

Sechstes Hauptstück.

Von den Höhemessungen und dem Niveliren.

Erster Abschnitt.

Von den Höhenmessungen.

§. 305.

Fig. Wenn man bey zwey Puncten zu erforschen sucht, um wie viel einer über den Horizont des andern erhaben ist, so nennt man ein solches Geschäft, Höhen messen. Diese Untersuchung kann mittelst geometrisch-construirter Instrumente und Werkzeuge, oder mittelst Winkelmeß-Instrumente und trigonometrischer Rechnung, oder auch mittelst physikalischer Instrumente geschehen; daher geometrische, trigonometrische und physikalische Höhenmessung.

a) Geometrische Höhenmessung.

§. 306.

163. Aufgabe. Eine zugängige Höhe AB zu messen.

1. Auflösung. In einer beliebigen Entfernung $AD = 15^\circ = 90'$ errichte man einen Stab DC etwa von $4'$ Länge, und von diesem in einiger Entfernung, ungefähr $DE = 5'$ entfernt, errichte man einen andern Stab $EG = 8$ bis $10'$ vertical, visire über die Spitze C des Stabes DC nach den obern und untern Endpuncten B und A der zu messenden Höhe, und bemerke die Puncte G und F , wo die Visirstrahle den zweyten Stab schneiden; so kann die Höhe AB aus folgender Proportion bestimmt werden:

$$CF:FG = CA:AB \quad \dots \quad (2)$$

und $CF:DE = CA:DA$ (Gmtr. 79)

Fig.
163.

daher $DE:FG = DA:AB$

woraus $AB = \frac{FG \cdot DA}{DE}$ folgt.

Es sey $FG = 3', 2$ gefunden worden, so ist

$$AB = \frac{3,2 \cdot 90}{5} = 57,6 \text{ Fuß.}$$

2. Auflösung. Bey minderer Genauigkeit kann man die Höhe eines zugängigen Gegenstandes auch mittelst seines Schattens auf folgende Art bestimmen. Man stecke am Ende desselben in m einen ungefähr 3 bis 4' langen Stab mn vertical in die Erde, messe sowohl die Schattenlänge Am des Baumes als jene mp des Stabes; so ergibt sich aus der Ähnlichkeit der Dreyecke pnm und mAB (da die Lichtstrahlen pn und mB wegen der unendlichen Entfernung der Sonne als parallel anzusehen sind)

$$pm : mn = mA : AB$$

daher ist $AB = \frac{mn \cdot mA}{pm}$

Dieses Verfahren ist jedoch nur auf ebenen, nicht aber auf schief geneigten Boden, und wo überdieß die Bestimmung der Höhe eines Gegenstandes keine große Genauigkeit erfordert, anwendbar, außerdem muß man Instrumente zu Hülfe nehmen. Andere derley Lösungsarten können bey dem mündlichen Vortrage erwähnt werden. Die oben aufgestellte Proportion (2) leitet uns auf eine zu forstlichen Höhenmessungen sehr brauchbare geometrische Scale, welche auf folgende Weise construiert wird.

§. 307.

1) Man ziehe auf einer ebenen über Holz oder Pappendeckel gespannten Papierfläche, im Rechtecke $abcd$ von etwa 6 Zoll lang und 4 Zoll breit (Fig. 165) eine Senkrechte mn auf ab oder dc , 165. trage aus einem beliebigen Punct m eine beliebige Länge $m..20$ so oft auf, als man verschiedene Grundlinien für die zu messenden Höhen der Bäume haben will, ziehe durch die aufgetragenen Puncte 20, 40, 60..... parallele Linien zu ab oder dc ; so hat man für jede Standlinie $m..20$, $m..40$, $m..60$,..... d. h. für Standlinien von 20, 40, 60... Fuß die zugehörige Höhen-Scale

Fig. *ff*, *gg*, *hh*, d. h. in eben den Einheiten, als die auf der
 165. Erde gemessene Grundlinie ist, erhält man auf der Senkrechten, welche durch den Endpunct der gleichnamigen Grundlinie auf der Skale gezogen ist, die zugehörige Höhe des gemessenen Gegenstandes. Ist z. B. die auf der Erde gemessene Grund- oder Standlinie 40 Einheiten (Klafter, Fuß oder Schritte *x.*), so werden eben solche Einheiten für die Höhe des gemessenen Gegenstandes auf der Geraden *gg* *), welche durch den Endpunct 40 der Standlinie *m.* 40 senkrecht auf *mn* gezogen ist, abgezählt; und so bey den übrigen.

2) Zu diesem Behufe trägt man die Länge der Grundlinie *m.* 20 auf den Geraden *ff* und *cd* aus der Mittellinie *mn* so oft auf, als es angeht, theilt jeden Theil noch in zwey gleiche Theile, verbindet die gleichnamigen Punkte durch gerade Linien, so sind dadurch die Höhen von 10 zu 10 Einheiten der gleichnamigen Grundlinien, und durch weitere Halbierung eines jeden Theiles von 5 zu 5 solchen Einheiten sichtbar bezeichnet; die einzelnen Einheiten werden für die Forstpraxis mit zureichender Genauigkeit durch den im Punkte *m* befestigten Faden des Senkfels angegeken und geschätzt. Eine so eingerichtete und beschriebene Skale, wie die Figur weiset, wobey einige, leicht zu ergänzende Zahlen, des beschränkten Raumes wegen, hinwegblieben, wird auf folgende Art gebraucht.

3) Vor Allem wird erinnert, daß beym wirklichen Gebrauche dieses Baumhöhenmessers jedes Mal längs des obern Randes
 166. *ab* (Fig. 166) nach den Endpuncten eines Baumes *PR* oder nutzbaren
 u. Stückes desselben visirt wird; hier aber sey der einfachern Darstellung
 167. des Beweises wegen angenommen, daß anstatt über *ab*, in der Richtung *cd* nach dem Ende *R* des Baumes visirt werde.

4) Um also die Höhe *PR* des Baumes zu messen, mißt (oder schreitet) man eine derselben angemessene Grundlinie *PC* von 20, 40, 60 . . . Fuß, d. i. von einer solchen Länge ab, daß man das obere Ende des zu messenden Baumes (oder erforderlichen Falles unter den Ästen hinweg noch einen verlangten Punct *s* oder *u*) gut sehen könne, stellt sich über den Endpunct *C*, und visirt längs des Randes *ab* (hier *cd* wegen der vorigen Bemerkung) nach dem Punct *R*. Wäh-

*) Auf der zum wirklichen Gebrauche verzeichneten Skale werden die Zahlen, welche die Grundlinien auf der Senkrechten *mn* bezeichneten, zur schnellern Übersicht auch am Ende anstatt der in der Figur besetzten Buchstaben geschrieben.

rend dieses Wisirens läßt man den Senkelfaden frey spielen, gibt dann, **Fig.**
 ohne die Richtung cd nach R im geringsten zu ändern, der Skala- 166.
 fläche eine kleine Seitenneigung, damit sich der Senkelfaden am un- u.
 tern Rand cd sanft auflege, wo er mit dem Daumen der freyen Hand 167.
 unverrückt festgehalten wird, um nun die Anzahl der Höhen-Fuße auf
 der dazu gehörigen Grundlinie ablesen zu können.

5) Ein Gleiches beobachtet man bey der Visur nach dem andern
 Endpunct P des Stammes, und addirt die von dem Senkelfaden,
 auf der andern Seite der Grundlinie angezeigte Zahl der Fuße zu
 den vorigen; so erhält man die Höhe PR ohne alle Rechnung bis
 auf etwa $\frac{1}{100}$ der gemessenen Höhe, also mit zureichender practischer
 Schärfe. Es habe z. B. bey einer Standlinie von 80 Fuß, und der
 Visur nach R der Senkelfaden in der Richtung mf angezeigt 65;
 hierauf bey der Visur nach P in der Richtung mi ausgewiesen 13; so
 ist die Höhe $PR = 65 + 13 = 78$ Fuß.

6) Liegt der Visirpunct a des Beobachters tiefer als das unterste
 Ende t der zu messenden Höhe tu , so wird bey der Visur dahin, der
 Senkelfaden, wie bey der Visur nach u auf derselben Seite der Grund-
 linie mn einspielen; in diesem Falle muß die kleinere Zahl von der
 größern abgezogen werden, um die Länge tu des verlangten Stückes
 zu erhalten. Es sey z. B. bey einer Grundlinie von 40 Fuß, und
 der Visur nach u durch den Senkelfaden in der Richtung $m'g'$ ange-
 geben worden 37; hierauf habe bey der Visur nach t der Senkelfaden
 in der Richtung mp gezeigt 16, so ist die Länge $tu = 37 - 16 =$
 21 Fuß.

7) Daraus folgt für das Ablesen der vom Senkelfaden bezeich-
 neten Baumhöhen die einfache Regel:

Kommt nämlich der Senkelfaden zu beyden Seiten der
 Grundlinie mn zu liegen, wie mf und mi , so werden die angezeig-
 ten Zahlen addirt; kommt hingegen jener Faden auf einerley Seiten
 der Grundlinie, wie $m'g'$ und mp , so wird die kleinere Zahl von
 der größern abgezogen, um die Höhe eines Baumes oder nutzbaren
 Stückes desselben zu erhalten.

8) Übrigens geht dieses Verfahren in der Wirklichkeit viel
 schneller von statten, als es hier beschrieben werden konnte.

a) Die theoretischen Gründe dazu sind kürzlich folgende: Beym
 Gebrauche dieser geometrischen Höhenmessskale kommen die Grund-
 linien mn und die Höhenlinien in eine schiefe, und in Vergleichung
 mit der Fig. 163. u. §. 306. 1), worauf sich die Elemente dieser

Fig.
166.
u.
167.

Skale eigentlich gründen, beynah eine verkehrte Lage; da jedoch die Dreyecke $mnf \sim feg \sim cQR$ sind, so haben die gleichliegenden Seiten des schiefen Dreyeckes mnf mit jenen in cQR dasselbe Verhältniß, wie in den ähnlichen Dreyecken CFG und CHB in Fig. 163. Es verhält sich daher $mn : nf = cQ : QR$, oder $mn : nf = CP : QR$.

Da nun vermög der Construction der Skale, die Stand- oder Grundlinie mn eben so viel verjüngte Fuß, als $cQ = CP$ im wirklichen Maße enthält; so zeigt der Senkelfaden mf von n bis f eben so viel Höhenfuß im verjüngten Maße an, als der Baum von Q bis R in einem beliebigen landesüblichen Normalmaße enthält.

Auf gleiche Art erhellet die Richtigkeit der Messung des Baumstückes QP , und so in andern Fällen.

b) Wäre bey einem kegelförmigen Baum (Nadelholz) zu untersuchen, ob er in einer bestimmten Höhe die zu einem Bau- oder Werkholz erforderliche Dicke habe, so kann dieses aus der gemessenen ganzen Höhe PR aus der verlangten Höhe Ps , und dem untern Durchmesser vw beynah gefunden werden; es verhält sich nämlich

$$PR : vw = sR : st$$

$$\text{oder } PR : vw = (PR - Ps) : st.$$

Es sey z. B. $PR = 80'$, $vw = 2,5'$ und $Ps = 24'$; so ist

$$st = \frac{2,5 \cdot (80 - 24)}{80} = 1,75' = 1\frac{3}{4} \text{ Fuß.}$$

165.

c) Zieht man auf der entgegengesetzten Seitenfläche der obigen Skale aus dem Punct m eine Senkrechte auf cd , beschreibet aus m mit beliebigen Halbmessern drey concentrische Kreise, trägt auf einem dieser Kreise aus dem Durchschnitte der Senkrechten seinen Halbmesser zu beyden Seiten auf (Gmtr. 73), und theilt endlich jeden Bogen in 12 gleiche Theile (Gmtr. 99.); so hat man einen Winkelmesser zum Gebrauche bey dem Vergeinzeichnen, wovon §. 250. bereits erwähnt worden ist. Im Puncte m wird ein Senkelfaden wie vorhin befestiget, die Grade werden wegen der schnellern Übersicht bey dem Ablesen, von 10 zu 10 durch längere Striche bezeichnet und beschrieben. Der Gebrauch desselben ist schon an seinem Orte gezeigt worden.

§. 308.

Auch der Baumhöhenmesser von Sanlville gründet sich auf die §. 306. 1) gezeigte Methode, vertikale Höhen zu messen. Man denke sich FE als einen festen vertikalen Stab (Stativ des Baummessers), FG als ein in verjüngte Klafter und Fuß eingetheiltes Lineal, welches auf dem Stativ vertikal befestiget und an welchem ein verschiebbares Absehen angebracht ist; Cb sey ein horizontal und zugleich um eine Achse a vertikal bewegliches ebenso eingetheiltes Lineal;

ferner denke man in a und F zwey feste Absehen (Stifte), deren Entfernung als Einheit für das Verjüngungs-Verhältniß eines Normalmaßes dient. Stellt man an den Fuß des Baumstammes eine Einheit eines beliebigen Normalmaßes, nach welchem die genannten zwey Lineale in einem gewissen verjüngten Verhältniß getheilt sind, und wird nun das horizontale Lineal so weit vor- oder rückwärts geschoben, bis man durch das bey C angebrachte Ocular die am Baumstamme vertikal angelehnte Maßeinheit Ar zwischen den zwey festen Stiften a und F scharf gefaßt, und bey unverrücktem, genau vertikal stehenden Instrumente zugleich das auf dem vertikalen Lineale bewegliche Absehen so weit in die Höhe geschoben hat, daß man durch das Ocular den Höhenpunct B erblickt; so gibt die Skale desselben die Höhe AB zu erkennen, und wenn es erforderlich ist, kann auf der horizontalen Skale durch die Entfernung $Cr = DA$ abgelesen werden.

Da auf dem vertikal beweglichen Absehen auch zugleich eine verschiebbare Skale angebracht ist, so kann auch zu einer verlangten Höhe der zugehörige Durchmesser eines Baumes gefunden werden.

Denn es sey für eine Höhe AB die zugehörige Dicke durch Bk vorgestellt, so verhält sich in den ähnlichen Dreyecken: CFa und CAr

$$CF:CA = Fa:(Ar = \text{dem Normalmaße})$$

und $CF:CA = Ca:Cr$

daher $Ca:Cr = Fa:Ar$; ferner in den Dreyeck. $CaG \sim CrB$
 $Ca:CG = Cr:CB$ (Gmtr. 79.)

so auch $Fa:Ar = CG:CB$; und aus $CGh \sim CBk$ verhält sich
 $CG:Gh = CB:Bk$

folglich $Fa:Gh = Ar:Bk$,

oder $Fa:Ar = Gh:Bk$; d. h. die verjüngte Maßeinheit Fa verhält sich zur normalen Einheit Ar eben so, wie der auf der Skale verjüngte Durchmesser Gh zum wirklichen Durchmesser Bk des Baumes.

b) Trigonometrische Höhenmessung.

§. 309.

Aufgabe. Eine zugängige Höhe AB zu messen.

Auflösung. Man wähle eine ziemlich ebene Grundlinie AD 164. oder DF (welches bey gewöhnlichen Höhenmessungen um so eher angeht, als die Standlinien meistens nur von geringer Länge seyn dürfen 168. u.

Fig. §. 109.), stelle in D den Winkelmesser, beobachte den Höhenwinkel 164. HCB oder ECB , und auch den Tiefenwinkel HCA vermög §. 91. u. (in manchen Fällen wird auch dieses ein Höhenwinkel, wie in Fig. 168. 168. der Winkel ACE). Hier messe man auch die Grundlinie DA , oder $DF = CE$ nach §. 76. Nun ist in dem bey H oder E rechtwinkligen Dreyecke CHB oder CEB auch die Kathete CH oder CE nebst dem beobachteten Höhenwinkel bekannt, daher findet man die andere Kathete HB oder EB nach Gmtr. 248. Auf gleiche Art läßt sich die Kathete HA oder AE bestimmen, welche in Fig. 164. zur vorigen addirt, in Fig. 168. aber davon abgezogen werden muß, um die verlangte Höhe AB zu erhalten.

Daß nach §. 189. wegen der Strahlenbrechung die bey größern Entfernungen nöthige Verbesserung anzubringen ist, erhellet von selbst.

§. 310.

Aufgabe. Bey einer unzugängigen Höhe zu bestimmen, um wie viel der obere Punct B derselben über dem Horizont des Standpunctes liegt.

169. 1. Auflösung. Wenn die Grundlinie CM mit der zu messenden Höhe B in einer Vertikalebene liegt. Man stelle das Meßinstrument in einer angemessenen Entfernung über den einen Endpunct M horizontal, und beobachte den Höhenwinkel x . Hierauf stelle man den Winkelmesser über den zweyten Standpunct C horizontal, und beobachte den Winkel y . Zieht man den Winkel y von 180° ab, so erhält man den Nebenwinkel BDN , und es kann nun im Dreyecke DBN aus den bekannten Winkeln D und x , und der gemessenen Grundlinie $CM = DN$ die Seite DB , und endlich im rechtwinkligen Dreyecke EBD die Seite EB berechnet werden (Gmtr. 242.), wozu noch die Instrumentenhöhe CD addirt werden muß, um die verlangte Höhe des Punctes B , über den Horizont C zu erhalten.

a) Kann man vom Standpuncte C (oder M) nach dem untersten Punct A der Höhe AB visiren, so kann aus dem Dreyecke BED die Seite ED , und sodann aus dem rechtwinkligen Dreyecke ADE die Seite AE berechnet werden, die von EB abgezogen, die wirkliche Höhe des Gegenstandes AB gibt.

170. 2. Auflösung. Wenn der Winkelmesser in beliebige zwey Puncte gestellt werden kann. Man beobachte an den Endpuncten der gemessenen Standlinie CD , den horizontalen

Winkel m und n , und in einem Standpuncte, z. B. in C auch den Höhenwinkel o . Nun denke man durch den Punct A die Vertikallinie AB , und durch diese und den Punct C die Ebene CBA , so wie die Vertikalebene DBA gelegt (Gmtr. 157.); so läßt sich im Dreyecke CDA aus den gemessenen Stücken die Seite CA , und hierauf im rechtwinkligen Dreyecke CAB die Seite AB berechnen, welche zugleich die Erhöhung des Punctes B über den Horizont des Punctes C zu erkennen gibt.

Fig.
170.

a) Wenn in den beyden Endpuncten der Standlinie durch zwey Beobachter auf einen in der Luft schwebenden Körper (Luftballon, Wolke u. dgl.) mittelst eines gegebenen Zeichens zu gleicher Zeit visirend die Winkel BCD und BDC , und sodann auch die Standlinie CD gemessen werden; so läßt sich die Höhe des Körpers B über den Horizont C berechnen, wenn zu gleicher Zeit mit dem Winkel BCD auch der Horizontalwinkel $m = ACD$ angemerkt wurde.

b) Hätte man eine Höhen-Messoperation mit einem Winkelmesser von beschränkter Einrichtung zu vollführen, womit man bey einer sehr schiefen Lage der Standlinie an ihren Endpuncten die Horizontalwinkel nicht leicht beobachten könnte, so richte man durch einen Gehülfsen, einige Klaftern entfernt, in der Gegend bey b mittelst des Senkels einen Stab in die Vertikalebene CBA , und einen andern Stab a in die Gerade CD . Desgleichen auch Stäbe c und d in die Ebene DBA und in die Gerade DC . Hierauf beobachte man die Horizontalwinkel m und n , indem man diese Stäbe anvisirt, und übrigens wie oben unter 2) verfährt.

c) Kann bey einer solchen schiefen Lage der Standlinie die Gradscheibe eines Winkelmessers mittelst einer sogenannten Nuß, in die schief geneigte Ebene CBD gerichtet und befestiget werden; so beobachte man an den Endpuncten der Standlinie, die schiefen Winkel $BCD = p$ und $BDC = q$, und berechne nun im Dreyecke CBD die Seite CB , und endlich im rechtwinkligen Dreyecke CAB aus dem beobachteten Höhenwinkel o , der Seite CB und dem rechten Winkel A die Höhe AB wie oben.

o) Physikalische Höhenmessung.

§. 311.

Unter mehrern Arten von Höhenmessungen verdient jene mit Hülfe eines dazu eingerichteten guten Barometers, eine besondere Aufmerksamkeit. Höhenmessungen mittelst des Barometers sind in den meisten Fällen einfacher und mit weniger Schwierigkeiten auszuführen, als die geometrischen und trigonometrischen; selbst da, wo sich bey

Fig. 170. den geometrischen unüberwindliche Hindernisse entgegen stellen, kann man mit dem Barometer und dazu berechneter Hülfsstafel (oder nach construirten Formeln und Logarithmentafeln), immer noch Berghöhen messen und gegen einander vergleichen.

Die nützliche Anwendung des Barometers bey Höhenbestimmungen in mannigfaltiger Hinsicht, ist unverkennbar. Höhenvergleichen durch das Nivelliren, auf lange Strecken nach der gewöhnlichen Art, sind viel zu zeitraubend und kostspielig; mit Hülfe des Barometers hingegen, mit geringer Mühe, Zeit- und Kostenaufwand, auszuführen.

Die Lage eines Ortes in Hinsicht auf Klima, Fruchtbarkeit u. dgl., wird nicht bloß durch seine geographische Länge und Breite, sondern auch durch seine Höhe über die Meeresfläche bestimmt. Denn die klimatische Beschaffenheit eines Ortes wird in Vergleichung mit einem andern Orte, bey übrigen gleichen Umständen, weit mehr verändert, wenn das Quecksilber im Barometer um ein Paar Zolle höher oder tiefer steht, als durch einen Unterschied von zwey bis drey Breitengrade. Im Durchschnitte pflegt man den von 100 Klaftern Erhöhung herrührenden Unterschied in der Temperatur jenem gleich zu setzen, der bey übrigens gleichen Umständen von 1 Breitengrad bewirkt wird.

Bey Anlegung von Canälen, Wasserleitungen, neuen Landstraßen, fahrbaren Wegen und steilen Bergwänden u. dgl. ist kein Meßinstrument so geeignet, die vorläufige Höhenvergleichen zu erheben, als das Barometer.

Um hier nicht unnöthig weitläufig zu werden, verweise ich die Leser auf meine logarithmischen Tafeln, zweyte fehlerfreye Ausgabe, Wien 1839, in welchen eine kurze Anleitung zum barometrischen Höhenmessen nach Gauß's Tafeln enthalten ist; so wie auf meine im Jahre 1821 hinausgegebene „Beschreibung eines verbesserten und einfachen Reisebarometers, nebst practischer Anleitung zum Gebrauche desselben, sowohl bey einzelnen Höhenmessungen, als bey Nivellirung ganzer Gegenden.“

Zweyter Abschnitt.

Vom Nivelliren.

A. U e b e r h a u p t.

§. 312.

Nivelliren (Abwägen) heißt die Höhenunterschiede von zwey **Fig.** oder mehrern Puncten einer Linie oder einer ganzen Gegend vermittelst horizontaler Visirstrahlen durch die wirkliche Ausmessung bestimmen; oder es heißt untersuchen, um wie viel ein Ort mehr oder weniger von dem Mittelpuncte der Erde entfernt ist, als ein anderer. Wenn z. B. der Punct **B** in einer sehr großen Entfernung von **A** **173.** nur um etwas Weniges über den wahren Horizont des Punctes **A** erhöht wäre; so ist es offenbar, daß man diese Erhöhung nach §. 310. mit zureichender Genauigkeit nicht bestimmen könnte. Doch ist es oft erforderlich, diese Erhöhung **LB**, oder den Höhenunterschied der zwey Puncte **A** und **B**, um wie viel nämlich der Punct **B** mehr von dem Mittelpuncte der Erde entfernt ist, als der Punct **A**, auf das Genaueste zu bestimmen, welches nur durch das Nivelliren geschehen kann. Die Gründe des Nivellirens erhellen sowohl aus dem unter §. 187. bis 191. Gesagten, als auch aus dem folgenden

§. 313.

Wenn aus einem genau in der Mitte zwischen **D** und **E** befindlichen Puncte **C** durch irgend ein Hülfsmittel zwey Visirstrahlen **CD** und **CE** in scheinbaren Horizont gerichtet werden (§. 187.), so findet man den Höhenunterschied **LB** zweyer Gegenstände **A** und **B**, wenn man von der größern Höhe **AD** die kleinere **BE** abzieht; es ist nämlich $LB = AD - BE$.

Denn man denke bey der Voraussetzung $CD = CE$, durch die Puncte **C**, **B** und **A** die wahren Horizonte **FCG**, **HB** und **APL**, so wie die vertikalen Linien **DA**, **CP** und **EL**, bis in den Mittelpunct **M** der Erde verlängert, so ist wegen der Gleichheit der Dreyecke **MCD** und **MCE**

die Seite $DM = EM$ (vermöög Gmtr. 23. 1)

die Halbmesser $MA = ML$

also $DM - MA = EM - ML$

oder $AD = LE$

oder $AD = LB + BE$

folglich $LB = AD - BE$.

Fig.
173.

Hieraus folgt:

1) Daß man bey der Stellung einer Nivellirwage in der Mitte zweyer zu nivellirender Punkte, die Erhöhung des scheinbaren Horizontes wegen ihrer Gleichheit außer Acht lassen kann;

denn es ist $AD = LE$ verm. Vorigen, und wegen der concentrischen Kreise ist $AF = LG$

$$\text{daher } AD - AF = LE - LG;$$

$$\text{folglich ist } FD = GE.$$

2) Daß sodann auch die zwey Punkte D und E in einem und demselben wahren Horizonte liegen, weil sie vom Mittelpuncte der Erde gleich weit entfernt sind, da nämlich

$$MF = MG$$

$$\text{und } FD = GE$$

$$\text{also auch } MF + FD = MG + GE$$

$$\text{folglich } MD = ME \text{ ist.}$$

3) Wären die zu nivellirenden Punkte Q und B von P nicht gleich weit entfernt, so müßte man für die Entfernungen PQ und PL , oder CI und CE die Erhöhung des scheinbaren Horizontes KI und GE nach §. 191. berechnen, sodann KI von der gemessenen Höhe QI und GE von BE abziehen, und nachher endlich die dadurch verbesserten Höhen QK und BG von einander subtrahiren, um den Höhenunterschied BL zu erhalten. Man sieht also, daß es vortheilhafter ist, das Nivellirinstrument jedesmahl zwischen den zwey zu nivellirenden Punkten möglichst in die Mitte zu stellen.

§. 314.

Wenn der Punct P genau in der Mitte zwischen A und L sich befindet, oder wenn $Cd = Ce$ ist, so ist es nicht unumgänglich notwendig, daß die Visirstrahlen CD und CE beyde in einem und demselben scheinbaren Horizonte liegen, sondern es ist hinlänglich, wenn sie nur beyderseits mit der Vertikallinie CP gleiche Winkel $eCP = dCP$ einschließen. Denn in den gleichen Dreyecken Mcd und Mce ist $md = me$ (wenn man DA , CP und EL bis in den Mittelpunct M der Erde verlängert denkt) (Gmtr. 23. 1); es sind also auch in diesem Falle die zwey Punkte d und e in einem und demselben wahren Horizont. Daraus folgt, daß man, bey der vorausgesetzten Gleichheit Cd und Ce , auch mit einem unrectificirten Nivellirinstrument richtig operiren könnte; um aber die beschwerliche

Messung so vieler Linien zu vermeiden, werden die Instrumente jedesmahl vor dem Gebrauche nach einer der unten folgenden Methoden berichtigt. Fig. 173.

Obgleich wegen der Strahlenbrechung die zu nivellirenden Objecte höher erscheinen, als sie wirklich sind (S. 189. Zusatz), und daher die gemessenen Höhen QI und BE der Gegenstände Q und B , die nämlich vom Standpuncte P verschieden entfernt liegen, deswegen eine Verbesserung bedürfen, um den wahren Höhenunterschied LB zu erhalten; so kann jedoch diese Verbesserung in den meisten Fällen außer Acht gelassen werden: 1) weil sie an sich selbst schon unbedeutend ist; 2) weil es die Beschaffenheit der Gegenden selten erlaubt, so weit entfernte Gegenstände anzuvisiren, daß die Strahlenbrechung einen merklichen Einfluß haben könnte; und endlich 3) hebt sie sich in denjenigen Fällen bis zur Unmerklichkeit auf, wenn man das Instrument beyläufig in die Mitte zweyer oder mehrer zu nivellirenden Gegenstände aufstellt (S. 313.).

B. Von den Nivellirinstrumenten, deren Berichtigung und den dazu gehörigen Geräthschaften.

a) Von den Nivellirinstrumenten und dazu gehörigen Geräthschaften.

§. 315.

Instrumente, wodurch man einen Visirstrahl in den scheinbaren Horizont bringt, oder womit man nach den zu nivellirenden Gegenständen visirt, werden Nivellirinstrumente, Nivellirwagen oder Wasserwagen genennt. Das einfachste Nivellirinstrument ist die sogenannte Wasserwage im eigentlichen Verstande. Diese besteht aus einer blechenen, an beyden Enden aufwärts gekrümmten Röhre MN , bey welcher an beyden Enden gläserne hohle Zylinder P und Q eingekittet sind. Wenn man die Röhre mit Wasser bis auf eine gewisse Höhe füllt, und über die beyden Oberflächen desselben durch die gläsernen Zylinder P und Q visirt; so erhält man dadurch jedesmahl einen scheinbaren horizontalen Visirstrahl; es wird nämlich der Visirstrahl PQE oder QPD im scheinbaren Horizont gerichtet seyn, weil das Wasser die Eigenschaft hat, daß die Oberfläche desselben, in mittheilenden Röhren, sich in einem und demselben Horizonte stellt, wie aus der Hydrostatik erhellet. 174.

Fig. 174. Diese Wasserwage hat zwar die gute Eigenschaft, daß sie bey dem Gebrauche niemahls einer Berichtigung bedarf; hingegen führt sie die beträchtliche Unbequemlichkeit mit sich, daß der geringste Wind die Oberfläche des Wassers unstät macht, und daß man mit derselben auf größere Entfernungen, als etwa auf 20 Klaftern, nicht mehr zureichend scharf visiren kann.

§. 316.

Außer der eben beschriebenen Wasserwage gibt es noch viele andere Einrichtungen der Nivellirwagen, wodurch man ebenfalls entweder durch einen frey hangenden Perpendikel (Senkel) oder vermittelst der Wasserwage mit der Luftblase (§. 25.) einen horizontalen Visirstrahl erhält. Um nun mit einem Nivellirinstrumente auf große Entfernungen genau visiren zu können, ist es allerdings erforderlich, bey demselben ein Fernrohr anzubringen, welches aus einem Ocular- und einem Objectivglase besteht, in deren gemeinschaftlichem Brennpuncte sich ein sehr feines Fadencruz befindet.

Fig. 175. Für die Ausübung ist das von Joseph Schablaß in Wien nach Art des berühmten sel. Reichenbach verfertigte Nivellirinstrument sehr vortheilhaft eingerichtet. Es besteht aus einem 14 Zoll langen nach Cambani achromatisch-astronomischen Fernrohre *AB*. In der Augenglasröhre *A* läßt sich das Fadencruzröhrchen mittelst der zwey horizontalen Schraubchen *k* in der Richtung der Achse *AB* etwas weniges vor- oder rückwärts, und auch an eben diesem Röhrchen die Krone (§. 69.) horizontal links oder rechts rücken, wenn man das eine dieser Schraubchen nachläßt, das andere aber anzieht. Auf gleiche Weise kann das Fadencruz mittelst der zwey Schraubchen *k'* nach Erforderniß vertikal auf- oder abwärts gerichtet werden. Dieses Fernrohr ruht mit seinen beyden Drehringen auf zwey offenen, durch die zwey Stangen *mm* und *nn* verbundenen Trägern *g* und *h*; auf ihre obere Fläche wird eine 7 Zoll lange Libelle *d* mit ihren zwey gleichrunden Endfüßchen frey aufgesetzt, und von zwey angeschraubten, beweglichen Halbdeckeln *i* gegen das Fallen geschützt, ohne daß dem Fernrohre die freye Bewegung um seine Achse gehemmt ist. Bey zurückgedrehten Halbdeckeln kann sowohl die Libelle, so wie das Fernrohr einzeln herausgenommen, und erforderlichen Falles dieses verkehrt eingelegt und jene verkehrt aufgesetzt werden. Mittelst der durch die Stange *nn* gehenden Spindel der Elevationschraube *p*, welche bey *g* an die obere Stange *mm* drückt, läßt sich das Fernrohr sammt

Libelle erhöhen oder senken, bis die Luftblase *d* an ihre angewiesene mittlere Stelle tritt. Fig.
175.

Die Stange *nn* ist ferner mit einer $4\frac{1}{2}$ zölligen Gradscheibe *ww*, welche in halbe Grade getheilt und am äußern Rande mit Schraubengängen versehen ist, durch das Zirkelgewinde *u* verbunden, und läßt sich nach weggedrückter, in die Schraubengänge eingreifender Schraubenspindel *x* dergestalt in schneller Bewegung herumdrehen, daß der angeschraubte Nonius *v* dicht am Limbus herumschleift und die horizontalen Winkel zu 2 Minuten angibt, und eine Schätzung von 1' zuläßt. Nach losgelassener Mikrometerschraube kann durch sie die noch erforderliche sanfte Bewegung gegeben werden. An der untern Fläche der Scheibe *ww* ist eine kugelförmige Nußhülse befestiget, in welcher sich eine Nuß etwas bewegen läßt, und die zugleich die Schraubenmutter der Herzschrauben *z* bildet; die Scheibe *ww* selbst endlich ruht mit ihrer untern Fläche auf drey Horizontalschrauben *q*, deren Gewinde in der Stativplatte *ss* gehen. Sie läßt sich bey gelockerter Herzschraube *z* auf jenen drey Schrauben herumschleifen, durch diese nach allen Richtungen erhöhen oder vertiefen, und mittelst der Herzschraube in jeder Lage feststellen.

Wird an dem Träger *gn* ein vertikaler Gradbogen nebst Nonius, und an der Verbindungsstange *nn* eine zweyte Libelle angebracht, so kann bey Weg- und Straßenanlagen zc. das verlangte Gefäll so gleich ausgesteckt werden, wozu eine im Voraus berechnete klitrometrische Tafel, ähnlich der folgenden, dienet:

Fig.
175.

Auf 1 Klafter Entfernung	Neigungswinkel		Wird hierbey der Nonius auf Null, und mittelst der vertikalen Schraube <i>p</i> die obere Libelle <i>a</i> zwischen ihre Zeichen gestellt, so ist die Gesichtsklinie horizontal, und man kann, nachdem das Fernrohr erhöht oder gesenkt wird, die entsprechenden Winkel an den vertikalen Bögen ablesen; wobey jedoch vor- ausgesetzt wird, daß die übrigen Theile des Instrumentes unverrückt geblieben sind. Hierzu dient die untere Libelle, welche vor der Messung, so wie die obere eingespielt wird, und erstere auch während der Messung eingespielt bleiben muß.
	Grad	Minuten	
Fall von 1 Zoll	0	47	
2 "	1	35	
3 "	2	23	
4 "	3	11	
5 "	3	59	
6 "	4	47	
7 "	5	33	
8 "	6	23	
9 "	7	11	
10 "	7	54	
11 "	8	41	
12 "	9	35	

Brächte man am Umfange des Schraubenkopfes bey *p* übereinstimmend mit den Schraubengängen, eine Eintheilung mit Index an *), so könnte die dazu gehörige Tafel für noch kleinere Theile berechnet werden.

§. 317.

Für Nivellirungen, die ins Große gehen und sehr scharfe Resultate erfordern, verdient das Stampfer'sche Instrument, welches in der Werkstätte des k. k. polytechnischen Institutes verfertigt wird und privilegiert ist, volle Beachtung. Die Anleitung zu dessen Gebrauche ist aus dem XX. Bande der Jahrbücher dieses Institutes besonders abgedruckt, und nun in einer zweyten Auflage, Wien bey Gerold, 1845, erschienen.

a) Es gibt auch Nivellirwagen mit der Luftblase, bey welchen anstatt des Fernrohres doppelte horizontale Dioptern angebracht sind. Auch kann jeder Meßtisch im Nothfalle zum Nivelliren verwendet

*) S. m. Beschreibung eines Dentrometers, Wien 1812, bey Kaulfuß und Armbruster, wo eine ähnliche Eintheilung des Schraubenkopfes benützt wurde.

werden, wenn bey dem Visirlineale an dem einen Diopter eine kleine **Fig.** Öffnung, am andern aber ein horizontaler Faden in gleicher Höhe mit jener Öffnung angebracht wird. Dadurch wird bey jeder horizontalen Stellung des Meßtisches ein horizontaler Visirstrahl erhalten. Eben so kann die §. 56. beschriebene Busssole, so wie jeder Winkelmesser, dessen Fernrohr eine vertikale Bewegung zuläßt, zum Nivelliren gebraucht werden, wenn selbe nach einer der unten folgenden Methoden dazu berichtigt werden.

§. 318.

Zu den Nivellirinstrumenten sind auch noch zwey Nivellirlatten zur Ausübung erforderlich. Man hat deren auch von verschiedener Einrichtung. Solche, wie **Fig. 176.** abgebildet ist, sind für die Ausübung sehr bequem. Jede derselben besteht aus zwey Latten, eine zu 7, die andere zu 6, also zusammen von 13 Fuß Länge. Sie sind nach ihrer ganzen Länge in Fuß, Zolle und Linien getheilt*), und unten mit eisernen oder messingenen Schuhen beschlagen, damit von ihrer bestimmten Länge nichts abgestoßen werden könne. Bey kleinen Höhen nimmt man nur die einfache Latte, die nämlich, woran das Zielbret befestiget, auf- und abgeschoben, und vermittelst der Schraube *b* (welche der horizontale Durchschnitt des Zielbretes zeigt) in jeder beliebigen Höhe festgestellt werden kann; bey größern Höhen hingegen werden beyde neben einander auf- und abgeschoben, und sie können vermittelst der Schraube *a* in jeder beliebigen Höhe festgestellt werden. Der Gebrauch, wie die Höhen gezählt werden, erbhellet deutlich aus den Nummern, welche die einzelnen Fuß bezeichnen. Das Zielbret selbst hat in der Mitte eine viereckige Öffnung, wodurch man die anvisirten Höhen lesen kann. Die Mitte dieser Öffnung wird durch eine über quer laufende Linie bezeichnet; der obere und untere Theil des Bretes wird mit zinnoberrother, die andere Hälfte desselben aber mit weißer Öhlfarbe angestrichen. Man kann auch diese Öffnung hinweglassen; dann aber müssen die Zielbreter einander vollkommen gleich gemacht, und die anvisirten Höhen am untern Rande der Zielbreter gelesen werden. Beym Gebrauche der doppelten Latten wird das Zielbret mit seiner Mitte auf der einfachen Latte über den 7. Fuß festgestellt, und die auf der zweyten Latte vom untern Rande der ersten angezeigten Höhe nur um 7' vermehrt. Wenn man auf dem Ziel-

*) Es ist vortheilhafter, wenn der Normalschuh bloß in 10 Zolle getheilt wird, und die Zehntel des Zolles durch Nonien abgenommen werden.

Fig. 176. breite von der Mittellinie ein Zoll abwärts trägt, und diesen, so wie auch den untersten Zoll der einfachen Latte in 10 gleiche Theile theilt, so dienen diese Theilungen, und zwar erstere bey der einfachen, und letztere bey dem Gebrauche der doppelten Latte, gleichsam als Nonien, wobey die obersten Punkte die Nullpunkte sind; wie zum Theile die Figur weiset.

b) Von der Prüfung und Berichtigung der Nivellirinstrumente.

§. 319.

175. Ein Nivellirinstrument so einrichten, daß man mittelst desselben an jedem beliebigen Orte einen horizontalen Visirstrahl erhalten könne (§. 187.), heißt dasselbe berichtigen (rectificiren). Jedes Nivellirinstrument, bey welchem eine Wasserröhre mit der Luftblase, oder anstatt derselben ein Perpendikel (Senkel) angebracht ist, muß jedesmahl vor dem Gebrauche berichtigt werden. Das §. 316. beschriebene Nivellirinstrument wird berichtigt und zu scharfen Nivellirungen geeignet gemacht:

a) wenn das Fadenkreuz sehr deutlich und scharf dem Beobachter erscheint;

b) wenn der Mittelpunkt des Fadenkreuzes sich genau in der optischen Achse des Fernrohrs befindet;

c) wenn die Fäden selbst gehörig gestellt sind, d. i. wenn der eine Faden horizontal, der andere aber vertical steht; endlich

d) wenn die Libelle rectificirt ist.

Zu a). Die Stelle des Fadenkreuzes hinter dem Ocularglase, wo die Fäden deutlich und scharf erscheinen, hängt von der Beschaffenheit des Auges ab, und muß daher für jeden Beobachter besonders bestimmt werden. Deswegen läßt sich das Fadenkreuz mittelst der zwey horizontalen Schraubchen *k* (§. 316.) in das Ocularrohr hinein- und herauschieben, und hierdurch kann jeder Beobachter, wenn er das Fernrohr nach dem Himmel richtet, die Fäden auf jene Stelle bringen, wo er solche am deutlichsten sieht.

Zu b). Nachdem die Fäden deutlich erscheinen, so wird das Fernrohr nach einem sehr weit entlegenen, jedoch noch scharf zu pointirenden Objecte gerichtet, daß der Durchschnitt der Kreuzfäden den Gegenstand gut schneidet. Man dreht nun das Fernrohr in seinen Pfannen sanft um; bleibt der Gegenstand während einer ganzen Um-

drehung immer unter dem Durchschnitt der Fäden, so trifft die Gesichtslinie mit der optischen Achse des Rohres zusammen; wo nicht, so ist die Hälfte der Abweichung mittelst der vier Schraubchen *k*, welche das Fadenzkreuz befestigen, zu verbessern, d. h. man öffnet nach und nach das eine der betreffenden Schraubchen, und zieht das andere entgegengesetzt an, bis der Durchschnitt auf den halben Abstand hingeführt wird. Nun wird abermahl der Gegenstand anvisirt, und das Fernrohr, wie vorhin umgedreht, das Fehlende wieder verbessert, und so lang damit fortgefahren, bis der Durchschnitt den Gegenstand nicht mehr verläßt.

Zu c). Die gehörige Stellung des horizontalen und vertikalen Fadens kann mit freyer Hand erzielt werden; hier ist keine große Genauigkeit erforderlich, weil man immer als Gesichtslinie jene annehmen muß, welche durch den Durchschnittspunct der Fäden geht; daher stellt man auch gerne das Fadenzkreuz unterm 45° , damit der Zielpunct nicht von den ganzen Fäden, sondern nur von ihrem Durchschnitt gedeckt werde.

Zu d). Man setze die Libelle auf, und bringe mittelst der Elevationschraube *p* die Luftblase in die Mitte der auf der Röhre befindlichen Eintheilung, kehre sodann, ohne das Instrument im Mindesten zu verrücken, die Libelle um, so wird die Luftblase, wenn die Achse des Fernrohres horizontal und die Libelle selbst rectificirt ist, ihre vorige Stelle wieder einnehmen; geschieht es nicht, so zählt man, um wie viel Abtheilungen die Blase verrückt ist. Hierauf wird die eine Hälfte der Abweichung durch die Elevationschraube *p*, die andere Hälfte aber durch das geköpfelte Schraubchen *y* oberhalb der Glasröhre verbessert *).

Die untere Libelle, wenn eine angebracht ist, wird, nachdem die obere berichtigt ist, in dieselbe Richtung gebracht und mittelst der Rectificirschraube gleichfalls eingestellt.

Dieses Verfahren wird so lang wiederholt, bis bey der Ummwendung der Libelle die Blase genau eingestellt verbleibt.

§. 320.

Die vorbeschriebene Rectification kann auch im Zimmer, jedoch auf festem Fußboden vorgenommen werden. Nach der folgenden Methode aber kann man sowohl das oben beschriebene, als auch solche

*) Wo auf der Glasröhre die Eintheilung nicht ist, müssen die halben Abstände mittelst des Augenmaßes geschätzt werden.

Fig. Nivellirinstrumente auf dem Felde leicht berichtigen, deren Fernröhre und Libelle befestiget, und nicht zum Wenden oder Drehen eingerichtet sind. Man lasse auf einem ziemlich ebenen Boden in einer Entfernung von 200 bis 300 Klaftern (bey beschränktem Locale 100 bis 177. 200 Klaftern), zwey Pföcke *A* und *B* ganz eben in die Erde schlagen, und über einen jeden derselben eine Nivellirlatte vertikal errichten; das noch unrectificirte Nivellirinstrument aber stelle man genau in die Mitte *C* *), richte die Luftblase der Libelle auf ihre angewiesene mittlere Stelle (wobey die Achse des Fernrohres sowohl einen spitzigen Winkel *a m C*, als stumpfen *q m C* mit der Vertikalrichtung *m C* machen kann), visire in dieser Richtung nach der Latte *AD*, lasse das Zielbret in den Visirstrahl *ma* oder *mq* rücken, und den Visirpunct *a* oder *q* bemerken. Nun wende man das Fernrohr, ohne das Stativ zu verrücken, nach der Latte *BF*, führe die Luftblase wieder auf ihre mittlere Stelle, und lasse auf gleiche Weise den Visirpunct *b* oder *p* bemerken.

Hierauf stelle man das Nivellirinstrument über einen Endpunct der Geraden *AB*, z. B. über *A* **), gebe dem Fernrohre eine solche Lage, daß die Luftblase an ihre mittlere Stelle tritt, messe den Abstand des Fadenkreuzes von den bemerkten Visirpuncten *a* oder *q*, und übertrage, wenn das Fadenkreuz *D* höher als der Visirpunct *a*, wenn nämlich $AD > Aa$ ist, den Unterschied *aD* auf die andere Latte vom bemerkten Visirpunct *b* aufwärts in *F*; steht hingegen das Fadenkreuz *D* tiefer als der bemerkte Visirpunct *q*, wenn also $AD < Aq$ ist, so übertrage man den Unterschied *Dq* auf die andere Latte vom Visirpunct *p* abwärts in *F*. Endlich bestimme man für die Entfernung *AB* vermög §. 191. die Erhöhung des scheinbaren Horizontes über den wahren, und trage diese Größe vom erstbestimmten Punct *F* jedes mahl aufwärts in *u*. Richtet man nun den Durchschnitt des Fadenkreuzes auf diesen zuletzt bestimmten Punct *u*, so hat man einen horizontalen Visirstrahl *Du*. Tritt nun die Luft-

*) Dieser mittlere Punct soll immer über einer kleinen Erhöhung gewählt werden, damit der Visirstrahl gegen den höhern Endpunct *A* nicht vor diesem in die Erde schneide.

**) Man stelle nämlich das Instrument über denjenigen Punct, der sich bey Bestimmung der Puncte *a* und *b* als der höhere gezeigt hat, weil aus dem Stande des tiefern Punctes *B*, der Visirstrahl des durch die Luftblase eingerichteten Fernrohres gewöhnlich vor dem andern Punct *A* in die Erde, und nicht das Zielbret schneiden würde.

Blase an ihre mittlere Stelle, so ist das Instrument schon berichtigt; **Fig.**
 weicht hingegen die Luftblase auf eine oder die andere Seite ab, so **177.**
 führt man selbe mittelst der Rectificirschraube *y* (**Fig. 175.**) an
 ihre angewiesene Stelle, wodurch das Instrument die verlangte Be-
 richtigung erhält; man überzeugt sich davon durch Wiederholung des
 eben beschriebenen Verfahrens.

a) Die Richtigkeit dieser Berichtigungsmethode erhellet aus Fol-
 gendem: Durch die Operation in *m* sind die Punkte *a* und *b*, oder
q und *p* in einem und demselben wahren Horizont bestimmt worden
 (§. 314.); durch das Übertragen des Abstandes $aD = bF$, oder
 $qD = pF$ liegen auch *D* und *F* in einem nämlichen wahren Hori-
 zont; für die Entfernung $AB = DF$ ist nach §. 191. die Erhöhung
Fu des scheinbaren Horizontes, über den wahren Horizont *D* oder *F*
 bestimmt und aufgetragen worden; folglich steht *uD* senkrecht auf *AD*,
 und ist also die scheinbare Horizontallinie für den Punct *D* (§. 187.).

b) Wenn bey einem Nivellirinstrumente anstatt der Luftblase ein
 Perpendikel angebracht wäre, so müßte man eben so verfahren, und
 bey der letzten Richtung des Fernrohrs die Lage des Perpendikels mit
 einem Merkmahe bezeichnen. Man erhält dann mittelst eines sol-
 chen Instrumentes jederzeit einen horizontalen Visirstrahl, wenn man
 das Fernrohr in eine solche Lage bringt, daß der Perpendikel seine
 bezeichnete Richtung einnimmt. Auch ist es klar, daß man die Winkel-
 messer, bey welchen eine Luftblase oder ein Perpendikel angebracht ist,
 um die Höhen- und Tiefenwinkel zu messen, auf eben diese vorbe-
 schriebene Art berichtigen kann; wobey zu bemerken ist, daß das In-
 strument vorher auf den Nullpunct gestellt werden muß.

c) Diejenigen Nivellirwagen mit der Luftblase, bey welchen an-
 statt des Fernrohrs, Dioptern angebracht sind, werden auf folgende
 Weise berichtigt. Man läßt in einer Entfernung von etwa 40 bis
 60 Klaftern (damit man die Erhöhung des scheinbaren Horizontes
 über den wahren außer Acht lassen könne), eine Nivellirlatte **AB** **178.**
 aufstellen, bringt mittelst der Elevationschraube die Luftblase an
 ihre angewiesene mittlere Stelle, und läßt die Höhe *Am* des Visir-
 strahles anmerken. Nun wendet man das Instrument so um, daß
 das Diopter *a* gegen die Latte gekehrt sey, bringe abermahl die Luft-
 blase mittelst der Elevationschraube an ihre angewiesene mittlere
 Stelle, und läßt wieder die Höhe *An* des Visirstrahles bemerken.
 Sind nun beyde Visirhöhen vollkommen gleich, so war die Wasser-
 wage schon berichtigt; sind hingegen die Visirhöhen ungleich, so weicht
 der Visirstrahl *am* von der Horizontallinie *ap* eben so viel abwärts
 ab, als der Visirstrahl *an* aufwärts abweicht. Daher theile man den
 Unterschied *mn* auf der Latte in *p* in zwey gleiche Theile, richte den
 Visirstrahl nach *p*, bringe bey dieser Richtung der Diopter die Luft-

Fig.
178.

blase vermittelt der Rectificirschraube an ihre angewiesene Stelle; so ist dadurch ein solches Nivellirinstrument berichtigt.

Der Beweis hierüber ist ebenfalls aus dem Verfahren selbst leicht zu führen; man darf nämlich nur darthun, daß bp auf AB senkrecht ist (§. 187.).

C. Vom eigentlichen Nivelliren selbst.

§. 321.

179. Aufgabe. Den Höhenunterschied zweyer Punkte A und B durch das Nivelliren zu finden, wenn man mit einer dazwischen gestellten Wasserwage C nach beyden Punkten visiren kann.

Auflösung. 1) Man schicke einen Gehülfen mit einer Nivellirlatte nach A , und einen andern nach B ; das Instrument aber stelle man berläufig in die Mitte C , damit man die Erhöhung des scheinbaren Horizontes außer Acht lassen kann (§. 313. 1). Hierauf bringe man vermittelt der Elevationschraube das Fernrohr (oder die Dioptern) in eine solche Lage, daß die Luftblase (oder der Perpendikel) gehörig einspielt, visire nach A , und lasse daselbst den Gehülfen, bey vertikal gestellter Latte, das Zielbret durch verabredete Zeichen in eine solche Höhe bringen, daß der Visirstrahl genau in den Zielpunct E treffe. In dieser Lage wird nun das Zielbret befestiget, und die Anzahl der Fuße und Theile derselben von A bis an den Zielpunct gezählt. (Wenn die Zielbretter einerley Abmessungen haben, so kann man auch die Höhen nur bis an den untern Rand derselben zählen, und man erhält doch den richtigen Höhenunterschied, weil man sodann bey beyden Latten gleiche Theile hinwegläßt (Nk. 54. Grundf. I.).

2) Nun öffnet man die Stellschraube, wendet das Instrument herum, ohne jedoch das Stativ zu verrücken, und verfährt bey dem Punkte B eben so, wie vorhin bey dem Punkte A . Zieht man endlich die kleinere Höhe BD von der größern AE ab; so gibt der Überrest den gesuchten Höhenunterschied $Bb = Aa$ zu erkennen, um wie viel nämlich der Punct B höher als A , d. h. weiter vom Mittelpunct der Erde entfernt liegt, vermög §. 313.

a) Steht nur Eine Nivellirlatte zu Gebote, so muß der Gehülfe die Visirhöhen an den beyden Punkten A und B insbesondere bemerken, welches auch bey dem zusammengesetzten Nivelliren, wo bey man mehre Zwischenstände nehmen muß, zu beobachten ist.

b) Wie man zu verfahren habe, wenn das Nivellirinstrument nicht in die Mitte zweyer zu nivellirenden Punkte gestellt werden kann, erhellet aus §. 314.

§. 322.

Fig.
180.

Aufgabe. Auf dem Felde ist ein Punct A gegeben; man soll durch denselben eine horizontale Linie AF abstecken und ausmerken (auspflocken).

Auflösung. 1) Man stecke die Linie AF nach §. 71. ab, stelle das Nivellirinstrument beyläufig in die Mitte der Linie M , richte es nach dem gegebenen Punct A hin, und lasse die Luftblase (oder den Perpendikel) in die angewiesene Stelle einspielen.

2) Während dessen lasse man durch einen Gehülfsen eine Nivellirlatte über den gegebenen Punct A vertikal aufstellen, das Zielbret durch verabredete Zeichen so lang auf- oder abwärts bewegen, bis der Zielpunct in dem horizontalen Visirstrahle MG genau eintrifft, und in dieser Stellung das Zielbret befestigen.

3) Diese Nivellirlatte, mit unverrücktem Zielbrete, lasse man nun über alle, etwa 10 bis 20 Klaftern von einander entfernten, mit Pflocken bemerkten Puncte B, C, D, E und F vertikal aufstellen, und die Pflocke nach und nach so tief in die Erde treiben, wobey an denjenigen Puncten, die höher als A liegen, so viel ausgegraben (oder der Unterschied $AG - mn \dots$; $HF - pq$, $HF - rs \dots$ an den Pflocken mit dem Zeichen $(-)$ bemerkt) werden muß, bis der Zielpunct der auf die Pflocke aufgesetzten Nivellirlatte genau in den horizontalen Visirstrahl MG oder MH eintrifft; so werden auf diese Art die Oberflächen aller eingeschlagenen Pflocke in einer horizontalen Linie AF liegen.

4) Sollte wegen Hindernisse die Linie aus einem einzigen Standpuncte nicht übersehen und horizontal abgesteckt werden können, so kann diese beschriebene Operation weiter fortgesetzt werden, indem man nach Erforderniß einen oder mehre Standpuncte wählet, bey jedem neuen Standpuncte aber jedesmahl einen mit A schon in gleicher Höhe bestimmten Punct für den gegebenen Punct A ansieht, und übrigens ganz wie oben verfährt.

a) Dieses Geschäft geht um so schneller von Statten, wenn ein Gehülfe die Pflocke nach Erforderniß nach und nach in die Erde treibt, während ein anderer die Nivellirlatte darüber vertikal hält.

§. 323.

Aufgabe. Einen Platz $aaff$ zu planiren, oder denselben zu einer horizontalen Ebene durch einen gegebenen Punct A zu ebenen. 181.

Fig. Auflösung. 1) Man stelle das Nivellirinstrument beyläufig
 181. in die Mitte des Platzes, etwa in M , stecke eine horizontale Linie
 081 AF nach der vorigen Aufgabe ab, und lasse sie durch eingeschlagene
 Pföcke $A, B, C, D \dots$ (in beliebiger Entfernung) bezeichnen.

2) Nun lasse man auf ähnliche Art auch in den Puncten $aa, bb, cc \dots$ Pföcke in gleicher Höhe mit A einschlagen; indem man entweder das Instrument in M stehen läßt, oder selbes nach Erforderniß über jeden Punct $B, C, D, E \dots$ aufstellt, und ganz nach der vorigen Aufgabe verfährt; so erhält man durch diese Pföcke eben so viel Horizontalpuncte, deren Köpfe oder vielmehr die obere Fläche derselben, alle mit dem gegebenen Puncte A von gleicher Höhe sind.

3) Endlich werden die Erhöhungen der Erde abgetragen, tiefe Stellen damit ausgefüllt und die überflüssige Erde hinweggeschafft, oder die fehlende herbeygeführt, so daß die Köpfe aller Pföcke, und die darüber gespannten Schnüre, gerade bedeckt werden.

a) Wie man den Kubikinhalte der abzugrabenden Erhöhungen und auszufüllenden Vertiefungen berechnet, wird sogleich in der folgenden Aufgabe gezeigt, und kann nach ähnlicher Weise auf die hier vorkommenden Körper angewendet werden.

§. 324.

182. Aufgabe. Eine Grube PQR ist bis auf eine durch einen bestimmten Punct A gedachte horizontale Fläche auszufüllen; man soll den unter dieser Horizontalfläche liegenden Kubikinhalte der Grube berechnen, d. i. man soll die Menge der zur Ausfüllung erforderlichen Erde (oder Wasser) bestimmen.

Auflösung. 1) Man stelle das Nivellirinstrument in der Grube, oder an der Wand derselben, horizontal über einen solchen Punct, etwa über f , von welchem man sehr viele andere Puncte übersehen kann, und daß der auf den gegebenen Punct A hin gerichtete Visirstrahl noch darüber hinaus, nicht aber darunter, in die Erde treffe.

2) Während dessen lasse man in A einen Pflock in die Erde schlagen, dessen Kopf die gegebene Höhe anzeigt, darüber eine Nivellirlatte vertikal aufstellen, das Zielbret so tief herabrücken, bis der Zielpunct in dem horizontalen Visirstrahl eintrifft, und an dieser Stelle dasselbe feststellen.

181 3) Mit dieser Latte schicke man den Gehülfsen an der Wand der Grube gegen B , lasse ihn daselbst mit aufgerichteter Latte und unver-

rücktem Zielbrette so lang hin- und hergehen, und einen Punct **B** **Fig. 182.** suchen, bis der wieder horizontal gerichtete Visirstrahl genau in den Zielpunct trifft. Auf diese Art suche mehre Puncte **C, D, E . . . I, H, G . . .**, die man alle mit Pflocken bloß bezeichnen läßt, ohne sie in gleicher Höhe mit **A** einzuschlagen.

4) Kann man aus diesem Standpuncte den Umfang der Grube nicht ganz übersehen, so stelle man das Nivellirinstrument in einem andern, etwa in **g**, auf; die Latte aber lasse man über einen schon bestimmten Punct, z. B. in **J**, aufrichten. Nun visire man von **g** nach **J**, und lasse das Zielbrett abermahls so stellen, daß der Zielpunct in den horizontalen Visirstrahl genau eintrifft, und in dieser Stellung befestigen. Mit dieser Visirhöhe sucht nun der Gehülfe eben so, wie bey dem vorigen Standpuncte, an der Wand der Grube mehre Puncte **E, F, G . . .**, welche mit **J**, und folglich auch mit **A**, in einem und demselben Horizonte liegen, und bemerkt diese gefundenen Puncte mit Pflocken.

5) Ist einmahl die horizontale Grenze **A, B, C . . . H, I, A** gefunden, und jeder Winkel derselben mit einem Pflocke bemerkt; so theile man die ganze innere Grenze der Grube unter der bestimmten Horizontalfäche durch die Puncte **a, p, g, b, c . . .** dergestalt in Dreyecke ein, daß jedes Dreyeck für sich betrachtet nach dem Augenmaße eine ebene, wie immer schief geneigte Fläche bildet, und bezeichne diese Puncte mit Pflocken.

6) Nun bestimme man die Vertiefungen der Puncte **a, p, g, b, c . . .**, d. i. **aa', bb', cc' . . .** unter der Horizontalfäche **ADGA** nach folgender Weise: Man lasse eine Nivellirlatte über einen in jener Fläche schon bestimmten Grenzpunkt, z. B. in **I**, vertikal aufrichten, das Instrument aber stelle man, mit der in 1) angeführten Bemerkung, z. B. über **g** auf, lasse das Zielbrett erhöhen oder vertiefen, bis der Zielpunct in den horizontalen Visirstrahl **mn** eintrifft, und diese Höhe **In** des Zielpunctes besonders anmerken.

7) Hierauf stellt der Gehülfe seine Latte über einen der Dreyeckspuncte in der Grube, z. B. in **a**, richtet den Zielpunct in die Höhe des Visirstrahles **mv**, zieht von der hier gefundenen Höhe **a'v** jene in **I** gefundene und vorgemerkte Höhe **In = av** ab; so erhält man die Tiefe des Punctes **a**, oder **a'a**. Es sey z. B. die Höhe **In = 2,3'** und die Höhe **a'v = 7,4'** gefunden worden; so ist

Fig. die Vertiefung $aa' = a'v - In = a'v - av = 7, 4 - 2, 3 =$
 182. 5, 1 Fuß, welche man an dem daselbst befindlichen Pflocke schreibt.

8) Auf diese Art werden nun alle jene Vertiefungen der Dreyeckspuncte, die aus diesem Standpuncte g anvisirt werden können, bestimmt, indem jedesmahl von der gefundenen Höhe eines Punctes die in I vorgemerkte Höhe abgezogen und der Rest an dem Pflocke geschrieben wird.

9) Kann nicht jeder Dreyeckspunct, oder vielmehr die daselbst aufgestellte Latte, aus einem einzigen Standpuncte anvisirt werden; so übertrage man das Instrument an einen andern, vermög 1) schicklichen Standpunct, die Nivellirlatte aber lasse man über einem schon bestimmten Dreyeckspuncte aufrichten, und die Höhe des horizontalen Visirstrahles daselbst genau anmerken. Ist nun diese neu gefundene Höhe größer, als die an dem Pflocke geschriebene, so wird diese von jener subtrahirt, der Rest von allen aus diesem Standpuncte bestimmten Visirhöhen abgezogen, und das Resultat an die gehörigen Pflocke geschrieben; wäre aber die neue Visirhöhe an diesem Puncte kleiner, als die an dem Pflocke geschriebene, so wird jene von dieser abgezogen, der Rest zu allen aus diesem Standpuncte bestimmten Visirhöhen addirt, und das Resultat an die Pflocke geschrieben, womit die Puncte bezeichnet sind. Nun wird die ganze Figur mit dem Meßtische aufgenommen, um alle horizontalen Grundflächen AaI , ABa , aBp ... zu erhalten, und zu einem jeden aufgenommenen Puncte seine entsprechende Vertiefung geschrieben.

10) Endlich berechne man den Flächeninhalt eines jeden aufgenommenen horizontalen Dreyeckes, stelle sich vor, daß der innere Raum der Grube unter der Horizontalfläche ADH aus so viel dreyseitigen, am untern Ende schief abgeschnittenen, geraden Prismen zusammen gesetzt sey, als Dreyecke da sind, berechne den Kubikinhalte eines jeden Prisma aus seiner horizontalen Grundfläche, und aus seinen drey nivellirten Seiten oder Höhen, vermög Gmtr. 210., und addire alle diese berechneten Prismen; so wird der gesuchte Kubikinhalte der Grube, oder wie viel Erde (oder Wasser) man zur Ausfüllung derselben braucht, zum Vorschein kommen.

Es sey z. B. der berechnete Flächeninhalt des Dreyeckes $bqg = 1500 \square'$, und die Vertiefung des Punctes $g = 5,5'$, des Punctes $q = 7'$ und des Punctes $b = 10,3'$; so ist der Inhalt des schief

abgeschnittenen Prisma, welches das Dreyeck gbq zur Grundfläche hat, Fig. 182.
 $= 1500 \cdot \frac{1}{3} (5,5 + 7 + 10, 3) = 11400$ Kub. Fuß.

Die äußersten Körper, wie z. B. AaB und aBp , können immer auch als dreyseitige, schief abgeschnittene Prismen angesehen werden, wo bey dem Prisma aBp Eine, bey AaB aber zwey Seiten $= 0$ sind. Es sey z. B. die horizontale Grundfläche $aBp = 1000$ \square ; so ist der Kubikinhalte dieses Körpers

$$= 1000 \cdot \frac{5, 5 + 7 + 0}{3} = 4166 k' \text{ u. s. w.}$$

§. 325.

Ist man mit keinem Meßtische versehen, um die horizontale Fläche aufzunehmen, so kann man den Kubikinhalte einer Vertiefung, z. B. einer Klausse ^{*}), eines Teiches u. (oder eines Hügels), nach der folgenden Schichtenmethode, gewöhnlich schneller als nach der vorigen Dreyecksmethode, und selbst dann ziemlich nahe bestimmen, wenn die Vertiefung mit Wasser gefüllt wäre.

183.

Aufgabe. Den Kubikinhalte einer Klausse zu bestimmen, wenn nur der Kinnfal Wasser enthält, der Klausshof aber trocken und zugänglich ist.

Auflösung. 1) Man stecke auf dem Schwelldamme, oder an der schmalen Seite der Vertiefung, eine Gerade in einer solchen Lage ab, daß zwey darauf zu errichtende Senkrechten An und Bq nach der ganzen Länge des Klausshofes zu liegen kommen, errichte auf diesen Richtungslinien drey Meßfahnen oder 2 Klafter lange Stangen und lasse die Grundlinie AB messen.

2) Hierauf theile man den Klausshof durch gerade Querlinien I..I, I..II, I..III, I..IV. . . ., welche unter einander parallel, und auf den Richtungslinien An und Bq senkrecht sind, in Schichten so ein, daß die Bodenfläche des Wasserbehälters in Trapezen getheilt werde. Die Breite dieser Schichten bestimmt sie nach der Form der Seitenwände und des Bodens des Behälters; es muß nämlich die Krümmung der Wand so eingetheilt werden, daß von einem Pflöcke, z. B. von 13 bis 16 eine practische Gerade gedacht werden kann; dergleichen muß die Bodenfläche zwischen zwey Schichtenlinien eine mög-

^{*}) Man sehe mein Lehrbuch der mechanischen Wissenschaften 2. Aufl. Seite 280.

Fig. 183. Die Abstände der Schichten werden mit 3' langen, mit römischen Ziffern beschriebenen Pflocken bezeichnet, und ihre Maße (Decimalmaß), so wie die Länge der Grundlinie *AB*, in das hierzu vorgezeichnete Manual eingetragen.

Nro.		Wisirhöhe bis zum Zielpunct.	Abstände über oder unter dem Wasserspie- gel.	Horizontale Entfernung von dem Puncte	Breite der Schichte.
der Schichte.	des anvi- ersten Punctes.				
		''''	''''	Klafter	
I					
(Vergleichungshöhe + 5 3 2)			11 4 3	1 bis 2 3,5	4
	1	6 1 1	20 6 2	» 3 5,8	
	2	15 3 0	21 8 5	» 4 9,4	
	3	16 5 3	26 1 6	» 5 12,3	
	4	20 8 4			
	u. f. w.				
II					
(Vergleichungshöhe - 3 5 8)					
	1	5 2 4	1 6 6	1 bis 2 1,2	5,5
	2	8 3 9	4 8 1	» 3 3,8	
	3	12 5 0	8 9 2	» 4 5,2	
	u. f. w.				

3) Nun stelle man das Nivellirinstrument über einen beliebigen Punct, etwa im Klaushof selbst, so auf, daß man diesen ganz, oder größtentheils übersehen kann, lasse durch einen Gehülfsen eine Nivellirlatte auf einen solchen Punct aufstellen, bis zu welchem der Wasserspiegel bey ganz gefülltem Behälter reicht, und das Zielbret in den horizontalen Wisirstrahl des Fernrohres richten und feststellen, wie §. 324. unter 2).

4) Mit diesem festgestellten Zielbrette sucht nun der Gehülfe am Umfange des Behälters in der Verlängerung einer jeden Schichte (in die er sich mittelst der zwey, mit römischen Ziffern bezeichneten Schichtenpflocke selbst einrichten kann) einen Punct, daß der Zielpunct in dem dahin gerichteten horizontalen Wisirstrahl des Fernrohres sich befindet (§. 324. 3), und bezeichnet jeden solchen Punct mit einem ungefähr 1' langen Pflock.

5) Kann man den Umfang des Klaushofes aus Einem Stand-

puncte nicht ganz übersehen und den Wasserspiegel auf diese Art bezeichnen, so verfährt man nach §. 324. 4).

Fig.
183.

6) Hierauf wird jede Schichtenlinie mit 1' langen Pflocken so detaillirt, d. h. so eingetheilt, daß zwischen zwey neben einander stehenden Pflocken eine praktische Gerade gedacht werden kann, und die Numerirung dieser Pflocke mit arabischen Ziffern so geführt, daß in jeder Schichte der am Umfange an der Grenze des Wasserspiegels stehende Pflock mit 1, und so jeder Pflock in der Ordnung der Zahlen durch die ganze Schichte fortlaufend bezeichnet werde, wie dieß Fig. 183. unter Lit. M und in der VII. Schichte zu sehen.

7) Sodann werden die Visirhöhen dieser Puncte bestimmt, wie tief nämlich jeder derselben unter dem horizontalen Wasserspiegel liegt. Zu diesem Behufe stellt man das Nivellirinstrument in jeder Schichte auf einem beliebigen Punct, der jedoch so gelegen ist, daß der horizontale Visirstrahl die beyden Endpuncte I und I; 1, II; 1, III. . . noch treffe und nicht unter denselben in die Wand des Wasserbehälters schneide. Während dessen stellt sich ein Gehülfe mit einer Visirlatte auf einen nach oben 4) bestimmten, im Wasserspiegel liegenden und vom Instrumente aus sichtbaren Punct, und verschiebt nach Angabe des Geometers den Zielpunct so lange, bis dieser in dem horizontalen Visirstrahl des Instrumentes genau trifft. Gesezt dieß wäre Fig. 182. bey I der Fall, so ist der Abstand In die Vergleichungshöhe für alle Puncte der betreffenden Schichte. Diese Vergleichungshöhe wird nachher von allen Visirhöhen dieser Schichte, als negativ (—) abgezogen, um die gehörigen Tiefen aa' , bb' , cc' . . . zu erhalten; dagegen aber addirt, wenn sie positiv (+) ist, um die gehörigen Tiefen nt , pq , rs . . . zu erhalten, wie auch aus der vorigen Tabelle zu sehen.

Die positive Vergleichungshöhe wird bey einer vertikalen Wand des Klaushofes dadurch erhalten, wenn der Gehülfe auf den im Wasserspiegel liegenden Punct n sich stellt, das Zielbret in den horizontalen Visirstrahl bis m herabbewegt, um den Abstand nm zu erhalten. Es versteht sich von selbst, daß bey Vertiefungen, die lothrecht sind, wie z. B. bey der Schichte I. . I unter Lit. M., auf eine und dieselbe horizontale Entfernung I. . 6, zwey Vertiefungen oder Nivellirhöhen 6 und 7 kommen, und so bey andern.

8) Nun werden die Entfernungen dieser Pflocke mit dem Klastertab, besser aber mit der Kette von einem Punct aus gezählt, horizontal gemessen, und in das vorstehende Manual eingetra-

Fig. gen. Hat man eine nach §. 56. eingerichtete Busssole bey Handen, so
183. kann nach jeder dieser gemessenen Entfernungen auch zugleich die zugehörige Vertiefung unter dem Wasserspiegel bestimmt werden.

9) Um auch den Theil des Klaushofes, welcher zwischen der letzten Schichte und der Grenze $abc\dots$ des Wasserspiegels liegt, und gleichsam keilförmig in den Boden sich verliert, zu bestimmen, mißt man die drey Seiten eines jeden Dreieckes $1na$, anb , $bnc\dots$, die Entfernung $nq = AB$, u. s. w., um sie nachher an die Schichtenlinie nq anzeichnen zu können (Gmtr. 51.). Mit einer Busssole hingegen, welche auf einen bestimmten Punct z. B. n gestellt wird, braucht man bloß die Richtungen der Magnetnadel nq , na , nb zu beobachten, und die Entfernungen na , nb , $nc\dots$, sodann nq , qd , $qe\dots$, zu messen, um nach §. 92. diesen Theil des Umfanges an die letzte Schichtenlinie nq anzeichnen zu können.

10) Nun wird aus diesen gesammelten Daten der Grundriß der Vertiefung auf folgende Weise entworfen: Man zieht eine gerade Linie AB , trägt ihre Länge nach dem verjüngten Maße (etwa $1'' = 10^\circ$) auf, errichtet zwey senkrechte Linien An und Bq , trägt darauf die Breite der Schichten AI , $I. II$, $II. III$, bis nq . Sind diese Punkte von ihrem Anfangspuncte A und B aus gezählt bestimmt worden, so ergeben sich die einzelnen Breiten der Schichten, wenn man stets das nächst vorhergehende Maß, von dem darauf folgenden abzieht.

11) Hierauf werden die horizontalen Entfernungen der nivellirten Punkte einer jeden Schichte von No. 1 angefangen bis zum zweyten Endpuncte aufgetragen, und in diesen Punkten senkrechte Linien von unbestimmter Länge abwärts errichtet, wie in der VII. Schichte ersichtlich ist.

12) Um auch sogleich die Vertiefung eines jeden nivellirten Punctes auftragen, und die vertikale Durchschnittsfläche einer jeden Schichte bestimmen zu können, verfährt man wie oben unter 7) gesagt, wobey sich die über den Wasserspiegel hervorragenden Punkte als negativ zeigen, schreibt die Resultate in die nebenstehende dritte Spalte, und trägt selbe nach dem verjüngten Maße auf die unter 11) gezogenen Senkrechten gehörig auf. Es erhellet von selbst, daß die negativen Resultate, wie bey 5 und 6 aufwärts getragen werden, jene aber die = Null sind, wie 15 und 16, im Wasserspiegel selbst liegen (Schichte VII.).

13) Werden die Dreyecke und Trapeze einer jeden Schichte, **Fig. 183.** wozu die Abmessungen sogleich unmittelbar aus dem Manuale genommen werden können, berechnet und addirt, so erhält man die vertikale Durchschnittsfläche einer jeden Schichte. Nimmt man aus zwey und zwey nebenliegenden das arithmetische Mittel, und multiplicirt diese mittlere Fläche mit der Entfernung der zwey Schichten, so erhält man den zwischen denselben liegenden Kubikinhalte.

14) Das zwischen der letzten Schichte ng und der Grenze $abc...$ des Wasserspiegels liegende keilförmige Stück, kann theilweise als vielseitige Pyramiden berechnet werden, bey welchen die Grundfläche die Horizontalfläche $n1abcd$ des Wasserspiegels, und die Spitze, welche die nivellirte Höhe ist, abwärts gekehrt, und wovon eine solche dreysseitige unter **Lit. R.** vorgestellt ist. Das zwischen den zwey Standpuncten ng (deren nivellirten Tiefen die Spitzen der umgekehrten Pyramiden sind) liegende Theile ndq , der unter **Lit. N** vorgestellt ist, wird als schief abgeschnittenes 3seitiges Prisma nach §. 324. 10) berechnet, wobey eine Seite bey $d = 0$, die andern aber nr und qs die nivellirten Tiefen sind.

15) Wird die Fläche zwischen der **IX.** Schichte und der Schlußgrenze $abcd...$ nach §. 279 berechnet, dann aus den nivellirten Tiefen aller Puncte dieser Schichte, das arithmetische Mittel genommen, und mit dem 3. Theile dieser mittlern Tiefe jene Fläche multiplicirt, so erhält man sehr nahe auch den Kubikinhalte, der ohnehin schon unbedeutend wird, weil jene Puncte $1, a, b, c...$ alle im Wasserspiegel liegen, daher ihre Tiefe $= 0$ ist. Alle Theile endlich zusammen geben den verlangten Kubikinhalte der ganzen Vertiefung.

a) Soll der Kubikinhalte eines gefüllten Wasserbehälters, mit erträglicher Genauigkeit angegeben werden, so muß man die Endpuncte der Richtungslinien, oder die Breiten der Schichten senkrecht auf der Grundlinie AB an den Ufern durch zwey Puncte angeben, sodann die Tiefen an verschiedenen Puncten einer jeden Schichte, mittelst einer eingetheilten Schnur und Bleygewicht, und so auch die horizontalen Entfernungen dieser Puncte mittelst einer eingetheilten, am Ufer befestigten Schnur angeben, wozu man sich eines kleinen Schiffes oder Floßes bedienen, und welche man durch die an den Ufern bestimmten Richtpuncte, in der gehörigen geraden Richtung zu erhalten trachten muß,

b) Daß der Kubikinhalte eines Hügels bis auf eine verlangte horizontale Fläche auf ähnliche Weise, oder nach der Dreyecksmethode §. 324. bestimmt werden könne, erhellet bey einigem Nachdenken von selbst, wenn man sich bey **Fig. 182.** diese Figur PQR sammt ihrem Durch-

Fig.
183.

schnitte JgF , bey der Schichtenmethode aber die Figur 183. sammt ihrem Durchschnitte M umgekehrt vorstellt.

§. 326.

1) Aufgabe. Es ist bekannt, daß das von Zeit zu Zeit ausgetretene Wasser des Flusses Q den Punct m noch nie bedeckt habe; man soll bestimmen, welche Puncte am Fuße der Anhöhen von B über 13, 18, 11, h , f , e u. s. w. bey einer ähnlichen Ergießung des Wassers davon frey bleiben, um den rückwärts dieser Puncte liegenden Boden zu irgend einer ökonomischen Unternehmung zu verwenden, die ohne großen Nachtheil keine Überschwemmung leidet.

Auflösung. Man stelle das Nivellirinstrument in einem Puncte z. B. 18, mit der §. 324. unter 1) angeführten Beobachtung auf, und verfare ganz, wie in jenem §. von 1) bis 4) gesagt ist, d. h. man bestimme die Puncte B . 13. 15. 11. h , f , e , d , u. s. w.; so wird durch diese Puncte, die mit m in gleicher Höhe sind, die Grenze bezeichnet, welche bey einer Überschwemmung frey bleibt, daher der weiter rückwärts höher liegende Boden um so mehr dafür gesichert ist, als der Punct m von Wasser nicht bedeckt vorausgesetzt wird.

2) Aufgabe. Die Grenze zu bestimmen, bis zu welcher das Wasser, wenn es durch irgend ein Mittel, etwa durch eine Schleuße bis zu einer gewissen Höhe A gespannt wird, in die Gegend bey B . 13. 18. 11. h , f , e , herausgetrieben, und sich daselbst ausbreiten werde.

Auflösung. Man verfare dabey ganz auf die vorige Art, indem man nun den gegebenen Punct A als den vorhin bekannten m betrachtet u. s. w. Hierdurch wird man die Grenze B . 15. 18. h , f , e , u. s. w. bezeichnen können, bis wie weit sich das zur Höhe A aufgeschwellte und herausgetriebene Wasser in den tiefern Gegenden verbreiten würde; diese Ausdehnung heißt man die Überschwemmungsgrenze. Auf gleiche Weise könnte man bestimmen, wie lang und hoch ein Damm AB seyn müßte, damit ein öfters austretender Fluß für eine gewisse hinter demselben liegende Gegend unschädlich werde u. s. w.

§. 327.

184.

Aufgabe. Eine gerade Linie AE abzustecken, die eine gegebene Neigung vom Puncte A gegen E hat, die entweder durch den

Winkel $AEI = FHG$ oder mittelst des Abstandes $AI = FG$ bekannt ist. Fig. 184.

Auflösung. 1) Ist der Abstand $AI = FG$ nicht unmittelbar sondern der Neigungswinkel AEI gegeben; so messe man die Entfernung $IE = HF$ vermög S. 77., und bestimme sodann aus dem rechtwinkligen Dreyecke $AIE = HFG$ nach Gmtr. 248. den Abstand AI , welchen man auch den Fall, oder das Gefäll, für die Entfernung IE , zu nennen pflegt.

2) Hierauf stelle man das Nivellirinstrument über einen in A eingeschlagenen Pflock, mit dem Fernrohr horizontal, messe AH , d. i. die Höhe des Fadenkreuzes über den Punct A genau, addire diese Höhe AH zu dem vorigen Abstand AI , und stelle den Zielpunct in dieser Höhe $IH = EF$ fest.

3) Mit diesem so gestellten Zielbrette schicke man einen Gehülfen nach E , der dasselbe vertikal über den dort eingeschlagenen Pflock hält, diesen nach und nach immer tiefer in die Erde treibt, bis der Zielpunct F in dem horizontalen Visirstrahl HF sich befindet.

4) Nun rücke man den Zielpunct um den gegebenen Abstand $AI = FG$ herab, richte das Fernrohr oder den Visirstrahl HG darauf, und lasse dasselbe sowohl als das Zielbrett in dieser Richtung unverrückt, und letzteres über jeden Punct $D, C, B \dots$ aufstellen, dabey die Pflocke so lang höher oder tiefer richten, bis der an der Latte festgestellte Zielpunct in dem unverrückt gebliebenen schiefen Visirstrahl eintrifft; so ist die gerade Linie in der verlangten Neigung abgesteckt, wie es die Figur deutlich weist.

5) Wäre man irgend eines Hindernisses wegen nicht im Stande, von einem Endpuncte A bis zum andern E der schief abzusteckenden Linie zu sehen, so kann man nach Erforderniß mehre Zwischenstände nehmen, und auf ähnliche Art, wie vorhin, verfahren; nur muß man für jeden Standpunct seinen Fall (das Gefäll) berechnen, der ihm vermög seiner Entfernung vom Anfangspuncte A und des Falles $AI = FG$ der ganzen Linie AE zukommt. Es sey z. B. aus einer obigen Ursache ein Standpunct in der Mitte zwischen A und E in C zu nehmen; so ergibt sich aus den ähnlichen Dreyecken GHF und LHK das Gefäll $KL = \frac{1}{2} FG = \frac{1}{2} AI = AO$; wäre etwa $AI = 7,5'$ so ist $KL = AO = 3,75'$ welche man zu der Höhe AH des Instrumentes addirt, den Zielpunct in dieser Höhe $OH = CK$ festsetzet, und sodann ganz nach 3) verfährt, indem man in einem solchen Falle den Punct C als den Punct E betrachtet.

Fig. 6) Um demnach die schiefe Linie von C weiter bis E abzustrecken, stelle man das Nivellirinstrument über den schon bestimmten Punct C , wie oben in 2), auf, addire zu der Höhe des horizontal gestellten Instrumentes, etwa zu CL , die Höhe $AI - AO = OI = CN$, stelle den Zielpunct in dieser Höhe $NL = EM$ fest, und verfare sodann ganz nach dem, was in 3) und 4) hierüber gesagt ist. Und so in andern ähnlichen Fällen.

a) Soll bey Anlage eines Straßenzuges über Berge eine schiefe Linie nach einem gegebenen Gefälle, z. B. auf 1° Länge 4" Fall abgestreckt werden, so multiplicirt man mit dem gegebenen Verhältnisse $1^\circ : 4'' = \frac{4}{72} = \frac{1}{18}$ mit jeder abzustreckenden Länge, um das dazu gehörige Gefäll zu erhalten. Auf 30 Kl. Länge kommen $30^\circ \cdot \frac{1}{18} = 1.7^\circ$ Gefäll, mit welchen nachher wie oben verfahren wird.

§. 328.

185. Aufgabe. Einen Platz $a a e e$ unter einer gegebenen Neigung entweder unter den Winkel $a e I$ oder nach der Höhe $I a$ so zu ebenen, daß $a a$ und alle mit ihr gleichlaufenden $b b, c c \dots$ horizontal sind.

Auflösung. 1) Man stecke durch die Mitte des Platzes nach der gegebenen Neigung eine schräge Linie $A E$ ab, und bezeichne sie durch Pföcke $A, B, C \dots$ nach der vorigen Aufgabe.

2) Hierauf stelle man das Nivellirinstrument nach und nach über die Puncte $A, B, C \dots$, bestimme aus jedem derselben nach §. 322. die horizontalen Linien $a a, b b, c c \dots$, senkrecht auf $A E$, bezeichne sie mit Pföcken, lasse sodann die Erhöhungen der Erde hinwegräumen, und die Vertiefungen ausfüllen, bis die Köpfe aller Pföcke und die darüber gespannten Schnüre bedeckt sind, so wird der Platz nach der gegebenen Neigung geebnet seyn.

a) Sollte man wegen Hindernisse gezwungen seyn, die schiefe Linie $A E$ vermittelst mehrer Standpuncte nach der vorigen Aufgabe in 5) und 6) abzustrecken, so ist es nicht unumgänglich nothwendig, daß alle Standpuncte des Nivellirinstrumentes und der Latten in einer und derselben Vertikalebene sich befinden. Man erreicht auch seinen Zweck, wenn man schon wegen Hindernisse, z. B. bey einem Hügel, der bis auf eine durch eine Linie $a a$ gelegte schiefe Fläche abgetragen werden soll, gezwungen wäre, nach einem Umwege von A über c und d nach E zu operiren. Nur muß man das dem Puncte c , vermög der Entfernung $A C$, zukommende Gefäll aus dem rechtwinkligen Dreyecke $A C c$, und das für den Punct d aus dem rechtwinkligen Dreyecke $A D d$ berechnen u. s. w., wozu man die nöthigen Daten aus dem vorher aufgenommenen Grundrisse dieser Gegend sich

verschaffen muß. Um in dieser Materie nicht unnöthig weiltläufig zu seyn, muß die weitere Ausführung einer solchen Operation dem eigenen Nachdenken der Anfänger überlassen werden, wozu der Fingerzeig deutlich genug gegeben ist. Fig. 185.

Auch erhellet aus dem Vorhergehenden deutlich, wie durch einen gegebenen Punct sowohl horizontale als schräge Linien, oder derley Flächen von unbeträchtlicher Größe, durch Hülfe der gemeinen Schrot- oder Zimmermannswage und des Nivellscheites abgesteckt und ausgepföckelt werden können.

b) Aus dem bereits Angeführten gehet nun auch hervor, wie man den Kubikinhalte einer Grube zu bestimmen habe, deren obere Fläche eine schief geneigte Ebene bildet, wie aus dem Durchschnitte Fig. 186. zu ersehen ist. Man bestimmt nämlich nach der vorhergehenden Aufgabe die Grenzpunkte der schiefen Fläche, bis zu welcher die Grube ausgefüllt werden soll; sodann stellt man am Rande derselben, z. B. in *a*, das Nivellirinstrument auf, mißt die Höhe *ab* desselben, läßt den Zielpunct in eben dieser Höhe $ab = cd$ befestigen, die Nivellirlatte an dem gegenüber stehenden Rande auf- und feststellen, richtet das Fernrohr (oder die Dioptern) auf den Zielpunct *d*, und stellt es in dieser Richtung fest. Nun schickt man den Gehülfen mit einer andern Latte nach und nach auf die in der Grube nach §. 324. 5) bemerkten Dreyeckspuncte *e*, *f*, *g*... , läßt von der Visirhöhe *em* die in *c* gefundene *cd*, oder die Höhe des Instrumentes *ab* abziehen, um die gesuchte Tiefe *ne* zu erhalten. Auf eben diese Weise werden auch alle übrigen, aus diesem Standpuncte *a* leicht anzuwisirenden Höhen der Dreyeckspuncte, und daraus, nach Abzug der Höhe des Instrumentes, die Vertiefung eines jeden Punctes *f*, *g*, *h*... bestimmt; wobey zu bemerken kommt, daß das Fernrohr, während das Instrument auf dem Zapfen des Stativs nach Erforderniß links oder rechts gedreht wird, unter dem Erhöhungswinkel *cbd*, oder der schiefen Richtung *bd* unverrückt verbleibe; daher man, um sich dessen zu versichern, zuweilen auf die in *c* aufgestellte Latte nach dem Zielpuncte *d* visiren muß. Gleicher Massen verfährt man in einem zweyten und jedem andern Standpuncte. Nun werden weiters die Dreyeckspuncte mit dem Meßtische aufgenommen, und der Kubikinhalte berechnet (§. 324. 9 und 10). 186.

c) Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß man, wo keine große Genauigkeit erforderlich ist, hierbey die Vertiefungen *ne*, *of*, *pg*... , ohne Nivellirinstrument, durch bloßes Visiren von einem Rande *a* der Grube zu dem gegenüber stehenden *c* bestimmen könne; wie auch, wenn nöthigen und erforderlichen Falles der Kubikinhalte durch bloßes Abschätzen beyläufig auszumitteln wäre, daß man nur den Inhalt eines schmalen, etwa 1 bis 2 Klafter breiten Streifens durch die ganze Länge (oder Breite) einer Grube (oder eines Hügel) vermög seiner durchschnittsmäßigen Tiefe abschätzen, und sodann dieses Resultat mit

Fig. allen übrigen derley breiten parallelen Streifen der Grube nach ihren durchschnittsmäßigen Tiefen vergleichen darf, um den beyläufigen Kubikinhalt der Grube zu erhalten.

§. 329.

187. Aufgabe. Den Höhenunterschied zweyer Puncte *A* und *E* zu finden, die so weit von einander entfernt sind, daß man aus einem einzigen Zwischenstande nicht nach beyden Puncten visiren kann.

Auflösung. 1) Man lasse eine Nivellirlatte durch einen Gehülfsen in *A*, und in einer schicklichen Entfernung *AB* durch einen andern Gehülfsen gleichfalls eine Latte in *B* aufrichten; das Nivellirinstrument aber stelle man nach dem Augenmaße beyläufig in die Mitte zwischen *A* und *B*, in Nro. 1, damit die Erhöhung des scheinbaren Horizontes außer Acht gelassen werden könne (§. 313. 1). Sodann bringe man den Visirstrahl des rectificirten Nivellirinstrumentes in den scheinbaren Horizont, ein Mahl gegen *F*, und nachher gegen *G*, und lasse jeden Gehülfsen seine Visirhöhe, d. i. die Höhe vom Boden bis zum Zielpuncte (oder dem untern Rande des Zielbretes, §. 318), aufschreiben.

2) Nun schicke man den vordern, in *B* gestandenen Gehülfsen mit seiner Latte weiter auf eine schickliche Entfernung nach *C*, den zweyten, in *A* gestandenen aber lasse man seine Latte über den Punct *B* aufrichten, und stelle das Instrument beyläufig wieder in die Mitte zwischen *B* und *C*, in Nro. 2, visire sodann nach *H* und *I*, und lasse abermahls jeden Gehülfsen seine Visirhöhe aufschreiben.

3) Ganz auf diese Art verfare man auch in den folgenden Standpuncten; der vordere Gehülfe gehet nämlich immer auf eine schickliche Entfernung um einen Punct weiter vorwärts, der hintere stellet sich jedes Mahl in den Punct, wo der vordere zuletzt gestanden ist, und das Nivellirinstrument wird jederzeit beyläufig in die Mitte der zwey Latten aufgestellt u. s. w., bis endlich der vordere Gehülfe in *E* angelangt ist.

4) Hierauf addire man die von jedem Gehülfsen gefundenen und aufgeschriebenen Visirhöhen insbesondere, und ziehe die kleinere Summe von der größern ab; so ist der Überrest der gesuchte Höhenunterschied zwischen *A* und *E*. Ist dabey die Summe der Visirhöhen des vordern Gehülfsen, der mit seiner Latte zuletzt auf *E* stand, kleiner, als die Summe des hintern Gehülfsen, der zuerst auf *A* stand; so liegt *E*

um den gefundenen Unterschied höher, als *A*. Im Gegentheil läge *E* um eben diesen Unterschied tiefer, als *A*. Fig. 187.

$$\text{Denn es ist } AF - BG = Bb$$

$$BH - CI = Cc$$

$$CK - DL = - Cm$$

$$DM - EN = - Dd; \text{ folglich auch}$$

$$\begin{aligned} (AF + BH + CK + DM) - (BG + CI + DL + EN) &= \\ (Bb + Cc) - (Cm + Dd) &= (cQ + Cc) - (Cm + mn) = \\ CQ - Cn &= Qn = AP = Ee \text{ (vermög Kl. 47. I).} \end{aligned}$$

Es seyen z. B. die Visirhöhen gefunden worden:

des hintern,	des vordern Gehülfsen
<i>AF</i> = 7' 1";	<i>BG</i> = 3' 8"
<i>BH</i> = 8 2 ;	<i>CI</i> = 3 6
<i>CK</i> = 4 8 ;	<i>DL</i> = 6 6
<i>DM</i> = 4 7 ;	<i>EN</i> = 5 9

$$\text{Summe} = 24' 8'';$$

Summe = 19' 9", folglich liegt der Punct *E* um 24' 8" - 19' 9" = 4' 9" höher, als der Punct *A*.

5) Von der Richtigkeit der Arbeit überzeugt man sich, wenn man da, wo die Örtlichkeit es zuläßt, von dem letzten Stande Nr. 4 wieder auf den gegebenen Punct *A* zurück visirt, und die auf solche Art in *A* gefundene Visirhöhe *Af* der Summe *NE* + *Ee*, d. i. der in *E* gefundenen Visirhöhe *NE* und dem vorhin in 4) gefundenen Höhenunterschied *Ee* = *AP* zwischen *A* und *B* zusammengenommen, gleich, oder der Rest = 0 gefunden wird.

Wäre aber dieses Zurückvisiren nicht thunlich, welches gewöhnlich der Fall seyn wird, so kann man sich von der Richtigkeit seiner Arbeit auch dadurch überzeugen, wenn man umgekehrt von *E* bis *A* die nämliche Operation wiederholt, und in beyden Fällen gleiche Höhenunterschiede zwischen *AB* erhält. Bey einer kleinen Abweichung kann man die mittlere Zahl nehmen. Vermög dieser Aufgabe läßt sich das Gefäll eines Flusses oder Baches von einem gegebenen Puncte bis zu einem andern bestimmen, oder auch die Möglichkeit untersuchen, ob man einen Sumpf, Teich u. dgl. abgraben und austrocknen, oder einen Fluß, Bach, See u. s. w. mit einem andern verbinden, und zur Schifffahrt oder Holzschwemme einrichten, oder eine Wasserleitung anlegen könne, u. gl.

a) Es ist auch hier nicht nothwendig, daß die Standpuncte des Nivellirinstrumentes und die Latten alle in einer und derselben Vertikalebene (oder geraden Linie) sich befinden. Man erhält den gesuchten Höhenunterschied zweyer Puncte *A* und *E* (Fig. 190.) eben so

Fig. richtig, wenn man schon wegen dazwischen liegender Hindernisse, nach was immer für einem Umwege, von *A* über *B*, *C*, *D* . . . bis *E* zu nivelliren gezwungen wäre.

§. 330.

188. Aufgabe. Man soll die Höhenunterschiede mehrer Punkte von dem Horizonte eines bestimmten Punctes *A* angeben, oder den Durchschnitt (das Profil) einer nivellirten Strecke durch Verzeichnung anschaulich machen.

Auflösung. 1) Man lasse alle die Orte, wo sich merkliche Veränderungen in der Erhöhung und Vertiefung des Bodens zeigen, als *B*, *C*, *D*, *E* . . . mit Pfählen bezeichnen, stelle das Nivellirinstrument über einen schicklichen Punct, mit der §. 329. 1) gegebenen Beobachtung in Nro. 1, lasse durch einen Gehülfen zuerst in dem gegebenen Punct *A*, sodann auch in alle Punkte, die aus Nro. 1, bey horizontal gestelltem Fernrohre, anvisirt werden können, als *B*, *C* . . . , nach und nach eine Nivellirlatte aufstellen, die in jedem Puncte erhaltenen Visirhöhen insbesondere aufschreiben, und trage sie nachher in die folgende, hierzu gefertigte Tabelle in die erste Spalte ein.

2) Nun bringe man das Nivellirinstrument über einen andern Standpunct in Nro. 2, lasse den Gehülfen seine Latte über einen schon anvisirten und bestimmten Punct, z. B. in *C*, aufrichten, schreibe sowohl diese, als auch alle aus diesem Standpuncte erhaltenen Visirhöhen der Punkte *D*, *E*, *F* . . . in die erste Spalte der erwähnten Tabelle, jede insbesondere ein, und verfare auf diese Weise auch in den Standpuncten Nro. 3) u. s. w., bis an das Ende der zu nivellirenden Strecke; trage auch die nach §. 77. gemessenen Entfernungen *AB*, *AC*, *AD* . . . in die vierte Spalte der folgenden Tabelle; so wird auf diese Art die erste und vierte Spalte derselben gleich auf dem Felde aus den gefundenen Mäßen (Decimalmaß) selbst ausgefüllt.

Fig.
188.

Wissirhöhe bis zum Zielpunct in	Vergleichungshöhe für den Standpunct	Abstände von dem Horizonte <i>Aa</i>	Horizontale Entfernun- gen von dem Puncte <i>A</i>
<i>A</i> 9' 2" 3'''	Nro. 1) 9' 2" 3'''	0' 0" 0'''	0,0 Klfr.
<i>B</i> 5 6 2		+3 6 1	16,5
<i>C</i> 4 2 9		+4 9 4	58,4
<i>C</i> 5 3 0	Nro. 2) 10 2 4		.
<i>D</i> 6 1 0		+4 1 4	81,1
<i>E</i> 8 3 5		+1 8 9	104,5
<i>F</i> 14 8 3		-5 5 9	124,0
<i>F</i> 11 4 2	Nro. 3) 6 8 3		.
<i>G</i> 9 1 0		-2 2 7	140,2
<i>H</i> 9 9 4		-3 1 1	158,4
<i>I</i> 5 1 0		+1 7 3	174,1
<i>K</i> 1 0 6		+5 7 7	195,2
<i>K</i> 8 4 1	Nro. 4) 14 1 8		.
<i>L</i> 6 0 9		+8 0 8	239,2
	u. f. w.		

3) Die Resultate der zweyten und dritten Spalte dieser Tabelle erhält man aus der ersten auf folgende Art: Man trage die Wissirhöhe des gegebenen Punctes *A* aus der ersten in die zweyte Spalte unverändert als Vergleichungshöhe für den ersten Stand des Instrumentes über, ziehe die aus diesem Standpuncte gefundenen Wissirhöhen *A*, *B*, *C*, jede insbesondere, von dieser Vergleichungshöhe ab, und setze die Resultate in der nämlichen Zeile in die dritte Spalte, und zwar: mit dem Zeichen +, wenn die Wissirhöhen kleiner sind, als die Vergleichungshöhe, d. i. wenn die Puncte *B*, *C*... über dem Horizonte des gegebenen Punctes *A* liegen; im Gegentheil aber setze man denselben das Zeichen - vor; so erhält man die Abstände von dem durch *A* gedachten Horizonte *Aa* für die aus dem Stande Nro. 1 anvisirten Puncte.

4) Um die folgende Vergleichungshöhe zu erhalten, addire man den Abstand aus der dritten Spalte des aus Nro. 1 anvisirten letzten Punctes *C* = +4' 9" 4''' zu der aus Nro. 2 bestimmten ersten Wissirhöhe des nämlichen Punctes *C* = 5' 3" 0''' der ersten Spalte, und setze das Resultat 10' 2" 4''' in derselben Zeile in die zweyte Spalte; so hat man die Vergleichungshöhe für den Standpunct Nro. 2. Von dieser werden nun wieder alle aus die-

Fig. 188. sem Stande gefundenen Visirhöhen der ersten Spalte abgezogen, und die Resultate mit den gehörigen Zeichen + oder — in die dritte Spalte übertragen. Und auf diese Art verfährt man bey den übrigen. Vermöge dieser Regel findet man z. B. für den Standpunct Nro. 3 die Vergleichungshöhe = $-4' 5'' 9''' + 11' 4'' 2''' = 6' 8'' 3'''$; nachher den Abstand vom Horizonte *Aa* des Punctes *G* = $6' 8'' 3''' - 9' 1'' 0''' = -2' 2'' 7'''$ u. s. w.

5) Nach Vollendung dieser Tabelle kann nun die Erhöhung oder Vertiefung eines jeden Punctes über oder unter dem durch *A* gedachten Horizonte *Aa* durch Verzeichnung des Durchschnittes der nivellirten Strecke dadurch anschaulich gemacht werden, indem man eine gerade Linie *Aa* zieht, aus der vierten Spalte der obigen Tabelle die Entfernungen der Puncte *B, C, E, ...* von dem Puncte *A* an, bis *b, c, d, e, f, ...* nach einem gegebenen oder willkürlichen verjüngten Maßstabe aufträgt, in diesen Puncten senkrechte Linien *bN, cO, dQ, ...* von unbestimmter Länge errichtet, hierauf die in der dritten Spalte für jeden Punct *B, C, D, E, F, ...* gefundene Höhe oder Tiefe gehörig aufträgt, und nachher die Puncte *A, B, C, D, E, F, ...* von freyer Hand durch eine zusammenhängende krumme Linie verbindet, wobey einem Anfänger ein auf dem Felde, gleichfalls nur von freyer Hand gemachter Entwurf des Durchschnittes gute Dienste leisten wird.

6) Von der Richtigkeit der Resultate kann man, wo es thunlich ist, sich auf ähnliche Art, wie bey der vorigen Aufgabe überzeugen, indem man die aus dem letzten Standpuncte Nro. 4 erhaltene Visirhöhe *Am* mit der zu diesem Standpuncte gehörigen Vergleichungshöhe in der zweyten Spalte vergleicht; oder die Operation umgekehrt von *L* bis *A* wie vorhin wiederholt, und bey einem etwaigen kleinen Unterschiede der Resultate die mittlere Zahl nimmt.

a) Aus der vorigen Tabelle kann man auch den Höhenunterschied von jeden zwey nivellirten Puncten finden, wenn man ihre Abstände von der Horizontallinie *Aa* in der dritten Spalte gehörig von einander abzieht. So z. B. findet man, daß der Punct *F* tiefer liegt als *H* um $(-5' 5'' 9''') - (-3' 1'' 1''') = -2' 4'' 8'''$; eben so liegt *L* höher als *G*, um $8' 0'' 8''' - (-2' 2'' 7''') = 10' 3'' 5'''$; desgleichen liegt *B* tiefer als *K* um $5' 7'' 7''' - 3' 6'' 1''' = 2' 1'' 6'''$; u. s. w. Auch findet man die horizontale Entfernung zweyer nivellirten Puncte, wenn man in der vierten Spalte die kleinere Zahl von der größern abzieht. So ist z. B. die horizontale Entfernung der zwey Puncte *D* und *F* = $df = 124^\circ - 81,1 = 42,9$; u. s. w.

b) Wenn es nicht besondere Umstände erforderlich machen, die **Fig. 188.** Abstände $Ab, Ac, Ad \dots$, und die Höhen und Tiefen der Punkte $B, C, D \dots$ über oder unter dem Horizonte Aa , nämlich $bB, cC \dots fF, gG \dots$ nach einerley Maßstabe aufzutragen, so pflegt man gewöhnlich die ersten nach einem Kleinern, die letztern aber nach einem größern Maßstabe aufzutragen; obschon hierdurch das Steigen und Fallen im Profil größer, als in der Wirklichkeit sich darstellt, so achtet man dieses nicht so sehr, weil sonst bey einerley und einem kleinen Maßstabe die Höhen und Tiefen gar zu klein und undeutlich, und bey einerley größerem Maßstabe die Zeichnung gar zu unbehülflich und unbequem ausfallen würde.

§. 331.

Wenn die Punkte, die mit einem gegebenen Punkte m verglichen, und ihre Höhenunterschiede zu irgend einem Gebrauche angegeben werden sollen, nicht in einer geraden Linie, sondern in einer Gegend zerstreut herum liegen, wie **Fig. 183.**; so kann das Nivelliren derselben ganz auf die im vorigen §. gezeigte Art vorgenommen, und die aus dem Standpunkte Nro. 1 (hier 18) erhaltenen Nivellhöhen der Punkte $m, B, 16$ und h , wie auch die aus Nro. 2 (hier etwa q), gefundenen Punkte h (vermög §. 330. 2) $f, e, d \dots$ u. s. w. in die hierzu vorbereitete Tabelle in die erste Spalte eingetragen werden, bey welcher jedoch in diesem Falle die vierte Spalte hinwegbleiben kann. Auf diese Weise fährt man (hier etwa über n, VI, III, A, B und 13) fort, bis zu dem letzten Standpunkte Nro. 15, von wo aus man gewöhnlich auf den gegebenen Punkt m wieder visiren, und sich dadurch auf die in dem vorigen §. gezeigte Weise von der Richtigkeit der Arbeit überzeugen kann u. s. f. Nun werden alle nivellirten Punkte mit dem Messische aufgenommen, und die entsprechenden Höhenunterschiede in Hinsicht auf den Punkt m mit ihren gehörigen Zeichen $+$ oder $-$ zu jedem derselben geschrieben. Will man aber nicht zu jedem nivellirten Punkte des aufgenommenen Planes den zugehörigen Höhenunterschied schreiben, sey es, um denselben nicht mit zu vielen Ziffern zu überhäufen, oder aus andern wichtigen Ursachen; so kann man die aufgenommenen Punkte auf dem Plane mit Buchstaben $a, b, c \dots a' b' c' \dots$ bezeichnen, und diese Buchstaben sodann, sammt den entsprechenden Höhenunterschieden, in eine Tabelle übertragen.

a) Man muß bey dieser Nivelliroperation nicht auf gar große Entfernungen, etwa nicht über 100 Klaftern, visiren, damit die Erhöhungen des scheinbaren Horizontes außer Acht gelassen werden können.

§. 332.

Fig.

189. Aufgabe. Man wünscht mittelst des Wasservorrathes in *M* u. Holz nach dem Flusse *E*, und von da weiter zu schwimmen; es soll die Möglichkeit der Ausführung untersucht, und in diesem Falle sodann die Ableitung oder der Schwemmbach ausgesteckt, wie auch der Kostenbetrag vorläufig bestimmt werden.

Auflösung. 1) Man schlage in *A* einen Pflock so tief in die Erde, daß dessen obere Fläche, so viel möglich, mit dem niedrigsten Wasserstande gleiche Höhe habe, und untersuche von diesem Punkte *A* aus die Möglichkeit der Ausführung nach §. 329.; ob nämlich, und um wie viel *A* höher, als der Punkt *E* am Ufer des Flusses liege.

2) Ist man durch diese Untersuchung von der Ausführbarkeit überzeugt, so nehme man die Gegend, durch welche die Ausgrabung der Ableitung wahrscheinlich geschehen kann, mit dem Meßtische auf. Weil die Arbeit des Ausgrabens desto beschwerlicher und die Kosten desto größer seyn werden, je höher der Boden ist, durch welchen gegraben werden soll; so ist es natürlich, daß das Ausgraben durch die niedrigsten Gegenden, und zwar auf dem möglichst kürzesten Wege, geschehen muß; daher bemerke man gleich bey der Aufnahme die niedrigsten Punkte *B*, *C*, *D*...

3) Nach diesem nivellirt man die Strecke, durch welche die Durchgrabung am vortheilhaftesten geschehen kann, genau, wenn es etwa nicht schon unter einem bey 1) geschehen ist, verfertige sich eine Tabelle hiervon (§. 330.), und entwerfe daraus oberhalb des Grundrisses einen Profiliriß nur von den Hauptpunkten, besonders von solchen, wo die nivellirten Linien gebrochen worden sind, als *B*, *C*, *D*... Man ziehe zu diesem Behufe die Vertikallinien *AA*, *BB*, *CC*, *DD*...; ziehe auch in der erforderlichen Entfernung eine Horizontallinie *Ae*, und trage die gefundenen Höhen und Tiefen (§. 330.) der Punkte *B*, *C*, *D*... der mehrern Deutlichkeit wegen nach einem solchen Maßstabe (etwa $2'' = 1^\circ$), daß ein Zoll mit dem Zirkel noch gut gefaßt werden kann, auf die Vertikallinien aus den Punkten *b*, *c*, *d*... gehörig auf, u. s. w.

4) Gesezt man habe aus der für unser Beyspiel nach §. 330. verfertigten Tabelle gefunden, daß

<i>A</i> niedriger ist als <i>B</i> um 5,40 Fuß,	
<i>A</i> höher als <i>C</i> „ 1,52 —	
<i>A</i> höher als <i>D</i> „ 7,30 —	
<i>A</i> höher als <i>E</i> „ 7,89 —	

Fig.
189.
u.
190.

Ferner habe man aus jener Tabelle die Entfernung von *A* bis *B* = 420 Fuß,
 „ *B* „ *C* = 1216 —
 „ *C* „ *D* = 706 —
 „ *D* „ *E* = 630 Fuß gefunden; so kann man nun das Gefäll von *A* bis *E* = 7,89 Fuß entweder auf die ganze Strecke von 100 zu 100 Fuß gleichförmig vertheilen, indem man schließt: $2972 : 7,89 = 100 : x$, woraus x oder das Gefäll auf 100 Fuß = 0,26' folgt; oder aber nach Umständen von zwey oder mehrern Punkten, z. B. von *A* bis *D*, und von *D* bis *E*, vermöge ihrer Entfernung die denselben zukommenden Gefälle, insbesondere vertheilen *); nur darf man keinen zu niedrigen Punct hierzu, wie etwa *D*, wählen, weil sodann das Gefäll bis dahin (nach *D*) zu groß, und von da bis *E* etwa zu klein ausfallen könnte. Wir wollen das Ertere beybehalten. Diesem nach ist, weil auf jede 100 Fuß 0,26' Gefäll kommen, das Fallen des Wassers von *A* bis *B* = $\frac{420 \cdot 0,26}{100} = 1,1$ Fuß.

5) Man lasse demnach in dem Hügel bey *B* vermög 4) zuerst von *B* bis *b* = 5,4' und dann noch unter *b*, um das nöthige Gefäll zu erhalten, 1,1' bis *m*; also zusammen von *B* bis *m* = 6,5 Fuß tief hinein graben, und in dieser Tiefe einen Pflock einschlagen. Da ferner das Fallen von *A* bis *C* = $\frac{1636 \cdot 0,26}{100} = 4,3'$ beträgt, und *C* um 1,52' niedriger als *A* liegt, so zieht man dieses von jenem ab, und lasse von *C* bis *n* = 4,3' — 1,52' = 2,78 Fuß tief eingraben, und einen Pflock dieser Tiefe gleich einschlagen.

*) Bey der Vertheilung des Gefälls hat man auch darauf Rücksicht zu nehmen, daß zunächst am Ausflusse das Gefäll nicht zu groß gemacht werde, weil sonst, nach örtlichen Umständen, bey stark abfallendem Erdreiche, das Wasser vermöge des beständigen Fallens und der dadurch immer zunehmenden Geschwindigkeit am Ausflusse für die fahrenden Schiffe, Flöße zc. manche Nachtheile haben würde, welches nach Gründen der Hydraulik deutlich eingesehen werden kann.

Fig. 6) Da ferner auch der Punct *D* um 7,3' tiefer, als *A* liegt,
189. das Fallen des Wassers von *A* bis *D* aber nur $\frac{2342 \cdot 0,26}{100} = 6,1'$
 u.

190. beträgt; so muß das Erdreich (wenn es nöthig ist) bey *D* um 7,3' — 6,1' = 1,2 Fuß erhöhet, und wegen des Durchfließens der Quelle *p*, unterhalb des Schwemmbaches hindurch, eine Öffnung gelassen, oder dieselbe nach Erforderniß auch oberhalb desselben quer darüber geführt werden. Man schlage also in *D* einen Pflock ein, der über den Punct *D* noch 1,2 Fuß hoch bis *o* hervorragt. Eben so schlage man auch bey *E* in gehöriger Höhe einen Pflock ein; so ist die obere Fläche der Wasserleitung oder des Schwemmbaches durch die Köpfe der eingeschlagenen Pföcke bezeichnet.

7) Nun stecke man nach dem vorhergehenden Verfahren und vermög §. 327. von *A* bis *B* eine Linie ab, die auf jede 100 Fuß 0,26' Fall hat, bestimme die obere Breite *fs*, wie auch die untere, so wie die Tiefe *AP* des Grabens, und lasse ihn nach eingeschlagenen Pflocken ausgraben. Eben so verfare man nachher von *A* bis *C* u. s. w.

8) Nachdem einmahl die obere und untere Breite, wie auch die Tiefe des Grabens bestimmt ist, so ergibt sich aus den Höhen und Tiefen aller nivellirten Puncte *f*, *g*, *h*, *i* . . . (§. 330.) der Kubikinhalt der ausgegrabenen Erde sehr leicht nach (§. 324. 10). Endlich läßt sich aus dem bekannten Kubikinhalt und dem Kostenbetrage von Einer Kubiklast, oder aus der bekannten Menge Erde, die ein Mann täglich auszuwerfen im Stande ist*), und seinem Taglohne u. dgl. der Kostenbetrag der ganzen Unternehmung vorläufig sehr leicht bestimmen.

a) Wäre das Wasser bey *M* ganz abzuleiten, und sein Grund auszutrocknen, so müßte der tiefste Punct desselben mit dem Punct *v* des Wasserspiegels im Flusse nach §. 329. vorher verglichen, und übrigens sodann, bey thunlicher Ausführung, ganz nach dem Vorigen verfahren werden.

b) Eben dasselbe hätte man bey der Ableitung und Austrocknung des Sumpfes bey *N* zu beobachten; die größte Tiefe *N* nämlich mit dem niedrigsten Puncte *R* zu vergleichen, und nach Befund der möglichen Ausführung die Ableitung in der niedrigsten Gegend auf dem möglichst kürzesten Wege *NOPR* nach der vorhin gezeigten Weise anzulegen.

*) Aus Erfahrung weiß man, daß ein Arbeiter in mittlerem Boden täglich 280 Kubikfuß = $1\frac{1}{3}$ Kubiklast Erde auswerfen könne. (S. Baumgartner's Mechanik und Henig's Bau Rathgeber.)

§. 333.

Fig.

Eine wichtige Anwendung des Nivellirens findet bey Anlegung von Kanälen statt. Unter Kanälen versteht man solche mit Wasser gefüllte Gräben, auf welchen man mit kleinen Schiffen von einem Orte zum andern kommen kann. Wollte man z. B. den See oder Fluß bey *M* mit dem Flusse *QR* durch einen Kanal in Verbindung bringen, so könnten die Waaren, welche zu Schiffe nach *M* gekommen sind, auf eben diese Art nach dem Flusse *QR*, und von da weiter befördert werden, und so auch umgekehrt; und da der Transport auf kleinen Schiffen, die entweder gerudert oder von Pferden gezogen werden, bey Weitem nicht so kostspielig ist, als der Transport auf der Achse durch gewöhnliche Fuhrwerke; so müssen gut und zweckmäßig angelegte Kanäle den inländischen Fleiß, Umsatz, und dadurch auch den auswärtigen Handel ungemein befördern helfen *).

Die untere Fläche eines Kanals darf nicht schief geneigt, sondern muß horizontal angelegt werden; denn sonst würde im ersten Falle im Kanal nach Verhältniß der schiefen Neigung eine Strömung entstehen, die zwar den abwärts fahrenden Schiffen förderlich, hingegen den aufwärts gehenden hinderlich wäre; nicht weniger würde auch die beständige Bewegung des Wassers den Seitenwänden des Kanals nachtheilig seyn, sie in lockerem Erdreiche einstürzen machen, und dadurch denselben verschlemmen. Da man aber in einer Gegend, durch welche ein Kanal geführt werden soll, bey dem mehr oder weniger steigenden oder fallenden Boden oft auf solche Stellen trifft, wo es entweder ganz unmöglich oder doch zu kostspielig wäre, die Fläche des Kanals in der horizontalen Richtung fortzuführen; so müssen an solchen Orten Eine oder mehrere senkrechte Stufen angebracht, und daselbst Schleusen, d. i. solche Vorrichtungen angelegt werden, durch welche die Schiffe, sowohl ab- als aufwärts, durch Anfüllung der Schleusen mit Wasser, über diese senkrechten Stufen hinüber geschafft werden können **).

*) In der neuern und neuesten Zeit werden die Verbindungen der Flüsse und Straßen auch sehr vortheilhaft durch sogenannte Eisenbahnen bewirkt, wobey sowohl das geometrische als barometrische Nivelliren gleichfalls angewendet wird.

**) Die nähere Beschaffenheit und wirkliche Anlegung der Schleusen muß man in andern besonders über Wasserbau geschriebenen Werken nachlesen.

Fig. 189. Da das Wasser in den kleinsten Kanälen 6 bis 7 Fuß tief ist, u. noch 2 bis 3 Fuß hinaus reichen müssen, welches zusammen 8 bis 10 Fuß beträgt, der Erfahrung zu Folge aber die Schleußenthore (sowohl die vordern als hintern), um sie gehörig handhaben und dirigiren zu können, nicht über 16 bis 18 Fuß hoch seyn dürfen; so bleiben nach Abzug jener Höhe von dieser für das Fallen des Wassers in der Schleuße, oder für jene senkrechten Stufen (für das Gefäll) noch 8 bis 10 Fuß übrig. Hieraus folgt: daß 1) der Fall in jeder Schleuße nicht größer als 8 Fuß seyn dürfe; und 2) bey Kanälen, die durch steigendes oder fallendes Erdreich von solcher Abschüssigkeit und Länge geführt werden, wo das Durchgraben gar zu beträchtliche Kosten verursachen würde, bey jedem Steigen oder Fallen von 8 Fuß eine Schleuße angelegt werden müsse *). Hätte man z. B. nach §. 329. von der mittlern Wasserhöhe bey *A*, bis *E* an Gefäll 7 Fuß gefunden, so müßte in der Gegend zwischen *c* und *d*, etwa bey *i*, eine Schleuße angelegt, daher von *A* bis *i* eine Linie horizontal, vermög §. 322., abgesteckt, daselbst 7' tief bis *t* hineingegraben, von da bis *E* wieder eine horizontale Linie abgesteckt und ausgepflöckt werden; wornach sodann in der gehörigen Breite und Tiefe der Kanal ausgegraben werden müßte. Eben so, hätte man z. B. von *A* bis *E* an Gefäll 32 Fuß gefunden, so müßten $\frac{32}{8} = 4$ Schleußen zwischen *A* und *E* in den gehörigen Stellen angelegt werden, um die Schiffe herab und hinauf zu bringen, u. s. w.

§. 334.

Zum Beschlusse dieser Schrift noch folgende

Aufgabe. Eine Holzschlaglinie auf der Forstkarte zu projectiren (entwerfen), dieselbe im Walde auszustrecken und sichtbar zu machen.

Auflösung. Wenn man die Größe der Schlagsfläche und die Richtung der Schlaglinie nach forstwissenschaftlichen Gründen ausgemittelt hat, so wird auf der Blanketkarte (§. 253. 1) in der erfor-

*) Diese Höhe wird jedoch mehr von dem hydrostatischen Drucke des Wassers bestimmt. S. m. Lehrb. d. mechan. Wissenschaften. 2. Aufl.

derlichen Richtung eine gerade Linie gezogen, die den verlangten Fig. Flächeninhalt des Schlags beyläufig abschneidet. Soll z. B. die Schlaglinie mit ns (Fig. 171.) gleichlaufend seyn, so ziehe man 171. zu dieser die Parallele mn , berechne den abgeschnittenen Inhalt $m n B$, vergleiche ihn mit dem wirklichen Inhalt des Schlags, und verfähre sohin weiters ganz nach der S. 285. und 289. gezeigten Weise, so wird mn die auf der Karte projectirte Schlaglinie seyn.

Das wirkliche Abstecken derselben im Walde kann nun mit jedem der im ersten Hauptstücke beschriebenen Instrumente geschehen. Wir wollen dasselbe hier nur mit dem Meßtische und der Busssole als den hierzu geeignetsten Instrumenten zeigen.

a) Mit Hülfe des Meßtisches.

§. 335.

1) Man copire die entworfenene Schlaglinie mit einigen daran liegenden und im Walde sichtbaren Umfangspuncten, als: Grenzsteine, Grenzhügel u. dgl.

2) Hierauf bestimme man die Länge von einem solchen Umfangspunct bis zum nächsten Endpuncte der entworfenen Schlaglinie nach dem bey der Karte befindlichen versüngten Maßstabe, z. B. von P bis m , messe nachher eine gleiche Anzahl von Klaftern ic . auf der gleichnamigen Umfangsline PQ im Walde; so ergibt sich der zu m gleichnamige Anfangspunct der Schlaglinie auf der Erde.

3) Wenn man von m nach P oder Q sehen kann, so stelle man den Meßtisch mit dem Puncte m über den gleichnamigen auf der Erde, und richte das Tischblatt vermöge §. 87. nach der Linie mP oder mQ genau ein. Nun lege man das Visirlineal an die projectirte Schlaglinie mn , und lasse in dieser Richtung mehre Stäbe $U, a, c. \dots$ (durch die Dioptern dirigirend) vertikal errichten, und zwar den vom Instrumente entferntesten c am ersten, sodann a u. s. w.; so kann man nun die Schlaglinie vermög §. 73. verlängern, abstecken und sichtbar machen.

4) Kommt man während der Verlängerung dieser Linie auf im Wege stehende Gebüsche oder Bäume, so muß ersteres, um visiren zu können, hinweggeräumt werden; bey großen Bäumen aber, die man nicht sogleich hinwegräumen lassen kann oder will, muß man hinter jedem derselben wenigstens zwey Puncte haben, die in der geraden Richtung der Linie liegen, um sofort die Verlängerung hinter

Fig. dem Baume wieder fortsetzen zu können. Dieses kann nach der bereits
 171. §. 74. 3) gezeigten oder der folgenden Art geschehen.

5) Man errichte in zwey Puncten a und c senkrechte Linien auf cm vermög §. 123., mache sie von einer solchen Länge $ab = cd$, daß man bey dem Hindernisse vorbey visiren, und durch die zwey in b und d errichteten Stäbe die Linie bd verlängern kann. Nun errichte man in zwey Puncten f und h wieder zwey senkrechte Linien auf bh , mache sie gleich den vorigen, das ist $ef = gh = ab = cd$, und verlängere durch zwey in e und g errichtete Stäbe die Linie, wie vorhin.

6) Damit die auf diese Weise abgesteckte Schlaglinie im Walde auch sichtbar gemacht werde, so werden in den Puncten, wo Visirstäbe gestanden sind, Pföbke eingeschlagen, und, wenn es nöthig wäre, um selbe herum Hügel oder Gräbchen aufgeworfen, oder längs der Schlaglinie die Bäume angeplättet.

7) Könnte der Meßtisch mit dem Puncte m über den gleichnamigen auf der Erde wegen eines Hindernisses nicht gestellt werden, so stelle man denselben in einem der daran liegenden Umfangspuncte Q und R , richte ihn durch die auf den Tisch gegebene Gerade über die gleichnamige RQ auf der Erde genau ein, und bestimme entweder in- oder außerhalb des Waldes ein Paar Puncte S , T , U auf der Erde, indem man auf dem Tischblatte, wenn dasselbe bereits gehörig eingerichtet oder orientirt ist, in der projectirten Schlaglinie mn oder in ihrer Verlängerung beliebige Puncte S und T annimmt, die Entfernung rs und rt nach dem verjüngten Maßstabe mißt, und sodann in dieser Richtung rS oder rT auf der Erde eine gleiche Anzahl von Klaftern aus R nach S und T (durch die Dioptern dirigirend) austragen läßt, um die gleichnamigen Puncte auf der Erde zu erhalten, die mit dem Anfangspuncte m der Schlaglinie in der gehörigen Richtung liegen, und durch welche Puncte m und S , oder m und T man nachher die Linie nach der vorigen Art verlängern und ausstecken kann.

8) Kann man in der Nähe der Schlaglinie keine Umfangspuncte finden, die auf der Erde und der Karte zugleich kennbar sind, so muß man sich von einem andern, auf der Karte und der Erde zugleich kennbaren Puncte, z. B. von A in die Nähe der Schlaglinie nach §. 153. hinarbeiten, und sofort wie vorhin verfahren.

9) Ist man endlich auf die vorige Weise mit dem Abstecken der Schlaglinie bis an das andere Ende des Umfanges vorgerückt, so

überzeugt man sich von der Richtigkeit der abgesteckten Linie, wenn **Fig.** die Abstände des projectirten Punctes n bis zum nächsten Umfangspuncte E jenem auf der Erde im verjüngten und wirklichen Maße übereinstimmen. Bey einer beträchtlichen Abweichung müßte man die unrichtig abgesteckte Linie auf die wahre nach folgender Weise reduciren. Um auf der Erde den zu n gleichnamigen Punct zu erhalten, messe man den Abstand nE auf dem Papier, trage die im verjüngten Maße gefundene Anzahl Klaftern von E gegen D im wirklichen Maße, und bezeichne diesen Punct mit einem Pflocke. Nachher messe man auf der Erde den Abstand des Endpunctes der falschen Schlaglinie von dem Umfangspuncte E , trage diese Länge im verjüngten Maße auf dem Tischblatte von n gegen E bis o auf, und ziehe auf dem Papier die falsche Schlaglinie om . Nun fälle man aus n eine Senkrechte na auf die falsche Schlaglinie mo , und errichte, etwa alle 10 oder 20 Klaftern Entfernung, von a gegen m in b, d, f, \dots senkrechte Linien bc, \ae, \dots ; trage in eben diesen Entfernungen auf der Erde die im verjüngten Maße gefundenen Längen bis bc, de, \dots senkrecht auf die unrichtige Schlaglinie auf, und bemerke die dadurch auf der Erde erhaltenen gleichnamigen Puncte zu c, e, \dots mit Pflocken; so werden diese Puncte die Richtung der wahren Schlaglinie bezeichnen. Weil die Dreyecke mna, mcb, med, \dots alle einander ähnlich sind, so könnten die Senkrechten bc, de, \dots aus den Seiten an, am , und den Abständen bm, dm, \dots auch berechnet werden, welches in diesem Falle anzuwenden wäre, wenn man die vorige Verbesserung gleich im Walde vornimmt, ohne erst diese Dreyecke auf der Karte zu verzeichnen.

b) Abstecken einer Holzschlaglinie mit Hülfe der Busssole (S. 56.).

§. 336.

Dieses Instrument ist zum Abstecken einer geraden Linie durch einen Wald, seines einfachen Gebrauches wegen, besonders geeignet; man verfährt dabei auf folgende Weise:

1) Nachdem man die Größe des Schlages und die Richtung der Schlaglinie auf der Karte, wie oben, bestimmt hat, so lege man eine Seite der Gehäusplatte, welche mit der Nordlinie parallel ist, an die auf der Karte gezogene Richtung der Magnetnadel sn (**Fig. 171.**), **171.** drehe das Papier sammt der Busssole so lang, bis die Magnetnadel mit der Nordspitze im Nordzeichen einspielt.

Fig. 171. 2) Hierauf lege man, bey unverrücktem Papiere, die Bußsole mit der an sn angelegten Seite an die projectirte Schlaglinie, und merke den Grad, in welchem sie bey ihrer Ruhe einspielt, indessen vor.

3) Es sey nun mn die entworfenene Schlaglinie auf der Karte; man copire sie nebst einigen daran liegenden Umfangspuncten, als $P, Q \dots E, D \dots$ nur beyläufig auf einem Stückchen Papier, schreibe aber auch die Abstände nach dem verjüngten Maße, als $Pm, Qm \dots Dn, nE$ genau hinzu, begebe sich mit diesem Handriffe in den Wald an Ort und Stelle selbst, bestimme einen Endpunct m oder n der Schlaglinie nach dem Vorhergehenden, vermög §. 335. 2).

4) Nun stelle man das Instrument über den bestimmten Punct, z. B. über m , lasse die Magnetnadel in denselben Grad einspielen, den sie zu Hause auf der Karte gezeigt, und den man sich auf dem Handriff vorgemerkt hat. Sodann schicke man einen Gehülfen mit einem Visirstabe (durch die Dioptern dirigirend) so weit als thunlich vorwärts gegen a und visire ihn genau ein *). Auf eben diese Art visire man zwischen dem ersten Stab und dem Instrumente noch einen oder zwey Stäbe ein, und verlängere durch dieselben die Schlaglinie, wie vorhin.

5) Stoßt man während der Verlängerung auf im Wege stehende Bäume, Gebüsche u. dgl., und man kann oder will sie nicht sogleich hinwegräumen lassen, so stelle man das Instrument dergestalt, z. B. **172.** in u (Fig. 172.), daß man neben dem Hindernisse vorbeÿ visiren kann, lasse die Magnetnadel auf eben demselben Grade, wie in dem Puncte m wieder einspielen, und visire zweÿ oder mehre Stäbe y und $w \dots$ wie vorhin, ein. Nachher messe man den senkrechten Abstand ut , und trage diese Länge aus den Puncten w und y senkrecht auf uy nach der entgegen gesetzten Seite in v und x auf, lasse sie mit Pföcken bezeichnen; so werden diese Puncte in der Verlängerung der Schlaglinie liegen.

6) Nun kann man die Linie uy bis zu einem neuen Hindernisse fortsetzen, und die Länge ut , wie vorhin, von jedem anvisirten Stabe nach der entgegengesetzten Seite auftragen, und diese Puncte mit Pföcken bemerken; oder man kann diese Verlängerung von den Puncten v und x , wie oben fortsetzen.

*) Es ist der mehrern Richtigkeit wegen nothwendig, die Stäbe so tief als thunlich, d. i. so nahe als möglich an der Erde, anzuvisiren (§. 101. 4).

7) Wenn man bey langen Linien die Buffole öfters aufstellt, **Fig.** die Magnetnadel in dem nämlichen Grade, wie im Anfangspuncte, 171. einspielen läßt, die bereits stehenden Visirstäbe durch die Dioptern controllirt und neue wieder einvisirt; so wird man bey dem andern Endpuncte der Schlagslinie wenig oder gar nichts von dem auf der Karte projectirten wahren Puncte abweichen. Daß dieses öftere Aufstellen und Controlliren der bereits stehenden Visirstäbe auch bey andern, zum Abstecken solcher Schlags- oder Theilungslinien gewählten Instrumente mit Vortheil (nur mit etwas mehr Mühe bey dem Einvisiren) angewendet werden kann, bedarf kaum einer Erinnerung.

8) Wären in der Nähe der Schlagslinie keine Umfangspuncte zu finden, die auf der Erde und der Karte zugleich kennbar sind, so muß man sich vor Allem von einem bekannten Umfangspuncte bis in die Nähe der Schlagslinie nach §. 158. hinarbeiten, und die gemessenen Standlinien und Winkel nach §. 159. auf der Karte auftragen; und sodann wie vorhin verfahren. (Man sehe oben unter §. 335. 8).

9) Soll nun eine zweyte Schlagslinie (oder zu irgend einem andern Zwecke) parallel mit ml (**Fig.** 155.) abgesteckt werden, so 155. bestimme man, in welcher Entfernung sie vermöge der Größe der Schlagsfläche zu jener Parallelen zu ziehen sey (§. 285.), und verfare nun übrigens, wie vorhin. Oder man bestimme in der ersten einen Punct 4, messe im Walde eben so viele Klaftern, als auf dem Papiere die Länge von 4 bis 3 nach dem verjüngten Maße beträgt, jedoch senkrecht auf ml , stelle in dem Puncte 3 die Buffole, lasse die Magnetnadel in dem gehörigen Grad einspielen, und stecke die Linie gegen g , sodann auch gegen c wie vorhin ab.

10) Um eine gerade Linie durch einen Wald abzustecken, wäre es eben nicht nothwendig, den ganzen Umfang desselben aufzunehmen, sondern man könnte auch nur von einem Endpuncte m der abzusteckenden Linie mn über den halben Umfang RAD , oder auch 171. nach Thunlichkeit nur in der Nähe der abzusteckenden Linie, mit möglichst wenigen Standpuncten 1, 2, 3 . . . bis zu dem andern Endpuncte n hinarbeiten, die zwey Puncte n und m verbinden, und nach dem Vorhergehenden die Linie nm ausstecken; allein man hätte bey diesem Verfahren, wegen Mangel eines Schlußpunctes, keine Überzeugung von der Richtigkeit seiner Arbeit. Diese Überzeugung zu erhalten, muß man von n aus auf der andern Seite über 5, 6, 7 . . . bis m wieder hinarbeiten, und sodann hier bey erfolgtem Schlusse wie oben verfahren.

Fig.
171.

a) Das letztere Verfahren ist auch da mit Vortheil anzuwenden, wenn ein Grundriß von der Waldfläche bereits vorhanden wäre, aber an dessen Richtigkeit man Ursache zu zweifeln hätte, oder etwa von seiner Unbrauchbarkeit schon überzeugt wäre.

b) Man sieht leicht ein, daß hier die oben unter §. 335. 9) erwähnte Berichtigung der falschen Schlaglinie nicht nothwendig sey, wenn man während des Absteckens derselben die Busssole öfters aufstellt und zu Hülfe nimmt (7), um so weniger, wenn man von einem, etwa in der Mitte der abzusteckenden Linie auf der Erde und in der Karte bekannten Punct *a* oder *g* aus gegen beyde Ende der Linie die obige Operation vornehmen kann.

c) Auch trägt es zur Richtigkeit sehr vieles bey, wenn ein neuer Stab jedes Mal nach drey bis vier bereits stehenden Stäben mittelst des Senkels einvisirt wird (§. 73.). Bey langen Linien, die sehr genau abgesteckt werden sollen, ist es jedoch rathsam, die Busssole, oder jedes andere hierzu gewählte Instrument, über jeden aus dem vorhergehenden Standpuncte einvisirten entferntesten Punct zu stellen, und die folgenden Stäbe mit der oben unter §. 335. 3) und 336. 4) gemachten Erinnerung wieder einzuvistren.

§. 337.

Nun wird es leicht seyn, überhaupt eine gerade Linie durch einen Wald zu irgend einer Absicht auszustecken, um darnach z. B. Alleen, Rennwege *cc.*, die unter einander parallel laufen, oder unter gewissen Winkeln sich durchschneiden, auszuhauen zu lassen. Es ist hierzu vor allem erforderlich, wenn die Endpuncte der durchzusteckenden geraden Linie mit zwey bestimmten Puncten des Umfanges zusammentreffen sollen, daß der Umfang des Waldes nach §. 153 zu Papier gebracht, und darauf die abzusteckende Linie entworfen werde. (Würde aber bloß verlangt, daß eine solche Linie mit einer Weltgegend eine gewisse Richtung haben soll, so ist es nicht nothwendig, den Umfang vorher aufzunehmen.) Das Abstecken selbst geschieht sodann ganz nach einer der vorhin gezeigten Methoden, am besten aber nach der zweyten.

155.

Soll z. B. von einem bey *g* (Fig. 155) liegenden Schlosse nach einer gegenüber bey *e* liegenden Kirche eine Allee durchgehauen werden, daß man von jenem nach dieser sehen und fahren könne, so kann man, wo es zulässig ist, die §. 74 unter 3) gezeigte Methode anwenden, sonst aber nehme man den Umfang des Waldes, das Schloß und die Kirche auf (§. 336. 10), ziehe auf der Karte von der Mitte des erstern nach der Mitte der letztern eine gerade Linie, und stecke sie nach dem Vorhergehenden durch; wobey man, wenn es junges Holz wäre, nur so viel hinwegräumen läßt, als zum Durchvisiren nöthig ist, bey

großen Bäumen aber nach §. 335. 4) oder 336. 5) verfährt. Ist nun Fig. die Linie abgesteckt, und man ist auf dem Umfange in dem gehörigen 155. Punkte hinaus gekommen, so steckt man die verlangte Breite der Allee ab, und läßt es aushauen. Wäre man aber mit der durchgesteckten Linie auf dem Umfange neben den wahren Punct hinaus gekommen; so müßte man die falsche Linie nach §. 335. 9) vorher verbessern, und nachher eben so, wie erst gesagt worden, verfahren.

§. 338.

Wäre nun zu dieser Allee gc in einer gewissen Entfernung 3. . 4 noch eine andere parallel zu führen, so ziehe man in der verlangten Entfernung auf dem Papier eine Parallele (Gmt. 43. 2), bestimme den Punct m oder t im Walde nach §. 335. 2), und verfare sodann wie oben. Oder man bestimme nach §. 336. 9) zwischen m und t einen Punct n , und stecke die Linie von diesem Puncte gegen t und m aus, u. s. w.

Wie endlich auf diese Richtungen der Alleen oder Kennwege gc und mt andere abzustecken seyen, die jene entweder unter rechten oder was immer für Winkeln in verlangten Entfernungen durchschneiden, wird aus dem vorhin gezeigten Verfahren jeder Geometer leicht einsehen, und bey vorkommenden Fällen ausführen können.

§. 339.

Die folgende Tabelle enthält die Vergleichung einiger Flächenmaße des In- und Auslandes mit dem österreichischen Loche, welches 1600 Quadratklaster oder 57600 Quadratsfuß, die Currentklaster zu 6 Wiener Fuß gerechnet, in sich begreift. (Die übrigen Maß- und Münzvergleichungen sind enthalten in meiner Rechenkunst und Algebra 3. Auflage.)

Namen der Länder und Orter.	Gebrauchliches Flächenmaß.	Enthält an österreichischen Quadratklaftern
Amsterdam	Der Morgen hat 600 Quadratruthen. 1 Morgen	2258.
Bayern	Der Juchart, Morgen oder das Tagwerk von 40000 bayrischen Quadratfuß	945.
Berlin	Der Magdeburger Morgen von 180 rheinländischen Quadratruthen zu 100 Quadratfuß	709,5
Bern	Der große Juchart Holz von 45000 Berner Quadratfuß	1075,5
	Der große Juchart Acker von 40000 Berner Quadratfuß	955,5
Böhmen	1 Strich Ausfaat. (Siehe auch Oesterreich.)	1070.
Braunschweig	1 Morgen Feldmaß von 120 Quadratruthen	694.
Breslau	Die Hube hat 30 Morgen, zu 9000 schlesischen Quadratruthen. 1 Morgen	1554.
Dänemark	Der Pflug hat 8 Tonnen hart Korn, zu 4 Tonnen Saatland. 1 Tonne Saatland	1541.
Danzig	Der Morgen hat 300 Quadratruthen. 1 Morgen	1544.
Dresden	S. Leipzig.	
England	Der Acre von 4 Fandingdeal	1125.
Florenz	Der Saccate von 10 Stajoli zu 66 Quadrat-Pertice	1378.
Frankreich	(a. Maß) Der Arpent royal 100 Quadrat-Perches oder 48400 französische Quadratfuß	1419.
Frankreich	(n. Maß) Der Hectare zu 100 Are; die Are zu 100 Quadrat-Mètre. 1 Are	27,8086
	(1 Hectare nahe $1\frac{3}{4}$ östr. Joch)	
Hamburg	Der Morgen	2682.
	Der Scheffel Saatland	1167,66
Hannover	Der Morgen von 120 Quadratruthen	727.
Hessen-Cassel	Der Acker zu 150 Quadratruthen	663,4
Hessen-Darmstadt	Der (neue) Morgen zu 100 Quadratklaftern	695.

Namen der Länder und Orter.	Gebrauchliches Flächenmaß	Enthält an österreichischen Quadratklaftern
Leipzig	Der Acker von 300 Quadratruthen (die sächsische Ruthe zu 13,6008 Wienerfuß) . . .	1541,6
Mayland	Die Pertica von 24 Tavole, oder 96 Quadrat-Cavezzi	209
Mähren	Siehe Osterreich.	
Modena	Die Biolca von 72 Tavole oder 288 Cavezzi	1159,5
Nassau	1 Morgen zu 100 Quadratruthen	692,2
Neapel	Die Moggia von 900 Quadrat-Passi	928
Osterreich	Bey Aekern, Wäldern, Hutweiden, Gärten, Seen, Teichen ic., das Joch von 4 Viertel, oder 2 Halbe, oder 8 Achtel Joch Bey Wiesen 1 Tagwerk (An einigen Orten wird das Tagwerk auch zu 1200 Quadratklaftern gerechnet.) Bey Weingärten 1 Viertel " " 1 Achtel	1600 800 800 400
Parma	Die Biolca von 6 Stari, oder 72 Tavole, oder 288 Quadrat-Pertica	855
Rheinländische	Der Feldmorgen von 120 Quadratruthen	472,83
	1 Waldmorgen von 160 Quadratruthen	630,4
	1 Zuchart von 60 Quadratruthen	236,41
Rom	Die Pezza von 16 Quadrat-Catene	733
Rußland	Die Disätine (zu 80 Saschen Länge und 40 Breite) von 3200 Saschen	4049
Sardinien	1 Giornata zu 100 Tabole	1056,6
Schweden	Die Tonne Landes- oder Ausfaat von 14000 Quadrat-Ellen	1378
Spanien	Der Fanega von 4900 Quadrat-Varas	953
Ungarn, Siebenbürgen, Kroatien, Dalmatien und Slavonien	1 Joch Feldmaß	1200

Namen der Länder und Orter.	Gebräuchliches Flächenmaß	Enthält an österreichischen Quadratklaftern
Venedig	1000 Quadrat-Passi	840,3
Württemberg	1 Suchart, Tagwerk, oder Mannsmat hat $1\frac{1}{2}$ württembergische kleine Morgen. (Altes Maß) Der neue württembergische Morgen von 384 Quadratruthen	1314,26 876,17
Würzburg	Der Morgen Feld oder Wiesen von 160 Quadratruthen Der Acker Holz von 180 Quadratruthen (die Ruthe zu 12 Nürnbergerfuß)	591,3 665,21
Zürich	Der Acker-Suchart „ Holz = „ „ Neben = „	900 1000 800

Der Gebrauch dieser Tabelle erhellet schon aus §. 283. bis 287. meines Lehrbuches der Rechenkunst und Algebra.