



A. H. Klausser's Lehrbuch der Vermessungskunde

Klausser, Adolf H.

Reichenberg, 1895

b) Instrumente zur Messung und Absteckung von Winkeln nach dem Gradmaße.

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

Diese Summe ist von der Größe der Einfallswinkel unabhängig, daher wird die Coincidenz der Bilder nicht gestört, wenn man das Instrument mittelst des Handgriffes etwas um seine verticale Achse dreht.

§. 48. Die **Prüfung des Prismenkreuzes** erfordert folgende Untersuchungen:

1. Ob beide Prismen eben und winkelrecht geschliffen sind;
2. ob die Prismenachsen parallel sind, und
3. ob die Hypothenusenebenen senkrecht auf einander stehen.

Zu 1. Steckt man mit dem zu prüfenden Winkelprisma (nach §. 44) einen Winkel ABC und an BC anschließend einen zweiten Winkel CBD ab, so müssen die Punkte A , B und D in eine Gerade fallen. Ist dies nicht der Fall, so kann nur der Optiker den Fehler des Prismas beseitigen.

Zu 2. Man betrachtet die Bilder, welche von zwei lothrechten Geraden (lothrechte Stäbe, Mauerkanten u. s. w.) in den in einer Ebene liegenden Kathetenflächen der beiden Prismen erscheinen. Findet man, dass diese Bilder nicht parallel sind, so ist die Lage des unteren Prismas durch die drei Stellschraubchen der Bodenplatte des Gehäuses entsprechend zu berichtigen. Man lüftet zu diesem Zwecke zwei Schraubchen ein wenig und stellt mit dem dritten das Prisma in die richtige Lage (§. 43).

Zu 3. Man stellt drei Stäbe A , B und C in größerer Entfernung in eine Gerade und hält das Instrument über dem mittleren Stabe B so, dass die Seitenflächen der Prismen gegen A und C gerichtet sind. Decken sich die Bilder der Stäbe A und C und gehen sie auch nicht auseinander, wenn man das Instrument etwas um seine verticale Achse dreht, so stehen die Hypothenusenebenen senkrecht auf einander. Ist dies jedoch nicht der Fall, so wird das Schraubchen s (Fig. 26) gelüftet und das obere Prisma P_1 durch das Schraubchen bei J so lange gedreht, bis die Bilder von A und C zur Deckung gelangen.

Der mittlere Fehler beim Abstecken eines rechten Winkels mit einem Winkelprisma kann nach Bauernfeind bis zu 2 Minuten angenommen werden.

Das Prismenkreuz hat gegenüber dem Winkelspiegel den Vortheil, dass es lichterere Bilder erzeugt, weshalb es in neuerer Zeit mit Vorliebe angewendet wird.

b) Instrumente zur Messung und Absteckung von Winkeln nach dem Gradmaße.

§. 49. **Einleitende Bemerkungen.** Diese Instrumente bestehen im Allgemeinen aus zwei Haupttheilen, aus einem festen Theile, dem Körper des Instrumentes, und aus einem beweglichen, Alhidade genannt.

Der Körper des Instrumentes ist so eingerichtet, dass er mit einem Stative in feste Verbindung gebracht werden kann. Oben trägt er eine kreisrunde, nach dem Gradmaße eingetheilte Scheibe, den Limbus.

Die Alhidade besteht gewöhnlich aus einem linealartigen oder runden Theile, mit dem ein Nonius und eine Visiervorrichtung verbunden sind, und kann mittelst eines in die Bohrung des Limbus passenden Zapfens im Kreise bewegt werden. Um jede einzelne Stellung der Alhidade am Limbus ablesen zu können, versieht man die Alhidade mit einem einzelnen Indexstriche oder mit einem der Limbustheilung entsprechenden Nonius. Die

Visiervorrichtung besteht aus gewöhnlichen Dioptern oder aus einem Fernrohre mit Fadenkreuz.

Außer diesen Bestandtheilen können noch andere, zu speciellen Zwecken oder zur größeren Vollkommenheit des Instrumentes dienende Vorrichtungen angebracht sein.

§. 50. **Der Verticalkreis.** Zur Messung von Verticalwinkeln ist mit der horizontalen Drehungsachse des Fernrohres ein getheilter Kreis (Höhenkreis) in fester Verbindung, der sich mit dem Fernrohre in einer verticalen Ebene bewegen lässt. Die Ablesung am Höhenkreise erfolgt mit Benutzung eines Nonius, welcher mit dem Fernrohrträger fest verbunden ist.

Gewöhnlich ist die Theilung des Höhenkreises so angeordnet, dass bei horizontaler Lage des Fernrohres der Nonius auf 0° zeigt. Die Bezifferung der Theilung ist bei größeren Instrumenten durchlaufend, d. h. $0^\circ - 360^\circ$, so dass die Ablesungen zwischen 0° und 90° Höhenwinkel, jene zwischen 270° und 360° Tiefenwinkel anzeigen.

Bei kleinen Instrumenten ist statt des vollständigen Höhenkreises nur ein Halbkreis oder ein Kreissector von $60^\circ - 90^\circ$ Centriwinkel angebracht und die Theilung, wie vorher beschrieben wurde, beziffert.

§. 51. **Der Theodolit** dient zum genauen Messen von Horizontalwinkeln, kann ferner auch zur Messung von Verticalwinkeln benutzt werden, und ist daher mit einem Horizontalkreise und einem Höhenkreise versehen. In Fig. 31 ist das Schema eines Theodolits dargestellt. Man unterscheidet bei demselben folgende Achsen:

- a) die verticale Achse AB ,
- b) die horizontale Achse CD und
- c) die Collimationsachse (optische Achse).

Der Conus A (die verticale Achse), ist mit der Alhidade GH und diese mit den Fernrohrträgern CG und DH , der horizontalen Drehachse CD und dem Fernrohre F verbunden und lässt sich um AB drehen. Der Stand des mit der Alhidade verbundenen Nonius wird an dem festen horizontalen Theilkreise, dem Limbus ML , abgelesen. Bei einem besseren Theodoliten sind gewöhnlich zwei Nonien angebracht, welche um 180° verschiedene Ablesungen geben. Bei der Messung eines Winkels macht man dann mittelst Lupen an beiden Nonien Ablesungen und zieht aus diesen das Mittel.

Für die Messung von Verticalwinkeln ist mit der horizontalen Drehungsachse CD ein eingetheilter Höhenkreis verbunden, dessen Drehung an einem oder an zwei Nonien abgelesen wird. Das Fernrohr lässt sich entweder aus seinen Lagern herausheben und in entgegengesetzter Lage wieder einlegen, oder so um seine horizontale Drehungsachse drehen (durchschlagen), dass die Ocular- und die Objectivseite ihre Plätze wechseln. Man unterscheidet hiernach umlegbare und durchschlagbare Fernrohre.

Sowohl die horizontale als auch die verticale Bewegung des Fernrohres kann mit einer groben, nebst dem auch mit einer feinen Bewegung, durchgeführt werden. Die groben Bewegungen werden aus freier Hand vollzogen

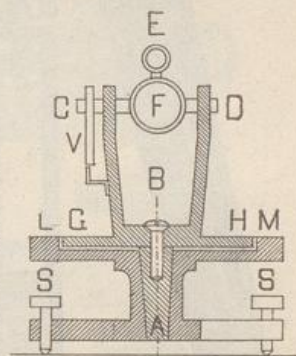


Fig. 31.

und mit Bremschrauben wieder eingestellt. Für die feinen Bewegungen sind Mikrometerschrauben angebracht, welche nach Einstellung der groben Bewegung in Verwendung kommen.

Der Theodolit ruht gewöhnlich mit einem Dreifußgestelle auf dem Scheibenstative, und wird die Limbusebene LM zumeist durch drei Stellschrauben S horizontal gestellt.

Die wichtigsten Anforderungen, welche man an einen guten Theodoliten stellt, sind folgende:

1. Die verticale Achse AB soll wirklich vertical;
2. die horizontale Achse CD soll rechtwinklig zur verticalen, und
3. die Fernrohrachse soll rechtwinklig zur horizontalen Achse stehen.

Die allenfalls nöthigen Prüfungen und Berichtigungen in Bezug auf diese gestellten Anforderungen greifen über den Rahmen dieses Lehrbuches hinaus.

§. 52. In Fig. 32 ist ein **Theodolit** kleinerer Gattung **von Starke & Kammerer** in Wien in $\frac{2}{7}$ natürlicher Größe dargestellt. Das ganze Instrument ruht mittelst eines Dreifußes, mit den drei Stellschrauben s

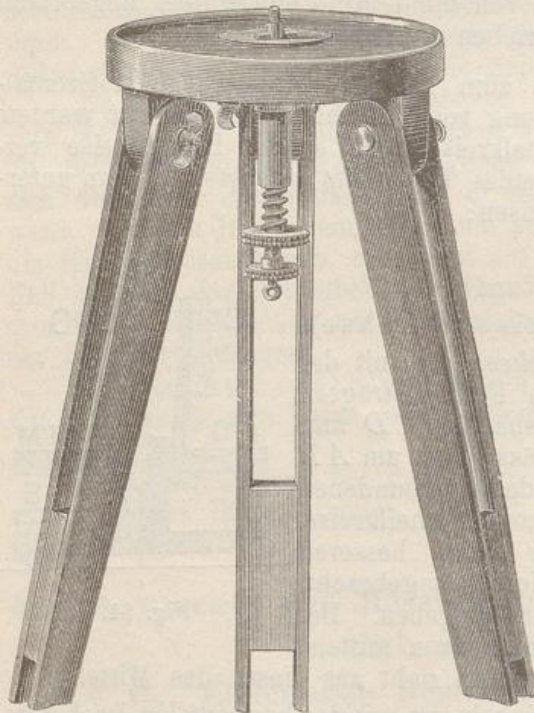


Fig. 32 a.

auf einem Scheibenstative (Fig. 32 a), dessen Centralschraube, Herzschraube, durch die Öffnung des Statives gehend, in den Dreifuß eingeschraubt wird. Am untersten Ende der Centralschraube befestigt man ein Senkel, um die verticale Achse des Instrumentes genau vertical über einen gegebenen Punkt zu centrieren. Zu diesem Zwecke kann das ganze Instrument bei gelüfteter Centralschraube so weit seitlich verschoben werden, als es der runde Ausschnitt in der Scheibe des Statives zulässt.

Nach erfolgter Centrierung und Horizontalstellung des Limbus wird das Instrument mittelst vorsichtigen Anziehens der Centralschraube mit dem Stative fest verbunden.

Der Dreifuß läuft nach oben in eine cylindrische Säule B aus und trägt die horizontale Limbuscheibe H , auf welcher die Grad-

eintheilung angebracht ist. Die verticale Umdrehungsachse lagert in der Bohrung der Säule B und endet oben mit einer Alhidadenscheibe, welche mit dem Nonius des Horizontalkreises nebst Lupe p , den beiden Kreuzlibellen l und l' und der Klemmvorrichtung des Horizontalkreises verbunden ist.

Der vom Mittelpunkte ausgehende Klemmarm h kann mit einer Klemmschraube festgestellt und dadurch die grobe Bewegung der Alhidade eingestellt werden. Die feine Bewegung der Alhidade wird dann mit der Mikrometerschraube m eingeleitet. Mit der Alhidadenscheibe stehen ferner

noch die beiden Träger des Fernrohres in fester Verbindung, welche am oberen Ende das Lager für die horizontale Drehachse des Fernrohres bilden. Auf die beiden cylindrischen Ringe des Fernrohres wird die Libelle L aufgesetzt und durch eine besondere Vorrichtung vor dem Herabfallen geschützt.

Mit einem Ende der horizontalen Achse des Fernrohres ist der Gradbogen b verbunden, mit dem anderen Ende der Klemmarm, welcher durch eine Klemmschraube (in Fig. 32 gedeckt) festgestellt und durch die Elevationschraube e fein bewegt werden kann. Wird die Klemmschraube gelüftet, so kann das Fernrohr frei um seine horizontale Drehungsachse bewegt und auch, mit der Objectivseite, zwischen den Trägern ganz durchgeschlagen werden, so dass man die Visur nach der entgegengesetzten Richtung machen kann.

Mit dem Rectificierschraubchen d wird die Libellenachse zur Ringachse (Fernrohrachse) parallel gestellt (§. 10); vier Schraubchen $\alpha\alpha$ und $\beta\beta$ dienen zur Verschiebung des Fadenkreuzes (§. 14).

Das Fernrohr ist ein astronomisches und besitzt bei dem beschriebenen Instrumente eine 25fache Vergrößerung.

Mit Hilfe der über den Nonien angeordneten Lupen p und g werden die Ableisungen am Horizontalkreise, beziehungsweise am Verticalbogen b vorgenommen.

Dieses Instrument ist nicht nur zum Messen von horizontalen und verticalen Winkeln, sondern auch zum Distanzmessen nach Reichenbach und zum Nivellieren eingerichtet. Man nennt solche Instrumente auch Universal-Nivellier-Instrumente.

§. 53. Der **Gebrauch des Theodolits** ist aus nachfolgenden Arbeitsvorgängen zu entnehmen. Um einen Horizontalwinkel zu messen, stellt man das Instrument mit dem Mittelpunkt des Limbus vertical über den Scheitel O des zu messenden Winkels AOB , dreht die Alhidade, bis die Kreuzlibelle l (Fig. 32) parallel und die Kreuzlibelle l' senkrecht auf der gedachten Verbindungslinie zweier Stellschrauben zu liegen kommen, und stellt die Limbusenebene mittelst der Stellschrauben s horizontal. Nun visiert man zweckmäßig (von links gegen rechts fortschreitend) die in den Schenkeln des Winkels befindlichen Fluchtstäbe A und B an und notiert die hierbei gemachten Ab-

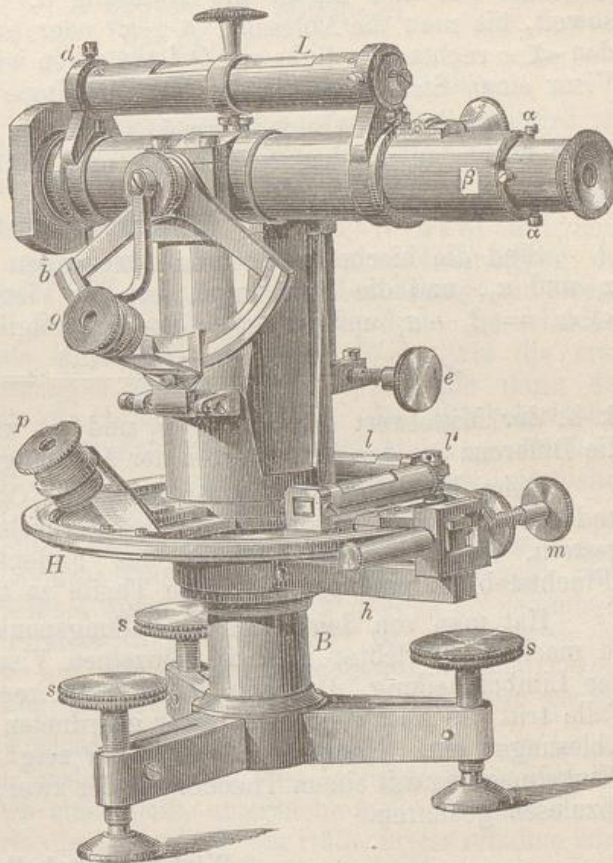


Fig. 32.

lesungen α und β ; die Differenz derselben gibt den gesuchten Winkel w im Gradmaße. Da die Bezifferung am Limbus von links gegen rechts fortläuft, ist die zweite Ablesung β größer als die erste und somit:

$$\sphericalangle w = \beta - \alpha \dots \dots \dots (12.)$$

Wird vor der zweiten Einstellung der Nullpunkt der Limbustheilung überschritten, so hat man statt β den Wert $(360^\circ + \beta)$ abzulesen, so dass in diesem Falle

$$\sphericalangle w = (360^\circ + \beta) - \alpha \dots \dots \dots (13.)$$

Hat man einen bestimmten $\sphericalangle w$ abzustecken, so stellt man sich mit dem Theodoliten im Scheitel O centrisch auf, visiert nach dem gegebenen Schenkel OA und macht die Ablesung α . Nun dreht man die Alhidade soweit, bis man die Ablesung $(\alpha + w)$ oder $(\alpha - w)$ erhält, je nachdem man den $\sphericalangle w$ rechts oder links von OA abstecken will und lässt in der so erhaltenen Visur einen Stab B einsetzen. Der erhaltene $\sphericalangle AOB = \sphericalangle w$.

Sind mit der Alhidade zwei Nonien in Verbindung, so liest man bei jeder Visur an beiden Nonien ab und nimmt aus den sich ergebenden

Winkeln w_1 und w_2 das arithmetische Mittel $w = \frac{w_1 + w_2}{2}$.

Sind die hierbei gemachten Ablesungen bei der Visur nach A : α_1 und α_2 , und die Ablesungen bei der Visur nach B : β_1 und β_2 , so ist $\sphericalangle w_1 = \beta_1 - \alpha_1$ und $\sphericalangle w_2 = \beta_2 - \alpha_2$, folglich der Mittelwert

$$\sphericalangle w = \frac{(\beta_1 - \alpha_1) + (\beta_2 - \alpha_2)}{2} = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \dots (14.)$$

d. h. der Mittelwert der Winkel w_1 und w_2 wird auch gefunden, wenn man die Differenz aus den Mittelwerten der Ablesungen an den beiden Nonien bildet.

Beim Einstellen der Visuren nach den Objecten benützt man die grobe und die feine Horizontalbewegung des Fernrohres. Die Visur ist richtig eingestellt, wenn der Verticalfaden des Fadenkreuzes das anvisierte Object (Fluchtstab) in zwei symmetrische Theile zu theilen scheint.

Hat man von demselben Aufstellungspunkte mehrere Winkelmessungen zu machen, so richtet man die einzelnen Visuren im Sinne der Bezifferung der Limbustheilung, d. h. von links gegen rechts fortschreitend. In diesem Falle tritt die Nothwendigkeit einer geordneten Aufschreibung der gemachten Ablesungen ein. Nachfolgendes Beispiel zeigt die Aufschreibungen bei einer Winkelmessung mit einem Theodoliten, der zwei Nonien besitzt, welche Minuten abzulesen gestatten.

Winkel - Protokoll.

| Visur | | Ablesung | | Mittelwert | Anmerkung |
|-------|------|-----------|-----------|------------|----------------|
| von | nach | 1. Nonius | 2. Nonius | | |
| A | C | 35°32'5" | 215°33'0" | 35°32'75" | |
| | D | 82°14'0" | 262°15'0" | 82°14'50" | |
| | E | 105°26'0" | 285°26'5" | 105°26'25" | |
| | B | 247°35'0" | 67°35'5" | 247°35'25" | |
| B | A | 315°46'0" | 135°47'0" | 315°46'50" | 360° passiert. |
| | C | 6°27'5" | 186°27'5" | 366°27'50" | |
| | D | 48°35'0" | 228°35'5" | 408°35'25" | |

Der jedesmalige Mittelwert, der um 180° verschiedenen Ablesungen an den beiden Nonien, wird am einfachsten erhalten, wenn man die am 1. Nonius

abgelesenen Grade beibehält und das Mittel aus den differierenden Minuten beider Ablesungen dazu setzt. So ist z. B. die Ablesung bei der Visur von *A* nach *C*

$$\begin{array}{r} \text{am 1. Nonius} = 35^{\circ} 32' 5'' \\ \text{am 2. Nonius} = 215^{\circ} 33' 0'' \\ \hline 65^{\circ} 5' : 2 = 32^{\circ} 75' \end{array}$$

Der Mittelwert beider Ablesungen ist somit $= 35^{\circ} 32' 75''$.

Aus diesen Mittelwerten lässt sich jeder gemessene Winkel leicht berechnen, z. B.:

$$\begin{array}{r} \text{Visur } AB \dots\dots 247^{\circ} 35' 25'' \text{ Mittelwert,} \\ \text{Visur } AD \dots\dots 82^{\circ} 14' 50'' \text{ " } \\ \hline \text{Somit } \sphericalangle BAD = \dots\dots 165^{\circ} 20' 75'' = 165^{\circ} 20' 45'' \end{array}$$

Bei der Überschreitung des Nullpunktes der Limbustheilung wird zur betreffenden Ablesung noch 360° addiert (Visur von *B* nach *C*) und in der Anmerkung des Winkel-Protokolles: „ 360° passiert“ bemerkt.

§. 54. **Genauere Winkelmessungen.** Ist ein Winkel mit noch größerer Schärfe zu messen, so nimmt man nach Beendigung der ersten Messung noch eine zweite Messung vor. Man schlägt zu diesem Zwecke das Fernrohr zwischen den Achsenlagern durch, dreht die Alhidade um 180° und nimmt die zweite Messung in derselben Weise wie die erste vor. Der aus den zwei Messungen gezogene Mittelwert gibt dann den wahrscheinlichen Wert für die Größe des Winkels. Das Winkelprotokoll wird in diesem Falle um eine Colonne für die zweite Messung vermehrt. Die auf diese Weise gemessenen Winkel sind dann von einem möglichen Excentricitätsfehler der Alhidade oder der Fernrohrachse befreit.

Misst man mehrere um einen Punkt gelegene Winkel, so soll man stets die Probe machen, ob deren Summe 360° beträgt. Ebenso darf man nicht unterlassen, die gemessenen Winkel eines *n*-seitigen Polygons zu summieren und nachzusehen, ob deren Summe $= (n - 2) \cdot 180^{\circ}$ ist. Zeigt sich ein kleiner Fehler, so wird dieser auf alle Winkel gleichmäßig vertheilt; zeigt sich jedoch ein größerer Fehler, so muss die Messung wiederholt werden.

§. 55. **Messung von Verticalwinkeln.** Um einen Verticalwinkel, d. h. jenen Winkel zu messen, welchen irgend eine geneigte Visierlinie mit dem Horizonte des Instrumentes einschließt, untersuche man zunächst, ob bei horizontaler Lage des Fernrohres die Ablesung 0° am Höhenkreise erhalten wird. Ist letzteres nicht der Fall, so verstellt man den Nonius, indem man die gegenüberstehenden Schraubchen desselben entsprechend dreht, bis der Nullpunkt des Nonius genau mit jenem des Höhenkreises übereinstimmt (§. 145). Macht man nun die Visur nach einem hoch oder tief gelegenen Punkte und liest den Stand α des Nonius am Höhenkreise ab, so gibt α den entsprechenden Verticalwinkel.

Bezüglich des in Fig. 32 dargestellten Instrumentes, welches auch als Reichenbach'scher Distanzmesser und als Nivellier-Instrument eingerichtet ist, gelten die in den §§. 32, 33 und 142, 143 gegebenen Erklärungen.

§. 56. **Die Genauigkeit der Winkelmessung** hängt von der Schärfe der Visur und von der Genauigkeit der Theilung am Limbus und am Nonius ab. Da nach §. 19 der mittlere Fehler einer Visur mit einem Fernrohre auf $\frac{10''}{v}$ angenommen werden kann, so ist dieser bei einer einfachen Winkelmessung

mittelst zweier Visuren gleich $\frac{20''}{v}$. Dieser mittlere Fehler kann aber durch die Unsicherheit der Ablesungen am Nonius vergrößert werden. Gibt der Nonius z. B. $20''$ an, so lässt sich die Genauigkeit einer Ablesung noch auf die halbe Angabe desselben, d. h. auf $10''$, somit die des gemessenen Winkels auf $20''$ verbürgen.

Bei jeder Winkelmessung sind somit zwei Fehlerquellen vorhanden, u. z. die Unsicherheit im Einstellen der Visur und das unsichere Ablesen am Nonius.

Die Richtigkeit eines gemessenen Winkels kann daher nur bis auf die Summe dieser zwei mittleren Fehler verbürgt werden.

§. 57. **Boussolen-Instrumente.** Mit diesen Instrumenten wird jener Winkel gemessen, welchen eine bestimmte Visur mit der Richtung einer frei beweglichen Magnetnadel bildet (Azimuthwinkel).

Die frei bewegliche Magnetnadel hat die Eigenschaft, an jedem Orte der Erde eine ganz bestimmte Richtung einzunehmen, welche für kleine Zeitintervalle unverändert bleibt. Diese Richtungen können für nicht zu weit entfernte Orte als parallel angenommen werden.

Die Boussolen-Instrumente bestehen im Wesentlichen aus einer Visiervorrichtung, ferner einem nach dem Gradmaße eingetheilten Kreise und aus einer Magnetnadel. Nach der Art der Visiervorrichtung unterscheidet man die einfache Diopterboussole und die Fernrohrboussole.

§. 58. Als **Diopterboussole** dient häufig das in Fig. 33 abgebildete Instrument. Dieses besteht aus zwei übereinanderstehenden Winkeltrommeln, von welchen die untere feststeht, während die obere mittelst des Triebes k um die gemeinschaftliche lothrechte Achse gedreht werden kann. Die obere Trommel trägt einen Theilkreis, die untere einen Nonius. Im Mittelpunkte der oberen, mit einer Gradtheilung versehenen Bodenfläche ist der Drehungspunkt einer frei beweglichen Magnetnadel, deren jedesmaliger Stand an der zugehörigen Gradtheilung abgelesen werden kann, angeordnet.

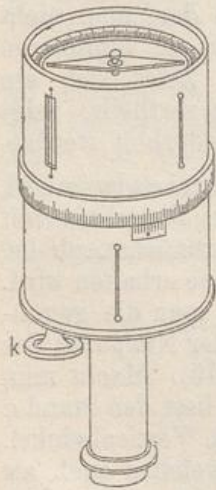


Fig. 33.

Das Instrument kann als gewöhnlicher Winkelmesser und auch als Boussoleninstrument benützt werden.

Im ersteren Falle steckt man das Instrument auf den Zapfen eines Zapfenstatives und stellt dieses genau vertical über den Scheitel des zu messenden Winkels.

Nun richtet man die Visur durch Herumdrehen der unteren Trommel auf dem Zapfen nach dem einen Schenkel und dreht an dem Triebe k , bis die dem Nullpunkte der Theilung entsprechende Spalte der oberen Trommel in die Richtung des zweiten Schenkels gelangt. Die Ablesung am Nonius ergibt sodann den gesuchten Winkel. Nach der Drehung der oberen Trommel sieht

man zur Controle nach, ob die erste Visur durch die untere Trommel keine Veränderung erlitten hat.

Die obere Trommel bildet an und für sich eine Diopterboussole, die folgendermaßen zu gebrauchen ist: Man stellt dieselbe mit ihrem Mittelpunkte vertical über den Scheitel C (Fig. 34) des zu messenden Winkels ACB , dreht

die obere Trommel so lange, bis die Visur durch die dem Nullpunkte entsprechende Spalte genau nach *A* geht und macht an der Nordspitze der Nadel die Ablesung α . Da in dieser Stellung der Nullpunkt der Theilung der Richtung *CA* entspricht und die Theilung von rechts gegen links beziffert ist, so gibt die Ablesung α den Winkel *NCA*, d. h. den magnetischen Azimuth der Geraden *CA*. Bestimmt man auf dieselbe Weise den magnetischen Azimuth β der Geraden *CB*, so ist:

$$\sphericalangle ACB = \beta - \alpha.$$

Bei der Boussole beachte man, dass der Limbus mit der Visiervorrichtung gedreht wird, während die Nordspitze der Nadel den festen Zeiger bildet. Um den Winkel genauer zu erhalten, liest man gewöhnlich an beiden Spitzen der Nadel ab und nimmt aus beiden Ablesungen das arithmetische Mittel.

Die Magnetnadel wird durch einen Hebelarm aus ihrem Lager gehoben und gegen den das Gehäuse überdeckenden Glasdeckel angepresst, wenn man sie außer Gebrauch setzt. Diese Ausrückung heißt das „Arretieren der Magnetnadel.“

§. 59. **Fernrohrboussole.*)** Dieses in Fig. 35 dargestellte Instrument besteht aus der Grundplatte *AB*, welche mit der Hülse *h* fest verbunden ist und durch letztere mittelst einer Klemmschraube auf den Zapfen eines Zapfenstativs festgemacht werden kann.

Die Grundplatte trägt zwei Stellschrauben *s* und eine in einer Hülse *f* aufwärts drückende Spiralfeder. Mit den Stellschrauben wird die Scheibe *CD* horizontal gestellt, und zwar mit Hilfe der am Rohrständler angebrachten Libelle *L*. Um den Mittelpunkt der Scheibe *CD* lässt sich der Rohrständler, welcher die Boussole *EF* und

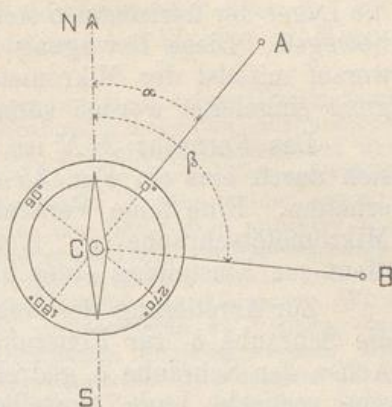


Fig. 34.

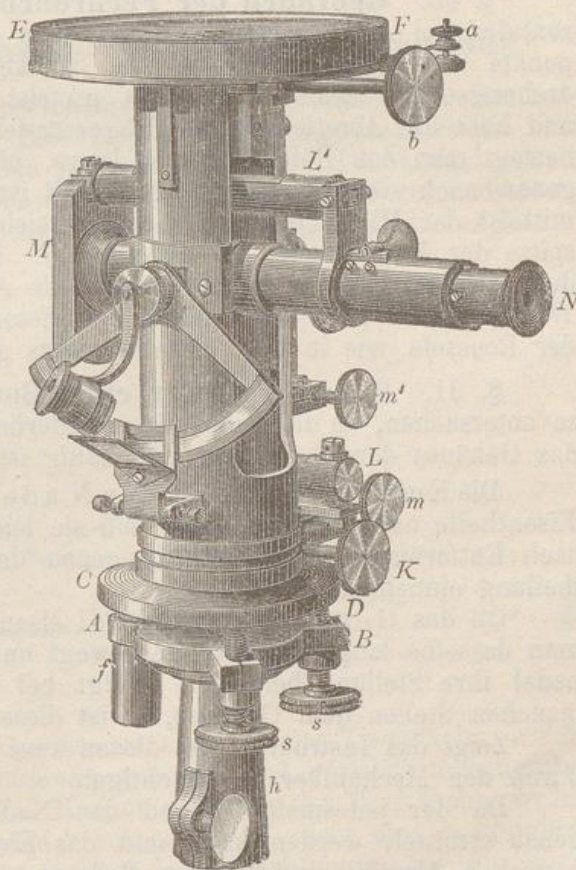


Fig. 35.

*) Aus der Werkstätte von Starke und Kammerer in Wien. Preis des Instrumentes sammt Kasten und Stativ: 250 fl.

die Lager der horizontalen Achse des Fernrohres MN trägt, im Kreise herum-bewegen. Diese Bewegung lässt sich durch die Klemmschraube K sperren, worauf mittelst der Mikrometerschraube m noch eine feine Horizontalbewegung eingeleitet werden kann.

Das Fernrohr MN ist um seine horizontale Achse drehbar und lässt sich durch eine (in Fig. 35 nicht sichtbare) Klemmschraube in jeder Lage erhalten. Eine feine Verticalbewegung des Fernrohres erfolgt dann mit der Mikrometerschraube m' . Auf dem Fernrohre sitzt eine Libelle L' fest und dient zur Einstellung einer horizontalen Visur.

Zur Arretierung der Magnetnadel benützt man die Schraube a , während die Schraube b zur Fixierung der Boussole dient. Letztere kann um die Achse der Schraube b gedreht werden, so dass sich die Boussolebüchse in eine verticale Lage einstellen lässt, worauf dann das Fernrohr durchschlagbar ist, d. h. so gedreht werden kann, dass M mit N wechselt. Dieses Instrument kann auch zur Messung von Höhenwinkeln verwendet werden, da mit der horizontalen Fernrohrachse ein Gradbogen verbunden ist, dessen Nonius am Rohrständer des Fernrohres angebracht ist.

§. 60. **Gebrauch der Fernrohrboussole.** Will man einen Horizontalwinkel ACB messen, so stellt man das Instrument mit seinem Mittelpunkt über den Scheitel C des Winkels, richtet die horizontale Umdrehungsebene des Rohrständers mittelst der Stellschrauben s horizontal und hebt die Arretierung der Magnetnadel mit der Schraube a auf. Nun bewegt man den Rohrständer so lange, bis die Visur durch das Fernrohr genau nach dem Objecte A eingestellt ist, was durch die feine Bewegung mittelst der Mikrometerschraube m erreicht wird, und macht an der Nordspitze der Magnetnadel die Ablesung α . Richtet man jetzt die Visur nach dem zweiten Objecte B und macht die Ablesung β , so ist der gesuchte Winkel $ACB = \beta - \alpha$. Auch bei diesem Instrumente ist der Theilkreis der Boussole, wie in Fig. 34, von rechts gegen links beziffert.

§. 61. Bei der **Prüfung eines Boussole-Instrumentes** hat man zu untersuchen, ob die Nadel die erforderliche Empfindlichkeit besitzt und ob das Gehäuse derselben nicht eisenhaltig ist.

Die Empfindlichkeit der Nadel prüft man, indem man derselben Eisentheile nahe bringt; dabei soll sie leicht aus ihrer Lage kommen und nach Entfernung der Eisentheile genau den früheren Stand an der Kreistheilung einnehmen.

Ob das Gehäuse der Nadel eisenfrei ist, prüft man dadurch, dass man dasselbe langsam im Kreise bewegt und nachsieht, ob dabei die Magnetnadel ihre Stellung beibehält. Folgt bei dieser Bewegung die Nadel an manchen Stellen dem Gehäuse, so ist dieses nicht eisenfrei.

Zeigt das Instrument bei diesen zwei Prüfungen Fehler, so sind diese durch den Mechaniker zu berichtigen.

Da der jedesmalige Stand der Nadel an der Theilung nicht sehr genau ermittelt werden kann und das Einspielen der Nadel in den magnetischen Meridian wegen der Reibung der Nadel u. s. w. immer etwas unsicher ist, da endlich auch der Stand der Nadel kleinen, regelmäßigen Änderungen oder auch größeren Störungen, Schwankungen unterworfen ist, so geben die Arbeiten mit den Boussole-Instrumenten nicht immer die wünschenswerte Genauigkeit. Man wendet sie daher nur für untergeordnete

Zwecke an, wie z. B. bei der Aufnahme von Waldwegen oder dort, wo der Wert der aufzunehmenden Fläche sehr gering ist, wie bei Weiden im Hochgebirge u. s. w.

Die Abweichung des magnetischen Meridians vom astronomischen (Declination) ist regelmäßigen Änderungen unterworfen. Sie ist für Europa im laufenden Jahrhunderte eine westliche, betrug im Jahre 1894 für Wien $9^{\circ} 33'$ und nimmt jährlich auf der ganzen Erde ein wenig ab. Diese Abweichung ist erst nach größeren Zeitintervallen bemerkbar und hat auf Winkelmessungen für die angeführten Zwecke keinen wesentlichen Einfluss. Dagegen sind die täglichen Änderungen der Declination mitunter von Bedeutung. Die Größe derselben hängt von der geographischen Lage des Beobachtungsortes ab. Sie variieren für einen großen Theil von Europa zwischen 5 und $15'$ und sind um 10 Uhr vormittags und zwischen 6 bis 8 Uhr nachmittags am kleinsten. Wird daher eine Arbeit zu verschiedenen Zeiten des Tages vorgenommen, so können einzelne Winkelmessungen durch die Änderungen der Declination ungenau werden. Die unregelmäßigen Schwankungen zeigen sich bei meteorologischen Änderungen durch starke Abweichungen der Nadel oder durch fortwährendes Zittern derselben, daher während dieser Zeit die Arbeit einzustellen ist.

Das Boussolen-Instrument gewährt vor allen anderen Winkelmessinstrumenten den Vortheil, dass es nicht im Scheitelpunkte des zu messenden Winkels aufgestellt zu werden braucht, da man die magnetischen Azimuthe beider Richtungen auch durch Aufstellungen des Instrumentes in beliebig gewählten Punkten der Schenkel des Winkels bestimmen kann.

c) Instrumente zur graphischen Winkelbestimmung.

§. 62. **Einleitende Bemerkungen.** Die wesentlichsten Bestandtheile dieser Instrumente bilden: Eine Ebene (Messtischplatte), welche über den Scheitelpunkt des zu messenden Winkels gebracht und horizontal gestellt werden kann und eine Visiervorrichtung (Diopterlineal oder Fernrohrdiopter), welche die jedesmalige Visierrichtung auf der horizontalen Ebene angibt.

Bringt man den Punkt c (Fig. 36) der Ebene MN vertical über den Punkt C des Terrains, stellt die Ebene horizontal, legt an c die Linealkante eines Diopterlineales, richtet dieses hintereinander nach zwei Objecten A und B und zieht jedesmal an der Linealkante feine Bleiliniën (Rayons) ca und cb , so ist $\sphericalangle acb = \sphericalangle \alpha$ der auf den Horizont reducierte Winkel ACB .

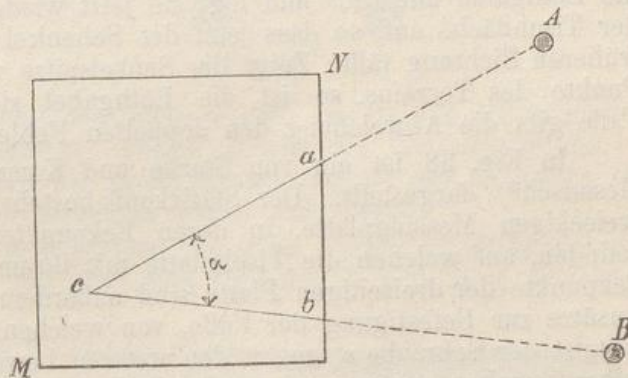


Fig. 36.

§. 63. **Der Messtisch** besteht aus einer ebenen Tischfläche, welche mit einem Dreifußstative in Verbindung gebracht und mittelst Stellschrauben horizontal gestellt werden kann. Zur Horizontalstellung der Tischfläche, welche vor dem Gebrauche mit Zeichenpapier bespannt wird, dient eine gewöhnliche Setzlibelle (§. 9), welche in zwei verschiedenen Richtungen auf die Ebene gesetzt und in jeder Lage mittelst der entsprechenden Stellschrauben zum Einspielen gebracht wird (§. 11).

Der Messtisch dient mit Zuhilfenahme eines Diopterlineales zur graphischen Bestimmung der Winkel einer aufzunehmenden Figur und da-