.

Alle Verfahren der Kalender stützen sich auf Winkelmessungen, trigonometrische Formeln oder Tabellenwerte, zu deren praktischer Verwendung man also Instrumente und Bücher aufs Feld nehmen muß, während man das einfache nachstehende Verfahren sehr leicht im Kopf behalten und die wenigen Berechnungen im Kopf ausführen kann, was immer viel rascher geht. Besonders bei Feldwegen in unübersichtlichem, mit Obstbäumen und dergleichen besetztem Gelände kommt man viel leichter durch als mit Winkelmessungen. Aber auch bei Hauptstraßen ist eine Absteckung von scharfen Kehren mittelst Winkelmessung ganz unzweckmäßig und überflüssig, weil ja doch die Straßenränder bei solchen Kehren keine konzentrischen Kreisbögen sind, sondern sich nur den Geländeformen in einer dem Auge gefälligen Art anpassen müssen und oft kaum in eine geometrisch-gesetzliche Beziehung zur Straßenaxe gebracht werden können.

So viel ich weiß, wurde das nachstehende elementare Verfahren seit einem halben Jahrhundert für die meisten oder alle Straßenbauten des Kantons Graubünden angewendet. Es erfordert weder Tabelle, noch Winkelinstrument, höchstens einen Winkelspiegel oder ein Prisma.

### A. Verfahren.

Gegeben seien, wie in weitaus den meisten praktischen Fällen, die Lage der beiden Tangentenrichtungen und der Anfangspunkt  $A$  der Kurve. Der Tangentenschnittpunkt  $T$  ist rasch bestimmt, den Bogenendpunkt  $E$  erhält man durch Absteckung der Tangentenlänge  $t = AT$  von  $T$  aus nach  $E$  (Fig. 1). Der Abschnitt  $TD = c$  auf dem Perpendikel von  $T$  zu  $AE$  wird halbiert und dieser Punkt wird als Kurvenmitte  $M$  bezeichnet. Haben wir beim Messen von  $t$  auf  $AT$  und  $TE$  gerade die Halbierungspunkte  $H_1$  und  $H_2$  abgesteckt, so brauchen wir nur noch  $\frac{c}{8}$  daselbst auf dem Perpendikel nach innen aufzutragen, um zwei weitere Kurvenpunkte  $K_1$  und  $K_2$  zu erhalten. In weitaus den meisten Fällen genügen diese 5 Kurvenpunkte  $A$ ,  $E$ ,  $M$ ,  $K_1$  und  $K_2$  vollkommen und man erkennt gewiß sofort, daß dies rasch und leicht auszuführen ist. Steckt man noch  $\frac{t}{4}$  von  $A$  und von  $E$  gegen  $T$  ab und auf den beiden Seiten die Ordinate  $\frac{c}{32}$ , so erhält man zwei weitere Kurvenpunkte  $L_1$  und  $L_2$ .

Soll der Weg vermarktet werden, so hat man einfach an diesen 5 oder 7 Stellen die halbe Straßenbreite nach beiden Seiten abzustecken und die Markenpaare zu setzen.

### B. Nebenfragen und Beispiele von Spezialfällen.

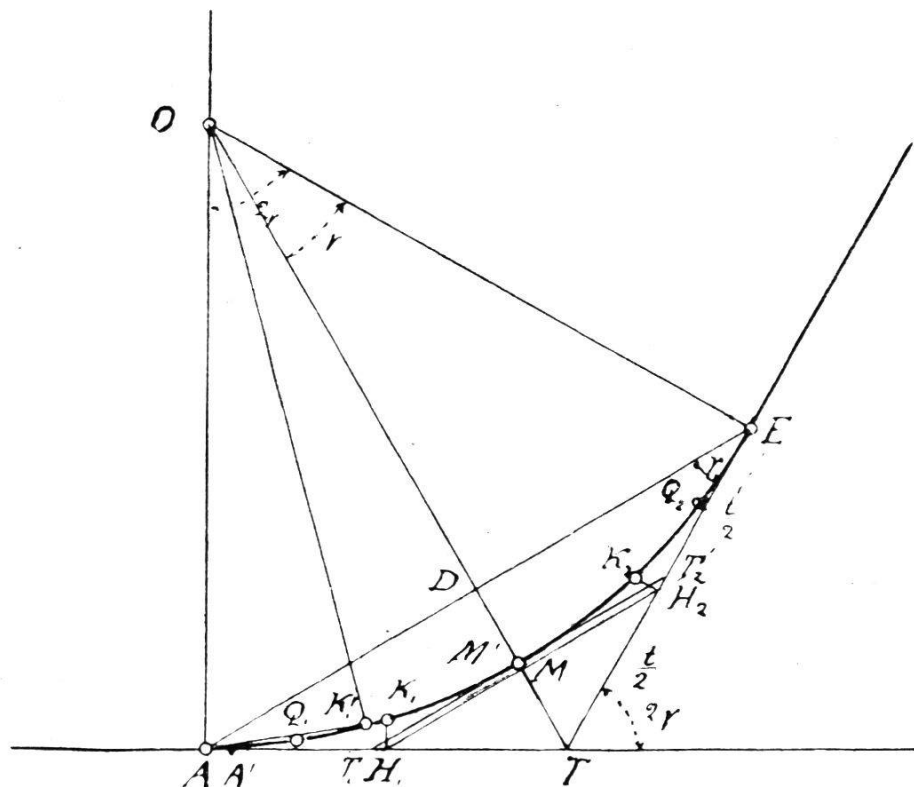
#### I. Kurvenradius.

Bei Feldwegen und Nebenstraßen hat es keinen praktischen Wert, ob man den Kurvenradius kennt oder nicht, ob derselbe 20, 22 oder 17 m, ob er 100 oder 150 m beträgt, wenn er nur nicht unter ein gewisses zulässiges Minimum sinkt. Wünscht man denselben dennoch zu kennen, so ist er sofort im Kopf auf dem Felde zu berechnen aus der einfachen Formel  $\gamma = \frac{t^2}{c}$  genähert oder genau  $r = \frac{st}{c}$ , wo  $s$  die halbe Sehne bedeutet, die man in diesem Falle rasch noch messen kann.

#### II. Genauigkeit dieser Näherung.

Die Kurve, welche nach dem hier angegebenen Verfahren abgesteckt wird, ist allerdings kein genauer Kreisbogen, sondern sie liegt zwischen dem Kreisbogen und der Parabel, welche beide die gegebenen Tangenten in  $A$  und  $E$  berühren. Unsere Bogenmitte  $M$  befindet sich genau auf der Parabel, aber die Zwischenpunkte  $K$  und  $Q$  liegen ein wenig innerhalb derselben, dagegen der Kreisbogen liegt an allen Orten, ausgenommen in  $A$  und  $E$ , noch mehr innerhalb. Diese Abweichungen wachsen proportional zu den Kurvenradien und ferner auch mit zunehmendem Zentriwinkel, wie man leicht aus der nachstehenden Tabelle ersehen kann. Diese ist für die Praxis ganz überflüssig und soll hier nur zur Beurteilung der Verwendbarkeit des Verfahrens dienen, ebenso die nachstehenden Ableitungen.

Bezeichnen wir mit  $M'$  die Bogenmitte auf dem Kreisbogen, welche nahe an  $M$  liegt — in Fig. 1 ist nur der Kreisbogen ausgezogen — mit  $p$  den Pfeil des Kreisbogens, also die Strecke  $D M'$  und mit  $q$  die Strecke  $M'—T$ , so ist, wenn  $p + q = c = 2 a$  gesetzt wird, der Abstand  $M M'$  oder also der Fehler von  $M$ :  $f = a - p$ .



Figur 1.

Nun ergeben sich aus der Fig. 1 sofort folgende Werte für eine Richtungsänderung  $2\gamma$ , welche gleich ist dem Zentriwinkel:

$$s = A D = r \sin \gamma = t \cos \gamma \quad t = A T = r \operatorname{tg} \gamma$$

$$c = D T = s \operatorname{tg} \gamma = r \frac{\sin^2 \gamma}{\cos \gamma} = t \sin \gamma$$

$$p = D M' = s \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = r \sin \gamma \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 2 r \sin \frac{\gamma}{2} \cos \frac{\gamma}{2} \frac{\sin \frac{\gamma}{2}}{\cos \frac{\gamma}{2}} = 2 r \sin^2 \frac{\gamma}{2}$$

$$= t \cos \gamma \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

$$q = M' T = \frac{r}{\cos \gamma} - r = \frac{r}{\cos \gamma} (1 - \cos \gamma) = \frac{2 r}{\cos \gamma} \sin^2 \frac{\gamma}{2} = \frac{p}{\cos \gamma}$$

$$a = \frac{c}{2} = \frac{r \sin^2 \gamma}{2 \cos \gamma} = \frac{t}{2} \sin \gamma$$

$$f = a - p = \frac{r}{2 \cos \gamma} \left( \sin^2 \gamma - 4 \cos \gamma \sin^2 \frac{\gamma}{2} \right)$$

$$= \frac{r}{2 \cos \gamma} \left[ \left( 4 \sin^2 \frac{\gamma}{2} \cos^2 \frac{\gamma}{2} - 4 (\cos^2 \frac{\gamma}{2} - \sin^2 \frac{\gamma}{2}) \sin^2 \frac{\gamma}{2} \right) \right]$$

$$= 2 r \frac{\sin^4 \frac{\gamma}{2}}{\cos \gamma} = t \sin^2 \frac{\gamma}{2} \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

(1)

Die genauen Koordinaten der Punkte auf dem Kreisbogen erhalten wir am besten durch folgende Ableitung aus der Gleichung des Kreises:

$$x^2 + (x - y)^2 = r^2 \quad x^2 + y^2 = 2 r y \quad y = r \pm \sqrt{r^2 - x^2}$$

Diese Formel läßt sich am besten logarithmisch verwenden, wenn man setzt:

$$y = r \pm \sqrt{(r + x)(r - x)} \quad (2)$$

Dabei ist nur das untere Vorzeichen der Quadratwurzel zu berücksichtigen, da das positive einen sehr weit entfernten Punkt ( $y$  nahezu gleich  $2 r$ ) liefern würde.

Man kann aber auch eine viel bequemere Formel für  $y$  ableiten, welche ohne Logarithmen ganz gute Resultate liefert:

$$y = r \left(1 - \sqrt{1 - \frac{x^2}{r^2}}\right) = r \left(1 - \sqrt{1 - \zeta}\right) \quad \zeta = \frac{x^2}{r^2} \text{ gesetzt.}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{1 - \zeta} &= (1 - \zeta)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \zeta + \frac{\frac{1}{2}(-\frac{1}{2})}{1 \cdot 2} \zeta^2 - \frac{\frac{1}{2}(-\frac{1}{2})(-\frac{3}{2})}{1 \cdot 2 \cdot 3} \zeta^3 \\ &\quad + \frac{\frac{1}{2}(-\frac{1}{2})(-\frac{3}{2})(-\frac{5}{2})}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \zeta^4 - \dots \end{aligned}$$

$$= 1 - \frac{1}{2} \zeta - \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 4} \cdot \zeta^2 - \frac{1 \cdot 1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \zeta^3 - \frac{1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \zeta^4 \dots$$

$$1 - \sqrt{1 - \zeta} = \frac{1}{2} \zeta \left(1 + \frac{1}{4} \zeta + \frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 6} \zeta^2 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{4 \cdot 6 \cdot 8} \zeta^3 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} \zeta^4 \dots\right)$$

$$= \frac{1}{2} \zeta (1 + Z) \quad (3)$$

$$y = r \frac{1}{2} \zeta (1 + Z)$$

Berücksichtigen wir, daß  $r = \frac{t}{\operatorname{tg} \gamma}$  und  $\zeta = \frac{x^2}{r^2}$ , also  $r \zeta = \frac{x^2}{t} \operatorname{tg} \gamma$ , so erhalten wir:

$$y = \frac{x^2}{2t} \operatorname{tg} \gamma (1 + Z) \quad (4) \quad Z = \frac{1}{4} \zeta + \frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 6} \zeta^2 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{4 \cdot 6 \cdot 8} \zeta^3 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10} \zeta^4 + \dots$$

$$\text{Für den Punkt } K_1 \text{ ist } x_1 = \frac{t}{2}, \text{ also } y_1 = \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{8} (1 + Z)$$

$$\text{worin } \zeta = \frac{x^2}{r^2} = \frac{t^2 \operatorname{tg}^2 \gamma}{4 t^2} = \frac{\operatorname{tg}^2 \gamma}{4} \quad \text{für } \begin{cases} \gamma = 25^\circ \text{ ist } \zeta = 0,0544 \\ r = 100 \end{cases}$$

$$\text{und } Z = 0,0136 + 0,00031 + 0,00007,$$

$$Z = 0,0140, \text{ also stark konvergent.}$$

Die Abweichung des Punktes  $K_1$  auf dem Kreisbogen von demjenigen unserer genäherten Konstruktion mit  $y' = \frac{a}{4} = \frac{c}{8} = \frac{t \sin \gamma}{8}$

beträgt also:

$$f' = y_1 - y' = \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{8} (1 + Z) - \frac{t \sin \gamma}{8} = \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{8} (1 - \cos \gamma) + \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{8} Z$$

$$f' = \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{4} \sin^2 \frac{\gamma}{2} + \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{8} Z \quad (5) \quad \zeta = \frac{\operatorname{tg}^2 \gamma}{4}$$

Aus der Tabelle ersehen wir, daß dieser Fehler bei  $r = 100$  m und  $\gamma = 30^\circ$   $4,258 - 3,608 = 0,65$  m oder rund ein Sechstel dieser Ordinate, während der Fehler gegenüber dem Parabelpunkt nur  $1 \frac{1}{2}$  cm ausmacht und zwar liegt wirklich der genäherte Punkt zwischen Kreis und Parabel.

$$\text{Für den Punkt } Q \text{ ist } x_2 = \frac{t}{4} \quad \zeta = \frac{t^2 \operatorname{tg}^2 \gamma}{16 t^2} = \frac{\operatorname{tg}^2 \gamma}{16}$$

$$y = \frac{t^2 \operatorname{tg} \gamma}{16 \cdot 2t} (1 + Z) = \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{32} (1 + Z)$$

$$\begin{aligned} \text{Der Fehler unserer Näherung wird demnach; da } \frac{a}{16} &= \frac{t \sin \gamma}{32} \\ &= \frac{t \operatorname{tg} \gamma}{32} \cos \gamma \end{aligned}$$

$$f'' = y_2 - \frac{a}{16} = \frac{t \operatorname{tg}^3 \gamma}{32} (1 + Z - \cos \gamma) \quad (6)$$

Die Tabelle gibt an, daß z. B. für  $r = 100$ ,  $\gamma = 30^\circ$  der genäherte Punkt  $Q$  um 15 cm außerhalb des Kreises und um 7 cm innerhalb der Parabel liegt.

Wir sehen aus der Tabelle, daß die beiden ersten Fehler  $f$  und  $f'$  kleiner bleiben als ein halber Meter, so lange die Radien unter 100 m und die Zentriwinkel unter  $50^\circ$ , also  $\gamma$  unter  $25^\circ$  betragen.

Wenn wir unsere Kurve mit der Parabel vergleichen wollen, so verwenden wir entweder die Scheitelgleichung:  $y^2 = 2 px$  oder wir transformieren sie so, daß die  $x$  Axe in die Tangente durch  $A$  und der Nullpunkt in  $A$  fällt.

Im ersteren Fall muß man die Gleichungen der Tangente  $AT$  und der Senkrechten hiezu durch die Punkte  $K$  und  $Q$  aufstellen, den Schnitt der letzteren mit der Parabel und mit der Tangente berechnen und die Strecke zwischen den entsprechenden Schnittpunkten berechnen; diese ist unser  $z$  in der Tabelle.

Die transformierte Gleichung der Parabel lautet:

$$y^2 - \frac{2t}{\operatorname{tg}^3 \gamma} \left(1 + \frac{t-x}{t} \operatorname{tg}^2 \gamma\right) y + \frac{x^2}{\operatorname{tg}^2 \gamma} = 0$$

und liefert folgende Werte:

$$\text{für Punkt } K_1: x_1 = \frac{t}{2} \quad y_1 = z_1 = \frac{t}{8} \frac{\operatorname{tg} \gamma}{1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \gamma} (1 + Z)$$

$$\text{wo } Z \text{ die gleiche Reihe wie in (4) bedeutet und } \zeta = \frac{\operatorname{tg}^4 \gamma}{4 \left(1 + \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \gamma\right)^2}$$

$$\text{für den Punkt } Q \text{ ist } x_2 = \frac{t}{4} \quad y_2 = z_2 = \frac{t}{32} \frac{\operatorname{tg} \gamma}{1 + \frac{3}{4} \operatorname{tg}^2 \gamma} (1 + Z)$$

$$\zeta = \frac{\operatorname{tg}^4 \gamma}{16 \left(1 + \frac{3}{4} \operatorname{tg}^2 \gamma\right)^2}$$

(Textfortsetzung Seite 95)

**Tabelle der Bogenverhältnisse und der Fehler der Näherungen.**

$\gamma =$	5°	10°	15°	20°	25°	30°
<i>I. Radius <math>r = 100</math>.</i>						
$t = r \cdot \operatorname{tg} \gamma$	8.75	17.63	26.80	36.40	46.63	57.73
$c = p + q = r \frac{\sin^2 \gamma}{\cos \gamma} = t \cdot \sin \gamma$	0.76	3.06	6.94	12.45	19.71	28.87
$p = 2r \sin^2 \frac{\gamma}{2}$	0.38	1.52	3.41	6.03	9.37	13.40
$a = \frac{c}{2} = \frac{p+q}{2}$ Punkt <i>M</i>	0.38	1.53	3.47	6.22	9.85	14.43
$f = a - p = 2r \frac{\sin 4 \frac{\gamma}{2}}{\cos \gamma}$ „ <i>M</i>	—	1	6	19	48	1.03
$y_1 =$ Ordinate d. Kreispunktes Punkt <i>K</i> : $x_1 = \frac{t}{2}$	0.096	0.389	0.901	1.670	2.760	4.258
$\frac{a}{4} = \frac{c}{8}$ Näherung Punkt <i>K</i>	0.095	0.382	0.867	1.556	2.464	3.608
$z_1 =$ Ordinate d. Parabelpunkt. Punkt <i>K</i>	0.095	0.382	0.867	1.553	2.460	3.593
$f' = y_1 - \frac{a}{4}$ „ <i>K</i>	0.001	0.007	0.034	0.114	0.296	0.650
$y_2 =$ Ordinate d. Kreispunktes Punkt <i>Q</i> : $x_2 = \frac{t}{4}$	0.024	0.097	0.225	0.415	0.682	1.048
$\frac{a}{16} = \frac{c}{32}$ Näherung Punkt <i>Q</i>	0.024	0.096	0.217	0.389	0.616	0.902
$z_2 =$ Ordinate d. Parabelpunkt. Punkt <i>Q</i>	0.024	0.095	0.213	0.376	0.584	0.835
<i>II. Radius <math>r = 50</math>.</i>						
$t = r \cdot \operatorname{tg} \gamma$	4.37	8.81	13.40	18.20	23.31	28.86
$c = p + q = r \frac{\sin^2 \gamma}{\cos \gamma} = t \cdot \sin \gamma$	0.38	1.53	3.47	6.22	9.85	14.43
$p = 2r \sin^2 \frac{\gamma}{2}$	0.19	0.76	1.70	3.01	4.68	6.70
$a = \frac{c}{2} = \frac{p+q}{2}$ Punkt <i>M</i>	0.19	0.76	1.73	3.11	4.92	7.21
$f = a - p = 2r \frac{\sin 4 \frac{\gamma}{2}}{\cos \gamma}$ „ <i>M</i>	—	—	0.03	0.10	0.24	0.51
$\frac{a}{4} = \frac{c}{8}$ Näherung „ <i>K</i>	0.05	0.19	0.44	0.78	1.23	1.80
$f' = y_1 - \frac{a}{4}$ „ <i>K</i>	—	—	0.01	0.05	0.14	0.32

$\gamma =$	5°	10°	15°	20°	25°	30°
<i>III. Radius <math>r = 30</math>.</i>						
$t = r \cdot \operatorname{tg} \gamma$	1.75	3.53	5.36	7.28	9.33	11.55
$c = p + q = r \frac{\sin^2 \gamma}{\cos \gamma} = t \cdot \sin \gamma$	0.15	0.61	1.39	2.49	3.94	5.77
$p = 2r \sin^2 \frac{\gamma}{2}$	0.08	0.30	0.68	1.20	1.87	2.68
$a = \frac{c}{2} = \frac{p+q}{2}$ Punkt $M$	0.08	0.30	0.69	1.24	1.97	2.89
$f = a - p = 2r \frac{\sin 4 \frac{\gamma}{2}}{\cos \gamma}$ „ $K$	—	—	0.01	0.04	0.10	0.21
$\frac{a}{4} = \frac{c}{8}$ Näherung      „ $K$	0.02	0.08	0.17	0.31	0.49	0.72
$f' = y_1 - \frac{a}{4}$ „ $K$	—	—	0.01	0.02	0.06	0.13

*III. Beispiel für  $r = 100$  m und  $\gamma = 25^\circ$ .*

Um ein gutes Bild von den Verhältnissen zu geben, seien hier die wichtigsten Maße für einen solchen Bogen zusammengestellt:

$$s = r \sin \gamma = 42.26 \quad t = r \operatorname{tg} \gamma = 46.63 \quad c = t \sin \gamma = 19.70$$

$$p = 2 r \sin^2 \frac{\gamma}{2} = 9.37 \quad q = 2 r \frac{\sin \frac{\gamma}{2}}{\cos \gamma} = 10.33$$

$$a = \frac{c}{2} = 9.85 \quad f = a - p = 0.48$$

$$\frac{a}{4} = 2.464 \quad y_1 = 2.756 \quad z_1 = 2.460 \quad f' = y_1 - \frac{a}{4} = 0.29 \quad \frac{a}{4} - z_1 = 0.004$$

$$\frac{a}{16} = 0.616 \quad y_2 = 0.682 \quad z_2 = 0.584 \quad f' = y_2 - \frac{a}{16} = 0.066, \quad \frac{a}{16} - z_2 = 0.032$$

*IV. Marksteine in gleichmäßigem Abstand.*

Wenn wir die Straßenkurve vermarken wollen, so zeigt es sich, daß die Entfernung  $m$  zwischen  $A$  und  $K_1$  größer ist als  $m_2$  zwischen  $K_1$  und  $M$  und zwar ergibt sich aus folgender Berechnung: wo  $x$  und  $y$  die Koordinaten von  $K_1$  auf dem Kreis und  $\varphi$  der Winkel zwischen dem Radius  $O K_1$  und  $O A$ , ferner  $r = 100$  und  $\gamma = 25^\circ$ :

$$x = r \sin \varphi = \frac{t}{2} \quad \sin \varphi = \frac{t}{2r} = 0.2331, \text{ somit}$$

$$\varphi = 13^\circ 28' 46'' \quad \gamma - \varphi = 25 - \varphi = 11^\circ 31' 14''$$

$$m_1 = 2 r \sin \frac{\varphi}{2} = 23.47 \quad m_2 = 2 r \sin \frac{\gamma - \varphi}{2} = 20.07.$$

Wollen wir aber die Markenpaare in gleichen Abständen haben, was besonders auf dem Plan viel schöner aussieht, so dürfen wir unbe-



denklich einfach von unserem Punkt  $K_1$  um 1.70 m genau in der Richtung gegen  $A$  bis Punkt  $M'$  rücken, dann werden beide Längen  $m = 21.77$  m. Dabei wird die neue Ordinate  $\frac{21.77 \cdot 2.46}{23.47} = 2.28$ , während das zugehörige  $y = 2.40$  wird, die Abweichung also nur 12 anstatt 29 cm.

Es zeigt sich aber, daß in diesem Falle die Abbiegungen zu stark werden, die Richtungsänderungen in  $A$  und  $E$  je  $6\frac{1}{4}^\circ$ , auf den drei übrigen Eckpunkten je  $12\frac{1}{2}^\circ$ . Um dies zu vermeiden, schaltet man in der Mitte jeder dieser Polygonseiten noch einen Zwischenpunkt ein, wodurch die Markdistanzen und Winkel auf etwa die Hälfte vermindert werden.

Am einfachsten und schnellsten läßt sich der Punkt  $Q$  abstecken mit  $x = \frac{t}{4}$  und  $y = \frac{a}{16}$ . In unserem Falle wird also  $x = 11.66$  und  $y = 0.616$ . Dieser Punkt liegt wieder etwas zu weit vom Bogenanfang entfernt, indem  $Q K' = 10.14$  wird. Diese Ungleichheit wird zwar niemand im Felde bemerken, wohl aber auf dem Plan. Legt man großen Wert darauf, so verschiebt man wieder den Punkt genau gegen  $A$  und zwar um 80 cm. In gleicher Weise legt man die Punkte in der Nähe von  $E$  fest. Für den Zwischenpunkt zwischen  $K_1$  und  $M$  empfiehlt sich folgendes Verfahren. Man steckt die Sehne  $K_1 M$  ab und halbiert sie und trägt die Länge  $\frac{1}{16} a$  als Ordinate nach außen auf.

#### V. Fälle von größeren Zentriwinkeln.

Sind wieder die beiden Tangenten und der Bogenanfang  $A$  gegeben, so bestimmt man wieder den Schnittpunkt der ersteren, mißt und halbiert  $A T_1$  in  $H_1$ , trägt diese Längen  $\frac{1}{2} t$  und  $t$  von  $T_1$  gegen  $E$  auf, erhält also  $H_2$  und  $E$ , mißt und halbiert  $H_1 H_2$  in  $M$ .

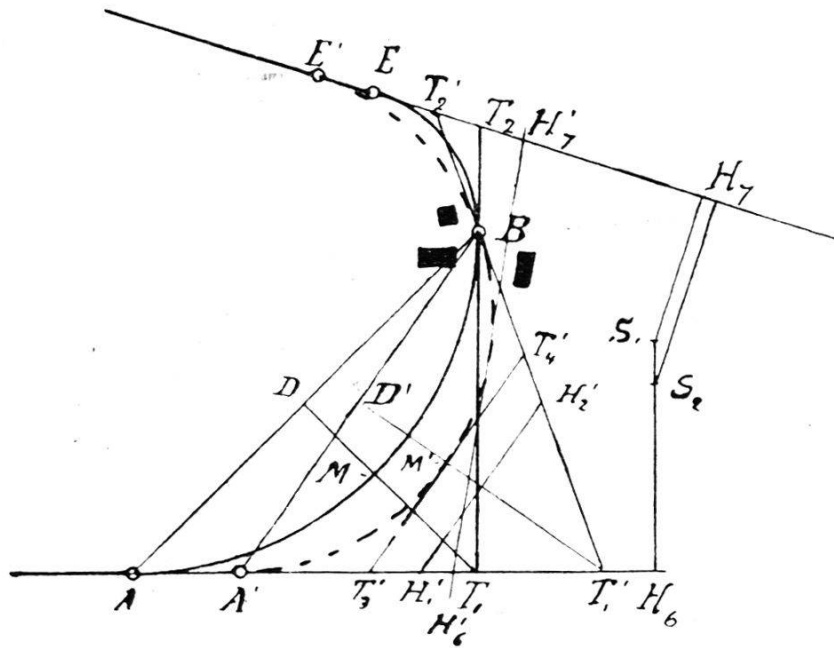
Das einfachste ist nun, die Punkte  $H_1$  und  $H_2$  als neue Tangenten-Schnittpunkte zu verwenden, also  $M$  als Endpunkt des ersten und als Anfangspunkt des zweiten Bogens anzusehen. Setzt man sich darüber hinweg, daß der so abgesteckte Bogen noch weiter von Kreis- und Parabelbogen abweicht, so muß man nur berücksichtigen, daß die Tangentenlängen  $A H_1$  und  $H_1 M$  (Fig. 1) ungleich sind, man also auch für die Hälften und Viertel ungleiche Werte erhält. Als Wert von  $c$  verwendet man die Strecke auf dem Perpendikel von  $H_1$  zu  $A M$ , dessen Fußpunkt nicht in die Mitte von  $A M$  fällt.

Will man aber diese Ungleichheit vermeiden, so muß man entweder den Bogenanfang nach  $A'$  verschieben oder die Tangente  $T_1 T_2$  mehr gegen  $A$  und  $E$  hin und zwar so weit, bis  $A H_1 = H_1 M$  wird.

Mißt der gegebene Zentriwinkel sogar mehr als  $100^\circ$ , so halbiert man nochmals alle Tangentenlängen und führt das Verfahren für die entstehenden 4 Sektoren einzeln aus. Auch dies geht noch schneller als jede andere Absteckung.

VI. Unzugänglicher Schnittpunkt der Tangenten.

Es seien gemäß Fig. 2 der Bogenanfang und die zwei Tangenten gegeben, deren Schnittpunkt nicht verwendbar, entweder unzugänglich oder durch Gebäude oder Pflanzen maskiert oder gar zu weit entfernt ist. Dann fällt man von einem Punkt  $S_1$ , am besten ungefähr in der Nähe der Bogenmitte, die beiden Senkrechten zu den beiden Tangenten und mißt dieselben, trägt etwas weniger als das arithmetische Mittel aus demselben auf dem größeren Perpendikel von der Tangente aus auf und fällt vom neuen Punkt  $S_2$  das Lot auf die andere Tangente, mißt dasselbe nochmals und verschiebt nötigenfalls nochmals den Punkt,



Figur 2.

so lange bis daß die beiden Lote gleich lang sind. Deren Fußpunkte  $H_6$  und  $H_7$  liefern in ihrer Verbindungslinie eine Parallele zur Scheiteltangente der Kurve.

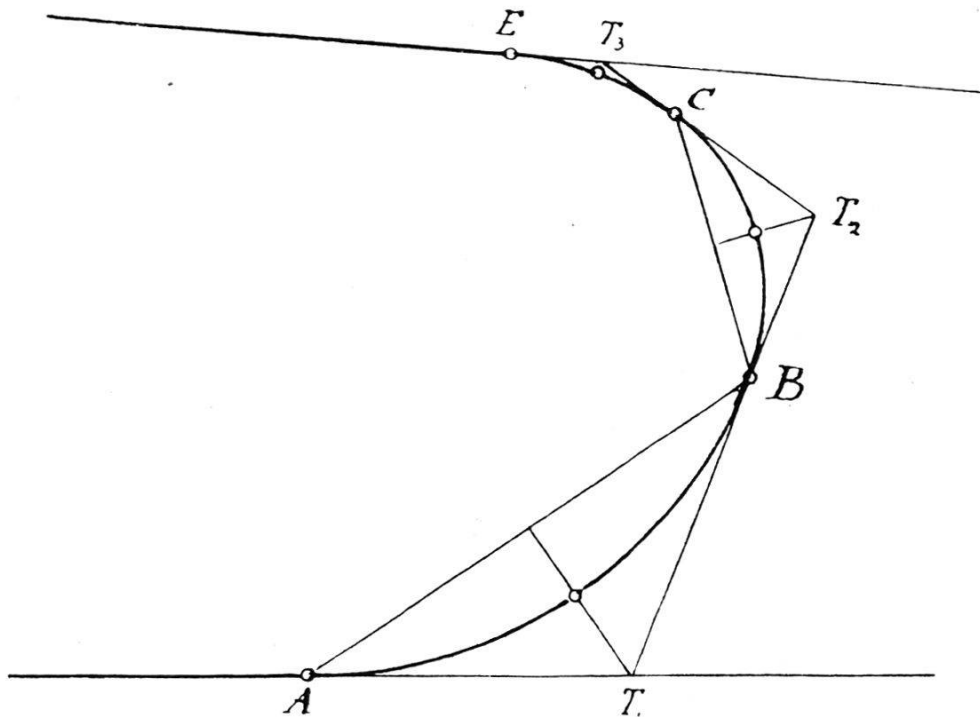
Die endgültige Scheiteltangente  $H_6' H_7'$  ist ermittelt, sobald  $A H_6' = \frac{1}{2}$  mal  $H_6' H_7'$  (wobei  $H_6 H_6' = H_7 H_7'$ ) oder wie in Figur 1  $A' H_1 = \frac{1}{2} H_1 H_2$ . Dadurch erlangt man wieder zwei Paare von Tangenten für die beiden Bogenstücke  $A M$  und  $M E$ .

VII. Korbbogen.

Ein Korbbogen entsteht beispielsweise, wenn die beiden Tangenten, der Bogenanfang und ein weiterer Punkt  $B$  — z. B. ein Engpaß zwischen Gebäuden, Bäumen oder dgl. — gegeben sind. In diesem Falle steckt man die Sehne  $A B$  ab (Fig. 2), halbiert dieselbe in  $D$ , errichtet daselbst die Senkrechte und bringt sie zum Schnitt mit der Tangente in  $T_1$ . Der zweite Tangentenpunkt  $T_2$  befindet sich im Schnitt der Zwischentangente  $T_1 B$  mit der zweiten gegebenen Tangente. Durch Anwendung

unseres Verfahrens erhält man die voll ausgezogene Kurve in Fig. 2 mit zwei sehr verschieden stark gekrümmten Teilen  $AB$  und  $BE$ , also einen Korbbogen, der nun ohne jegliche Schwierigkeit abgesteckt werden kann.

Will man aber die hier auftretende große Ungleichheit der Markdistanzen oder der Krümmungsradien beseitigen, oder paßt die erlangte Richtung der Straße nicht gut zu den Gebäuden bei  $B$ , so muß man den Bogenanfang frei geben, d. h. verschieben bis die anderen Bedingungen erfüllt sind. Die Ausgleichung der Radien geschieht am besten dadurch, daß man die provisorischen berechnet aus der Formel  $\gamma = t^2 : c$ , dann die Zwischentangente dreht bis in  $T_1' T_2'$ , wieder die zugehörigen Radien berechnet und wenn sie ähnlich sind, noch die zweite Zwischentangente  $T_3' T_4'$  und dann die Punkte  $A$  und  $E$  absteckt. Auch dies geht auf dem Felde noch rascher als die Lösung mittelst Winkelinstrument.



Figur 3.

Ist außer den obigen Elementen noch ein weiterer Punkt  $C$  der Kurve gegeben, so erhält man einen dreiteiligen Korbbogen, z. B. wie Fig. 3. Man ermittelt die Tangente  $T_1 B$  ganz wie oben gezeigt wurde, verbindet  $B$  mit  $C$ , errichtet in der Mitte dieser Sehne die Senkrechte bis zum Punkt  $T_2$ , bringt  $T_2 B$  zum Schnitt mit der gegebenen Tangente in  $T_3$  und braucht nun nur mehr die Zwischenpunkte dieser drei Bogen-teile abzustecken.

### VIII. Kleine Abbiegungen.

Wenn die Straßenaxe nur schwach gebrochen wird, so sieht es doch nicht schön aus mit nur einem Markenpaar im Bruchpunkt. Dagegen

ergibt sich eine ganz gefällige, leichte Abrundung, wenn man in gleichem Abstand vor und hinter dem Bruchpunkt je ein Markenpaar setzt, im letzteren selbst aber keines. Während man in diesem Falle die Abstände je etwa 10 m wählen wird, setzt man sie bei etwas stärkerem Bruch etwa 15 m und außerdem noch ein Paar in der Bogenmitte.

Auch bei Ausmündungen in andere Straßen und Wege sollten die Marksteine immer um gleich viel vom Schnittpunkt der beiden Straßengrenzl意思 in denselben abstehen, wenn man nicht ein Polygon mit drei oder fünf Steinen nach unserem Verfahren abstecken will.

Damit sind die häufigsten Fälle für die Anwendung dieser Absteckungsregeln erschöpft und man wird wohl einsehen, daß der Bereich ein ziemlich großer ist. Vor fast 30 Jahren habe ich die vielen Kurven mit Radien bis zu 50 m herunter sogar für eine Rollbahn nur nach diesem Verfahren abgesteckt und nachher mit ziemlich großer Geschwindigkeit befahren, d. h. also diese Absteckung hat sich praktisch bewährt.

---

## Schweizerischer Geometerverein.

### 24. Hauptversammlung in Solothurn.

*Sonntag, den 13. Mai 1928.*

Bezüglich des Vortrages von Herrn Prof. Bäschlin: „Meine Reise durch Kurdistan“ mußte eine Aenderung im Lokal vorgenommen werden.

Der Vortrag findet nun statt *Sonntag, den 13. Mai, 10 Uhr 45 im Kino „Zunft z. Schützen“* (Nähe Hotel Krone) und *nicht* in der Aula des Hermeschulhauses.

Wir erwarten einen glänzenden Besuch der Versammlung. Auf nach Solothurn!

*Sektion Aargau-Basel-Solothurn.*

---

## Cours d'introduction

pour l'application de la méthode des coordonnées polaires, avec mesure optique des distances.

*Renens, 16/17 mars 1928.*

La Direction du cadastre du canton de Vaud a eu l'excellente idée d'organiser, sous les auspices de Monsieur J. Baltensperger, Inspecteur fédéral du cadastre, un cours d'introduction pour l'application de la méthode des coordonnées polaires, avec mesure optique des distances. Le but de ce cours était de familiariser, tant les géomètres cantonaux que les géomètres privés, avec les nouveaux instruments, les nouvelles méthodes de levé et les nouvelles méthodes de report dont l'usage et l'application sont prévus par l'instruction fédérale du 18 octobre 1927.

Ce cours répondait certainement à un besoin réel, puisqu'on y a compté 88 participants, dont les quatre géomètres cantonaux de la Suisse romande.

Le lieu d'expérience choisi était la commune de Renens, actuellement en rénovation, dont le territoire, mi-urbain et mi-campagne, se