



Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

2. Einschalten von Zwischenpunkten in Geraden

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

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.

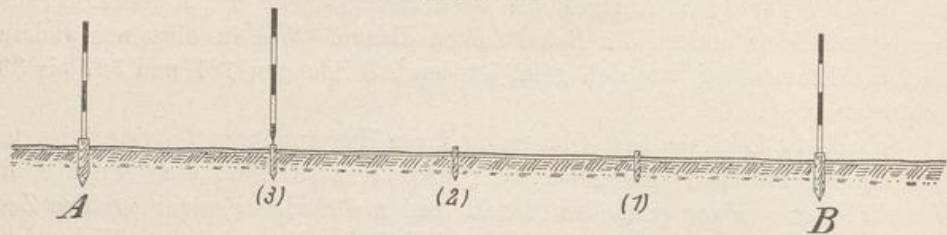
Schon im I. Teile des Feldmessens, Seite 19 usw., ist gezeigt worden, in welcher Weise gerade Linien in ihrem Verlaufe durch Fluchtstäbe sichtbar gemacht werden. Die dort mitgeteilten Vorkehrungen werden vielfach auch hier ausreichen, wenn die Einfügung von Zwischenpunkten mit nicht allzu großer Schärfe 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 vermarkt 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.

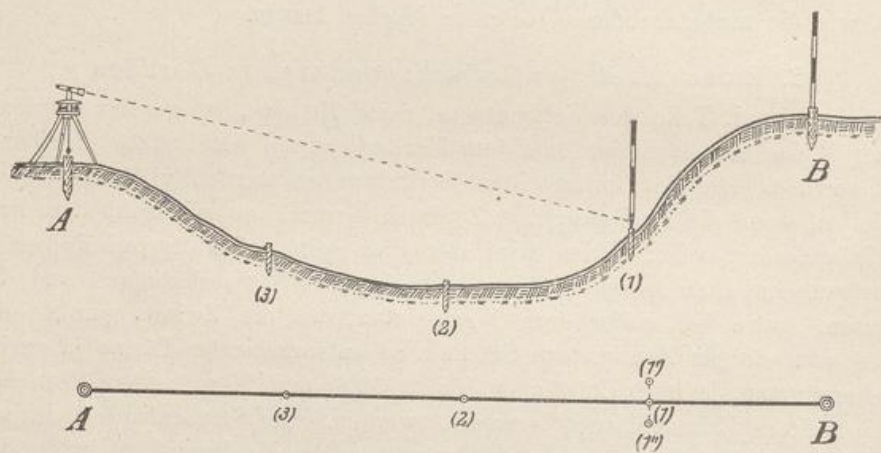
Liegt ein tiefes Tal zwischen A und B (Abbil. 336) oder ist eine scharfe Bestimmung der Zwischenpunkte geboten, so ist das einfache obige Einschalt-

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.

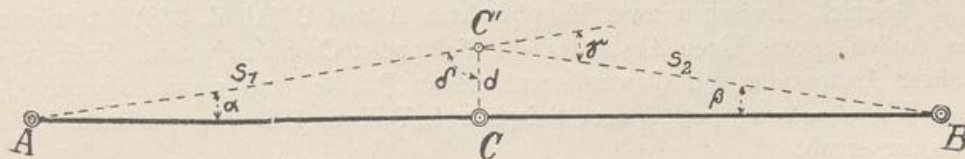


Das Einwinken des Fluchtstabes in die Gerade bietet auf größere Entfernungen gewisse Schwierigkeiten. Sobald durch Zurufen eine Verständigung unmöglich wird, sind Zeichen mit einem Horn oder einer Trillerpfeife zu verabreden, oder auch mit einem weißen Tuche, dessen Bewegungen erforderlichenfalls mit 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 $B C' A$ 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 $A C' B$ 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
$B C' A = 170^\circ 39' 12''$	$+ 6''$	$B C' A = 179^\circ 39' 18''$
$A C' B = 180^\circ 20' 36''$	$+ 6''$	$A C' B = 180^\circ 20' 42''$
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

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

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

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

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

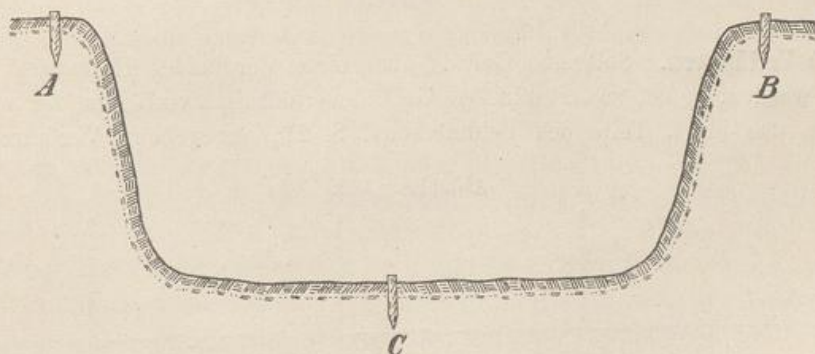
$$\begin{aligned} \text{Hiernach ist } d^*) &= \sin \alpha \cdot s_1 & \text{und} & & d &= \sin \beta \cdot s_2 \\ &= \sin 10' 33'' \cdot 283,4 & & & &= \sin 10' 09'' \cdot 294,2 \\ &= 0,870 \text{ m} & & & &= 0,870 \text{ m.} \end{aligned}$$

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.

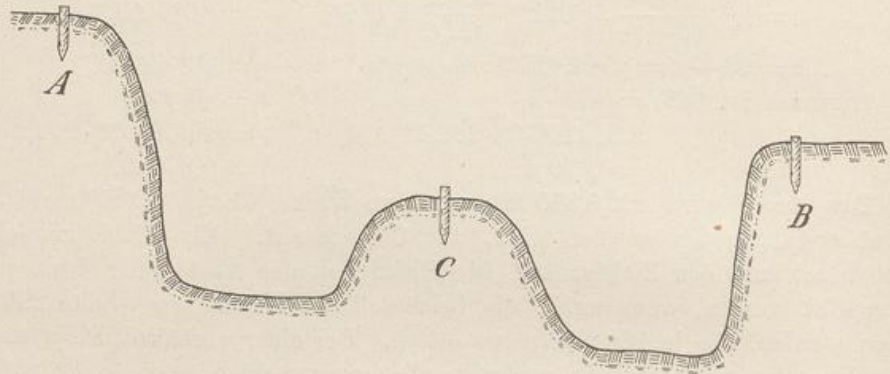
$C'D = s$ ziemlich rechtwinkelig zu AB absteckt (Abbil. 341), so zwar, daß von C' und D die Hauptpunkte sichtbar sind. Werden die Winkel $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ und die Standlinie s (zweimal) scharf gemessen, so ergibt sich

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

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

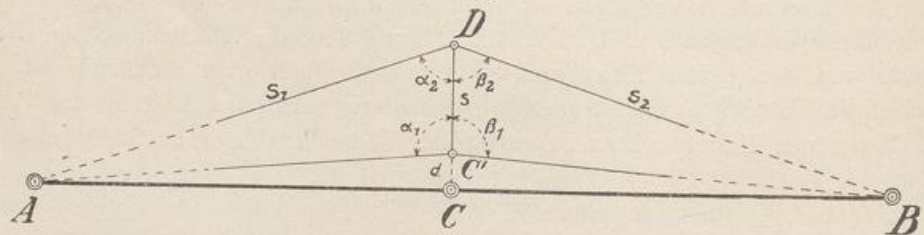
$$d = s_1 \cdot s_2 \cdot \sin(\alpha_2 + \beta_2).$$

Abbildung 340.



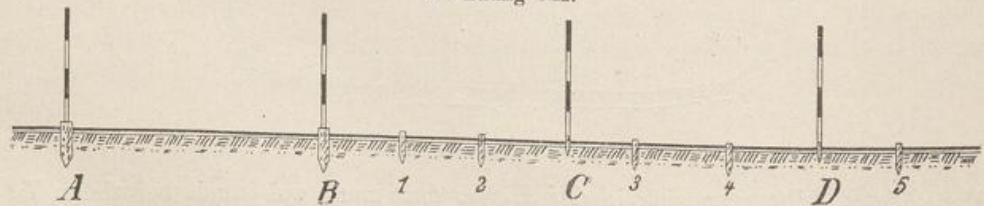
Je länger die Standlinie gewählt werden kann, desto schärfer wird die Absteckung des Richtpunktes. Eine Nachprüfung wird, wie oben, durch die Messung der beiderseitigen Winkel auf C vorgenommen.

Abbildung 341.



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

Abbildung 342.

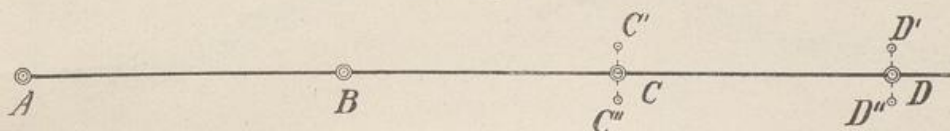


reichend. Die Gerade AB (Abbil. 342) wird durch die Fluchtstäbe C, D usw., die man nacheinander durch rechts- und linksseitiges Zielen einfuchtet, bis zur

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.

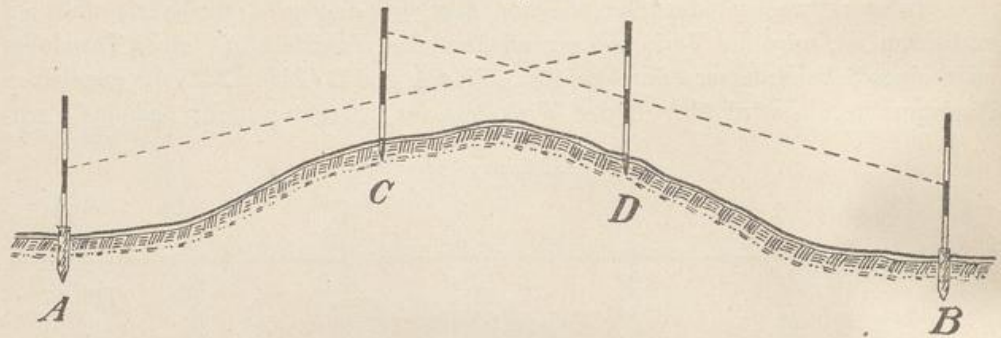
- b) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist zugänglich.

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.

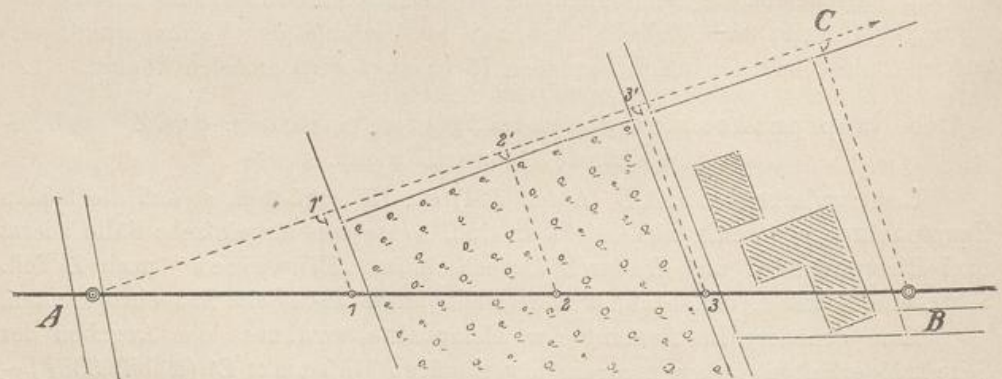


e) Die Hauptpunkte sind gegenseitig nicht sichtbar; das Zwischengelände ist teilweise oder ganz unzugänglich.

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 Pfähle 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

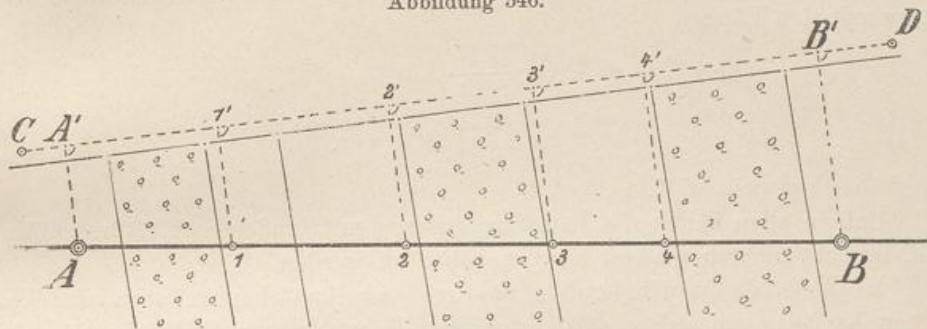
die Pfähle in der Hilfslinie eingemessen, so erhält man die rechtwinkelig zur Hilfslinie abzusetzenden Maße nach

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

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

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.



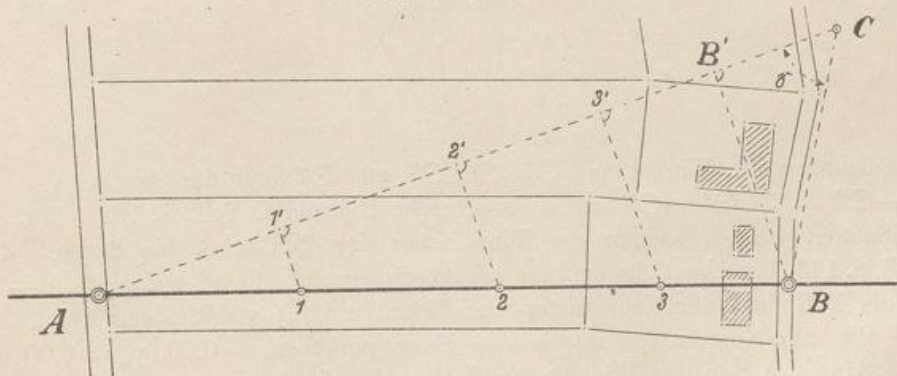
und B rechtwinkelig festgelegt. Die Pfähle 1', 2' . . . sind, wie vor, zu ermitteln. Die abzusteckenden Maße ergeben sich zu:

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

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

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.

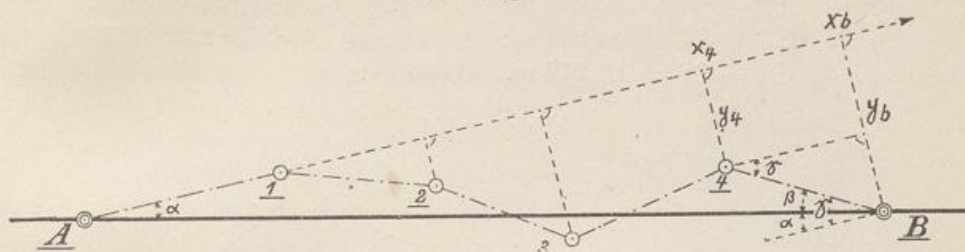
Mit den Koordinaten der beiden Hauptpunkte $x_a = 0,00, y_a = 0,00$ und x_b, y_b läßt sich nun der Winkel α auf A (Abbil. 349) nach:

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

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

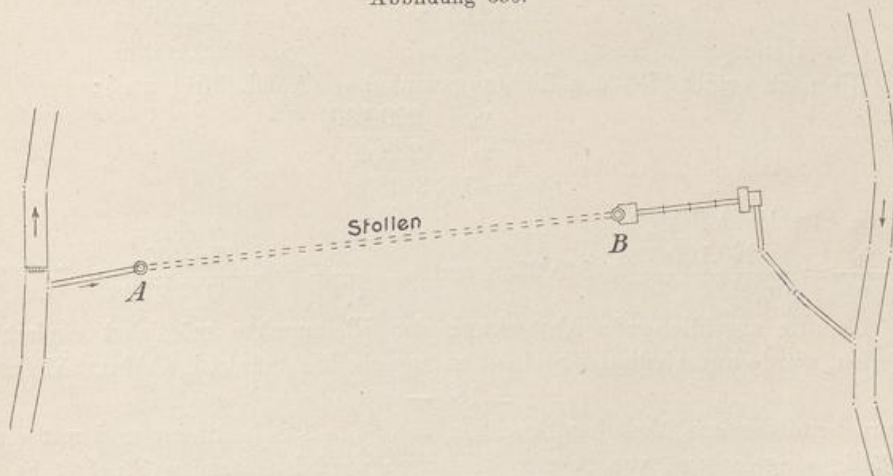
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y_b - y_4}{x_b - x_4}.$$

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.

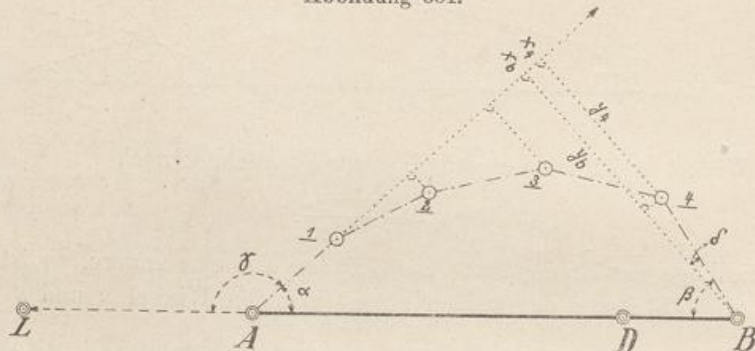


Höhenbestimmungen mittels eines Luftdruckmessers (S. 196) in der Oertlichkeit abgesteckt worden. Es bestand die Aufgabe, die Richtung des Stollens für die Bauausführung festzulegen.

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:

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

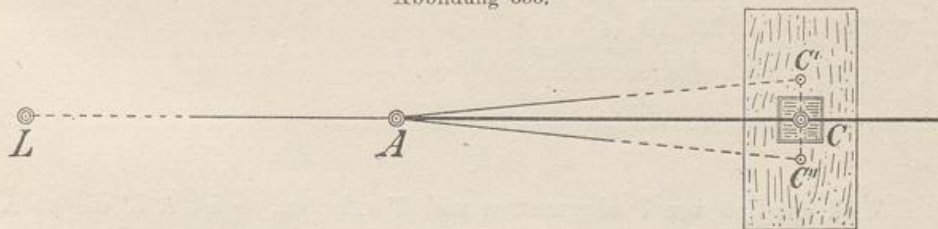
entsprechend den ausführlichen Angaben auf Seite 338 bestimmt und mit einem sorgfältig eingeloteten, von A gut sichtbaren weiß leuchtenden Fluchtstabe bezeichnet.

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

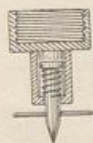
Ueber LA wurde nun die Leitlinie des Stollens gleichzeitig mit dem Fortschreiten des Ausbaues geradlinig nach Seite 299 verlängert. Die Absteckung erfolgte in dem dunklen Stollen mit Hilfe einer kleinen elektrischen Glühlampe (Abbil. 352). Nach vorläufiger Verlängerung wurde in den Boden ein vier-eckiger 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

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

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

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

$$\beta = 90^\circ - 41^\circ 33' 38'' + 8^\circ 26' 12'' = 56^\circ 52' 34''.$$

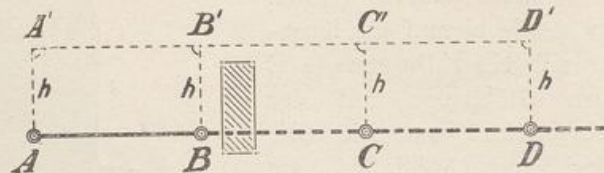
Ein Richtpunkt D konnte erst im Stollen selbst mit größerer Schärfe festgelegt werden (s. S. 339); bis dahin erfolgte das Absetzen der Kleinpunkte] von der Zuglinie B—○4 mit Hilfe des Winkels β nach Seite 338.

*) 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.

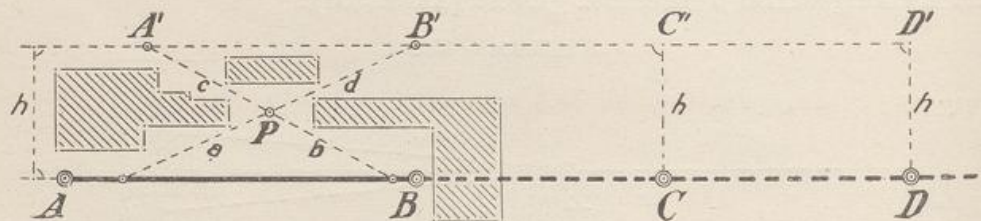
Abbildung 355.



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:

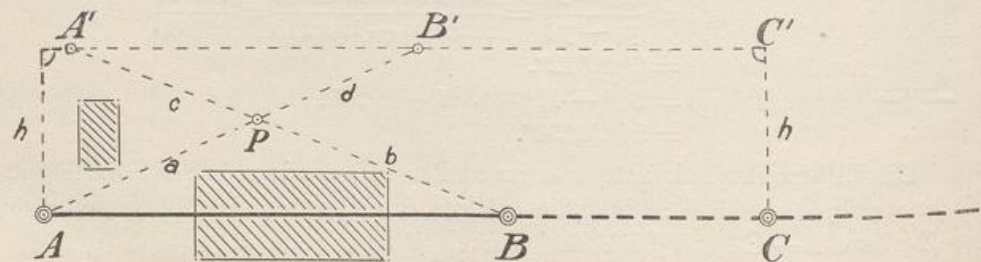
$$d = \frac{a \cdot c}{b}$$

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.

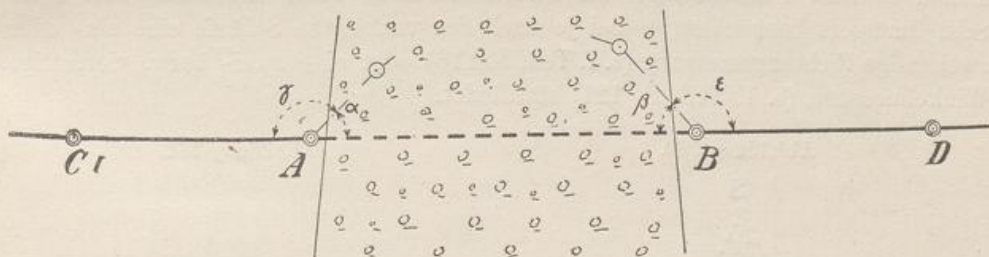
Das angegebene Verfahren kann auch dann Verwendung finden, wenn das Hindernis zwischen A und B steht, siehe Abbil. 357. Bisweilen wird es aber einfacher sein, wenn über A B (Abbil. 358) ein Dreieck mit der Spitze C aufgebaut wird und die Längen AC und CB gemessen werden. Man erhält dann die Punkte A'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