



A. H. Klauser's Lehrbuch der Vermessungskunde

Klauser, Adolf H.

Reichenberg, 1895

3. Instrumente und Geräthe zu Längenmessungen.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-80291](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-80291)

verwenden, welche auf die Fluchtstäbe aufgeschoben und festgeklemmt, eine genügend feste Verbindung derselben unter einander gestatten, und so die rasche Bildung eines Gestelles für eine aufzustellende Figurierungsstange ermöglichen.

Einfache **Absteckstäbe** dienen zur vorübergehenden Bezeichnung minder wichtiger Zwischenpunkte und ersetzen so die vorbeschriebenen Fluchtstäbe, an welchen man öfters Mangel hat, namentlich dann, wenn sehr lange Geraden auszustecken sind. Sie werden aus Latten, 1—1.5 m lang, zugeschnitten und unten mit einem Beile zugespitzt, damit sie leicht in den Erdboden eingeschlagen werden können.

Man achte stets darauf, dass die Signale, Flucht- und Absteckstäbe bei der Aufstellung in eine lotrechte Stellung gebracht werden, was nöthigenfalls mittelst eines frei gehaltenen Senkels zu bewerkstelligen ist.

§. 23. Die **Pflöcke** dienen entweder zur vorübergehenden, oder für die ganze Dauer der Feldarbeiten erforderlichen Bezeichnung der Punkte. Je nach ihrer Wichtigkeit werden sie aus weichem oder hartem Holze, 30—60 cm lang und 3—15 cm stark, hergestellt. Bei einer genaueren Bezeichnung der Punkte wird in das Kopfende des Pflockes (Fig. 13) ein großer geschmiedeter Nagel eingeschlagen.

Richtungspflöcke, d. h. Pflöcke zur Angabe der Richtung einer ausgesteckten Geraden, lässt man gewöhnlich 10 bis 15 cm über den Erdboden herausstehen, während man **Niveaupflöcke**, d. h. Pflöcke zur Angabe der Höhe des Terrainpunktes, mit dem Erdboden eben einschlägt und dahinter einen Zeiger- oder Nummernpflock einsetzt (Fig. 14), welcher aus einem oben abgeplatteten runden Pflocke oder einem Pflocke von rechteckigem Querschnitte 3/6 cm (Lattenpflocke) besteht.

Das Kopfende aller Pflöcke soll möglichst eben sein; daher werden jene Pflöcke, welche sich beim Einschlagen bürsten, oben abgesägt. Zum Einschlagen der Pflöcke, das behufs Schonung ihrer Köpfe, namentlich bei festeren Bodenarten, vorsichtig durchzuführen ist, wird ein eiserner oder noch besser ein hölzerner Schlägel benutzt.

Wenn die erforderlichen Richtungs- oder Höhenmarken bei einer Stadtaufnahme durch Pflöcke nicht bezeichnet werden können, so meißelt man mit Hilfe eines Spitz-eisens Kreuze in geeignete Steine, z. B. in Sockelsteine, Stiegenstufen, Pflastersteine, oder versetzt nöthigenorts besondere Marksteine und bezeichnet diese Marken außerdem mit einer gut sichtbaren Ölfarbe.

3. Instrumente und Geräthe zu Längenmessungen.

§. 24. **Einleitende Bemerkungen.** Zum Messen gerader Linien werden je nach der verlangten Genauigkeit oder der Terrain-Gestaltung verschiedene Methoden und Mittel angewendet. Sehr wertvoll ist zunächst ein gut ausgebildetes **Augen- und Schrittmaß**, namentlich als Controle.

Beide können durch Übung zu einer ziemlichen Feinheit ausgebildet werden. Das Augenmaß wird durch wiederholtes Abschätzen gerader Linien von verschiedener Länge und Richtung bei nachheriger Abmessung geübt. Zur Einübung des Schrittmaßes kann nachfolgendes Verfahren empfohlen werden. Man gewöhne sich daran, eine Strecke von z. B. 60 m stets mit



Fig. 13.

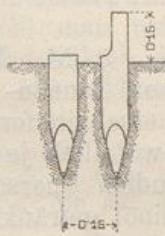


Fig. 14.

einer gleichen Schrittzahl abzuschreiten. Hat jemand nach dieser Übung gefunden, dass er 80 Schritte hiefür braucht, so ist sein mittleres Schrittmaß $60:80 = 0.75\text{ m}$.

Wenn er dann eine Strecke abschreitet, so braucht er nur die Anzahl der Schritte mit seinem Schrittmaße zu multiplicieren, um die annähernde Länge dieser Strecke zu bestimmen.

Die eigentlichen Mittel zur Längenmessung sind: Maßstäbe (ohne und mit Nonien), Messtangen, Messketten, Rollmessbänder und Distanzmesser.

§. 25. Maßstäbe. Dieses sind mit einer genauen Theilung, welcher die landesübliche Einheit zu Grunde gelegt ist, verschene Stäbe, aus Holz oder Metall, von rechteckigem Querschnitte. Sie sind zumeist 1 oder 2 m lang und dienen zur genauen Messung kleinerer Strecken. Kommt hiebei das Ende der gemessenen Strecke zwischen zwei Theilstriche, so muss der fragliche Rest nach dem Augenmaße abgeschätzt werden. Bei ganz genauen Längenmessungen ist dieses Abschätzen nicht gestattet; man verwendet dann Maßstäbe mit Nonien (§. 20).

§. 26. Messlatten oder Messtangen werden aus trockenem, astlosen Tannen- oder Fichtenholze, 2—5 m lang, in rechteckiger oder runder Querschnittsform hergestellt. Bei rechteckigem Querschnitte erhalten sie gewöhnlich je nach ihrer Länge 2—3 cm Stärke und 3—6 cm Breite; bei rundem Querschnitte aber 4—5 cm Durchmesser. Sie werden mit heißem Leinöl getränkt und an ihren Enden mit einem Metallbeschlag versehen. Jede Messstange soll vor dem Gebrauche mit einem genauen Normalmaßstabe auf ihre Länge untersucht, und ein ihr etwa anhaftender Fehler notiert werden, damit derselbe in Rechnung gezogen werden kann. (Siehe auch §. 28). Beim Messen werden gewöhnlich zwei Messlatten von derselben Länge verwendet, weil die Arbeit dadurch rascher, verhältnismäßig billiger und genauer vor sich geht.

Bei Messungen in der Ebene verwendet man zu jeder Messlatte einen Arbeiter. Die Messlatten werden vom Anfangspunkte ausgehend in die Richtung der Geraden einvisiert und mit ihren Stirnflächen zusammenstoßend auf den Boden gelegt. Während die vordere Latte von dem betreffenden Arbeiter fest gegen den Boden gepresst wird, trägt der Hintermann seine Latte weiter, stellt dieselbe in die Richtung der zu messenden Geraden ein und schiebt sie sodann mit ihrer Endfläche gegen die vorhergehende sanft an u. s. w. Beim Weitertragen ruft der Arbeiter jene Zahl aus, welche seine Lattenlage anzeigt; der erste zählt somit nur die ungeraden Zahlen, der zweite nur die geraden. Diese Vorsicht ist wegen der gegenseitigen Controle streng zu beobachten. Der restliche Theil der zu messenden Geraden kann mit einem genauen Taschenmaßstabe abgemessen werden.

Bei Messungen auf geneigtem Terrain kommt das sogenannte „Staffelmessen“ in Anwendung. Da hier zu jeder Messlatte zwei Arbeiter nöthig sind, so zieht man es bei kleineren Aufnahmen vor, nur mit einer Messlatte zu arbeiten, wodurch die Auslagen für das Hilfspersonale verringert werden. Bei sehr hügeliger Terrainbeschaffenheit und andauernder Staffelmessung wird man stets mit Vortheil zwei Messlatten verwenden.

Soll die Strecke AB (Fig. 15) mit einer Messlatte gemessen werden, so legt man das eine Lattenende genau über A und richtet die Latte in die Gerade ein. Nun wird das andere Ende von dem betreffenden Arbeiter so lange eingestellt, bis die Latte eine annähernd horizontale Lage (1) hat. Dieses Ende der Latte senkt man ab, trägt die Latte weiter, richtet sie in die Gerade ein, legt sie mit ihrem Ende genau an den eingesenkten Punkt auf dem Boden und bringt dieselbe schließlich in die horizontale Lage (2) u. s. w. Es ist vortheilhaft, mit dem Staffelmessen von oben nach unten fortzuschreiten.

Das Horizontalrichten und das Absenken der Lattenenden besorgt der Aufnahmsleiter. Bei genauen Staffelmessungen verwendet man Messlatten mit aufgeschraubten Libellen oder Schrotwagen, damit die Arbeiter ihre Latten selbst in eine horizontale Lage bringen können. Will man beim Staffelmessen zugleich den Höhenunterschied zwischen den Endpunkten der zu messenden Geraden bestimmen, so geht man nach der im §. 159 erklärten Methode vor.

Hat man eine Bergwage zur Verfügung, mit welcher die jedesmalige Neigung der Geraden gegen den Horizont rasch bestimmt werden kann, so misst man die Länge L der geneigten Strecke und bestimmt ihren Neigungswinkel α ; die auf den Horizont reduzierte Strecke ist dann:

$$l = L \cdot \cos \alpha \quad \text{2).}$$

Berechnet man von jeder Strecke das Product $L \cdot \cos \alpha$ und addiert diese Producte, so erhält man die Gesamtlänge der Geraden. Eine Neigung des Terrains bis zu 2° kann hiebei ganz unberücksichtigt bleiben.

§. 27. **Messketten** (Fig. 16) ergeben bei Längenmessungen weniger genaue Resultate als Messlatten, führen aber rascher zum Ziele. Die Messkette ist gewöhnlich 20 m lang und besteht aus einzelnen, 20 cm langen, durch Ringe zusammenhängenden Gliedern, welche aus 5—6 mm starkem Eisendrahte hergestellt werden. Die einzelnen Meter, insbesondere auch jeder 2te Meter sind durch größere Ringe, die Mitte aber durch einen besonders geformten Ring markiert. An den beiden Enden der Kette befinden sich Ringe zum Durchstecken der sogenannten Kettenstäbe K , welche zum Tragen, Einvisieren und Anspannen der Kette dienen. Zu jeder Messkette gehören ferner noch 10 Markier nägel S und zwei Kettenringe R zur Aufnahme derselben.

Beim Messen mit der Kette sind zwei Arbeiter erforderlich, welche die Enden der Kette mittelst der Kettenstäbe halten. Der Hintermann steckt seinen Kettenstab so zum Anfangs-

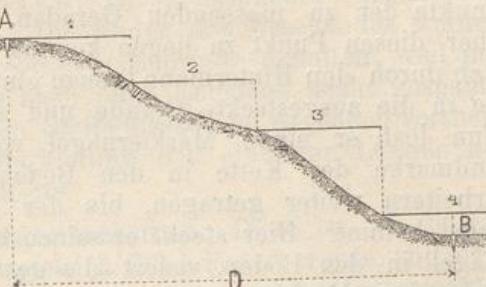


Fig. 15.

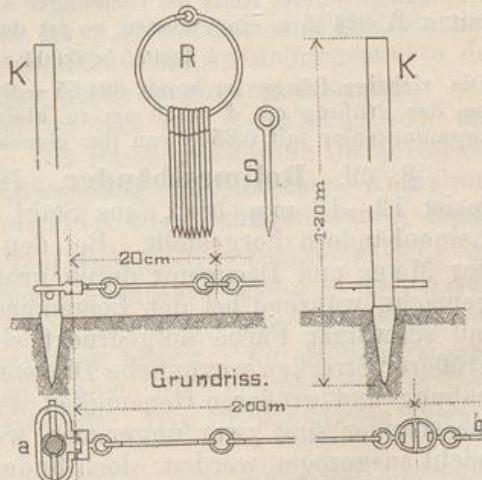


Fig. 16.

punkte der zu messenden Geraden, dass die Nullmarke der Kette genau über diesen Punkt zu liegen kommt. Der Vordermann lässt seinen Kettenstab durch den Hintermann genau einvisieren, spannt nun die Kette an, legt sie in die ausgesteckte Gerade und setzt den Kettenstab in den Boden ein. Nun löst er einen Markiernagel vom Schließringe R und steckt ihn zur Endmarke der Kette in den Boden. Sodann wird die Kette von den Arbeitern weiter getragen, bis der Hintermann zu dem ersten Markiernagel kommt. Hier steckt er seinen Kettenstab mit der Nullmarke über den Nagel in den Boden, visiert die gestreckte Kette in ihrer neuen Lage ein, zieht den Markiernagel heraus, steckt ihn auf seinen leeren Schließring R u. s. w. Die Anzahl der so gesammelten Markiernägel gibt die Anzahl der aneinander gereihten Kettenlängen. Beim Weitergehen soll die Kette ziemlich gespannt getragen werden, damit keine Verschlingungen der Kettenglieder eintreten. Der restliche Theil der zu messenden Länge kann mit einem guten Taschenmaßstabe bestimmt werden. Bei manchen Ketten fallen die Endmarken in die Achse der Kettenstäbe. Wie man in solchen Fällen beim Messen vorzugehen hat, ist leicht einzusehen.

Beim Messen auf unebenem Boden müssen die Enden der Messkette längs ihren Stäben soweit in die Höhe geschoben werden, bis die Kette eine möglichst horizontale Lage angenommen hat. Dabei achte man darauf, dass die Stäbe vertical stehen und die Kette gespannt gehalten wird.

§. 28. Prüfung einer Messkette. Es ist nothwendig jede Messkette öfters mit einem genauen Normalmaße zu prüfen, weil sie durch den Gebrauch häufig ausgedehnt wird. Bei dieser Prüfung wird die Kette auf einem Fußboden oder ebenem Terrain möglichst gerade ausgespannt. Kleinere Fehler werden notiert und in Rechnung gezogen.

Zeigt sich bei einer Untersuchung, dass die Kette, anstatt 20 m , eine Länge von $(20 \pm \delta)\text{ m}$ hat, also um δ zu groß oder zu klein ist, so berechnet man zunächst den Fehler für 1 m = $\frac{\delta}{20}$ und notiert sich denselben. Ist z. B. $\delta = 40\text{ mm}$, so ist $\frac{40}{20} = 2\text{ mm}$ der Fehler für 1 m bei einer vorgefundenen Kettenlänge von $20\cdot04\text{ m}$ statt $20\cdot00\text{ m}$. Hat man mit dieser Kette bei vorläufiger Annahme von $20\cdot00\text{ m}$ Kettenlänge eine Strecke mit z. B. $324\cdot55\text{ m}$ eingemessen, so ist der Gesamtfehler dieser Messung:

$$324\cdot55 \times 0\cdot002 = 0\cdot649, \text{ rund } 0\cdot65\text{ m}$$

Die richtige Länge ist somit $324\cdot55 + 0\cdot65 = 325\cdot20\text{ m}$. Wenn aber eine Messkette bei der Prüfung um $\delta = 40\text{ mm}$ zu klein befunden worden wäre, dann müsste der Gesamtfehler mit $0\cdot65\text{ m}$ von der gemessenen Länge subtrahiert werden.

§. 29. Rollmessbänder. Diese werden 10 , 20 bis 30 m lang, zu meist 12 — 16 mm breit, aus Stahl oder aus mit Stabldraht durchzogenen Leinenbändern hergestellt. Bei den Stahlmessbändern ist öfter die Theilung der Meter und Decimeter durch große und kleine Messingknöpfe ersichtlich gemacht, während bei den Leinenmessbändern die Theilstriche und Nummern mit schwarzer Farbe aufgedruckt sind. Die ersten leisten beim Messen größerer Strecken vorzügliche Dienste und sind wegen ihrer leichteren Handhabung und größeren Genauigkeit den Messketten vorzuziehen. Die Leinenmessbänder sind zwar ungenauer, weil sie beim Gebrauche in feuchter Luft leicht ausgezogen werden; doch finden sie beim Messen von vielen und kurzen Strecken, deren Länge mit geringerer Genauigkeit anzugeben zulässig sein kann, häufig Verwendung. Beide Arten von Messbändern werden auf eigens hiefür dienende Vorrichtungen aufgerollt, wenn man sie außer Gebrauch setzt. Die Prüfung der Messbänder erfolgt ebenso wie vorher im §. 28 erklärt worden ist.

Beim Messen mit dem Messbande ist ein ähnlicher Vorgang wie beim Messen mit der Kette einzuhalten. Die Enden des Messbandes werden von den Arbeitern durch mitunter angeordnete Endringe gehalten, weil das Band vermöge des kleineren Gewichtes auch ohne Endstäbe leicht gespannt und weiter getragen werden kann. Beim Staffelmessen ist es jedoch vortheilhafter Endstäbe zu verwenden. Die Markierung der einzelnen Längen geschieht so wie beim Messen mit der Kette.

§. 30. Genauigkeit einer Längenmessung. Diese ist, wie bereits im Vorstehenden angeführt und im Beispiele (§. 28) erläutert wurde, abhängig von den regelmäßigen, vor dem Gebrauche zu ermittelnden, den Instrumenten selbst, allenfalls in Folge ungenauer Construction, anhaftenden Fehlern; ferner von den beim Gebrauche der Instrumente auftretenden, durch Ungenauigkeit beim Arbeitsvorgange verursachten, unregelmäßigen (positiven oder negativen) Fehlern.

Die Genauigkeit ist bei Benützung von Messlatten größer als die bei Messbändern, und bei Verwendung der Messbänder wieder größer als die bei Messketten. Der mittlere Fehler kann in allen Fällen proportional der Quadratwurzel aus der Länge angenommen werden.

Bezeichnet L die gemessene Länge, δ den mittleren Fehler der Längeneinheit, so ist der mittlere Fehler Δ der ganzen Länge:

Nach Professor Lorber's Versuchen ergibt sich als mittlerer Fehler $\Delta = 0.15 \text{ cm}$.

Nach Professor Lorber's Versuchen ergibt sich bei Messungen mit 4 m langen Messstangen: $\Delta = 0.000927 \sqrt{L}$

$$\Delta = 0.00216 V L$$

" " " Messketten: $\Delta = 0.003$ VI
 " " " fülligen Messung einer

so dass sich " der mittlere Fehler bei sorgfältiger Messung einer Geraden mit oben genannten Messgeräthen ungefähr wie 1:2:3 verhält.

In manchen Staaten bestehen für die größten zulässigen Fehler eigene Verordnungen. So sind diese z. B. in Württemberg nachfolgend bestimmt:

So sind diese z. B. in Württemberg nach ¹⁰⁰⁰ der gemessenen Länge bei Steigungen unter 2%, von 2-7% ² " " " " noch größeren Steigungen ⁸ " " " " ¹⁰⁰⁰

§. 31. **Distanzmesser** nennt man im Allgemeinen jene Instrumente, mit welchen man die Entfernung eines Punktes vom Aufstellungspunkte des Instrumentes aus gewissen Beobachtungen durch Rechnung bestimmt.

Unter den verschiedenen Systemen ist das von Reichenbach und jenes von Stampfer am bekanntesten. Der Reichenbach'sche Distanzmesser wird oft bei der in neuerer Zeit in Anwendung gekommenen Aufnahmемethode benutzt, welche man Tachymetrie oder Schnellmessung nennt.

§. 32. Distanzmesser nach Reichenbach. Dieser besteht aus einem um eine horizontale Achse drehbaren Fernrohre (siehe §. 52), dessen Fadenkreuz nebst dem Horizontalfaden noch zwei in gleicher Entfernung und parallel zu diesem eingespannte Distanzfäden besitzt. Ein Höhenkreis am Fernrohre gestattet die Winkel abzulesen, welche die Fernrohrachse in jeder einzelnen Lage mit dem Horizonte einschließt. Das Prinzip dieses Distanzmessers ist das nachfolgende:

Befindet sich außerhalb der doppelten Brennweite einer Sammellinse O (Fig. 17) ein Gegenstand MN , so entsteht auf der entgegengesetzten Seite der Linse ein verkehrtes und verkleinertes Bild mn . Ist nun O die Objectivlinse eines Fernrohres und $mn = b$ der Abstand der parallelen, horizontalen

Distanzfäden, so schließen die von den Distanzfäden durch den optischen Mittelpunkt der Objectivlinse ausgehenden Lichtstrahlen einen constanten Winkel ein und schneiden auf einer durch das Fernrohr beobachteten, eingetheilten Latte ein Stück $MN = L$ ab, aus welchem auf die Entfernung D der Latte von der Objectivlinse geschlossen werden kann.

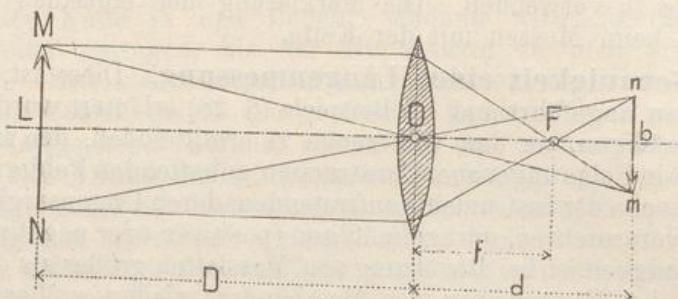


Fig. 17.

Bezeichnet man die Entfernung des Bildes vom Mittelpunkte der Linse mit d und die Brennweite der Linse mit f , so folgt nach den Gesetzen der Optik:

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 4)$$

und daraus:

$$d = \frac{D \cdot f}{D - f} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 5)$$

Aus $\triangle MON \sim \triangle mOn$ folgt: $L:b = D:d$
daher: $b = \frac{L \cdot d}{D}$ und mit Rücksicht auf Gleichung 5):

$$b = \frac{L \cdot f}{D - f} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 6)$$

Aus Gleichung 6) folgt als Distanz:

$$D = \frac{L \cdot f + f \cdot b}{b} = \frac{f}{b} \cdot L + f$$

Rechnet man zu dieser Distanz noch die Entfernung e vom Mittelpunkte der Objectivlinse bis zum Drehungspunkte des Fernrohres hinzu, so erhält man als eigentliche Distanz:

$$D' = \frac{f}{b} \cdot L + f + e$$

Da f, b und e für dasselbe Instrument constante Größen sind, so kann man $\frac{f}{b} = C$, ferner $f + e = c$ setzen und erhält so die einfache Gleichung:

$$D' = C \cdot L + c \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad 7)$$

aus welcher man für die einzelnen Lattenlängen die zugehörigen Distanzen findet. Die Lattenlängen ergeben sich jedesmal aus der Differenz der an den beiden Distanzfäden gemachten Lattenablesungen. Die Constanten C

und c werden vom Mechaniker gerechnet und bei jedem Instrumente bemerkt. Gewöhnlich richtet man den Abstand der Distanzfäden so, dass die Constante C einer runden Zahl, z. B. 100 oder 200 gleich wird.

§. 33. Anwendung des Distanzmessers nach Reichenbach.

Die Gleichung 7) gilt nur dann, wenn die Fernrohrachse bei der Visur nach der Latte eine horizontale Lage hat und die Visur über den mittleren Horizontalfaden die Latte senkrecht trifft.

Bei geneigter Fernrohrachse misst man zunächst den Neigungswinkel α (Fig. 18), welchen die Fernrohrachse mit dem Horizonte einschließt, am Höhenkreise ab, lässt die Latte wie vorhin lothrecht halten und macht die Ablesung $o u = L$ an derselben. Eine auf die mittlere Visurlinie Jm des Fernrohres im Punkte m senkrecht gestellte Latte würde mit der vertical stehenden den Winkel α einschließen, weshalb man jetzt $o' u' = L \cdot \cos \alpha$ ^{*)} statt L als Lattenlänge setzen kann. Man erhält so für die schiefe Distanz: $D' = C \cdot L \cdot \cos \alpha + c$, somit für die auf den Horizont reduzierte Distanz:

$$D = D' \cdot \cos \alpha = (C \cdot L \cos \alpha + c) \cdot \cos \alpha$$

oder:

$$D = C \cdot L \cdot \cos^2 \alpha + c \cdot \cos \alpha \quad \dots \dots \dots \quad 8)$$

Da aber $\cos \alpha$ bei geringem Höhenwinkel nicht viel von 1 verschieden ist, so genügt es, für die gewöhnlichen Fälle zu dem Werte: $C \cdot L \cdot \cos^2 \alpha$ noch die Constante c zu addieren, mithin

$$D = C \cdot L \cdot \cos^2 \alpha + c \quad \dots \dots \dots \quad 9)$$

zu setzen.

Beim Gebrauche muss das Instrument mit dem Drehungspunkte des Fernrohres über den Endpunkt A der zu messenden Distanz AB aufgestellt und genau horizontal gerichtet werden.

Der auf dem anderen Endpunkte B vom Figuranten gehaltenen Latte muss eine möglichst lothrechte Lage gegeben werden, da sich sonst bedeutende Fehler in den Ablesungen ergeben. Man versieht zu diesem Zwecke die Latte gewöhnlich mit einem Senkel oder mit einer Dosenlibelle.

Beispiel: Es sei Winkel $\alpha = 9^\circ$

die obere Ablesung: $o = 1.862 \text{ m}$

" untere " $u = 0.902 \text{ m}$

daher: $(o - u) = L = 0.960 \text{ m}$

Sind die Constanten des Instrumentes $C = 100$ und $c = 0.31$, so ist die fragliche Distanz nach der Gleichung 9):

$$D = 100 \times 0.96 \times 0.988^2 + 0.31$$

oder $D = 93.888 + 0.31 = 94.198 \text{ m}$

Die Genauigkeit des Reichenbach'schen Distanzmessers hängt von der richtigen verticalen Lattenstellung und der Genauigkeit der Ablesungen

^{*)} Betrachtet man die beiden Winkel bei o' und u' als Rechte, so folgt:

$$o'm = om \cdot \cos \alpha \quad \text{daher} \quad o'm + u'm = (om + um) \cdot \cos \alpha$$

$$u'm = um \cdot \cos \alpha \quad \text{oder} \quad o'u' = L \cdot \cos \alpha$$

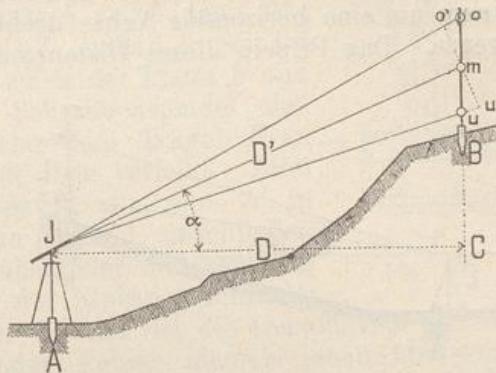


Fig. 18.

ab. Da die Distanzfäden bei größeren Entfernungen ein größeres Lattenstück verdecken, so nimmt die Genauigkeit der Ablesungen mit der Größe der Distanz ab. Durch Versuche ist gefunden worden, dass der mittlere Fehler bei kleineren Distanzen in der Ebene mit 0·25 %, im coupierten Terrain und bei ungünstigen Verhältnissen bis zu 1 % der wirklichen Distanz angenommen werden kann.

§. 34. **Der Stampfer'sche Distanzmesser.** Dieser besteht aus einem um eine horizontale Achse drehbaren Fernrohre mit einfaches Fadenkreuze. Das Prinzip dieses Distanzmessers wird nachfolgend erläutert.

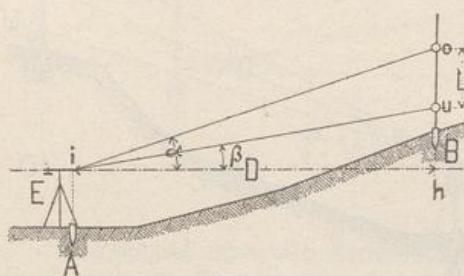


Fig. 19.

Steht das Instrument mit seinem Drehungspunkte i (Fig. 19) über dem Anfangspunkte A und eine mit zwei Zielscheiben o und u versehene Latte im Endpunkte B einer zu messenden Distanz D , so schließen die nach den Zielpunkten o und u von i ausgehenden Visurlinien einen Winkel ein, welcher proportional der Distanz ist, so dass aus der Größe dieses Winkels die jedesmalige Distanz bestimmt werden kann.

Bezeichnen α und β jene Winkel, welche die nach o und u gehenden Visurlinien mit dem Horizonte ih des Instrumentes einschließen, ist ferner $ou = L$ die constante Entfernung der Zielscheiben, und $ih = D$ die reduzierte Distanz der Punkte A und B , so folgt aus den rechtwinkeligen Dreiecken oih und uih :

$$\begin{aligned} oh &= D \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ uh &= D \cdot \operatorname{tg} \beta \\ \text{daher } oh - uh &= D \cdot (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) \\ \text{oder } D &= \frac{oh - uh}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} \quad \dots \dots \dots \quad (10) \end{aligned}$$

§. 35. Zur Messung dieser gewöhnlich nur kleinen Winkel α und β wird die **Stampfer'sche Elevationsschraube** benutzt. Eine solche ist z. B. an dem Nivellierinstrumente in Fig. 84, §. 136 angebracht. Der Fernrohrträger ist an einem Ende bei D um eine horizontale Achse drehbar und hat am anderen Ende die Elevationsschraube E , mit welcher der Visierlinie des Fernrohres eine kleine Elevation, d. h. eine feine Bewegung in einer Verticalebene, ertheilt werden kann. An diesem Fernrohrträger befindet sich nächst der Elevationsschraube auch eine Theilung, welche die vollführten ganzen Schraubengänge der ersten anzeigen, während die Unterabtheilungen eines Ganges an der mit dem Schraubekopfe verbundenen, eingetheilten Trommel abgelesen werden können. Die Elevationsschraube bildet eine feine Mikrometerschraube mit etwa 20 Gängen per 1 cm, ferner ist die Trommel T im Umfange in 100 Theile getheilt. Der Wert eines Ganges (die Ganghöhe) beträgt somit etwa 0·5 mm und mithin der eines Hundertganges etwa 0·005 mm. In Fig. 20 ist die Elevationsschraube E in $\frac{1}{2}$ nat. Größe dargestellt. An dem nach unten gabelförmig endenden Träger P des Fernrohres, mit welchem die Elevationsschraube in Verbindung steht, ist eine Theilung

bei p angebracht, welche der am Schraubenkopfe befindlichen, in 100 Theile eingetheilten Trommel T entspricht, so dass an dem Zeiger z die ganzen und am Zeiger z' die $\frac{1}{100}$ Umdrehungen der Elevationsschraube abzulesen sind. Die Spindel dieser Schraube ist mit dem oberen Ende an der mit dem Träger P verbundenen Platte b eingehängt. Das eine Ende c der Alhidade, um welches die Gabelstücke pp' des Trägers gleiten, ist mit der Messinghülse h verbunden. Der Schraubenkopf E nebst der Trommel T enthält in seinem oberen Ende das Muttergewinde. Zwischen der Platte b und dem Boden der Hülse h ist um die Schraubenspindel eine starke Schraubenfeder eingelegt, welche dem Träger P an diesem Ende einen stetigen Druck nach oben verleiht. Zwei in einander verschiebbare Hülsen, davon die eine h' in Fig. 20 sichtbar, die andere in derselben gleitend, umschließen die obere und untere Hälfte der Schraubenfeder und schützen sie vor Staub. Die ganze Bewegung der Elevationsschraube entspricht nahezu einem Winkel von 8° und ist die Genauigkeit der Bewegung so groß, dass ein entstehender Fehler niemals jenen übersteigt, welchem man beim Einstellen einer Visur noch ausgesetzt ist, und der bei diesen Instrumenten etwa 1 bis 2 Secunden beträgt.

Eine solche Elevationsschraube ist zur genauen Messung kleiner Verticalwinkel vorzüglich geeignet, da deren Größen sich wie die Anzahl der ihnen zukommenden Schraubengänge verhalten.

§. 36. Anwendung des Distanzmessers nach Stampfer. Bezeichnen h , u und o die Ablesungen an der Elevationsschraube, welche man bei der horizontalen Visur und bei den Visuren nach der unteren und der oberen Zieltafel (siehe Fig. 19) macht, so ist den Winkeln α und β die zukommende Anzahl der Gänge $(o - h)$ und $(u - h)$ proportional; daher:

$$\operatorname{tg} \alpha = k \cdot (o - h) \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \beta = k \cdot (u - h)$$

wenn k einen constanten Zahlenwert bedeutet und beachtet wird, dass man für kleine Winkel ihre Tangenten setzen kann. Setzt man diese Werte in die Gleichung 10), so erhält man:

$$D = \frac{L}{k \cdot (o - h) - k \cdot (u - h)} = \frac{L}{k \cdot (o - u)}$$

oder, wenn man für den sich gleichbleibenden Wert $\frac{1}{k} = K$ setzt:

$$D = \frac{K \cdot L}{o - u} \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (11)$$

Die Constante K ist jedem Instrumente beigegeben. Man braucht daher nur die beiden Ablesungen o und u zu machen, um die fragliche Distanz nach Gleichung 11) zu bestimmen.

Als Latten verwendet man hier gewöhnlich Nivellierlatten mit zwei Zielscheiben (§. 145). Die constante Entfernung der Zielscheiben ist gewöhnlich 2 m, bei kleineren Distanzen auch nur 1 m.

Beispiel: Es sei die obere Ablesung $o = 25^{\circ}30'5$
und die untere $" \quad u = 20^{\circ}20'0$
somit $o - u = 5^{\circ}10'5$

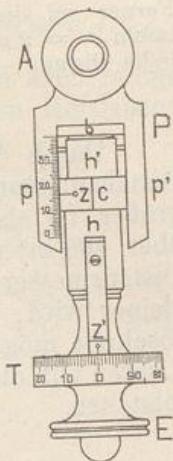


Fig. 20.

Ferner sei die Constante des Instrumentes $K = 324$ und die Entfernung der Zieltafeln $L = 2\text{ m}$. Setzt man diese Werte in die Gleichung 11), so erhält man als fragliche Distanz:

$$D = \frac{324 \times 2}{5 \cdot 105} = 126 \cdot 93\text{ m.}$$

Durch Versuche ist gefunden worden, dass die Genauigkeit der Distanzmessung mit der Stampfer'schen Schraube bei kleineren Distanzen größer ist als beim Messen mit Messketten. Bei größeren Distanzen (etwa über 400 m) nimmt die Genauigkeit des Stampfer'schen, wie überhaupt aller Distanzmesser ab. Diese wird auch geringer, wenn der Lattenabschnitt L kleiner wird; daher soll man, besonders bei größeren Distanzen, den Lattenabschnitt möglichst groß nehmen und die Zahlenwerte bei Einstellung der Visuren auf die Zieltafeln wiederholen, damit keine Fehler in den Ablesungen entstehen.

4. Instrumente zu Winkelmessungen.

§. 37. Einleitende Bemerkungen. Die meisten Instrumente werden beim Gebrauche auf eigene Gestelle, Stativen, gesetzt. Man unterscheidet je nach Ausführung Stockstative und Dreifußstative. Letztere werden entweder als Zapfen- oder als Scheibenstative construiert.

Beim Zapfenstative wird das Instrument mit seiner Hülse auf den conischen Zapfen des Stativen aufgeschoben, allenfalls noch durch eine Klemmschraube gefestigt.

Beim Scheibenstative (siehe Fig. 32 a und 38) wird das Instrument mit seinen Stellschrauben auf die Statische Scheibe aufgesetzt und mittelst einer durch den Auschnitt der Scheibe hindurchreichenden Centralsschraube, Herzschraube, mit dem Stative fest verbunden.

Der auf dem Felde zu messende Winkel wird durch drei Punkte bezeichnet und zwar so, dass der Scheitel und je ein beliebiger Punkt der beiden Schenkel des Winkels durch Pflöcke, Fluchtstäbe oder Fahnenstangen markiert werden. Denkt man sich die beiden Schenkel eines Winkels auf eine horizontale Ebene projiziert, so hat man den auf den Horizont reduzierten Winkel, und dieser ist es, welcher mittelst der Winkelmessinstrumente gemessen wird. Da die Ebene dieser reduzierten Winkel eine horizontale ist, so heißen die so bestimmten Winkel **Horizontalwinkel**. Wird der eine Schenkel eines Horizontalwinkels durch die Richtung einer frei schwebenden Magnetnadel bestimmt, so heißt der so gebildete Winkel der **magnetische Azimuth** dieser Geraden (§. 58 und 59).

Häufig ist jedoch der Neigungswinkel einer Geraden gegen den Horizont, d. h. jener Winkel zu messen, welchen die Gerade mit ihrer Horizontalprojection einschließt. Solche Winkel liegen in verticalen Ebenen und heißen daher auch **Verticalwinkel**, u. zw. Höhen- oder **Elevationswinkel** und Tiefen- oder **Depressionswinkel**, je nachdem der eine Schenkel über oder unter dem zweiten, horizontal liegenden, sich befindet. Die Winkelmessinstrumente dienen nicht nur zur Messung, sondern auch zur Absteckung von gegebenen Winkeln. Bei der Messung eines Winkels wird das Instrument genau über dem Scheitelpunkte aufgestellt (centriert). Die centrische Aufstellung geschieht mit Hilfe eines im Mittelpunkte des Stativen an der vorhandenen Aufhängevorrichtung befestigten Senkels.