

1844

I.

15
9

{ Prussia
Military
184① }

10002. dd. 14.

Instruction

für die

Topographien

der topographischen Abtheilung

der Königlich Preussischen Landes-Aufnahme.

*Prussia. - Bureau der Landes-
K - Triangulation.*

Hierzu 17 Figurentafeln.

Hest I.

Theoretischer Theil.

Berlin, 1876.

Preis für Hest I und II nebst Figurentafeln: gebunden 3 Mark.
Zu beziehen durch die Plankammer der Königlich Preussischen Landes-Aufnahme,
Berlin, Generalstabs-Gebäude.

Vorwort.

Diese Instruction ist lediglich zum Gebrauch des Personals der topographischen Abtheilung der Landes-Aufnahme bestimmt.

Umfang und Fassung derselben sind so bemessen, wie es die allgemeine Vorbildung des Personals, welches der Abtheilung neu hinzutritt, nach den gemachten Erfahrungen erfordert.

Abkürzungen.

I. 6. m.	für	Tafel I, Fig. 6, Theil m.
M/B.	"	Breithaupt'sche Kippregel.
M/D.	"	Dänische "
M/75.	"	Kippregel der Construction von 1875.
M/74.	"	Kippregel der Construction von 1874.
x m.	"	x Meter.
x cm.	"	x Centimeter.
x mm.	"	x Millimeter.
x °.	"	x Grad.
x '.	"	x Minuten.

I. Kapitel.

Die Instrumente, wie sie sein sollen und ihre einfache Anwendung.

§ 1.

Einleitung.

Es sollen in Nachstehendem nur diejenigen Instrumente zur Beschreibung gelangen, welche bei der topographischen Abtheilung der Königlich Preussischen Landes-Aufnahme zur Verwendung kommen.

Die mit diesen Instrumenten auszuführenden Arbeiten werden in Rücksicht auf diejenigen Grundlagen erörtert, welche die topographische Abtheilung von der trigonometrischen Abtheilung in den Listen der trigonometrischen Punkte und in dem Signalsystem im Terrain erhält.

A. Beschreibung der Instrumente.*)

A. Instrumente und sonstige Mittel zur Bezeichnung von Punkten.

§ 2.

Vorhandene Baulichkeiten.

Die von der trigonometrischen Abtheilung nach Länge, Breite und Höhe festgelegten Naturpunkte (trigonometrische Punkte) sind im Wesentlichen zweierlei Art:

entweder schon vorhandene Objecte, wie: Kirchturm—Knopf-Mitte, Fabrik-schornsteine — oberer Rand, untere Dachkanten oder Firsten einzeln gelegener Häuser und Mühlen 2c.,

*) Zur Vereinfachung wird im Text die Bezeichnung „Tafel“ und „Figur“ fortgelassen werden und die Bezeichnung derart sein, daß die römische Ziffer die Tafel, die arabische Ziffer die Figur, der Buchstabe den gemeinten Theil oder Punkt desselben bedeutet, z. B. I. 6. m. statt Tafel I, Figur 6, Theil m.

oder es sind für diese Punkte besondere Marken errichtet, bestehend in rechtwinklig behauenen, möglichst unveränderlich im Erdboden befestigten Steinen, deren Oberfläche ein eingemeißeltes Kreuz trägt, durch welches der gemeinte Punkt genau bezeichnet wird. Diese Punkte heißen zum Unterschiede von den erstgenannten „im Terrain versteinte Punkte“. Um ihre Lage in der Entfernung sichtbar zu machen und sie zu Messungen benutzen zu können, werden über denselben einfache niedrige, resp. je nach Bedarf für die trigonometrische Abtheilung hohe hölzerne Pyramiden u. (Hochbauten) aufgeführt; Bedingungen bei diesen ist, daß die Spitze oder ein bestimmt genannter Theil derselben sich lothrecht über dem Kreuz des Festlegungssteines befindet, und daß an derselben sich eine weit sichtbare Höhenmarke befindet, deren vertikale Entfernung von der Oberfläche des Festlegungssteines entweder von vornherein bekannt oder leicht zu messen ist. In der Regel dient zu dieser Höhenmarke der untere Brettrand der Pyramidendächer, weshalb derselbe horizontal liegend gearbeitet sein muß. (Siehe I. 1.)

Folgt der Triangulation die topographische Aufnahme erst nach dem Verlaufe mehrerer Jahre, so sind diese Pyramiden erfahrungsmäßig häufig durch die Einflüsse der Witterung oder andere Umstände verschwunden. Für die Zwecke der topographischen Vermessung genügt es alsdann, wenn 0,3 m. vom Festlegungsstein entfernt (nicht dicht daran, um die richtige Lage des Steines nicht zu gefährden) eine armstarke Strohwiepe eingegraben wird (siehe I. 2), an welcher zwei rechtwinklig zu einander stehende Brettchen als Höhenmarke angebracht sind; der Höhenunterschied zwischen dieser Höhenmarke und der Oberfläche des Festlegungssteines ist alsdann (mit der Distanzlatte) genau auszumessen. Als Höhenpunkt gilt der Berührungspunkt beider Bretter.

Mitunter kommen auch Tafelsignale vor, und zwar da, wo Pyramiden in erforderlicher Höhe nur mit unverhältnißmäßig großen Kosten zu erbauen sein würden, z. B. in großen zusammenhängenden Waldungen; ein solches Signal besteht in einer senkrecht an einem Ast befestigten Stange, welche als Höhenmarke zwei rechtwinklig zu einander stehende Brettchen trägt. (Siehe I. 3.)

Der Festlegungsstein befindet sich alsdann senkrecht unter dieser Tafel, deren Höhenlage über der Steinoberfläche in den Listen in der Regel angegeben ist.

Zur vorübergehenden Bezeichnung von Punkten im Terrain dient die Distanzlatte, deren Standpunkte im Terrain erforderlichen Falles durch Einstecken eines Reifigs, durch angehäufte Erdklumpen oder Steine u. s. w. bezeichnet werden, um sie im Verlaufe der Vermessungen eines Jahres wieder auffinden zu können.

B. Meß-Instrumente.

§ 3.

Allgemeine Anforderungen.

Die zur Verwendung gelangenden Instrumente müssen die Ausführung folgender Operationen gestatten:

Bestimmung horizontaler Richtungslinien, also auch durch den Schnitt derselben Bestimmen von Horizontalwinkeln;

Messen von Entfernungen, und zwar entweder indirect durch Constructionen oder direct;

Messen von Vertikalwinkeln, um im Verein mit den gemessenen Entfernungen Höhenunterschiede zu berechnen.

Das erhaltene Bild muß die aufgenommene Gegend durchweg in demselben Verjüngungs-Verhältniß und in der Horizontal-Projection darstellen.

Diesen sämtlichen Zwecken entspricht der Meßtisch im Verein mit der entfernungsmessenden Kippregel und der Distanzlatte.*)

I. Der Meßtisch.

§ 4.

a. Allgemeines.

Der Meßtisch ist ein dreibeiniger Tisch von besonderer Construction, welcher überall aufgestellt und zur directen Messung benutzt werden kann. Er dient ferner als Gestell für die Kippregel, und die Arbeit mit demselben liefert das Bild der Gegend sofort auf dem Papier.

Jeder Meßtisch besteht aus zwei Haupttheilen, nämlich der Meßtischplatte und dem Stativ.

Im Allgemeinen muß jeder Meßtisch folgenden Anforderungen genügen:

Die Oberfläche der Platte muß vollkommen eben sein, um dem darauf zu spannenden Zeichenpapier eine ebene Unterlage zu geben und die genaue Horizontalstellung der ganzen Platte einfach dadurch zu ermöglichen, daß man sie an einer Stelle in diese Lage bringt (wichtig für Vertikalwinkelmessung);

die Oberfläche muß sich horizontal stellen und in der horizontalen Stellung drehen lassen, ohne dieselbe zu verändern (Vorrichtung für grobe und feine Horizontalstellung);

die Drehung muß für große und kleine Winkel ausführbar sein (grobe und feine Horizontalbewegung);

der Meßtisch muß leicht transportabel, dauerhaft und nach der Aufstellung widerstandsfähig sein.

§ 5.

b. Die Meßtischplatte

(siehe II. 9 a—c)

ist aus Lindenholz gefertigt, 40 bis 60 cm. im Quadrat, etwa 2 cm. stark und aus mehreren Theilen parquetartig zusammengesetzt, um sie gegen das Werfen und Biegen zu schützen. Die untere Fläche muß der oberen genau parallel sein, weil sonst bei Drehungen der Platte auf dem Stativ die horizontale Stellung der Oberfläche nicht beizubehalten sein würde. An der unteren Fläche sind drei Schraubenlöcher m, entsprechend der Vorrichtung am Stativ, in eingelassenen und angeschraubten Messingplättchen angebracht, um die Platte an das Stativ schrauben zu können. Sie bilden bei sämtlichen Meßtischplatten der topographischen Abtheilung gleich große gleichseitige Dreiecke, um jede Platte auf jedes Stativ befestigen zu können. Im Mittelpunkt dieses Dreiecks ist das Holz der Platte zur Aufnahme von h — siehe II. 8^a — ausgebohrt. — Die

*) Die Beschreibung ist in Text und Figuren so gehalten, daß der Topograph sich daraus über das Instrument, welches er vor sich hat, belehren kann.

Oberfläche wird mit starkem Zeichenpapier bespannt, welches nach vollendeter Zeichnung abgezogen wird. Näheres siehe § 141, Seite 79.

Zu der Meßtischplatte gehören drei Befestigungsschrauben.

§ 6.

c. Das Stativ.

Anmerkung.

Es giebt hiervon sehr verschiedene Constructionen, jedes Stativ aber besteht immer aus zwei Haupttheilen, dem Kopf (in der Regel von Metall) und dem Fußgestell (von Holz).

In der topographischen Abtheilung kommen hauptsächlich vier verschiedene Arten von Stativen zur Anwendung, nämlich:

- das einfache Baumann'sche,
- „ verbesserte
- „ Generalstabs-Stativ, Modell 1874,
- „ „ 1875.

Die beiden letzteren werden im Text als Stativ M/74. und M/75. bezeichnet werden.

§ 7.

a. Das einfache Baumann'sche Stativ.

(Siehe III. 10, 11, 12, 13.)

- Figur 10. Obere Ansicht des Kopfes.
 „ 11. Senkrechter Durchschnitt des Kopfes.
 „ 12. Perspektivische Ansicht des Stativs.
 „ 13. Horizontaler Durchschnitt des Kopfes bei k.

A. Stativkopf.

- a. Teller des Stativkopfes.
- b. Schraube, welche das Abheben des Conus d von e verhindert.
- c. Ausschnitte für die Meßtischplattenschrauben.
- d. Conus, als Stütze des Tellers, mit diesem aus einem Stück, beweglich um e'.
- e. Kernstück.
 - e' Axe, um welche d sich dreht.
 - e'' Reibungsfläche, an welche k sich anlegt, wenn k durch m zusammengepreßt wird.
 - e''' Teller als Auflagefläche für k.
- g. Lappen, an welchen die Beine beweglich angebracht sind, aus einem Stück mit e.
- k. Klemmring, am äußern Rande gezahnt.
- m. Klemmschraube, welche k zusammenpreßt.
- n. Mikrometerschraube, welche in die Zähne von k greift.*)
- o. Schlüssel.
 - p'' Gehäuse zur Aufnahme von n.

*) Bei den meisten Stativen endet m und n in einem Vierkant, welcher erst durch Aufsetzen des Schlüssels o gebreht werden kann.

q'' Schrauben, welche p'' mit d verbinden.

q''' Schrauben, durch deren Anziehen p'' näher an d und dadurch das Gewinde von n fester in die Zähne von k gebracht werden. Sollen q''' wirken, so müssen q'' vorher gelöst werden.

Ist m lose, so kann sich um e drehen: die Tischplatte, a, c, d, k, m, n, p'', q'', q'''; alles Andere steht fest.

Wird m fest angezogen, so legt sich die innere Ringfläche von k fest an e''; wirkt alsdann n, so drehen sich alle oben genannten Theile mit Ausnahme von k und m.

B. Stativbeine nebst Zubehör.

u. Stativbeine, oben geschlitzt und auf g gesteckt.

w. Querbolzen, um welche u sich drehen lassen, an einem Ende mit Schraubengewinde versehen.

w' flacher Kopf von w.

y. Flügelschraubenmuttern zum Zusammenpressen von u.

§ 8.

b. Das verbesserte Baumann'sche Stativ.

(Siehe I. 6.)

A. Stativkopf.

Derselbe ist in seinem oberen Theile genau so construirt wie der vorige.

Die Abweichung besteht darin, daß die Ansätze g (siehe III. 11) hier nicht zum Aufstecken der Tischbeine dienen, sondern drei Arme g bilden, durch welche vertikale Stellschrauben h in Muttern gehen.

h. Vertikale Stellschrauben.

h' Teller zum Drehen von h.

i. Schrauben, welche nach Bedürfniß das Muttergewinde für h zusammenziehen.

s. Ansatz an der unteren Fläche von e, in welchen der Haken a greift.

B. Stativbeine nebst Teller.

t. Hölzerner Teller, in der Mitte senkrecht durchbohrt.

t' Drei Ansätze an t, deren Oberfläche die drei Stellschrauben h tragen und an welchen die Beine befestigt werden.

u. Stativbeine, breit gespalten.

w. }
w' } wie oben.

y. }

x. Grenzschrauben, welche die Drehung von w' verhindern.

C. Verbindungsstück des Stativkopfes mit den Stativbeinen.

a. Haken, welcher in s greift, aus einem Stück mit a' Schraubengewinde für c.

c. Schraubenmutter zum Zusammenpressen der Spiralfeder.

d. Hölzler Holzcylinder mit oben verstärktem Kopf, der sich gegen die untere Fläche von t stützt. Im Innern desselben liegt eine Spiralfeder, die a und a' umschließt. Wird c in die Höhe geschraubt, so wird die Spiralfeder zusammengedrückt, der Haken a abwärts und dadurch der Kopf A resp. die Stellschrauben h fest gegen t' gezogen.

§ 9.

c. Das Stativ Modell 75.

(Siehe II. 8 a-c, -- IV. 17 und V. 18.)

A. Stativkopf.

- a. Teller des Stativkopfes.
 b. Ansatz für das Centriren der Meßtischplatte.
 c. Ausschnitte für die Meßtischplattenschrauben.
 d. Conus, als Stütze des Tellers, mit diesem aus einem Stück.
 e. Drehungszapfen des Tellers a, fest in denselben eingeschraubt.
 f. Buchse für den Zapfen e (siehe II. 8a).
 f' Stützfläche des Conus d gegen die Buchse f (siehe II. 8a).
 g. Dreifuß, in welchem f fest eingeschraubt ist (siehe II. 8a).
 g' Die Arme des Dreifußes.
 h. Stellschrauben, welche in einem geschlitzten Gewinde am äußeren Ende der Arme g' laufen.
 h' Tulpenförmiger Griff, zur Bewegung der Stellschrauben h.
 i. Klemmschraube, zum Zusammenpressen der Schlitze an den Muttern für die Stellschrauben h.
 i' Gegenschraube zur Klemmschraube i.
 k. Klemmring.
 k' Verbreiterung des Ringes k für das Muttergewinde der Schraube m.
 k'' Verbreiterung des Ringes k für die Kugelmutter o.
 l. Grenzring für k, fest verbunden mit d zur Vermeidung des Klappens (siehe II. 8a).
 m. Klemmschraube, welche die grobe Bewegung des Tellers a ermöglicht, wenn sie lose gestellt wird, und aufhebt, wenn sie hineingeschraubt wird, und dadurch gegen den Conus d wirkt.
 n. Mikrometerschraube, welche die feine Bewegung des Tellers a ermöglicht, wenn m festgestellt ist.
 n' Rechtsgewinde derselben.
 n'' Linksgewinde derselben.
 o. Kugelmutter für den Theil n' der Schraube n.
 o' Kugelmutter für den Theil n'' der Schraube n.
 p. } Winkelstücke zum Halt der Kugelmuttern o und o'.
 p' }
 q. } Klemmschrauben, welche ein festeres Anziehen von p und p' ermög-
 q' } lichen, wenn o und o' nicht mehr hinreichend fest sind.
 r.*) } gewöhnliche Schrauben zur Verbindung der Winkelstücke p mit k
 r' } und p' mit g'.
 s. Grenzmuttern zur Axe e (siehe II. 8a).

B. Stativbeine nebst Verbindungsstück (Teller).

- t. Verbindungsstück der Stativbeine (Stativteller), in der Mitte senkrecht durchbohrt zur Aufnahme von f.
 t' Drei Ansätze an t, deren Oberflächen die drei Stellschrauben h tragen, deren Seitenwände die Berührungsflächen für u bilden; horizontal durchbohrt zur Aufnahme von w.

*) In der Figur nicht sichtbar.

- u. Stativbeine, beweglich um w.
- v. Verbindungskloß der Beinhälften.
- w. Bolzen, um den sich u bewegt, mit Schraubengewinde für y.
w' flacher Kopf des Bolzens w.
- x. Grenzschrauben, welche die Drehung von w' verhindern.
- y. Flügelmutter für w, zum Zusammenpressen von u.
- z. Messingene Unterlagen mit Vertiefungen für die Stellschrauben h.

C. Verbindungsstück des Stativkopfes mit den Stativbeinen.

(Siehe II. 8^b.)

- a. Muttergewinde, passend auf das Schraubengewinde von f (siehe II. 8^a).
a' Schraubengewinde für c.
- b. Handhabe für C, welche zur Anwendung kommt, wenn das Muttergewinde a auf das Schraubengewinde von f geschraubt werden soll.
- c. Schraubenmutter zum Zusammenpressen von d.
- d. Spiralfeder.
- e. Unterlegering für das obere Ende von d, so daß d zwischen c und e zusammengedrückt wird (siehe II. 8^b und 8^c).
- f. Metallene Unterlegescheibe (siehe II. 8^b und 8^c), deren obere Fläche die untere Fläche von t berührt; gegen die untere Fläche wirkt e vermittelst d, wenn c in die Höhe geschraubt wird. Dadurch wird a' resp. C und mit ihnen A nach unten gedrängt, mithin h möglichst fest in z gestellt.
- g. Haken zum Einhängen eines Fadenlothes, welches die durch die Mitte der Tischplatte gehende Vertikallinie bezeichnet.

Ist m lose, so drehen sich mit der Tischplatte um die vertikale Axe von e: a, b, c, d, e und l.

Ist m festgestellt und wirkt n, so drehen sich ebenso: a, b, c, d, e, k, k', k'', l, m, o, p, q, r, s, die anderen Theile bleiben fest stehen.

Ist d zu stramm angespannt, so können die h die g' nicht in die Höhe drücken und leiden beim Gebrauch; ist d zu lose, so klappt die Meßtischplatte beim Stellen der Kippregel auf den Rand derselben oder beim Auflehnen des Armes u. s. w., indem die unteren Enden von h aus z gehoben werden. — d und h müssen daher in angemessener Wechselwirkung gehalten werden.

§ 10.

d. Das Stativ M/74.

Das Stativ M/74. weicht von dem M/75. im Wesentlichen nur darin ab, daß bei ersterem die Mikrometerschraube n eine Differentialschraube ist; beide Gewinde sind rechts geschnitten, das durch o' gehende stärker, das andere schwächer.

II. Kippregeln nebst Zubehör.

a. Allgemeine Erläuterungen.

§ 11.

1. Die Haupttheile jeder Kippregel.

Die Grundbestandtheile jeder Kippregel sind:

ein langes Lineal mit wenigstens einer geraden Kante (Ziehkante); es

- dient den übrigen Theilen des Instrumentes als Grundlage und wird bei der Arbeit auf die Oberfläche des Meßtisches gestellt;
- ein Fernrohr, welches auf einer Säule, einem Bügel oder Bock derart angebracht ist, daß es sich in einer Ebene auf- und abbewegen läßt, welche durch die Ziehkante des Lineals (oder parallel damit) geht und senkrecht zur unteren Fläche des Lineals steht. Dies Fernrohr muß im Innern eine Vorrichtung zum genauen Visiren (Fadenkreuz) haben;
- ein in Grade u. s. w. eingetheilter Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in die Drehungsaxe des Fernrohrs fällt, und welcher mit dem Fernrohr derart in Beziehung steht, daß die Bewegungen desselben (Winkel) ihrer Größe nach an dem Gradbogen abgelesen werden können. Dies geschieht dadurch, daß entweder ein oder mehrere Nonien die Bewegungen des Fernrohrs mitmachen — dann steht der Gradbogen fest — oder umgekehrt;
- eine empfindliche Nöhrenlibelle, welche die optische Axe des Fernrohrs genau horizontal zu stellen gestattet;
- ein System von Fäden im Innern des Fernrohrs, durch welches im Verein mit der Distanzlatte (siehe § 23, Seite 22) das Messen von Entfernungen ermöglicht wird.

Folgende Instrumente gehören noch zum Meßtisch, um mit demselben die erforderlichen Arbeiten ausführen zu können, und sind meist direct auf dem Lineal der Kippregel angebracht:

- das Niveauniveau, zur annähernd horizontalen Stellung des Meßtisches,
- die Orientirboussole, zur Orientirung desselben,
- der Maßstab (verjüngter Metermaßstab 1 : 25,000), um gemessene Entfernungen sofort in richtiger Proportion auftragen resp. die Länge vorhandener Linien der Zeichnung nachmessen zu können.

§ 12.

2. Nonius

(siehe VII. 25 und VIII. 27)

nennt man im Allgemeinen jede Vorrichtung, welche dazu dient, von einer in gleiche Theile getheilten geraden oder krummen Linie (Limbus) noch kleinere Theile abzulesen, als die Eintheilung unmittelbar angiebt.

Das allgemeine Prinzip der Nonien besteht darin, daß man $n-1$ Theile des Limbus auf ein an seiner Theilung gleitendes Lineal oder Plättchen (Nonius) aufträgt und diese $n-1$ Theile in n gleiche Theile theilt; alsdann ist jeder Noniustheil ein n tel kleiner als jeder Limbustheil. Steht nun der Nullstrich des Nonius auf dem Nullstrich des Limbus, so fällt der n te Theilstrich des Nonius mit dem $n-1$ sten Theilstrich des Limbus zusammen, während der 1ste Theilstrich des Nonius vom 1sten Theilstrich des Limbus 1 n tel, analog der 2te vom 2ten 2 n tel, der 3te vom 3ten 3 n tel, der x te vom x ten x n tel entfernt ist. Rückt man den Nullstrich des Nonius vom Nullstrich des Limbus 1 n tel weiter, so fällt der 1ste Theilstrich des Nonius mit dem 1sten Theilstrich des Limbus zusammen; rückt man Null von Null um 2 n tel weiter, so fallen die je 2ten Theilstriche zusammen, und rückt man Null von Null um x n tel weiter, so fallen die je x ten Theilstriche zusammen. Fällt daher bei Messungen der Nullpunkt des

Nonius nicht genau mit einem Theilstrich des Limbus zusammen, vielmehr über einen derselben etwas hinaus, so werden zunächst die vollen Limbustheile abgelesen, um welche der Nullpunkt des Nonius vom Nullpunkt des Limbus entfernt ist, das überstehende Stückchen aber wird dadurch beurtheilt, daß man nachsieht, der wievielte Theilstrich des Nonius mit einem Theilstrich des Limbus zusammenfällt. Ist es der x te, so beträgt jenes überschießende Stückchen x tel Limbustheile.

Ist z. B. (siehe VIII. 27) der Limbus D ein Gradbogen, welcher in ganze und drittel Grade ($\frac{1}{3}^{\circ} = 20'$) eingetheilt ist, so nimmt man, wenn die Ableseung noch einzelne Minuten ergeben soll, zur Theilung des Nonius E $n-1 = 19$ Theile des Limbus und theilt sie auf dem Nonius in $n = 20$ gleiche Theile, so ist jeder Noniustheil um $\frac{1}{20}$ kleiner als ein Limbustheil, mithin ein n tel $= 1$ Minute:

$$19 \cdot \frac{1}{3}^{\circ} = 19 \cdot 20' = 380'$$

Dies Bogenstück in 20 gleiche Theile getheilt, ergiebt für jeden derselben $\frac{380'}{20} = 19'$. Also ist jeder Noniustheil — à $19'$ — um $1'$ kleiner als jeder Limbustheil à $\frac{1}{3}^{\circ}$ oder $20'$.

Ähnlich verhält es sich bei VII. 25, wo der Limbus D in $\frac{1}{6}$ Grade $= 10$ Minuten getheilt ist; um vermittelst des Nonius E noch Minuten ablesen zu können, hat man 9 Limbustheile auf den Nonius aufgetragen und in 10 gleiche Theile getheilt:

$$\begin{aligned} 9 \cdot \frac{1}{6}^{\circ} &= 9 \cdot 10' = 90'; \\ \frac{90'}{10} &= 9'; \\ 10' - 9' &= 1'. \end{aligned}$$

Denselben Zweck erreicht man, wenn man $n+1$ Limbustheile zum Nonius nimmt und sie in n gleiche Theile theilt; es ist dann jeder Noniustheil um ein n tel größer als ein jeder Limbustheil, und muß, wie man sich leicht überzeugen kann, der Nonius alsdann in entgegengesetzter Richtung wie der Limbus beschrieben werden; solche Nonien heißen nachtragende, die oben beschriebenen dagegen vortragende. An den Kippregeln kommen nur letztere zur Anwendung. Um Fehler in der Eintheilung unschädlicher zu machen und eine Controlle des Instruments, sowie des eigenen Ablesens zu haben, sind die Nonien an den Kippregeln derart construirt, daß vom Nullpunkte aus nach beiden Seiten hin dieselbe Theilung aufgetragen und entsprechend der Limbustheilung beschrieben ist. Rückt man daher (siehe VIII. 27) den Nullpunkt des Nonius um 1 Minute rechts, so fällt einmal der 1ste Theilstrich der rechten Seite des Nonius mit dem 1sten Theilstrich der rechten Seite des Limbus zusammen; dann aber fällt auch der 19te Theilstrich der linken Seite des Nonius mit dem 18ten Theilstrich der linken Seite des Limbus zusammen u. Es müssen mithin bei richtigem Instrument und richtiger Ableseung die Ableseungen der rechten und der linken Seite des Nonius zusammen immer die Zahl n , hier also in diesem Falle 20 ergeben.

Liest man also, allgemein gesagt, rechts x tel ab, so muß die richtige Ableseung links $(n-x)$ tel ergeben.

Solche Nonien heißen Complementar-Nonien; bei ihrem Gebrauch muß man sich vorsehen, daß man sich stets der richtigen Seite zum Ablesen bedient,

wobei man einfach die Regel befolgt, daß man immer in der Richtung vom Nullpunkt des Limbus zum Nullpunkt des Nonius und darüber hinaus abliest.

§ 13.

3. Fernröhre.

Kreisförmige Gläser, welche gekrümmte (sphärische) Oberflächen haben, heißen Linsen.

Solche Linsen, welche in der Mitte stärker sind als am Rande, heißen Sammellinsen, weil sie die Eigenschaft haben, daß sie hindurchgehende Lichtstrahlen einander nähern. Die Mittelpunkte der Kugelflächen, welche die Oberfläche der Linsen bilden, heißen ihre geometrischen Mittelpunkte; die gerade Linie, welche diese Mittelpunkte verbindet, die Axe der Linse; der Abstand der Oberflächen längs der Axe die Dicke, der Durchmesser des Randes die Oeffnung der Linse.

Sammellinsen vereinigen die von einem entfernten Gegenstande kommenden, also unter sich nahezu parallelen, Lichtstrahlen nach dem Hindurchgehen ungefähr in einem Punkte, dem Brennpunkte, dessen Entfernung von der Linse die Brennweite heißt. Je stärker die Krümmung der Linsenoberflächen, desto kürzer ist die Brennweite.

Befindet sich ein Gegenstand in der vorderen Brennweite einer Linse, so kann kein Bild entstehen, weil die Strahlen parallel austreten. Ist sein Abstand größer als die Brennweite der Linse, so entsteht hinter derselben in Folge der Convergenz der austretenden Strahlen ein umgekehrtes, verkleinertes Bild $a'b'$ des Objectes ab (siehe III. 16).

Befindet er sich endlich zwischen der Linse und ihrem vorderen Brennpunkt, so divergiren die austretenden Strahlen, und es entsteht kein Bild. Aber die Strahlen divergiren so, als ob sie von einem auf der Objectseite der Linse befindlichen Punkte (a'' resp. b'') herkämen, und das Auge erblickt also den Gegenstand ab in $a''b''$ aufrecht und vergrößert. In diesem Falle wirkt die Linse als einfache Lupe (Vergrößerungsglas).

Betrachtet man nun das durch eine Linse erzeugte umgekehrte Bild $b'a'$ durch eine zweite als Lupe wirkende Linse, so erhält man ein scharfes, vergrößertes und verkehrt stehendes Bild des betrachteten Gegenstandes ($b''a''$).

Das Fernrohr der Kippregel ist nach diesem Princip construirt; man nennt solche Fernröhre astronomische zum Unterschiede von terrestrischen, welche aufrecht stehende Bilder ergeben. Erstere sind schärfer als letztere, und da das verkehrte Bild für die Messungen ganz unschädlich ist, so hat man diese Art gewählt.

Die größere, dem Object zugekehrte Linse heißt das Objectiv-, die kleinere am Auge des Beobachters das Ocularglas. Zur Erweiterung des Gesichtsfeldes und zur Erzielung hellerer Bilder nimmt man zum Ocular zwei planconvexe Linsen statt einer biconvexen (zusammengesetztes Ocular), siehe IX. 30. a und c. Sowohl das Objectivglas als das Ocularsystem sind jedes für sich in einer Röhre befestigt, und beide Röhren sind so ineinander geschoben, daß sämtliche Gläser centrirte sind, d. h., daß ihre Axen in eine gerade Linie fallen, welche die optische Axe genannt wird; diese muß mit der mechanischen Axe der Röhren zusammenfallen.

Beide Röhren müssen gegeneinander verschiebbar sein, um je nach der

Entfernung des Gegenstandes und der Verschiedenheit des betrachtenden Auges die Entfernung zwischen Objectiv und Decular reguliren zu können.

Einfache Linsen ergeben Bilder mit farbigen Rändern; um farblose (achromatische) Bilder zu erhalten, werden dieselben aus zweierlei Glas zusammengestellt.*)

§ 14.

4. Fadenkreuz.

Im Innern des Fernrohres (siehe VI. 21 und 22) bezeichnet der Schnittpunkt zweier Fäden, von denen der eine (a b) senkrecht, der andere (c f) horizontal steht (Fadenkreuz), die optische Aze des Fernrohres. Dies Kreuz ist entweder durch Spinnenfäden hergestellt, oder durch Einritzung feiner Linien auf Glas. Die ersteren werden bei Feuchtigkeit mitunter schlaff; die auf Glas geritzten Kreuze sind nicht so scharf, als die von Spinnenfäden, und die Fernröhre werden durch die Glästaafel etwas verdunkelt.

Das Fadenkreuz muß in derjenigen Entfernung vom Decular angebracht sein, in welcher es — beim Durchsehen durch dasselbe — vollkommen scharf erscheint. Andernfalls kann man nicht mit der nöthigen Genauigkeit visiren. Ferner muß dasselbe, wenn man das Auge ein wenig seitwärts bewegt, seinen Ort unverrückt beibehalten, also stets denselben Punkt des anvisirten Objectes decken. Um demselben die richtige Stellung zum (vorderen) Decularglase geben zu können, ist letzteres in der Decularröhre ein wenig verschiebbar.

Um in Verbindung mit der Distanzlatte (siehe § 23) Entfernungen messen zu können (siehe § 29), sind in gleichen Entfernungen oberhalb und unterhalb des mittleren Horizontalfadens e f noch ein zweiter c d und dritter Horizontalfaden g h angebracht. Diese Horizontalfäden erscheinen dem Auge, welches durch das Fernrohr sieht, stets in derselben Entfernung von einander. Bei den Fernröhren der Kippregel der Landesaufnahme ist das Fadenkreuz derart gestellt, daß der Abstand der beiden äußeren Horizontalfäden von einander zu der Entfernung des Fadenkreuzes vom Augenpunkte sich verhält wie 1 : 100 (M/B. und M/D.), oder wie 1 : 200 (M/74. und M/75.),**) mithin verhält sich die Entfernung eines äußeren Horizontalfadens vom mittleren Horizontalfaden zu der Entfernung des Fadenkreuzes vom Augenpunkt wie 1 : 200 resp. wie 1 : 400.

Das Fadensystem ist auf einen Ring ausgespannt, der sich in der Richtung der Fernrohraxe verschieben läßt und durch Schrauben (Zustirschrauben) festgehalten wird. Hierdurch wird es möglich, die Stellung des Fadenkreuzes zum Decular reguliren zu können (siehe pag. 33 und 34).

Bei manchen Instrumenten sind nur der senkrechte, der mittlere und ein äußerer Faden auf diesem Ringe angebracht, während der andere äußere Horizontalfaden auf einer besonderen, durch Schrauben gehaltenen, dicht anliegenden Scheibe befestigt und daher verschiebbar ist.

Diese Verschiebbarkeit der Fäden ist erforderlich zur Ausführung von Justirungen des Distanzmessers (siehe § 39 und 40).

*) Näheres siehe C. M. Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde. München 1856. Theil I.

**) In Wirklichkeit steht das Fadenkreuz näher am Auge; die optische Wirkung der Lupe, durch welche das Auge das Fadenkreuz erblickt, ist aber derart, daß obige Verhältnisse bei Messungen scheinbar eintreten.

§ 15.

5. Röhrenlibelle oder Röhrenniveau.

(Siehe III. 15, — VI. 19, — VII. 24, — VIII. 26, — IX. 29 und 31, jedesmal B.)

Dieselbe besteht aus einer geschlossenen cylindrischen Glasröhre, welche nicht ganz mit Weingeist gefüllt ist, so daß eine Luftblase zurückbleibt (dieselbe ist bei Wärme klein, bei Kälte groß, weil der Weingeist sich ausdehnt resp. zusammenzieht). Diese Röhre ist im Innern entweder nur auf einer, (der oberen) Seite allein, oder auf beiden Seiten, oben und unten, kreisförmig mit einem sehr großen Radius, also sehr schwacher Krümmung, ausgeschliffen, je nachdem das Instrument nur in einer Lage, oder auch in der umgekehrten, angewendet werden soll; letztere Art heißt Reversionslibellen*). Die Glasröhre ist auf der äußeren Seite mit feinen Theilstrichen versehen (calibriert), um die genaue Stellung der Luftblase beurtheilen zu können. Die Glasröhre ist in einem cylindrischen Gehäuse von Messing fest eingelassen, welches die Calibrirung (event. auf zwei Seiten) freiläßt. An den kreisförmigen Enden ist diese Messinghülse justirbar auf Pfeilern (Trägern) angebracht, welche entweder auf einer Fußplatte (dänische Rippregel), oder am Fernrohr direct befestigt sind. (Breithaupt'sche Rippregel, M/74. und M/75.)

Die Libelle muß so gearbeitet sein, daß, wenn die Luftblase genau in der Mitte der Calibrirung einspielt, die Fußplatte der Libelle oder die optische Ase des Fernrohrs genau horizontal steht.

§ 16.

6. Dofenniveau.

(Siehe VI. 19, — VIII. 26, — IX. 29 und 31, jedesmal H.)

Ein cylinderförmiges flaches Messinggehäuse ist oben mit einer Glasplatte geschlossen und analog der Röhrenlibelle gefüllt. Die Glasplatte ist auf der innern Seite ganz schwach kugelförmig ausgeschliffen, auf der äußeren, oberen Seite ein concentrischer Ring eingeschliffen. Die obere und untere Fläche des Instrumentes müssen parallel sein, und wenn die untere Fläche genau horizontal steht, so muß die Luftblase concentrisch mit dem eingeschliffenen Ring einspielen. Das Instrument dient zur annähernden Horizontalstellung des Meßtisches; es ist weniger empfindlich als die Röhrenlibelle, weil bei dieser die innere Krümmung noch bedeutend geringer ist.

§ 17.

7. Orientirbouffole.

(Siehe VI. 19, — VII. 24^a, — VIII. 26, — IX. 29 und 31, jedesmal J.)

Eine stählerne, bis zur Sättigung magnetisirte Nadel (Magnetnadel) ruht mit einem Hütchen auf einem scharfen Stift, so daß sie frei schwingen und sich in den magnetischen Meridian, d. h. mit der Spitze nach dem magnetischen

*) Außerdem giebt es noch „Compensations-“ oder „Schaufellibellen“ (siehe III. 15. B.); sie sind um die horizontale Längsaxe $r'' r''$ drehbar und nur auf einer Seite calibriert.

Nordpol, stellen kann. Diese Vorrichtung befindet sich in einem länglichen Kästchen, welches oben mit einer Glasscheibe geschlossen ist. An den schmalen Seiten im Innern sind Stücke Kreisbogen, concentrisch mit dem Stift, angebracht, deren Nullpunkte in einer Vertikalebene mit letzterem liegen. Durch eine Arretirungsvorrichtung wird die Magnetnadel von dem Stift abgehoben und gegen die Glasscheibe gedrückt, um unnötige Abnutzung während des Transportes zu vermeiden.

Das Instrument dient zum Bestimmen der Nordlinie (Orientiren) und ist entweder mit der Kippregel verbunden, oder frei für sich vorhanden.

Die magnetische Nordrichtung ist während eines Tages resp. während eines Sommers nicht constant; die mittlere Tagesrichtung bestimmt man am besten Vormittags gegen 10 Uhr, während die Abweichungen im Laufe des Sommers durch wiederholte Festlegung der magnetischen Nordlinie nach Verlauf von je 4 Wochen für die Zwecke der Vermessung unschädlich gemacht werden. Unregelmäßige Schwankungen in der magnetischen Nordrichtung entstehen bei Gewitter, Nordlicht, Erdbeben, bei der Nähe eisensteinhaltiger Berge oder eiserner Bauten (Eisenbahnen, Brücken, Gitter etc.), bei Annäherung von Eisentheilen (Zirkel, Federmesser etc.); letztere sind daher bei der Arbeit mit der Magnetnadel fern zu halten.

§ 18.

8. Maßstab.

(Siehe VIII. 28.)

Ein Transversalmaßstab, von welchem man noch Längen von 10 m. in der Verjüngung von 1:25,000 abnehmen kann, einige Tausend Meter lang, ist direct auf dem Lineal der Kippregel oder auf dem Fernrohr angebracht; wo er etwa fehlt, hat der Topograph einen solchen auf einem messingenen oder auf einem mit Papier bespannten hölzernen Lineal mitzuführen. Dieser Maßstab gestattet, die in Metern gemessenen Entfernungen sogleich in der Verjüngung von 1:25,000 aufzutragen, sowie die Entfernung zweier auf dem Papier gegebenen Punkte ihrer wahren Größe nach zu bestimmen.

§ 19.

b. Breithaupt'sche Kippregel. (M/B.)

(Siehe VI. 19.)

A. Fernrohr.

A' Ocularröhre.

- a. Verstellbare Ocularlinse.
- b. Ring für das Fadenkreuz.
- c' Ring für die Collectivlinse.
- d. Correctionschrauben für das Fadenkreuz.
- d' Correctionschrauben für die Collectivlinse.
- f. gezahnte Triebstange.

A'' Objectivröhre.

- g. Schraube für die Messingfeder, welche A' sichere Führung giebt.
- h. Schraube, welche im Verein mit f A' gegen A'' bewegt, zum Einstellen für das Auge des Beobachters.
- k. Objectivglas.

l. Röhre zur Aufnahme des Fernrohres, welches darin festgeschraubt ist.
 m. Drehungs-Axe für das Fernrohr, aus einem Stück mit l.
 m'' Schraube, welche das Herausfallen von m aus C resp. t verhindert.

n. Spitze der Klemmschraube.

o. Alhidade, fest mit m verbunden.

p. Mikrometerschraube für die feine Bewegung des Fernrohres.

q. Klemmstück.

B. Röhrenlibelle.

r. Träger derselben.

r' Justirschrauben.

C. Bügelständer.

t. Buchse für m.

u. Fußplatten für C.

u' Schrauben, welche u fest mit G verbinden.

D. Limbus,

in halbe Grade getheilt, Nullpunkt in der Mitte.

E. Nonius, vortragender Complementar-Nonius, gestattet Minutenablesung.

G. Lineal der Kippregel.

H. Dosenniveau.

J. Orientirbouffole.

a. Magnetnadel.

a' Hütchen.

b. Gradeintheilung.

c. Arretirungsvorrichtung.

K. Metermaßstab.

Das Fernrohr ist im Schwerpunkt aufgehängt. Ist n gelöst, so kann sich um die Axe von m gemeinschaftlich bewegen: A und B nebst Zubehör, m, m'', n, o, p, q, E.

Ist n festgeklemmt, so drückt es q fest gegen D; o, mithin auch m und A, stehen dann fest; p geht durch je einen Ansatz von o und q; wird p gedreht, so bewegt es o resp. m und A um feine Winkel.

Ist das Instrument in allen seinen Theilen richtig gearbeitet und auf einer genau horizontal stehenden Unterlage (Mestischplatte, Normalebene) aufgestellt, Nullpunkt des Nonius auf den des Limbus gestellt, so muß: die Blase des Dosenniveaus genau in der Mitte einspielen, ebenso die Blase des Röhrenniveaus, die optische Axe des Fernrohres genau horizontal stehen.

§ 20.

c. Dänische Kippregel. (M/D.)

(Siehe VII. 24, 24^a, 25.)

A. Fernrohr.

A' Ocularröhre.

a. Verstellbare Ocularlinse.

b. Sitz des Fadenkreuzes.

c' Sitz der Collectivlinse.

d. Correctionschrauben für das Fadenkreuz.

d' Correctionschrauben für die Collectivlinse.

f. Gezahnte Triebstange.

A'' Objectivröhre.

g. Schrauben für die Messingfeder, welche A' sichere Führung giebt.

h. Schraube, welche im Verein mit f A' gegen A'' bewegt, zum Einstellen für das Auge des Beobachters.

k. Objectivglas.

l. Röhre zur Aufnahme des Fernrohres.

m. Drehungsaxe für das Fernrohr, aus einem Stück mit l, rechtwinklig zur optischen Axe des Fernrohres.

n. (in der Zeichnung nicht sichtbar, auf der entgegengesetzten Seite von E liegend) Klemmschraube, welche das Fernrohr gegen D' klemmt (für die grobe Bewegung des Fernrohres).

o. Alhidade, fest verbunden mit m.

p. Mikrometerschraube (für die feine Bewegung des Fernrohres).

q. Druckfeder.

B. Röhrenlibelle.

r. Justirschraube.

r' Vorsteckstift.

s. Fußplatte für B, auf dem Lineal ruhend.

s' Schmale abgeschrägte Seiten von s, welche unter u und v'' geschoben werden.

C. Vierkantige Träger säule.

t. Gabelung derselben, zur Aufnahme von m bestimmt.

u. Fußplatte für C, festgeschraubt auf G.

D. Limbus, in sechsstel Grade eingetheilt.

v. Nullpunkt des Limbus.

D' Parallelobogen für D, zum Halt für n dienend.

v' Fußplatten für D und D', fest auf G geschraubt.

v'' Fußplatte für z''.

E. Nonius, vortragender Complementar-Nonius, gestattet das Ablesen von Winkelminuten.

w. Nullpunkt des Nonius.

x. Justirschrauben für den Nonius.

y. Bewegliche Lupe zum Ablesen der Winkel.

G. Lineal der Kippregel.

z. } Stellschrauben zur Horizontalstellung von G.

z' }

z'' Feder auf dem Lineal zum Auffangen des Stoßes, wenn A sich plötzlich senkt.

J. Orientirboussole.

a. Magnetnadel.

a' Hütchen.

b. Gradeintheilung.

c. Arretirungs-Vorrichtung.

d. Schraube zum Befestigen von J auf G.

K. Metermaßstab.

Das Fernrohr ist nicht im Schwerpunkt aufgehängt, bewegt sich um m und wird durch n resp. D' festgehalten. Wird n gelöst, so muß A mit der Hand unterstützt werden; es bewegen sich alsdann um die Axe von m: A nebst Zubehör, l, m, n, o, p, q, E, y und K; alle anderen Theile stehen fest. Wird n festgestellt, so bewirkt eine Drehung von p, im Verein mit dem Gegendruck von q, die feine Bewegung in der Vertikalebene aller vorgenannten Theile, mit Ausnahme von n und p.

Steht das richtig gearbeitete Instrument auf genau horizontaler Grundlage und Nullpunkt des Nonius auf Nullpunkt des Limbus, so muß die Blase

des Röhrenniveaus in der Mitte einspielen, die optische Axe des Fernrohrs genau horizontal stehen.

§ 21.

d. Rippregel M/75.

(Siehe VIII. 26, 27, 28 und IX. 29, 30, 31.)

A. Fernrohr.

A' Ocularröhre.

- a. Verstellbare Ocularlinse.
- b b. Sitz des Fadencreuzes.
- b' b' b'' Diaphragma (siehe IX. 30).
- c. Collectivlinse.
- c' } Röhrcben für c.
- c'' }
- d. } Correctionschrauben zur Verschiebung resp. Regulirung der
- d' } Stellung von c gegen b.
- e. Schutzhülse für die Correctionschrauben, welche zunächst entfernt werden muß, wenn man die Correctionschrauben wirken lassen will.
- e' Schraube, welche e hält.
- f. Gezahnte Triebstange.

A'' Objectivröhre.

- g. Schraube für die Messingfeder, welche A' sichere Führung giebt.
 - h. Schraube, welche im Verein mit f A' gegen A'' bewegt, zum Einstellen für das Auge des Beobachters.
 - i. } Ringe mit Brücken für die Nonien E und E'.
 - i' }
 - k. Objectivglas.
 - k' Schutzhülse.
 - l. Röhre zur Aufnahme des Fernrohrs, welches darin festgeschraubt ist.
 - m. Drehungsaxe für das Fernrohr, aus einem Stück mit l, rechtwinklig zur optischen Axe des Fernrohrs angebracht.
 - m' Grenzmutter für m.
 - n. Klemmschraube, für die grobe Bewegung des Fernrohrs.
 - o. Alhidade, welche mit dem oberen Theile beweglich um m greift und durch Anziehen von n unbeweglich mit m verbunden wird.
 - p. Mikrometerschraube, für die feine Bewegung des Fernrohrs.
 - q. Drucknadel, mit Spiralfeder in einer Hülse.
- p und q wirken entgegengesetzt auf das untere Winkelstück von o, so daß, wenn n festgeklemmt ist, der Druck von p und q durch Vermittelung von o auf m und A sich überträgt.

B. Reversionslibelle.

- r. Träger derselben.
- r' Justirschraube.
- r'' Klemmschrauben, welche nach ausgeführter Justirung angezogen werden.
- s. } Schutzhülsen.
- s' }

C. Dreibeiniger Bod.

t. Buchse für m.

u. Schrauben, welche zwei Beine des Bodest fest mit dem Lineal verbinden (mit Gegenschrauben).

u' Correctionschraube, welche das dritte Bein des Bodest höher oder tiefer stellt und dadurch die rechtwinklige Stellung der unteren Fläche des Lineals zur Bewegungsebene der optischen Axe des Fernrohrs zu reguliren ermöglicht.

u'' Klemmschraube, zur Feststellung von u'.

u''' Justirschrauben.

u⁴ Einfache Befestigungsschraube.

D. Doppelter Limbus, in drittel Grade eingetheilt.

v. } Nullpunkte des Limbus, deren Verbindungslinie durch die
v' } Drehungsaxe des Fernrohrs geht.

D' Träger, welche D fest mit C verbinden.

E. } Nonien, vortragende Complementar-Nonien, welche das Ablesen von
E' } Winkelminuten gestatten.

w. } Nullpunkte der Nonien.

w' } Justirschrauben für die Nonien.

x. Klemmschrauben, welche nach ausgeführter Justirung angezogen werden.

F. Fußröhrenlibelle, zur Beurtheilung der genauen Horizontalstellung des Lineals.

y. } Justirschrauben für F.
y' }

G. Lineal der Rippregel.

z. } Handhaben zum Anfassen bei der Arbeit mit der Rippregel.
z' }

H. Doseniveau.

J. Orientirboussole.

a. Magnetnadel.

a' Hüthchen.

b. Gradeintheilung.

c. Arretirungsvorrichtung.

K. Metermaßstab.

Das Fernrohr ist im Schwerpunkt aufgehangen und zum Durchschlagen eingerichtet, wobei aber k' abgenommen werden muß; nach dem Durchschlagen liegt v an w' und v' an w. B steht alsdann über dem Fernrohr. Das Fernrohr befindet sich alsdann in „zweiter Lage“.

Ist n gelöst, so kann sich das Fernrohr in der Vertikalebene um m bewegen, mit ihm bewegen sich alsdann das Zubehör von A, B, E und E'.

§ 22.

e. Rippregel M/74.

(Siehe III. 15.)

Dieselbe weicht von der vorigen hauptsächlich darin ab, daß die Verbindung zwischen Fernrohr und Lineal durch eine Säule C, statt durch einen dreibeinigen Bod, hergestellt ist; die Fußplatte u der Säule ist justirbar am Lineal angebracht. Das Nöhrenniveau B liegt in erster Lage des Fernrohrs über

demselben. Die Vorrichtung zur feinen Vertikalbewegung des Fernrohrs liegt im Innern von C und besteht in einem mit der horizontalen Drehungsaxe m verbundenen Hebel, gegen welchen von einer Seite eine Feder, von der anderen p wirkt. Statt des Dofenniveaus hat das Instrument zwei kleine, im rechten Winkel zu einander stehende, auf der Fußplatte der Säule angebrachte Nöhrenlibellen.*)

A. Fernrohr.

- l. Nöhre, durch welche A gesteckt ist.
- m' Grenzschraube, für die horizontale Drehungsaxe m.
- n. Klemmschraube (für die grobe Bewegung des Fernrohrs).
- p. Mikrometerschraube (für die feine Bewegung des Fernrohrs).

B. Compensations-Libelle.

- r. Träger derselben, mit Ringen, die um A greifen.
- r' Justirschrauben derselben.
- r'' Stifte, um welche B beim Durchschlagen des Fernrohrs sich dreht. (Längenaxe von B.)
- r''' Klemmschraube für r''.

C. Säule.

- t. Buchse für m.
- u. Fußplatte für C.
- u' Horizontale Drehungsaxe für u.
- u'' Justirschraube, durch welche C in rechtwinklige Lage zur unteren Linealfläche gebracht wird, nebst Gegenschraube.

D' Limbusträger.

F. Fußröhrenlibelle.

- y. Justirschraube derselben.

G. Lineal der Rippregel.

J. Orientirbouffsole.

K. Metermaßstab.

Ist das Instrument M/75. und M/74. richtig gearbeitet, so muß, wenn v auf w trifft, auch v' genau mit w' zusammenfallen. Wird in dieser Stellung das Instrument auf einer genau horizontalen Ebene aufgestellt, so müssen die Luftblasen sämmtlicher drei Niveaus genau in der Mitte einspielen, die optische Axe des Fernrohrs genau horizontal stehen.

§ 23.

III. Distanzlatte.

(Siehe VI. 20.)

Sie besteht aus einer geraden Latte von trockenem Holze von etwas über 3 m. Länge, ca. 7 cm. Breite und 2 cm. Dicke, sie ist mit Delfarbe gestrichen und trägt auf der vorderen Seite eine Eintheilung auf der Ausdehnung von 3 m., welche so eingerichtet ist, daß je 5 und je 25 cm. übersichtlich zusammen gestellt sind, während die ganzen Meter außerdem noch durch rothe Striche und eiserne Bolzen besonders markirt sind. Zum leichteren Transport ist die Latte zum Zusammenklappen eingerichtet; am unteren Ende trägt sie einen spitzen eisernen Schuh, um sie in die Erde einstecken zu können. Um sie auf größere Entfernungen im Terrain leichter auffinden zu können, wird in das obere Ende ein weiß-rothes Fähnchen gesteckt.

*) Die Ocularröhre mit den innen befindlichen Theilen ist anders als wie bei den Rippregeln M/75.; es wird jedoch beabsichtigt, allmählig diese Theile denen der letzteren Construction gleich zu machen.

B. Einfache Anwendung der Instrumente.

§ 24.

A. Aufstellen des Meßtisches.

(Siehe I. 6, — II. 9_b, — III. 12, — IV. 17, — V. 18.)

In die Muttern der Meßtischplatte werden zunächst die drei Schrauben lose eingesetzt und die Platte alsdann auf den Stativkopf befestigt. Die Flügelmuttern der Stativbeine werden gelöst, die Spiralfeder (d) beim Stativ M/75. und verbesserten Baumann'schen so weit zusammen gepreßt, daß die Platte nicht klappt. Alsdann wird der Tisch auf festem Erdboden derart aufgestellt, daß man zwei Stativbeine mit den Händen erfaßt, die Tischplatte gegen die Brust stützt, das dritte Bein, etwa einen halben Meter von dem Punkte entfernt, über welchem die Mitte des Tisches stehen soll, auf den Boden setzt, die Tischplatte nach dem Augenmaß in eine annähernd horizontale Lage bringt und alsdann die beiden anderen Beine niedersinken läßt, wodurch der Tisch auch auf unebenem Terrain eine annähernd horizontale Aufstellung erhält. Alsdann werden die Flügelmuttern (y) soweit angezogen, daß sie mäßig fest anstehen, die Kippregel resp. das Doseniveau auf die Tischplatte gesetzt und die letztere genau horizontal gestellt. Bei den Stativen älterer Construction, welche im Kopf keine Stellschrauben haben, wird diese Horizontalstellung lediglich durch Eintreten der Stativbeine, welche zu diesem Zweck einen Absatz haben, bewirkt; die Blase des Doseniveaus resp. der Fuhröhrenlibellen muß zum Einspielen auf die Mitte gebracht werden. Bei den Stativen, deren Kopf Stellschrauben hat, bedient man sich dazu auch der Stellschrauben (h).

Nunmehr werden die Flügelmuttern der Stativbeine ganz fest angezogen, die Klemmschraube m festgestellt.

Will man die Meßtischplatte so genau als möglich horizontal stellen, so muß man sich dazu einer genau justirten Nöhrenlibelle bedienen; dieselbe wird abwechselnd in zwei rechtwinklig zu einander stehenden Richtungen auf die Tischplatte gesetzt und dieselbe nach und nach immer wieder zum Einspielen gebracht. (Siehe § 15, Seite 16, sowie Seite 40 und 41.)

§ 25.

B. Allgemeine Behandlung der Kippregel.

Das Herausnehmen der Kippregel aus dem Transportkasten und das Hineinlegen derselben nach vollendeter Arbeit ist stets mit großer Behutsamkeit auszuführen, namentlich ist dieselbe niemals an solchen Theilen zu ergreifen, welche beweglich resp. justirbar mit dem Lineal verbunden sind. Vor Allem aber ist ein Halten der Kippregel am Fernrohr unter allen Umständen zu vermeiden.

M/B. wird ohne Benutzung des Bügelständers C schwer zu handhaben ein, wo es aber irgend angeht, hat man dies zu vermeiden und die Kippregel nur vermittelst des Lineals zu regieren.

M/D. faßt man an den Stellschrauben z und z', so lange man das Lineal G selber nicht fassen kann.

M/75. und M/74. werden an den R nöpfen z und z' gehandhabt.

Nach vollendeter Arbeit hat man sich allgemein davon zu überzeugen,
 daß die Magnetnadel gut arretirt ist,
 daß die Schutzhülse (k') auf das Objectivende des Fernrohrs ge-
 steckt ist,
 daß die Ocularröhre A' ganz hineingeschraubt ist.

Speciell ist noch zu beachten:

bei M/B.:

daß n lose ist, damit A die richtige Lagerung im Kasten finde, oder je nach der Construction des Kastens, daß der Nullpunkt des Nonius den für die erforderliche Depression des Fernrohrs nöthigen Winkel anzeigt und n alsdann festgeschraubt wird;

bei M/D.:

daß B entweder aus den Lagern genommen und an seinen Platz im Kasten gestellt wird, oder daß der Vorstecker r' so fest sitzt, daß die Libelle beim Transport nicht aus den Lagern fallen kann, daß n zunächst lose ist, damit A die richtige Lagerung im Kasten finde; dann wird n festgestellt;

bei M/75. und M/74.:

daß die Schutzhülsen s und s' über die Libelle B geschoben sind, daß p möglich weit herausgeschoben ist, um die Federkraft von q nicht zu schwächen,
 daß n gelöst ist, damit A die richtige Lagerung im Kasten erhalten kann.

§ 26.

C. Bestimmung von Richtungslinien.

Die zu bestimmenden Richtungslinien werden (mit geringen Ausnahmen) stets gebildet durch den Standpunkt des Aufnehmers und ein Object: trigonometrischer Punkt, Kirchturm *cc.* oder Distanzlatte. Dabei unterscheiden sich zunächst zwei Fälle:

entweder ist der Standpunkt des Aufnehmers durch einen Bildpunkt auf der Meßtischplatte schon markirt, und es soll die Richtungslinie, in welcher ein festzulegendes Object liegt, bestimmt werden, oder umgekehrt.

Ein dritter Fall wäre der, daß die Lage beider Punkte auf der Tischplatte schon bestimmt wäre.

In allen Fällen ist die Voraussetzung, daß der Meßtisch genau horizontal und unverrückbar aufgestellt ist (Klemmschraube m muß arretirt sein), sonst erhält man schließlich kein Bild in der Horizontalprojection.

Im ersten Falle legt man die Ziehkante des Kippregellineals an den, dem Standpunkte in der Natur entsprechenden Bildpunkt der Meßtischplatte und schiebt nun, indem man durch das Fernrohr sieht (dessen Schraube n gelöst sein muß), das Instrument so lange hin und her, bis der senkrechte Faden des Fadentkreuzes das Object genau in der Mitte schneidet (eine Einstellung des mittleren Horizontalfadens ist nicht erforderlich); dabei überzeugt man sich, daß die Linealkante scharf den Bildpunkt berührt. Ist dies geschehen, so zieht man mit einem sehr spitzen, ziemlich harten Bleistift (Faber Nr. 4) eine Linie hart an der Visirkante nach vorwärts, und zwar genügt es, diese Linie in der Gegend anzugeben, welche der Lage des anvisirten Objectes auf dem Papier annähernd entspricht.

Zu zweiten Falle verfährt man ganz analog, nur daß die Visirlinie rückwärts statt vorwärts gezogen wird.

Zu dritten Falle braucht man beide Punkte nur durch eine an einem Lineal gezogene gerade Linie zu verbinden resp. die Ziehkante der Kippregel scharf an beide anzulegen (siehe Orientirung).

Voraussetzung ist dabei allgemein, daß die optische Aze des Fernrohrs in derselben Vertikalebene mit der Ziehkante des Lineals sich befinde, oder doch parallel mit ihr sei und nicht zu weit von ihr abliege.

§ 27.

D. Messen von Horizontalwinkeln.

Dasselbe wird mit der Kippregel nur graphisch dadurch ausgeführt, daß man in der eben angegebenen Weise die Richtungslinien der Winkelschenkel auf dem Papier bestimmt. Die erhaltenen Winkel sind nicht denen der Natur gleich, sondern sie sind die Projection derselben auf die Horizontalebene.*)

Die Ausführung ist entsprechend derjenigen der Richtungslinien.

Entweder wird der Winkel adb (siehe XII. 45) durch Vorwärtsziehen zweier Richtungslinien ad und bd gewonnen (Vorwärtsabschneiden), wozu die Aufstellung auf zwei verschiedenen Punkten A und B erforderlich ist,

oder (siehe XI. 43. O') Winkel $a o' b$ durch Rückwärtsziehen der Richtungslinien $a o'$ und $b o'$ (Rückwärtsabschneiden), wozu nur die Aufstellung in einem Punkte o' erforderlich ist,

oder endlich (siehe XII. 46. D) kann ein Winkel adb auch dadurch geschaffen werden, daß nur eine Richtungs- (Visir-) Linie bd zu einer schon vorhandenen ad , in welchen man steht, gezogen wird (Seitwärtsabschneiden).

Will man die Winkel in Graden ausgedrückt erhalten, so muß man sie mit dem Transporteur messen.

§ 28.

E. Messen von Vertikalwinkeln.

Während bei den Horizontalwinkeln beide Schenkel eine beliebige Richtung haben können, liegt bei den Vertikalwinkeln der eine Schenkel immer fest, nämlich in der Horizontalebene, welche durch die Oberfläche der horizontal stehenden Meßtischplatte, oder genauer durch die optische Aze des Fernrohrs bei horizontaler Lage derselben dargestellt wird.

Daher kommt es auch, daß beim Messen von Horizontalwinkeln eine ganz genaue Horizontalstellung der Meßtischplatte nicht in dem Grade erforderlich und von Einfluß auf das Resultat ist, wie bei dem Messen von Vertikalwinkeln.

Vertikalwinkel, deren nicht horizontaler Schenkel sich über dem horizontalen erhebt, heißen Elevations-, Höhen- oder positive Winkel; solche dagegen, deren nicht horizontaler Schenkel unter dem horizontalen liegt: Depressions-, Tiefen- oder negative Winkel. Der nicht horizontale Schenkel wird gebildet durch die Verbindungslinie des anzuweisenden Objectes mit dem Schnittpunkt der optischen und der Drehungs-Aze des Fernrohrs, welcher also der Scheitelpunkt für alle Vertikalwinkelmessungen ist. Die optische

*) Geringe Abweichungen der Meßtischplatte von der horizontalen Stellung wirken auf die Richtigkeit des Resultats nicht ein.

Axe des Fernrohrs muß in die Richtung dieses nicht horizontalen Schenkels gebracht werden, wenn man Vertikalwinkel messen will.

Steht die Oberfläche des Nivestisches genau horizontal, und ist die Kippregel in allen ihren Theilen richtig, so ist das Verfahren zur Ermittlung des richtigen Vertikalwinkels einfach folgendes:

Man richtet die Kippregel, deren Ziehkante an keinen Punkt der Nivestischplatte gebunden ist, so, daß das Object im Gesichtsfelde des Fernrohrs erscheint und annähernd am senkrechten Faden liegt. Dabei ist die Klemmschraube *n* des Fernrohrs zunächst lose; befindet sich der mittlere Horizontalfaden annähernd am Objectpunkte, so klemmt man die Klemmschraube *n* fest und läßt nun die Mikrometerschraube *p* so lange wirken, bis der mittlere Faden genau den anzuvisirenden Punkt schneidet. Nun liegt die optische Axe des Fernrohrs im nicht horizontalen Winkelschenkel.

Alsdann liest man den Vertikalwinkel am Limbus mit Hilfe des Nonius einfach ab. Die Vertikalwinkel können sowohl positiv als negativ sein; im ersteren Falle liegt das Object höher als die Fernrohroptik, und dann steht das Objectivende des Fernrohrs höher als das Ocular. Bei negativen Winkeln ist dies umgekehrt. Auf dem Limbus der Kippregel ist, um Irrthümern vorzubeugen, die Seite der positiven Winkel durch + und die der negativen Winkel durch — markirt; bei den Kippregeln M/74. und M/75. ist dem entsprechend der am Objectivende liegende Limbus entgegengesetzt dem am Ocularende (bei erster Lage des Fernrohrs) befindlichen Limbus bezeichnet.

Beim Ablesen der Winkel kommt es lediglich darauf an, die Stellung der beiden Nullpunkte (des Nonius und des Limbus) zu einander zu ermitteln. Zunächst überzeugt man sich davon, ob der Winkel + oder — ist und dann liest man zunächst die ganzen, halben oder drittel Grade ab.*) Fällt dann der Nullpunkt des Nonius nicht mit einem Theilstrich des Limbus zusammen, so bestimmt man die Differenz mit Hilfe der Noniustheile; z. B. zunächst abgelesen: 3 volle Grad und zwei drittel Grad, also Winkel gleich + 3° 40'; außerdem fällt der 7. Theilstrich des Nonius mit einem Limbustheil zusammen, also müssen noch 7 Minuten dazu gezählt werden, mithin ist der ganze Winkel gleich + 3° 47'.

Man muß besonders darauf achten, daß man zum Ablesen der Minuten auch die richtige Hälfte des Nonius wählt; es ist dies immer diejenige, welche in gleicher Richtung mit dem Theil des Limbus, auf welchem der Nullpunkt des Nonius steht, beschrieben ist, da nur vortragende Nonien bei den Kippregeln der Preussischen Landes-Aufnahme zur Anwendung kommen.

Bei Messungen von besonderer Wichtigkeit controlirt man durch Ablesen am Complementar-Nonius; in obigem Beispiel müßte dort der 20—7te = 13te Noniusstrich mit einem Limbustheil zusammenfallen. Bei den Kippregeln M/74. und M/75. controlirt man durch Ableesungen auf beiden Hälften des Gradbogens.

Anmerkung.

Die Resultate der einfachen Winkelmessung sind nur dann richtig, wenn weder Fehler in der Construction der Instrumente, noch in deren Aufstellung

*) Selbstverständlich muß man die Eintheilung des Limbus, ob in halbe, drittel oder sechstel Grade getheilt, vorher festgestellt haben.

vorhanden sind. Erfahrungsmäßig trifft dies aber fast niemals zu. Werden diese Fehler ihrem Werthe nach bestimmt und in Rechnung gestellt, so erhält man richtige Resultate. Das Nähere hierüber ist unter „Prüfung u. der Instrumente“ und unter „zusammengesetzte Operationen mit Meßtisch und Kippregel“ angegeben. (Siehe Kap. II u. III.)

§ 29.

F. Messen von Entfernungen.

Das Messen von Entfernungen bis zu 600 m. geschieht meistens auf directem Wege durch Anwendung der Distanzlatte im Verein mit der Kippregel; größere Entfernungen können auf diese Weise ebenfalls, und zwar durch Wiederholung des Verfahrens, gemessen werden. Man kann aber auch auf indirectem Wege mit Meßtisch und Kippregel Distanzen messen, ohne Anwendung der Distanzlatte, und zwar durch Festlegen von Punkten vermittelt mehrerer Visirlinien. Hier soll nun zunächst von Ersterem die Rede sein, während Letzteres unter: „zusammengesetzte Operationen“ (§§ 101—108, Seite 60 bis 63) abgehandelt werden wird.

Unter der Voraussetzung, daß die auf dem Meßtisch stehende Kippregel auf die in beliebiger Distanz (bis zu 600 m.) aufgestellte Latte gerichtet ist, — daß die Kippregel und die Distanzlatte sich in gleicher Höhe befinden — und daß die Latte senkrecht, also rechtwinklig, zur horizontalen Fernrohrlinse und parallel mit dem vertikalen Faden steht, wird man zwischen den beiden äußeren Horizontalfäden des Fernrohrs eine bestimmte Zahl (a) von Centimetern erblicken (siehe VI. 23). Kennt man die jedesmalige Entfernung der Latte vom Meßtisch D , so wird gemäß der Construction des Fadenkreuzes bei M/B. und M/D.*) sich a zu D immer verhalten wie 1 zu 100. Es entsteht nämlich immer ein gleichseitiges Dreieck, dessen Winkel an der Spitze constant, dessen Basis a und dessen Höhe D ist; da nun der Winkel an der Spitze constant ist, so muß auch das Verhältniß zwischen a und D immer constant, nämlich 1:100 sein. Liest man daher x cm. auf der Latte ab, so ist

$$D = 100 \cdot x \text{ cm.} = x \text{ m.}$$

Daraus ergibt sich die praktische Regel:

Will man auf ebenem Boden eine Distanz messen, so stellt man sich mit dem Tisch auf einem Endpunkt der zu messenden Linie auf, sendet die Latte auf den anderen, läßt sie senkrecht aufstellen und sieht nun nach, welche Zahl von Centimetern zwischen den beiden äußeren Horizontalfäden sichtbar ist. Die Zahl der abgelesenen Centimeter entspricht alsdann der Entfernung der Latte vom Tisch, in Metern ausgedrückt. (Siehe VI. 20.) Die Fäden cd und gh umfassen 14 kleine Rechtecke von je 5 cm., also $5 \cdot 14 = 70$ cm. Die Entfernung der Latte beträgt daher 70 m. Würden dagegen z. B. 110 cm. abgelesen, so würde die Latte 110 m. entfernt sein.

Da die Eintheilung der Latte 3 m. lang ist, so würde man mit den äußeren Fäden nur bis 300 m. Entfernung messen können. Wenn die Latte auf 300 m. aufgestellt ist, so werden die beiden äußeren Horizontalfäden gerade die 3 m. lange Eintheilung derselben einschließen (siehe VI. 20 a), ein äußerer und der mittlere umfassen 1,5 m. gleich 150 m. Man könnte mithin diese Entfernung von 300 m. auch dadurch messen, daß man die Zahl der

*) M/74. und M/75. siehe unten.

von einem äußeren und dem mittleren Horizontalfaden auf der Latte umfaßten Centimeter (hier 150) mit zwei multiplicirt und in der hierdurch erhaltenen Anzahl von Centimetern die Entfernung der Latte in Metern erhält. Dies Verfahren ist auf jeder beliebigen Distanz (bis 600 m.) anwendbar.

Wird die Distanz weiter als 300 m., so erscheint die Latte im Gesichtsfelde so klein (siehe VI. 20_b), daß beide äußere Horizontalfäden sie nicht mehr fassen; man stellt alsdann einen der äußeren Fäden auf einen der Endpunkte der Eintheilung und zählt die Zahl der Centimeter, welche alsdann der mittlere Horizontalfaden abschneidet, z. B. 165; dieselbe multiplicirt man alsdann mit 2 und erhält auf diese Weise die Entfernung der Latte in Metern, z. B. 2 · 165 m. = 330 m.

Steht die Latte auf 600 m. Entfernung, so wird ein äußerer und der mittlere Faden gerade die Theilung von 3 m. umfassen. (Siehe VI. 20_c.)

Dies ist also die äußerste Distanz, welche man mit M/B. und M/D. noch messen kann. Wird die Distanz größer als 600 m., so fassen nämlich auch der mittlere und ein äußerer Faden die Latte nicht mehr zwischen sich. (Siehe VI. 20_d.)

Das Einstellen der Horizontalfäden auf das Lattenbild wird am zweckmäßigsten derart ausgeführt, daß man einen äußeren Faden auf den unteren oder den oberen Endpunkt der Lattentheilung einstellt.*) Beim Abzählen der vom anderen Faden abgeschnittenen Zahl von Centimetern zählt man zuerst die ganzen Meter (100, 200) dann die Viertelmeter (25, 50, 75) und schließlich die kleinen Rechtecke zu 5 cm. (5, 10, 15, 20).

Etwa überschießende Theilchen taxirt man; z. B. zählt man 100, 125, 150, 155, 160, 163 (event. $163 \cdot 2 = 326$ m.) Entfernung.

Bei den Kippregeln M/74. und M/75. stehen die beiden äußeren Horizontalfäden halb so weit von einander als bei der vorigen (siehe VI. 22); es verhält sich also (siehe VI. 23): a : D stets wie 1 : 200, mithin muß man hier die Zahl der zwischen den beiden äußeren Horizontalfäden abgelesenen Centimeter stets mit 2 multipliciren, um die Entfernung der Latte in Metern richtig zu erhalten. Das Ablesen zwischen dem mittleren und einem äußeren Horizontalfaden wendet man bei diesem Instrument nicht an. Man könnte allerdings mit diesem Instrument der Theorie nach bis 1200 m. messen, in der Praxis aber verbietet sich dies dadurch, daß auf Entfernungen über 600 m. die Fernröhre doch nicht mehr scharf genug sind, um die Theilung an der Latte noch deutlich erkennen resp. ablesen zu können.

Stehen Meßtischplatte und Distanzlatte nicht in derselben Horizontalebene, so erfordert das Messen von Distanzen die Berücksichtigung des Vertikalwinkels, welchen der Lattenpunkt mit dem Aufstellungspunkt des Meßtisches resp. die Fernrohrröhre mit dem Horizont bildet.

Ist dieser Winkel nicht größer als 2 Grad, so wird dadurch die Richtigkeit der Distanzmessung nicht berührt.

Steht dagegen die Latte wesentlich höher oder tiefer als die Kippregel, so entspricht die Zahl der abgelesenen Centimeter nicht mehr der Horizontal-Entfernung in Metern. Näheres siehe Rotentafel Seite 32 und 42.

*) Letzteres ist im Allgemeinen vorzuziehen, weil der Fuß der Latte häufig durch Terrainwellen oder die Bewachung des Bodens verdeckt wird.

§ 30.

G. Messen und Auftragen graphischer Entfernungen.

Hat man auf der Meßtischplatte irgend eine Linie, gebildet durch zwei Punkte a und b, welche zwei Naturpunkten A und B entsprechen, und will man die Entfernung der Punkte A und B in Metern ausgedrückt erhalten, so verfährt man folgendermaßen:

Man nimmt die Entfernung a b in den Zirkel und geht damit auf den Maßstab K der Kippregel (siehe VIII. 28). Man tarirt zunächst die je 1000 m. — z. B. zwischen 2000 und 3000 m. —, setzt die eine Zirkelspitze in die erforderliche senkrechte Linie für die ganzen Tausender (hier c d) und sieht nun nach, wohin die andere Zirkelspitze fällt. Zeigt sie nicht genau auf 100, 200 ... m., so schiebt man beide Zirkelspitzen parallel der Grundlinie des Maßstabes so lange in die Höhe, bis die andere Zirkelspitze einen Kreuzungspunkt der Transversalen trifft. Alsdann liest man ab, z. B. $a b = 2000 + 700 + 20 = 2720$ m. — Ueberschießende Stückchen werden tarirt.

Ist die zu messende Linie länger als der Maßstab, so ist dieselbe stückweise zu messen. Man nimmt alsdann eine beliebige Entfernung, z. B. 3000 m., vom Maßstab in den Zirkel, legt an die Punkte a und b der Meßtischplatte ein Lineal an — z. B. das der Kippregel — und sieht nun nach, wie oft in der zu suchenden Linie 3000 m. enthalten sind; der Rest wird wie oben gemessen, z. B. $3000 + 3000 + 1170 = 7170$ m.

Hat man umgekehrt eine gegebene natürliche Länge, welche man im verjüngten Maßstab auf die Tischplatte auftragen soll, so bestimmt man dieselbe ihrer Ausdehnung nach auf dem Papier zunächst durch Abgreifen mit dem Zirkel vom Maßstab. Alsdann trägt man sie mit dem Zirkel auf die Tischplatte auf. Soll dies von einem bestimmten Punkte aus und in bestimmter Richtung geschehen, so legt man die Ziehkante des Kippregellineals an den entsprechenden Bildpunkt, bringt dasselbe — event. durch Anvisiren eines Objectes — in die erforderliche Richtung, setzt eine Zirkelspitze in den Bildpunkt und die andere scharf an die Ziehkante des Lineals, so ergiebt der Stichpunkt der letzteren den gesuchten Punkt.



II. Kapitel.



Fehler der Instrumente, Prüfung und Beseitigung derselben.

§ 31.

Anmerkung.

Erfahrungsmäßig sind die Verbindungen der einzelnen Theile der Instrumente durch Schrauben u. s. w. nicht so fest, daß sie beim Transporte nicht Veränderungen erlitten, welche eine fehlerhafte Beschaffenheit des Instrumentes, mithin auch unrichtige Resultate der Messungen, hervorbringen. Besonders ist dies bei den Kippregeln M/74. und M/75. der Fall, bei denen viele Theile justirbar, in Folge dessen aber auch wandelbar mit einander verbunden sind, während bei der Breithaupt'schen und Dänischen Kippregel die entsprechenden Theile fest, daher aber auch schwer justirbar, mit einander verbunden sind.

Ehe man daher Messungen mit den Instrumenten ausführt, hat man sich von der Richtigkeit resp. guten Beschaffenheit des Meßapparates zu überzeugen; dies ist namentlich beim Beginn der Feldarbeiten am Versammlungs-orte der Vermessungs-Section, sowie auch im Verlaufe der Vermessungen, jedesmal aber dann auszuführen, wenn der Apparat besonders schwierige Transporte auszuhalten gehabt hat, oder wenn man Messungen von besonderer Wichtigkeit vornehmen will.

Es werden diejenigen kleineren Reparaturen und Correctionen besonders hervorgehoben werden, deren Ausführung dem Topographen gestattet ist; für alle anderen nicht genannten muß die Ausführung dem Mechaniker überlassen bleiben.

A. Prüfung des Meßtisches.

§ 32.

A. Allgemeine Anforderungen an die Festigkeit des Meßtisches.

Hat man den Tisch nach § 24 aufgestellt, so muß nun derselbe so fest stehen, daß ein sanfter seitlicher Druck die Meßtischplatte nicht wesentlich aus der Richtung bringt, und daß dieselbe jedenfalls in ihre erste Stellung zurückfedert; ein mäßiger Druck von oben darf nicht eine dauernde Senkung der Tischplatte nach der gedrückten Seite verursachen.

B. Vorkommende Fehler.

Folgende Fehler finden sich mitunter am Stativ (siehe I. 6, — II. 8^a und 8^b, — IV. 17, — V. 18):

§ 33.

a. Unzulängliche Kraft der Spiralfeder.

Ist die Kraft der Hand im Stande, die Spiralfeder (d) durch die Schraube (c) völlig zusammenzudrücken, so ist die Spiralfeder zu schwach und muß durch eine andere ersetzt werden. — Zur Schonung der Spiralfeder ist es nothwendig, sie nach der Tagesarbeit abzuspannen.

§ 34.

b. Unvollkommene Arretirung der Tischplatte.

(Siehe I. 6, — III. 11, 12 und 13, — IV. 17, — V. 18.)

Man zieht die Klemmschraube m fest an und visirt mit der Rippregel irgend einen entfernten Gegenstand scharf an; übt man nun einen mäßigen seitlichen Druck auf die Tischplatte aus, so muß sie vollständig zurück federn und das vorher anvisirte Object wieder scharf geschnitten werden. Ist dies nicht der Fall, also hat die Tischplatte nach ihrer Arretirung noch einen horizontalen Spielraum, so genügt das Stativ nicht, denn man ist bei der Arbeit nie sicher, daß der Tisch seine richtige Orientirung noch behalten hat.

Beim einfachen und verbesserten Baumann'schen Stativ (siehe III. 12 und I. 6) liegt es meistens daran, daß die Gewinde der Mikrometerschraube nicht fest in die Zähne des Ringes greifen (siehe §§ 7 und 8); dem Uebelstand ist durch den Topographen leicht dadurch abzuhelfen, daß die Schrauben q'' und q''' gelöst, die Mikrometerschraube fester in die Zähne eingepreßt und dann die Schrauben q'' und q''' wieder fest angezogen werden.

Beim verbesserten Baumann'schen und beim Stativ M/75. (siehe I. 6, — IV. 17 und V. 18) liegt der Fehler oft darin, daß die Muttern der Stellschrauben h ausgeleiert sind; der Topograph kann dies durch Anziehen der Klemmschrauben i beseitigen (siehe § 9).

Beim Stativ M/75. wird dieser Fehler auch wohl dadurch verursacht, daß die Kugelmuttern o und o' nicht mehr fest in ihren Lagern ruhen; der Topograph kann dies durch Anziehen der Schrauben q und q' beseitigen.

Läßt der Fehler sich auf die angegebene Weise nicht beseitigen, so ist das Stativ als ungeeignet zurückzugeben. Bei allen Stativen endlich kann das Wackeln der Eisenschuhe an den Füßen diesen Fehler hervorbringen. Dieselben müssen in diesem Falle wieder fest angeschlagen werden.

§ 35.

c. Unregelmäßige Stellung der vertikalen Drehungsaxe im Stativkopf zur Oberfläche der Tischplatte.

(Siehe II. 8^a und III. 11.)

Man löst die Klemmschraube m und dreht die Tischplatte langsam herum, wobei die Libellen der Rippregel dauernd einspielen müssen.*) Thun sie dies nicht, so steht die Drehungsaxe nicht senkrecht zur oberen Fläche der Tischplatte. Dieser Fehler kann nur durch den Mechaniker beseitigt werden; unbrauchbar aber macht er den Apparat nicht, er hat nur die unangenehme Folge, daß man beim Stationiren die Horizontalstellung des Tisches wiederholen muß, nachdem die richtige Orientirung gewonnen ist.

*) Wenigstens einigermaßen.

§ 36.

d. Ungleichmäßige Dicke der Tischplatte.

Sie hat dieselbe Wirkung wie der eben genannte Fehler und wird auf dieselbe Weise geprüft; dieser Fehler aber kann durch den Topographen beseitigt werden, indem er an derjenigen Befestigungsschraube, welche in die dünnere Seite der Tischplatte greift, zwischen den Teller a des Stativkopfes und die Niveltischplatte Papierblättchen klemmt. Durch wiederholte Beobachtungen in obiger Weise kann der Topograph constatiren, ob der Fehler durch ungleichmäßige Dicke der Tischplatte oder durch schiefe Stellung der Drehungsaxe hervorgerufen war, und ob seine Correctur an der richtigen Stelle angebracht wurde.

§ 37.

e. Unebenheiten auf der Tischplatte.

Ob die Tischplatte in allen Theilen eben ist, prüft man, indem man ein zuverlässiges Lineal (etwa das vorher geprüfte Lineal der Kippregel) mit der scharfen Kante über die Platte führt und von der Seite beobachtet, ob dasselbe überall gleichmäßig aufliegt. Eine Correctur durch den Topographen ist nicht möglich, die Platte daher als ungeeignet zurückzugeben, da dieser Fehler namentlich für Prüfung der Kippregel nebst Zubehör, resp. für Höhenmessungen höchst nachtheilig wirkt.

§ 38.

f. Mangelhafte Festigkeit des Tisches.

Die Tischplatte hat im Stativ nicht eine so feste Stütze, daß sie nicht aus ihrer Lage käme, je nachdem die Schwere der Kippregel mehr auf einer oder der anderen Seite der Tischplatte lastet. Dieser Uebelstand ist nie ganz zu entfernen; um ihn bei der Prüfung der Kippregel und bei Justirungen derselben möglichst unschädlich zu machen, muß man bei dieser Gelegenheit die Kippregel stets auf die Mitte der Tischplatte stellen und ferner darauf achten, daß die Libelle, wenn die Kippregel umgekehrt und das Fernrohr durchgeschlagen wird (siehe unten), genau auf derselben Stelle der Tischplatte laste, wie vorher.

B. Prüfung der Kippregel.

§ 39.

Anmerkung.

Im Allgemeinen haben die Topographen sich darauf zu beschränken, daß Vorhandensein etwaiger Fehler durch die Prüfung zu constatiren und, wo es angängig ist, die Größe der Fehler zu bestimmen.

Wenn in nachfolgendem das Verfahren bei sehr feinen Justirungen detaillirt angegeben ist, so ist dies lediglich für völlig ausgebildete Topographen und besonders für diejenigen geschehen, welche die Prüfung und Berichtigung der Instrumente vor deren Abgang von Berlin zu den Vermessungen ausführen.

Jüngere Topographen, die noch nicht völlig mit den Constructions-Principien der Kippregel vertraut sind, haben sich aller Correcturen zu enthalten, oder solche nur mit specieller Genehmigung der Dirigenten auszuführen.

Den Dirigenten wird ein hinreichender Prozentsatz an Reserve-Instrumenten mitgegeben; tritt bei dem Instrument des Topographen ein Mangel ein, so sendet er es an den Dirigenten und erbittet umgehend ein anderes. Dies Verfahren ist zweckmäßiger und weniger kostspielig, als wenn der Topograph selber zu justiren versucht, wobei erfahrungsmäßig die Instrumente sehr leiden.

§ 40.

A. Prüfung des Distanzmessers.

Wenn man beim Durchsehen durch das Fernrohr das Fadenkreuz zu stark, zu schwach oder gar nicht sieht, so schiebt oder zieht man die verstellbare Ocularlinse *a* (siehe VI. 19, — VII. 24, — IX. 29 u. 30) in die Ocularröhre hinein resp. aus derselben heraus, bis das Fadenkreuz dem Auge in der gewünschten Stärke scharf sichtbar ist.

Den Distanzmesser prüft man, indem man sich auf einer geraden, ebenen, gut abgesteinten Chaussee dicht neben oder noch besser über einem Nummersteine aufstellt, die Latte in verschiedenen, markirten Entfernungen (z. B. 20, 50, 100, 250 m.) aufstellt und vermittelt der beiden äußeren Fäden die Zahl der abgeschnittenen Centimeter auf verschiedenen Stellen der Distanzlatte abliest. Hat man eine derartige Chaussee nicht, so muß man zu gleichem Zweck auf ebenem Boden eine gerade Linie von 60, 80 oder 100 m. mit der Latte abmessen und daran die Richtigkeit des Instrumentes prüfen.

Ein etwa entdeckter Fehler hat seinen Grund entweder in zufälliger Verschiebung des Fadenkreuzes resp. der Collectivlinse in der Richtung der Fernrohraxe, oder im Verschieben eines Horizontalfadens in senkrechter Richtung. Der erste Fehler würde durch Vor- resp. Zurückschieben des Ringes, welcher das Fadenkreuz resp. die Collectivlinse trägt, zu beseitigen sein, indem man die Latte auf genau bekannter Entfernung (z. B. 100 m.) aufstellt und das Fadenkreuz resp. die Collectivlinse so lange hin- und herschiebt, bis die beiden äußeren Fäden die erforderliche Anzahl von Centimetern (z. B. 100) genau zwischen sich fassen; diese Correctur kann allenfalls durch diejenigen Topographen ausgeführt werden, welchen der Vermessungs-Dirigent die ausdrückliche Genehmigung ertheilt hat; andernfalls muß das Instrument dem Mechaniker resp. einem alten zuverlässigen Topographen zur Berichtigung überwiesen werden.

Der zweite Fehler würde, wenn der Faden nicht justirbar eingerichtet ist, nur durch den Mechaniker zu beseitigen sein.

Nachdem man die beiden äußeren Fäden geprüft, wiederholt man dies in analoger Weise für je einen äußeren und den mittleren Horizontalfaden; stellen sich hierbei Unregelmäßigkeiten heraus, so notirt man dieselben und berücksichtigt sie späterhin bei der Arbeit; mißt z. B. eine Kippregel nur 96 statt 100 cm. auf 200 m. Entfernung, so giebt man beim Arbeiten mit der Latte auf je 24 abgelesene Centimeter einen zu. Es empfiehlt sich, immer nur dieselben zwei Fäden, etwa den oberen (nach dem Kopf der Latte) und mittleren zum Messen zu benutzen, da dies Irrthümer vermeidet und Schwierigkeiten durch das Verfahren nicht entstehen.

Die vorhandenen Fehler in der Distanzmessung werden wie folgt beseitigt.

Bei Kippregel M/B.

(Siehe VI. 19.) Die Schrauben *d'* sind zu lösen und der Ring *e'* nach Erfordern zu schieben; sodann werden die Schrauben *d'* wieder angezogen.

Eine Correctur durch Auf- und Abwärtschieben eines Horizontalfadens ist bei diesen Kippregeln im Allgemeinen nicht ausführbar, da die betreffende

Vorrichtung fehlt. Es kann deshalb zur Distanzmessung entweder nur die Stellung der beiden äußeren Fäden,*) oder z. B. des oberen und mittleren justirt werden, nicht aber auch des unteren und mittleren.

Bei Kippregel M/D.

(Siehe VII. 24.) Genau wie oben.

Bei Kippregel M/75.

(Siehe IX. 29 und 30.)

Declarlinse a wird abgezogen, die Schraube e' gelöst und die Schutzhülse e entfernt. Hierauf werden die freigelegten Schrauben d und d' gelüftet, und mittelst eines Anziehfestes die Collectivlinse c mit der Hülse e' nach Erfordern vor- oder zurückgeschoben, nachdem man vorher die Declarlinse a wieder an Ort und Stelle gebracht hat.

Danach werden die Schrauben d und d' angezogen, die Schutzhülse e wird übergestreift und mittelst e' befestigt, zuletzt die Declarlinse eingesetzt.

Bei einzelnen Kippregeln M/74. wird statt der Collectivlinse das Fadenzkreuz nach Erfordern verschoben; bei anderen desselben Modells wird einer der Horizontalfäden in senkrechter Richtung bewegt.

Es ist auch rathsam, die Eintheilung der Latte mit Hülfe des Zirkels und eines zuverlässigen Centimetermaßstabes zu prüfen; da die Latten jährlich einen neuen Anstrich erhalten, so sind Fehler immerhin möglich.

§ 41.

B. Prüfung der Linealkante.

Dieselbe muß ganz gerade sein; man verschafft sich Ueberzeugung davon, indem man scharf an derselben entlang auf dem Papier der Meßtischplatte (am Rande) eine feine Bleistiftlinie zieht, dann die Kippregel umsetzt und zusieht, ob die gezogene Linie auch nunmehr in allen Theilen völlig mit der Linealkante zusammenfällt. Ist dies nicht der Fall, so ist das Instrument zur Arbeit nicht geeignet. Bei der Kippregel M/B., M/74. und M/75. ist nur die rechte Linealkante zum Visiren bestimmt, bei M/D. können beide dazu benutzt werden; arbeitet man mit M/74. und M/75. am Rande oder an den Ecken der Meßtisch-Section, so ist, wenn das Instrument links übersteht, dasselbe in Gefahr, vom Tische zu fallen; man arbeitet hier mit dem Fernrohr in zweiter Lage.

§ 42.

C. Prüfung der Orientirbouffsole.

a. Im Allgemeinen.

Die Brauchbarkeit der Bouffsole im Allgemeinen wird folgendermaßen geprüft:

Man stellt die Kippregel auf die horizontale Meßtischplatte, löst die Arretirung und schiebt die Kippregel vorsichtig so lange hin und her, bis die Magnetnadel genau auf den Nullstrich einspielt; ohne den Tisch oder die Kippregel zu berühren, lenkt man nun die Magnetnadel durch Annäherung von Eisen (Zirkel, Taschenmesser etc.) ab und sieht zu, ob sie nachher in regelmäßigen, nicht zu trägen Schwingungen allmählig wieder in der alten Stellung zur Ruhe kommt. Functionirt die Nadel mangelhaft, so muß man an anderen Orten und zu anderen Zeiten das Experiment wiederholen, um die Ueberzeugung zu gewinnen, daß nicht zufällige Störungen eingewirkt haben.

*) In diesem Falle würde man nur bis 300 m. richtig messen können.

§ 43.

b. Unzureichende Kraft der Magnetnadel.

Erweist sich die Bouffole als mangelhaft, und hat dies seinen Grund in einem Nachlassen der magnetischen Kraft, so kann man dieselbe mitunter dadurch wieder beleben, daß man im Zimmer die Arretirung löst und die Nadel sich auf die Dauer einiger Stunden (über Nacht) in den magnetischen Meridian stellen läßt, wobei aber alles Eisen sorgfältig aus der Nähe zu entfernen ist.

§ 44.

c. Anderweitige Mängel.

Mitunter ist der Stift, auf dem die Nadel schwingt, mit einem Grat versehen, so daß die Nadel feststößt; durch Herausdrahen dieses Stiftes und Streichen der Spitze auf einem weichen, straff gespannten Leder läßt dieser Grat sich mitunter beseitigen.

Zeigt sich die Bouffole aber hiernach nicht zuverlässiger, so muß sie durch den Mechaniker untersucht resp. corrigirt werden.

Der Topograph hat sich zu überzeugen, daß der Glasdeckel des Kastens ganz dicht anschließt, und daß überhaupt keinerlei Oeffnungen oder Ritzen in demselben sich befinden, durch welche Staub und Feuchtigkeit eindringen können; sind solche vorhanden, so werden sie durch Einklemmen oder Ueberkleben mit feinen Papierblättchen geschlossen. Staub und Feuchtigkeit wirken erfahrungsmäßig am häufigsten zerstörend auf die Bouffole.

§ 45.

d. Parallelität der einspielenden Magnetnadel mit der Linealkante.

Es ist von geringer praktischer Bedeutung, wenn die einspielende Magnetnadel nicht genau parallel zur Kante des Lineals ist; die Nordlinie auf dem Tisch entspricht dann einfach nicht mehr der Richtung des magnetischen Nordens; die Orientirung des Tisches und die Arbeit werden durch eine solche Abweichung aber nicht beeinträchtigt.

§ 46.

D. Anforderungen an die Visirvorrichtung.

a. Im Allgemeinen.

Damit das Instrument richtige Visirlinien ergebe, ist es nöthig:

1. daß die Rippebene des Rohres eine vertikale Lage habe,
2. daß die Visirkante des Lineals in der Rippebene oder parallel dazu liege,
3. daß die durch das Fadent Kreuz markirte optische Axe rechtwinklig zur Bewegungsaxe des Rohres liege,
4. daß die Horizontalfäden horizontal liegen und der Vertikalfaden senkrecht steht.*)

*) Bei den Rippregeln M/B. und M/D. wird dem Fadent Kreuz mittelst der Schrauben d (siehe VI. 19 und VII. 24) die richtige Lage gegeben. — Bei der Rippregel M/75. wird der ganze Ocularkopf nach Erfordern gedreht.

Ist eine dieser Bedingungen nicht erfüllt, so entspricht die Visirlinie nicht mehr der genommenen Naturrichtung. Doch ist der Einfluß der einzelnen Fehler von sehr ungleicher Bedeutung.

§ 47.

b. Schräge Lage der Rippebene.

Das Rohr soll in einer Vertikalebene kippen, wenn die Kippregel auf dem horizontal gestellten Tisch steht; dazu ist es nöthig, daß die Bewegungsaxe des Rohres eine wagerechte Lage habe, also parallel der Linealfläche sei. Andernfalls würde die Rippebene eine schräge sein (siehe I. 5).

Man prüft die Kippregel auf diesen Fehler hin, indem man bei horizontal gestelltem Tisch eine lange lothrechte Linie*) (eine Haus- oder Kirchthurmkante, ein langes beschwertes Seil, welches an einer aus einer Dachlufe hervorragenden Stange befestigt ist und dessen Gewicht zur Beruhigung der Schwingungen in einem Eimer voll Wasser hängt) auf kurze Entfernung anvisirt und das Rohr dabei kippt. Deckt der Vertikalfaden nicht gleichmäßig die lothrechte Linie, so ist der Fehler constatirt.

Die Abweichung, welche aus diesem Fehler für Vertikalwinkel- (Höhen-) Messungen resultirt, ist proportional dem Höhenunterschiede; bei Visirungen im Horizont fällt sie ganz fort, bei starken Elevationen ist sie sehr bedeutend.

Bei den Kippregeln M/B. und M/D. kann dieser Fehler nur durch den Mechaniker und zwar dadurch corrigirt werden, daß er auf der erforderlichen Seite unter die Fußplatten u der Träger C Staniolsblättchen klemmt.

Bei M/74. und M/75. ist diese Regulirung (siehe III. 14 und 15) durch entsprechenden Gebrauch resp. Verstellung von u, u', u'' und u''' sofort auszuführen,**) da die Säule resp. der Bod C justirbar mit dem Lineal G verbunden sind. — Zu diesem Zweck müssen zunächst u'' und u''' vorsichtig gelöst werden, alsdann wird durch Drehung von u'' die Justirung ausgeführt und hierauf zunächst u' und dann u''' wieder fest angeschraubt. Man dreht u'' so lange, bis beim Auf- und Abkippen der Vertikalfaden des Fernrohrs genau längs des aufgehängten Seiles zc. gleitet, wobei man sich aber zu überzeugen hat, daß der Tisch genau horizontal stehen geblieben ist; auch hat man darauf zu achten, daß die letzte geringe Abweichung durch einen Anzug der Sicherungsschraube u''', nicht aber durch eine Lockerung derselben, beseitigt werde.

§ 48.

c. Falsche Lage der Linealkante zur Rippebene.

Die Linealkante soll der Theorie nach in der Rippebene liegen, wie dies bei M/B., M/74. und M/75. die Construction genau ermöglicht. Es ist aber eine unschädliche Abweichung, wenn die Linealkante nur parallel zur Rippebene liegt, wie bei M/D. der Fall. Die Parallelität ist aber Erforderniß, denn wenn Rippebene und Linealkante (siehe I. 4) um den Winkel α divergiren, so ist es offenbar, daß bei richtiger Orientirung des Tisches (siehe XII. 45) eine an der Kante des Lineals gezogene Visirlinie ab nicht mehr die Naturrichtung AB darstellt.

Die Prüfung des Instruments auf diesen Fehler hin geschieht, indem man

*) Eine mangelhafte Horizontalstellung der Tischplatte hat offenbar ganz ähnliche Wirkungen, wie dieser Fehler; der Tisch muß deshalb vorher auf das Sorgfältigste horizontal gestellt sein (siehe Seite 23).

**) Vergl. § 39, alinea 3, Seite 32.

eine vertikale, markirte Linie (siehe Seite 36) im Horizont durch das Rohr anvisirt und den Vertikalfaden genau darauf einstellt, dann einige Schritte vom Tische zurücktritt und, längs der Linealkante visirend, sich überzeugt, ob diese dieselbe Richtung hat; oder man führt die Prüfung in umgekehrter Reihenfolge aus.

Bei M/B. und M/D. soll dieser Fehler nur durch den Mechaniker fortgeschafft werden.

Bei M/74. ist der Topograph in der Lage, ihn beseitigen zu können,*) indem er (siehe III. 15) diejenigen kleinen Klemmschrauben löst, welche, am untern Theil der Säule C unterhalb p liegend, diese an einer Drehung um ihre Vertikalaxe verhindern, und alsdann die beiden kleinen Correctionschrauben wirken läßt, welche, zwischen der Säule und u" liegend, gegen ein an der Säule befestigtes Winkelstück einander entgegengesetzt wirken. Nach erfolgter Correctur werden alle Schrauben wieder festgestellt. Die Fußplatte u bleibt von dieser Correctur unberührt.

Bei M/75. (siehe VIII. 26, — IX. 29 und 31) löst er die Schrauben u, u" und u⁴, läßt alsdann die beiden u''' so lange wirken — wobei der Bod um das Pivot u⁴ schwenkt (die Fußplatten sind bei u elliptisch durchbohrt, damit diese Schwenkung ermöglicht wird) —, bis das Instrument justirt ist und zieht dann alle Schrauben wieder fest an.

§ 49.

Anmerkung.

Hat man den Nektisch mit derselben Kippregel orientirt, was ja meistens geschehen sein wird, so weicht auch der Tisch von der richtigen Orientirung um denselben Winkel α ab; es hebt dann beim Ziehen von Visirlinien (Rückwärts- einschnitte, Vorwärtsabschneiden, Lattenpunkte) ein Fehler den anderen auf, und die mit der Kippregel hergestellte Arbeit bleibt in sich richtig, so lange der Fehler constant bleibt. Insofern also hat die Theorie Recht, wenn sie sagt, daß der vorstehende Fehler der Kippregel die Richtigkeit der Arbeit nicht beeinträchtigt, und daß man ihn daher am Instrument nicht zu corrigiren brauche. In der Praxis indessen hat die Sache doch ihre großen Bedenken.

Zunächst ist Bedingung, daß der Fehlerwinkel α constant sein muß, wenn er ohne nachtheilige Wirkung bleiben soll; es ist aber wohl außerordentlich schwierig festzustellen, ob α im Verlauf einer Vermessungsperiode constant geblieben sei, und daher zu empfehlen, die Uebereinstimmung der Rippebene mit der Visirkante vom Instrumente zu verlangen, weil darin allein die Möglichkeit liegt, zu controliren, ob die Stellung Beider zu einander sich geändert habe.

Ferner hat ein vorhandener Fehlerwinkel α den Nachtheil, daß er voraussichtlich nicht bei allen in der topographischen Abtheilung vorhandenen Instrumenten derselbe sein wird; vielmehr wird jedes Instrument wahrscheinlich ein anderes α haben. Dann aber kann man nicht ohne Weiteres die mit einem Instrument begonnene Arbeit mit einem anderen fortsetzen (falls ersteres schadhast wird zc.), vielmehr müßte man zunächst eine neue Orientirungslinie für die Tischplatte durch Aufstellen auf einem trigonometrischen Punkte zc. construiren, was in großen Waldcomplexen mindestens immer sehr zeitraubend sein wird. Es ist daher auch aus diesem Grunde wünschenswerth, daß bei

*) Vergleiche § 39, alinea 3, Seite 32.

allen Kippregeln der topographischen Abtheilung die Visirkante des Lineals in der Kippebene resp. parallel dazu liegt.

Endlich ist zu bedenken, daß, wenn α sehr groß ist, die Visirlinien der Meßtischzeichnung auch erheblich gegen die entsprechenden Naturrichtungen abweichen; der Topograph aber arbeitet nicht allein mit der Kippregel, er muß vielmehr durch geschicktes Interpoliren Vieles, und namentlich die Terrainformen, nach dem Augenmaß einzeichnen, was um so schwieriger wird, je größer α ist.

Aus allen diesen Gründen wird von den bei der topographischen Abtheilung der Landes-Aufnahme in Gebrauch genommenen Kippregeln verlangt, daß die Visirkante des Fernrohres in der Kippebene resp. parallel zu ihr liegt.

§ 50.

d. Abweichende Lage der optischen Axe gegen die Bewegungsaxe des Rohres.

Die optische Axe des Fernrohres muß rechtwinklig zur Bewegungsaxe in (I. 7) liegen; ist dies nicht der Fall, so bewegt sich beim Kippen die optische Axe des Rohres nicht in einer Ebene, sie beschreibt vielmehr einen stumpfen Kegele, und die Visirlinien weichen um so mehr von der richtigen Lage ab, je größer beim Anvisiren von Objecten der jedesmalige Vertikalwinkel wird. Indirect ist das Vorhandensein dieses Fehlers zunächst dadurch zu constatiren, daß das sub § 47 beschriebene Correctionsverfahren nicht zum Ziele führt, da beide Fehler dieselbe Wirkung ausüben.

Direct ist dieser Fehler nur durch Umschlagen des Fernrohres zu constatiren, seine Größe zu bestimmen und er selber innerhalb gewisser Grenzen zu beseitigen.

Bei der Kippregel M/74. und M/75. geschieht dies folgendermaßen:

Auf der möglichst genau horizontal und ganz fest gestellten Tischplatte zieht man nach einem entfernten, möglichst gleich hochliegenden, gut markirten Object (Thurmspitze), welches man so scharf wie möglich anvisirt, längs der ganzen Ausdehnung der Visirkante des Lineals eine feine Visirlinie. Würde die optische Axe nicht richtig stehen, sondern mit der Bewegungsaxe etwa einen Winkel von 95 Grad bilden (siehe I. 7), so wäre $a b$ diese Visirlinie. Schlägt man nun das Fernrohr durch, setzt die Kippregel um und visirt wieder dasselbe Object scharf an, so würde die neue Visirlinie $a' b'$ nicht mit der alten zusammenfallen, sondern mit ihr einen Winkel bilden — hier 10 Grad. — Da beide Visirlinien um das gleiche Maß, nämlich um 5 Grad, von der richtigen, rechtwinkligen Lage abweichen, so repräsentirt die Halbierungslinie $c o$ des auf der Tischplatte entstandenen Winkels $a o a'$ die richtige Lage der Visirlinie. An diese muß die Visirkante des Lineals angelegt und dann das Fadenkreuz mittelst der dazu vorhandenen Correctionschrauben am Diaphragma $b' b' b''$ (siehe IX. 30) auf den anvisirten Gegenstand scharf eingestellt werden.*)

Es ist offenbar, daß durch diese Manipulation eventuell das Fadenkreuz aus der eigentlichen optischen Axe (siehe Fernröhre) resp. aus der mechanischen Axe gerückt werden kann. Diese Abweichung ist aber unschädlich, denn die Optik lehrt, daß der normale Stand des Fadenkreuzes in der Ebene, in der das Bild erzeugt wird, eine gewisse Ausdehnung hat.

*) Vergleiche § 39, alinea 3, Seite 32.

Bei der Kippregel M/B. ist dieser Fehler bei analogem Verfahren nur dadurch zu constatiren resp. zu beseitigen, daß man das Klemmwerk (VI. 19) upq entfernt, die Schraube m' loschraubt, die Drehungsaxe m aus der Buchse t herauszieht, das Fernrohr umdreht, so daß das Ocular mit dem Objectiv wechselt und o nach oben steht, es in dieser Lage von Neuem in der Buchse befestigt und nun die Controle resp. Correctur übernimmt.*)

Bei der Kippregel M/D. ist eine Controle resp. Beseitigung dieses Fehlers durch den Topographen auf eine einfache Weise nicht ausführbar.

§ 51.

e. Einfluß etwaiger Vereinigung der drei vorgenannten Fehler.

Die drei zuletzt besprochenen Fehler haben alle die Wirkung, daß sie falsche Visirlinien ergeben, wenn auch jeder in anderer Weise; sie können sich daher unter gewissen Verhältnissen aufheben, wenn sie vereinigt in der Kippregel vorkommen.

Es folgt daraus, daß man nie das Instrument einseitig auf einen Fehler allein prüfen darf, sondern stets auf alle drei. Zunächst wird in der angegebenen Weise (§ 50) die rechtwinklige Lage der optischen Axe zur Drehungsaxe geprüft, resp. corrigirt, dann erst prüft, resp. corrigirt man die schiefe Kippebene (§ 47) und die Abweichung der Rohraxen gegen die Linealkante (§ 48).

E. Anforderungen an den Apparat mit Rücksicht auf die Vertikalwinkelmessung.

§ 52.

a. Im Allgemeinen.

Zur richtigen Messung von Vertikalwinkeln ist es erforderlich:

1. daß alle Stell- und Mikrometerschrauben vollständig und gleichmäßig functioniren,
2. daß die Eintheilung der Nonien und der Limbuskreise correct sind,
3. daß der Tisch durch die Libellen horizontal gestellt werden kann,
4. daß die einspielende Libelle B die horizontale Lage der optischen Axe des Fernrohres bedingt (bei M/D. durch gleichzeitiges Zusammenfallen der Nullpunkte),
5. daß das Centrum des Limbuskreises mit der mathematischen Drehungsaxe des Rohres zusammenfällt,
6. daß bei M/74. und M/75. die Nullpunkte des Limbuskreises und die mathematische Drehungsaxe des Rohres in einer Ebene (also auch in einer geraden Linie) liegen,
7. daß die Nullpunkte der Nonien auf die Nullpunkte des Limbuskreises einspielen, wenn die optische Axe des Rohres horizontal gestellt ist.

§ 53.

b. Prüfung der Limbus- und Nonius-Eheilung.

Die erste der im vorhergehenden Paragraphen genannten Bedingungen bedarf einer sachlichen Erörterung nicht; ebenso selbstredend ist die zweite, wobei indessen

*) Vergleiche § 39, alinea 3, Seite 32.

zu bemerken ist, daß die in neuerer Zeit angewandten Theilungsmaschinen so gut sind, daß ein Fehler, der für Rippregel-Aufnahmen ins Gewicht fiel, nicht zu befürchten ist und eine Prüfung von M/74. und M/75. daher kaum erforderlich ist. Bei älteren Instrumenten (M/B. und M/D.) prüft man die Limbustheilung, indem man den Nonius allmählig längs des Limbus gleiten läßt und sich dabei überzeugt, daß stets 2 n Noniustheile 2 (n-1) Limbustheile einschließen (d. h. vom Nullpunkt rechts und links zugleich gerechnet — siehe Theorie des Nonius, § 12). Die Noniustheilung prüft man am besten dadurch, daß man an verschiedenen Stellen des Limbus bei langamer Wirkung der Mikrometerschraube sich überzeugt, daß die Zahl der abgelesenen Minuten durch den Complementar-Nonius immer richtig ergänzt wird, und daß, wenn ein Nonius-Theilstrich mit einem Limbus-Theilstrich scharf zusammenfällt, keiner der nebenliegenden Nonius-Theilstriche mit einem Limbus-Theilstriche zusammenfällt. Wesentliche Abweichungen von diesen Bedingungen machen das Instrument ungeeignet zur Arbeit.

§ 54.

c. Falsche Lage des Dosenniveaus.

Mit dem Dosenniveau kann der Tisch nur oberflächlich horizontal gestellt werden, daher darf man von vollkommener Präcision derselben absehen. Augenscheinliche Fehler in der Stellung der Dosenlibelle erkennt man, indem man die Rippregel, auf welcher ein Dosenniveau befestigt ist, in verschiedenen Richtungen, aber möglichst so aufstellt, daß ihr Schwerpunkt stets von der Mitte der Tischplatte unterstützt wird; ist dadurch eine definitive annähernde Horizontalstellung der Tischplatte nicht zu erreichen, indem bei neuer Stellung die Luftblase immer wieder seitwärts ausweicht, so ist die Oberfläche des Dosenniveaus nicht parallel mit der unteren Fläche des Lineals. Der Fehler wird am einfachsten dadurch beseitigt, daß man das Instrument auf eine andere, bereits genau horizontal gestellte Tischplatte (siehe § 24, letzter Absatz, Seite 23) setzt, und nun nachsieht, nach welcher Seite die Luftblase ausschlägt; durch entsprechende Anwendung der auf der unteren Linealfläche sichtbaren Corrections-schrauben, gegen welche eine unter der Libelle liegende nicht sichtbare Feder wirkt, läßt sich der Fehler alsdann beseitigen.

§ 55.

d. Falsche Lage der Fußröhrenlibelle.

1. Bei Rippregel M/75. (siehe IX. 29).

Die Bedingung für die Richtigkeit der Röhrenlibelle am Lineal (Fußröhrenlibelle) F ist, daß sie einspielt, wenn die untere Linealfläche, resp. die Oberfläche der Tischplatte horizontal gestellt ist, also, daß ihre Nullrichtung parallel zur unteren Linealfläche sei. Ist dies der Fall, so kann die Oberfläche des Tisches in der Richtung des Lineals genau horizontal gestellt werden, indem man (durch Eintreten der Füße, Anwenden der Stellschrauben h) die Blase zum Einspielen bringt (1ste Aufstellung). Setzt man alsdann die Rippregel um 180 Grad um [wobei die Unterstützung des Schwerpunktes durch die Tischplatte möglichst dieselbe bleiben muß], so wird die Blase wiederum einspielen (2te Aufstellung). Weicht aber die Nullrichtung des Röhrenniveaus von der unteren Linealfläche um einen Winkel α ab, so wird auch bei 1ter Aufstellung die Tischplatte um den Winkel α von der richtigen horizontalen Lage abweichen (siehe X. 32).

Bringt man nun die Kippregel in die 2te Aufstellung, so schlägt die Libelle aus und zeigt dadurch an, daß der Fehler vorhanden ist.**)

Der Winkel, welchen die Libelle nunmehr mit dem Horizont bildet, ist gleich 2α , wovon je ein α auf die fehlerhafte Stellung der Tischplatte und auf den Fehler in der Libelle entfällt. Um den Fehler zu beseitigen, ist es daher nöthig, die Abweichung der Libelle, welche an der Strichtheilung oben an dem Glase (Calibrirung) meßbar ist, zunächst zur Hälfte durch Anwendung (siehe IX. 29) der Justirschrauben der Libelle y und y' **) und danach erst zur anderen Hälfte durch Anwendung der Stellschrauben h (siehe IV. 17 und V. 18) zu corrigiren. Um F zu corrigiren, löst man zunächst y' , läßt y in der erforderlichen Weise wirken und stellt dann y' wieder fest.

Diese Justirung ist so außerordentlich fein,***) daß sie mit Hilfe einer gewöhnlichen Meßtischplatte kaum mit erforderlicher Genauigkeit auszuführen ist; der Topograph muß daher bei ihrer Ausführung mit außerordentlicher Behutsamkeit zu Werke gehen und das Verfahren mehrfach wiederholen.

§ 56.

2. Bei Kippregel M/74. (siehe III. 15).

Das Verfahren ist hier ganz analog und bezieht sich auf diejenige der beiden Fußröhrenlibellen, welche parallel der Linealkante steht.

§ 57.

3. Bei Kippregel M/D. (siehe VII. 24).

Die Röhrenlibelle B wird in analoger Weise geprüft und ihre Stellung durch Anwendung von r justirt; man hat sich aber dabei davon zu überzeugen, daß B ganz fest und unverrückbar auf G steht und daß s' fest unter u und v'' greift.

§ 58.

4. Bei Kippregel M/B. (siehe VI. 19).

Dieselbe hat keine Fußröhrenlibelle; eine genaue Horizontalstellung der Meßtischplatte ist unter der Voraussetzung, daß das Instrument richtig ist, nur dadurch möglich, daß zunächst der Nullpunkt des Nonius auf den Nullpunkt des Limbus gestellt und nunmehr die Luftblase von B zum Einspielen gebracht wird. Dreht man alsdann die Kippregel um 180 Grad, und spielt alsdann die Luftblase der Röhrenlibelle nicht ein (vorausgesetzt, daß die Tischplatte ganz unwandelbar fest gestanden hat), so hat das Instrument einen anderen Fehler (Divergenzwinkel, siehe Seite 47), der zunächst beseitigt oder entsprechend berücksichtigt werden muß.

§ 59.

5. Einfluß dieses Fehlers.

Für alle Kippregeln ist der Einfluß der besprochenen Abweichung der, daß jeder Vertikalwinkel falsch abgelesen wird, da das Instrument auf nicht-hori-

*) (Siehe § 38, Seite 32.) Die Tischplatte muß ganz frei von Ueberzügen und so fest als möglich gestellt sein.

**) Wiehe zum Beispiel die Blase um 4 Caliberstriche ab, so würde man sie durch Anwendung von y und y' zum Einspielen auf den 2ten Strich zu bringen haben, wobei aber die Tischplatte ganz unverrückt stehen bleiben muß.

***) Siehe § 39, Alinea 3, Seite 32.

zontaler Meßtischplatte steht. Bei M/D. ist daher dieser Fehler unbedingt zunächst fortzuschaffen, was leicht ausführbar ist; durch Anwendung der Stellschrauben z und z' wird dann bei Vertikalwinkelmessungen die nicht-horizontale Stellung der Tischplatte dadurch unschädlich gemacht, daß die Luftblase von B vorher zum Einspielen gebracht wird. Für die übrigen Kippregeln wird in der Praxis die Fehlerhaftigkeit der Stellung der Meßtischplatte durch entsprechende Messung und Anrechnung des Correctionswinkels (siehe § 71, Seite 48) unschädlich gemacht; ein scharfes Justiren der Fußröhrenlibelle ist daher bei ihnen nicht so erforderlich als bei M/D., bei welcher die Richtigkeit der Vertikalwinkelmessung lediglich auf der Fußröhrenlibelle beruht.

e. Falsche Lage der Röhrenlibelle am Rohr.

§ 60.

1. Allgemeines.

Genau wie sich die Röhrenlibelle am Lineal zu dessen unterer Fläche verhält, so verhält sich die Röhrenlibelle am Rohr zur optischen Aze desselben.

Wenn diese genau horizontal steht, muß die Libelle einspielen. Thut sie das nicht, sind die Richtungen also nicht parallel, so convergiren sie entweder nach der Richtung des anvisirten Object's, oder sie divergiren dorthin. Ist eine Convergenz vorhanden, so hat (vorausgesetzt, daß die Libelle sich unter dem Fernrohr befindet) die optische Aze eine Depression, wenn die Libelle einspielt; ist eine Divergenz vorhanden, so hat sie eine Elevation (siehe XVII. 64 u. 65).

Erstere würde beim Messen von Vertikalwinkeln zu große positive Winkel ergeben, letztere das umgekehrte Resultat haben.*) Das Vorhandensein dieses Fehlers und seine Größe wird auf folgende Weise ermittelt und beseitigt.

§ 61.

2. Bei Kippregel M/75.

Man stellt den Meßtisch auf möglichst horizontalem und ebenem Terrain annähernd horizontal auf und setzt die Kippregel darauf. Wenn die Libelle die richtige Lage hat, und man läßt sie einspielen, so wird die optische Aze des Rohres in den Horizont gestellt.**) In der 2ten Lage des Rohres gleichfalls. Wenn man also in dieser Weise auf 10—20 Meter eine Wand oder die feststehende Latte anvisirt und beide Mal die Höhe, in welcher der mittlere Faden einschneidet, durch einen Strich markirt, so müssen diese Striche zusammenfallen. Thun sie das nicht, so ist der Fehler constatirt (siehe X. 33).

Liegt der zweite Strich an der Wand höher als der erste, so ist eine Convergenz vorhanden; liegt er tiefer, so ist eine Divergenz vorhanden.

Die optische Aze weicht vom richtigen Horizont beide Mal um denselben Winkel α ab, um welchen die Libelle gegen dieselbe geneigt ist; in einer Lage resultirt daraus eine Elevation, in der andern eine Depression der optischen Aze bei gleichzeitig einspielender Libelle. Der Abstand der beiden Striche an der Wand repräsentirt die Summe beider Abweichungen.

Daraus folgt, daß die optische Aze in den Horizont gestellt wird, wenn man sie auf die Mitte zwischen beide Striche richtet, die man vorher abzumessen und durch einen dritten Strich zu bezeichnen hat.

*) Dieser Fehler ist in den Lehrbüchern als Divergenzwinkel bezeichnet.

**) Unabhängig von der horizontalen Stellung des Tisches.

Nachdem auf diese Weise die optische Aze des Fernrohrs wirklich in den richtigen Horizont gestellt ist, wird nunmehr die Luftblase der Libelle nicht einspielen; ohne die Kippregel im Mindesten aus ihrer Lage zu bringen, löst man nunmehr (siehe IX. 29) r'' , bringt durch entsprechende Drehung von r' die Luftblase von B zum Einspielen, zieht r'' wieder fest an und hat auf diese Weise den bisher am Instrument vorhandenen Fehler (Divergenzwinkel) beseitigt, so daß fortan bei einspielender Luftblase die optische Aze des Fernrohrs horizontal steht.*)

Bei Kippregel M/74.

Das Verfahren ist ganz analog dem vorigen.

§ 62.

3. Bei Kippregel M/D.

Da das Fernrohr hier nicht durchschlagbar ist und die Röhrenlibelle sich nicht am Rohr befindet, so kann man auf die oben angegebene einfache Weise einen richtigen Horizont nicht herstellen; die in den Lehrbüchern angegebenen Methoden zur Herstellung eines Horizontes sind aber so complicirter Natur, daß sie für den praktischen Gebrauch der Topographen ohne Werth sind. Das einzige Verfahren, welches eine rasche und sichere Ausführung gestattet, ist folgendes:

Man suche ein stehendes Gewässer (Teich, See, Festungsgraben) auf, in dessen Oberfläche man einen natürlichen Horizont hat, stelle den Meßtisch dicht am Rande desselben auf und die Kippregel darauf.**) Nun messe man mit der Latte den Höhenunterschied zwischen der Oberfläche des Wassers und der Fernrohraz; diesen Höhenunterschied markirt man an der Latte und stellt dieselbe alsdann etwa 100 Meter entfernt am Rande des Wassers so auf, daß die an derselben angebrachte Höhenmarke ebenso hoch über dem Wasserspiegel liegt, als die Fernrohraz.

Nunmehr überzeugt man sich zunächst davon, daß die Röhrenlibelle die untere Fläche des Lineals wirklich horizontal stellt (siehe § 55, Seite 40) und stellt danach den Tisch horizontal. Dann richtet man das Fernrohr so auf die Latte, daß der mittlere horizontale Faden die an derselben befestigte Höhenmarke genau schneidet, wobei man aber darauf zu achten hat, daß die Blase des Röhrenniveaus gleichzeitig noch immer scharf einspielt.

Jetzt weiß man, daß die horizontale Aze des Fernrohrs bei einspielender Luftblase der Libelle horizontal steht. Will man dies bei späteren Messungen wieder erreichen, so ist dies nur dadurch möglich, daß man die Stellung des Nullpunktes des Nonius zum Nullpunkte des Limbus wieder so einrichtet, wie dieselbe nach Ausführung des oben beschriebenen Verfahrens sich herausgestellt hat.

Statt dessen thut man besser, falls Nullpunkt des Nonius nicht auf Nullpunkt des Limbus dabei fällt, den Nonius durch Anwendung der Correctionschrauben (siehe VII. 24 und 25) so zu corrigiren, daß bei horizontaler Stellung der optischen Aze des Fernrohrs und gleichzeitig einspielender Luftblase beide Nullpunkte zusammenfallen. Siehe § 66, Seite 45.

*) Siehe § 55, letztes Alinea, Seite 41.

**) In Ermangelung eines vollkommen stillstehenden Gewässers kann man sich in gleicher Weise des Wasserspiegels von Flüssen mit sehr geringem Gefälle (wie z. B. der Havel) bedienen, sobald man sicher ist, daß auf der betreffenden Strecke der Niveauunterschied noch gar nicht meßbar wird. Oder man stellt, wo es angeht, Latte und Meßtisch an gegenüberliegenden Punkten des Ufers auf.

§ 63.

4. Bei Kippregel M/B.

Das Verfahren ist hier ganz analog dem vorstehend beschriebenen; da indessen bei dieser Kippregel die Nöhrenlibelle direct am Fernrohr angebracht ist, so genügt es nach Herstellung des künstlichen Horizontes die Kippregel auf den annähernd horizontal gestellten Tisch zu stellen und den mittleren horizontalen Faden auf die Höhenmarke der Latte zu richten. Nun steht die optische Aze des Rohres horizontal; spielt die Luftblase ein, so ist das Nöhrenniveau richtig, thut sie es nicht, so bringt man sie durch Anwendung der Corrections-schrauben r' (siehe VI. 19) zum Einspielen (wobei die Kippregel aber ganz unverändert stehen bleiben muß).*)

§ 64.

f. Stellung der Nullpunkte des Limbuskreises zur mathematischen Bewegungsaxe des Rohres.

Bei den Kippregeln M/B. und M/D., deren Nöhre nicht durchschlagbar sind, ist die Stellung des Nullpunktes des Limbus gleichgültig (derselbe kann oben, unten, rechts, links liegen); die einzige Bedingung würde die sein, daß der Nullpunkt des Nonius mit ihm zusammenfällt, wenn die optische Aze im Horizont steht (siehe § 66, Seite 45).

Falls man aber bei den Kippregeln M/74. und M/75., deren Nöhre durchschlagbar sind, auf die Arbeit mit dem Rohr in zweiter Lage nicht verzichtet, ist es nöthig, daß die mathematische Bewegungsaxe m des Rohres (siehe VIII. 26) und die Nullpunkte der Kreistheilung v und v' in einer Ebene liegen.**)

Wäre das nicht der Fall (siehe XII. 47^a), würde z. B. an der Aze m' durch die Radien $v m'$ und $v' m'$ ein Winkel von 175° statt 180° gebildet (wie es die Figur darstellt), und wären die Nullpunkte der Nonien in erster Lage eingestellt, so würde man in zweiter Lage bei horizontaler optischer Aze an den Nonien $+ resp. - 5^\circ$ ablesen und, wenn man einen der Nullpunkte einstellt, am andern $+ oder - 10^\circ$.

Auf diese Weise wird der Fehler erkannt und gemessen. Eine Remedur ist nur durch den Techniker ausführbar; man muß also, wenn das Instrument mit diesem Fehler behaftet ist, auf die Arbeit in zweiter Lage verzichten oder im Nothfall den Winkel in Rechnung ziehen.

§ 65.

g. Excentricität des Limbuskreises D und der Bewegungsaxe m des Rohres.

(Siehe VI. 19, — VII. 24, — VIII. 26 und IX. 29.)

Unter Excentricität versteht man den Fehler (siehe X. 35), daß das Centrum o des Limbuskreises D nicht in die mathematische Bewegungsaxe m des Rohres fällt.***)

Dieser Fehler hat den Einfluß, daß man bei einer Drehung des Fernrohres nicht den Winkel $a m c$ abliest, um den das Rohr sich mit Bezug auf den Nullpunkt a der Kreiseintheilung gedreht hat, sondern den Winkel $a o c$, welchen der Bogen $a c$ am Limbuscentrum o bildet.

Hat man zwei um 180° von einander entfernte Nullpunkte des Limbus a und b , so wird die Ablegung $b m d$ um dieselbe Ausdehnung gegen $b o f$

*) Wegen gleichzeitiger Uebereinstimmung der Nullpunkte des Nonius und Limbus, siehe § 66, Seite 45.

**) Daß diese Ebene parallel der unteren Linealfäche sei, ist nicht nöthig.

***) Die Stellung von m zu o kann die verschiedenste Lage haben; der Fehler nimmt zu resp. später wieder ab mit dem Wachsen der Winkel, er ist daher bei einem Instrument nicht constant und muß bei jeder Ablegung besonders bestimmt werden.

zu klein sein, als die Ablefung a m e gegen a o e etwa zu groß war, resp. umgekehrt. Hätte das Fernrohr sich um o gedreht, so wären die Ablefungen a e und b f einander gleich; das Fernrohr hat sich aber um m gedreht, und da $c d \neq e f$, so ist $e c = f d$ und mithin die fehlerhafte Ablefung a e gegen die richtige a e um ebenso viel zu groß, als die fehlerhafte Ablefung b d gegen die richtige b f zu klein ist.

Es geht hieraus hervor, daß der Fehler der Excentricität nur an solchen Rippregeln wahrnehmbar ist, welche zwei um 180° von einander entfernte Nullpunkte des Limbus haben, also bei M/74. und M/75. Um diesen Fehler bei Winkelmessungen seiner Größe nach zu bestimmen und dadurch richtige Winkelresultate zu erhalten, liest man die Angaben der Nonien in Bezug auf beide Limbus-Nullpunkte ab; das arithmetische Mittel ist alsdann der richtige Winkel. Ergeben die ursprünglichen Ablefungen auf beiden Seiten gleiche Resultate, so ist keine Excentricität vorhanden.*)

Die Construction der Rippregeln M/B. und M/D. gestattet eine Beurtheilung der etwa vorhandenen Excentricität nicht; indessen ist der Einfluß derselben im Allgemeinen bei Rippregeln gering, da die Winkelmessungen mit denselben selten sich über 5° rechts und links vom Nullpunkt des Limbus ausdehnen und der Einfluß der Excentricität innerhalb dieser Grenzen unbedeutend ist.**)

§ 66.

h. Abweichung in den Nonien (Znderseher).

Wenn die optische Aze im Horizont steht, und die untere Fläche des Lineals gleichfalls, dann müssen die Nullpunkte der Nonien genau auf die Nullpunkte der Limbuskreise einspielen, denn nur in diesem Fall kann der Vertikalwinkel, den die optische Aze mit dem Horizont bildet, wenn aufwärts oder abwärts visirt wird, an den Nonien richtig abgelesen werden.

Haben die Nullpunkte der Nonien nach Justirung der Köhrenlibellen (siehe §§ 55—58) und bei genauem Einspielen derselben diese Stellung nicht, so ist eine Abweichung in der Stellung der Nonien vorhanden.

Die Stellung der Nonien muß daher corrigirt werden, so daß unter den oben angegebenen Verhältnissen beide Nullpunkte auf einander fallen.

Dies geschieht folgendermaßen:

M/74. und M/75. (siehe VIII. 27 und IX. 31).

Die Schrauben x' werden etwas gelöst und durch Drehung von x (siehe IX. 31) die Nullpunkte zum Einspielen gebracht, worauf x' wieder fest angezogen werden.

M/D. (siehe VII. 24 und 25).

Durch Lösen resp. Nachdrücken der beiden Schrauben x wird die Correctur ausgeführt.

M/B. (siehe VI. 19).

Auf der nicht mit Gradeintheilung versehenen Seite von E befinden sich zwei Schrauben, dieselben werden mäßig gelöst; der vordere mit Gradeintheilung versehene Theil durch sanftes Drücken resp. Klopfen zum Einspielen gebracht und die Schrauben alsdann wieder angezogen.

*) Die Durchschlagbarkeit des Fernrohres ist zur Beurtheilung der Excentricität nicht erforderlich.

**) Bei Theodoliten und ähnlichen Instrumenten mit Vollkreisen, bei denen die Winkel auf der ganzen Ausdehnung der 360° umfassenden Theilung gemessen werden, ist der Einfluß der Excentricität unter gewissen Verhältnissen bedeutend, und müssen solche Instrumente daher stets zwei Nonien haben.

III. Kapitel.

Zusammengesetzte Operationen mit Nivestisch, Nippregel und Distanzlatte.

§ 67.

Anmerkung.

Bei den nachfolgenden Auseinandersetzungen ist vorausgesetzt, daß die Nivestischplatte mit Papier bespannt und auf derselben sowohl das Netz einer Nivestisch-Section, als auch diejenigen trigonometrischen Punkte aufgetragen sind, welche den in der Natur vorhandenen Festpunkten — Festlegungssteine, (siehe pag. 1) Thürme u. s. w. — entsprechen.

(Näheres siehe Kap. V u. VI.)

A. Einfluß der Fehler an den Instrumenten auf die Ausführung der Messungen.

§. 68.

A. Im Allgemeinen.

Die in dem Abschnitt: Kap. I, B. „Einfache Anwendung der Instrumente“ verlangten Kenntnisse und Fertigkeiten sind zunächst für den Topographen erforderlich, um die zusammengesetzten Operationen ausführen zu können.

Wie aus dem Kapitel II „Fehler der Instrumente“ hervorgeht, kann in der Praxis die „einfache Anwendung der Instrumente“, wie sie in dem Abschnitt B. des Kapitels I, §§ 24—30, Seite 23—29 erläutert wurde, nicht ohne Weiteres zur Ausführung gelangen, vielmehr wird man der Fehlerhaftigkeit der Apparate Rechnung tragen müssen.

Dem § 24 über „Aufstellen des Nivestisches“ wird weiter unten (siehe „Orientiren“) das Nöthige hinzugefügt werden.

Den §§ 25, 26, 27 wäre für die Praxis Nichts hinzuzufügen.

Der § 29 „Messen von Entfernungen“ wird in § 104, Seite 62, seine Ergänzung erfahren.

§ 30 „Auftragen und Messen graphischer Entfernungen“ bedarf einer solchen nicht.

Dagegen bedarf § 28 „Messen von Vertikalwinkeln“ in Rücksicht auf das unter Kapitel II, E, §§ 52—66, Seite 39—45 Gesagte für die Praxis noch einer Ergänzung.

B. Im Speciellen bei der Vertikalwinkelmessung.

§ 69.

a. Vorbemerkung.

Anstatt die in den §§ 55—63, Seite 40—44 angegebenen Justirungen am Instrument und eine ganz tadellose Horizontalstellung der Meßtischplatte herbeizuführen, wird der Topograph in der Praxis mit geringerm Zeitverlust Vertikalwinkel richtig messen, wenn er die Größe der vorhandenen Fehler bestimmt und in Rechnung stellt. Es sind 2 Fehler, welche in Wirklichkeit häufig vorkommen und hierdurch unschädlich gemacht werden können, nämlich der Divergenz- und der Correctionswinkel.

§ 70.

b. Divergenzwinkel.

Ueber die Natur und den Einfluß dieses Winkels ist in den §§ 60—63, Seite 42 bis 44 das Erforderliche bereits gesagt. (Siehe auch XVII. 64 und 65.)

Da nun der Topograph selten in der Lage ist, die sehr feinen Correcturen am Instrument mit der erforderlichen Schärfe auszuführen, so wird er fast immer besser thun, die Größe des Divergenzwinkels zu bestimmen und in Rechnung zu stellen. Dies geschieht am Einfachsten auf folgende Weise (siehe X. 34):

Hat man die Rippegel M/B. oder M/D., so stellt man sich in einem Punkte A auf, markirt an der Latte die Höhe A C durch ein Stück blaues Papier und sendet dieselbe auf einen beliebig entfernten Punkt B (100—200 Meter). Nachdem man die Platte genau horizontal gestellt hat, mißt man den Vertikalwinkel C D F gleich A B E, z. B. gleich $- 3^{\circ} 16'$, begiebt sich dann mit dem Meßtisch auf den Punkt B, stellt den Tisch wieder genau horizontal, und zwar so, daß die Rippegel Lage wieder so hoch über B steht, wie bei der Stellung über A (oder markirt von Neuem die Instrumentenhöhe an der Latte); dann sendet man die Latte nach A und mißt wieder den Vertikalwinkel wie vorher, der nun, bei gleichem absoluten Werthe, positiv sein muß.*) Ist das Instrument richtig, das heißt, hat es keinen Divergenzwinkel, so erhält man $+ 3^{\circ} 16'$; andernfalls erhält man als Resultat der Ablesung einen größeren oder kleineren Winkel, z. B. $+ 3^{\circ} 20'$ oder $+ 3^{\circ} 8'$. Dieser Winkel enthält den doppelten Fehler des Instruments; der wahre Winkel wäre im ersten Fall $\mp 3^{\circ} 18'$, im zweiten Fall $\mp 3^{\circ} 12'$.

Beispiel.

Erster Fall:

Gemessen:	Richtiger Winkel:	
— $3^{\circ} 16'$	— $3^{\circ} 16'$	+ $3^{\circ} 20'$
+ $3^{\circ} 20'$	(—) $2'$	(—) $2'$
Differenz: + $4'$	— $3^{\circ} 18'$	+ $3^{\circ} 18'$

Divergenz: + $2'$ (Die Divergenz wird algebraisch subtrahirt.)

Bei jeder Winkelmessung muß also ein Divergenzwinkel gleich $+ 2'$ algebraisch subtrahirt werden.

*) Bedingung ist hierbei, daß die untere Fläche des Lineals horizontal steht; dies erreicht man bei M/D. durch Stellung der Schrauben z und z', bei M/B. ist dies nicht möglich, dort kommt deshalb noch der Correctionswinkel (siehe XVII. 66 u. 67) hinzu.

Zweiter Fall.

Gemessen:	Richtiger Winkel:
— 3° 16'	— 3° 16' + 3° 8'
+ 3° 8'	(+) 4' (+) 4'
Differenz: — 8'	— 3° 12' + 3° 12'
Divergenz: — 4'	(Die Divergenz wird gleichfalls algebraisch subtrahirt.)

Praktische Regel.

Bei Bestimmung des Divergenzwinkels durch Vorwärts- und Rückwärtsmessen eines Vertikalwinkels wird die halbe Differenz beider Resultate algebraisch, d. h. mit Berücksichtigung ihres eigenen Vorzeichens, subtrahirt.

Bei den Kippregeln M/74. und M/75. ist die Ermittlung des Divergenzwinkels einfach, vorausgesetzt, daß die untere Fläche des Lineals horizontal steht. Man mißt von A irgend einen Vertikalwinkel, indem man das Fadenkreuz auf einen deutlich markirten Punkt D scharf einstellt und den Winkel abliest, dann schlägt man das Fernrohr durch, setzt das Lineal derselben um 180° um, stellt das Fadenkreuz wieder genau auf D ein und liest den Winkel ab. Ist das Instrument fehlerfrei, so erhält man wieder genau den Winkel der ersten Ableseung, z. B. — 1° 36'; erhielt man aber z. B. — 1° 30', so müßte man allen Vertikalwinkel-Messungen in erster Lage des Fernrohrs den Werth — 3' mit umgekehrtem Vorzeichen (+ 3'), in zweiter Lage + 3' mit umgekehrtem Vorzeichen (— 3') hinzufügen, um die richtigen Werthe (— 1° 33') zu erlangen. Die Durchschlagbarkeit des Fernrohrs an den Kippregeln gewährt also den Vortheil, Vertikalwinkelmessungen sofort von der Station aus auf das Genaueste ausführen zu können, ohne zunächst die zeitraubende Bestimmung der Größe des Divergenzwinkels durch Vorwärts- und Rückwärtsmessen ausführen zu müssen.

§ 71.

c. Correctionswinkel.

Die Voraussetzung, daß bei Winkelmessungen und Prüfungen die Meßtischplatte genau horizontal steht, trifft selten zu; sie ist meist nach einer Seite geneigt (siehe XVII. 66 u. 67). Wird diese Neigung ihrer Größe nach bestimmt — Correctionswinkel — und in Rechnung gestellt, so erhält man richtige Resultate.

Der Correctionswinkel ist also derjenige, den die Meßtischplatte mit der horizontal gestellten Fernrohrrage bildet; steht nun der Nullpunkt des Nonius richtig zur Fernrohrrage, d. h. trifft er bei horizontaler Stellung des Lineals, resp. der Oberfläche des Meßtisches mit dem Nullpunkt des Limbus zusammen, so können bei falscher Stellung der Meßtischplatte beide Nullpunkte sich nicht decken, sondern müssen denselben Winkelunterschied zeigen, wie er zwischen geneigter Platte und horizontaler Fernrohrrage besteht. Man hat also hierin ein Mittel, diesen Winkel zu messen.

Das Verfahren besteht darin, daß man nach ausgeführter Winkelmessung das Lineal der Kippregel genau auf derselben Stelle stehen läßt, und nun das Fernrohr so einstellt, daß die Blase des Nivelleniveaus einspielt; hat die Oberfläche des Tisches keine Neigung, so treffen die Nullpunkte des Nonius und des Limbus zusammen, andernfalls nicht. Ist dabei die Tischplatte gegen das Object hin erhöht (siehe XVII. 66), so werden die positiven Winkel um α zu klein, die negativen zu groß gemessen. Der Nullpunkt des Nonius zeigt alsdann einen negativen Winkel (α) an; da nun positive Winkel ihrem absoluten Werthe nach zu klein abgelesen wurden, so muß der Correctionswinkel (α) dazu addirt, d. h. algebraisch subtrahirt werden.

Negative Winkel wurden zu groß gemessen, also muß der Correctionswinkel ($-\alpha$) seinem absoluten Werthe nach in Abrechnung gebracht, von dem abgelesenen negativen Winkel subtrahirt, d. h. mit positivem Vorzeichen hinzugefügt, also ebenfalls algebraisch subtrahirt werden; z. B.:

gemessen wurde:	$+ 3^{\circ} 21'$	$- 2^{\circ} 45'$
ermittelter Correctionswinkel:	$(+) 3'$	$(+) 4'$
	$+ 3^{\circ} 24'$	$- 2^{\circ} 41'$

Ist die Tischplatte gegen das Object geneigt (siehe XVII. 67), so werden die positiven Winkel um α zu groß, die negativen zu klein gemessen. Der Nullpunkt des Nonius giebt beim Ablesen des Correctionswinkels ein positives α .

Der absolute Werth eines gemessenen positiven Vertikalwinkels muß also um $+\alpha$ vermindert werden, eines negativen um $+\alpha$ vermehrt, d. h. α muß auch hier algebraisch subtrahirt werden.

z. B.:

gemessen wurde:	$+ 1^{\circ} 57'$	$- 2^{\circ} 59'$
ermittelter Correctionswinkel:	$(-) 5'$	$(-) 8'$
	$+ 1^{\circ} 52'$	$- 3^{\circ} 7'$

Practische Regel.

Der Correctionswinkel wird bei Vertikalwinkelmessungen algebraisch, d. h. mit Berücksichtigung seines eigenen Vorzeichens, subtrahirt (wie der Divergenzwinkel).

Bei der Dänischen Rippregel kommt der Correctionswinkel nicht zur Erscheinung, weil die Abweichungen der Oberfläche der Meßtischplatte von der horizontalen Richtung für die untere Fläche des Lineals ausgeglichen werden durch entsprechende Stellung der Schrauben z und z' .

Bei der Rippregel M/74. und M/75. im Verein mit den Stativen M/74. und M/75. wird ein Correctionswinkel resp. ein Ablesen desselben dadurch erspart — resp. die Augen geschont —, daß man nach oberflächlicher Einstellung des Fernrohres auf das Object mit Hülfe der Stellschrauben h des Stativkopfes zunächst die Luftblase der Fuß-Röhrenlibelle zum Einspielen bringt und dann erst den mittleren Horizontalfaden auf das Object scharf einstellt; der vom Limbus abgelesene Vertikalwinkel ist dann der richtige.

§ 72.

d. Verhältniß des Divergenz- und des Correctionswinkels zu einander.

Da der Divergenzwinkel in der Stellung der Röhrenlibelle zur optischen Ase des Fernrohres zc., der Correctionswinkel aber in der unrichtigen Stellung der Tischplatte beruht, so sind beide unabhängig von einander und müssen bei jeder Messung besonders in Rechnung gestellt werden.

Der Divergenzwinkel ist innerhalb gewisser Zeitgrenzen und je nach der Beschaffenheit des Instrumentes constant; der Correctionswinkel aber ändert sich bei jeder neuen Aufstellung des Tisches und bei jeder Vertikalwinkelmessung, die auf derselben Station in anderer horizontaler Richtung vorgenommen wird.*)

Letzterer muß also bei jeder Vertikalwinkelmessung jedesmal besonders ermittelt werden, auch wenn die Tischplatte ihre Lage nicht im Geringsten verändert hat; während ersterer constant in Rechnung gestellt wird. Da aber

*) Der Correctionswinkel ist in irgend einer Richtung am größten; steht die Rippregel in der entgegengesetzten Richtung um 180° gedreht, so ist der Correctionswinkel wieder ebenso groß, hat aber das entgegengesetzte Vorzeichen.

90° von beiden Richtungen entfernt, ist er gleich Null.

Beide in gleicher Weise in Rechnung zu stellen — nämlich algebraisch zu subtrahiren — sind, so ist folgendes Verfahren für die Praxis zu empfehlen:

Beispiele.

$$\begin{array}{r}
 1) \text{ Abgelesen} \quad + 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad - 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad - 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad - 8' . . . (+) \quad 8' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad + 3^{\circ} 25'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2) \text{ Abgelesen} \quad + 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad + 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad - 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad - 2' . . . (+) \quad 2' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad + 3^{\circ} 19'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 3) \text{ Abgelesen} \quad + 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad - 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad + 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad + 2' . . . (-) \quad 2' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad + 3^{\circ} 15'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 4) \text{ Abgelesen} \quad + 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad + 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad + 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad + 8' . . . (-) \quad 8' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad + 3^{\circ} 9'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 5) \text{ Abgelesen} \quad - 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad - 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad - 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad - 8' . . . (+) \quad 8' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad - 3^{\circ} 9'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 6) \text{ Abgelesen} \quad - 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad + 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad - 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad - 2' . . . (+) \quad 2' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad - 3^{\circ} 15'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 7) \text{ Abgelesen} \quad - 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad - 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad + 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad + 2' . . . (-) \quad 2' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad - 3^{\circ} 19'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 8) \text{ Abgelesen} \quad - 3^{\circ} 17' \\
 \text{Divergenzwinkel} \quad + 3' \\
 \text{Correctionswinkel} \quad + 5' \\
 \hline
 \quad \quad \quad + 8' . . . (-) \quad 8' \\
 \text{Richtiger Winkel} \quad - 3^{\circ} 25'
 \end{array}$$

B. Die Arbeiten auf einer Meßtischstation.

A. Orientiren.

§ 73.

a. Erklärung und Ausführung.

Orientiren heißt:

Die horizontal aufgestellte Meßtischplatte in eine solche Lage bringen, daß die durch Verbindung beliebiger trigonometrischer Punkte auf der Meßtischplatte entstehenden geraden Linien den entsprechenden Richtungen in der Natur parallel laufen. Entsprechen z. B. (siehe X. 37) zwei trigonometrische Bildpunkte a und b der Meßtischplatte zwei Naturpunkten A und B, so muß die Linie a b der Richtung A B parallel laufen, wenn der Tisch — resp. im Fortschreiten der Aufnahme die Zeichnung — orientirt sein soll.

Man erreicht diesen Zweck am schnellsten, einfachsten und sichersten, wenn man sich auf einen im Terrain versteinten trigonometrischen Punkt O begiebt, den Tisch über ihm horizontal aufstellt, die Ziehkante des Kippregellineals an den entsprechenden Bildpunkt o und an einen zweiten, möglichst entfernt liegenden, einem sichtbaren trigonometrischen Object B entsprechenden Bildpunkt b so genau als möglich anlegt und nun die Tischplatte so lange dreht, bis das Object B ganz scharf vom Vertikalfaden des Fadekreuzes im Fernrohr geschnitten wird. Zu diesem Zweck löst man zunächst die Klemmschraube m des Stativkopfes und bewegt mit der Hand die Tischplatte so lange, bis das Object im Gesichtsfelde des Fernrohres erscheint; alsdann stellt man m fest und läßt n so lange wirken, bis der Vertikalfaden das Object scharf schneidet.*)

Auch muß man dabei wohl darauf achten, daß die Oberfläche des Tisches genau horizontal bleibt; die Fußröhrenlibellen — bei M/74. und M/75. — dürfen nur geringe, das Nivellenniveau gar keine Abweichungen zeigen. Ist dies dennoch der Fall, so wird die Tischplatte zunächst wieder genau horizontal gestellt und dann das scharfe Orientiren wiederholt.

Um sicher zu sein, daß man sich nicht geirrt hat, legt man das Lineal nach und nach noch an andere Bildpunkte a und c scharf an und überzeugt sich, daß die entsprechenden Objecte A und C dabei stets scharf geschnitten werden. Stimmen die Punkte A und C beide nicht, so ist es wahrscheinlich, daß b falsch lag.

Man nimmt dann die erste Orientirung nach A und prüft nach C. Stimmt dies wiederum nicht, so ist es wahrscheinlich, daß Punkt o auf der Tischplatte falsch aufgetragen ist. Alsdann begiebt man sich entweder auf einen andern trigonometrischen Punkt oder man macht einen Rückwärtschnitt.

Stimmen sämtliche Punkte, so ist nun der Tisch orientirt.

§ 74.

b. Ziehen der Nordlinie.

Ohne den Tisch irgend wie zu berühren, hebt man die Kippregel vorsichtig ab, bringt sie annähernd in die Richtung des magnetischen Meridians —

*) Dies Verfahren nennt man: „Orientiren nach dem Alignement.“

wobei man sie mitten auf die Tischplatte setzt —, löst die Arretirungsschraube c der Magnetnadel und schiebt nun vorsichtig die Kippregel so lange hin und her, bis die Nadel bei völliger Beruhigung genau auf den Nullstrich der Grad-eintheilung b im Kastengehäuse einspielt.

Es darf dabei kein Eisen, Zirkel, Messer, Feile, Säbel zc. in der Nähe sein.

Nun zieht man am Rande des Reßtischblattes außerhalb des Raumes für die Zeichnung an beiden Enden des Lineals und auf beiden Seiten desselben scharfe Bleistriche — mit Faber HHHH — aus, und gewinnt so die magnetische Nordlinie. Durch diese ist man im Stande, bei jeder neuen Aufstellung des Tisches ihm, soweit die Bouffole dies gestattet, die richtige Orientirung zu geben. Man braucht dann nur auf dem horizontalen Tisch die Kippregel wieder so aufzustellen, daß die Enden des Lineals wieder genau zwischen die zuerst gezogenen Bleiliniien passen, dann die Magnetnadel zu lösen und die Tischplatte so lange zu drehen, bis die Nadel auf Null einspielt. Der Tisch ist dann wieder orientirt.*)

A n m e r k u n g.

Bei der jetzigen trigonometrischen Vorbereitung der Reßtischaufnahmen — 10 im Terrain versteinte Punkte pro Quadratmeile — wird man die oben angegebene Methode zur Gewinnung der Nordlinie immer anwenden können. Sollte es aber vorkommen, daß die Aufnahmen in Gegenden vorgenommen werden, die dieser Vorbereitung entbehren, so muß man die Nordlinie durch Rückwärtschnitt gewinnen.

B. Das Bestimmen des Stationspunktes (Stationiren).

a. Grundlegung.

a. Theorie.

§ 75.

1. Allgemeine Entwicklung derselben.

(Siehe X. 38.)

A B C D E sei ein beliebiges Polygon; innerhalb desselben liegt ein willkürlich gewählter Punkt O, der durch gerade Linien mit A, B, C, D, E verbunden ist.

Nimmt man in der Linie A O beliebig einen Punkt a an und zieht parallel zu A B eine Linie, so schneidet dieselbe die Linie B O im Punkte b. Es entstehen nun zwei ähnliche Dreiecke A B O und a b O. Zieht man von b aus parallel B C die Linie b c, so entsteht:

$$\triangle b c O \sim \triangle B C O.$$

Fährt man auf diese Weise fort, so entsteht allmählig das Fünfeck a b c d e, welches ähnlich A B C D E ist; die Seiten ab, bc, cd . . . laufen parallel AB, BC, CD . . ., die Verbindungslinien Aa, Bb, Cc . . . schneiden sich in O. Die kleinen Dreiecke a b O, b c O . . . sind ähnlich den großen A B O, B C O . . ., mithin verhält sich a b : b c : c d . . ., wie A B : B C : C D . . . und

$$a O : b O : c O . . ., \text{ wie}$$

$$A O : B O : C O . . ., \text{ oder}$$

$$\text{auch } a O : A O \text{ wie } b O : B O . . .,$$

denn in ähnlichen Figuren sind die homologen Stücke einander proportional. Wenn also z. B. A B : a b sich verhält, wie 25,000 : 1, d. h. wenn a b

*) Dies Verfahren nennt man: „Orientiren mit der Bouffole“.

25,000 mal kleiner als AB ist, so muß auch bc 25,000 mal kleiner als BC u. s. w. sein. Eben dieses Verhältniß haben aO , bO . . . zu AO , BO . . .

Dreht man aber das Fünfeck $abcde$ aus seiner jetzigen Lage heraus, so daß ab nicht mehr parallel AB u. s. w., so können die Linien Aa , Bb . . . sich nicht mehr in einem Punkte O schneiden, sondern sie schneiden sich in vielen Punkten (siehe § 79 und X. 39); also nur wenn ab parallel AB u. s. w., schneiden sich die Linien Aa , Bb . . . in einem Punkte.

§ 76.

2. Fortsetzung.

(Siehe X. 38.)

Betrachtet man diesen Punkt O in Bezug auf seine Lage zum großen Polygon $ABCDE$ und zum kleinen $abcde$, so sieht man, daß er dieselbe Lage hat zu dem großen, wie zu dem kleinen Polygon. Hätte man z. B. im großen Polygon den Punkt O' gewählt, so würde seine Lage im kleinen Polygon auch näher an der Linie $b'e'$ sein. Hätte man ihn in O'' gewählt, so würde er in $c''d''$ liegen u. s. w.

§ 77.

3. Fortsetzung.

(Siehe X. 36.)

Entsprechen A, B, C . . . gewissen Naturpunkten, a, b, c . . . denselben Punkten auf einer Meßtischplatte; stellt man diese so auf, daß $ab \neq AB$, $bc \neq BC$ u. s. w., zieht man dann über a nach A visirend rückwärts eine Visirlinie in der Richtung ao , ebenso über b nach B visirend die Linie bo , so schneiden alle Linien sich in einem Punkte o , dessen Lage zu a, b, c, d, e genau dieselbe ist, wie die Lage des Aufstellungspunktes O in der Natur zu den Naturpunkten A, B, C, D, E .

Man hat also in dieser Methode ein Mittel, die Lage jedes Naturpunktes entsprechend auf der Meßtischplatte zu bestimmen. Bedingung ist: daß man von O aus einige der Punkte A, B, C, D, E sehe, und daß deren Lage auf dem Papier genau richtig proportional verjüngt in a, b, c, d, e schon bestimmt und aufgetragen ist.

Diesem Bedürfnis entsprechen in der Praxis die trigonometrischen Signale in der Natur — A, B, C . . . — und die auf der Tischplatte aufgetragenen trigonometrischen Punkte — a, b, c . . .

Näheres über diese siehe Kap. VI, §§ 145—147, Seite 83 und 84.

§ 78.

4. Theorie des Rückwärtseinschnittes nach 3 Punkten.

Um also irgend einen Punkt im Terrain, von welchem aus man mehrere trigonometrische Signale sieht, seiner Lage auf der Tischplatte nach zu bestimmen, braucht man nur den Tisch über denselben horizontal aufzustellen, $ab \neq AB$ zu richten — den Tisch zu orientiren — und die Visirlinien über a nach A , über b nach B . . . rückwärts auszuziehen, so erhält man den gesuchten Punkt in o (siehe X. 37).

Der Theorie nach würden hierzu schon 2 Punkte A und B resp. a und b genügen, da man durch dieselben den Schnitt zweier Visirlinien, also auch die Lage von o erhält.

Allein da zwei in einer Ebene liegende gerade Linien — ao und bo —

sich immer in einem Punkt schneiden, so hat man in der Praxis keine Gewißheit, ob die Lage von o zu ab der Lage von O zu AB auch entspricht; es ist dies lediglich davon abhängig, ob $ab \neq AB$ — ob der Tisch richtig orientirt ist —, und man hat kein Mittel, diese Parallelität zu prüfen.

Deshalb ist es erforderlich, zu dieser Bestimmung noch die Beobachtung nach einem dritten Naturpunkte C , dem der Bildpunkt c entspricht, hinzuzufügen; zieht man über c die von C kommende Visirlinie rückwärts, so muß diese Linie auch den Punkt o schneiden, wenn:

$$\triangle abc \sim \triangle ABC \text{ und} \\ ab \neq AB \text{ — also auch} \\ bc \neq BC \text{ u. s. w. ist,}$$

und man ist dann sicher,*) daß o der Lage von O entspricht.

Dies Verfahren nennt man: den Rückwärtseinschnitt oder das Stationiren nach 3 Punkten.

§ 79.

5. Das fehlerzeigende Dreieck.

(Siehe X. 39.)

abc sei ein Nezdreieck, welches einem Naturdreieck ABC entspricht. Der Tisch sei richtig orientirt, so daß also $ab \neq AB$ u. s. w. o sei der richtig bestimmte Stationspunkt, so daß die Linien oa , ob , oc den Naturrichtungen OA , OB , OC entsprechen und die Winkel ao , bo , co den Winkeln gleich sind, welche der Standpunkt O des Aufnehmers mit den Objecten A , B und C bildet. Dreht man nun die Neztischplatte um einen Winkel α aus ihrer richtigen Lage fg h i heraus in die Lage f' g' h' i' , d. h. orientirt man den Tisch unrichtig, und zieht statt der richtigen Visirlinien ao , bo , co nunmehr neue, also für die Bestimmung von o falsch liegende, von A über a , von B über b , von C über c , rückwärts aus, so erhält man die Linien ax , by und cz .

Es ist also gleichsam gewandert: ao nach ax , bo nach by , co nach cz . Die Winkel, welche je eine richtige und die entsprechende falsche Visirlinie mit einander bilden, nämlich oax , oby , ocz sind einander gleich, nämlich gleich dem Drehungswinkel der Tischplatte, gleich α . Die 3 falschen Visirlinien ax , by und cz schneiden sich in drei Punkten x , y , z und bilden also ein Dreieck xyz mit einander, welches das fehlerzeigende Dreieck heißt, weil es die fehlerhafte Lage von Dreieck abc zu Dreieck ABC anzeigt.

§ 80.

6. Entwicklung der Theorie der proportionalen Perpendikel.

Fällt man von o Perpendikel auf die falschen Visirlinien, nämlich ou auf ax , ov auf by , ow auf cz , so entstehen drei rechtwinklige Dreiecke auo , bvo , cwo , welche ähnlich sind, weil die Winkel bei a , b und c einander gleich, nämlich gleich α , sind. Es verhält sich also:

$ou : ov : ow = ao : bo : co$, d. h. die Länge der von o auf die unrichtigen Visirlinien gefällten Perpendikel ist proportional der Entfernung des richtigen Stationspunktes von den Nezpunkten a , b und c , oder auch proportional der Entfernung des Stationspunktes

*) Siehe § 84 ad 6, Seite 56.

O in der Natur von den } (trigonometrischen Festpunkten A, B
und C.*)

§ 81.

7. Fortschaffung des fehlerzeigenden Dreiecks.

Dieses Gesetz giebt also ein Mittel an die Hand, den richtigen Stationspunkt auf der Platte zu finden, wenn man bei der Arbeit auf dem Felde nicht richtig orientirt, vielmehr die Tischplatte um einen Winkel α falsch aufgestellt, also ein fehlerzeigendes Dreieck $x y z$ erhalten hat. Man tarirt alsdann die Entfernung von a , b und c von der annähernd richtigen Lage von o — resp. von O nach A , B und C — und bestimmt o nun so, daß die Perpendikel $o u$, $o v$, $o w$ die entsprechende Länge erhalten.**)

§ 82.

8. Fortsetzung.

Hat man o auf diese Weise gefunden, so kann man die Tischplatte auch aus der falschen Lage $f' g' h' i'$ in die richtige $f g h i$ bringen, indem man eine der drei richtigen Visirlinien, z. B. $o c$, in die Lage bringt, die jetzt $e z$ hat; man schafft also den Fehlerwinkel α fort. Dies geschieht, indem man die Ziehkante des Lineals an o und c legt, und nun die Tischplatte so lange — mit der Mikrometerschraube n des Stativkopfes — dreht, bis das Object C genau durch den Vertikalfaden des Fernrohrs geschnitten wird.

Nachdem man nun durch o ein Stückchen Visirlinie mit Bleistift ausgezogen, visirt man, ohne o zu berücksichtigen, über b nach B , zieht wieder ein Stückchen Visirlinie aus und verfährt endlich ebenso mit a und A . Schneiden sich alle 3 Linien in o , so ist dies wirklich der richtige Stationspunkt, und der Tisch ist zugleich genau orientirt.

§ 83.

9. Fortsetzung.

Es wird dies in der Praxis aber nur dem alten, geübten Topographen gelingen; der Anfänger wird meist als erstes Resultat finden, daß ein neues fehlerzeigendes Dreieck entsteht. Die Ursache lag alsdann darin, daß der, doch nur nach dem Augenmaß bestimmte Punkte o noch nicht vollkommen richtig gewählt, der Tisch also auch noch nicht ganz genau orientirt war. Das oben beschriebene Verfahren wird nun wiederholt, und zwar so lange, bis die drei Visirlinien sich genau in o schneiden.

Je richtiger man annähernd o bestimmte, desto kleiner wird mit jedem Mal das fehlerzeigende Dreieck; andernfalls wird es größer, man hat dann o in irrthümlicher Richtung oder Weite gesucht.

§ 84.

10. Lage der Station zum Naturdreieck.

Um bei Auswahl der Stelle, an welcher man o zu suchen hat, richtig zu Werke zu gehen, dient Folgendes:

*) Wäre z. B. die Entfernung $a o = 10$ cm., $b o = 20$ cm., $c o = 30$ cm., so würde sich verhalten:

$$o u : o v : o w = 10 : 20 : 30 \\ = 1 : 2 : 3$$

**) In den Lehrbüchern ist dies Verfahren als „Annäherungsmethode“ zur Fortschaffung des fehlerzeigenden Dreiecks beschrieben.

Denkt man sich (siehe XI. 40) um die drei trigonometrischen Festpunkte A, B und C der Natur einen Kreis beschrieben, so kann die Stellung des Neptisches folgende verschiedene Lagen in Bezug hierauf haben:

1. innerhalb des Dreiecks,
2. außerhalb des Dreiecks, aber innerhalb des Kreises, also einer Dreiecksseite gegenüber,
3. außerhalb des Dreiecks und außerhalb des Kreises, einer Dreiecksseite gegenüber,
4. außerhalb des Dreiecks, einer Winkelspitze gegenüber, also außerhalb des Kreises,
5. in einer Dreiecksseite oder in deren Verlängerung,
6. in der Peripherie des Kreises.

§ 85.

11. Lage des richtigen Stationspunktes zum fehlerzeigenden Dreieck.

Ganz analog wird sich die Lage des fehlerzeigenden Dreiecks, resp. des richtigen Stationspunktes, der sich bei nicht gar zu unrichtiger Orientirung doch immer in dessen Nähe befinden muß, in der Zeichnung auf der Neptischplatte zu dem Nehdreieck a b c, resp. zu dem um dasselbe beschriebenen Kreise herausstellen.

Nach Anleitung des in § 79, Seite 54 angegebenen Verfahrens hat man gefunden, daß in den verschiedenen Fällen der zu suchende richtige Stationspunkt eine bestimmte Lage zum fehlerzeigenden Dreieck hat, und zwar liegt derselbe (siehe XI. 42):

- ad 1. im fehlerzeigenden Dreieck,
- ad 2. außerhalb desselben, der mittleren Bisirlinie gegenüber,
- ad 3. außerhalb desselben, derjenigen Winkelspitze gegenüber, welche von den beiden äußern Bisirlinien gebildet wird,
- ad 4. wie ad 2,
- ad 5. hier entsteht kein fehlerzeigendes Dreieck, sondern zwei der unrichtigen Bisirlinien (die nach den Alignementspunkten gerichteten) laufen parallel und werden von der dritten geschnitten,*)
- ad 6. hier kann kein fehlerzeigendes Dreieck entstehen, weil die drei Bisirlinien sich immer in einem Punkte schneiden, wie auch a b c zu A B C liegen mag, weil (siehe XI. 41) die Winkel a o b, a o' b, a o'' b und ebenso die anderen b o c . . . stets unter einander gleich sind, als Peripheriewinkel auf gleichem Bogen a b und b c u. s. w. In diesem Falle ist also ein sicheres Stationiren unmöglich.**)

§ 86.

12. Vergleich der verschiedenen vier Fälle.

Der Fall Nr. 1 ist zur Bearbeitung der einfachste und hier das fehlerzeigende Dreieck am leichtesten fortzuschaffen, weil man nie im Irrthum sein kann, wo man o zu suchen hat.

*) Das Verfahren, den Stationspunkt in diesem Falle zu bestimmen, nennt man „Seitwärtsabschneiden“. Siehe auch Seite 61.

**) D. h. man hat keine Gewißheit darüber, ob der gefundene Punkt der richtige ist; war der Tisch zufällig genau orientirt, so wird freilich auch o richtig.

Bei den Fällen Nr. 2 und 3 ist man nie recht sicher, ob man in der Nähe der Peripherie des Kreises oder in derselben steht; ist man darüber irgend im Zweifel, so muß man den Beobachtungen nach drei Punkten noch eine nach einem vierten Punkte D über d hinzufügen (siehe X. 36). Schneiden sich dann alle vier Visirlinien in o, so ist man sicher, daß seine Lage auf dem Papier der Lage von O in der Natur entspricht.

Ein Irrthum wäre nur möglich, wenn die vier Punkte A, B, C, D, sowie der Stationspunkt, zufällig so lägen, daß man um alle 5 einen Kreis beschreiben kann.

§ 87.

13. Größe der Winkel, unter denen die Visirlinien sich schneiden.

Um die Lage von o möglichst scharf zu erhalten, ist es nothwendig, daß die Visirlinien sich nicht unter spitzeren Winkeln schneiden als 30 Grad, weil andernfalls ihr Schnittpunkt schwer zu erkennen ist. Ist es nicht zu vermeiden, daß 2 Visirlinien sich unter kleineren Winkeln schneiden, so muß wenigstens die dritte diese beiden möglichst rechtwinklig schneiden.

§ 88.

14. Entfernung der trigonometrischen Signale vom Stationspunkt.

Die günstigste Lage der trigonometrischen Signale zur Station O — resp. von o zu a, b, c — ist die, wenn alle drei Punkte möglichst gleich weit von O entfernt sind. Auch werden die Bestimmungen von o sicherer nach weit entfernten Objecten A, B, C, als nach nahe gelegenen.

b. Praxis.

§ 89.

1. Wahl des Stationspunktes und der Signale.

Will man einen Punkt im Terrain, den man zur Aufnahme eines Terrainstückes gebraucht, seiner Lage auf der Tischplatte nach durch Rückwärtseinschnitt bestimmen, so wählt man denselben so, daß man von ihm aus rund herum möglichst viele Signale sieht, deren entsprechende trigonometrische Netzpunkte auf der Tischplatte aufgetragen sind. Alsdann stellt man den Tisch möglichst genau horizontal auf und orientirt ihn so scharf als möglich nach der Magnetnadel (siehe §§ 73 u. 74, Seite 51).

Inzwischen wählt man drei Signale zum Rückwärtseinschnitt aus, die möglichst günstig liegen, wenn möglich so, daß man im Dreieck steht. Nun zieht man die Visirlinien rückwärts aus; erhält man dabei ein fehlerzeigendes Dreieck, so verfährt man nach §§ 81—85.

§ 90.

2 Einfluß der richtigen Orientirung.

Es ist einleuchtend, daß es für eine sichere und schnelle Arbeit von größtem Nutzen ist, wenn die Magnetnadel recht zuverlässig ist, und wenn man die Nordlinie recht sorgfältig gezogen hat. Davon hängt die richtige Orientirung des Tisches, resp. das Vorkommen eines fehlerzeigenden Dreiecks ab.

Alte erfahrene Topographen schonen daher die Magnetnadel auf das Sorgfältigste und verwenden große Mühe auf das Bestimmen und das wiederholte Controliren der Nordlinie. Diese Mühe und Zeit bringt sich im

Laufe der Arbeit reichlich wieder ein; beim Rückwärtseinschneiden erscheinen entweder gar keine, oder nur sehr kleine, leicht fortzuschaffende fehlerzeigende Dreiecke.

§ 91.

3. Vorsichtsmaßregel.

Hat man die Signale nicht so auswählen können, daß man im Dreieck steht, so ist es unter allen Umständen dringend erforderlich, ehe man weiter arbeitet, sich zu überzeugen, daß man nicht in der Peripherie des Kreises und deren Nähe steht. Dies geschieht durch Controle nach einem 4. Punkt. (Siehe § 86, Seite 56.)

§ 92.

4. Resultat der Grundlegung.

Hat man endlich richtig gefunden, so kann man seine Entfernung von jedem auf der Tischplatte schon vorhandenen Punkte, also auch von jedem beliebigen trigonometrischen Punkte, mit dem Zirkel messen (siehe § 30).

b. Höhenbestimmung.

§ 93.

Zweck derselben.

Durch die Grundlegung ist die Lage des Stationspunktes nach geographischer Länge und Breite erfolgt; zur Ausführung der militairisch-topographischen Aufnahme mit aequidistanten Niveaulinien ist noch eine dritte Bestimmung, die der absoluten Höhe, erforderlich.

§ 94.

a. Theorie.

(Siehe XI. 44.)

Wenn in dem rechtwinkligen Dreieck $o e c$ Winkel α und Seite a bekannt, so ist h durch Rechnung zu finden, nämlich

$$\text{tg. } \alpha = \frac{h}{a}$$

$$h = a \cdot \text{tg. } \alpha.$$

Ist o die Drehungs-Axe des Fernrohrs der auf dem Meßtisch stehenden Rippregel, e ein Punkt der Natur, $o e$ die durch o gehende Horizontalebene, $c e$ die von c auf die Horizontalebene gefällte Senkrechte, so ist:

$o c$ die Visirlinie von o nach c und gleichzeitig die wahre Entfernung h — die gerade Linie — zwischen o und c .

$o e$ die Projection von $o c$ auf die Horizontalebene gleich a — die horizontale Entfernung zwischen o und c , auch „Anlage“ genannt.

$c e = h$ der Höhenunterschied zwischen a und c .

Winkel $c o e = \alpha$ der Vertikalwinkel von o nach c .

Man kann also den Höhenunterschied zweier Punkte o und c finden, wenn man den Vertikalwinkel, den die Verbindungslinie beider Punkte mit der Horizontalebene bildet, und deren horizontale Entfernung von einander kennt.

Den Vertikalwinkel α kann man mit der Rippregel messen; die Entfernung a kann man nach ausgeführter Grundlegung aus der Meßtischplatte entnehmen.

Ist die absolute Höhe über dem Meere eines der beiden Punkte bekannt, so kann man die des anderen bestimmen, indem man h entweder subtrahirt, wenn die Höhe von c bekannt, oder addirt, wenn die Höhe von o bekannt ist.

§ 95.

b. Praxis.

Nachdem o im Grund gelegt ist, schreitet man zur Höhenberechnung; dieselbe bezweckt die Berechnung der Bodenhöhe der Station, auf welcher der Tisch steht.

Die absolute Höhe über irgend einem Festpunkt — z. B. Nullpunkt des Pegels von Neufahrwasser — ist für alle trigonometrischen Punkte $a, b, c \dots$ gegeben.*)

§ 96.

1. Wahl der Standartpunkte.

Man wählt zur Höhenberechnung der Stationspunkte die nächstgelegenen Standartpunkte, weil sie die sichersten Resultate ergeben; denn da die Höhen auf Grund der ermittelten Horizontalentfernungen berechnet werden, da ferner die Vertikalwinkel nur von Minute zu Minute richtig gemessen werden, so ist ein Fehler in der Winkelmessung bei großen Horizontalentfernungen auch von größerem Einfluß auf die Höhenbestimmung, als bei kleineren. Macht z. B. (siehe XI. 44) bei $oe' = 100$ m. 1 Minute α mehr oder weniger einen Höhenunterschied von 0,03 m. aus, so beträgt derselbe für $oe = 1000$ m. schon 0,3 m.

Man kann zur Höhenberechnung auch andere trigonometrische Naturpunkte — deren Bildpunkte auf der Tischplatte vorhanden — benutzen, als diejenigen, die man zur Grundlegung benutzt hat.

§ 97.

2. Ausführung der Messung.

Nachdem man die für die Höhenberechnung günstigsten Signale zc. ausgewählt hat, schreitet man zu dieser selbst; man berechnet den Höhenunterschied zwischen o und A, B, C (jeden für sich) und gewinnt aus jeder solchen Rechnung eine Bodenhöhe der Station. Die Uebereinstimmung der Resultate zeigt an, in welchem Grade man genau gearbeitet hat.

Man mißt zunächst (siehe XI. 44) den Vertikalwinkel von der Station o nach dem Object c event. unter Berücksichtigung des Divergenz- und Correctionswinkels (siehe §§ 69—72, Seite 47—50).

Je weiter c von o entfernt ist, desto genauer muß diese Bestimmung ausgeführt werden. Hat man den Vertikalwinkel α endlich genau bestimmt, so greift man mit dem Zirkel auf der Tischplatte die horizontale Entfernung a — zwischen Stationspunkt o und dem Bildpunkt für c — ab und bestimmt ihre Länge in Metern nach dem auf dem Lineal eingravirten Transversalmaßstab.

§ 98.

3. Rotentafeln.

Nun würde man jedesmal trigonometrisch mit Hülfe der Logarithmentafeln berechnen müssen:

$$h = a \cdot \text{tg. } \alpha.$$

$$\log. h = \log. a + \log. \text{tg. } \alpha.$$

*) Die Punkte, deren Höhe gegeben, und von denen man die Höhe anderer Punkte ableitet, heißen „Standartpunkte“.

Es würde dies beim praktischen Aufnehmen im Felde sehr zeitraubend und schwierig sein; dem Topographen sind deshalb die Rotentafeln gegeben, mit deren Hilfe die entsprechenden Rechnungen schnell und leicht auszuführen sind. Ihre Anwendung ist auf Seite 29 ff. daselbst erläutert.

§ 99.

4. Instrumentenhöhe, Erdkrümmung und Strahlenbrechung.

Es ist in den Rotentafeln auch der Einfluß der Instrumentenhöhe, der Erdkrümmung und der Strahlenbrechung erläutert (pag. 38 bis 41), sowie deren Mitwirkung bei Höhenberechnung in den Formeln Nr. 1 und 2 (pag. 33) veranschaulicht. pag. 34 enthält darauf bezügliche Beispiele.

§ 100.

5. Combination der Berechnungen.

Hat man auf diese Weise die Bodenhöhe von o nach c berechnet, so wiederholt man dies Verfahren nach den anderen Objecten B und A. Die Resultate werden auch bei sorgfältigster Arbeit in den Decimalstellen der Meter von einander abweichen; dies findet seine Erklärung darin, daß mit der Kippregel die Winkel nur auf Minuten richtig gemessen, halbe Minuten u. aber nicht beachtet werden können. Die gewöhnliche Entfernung der Objecte von der Station beträgt etwa 2000 m.; hierbei ergiebt eine Minute im Vertikalwinkel mehr oder weniger einen Unterschied in der Höhe von 0,6 m., eine halbe Minute also 0,3 m. Es ist dies daher die Grenze der zu erreichenden Genauigkeit.

Aus den für die Bodenhöhe erhaltenen 3 Resultaten nimmt man als richtige das arithmetische Mittel derselben an, wenn die Objecte ungefähr gleich weit von der Station liegen; andernfalls nimmt man bei vorkommenden großen Höhendifferenzen das Resultat nach dem näheren Objecte als richtiger an und wiederholt nach Erfordern die Winkelmessung.

Beispiel:

Entfernung von A	= 1750 m.,	berechnete Bodenhöhe	217,53 m. = 217 + 0,53
"	" B = 2030 m.,	"	" 218,06 m. = 217 + 1,06
"	" C = 1750 m.,	"	" 217,93 m. = 217 + 0,93
			2,52

dividirt durch 3

ergiebt als Mittel = 0,84

Bodenhöhe = 217,84 m.

C. Das Bestimmen anderer Punkte vom Stationspunkte aus.

a. Durch Ziehen von Visirlinien.

a. Grundlegung.

§ 101.

1. Theorie.

(Siehe XI. 43.)

Hätte man den Punkt o durch Rückwärtseinschnitt nach A B C gefunden und wollte das Object D, dessen Bildpunkt d auf der Platte nicht vorhanden ist, seiner Lage nach auf dem Papier bestimmen, so ist die von O nach D gezogene Visirlinie ein geometrischer Ort für die Lage von dem zu suchenden

Punkt *d* auf dem Papier, d. h. der gesuchte Punkt *d* muß in der von *O* in der Richtung auf *D* gezogenen Linie liegen. Hat man eine zweite Aufstellung des Tisches in *O'* genommen und wieder entsprechend den Stationspunkt *o'* bestimmt, so kann nunmehr die Lage von *d* dadurch gefunden werden, daß man die Visirlinie *O' D* zieht; der Schnitt dieser mit der vorhin von *O* aus gezogenen Visirlinie muß dann die Lage von *d* ergeben.

Aus denselben Gründen, wie sie in § 78, alin. 3, Seite 53 für das Rückwärts-Einschneiden angegeben sind, muß eine Controle des erlangten Schnittes von einem dritten Punkte aus stattfinden, damit man sicher ist, in *d* auch den richtigen Bildpunkt für *D* gefunden zu haben.

Dies Verfahren nennt man das Bestimmen von Punkten durch Vorwärtsabschneiden.

Die Bestimmung von *D* kann in analoger Weise auch dadurch erfolgen, daß man sich mit dem Meßtisch (siehe XII. 45) in *A*, *B* und *C* aufstellt, den Tisch genau nach dem Alignement orientirt (siehe § 73, Seite 51) und die Visirlinien nach *D* zieht.

Bedingung ist immer, daß der Punkt, von dem aus man Visirlinien nach *D* zieht, genau auf der Platte bestimmt, und daß diese ganz richtig orientirt ist.

Kann man sich (siehe XII. 46), nachdem man in *A* gestanden und die Visirlinie nach *D* gezogen hat, auf *D* selbst aufstellen, so kann man *d* dadurch finden, daß man den Tisch nach dem Alignement *A D* genau orientirt und eine Visirlinie über *b* nach *B* rückwärts auszieht; der Schnitt dieser neuen mit der ersten Visirlinie ergibt alsdann die Lage von *d*. Dies Verfahren nennt man Seitwärtsabschneiden. Auch hierfür ist eine Controle nach einem dritten trigonometrischen Punkte erforderlich; kann man *C* von *D* aus nicht sehen, so ist vielleicht ein anderes trigonometrisches Object *E* sichtbar, dessen Bildpunkt *e* man auf der Platte hat, und controlirt man alsdann nach diesem.

§ 102.

2. Praxis.

Hat man den Rückwärts-Einschnitt vollendet und die Bodenhöhe berechnet, so kann man nach obiger Theorie die Festlegung neuer Punkte durch Ziehen von Visirlinien vorbereiten; ihre definitive Lage erhält man erst bei einer zweiten resp. dritten Aufstellung.

Es wird von der Zahl der gegebenen trigonometrischen Punkte in der Section, sowie von einer vorangegangenen Recognoscirung, abhängen, ob und welche Objecte man durch Vorwärtsabschneiden festzulegen hat; bei der jetzigen reichlichen trigonometrischen Vorbereitung der topographischen Arbeiten wird man selten genöthigt sein, dies Verfahren anzuwenden, da man in den gegebenen trigonometrischen Punkten hinreichend Anhalt zur Ausführung von Rückwärts-Einschnitten zc. besitzen wird. Es wird daher das Vorwärtsabschneiden nur für das Festlegen solcher Objecte angewendet werden, auf welchen oder in deren Nähe man sich mit dem Tisch nicht aufstellen kann, z. B. Fabrikschornsteine, Häusergiebel, auffällige Ruinen, ausgezeichnete Bäume, letztere besonders in dichten Waldungen u. s. w.

Die Bestimmung des Stationspunktes durch Seitwärtsabschneiden (siehe unten, Seite 63).

§ 103.

b. Höhenbestimmung.

Um auch die Höhe der durch Vorwärtsabschneiden festgelegten Objecte bestimmen zu können, muß man von mehreren Stationspunkten aus die

Vertikalwinkel dorthin ganz so messen, wie dies für den Rückwärts-Einschnitt bestimmt ist; die horizontale Entfernung entnimmt man aus der Tischplatte, sobald die Lage des gesuchten Punktes genau feststeht. Die Höhenberechnung erfolgt dann in analoger Weise wie bei Bestimmung der Bodenhöhe mit Hilfe der Rotentafeln. Man bedient sich dabei der auf Seite 33 daselbst angegebenen Formeln Nr. 3 und 4, für deren Anwendung auf Seite 35 zwei Beispiele gegeben sind.

§ 104.

b. Mit Hilfe der Distanzlatte (Kotiren).

Punkte, welche nicht weiter als 600 m. vom Meßtisch entfernt sind, kann man durch Anwendung der Distanzlatte im Verein mit der Kippregel, sowohl ihrer Lage auf dem Papier nach, als ihrer Höhe über dem Meerespiegel nach, bestimmen.

Zu diesem Zwecke sendet man die Latte auf den zu messenden Punkt, legt die Ziehkante des Lineals scharf an den Stationspunkt auf der Meßtischplatte, zieht nach der Latte eine Visirlinie und mißt dorthin die Entfernung (siehe § 29, Seite 27) und den Vertikalwinkel (siehe §§ 69—72, Seite 47—50, und Rotentafeln, Seite 31). Die ermittelte horizontale Entfernung — event. unter Berücksichtigung der Horizontal-Correction (siehe Rotentafeln, Seite 32) — trägt man nun vom Stationspunkte aus auf der nach der Latte gezogenen Visirlinie auf und gewinnt so die Lage des Lattenpunktes auf dem Papier.

Ueber die Berechnung der Höhe der Lattenpunkte ist in den Rotentafeln, Seite 35—37 das Erforderliche gesagt; es kommen hierbei die Formeln Nr. 5 und 6, Seite 36, sowie die zugehörigen Beispiele Nr. 5 und 6 zur Anwendung.

C. Verbindung der einzelnen Meßtischstationen unter einander.

§ 105.

A. Der Lattenüberschlag.

(Siehe XII. 47.)

Hat man von einer Meßtischstation J aus einen Lattenpunkt k nach Lage und Höhe genau bestimmt, so kann man eine neue Meßtischstation L innerhalb der Entfernung von 600 m., vom Lattenpunkte K an gerechnet, auf folgende Art bestimmen:

Man stellt den Meßtisch über dem zu bestimmenden Punkt L horizontal auf und orientirt ihn sehr sorgfältig nach der Bouffole. Die Distanzlatte ist in K aufgestellt. Ist der Tisch nun genau orientirt, so zieht man über k nach K eine Visirlinie rückwärts aus, liest die Entfernung L K auf der Latte ab und trägt sie — event. unter Berücksichtigung der Horizontal-Correction — von k aus rückwärts auf der neu gezogenen Visirlinie auf.

So erhält man die Lage von l auf dem Papier. Die Höhe berechnet man analog wie bisher mit Hilfe der ermittelten Horizontal-Entfernung und des zu messenden Vertikalwinkels.

In den Rotentafeln ist das Erforderliche Seite 36 in den Formeln 7 und 8, sowie auf Seite 37 und 38 in den zugehörigen Beispielen gegeben.

Von einem auf diese Weise gewonnenen Punkte l aus können alsdann von Neuem Knoten ringsherum, ganz wie oben angegeben, bestimmt werden.

§ 106.

Rücksichten bei der practischen Ausführung.

Für die Praxis ist es rathsam, die Punkte für die Weiterarbeit (K) ganz besonders sorgfältig zu bestimmen und die Entfernung J K nicht viel über 400 m. zu wählen, weil die Ableseung größerer Entfernungen doch nicht mit der erforderlichen Schärfe ausgeführt werden kann. Ferner ist es nothwendig, bevor man von L aus andere Punkte bestimmt, die Lage von l auf dem Papier genau zu prüfen.

Dies geschieht, indem man die Ziehkante des Ripregel-Lineals an l und irgend einen trigonometrischen Punkt der Platte, der einem möglichst entfernten sichtbaren Object entspricht, anlegt und nachsieht, ob jenes Object vom Verticalfaden geschnitten wird; es genügt, wenn es im Gesichtsfelde erscheint. Ist dies nicht der Fall, so muß die Controle nach anderen Punkten fortgesetzt und event. von Neuem ein Rückwärtseinschnitt gemacht werden.*)

§ 107.

B. Aufstellen auf einem Lattenpunkte.

Der Lattenüberschlag wird durch den Topographen zur Weiterarbeit meist mit Vortheil verwendet werden können; er setzt aber voraus, daß die Magnetnadel gut functionirt. Thut sie dies aber nicht — entweder, weil sie defect ist, oder weil andere Störungen vorhanden sind, z. B. eisensteinhaltige Berge —, so kann man den Lattenüberschlag nicht anwenden. Es bleibt dann nur übrig (siehe XII. 47), sich mit dem Meßtisch auf einem bereits bestimmten Lattenpunkt K aufzustellen, die Platte nach der Linie k i auf den Punkt J zu orientiren und dann von Neuem L resp. l wie vorher zu bestimmen.

Dies Verfahren nennt man Vorgehen nach Alignements. Je öfter es angewendet wird, desto weniger zuverlässig werden die Resultate. Der Topograph muß deshalb keine Gelegenheit versäumen, nach seitwärts liegenden Punkten zu controliren; etwa festgestellte Differenzen werden rückwärts vertheilt. Näheres siehe Heft II, § 32, Seite 21.

§ 108.

C. Seitwärtsabschneiden.

Die Theorie dieses Verfahrens ist bereits im § 101 erörtert. (Siehe XII. 46.) In der Praxis biegt sich der Topograph, nachdem er von A aus die Visirlinie nach D gezogen hat, auf D, stellt den Tisch horizontal und orientirt ihn nach dem Alignement ad. Nunmehr zieht er die Visirlinie b B rückwärts aus und findet so d. Ist eine Controle über e nach E möglich, so darf sie nicht verabsäumt werden.

Dies Verfahren wird hauptsächlich angewandt, wenn man die Magnetnadel zur Arbeit nicht verwenden kann. (Siehe § 107.)

*) In sehr bedecktem Terrain, z. B. in Wäldungen, ist diese Art der Controle freilich nicht immer möglich; wo dieselbe aber ausführbar ist, darf man sie nicht unterlassen. — Wenn mehrere Lattenüberschläge sich an einander reihen und erst von dem letzten aus trigonometrische Punkte sichtbar sind, so verfährt man wie Heft II, pag. 21, angegeben.

IV. Kapitel.

Terrain-Darstellung.

A. Projection und Maßstab.

§ 109.

A. Projection.

Die Darstellung des aufzunehmenden Terrains erfolgt in der Horizontal-Projection und im Maßstabe 1 : 25,000, d. h. alle horizontalen Längen-Ausdehnungen gelangen in ihrer wahren Größe 25,000 mal verkleinert zur Darstellung, während alle zum Horizont geneigten Längen verkürzt und 25,000 mal kleiner gezeichnet werden. (Siehe XII. 48.)

Ist $a b$ eine gerade Linie, $h i$ die horizontale Bildfläche, so erhält man die Projection von $a b$, wenn man von a und b aus Perpendikel auf $h i$ fällt.

Läuft $a b$ parallel $h i$, also horizontal, so ist seine Projection $f g$ gleich $a b$. Ist dagegen $a c$ (gleich $a b$) um einen Winkel α geneigt, so ist seine Projection auf $h i$ kleiner als $a b$, und zwar um das Stück $k g$.

Ist $a d$ (gleich $a b$) noch stärker, und zwar um den Winkel α' , geneigt, so ist seine Projection $f l$ noch kleiner, und zwar um das Stück $l g$.

Ist $a e$ (gleich $a b$) senkrecht gegen $h i$ gestellt, so ist seine Projection auf $h i$ nur ein Punkt, nämlich f .

Es geht daraus hervor, daß alle horizontalen Linien des Terrains in der Darstellung gleich groß, daß dagegen alle gegen den Horizont geneigten Linien auf der Meßtischplatte verkürzt erscheinen, und zwar um so kürzer, je stärker sie geneigt sind; senkrecht stehende Linien erscheinen in dem Bilde nur als Punkt.

Ganz analog verhält es sich mit ebenen Flächen, so daß senkrecht stehende im Bilde nur als Linien — gerade oder krumme — erscheinen.

§ 110.

B. Maßstab.

Da man die Längen der natürlichen Linien — Wege, Ortsgrenzen, Flußläufe, Bergabhänge u. s. w. — bei Plänen nicht in ihrer wahren Ausdehnung zur Darstellung bringen kann, so verkürzt man dieselben gleichmäßig; diese Verkürzung — kurzweg Maßstab genannt — ist für die topographischen

Arbeiten auf 1 : 25,000 festgestellt. Die dargestellten Flächen sind daher 25,000² gleich 625,000,000 mal kleiner als die natürlichen.

2,5 m. in der Verjüngung 1 : 25,000 betragen 0,1 mm. Dies ist etwa die Grenze des sichtbaren Unterschiedes auf dem Papier für das unbewaffnete Auge und daher die natürliche Ausdehnung von 2,5 m. die Grenze des Darstellbaren. Da aber auch 0,1 mm. schon äußerst schwierig auf dem Papier darzustellen ist, so wird eine Darstellung von Unterschieden von 5 m. der natürlichen Länge im Bilde (gleich 0,2 mm.) schon als genügend angesehen werden können.

§ 111.

C. Erklärung von Situation und Terrain.

Alle Terraingegenstände, Bodenbedeckungen u. s. w., welche hauptsächlich ihrer horizontalen Ausdehnung nach zur Darstellung kommen — Wege, Ortschaften, Waldungen, Wiesen, Gewässer zc. — faßt man zusammen unter der Bezeichnung „Situation“; die Uebenhheiten des Bodens, die dagegen auch nach ihrer Höhengausdehnung zur Darstellung gebracht werden müssen, nennt man „Terrain“ (oder Terrain im engeren Sinne).

§ 112.

D. Erklärung von Signaturen.

Manche natürlichen Gegenstände, welche militärisch wichtig sind, würden bei Innehaltung des 25,000 mal verjüngten Bildes verschwindend klein resp. schmal werden; man geht deshalb über den ursprünglichen Maßstab hinaus und stellt sie größer resp. breiter dar, als ihnen eigentlich zukommt. Es betrifft dies hauptsächlich alle Arten von Wegen, Brücken, Mühlen, Baumpflanzungen, verschiedene Bodenbedeckungen u. s. w. Ferner würden viele dieser Situationsgegenstände durch die bloße Darstellung ihres Grundrisses — auch abgesehen von dessen verschwindender Kleinheit — kein ohne Weiteres erkennbares Bild liefern (z. B. Mühlen, Wegweiser zc.), deshalb hat man für dieselben besondere Bezeichnungen eingeführt, welche allgemein „Signaturen“ genannt werden.

Die „Musterblätter für die topographischen Arbeiten der königlich Preussischen Landes-Aufnahme“ nebst Erläuterungen vom Jahre 1876 enthalten alles hierfür Erforderliche.

B. Die Darstellung der Uebenhheiten des Bodens (des Terrains).

§ 113.

Zweck und Mittel.

Durch dieselben sollen zum Ausdruck gebracht werden:

die Form der Uebenhheiten in ihrer ganzen Ausdehnung, die Erstiegsbarkeit (Abhänge und deren Gradation), die Höhe (absolute und relative).

Durch die Terrainzeichnung darf die Situation und die Schrift nicht ver- undeutlicht werden.

Man stellt das Terrain dar:

- A. durch äquidistante Niveaulinien (Horizontalen),
- B. durch Bergzeichnung mit Bergstrichen,
- C. durch Verbindung beider.

A. Aequidistante Niveaulinien.

§ 114.

a. Allgemeine Erklärung derselben.

Diese Darstellungsart kommt bei Herstellung der Original-Neßtisch-Aufnahmen zur Anwendung.

Sie gründet sich auf folgende Vorstellung (siehe Musterblätter, Tafel VII. 2):

Denkt man sich durch eine Bergpartie Niveauflächen in gleichen Vertikalabständen gelegt, so schneiden diese Niveauflächen die Abhänge der Berge zc. in gewissen Linien, welche die Eigenthümlichkeit haben, daß alle in einer solchen Linie liegenden Punkte gleiche absolute Höhe haben. Man nennt sie äquidistante Niveaulinien.

Denkt man sich dies Verfahren auf kleine Terrainstücke angewendet, so fallen die Niveauflächen mit den entsprechenden Horizontalebeneben so gut wie völlig zusammen, und man nennt daher jene Höhenlinien auch „Horizontalen“.

Das von zwei Niveauflächen eingeschlossene Stück eines Berges zc. heißt „Niveaufsicht“; die Dicke derselben, d. h. der Vertikalabstand der Niveauflächen, die „Schichthöhe“.

Für die Aufnahmen der topographischen Abtheilung der Landes-Aufnahme ist die Schichthöhe festgesetzt auf 20, 10, 5, 2,5 und 1,25 m., je nachdem das Terrain mehr oder weniger steil ist.

Denkt man sich die Niveaulinien auf die ebene Bildfläche im verjüngten Maßstabe projicirt, so entsteht ein Bild, aus welchem man die Plastik des Bodens herauslesen kann.

§ 115.

b. Form und Stärke derselben in der Zeichnung und ihre Benennung.

Um den Vertikalabstand — Schichthöhe — in der Grundrißzeichnung sofort erkennbar zu machen, sind den Niveaulinien verschiedene Stärken*) und Formen gegeben; man fängt dabei vom Meeresufer als von der Niveaulinie „Null“ an zu zählen und bezeichnet:

die Schichthöhen von je 20 m. mit starken schwarzen Niveaulinien; sie heißen Haupt-Niveaulinien, z. B. 120, 140, 160 u. s. w.;

die dazwischen liegenden Schichthöhen von 10 m. mit schwächeren ununterbrochenen Linien; sie heißen Zwischen-Niveaulinien, z. B. 130, 150, 170 u. s. w.;

die hier zwischen liegenden Schichthöhen von 5 m. mit eben so starken, lang gerissenen Linien; sie heißen Normal-Niveaulinien, z. B. 125, 135, 145 u. s. w.; endlich

Schichthöhen von 2,5 resp. 1,25 m. durch eine resp. drei fein gerissene Linien; sie heißen Hülf-Niveaulinien, z. B. 121,25, 122,5, 123,75 u. s. w.

*) Die Stärken sind genau vorgeschrieben. (Siehe Erläuterungen zu den Musterblättern, Seite 15.)

§ 116.

c. Ihre Anwendung.

Normalmäßig sollen bei den Aufnahmen der topographischen Abtheilung der Landes-Aufnahme die Schichthöhen des Terrains nur von 5 zu 5 m. zur Darstellung gelangen, weshalb auch diejenigen Niveau-Linien, deren — in Metern angegebene — Höhenzahlen nur durch 5 theilbar sind, Normal-Niveauulinien genannt werden; nur wo diese Schichthöhen nicht mehr ausreichen, um das militairisch wichtige Detail des Terrains zur Darstellung zu bringen, werden die geringeren Schichthöhen von 2,5 resp. 1,25 m. zum Ausdruck gebracht.

§ 117.

d. Tiefenlinien.

Construirt man Niveauulinien in analoger Weise vom Meeresufer aus abwärts, so entstehen die sogenannten „Tiefenlinien“, wie sie an den Küsten (siehe Tafel III der Musterblätter) für die Tiefen von 2, 6 und 10 m. zur Darstellung kommen.

§ 118.

e. Absolute Höhe.

In einer Terrain-Zeichnung (siehe Musterblätter, Blatt IX) erkennt man die absolute Höhe nur aus den eingeschriebenen Höhenzahlen (ausgenommen in der Nähe des Meeresufers selbst); man stellt die Höhenzahlen auf Kuppen, Sättel, an Flüsse, in Seen, in einzelne Niveauulinien selbst; endlich wird jede Niveauulinie auf dem Rande des Planes (Mestischblattes) durch die ihr zukommende Höhenzahl bezeichnet. Um die Höhe jedes anderen Punktes — bei ein für alle Mal festgestellter Schichthöhe — sofort zu finden, zählt man nur die Zahl der zwischen beiden Punkten erscheinenden Niveauulinien — deren Vertikalabstand durch die Stärke *z.* derselben angedeutet ist — aus, und berechnet so den Höhenunterschied, indem man die Schichthöhen gleich zu der absoluten Höhe des Ausgangspunktes zu- oder abzählt, z. B. (siehe Musterblätter, Blatt IX): Man will lesen, wie viel die Ortsgrenze zwischen Tiefenbach und Steinort da, wo sie den Bergrücken westlich der Eisenbahn überschreitet, höher liegt als diese, und welche absolute Höhe — sofort zu dort befindliche Nullfläche hat. Der Kreuzpunkt der Eisenbahn mit der Chaussee liegt + 193, also bedeutet die nächste Niveauulinie, welche den Fuß des Bergabhanges markirt, + 195. Nun zählt man die starken Niveauulinien bergauf längs der Ortsgrenze: 200, 220, 240, 260, 280, und dann noch zwei Niveauulinien à 5 m., also der gesuchte Punkt liegt auf + 290 m., mithin 97 m. höher als die Eisenbahn.

Vorausgesetzt ist dabei, daß beide Punkte in je einer Niveauulinie oder dicht daran liegen; andernfalls nimmt man den Ueberschuß des Höhenunterschiedes, proportional der horizontalen Entfernung des gesuchten Punktes von den beiden ihn einschließenden Niveauulinien, dazu; z. B. (siehe Musterblätter, Blatt IX, Bahnhof östlich Steinort): Das westliche Ende desselben wird von der Niveauulinie + 195 berührt, das östliche von der Niveauulinie + 197,5, der Gabelpunkt der Eisenbahn von der Niveauulinie + 200. Man will ermitteln, wie tief die bei dem B des Wortes Bahnhof vorspringende Ecke gegen den Gabelpunkt liegt. Da sie etwa

genau in der Mitte zwischen westlichem und östlichem Ende liegt, der Fall der Böschung stetig ist, so liegt sie auch in Bezug auf die Höhe in der Mitte, also auf + 196,25, mithin 3,75 m. tiefer, als der Gabelpunkt der Eisenbahn.

f. Das Lesen eines in äquidistanten Niveaulinien ausgeführten Planes und die Bezeichnung des Terrains durch dieselben beim Aufnehmen.

§ 119.

1. Form der Erhebungen.

Die Form der Erhebungen und ihrer Abhänge erkennt man in der Zeichnung leicht aus der Form der Niveaulinien; umgekehrt hat der aufnehmende Topograph sich der nachfolgend genannten Bezeichnungen bei Darstellung des Terrains zu bedienen, sobald er dessen Formen erkannt hat. Dieselben werden mit derjenigen Niveaulinie dargestellt, deren Höhenlage der durch Messung ermittelten Bodenhöhe am nächsten liegt. (Siehe XIII. 49.)

Kuppen (a) und Kessel (b) stellen sich als größere oder kleinere in sich selbst zurückkehrende Kurven dar; die Kessel werden zum Unterschiede mit einem gekrümmten Pfeilstrich, der die Richtung des Falles anzeigt, bezeichnet. Beide sind als horizontale Flächen zu betrachten; mehrere kleine Kuppen zieht man als eine größere zusammen, wenn der Niveauunterschied nur gering ist (a').

Bei jeder Erhebung wird die höher liegende Niveaulinie von der tiefer liegenden umschlossen, bei jeder Vertiefung, bei Kesseln, Mulden zc., ist es umgekehrt.

Vorsprünge, Rücken, Nasen markiren sich durch Ausbiegungen der Niveaulinien (c) (von der Kuppe aus gesehen).

Einbiegungen, Mulden (d), Schluchten (e) ebenso durch Einbiegungen der Niveaulinien.

Nullflächen, Sättel werden von derselben Niveaulinie — die sich also spaltet — umschlossen. Nullflächen finden sich auf Rücken (f) und auf Thal-sohlen (g); sehr sanft geneigte Rücken- oder Thal-Partien faßt der Topograph bei der Terrain-Darstellung als solche Nullflächen zusammen, wodurch die Uebersichtlichkeit des Bildes*) wesentlich gewinnt. Auch werden kleinere Kuppen, die an einem allgemeinen Abhange sich vorfinden, aus demselben Grunde als Nullflächen dargestellt (f'). Sättel (h, i) liegen zwischen je zwei oder mehreren Kuppen (a) oder Kesseln (b), sie haben immer eine gerade Anzahl von Ecken (4, 6, 8 . . .), können dabei aber auch Ausbiegungen von den verschiedensten Formen haben.

In der Natur erkennt man einen Sattel daran, daß vom Sattelpunkte aus das Terrain sich nach zwei, drei oder mehr Seiten hebt, zwischen diesen Richtungen aber gleichzeitig sich senkt; diese Senkungen bestehen entweder in Mulden oder Schluchten, die ihre Fortsetzung event. auch in Nullflächen oder in Kesseln finden; entsprechend muß also auch die Zeichnung gehalten sein, so daß zu jedem Sattel immer je zwei oder mehr Kuppen oder Kessel gehören. Die Mulden nehmen daher auch in der Zeichnung vielfach ihren Anfang an Sätteln.

*) Und die später etwa erforderliche Darstellung mit Bergstrichen.

§ 120.

2. Zusammenhang der Erhebungen.

Wenn in einer zusammenhängenden Bergpartie die einzelnen Erhebungen derart mit einander durch Sättel verbunden sind, daß man immer von einer Kuppe über einen Sattel zur nächsten und von dieser abermals über einen solchen zur nächstfolgenden gelangen kann, so nennt man diese Verbindungslinie eine Rückenlinie (locale Wasserscheide): $k c a c f c i a' i a l' k'$.

Analog verhält es sich mit den Vertiefungen; um auf dem möglichst tiefsten Wege aus einem Kessel in einen anderen, oder aus einem solchen in eine Mulde (Schlucht) zu gelangen, muß man stets einen Sattel passieren. Die Verbindungslinien der Kessel und Mulden über die zugehörigen Sättel hinweg heißen Thallinien: $d y i b h h$ oder $b g i d d m$.

Beide zusammen bilden die „Geripplinen“ des Terrains.

In jeder richtigen und vollständigen Terrainzeichnung sind daher sämtliche Kuppen einerseits, sowie größere Mulden- und Kesselsysteme andererseits, durch Sättel vermittelt (wenn auch vielfach nur mittelst größerer Umwege, die durch die jedesmalige Terrainconfiguration bedingt sind); nur wo größere durchgehende Täler vorhanden sind, die mit einem Flußsysteme in directem Zusammenhange stehen, hört diese Sattelverbindung zwischen den beiden Thälerrändern auf. Aber an den Quellen hängen die Höhen schließlich immer wieder durch Einsattlungen zusammen, die auch hier die relativ niedrigsten Punkte der Wasserscheide bezeichnen.

§ 121.

3. Die Neigungen der Böschungen.

Dieselben erkennt man aus der größeren oder geringeren Entfernung der Niveaulinien in der Zeichnung von einander. (Siehe XIII. 49.)

Sind die Böschungen flach, so stehen die Niveaulinien weit von einander ab ($k c a c f c$) — weiter Weg in der Natur, um bei flacher Böschung z. B. 10 m. zu steigen oder zu fallen. —

Je steiler die Böschungen werden, um so mehr nähern sich die Niveaulinien einander ($l m'$) — kurzer Weg in der Natur, um z. B. 10 m. zu fallen. —

Das Verhältniß der Abstände der Niveaulinien von einander bei gleicher Schichthöhe, aber verschiedenen Böschungswinkel des Abhanges ist ein ganz bestimmtes, welches man durch einen Böschungsmaßstab zum Ausdruck bringen kann. (Siehe Musterblätter, Blatt VII. 2.) Links von der Terrain-Scala ist ein solcher Böschungsmaßstab für die Schichthöhen von 20 m. und die Winkel von 1, 2, 3, 4, 5, $7\frac{1}{2}$, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 Grad dargestellt.

Die Entfernung der Fußpunkte der kleinen Perpendikel von einander bezeichnet die Abstände der 20 m.-Niveaulinien in der Zeichnung von einander für den Maßstab 1:25,000, so daß z. B. bei 2 Grad Böschung der Abstand 572,7 m., bei 3° 381,6 m. u. s. w. in der Zeichnung beträgt. Selbstverständlich gehört alsdann zu einer Schichthöhe von 10 m. die Hälfte, von 5 m. ein Viertel dieser Anlagen, also für 2 Grad 286,35 resp. 143,2 m., für 3 Grad 190,8 resp. 95,4 m. u. s. w.

Mit Hilfe eines solchen Böschungsmaßstabes kann man daher die Neigung der Bergabhänge in Graden ausdrücken, wenn man ihren Abstand in der Zeichnung in den Zirkel nimmt und untersucht, welcher Böschungsgrad dieser abgegriffenen Länge entspricht.

Werden die Böschungen sehr steil, so kommen auch die Niveaulinien sehr nahe an einander; bis zu 15 Grad Böschung werden demnach noch Schichten von 5 zu 5 m. bezeichnet, bei 20 Grad noch Schichten von 10 m., darüber hinaus nur solche von 20 m.

Bei Böschungen von 90 Grad fallen die Niveaulinien in einander. (Siehe XIII. 49. n.)

Bei stetiger Böschung des Abhanges ist auch der Abstand der Niveaulinien in der Zeichnung von einander stetig (op); bei convergen Böschungen stehen die Niveaulinien oben weiter von einander, unten dichter (qr), bei concaven umgekehrt (st).

Fast ausnahmslos müssen bei richtiger Darstellung der Abhänge die eingehenden und ausgehenden Bogen der Niveaulinien genau auf einander passen, indem die — gedachte — Verbindungslinie der innersten resp. äußersten Curvenpunkte die Richtung der Rücken- resp. Schluchtlinien repräsentirt; nur sehr selten zeigt die Natur Formen, wo das Entgegengesetzte eintritt, z. B. bei A. Bilder, wie die bei BBB, beweisen regelmäßig eine ungeschickte, unrichtige Terrain-darstellung durch den Topographen.

§ 122.

4. Die Neigung von Wegen, Grenzen und Schluchten.

Jede Linie (Weg, Waldlisière, Wiesengrenze u. s. w.), welche parallel mit den Niveaulinien läuft, geht horizontal (lu); diejenige, welche die Niveaulinie rechtwinklig schneidet, hat den Neigungswinkel des Abhanges an dieser Stelle (lm), geht also so steil, als es an dieser Stelle möglich ist.

Linien, welche die Niveaulinien schräg schneiden, laufen noch annähernd horizontal, wenn der Winkel sehr spitz ist (uv); je mehr er sich dem rechten Winkel nähert, desto steiler ist die Linie geneigt (vw x), indessen muß die Neigung immer flacher als diejenige des Abhanges selber sein.

Dieses Gesetz findet auch auf Schluchten und Wege Anwendung; um die Neigung derselben zu ermitteln, braucht man nur die Länge des Weges zc. zwischen je zwei ihn berührenden Niveaulinien in den Zirkel zu nehmen und auf dem Böschungsmesser die Gradzahl des zu der abgegriffenen Länge gehörigen Winkels abzulesen.

Geht eine Schlucht — Weg, Lisière — horizontal, so laufen die Niveaulinien parallel mit ihr (y). Ist eine Schlucht zc. geneigt, so wird sie von den Niveaulinien geschnitten; letztere treffen die Schluchtlinie unter gleichen Winkeln wenn der Abhang zu beiden Seiten dieselbe Neigung hat (z), andernfalls bilden die Niveaulinien der steileren Seite einen spitzeren Winkel mit ihr, als die andere (z').

B. Bergstriche.

§ 123.

a. Erklärung der Theorie.

Eine andere, ältere Art der Terrain-Darstellung, die Schattirung verschieden geböschter Flächen durch Bergstriche, gründet sich auf das Gesetz, daß eine Fläche um so heller erscheint, je mehr, und um so dunkler, je weniger Lichtstrahlen sie empfängt.

Die Beleuchtung der Unebenheiten des Terrains wird so angenommen,

daß die unter sich parallelen Lichtstrahlen eine horizontale Ebene senkrecht treffen, mithin diese ganz hell erscheint, weil sie die meisten Lichtstrahlen empfängt. Jede geneigte Fläche wird von weniger Lichtstrahlen getroffen, also um so dunkler werden, je größer der Winkel ist, den sie mit der Horizontalebene bildet; die Vertikalebene wird von keinem Lichtstrahl mehr getroffen, ist also ganz dunkel.

Durch die Schattirung will man die Ersteigbarkeit der geneigten Flächen ausdrücken. Da diese bei 45 Grad aufhört, so graduirt man die Schattirungen nur zwischen Null und 45 Grad; was stärker geneigt ist, wird schwarz gezeichnet.

Da der Einfluß der Neigungen auf militairische Bewegungen sich annähernd nur von 5 zu 5 Grad abstuft, so unterscheidet man in der Zeichnung auch nur diese. Bei Böschungen von weniger als 5° stellt man die Striche entsprechend weiter auseinander, geht also in diesem Falle von der im § 124 aufgestellten Regel, die Strichzahl betreffend, ab.

Die Schattirung der geneigten Flächen wird durch schwächere oder stärkere Striche — Bergstriche — ausgeführt.

§ 124.

b. Stärke der Bergstriche.

(Siehe Musterblätter, VII. 1.)

Um einen Maßstab für die Stärke des Schattens zu gewinnen, denkt man den Raum für jeden Strich nebst seinem rechts daneben liegenden Zwischenraum in 45 gleiche Theile getheilt und nimmt davon so viele auf den Strich, als der Neigungswinkel in Graden beträgt, der Rest bleibt für den Zwischenraum. Also bei x Grad werden x Theile auf den Strich, $(45-x)$ Theile auf den Zwischenraum genommen.

z. B. x gleich 15 Grad: 15 Theile Strich, 30 Theile Zwischenraum.

Für die Hauptgradationen von 5 zu 5 Grad ergeben sich daher folgende Verhältnisse von Strich und Zwischenraum:

5 Grad	1 : 8
10 "	2 : 7
15 "	3 : 6
20 "	4 : 5
25 "	5 : 4
30 "	6 : 3
35 "	7 : 2
40 "	8 : 1
45 "	9 : 0

In allen Böschungen ein und derselben Zeichnung kommen stets annähernd gleich viel Striche auf denselben Raum neben einander, z. B. für den Maßstab 1 : 25,000 auf 3 cm. 40 Striche. Näheres siehe Musterblätter, VII. 2.

§ 125.

c. Richtung der Bergstriche.

Die Bergstriche werden in der Richtung des stärksten Abfalles, des Wasserlaufes, gezeichnet; sie müssen daher senkrecht zu denjenigen Linien stehen, welche horizontal laufen, d. h. senkrecht auf allen Niveaulinien (Horizontalen), und von der Kuppe zum Fuß eines Berges eine continuirliche, wenn auch vielfach gewundene Richtung zu einander innehalten (Strichrichtung).

§ 126.

d. Lehmann'sche und Müffling'sche Manier.

Für die Form der Bergstriche giebt es zwei Manieren, die Lehmann'sche und die Müffling'sche. Letztere beruht im Allgemeinen auf ganz denselben Principien, wie die erstere, und unterscheidet sich von dieser im Wesentlichen nur dadurch, daß außer der Stärke der Bergstriche auch noch verschiedene Formen derselben zur Bezeichnung des Böschungsgrades in Anwendung kommen. Näheres siehe Musterblätter, VII. 1.

Die Gradabtheilungs-Karte 1:100,000 enthält die Gradationen von 5 und 10 Grad nach Müffling'scher, die stärkeren nach Lehmann'scher Manier gezeichnet, da in diesem, verhältnißmäßig schon kleinen Maßstabe eine Unterscheidung der Gradation durch die Strichform nicht mehr gut durchführbar sein würde.

§ 127.

e. Stellung der Bergstriche zu den Schluchten, Wegen etc.

Die correcte Darstellung in Bergstrichen bedingt analoge Schluchtengesetze, wie die mit äquidistanten Niveaulinien, nur daß die Bezeichnungen „horizontal“ und „vertikal“, „spitz“ und „stumpf“, „parallel“ und „senkrecht“ mit einander tauschen.

Eine Linie, welche die Bergstriche senkrecht durchschneidet, läuft horizontal; daher stehen auf einer horizontalen Schlucht die Bergstriche senkrecht.

Eine Linie in der Richtung der Bergstriche, parallel mit diesen, hat die Neigung des stärksten Abfalls, wie ihn die Bergstriche angeben.

Eine Linie, welche die Bergstriche schräg durchschneidet, ist geneigt, und zwar um so stärker, je mehr ihre Richtung sich derjenigen der Bergstriche nähert.

Eine geneigte Schlucht wird von den Bergstrichen zu beiden Seiten unter gleichen Winkeln getroffen, wenn die Gradation auf beiden Seiten dieselbe ist, andernfalls treffen die schwächer geneigten Bergstriche die Schlucht unter spitzerem Winkel, als die stärker geneigten.

C. Beziehungen beider Darstellungsarten zu einander.

§ 128.

a. Auszeichnung eines in Niveaulinien dargestellten Terrains mit Bergstrichen.

Jede in äquidistanten Niveaulinien ausgeführte Terrainzeichnung kann man in Bergstrichen ausführen. Mit Hülfe des Böschungs-Maßstabes, welcher bei keiner solchen fehlen darf, ermittelt man an jeder Stelle, wo die Neigungen wechseln, den Böschungsgrad (siehe § 121, alin. 6, Seite 69) und schreibt denselben an den betreffenden Stellen mit Bleistift ein; alsdann zieht man von der Kuppe zum Fuß die Strichrichtungen in erforderlicher Anzahl immer rechtwinklig durch die Niveaulinien mit Bleistift vor, und zwar zuerst für alle Kuppen bis zu den Sätteln und alsdann erst für die gemeinschaftlichen Abhänge. Dann zeichnet man nach der vorgeschriebenen Terrain-Scala (siehe Musterblätter, VII. 2) das Terrain in Bergstrichen aus, und zwar in der für die Strichrichtung angegebenen Reihenfolge.

Umgekehrt aus einer Zeichnung in Bergstrichen eine solche in äquidistanten Niveaulinien herzustellen, ist theoretisch zwar möglich, für die Praxis aber — abgesehen von ganz besonderen Fällen — ohne Werth.

§ 129.

b. Anmerkung.

Um einer Terrainzeichnung in äquidistanten Niveaulinien mit geringerer Mühe und in kürzerer Zeit, als dies durch Bergstriche möglich ist, einen plastischen Ausdruck zu geben, kann man die verschiedene Neigung der Flächen durch schwächere oder stärkere Abtönung in Kreide- oder Tusch-Manier andeuten.



V. Kapitel.

Projection der Mestischblätter und der Gradabtheilungs-Karte.

a. Mestischblätter.

§ 130.

1. Allgemeine Grundlage.

Die für die Ausführung der allgemeinen militairischen Landesaufnahme erforderliche Theilung in gewisse Abschnitte gründet sich auf die Gradeintheilung der Erde, wobei die Breite vom Aequator bis zum Pol in 90° , die Länge von Ferro aus in östlicher Richtung in 360° getheilt wird.

§ 131.

2. Gradabtheilung.

Der Raum, welcher von zwei auf einander folgenden Längen- und Breiten-graden umschlossen wird, heißt eine Gradabtheilung (siehe XIII. 50), z. B. der Raum zwischen 49° und 50° der Breite und 25° und 26° der Länge.

§ 132.

3. Theilung derselben.

Jede Gradabtheilung wird der Breite nach in 10 Banden, der Länge nach in 6 Blätter, also im Ganzen in 60 Theile — Mestischblätter —, zerlegt. Die Banden werden von Süd nach Nord mit römischen Ziffern, die Blätter von West nach Ost mit arabischen Ziffern bezeichnet.

Jedes Mestischblatt bildet auf der Erdoberfläche ein sphäroidisches Trapez von 10 Minuten geographischer Länge und 6 Minuten geographischer Breite (siehe XIII. 51).

§ 133.

4. Maßstab und Form der Mestischblätter.

Die Original-Aufnahmen erfolgen im Maßstab 1 : 25,000, bei welchem die Abweichungen dieses sphäroidischen Trapezes von einer Ebene gleicher Dimensionen verschwindend klein sind, weshalb die topographischen Aufnahmen der Situation als auf einer Ebene stattfindend ausgeführt werden.

Meridiane und Parallelkreise erscheinen als Begrenzungslinien der Mestisch-

blätter als gerade Linien; für die Auftragung der trigonometrischen Punkte — siehe § 145, alin. 4, Seite 83 — wird jedoch die Krümmung der letzteren berücksichtigt.

§ 134.

5. Bezeichnung der Meßtischblätter.

Die Bezeichnung der Meßtischblätter geschieht nach dem Namen des größten inliegenden Ortes, sowie nach Gradabtheilung, Bande und Blatt; z. B. (s. XIII. 50): Section Kreuznach, Gradabtheilung $50/49^{\circ}$ der Breite, $25/26^{\circ}$ der Länge, Bande IX, Blatt 4, oder kurz: Gr.-Abth. $50/26^{\circ}$ IX. 4.

§ 135.

6. Flächeninhalt der Meßtischblätter.

Da die Meßtischblätter an zwei Rändern von Meridianen begrenzt werden, und die Meridiane von Süden nach Norden convergiren, so werden die nördlicher liegenden Meßtischblätter kleiner als die südlicher liegenden. (Siehe XIII. 50.)

In der geographischen Breite von Berlin ($52\frac{1}{2}$ Grad) liegen die vollen Grade der Meridiane etwa 9 Meilen von einander entfernt, während die Breitengrade etwa 15 Meilen von einander entfernt sind.

Da eine Gradabtheilung von West nach Ost in 6, von Süd nach Nord in 10 gleiche Theile getheilt ist, so kommt auf jede Seite eines Meßtischblattes etwa die Ausdehnung von $1\frac{1}{2}$ Meilen. Der Flächeninhalt eines Meßtischblattes beträgt daher etwa $(1\frac{1}{2})^2 = (\frac{3}{2})^2 = \frac{9}{4} = 2\frac{1}{4}$ Quadratmeilen.

§ 136.

b. Gradabtheilungs-Karte.

Die von der Landesaufnahme publicirte Karte in 1:100,000, auch kurzweg Gradabtheilungs-Karte genannt, wird aus den Original-Meßtischblättern in 1:25,000 derart gewonnen, daß immer $7\frac{1}{2}$ Meßtischblätter in der geographischen Breite von 15 Minuten und der Länge von 30 Minuten zu einem Blatt zusammengestellt werden.

Eine Gradabtheilung enthält deshalb 8 dergleichen Blätter (siehe XIII. 50, die geschlängelten Linien).

Der Raum der Erdoberfläche, den ein Blatt der Gradabtheilung darstellt, ist ebenfalls ein sphäroidisches Trapez. Indessen werden auch hier bei Herstellung der Kartenblätter die Begrenzungslinien als gerade Linien construirt, da die Abweichungen von der gekrümmten Form (bei der viermal stärkeren Verkleinerung) auch noch sehr gering sind. Es liegen daher eigentlich nur die Eckpunkte der Gradabtheilungs-Karte genau richtig, und würde man, um sie genau an einander legen zu können, die Oberfläche einer Kugel gebrauchen, deren Radius 100,000 mal kleiner als der der Erde ist. Man nennt das System, auf diese Weise Kartenblätter an einander zu passen, eine *Polyëderprojectio*n.

In der Praxis sind indessen die Abweichungen durch Dehnung des Papiers beim Kupferdruck zc. viel bedeutender als die Abweichungen der Polyëderfläche von der Ebene, und man kann daher auf einem ebenen Tisch eine große Anzahl Kartenblätter gut zusammen passend an einander legen.

VI. Kapitel.

Vorbereitungsarbeiten zu den topographischen Aufnahmen.

A. Anfertigung der Reductionen von Flurkarten.

§ 137.

A. Vorarbeiten.

Jeder Topograph erhält Reductionen der Grundsteuer-Gemarkungskarten des zur Aufnahme bestimmten Terrainabschnitts, so weit solche existiren und zu beschaffen sind, damit er schnell und doch gewissenhaft die ihm gestellte Aufgabe lösen kann.

Die Grundsteuer-Gemarkungskarten werden von den betreffenden Regierungen requirirt und im Bureau der topographischen Abtheilung reducirt.

In den von den Regierungen empfangenen Verzeichnissen der Gemarkungen wird die geographische Lage der letzteren nach Gradabtheilung, Bande und Blatt notirt*), damit nach Fertigstellung der Reductionen dieselben ohne besonderen Zeitverlust methodischweise geordnet werden können.

§ 138.

B. Das Reduciren mittelst Pantographen.

(Siehe XV. 57.)

a. Pivot.

a b, a d, c b, c d, e g gleich lange, gleichmäßig getheilte Schienen, beweglich in a, b, c, d, e, g mit einander verbunden.

c. Punkt für den Führungsstift,

f. Punkt für den Bleistift, muß immer in der Diagonale a c liegen, daher

*) Dazu wird ein Exemplar einer vorhandenen Uebersichtskarte (meist Meymann'sche) mit den Grenzen der Meßtische nach geographischer Länge und Breite versehen und daraus die geographische Lage der Orte abgeleitet.

$ae = ef = bg$. eg ist verschiebbar auf ad und bc , bleibt aber immer parallel ab und cd .

Zunächst muß dem Zeichenstift, sowie den Charnieren bei e und g eine, durch das Größenverhältniß der zu reducirenden Karte und der Reduction bedingte Stellung gegeben werden.

Hat z. B. die Karte den Maßstab 1:5000, und soll die Reduction den Maßstab 1:25,000 erhalten, so wird die Stellung der drei Punkte e , f und g wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} af:ac &= ef:eg \\ 5000:25,000 &= x:2000^*) \\ 1:5 &= x:2000 \\ 5x &= 2000 \\ x &= 400 \end{aligned}$$

Es ist daher der Zeichenstift f und auch die beiden Charniere e und g (weil $ef = ae = bg$, siehe oben) auf 400 zu stellen.

Allgemein aufgefaßt, würde die Berechnung sich folgendermaßen gestalten:

Maßstab der zu reducirenden Karte = $\frac{1}{m}$

Soll reducirt werden im Maßstab $\frac{1}{n}$, daher

$$\begin{aligned} af:ac &= ef:eg \\ &= ae:ad \\ &= bg:bc \\ m:n &= ef:eg \\ n \cdot ef &= m \cdot eg \\ ef &= \frac{m}{n} \cdot eg = ea = bg. \end{aligned}$$

Das Pivot a des Pantographen ist alsdann derartig auf eine genügend große Tischplatte zu befestigen, daß die Stützen bei b und d in jeder beliebigen Stellung der fünf einzelnen Schienen (ab , bc , cd etc.) auf fester Unterlage verbleiben. Hierauf wird das zu reducirende Blatt so gelegt, daß man mit dem Führungsstift bei c das ganze Bild umfahren kann; demnächst wird dieses Blatt mittelst Heftzwecken befestigt, der Führungsstift bei c auf die Mitte des Bildes gestellt und nun einem Stück Papier, auf welchem die Reduction der Karte erscheinen soll, der Größe der Reduction entsprechend, unter dem Zeichenstift bei f eine feste und entsprechende Lage gegeben.

Die weiteren Manipulationen, welche zur Erreichung des gewünschten Zweckes nothwendig werden, sind rein mechanisch und so einfach, daß sie einer besonderen Erörterung an dieser Stelle nicht bedürfen.

Außer dem erwähnten Pantographen ist noch eine zweite Art in Verwendung (siehe XV. 58).

a. Pivot, in welchem die Schiene dh verschiebbar ist,

$ef = dg$, $fg = dc$, Schienen,

$ef = dg$, $fg = dc$,

d , e , f , g Drehpunkte,

c . Führungsstift,

b . Bleistift.

*) Im Fall die Schienen in 2000 gleiche Theile getheilt sind.

Um die richtige Stellung des Zeichenstifts und des Pivots bei einem derartigen Pantographen zu finden, trägt man auf dem Arbeitstische eine entsprechend lange gerade Linie xz auf und bestimmt zunächst xy beliebig lang, aber der Größe des Pantographen, und speciell der Entfernung a , ungefähr entsprechend. Es muß nun y so gefunden werden, daß sich verhält:

$$xy : xz = m : n$$

$$\text{z. B. } \frac{1}{m} = 1 : 2133\frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{n} = 1 : 25,000$$

$$m : n = 2133\frac{1}{3} : 25,000 \\ = 1 : 11,71.$$

Es empfiehlt sich, die Proportion so auszurechnen, daß das erste Glied = 1 wird, was einfach dadurch hier ausgeführt wurde, daß mit $2133\frac{1}{3}$ in $25,000$ dividirt wurde.

Man macht nun xy beliebig lang = 1, und trägt diese Größe dann von y aus noch $(11,71 - 1)$ mal, also 10 mal und dann noch 71 Hundertel derselben auf, so findet man z .

Jetzt setzt man den Führungsstift c auf den Punkt z und schiebt die für das Pivot bestimmte Hülse auf der Schiene dh , sowie den Zeichenstift auf seiner Schiene ef , so lange hin und her, bis das Pivot a im Punkte x und der Zeichenstift b im Punkte y steht.

Nun wird der ganze Pantograph in a befestigt und liefert beim Gebrauch ein richtig verjüngtes Bild, so lange nicht etwa während der Arbeit durch unvorsichtiges Hantiren die Hülse für das Pivot oder der Zeichenstift von der erst gegebenen Stellung gewichen sein sollte.

Sind Karten zu groß, um auf einmal reducirt zu werden, so theilt man sie in mehrere Stücke ein und reducirt jedes für sich. Man wählt zur Abgrenzung möglichst schon vorhandene annähernd gerade Linien des Kartenbildes, z. B. Weg, Canal etc. Will man die Reduction nicht in einzelnen Stücken, sondern dem Original entsprechend, in einem großen Bilde haben, so verfährt man folgendermaßen:

Ist das erste Stück vollendet, so schiebt man die Originalkarte nach Erfordern weiter, stellt den Führungsstift auf einen Endpunkt der angenommenen Theilungslinie und schiebt die Reduction so, daß der entsprechende Bildpunkt unter den Bleistift zu liegen kommt; dann verfährt man analog am anderen Endpunkte der Theilungslinie und paßt die Reduction durch allmähliges Schieben erst richtig ein, ehe man weiter arbeitet.

§ 139.

C. Das Reduciren mittelst Quadratnetzes.

Karten im Maßstabe $1:1000$ und in noch größeren Maßstäben können mittelst Pantographen, wie sie der topographischen Abtheilung zu Gebote stehen, nicht reducirt werden, da denselben die gehörige Stabilität fehlt, um die Genauigkeit, die bei Reductionen im Verhältniß $1:25$ erforderlich ist, zu erzielen.

Derartige Kartenblätter werden wie folgt reducirt:

Man construirt auf einem halben Bogen Schreibpapier — im Maßstabe von $1:25,000$ — ein Quadratnetz von 200 Meter Seitenlänge für jedes einzelne Quadrat in schwarzer Tusche. Die zu reducirende Karte muß gleich-

falls, ihrem Maße entsprechend, mit einem Quadratnetz (in Blei) von 200 Meter Seitenlänge versehen werden.

Es wird nun auf das kleine Quadratnetz durchsichtiges Papier gelegt und das große Bild quadratweise nach dem Augenmaß übertragen.

Ein Maßstab, wie XV. 59 ihn zeigt, dient hierbei zur Hülfe. Will man nämlich Längen mit dem Zirkel übertragen, so wird die von der Karte abgegriffene Länge von c aus auf ch aufgetragen und an ihrem Ende eine Senkrechte errichtet, welche dem gewünschten Maße entspricht.

Es verhält sich:

$$ab : bc = 1 : 25 \text{ mithin auch}$$

$$de : ec = 1 : 25 \text{ und}$$

$$fg : gc = 1 : 25.$$

§ 140.

D. Das Auszeichnen der Reductionen, Revision derselben.

Sind die Reductionen in Blei entworfen, so werden dieselben auszeichnet und durch topographisches Colorit verdeutlicht.

Vor Rücksendung der von den Regierungen entliehenen Gemarkungskarten werden die Reductionen noch einer Revision unterworfen und demnächst zur Gewinnung einer graphischen Uebersicht über den Stand der Arbeit in einer Karte, meist Meymann'sche, durch eine sichtbare Farbe markirt.

Nummehr werden die Reductionen, meistischweise geordnet, in Papiertäschchen aufbewahrt und bei Beginn der Vermessung den Topographen übergeben.

B. Auftragen trigonometrischer Punkte auf Meßtischblätter.

A. Vorarbeiten.

§ 141.

a. Anforderungen an die Meßtischplatten.

Die Oberfläche derjenigen Meßtischplatten, welche für die topographische Aufnahme bestimmt sind, müssen vollständig eben, ohne Risse und Niststellen, so wie schmutzfrei sein. Ferner müssen die drei Schraubenmuttern auf der Rückseite der Meßtischplatten in dem Abstände von einander liegen, wie es die Einschnitte auf den Stativköpfen bedingen.

Entspricht die Meßtischplatte diesen Anforderungen, so kann das Bespannen mit Whatmanpapier geschehen. Letztere Arbeit wird vom Buchbinder besorgt.

Zur Verbindung des Papiers mit der Meßtischplatte darf nur gutes Eiweiß genommen werden, damit später Papier und Holz auch ohne Schwierigkeiten von einander zu trennen sind. Ferner muß die ganze Papierfläche, welche mit der Oberfläche der Meßtischplatte in Berührung kommt, mit Eiweiß bestrichen sein, um dem Entstehen kleiner Blasen (Wellen im Papier) vorzubeugen.

Da Holz der Veränderlichkeit sehr unterworfen ist, und dadurch die eben erwähnten Fehler mit der Zeit entstehen, da andererseits aber das aufgezogene Papier erst vollständig trocken sein muß, so werden die Meßtischplatten erst zwei bis sechs Wochen vor dem Gebrauch bespannt.

Mit der Instandsetzung der Meßtischplatten müssen gleichzeitig andere Arbeiten in Angriff genommen werden, und zwar:

§ 142.

b. Anfertigung einer Tabelle zur Verwandlung von Längen- und Breiten-Secunden in Meter.

Der Kopf, sowie die ersten und letzten Columnen einer derartigen Tabelle, sind auf nebenstehender Seite gegeben.

Zunächst ist der Werth in Metern für eine Secunde in der Länge und zu den wechselnden Breitenminuten aus der von der topographischen Abtheilung des großen Generalstabes im Jahre 1873 aufgestellten Tabelle über „die Dimensionen der Meßtischblätter“ zu entnehmen. Danach wird durch einfache Multiplication der Werth für 2, 3, 4 u. Secunden gewonnen und die Tabelle, wie nebenstehend angedeutet, aufgestellt. Aus der schon erwähnten Tabelle vom Jahre 1873 wird auch der Werth für eine Secunde in der Breite für den ganzen Grad entnommen und die Verwandlungstabelle weiter vervollständigt.

§ 143.

c. Berechnung der Längen- und Breitenabstände.

Seitens der trigonometrischen Abtheilung der königlichen Landesaufnahme werden der topographischen Abtheilung Verzeichnisse der trigonometrischen Punkte in Form von Tabelle I. (siehe Seite 82) gegeben.

Aus diesen Verzeichnissen werden die Namen, Längen und Breiten der trigonometrischen Punkte in das Schema Tabelle II. (siehe Seite 82) übertragen, wobei auf die Reihenfolge der trigonometrischen Punkte von Süden nach Norden Rücksicht zu nehmen ist.

In welcher Weise das Umrechnen erfolgt, geht aus dem eingeschriebenen Beispiele für die Breite hervor, bei welchem erst der Werth

	für 52	Secunden =	1607,42 m.
dann	„ 0,9	„	= 27,82 „
	„ 0,02	„	= 0,62 „
	Summa		1635,86 m.

aus der Verwandlungstabelle entnommen ist. Diese Summe von 1635,86 m. entspricht der Breite von 52,92 Secunden von 53° 9' aus gezählt. Analog dieser Berechnung werden auch die Werthe der Längen-Secunden gefunden.

§ 144.

d. Revision und Construction von Maßstäben.

Die beim Auftragen trigonometrischer Punkte in Gebrauch kommenden Metermaßstäbe müssen durchaus genau getheilt sein. Es darf daher nie verabsäumt werden, Maßstäbe, die zu obigen Zwecken dienen sollen, nach der angegebenen Richtung hin zu revidiren und besonders mit einem Normalmaßstab zu vergleichen.

Die Secundenmaßstäbe, welche von Papier gefertigt werden (siehe XV. 60 und 61), dienen nur zur Controle der aufgetragenen trigonometrischen Punkte. Die Basis derselben beträgt 10 Secunden, die ganze Länge eine Minute. Die Transversalen gestatten das Abgreifen von ganzen und zehntel Secunden. Das Maß der Basis, sowie der ganzen Minute, wird aus der von der topographischen Abtheilung des großen Generalstabes im Jahre 1873 aufgestellten Tabelle über die „Dimensionen der Meßtischblätter“ entnommen.

Für jeden vollen Grad genügt ein Breitenmaßstab, und für je zwei an einander liegende Banden der dem mittleren Breitengrade genau entsprechende Längenmaßstab.

Tabelle zur Verwandlung von Secunden in Meter für 53—54° der Breite.

Längen-Maße.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Lg. S.	S.	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	54'
1	18,65	18,60	18,56	18,52	18,47	18,43	18,39	18,34	18,30	18,25	18,26
2	37,29	37,21	37,13	37,03	36,95	36,86	36,77	36,69	36,60	36,51	36,43
29	540,76	539,63	538,26	537,00	535,75	534,40	533,23	531,98	530,71	529,45	528,19
30	559,41	558,11	556,63	555,23	554,23	552,92	551,62	550,32	549,01	547,71	546,40
Lg. S.	S.	53° 0'	53° 0'	53° 0'	53° 0'	53° 0'	53° 0'	54° 0'	54° 0'	54° 0'	54° 0'

Breiten-Maße.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Lg. S.	S.	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	54'
1	30,91	6	185,47	11	340,03	16	494,59	21	619,15	26	803,71
2	61,82	7	12	12	12	17	17	22	22	27	32
3	92,73	8	13	13	13	18	18	23	23	28	33
4	123,64	9	14	14	14	19	19	24	24	29	34
5	154,55	10	15	15	15	20	20	25	25	30	35
Lg. S.	S.	53° 0'	53° 0'	53° 0'	53° 0'	53° 0'	53° 0'	54° 0'	54° 0'	54° 0'	54° 0'

Zabelle I.

Laufende Nr.	Lanz- rählicher Kreis	Pflanze des trigono- metrischen Quantes	Breite			Länge			Absolute Höhe		Relative Höhe über dem Gess- legungssteine		Name und Stand des Besizers	Beschaffenheit des Signals und ungesähe Kosfen des Raumaterials	Bemerkungen.				
			Gr.	M.	Sec.	Gr.	M.	Sec.	Direct	meter	Direct	meter							
14	Bromberg	Stein Kirchthurm Knopfmittel	53	9 52	916	35	22	17	1000	Knopfmittel	127	089	—	—	—	—	—		
15	"	Zamaba	"	11 35	144	"	26	7	756	Obere Fläche des Gess- legungssteins	115	331	Unterer Bretter- rand	2	648	Colonist Rattorsti	Bier- seitige Pyra- mide	3 25	Der Stein liegt 17 m. n. ö. vom Signal.

Zabelle II.

Berechnung der Abstände
in Metern.

54/36.	Bd. II, Bl. 3.	Berechnung der Abstände in Metern.		Sect. Stein.	
1.	Bromberg	Bromberg	Stein	Stein	Stein
		0	0	0	0
		1607	27	316	315
		82	82	26	53
		0	62	13	99
		Bromberg	Stein	Stein	Stein
		0	0	0	0
		1635	27	329	328
		86	82	26	53
		2	07	13	99
2.	Bromberg	Bromberg	Stein	Stein	Stein
		0	0	0	0
		15	30	11	35
		14	14	26	77
		30	26	77	6

B. Ausführung des Auftragens.

§ 145.

a. Das Auftragen der Punkte innerhalb der Grenzlilien der Meßtischblätter.

Das Minutennetz wird mit Hülfe einer Kupferplatte, welche den Rahmen von Meßtischblättern für die zehn verschiedenen Banden einer Gradabtheilung in fein gebohrten Löchern enthält (siehe XVI. 63) wie folgt auf die Meßtischplatte übertragen:

Nachdem man die Kupferplatte, welche die Größe des zu construierenden Meßtischblattes enthält, so auf die Meßtischplatte gelegt hat, daß das zur Anwendung bestimmte Minutennetz auf die Mitte kommt, und die Grenzlilien parallel mit den Ranten der Meßtischplatte laufen, sticht man mit einer feinen Nadel den für das fragliche Meßtischblatt erforderlichen Rahmen durch und verbindet nun die gewonnenen Punkte in geeigneter Weise durch feine Linien in schwarzer Tusche.*) Für das Auftragen der Randpunkte werden sämtliche Linien in Blei verlängert.

Damit die Orientirung des Meßtischblattes nicht verloren geht, muß dasselbe gleich nach dem Herunternehmen der Kupferplatte in der oberen (nordwestlichen) Ecke (siehe XVI. 62) mit Gradabtheilung, Bande, Blatt und Sectionsnamen beschrieben werden.

Jetzt kann das Auftragen der trigonometrischen Punkte beginnen. Zu diesem Zwecke wird in der Abstände-Berechnung die Differenz zwischen Bogen und Sehne (Parallellkreis und südliche Meßtischgrenze) aus der mehrfach erwähnten Tabelle vom Jahre 1873, in welcher auch speziell die Construction der Meßtischblätter behandelt ist, entnommen und mit dem Minuszeichen unter den Werth der Breiten-Seconds gesetzt, wie aus dem Schema über Abstände-Berechnung (siehe Tabelle II. auf nebenstehender Seite) zu ersehen ist. Man nimmt jetzt die in demselben gegebene Länge für die Breiten-Seconds minus der Differenz zwischen Bogen und Sehne, hier für den trigonometrischen Punkt Nr. 14 1633,8 Meter, in den Zirkel und trägt diese Länge von der neunten Breitenminute bei a (siehe XVI. 62) nach b hin auf, desgleichen von a' nach b'. Der aufzutragende trigonometrische Punkt liegt einmal in der Linie bb', dann aber auch in dem Meridian dd', dessen Lage in analoger Weise durch seinen Abstand vom Meridian 35° 22' — nämlich $c' d' = 328,5$ m. und $c d = 329,3$ m. — bestimmt worden ist. In dem Schnittpunkte der Linien bb' und dd' hat der trigonometrische Punkt, nach Länge und Breite bestimmt, seine geographisch richtige Lage auf dem Meßtischblatte.

Die Bestimmung der Lage aller übrigen trigonometrischen Punkte geschieht in der eben beschriebenen Art und Weise.

§ 146.

b. Das Auftragen der Randpunkte.

Diejenigen trigonometrischen Punkte, welche außerhalb der Grenze des Meßtischblattes, aber noch auf der Meßtischplatte liegen, heißen Randpunkte und werden von der Nachbar-Section einfach mit dem Zirkel übertragen. Sind Randpunkte ohne Hülfe anstoßender Sectionen aufzutragen, so verfährt man mit den nördlichen, wie mit den trigonometrischen Punkten innerhalb des Meßtischblattes; im Süden hingegen muß die Differenz zwischen Bogen und Sehne statt subtrahirt, addirt werden.

Liegt z. B. ein trigonometrischer Punkt (siehe XVI. 62) bei e (Wirken),

*) Es sind dazu nur geprüfte eiserne Lineale zu verwenden.

so ist ef von dem Werthe der ganzen Minute gf zu subtrahiren und zum Rest eg die Differenz xy zu addiren, so daß xe die von h nach i und von h' nach i' aufzutragende Größe ist.

Bei den östlichen und westlichen Randpunkten wird die Differenz zwischen Bogen und Sehne gleichfalls addirt.

§ 147.

c. Revision.

Da beim Auftragen trigonometrischer Punkte durch Versehen am Maßstab oder auf dem Meßtischblatte leicht Fehler entstehen können, so ist eine Controle der abgegriffenen Entfernungen, sowie eine Revision der Lage des trigonometrischen Punktes in Bezug auf die gewählte Flächen-Minute, nothwendig. Letzteres wird durch einen Vergleich mit dem Verzeichniß der trigonometrischen Punkte ermittelt und die Abstände von den Minutenlinien nach den Secunden-Maßstäben (siehe XV. 60 und 61) revidirt.

Ergeben sich Differenzen, so ist der trigonometrische Punkt von Neuem aufzutragen, andernfalls wird ein Kreis um den Schnittpunkt der beiden Linien gezogen, als Zeichen, daß der trigonometrische Punkt revidirt und für richtig befunden ist.

Jedes Meßtischblatt ist mit der Unterschrift des Revisors, welcher für das richtige Auftragen der trigonometrischen Punkte verantwortlich bleibt, zu versehen.

C. Anfertigung von Listen.

§ 148.

a. Listen der trigonometrischen Punkte für jedes Meßtischblatt.

Die Anfertigung derselben geschieht nach dem auf nebenstehender Seite gegebenen Schema.

Die einzelnen Colonnen werden aus den schon behandelten Verzeichnissen und Abstände-Berechnungen entnommen; jedoch ist hierbei auf den Nullpunkt für die Höhen der trigonometrischen Punkte besonders Bedacht zu nehmen, da z. B. gegenwärtig die Höhenbestimmungen seitens der trigonometrischen Abtheilung nach dem Pegel von Neu-Jahrwasser geschehen, während die topographische Abtheilung bei allen Aufnahmen das Mittelwasser der Ostsee als Nullpunkt hat. Der letztere liegt um 3,524 Meter höher als der erstere.

Jedem Topographen wird das Stück von der Reymann'schen Karte, welches den aufzunehmenden Terrainabschnitt enthält und als Uebersichts-Karte (später Bodenkarte) dient, in das Verzeichniß der trigonometrischen Punkte eingeklebt. Ferner wird demselben eine graphische Uebersicht (in 1:100,000) der aufgetragenen trigonometrischen Punkte mitgegeben.

§ 149.

b. Uebersichts-Tableaux der trigonometrischen Punkte.

Jeder Vermessungs-Dirigent empfängt ein derartiges Tableau, welches im Maßstabe 1:100,000 aus den einzelnen Uebersichts-Tableaux, die von jeder Meßtischplatte angefertigt sind, zusammen gestellt ist. Dieselben werden mit Umdruckstiche gezeichnet und dann vervielfältigt.

Nr.	Namen der trigonometrischen Punkte	Art	Breite			Länge			Abstände		Absolute Höhe		Relative Höhe über dem Seeflegungsstein		Kosten des Baumaterials		
			0	'	"	0	'	"	Breite Meter	Länge unten Meter	Länge oben Meter	Object	Meter	Object	Meter	Mk.	Pf.
14	Stein	Kirchthurm	53	9	52,92	35	22	17,70	1635,86	329,28	328,52	Knopfmitte	123,56	—	—	—	—
15	Zanada	Vierseitige Pyramide	"	11	35,14	"	26	7,76	1086,25	144,37	144,02	Obere Fläche des Seeflegungs- steines	111,81	Unterer Bretttrand	2,65	3	25

§ 150.

c. Listen für Nivellements-Punkte.

Die Nivellements-Punkte werden aus den, von der triognometrischen Abtheilung der königlichen Landes-Aufnahme herausgegebenen Werken entnommen und vermessungssectionsweise nach dem hier folgenden Schema angefertigt:

Nr. des Niv. s. 228	Lage des Niv. s. 228	Absolute Höhe über dem Nullpunkt des Meeres zu Neufahrwasser in Metern	Absolute Höhe über dem Mittelwasser der Diffe in Metern	Seite des 3. Bandes der Nivellements- und Höhenbestimmungen	Sieht in:			Bemerkungen
					Grabtheilung	Bande	Blatt	
226	N. im Nummerfein 4,75 der Schaufsee Land bed — Stolbenberg N. im Ausgang des Niv. s. 228	136,757	133,233	7	54/34	III.	6	Sieht nicht 54/35 ^o Bd. III. Bl. 1.
227	N. im Nummerfein 4,50 der Schaufsee Land bed — Stolbenberg. Defisch vom Gute Neufahrwasserdorf .	147,876	144,332	"	"	III.	6	do. do.
228	N. im Nummerfein 4,25 der Schaufsee Land bed — Stolbenberg.	138,683	135,159	"	"	III.	6	

Berlin, im October 1876.

Königlich Preussische Landes-Aufnahme.
 Topographische Abtheilung.
 Baumann, Major.



Inhalts-Verzeichniss.

Heft I.

I. Kapitel.

Die Instrumente, wie sie sein sollen und ihre einfache Anwendung.

	Seite	
§ 1. Einleitung	5	
A. Beschreibung der Instrumente.		
A. Instrumente und sonstige Mittel zur Bezeichnung von Punkten.		
§ 2. Vorhandene Baulichkeiten	5	
Im Terrain versteinte Punkte, Pyramiden, Signale.		
B. Meß-Instrumente.		
§ 3. Allgemeine Anforderungen	6	
I. Der Meßtisch.		
§ 4. a. Allgemeines	7	
§ 5. b. Die Meßtischplatte	7	
§ 6. c. Das Stativ.		
Anmerkung		8
§ 7. a. Das einfache Baumann'sche Stativ	8	
§ 8. b. Das verbesserte Baumann'sche Stativ	9	
§ 9. c. Das Stativ M/75.	10	
§ 10. d. Das Stativ M/74.	11	
II. Kippregeln nebst Zubehör.		
a. Allgemeine Erläuterungen.		
§ 11. 1. Die Haupttheile jeder Kippregel	11	
§ 12. 2. Nonius	12	
§ 13. 3. Fernröhre	14	
§ 14. 4. Fadenzug	15	
§ 15. 5. Röhrenlibelle oder Röhrenniveau	16	
§ 16. 6. Nivellniveau	16	
§ 17. 7. Orientirboussole	16	
§ 18. 8. Maßstab	17	
§ 19. b. Breithaupt'sche Kippregel (M/B.)	17	
§ 20. c. Dänische Kippregel (M/D.)	18	
§ 21. d. Kippregel M/75.	20	
§ 22. e. Kippregel M/74.	21	
§ 23. III. Distanzlatte	22	

B. Einfache Anwendung der Instrumente.

§ 24.	A. Aufstellen des Nektisches	23
§ 25.	B. Allgemeine Behandlung der Kippregel	23
§ 26.	C. Bestimmung von Richtungslinien	24
§ 27.	D. Messen von Horizontalwinkeln	25
§ 28.	E. Messen von Vertikalwinkeln	25
§ 29.	F. Messen von Entfernungen	27
§ 30.	G. Messen und Auftragen graphischer Entfernungen	29

II. Kapitel.

Fehler der Instrumente, Prüfung und Beseitigung derselben.

§ 31.	Anmerkung	30
-------	---------------------	----

A. Prüfung des Nektisches.

§ 32.	A. Allgemeine Anforderungen an die Festigkeit des Nektisches	30
	B. Vorkommende Fehler.	
§ 33.	a. Unzulängliche Kraft der Spiralfeder	31
§ 34.	b. Unvollkommene Arretirung der Tischplatte	31
§ 35.	c. Unregelmäßige Stellung der vertikalen Drehungsaxe im Stativkopf zur Oberfläche der Tischplatte	31
§ 36.	d. Ungleichmäßige Dicke der Tischplatte	32
§ 37.	e. Unebenheiten auf der Tischplatte	32
§ 38.	f. Mangelhafte Festigkeit des Tisches	32

B. Prüfung der Kippregel.

§ 39.	Anmerkung	32
§ 40.	A. Prüfung des Distanzmessers	33
§ 41.	B. Prüfung der Linealkante	34

C. Prüfung der Orientirbouffole.

§ 42.	a. Im Allgemeinen	34
§ 43.	b. Unzureichende Kraft der Magnetnadel	35
§ 44.	c. Anderweitige Mängel	35
§ 45.	d. Parallelität der einspielenden Magnetnadel mit der Linealkante	35

D. Anforderungen an die Visirvorrichtung.

§ 46.	a. Im Allgemeinen	35
§ 47.	b. Schräge Lage der Kippebene	36
§ 48.	c. Falsche Lage der Linealkante zur Kippebene	36
§ 49.	Anmerkung dazu	37
§ 50.	d. Abweichende Lage der optischen Axe gegen die Bewegungsaxe des Rohres	38
§ 51.	e. Einfluß etwaiger Vereinigung der drei vorgenannten Fehler	39

		Seite
E. Anforderungen an den Apparat mit Rücksicht auf die Vertikalwinkelmessung.		
§ 52.	a. Im Allgemeinen	39
§ 53.	b. Prüfung der Limbus- und Nonius-Theilung	39
§ 54.	c. Falsche Lage des Niveaus	40
	d. Falsche Lage der Nivellirlibelle.	
§ 55.	1. Bei Kippregel M/75.	40
§ 56.	2. " " M/74.	41
§ 57.	3. " " M/D.	41
§ 58.	4. " " M/B.	41
§ 59.	5. Einfluß dieses Fehlers	41
	e. Falsche Lage der Nivellirlibelle am Rohr.	
§ 60.	1. Allgemeines	42
§ 61.	2. Bei Kippregel M/75. und M/74.	42
§ 62.	3. " " M/D.	43
§ 63.	4. " " M/B.	44
§ 64.	f. Stellung der Nullpunkte des Limbuskreises zur mathematischen Bewegungsaxe des Rohres	44
§ 65.	g. Excentricität des Limbuskreises D und der Bewegungsaxe m des Rohres	44
§ 66.	h. Abweichung in den Nonien (Indexfehler)	45

III. Kapitel.

Zusammengesetzte Operationen mit Meßtisch, Kippregel und Distanzlatte.

§ 67.	Anmerkung	46
-------	---------------------	----

A. Einfluß der Fehler an den Instrumenten auf die Ausführung der Messungen.

§ 68.	A. Im Allgemeinen	46
-------	-----------------------------	----

B. Im Speciellen bei der Vertikalwinkelmessung.

§ 69.	a. Vorbemerkung	47
§ 70.	b. Divergenzwinkel	47
§ 71.	c. Correctionswinkel	48
§ 72.	d. Verhältniß des Divergenz- und des Correctionswinkels zu einander	49

B. Die Arbeiten auf einer Meßtisch-Station.

A. Orientiren.

§ 73.	a. Erklärung und Ausführung	51
	Orientiren nach dem Alignedment.	
§ 74.	b. Ziehen der Nordlinie	51
	Orientiren nach der Bouffole.	

B. Das Bestimmen des Stationspunktes (Stationiren).

a. Grundlegung.

a. Theorie.

§ 75.	1. Allgemeine Entwicklung derselben	52
§ 76.	2. Fortsetzung	53
§ 77.	3. Fortsetzung	53
§ 78.	4. Theorie des Rückwärtseinschnittes nach drei Punkten . .	53
§ 79.	5. Das fehlerzeigende Dreieck	54
§ 80.	6. Entwicklung der Theorie der proportionalen Perpendikel	54
§ 81.	7. Fortschaffung des fehlerzeigenden Dreiecks	55
§ 82.	8. Fortsetzung	55
§ 83.	9. Fortsetzung	55
§ 84.	10. Lage der Station zum Naturdreieck	55
§ 85.	11. Lage des richtigen Stationspunktes zum fehlerzeigenden Dreieck	56
§ 86.	12. Vergleich der verschiedenen vier Fälle	56
§ 87.	13. Größe der Winkel, unter denen die Visirlinien sich schneiden	57
§ 88.	14. Entfernung der trigonometrischen Signale vom Stations- punkt	57

b. Praxis.

§ 89.	1. Wahl des Stationspunktes und der Signale	57
§ 90.	2. Einfluß der richtigen Orientirung	57
§ 91.	3. Vorsichtsmaßregel	58
§ 92.	4. Resultat der Grundlegung	58

b. Höhenbestimmung.

§ 93.	Zweck derselben	58
§ 94.	a. Theorie	58
§ 95.	b. Praxis	59
§ 96.	1. Wahl der Standartpunkte	59
§ 97.	2. Ausführung der Messung	59
§ 98.	3. Notentafeln	59
§ 99.	4. Instrumentenhöhe, Erdkrümmung und Strahlenbrechung .	60
§ 100.	5. Combination der Berechnungen	60

C. Das Bestimmen anderer Punkte vom Stationspunkte aus.

a. Durch Ziehen von Visirlinien.

a. Grundlegung.

§ 101.	1. Theorie Vorwärtsabschneiden. Seitwärtsabschneiden.	60
§ 102.	2. Praxis Vorwärtsabschneiden.	61
§ 103.	b. Höhenbestimmung	61
§ 104.	b. Mit Hilfe der Distanzlatte (Kotiren)	62

E. Verbindung der einzelnen Meßstisch-Stationen unter einander.

§ 105.	A. Der Latzenüberschlag	62
--------	-----------------------------------	----

§ 106.	Rücksichten bei der practischen Ausführung	63
§ 107.	B. Aufstellen auf einem Lattenpunkte	63
	Vorgehen nach Alignements.	
§ 108.	C. Seitwärtsabschneiden	63

IV. Kapitel.

Terrain-Darstellung.

A. Projection und Maßstab.

§ 109.	A. Projection	64
§ 110.	B. Maßstab	64
§ 111.	C. Erklärung von Situation und Terrain	65
§ 112.	D. Erklärung von Signaturen	65

B. Die Darstellung der Unebenheiten des Bodens (des Terrains).

§ 113.	Zweck und Mittel	65
--------	----------------------------	----

A. Äquidistante Niveaulinien.

§ 114.	a. Allgemeine Erklärung derselben	66
§ 115.	b. Form und Stärke derselben in der Zeichnung und ihre Benennung	66
§ 116.	c. Ihre Anwendung	67
§ 117.	d. Tiefenlinien	67
§ 118.	e. Absolute Höhe	67
	f. Das Lesen eines in äquidistanten Niveaulinien ausgeführten Planes und die Bezeichnung des Terrains durch dieselben beim Aufnehmen.	
§ 119.	1. Form der Erhebungen	68
§ 120.	2. Zusammenhang der Erhebungen	69
§ 121.	3. Die Neigungen der Böschungen	69
§ 122.	4. Die Neigung von Wegen, Grenzen und Schluchten	70

B. Bergstriche.

§ 123.	a. Erklärung der Theorie	70
§ 124.	b. Stärke der Bergstriche	71
§ 125.	c. Richtung der Bergstriche	71
§ 126.	d. Lehmann'sche und Müßling'sche Manier	72
§ 127.	e. Stellung der Bergstriche zu den Schluchten, Wegen etc.	72

C. Beziehungen beider Darstellungsarten zu einander.

§ 128.	a. Auszeichnung eines in Niveaulinien dargestellten Terrains mit Bergstrichen	72
§ 129.	b. Anmerkung (Kreide- oder Tuschmanier)	73

V. Kapitel.

Projection der Meßtischblätter und der Gradabtheilungs-Karte.

a. Meßtischblätter.

§ 130.	1. Allgemeine Grundlage	74
§ 131.	2. Gradabtheilung	74
§ 132.	3. Theilung derselben	74
§ 133.	4. Maßstab und Form der Meßtischblätter	74
§ 134.	5. Bezeichnung der Meßtischblätter	75
§ 135.	6. Flächeninhalt der Meßtischblätter	75
§ 136.	b. Gradabtheilungs-Karte	75

VI. Kapitel.

Vorbereitungsarbeiten zu den topographischen Aufnahmen.

A. Anfertigung der Reductionen von Flurkarten.

§ 137.	A. Vorarbeiten	76
§ 138.	B. Das Reduciren mittelst Pantographen	76
§ 139.	C. Das Reduciren mittelst Quadratrages	78
§ 140.	D. Das Auszeichnen der Reductionen, Revision derselben	79

B. Auftragen trigonometrischer Punkte auf Meßtischblätter.

A. Vorarbeiten.

§ 141.	a. Anforderungen an die Meßtischplatten	79
§ 142.	b. Anfertigung einer Tabelle zur Verwandlung von Längen- und Breiten-Seconds in Meter	80
§ 143.	c. Berechnung der Längen- und Breitenabstände	80
§ 144.	d. Revision und Construction von Maßstäben	80

B. Ausführung des Auftragens.

§ 145.	a. Das Auftragen der Punkte innerhalb der Grenzlinien der Meßtischblätter	83
§ 146.	b. Das Auftragen der Randpunkte	83
§ 147.	c. Revision	84

C. Anfertigung von Listen.

§ 148.	a. Listen der trigonometrischen Punkte für jedes Meßtischblatt	84
§ 149.	b. Uebersichts-Tableaux der trigonometrischen Punkte	84
§ 150.	c. Listen für Nivellements-Punkte	86



