



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

A. Absteckarbeiten

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

Gebrauch Zahlentafeln aufgestellt oder Schaubilder gezeichnet, denen die gewünschten Größen leicht entnommen werden können. Es seien erwähnt für allgemeine Zwecke: „Hydraulisches Rechnen“ von Weyrauch, Verlag von Konrad Wittwer-Stuttgart 1909, im einzelnen für Kanalisationen das schon erwähnte Taschenbuch von Imhoff (s. S. 280) und für Wasserleitungen der auf Seite 228 genannte Leitfaden von Heinemann. Für die besonderen Zwecke der Röhrenentwässerung werden die Hilfstafeln (s. S. 261) des Verfassers genannt, die eine Tafel für die Geschwindigkeitsformel nach Vincent enthalten, sowie eine Einzel-Tafel*) desselben Verfassers, die für $a = 0,30$ gemäß dem Vorschlage von Gerhardt aufgestellt ist.

F. Absteckarbeiten und Schlußvermessung.

A. Absteckarbeiten.

I. Allgemeines.

Die Aufgaben, die in das Gebiet der „Absteckung“ fallen, betreffen die Festlegung der Umrisse von Bauanlagen im Gelände, wobei durch gewisse Arbeiten diejenigen Punkte nach Lage und Höhe bestimmt und vorübergehend oder dauernd bezeichnet werden, die als Richtschnur für die Ausführung der geplanten Neuanlagen erforderlich sind.

1. Die Festlegung der Punkte wird bei wichtigen Bauten in der Regel aufgrund von Lage- und Höhenplänen vorgenommen, in denen der Verlauf der für die Anlage maßgebenden „Leitlinie“, „Mittellinie“, „Achslinie“ oder „Achse“ eingezeichnet ist und in denen alle näheren Bestimmungsstücke für die Absteckung enthalten sind. Für solche Fälle werden mittels „Vorarbeiten“ die in Betracht kommenden örtlichen Verhältnisse**) ermittelt und geklärt, wodurch die den Umständen entsprechende zweckmäßigste und wirtschaftlichste Linie bestimmt wird.

Die Vorarbeiten werden sehr oft zunächst als „Allgemeine Vorarbeiten“ durchgeführt, um ein überschlägliches Urteil über die in Aussicht genommenen Anlagen zu gewinnen und eine vorläufige Leitlinie festzusetzen. Hierzu genügen vielfach die von der Landesaufnahme hergestellten Karten (siehe I. Teil, S. 180), besonders die Meßtischblätter im Maßstabe 1:25000, in die beim Begange des Geländes die fraglichen Linien, siehe beispielsweise Tafel IX im I. Teile, eingetragen werden. Bedenken über die Höhenverhältnisse können am einfachsten unter Zuhilfenahme eines „Luftdruckmessers“ (s. S. 196) besei-

*) „Graphische Tafel für Drainrohrweiten“. Von G. Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt-Leipzig 1913.

**) Ueber die in Betracht kommenden Gesichtspunkte unterrichten die auf Seite 228 namentlich angegebenen Einzelbände des „Handbuches des Bauingenieurs“.

tigt werden, der auch dann meist genügt, wenn die Leitlinie in ihrer vorläufigen Lage auf grund von Karten ohne Höhenangaben, z. B. auch auf grund der Katasterkarten (s. I. Teil, S. 167) festgestellt wird, für die also noch besondere Höhenmessungen zu bewirken sind.

Wenn die durch die „Allgemeinen Vorarbeiten“ gewonnene vorläufige Leitlinie im wesentlichen den zu stellenden Anforderungen entspricht, wird sie in ihren einzelnen Teilen den örtlichen Verhältnissen völlig angepaßt, und es erfolgt sodann durch die „Ausführlichen Vorarbeiten“ eine entsprechend eingehende Aufnahme der in Frage kommenden Geländeoberfläche nach Lage und Höhe, so daß es schließlich nur noch unwesentlicher Abänderungen bedarf, um die endgültige Leitlinie zu erhalten. Diese wird unter Beachtung der ins Einzelne gehenden Gesichtspunkte (s. Anm.**) S. 282) in letzter Linie durch die „Entwurfsbearbeitung“ auf grund der Lage- und Höhenpläne festgestellt, wobei die technisch zweckmäßigste und mit Rücksicht auf die Ausführungskosten günstigste Linienführung gewählt wird. Zu den Entwurfsarbeiten gehören je nach der Art der zur Ausführung gelangenden Anlagen die Anfertigung von Längen- und Querschnitten, die Erdmassenberechnungen*) und die Entwürfe von Bauwerken**), so daß schließlich der „Kostenanschlag“ über alle vorzunehmenden Arbeiten und sonstigen Aufwendungen aufgestellt werden kann.

2. Bei kleineren Anlagen wird sehr oft, falls der tätige Ingenieur oder Techniker die nötige Sachkenntnis und Uebung besitzt oder falls die Leitlinie durch die Umstände vorgeschrieben ist, die endgültige Linie sofort im Felde abgesteckt, und es werden im Anschluß hieran die „Ausführlichen Vorarbeiten“ vorgenommen. Für diese kommt stets dasjenige Verfahren der Lage- und Höhenmessung in Betracht, das den gegebenen Verhältnissen am besten entspricht und hinreichend scharfe Ergebnisse gewährleistet. Mit großem Vorteile kann der „Schnellmesser“, auf dessen Vorzüge bereits Seite 129 hingewiesen ist, zu gemeinsamer Lage- und Höhenmessung herangezogen werden, vielfach auch in den Fällen, wo Lagepläne (Katasterpläne) vorliegen, für die die Höhenangaben meist mit Hilfe der „Fernrohrwagen“ (s. S. 50) ermittelt werden, wie dies beispielsweise bei kulturtechnischen Arbeiten in weitestem Umfange zu geschehen pflegt.

Die „Absteckung“ der endgültigen Leitlinie wird ins Feld aus dem Lageplane von festen Punkten oder von Linien übertragen, deren Uebereinstimmung mit der Oertlichkeit unzweideutig feststeht. Da die Leitlinien sich aus Geraden zusammensetzen oder zumeist aus Geraden, die durch Kreisbögen verbunden sind, so ist hier die Aufgabe zunächst dahin zu lösen, entweder die Brechpunkte der Geraden oder die Berührungspunkte der Geraden und Kreisbögen im Felde „abzustecken“ oder „abzusetzen“. Zwischen den so erhaltenen „Hauptpunkten“ wird noch weiter in den Geraden und Bögen eine beliebige Anzahl von „Kleinpunkten“ eingeschaltet, um der nachfolgenden Bauausführung einen sicheren Anhalt in kurzen Zwischenräumen zu verschaffen. Die Leitlinien sind zudem der Ausgang für alle Absteckungen der seitlichen Begrenzung

*) Siehe: Band XIII: „Der Erdbau“.

**) Siehe: Die anderen zuständigen Bände der Sammlung (S. 228).

der Neuanlagen, im besonderen auch der vorgesehenen Bauwerke, deren genauere Lage durch sogen. „Schnurgerüste“ (s. S. 342) in der Oertlichkeit noch weiter sichergestellt wird.

II. Absteckarbeiten für die Lage der Punkte.

1. Abstecken der Hauptpunkte in Leitlinien.

a) **Unmittelbare Absteckung im Felde.** Wie schon in der vorstehenden Einleitung hervorgehoben wurde, ist es oft möglich, die Leitlinie unmittelbar im Felde zu entwerfen und die „Hauptpunkte“, d. h. die Brechpunkte der Geraden und deren Berührungspunkte mit den Kreisbögen anzugeben. Dies wird in der Regel bei kleineren Anlagen zutreffen und da, wo die Verhältnisse die Lage der Leitlinie vorschreiben, sei es, daß die Oertlichkeit oder die Besitzverhältnisse, sei es, daß die technischen Maßnahmen weitere Lösungen ausschließen. Solche Fälle bieten beispielsweise kurze Straßen- und Wegeverbindungen, auch kleinere Wegenetze, wie sie etwa bei Güterteilungen und Verpachtungen vorkommen, dann die Anlagen von Wasserleitungen, Kanalisationen und Straßenbahnen, vornehmlich aber auch die Arbeiten der Kulturtechnik, wo über die Lage einzelner Drainleitungen, Bewässerungs- und Entwässerungsgräben und über Begradigungen kleiner Flußläufe, Bäche oder Gräben nicht selten sofort an Ort und Stelle endgültig entschieden wird. Sollte nach den weiter einsetzenden „Ausführlichen Vorarbeiten“, die die maßgebenden Lage- und Höhenpläne ergeben, eine Berichtigung der Leitlinie ratsam erscheinen, so kann ihre Abänderung leicht auf grund der im Felde vermarkten Hauptpunkte oder mit Hilfe besonderer Aufnahmelinien (s. S. 283) erfolgen.

b) **Absteckung nach dem Lageplan.** Letzteres trifft auch dann zu, wenn die endgültige Leitlinie nach den Unterlagen der „Ausführlichen Vorarbeiten“, wie es bei umfangreichen Bauentwürfen gewöhnlich geschieht, in die Oertlichkeit übertragen wird. Hier bildet entweder die vorläufig abgesteckte Leitlinie oder aber stets zweckmäßig ein besonderer Linienzug, in der Regel ein Vieleckszug (s. I. Teil, S. 69 und die Polygonzüge S. 75) die Grundlage für die Aufnahme und die weitere Absteckung. Die in Frage kommenden Hauptpunkte werden von diesen Aufnahmelinien im Felde abgesetzt und vermarkt, indem man die nötigen „Bestimmungsstücke“ auf dem Lageplan abgreift und diese, wenn Kreisbögen vorliegen auch deren Halbmesser, die meist runde Maße sind, in den Lageplan oder auch in besondere Absteckrisse einträgt.

c) Besteht die Leitlinie nur aus Geraden, so sind ihre Brechpunkte derart abzustecken, daß man sie rechtwinkelig von den Aufnahmelinien absetzt oder daß man die Schnittpunkte der Geraden oder deren Verlängerungen mit den Aufnahmelinien ermittelt. Kann auch von Grenzpunkten aus oder durch Schnitte der Leitlinie mit Grenzlinien eine Uebertragung erfolgen (s. Abbil. 181), so ist letztere nur dann sicher, wenn eine gute Uebereinstimmung der Karte und Oertlichkeit gefunden ist, was bei Benutzung z. B. älterer Katasterkarten als Lagepläne nicht immer zutrifft. Wenn das fragliche Gelände durch eine neue Lageaufnahme (s. z. B. S. 174 und I. Teil des Feldmessens) klargelegt wird, ist die verlangte Uebereinstimmung selbstverständlich vorhanden.

Beispiel 1. Die Rohrführung der Wasserleitung gemäß dem Lageplan in der **Tafel I** besteht aus Geraden, die unter Zugrundelegung einer Abzeichnung der Katasterkarte sofort im Gelände endgültig abgesteckt worden sind und als Unterlage der Höheneinwägung, siehe hierüber Seite 84, dienen. Die Lage der Hauptpunkte der Rohr-Leitlinie ist durch einfache Längenmessungen in den Grenzlinsen für den Lageplan eingemessen worden, nachdem (s. I. Teil, S. 177) eine ausreichende Uebereinstimmung der Katasterkarte und Oertlichkeit festgestellt worden ist.

Beispiel 2. Anders liegen die Verhältnisse in Abbil. 325. Letztere stellt einen verkleinerten Absteckriß für den im Bande IX des „Handbuchs des Bauingenieurs“ in **Tafel III** gezeichneten Drainage-Entwurf*) dar, der die Abteilungen 1 bis 4 enthält.

Der Hauptsammler a und der Nebensammler b der Abteilung 1 liegen in einer runden Entfernung von 8 m vom Wege und lassen sich leicht gemäß den Angaben auf Seite 339 rechtwinkelig von den Wegekanten absetzen. Dasselbe gilt auch für den Hauptsammler a der Abteilung 2, der von der nördlichen Grabenkante der Kreisstraße einen Abstand von durchweg 8 m erhält. Die kurzen offenen Gräben von der Ausmündung bis zum Vorflutgraben AA sind nach den Abstecklängen 20,5 bzw. 22,0 abzumessen. Alle Brechpunkte der Sammler werden als Hauptpunkte durch einfache Pfähle bezeichnet. Der erste und letzte Pfahl, d. h. der Pfahl am oberen Ende bzw. an der Ausmündung des Sammlers erhält als Aufschrift mit Rotstift die Sohlenhöhe des Sammlers an der betreffenden Stelle, z. B. bei der Abteilung 1 Sammler a die Höhe 48,74 bzw. 41,00.

Findet im Verlaufe des Sammlers ein Gefällwechsel der Rohrleitung statt, dessen Höhe gleichfalls stets im Entwurfe angegeben wird, so sind auch diese Stellen durch Pfähle, z. B. Abteilung 2 Sammler a mit den Höhen 45,55, 42,95 und 41,70, bei der Absteckung der Hauptpunkte festzulegen. Die Abmessung solcher Gefällwechsel-Punkte wird meist durch eine Längenmessung in der Richtung des Sammlers erfolgen (s. Abteilung 2 Sammler a), wenn nicht andere Anhaltspunkte, z. B. Schnitte mit Grenzlinsen (Abtlg. 1 Sammler a bei der Sohlenhöhe 44,70**), eine kürzere Abmessung ermöglichen. Mit der Längenmessung kann aber oft die Absteckung der seitlichen Sauger Hand in Hand gehen, siehe z. B. Abteilung 4, so daß hierdurch Maße für die ganze Anlage in einfachster Weise gewonnen werden. Werden Verschiebungen gegen den eigentlichen Entwurf bei der Absteckung erforderlich, siehe hierüber Band IX S. 52 des Handbuchs und „Die Drainage“***), S. 97, so sind die Änderungen durch Messungen zwecks Eintragung in den Lageplan sicher zu stellen†). Wie die meist gleich verlaufenden Sauger abgesteckt werden, ist auf Seite 339 nachzulesen.

*) Siehe auch **Tafel II** in „Die Drainage“ von G. Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig 1912.

) Die Grenzlinie ist im Lageplan (Tafel III**, Bd. IX des Handbuchs) nicht enthalten; sie ist hier nur zur Erläuterung eingetragen.

***) „Die Drainage“ von G. Schewior. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig 1912.

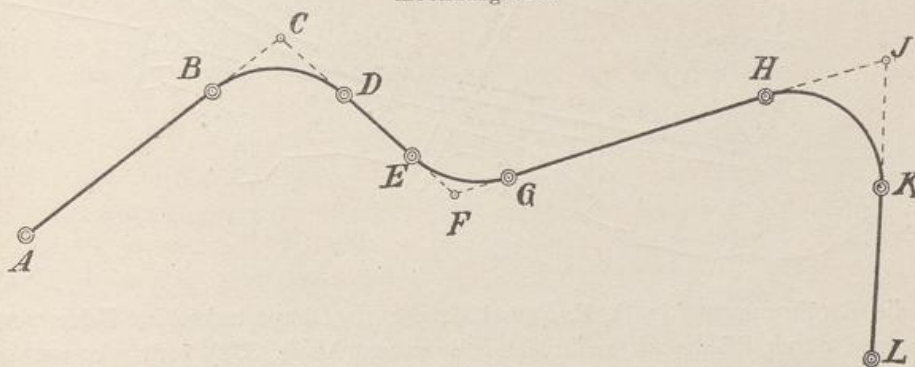
†) Siehe auch Abschnitt: „Die Schlußvermessung“, S. 359.

Die oberen Enden der kurzen Nebensammler b und c in der Abteilung 2 sind nach den im Absteckriß (Abbil. 325) verzeichneten Bestimmungsstücken abzusetzen und, wie oben gesagt, durch Pfähle zu bezeichnen.

Vor der Uebertragung der Sammler a in den Abteilungen 3 und 4 wird zunächst der neue Vorflutgraben BB abgesteckt, der auch zuerst herzustellen ist. Hierzu wird die nördliche Grabenkante des östlichen Endes mit dem Maße 19,0 und am Vorflutgraben AA mit 46,5 abgesetzt; sodann werden von den zwei Messungslinien, die die drei von der Höhenaufnahme der „Ausführlichen Vorarbeiten“ vorhandenen Pfähle mit den Höhen 45,84, 42,95 und 41,42 verbinden, einzelne Knickpunkte derselben Grabenkante, darunter auch die Ausmündungsstellen der beiden Sammler in den Abteilungen 3 und 4, rechtwinkelig abgetragen. Die südliche Kante des Vorfluters BB, der durchweg die gleiche Breite von 4,0 m hat, wird nach Seite 339 abgesteckt. Der Anfang des Sammlers in Abteilung 3 mit der Sohlenhöhe 46,50 ist von dem Knickpunkte der Kreisstraße mit 4,5 m und 18,0 m abzumessen, während das obere Ende des Hauptsammlers a der Abteilung 4 und ein Knickpunkt vor der Ausmündung rechtwinkelig von der Kreisstraße mit den Maßen 4,5 und 24,0 bzw. 5,0 und 24,0 festgelegt wird.

β) Bestehen die Leitlinien aus Geraden mit zwischenliegenden Kreisbögen (Abbil. 326), so könnten auch hier die Brechpunkte der Geraden durch Verlängerung der letzteren bis zum Schnitt ermittelt, z. B. die Brechpunkte C, F, abgesteckt werden. Dies kann geschehen, wenn die Brech- oder

Abbildung 326.

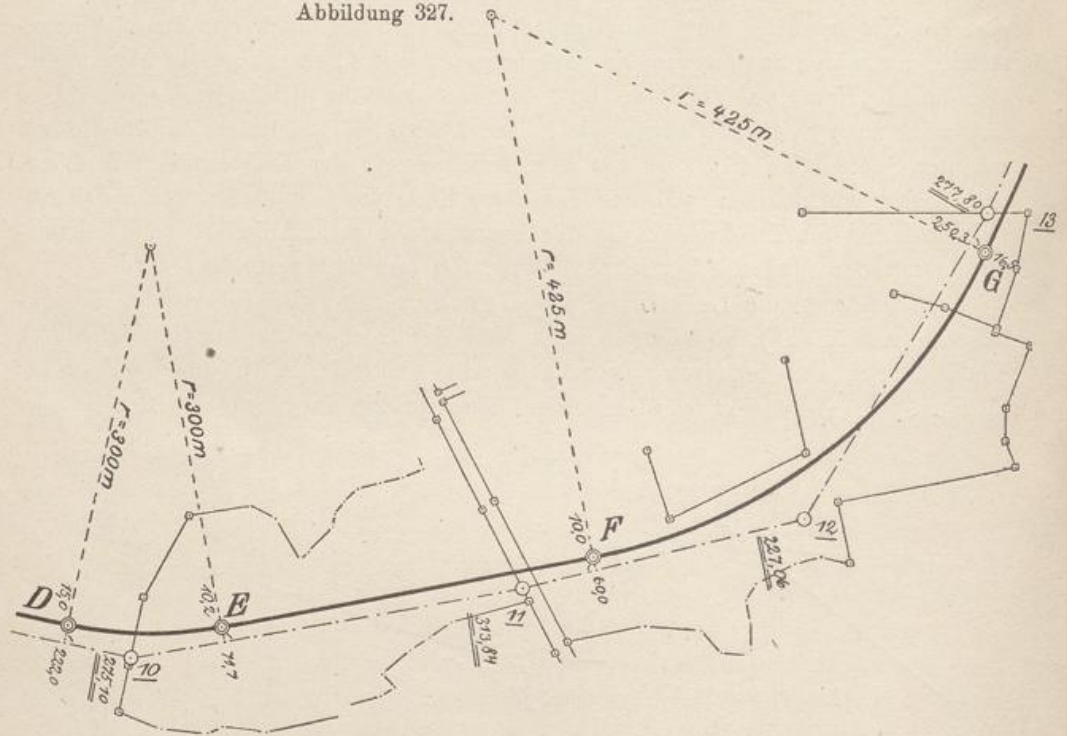


Schnittpunkte in der Oertlichkeit leicht zugänglich sind oder nicht zu weit von den „Berührungspunkten“ B, D bzw. E, G usw. abliegen. Meist wird man zunächst entweder die Berührungspunkte, z. B. B und D, oder, wenn es bequemer ist, in der Nähe von B und D liegende Punkte der Geraden AB und DE absetzen und dann bei der weiteren Absteckung des Kreisbogens (s. S. 307) die Lage der Berührungspunkte (B, D usw.) entsprechend dem dem Lageplane oder Absteckrisse entnommenen Halbmesser endgültig ermitteln, gemäß den obigen Angaben vermarken und von festen Punkten oder Grenzlinien einmessen.

Beispiel 1. Die Leitlinie der Zechenbahn, die in Tafel VII des I. Teiles des Feldmessens in den Umringsgrenzen dargestellt ist, besteht auf der dort angegebenen Strecke nach Abbildung 327 aus einer Geraden vor der Haltestelle

und zwei sich anschließenden Kreishögen mit einem Halbmesser von 300 bzw. 425 m. Nach vorläufiger Absteckung der Leitlinie auf grund der „Allgemeinen Vorarbeiten“ erfolgte eine Aufnahme des Geländes in einer Breite von etwa 100 m zu beiden Seiten dieser Leitlinie, wozu als Grundlage ein Vieleckszug (siehe Tafel VII, I. Teil und die zu ergreifenden Maßnahmen ebendort S. 75 usw.) diente. Die Messung wurde in einem Lageplane und in Längs- und Querschnitten aufgetragen und die Leitlinie nach einigen unwesentlichen Verschiebungen endgültig entworfen. Ein Absteckungsriß (Abbil. 327) enthält die Bestimmungsstücke

Abbildung 327.



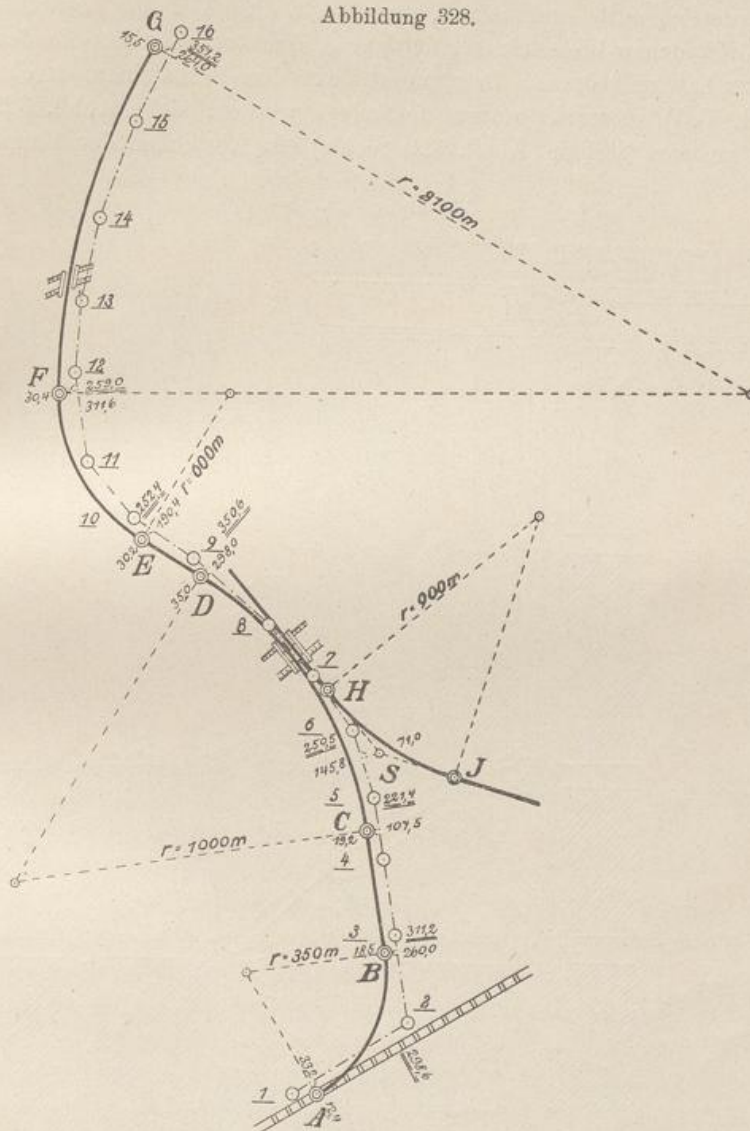
für die Berührungspunkte D, E, F und G, die als Hauptpunkte im Felde abgesetzt und durch Pfähle mit senkrechter Bohrung (Abbil. 332) vermarktet wurden. Nach dem Baue der Bahn erfolgte eine „Schlußvermessung“ und „Fortschreibung“*) der Außengrenzen und der Gebäude im Kataster (s. I. Teil, S. 175 und 177), worüber noch Seite 359 Einiges angegeben wird.

Beispiel 2. In gleicher Weise, wie vor, wurde bei der Festlegung der Zechenbahn auf Tafel IX des I. Teiles des Feldmessens verfahren. Ein Vieleckszug diente der Aufnahme des Geländes, der endgültigen Absteckung der Leitlinie, der Schlußvermessung und Fortschreibung. Gemäß Abbil. 328 kommen in Frage die Hauptpunkte A und B an der Hauptbahn, dann C, D, E und F, sowie der Endpunkt der Bahn G an der Zeche „Ignaz Liko“. Von der Leit-

*) Die „Fortschreibung“ erfolgt durch das Katasteramt (s. I. Teil, S. 175) auf grund einer von einem „vereideten Landmesser“ vorgenommenen Vermessung.

linie aus erfolgte außer der Absteckung des Bahnkörpers und der seitlichen Gräben die Brücke über die Oder und einige andere Bauwerke, darunter ein größerer massiver Durchlaß im Plinzgraben zwischen Kilometer 3 und 4.

Abbildung 328.

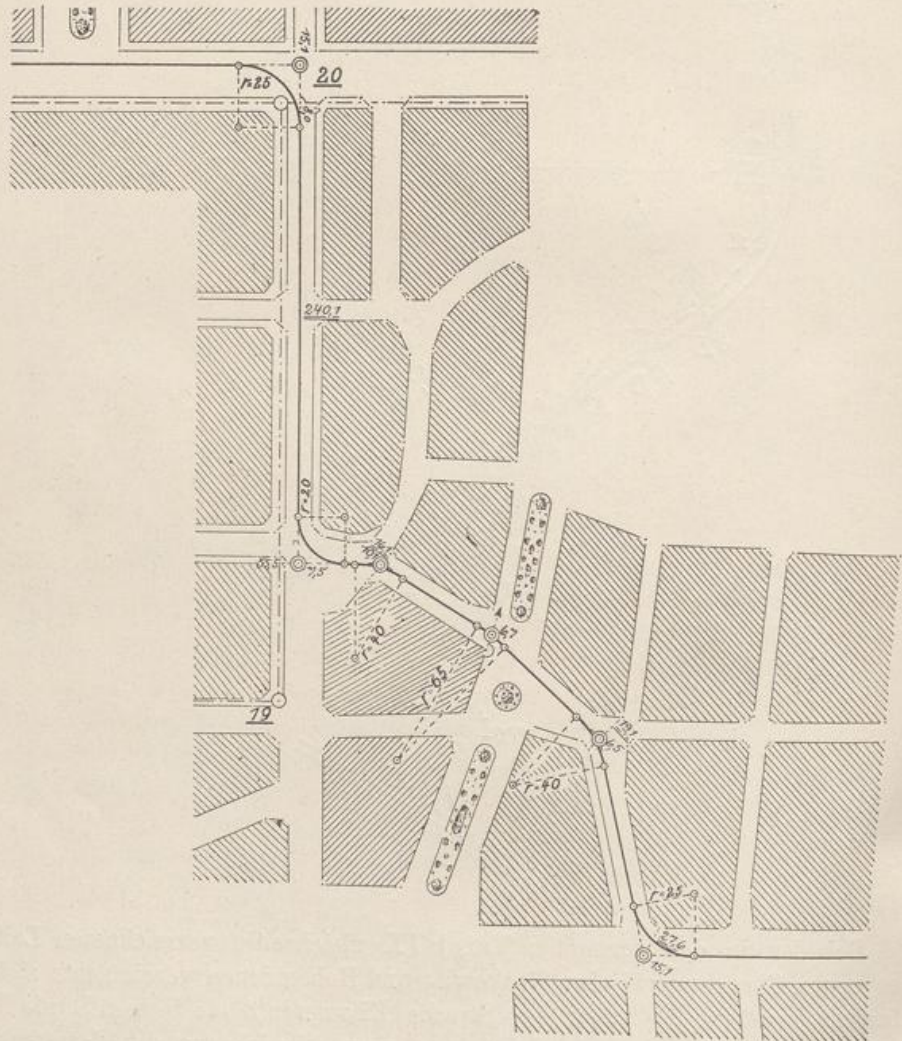


Bei der in der genannten Tafel IX gleichzeitig verzeichneten Leitlinie einer neuen Chaussee zwischen Benkowitz und Hohenbirken vereinfachte sich die Aufnahme insofern, als außer der Strecke Kilometer 3 bis 5 bestehende Wege benutzt wurden, die bereits im Lageplane, einer Abzeichnung der Katasterkarte, vorhanden waren. Der Teil zwischen Kilometer 3 und 5 wurde vom Vieleckszuge der Zeehenbahn aus bearbeitet, von dem auch der Schnittpunkt S der Geraden an der Oderbrücke abgesetzt wurde. Im übrigen war die Leitlinie, wie gesagt, durch die für die Anlage benutzten Wege gegeben.

Schewior, Das Feldmessen II.

Beispiel 3. Nach den „Ausführlichen Vorarbeiten“ ist in einem Stadtplane größeren Maßstabes die Leitlinie für eine Straßenbahn entworfen worden. Die Uebertragung der Hauptpunkte geschah am Orte auf grund eines Absteckrisses, der die erforderlichen Bestimmungsstücke enthält. Ein Teil der Leitlinie konnte von einem vorhandenen Vieleckszuge, der zur Aufmessung des betreffenden Stadtteiles gedient hat und dessen Brechpunkte auf den Bordsteinen durch Bolzen (Abbil. 34, I. Teil) vermarktet waren, festgelegt werden, siehe Abbil. 329 links, während an anderen Stellen (Abbil. 329 rechts) ein Abstecken der Hauptpunkte

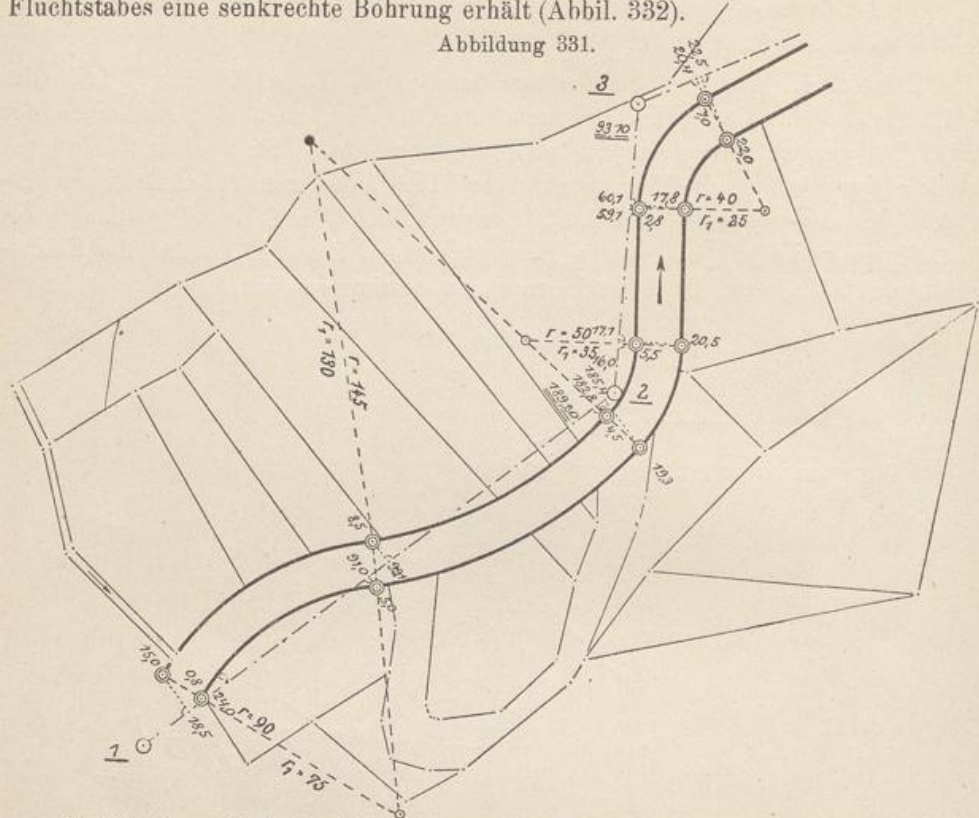
Abbildung 329.



von Gebäudeecken, feststehenden Grenzlinien oder auch nur zwischen den Bordsteinen, doch auch hier sicher genug, möglich war. Die Punkte wurden, soweit zugänglich, durch Kreuzmarken im Pflaster, sonst durch kurze Eisenpfähle oder Gasrohre (siehe Seite 292) vermarktet.

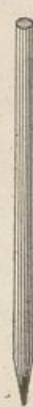
Anstrich gut sichtbar gemacht wird und zweckmäßig für die Aufnahme eines Fluchtstabes eine senkrechte Bohrung erhält (Abbil. 332).

Abbildung 331.



In Straßen mit fester Fahrbahn werden Eisenpfähle (Abbil. 333) verwendet oder zugespitzte Gasrohre (Abbil. 334), in die ebenfalls ein Fluchtstab gesteckt

Abb. 332. Abb. 333. Abb. 334. werden kann. Auf Pflastersteinen können Kreuze (+) eingemeißelt werden, in deren Kreuzpunkt bei den weiteren Absteckarbeiten Stäbe mit Hilfe kleiner Dreibeine (s. I. Teil, Abbil. 46 und 47) oder nach Abbil. 44 (I. Teil) oder von Doppelringen nach Abbil. 51 (I. Teil) gestellt werden. Eine dauernde Vermarkung wird entweder oberirdisch durch feste lange Steine mit Kreuzmarken (s. I. Teil, Seite 10 und 14), in Städten auch durch besondere Vorrichtungen (Abbil. 31, I. Teil), oder Bolzen (Abbil. 34, I. Teil), je nach den Umständen zudem auch unterirdisch durch Steine oder Röhren (Abbil. 26, 28 und 48, I. Teil) zweckmäßig erscheinen. Wichtig ist in jedem Falle die Einmessung der Punkte in



bezug auf benachbarte feste Grenzpunkte, Grenzlinien, Gebäude usw., damit man sie zu jeder Zeit, z. B. bei Erneuerungsarbeiten oder aus irgend welcher anderen Veranlassung sofort auffinden oder, wenn die Merkzeichen abhanden gekommen sind, ihre Lage wieder herstellen kann.

Die Einmessung hat einen besonderen Wert, wenn eine örtliche Vermarkung der Leitlinie überhaupt nicht stattfindet, wie beispielsweise bei den Rohrführungen der Wasserleitung in Tafel I oder bei den Sammlern nach Abbildung 325, wo für beide Anlagen die Bestimmungsstücke der Absteckung auch einem späteren Aufdecken der Rohrstrecken dienen. Wie in einzelnen anderen Fällen die Einmessung vor sich geht, ist den Abbildungen 181 und 327 bis 331 zu entnehmen.

Sobald die Leitlinie nach Obigem in ihren Hauptpunkten festgelegt ist, gilt es (s. unten), zwischen diesen weitere Punkte einzuschalten, eine Aufgabe, die mit mehr oder weniger einfachen Mitteln und mehr oder weniger großem Zeitaufwande gelöst wird. Von wesentlichem Einflusse hierauf ist die Uebersichtlichkeit des Geländes, dann auch die Schärfe, mit der die Einschaltung der Zwischenpunkte vorzunehmen ist. Grundsätzlich zu unterscheiden sind aber die verhältnismäßig einfachen Absteckungen in Geraden von denjenigen in Bogenlinien, wie die nachstehenden Abschnitte ersehen lassen.

2. Einschalten von Zwischenpunkten in Geraden.

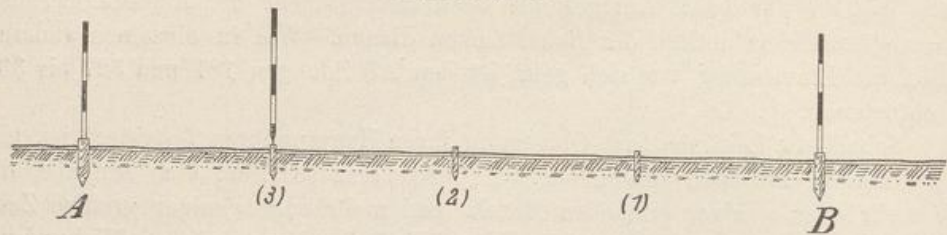
Schon im I. Teile des Feldmessens, Seite 19 usw., ist gezeigt worden, in welcher Weise gerade Linien in ihrem Verlaufe durch Fluchtstäbe sichtbar gemacht werden. Die dort mitgeteilten Vorkehrungen werden vielfach auch hier ausreichen, wenn die Einfügung von Zwischenpunkten mit nicht allzu großer Schärfe gefordert wird. Dies wird der Fall sein bei kulturtechnischen und wasserbautechnischen Arbeiten, bei der Anlage von Wasserleitungen und Kanalisationen, sowie bei einfacheren Wegebauten, wo die Zwischenpunkte durch Pflocke von einigen Zentimetern Stärke und entsprechender Länge in geringen Zwischenräumen, je nach Umständen bis zu 30 m und 20 m, selten 10 m herab, für die weitere Bauausführung vermarktet werden. Bei Straßenbauten, insbesondere bei Eisenbahnanlagen, auch Straßenbahnen, wo die Punktlage in der Regel mit der Genauigkeit bis zu einem Zentimeter erwünscht ist, kommt die Absteckung mittels eines Theodolits (s. I. Teil, S. 94) in Betracht oder mittels eines Schnellmessers (S. 129 usw.), der, wie schon der Seite 2 zu entnehmen ist, als das umfassendste Meßwerkzeug in der Bautechnik gilt. Die scharfe Bestimmung verlangt auch eine scharfe Punktbezeichnung, die man am besten durch einen Kopf eines Nagels, der in einen Pflock getrieben wird (Abbil. 98), erreicht.

a) Die beiden Hauptpunkte sind gegenseitig sichtbar.

α) **Einfluchten.** Die Einschaltung von Zwischen- oder „Kleinpunkten“ gestaltet sich einfach, wenn die beiden Hauptpunkte A und B der Geraden gegenseitig sichtbar sind und das Gelände zwischen ihnen ziemlich gleichmäßig verläuft. Sind A und B (Abbil. 335) durch lotrecht stehende Fluchtstäbe (s. I. Teil, S. 14) sichtbar gemacht und sollen von A aus die Zwischenpunkte (1), (2) usw. bestimmt werden, so beginnt man mit dem von A weitest gelegenen Punkte (1), indem man, nach Seite 20 des I. Teiles, gegebenenfalls mit Unterstützung eines Feldstechers einen Stab in die Gerade „einfluchtet“ und die betreffenden Bodenstellen durch einen Pflock bezeichnet. Die Mitte der Kopffläche gibt den eigentlichen Zwischenpunkt an.

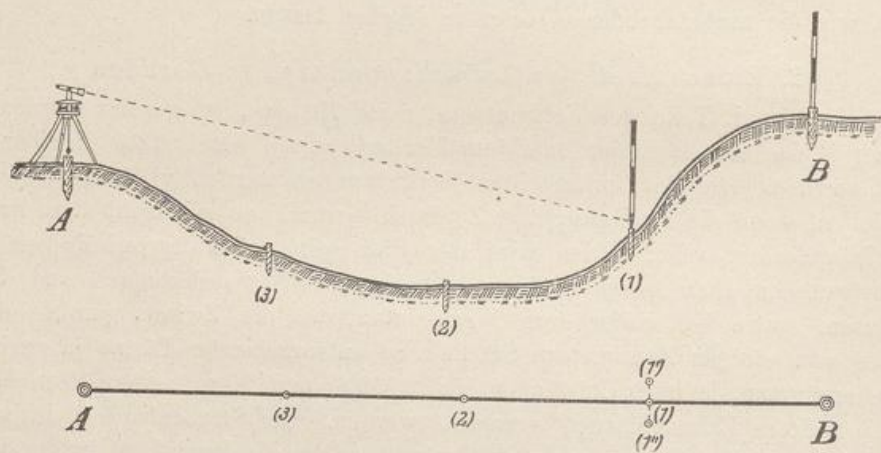
Liegt ein tiefes Tal zwischen A und B (Abbil. 336) oder ist eine scharfe Bestimmung der Zwischenpunkte geboten, so ist das einfache obige Einschalt-

Abbildung 335.



verfahren nicht ausführbar bzw. nicht genau genug. Man benutzt dann entweder einen Theodoliten oder den Schnellmesser, der über A oder B — es wird

Abbildung 336.



derjenige Punkt gewählt, von dem man die günstigste Beleuchtung hat — mit Hilfe des Fadenlotes sorgfältig aufgestellt (I. Teil, S. 108) und lotrecht gerichtet wird (S. 152 und I. Teil, S. 106). Nach Abbildung 336 (unten) soll das Meßwerkzeug über A stehen. Das Fernrohr wird auf den Fluchtstab in B eingestellt und nach Kippen der Stab in (1) eingerichtet. Da selbst ein gut richtiger Theodolit oder Schnellmesser hier immer noch merkbare Fehler zeigt, wird der Zwischenpunkt nicht in (1), d. h. in die Gerade AB, sondern etwa nach (1') fallen, den man durch ein kurzes Pfählchen bezeichnet. Das Fernrohr des Werkzeuges wird sodann um 180° „gekippt“ (siehe I. Teil, S. 102) und nach Drehung des oberen Teiles des Werkzeuges um 180° wieder auf B gerichtet und seitlich (1') der Stab eingewiesen, so daß man ein zweites Pfählchen (1'') erhält. Die Mitte zwischen den so erhaltenen Punkten (1') und (1'') ist der gesuchte Zwischenpunkt (1), der endgültig durch einen Pflock oder sonstwie vermarktet wird, während die beiden Pfählchen (1') und (1'') entfernt werden. In gleicher Weise lassen sich auch die Punkte (2), (3) usw. bestimmen.

Bei einer scharfen Bezeichnung wird zuerst, wie oben angegeben, das Pfählchen (1'), das zweckmäßig eine breite Kopffläche erhält, geschlagen. Auf letzterer wird ein Fluchtstab mit gut gespitztem Schuhe sorgfältig eingerichtet und die

Spitze durch einen Druck im Pfahlkopfe kenntlich gemacht. Der Vorgang spielt sich gleicherweise auf dem Pfählchen (1'') ab. Mitten zwischen den Eindrücken auf den beiden Pfählchen liegt der gesuchte Zwischenpunkt, den man zunächst durch einen Pflock oder dergl. roh, dann nach Abmessung der Mitte mittels eines Millimeterstabes (I. Teil, Abbil. 93) vorsichtig mit einem Nagel auf dem Kopfe des Pflockes festlegt. Wenn die Entfernung nicht sehr groß ist, kann für die schärfere Bestimmung der Punkte auf den Pfählchen auch wohl ein Bleistift, mit weißem Papier umwickelt, oder ein langer blanker Nagel oder Drahtstift dienen, den man unmittelbar mit dem Fernrohr einrichtet. Hierbei müssen die Zwischenpunkte aber so ausgewählt werden, daß man die Pfählchen selbst gut sehen kann. Dies ist auch sonst sehr zu empfehlen, damit der Fußpunkt des Fluchtstabes angezielt wird; kann nur eine andere Stelle des Stabes gesehen werden, so muß dieser beim Einwinken sorgfältig lotrecht gehalten oder gestellt werden.

Abb. 337.

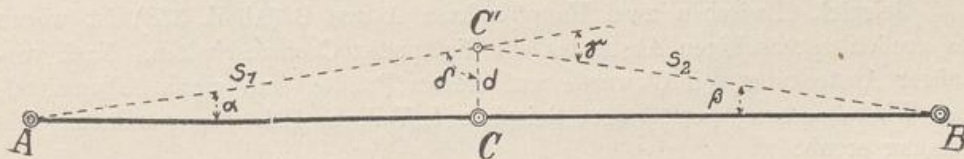


Das Einwinken des Fluchtstabes in die Gerade bietet auf größere Entfernungen gewisse Schwierigkeiten. Sobald durch Zurufen eine Verständigung unmöglich wird, sind Zeichen mit einem Horn oder einer Trillerpfeife zu verabreden, oder auch mit einem weißen Tuche, dessen Bewegungen erforderlichenfalls mit dem Feldstecher verfolgt werden.

Bei Entfernungen größer als 1 bis 2 km sind die gewöhnlichen Fluchtstäbe mit dem Fernrohre schon schlecht wahrzunehmen; dann befestigt man an dem Stabe eine runde Scheibe von etwa 20 cm Durchmesser (Abbil. 337), die weiß gestrichen oder mit weißem Papier bekleidet ist und fest aufsitzt oder sich verschieben läßt. Reicht auch dieses Hilfsmittel nicht aus oder ist die Verständigung schwierig, so daß die Arbeit sehr aufgehalten wird, so ist etwa in der Mitte der Geraden von A oder B aus ein „Richtpunkt“ zu bestimmen, dessen genaue Lage nach folgendem Verfahren ermittelt wird.

Ein Punkt C' (Abbil. 338) sei hier vorab in möglichster Nähe der Leitlinie bestimmt und durch einen Pflock mit einem Nagel bezeichnet. Auf C' wird sodann der Winkel $B'C'A$ mit Hilfe eines Theodolits oder eines Schnellmessers gemessen, wozu weiter die Entfernungen $AC' = s_1$ und $C'B = s_2$ treten, deren Längen entweder unmittelbar durch Messung erhalten oder meist genau genug aus dem Lageplane entnommen werden, sobald

Abbildung 338*).



der gewählte Punkt C' sicher in dem Lageplane festgestellt werden kann; die Querverschiebung d , d. h. der rechtwinkelige Abstand CC' des „Richtpunktes“ C von der Geraden AB ergibt sich nach:

*) Die Linie ACB soll gerade sein.

$$d = \sin \alpha \cdot s_1 \text{ und } d = \sin \beta \cdot s_2.$$

Hiernach ist

$$s_1 \cdot \sin \alpha = s_2 \cdot \sin \beta$$

woraus sich ergibt

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{s_2}{s_1}.$$

Da die Winkel α und β stets sehr klein sind, verhält sich auch

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{s_2}{s_1};$$

hiernach ist

$$\beta = \frac{s_1}{s_2} \cdot \alpha.$$

Ist γ der Außenwinkel zu α und β , so ist

$$\gamma = \alpha + \beta;$$

setzt man hier

$$\beta = \frac{s_1}{s_2} \cdot \alpha \text{ ein, also}$$

$$\gamma = \alpha + \frac{s_1}{s_2} \cdot \alpha = \alpha \left(1 + \frac{s_1}{s_2} \right),$$

so erhält man

$$\alpha = \frac{\gamma}{1 + \frac{s_1}{s_2}} = \gamma \cdot \frac{s_2}{s_1 + s_2}$$

dementsprechend

$$\beta = \gamma \cdot \frac{s_1}{s_1 + s_2}.$$

Hiernach läßt sich d doppelt berechnen nach (s. o.):

$$d = \sin \alpha \cdot s_1 \text{ und } d = \sin \beta \cdot s_2.$$

Der Winkel, unter dem auf C' das Maß d abgesetzt wird, um C zu erhalten, beträgt nach den rechtwinkligen Dreiecken ACC' und $CC'B$ (Abbil. 338):

$$\delta = 90 - \alpha \text{ bzw. } \delta = 180 - (90 - \beta) - \gamma = 90 + \beta - \gamma.$$

Die Ermittlung des Winkels $B'CA$ auf C' erfolgt entweder nach dem Verfahren der „Richtungsbeobachtung“ (s. I. Teil, S. 118), wobei eine doppelte Messung (s. dort) ausreicht, oder aber bei einer sehr scharfen Bestimmung durch unmittelbare Winkelmessung nach I. Teil, S. 121 usw., wo eine vierfache, sonst schon eine zweifache Wiederholung genügt. Zur Nachprüfung des Winkels ist die Messung auch seiner Ergänzung zu 360° , d. h. auch der Winkel $AC'B$ zweckmäßig, da hierbei eine Abgleichung auf 360° erfolgen kann, siehe I. Teil, Seite 123 unten.

Beispiel. Zwischen zwei Hauptpunkten A und B (Abbil. 338) ist wegen des großen gegenseitigen Abstandes ein Richtpunkt C einzuschalten. Nach vorläufiger Absteckung von C' wurde auf diesem Punkte eine vierfache unmittelbare Winkelmessung gemäß dem Beispiele I. Teil, S. 124, vorgenommen. Die Messung ergab:

Gem. Winkel	Zu verteilen	Endgültiger Winkel
$B'CA = 170^\circ 39' 12''$	$+ 6''$	$B'CA = 179^\circ 39' 18''$
$AC'B = 180^\circ 20' 36''$	$+ 6''$	$AC'B = 180^\circ 20' 42''$
Summe: $359^\circ 59' 48''$	$+ 12''$	Summe: $360^\circ 00' 00''$

Die Entfernungen s_1 und s_2 konnten in dem leicht zugänglichen Gelände rasch mit Hilfe eines Meßbandes gemessen werden zu $s_1 = 283,4$ m und $s_2 = 294,2$ m; ihre Summe $s_1 + s_2 = 577,6$ m wurde durch Abgreifen des Maßes im Lageplane mit 580 m überschläglich nachgeprüft.

Entsprechend den angegebenen Formeln ist

$$\gamma = 180 - \sphericalangle B' C' A = 180^\circ - 179^\circ 39' 18'' = 0^\circ 20' 42''$$

$$\alpha = \gamma \cdot \frac{s_2}{s_1 + s_2} = 1242'' \cdot \frac{294,2}{577,6} = 633'' = 0^\circ 10' 33''$$

$$\beta = \gamma \cdot \frac{s_1}{s_1 + s_2} = 1242'' \cdot \frac{283,4}{577,6} = 609'' = 0^\circ 10' 09''$$

$$\delta = 90 - \alpha = 89^\circ 49' 27'' \text{ und } \delta = 90 + \beta - \gamma = 89^\circ 49' 27''.$$

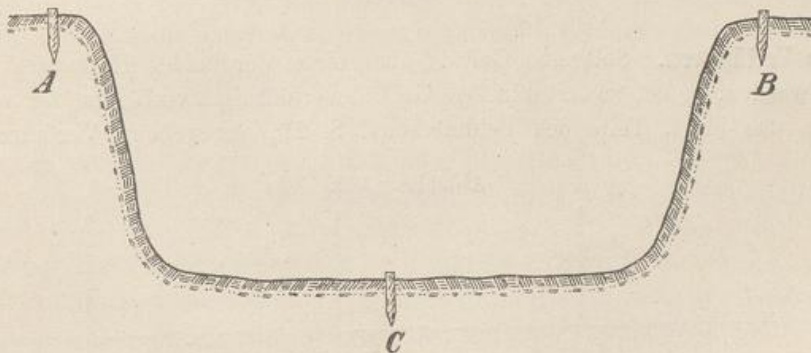
$$\begin{aligned} \text{Hiernach ist } d^*) &= \sin \alpha \cdot s_1 & \text{und} & & d &= \sin \beta \cdot s_2 \\ &= \sin 10' 33'' \cdot 283,4 & & & &= \sin 10' 09'' \cdot 294,2 \\ &= 0,870 \text{ m} & & & &= 0,870 \text{ m.} \end{aligned}$$

Das Maß d wird mit 0,870 m unter dem Winkel $\delta = 89^\circ 49' 27''$, wie Seite 338 näher angegeben werden wird, für C abgesetzt. Ein Pfahl mit einem Nagel bezeichnet den Richtpunkt. Die Richtigkeit der Absteckung kann leicht nachgeprüft werden, wenn auf C die beiderseitigen Winkel nach Seite 296 gemessen werden, die je 180° betragen sollen. Bei einer verhältnismäßig großen Abweichung ist gegebenenfalls nochmals die Querverschiebung in bezug auf den neu gefundenen Punkt zu berechnen und von diesem abzusetzen.

Von dem endgültigen Richtpunkte lassen sich weiter in der Richtung nach A und B Kleinpunkte in beliebigem Abstände einfluchten, wie früher (S. 293 usw.) gezeigt wurde.

Das angegebene Verfahren ist besonders auch da von Bedeutung, wo wegen der Geländebeziehungen, z. B. in Abbil. 339 und 340, die Absteckung der Kleinpunkte von den beiden Hauptpunkten A und B allein nicht angängig ist. In solchen Fällen wird es meist auch sehr schwierig sein, den Abstand des Punktes C' von den Hauptpunkten zu ermitteln. Wenn der Lageplan keine sicheren

Abbildung 339.



Maße bietet, hilft man sich in der Weise, daß man, was auch bei tiefen Taleinschnitten angebracht ist, von dem vorläufigen Punkte C' eine Standlinie

*) Die Berechnung erfolgt mit 5stelligen Logarithmen.

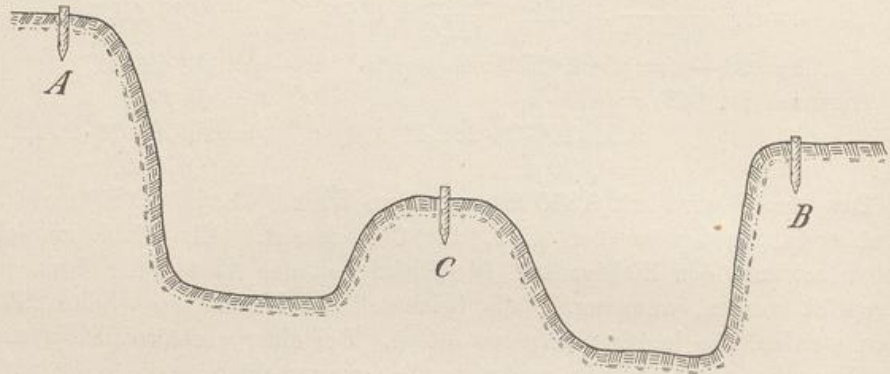
$C'D = s$ ziemlich rechtwinkelig zu AB absteckt (Abbil. 341), so zwar, daß von C' und D die Hauptpunkte sichtbar sind. Werden die Winkel $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ und die Standlinie s (zweimal) scharf gemessen, so ergibt sich

$$s_1 = \frac{s \cdot \sin \alpha_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \text{ und } s_2 = \frac{s \cdot \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}$$

Das abzusetzende Maß $CC' = d$ ist dann:

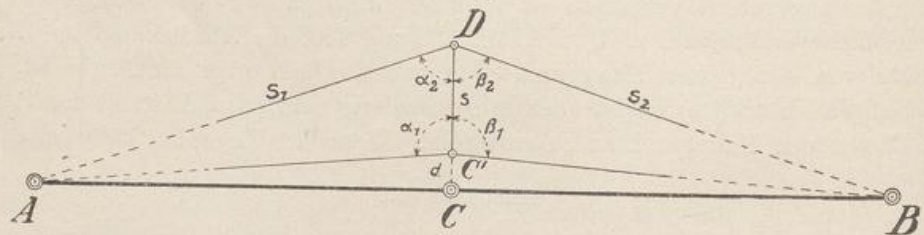
$$d = s_1 \cdot s_2 \cdot \sin(\alpha_2 + \beta_2).$$

Abbildung 340.



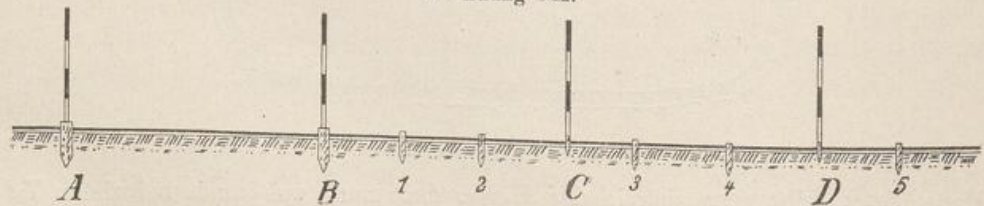
Je länger die Standlinie gewählt werden kann, desto schärfer wird die Absteckung des Richtpunktes. Eine Nachprüfung wird, wie oben, durch die Messung der beiderseitigen Winkel auf C vorgenommen.

Abbildung 341.



β) Verlängern. Soll eine Gerade über einen der beiden Hauptpunkte verlängert werden, so ist, soweit günstige Geländebedingungen vorliegen, für einfache Arbeiten das im I. Teile des Feldmessens, S. 21, angegebene Verfahren aus-

Abbildung 342.

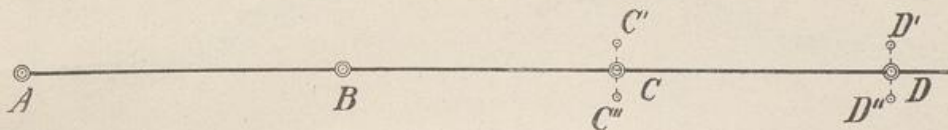


reichend. Die Gerade AB (Abbil. 342) wird durch die Fluchtstäbe C, D usw., die man nacheinander durch rechts- und linksseitiges Zielen einfuchtet, bis zur

vorgeschriebenen Stelle fortgeführt, worauf erst dann die Festlegung der einzelnen Kleinpunkte 1, 2 usw. durch Pflöcke stattfindet. Soll in der angegebenen Weise der Schnittpunkt zweier Geraden bestimmt werden, eine Aufgabe, die bei der Absteckung der Bogenlinien (s. S. 308) häufig anzutreffen ist, so wird in der Regel nur der Schnittpunkt verpfählt.

In stark wechselndem Gelände und dort, wo eine größere Schärfe nicht zu entbehren ist, wird die Verlängerung wieder unter Zuhilfenahme eines Theodolits oder eines Schnellmessers durchgeführt. Sind A und B (Abbil. 343) die gegebenen Hauptpunkte, so wird über B der Winkelmesser lotrecht gestellt und das Fern-

Abbildung 343.



rohr nach A gerichtet. Hierauf wird das Fernrohr um 180° gekippt und in C' ein Pfählchen unter Benutzung eines Fluchtstabes, wie oben S. 295, eingewiesen. Das Fernrohr wird nun in dieser Lage nach A zurückgeführt, auf A eingestellt und wieder gekippt, worauf ein weiteres Pfählchen C'' geschlagen wird. Die Mitte C zwischen C' und C'' ist der gesuchte Punkt, über dem jetzt das Meßwerkzeug aufgestellt wird. Der Vorgang auf B wiederholt sich hier, indem man das Fernrohr nach B richtet und D bestimmt usw.

Die Punkte C, D . . . , die wieder Richtpunkte sind, wählt man in nicht zu kleinen Abständen, je nach dem Gelände bis 200 oder 300 m. Sie dienen der eigentlichen Verlängerung, während die eng aufeinander folgenden Kleinpunkte mit bloßem Auge oder mit Unterstützung eines Feldstechers nach Seite 293 eingefluchtet oder von den Richtpunkten aus zugleich mit dem Winkelmesser abgesteckt werden. Inwieweit Nägel auf den Pflöcken (s. S. 295) zur schärferen Bezeichnung der obigen Richtpunkte und der Kleinpunkte verwendet werden, entscheidet die Wichtigkeit der Absteckarbeit. Eine Probe für die Geradlinigkeit ergibt sich dadurch, daß man im Verlaufe der Verlängerung stets mehrere, nicht nur den nächstliegenden Richtpunkt wird anzielen können.

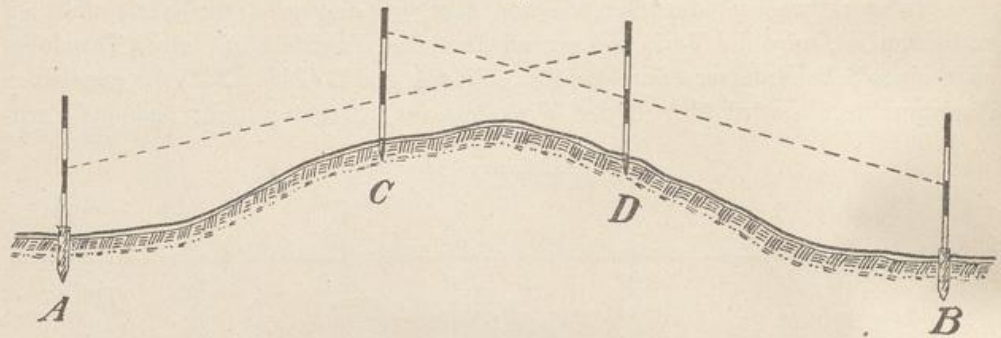
- b) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist zugänglich.

Liegt zwischen A und B (Abbil. 344) ein Höhenrücken, so daß die beiden Hauptpunkte gegenseitig nicht sichtbar sind, so werden für einfache Fälle zuerst zwei Richtpunkte C und D durch abwechselndes „Einweisen“ nach I. Teil, S. 20, eingeschaltet, um sodann weitere Kleinpunkte nach Seite 293 einzufluchten.

Eine genauere Bestimmung der Kleinpunkte wird nach den Angaben der Seite 295 erhalten, indem man einen vorläufigen Hilfspunkt C' (Abbil. 338) bestimmt, von dem A und B zu sehen sind. C' wird entweder auf dem eben angegebenen Wege oder sehr rasch und genau genug unter Verwendung eines Winkelkopfes (I. Teil, S. 22) erhalten, den man in die Gerade AB bringt. Man verschiebt den Winkelkopf quer zu der Geraden so lange, bis durch die

zwei sich gegenüber stehenden Absehsparthen von der einen Seite der Fluchtstab in A, von der anderen der Fluchtstab in B zu sehen ist. Von C' wird schließlich der Richtpunkt C abgesetzt, wie das Beispiel Seite 296 näher erläutert. Darauf folgt nach Belieben die Absteckung der Kleinpunkte.

Abbildung 344.

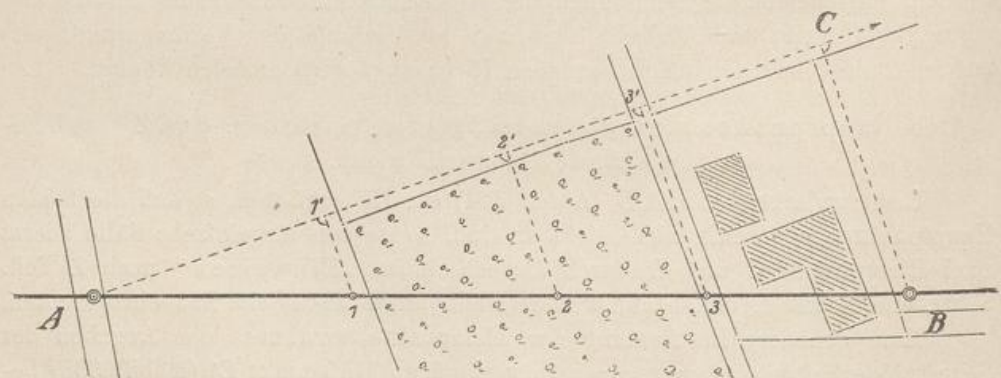


e) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist teilweise oder ganz unzugänglich.

Die Absteckung der Kleinpunkte bietet verhältnismäßig große Schwierigkeiten, wenn die Durchsicht von Hauptpunkt zu Hauptpunkt gestört ist und ein Begang des Zwischengeländes durch hochragende Hindernisse, Gebäude, Wald oder Baumbestände und dergl. ganz oder teilweise gehindert wird. Man sucht Leitlinien dieser Art zwar, soweit es möglich ist, zu vermeiden, doch wird hier die Sachlage meist ausschlaggebend sein.

a) **Einfluchten.** Ein einfaches Beispiel, in dem die Leitlinie über eine lang gestreckte Waldfläche und über einen Hofraum führt, zeigt die Hauptpunkte A und B. Man legt etwa von A (Abbil. 345) an dem Hindernisse entlang eine Hilfslinie A C, von der der Hauptpunkt B rechtwinkelig mit Hilfe eines im

Abbildung 345.



I. Teile, S. 21 usw., angegebenen Winkelabsteckers aufgenommen wird. In der Hilfsgeraden A C werden nun einige Pfählechen 1', 2', 3' usw. so eingefluchtet, daß von ihnen in der Richtung rechtwinkelig zu A C an zugänglichen Stellen der A B die Kleinpunkte 1, 2 und 3 abgesteckt werden können. Werden dann

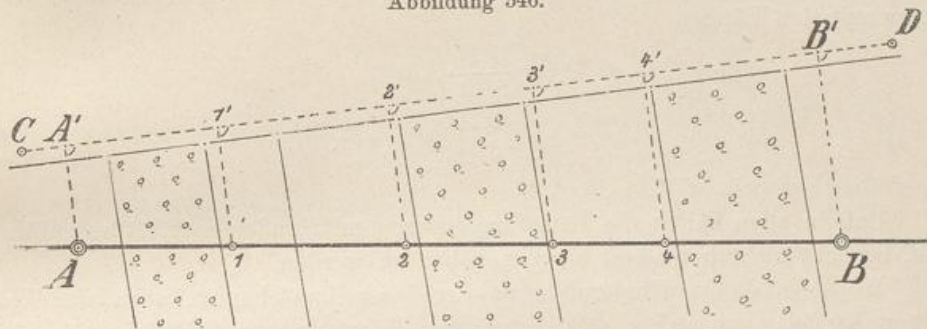
die Pfähle in der Hilfslinie eingemessen, so erhält man die rechtwinkelig zur Hilfslinie abzusetzenden Maße nach

$$1'1 = \frac{CB}{AC} \cdot A1'$$

$$2'2 = \frac{CB}{AC} \cdot A2' \text{ usw.}$$

Läßt sich die Hilfslinie weder durch A noch B legen, so wird sie als CD (Abbil. 346) in möglichster Nähe der Geraden abgesteckt, und von ihr aus A

Abbildung 346.



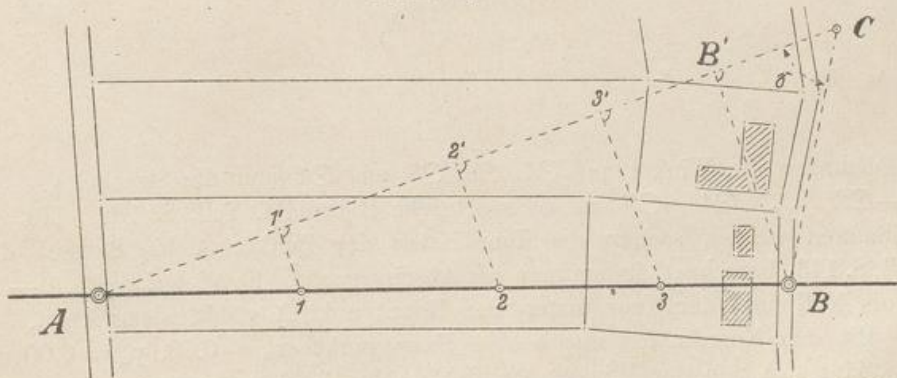
und B rechtwinkelig festgelegt. Die Pfähle 1', 2' . . . sind, wie vor, zu ermitteln. Die abzusteckenden Maße ergeben sich zu:

$$1'1 = A'A + \frac{B'B - A'A}{CB' - CA'} \cdot (C1' - CA')$$

$$2'2 = A'A + \frac{B'B - A'A}{CB' - CA'} \cdot (C2' - CA') \text{ usw.}$$

Das Verfahren wird in der angegebenen Weise selbst für Arbeiten, bei denen keine sehr genaue Einschaltung nötig ist, nur dann am Platze sein, wenn die abzusteckenden Längen 1'1, 2'2 . . . den Betrag von 40 bis 50 m nicht wesentlich überschreiten. Im anderen Falle, sowie bei ungünstigen Verhältnissen oder bei verlangter scharfer Punktbestimmung ist die Absteckung der

Abbildung 347.



Hilfslinien und der rechten Winkel auf den Pfähle mit dem Theodolit oder Schnellmesser zu empfehlen. Man stellt das Meßwerkzeug über A (Abbil. 347)

auf und fluchtet am Hindernis vorbei die Hilfslinie AC mit den Pfählen $1', 2', 3' \dots$ aus. Hierauf bestimmt man die Größe des Winkels $BCA = \gamma$ und ermittelt die Länge AC unter Einmessung der Pfähle $1', 2', 3'$ und die Länge CB . Denkt man sich von B die Senkrechte BB' auf AC gefällt, so ist gegeben:

$$B'B = \sin \gamma \cdot CB \text{ und } B'C = \cos \gamma \cdot CB,$$

$$\text{damit auch } AB' = AC - B'C = AC - \cos \gamma \cdot CB.$$

Die Kleinpunkte 1, 2, 3 sind dann von den bezüglichen Pflöcken rechtwinkelig unter Benutzung des Theodolits oder Schnellmessers (s. S. 339) abzusetzen mit den Längen

$$1'1 = \frac{B'B}{AB'} \cdot A1'$$

$$2'2 = \frac{B'B}{AB'} \cdot A2' \text{ usw.}$$

wie früher auf Seite 301.

Daß in allen Fällen die Längenmessungen mit großer Sorgfalt auszuführen sind, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Wo es sich um Hindernisse von größerer Ausdehnung, etwa um Waldflächen handelt, und daher die Absteckung einer einzigen Hilfslinie, wie oben, ausgeschlossen ist, wird zwischen A und B möglichst nahe der Geraden ein Vieleckszug in den Walddurchblicken gelegt, wie beispielsweise in Abbil. 348 zu sehen ist. Die Brechpunkte des Zuges werden so ausgesucht, daß die Winkel- und Längenmessung ohne Behinderung vor sich gehen kann. Nach Abbil. 348

Abbildung 348.



sind demnach die Winkel auf $\odot 1, \odot 2, \odot 3$ und $\odot 4$ und die Strecke $A - \odot 1, \odot 1 - \odot 2 \dots \odot 4 - B$ zu messen, siehe Beispiel I. Teil, S. 122. Mit den Ergebnissen werden sodann die Koordinaten der Punkte A bis B nach dem I. Teil, S. 143, berechnet, indem man als Abscissenachse die Vielecksseite $A - \odot 1$ und als Nullpunkt der Koordinaten den Hauptpunkt A wählt, siehe Abbil. 349.

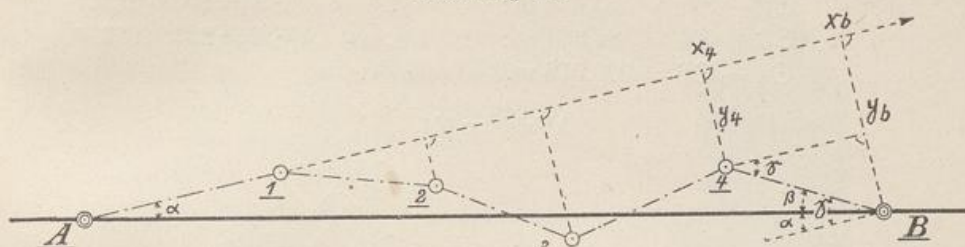
Mit den Koordinaten der beiden Hauptpunkte $x_a = 0,00, y_a = 0,00$ und x_b, y_b läßt sich nun der Winkel α auf A (Abbil. 349) nach:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_b}{x_b}$$

berechnen, den man auf A von A — ① nach den näheren Angaben auf Seite 338 absetzt und dadurch die Richtung nach B erhält. Kleinpunkte werden sodann nach Seite 293 bestimmt. Soll ihre Absteckung zugleich von B aus erfolgen, so ist nach Abbil. 349 der Winkel

$$\beta = \gamma - \alpha.$$

Abbildung 349.



Der Winkel α ist oben gegeben, γ wird berechnet nach

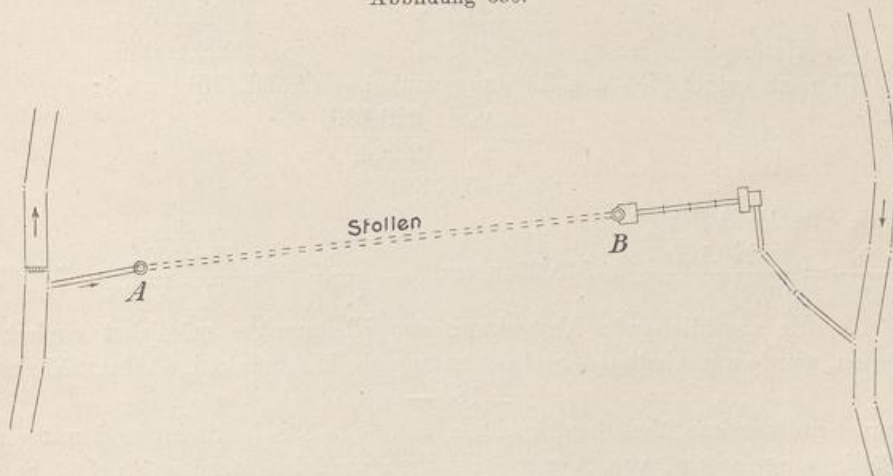
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y_b - y_4}{x_b - x_4}.$$

Ist die Lage der Brechpunkte zur Geraden AB eine andere, so ist an einer Zeichnung die Ableitung der beiden abzusteckenden Winkel α und β leicht zu verfolgen.

Das angegebene Verfahren wird, wie für die Absteckung auf Seite 295 gesagt wurde, auch hier vielfach nur dazu dienen, um einen Richtpunkt in der Geraden AB zu gewinnen, von dem weiter nach Seite 297 vorzugehen ist.

Beispiel. Für eine Wasserkraftanlage wurde ein Stollen durch einen Bergvorsprung gebaut (Abbil. 350). Die Mundlöcher A und B waren nach „Allgemeinen Vorarbeiten“ an der Hand eines Meßtischblattes 1:25000 und durch

Abbildung 350.

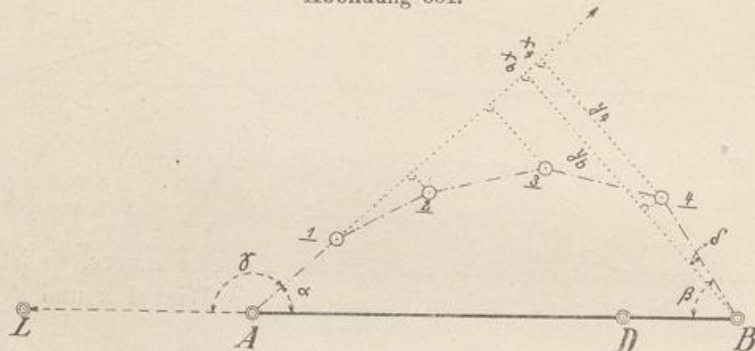


Höhenbestimmungen mittels eines Luftdruckmessers (S. 196) in der Oertlichkeit abgesteckt worden. Es bestand die Aufgabe, die Richtung des Stollens für die Bauausführung festzulegen.

Lösung. Zwischen den Punkten A und B wurde ein Vieleckszug nach Abbil. 351 fast durchweg auf einem für die Messung günstig gelegenen Holzabfuhrwege gelegt. Die Längen und Winkel wurden doppelt (s. I. Teil, S. 76) gemessen und gemittelt zu:

Strecke A — ⓐ1 = 80,104 m;	Winkel auf ⓐ1 = 195° 20' 21"
ⓐ1 — ⓐ2 = 74,150 m;	" " ⓐ2 = 193° 36' 43"
ⓐ2 — ⓐ3 = 83,658 m;	" " ⓐ3 = 206° 02' 32"
ⓐ3 — ⓐ4 = 84,367 m;	" " ⓐ4 = 223° 26' 36"
ⓐ4 — ⓐB = 100,978 m.	

Abbildung 351.



Die Koordinatenberechnung*) des „offenen“ Zuges ergab nach I. Teil, S. 143, mit der Abscissenachse A — ⓐ1 (Abbil. 351) folgende Werte:

Hauptpunkt A: $x_a = 0,000$ m;	$y_a = 0,000$ m
ⓐ1: $x_1 = 80,104$ m;	$y_1 = 0,000$ m
ⓐ2: $x_2 = 151,612$ m;	$y_2 = 19,615$ m
ⓐ3: $x_3 = 224,816$ m;	$y_3 = 60,111$ m
ⓐ4: $x_4 = 273,215$ m;	$y_4 = 129,215$ m
Hauptpunkt B: $x_b = 258,400$ m;	$y_b = 229,100$ m.

Hiernach ergibt sich der Richtungswinkel α (Abbil. 351) nach:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_b}{x_b} = \frac{229,100}{258,400}$$

$$\alpha = 41^\circ 33' 38''$$

zu

und die Strecke AB zu

$$s = \frac{y_b}{\sin \alpha} = \frac{229,100}{\sin 41^\circ 33' 38''} = 345,33 \text{ m und } s = \frac{x_b}{\cos \alpha} = \frac{258,400}{\cos 41^\circ 33' 38''} = 345,33 \text{ m.}$$

Um die anschließende Absteckung der Kleinpunkte möglichst einfach zu gestalten, wurde außerhalb des Stollens zutage ein Richtpunkt L (Abbil. 351) nach:

$$\gamma = 180^\circ - \alpha$$

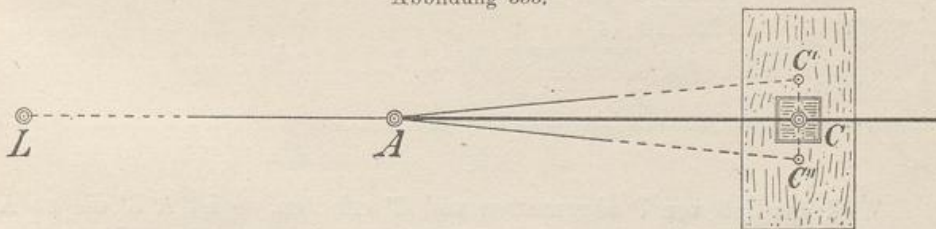
entsprechend den ausführlichen Angaben auf Seite 338 bestimmt und mit einem sorgfältig eingeloteten, von A gut sichtbaren weiß leuchtenden Fluchtstabe bezeichnet.

*) Die Werte werden ohne vermehrte Rechenarbeit zweckmäßig auf Millimeter angegeben, wozu aber in der Regel sechsstellige Logarithmen nötig sein werden.

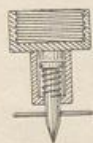
Ueber LA wurde nun die Leitlinie des Stollens gleichzeitig mit dem Fortschreiten des Ausbaues geradlinig nach Seite 299 verlängert. Die Absteckung erfolgte in dem dunklen Stollen mit Hilfe einer kleinen elektrischen Glühlampe (Abbil. 352). Nach vorläufiger Verlängerung wurde in den Boden ein vier-eckiger Pfahl getrieben, dessen Kopf ein längliches glatt gehobeltes Brettstück*) mit entsprechendem Ausschnitt aufnahm (Abbil. 353). Von A aus wurde hierauf die leuchtende Spitze der mit einer Dosenwage E lotrecht gestellten Glühlampe auf der Brettunterlage eingerichtet und mit Hilfe einer Punktiervorrichtung (Abbil. 354), die an den Ansatz D des Lampen-Dreifüßes angeschraubt wird, auf dem Brette in C' kenntlich gemacht. Nach Kippung des Fernrohrs um 180° (s. S. 299) erhielt man in gleicher Weise C''. Die Mitte C, die auf dem Pfahle durch einen Nagel vermarktet wird, war dann der gesuchte Richtpunkt, von dem der nächstfolgende Richtpunkt abgesteckt wurde.

Um mit dem Baue auch von der anderen Seite beginnen zu können, wurde der Richtungswinkel β berechnet. Es ist (Abbil. 351):

Abbildung 353.



Abbil. 354.



und

demnach

$$\beta = (90 - \alpha) + \delta$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x_4 - x_b}{y_b - y_4} = \frac{273,215 - 258,400}{229,100 - 129,215} = \frac{14,815}{99,885}$$

$$\delta = 8^\circ 26' 12'',$$

$$\beta = 90^\circ - 41^\circ 33' 38'' + 8^\circ 26' 12'',$$

$$= 56^\circ 52' 34''.$$

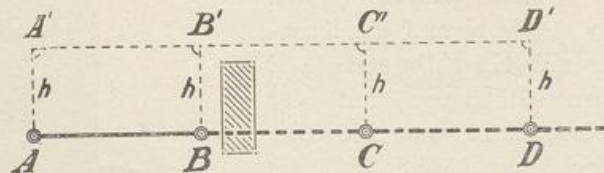
Ein Richtpunkt D konnte erst im Stollen selbst mit größerer Schärfe festgelegt werden (s. S. 339); bis dahin erfolgte das Absetzen der Kleinpunkte] von der Zuglinie B—○4 mit Hilfe des Winkels β nach Seite 338.

*) Bei steinigem Boden oder Fels wird zweckmäßig ein Eisenrohr mit Gipsfüllung verwendet.

Ueber die hier einsetzende Höhenmessung und Höhenabsteckung siehe Abschnitt III. 3., Seite 349.

β) **Verlängern.** Gilt es, AB über ein Hindernis, das erst während der Bauausführung entfernt werden kann, zu verlängern, siehe Abbil. 355, so wird eine Hilfslinie A'B' in einem Abstände h von AB gelegt, und von ihrer Verlängerung, die an dem Hindernisse vorbeigeht, werden die Richtpunkte C und D abgesetzt, die weiter, wie nun bekannt, zu verwenden sind.

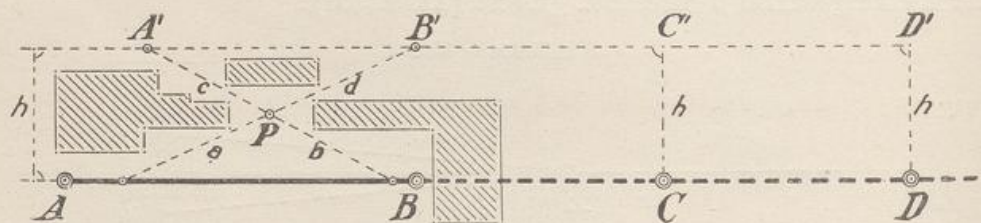
Abbildung 355.



Falls seitlich der Geraden AB wieder selbst Hindernisse liegen, die aber an einer Stelle einen Durchblick gewähren, dann steckt man eine der AB gleichgerichtete Linie A'B' ab, indem man P mit den beiden Hauptpunkten oder mit zwei Punkten der AB verbindet und die Verbindungslinie über P verlängert (Abbil. 356). Hat man die Strecken a, b und c durch Längenmessung ermittelt, so ist wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke:

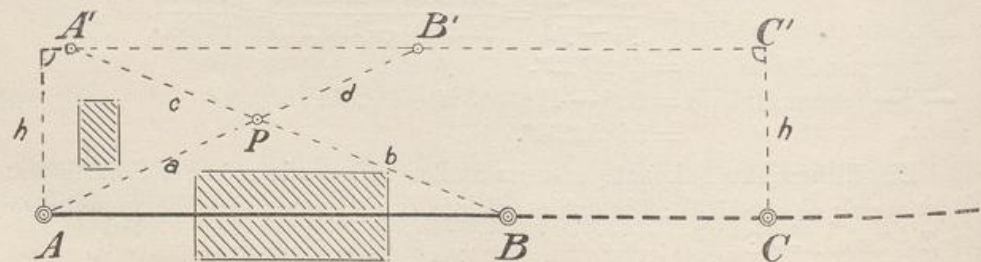
$$d = \frac{a \cdot c}{b}$$

Abbildung 356.



Wird das Maß von P abgemessen und B' erhalten, so ist A'B' die zu AB gleichlaufende Hilfslinie, von deren Verlängerung man die Hilfspunkte C

Abbildung 357.



und D mit h rechtwinkelig absetzt. h wird rechtwinkelig zwischen AB und A'B' entnommen.

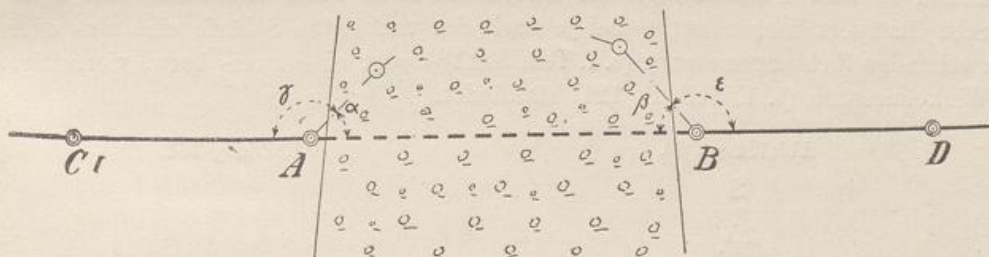
Das angegebene Verfahren kann auch dann Verwendung finden, wenn das Hindernis zwischen A und B steht, siehe Abbil. 357. Bisweilen wird es aber einfacher sein, wenn über A B (Abbil. 358) ein Dreieck mit der Spitze C aufgebaut wird und die Längen AC und CB gemessen werden. Man erhält dann die Punkte A' und B' für die gleichgerichtete Hilfslinie, wenn A' auf AC angenommen und B' bestimmt wird nach

$$BB' = \frac{BC}{AC} \cdot AA',$$

wieder mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit der Dreiecke.

Die obigen Ermittlungen, die sich den mannigfaltigen Aufgaben leicht anpassen lassen, werden vielfach einfachen Ansprüchen genügen, oder für vorläufige Absteckungen wertvoll sein. Für genaue Arbeiten und wenn ausgedehnte Hindernisse im Wege stehen, wird auch hier wieder der Vieleckszug gute Dienste leisten. Ist beispielsweise die Verlängerung einer Geraden, zwischen deren Hauptpunkten A und B (Abbil. 359) eine Waldfläche sich befindet, vorzunehmen, so wird ein gebrochener Linienzug zunächst die Winkel α und β , sodann auch $\gamma = 180^\circ - \alpha$ und $\varepsilon = 180^\circ - \beta$ liefern, wie auf Seite 304 auseinandergesetzt ist.

Abbildung 359.



Die Gerade läßt sich hiernach über A wie auch über B verlängern. Die beiderseitige Verlängerung kann natürlich auch bei den früheren Aufgaben in Frage kommen.

3. Einschalten von Zwischenpunkten in Bogenlinien.

Der unmittelbare, bisweilen schroffe Uebergang einer Leitlinie aus einer Geraden in eine andere von abweichender Richtung ist bei einfachen Wege- und Straßenanlagen, in der Kulturtechnik, siehe die Beispiele auf Seite 286 und auch anderweitig (z. B. Tafel I), nicht selten anzutreffen. Bei Bauten größerer Bedeutung, in der Regel bei Kunststraßen, Eisenbahnanlagen, darunter auch Straßen- und Feldbahnen, werden die Geraden durch gekrümmte Linien, meist Kreisbögen, vor den Brechpunkten ausgerundet. Hierzu sind vorab die Berührungspunkte der Kreisbögen mit den Geraden zu suchen, wenn letztere im Felde

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.

α) Zur Festlegung des Anfanges A und des Endes E eines einfachen Kreisbogens (Abbil. 360) bedarf es des Schnittwinkels δ 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 δ 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.

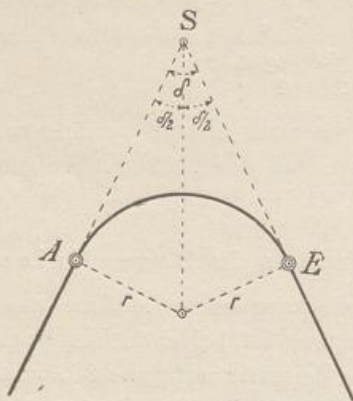
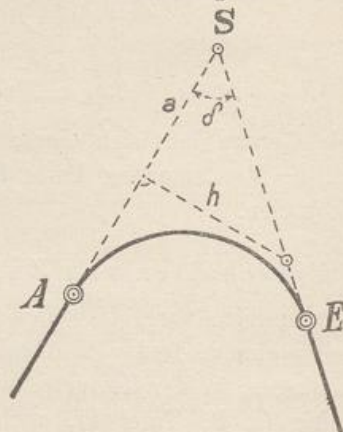


Abbildung 361.



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

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

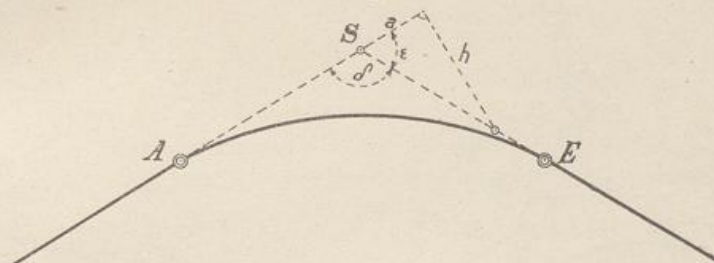
Ist δ stumpf, wie in Abbil. 362, so ist

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

hieraus

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

Abbildung 362.



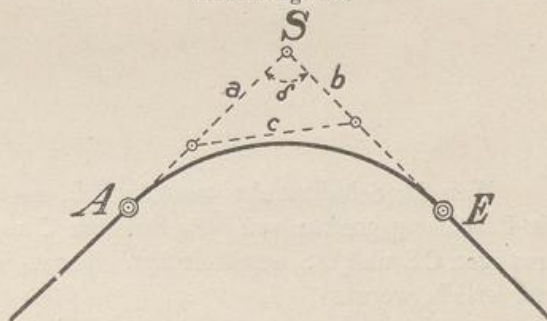
Nähert sich δ mehr einem Rechten, dann wird durch Vermittelung der Längen a , b und c (Abbil. 363) der Schnittwinkel nach

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

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 δ 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 γ und ε (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 Vieleckzuges der Schnittwinkel δ , 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 δ 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.

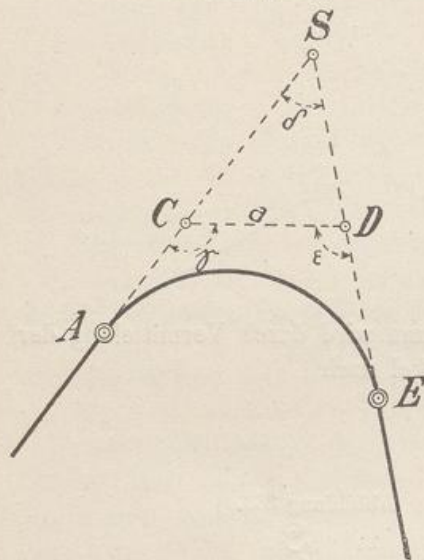
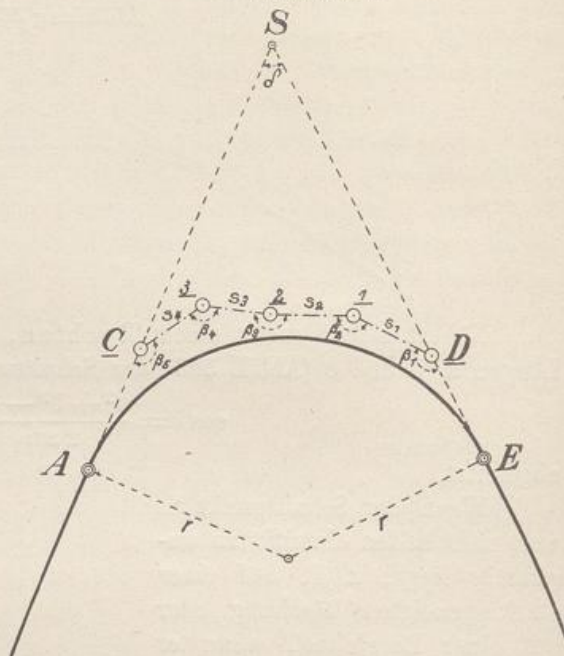


Abbildung 365.



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 ν berechnen nach:

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

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

Mit ν , 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 β 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.

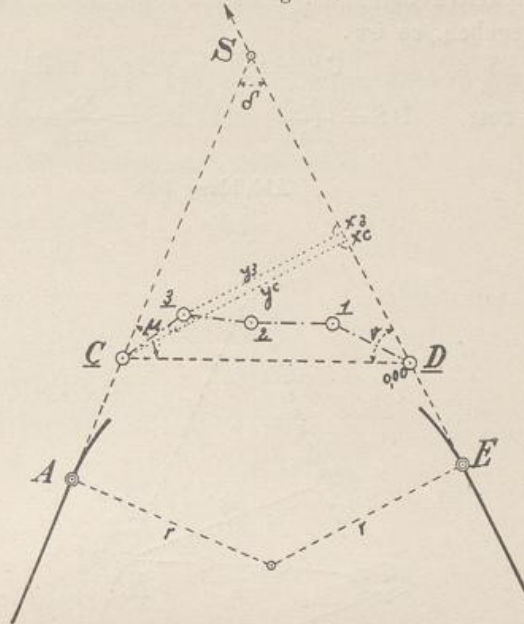
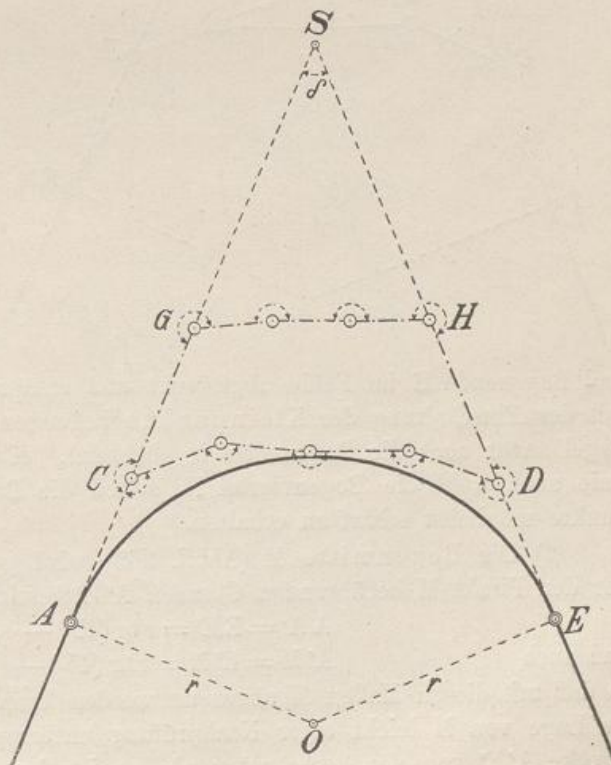


Abbildung 367.

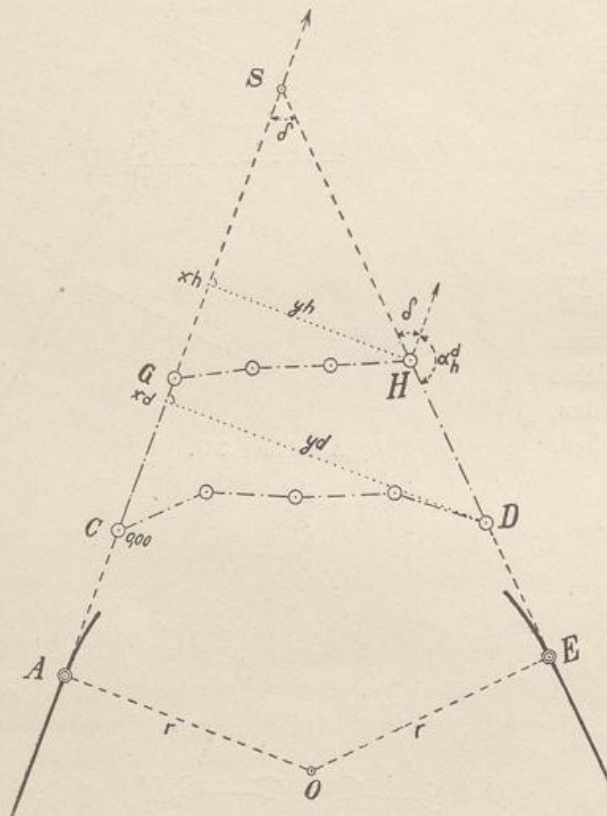


führt, berechnet werden. Die Einführung der richtigen Brechungswinkel (Spalte 2 ebendort) wird nach Anfertigung einer Handzeichnung (Abbil. 368) keine Schwierigkeiten bereiten. Sind die Koordinaten entsprechend nach $x_g, y_g; x_h, y_h$ usw. gegeben, so ist

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

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

Abbildung 368.



Die berechneten Maße werden gemittelt und hiermit die abzusetzenden Strecken CA bzw. DE, wie oben, berechnet nach:

$$CA = SA - CS$$

$$DE = SE - DS$$

wobei $SA = SE = r \cotg \delta/2$ nach Seite 310 ist.

Eine wichtige Frage betrifft hier noch den Schnittwinkel δ , der sehr einfach aus der Abweichung der beiden Richtungswinkel der beiden Seiten GC und HD ermittelt werden kann.

Es ist:

$$\delta = 180^\circ - \alpha_h^d,$$

wo α_h^d den Richtungswinkel auf H nach D bedeutet (Abbil. 368) und aus der Koordinatenberechnung (Spalte 3 des Beispiels I. Teil, S. 146) entnommen wird.

Sind nach den obigen Vorgängen Bogenanfang A

und Bogenende E im Felde abgesteckt und entsprechend vermarktet, so könnte mit der Einschaltung der Kleinpunkte begonnen werden. Indes wird in der Regel zuvor noch die Bogenmitte M abgesetzt, bei größeren Längen der Bogenlinie auch wohl die Bogenviertel N, selten die Bogenachtel T, um die Kleinpunkte möglichst scharf zu erhalten.

β) Die Bogenmitte M (Abbil. 369) wird gewöhnlich durch Absteckung der den Punkt M berührenden Geraden A'E' bestimmt. Es ist:

$$AA' = EE' = r \tg (45^\circ - \delta/4)$$

und auch

$$A'M = E'M = r \tg (45^\circ - \delta/4),$$

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.

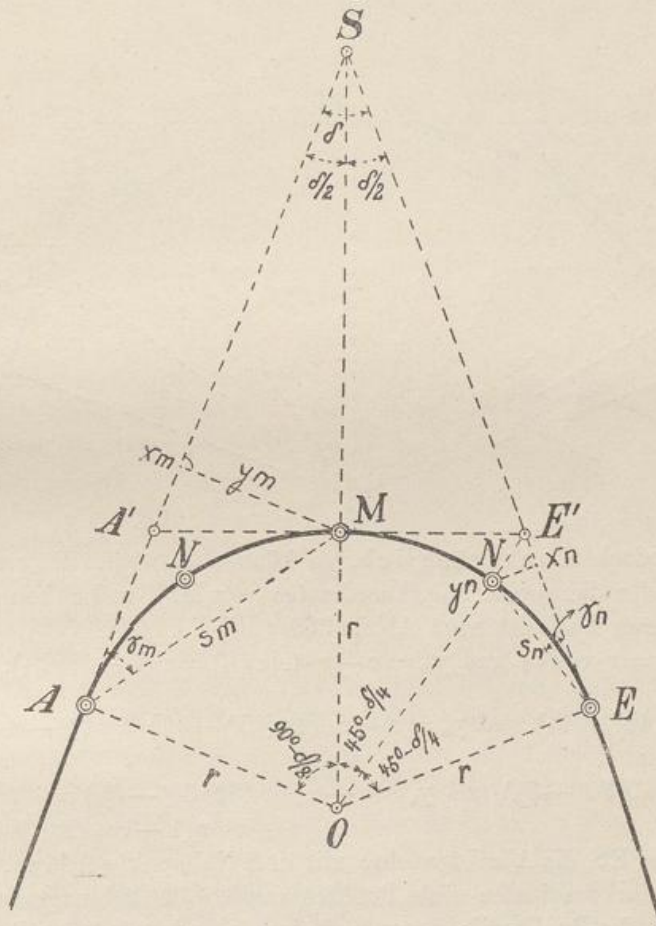
Die Bogenviertel werden durch Festlegung der Punkte N erhalten. Die Absteckmaße (Abbil. 370) sind:

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

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 δ halbiert (s. S. 338) und SM (Abbil. 369) auf der Halbierungslinie von S abgesetzt. Es ist:

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

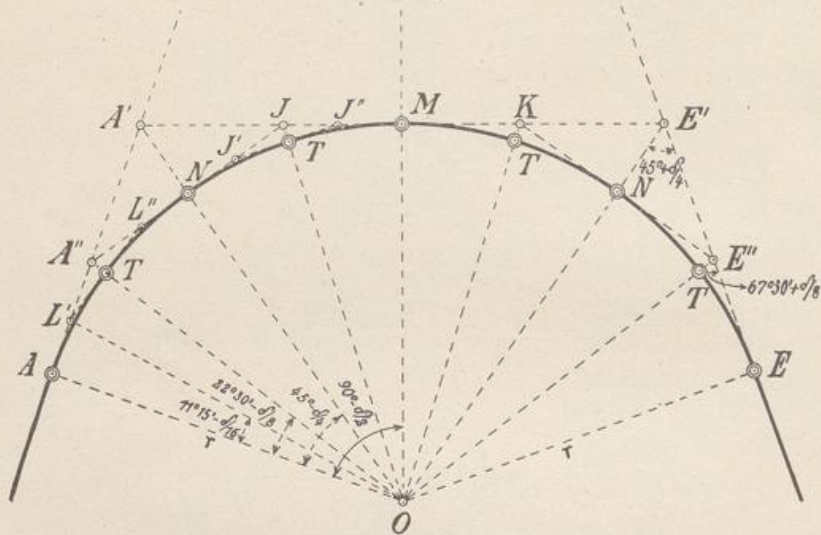
Diese Art der Absteckung von M ist gegenüber dem ersteren Verfahren vorzuziehen, wenn δ ein stumpfer Winkel ist (Abbil. 362 und 386), so daß SM ein kurzes Maß wird.

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 γ_m und die Länge s_m ,

für N der Winkel γ_n und die Länge s_n ,

dementsprechend für T der Winkel γ_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:

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

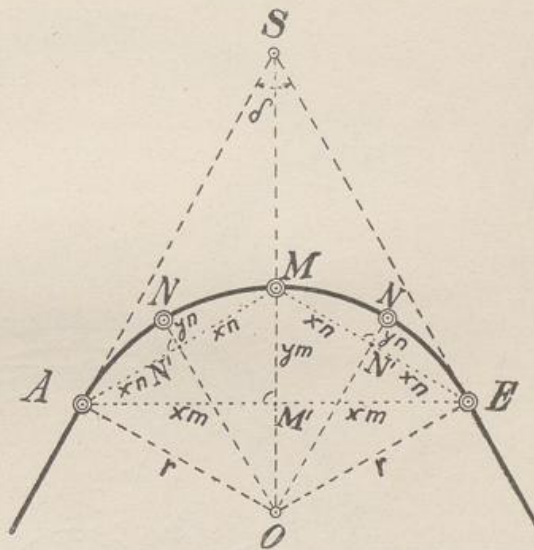
$$\frac{s^2}{4} = r \cdot w - \frac{w^2}{4}$$

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

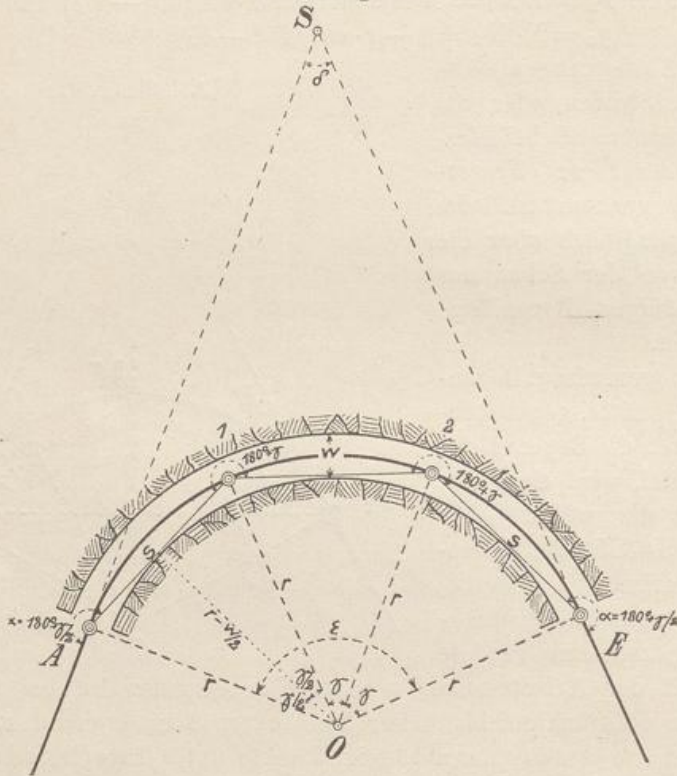
$$\gamma = \frac{\varepsilon}{n},$$

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 α 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 δ wurde mit Hilfe eines scharf gemessenen Vieleckszuges nach Seite 309 abgeleitet zu:

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

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

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

berechnet. Da sich weiter aus den Koordinaten (s. S. 311)

$$CS = 836,345 \text{ m und } DS = 701,234 \text{ m}$$

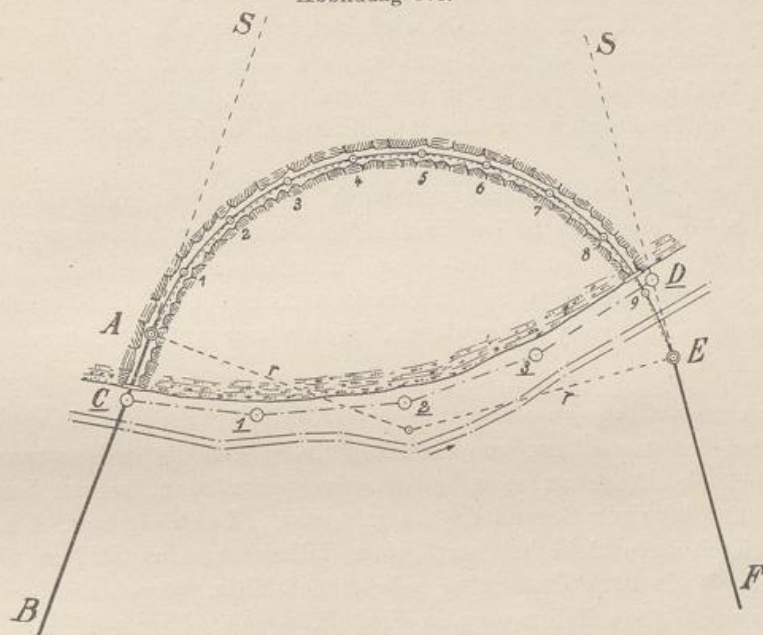
ergibt, so sind die für A und E abzusetzenden Maße

$$CA = CS - SA = 836,345 - 777,106 = 59,239 \text{ m}$$

$$\text{bzw. } DE = SE - DS = 777,106 - 701,234 = 75,872 \text{ m.}$$

Während E sofort in der gegebenen Geraden DF, z. B. nach Seite 299, abgesteckt werden kann, läßt sich A erst nach dem Ausbau der Tunnelstrecke bis A von C aus absetzen.

Abbildung 373.



Für die Absteckung der Bogenpunkte 1 bis 9 wird bei einer lichten Weite $w = 5,0 \text{ m}$ nunmehr die absteckmögliche Sehnenlänge zu

$$s = \sqrt{w(4r - w)} = \sqrt{5,0(1000 - 5,0)} = \text{rd. } 70 \text{ m}$$

berechnet. Das Maß wird mit Rücksicht auf die einzuhaltende gleiche Bogenlänge verkleinert, indem dem Lageplane entsprechend 10 Bogenstücke gewählt werden, so daß (Abbil. 372)

$$\gamma = \frac{\epsilon}{10} = \frac{180^\circ - \delta}{10} = 14^\circ 25' 00''$$

wird. Hiernach ergibt sich

$$\alpha = 180^\circ + \gamma/2 = 187^\circ 12' 30'',$$

$$180^\circ + \gamma = 194^\circ 25' 00''$$

und

$$s = 2r \sin \gamma/2 = 500 \cdot \sin 7^\circ 12' 30'' = 62,739 \text{ m.}$$

Auf A wird sodann mit Hilfe eines Theodolits oder Schnellmessers der Winkel $\alpha = 187^\circ 12' 30''$ (gemäß Abbil. 372) nach Seite 339 abgetragen und in der Zielrichtung des Fernrohrs das Maß $s = 62,739 \text{ m}$ wagerecht abgemessen. Damit ist der Bogenpunkt 1 gegeben. Die Absteckung wird sodann auf 1 mit

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 bezüglichlichen Bogenviertelpunkte N und N_1 .

Wird wieder der Schnittwinkel der beiden Ausgangsgeraden BA_0 und FE_0 mit δ 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.

Abbildung 374.

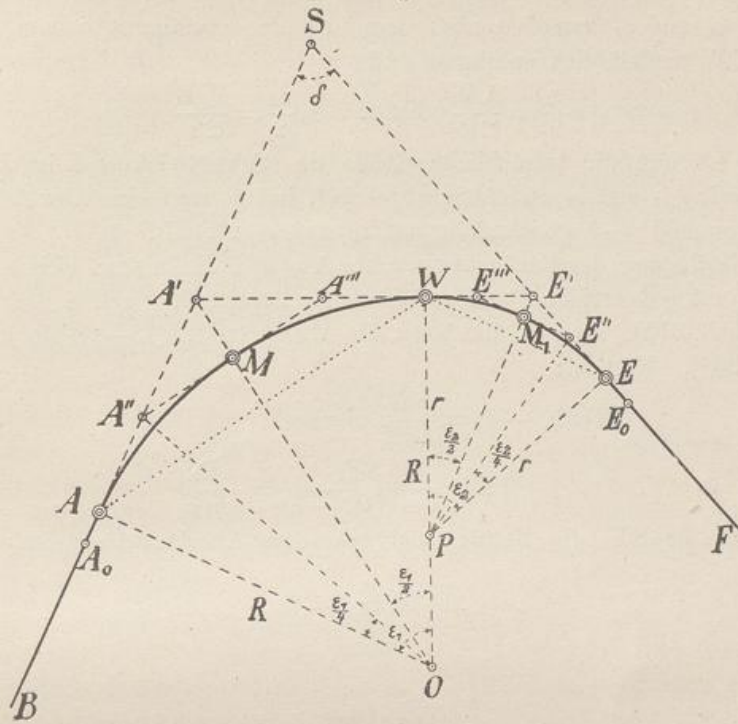
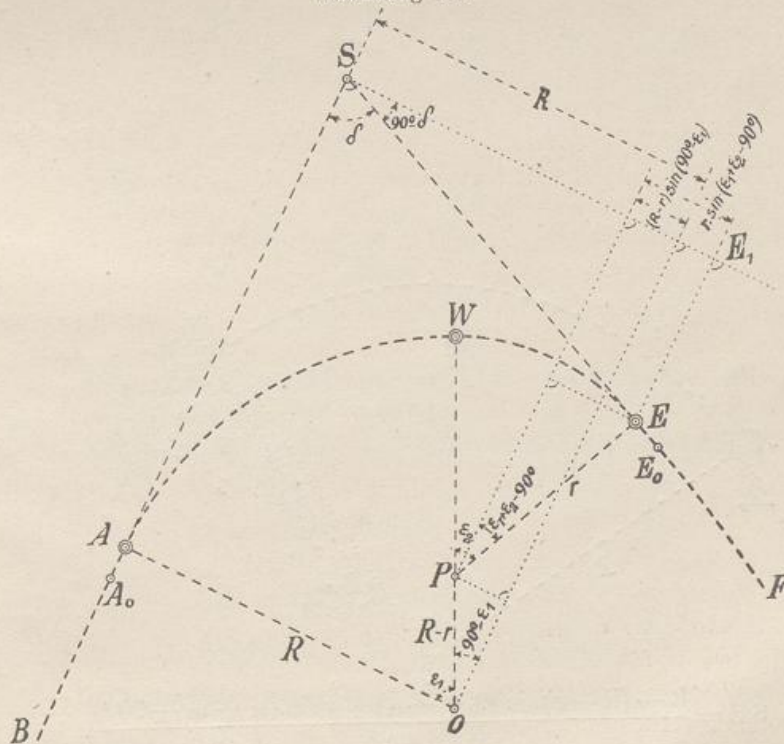


Abbildung 375.



bezw. $EE'' = E''M_1 = M_1E''' = E'''W = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon_2}{4}$

zu bestimmen, doch kann hier auch sinngemäß eins der auf Seite 313 usw. angegebenen Verfahren Anwendung finden. Für die Bogenviertel N und N₁ ist ebenfalls das dort Gesagte zu beachten.

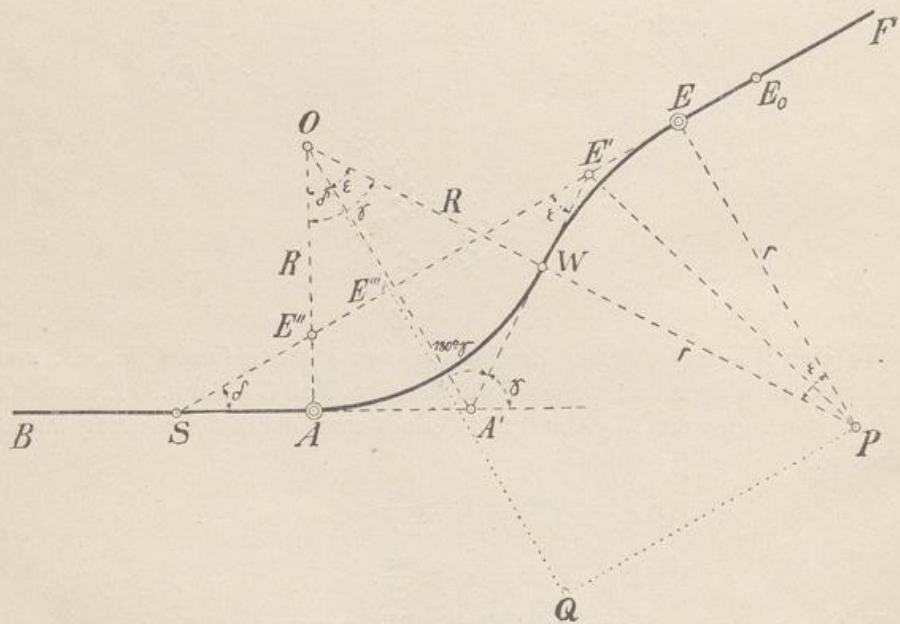
Ueber die Absteckung der eigentlichen Kleinpunkte siehe Abschnitt b) Seite 325.

3. Gegenbögen oder S-Bögen.

Zwei Geraden einer Leitlinie werden bisweilen nicht durch einen Kreisbogen innerhalb der kleinen Schenkelöffnung, wie es oben geschah, sondern außerhalb dieser durch einen „Gegenbogen“ oder S-Bogen verbunden, dessen Halbmesser von gleicher, aber auch verschiedener Größe sein kann. Diese Art von Bogenlinien findet auch bei geradliniger Führung der Leitlinie Anwendung, wenn aus irgend einem Grunde eine „Versetzung“ der Leitlinie erfolgen muß, oder wenn zwei gleichlaufende Leitlinien, z. B. die Achsen bei Eisenbahnanlagen, eine Verbindung erhalten sollen. Die Aufgabe besteht in allen Fällen darin, zu einem im Felde als endgültig angenommenen Bogenanfang A und den Halbmessern R und r oder r des Gegenbogens zunächst den Endpunkt E und den Wendepunkt W festzulegen, um dann die weiteren Kleinpunkte nach Seite 325 abzustecken.

α) **Gegenbogen zwischen geneigten Geraden.** Es sind gegeben die beiden Geraden BA und FE₀ (Abbil. 378) und die Halbmesser R bzw. r. Da A als

Abbildung 378.



Bogenanfang fest gegeben ist, wird E und W gesucht. Im Felde wird zunächst der Schnittpunkt S bestimmt und der Winkel δ gemessen. Denkt man sich vom

Mittelpunkt O des Kreisbogens mit R die Senkrechte OE'' auf SF gefällt, so ist der Winkel bei O

$$\gamma = \delta + \varepsilon.$$

Verlängert man OE'' bis Q , so daß $E''Q = r$ ist, verbindet Q mit P , dem Mittelpunkt des Kreisbogens mit r , so ist:

$$\cos \varepsilon = \frac{OQ}{OP} = \frac{OE'' + r}{R + r}.$$

Zur Bestimmung der unbekannten Strecke OE'' nach $OE'' = (R - AE'')$ $\cos \delta$ wird AE'' (s. Abbil. 378) berechnet aus dem Winkel δ und der im Felde sorgfältig gemessenen Länge SA zu:

$$AE'' = SA \cdot \operatorname{tg} \delta,$$

demnach ist:

$$\cos \varepsilon = \frac{(R - SA \cdot \operatorname{tg} \delta) \cos \delta + r}{R + r}.$$

Mit $\gamma = \delta + \varepsilon$ läßt sich zuerst

$$AA' = A'W = R \cdot \operatorname{tg} \gamma/2$$

berechnen, sodann A' von A aus mittels AA' abmessen. Bei A' ist der Winkel $180^\circ - \gamma$ abzusetzen (s. S. 338); sein Schenkel trifft die Verlängerung der gegebenen Geraden FE_0 in E' . Weiter läßt sich mit dem Winkel ε (bei P):

$$WE' = E'E = r \cdot \operatorname{tg} \varepsilon/2$$

ermitteln. Wird von E' das Maß $E'E$ abgemessen, so erhält man das verlangte Bogenende E , während der Wendepunkt W mit $A'W$ und $E'W$ erhalten wird. Eine Probe für die richtige Absteckung besteht darin, daß $A'E' = A'W + WE'$ und bei E' der Winkel $EE'A' = 180^\circ - \varepsilon$ sein muß.

Falls $R = r$ gegeben ist, bleiben die angegebenen Formeln bestehen, jedoch wird:

$$\cos \varepsilon = \frac{(r - SA \operatorname{tg} \delta) \cos \delta + r}{2r}$$

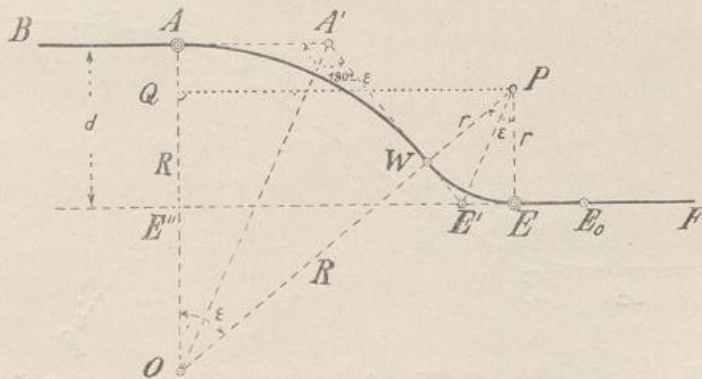
und

$$AA' = A'W = r \cdot \operatorname{tg} \gamma/2,$$

während

$$WE' = E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2 \text{ bleibt.}$$

Abbildung 379.



β) Gegenbogen zwischen gleichgerichteten Geraden. Im vorliegenden Falle (Abbil. 379) ist neben dem Bogenanfang A und den beiden Halbmessern R

und r auch der Abstand d der geradlinigen Leitlinien BA und FE_0 gegeben. Letzterer wird im Felde genau ermittelt. Gesucht wird auch hier das Bogenende E und der Wendepunkt W .

Zieht man PQ gleichlaufend mit den Leitlinien, so ergibt sich:

$$\cos \varepsilon = \frac{OQ}{OP} = \frac{R - d + r}{R + r}.$$

Dann ist:

$$AA' = A'W = R \operatorname{tg} \varepsilon/2$$

und

$$WE' = E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2.$$

Wird AA' in der verlängerten BA von A aus abgemessen und in A' der Winkel $180^\circ - \varepsilon$ abgesetzt (s. S. 338), so erhält man den Schenkel $A'E'$, dessen Punkt E' in der Verlängerung der Leitlinie FE_0 liegt. Durch Abmessung von $A'W$ bzw. $E'W$ erhält man den Wendepunkt W . Das Bogenende E ist von E' um $E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2$ (s. o.) entfernt.

Erscheint es einfacher, den Punkt E nur durch Längenmessung zu bestimmen, so berechnet man (Abbil. 379):

$$E''E = (R + r) \sin \varepsilon.$$

Man errichtet dann in A ein Lot AE'' bis zum Schnitt mit der Geraden FE_0 (das Lot kann schon vorher der Bestimmung von d dienen) und trägt von E'' das Maß $E''E$ ab, worauf die Punkte E' und W abgesetzt werden.

Sind die Kreishalbmesser gleich, also $R = r$, so ist

$$\cos \varepsilon = \frac{2r - d}{2r}$$

und

$$AA' = A'W = WE' = E'E = r \operatorname{tg} \varepsilon/2,$$

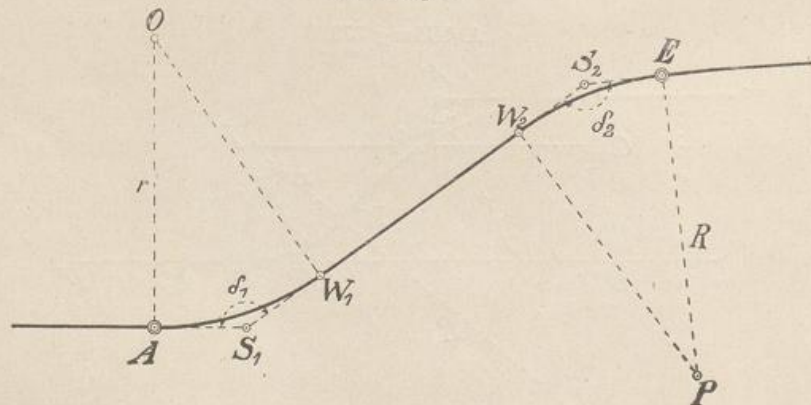
weiter

$$E''E = 2r \sin \varepsilon.$$

Hier, wie unter α), kann noch weiter die Bogenmitte nach Seite 313 unter 1 leicht abgesteckt werden.

γ) **Gegenbögen mit einer Zwischengeraden** (Abbil. 380) lassen sich auf die Absteckung von einfachen Kreisbögen zurückführen, indem man die Schnittpunkte S_1 und S_2 der Zwischengeraden bestimmt, die Größe der Schnittwinkel δ_1 und δ_2 ermittelt und im übrigen, wie früher (S. 312) angegeben, verfährt. Für kurze Zwischengerade sind noch besondere Absteck-Verfahren bekannt, wozu

Abbildung 380.



punkte S_1 und S_2 der Zwischengeraden bestimmt, die Größe der Schnittwinkel δ_1 und δ_2 ermittelt und im übrigen, wie früher (S. 312) angegeben, verfährt. Für kurze Zwischengerade sind noch besondere Absteck-Verfahren bekannt, wozu

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.

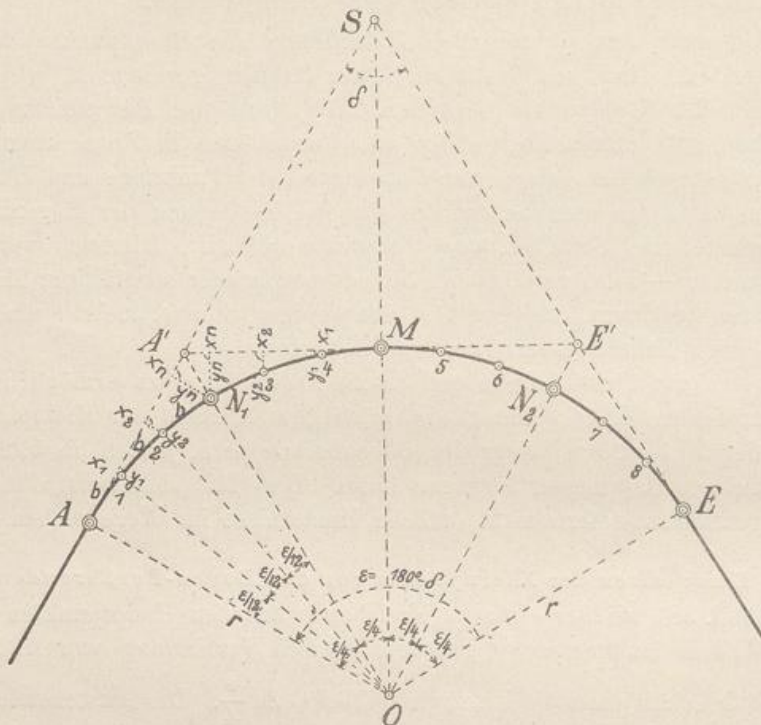
In Abbil. 381 sei der einfache Kreisbogen mit den Hauptpunkten A, E, M und N und dem Halbmesser r gegeben. Durch Verbindung von A, E, M, N_1 und N_2 mit O erhält man die Innenwinkel bei O zu $\frac{\varepsilon}{4}$. Die entstehenden Bogenanteile sind gleich, also Bogen $AN_1 = N_1M = MN_2 = N_2E$. Soll 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.

Erscheint es den Umständen entsprechender, für ein beliebiges Abscissenmaß x die Ordinate y abzuleiten, dann erhält man gemäß Abbil. 382:

$$(r-y)^2 = r^2 - x^2$$

$$r-y = \sqrt{r^2 - x^2}$$

Gl. 1) $y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$.

Die Ordinate y wird mit Hilfe einer Quadrattafel*) ausgewertet. Für die logarithmetische Rechnung wird die Gleichung abgeändert in:

Gl. 2) $y = \sqrt{(r+x)(r-x)}$.

Die Gleichung 1) läßt sich auch umwandeln in

Gl. 3) $y = \frac{x^2}{2r} + \frac{x^4}{8r^2}$,

wobei man das zweite Glied $\frac{x^4}{8r^2}$ vernachlässigen kann, wenn x im Verhältnis zu r sehr klein ist.

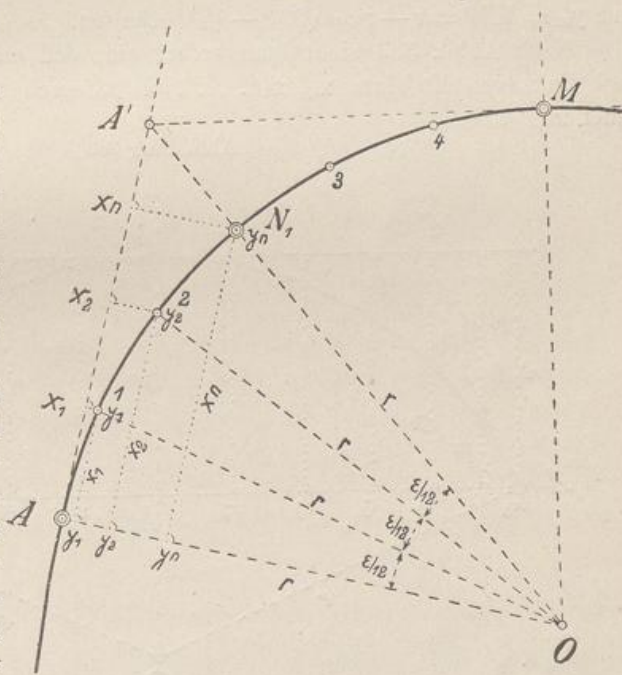
Abbildung 382.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß man, was bisweilen geschieht, die Abscissen so wählen kann, daß ihre Unterschiede gleich und runde Maßzahlen sind. Hierdurch wird zwar die Absteckung für x erleichtert, die Bogenstücke werden aber verschieden lang, so daß die

Nachprüfung der Kleinpunkte erschwert wird. Diese wird für die Punkte N_1 und N_2 im einfachen Falle (Abbildung 381) und bei vorheriger Zwischenschaltung der Viertelbogenpunkte (Abbildung 370) für die Bogenachtel T durch die doppelte Absteckung nach x und y sehr einfach gegeben.

Eine gute Probe für alle Kleinpunkte besteht darin, daß man in einem Berührungspunkte, z. B. M , einen Theodoliten oder Schnellmesser aufstellt und von der Berührungslinie MA' bzw. ME' die Winkel $\frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$, $2 \cdot \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$, $3 \cdot \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$ usw. für die Punkte 1, 2, N usw. nach Abbil. 384 abträgt. Wird auf den Kleinpunkten 1, 2 . . . ein Fluchtstab lotrecht aufgehalten, so muß er bei der bezüglichen Kreiseinstellung des Winkelmessers in der Fernrohrziellinie zu sehen

*) Quadrattafeln enthalten die schon I. Teil S. 138 Anm. genannten „Fünfstelligen Logarithmentafeln“ von Dr. F. G. Gauß. Verlag von Konrad Wittwer in Stuttgart.



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

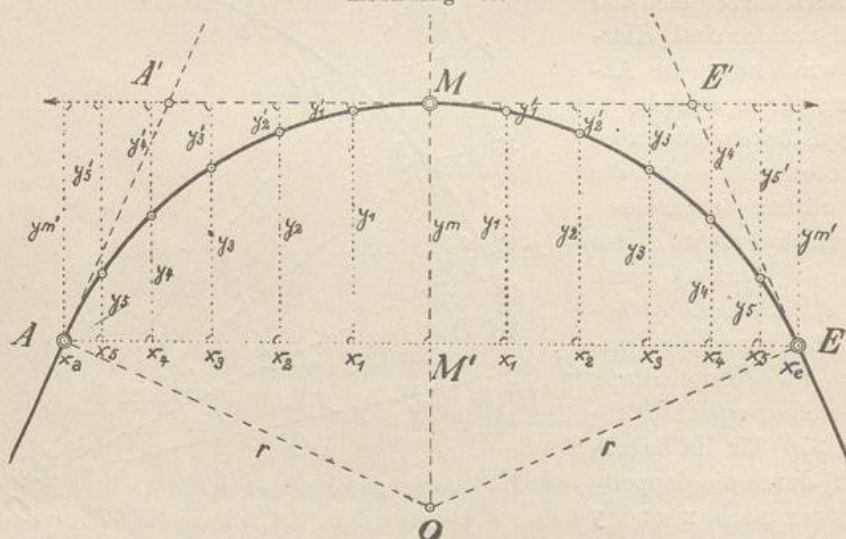
Obwohl die Berechnung der Koordinaten x und y nicht eben umfangreich und umständlich ist, stehen für diese Zwecke besondere Aufzeichnungen zu Gebote, denen man bei gegebenem Halbmesser und Winkeln die Absteckmaße entnehmen kann. Für gleiche Abscissenunterschiede ist besonders geeignet das unter 2. in 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

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

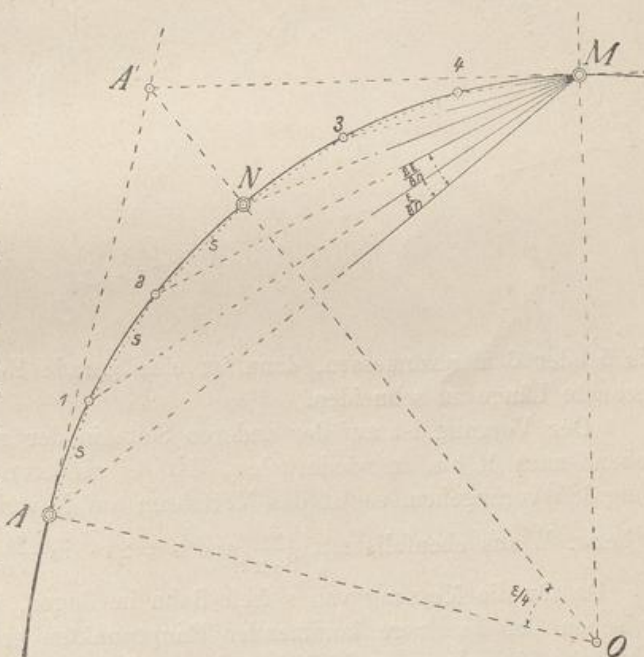
berechnet. Nun stellt man den gut berichtigten Theodoliten oder Schnellmesser in M auf, zielt A an und macht (an einem Nonius) die Kreisablesung. Ist diese L , so ist der erste abzutragende Winkel (s. Abbil. 384)

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

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) vermarkt wird.

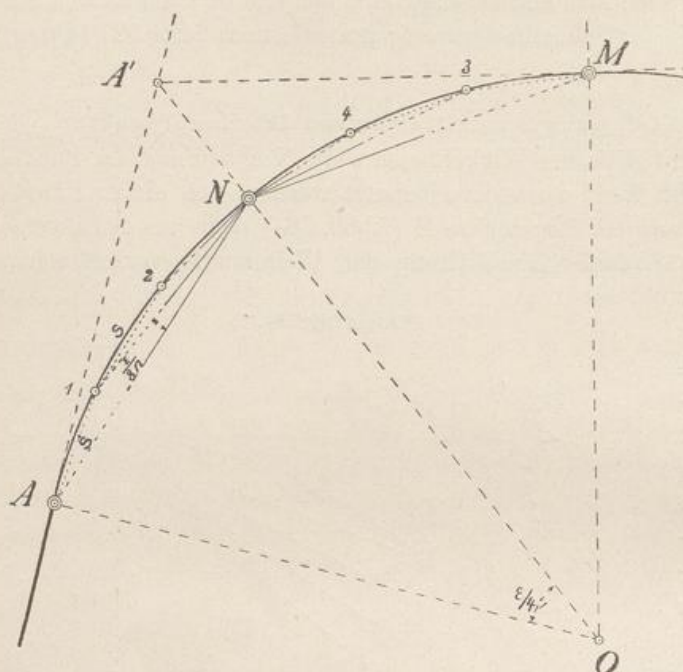
Der Kleinpunkt 2 wird mit dem Winkel $L + 2 \cdot \frac{\varepsilon}{8 \cdot n}$ abgesetzt und mit dem

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 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.

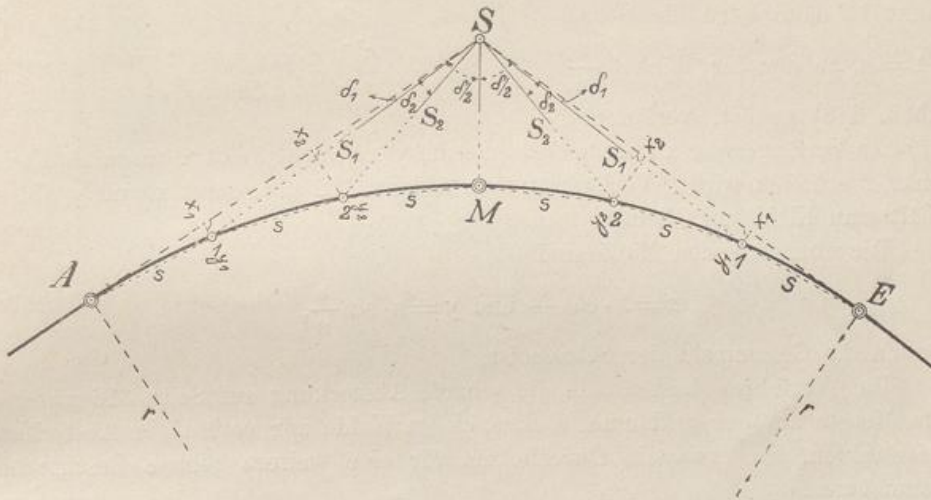
$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_1 &= \frac{y_1}{SE - x_1} \\ \operatorname{tg} \delta_2 &= \frac{y_2}{SE - x_2} \\ &\text{usw.} \end{aligned} \right\} \text{ wobei SE nach Seite 310, y und x nach Seite 325} \\ \text{abgeleitet werden.}$$

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.

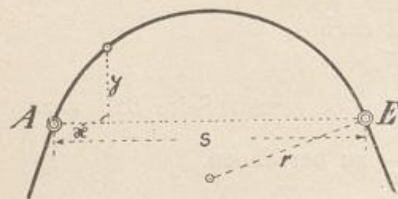
Während die unter 1. bis 4. geschilderten Maßnahmen mehr für die scharfe Bestimmung der Kleinpunkte, z. B. bei Eisenbahnanlagen und bei wichtigen Kunstbauten des Straßen- und Wasserbaues, in Frage kommen, genügt bei einfachen Wegebauten und kulturtechnischen Arbeiten oft eine gut genäherte Absteckung 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

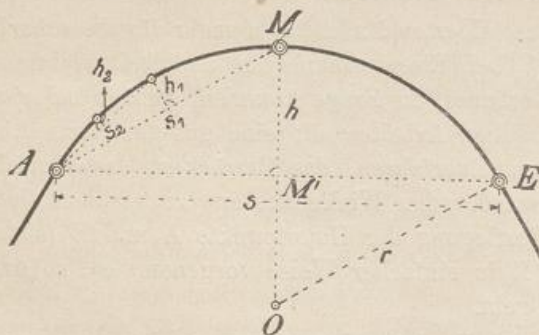
$$x = s \cdot \cos \frac{\varepsilon}{n} \text{ und } y = s \cdot \sin \frac{\varepsilon}{n},$$

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.

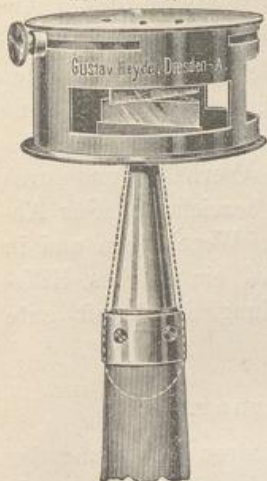


Abbildung 391.

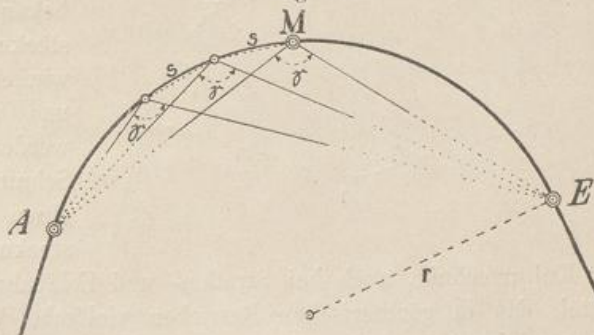


Abbildung 392.

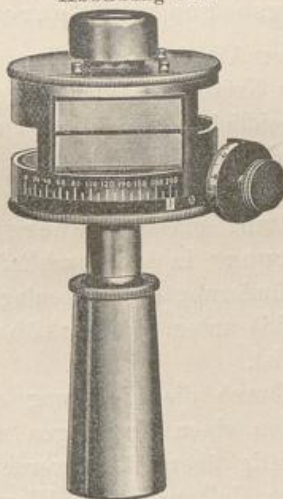
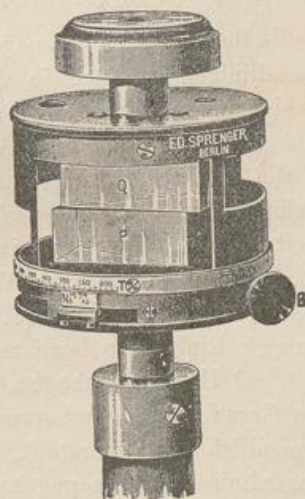


Abbildung 393.



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.

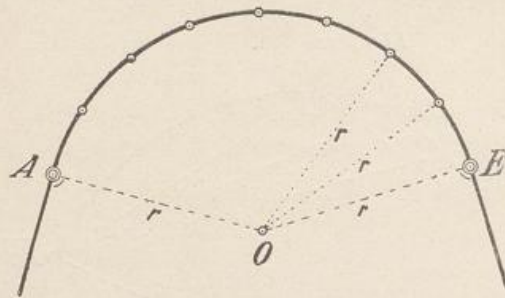
Hat der Winkelmesser, wie die Abbildungen 392 und 393, eine Kreisteilung, so kann die Größe des Winkels γ , der $90 + \delta/2$ sein muß, nachgeprüft werden. Die beiden letzteren Winkelmesser tragen eine Dosenwage auf dem Kopfe, so daß auch eine gut lotrechte Einstellung des Stabes möglich ist. Im hügeligen 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

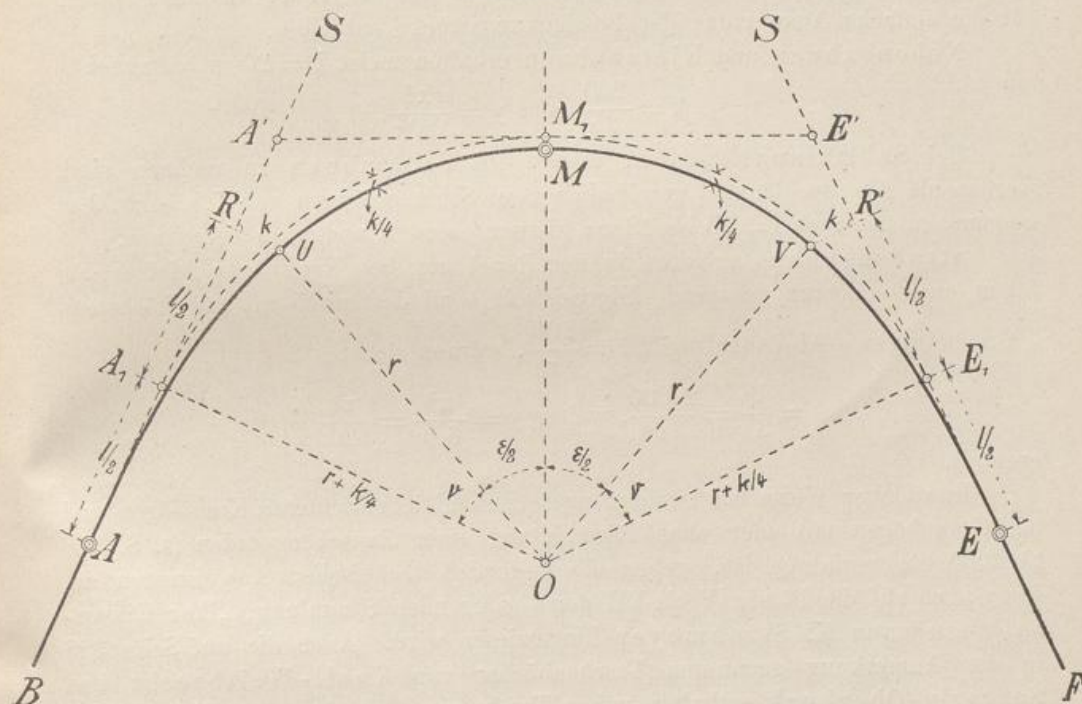
$$y = k \left(\frac{x}{l} \right)^3$$

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,

um das Maß von $\frac{k}{4}$ von der Geraden nach innen verschiebt. Die Absteckung (Abbil. 395) setzt demnach die Kenntnis der Lage von Anfang A_1 , Ende E_1 und Mitte M_1 (früher A, E und M, s. Abbil. 369) des Kreisbogens mit dem Halbmesser $r + \frac{k}{4}$ voraus. Von A_1 wird in der Geraden nach B und S je $l/2$ abgesetzt, wodurch A der Anfang des Uebergangsbogens bzw. in R der Fußpunkt für die Ordinate k des Endes U des Uebergangsbogens erhalten wird. Wird von M_1 aus die Bogenmitte M durch Einrücken nach innen um $k/4$ bestimmt, so sind A, U und M, auf der anderen Seite dementsprechend V und E die Hauptpunkte, zwischen welche noch Kleinpunkte einzuschalten sind.

Abbildung 395.



Die Kleinpunkte im Kreisbogen U M V werden nach den bereits bekannten Regeln (s. Abschnitt b) S. 325) abgesetzt, wobei zur Bestimmung von gleichen Bogenstücken b (s. S. 316) der Mittelpunktswinkel ϵ (Abbil. 372) sich ergibt zu

$$\epsilon/2 = 90^\circ - \delta/2 - \nu$$

und ν sich berechnen läßt aus

$$\sin \nu = \frac{1}{2r}$$

Die Kleinpunkte des Uebergangsbogens sind nach der bereits genannten Formel

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

abzustecken, indem für runde Abscissenwerte x die Ordinaten y berechnet werden. Als Nullpunkt der Absteckung gilt der Anfang A des Uebergangsbogens. Bei A_1 beträgt, worauf hingewiesen sei, wegen $x = \frac{l}{2}$, die Ordinate

$$y = k \cdot \left(\frac{l/2}{l}\right)^3 = \frac{k}{8}.$$

Der Betrag k ist, wie schon gesagt, von den bezüglichlichen Bahnverwaltungen vorgeschrieben. Er wird bei Hauptbahnen in der Regel nach

$$k = \frac{l^2}{6r}, \text{ also } y = \frac{x^3}{6rl}$$

berechnet, wo l die den jeweiligen Verhältnissen anzupassende Abscissenlänge und r der gegebene Kreisbogenhalbmesser ist. Für die preußisch-hessischen Staatsbahnen gelten die Bestimmungen vom 1. Oktober 1909, die auch Tafeln für die einfache Auswertung der Bestimmungsstücke enthalten.

Nebenbahnen und Kleinbahnen erhalten meist $l = 20$ m, demnach

$$k = \frac{200}{3r} \text{ und } y = \frac{x^3}{120r}.$$

Bei Schmalspurbahnen, wozu auch Feldbahnen zu rechnen sind, werden als Abscissenlänge l gewöhnlich zwei Schienenlängen von 7,5 bzw. 9 m genommen, demnach $l = 15$ bis 18 m; hiernach sind k und y zu berechnen.

Straßenbahnen erhalten in der Regel nur bei Kreisbögen kleiner als 50 m einen Uebergangsbogen. Hierbei soll l mindestens 5 m und höchstens 10 m betragen. Als Anhalt gilt $l = \frac{200}{r}$, woraus sich

$$k = \frac{l^2}{6r} = \frac{20000}{3r^3}, \text{ weiter } y = \frac{x^3}{6lr} = \frac{x^3}{1200}$$

ergeben.

In welcher Weise bei zusammengesetzten gleichgerichteten Kreisbögen und bei Gegenbögen mit oder ohne Einschaltung einer Zwischengeraden (s. S. 318 bis 324) zu verfahren ist, geben die geltenden technischen Anweisungen an, wozu auch auf die Bände IV bis VII der vorliegenden Sammlung; „Der Eisenbahnbau“ von K. Strohmeier hingewiesen wird. Auch die auf Seite 328 in der Anmerkung genannten Taschenbücher von Knoll-Weitbrecht und Sarrazin-Oberbeck enthalten neben Tafeln zur Absteckung von Uebergangsbögen einige Angaben hierüber, das erstere namentlich auch eingehende Mitteilungen über die Berechnung von Weichen, über Weichenpläne und über die Absteckung der Gleis- und Weichenanlagen, worauf besonders aufmerksam gemacht sei.

β) Spurerweiterung. Die Fahrt in Kreisbögen mit geringen Halbmessern setzt eine Grenze für den Abstand der Wagenachsen, die in erster Linie von der Größe des Halbmessers abhängt. Um den Schwierigkeiten bei den stark wechselnden Achsabständen der Fahrzeuge zu begegnen, ist eine Erweiterung der sonst unveränderlichen Spurweite vorzunehmen, deren Maß aus Erfahrungssätzen abgeleitet wird. Die „Spurerweiterung“ wird in der Weise hergestellt, daß von den beiden Schienensträngen der innere nach dem Mittelpunkt des Kreis-

bogens gerückt wird. Ist auch im Uebergangsbogen eine Erweiterung nötig, so beginnt diese mit „Null“ in A (Abbil. 395) und wächst nach und nach, bis sie den vollen Betrag für den Kreisbogen in U bzw. von E aus in V erreicht.

Die Größe der Spurerweiterung ist den bezüglichlichen Bestimmungen zu entnehmen. Hier sei nur kurz mitgeteilt, daß im Bereiche der Preußisch-Hessischen Eisenbahngemeinschaft die „Eisenbahnbau- und Betriebsordnung“ vom 4. Nov. 1904 mit den Nachträgen in der 4. Ausgabe von 1913 Geltung hat. Darnach ist eine Spurweite nur in Kreisbögen unter 500 m bzw. 900 m erforderlich; sie beträgt bei Hauptbahnen höchstens 30 mm, bei vollspurigen Nebenbahnen höchstens 35 mm.

Bei Schmalspurbahnen wird eine Erweiterung bis 25 mm, 20 mm und 18 mm vorgeschlagen entsprechend einer Spurweite von 1000 mm bzw. 750 mm bzw. 600 mm. In Straßenbahnen, besonders mit Rillengleisen, wird eine Spurerweiterung neuerdings als entbehrlich gehalten.

d) Ermittlung der Bogenlänge und endgültige Streckeneinteilung.

a) Wenn die örtlich abgesteckten Hauptpunkte A und E mit dem Lageplane, auf dem die Einteilung der Leitlinie von 100 m zu 100 m oder von 1 km zu 1 km, die „Streckeneinteilung“ (Stationierung), vorgenommen ist, scharf übereinstimmen, wird auch der in den Kreisbogen fallende Längenteil zutreffen. Sofern dies nicht der Fall ist, läßt sich zunächst die ganze Bogenlänge A E berechnen nach

$$\text{Bogen A E} = \frac{\varepsilon'' \cdot r}{206265},$$

wobei ε'' den Winkel bei O (Abbil. 372 u. 395) in Sekunden (") bedeutet. Bei M würde demnach nur die Hälfte, bei N nur ein Viertel der Bogenlänge A E in Frage kommen. Sind, was angestrebt werden soll (s. S. 325), für gleiche Bogenstücke b die Kleinpunkte abgesteckt, so läßt sich gemäß der obigen Formel

$$b = \frac{\varepsilon_b'' \cdot r}{206265}$$

bestimmen, in dem für ε_b'' der zu dem Bogenstück gehörende Winkel bei O einzusetzen ist. Man kann damit in jedem Falle von A aus im Sinne der Streckeneinteilung nach der Anzahl der Bogenstücke die Länge der Bogenlinie an beliebiger Stelle feststellen. Soll nun ein „Streckenpunkt“ (Stationspunkt) zwischen zwei Kleinpunkten eingefügt werden, so ist das fehlende Maß zuerst in der Sehne abzusetzen, sodann der Punkt mit Hilfe des Parabelverfahrens (S. 331) in die Bogenlinie einzurücken.

Bei zusammengesetzten Bögen (S. 318) und Gegenbögen (S. 322) ist die Berechnung der Bogenlängen unter Beachtung der entsprechenden Winkel (ε , ε_1 und ε_2) und Halbmesser (r bzw. R) in gleicher Weise durchzuführen. Die Länge eines Uebergangsbogens (S. 334) wird dagegen nach

$$\text{Länge des Uebergangsbogens} = l \left(1 + \frac{l^2}{40r^2} \right)$$

ermittelt.

Wie weit die abweichende Lage der Hauptpunkte A und E und die sich ergebende Bogenlänge im Lageplane und in den Höhenplänen zu berücksichtigen

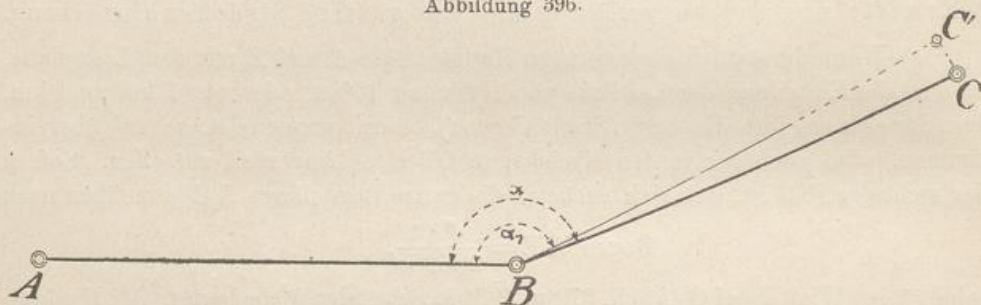
sind, wird in jedem einzelnen Falle den Verhältnissen entsprechend zu entscheiden sein.

β) Die Streckeneinteilung der Leitlinie für die Höhenmessungen (s. S. 76) wird unter den vorliegenden Umständen meist nicht mehr gültig sein; sie muß dann von neuem durchgeführt werden in der Weise, daß schließlich Oertlichkeit und Lage- und Höhenpläne genau übereinstimmen.

4. Anderweitige Absteckarbeiten.

a) **Abstecken von Winkeln.** Die Aufgabe, einen Winkel α von beliebiger Größe in einem Punkte einer Geraden als Schenkel anzutragen, wird mit Hilfe eines Theodolits oder Schnellmessers vollzogen. Das Meßwerkzeug wird über dem Punkte B (Abbil. 396) aufgestellt und die Richtung nach A an einem Nonius zu L bestimmt. Wird zu L der abzusteckende Winkel α zugezählt, so erhält man in β $R = L + \alpha$ die Ablesung, auf die der betreffende Nonius am Teilkreise

Abbildung 396.



einzustellen ist. In die Fernrohrziellinie ist sodann ein Fluchtstab C' einzuweisen. Diese näherungsweise Absteckung wird verschärft, indem zunächst der Winkel $ABC' = \alpha_1$ in üblicher Weise (I. Teil, S. 118 u. 121) vorsichtig gemessen wird, gegebenenfalls in zweimaliger Richtungsmessung oder wiederholter Winkelmessung (s. a. S. 296). Ist der so ermittelte Winkel α_1 gleich dem gegebenen α , so ist AC' der gesuchte Winkelschenkel, und es kann eine noch nötige Verlängerung der Geraden AC' nach Seite 298 usw. stattfinden. Im anderen Falle wird noch die Entfernung BC , am besten durch unmittelbare Längenmessung, bestimmt und die Querverschiebung CC' berechnet, um endgültig C zu erhalten. Es ist

$$CC' = BC \cdot \frac{\alpha'' - \alpha''_1}{206265}.$$

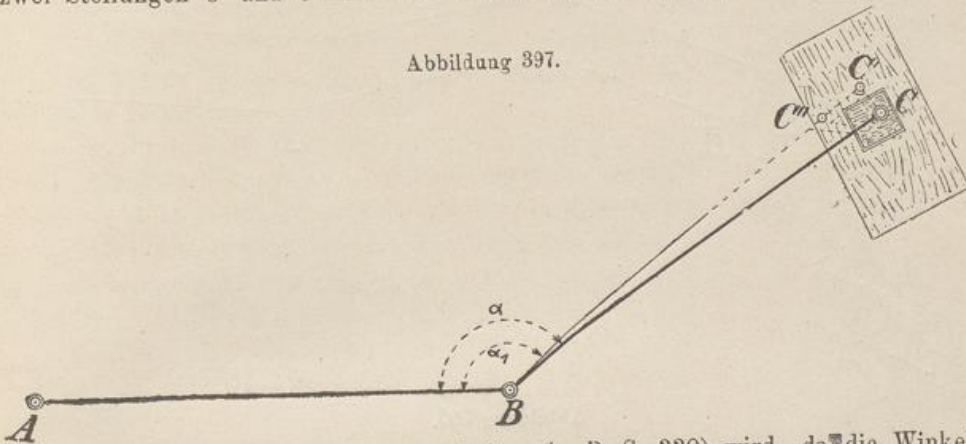
Beispiel. Es sei $\alpha = 160^\circ 18' 20''$ und $\alpha_1 = 160^\circ 16' 40''$, gemessen $BC = 202,1$ m, dann ist

$$\begin{aligned} CC' &= 202,1 \cdot \frac{100''}{206265} = 0,099 \text{ m} \\ &= 99 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Bei Stollen- und Tunnelabsteckungen, z. B. für die Einschaltung von Richtpunkten nach Seite 299, kann das auf Seite 305 geschilderte Verfahren Platz greifen. Die Aufstellung der Glühlampe erfolgt nach einem Versuche in der Nähe des Pfahles oder Eisenrohres mit Gipsfüllung. Von der Marke C' im Brett-

gestell findet die Abmessung der Querverschiebung winkelrecht zur Verbindungslinie BC' (Abbil. 397) statt, die man genau genug durch einen Bleistiftstrich an einem Lineal in der Richtung nach B über C' zieht und auf dieser in C' mittels eines Zeichendreiecks (I. Teil, S. 128) eine Winkelrechte zieht. Auf letzterer wird die berechnete Querverschiebung $C'C$ mit Hilfe eines Millimeterstabes abgesetzt. Die Linie $C'B$ erhält man auch mit der Glühlampe, indem man sie in zwei Stellungen C' und C'' mit dem Winkelmesser einrichtet.

Abbildung 397.



Für weniger scharfe Absteckarbeiten (z. B. S. 330) wird, da die Winkelmesser für die vorliegenden Zwecke gut zu berichtigen sind, in der Regel nur in einer Fernrohrlage und mit einem Nonius gearbeitet. Bisweilen (s. S. 333) reicht dann die Genauigkeit der einfachen Winkeltrommel (I. Teil, Abbil. 173 und 181) und die Prismen-Winkelmesser (Abbil. 392 und 393) aus.

Die Verwendung von Theodolit oder Schnellmesser kann selbstverständlich in gleicher Weise für die Absteckung rechter Winkel (90°) in Betracht kommen, wenn das Ergebnis des einfachen Winkelkopfes usw. (I. Teil, S. 22) nicht zufriedenstellend ist.

b) Abstecken gleichlaufender Geraden. Im Wegebau und in der Kulturtechnik erfolgt die seitliche Begrenzung von Weg und Graben oft durch gleichlaufende Linien, deren Absteckung in der Regel durch die Brech- oder Knickpunkte einer Wege- oder Grabenkante erfolgt, wozu die entsprechenden Punkte der anderen Seite gesucht werden (s. Beispiel S. 287).

α) Sind A bis E (Abbil. 398) die abgesteckten Knickpunkte und ist b der gegenseitige Abstand der Grenzlinien, so sind die Breiten b rechtwinkelig auf AB , BC usw. abzusetzen, durch ihre Endpunkte Linien zu legen und diese zum Schnitt in B' , C' usw. zu bringen. Eine Erbreiterung oder Verschmälerung zwischen D und E auf die Breite b_1 bzw. b_2 erfolgt in gleicher Weise; man erhält die Brechpunkte D' und D'' .

Der obige Vorgang dient u. a. auch der Absteckung von Saugsträngen bei der Tonrohr-Entwässerung, die meist einen gleichen Abstand e (Abbil. 399 und Bd. IX, S. 30) erhalten; siehe hierzu auch Seite 285.

β) Mit Hilfe einer Winkeltrommel (I. Teil, Abbil. 173 und 181) oder einer Prismen-trommel (Abbil. 393) wird die Aufgabe unter α) in der Weise gelöst,

daß nach Messung des Winkels α auf B (Abbil. 400) das in der Winkelhalbierenden abzusetzende Maß sich ergibt zu

$$x = \frac{b}{\sin \alpha/2}, \text{ auf C zu } x = \frac{b}{\cos \alpha/2}.$$

Abbildung 398.

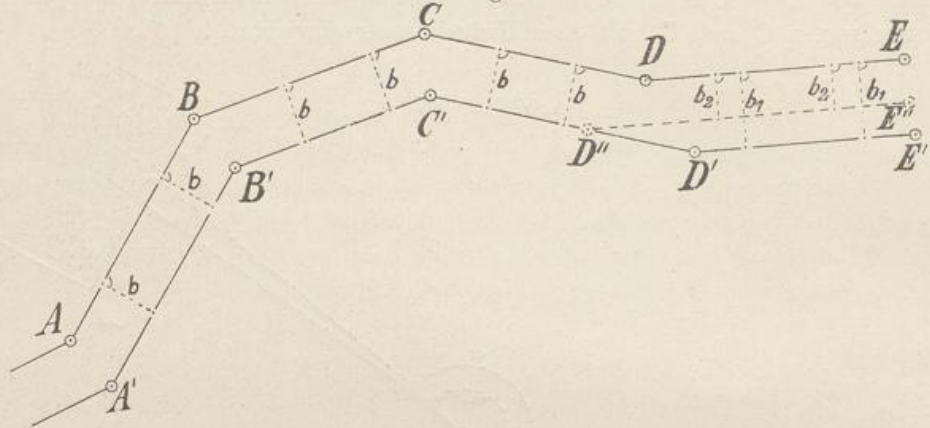


Abbildung 399.

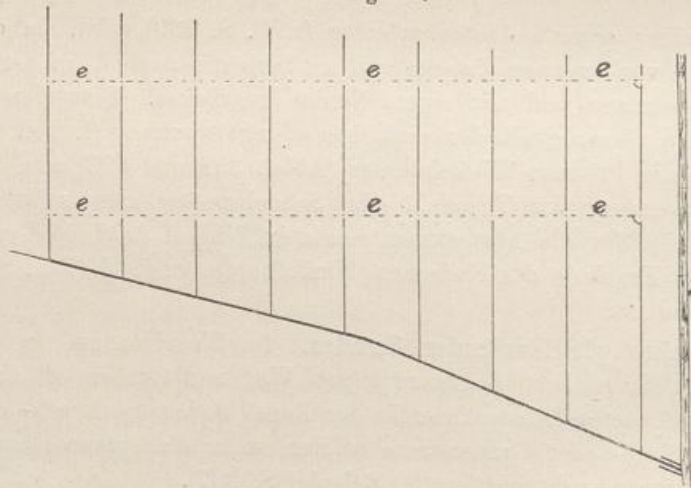
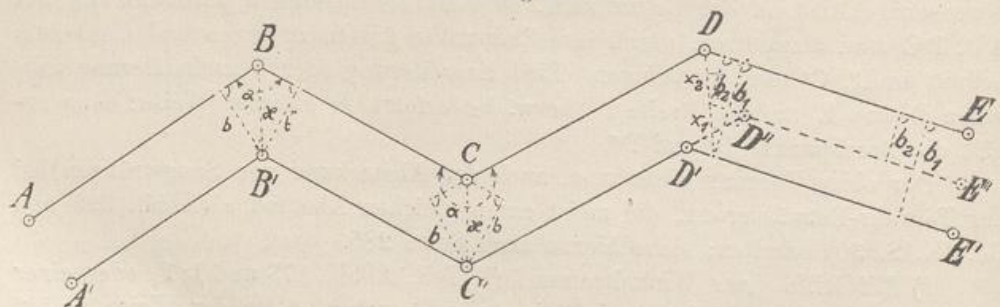


Abbildung 400.



Für wechselnde Breiten b_1 und b_2 ist x_1 und x_2 ebenso zu berechnen. Der Knickpunkt D' bzw. D'' (Abbil. 400) wird nach Absteckung von x_1 bzw. x_2 durch Schnittermittlung entsprechend dem Vorgange unter α) gewonnen.

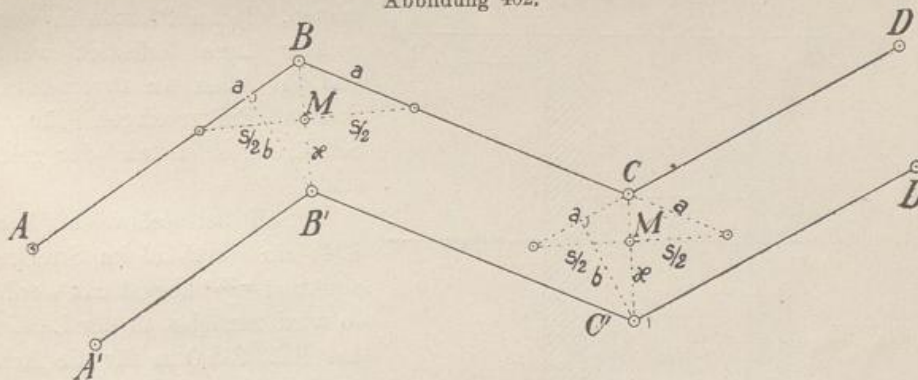
Eine einfache für diese Zwecke besonders eingerichtete Winkeltrommel, die sehr zu empfehlen ist, zeigt die Abbil. 401. Die Trommel ist nach den Angaben von Keller mit einer Tafel versehen, die das abzusteckende Maß x für die üblichen Wege- und Grabenbreiten unmittelbar nachweist.

γ) Steht kein Winkelmesser zur Verfügung oder kann das Verfahren unter α) wegen örtlicher Hindernisse nicht angewendet werden, so wird (Abbil. 402) nach Abmessung einer Strecke a , je nach der Breite b in einer Länge von 5, 10 oder 20 m, auf den abgehenden Grenzlinien und nach Messung von s die Mitte M von s gesucht, diese mit dem gegebenen Knickpunkte B verbunden und auf ihr von B aus das Maß x abgesetzt. Dieses ist

$$x = b \cdot \frac{a}{s/2} = \frac{2 \cdot b \cdot a}{s}.$$

Bei einer stumpfwinkligen Brechung, wie bei C , ist a der Abbil. 402 gemäß zu ermitteln.

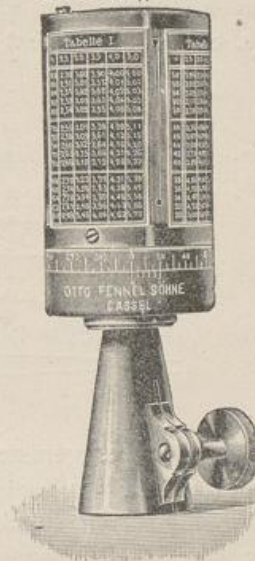
Abbildung 402.



Ist für die Bestimmung von B' oder C' das Stück BM bzw. CM sehr kurz, etwa unter $\frac{BB'}{3}$ bzw. $\frac{CC'}{3}$, so ist in M auf s ein rechter Winkel abzustechen; der verlängerte Schenkel muß durch B bzw. C gehen.

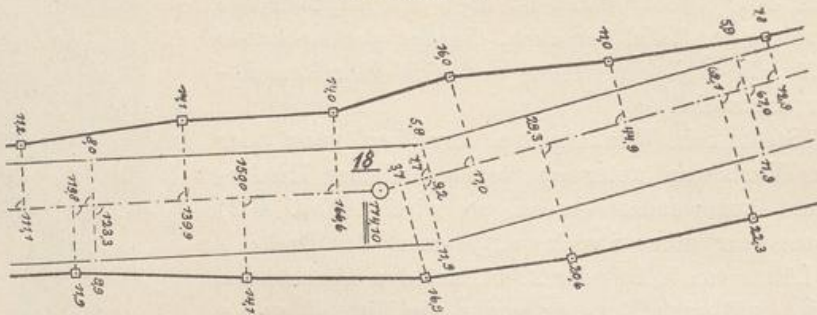
c) Abstecken unregelmäßiger Begrenzungen. Wird schon im Lageplan auf Grund von eingehenden Höhenaufnahmen die Begrenzung von Bauanlagen endgültig festgelegt, so wird diese von passenden Linien, die entweder im Felde und auch im Lageplan vorhanden sind oder aus letzterem ins Feld übertragen werden, meist rechtwinklig abgesetzt. Die Bestimmungstücke werden dann aus dem Lageplan zweckmäßig in einen besonderen Absteckungsriß übernommen

Abbildung 401.



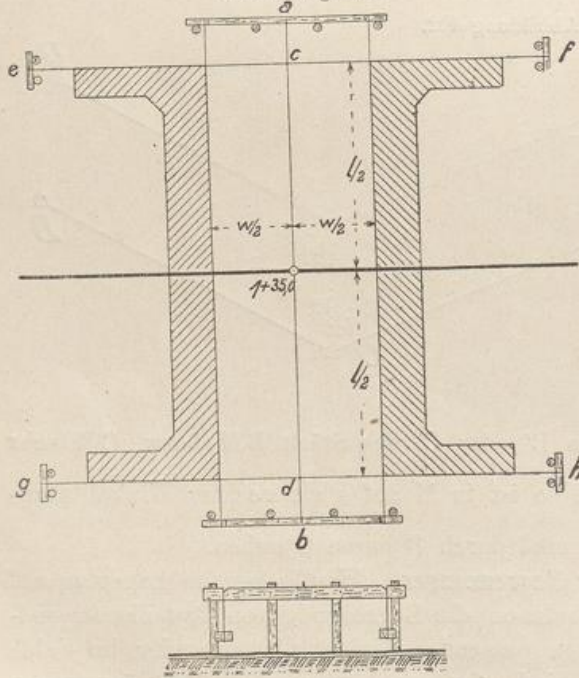
in der Weise, wie dies auch für die Leitlinien (s. S. 284) mitgeteilt worden ist. In der Abbildung 403 wird beispielsweise ein Teil der Maße für die sofortige Absteinerung eines Dammes angegeben; die Bestimmungsstücke beziehen sich auf einen Vieleckszug, der auch als Unterlage der „Ausführlichen Vorarbeiten“ (s. Seite 284) gedient hat.

Abbildung 403.



d) Schnurgerüste. Einzel-Bauwerke werden ihrer Lage nach im Felde von der Leitlinie aus festgelegt mit Absteckmaßen, die sich aus dem Lageplane und den besonderen Bauzeichnungen ergeben. Für die Bauausführung selbst sind in der Regel besondere „Schnurgerüste“ oder „Schnurleisten“ herzustellen, an denen durch gespannte Schnüre einzelne wichtige Baufluchten un-

Abbildung 404.



mittelbar angegeben werden. Die Schnurgerüste sind feste Holzleisten, die an Pfosten in waagrechter Lage befestigt werden und in denen an abgemessenen Stellen Einkerbungen für die Schnüre geschnitten oder gesägt sind.

Soll beispielsweise (Abbil. 404) ein Durchlaß im Streckenpunkte 1 +^{35,0} abgesteckt werden so wird zunächst in der Leitlinie das Maß 135,0 m für die Achse des Durchlasses abgetragen. Da die Achse winkelrecht zur Leitlinie liegt, wird in dem abgemessenen Punkte ein rechter Winkel, vielfach mittels eines „Bauwinkels“ (wie Abbil. 85, I. Teil), errichtet, dessen Schenkel und Verlängerung auf zwei Schnurgerüsten, die mit der Leitlinie

gleichgerichtet sind, durch Drahtstifte a und b kenntlich zu machen sind. Die Schnurgerüste werden so weit außerhalb angelegt, daß sie der Ausschachtung

falls, wie vor, in der Richtung der Leitlinie. Die von a und b nach rechts und links abzusetzenden Maße haben die Länge $\frac{w}{2 \sin \alpha}$. Werden wieder die beiden Schnüre ef und gh im Abstände $l/2$ von der Leitlinie gezogen, so erhält man die Baufluchten der Widerlager und der geraden Flügel und in ihren Schnittstellen die Kanten des aufstehenden Mauerwerks. In dem unteren Teile der Abbildung 405 sind neben gh noch die Schnüre ik und lm unter dem Winkel β bzw. γ abgesteckt; durch sie wird die Bauflucht der beiden schrägen Flügel in Höhe des Sockels festgelegt.

Die Aufgaben werden oft nicht so einfach sein, wie die zwei Beispiele zeigen. In jedem Falle aber sind nur die maßgebenden Schnittstellen auszuwählen und durch Schnurgerüste auszustecken. Die weiteren das Bauwerk begrenzenden Linien ergeben sich entsprechend den Abmessungen in den Bauzeichnungen von selbst.

III. Absteckarbeiten für die Höhe der Punkte.

1. Allgemeines.

Die Ausführung bautechnischer Anlagen kann letzten Endes fast ohne Ausnahme erst in dem Augenblicke beginnen, wo die Ausgangspunkte auch der „Höhe“ in der Oertlichkeit gegeben sind. Ist für die Absteckung der „Lage“, wie die vorstehenden Abschnitte zeigen, nur der Lageplan maßgebend, so sind hier allein die „Höhenpläne“ von ausschlaggebender Bedeutung, wenn auch bisweilen besondere „Bauzeichnungen“ hinzutreten, die dann aber für die Lagebestimmungen eine gleiche Geltung haben (s. S. 342).

Die Art der Höhenpläne ergibt sich aus der Art der auszuführenden Anlagen, indem für mehr langgestreckte Bauten „Längsschnitte“ (s. S. 82) oder „Längs- und Querschnitte“ (s. S. 92) Verwendung finden, während die Anlagen auf Flächen von größerer allseitiger Ausdehnung, wie sie namentlich auch in der Kulturtechnik vorkommen, meist „Höhenschichtenpläne“ (s. S. 117), als Unterlage dienen. In jedem Falle geht die Absteckung von den „Höhenfestpunkten“ aus, die in hinreichender Anzahl in der Nähe der geplanten Bauanlagen vorhanden sein müssen (s. S. 68).

Die Uebertragung der Höhen erfolgt am besten mit Hilfe der Fernrohrwage oder des Schnellmessers bei wagerechter Zielung, doch werden auch die einfacheren Höhenmesser nach Seite 7 und 13 bzw. 16 oft ausreichen und hier sinngemäß anzuwenden sein.

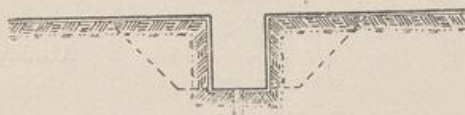
Wo es sich um Höhenangaben bei Erdarbeiten mit einem geringen Abstände von der Bodenoberfläche handelt, sind am zweckmäßigsten Pfähle zu schlagen, deren flacher Kopf die einzuhaltende Höhe darstellt. Eine solche Vermarkung ist im Wege-, Straßen- und Eisenbahnbau, ferner bei Grabenanlagen aller Art an den Gefäll-Wechsellpunkten oder Brechpunkten der Leitlinie zu empfehlen, wenn die Aufschüttung oder der Einschnitt nicht über 1,5 bis 2,0 m hinausgeht. Die Punkte werden auf Grund der Leitlinie ihrer Lage gemäß abgesteckt und in ihrer Höhe durch aufstehende Tagepfähle (Abbil. 406) oder bei Abträgen durch

Grundpfähle (Abbil. 407) bezeichnet. Sind wesentlich höhere oder tiefere Auf- oder Abträge herzustellen, dann wird zunächst ein Bodenpfahl abgesteckt unter Angabe der Ueberschüttungshöhe oder der Einschnittstiefe. Die endgültige Festlegung der Höhe erfolgt, sobald die Erdarbeiten das vorgeschriebene Maß über oder unter der Bodenoberfläche nahezu erreicht haben. Zwischen den Gefäll-Brechpunkten werden sodann noch soviel Punkte eingewogen (s. u.) als es die Geländeverhältnisse und die Bauausführung verlangen.

Abbildung 406.



Abbildung 407.



Bei Einzel-Bauwerken geht man in der Regel so vor, daß an der Baustelle ein leicht zugänglicher Pfahl als „Hilfspunkt“ seiner Höhe nach bestimmt wird. Von diesem aus können die Höhen nach den Bauzeichnungen rasch übertragen und, so oft als nötig, nachgeprüft werden.

2. Höhenübertragung für einzelne Punkte.

Ist die Höhe eines Festpunktes A zu h_a gegeben und soll der Kopf eines nahegelegenen Pfahles B in einer Höhe h_b eingewogen werden, so wird die Fernrohrwage oder der Schnellmesser mit wagerechter Ziellinie aufgestellt und an der Höhenlatte auf A die Ablesung l_a bewirkt. Durch $h_a + l_a$ erhält man die Höhe der Ziellinie, und da auch $h_b + l_b$ die Höhe der Ziellinie ist, ergibt sich

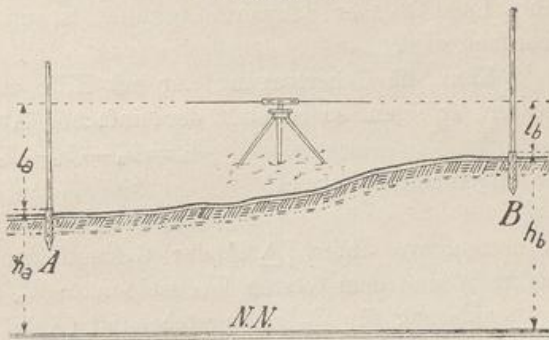
$$h_b + l_b = h_a + l_a,$$

hieraus

$$l_b = h_a - h_b + l_a.$$

Wird die Höhenlatte an den Pfahl B gehalten (Abbil. 408) und hier in lotrechter Stellung so lange verschoben, bis man die Ablesung l_b erhält, so ist in Höhe des Nullpunktes der Latte ein Merkzeichen am Pfahle anzubringen und der überragende Teil des letzteren abzusägen oder aber der Pfahl vorsichtig so tief in den Boden zu treiben, bis die auf den Kopf des Pfahles gestellte Höhenlatte die Ablesung l_b ergibt (Abbil. 408).

Abbildung 408.



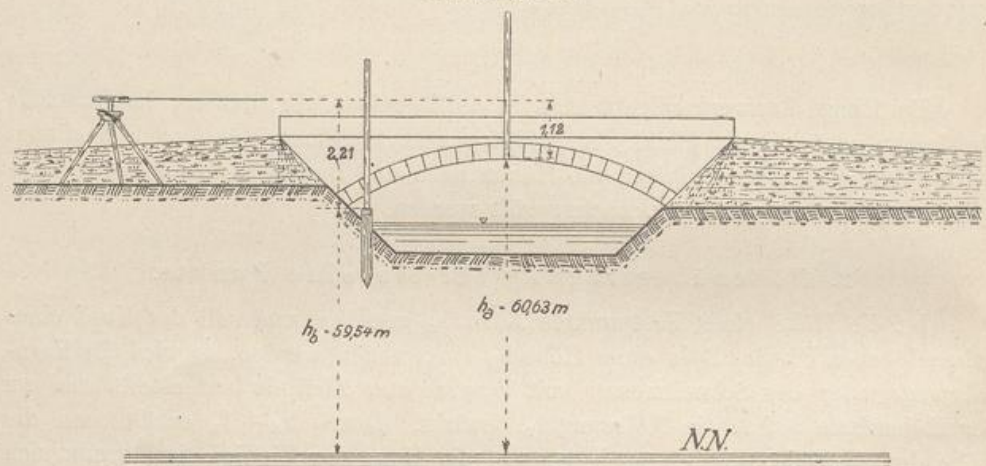
Beispiel. Für die Höhe eines Stau-, Werk- oder Eichpfahles vor einem Mühlenwerke ist als „Fest- oder Rückmarke“ der Scheitel einer gewölbten Steinbrücke zu $h_a = 60,63$ m gegeben. Den örtlichen Verhältnissen entsprechend darf das im Werkkanal gestaute Wasser die Höhe $h_b = 59,54$ m nicht überschreiten. Es besteht die Aufgabe, den abgängigen Merkpfehl zu erneuern.

Lösung. Eine gut berichtigte Fernrohrwage wird so aufgestellt, daß von einem Standorte aus die Festmarke und der Staupfahl gesehen werden. Beträgt die Lattenablesung $l_a = 1,12$ m, so ist das abzusetzende Höhenstück

$$l_b = h_a - h_b + l_a = 60,63 - 59,54 + 1,12 \\ = 2,21 \text{ m.}$$

Nachdem durch einen Probepfahl der feste Untergrund im Werkkanal bestimmt und hiernach die Länge des eichenen Staupfahles mit eiserner Kappe bemessen worden ist, erfolgt die Rammung nach und nach, bis der Abstand der wagerechten Ziellinie der Fernrohrwage von dem Kopfe des Pfahles $l_b = 2,21$ m beträgt (Abbil. 409).

Abbildung 409.



Das Beispiel der einfachen Uebertragung läßt sich sinngemäß überall dort anwenden, wo für die Anlage eines Wehres, einer Schleuse, einer Ueber- oder Unterleitung, einer Brücke oder eines Durchlasses und dergl. die Höhenlage durch den Entwurf vorgeschrieben ist. Die geschilderte Absteckung wird auch stets möglich sein, wenn schon bei den „Ausführlichen Vorarbeiten“ die ungefähre Lage solcher Bauwerke bekannt ist und in der Nähe ein Festpunkt angeordnet wird.

Kann die Uebertragung nur mit Hilfe mehrerer Aufstellungen des Höhenmessers erfolgen, so ist statt der einfachen Ableitung

$$l_b = h_a - h_b + l_a$$

die allgemeinere Formel

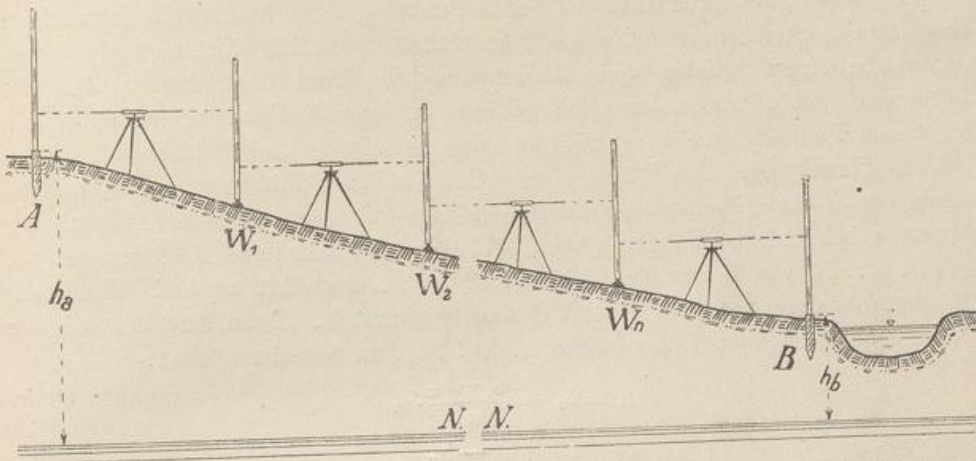
$$l_b = h_a - h_b + [\Delta h] + l_n$$

zu setzen, wo unter $[\Delta h]$ der Gesamthöhenunterschied zwischen dem Festpunkte A und dem letzten Wechsellpunkte W_n (s. S. 53) und unter l_n die letzte Lattenablesung für W_n zu verstehen ist (Abbil. 410).

Unter derartigen Verhältnissen wird sehr zweckmäßig nahe der Baustelle ein „Hilfspunkt“ B bestimmt und durch einen Pfahl (Abbil. 410) festgelegt, von dem aus die erforderlichen Höhen-Absteckungen erfolgen. Die Höhenlage von B sollte stets durch eine zweite Einwägung nach A oder nach einem anderen in der Nähe liegenden Festpunkte nachgeprüft werden.

Die wiederholte Aufstellung der Höhenmesser wird bei langgestreckten Anlagen die Regel bilden, z. B. bei Wege- und Grabenbauten, bei Sammlern der Tonrohr-Entwässerungen (s. S. 285) und bei den Rohrführungen von Wasserleitungen (s. Tafel I). Steht für solche Arbeiten die Lage der Gefällwechsel in

Abbildung 410.



der Oertlichkeit fest, so knüpft man an einem Festpunkte an, legt die fraglichen Punkte der Bauanlage ihrer Höhe nach fest und schließt auf dem nächstgelegenen Festpunkte ab. Hierbei werden in der Leitlinie noch soviel Zwischenpunkte eingewogen, als es zur „Austafelung“ mit Hilfe von „Zielkreuzen“ oder „Krücken“ und „Zielscheiben“ (s. S. 352) für die eigentliche Bauausführung erforderlich erscheint.

Inwieweit bei Eisenbahnanlagen oder Straßen-Kunstbauten in bestimmten Abständen „Hilfspunkte“ (s. o.) festgelegt werden, ist den Verhältnissen entsprechend zu regeln. Für die Herstellung von städtischen Straßen und Straßenbahnen wird dagegen meist die unmittelbare Absteckung von den Festpunkten aus möglich sein, sobald nach den Ausführungen auf Seite 68 ein dichtes Netz von Höhenbolzen in den Straßen gegeben ist.

Einige Schwierigkeit bereiten die Absteckungen bei Kanalisationen, deren Baugruben von größerer Tiefe sind. Sobald die Leitlinie (s. S. 284) abgesteckt und der Boden fast bis zur planmäßigen Tiefe ausgehoben ist, wird auf den Spreizen der Auszimmerung oder auf besonderen Schnurleisten (s. S. 342) die Leitlinie durch Einkerbungen und Schnüre über Tag kenntlich gemacht. Von den Schnüren wird sodann die Lage der Gefäll-Wechselpunkte auf die Sohle der Ausschachtung herabgelotet und hier durch kräftige Pfähle vermarkt. Das Gleiche geschieht für die Brechpunkte der Leitlinie, in bogenförmigen Führungen in solchen Abständen, daß die weitere „Austafelung“ (s. S. 352) glatt vor sich geht. Die Köpfe der Pfähle werden hierauf als „Sohlpunkte“ von den Festpunkten aus, wie oben ausgeführt wurde, auf die erforderliche Tiefe gebracht. In der Regel wird auch die untere Wandstärke der Röhren oder Sohlstücke in Rechnung gezogen, so daß die Ausführung der Kanalleitung durch die Pfähle nicht behindert wird, andererseits aber sofort die innere Sohle der Leitung der

planmäßigen Höhe entspricht. Wo bei tiefen Ausschachtungen selbst die 5 m langen Höhenlatten nicht ausreichen, kann durch Aufsatzstücke (s. S. 57) leicht eine Länge von 7 und 8 m erzielt werden.

3. Höhenpflöcke in wagerechten oder geneigten Linien.

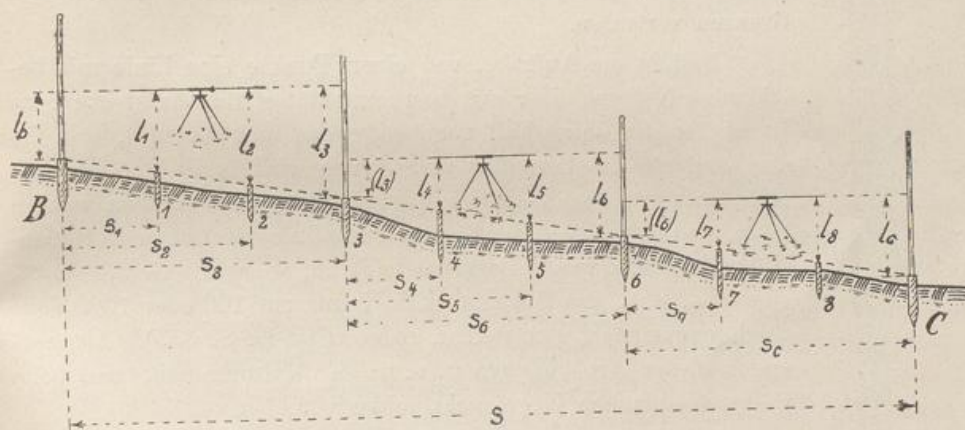
Zwischen zwei ihrer Höhe gegebenen Punkten, deren Absteckung im vorigen Abschnitte beschrieben wurde, lassen sich durch weitere „Einwägung“ oder durch „Austafelung“ beliebig viele Zwischenpunkte einschalten, derart, daß die Köpfe der hierzu verwendeten Holzpflöcke in ihrer Verbindung zwischen den gegebenen Punkten eine wagerechte oder geneigte Linie bilden.

a) **Einwägung.** Die Pfähle B und C seien ihrer Höhe nach zu h_b und h_c gegeben oder ihr Höhenunterschied $h_b - h_c$ sei gemessen. Ist der Abstand der Punkte s bekannt, so können (Abbil. 411) für die beliebigen Entfernungen $s_1, s_2, \dots$ z. B. von B aus die Pflöcke 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008, 1009, 1010, 1011, 1012, 1013, 1014, 1015, 1016, 1017, 1018, 1019, 1020, 1021, 1022, 1023, 1024, 1025, 1026, 1027, 1028, 1029, 1030, 1031, 1032, 1033, 1034, 1035, 1036, 1037, 1038, 1039, 1040, 1041, 1042, 1043, 1044, 1045, 1046, 1047, 1048, 1049, 1050, 1051, 1052, 1053, 1054, 1055, 1056, 1057, 1058, 1059, 1060, 1061, 1062, 1063, 1064, 1065, 1066, 1067, 1068, 1069, 1070, 1071, 1072, 1073, 1074, 1075, 1076, 1077, 1078, 1079, 1080, 1081, 1082, 1083, 1084, 1085, 1086, 1087, 1088, 1089, 1090, 1091, 1092, 1093, 1094, 1095, 1096, 1097, 1098, 1099, 1100, 1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 1108, 1109, 1110, 1111, 1112, 1113, 1114, 1115, 1116, 1117, 1118, 1119, 1120, 1121, 1122, 1123, 1124, 1125, 1126, 1127, 1128, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1134, 1135, 1136, 1137, 1138, 1139, 1140, 1141, 1142, 1143, 1144, 1145, 1146, 1147, 1148, 1149, 1150, 1151, 1152, 1153, 1154, 1155, 1156, 1157, 1158, 1159, 1160, 1161, 1162, 1163, 1164, 1165, 1166, 1167, 1168, 1169, 1170, 1171, 1172, 1173, 1174, 1175, 1176, 1177, 1178, 1179, 1180, 1181, 1182, 1183, 1184, 1185, 1186, 1187, 1188, 1189, 1190, 1191, 1192, 1193, 1194, 1195, 1196, 1197, 1198, 1199, 1200, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1208, 1209, 1210, 1211, 1212, 1213, 1214, 1215, 1216, 1217, 1218, 1219, 1220, 1221, 1222, 1223, 1224, 1225, 1226, 1227, 1228, 1229, 1230, 1231, 1232, 1233, 1234, 1235, 1236, 1237, 1238, 1239, 1240, 1241, 1242, 1243, 1244, 1245, 1246, 1247, 1248, 1249, 1250, 1251, 1252, 1253, 1254, 1255, 1256, 1257, 1258, 1259, 1260, 1261, 1262, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1268, 1269, 1270, 1271, 1272, 1273, 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1279, 1280, 1281, 1282, 1283, 1284, 1285, 1286, 1287, 1288, 1289, 1290, 1291, 1292, 1293, 1294, 1295, 1296, 1297, 1298, 1299, 1300, 1301, 1302, 1303, 1304, 1305, 1306, 1307, 1308, 1309, 1310, 1311, 1312, 1313, 1314, 1315, 1316, 1317, 1318, 1319, 1320, 1321, 1322, 1323, 1324, 1325, 1326, 1327, 1328, 1329, 1330, 1331, 1332, 1333, 1334, 1335, 1336, 1337, 1338, 1339, 1340, 1341, 1342, 1343, 1344, 1345, 1346, 1347, 1348, 1349, 1350, 1351, 1352, 1353, 1354, 1355, 1356, 1357, 1358, 1359, 1360, 1361, 1362, 1363, 1364, 1365, 1366, 1367, 1368, 1369, 1370, 1371, 1372, 1373, 1374, 1375, 1376, 1377, 1378, 1379, 1380, 1381, 1382, 1383, 1384, 1385, 1386, 1387, 1388, 1389, 1390, 1391, 1392, 1393, 1394, 1395, 1396, 1397, 1398, 1399, 1400, 1401, 1402, 1403, 1404, 1405, 1406, 1407, 1408, 1409, 1410, 1411, 1412, 1413, 1414, 1415, 1416, 1417, 1418, 1419, 1420, 1421, 1422, 1423, 1424, 1425, 1426, 1427, 1428, 1429, 1430, 1431, 1432, 1433, 1434, 1435, 1436, 1437, 1438, 1439, 1440, 1441, 1442, 1443, 1444, 1445, 1446, 1447, 1448, 1449, 1450, 1451, 1452, 1453, 1454, 1455, 1456, 1457, 1458, 1459, 1460, 1461, 1462, 1463, 1464, 1465, 1466, 1467, 1468, 1469, 1470, 1471, 1472, 1473, 1474, 1475, 1476, 1477, 1478, 1479, 1480, 1481, 1482, 1483, 1484, 1485, 1486, 1487, 1488, 1489, 1490, 1491, 1492, 1493, 1494, 1495, 1496, 1497, 1498, 1499, 1500, 1501, 1502, 1503, 1504, 1505, 1506, 1507, 1508, 1509, 1510, 1511, 1512, 1513, 1514, 1515, 1516, 1517, 1518, 1519, 1520, 1521, 1522, 1523, 1524, 1525, 1526, 1527, 1528, 1529, 1530, 1531, 1532, 1533, 1534, 1535, 1536, 1537, 1538, 1539, 1540, 1541, 1542, 1543, 1544, 1545, 1546, 1547, 1548, 1549, 1550, 1551, 1552, 1553, 1554, 1555, 1556, 1557, 1558, 1559, 1560, 1561, 1562, 1563, 1564, 1565, 1566, 1567, 1568, 1569, 1570, 1571, 1572, 1573, 1574, 1575, 1576, 1577, 1578, 1579, 1580, 1581, 1582, 1583, 1584, 1585, 1586, 1587, 1588, 1589, 1590, 1591, 1592, 1593, 1594, 1595, 1596, 1597, 1598, 1599, 1600, 1601, 1602, 1603, 1604, 1605, 1606, 1607, 1608, 1609, 1610, 1611, 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1618, 1619, 1620, 1621, 1622, 1623, 1624, 1625, 1626, 1627, 1628, 1629, 1630, 1631, 1632, 1633, 1634, 1635, 1636, 1637, 1638, 1639, 1640, 1641, 1642, 1643, 1644, 1645, 1646, 1647, 1648, 1649, 1650, 1651, 1652, 1653, 1654, 1655, 1656, 1657, 1658, 1659, 1660, 1661, 1662, 1663, 1664, 1665, 1666, 1667, 1668, 1669, 1670, 1671, 1672, 1673, 1674, 1675, 1676, 1677, 1678, 1679, 1680, 1681, 1682, 1683, 1684, 1685, 1686, 1687, 1688, 1689, 1690, 1691, 1692, 1693, 1694, 1695, 1696, 1697, 1698, 1699, 1700, 1701, 1702, 1703, 1704, 1705, 1706, 1707, 1708, 1709, 1710, 1711, 1712, 1713, 1714, 1715, 1716, 1717, 1718, 1719, 1720, 1721, 1722, 1723, 1724, 1725, 1726, 1727, 1728, 1729, 1730, 1731, 1732, 1733, 1734, 1735, 1736, 1737, 1738, 1739, 1740, 1741, 1742, 1743, 1744, 1745, 1746, 1747, 1748, 1749, 1750, 1751, 1752, 1753, 1754, 1755, 1756, 1757, 1758, 1759, 1760, 1761, 1762, 1763, 1764, 1765, 1766, 1767, 1768, 1769, 1770, 1771, 1772, 1773, 1774, 1775, 1776, 1777, 1778, 1779, 1780, 1781, 1782, 1783, 1784, 1785, 1786, 1787, 1788, 1789, 1790, 1791, 1792, 1793, 1794, 1795, 1796, 1797, 1798, 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, 1804, 1805, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810, 1811, 1812, 1813, 1814, 1815, 1816, 1817, 1818, 1819, 1820, 1821, 1822, 1823, 1824, 1825, 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, 1833, 1834, 1835, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, 1843, 1844, 1845, 1846, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 1857, 1858, 1859, 1860, 1861, 1862, 1863, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870, 1871, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175,

$$\begin{aligned}
 l_1 &= l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_1 \\
 l_2 &= l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_2 \\
 l_3 &= l_b + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_3 \\
 l_4 &= (l_3) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_4 \\
 l_5 &= (l_3) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_5 \\
 l_6 &= l(3) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_6 \\
 l_7 &= l(6) + \frac{h_b - h_c}{s} \cdot s_7 \text{ usw.}
 \end{aligned}$$

Eine einfache Probe besteht darin, daß das Höhenstück l_c den Pfahlkopf C ergeben muß.

Abbildung 412.



Der obige Vorgang kann, wie leicht einzusehen ist, dazu verwendet werden, um in einem Stollen oder Tunnel Höhenfestpunkte zu bestimmen, von denen aus die weiteren Höhenabmessungen im Innern der Anlage erfolgen. Nach dem Beispiel Seite 304 mit Abbildung 350 sind die Höhen der Hauptpunkte A und B nach einer doppelt ausgeführten Einwägung zu $h_a = 436,242$ und $h_b = 435,896$ bekannt. Zwischen diesen Punkten, die die Höhenausgänge der Mundlöcher darstellen, soll die Sohle des Stollens mit einem gleichmäßigen Gefälle, d. h. mit $\frac{h_a - h_b}{s} = \frac{0,346}{345,33} = 0,001 = 1 \text{ ‰}$ hergestellt werden.

In der Nähe der Richtpunkte (s. S. 305), aber unabhängig von diesen, wird ein zugespitzter Eisenpfahl (Abbil. 333) in der ihm zukommenden Höhe in den Boden getrieben und als Festpunkt benutzt. Mit dem Fortschreiten des Ausbaues erhält man neue Festpunkte. Jede Festlegung ist durch rückwärtige Einwägung bis zum Anfangspunkt A oder bis zum nächsten zurückliegenden Festpunkte nachzuprüfen. Für derartige Höhenmessungen ist eine Beleuchtung der

Latte unumgänglich; sie wird am besten durch eine Azetylen-Lampe erhalten, die man nach der Anordnung von Prof. Schmidt (Abbil. 413) an der Höhenlatte verschiebbar befestigt.

Erscheint es zweckentsprechender, die Festpunkte in der Seitenwand des Stollens oder Tunnels durch Bolzen zu vermarken, so handelt es sich um eine einfache Einwägung nach Seite 61, deren Richtigkeit sofort, wie oben, sichergestellt wird.

Abbildung 413.



Die Vorgänge bleiben die gleichen, wenn von beiden Seiten mit der Absteckung und der Bauausführung begonnen wird.

Bei dem Beispiele auf Seite 317 wird ebenfalls nach den angegebenen Gesichtspunkten verfahren. Eine gute Probe ergibt vorhin, wie hier, der Abschluß auf E, wo das berechnete letzte Höhenstück gleich der Lattenablesung l_e sein muß. Wird von A und E ausgegangen, so soll an der Durchstoßungsstelle von jeder der beiden Meßgruppen die gleiche Höhe gefunden werden. Die sich zeigende Abweichung muß, wie auch sonst, je nach der Schärfe der Einwägung innerhalb der auf Seite 68 mitgeteilten Grenzen verlaufen.

Besteht die Aufgabe, von einem Punkte eine Linie mit bestimmter Neigung oder mit bestimmtem Gefälle abzustecken, so ist wieder der obige Fall gegeben, wenn man bedenkt, daß für die Tangente des betreffenden Steigungswinkels im Bereiche des Höhenmessers eine beliebige Entfernung s angenommen werden kann, zu der das von der Fernrohr-Ziellinie abzusetzende Höhenstück berechnet wird. Dasselbe trifft zu, wenn das Gefälle in ‰ oder ‰, d. h. das Höhenstück in bezug auf 100 oder 1000 Teile der Längeneinheit unmittelbar gegeben ist (s. S. 355). Absteckungen dieser Art kommen u. a. in der Kulturtechnik und beim Entwurf einfacher Wege nicht selten vor.

Beispiel. Ein Bewässerungsgraben oder Zuleiter soll mit einem Sohlengefälle 1:1000 oder 1 ‰ abgesteckt werden. Der Anfang des Grabens ist an der Abzweigestelle B durch einen Pfahl mit der Höhe h_b gegeben.

Man stellt eine Fernrohrwage in passender Entfernung von B auf und bestimmt die Lattenablesung l_b (Abbil. 414). Wird nun für gleiche Längen, etwa für 20 m, die man leicht mit dem 20 Meter-Meßbande abmessen kann, der Höhenunterschied berechnet, so erhält man:

$$\Delta h = \frac{1}{1000} \cdot 20 = 0,02 \text{ m.}$$

Dieser Betrag wird mit l_b verbunden, um den Sohlenpunkt (1), (2) . . . zu erhalten. Es ist:

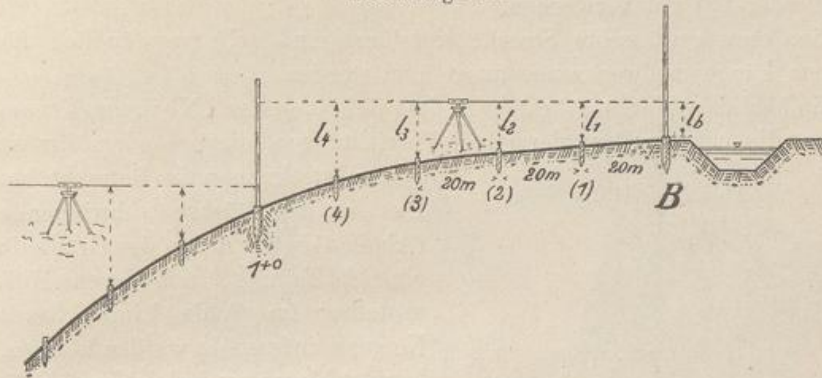
$$l_1 = l_b + 0,02$$

$$l_2 = l_b + 2 \cdot 0,02 = l_b + 0,04$$

$$l_3 = l_b + 3 \cdot 0,02 = l_b + 0,06 \text{ usw.}$$

Man bestimmt Punkt (1), indem man das Meßband in B einsetzt und mit seinem Ende einen Geländepunkt sucht, der an der mitgeführten Höhenlatte die Ablesung $l_1 = l_b + 0,02$ gibt. Wird der Punkt durch einen Pflock bezeichnet, so wird der Sohlenpunkt (2) mit l_2 gefunden, wenn man das Band in (1) ansetzt usw. In Abständen von 100 m wird ein fester Pfahl geschlagen, der mit den weiteren gleichbedeutenden Pfählen gleichzeitig die Streckeneinteilung darstellt.

Abbildung 414.



Diese Pfähle, vorsichtig ermittelt, dienen auch als Wechsellpunkte, an denen die Absteckung von neuem beginnt (Abbil. 414). Zwischen den Streckenpunkten $1+0$, $2+0$..., die gewissermaßen als Richtpunkte der Grabenlinie gelten, wird beim Ausbau eine schlanke Führung unter Anlehnung an die abgesetzten Pflocke vorgenommen. Ob eine nochmalige Einwägung der Richtpunkte auf einem Rückwege nach B als Nachprüfung vorzunehmen ist, bleibt dem ausführenden Techniker überlassen.

Sind in Zuleitern gemäß dem Bewässerungsentwurfe Abstürze vorzusehen, so wird für die Absteckung an diesen Stellen dem abzusetzenden Höhenstücke das Maß des Absturzes beigerechnet, im übrigen aber, wie vor, verfahren. Die weiteren für die Bewässerung erforderlichen Wasserzuführungen, die gewöhnlich nicht mehr im Lageplane verzeichnet sind, werden im Angesichte des Geländes entworfen und abgesteckt. Hierzu gehören insbesondere die Verteilrinnen, oder bei größeren Abmessungen die Verteilgräben, deren Anfang und Ende in den entsprechenden Höhen zum Zuleiter durch Pflocke festgelegt werden. Die schmalen Rieselrinnen endlich, die nur ein ganz schwaches Gefälle erhalten, das eben die Bewegung des Wassers aufrecht erhält, können gleichfalls mittels der Fernrohrwage und eines einfachen Stabes mit einem Schiebebrettchen (nach Abbil. 22) abgesetzt werden, wenn nicht, was meist geschieht, ein Zastrow-scher Rinnenstecher (Bd. X, S. 136) oder das Siegener Wiesenbeil (Bd. X, S. 166) zur unmittelbaren Herstellung dieser Gräbchen entsprechend dem nachströmenden Wasser benutzt wird.

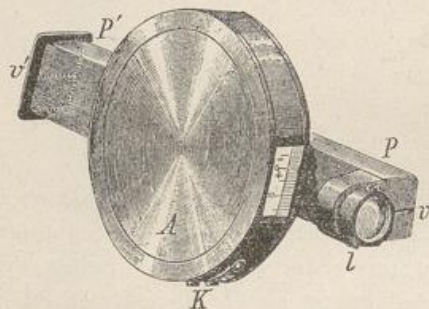
Die Absteckung nach Seite 348 usw. wird sehr vereinfacht, wenn die benutzte Fernrohrwage mit einem „Gefällmesser“ versehen ist, siehe die Abbil. 193, 194 u. 196. Hier genügt eine Einstellung der „Gefällschraube“ auf das betreffende Maß, um ohne Rechnung und Längenmessung beliebig viele Bodenpunkte zu be-

stimmen. Man stellt die Fernrohrwage*) auf den Anfangspunkt, ermittelt den Abstand der Fernrohr-Kippachse vom Pfahlkopfe nach Seite 168, die als das durchweg abzusetzende Höhenstück h_b gilt und läßt den Lattenträger in der mutmaßlichen Richtung das Gelände abtasten, wobei die Stellen nach Bedarf durch Pflöcke kenntlich gemacht werden. Um das Absteckmaß h_b leicht zu verfolgen, wird sehr zweckmäßig ein schwarzes Gummiband von 1 cm Breite in der Ablesehöhe um die Latte gelegt. Man kann hierzu auch eine Schiebelatte (Abbildung 22 oder 23) gut verwenden.

Eine etwa gewünschte Streckeneinteilung muß selbstverständlich für sich mit einem Längenmeßwerkzeuge ausgeführt werden.

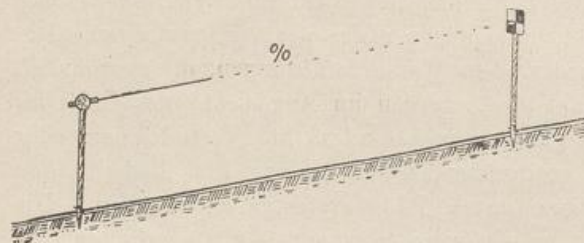
Ein ähnlicher Vorgang besteht in dem Gebrauch des „Neigungsmessers“ von Brandis oder anderer derartiger Vorrichtungen, die besonders für einfache

Abbildung 415.



Wegeabsteckungen in Betracht kommen. Das in der Büchse schwingende Rad (Abbil. 415) hat neben der Gradteilung**) eine $\%$ Teilung, mit deren Hilfe unmittelbar im Felde Linien bestimmter Neigung aufgesucht werden können. Man benutzt hierzu zwei gleichlange Stäbe, am einfachsten zwei Zielstäbe (I. Teil, S. 44). Auf den einen wird der Neigungsmesser gelegt, während der zweite eine Scheibe trägt, die von dem Beobachter angezielt wird, siehe Abbildung 416. Entspricht die vordere Stablage dem abzusteckenden Gefälle, so wird die Stelle durch einen Pflock bezeichnet und die Absteckung kann von hier aus fortgesetzt werden.

Abbildung 416.



Schärfere Ergebnisse werden mit Hilfe des Gefällmessers nach Fennel (Abbil. 417) erzielt. Ein kleines Zielfernrohr ist so eingerichtet, daß bei beliebiger Neigung desselben die angezielte Scheibe (Abbildung rechts), das Fadenkreuz und eine in der Richtung des Höhenbogens verlaufende Röhrenwage zu gleicher Zeit sichtbar sind. Der Gefällmesser ruht auf einem Stabe mit Eisenschuh; ein gleichhoher zweiter Stab trägt die farbig gehaltene Zielscheibe.

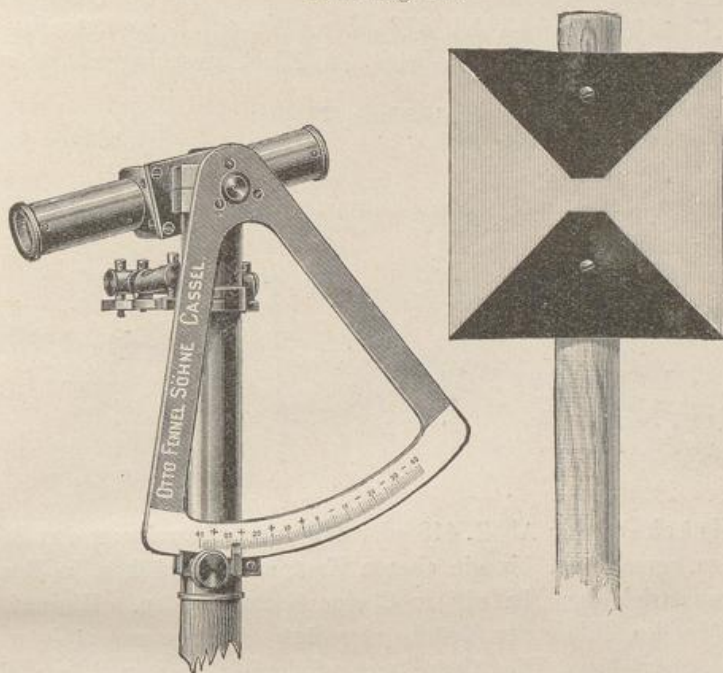
b) Austafelung. Ein viel erprobtes Hilfsmittel, um zwischen zwei gegebenen Punkten beliebig viele Höhenpflocke einzuschalten oder an beliebigen Zwischenstellen die geradlinige Höhenlage anzugeben, ist das „Austafeln“ durch „Ziel-

*) Die Berichtigung der Gefällschraube ist verschieden je nach der Einrichtung und ist nach den bezüglichen Gebrauchsanweisungen vorzunehmen.

**) Siehe I. Teil, S. 45, wo auch die Berichtigung des Werkzeuges angegeben ist.

kreuze“ und „Zielscheiben“ oder „Krücken“. Auf einer Holzleiste von 8 bis 10 cm Breite sitzt ein 16 bis 20 cm breiter Querbalken von 60 cm Länge

Abbildung 417.



(Abbil. 418b) oder eine mäßig große Scheibe (Abbil. 419b), deren Felder, in der Mitte getrennt, oben schwarz, unten weiß gestrichen sind. Die Abmessung vom

Abbildung 418.

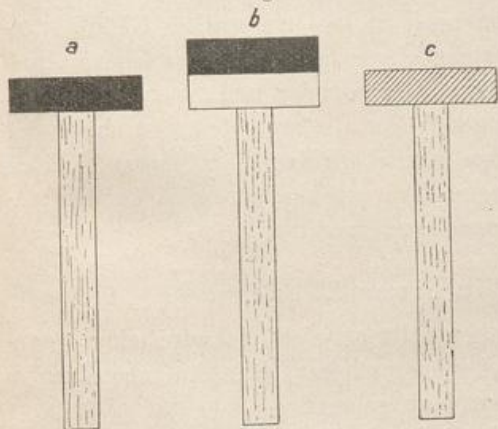
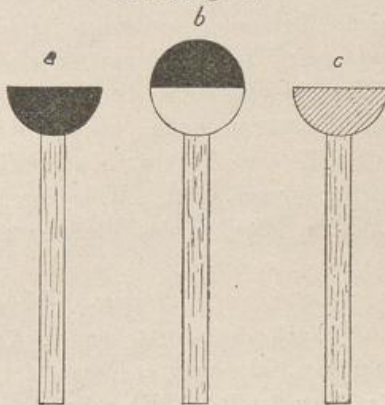


Abbildung 419.

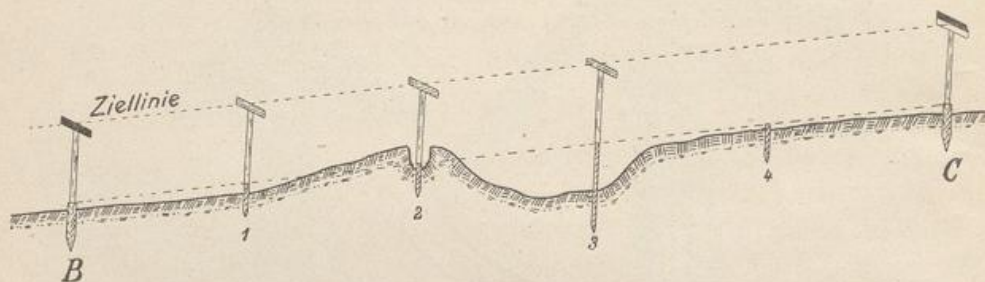


Fuße der Holzleiste, der mit Eisenblech beschlagen ist, bis zum Farbgrenzstrich beträgt genau 1 m oder 1,25 m. Zu einem „Satz“ des Geräts gehören noch zwei gleichartige Kreuze oder Scheiben, bei denen aber der obere Teil nur halb so breit ist und rot bzw. schwarz gefärbt ist (c bzw. a Abbil. 418 und 419).

Schewior, Das Feldmessen II.

Sind B und C die Köpfe der nach Seite 348 abgesteckten Pfähle, deren Entfernung hier nicht über 40 m gehen darf, und soll von B nach C eine Anzahl von Höhenpflocken, z. B. für eine Weganlage, eingerichtet werden, so wird die „Tafel“ (b in Abbil. 418 oder 419) auf C (Abbil. 420), die schwarze „Krücke“ (a in Abbil. 418 oder 419) auf B gesetzt oder befestigt. An der gewählten Stelle, z. B. 1, wird ein Pflock geschlagen und an diesem

Abbildung 420.



die rote „Krücke“ (c in Abbil. 418 oder 419) nach Anweisung des Beobachters in B so lange verschoben, bis die oberen Kanten der Krücken in B und 1 mit dem Farbrenzstrich der „Tafel“ in C eine Gerade bilden. Hierauf wird der Pflock in Höhe des Fußes der Krücke abgesägt oder bis zur nötigen Kopfhöhe in den Boden getrieben. Die Absteckung wiederholt sich in 2, wo eine Grube hergestellt wird, in 3 usw.

Der Vorgang ist der gleiche, wenn beim Verlegen von Röhren, z. B. in Durchlässen, Wasserleitungen und Kanalisationen, die Höhenlage der Röhren entsprechend den eingewogenen Hilfspunkten (Sohlpunkten) (s. S. 347) festgestellt wird. Bei untergeordneten Arbeiten oder auch da, wo ein starkes Gefälle vorliegt, wird bei Rohrlegungen eine gut ausgeglichene Sohle oft ausreichen. Dies bildet beispielsweise die Regel beim Einbau der Sammler und Sauger für Tonrohr-Entwässerungen, wo die Absteckungen*) der Grabensohlen fast durchweg mit Hilfe der Zielkreuze oder Zielscheiben von oberirdisch festgelegten Pfählen vorgenommen wird. Wie hier im Einzelnen vorzugehen ist, wird in den genannten Schriften des Verfassers näher auseinandergesetzt.

4. Höhenpflocke in einer Ebene.

Nach den vorstehenden Ausführungen fällt es nicht schwer, eine wagerechte oder geneigte Ebene durch Pflocke auszustecken, eine Aufgabe, die im Erdbau (s. Bd. XIII) sehr oft zur Anwendung gelangt.

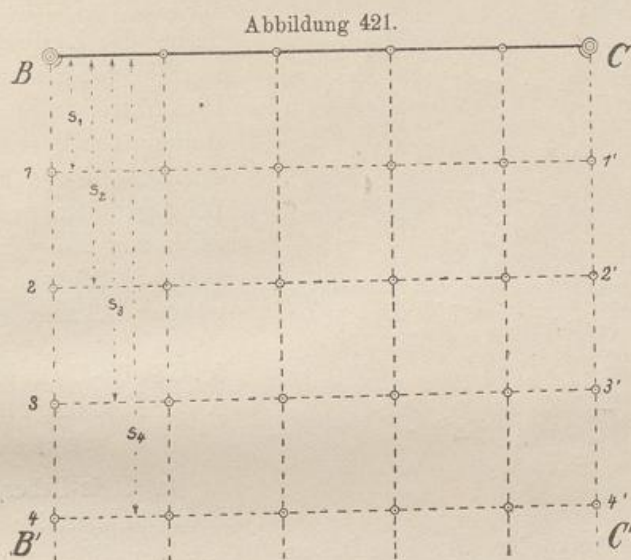
a) Wagerechte Einebnung. Ist die Bodenoberfläche in einer bestimmten Höhe des Pfahlkopfes B, etwa für die Anlage eines Bau- oder Spielplatzes oder dergl., wagerecht einzuebnen oder aufzuschütten, so wird nach Abbil. 168 ein

*) Siehe. Bd. IX: „Die Bodenmelioration“, II. Teil und „Die Drainage“ von G. Schewior. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig 1910 bzw. 1912.

Netz von Pfählen abgesteckt, die sämtlich die Höhe des Pfahles B haben. Die Auswahl der Punkte kann in gleichmäßigen Abständen nach Abbil. 167 vorgenommen werden, sie kann aber auch den Verhältnissen entsprechend nach Belieben stattfinden.

b) Geneigte Einebnung. Für Bodenumformungen mit geneigter Oberfläche müssen zwei Punkte und die Größe der Neigung, gewöhnlich in ‰, gegeben sein.

1. Sind B und C von gleicher Höhe (Abbil. 421), also $h_b = h_c$, und das Gefälle der Fläche p ‰, so sind auf der Verbindungslinie BC in B und C die



zwei Senkrechten BB' und CC' abzustecken (s. S. 339) und auf ihnen in gleichmäßigen Abständen $B1 = 12 = 23$ usw. bzw. $C1' = 1'2' = 2'3'$ usw. Höhenpfähle nach Seite 350 einzuschalten. Das von der Ziellinie abzusetzende Höhenstück für B, 1, 2 bzw. C, 1', 2' beträgt

$$l_1 = l_b + \frac{p}{100} \cdot s_1$$

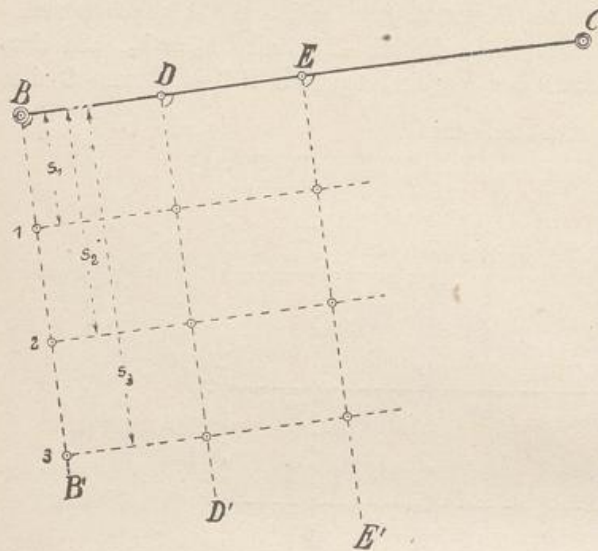
$$l_2 = l_b + \frac{p}{100} \cdot s_2 \text{ usw.}$$

wobei entweder von B oder C ausgegangen wird, da die Höhen dieser gleich sind. Weitere Pfähle zwischen B und C, 1 und 1' usw., sind in derselben Weise mit den bezüglichen Höhenstücken abzusetzen oder nach Seite 354 abzutafeln.

2. Bei ungleicher Höhenlage der Ausgangspunkte B und C (Abbil. 422) wird zunächst zwischen diesen eine erforderliche Anzahl von Punkten D, E nach Seite 349 bestimmt, hierauf die Senkrechten BB' , DD' usw. abgesteckt und in diesen die Höhenpfähle wie oben festgelegt. Beginnt man mit der Senkrechten BB' , so sind mit l_b die Höhenstücke für s_1, s_2, s_3 nacheinander abzusetzen. In der Senkrechten durch D, E werden die Lattenablesungen l_d, l_e eingeführt. Auch hier kann die Austafelung Verwendung finden, wenn in jeder Senkrechten Höhenpfähle in entsprechendem Abstände (S. 354 oben) gegeben sind.

Die geschilderte Absteckung bildet bei Wiesenbauten eine wichtige Arbeit, sobald künstliche Umformungen im Rückenbau und Hangbau mit ihren mannigfaltigen Abarten vorkommen*) u.**).

Abbildung 422.



Wie weit ein Ausgleich der Erdmassen bei allen Umformungen der Bodenoberfläche in Betracht zu ziehen ist und wie weit er die Höhenlage der abzusteckenden Fläche beeinflusst, ist Sache des Erdbaus selbst**). Dorthin gehören auch diejenigen Hilfsmittel, die bei der Herstellung von Böschungen in Aufschüttungen und Einschnitten in Betracht kommen und unter der Bezeichnung „Böschungslatten“ (s. a. S. 12) und „Lattengerüste“ bekannt sind.

5. Gleis-Ueberhöhung und Ausrundung des Gefällewechsels.

a) Gleis-Ueberhöhung. Während in geraden Strecken die beiden Schienenoberkanten der Eisenbahnen in gleicher Höhe verlaufen, erhält in Krümmungen der äußere Schienenstrang unter gewissen Voraussetzungen eine „Ueberhöhung“, um eine einseitige Abnutzung dieses Stranges zu verhindern, die Fliehkraft aufzuheben und die Gefahr einer Entgleisung abzuschwächen. Die Ueberhöhung wird wie die Ueberführung der geraden in die kreisbogenförmige Strecke (s. S. 334) durch den Uebergangsbogen vermittelt, derart, daß ihr Betrag — in der Geraden „Null“ — am Anfange des wirklichen Kreisbogens (U bzw. V in Abbil. 395) den vollen Wert h erreicht (siehe Abbil. 423). Dieser wird bei Haupt- und Nebenbahnen nach der Erfahrungsformel:

$$h = c \cdot \frac{v}{r}$$

berechnet, wobei v die Grenze der Fahrgeschwindigkeit in der Krümmung nach km/Std., r den Halbmesser in der Krümmung in m bedeutet und c z. B. in Preußen zu 0,5 m gesetzt wird; es ergibt sich hiernach:

$$h = 0,5 \cdot \frac{v}{r} = \frac{v}{2r}$$

Nach § 66 der „Eisenbahnbau und Betriebsordnung“ vom 4. Novbr. 1904 (4. Auflage 1913) sind in Krümmungen folgende Geschwindigkeitsgrenzen und Ueberhöhungen gestattet:

*) Siehe Bd. X: „Die Bodenmelioration“, III. Teil.

**) Siehe Bd. XIII: „Der Erdbau“.

Bei $r = 1200 \ 1100 \ 1000 \ 900 \ 800 \ 700 \ 600 \ 500 \ 400 \ 300 \ 250 \ 200 \ 180 \text{ m}$
 und $v \leq 115 \ 110 \ 105 \ 100 \ 95 \ 90 \ 85 \ 80 \ 75 \ 65 \ 60 \ 50 \ 45 \text{ km/Std.}$
 ist $h = 48 \ 50 \ 53 \ 56 \ 59 \ 64 \ 71 \ 80 \ 94 \ 108 \ 120 \ 125 \ 125 \text{ mm.}$

Es wird empfohlen, in Hauptbahnen das Größtmaß von 125 bis 150 mm und in Nebenbahnen das Maß von 160 bis 170 mm nicht zu überschreiten, da zu kleine Ueberhöhungen nicht so nachteilig wirken wie zu große Ueberhöhungen.

Die Strecke, auf der die Ueberhöhung gleichmäßig anwachsend (s. S. 356) verteilt werden soll, die sogen. „Ueberhöhungsrampe“, ist mindestens auf das 300fache der Ueberhöhung zu bemessen. Wenn hierzu die Länge des Uebergangsbogens nicht ausreicht, so ist der Rest der Ueberhöhungsrampe in die Gerade vor dem Uebergangsbogen oder auch in den anschließenden Kreisbogen selbst zu verlegen.

In Kreisbögen mit einem Halbmesser von über 2000 m bei Hauptbahnen, von über 1000 m bei Nebenbahnen wird die Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges gewöhnlich unterlassen.

Bei Kleinbahnen wird meist nach der Formel

$$h = c \cdot \frac{v^2}{r}$$

gerechnet, wobei

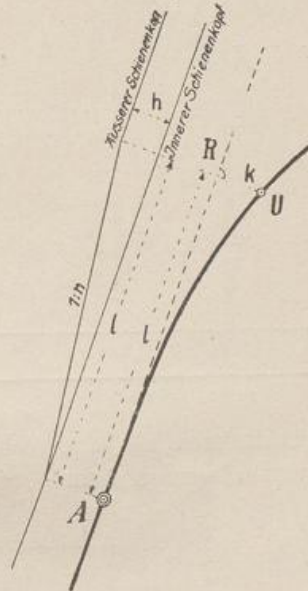
$c = 11,8$	bei einer Spurweite von	1435 mm
$c = 8,3$	" " " "	1000 "
$c = 6,2$	" " " "	750 "
$c = 5,0$	" " " "	600 "

Als Grenze der Ueberhöhung gilt hier eine Querneigung 1:10 der beiden Schienenoberkanten. Kreisbögen mit einem Halbmesser über 600 m bei einer Spur von 1000 mm und über 400 m bei 750 mm erhalten keine Ueberhöhung. Näheres über die Uebergangsbögen siehe Seite 334.

In Straßenbahnen, deren Gleislage gewöhnlich dem Straßenquergefälle angepaßt wird, ergibt sich eine Querneigung, die 1:80, höchstens 1:50 groß sein darf, von selbst; diese genügt auch als Ueberhöhung in Bögen. Da in Krümmungen meist die Fahrgeschwindigkeit verringert wird, kann das Gleis äußerstenfalls auch wagerecht gelegt werden.

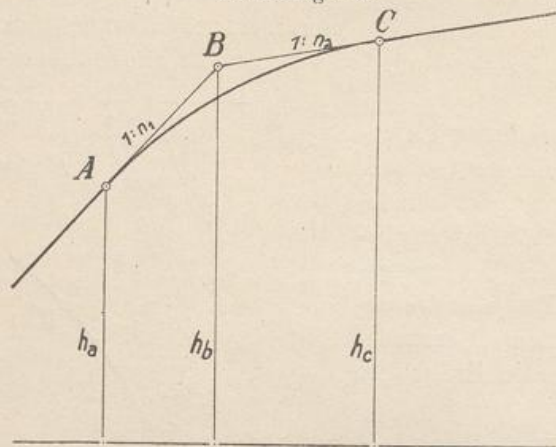
b) Ausrundung des Gefällwechsels. Noch ein dritter vermittelnder Uebergang ist bei Gleisanlagen zu beachten, wenn nämlich ein Wechsel in der Gefällfolge der Eisenbahnstrecke eintritt. Wird im Punkte B (Abbil. 424) das Gefälle $1:n_1$ in ein solches $1:n_2$ geändert, so ist in der Höhenlage der Schienen meist eine Ausrundung nach einem Kreisbogen mit einem Halbmesser vorzunehmen, dessen Größe den Verhältnissen entsprechend vorgeschrieben ist. Der Bogen berührt die Gefällstrecken in den Punkten A und C, deren Abstand von B sich nach

Abbildung 423.



$$AB = BC = \frac{r}{2} \left(\pm \frac{1}{n_1} \pm \frac{1}{n_2} \right)$$

Abbildung 424.



berechnet, worin $\left(\pm \frac{1}{n_1} \pm \frac{1}{n_2} \right)$ den Mittelpunktswinkel (wie ε in Abbil. 372) im Bogenmaß bezeichnet. Die Vorzeichen für $\frac{1}{n_1}$ und $\frac{1}{n_2}$ sind darnach zu bestimmen, ob die Strecke, von B aus gesehen, steigt, dann gilt +, oder fällt, dann gilt -.

Die Teilbeträge für die abzusteckenden Höhen der Ausrundung werden genau genug nach

$$\Delta h = \frac{x^2}{2r} \quad (\text{s. S. 327})$$

ermittelt, wobei x im Gegensatz zu Seite 327 unter gewöhnlichen Verhältnissen als wagerechter Abstand von A bzw. C dem Höhenplane entnommen werden kann. Sind für die Endpunkte von $x_1, x_2 \dots$ die Höhen h_1, h_2 bzw. von $x'_1, x'_2 \dots$ die Höhen $h'_1, h'_2 \dots$ dem Höhenplane entnommen, so erhält man die entsprechenden Ausrundungshöhen nach Abbil. 425 zu

$$H_1 = h_1 - \Delta h_1$$

$$H_2 = h_2 - \Delta h_2$$

usw.

$$\text{bzw. } H'_1 = h'_1 - \Delta h'_1$$

$$H'_2 = h'_2 - \Delta h'_2$$

usw.

In dieser Ableitung erhält das zweite Glied der rechten Seite das Vorzeichen +, wenn der Kreisbogen über den geraden Gefällstrecken liegt; nach Abbil. 426 demnach:

$$H_1 = h_1 + \Delta h_1$$

$$H_2 = h_2 + \Delta h_2$$

usw.

$$\text{bzw. } H'_1 = h'_1 + \Delta h'_1$$

$$H'_2 = h'_2 + \Delta h'_2$$

usw.

Abbildung 425.

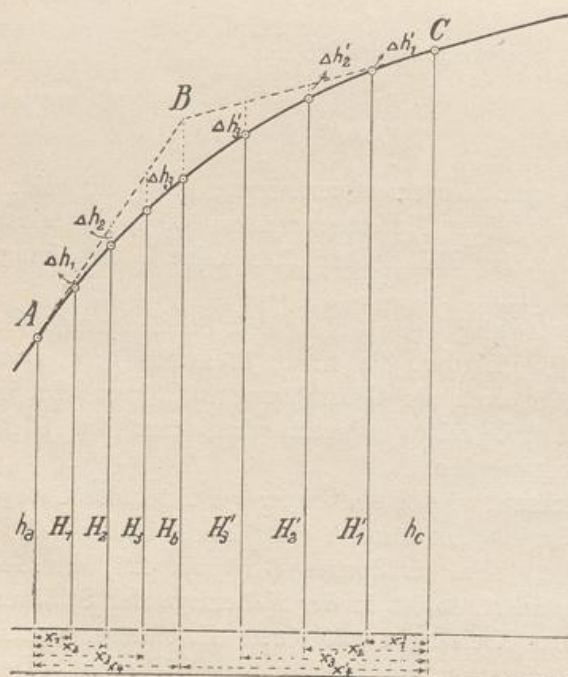
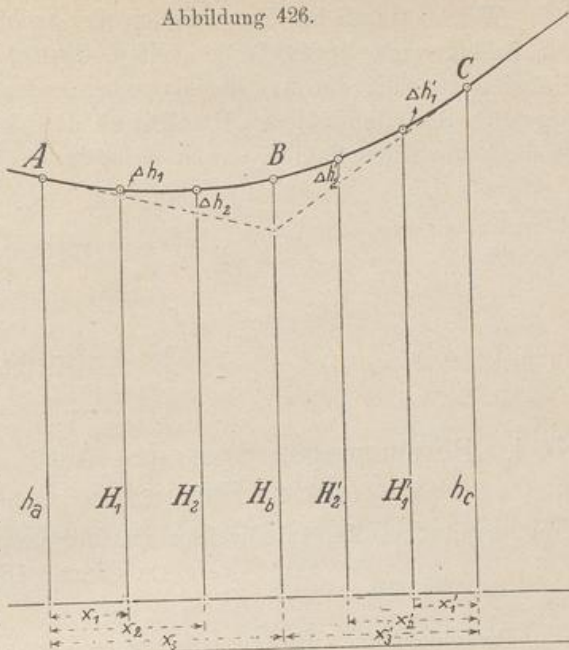


Abbildung 426.

Die Ausrundung hat bei Hauptbahnen nach einem Kreisbogen von mindestens 5000 m Halbmesser zu erfolgen, der in oder vor den Haltestellen auf 2000 m ermäßigt werden darf. Für Nebenbahnen ist ein Halbmesser von 2000 m vorgeschrieben; auch für Kleinbahnen wird er in dieser Größe empfohlen, doch ist hier $r = 1000$ m, ausnahmsweise $r = 500$ m gestattet.

Welche besonderen Vorschriften bei Ueberhöhungen und bei der Ausrundung der Gefällewechsel Geltung haben, ist der jeweilig in Betracht kommenden Bauordnung zu entnehmen.



B. Schlußvermessung.

Unter diesen Abschnitt fallen sämtliche Arbeiten, durch die die wirklich entstandenen Anlagen in ihren Umrissen und Einzelheiten aufgenommen, in die Lage- und Höhenpläne übergeführt und dadurch sichergestellt werden.

Höhenmessungen erstrecken sich auf alle Veränderungen und Abweichungen, die im Verlaufe des Baues durch die Verhältnisse bedingt worden sind und deren Berichtigung in den Plänen nicht unterlassen werden darf. Dies gilt nicht allein für die Anlage im allgemeinen, deren Höhen- und Querschnitte abzuändern sind, sondern auch für einzelne Bauwerke, deren Zeichnungen entsprechend der Ausführung einer Nachtragung bedürfen. Wieweit hierzu Lagemessungen erforderlich sind, ergibt sich in jedem Falle von selbst.

Von eigener Bedeutung ist die Lagemessung bei der Festlegung der Umringsgrenzen, soweit diese als Grenzen neu entstandener Grund-Eigentumsstücke in Betracht kommen. Hier ist die Uebertragung des Bestandes auch in die Karten und Bücher des Katasters und in das Grundbuch geboten (I. Teil, S. 175 usw.), die nur durch einen hierzu bestellten Beamten (I. Teil, S. 9 Anm.) vorgenommen werden kann. In welchem Umfange hierbei die für die „Ausführlichen Vorarbeiten“ und für die „Absteckungen“ gelegten Messungslinien oder Vieleckszüge benutzt werden, hängt lediglich davon ab, ob ihre Lage für die „Fortschreibungs-Vermessungen“ (I. Teil, S. 175) günstig oder geeignet erscheint. Für die Berichtigung des dem Baue dienenden Lageplanes ist aber grundsätzlich von den vorhandenen Linien auszugehen, wenn nicht die einheitliche, leicht zu übersehende Unterlage, die das vorhandene Liniennetz bietet, gestört werden soll.