



# **Das Feldmessen**

**Schewior, Georg**

**Leipzig, 1917**

## 1. Gleichberichtete einfache Kreisbögen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-97252](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97252)

durch die Brechpunkte (s. S. 287) gegeben sind. Doch auch in den Fällen, wo die Berührungspunkte mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse bereits abgesteckt sind (s. S. 287), müssen „Bogenanfang“ und „Bogenende“ auf den Geraden neu ermittelt werden, sobald eine genaue Bestimmung der Bogenpunkte entsprechend dem Kreishalbmesser des Lageplanes vorzunehmen ist. In der Regel handelt es sich um eine Ausrundung durch einen einfachen Kreisbogen, dessen Halbmesser, wie schon Seite 284 gesagt, meist in runder Maßzahl vorliegt; zusammengesetzte Kreisbögen, d. h. sich berührende Bögen mit ungleichen Halbmessern, sogen. „Korbbögen“, werden seltener in Anwendung gebracht. Zeigen die Bögen denselben oder einen verschiedenen Richtungsverlauf, so unterscheidet man gleichgerichtete bzw. entgegengesetzt gerichtete Kreisbögen, wobei die letzteren wegen ihrer Form auch S-Bögen genannt werden. Im Anschlusse an die Festlegung von Bogenanfang und Bogenende, meist auch von Bogenmitte oder von Bogenvierteln und Bogenachteln, erfolgt seltener in der gekrümmten Linie die Absteckung der Kleinpunkte, die hier bei kleinerem Halbmesser einen Abstand von 10 m, 5 m, auch wohl 2 m erhalten.

a) Festlegung der Berührungspunkte und weiterer Hauptpunkte.

1. Gleichgerichtete einfache Kreisbögen.

$\alpha$ ) Zur Festlegung des Anfanges A und des Endes E eines einfachen Kreisbogens (Abbil. 360) bedarf es des Schnittwinkels  $\delta$  der Berührungsgeraden, dessen Größe stets nach der Oertlichkeit ermittelt wird. Ist der Schnittpunkt S gegeben oder läßt er sich durch Verlängerung der gegebenen Geraden im Felde leicht finden, so wird  $\delta$  unmittelbar, am besten mit Hilfe eines Theodolits oder eines Schnellmessers beobachtet, wobei je nach der verlangten Schärfe eine ein- oder zweimalige Richtungsmessung (s. I. Teil, S. 118) oder eine zwei- bzw. viermalige Winkelmessung (s. I. Teil, S. 121) stattfindet.

Abbildung 360.

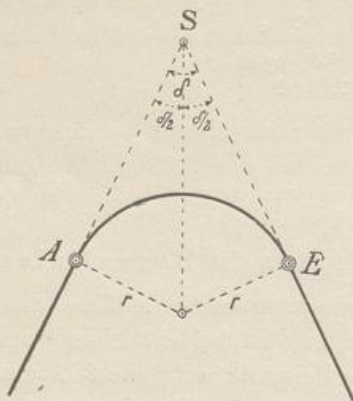
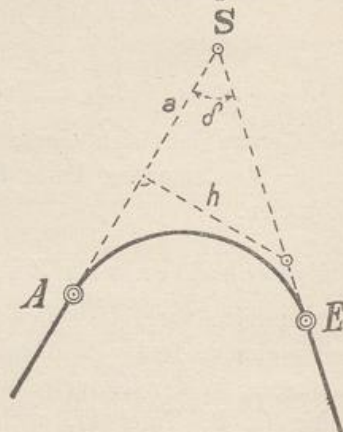


Abbildung 361.



Bei Arbeiten, für die eine geringere Genauigkeit zulässig ist, kann der Schnittwinkel nach einigen Längenmessungen berechnet werden. So ergibt sich, wenn  $\delta$  spitz (Abbil. 361) ist, aus a und h (h rechtwinkelig auf AS) der Winkel nach:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{h}{a}.$$

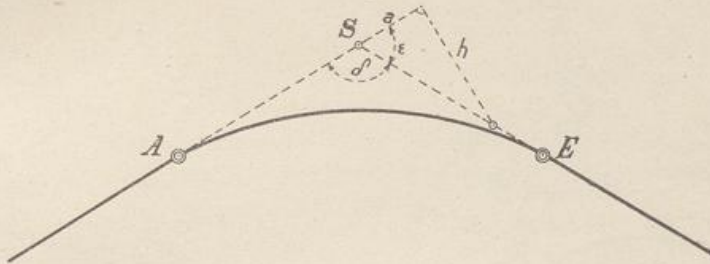
Ist  $\delta$  stumpf, wie in Abbil. 362, so ist

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{h}{a},$$

hieraus

$$\delta = 180 - \varepsilon.$$

Abbildung 362.



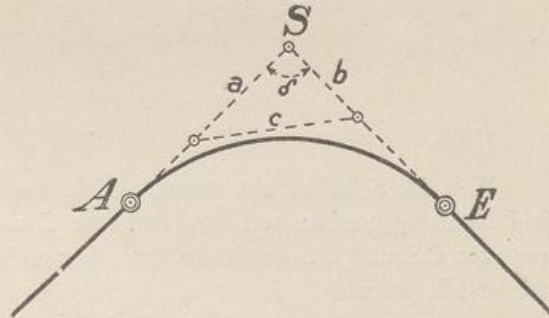
Nähert sich  $\delta$  mehr einem Rechten, dann wird durch Vermittelung der Längen  $a$ ,  $b$  und  $c$  (Abbil. 363) der Schnittwinkel nach

$$\cos \delta = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$

abgeleitet.

Wenn der Schnittpunkt  $S$ , was nicht selten eintritt, zu ungünstig liegt, z. B. auf einer stark geneigten Böschung oder auf einer Berglehne, wenn er ganz unzugänglich ist, etwa weil er in eine Wasser-, Gebäude- oder Waldfläche fällt, oder wenn er von den Berührungspunkten zu weit entfernt ist, wird der Winkel  $\delta$  ohne Benutzung des Schnittpunktes auf grund von Hilfsmessungen gewonnen.

Abbildung 363.



Man sucht auf den beiden gegebenen Geraden der Leitlinie oder auf deren Verlängerung zwei passende Punkte  $C$  und  $D$ , die gegenseitig sichtbar sind, und beobachtet die Winkel  $\gamma$  und  $\varepsilon$  (Abbil. 364). Dann ist:

$$\begin{aligned} \delta &= 180^\circ - (180^\circ - \gamma) - (180^\circ - \varepsilon) \\ &= \gamma + \varepsilon - 180^\circ. \end{aligned}$$

Die einfache geradlinige Verbindung  $CD$  ist zwar immer anzustreben, aber sie ist in der Oertlichkeit nicht immer möglich. Dann wird mittels eines Viereckzuges der Schnittwinkel  $\delta$ , wie folgt, ermittelt.

Nach Abbil. 365 werden  $C$  und  $D$  durch einen gebrochenen Linienzug mit den zu messenden Winkeln  $\beta_1, \beta_2, \dots$  verbunden. Wenn  $n$  die Anzahl der Brechwinkel ist, erhält man den Schnittwinkel

$$\delta = [\beta] - (n - 1) 180^\circ.$$

Mit  $\delta$  und dem im Lageplane verzeichneten Halbmesser  $r$  des Kreisbogens lassen sich die Abstände des Bogenanfanges  $A$  und des Bogenendes  $E$  von  $S$  (Abbil. 360) ableiten zu:

$$SA = SE = r \cotg \delta/2,$$

die beide vom Schnittpunkte  $S$  aus auf den Berührungsgeraden abgesetzt werden.

Abbildung 364.

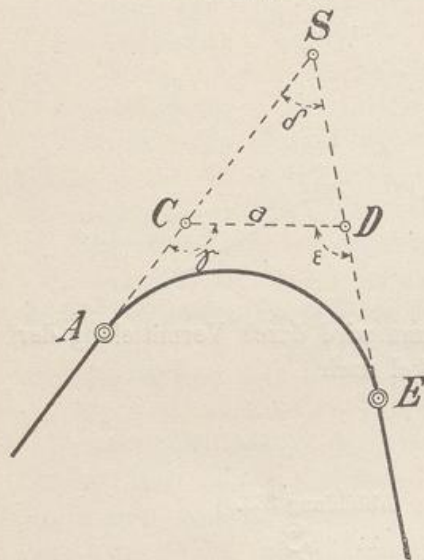
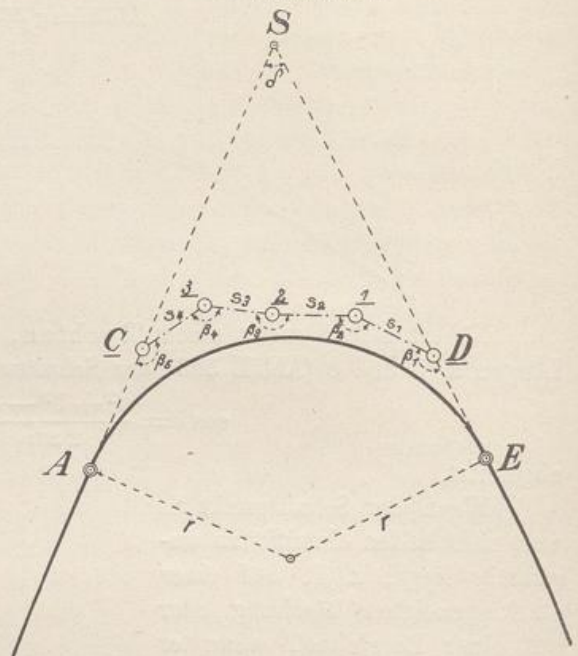


Abbildung 365.



War der Schnittpunkt unzugänglich, so erfolgt (Abbil. 364) die Absteckung der Berührungspunkte von den Punkten  $C$  und  $D$  aus, nachdem man die Entfernungen  $CS$  und  $DS$  ermittelt hat. Hierzu ist die Kenntnis der Länge  $CD = a$  erforderlich, woraus

$$CS = \frac{a \cdot \sin(180 - \varepsilon)}{\sin \delta} = \frac{a \cdot \sin \varepsilon}{\sin \delta}$$

und

$$DS = \frac{a \cdot \sin(180 - \gamma)}{\sin \delta} = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \delta}$$

berechnet wird.

Die Absteckmaße für  $A$  und  $E$  sind dann (Abbil. 364):

$$CA = SA - CS$$

und

$$DE = SE - DS.$$

Nicht so einfach gestaltet sich die Ableitung von  $CS$  und  $DS$ , wenn statt der Geraden  $CD$  ein Vieleckszug die Punkte  $C$  und  $D$  verbindet, siehe Abbil. 365.

Nachdem auch die Zuglängen  $s_1, s_2, \dots$  mit großer Sorgfalt gemessen worden sind, werden die Koordinaten der Brechpunkte und von  $C$  berechnet, indem man z. B.  $DS$  als Abscissenrichtung und  $D$  als Nullpunkt annimmt (siehe I. Teil, S. 140 und das Rechenbeispiel S. 143). Aus den Koordinaten von  $C$

läßt sich, da  $x_d = 0,00$  und  $y_d = 0,00$  ist, siehe Abbil. 366, der Winkel  $\nu$  berechnen nach:

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{y_c}{x_c}$$

und  $\mu = 180^\circ - (\delta + \nu)$ ,  
wobei  $\delta$  von Seite 309 übernommen wird.

Mit  $\nu$ ,  $x_c$  und  $y_c$  wird weiter CD berechnet zu:

$$CD = \frac{x_c}{\cos \nu} \text{ und } CD = \frac{y_c}{\sin \nu}.$$

Beide Werte müssen bis auf kleine Abrundungsfehler übereinstimmen.

Mit der Länge CD werden sodann, wie auf Seite 310 ausgeführt ist, CA und DE ermittelt und die Hauptpunkte A bzw. E abgesetzt.

Liegen schwierige Verhältnisse vor, oder soll z. B. für einen Stollen- oder Tunnelbau ein möglichst scharfes Ergebnis erzielt werden, so ist nach Abbil. 367 vorzugehen.

Hier müssen noch zwei weitere Punkte der Berührungsgeraden, etwa G und H, die entsprechend weit von C bzw. D zu wählen sind, ausgesucht und gleichfalls durch einen gebrochenen Linienzug verbunden werden. Man erhält ein geschlossenes Vieleck, in dem sämtliche Brechungswinkel  $\beta$  und Strecken  $s$  bekannt sein müssen.

Wird CS als Abscissenrichtung (s. I. Teil, S. 140) und C als Nullpunkt angenommen, so können die rechtwinkligen Koordinaten der Punkte G, H, D und der anderen Brechpunkte des Vieleckszuges, wie das Beispiel Seite 146 im I. Teile des Feldmessens näher aus-

Abbildung 366.

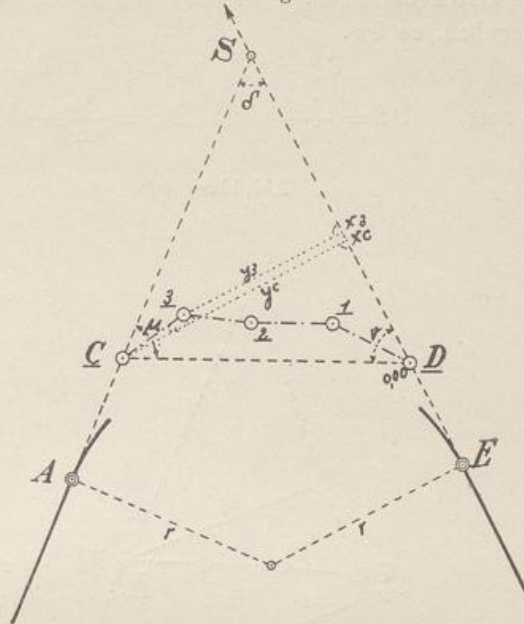
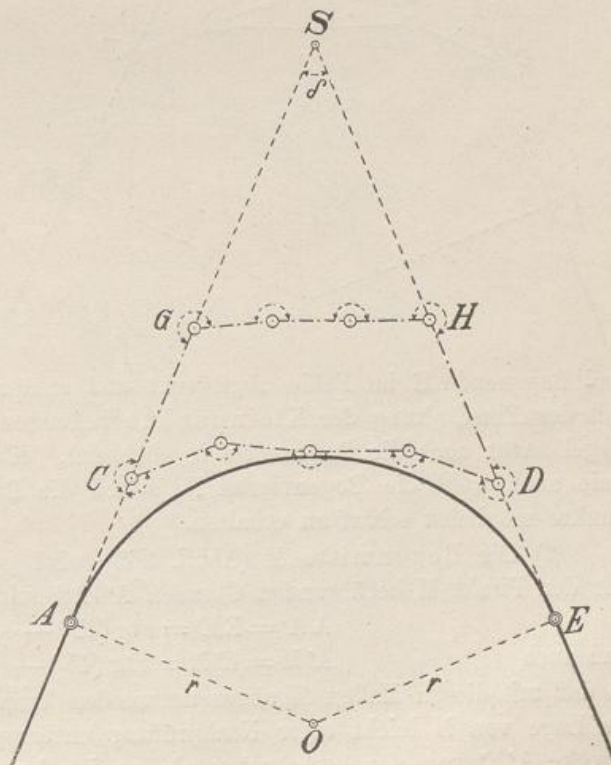


Abbildung 367.



$$\text{CS} = x_h + y_h \cotg \delta \quad \text{und} \quad \text{CS} = x_d + y_d \cotg \delta$$

ferner  $\text{DS} = \frac{y_d}{\sin \delta} \quad \text{und} \quad \text{DS} = \frac{y_h}{\sin \delta} + \sqrt{(x_h - x_d)^2 + (y_d - y_h)^2}$

Vorgängen Bogenanfang A

so daß mit diesen Maßen  $M$  abgesetzt werden kann. Da  $A'M = E'M$  ist, wird die Lage von  $M$  leicht einer Nachprüfung unterzogen. Weicht die gemessene Strecke  $A'E'$  von der berechneten ab, so ist der Unterschied gleichmäßig auf

A'M und E'M zu verteilen. Ueber das zulässige Maß der Abweichung siehe I. Teil, Seite 49.

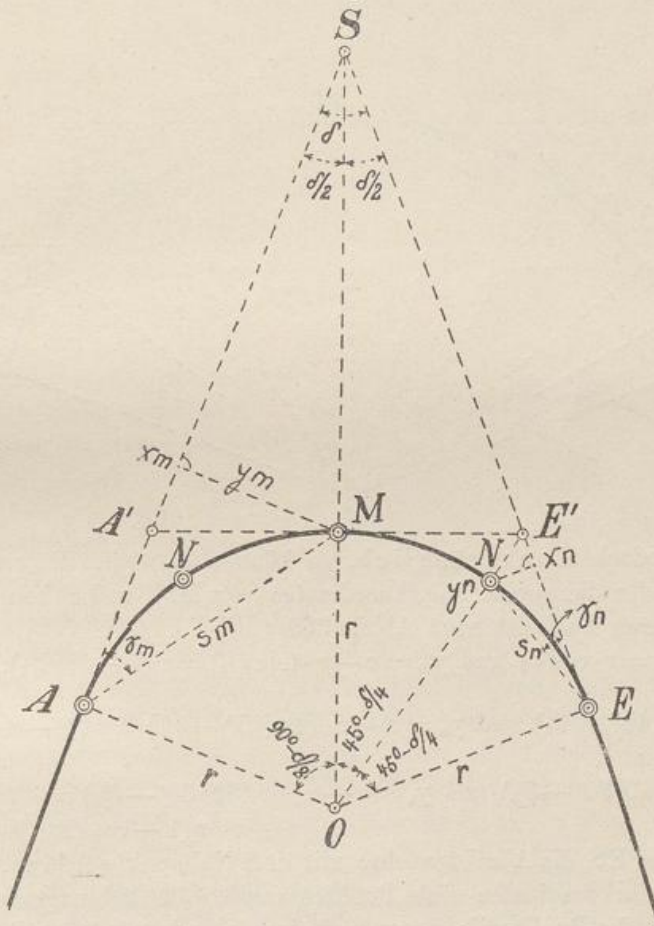
Die Bogenviertel werden durch Festlegung der Punkte N erhalten. Die Absteckmaße (Abbil. 370) sind:

$$AA'' = A''N = NJ = JM = MK = KN = NE'' = E''E = r \operatorname{tg} (22^\circ 30' - \delta/8).$$

Zur Absteckung der Bogenachtel T gilt:

$$AL' = L'T = TL'' = L''N \text{ usw. } = r \operatorname{tg} (11^\circ 15' - \delta/16).$$

Abbildung 369.



Sobald die obige Bestimmung von M, N und T wegen eines Hindernisses nicht ausführbar ist, wird je nach der Sachlage eins der drei weiteren Verfahren Verwendung finden.

1. Ist S zugänglich, so wird der Schnittwinkel  $\delta$  halbiert (s. S. 338) und SM (Abbil. 369) auf der Halbierungslinie von S abgesetzt. Es ist:

$$SM = SO - MO = \frac{r}{\sin \delta/2} - r.$$

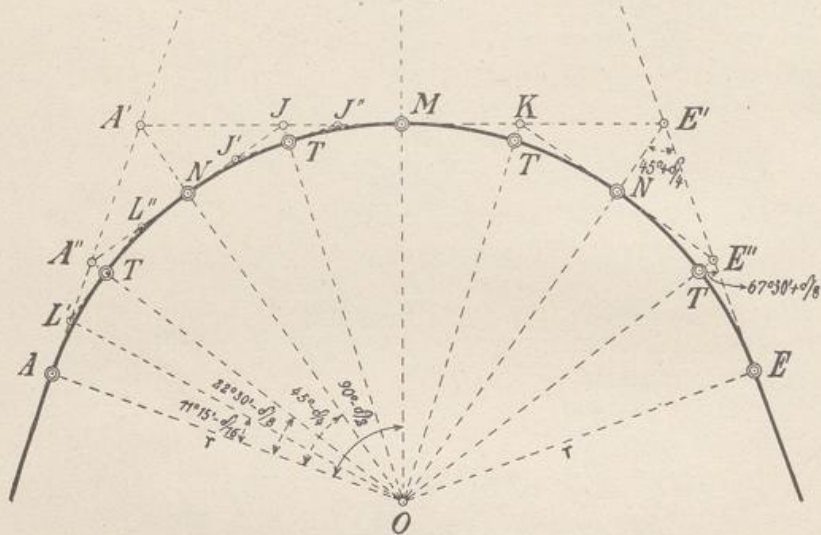
Diese Art der Absteckung von M ist gegenüber dem ersteren Verfahren vorzuziehen, wenn  $\delta$  ein stumpfer Winkel ist (Abbil. 362 und 386), so daß SM ein kurzes Maß wird.

Für N und T gilt die gleiche Formel mit entsprechender Winkelgröße. Es ist:

$$A'N = E'N = \frac{r}{\sin(45^\circ + \delta/4)} - r$$

$$\text{bzw. } A''T = JT = KT = E''T = \frac{r}{\sin(67^\circ 30' + \delta/8)}.$$

Abbildung 370.



2. Ist jedoch S unzugänglich, so können entweder die rechtwinkligen Koordinaten oder die sogen. Polarkoordinaten von M, N und T berechnet werden.

Im ersteren Falle ist nach Abbil. 369

$$x_m = r \cdot \cos \delta/2 \quad \text{und} \quad y_m = r - r \cdot (\sin \delta/2) = r(1 - \sin \delta/2),$$

dagegen

$$x_n = r \cdot \sin(45^\circ - \delta/4) \quad \text{und} \quad y_n = r - r \cdot \cos(45^\circ - \delta/4) = r(1 - \cos(45^\circ - \delta/4))$$

dementsprechend

$$x_t = r \cdot \sin(67^\circ 30' - \delta/8) \quad \text{und} \quad y_t = r - r \cdot \cos(22^\circ 30' - \delta/8) = r(1 - \cos(22^\circ 30' - \delta/8)),$$

wobei AS oder ES die Abscissenachse mit dem Nullpunkte A bzw. E darstellen.

Unter Polarkoordinaten eines Punktes werden die Richtungsabweichung und die Entfernung des Punktes in bezug auf einen Standpunkt oder Pol verstanden. Wird hier als Ursprung der Richtungen die Gerade AS oder ES und als Pol der Punkt A bzw. E angesehen, dann sind die Polarkoordinaten (Abbil. 369):

für M der Winkel  $\gamma_m$  und die Länge  $s_m$ ,

für N der Winkel  $\gamma_n$  und die Länge  $s_n$ ,

dementsprechend für T der Winkel  $\gamma_t$  und die Länge  $s_t$ .

Hierbei ist:

$$\gamma_m = 45^\circ - \delta/4 \quad \text{und} \quad s_m = 2r \sin(45^\circ - \delta/4),$$

$$\gamma_n = 22^\circ 30' - \delta/8 \quad \text{und} \quad s_n = 2r \sin(22^\circ 30' - \delta/8),$$

und dementsprechend

$$\gamma_t = 11^\circ 15' - \delta/16 \text{ und } s_t = 2r \sin(11^\circ 15' - \delta/16).$$

Die Koordinaten werden ihren Abmessungen entsprechend von A bezw. E abgesetzt.

3. Unter manchen Umständen kann es zweckmäßig erscheinen, eine Festlegung der Bogenmitte M und auch der Bogenviertel N von der Sehne A E bezw. A M und E M vorzunehmen. Nach Abbil. 371 ist:

$$\text{für M: } x_m = A M' = M' E = r \cdot \sin(90^\circ - \delta/2) \text{ und}$$

$$y_m = M M' = r - r \cdot \cos(90^\circ - \delta/2),$$

$$\text{für N: } x_n = A N_1 = N' M = E N' = r \cdot \sin(45^\circ - \delta/4) \text{ und}$$

$$y_n = N_1 N'_1 = r - r \cdot \cos(45^\circ - \delta/4).$$

Solche Absteckungen können in engen Straßen oder an Waldflächen, ferner auch bei Uferbauten und dergl. an Wasserläufen leicht vorkommen. Im allgemeinen wird sich aber die Absteckung von der Sehne nur bei einer mäßigen Bogenlänge A E empfehlen.

Durch Bogenanfang, Bogenende und Bogenmitte, gegebenenfalls auch durch die Bogenviertel und Bogenachtel, wird ein fester Rahmen für die weitere Absteckung (s. S. 325) der Kleinpunkte geschaffen.

γ) Die vorbeschriebenen Absteckungen setzen eine gewisse Zugänglichkeit der Arbeitsstellen voraus, die beispielsweise bei Stollen- und Tunnelanlagen vollständig fehlt. Hier können nur fortschreitend mit der Bauausführung scharfe voneinander abhängige Punkte unter Tage festgelegt und vermarktet werden, von denen weiter die Kleinpunkte der Bogenlinie abzusetzen sind.

Die sich hier abspielende Messung besteht darin, in dem Kreisbogen zwischen A und E Bogenstücke von der Länge b abzustecken, wozu die gleichen Sehnen s und die äußeren Peripheriewinkel  $180^\circ + \gamma$ , siehe Abbil. 372, benutzt werden. Bedeutet w die lichte Weite des Stollens oder Tunnels, dann läßt sich die absteckmögliche Sehnenlänge berechnen nach:

$$\left(\frac{s}{2}\right)^2 = r^2 - \left(r - \frac{w}{2}\right)^2 = r^2 - r^2 + r \cdot w - \frac{w^2}{4}$$

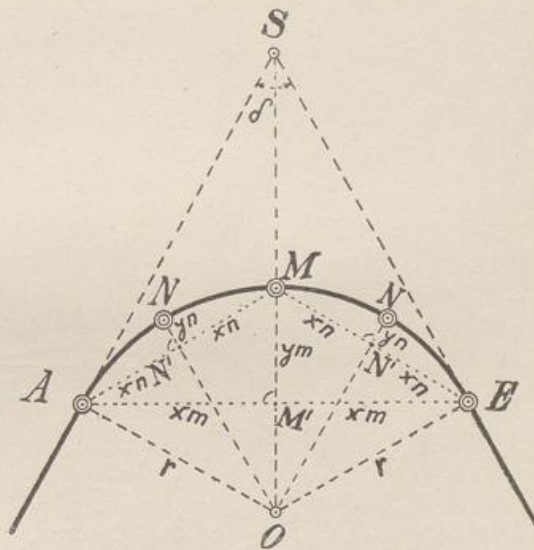
$$\frac{s^2}{4} = r \cdot w - \frac{w^2}{4}$$

und

$$s = \sqrt{w(4r - w)}.$$

Um kein Reststück zu erhalten, wird nach dem Lageplane die Sehnenlänge so bestimmt, daß einerseits das berechnete Maß s nicht erreicht wird, anderer-

Abbildung 371.



seits so, daß zwischen A und E gleiche Bogenstücke, d. h. also gleiche Peripheriewinkel  $180^\circ + \gamma$  abgesteckt werden können. Wenn der Winkel bei O

$$\varepsilon = 180^\circ - \delta$$

ist, dann wird

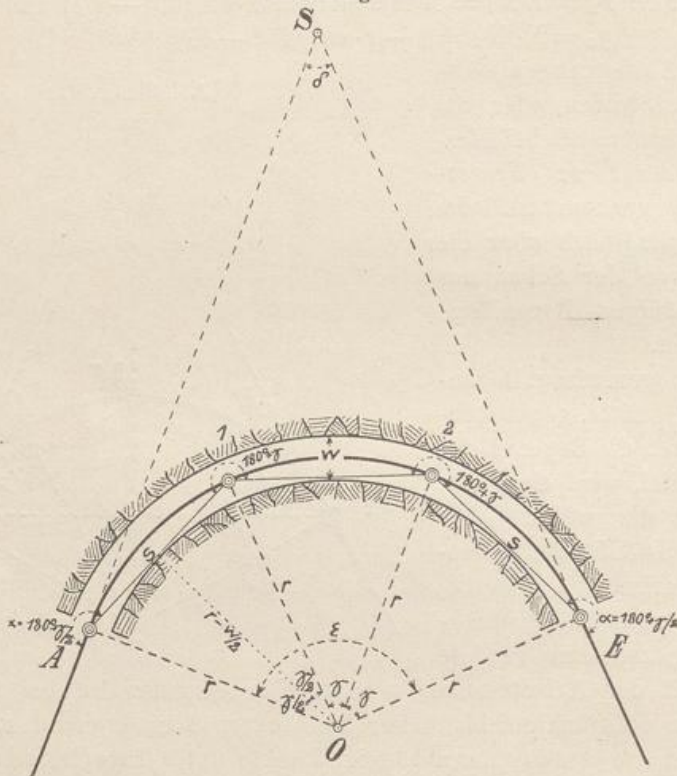
$$\gamma = \frac{\varepsilon}{n},$$

wo  $n$  die Anzahl der Bogenstücke bzw. Sehnen bedeutet.

Hiernach ist nun zu berechnen:

$$s = 2 r \sin \gamma/2.$$

Abbildung 372.



Neben dem äußeren Peripheriewinkel  $180^\circ + \gamma$  sind noch die Brechungswinkel auf A und E zu bestimmen (Abbil. 372) zu

$$\alpha = 180^\circ + \gamma/2.$$

Mit den Größen  $s$  und  $\alpha$  ist die Absteckung, wie das nachstehende Beispiel zeigt, auszuführen.

Gemäß Abbil. 373 wird der Bogenanfang A im Tunnel angenommen, während das Bogenende mit E zutage tritt. Die beiden Mundlöcher beginnen an dem das Arbeitsfeld durchquerenden Bachlaufe. Der Schnittwinkel  $\delta$  wurde mit Hilfe eines scharf gemessenen Vieleckszuges nach Seite 309 abgeleitet zu:

$$\delta = 35^{\circ} 50' 00'',$$

woraus sich gemäß Abbil. 310 mit  $r = 250 \text{ m}$

$$SA = SE = r \cdot \cotg \delta/2 = 250 \cdot \cotg 17^\circ 55' 00'' = 777,106 \text{ m}$$



dem Winkel  $180^\circ + \gamma = 194^\circ 25' 00''$  und der Sehne  $s = 62,739$  m vorgenommen, um den Punkt 2 zu erhalten usw. Eine Probe der richtigen Absteckung kommt erst am Schlusse der Arbeit, wenn vom Punkte 9 die letzte Sehne abgesteckt wird, deren Richtung und Ende mit E (Abbil. 373) zusammenfallen muß. Die Messungen müssen deshalb aufs peinlichste ausgeführt werden, auch dann, wenn von E die Absteckung gleichzeitig gegen A hin erfolgt, was meist der Fall sein wird. Die Vermarkung der Bogenpunkte muß aus gleichem Grunde sehr scharf durchgeführt werden, gegebenenfalls mit Eisenröhren und Drahtstift in der auf Seite 305 näher gezeichneten Weise. Das Einrichten mit Hilfe einer elektrischen Glühlampe (s. Abbil. 352 und 397) wird hier sehr gute Dienste leisten.

Die Einschaltung der Kleinpunkte kann hier sehr scharf mit dem aufstehenden Winkelmesser von jedem der abgesteckten Bogenpunkte nach Seite 330 geschehen, wofür die abzusetzenden gleich großen Winkel und Sehnen rasch abzuleiten sind.

Das beschriebene Verfahren wird auch im Walde mit großem Vorteile Verwendung finden oder bei tiefen Einschnitten, wenn der Abbau der Erdmassen von der Seite, ähnlich bei Stollen- oder Tunnelbau nach englischer Bauweise\*), erfolgt. Bei umfangreichen und schwierigen Aufgaben im Gebirge sei auf die Schrift\*\*) von A. Tichy hingewiesen, in der vier größere Tunnelbauten beschrieben sind.

## 2. Gleichgerichtete zusammengesetzte Kreisbögen oder „Korbbögen“.

Neben der Absteckung von einfachen Kreisbögen, deren Hauptpunkte nach den vorstehenden Angaben stets bestimmt werden können, kommt besonders in hügeliger und bergiger Gegend die Aufgabe vor, „Korbbögen“, d. h. sich berührende Kreisbogenstücke mit ungleichen Halbmessern ins Feld zu übertragen. Die Lösung ist je nach Umständen sehr mannigfaltig, vornehmlich, wenn mehr als zwei verschiedene Halbmesser in Frage kommen. Hier soll nur die allgemeine Aufgabe mit zwei ungleichen Halbmessern behandelt werden, im übrigen wird auf die Schrift von Knoll-Weitbrecht\*\*\*) verwiesen.

Gegeben seien (Abbil. 374) auch hier auf grund der „Ausführlichen Vorarbeiten“ die Geraden  $BA_0$  und  $FE_0$ , wo  $A_0$  und  $E_0$  die vorläufig abgesteckten Berührungspunkte der Bogenlinien darstellen, ferner die zwei Halbmesser  $R$  und  $r$ . Gesucht sind zunächst der endgültige Bogenanfang  $A$ , das Bogenende  $E$  und der Wechsellpunkt  $W$ , d. h. der Berührungspunkt der beiden Kreisbogenstücke, erforderlichenfalls auch die Bogenmitten  $M$  und  $M_1$ , und die bezüglichen Bogenviertelpunkte  $N$  und  $N_1$ .

Wird wieder der Schnittwinkel der beiden Ausgangsgeraden  $BA_0$  und  $FE_0$  mit  $\delta$  bezeichnet, dessen Größe entweder unmittelbar (S. 308) oder durch Hilfsmessung (S. 309) ermittelt wird, so ist (Abbil. 374):

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 180^\circ - \delta.$$

\*) Siehe Band XIII des Handbuchs des Bauingenieurs: Der Erdbau.

\*\*) Rationelle Vorgänge der Absteckung bedeutend langer Eisenbahn-Tunnels von A. Tichy. Verlag für Fachliteratur, G. m. b. H., Wien 1915. Preis 2,50 M.

\*\*\*) Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Straßen und Eisenbahnen. Verlag Alfred Kröner, Leipzig 1911.