



Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

b) Einschalten der Kleinpunkte

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

auf das schon (S. 318) genannte Taschenbuch von Knoll-Weitbrecht und auf Schmidt: Die Absteckungen im städtischen Tiefbau, Verlag C. W. Kreidel in Wiesbaden 1910, verwiesen sei.

b) Einschalten der Kleinpunkte.

Sobald nach den vorstehenden Maßnahmen die Hauptpunkte des Kreisbogens abgesteckt sind und damit ein fester Rahmen gegeben ist, wird mit der Einschaltung der Kleinpunkte begonnen. Die Vorgänge, die gleicherweise für die einfachen, wie zusammengesetzten und Gegenbögen in Frage kommen, sind verschieden je nach der geforderten Genauigkeit der Punktlage und können sich demjenigen Verfahren anschließen, das für die Festlegung der Bogenmitte und der Bogenviertel nach Seite 312 usw. benutzt worden ist. Hiernach werden auch die Kleinpunkte — selbstverständlich bei entsprechender sorgfältiger Messung — am schärfsten bestimmt, während für eine weniger genaue, meist einfachere Absteckung einige Näherungsverfahren von Bedeutung sind.

Um eine gut übersichtliche und rasche Nachprüfung zu ermöglichen, ist es sehr zu empfehlen, stets einen gleichmäßigen Abstand der Kleinpunkte einzuhalten, der 30 bis 20 m bei großen Bogenhalbmessern, jedoch bis 5, 2 und 1 m bei sehr kleinem Halbmesser betragen kann. Dies läßt sich meist ohne Schwierigkeit durchführen, sofern nicht örtliche Hindernisse im Wege stehen.

1. Einschalten der Kleinpunkte von den Bogen-Berührenden.

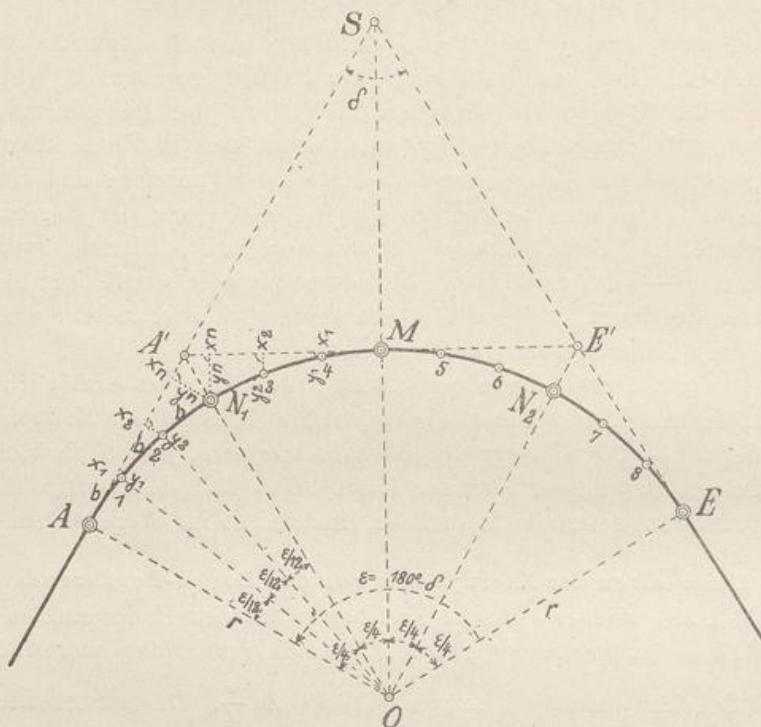
In Abbil. 381 sei der einfache Kreisbogen mit den Hauptpunkten A, E, M und N und dem Halbmesser r gegeben. Durch Verbindung von A, E, M, N_1 und N_2 mit O erhält man die Innenwinkel bei O zu $\frac{\varepsilon}{4}$. Die entstehenden Bogenanteile sind gleich, also Bogen $AN_1 = N_1M = MN_2 = N_2E$. Soll nun jeder Bogenanteil in n gleiche Stücke von der Bogenlänge b geteilt werden, so entspricht jeder Bogenlänge b ein Winkel bei O von $\frac{\varepsilon}{4 \cdot n}$, mit dessen Hilfe sich für den Endpunkt jeder Bogenlänge b nach Seite 314 die rechtwinkligen Koordinaten berechnen lassen. Nehmen wir den Bogen AN_1 heraus und es sei $n=3$, so entstehen die Bogenteile $b = A1 = 12 = 2N_1$ mit den Winkeln $\frac{\varepsilon}{4 \cdot 3} = \frac{\varepsilon}{12}$ bei O. Die entsprechenden Abscissen und Ordinaten für 1, 2 und N_1 sind demnach (Abbildung 382):

$$\begin{aligned} x_1 &= r \cdot \sin \frac{\varepsilon}{12} & y_1 &= r \left(1 - \cos \frac{\varepsilon}{12} \right) \\ x_2 &= r \cdot \sin \left(2 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) & y_2 &= r \left(1 - \cos 2 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) \\ x_n &= r \cdot \sin \left(3 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) & y_n &= r \left(1 - \cos 3 \cdot \frac{\varepsilon}{12} \right) \end{aligned}$$

Werden die Maße x von A aus abgesetzt, so erhält man mit dem entsprechenden y die Kleinpunkte 1, 2 und N_1 , die mit einem Holzpflöck vermarktet werden. Es ergeben sich aber auch (Abbil. 381) die weiteren Kleinpunkte 3, 4

und 5, 6 und N_2 , wenn man die gleichen Maße von M aus nach links bzw. nach rechts abträgt, sowie 7 und 8, wenn hier als Nullpunkt der Koordinaten der Bogen-Endpunkt E gewählt wird.

Abbildung 381.



Da die Kleinpunkte in einem gleichmäßigen Abstände je nach den Verhältnissen (s. o.) von 30 bis 1 m abgesteckt werden sollen, ist hiernach die Größe der Winkel bei O einzurichten. Man stellt am besten auf dem Lageplane durch Absetzen von b auf dem Kreisbogen zwischen A N_1 fest, durch welche Zahl n der Winkel $\frac{\varepsilon}{4}$ zu teilen ist. Die Berechnung von x und y wird in der Regel mit fünfstelligen Logarithmen durchgeführt; soll auch das Millimeter sicher sein, so sind bei größeren Abmessungen sechsstellige Logarithmen nicht zu umgehen.

Für die Absteckung der Maße x und y sei darauf hingewiesen, daß nach dem I. Teile S. 30 längere Ordinaten als 40 bis 50 m wegen der Unsicherheit der Absteckung mit Hilfe der einfachen Winkelmesser nicht abgesetzt werden sollen. Wird in der Abscisse eine Genauigkeit bis auf das Zentimeter gefordert, so sind die Winkelmesser auf einem Lotstabe zu benutzen, siehe besonders Abbildung 82 und 84a im I. Teile, und die Ordinaten sind höchstens 10 bis 15 m lang zu wählen. Aus diesem Grunde wird die Einschaltung der Viertelbogen N_1 und N_2 oft erforderlich sein, was man ebenfalls auf dem Lageplane vorher feststellen kann. Daß dann die berechneten x und y von A bzw. E , von M und N Geltung haben, ergibt schon der Anblick der Abbil. 370; die Größe des in Rechnung einzuführenden Winkels bei O ist hier $\frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$, was leicht abzuleiten ist.

sein. Die Probe wird noch wirksamer, wenn man in den Punkten A und E das Absetzen der Winkel wiederholt.

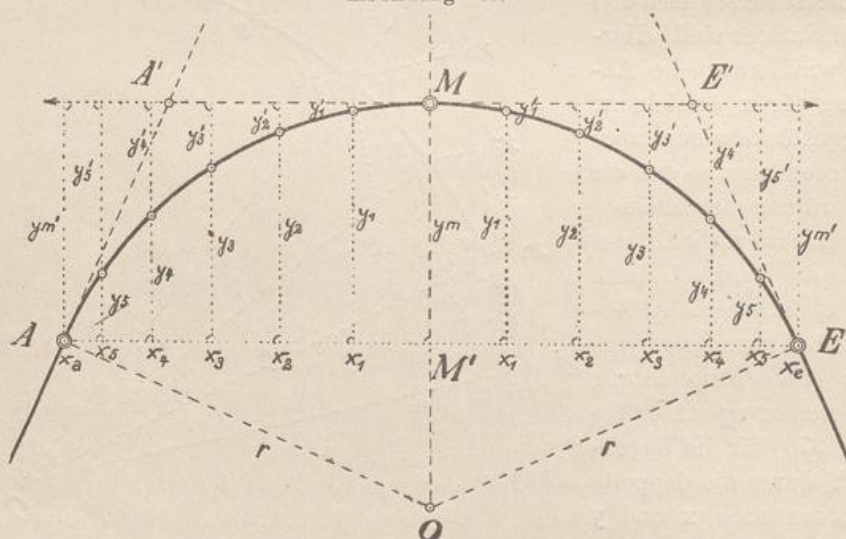
Obwohl die Berechnung der Koordinaten x und y nicht eben umfangreich und umständlich ist, stehen für diese Zwecke besondere Aufzeichnungen zu Gebote, denen man bei gegebenem Halbmesser und Winkeln die Absteckmaße entnehmen kann. Für gleiche Abscissenunterschiede ist besonders geeignet das unter 2. in der Anm.*) aufgeführte Taschenbuch von Knoll-Weitbrecht, für gleiche Bogenlängen die unter 1. und 3. genannten Bücher.

2. Einschalten der Kleinpunkte von der Sehne.

Muß die Absteckung der Bogenmitte von M oder der Bogenviertelpunkte N_1 und N_2 wegen örtlicher Behinderung außerhalb des Bogens von der Sehne aus erfolgen, was, wie schon Seite 315 gesagt ist, nur für Bögen mit geringer Ausdehnung zu empfehlen ist, so kann man M nach S. 315 zu: $x_m = AM' = \frac{AE}{2}$ und $y_m = MM' = r - r \cos(90^\circ - \delta/2)$ erhalten.

Nach Abbil. 383 sieht man sofort ein, daß man für $x_1, x_2, \dots$ bis x_a nach links von M' bzw. $x_1, x_2, \dots$ bis x_e nach rechts von M' die Ordinaten findet zu

Abbildung 383.



$$y_1 = y_m - y'_1$$

$$y_2 = y_m - y'_2$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$y_a = y_e = y_m - y'_m = 0,$$

wobei y_1, y_2 usw. die Ordinaten der Kleinpunkte bedeuten, die von der Be-

*) 1. Kröhnke, Taschenbuch zum Abstecken von Kurven auf Eisenbahn- und Wege-
linien. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1911.

2. Knoll-Weitbrecht: Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Straßen und
Eisenbahnen. 2 Teile. Verlag Alfred Kröner, Leipzig 1911.

3. Sarrazin-Oberbeck: Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen mit und ohne
Übergangskurven. Verlag Julius Springer, Berlin 1913.

rührungsgeraden MA' bzw. ME' gelten und die nach dem vorigen Abschnitte (S. 325) zu berechnen sind.

Für gleiche Bogenstücke b sind x und y , wie früher (S. 325), zu berechnen. Eine Nachprüfung der abgesteckten und vermarkten Kleinpunkte kann in solchem Falle mit dem Theodoliten oder Schnellmesser erfolgen, wie nach Seite 327 (unten) beschrieben ist.

3. Einschaltung der Kleinpunkte unmittelbar von den Hauptpunkten.

Der Vorgang, der mit Hilfe des Winkelmessers die Nachprüfung der Punktlage (s. S. 327) ermöglicht, kann auch dazu benutzt werden, von einem Hauptpunkte aus, zweckmäßig aus der Bogenmitte M (Abbil. 384) oder aus den Bogenviertelpunkten N (Abbil. 385), die Einschaltung der Kleinpunkte vorzunehmen.

Die Absteckung schließt sich in etwa der Festlegung von M und N nach S. 314 an; ein wichtiger Unterschied besteht hier aber darin, daß nicht die Sehnen s nach Abbil. 369, sondern die zu den gleichen Bogenstücken b zugehörigen kurzen Sehnen abgemessen werden.

Wird das anzuhaltende Bogenstück (Abbil. 381) nach Seite 326 ermittelt und der Winkel bei O nach $\frac{\varepsilon}{4 \cdot n}$ bestimmt, so wird die dem Bogenstücke b entsprechende im Felde abzumessende Sehne zu

$$s = 2r \cdot \sin \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$$

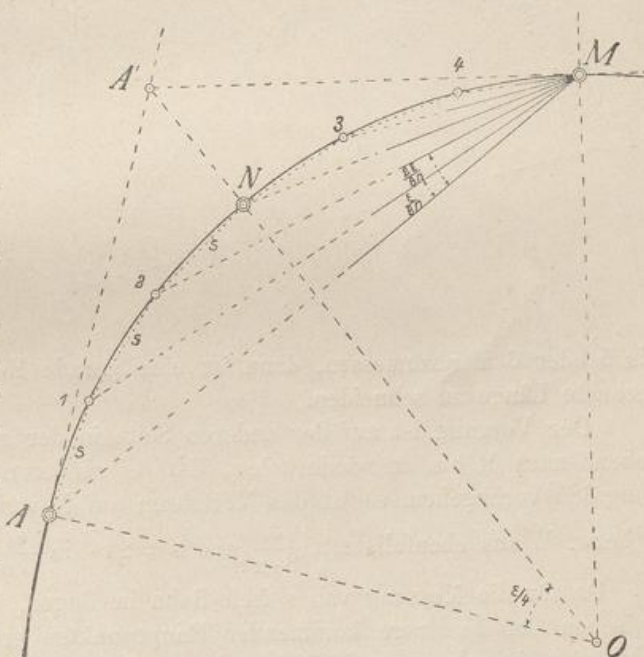
berechnet. Nun stellt man den gut berichtigten Theodoliten oder Schnellmesser in M auf, zielt A an und macht (an einem Nonius) die Kreisablesung. Ist diese L , so ist der erste abzutragende Winkel (s. Abbil. 384)

$$L + \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$$

In die eingestellte Fernrohrziellinie wird sodann von A aus das berechnete Maß s abgesetzt mit Unterstützung eines Fluchtstabes, den man so lange verschiebt, bis er den Abstand s von A hat, gleichzeitig aber in der Fernrohrziellinie liegt. Der so eingeschaltete Punkt ist der Kleinpunkt 1, der durch einen Holzpflöck mit Nagel (s. S. 293) vermarktet wird.

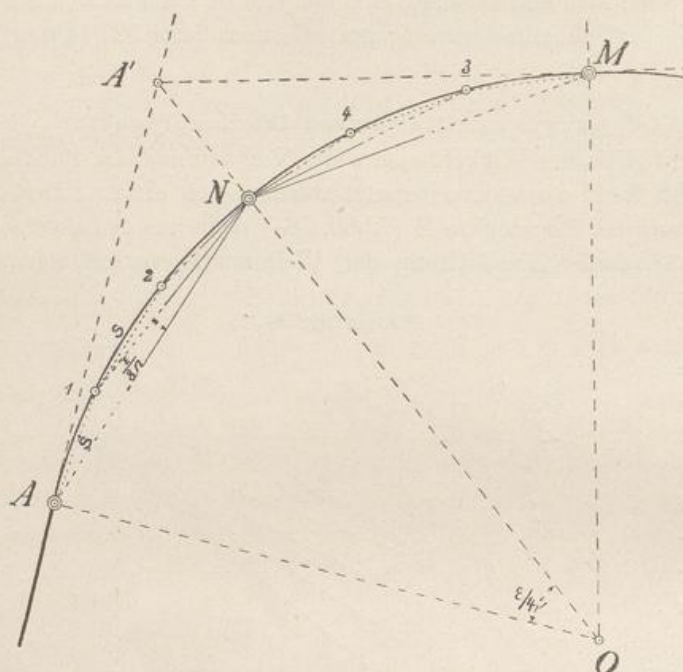
Der Kleinpunkt 2 wird mit dem Winkel $L + 2 \cdot \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$ abgesetzt und mit dem

Abbildung 384.



gleichen Längenmaße s , das nun vom Kleinpunkte 1 gilt, usw. Sobald der letzte Kleinpunkt vor M feststeht (Kleinp. 4 Abbil. 384), muß der Abstand von diesem

Abbildung 385.



bis M den Betrag s ergeben. Hieraus ist zu entnehmen, daß die Absteckung mit großer Sorgfalt erfolgen muß; dann werden aber auch scharf liegende Kleinpunkte erhalten.

Um die Abmessung der Sehne s möglichst einfach durchzuführen, wird bei größeren Längen (bei $s > 20$ m) für den Ueberschuß von 20 m zweckmäßig an dem Meßbande*) ein Ring angeschraubt, durch den ein Fluchtstab für das Einwinken vom Beobachter des Winkelmessers gesteckt wird. Sind nur kleine Abstände, etwa

bis 5 oder 6 m abzumessen, dann ist eine gerade Holzlatte scharf auf die berechnete Länge zu schneiden.

Der Vorgang ist auf der anderen Seite in der gleichen Weise von E ausgehend nach M hin zu wiederholen. Ist bei größeren Bogenlängen nach Abbildung 385 vorzugehen, so ist das Verfahren auf N von A bzw. M aus und von E bzw. M aus ebenfalls mit $\frac{\epsilon}{8 \cdot n}$ und $s = 2r \cdot \sin \frac{\epsilon}{8 \cdot n}$ auszuführen.

Da für die Messung von s freie Bahn im Bogen, im übrigen nur freie Sicht zwischen den in Frage kommenden Hauptpunkten erforderlich ist, hat die geschilderte Absteckung große Bedeutung auf Dämmen, ferner auch in Einschnitten, bei Stollen und Tunnelanlagen, worauf schon Seite 318 hingewiesen ist.

An Hilfstafeln sind hier die in Anm. Seite 328 unter 2. und 3. aufgeführten Taschenbücher von Knoll-Weitbrecht und Sarrazin-Oberbeck zu nennen.

4. Einschalten der Kleinpunkte vom Schnittpunkte der Bogenberührenden.

Entsprechend dem Verfahren nach Seite 313 für die Absteckung der Bogenmitte M , wo bei einem stumpfen Schnittwinkel δ die Entfernung MS berechnet und in der Halbierenden von δ abgesetzt wird, können hier die Abstände der Kleinpunkte (Abbil. 386) mit δ_1 und S_1 , δ_2 und S_2 usw. festgelegt werden. Die Winkel $\delta_1, \delta_2 \dots$ werden berechnet nach der Formel:

*) Es wird vorausgesetzt, daß das Band die gewöhnliche Länge von 20 m hat.

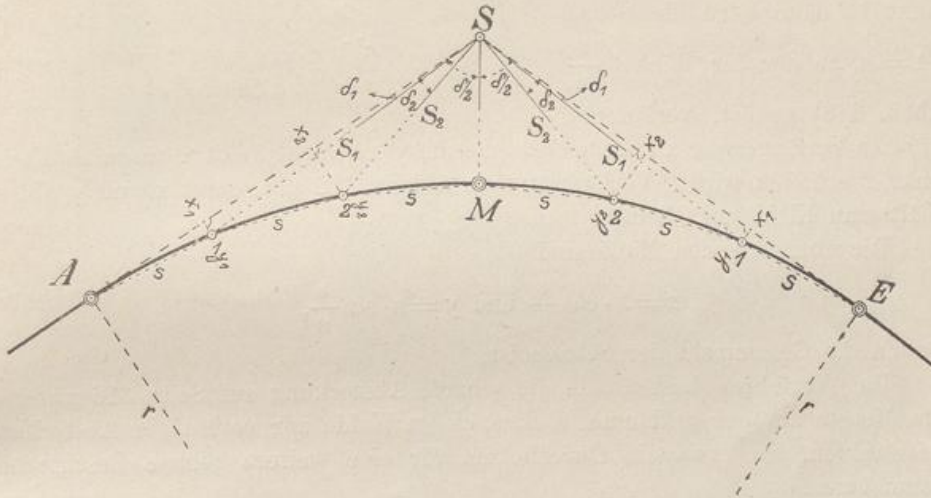
$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_1 &= \frac{y_1}{SE - x_1} \\ \operatorname{tg} \delta_2 &= \frac{y_2}{SE - x_2} \\ &\text{usw.} \end{aligned} \right\} \text{wobei SE nach Seite 310, y und x nach Seite 325} \\ \text{abgeleitet werden.}$$

Die Strecken $S_1, S_2 \dots$ werden bestimmt nach

$$S = \sqrt{(SE - x)^2 + y^2}.$$

Erscheint es zweckmäßiger statt S die Sehne s gemäß Seite 329 abzumessen, so ist diese auch hier nach $s = 2r \sin \frac{\varepsilon}{2n}$ zu berechnen.

Abbildung 386.



Das angedeutete Verfahren ist dann am Platze, wenn eine anderweitige Absteckung mit Schwierigkeiten verbunden ist, dagegen vom Schnittpunkte S aus die ganze Bogenlinie übersehen werden kann und die Strecken S kurz sind.

5. Näherungsverfahren.

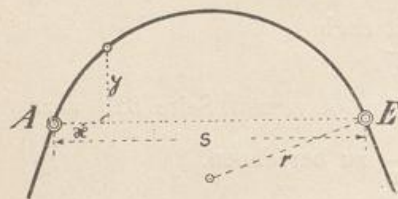
Während die unter 1. bis 4. geschilderten Maßnahmen mehr für die scharfe Bestimmung der Kleinpunkte, z. B. bei Eisenbahnanlagen und bei wichtigen Kunstbauten des Straßen- und Wasserbaues, in Frage kommen, genügt bei einfachen Wegebauten und kulturtechnischen Arbeiten oft eine gut genäherte Absteckung der Punkte, zu der das Parabelverfahren, das Einrücken, das Viertelverfahren und die Anwendung des wandernden Winkelmessers zu rechnen sind. Hierbei wird gewöhnlich auch die Festlegung der Hauptpunkte A und E (siehe S. 308), auch wohl der Bogenmitte M in einfacher Weise vorgenommen, so daß die Arbeit im Felde rasch vor sich geht.

α) **Parabelverfahren.** Ist A und E ohne M gegeben, so ist annähernd (siehe Abbil. 387):

$$y = \frac{x(s-x)}{2r}.$$

β) Das **Einrücken** erfolgt in der Regel von der Sehne, indem man (Abbildung 388) von A oder E oder auch gleichzeitig von beiden ausgeht, nachdem ein Kleinpunkt bereits bei A oder E nach einem der früheren Verfahren abgesteckt wurde. Ist es hier der Punkt 1, dann wird die Sehne A 1 = s, zu der der Winkel $\frac{\varepsilon}{n}$

Abbildung 387.



steckt wurde. Ist es hier der Punkt 1, dann wird die Sehne A 1 = s, zu der der Winkel $\frac{\varepsilon}{n}$

(Abbil. 388) gehört, verlängert, auf ihrer Verlängerung x abgemessen und um y „eingerückt“, wodurch Kleinpunkt 2 erhalten wird. Verlängert man sodann 1 2 = s, setzt x und y ab, so erhält man Kleinpunkt 3 usw.

Die abzusetzenden Maße sind

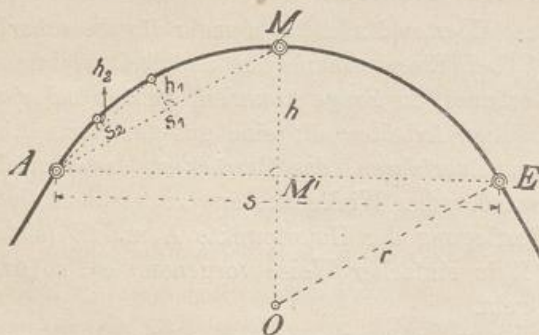
$$x = s \cdot \cos \frac{\varepsilon}{n} \text{ und } y = s \cdot \sin \frac{\varepsilon}{n},$$

wenn n die Gesamtzahl der Sehnen ist.

Das Verfahren leistet, wie die scharfe Absteckung auf Seite 316 unter e, gute Dienste auf engem Raume, z. B. auch im Walde zur vorläufigen Absteckung von Punkten, um etwa ein Durchholzen für eine weitere genaue Bestimmung vorzunehmen.

γ) **Viertelsverfahren.** Hat man M nach $AM' = \frac{AE}{2} = s/2$ und nach $h = y_m = r - r \cdot \cos(90^\circ - \delta/2)$ (s. S. 315) abgesteckt, so ergibt sich nach Abbil. 389:

Abbildung 389.



$$h_1 = \frac{h \cdot s_1}{s + s_1}$$

$$h_2 = \frac{h_1 \cdot s_2}{s_1 + s_2}$$

usw.

Handelt es sich um einen sehr flachen Bogen, so kann man setzen:

$$h_1 = \frac{h}{4}$$

$$h_2 = \frac{h_1}{4} \text{ usw.,}$$

woraus die Bezeichnung „Viertelsverfahren“ sich ergibt.

δ) Das Abstecken mit Hilfe eines **wandernden Winkelmessers** beruht auf der Gleichheit der Peripheriewinkel über gleichen Sehnen. Ist A, E und M

abgesteckt, so stellt man eine Doppelprismen-trommel (Abbil. 390) mittels eines Stabes nach Abbil. 65 (I. Teil) in M (Abbil. 391) auf und dreht das obere Prisma mit Hilfe einer Einstellschraube (links oben) so lange, bis die Punkte A und E zur Deckung gelangen. Der Gang der Lichtstrahlen entspricht dem in

Abbildung 390.

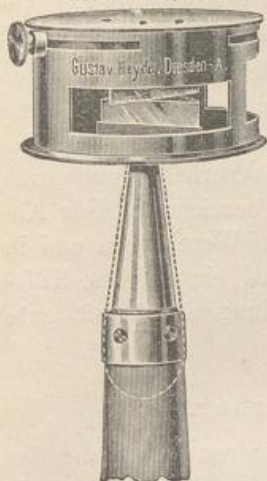


Abbildung 391.

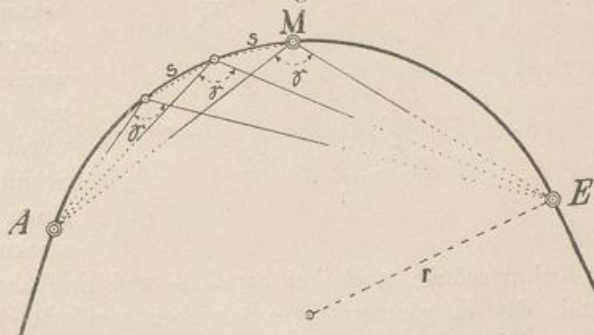


Abbildung 392.

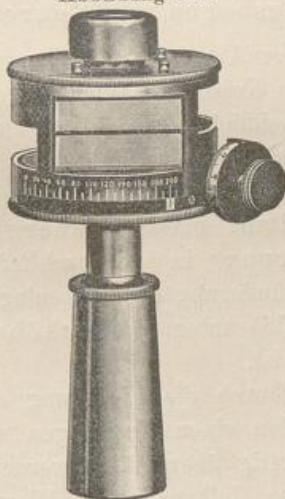
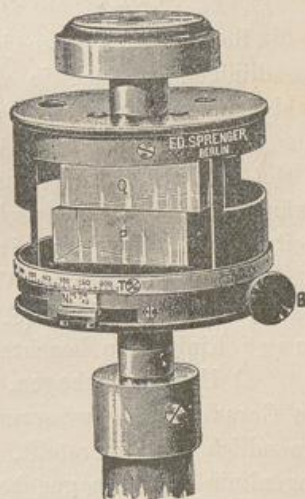


Abbildung 393.



Abbil. 83a (I. Teil). Wird die Stellung der Prismen durch die obige Einstellschraube festgehalten, so können unter Zuhilfenahme eines Meßbandes oder einer Meßlatte die einzelnen Kleinpunkte in der gleichmäßigen Entfernung s abgesteckt werden, indem man mit dem Winkelmesser der Bogenlinie entlang wandert, so zwar, daß A und E stets in den Prismen gedeckt bleiben.

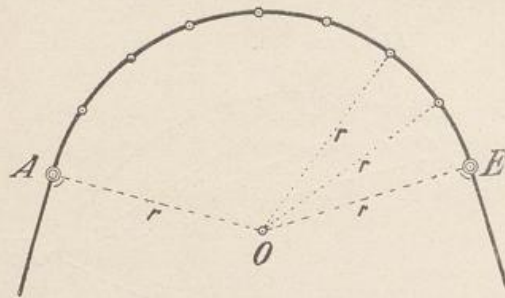
Hat der Winkelmesser, wie die Abbildungen 392 und 393, eine Kreisteilung, so kann die Größe des Winkels γ , der $90 + \delta/2$ sein muß, nachgeprüft werden. Die beiden letzteren Winkelmesser tragen eine Dosenwaage auf dem Kopfe, so daß auch eine gut lotrechte Einstellung des Stabes möglich ist. Im hügeligen und gebirgigen Gelände sind aus dem im I. Teile, S. 29, angegebenen Grunde nur Winkeltrommeln anwendbar, wie solche ebendort in den Abbildungen 172, 181 und 193 zu ersehen sind.

6. Unmittelbare Absteckung von Kleinpunkten.

Eine unmittelbare Absteckung vom Mittelpunkt O des Kreisbogens (Abbildung 394) aus, wo mit Hilfe eines Meßbandes, eines Drahtes oder einer Leine

im Abstände des Halbmessers r nach Art des Zirkelschlages beliebig viele Kleinpunkte bestimmt werden, kann bei ganz kleinen Längen von r zweckmäßig sein. Die Voraussetzung ist also,

Abbildung 394.



daß der Mittelpunkt O gegeben ist, während er früher in keinem Falle bekannt war. Er wird durch Absteckung von r in A und E rechtwinkelig auf den gegebenen Geraden und nach einer etwa notwendig werdenden kleinen Verschiebung des Schnittpunktes O erhalten und durch einen Pflock bezeichnet. Für Absteckungen bei Wegebauten und in

der Kulturtechnik, auch bei Straßen- und Feldbahnen, wird ein solches Hilfsmittel, das in gärtnerischen Betrieben vielfache Verwendung findet, oft gute Dienste leisten.

c) Uebergangsbogen und Spurerweiterung.

Bei Schienenwegen jeder Art ist durch den unmittelbaren Uebergang der geradlinigen Führung in den Kreisbogen und umgekehrt eine Störung der bis dahin ruhigen Fahrt unvermeidlich, sofern nicht durch gewisse Maßnahmen für das stoßfreie Ein- und Auslaufen der Fahrzeuge Sorge getragen wird. Die Mittel erstrecken sich einmal auf eine Aenderung im Verlaufe der Schienenstränge durch Zwischenschaltung eines „Uebergangsbogens“, wozu noch weiter eine „Spurerweiterung“ in dem anschließenden Kreisbogen zu rechnen ist, dann aber auf eine Veränderung der Höhenlage der Schienenstränge, über die im Abschnitte III. 5. (S. 356) unter „Ueberhöhung“ und „Gefällausrundung“ Einiges zu beachten ist.

α) Uebergangsbogen. Durch die Einfügung eines Uebergangsbogens soll die Gerade, die gewissermaßen einen Kreisbogen mit dem Halbmesser $r = \infty$ (unendlich groß) darstellt, stetig übergeführt werden in die sich anschließende Bogenlinie mit dem gegebenen Halbmesser r . Hierzu dient ein ziemlich kurzer Parabelbogen, dessen Bestimmungsstücke nach

$$y = k \left(\frac{x}{l} \right)^3$$

sich ergeben und von der Geraden als Abscissenachse abgesetzt werden. Der Wert k , d. h. die Ordinate am Ende des Uebergangspunktes für $x = l$, und l selbst, die Abscissenlänge des Uebergangsbogens, sind abhängig von der Größe des gegebenen Halbmessers des anschließenden Kreisbogens, sowie der höchst zulässigen Geschwindigkeit der Fahrzeuge. Die Beträge für l und k sind durch besondere Vorschriften der einzelnen Bahnverwaltungen festgelegt; bei Hauptbahnen z. B. steigen die Werte von l nicht über 30 bis 40 m, von k nicht über 1,200 bis 1,400 m.

Die Einlage der Uebergangsbögen am Anfange und Ende eines Kreisbogens ist verhältnismäßig einfach, wenn man den Kreisbogen, wie es meist geschieht,