

607

71 A 575

4874

Das

Spiegel-Niveau.

Von

Dr. C. Romershausen.

Zweite Auflage.

M a r b u r g.

Elwert'sche Universitäts-Buchhandlung.

1852.

Das

Spiegel-Niveau

von

(II 6.)³

Dr. Carl Romershausen,

Ritter zc. und Mitglied mehrerer naturwissenschaftlichen,
polytechnischen und oeconomischen Gesellschaften.

Zweite Auflage,

nebst Steinzeichnungen und einem Nachtrag über die hülfreiche
Verbindung des Spiegel-Niveaus mit dem Fängenmesser für
praktische Geometer, reisende Geographen zc.

Marburg.

R. G. Elwert'sche Universitäts-Buchhandlung.

1851.

Vorwort.

Das Nivellement ist eine der wichtigsten Operationen des Hydrotechnikers und greift zugleich in alle Zweige des praktischen Bauwesens ein. Bei der Einfachheit und Leichtigkeit seiner Bestimmungen erfordert es doch, wegen der darauf gegründeten, meist sehr kostbaren Ausführungen, die möglichste Sorgfalt und ist ganz von der Richtigkeit und Sicherheit der dazu benutzten Instrumente abhängig. Es sind daher auch von jeher vielfache, zum Theil höchst sinnreiche und künstlich zusammengesetzte Nivelirinstrumente angegeben und ausgeführt worden, indem man sich entweder des Lothes, oder der communicirenden, mit Wasser oder Quecksilber gefüllten Röhre, oder der Luftblase der Libelle zur Bestimmung der Horizontalen bediente.

Die Lothvorrichtung, wie sie in der Wasserwaage von Picard und Hugen erscheint, hat

man in neuerer Zeit, wegen ihrer Unbeholfenheit und Unzulänglichkeit bei dem Niveliren entfernter Punkte, zur Seite gelegt und bedient sich derselben nur noch bei den mannichfachen kleinern Horizontalbestimmungen des praktischen Bauwesens als Seßwage und Seßlatte.

Die Luftblase der Libelle, welche unstreitig die feinsten und sichersten Horizontalbestimmungen gewährt und in den kunstreichen und kostbaren Zusammenstellungen der Wasserwagen von Liesganig und Sisson und ihren mehrfachen neuern Verbesserungen sich darstellt, leistet zwar zu umfassendern und wichtigern Nivellements Alles, was man nur wünschen möchte; allein bei der Kostbarkeit dieser Apparate stehen sie den wenigsten praktischen Geometern zu Diensten. Ueberdies ist ihre verwickeltere Construction und Behandlung zu den vielseitigen speciellen Arbeiten der Hydrotechnik und des Bauwesens wenig geeignet. —

Daher ist bei uns die communicirende Röhre, wie sie sich in der mit Wasser oder Quecksilber gefüllten Canalwage, mit und ohne Dioptr, nach den verschiedenen Einrichtungen des de la Hire, Reith und ihrer neuern Verbesserer, zeigt, fast ausschließlich im Gebrauch. So ansprechend nun auch diese Instrumente auf den ersten Blick sein mögen,

so ergeben sich doch bei näherer Prüfung derselben mehrere ihnen eigenthümliche Unvollkommenheiten, welche, wie ich aus mehrfacher Erfahrung weiß, oft die fleißigste Arbeit des geschicktesten Geometers vereiteln und ihm leicht Unrichtigkeiten und Verantwortlichkeit aufbürden, die er auf keine Weise verschuldet hat. — Wir wollen dieselben hier etwas näher erörtern.

Der Schnitt der an sich nie ganz gleichförmig und scharf begrenzten Wasserflächen in den communicirenden Glasröhren der Canalwaage ist so unsicher, daß eine lange Einübung mit demselben Instrumente erforderlich ist, um nur eine leidliche Genauigkeit zu erringen. Jeder aufrichtige Geometer, welcher viel mit diesem Instrumente gearbeitet hat, wird mir beistimmen, daß seine eignen Beobachtungen ihm oft bei wiederholter Ablesung sehr veränderliche Zielpunkte gaben und die mathematisch zu bestimmende Horizontale mehr oder minder problematisch ließen. Noch mehr ist dies der Fall bei verschiedenen Beobachtern. Der Grund dieses, aller mathematischen Sicherheit widersprechenden Uebelstandes, liegt aber vorzüglich in folgendem:

1) Die Anziehung der Glaswände erhebt die Ränder der Wasserfläche und erzeugt eine Abweichung von der Ebene, welche bei ihrer Unbestimmtheit nur einen muthmaßlichen, aber nie ganz scharf

begrenzten Schnitt gestattet. Die wahre Ebene der Wasserfläche in der Mitte der Röhre in das Auge zu fassen, ist höchst schwierig, erfordert eine lange Uebung mit demselben Instrumente und ist bei der geringsten Lufterschütterung nicht möglich.

2) Schon die Bestimmung der wahren Quecksilberhöhe im Barometer vermittelst der Lupe verlangt große Sorgfalt; um so schwieriger ist dieses bei der Canalwage, wo das Auge, ohne optische Hülfe, in ganz verschiedener Entfernung und in zwei Röhren dieselbe Bestimmung machen soll, deren geringste Abweichung hier in der verlängerten Ziellinie große Fehler erzeugt. —

3) Das Auge wird bei dieser Operation auf das naturwidrigste angegriffen und seine Sehkraft dadurch unfehlbar geschwächt und zerstört. Die Einrichtung unseres Sehorgans verlangt nemlich für jede Entfernung des Gegenstandes, von welchem es ein deutliches Bild erhalten soll, eine besondere Veränderung und Stellung seines innern Apparates, welche eine gewisse Zeitdauer erfordert, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen ganz nahen Gegenstand scharf betrachtet und das Auge dann plötzlich auf einen entfernten hinrichtet. Bei der Canalwage soll nun aber das Auge gezwungen werden, in drei ganz ungleich entfernten Orten — (nemlich: die Schnittfläche

der nächstliegenden Röhre — dieselbe der entfernteren — und das ferne Signal der Nivellirlatte gleichzeitig und mit Schärfe und Beurtheilung zu beobachten. — Diese Naturwidrigkeit erschwert und vereitelt nothwendig den richtigen Schnitt, ist manchen Augen gar nicht möglich und ermüdet und verdirbt die besten.

4) Die ungleiche und wechselnde Beleuchtung bei dem verschiedenen Stand der Sonne veranlaßt sodann in Beobachtung der Wasserflächen eben so leicht eine optische Täuschung, als ihre wirkliche Erhebung und Abnanziehung von der verschiedenen Erwärmung und dem Feuchtigkeitszustande der Luft und der Röhren, wie auch von der geringsten Verunreinigung derselben durch Staub oder Fettigkeit abhängig sind. Dazu kommt, daß sowohl das Wasser als das Quecksilber viel versteckte Luft enthalten und daß sich überdies bei dem Eingießen dieser Flüssigkeiten Luftbläschen mechanisch damit vermischen, die selbst bei einer in der Mitte angebrachten Entweichungsröhre und wiederholtem Schütteln im obern Gewölbe des horizontalen Verbindungsröhres fest hängen bleiben. Dieser Luftgehalt dehnt sich nun bei wachsender Erwärmung mehr oder minder aus stört bald in diesem, bald in jenem Schenkel das Gleichgewicht der Wassersäulen und veranlaßt Unrichtigkeiten in der Nivellir-

linie, welche auch das Nivellement aus der Mitte zweier Stationen nicht aufheben kann. —

5) Die Canalwage kann nur bei vollkommenster Windstille gebraucht werden und raubt auch in dieser Beziehung oft viele kostbare Zeit. —

Wenn nun auch diese Instrumente mit eingestellten oder auf der Flüssigkeit schwimmenden Dioptern (wie z. B. das Reith'sche Quecksilberniveau u.) einige dieser Unvollkommenheiten beseitigen, so leiden sie dagegen an andern mehr verdeckten und deshalb noch trüglichern Uebelständen. — Wer mit Bearbeitung meteorologischer Instrumente vertraut ist, der weiß, wie fest die Luft dem Quecksilber adhärirt, so daß sie selbst durch wiederholtes Auskochen nur schwer beseitigt werden kann, wie leicht dieses Metall in Berührung mit der Atmosphäre oxidirt, wie bedeutend dadurch der Unterschied seines Gewichtes und seiner statischen Erhebung in den Röhren werden kann, und daß die Reibung an den durch Oxid, Staub und Feuchtigkeit beschmutzten Röhrenwänden eine große, bei ihrer Unsichtbarkeit um so trüglichere Unsicherheit in der Stellung der Dioptr veranlassen muß u.

Unter diesen Umständen glaubte ich dem praktischen Bauwesen einen nicht ganz unwesentlichen Dienst zu erweisen, wenn ich bereits vor mehreren Jahren die an-

erkannten Vortheile der Spiegelinstrumente auch auf das Nivellement in Anwendung brachte und ihm in meinem Spiegelniveau in der Form eines Taschenfernrohrs, ein Instrument übergab, welches alle jene Trübslichkeiten beseitigt und bei geringem Preise, vollkommenste Sicherheit mit größter Bequemlichkeit verbindet.

Ob nun gleich das Spiegelniveau bei der Einfachheit seiner Construction und Behandlung für den Geometer vom Fache an sich verständlich ist, so bin ich doch von mehreren Seiten aufgefordert worden, dem Mindergeübten eine kurze Anleitung zur Kenntniß und zum richtigen Gebrauche desselben zu ertheilen. Dieses ist der Zweck der folgenden praktischen Darstellung, wobei ich hinsichtlich einer vollständigen und wissenschaftlichen Anleitung zum Nivelliciren überhaupt, auf eine der vielen trefflichen Schriften über praktische Mathematik *) verweise.

*) Vergl. Joh. Lob. Mayer's gründlichen und ausführlichen Unterricht zur prakt. Geometri. (Lh. III. Cap. 33.) Netto's Handbuch der gesammten Vermessungskunde etc. (Berlin. Lh. II. Abschn. 14.) Wölfer's gründliche und vollständige Anleitung zur prakt. Forst- und Feldmestkunde. (Leipzig.) Sully's prakt. Anleitung zu Anwendung des Nivellicirens in den bei der Landescultur vorkommenden Fällen. (Berlin).

Akt en an der Elbe im Jan. 1842.

Dr. Homershausen.

Zu der zweiten Auflage.

Der Zweck dieser zweiten Auflage ist, die aus längerem praktischen Gebrauch hervorgegangene verbesserte Einrichtung des Spiegelniveau's darzustellen und nach dem mehrfach ausgesprochenen Wunsche praktischer Landwirthe und Bauhandwerker u. über die Benutzung dieses Instruments in einigen häufig vorkommenden Fällen, gemeinfaßlich zu belehren.

Eine wesentliche Bervollkommnung des Instruments liegt namentlich in der jetzigen Einrichtung des Objectiv-Diopters. Dasselbe bestand früher aus einem feinen Haar oder einer auf Glas geätzten Linie. Diese bei mathematischen Instrumenten seither gewöhnliche Einrichtung leidet aber an mehrfachen Unvollkommenheiten.

Abgesehen von der leichten Verletzbarkeit solcher Fäden und den nachtheiligen Einflüssen ihrer veränderlichen hygroskopischen Beschaffenheit, decken dieselben bey dem Einvisiren einer ausgesteckten Stange oder eines Theil-

strichs der Nivelirlatte, vermöge ihrer Dicke, einen gewissen Winkel und machen eine genaue Bisection des Zielpunktes unmöglich. Die Dicke eines solchen feinen Haares zc. beträgt etwa $\frac{1}{20}$ '' , das Haar deckt also bei einer Entfernung der Diopter von 3 Zoll einen Winkel von etwa 5 Minuten. Es ist demnach die Richtung der abvisirten Linie um eben so viel unsicher und ungewiß, woraus in den mehrfachen Stationen des Nivellements offenbar bedeutende Fehler erwachsen müssen. Diese Fehler werden aber bei den auf Glas geätzten Linien, durch die schwer zu beseitigende Abweichung der Glaswände von der Parallelität, gewöhnlich noch vergrößert.

Die von mir angegebene und bei allen meinen mathematischen Instrumenten eingeführte **Stahlnadel** anstatt des Objectivfadens, ist daher eine wesentliche Verbesserung des Spiegelniveau. Eine solche höchst feine Stahlspitze gestattet die vollkommenste Bisection des Zielpunktes und ihre fixe und genau rectificirte Stellung ist unter allen Umständen sicher und unveränderlich, sie verhütet daher alle oben bemerkten Fehler und empfiehlt sich überhaupt zu allgemeiner Benutzung bei Meßinstrumenten.

Die sodann angefügten Beispiele einiger einfacher, in der Praxis häufig vorkommender Nivellements zc. werden zureichen, auch den Mathematikuntübigen

über den hülfreichen Gebrauch des Spiegelniveau zu verständigen und so meinem Wunsche förderlich seyn, namentlich auch der Landwirthschaft und den Bauwerken zc. dadurch nützlich zu werden. —

Auch gebe ich nachträglich dem wissenschaftlichen Geometer die Darstellung einer praktisch bewährten Verbindung des Spiegelniveau mit meinem Längenmesser, welche eine vielseitige, höchst vortheilhafte Anwendung gestattet.

Marburg im October 1851.

Der Verfasser.

Das Spiegelniveau.

Das Spiegelniveau wird entweder mit oder ohne Fernrohr angefertigt. Ersteres bestehet aus einem Fernrohre von folgender Einrichtung. Im Innern des Rohres liegt vollkommen geschützt eine sehr empfindliche Libelle, welche von Außen durch einen Einschnitt des Rohres Licht erhält und oberhalb sichtbar ist. Unter dieser Libelle ist im Focalpunkte des Oculars ein feiner Metallspiegel angebracht, welcher das Sehfeld des Fernrohres senkrecht halbirte und das Bild der Luftblase, sobald dieselbe zwischen ihre Rectificationszeichen tritt, in die Visirlinie reflectirt. In eben diesem Punkte wird der Spiegel rechtwinklich und wagrecht von einer die horizontale Visirlinie bestimmenden höchst feinen Stahlspitze und zugleich auch das Bild der Luftblase in der Mitte geschnitten.

Wenn demnach der Beobachter durch das Fernrohr schauet und dasselbe hebt oder senkt, bis er die Luftblase der Libelle genau zwischen ihren Zeichen erblickt, so schneidet die Visirlinie des Fernrohres die Horizontale. Hierbei kann keine Irrung stattfinden, da das Auge die genaue Einspielung der Libelle und den Schnitt der Objectivnadel gleichzeitig siehet und die Luftblase sich zugleich sichtbar auf der entfernten Noellirtafel darstellt. Diese Sta-

richtung gestattet also bei einem einzigen Blicke die genaueste Prüfung und läßt keine Irrungen zu.

Ganz dieselbe Construction hat auch das Spiegelniveau ohne Fernrohr, nur ist hier die Objectivnadel am Ende der mit einem Planglase verschlossenen Röhre angebracht. Dieses Instrument ist zur Abwägung naher Punkte vollkommen zureichend, aber für umfassendere Nivellements ist das Spiegelniveau mit Fernrohr weit vorzüglicher, da seine optische Hülfe schwächern Augen nothwendig ist und überhaupt für entferntere Punkte einen schärfern und genauern Schnitt gestattet.

Diese Instrumente können, wie von selbst einleuchten wird, bei zureichender Uebung und zu oberflächlichen Bestimmungen, auch ohne besonderes Stativ in freier Hand gebraucht werden, indem man dieselben zu augenblicklicher Abwägung der Horizontalen an einen Stab in bestimmter Höhe anlehnt. Dieses erfordert aber viel Uebung und eine sichere Hand. Es ist daher jeden Falles vorzuziehen und für wichtigere Arbeiten nothwendig, dieselben vermittelst eines, mit passender Hülfe zur Aufnahme des Rohres und mit Horizontal- und Vertikal-Bewegung versehenen dreifüßigen Stativs fixirt aufzustellen.

Die Behandlung und Correction des Spiegelniveau.

Das Instrument wird zwar vollkommen für die Horizontalbestimmung justirt ausgegeben, allein es kann durch heftige Erschütterung bei dem Transport oder durch

andere Umstände in diesen feinen Bestimmungen eine Verletzung stattfinden und es ist daher nothwendig, daß jeder Besitzer desselben die Correction der Libelle vor dem Gebrauche prüfen und leicht selbst herstellen kann.

Der Hauptwerth eines Nivellirinstrumentes liegt nemlich nicht darin, daß seine Visirlinie gerade die Horizontale genau anzeigt, sondern darin, daß es stets bei wiederholter Beobachtung genau denselben Höhenwinkel oder die Abweichung von dem Horizont ohne Differenz anzeigt. Ist dieses der Fall, so ist die Rectification der Visirlinie für den Horizont und die Feststellung der Libelle für diese Bestimmung eine leichte und höchst einfache Operation. Abgesehen von anderen verwickelteren Methoden, soll hier für den Ueingerübten ein leichtes und sicheres Verfahren angegeben werden.

Da die richtige Bisection der Libelle bei jedem Instrumente bereits unwandelbar ausgeführt ist, so dient zur Correction derselben die oberhalb des Oculars sichtbare, kleine Schraube, welche mittelst eines kleinen Schraubenschlüssels gedreht und dadurch die Libelle auf dieser Seite gehoben oder gesenkt werden kann, bis ihre Luftblase, bei der festgestellten Richtung der Visirlinie in die Horizontale, genau zwischen ihren Zeichen einsteht. Ist dieses geordnet, so wird die Visirlinie auch bei jeder folgenden Aufstellung und Beobachtung den Horizont auf das genaueste schneiden, wenn man die Luftblase durch Hebung oder Senkung des Fernrohres zwischen ihre Zeichen einstellt.

Das einfachste und naturgemäßeste Hülfsmittel, um bei dieser Correction die Visirlinie des Fernrohres, ohne

Rücksicht auf die Libelle, in die Horizontale einzurichten, ist unstreitig der ruhige, ziemlich ausgedehnte Spiegel eines stehenden Gewässers, Teiches zc. Das Verfahren zeigt Fig. 1.

W ist der Durchschnitt eines Teiches, dessen Wasserspiegel bei Windstille völlig glatt und ruhig ist. Man wählt in einiger Entfernung zwei vorspringende oder gegenüberliegende Punkte des Ufers a und b. In a stellt man das Instrument so auf, daß man aufs genaueste die Höhe der Ziellinie des Fernrohres — oder die feine Oeffnung des Oculars — von der Oberfläche des Wassers abmessen kann; sie sei hier 4 Fuß. Hierauf stellt man in b einen Maßstab mit der Nivellirtafel auf, deren Mittellinie man in der gleichen, genauen Höhe von 4 Fuß sicher befestigt.

Wenn man jetzt die Objectivnadel des Fernrohres scharf auf diese Mittellinie der Nivellirtafel in b einvisirt, so liegt die Ziellinie dem Wasserspiegel parallel und sie bildet also die Horizontale.

Wenn nun in dieser Lage des Fernrohres die Luftblase der Libelle nicht genau zwischen ihren Zeichen liegt, so wird sie vermittelst der Rectificationschraube so lange auf- oder niederbewegt, bis dieses vollkommen stattfindet und ein wiederholter Blick durch das Fernrohr zeigt, daß gleichzeitig auch die Ziellinie die Mitte der Nivellirtafel schneidet.

Auf diese Weise ist die Correction für die Horizontale hergestellt und das Fernrohr giebt nun bei jeder künftigen Anstellung, wo die Luftblase zwischen ihren Zeichen erscheint, die richtige Wasserlinie.

Wo sich zu dieser Operation keine Gelegenheit findet, da kann folgendes Verfahren — vergl. Fig. 2 — angewendet werden.

Man stellt das Instrument an einem freien, ebenem Plage in No. I. auf, mißt auf das Genaueste von Fußpunkte desselben nach a und ebenso nach b hin, etwa 10 Ruthen ab und steckt daselbst Stäbe mit beweglichen Nivellirtafeln ein. Hierauf richtet man das Fernrohr nach dem Stabe a hin, bringt die Luftblase der Libelle sorgfältig zwischen ihre Zeichen und läßt durch einen Gehülfsen die Nivellirtafel in der Höhe festschrauben, wo die Objectivnadel die Mittellinie der Tafel schneidet. Ohne die Höhe des aufgestellten Instruments im geringsten zu verrücken, richtet man dasselbe jetzt nach dem Stabe b hin und verfährt hier ebenso.

Es ist einleuchtend, daß, da: No. I. a = No. II. b und der Depressionswinkel, welchen das Niveau nach a und b hin angab, ganz derselbe ist — jetzt die Punkte a und b in gleicher horizontaler Höhe liegen und also die Visirlinie m a b o genau die Wasserlinie angiebt.

Stellt man daher das Instrument nun ohne Beachtung der Libelle, außerhalb dieser Linie, aber doch in der Richtung derselben in No. II auf und zwar genau in einer solchen Höhe, daß die Ziellinie desselben m o jetzt die Mittellinie beider Tafeln a und b schneidet, so liegt dieselbe genau in der Horizontale und es wird nun die Libelle vermittelst der Schraube zwischen ihre Zeichen gebracht und auf diese Weise für die Wasserlinie berichtigt.

Die genaue Aufstellung des Instruments in No. II und in die Richtung der Linie $m a b o$ ist leicht ausführbar, wenn man nicht das Stativ des Instrumentes, sondern die Nivellirtafeln über oder unter den genau bezeichneten Höhenpunkten derselben gleichmäßig erhöhen oder erniedrigen, also eine Parallele mit dem Horizont bilden läßt, in welche die Ziellinie des Fernrohrs alsdann einfällt.

Eine noch bequemere Methode der Rectification der Libelle für die Wasserlinie ist, namentlich bei unebenem Boden, die folgende in Fig. 3 dargestellte.

Man stellt das Instrument No. I in a auf, so daß seine Ziellinie in einer genau gemessenen Höhe über dem Boden — z. B. hier $= 4'$ liegt. Dieselbe Höhe ($= 4'$) bezeichnet man an einem gut getheilten Maßstabe mit o und giebt demselben wie die Fig. zeigt, oberhalb und unterhalb gleiche Abtheilungen. Diesen Maßstab, welcher mit einer Nivellirtafel versehen ist, stellt man in b auf, bringt die Luftblase der Libelle in No. I genau zwischen ihre Zeichen und visirt nach b hin, so wird man im gegenwärtigen Falle am Maßstabe eine Abtheilung unter o , nemlich $4'$ dicht über dem Boden schneiden. Jetzt stellt man umgekehrt das Instrument in No. II b und zwar ganz in derselben Höhe $= 4$ Fuß auf, und den Maßstab dagegen im Punkte a , richtet wieder die Libelle zwischen ihre Zeichen und siehet, welche Abtheilung die Visirlinie jetzt an dem Stabe in a schneidet — hier $2'$ über o .

Wenn man nun die Abweichungen der Visirlinie von o auf beiden Punkten a und b, also hier 4' und 2' addirt und die Summa = 6' halbird, so erhält man, als die wahre Horizontalrichtung, das Mittel dieser Differenz = 3'. Richtet man demnach jetzt die Zielinie des Fernrohrs No. II auf diese Abtheilung 3' des Maasstabes in a und schraubt in dieser Lage die Luftblase genau zwischen ihre Zeichen, so ist dadurch die Correction für den Horizont hergestellt.

Bei dieser Operation werden, wie immer, wenn genaue Höhenbestimmungen statt finden sollen, kleine Holzpfähle in die Punkte a und b eingeschlagen, so daß der flache Kopf derselben, wie die Zeichnung unterhalb in a und b zeigt, eine Fläche mit dem Boden bildet. Auf diese Pfähle wird der Maasstab oder die Nivellirlatte alsdann aufgestellt.

Um aber das Spiegelniveau vermittelt des dreifüßigen Stativs leicht und schnell in stets gleicher Höhe über solchen Bodenpunkten aufzustellen, läßt man in den Kopf des Stativs unterhalb zwischen den drei Füßen desselben, einen Stab von der bestimmten Länge einschrauben, so daß man denselben bei dem Nichtgebrauch wieder hinwegnehmen kann. Wenn man diesen Stab senkrecht auf den Kopf des Pfahles setzt und die drei Füße alsdann seitwärts ordnet, so ist die Aufstellung in stets gleicher Höhe leicht bewerkstelligt. Diese Einrichtung bietet überhaupt bei dem praktischen Gebrauche vielfache Vortheile.

Diese Methoden das Niveau für den Horizont zu rectificiren, sind für Jeden leicht ausführbar und diese einmal festgestellte Correction ist, wenn man das Instrument vor allzubestiger Erschütterung bewahrt, bei der Einrichtung desselben, welche die Libelle im Innern des Rohres vollkommen schützt und durch sichere Schraubenvorrichtungen feststellt, unwandelbar und sicher. —

Die Nivellirtafel.

Um die Ziellinie des Fernrohres in der Entfernung genau zu bestimmen und die abvisirten Höhen festzulegen, muß man sich eine Nivellirtafel beschaffen, welche an der genau in Fuße, Zolle und Linien getheilten Nivellirlatte in höherer oder tieferer Stellung bewegt und vermittelst einer Schraube befestigt werden kann. Diese Nivellirtafel bestehet aus einer runden Blechscheibe Fig. 4. s. deren Quadranten mit hochrother oder weißer und schwarzer Delfarbe, wie die Ansicht zeigt, angestrichen sind. Sie ist vermittelst einer auf der Rückseite angebrachten eisernen Hülse an der Nivellirlatte a b auf- und ab beweglich und kann mit einer Schraube in jeder Höhe fest gestellt werden.

Die Nivellirlatte ist eine etwa 10 Fuß lange, 1 Zoll starke und 3 Zoll breite Holzschiene. Das untere Ende derselben a ist mit einem starken eisernen Schuh

versehen, welcher mit einer vortretenden Eisenscheibe verbunden ist, damit die Latte stets in bestimmter Höhe auf dem Boden ruhet. Sie ist weiß angestrichen, sowohl hinten als vorn genau in Fuß, Zoll und Linien getheilt und seitwärts mit recht deutlichen Zahlen versehen, damit der Nivellirende bei nahen Abwägungen die Höhe unmittelbar daran ablesen kann.

Die an der vertikal aufgerichteten Nivellirlatte vermittelt einer passenden Hülse verschiebbare Tafel kann also auf der Rückseite vermittelt einer diese Hülse durchbrechenden Schraube in jeder Höhe festgestellt werden. Um aber die Einrichtung und Befestigung der Tafel in größerer, nicht erreichbarer Höhe bewerkstelligen zu können, ist an der äußern Hülse vermittelt eines Charniers ein eiserner drehbarer Arm von zureichender Länge angebracht, welcher an seinem Handgriffe eine Klemmschraube trägt, wodurch die Tafel auch in der größten Höhe leicht bewegt und sicher an der Nivellirlatte befestigt werden kann.

Die Theilung der Nivellirlatte befindet sich also gleichförmig auf der Rückseite und ist demjenigen zugewendet, welcher die Stellung der Tafel besorgt und ein mit der Mittellinie der Vorderseite der Tafel übereinstimmender Zeiger giebt demselben auf der Rückseite die abzulesende Höhe. —

Bei der Bestimmung naher, innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens liegender Höhenpunkte, kann man die Nivellirtafel entbehren und vermittelt des Fernrohres an der weiß angestrichenen und als Maßstab getheilten und mit größern Zahlen versehenen Nivellirlatte die

Höhen unmittelbar ablesen, welches in manchen Fällen viel Erleichterung bietet.

Da das Fernrohr zu mehrerer Einfachheit und Klarheit, ein astronomisches ist, so zeigt es die Gegenstände verkehrt, das heißt: die Zahlen und Maßabtheilungen auf dem Kopfe stehend und was unterhalb ist, oberhalb zc. Dieses hat indessen auf die Richtigkeit des Schnittes der Ziellinie keinen Einfluß und man wird sehr bald mit dieser Ansicht vertraut. — Auch kann man zu größerer Bequemlichkeit die Zahlen verkehrt schreiben, wo sie dann das Fernrohr umgekehrt, richtig darstellt.

Das Nivellement.

Obgleich der Geometer vom Fache — wie bereits oben erwähnt wurde, zu dem practischen Gebrauche des Spiegelniveau bei dem Nivellement keiner besonderen Anleitung bedarf, so wird es doch dem mindergeübten Landwirth zc., welcher es zur Cultur und Entwässerung seiner Grundstücke benutzt und dem Bauhandwerker zu seinen practischen Ausführungen nützlich sein, sich an einigen einfachen Beispielen über das zweckmäßigste Verfahren zu verständigen.

Das erste Haupterforderniß bei dieser an sich einfachen und leichten Operation des Wasserwägens ist Sorgfalt und mathematische Genauigkeit, da Ausführungen, welche auf unrichtige Bestimmungen gegründet sind,

gewöhnlich sehr kostbar und in ihren Folgen von großem Nachtheile sind.

Ist die Höhe einzelner nahe liegender Punkte über dem Horizont eines Standpunktes auf dem Felde, zu messen, so ist das in Fig. 1 dargestellte Verfahren sehr zweckmäßig und genau. Soll hier die Erhöhung des Punktes *b* über dem Standpunkte *a* gefunden werden, so bedarf es nur einer Aufstellung des gut rectificirten Instrumentes in bestimmter Höhe über diesem Standpunkte *a*, während der Gehülfe in *b* die Nivellirtafel nach der Ziellinie des Fernrohres richtet und das Maas der Erhöhung angiebt.

Selten läßt sich aber die ganze abzuwägende Strecke auf einmal übersehen; das Fallen und Steigen des Bodens muß daher in mehreren Zwischenstationen beobachtet werden. Hier ist das in Fig. 2 dargestellte Verfahren — nemlich die Aufstellung des Instrumentes in der Mitte zwischen den beiden abzuwägenden Punkten *a* und *b* vorzuziehen. Dieses gewährt in jeder Beziehung die wesentlichsten Vortheile, denn:

- 1) fällt dabei die Rücksicht auf die Höhe des aufgestellten Instrumentes ganz hinweg, sie ist beliebig und ohne Einfluß auf die Messung;
- 2) sind etwaige kleine Fehler in der Correction der Libelle ebenfalls ohne Einfluß auf die richtigen Höhenbestimmungen der gleich entfernten Punkte — da die Abweichung der Ziellinie vom Horizont hier zu beiden Seiten einen völlig gleichen Neigungswinkel giebt und also die Punkte *a* und *b*,

wie oben näher dargestellt wurde, genau in der Wasserlinie liegen;

- 3) kann die, bei ausgedehntern Nivellements in Rechnung zu stellende Krümmung der Erde, bei dieser Aufstellung in der Mitte, völlig unbeachtet bleiben, daher sie hier auch unberücksichtigt ist; —
- 4) wird dadurch die trügerische Beugung des Lichtstrahles durch die Strahlenbrechung, in ihren Folgen beseitigt. Dieses ist von vorzüglicher Wichtigkeit, da mir Beispiele bekannt sind, wo durch diese Strahlenbrechung die scheinbare Höhe eines 400 Ruthen entfernten Punktes, über 2 Fuß größer, als die wirkliche, gesehen wurde. Wenn man nun auch die Stationen des Nivellements nicht in so große Entfernungen legt, so leuchtet es doch ein, wie sich hierdurch auch bei näher liegenden Punkten bedeutende Fehler einschleichen können, die man bei den stets abwechselnden Veränderungen der Atmosphäre nicht in Rechnung stellen kann.

Es ist daher jeden Falles das Nivellement aus der Mitte vorzuziehen, welches alle diese Fehler zu beiden Seiten ausgleicht. Folgendes in Fig. 5 verzeichnete einfache Beispiel wird das Verfahren zureichend erläutern.

I. Es sei hier zu ermitteln, wie viel der Punkt *a* am Flusse tiefer liegt, als der Punkt *e*, oder wie viel Gefälle von *e* bis zu *a* hin vorhanden ist.

Das Ganze ist auf dem Felde nicht auf einmal zu übersehen und es sind daher mehrere Stationen oder Aufstellungen des Instruments hier erforderlich.

Zunächst werden also die Punkte a, b, c, d, e, vermittelst der oben bemerkten Pfählichen an geeigneten Stellen und in solcher Entfernung abgesteckt, daß die über denselben aufgestellte Nivellirtafel bei der Aufstellung des Instruments in der Mitte zwischen denselben, durch das Fernrohr deutlich gesehen werden kann. Es ist dabei nicht nothwendig erforderlich, daß diese Punkte zwischen a und e in gerader Linie liegen, doch sucht man, so weit es zwischen liegende Hindernisse gestatten, der geraden Richtung so nahe als möglich zu kommen.

Nachdem nun auch die mittleren Stationspunkte I. II. III. und IV. zwischen den abgesteckten Höhenpunkten bestimmt sind [welches — wenn das Niveau nach obiger Anleitung genau für die Wasserlinie rectificirt ist — schon durch Abschreiten mit zureichender Genauigkeit geschehen kann] so stellt man das Instrument zunächst in der Station I in derjenigen beliebigen Höhe auf, bei welcher man die Nivellirtafel in dem Punkte a und b bequem sehen kann.

Ist nun das Fernrohr auf die von einem Gehülfen im Punkte a aufgestellte Nivellirlatte hingerrichtet, so bringt man die Luftblase der Libelle genau zwischen ihre Zeichen, läßt den Gehülfen, durch verabredete Signale die Nivellirtafel so lange auf- oder niedermwärts bewegen, bis die Objectivnadel des Fernrohres die Mittellinie derselben genau halbirt — worauf man demselben das Zeichen zur Befestigung giebt. Hat man

sich nun nochmals von der vollkommenen Richtigkeit der Beobachtung überzeugt, so läßt der Gehülfe die gefundene Höhe ab und zeichnet dieselbe auf; sie sei hier = $7' 5'' 3'''$.

Ebenso verfährt man bei dem Punkte b, indem man das Fernrohr bei unverrückter Höhe des Stativs in dieser Stat. I nach der jetzt im Punkte b aufgestellten Nivellirlatte hinwendet und auch hier das Maasß der Erhöhung bestimmt. Die hier gefundene Höhe sei = $3' 7''$.

Es ist einleuchtend, daß, wenn man diese in b gefundene Höhe = $3' 7''$, von der in a gefundenen = $7' 5'' 3'''$ abziehet, der Rest = 3 Fuß, 10 Zoll, 3 Linien, das Maasß anzeigt, um welches der Punkt a niedriger, als der Punkt b liegt — und daß dabei die Höhe des Instrumentes über dem Boden nicht in Betracht kommt.

Diese Berechnung ist indessen für jede einzelne Station nicht erforderlich, sondern erfolgt erst nach der Aufnahme sämtlicher Stationen bis zum Punkte e hin. Man schreitet daher sogleich weiter fort, stellt das Instrument abermals in beliebiger Höhe in der Station II auf und verfährt hier ebenso wie bei der Station I dargestellt wurde — u. s. w.

Sehr beschleunigend ist es, wenn man zwei Gehülfen hat; wir wollen den in a befindlichen F (= Fallen) und den in b. befindlichen S (= Steigen) nennen. Der erstere begiebt sich dann stets in den Punkt, welchen der letztere verlassen hat, um sich in dem folgenden aufzustellen. Beide verzeichnen genau die gefundenen Maße und der Geometer trägt dieselben am Ende der Operation in folgender Tabelle zusammen:

Station.	Gehülfe F.	Gehülfe S.
I.	a = 7' 5" 3'''	b = 3' 7'''
II.	b = 2' 6" 5'''	c = 0' 7'''
III.	c = 7' 4'''	d = 7' 5" 2'''
IV.	d = 4'	e = 2' 9" 5'''
Summa	F = 21' 3" 8'''	S = 14' 4" 7'''

Nachdem man, wie hier geschehen, sämtliche Höhen, welche der Gehülfe F., wie auch die, welche der Gehülfe S. verzeichnete, addirt hatte, subtrahirt man die kleinere Summe von der größern, worauf der Rest den Höhenunterschied zwischen den beiden äußersten Punkten a und b anzeigt.

$$\begin{array}{r} \text{Also } F = 21' \quad 3'' \quad 8''' \\ \quad \quad S = 14' \quad 4'' \quad 7''' \\ \hline \text{Rest} = 6' \quad 11'' \quad 1''' \end{array}$$

Demnach liegt der Punkt a am Flusse 6 Fuß, 11 Zoll, 1 Linie niedriger, als der entfernte Punkt e.

Dieses Verfahren ist so einfach und bei den Leistungen des Spiegelniveau so sicher, daß es ein Jeder ohne die geringsten mathematischen Kenntnisse ausführen kann. Es erfordert nichts als vollkommene Kenntniß und richtige Behandlung des Instruments.

II. Es sei Fig. 6. die an den Bach B gelegene trockne Wiesenfläche W durch Verieselung zu bewässern.

Wir nivelliren auf die angegebene Weise von der Wasserfläche des in a etwas aufgestaueten Baches nach b

hin und versuchen, wie nahe wir an dem Abhang H einiges Gefälle zu einer Grabenanlage a b erhalten können. Es ist hierbei zu bemerken, daß dieser Hauptgraben a b auf je 10 Ruthen Entfernung wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll Gefälle haben muß.

Gesetzt, wir hätten hier eine solche 60 Ruthen lange Grabenlinie a b gefunden, deren Gesamtgefälle von a bis zu b hin 12 Zoll beträgt, so schlagen wir von 10 zu 10 Ruthen Pfähle in dieselbe und vertheilen dieses Gefälle für den Lauf des Hauptgrabens wie Fig. 17 zeigt.

Wir bringen nemlich sämtliche Pfahlköpfe in die Wasserlinie ax, dividiren alsdann mit der Zahl derselben (hier 6) in das Gesamtgefälle = 12" und erhalten dadurch für jeden von a aus folgenden Pfahl das Gefälle von zwei Zoll. Hiernach schneiden wir nun den Pfahl m 2 Zoll unter der Wasserlinie ab, den folgenden 4 Zoll u. s. w. Ein von dem Kopf des Pfahles a bis zu der Sohle des Hauptgrabens herab angenommenes gleiches Stichmaaß giebt uns nun für jeden von 10 zu 10 Ruthen befindlichen Pfahl das richtige und bis zu b hin gleichmäßig vertheilte Gefälle von 12 Zoll.

Von diesem Hauptgraben a b Fig. 6. werden alsdann die kleinern Verieselungsgräben X zu gleichmäßiger Vertheilung des Wassers auf der Wiesenfläche ausgestochen. Auf den Abfluß des Wassers von b aus haben wir wenig Rücksicht zu nehmen, da der Zweck der Anlage darauf beruhet, eine Wiesenfläche gleichmäßig unter Wasser zu setzen und dasselbe von dem Boden aufsaugen zu lassen; es ist daher gut das Gefälle des Hauptgrabens so geringe als möglich anzunehmen. Ist die gehörige Bewässerung erreicht, so wird durch Verschuß einer in m angebrachten Schleuse die Wiese wieder trocken gelegt.

III. Die am Wasser gelegenen Grundstücke sind durch Umlage von Dämmen gegen Ueberschwemmung zu schützen.

Wollen wir in der Nähe eines Flusses oder Baches zu diesem Zwecke einen Damm in bestimmter Höhe über dem höchsten bekannten Wasserstand und parallel mit dem Gefälle desselben aufschütten, so verfahren wir auf folgende Weise:

Wir schlagen bei dem Anfange und dem Ende des projectirten Dammes Pegelpfähle in das Wasser und suchen auf der zwischenliegenden Strecke das Gefälle desselben. An beiden Pfählen bezeichnen wir alsdann die Höhe des höchsten bekannten Wasserstandes. Eben so schlagen wir am Anfange und Ende des parallel mit dem Wasser aufzuschüttenden Dammes seitwärts Pfähle ein und geben ihnen vermittelt des Spiegelniveau gleiche Höhe mit dem höchsten Wasserstande, welchen die Pegelpfähle im Gewässer bezeichnen. Vertheilen wir nun das Gesamtgefälle, wie bei Fig. 7. gezeigt wurde, auf die Länge der Dammlinie und geben noch einige Fuß als Schutzwehr hinzu, so zeigen die von 10 zu 10 Ruthen eingeschlagenen Zwischenpfähle die Kronenlinie des Dammes und leiten uns bei der nun folgenden Aufschüttung.

IV. Die Umlage von Wegen, Straßen, Pflasterungen und Abzugsgräben zc. ist nach dem vorhergehenden von selbst einleuchtend. Sie erfordert ebenso ein genaues Nivellement zwischen den Endpunkten und zum richtigen Wasserabfall eine gleiche Vertheilung des Gesamtgefälles.

V. Die Waagrechtlegung unebener Flächen. Diese Aufgabe kommt sehr häufig vor sowohl in der Land- und Gartenwirthschaft, als auch im Bauwesen und ist vermittelst des Spiegelniveau sehr leicht und sicher auszuführen. Als Beispiel wählen wir Fig. 8. die Planirung eines Bauplatzes und Waagrechtlegung des Fundaments. Wir lassen im Umfang des Rechtecks die Pfähle a, b, c, d u. s. w. einschlagen und stellen das Instrument N in der Mitte desselben auf. Während wir nun das Instrument unverrückt in seiner Höhe, ringsum auf diese Pfähle hinwenden, lassen wir dieselben bei genauer Beobachtung der Einspielung der Libelle durch einen Gehülfen sämmtlich in dieser gleichen waagrechten Höhe bezeichnen und alsdann an diesen Zeichen abschneiden. Die Köpfe der Pfähle bilden jetzt die Hauptpunkte einer vollkommenen Horizontalfläche, und vermittelst einer über dieselben hinweg und straff angezogenen Schnur oder aufgelegten geradlinigen Latte und eines die Höhe der Bodenfläche bestimmenden und abwärts gerichteten Stichtmaßes, kann jetzt das Planum durch Auf- und Abtragung des Terrains überall völlig waagrecht hergestellt und ebenso können auch die Fundamente genau in die Wasserlinie gelegt werden.

Dieses Verfahren ist weit sicherer und einfacher als die umständliche Abwägung vermittelst der Seplatte und des Bleiloths und wird in allen ähnlichen Erdarbeiten zc. sehr hülfreich und vortheilhaft sein.

Diese wenigen Beispiele werden zureichen, um auch den Mathematikunkundigen über die Behandlung des Spiegelniveaus zu verständigen und ihn in Stand setzen quellige und sumpfige Grundstücke trocken zu legen und in nutzbares Wiesen- oder Ackerland zu verwandeln—

durch Aufstauung entfernter Quellen oder Gewässer, trockne Wiesenflächen zu bewässern und Mühlenanlagen zu begründen, wie auch die Felder durch Dammbauten gegen Ueberfluthung zu sichern; die Planirung von Gartenanlagen und Baupläzen, und die Waagrechtlegung von Fundamenten, die Anlage von Gräben und Wegen und die Pflasterung von Straßen zc. zc. hinsichtlich eines richtigen Wasserabzugs zu ordnen.

Zur Unterstützung bei diesen Ausführungen empfiehlt sich mein Spiegeldiopter, welches in Form eines kleinen Taschensfernrohrs, bei allen oeconomischen und technischen Messungen und Absteckungen zc. die wesentlichsten Dienste leistet, und der so wünschenswerthen allgemeinem Vorbereitung mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten bereits sehr förderlich gewesen ist*).

Nachtrag.

Die nachträgliche Erörterungen einer Verbindung des Spiegelniveau mit meinem Längenmesser (Diastimeter) wird für den wissenschaftlichen Geometer nicht ohne Interesse seyn, da er dadurch sowohl die verschiedenen Stationen des Nivellements schnell und sicher abmessen — als auch ein genaueres Nivellement bey einem festen Zielpunkte ausführen kann. Diese Verbindung dient sodann dem praktischen Feldmesser zu vortheilhafter Reduction des gemessenen unebnen Terrains auf den Horizont und

*) Vergl. die *Rechenkunst für Landleute, Gärtner und Bauhandwerker* vermittelt zweier einfacher Instrumente, welche nur die Anfangsgründe des Rechnens voraussetzen. Ober, gemeinsafliche Anleitung zu prakt. mathem. Ausführungen zc. wie auch zum praktischen Unterricht in Landschulen von Dr. Romershausen. Halle bei Seynemann.

überhebt ihn jeder andern zeitraubenden Operation und trigonometrischen Berechnung. Nicht minder nützlich ist dieselbe dem Ingenieur bei militairischen Aufnahmen und dem reisenden Geographen und Geologen zu trigonometrischer Bestimmung der Bergeshöhen 2c., zur Messung der Entfernung unzugänglicher Punkte 2c. 2c., in dem diese dauerhaften und leicht transportabeln Instrumente einen vollständigen Messapparat bilden, welcher bequem in der Tasche geführt werden kann.

Der Längenmesser mißt bekanntlich durch genaue Angabe des Verhältnisses einer konstanten Tangente zu dem veränderlichen Radius, sowohl die Entfernung, als auch die verschiedenen Dimensionen eines vorliegenden Gegenstandes. Diese, bey mathematisch genauem Verfahren, die unmittelbare Kettenmessung an Sicherheit übertreffenden Messungen erfolgen entweder aus einer Station, wenn eine dieser Dimensionen bekannt ist, oder aus zwei Stationen, wenn Größe und Entfernung des vorliegenden Object's unbekannt sind.

Ist nemlich im ersten Falle:

H das Maaß der Länge (Höhe oder Durchmesser) eines entfernten Object's.

N die bey Beobachtung desselben in der Scale des Instruments angezeigte Verhältnißzahl der Tangente zum Radius (Normale) und

E das Maaß der Entfernung des beobachteten Object's, so ist: $E = H \times N$.

$$\text{und } H = \frac{E}{N}$$

Stellen wir z. B. im Endpunkte einer zu messenden Linie das Maaß einer Ruthe auf, so giebt uns die gefundene Normale die Länge dieser Linie, ohne weitere Rechnung, in Ruthen, Fußten und Zollen u. s. w.

Ist sodann im zweiten Falle weder H. noch E be-

kannt und X das, auf eben angegebene Weise, durch das Instrument bestimmte Maasß der Entfernung zweier in gerader Linie mit dem Objecte liegender Stationen I und II, und

D die Differenz der in beiden Stationen gefundenen Norm. I und II des beobachteten Object's. So ist:

$$H = \frac{X}{D} \text{ und dann wie vorhin:}$$

$$E = H \times N.$$

Der den Messungen des Instruments zum Grund zu legende Maasßstab ist beliebig, wenn er nur zehnthellig geordnet wird.

Bei dieser Einrichtung gewährt der Längenmesser in der sonst so schwierigen und umständlichen Distanz- und Höhenmessung die wesentlichsten Vortheile, indem er anstatt des Gradmaasßes der Winkel, sogleich die trigonometrische Linie derselben giebt und die weitläufige trigonometrische Operation mit erhöhter Genauigkeit in eine einfache Multiplication oder Division verwandelt.

Um aber den beobachteten Winkel im vorkommendem Falle, auch in Graden und Gradtheilen auszudrücken, darf man nur den Log. der gefundenen Norm. von Log. rad. abziehen, so erhält man Log. tang. des beobachteten Winkels und die trigonometrischen Tafeln ergeben sodann das verlangte Maasß in Graden *cc.* *cc.*, Also:

$$\text{Log. tang.} = \text{Log. rad.} - \text{Log. Norm.}$$

Die eigenthümliche Winkelmessung dieses kleinen Instruments ist bis zu Secundenthellen so genau, daß sie, wie sich Jeder überzeugen wird — den Leistungen des kostbarsten Sextant oder Theodolit nicht nachstehet. Auf diese genaue Messung der kleinen, bey der Distanzmessung vorkommenden parallactischen Winkel, gründet sich aber die hier dargestellte Messung der Linien *cc.*, sie über-

trifft, bey richtigen Verfahren, wie jede vergleichende Prüfung ergeben wird, die unmittelbare Kettenmessung an mathematischer Genauigkeit und reducirt, namentlich bey coupirten Terrain, tagelange Arbeiten auf einige wenige Beobachtungen. —

Eine vollständigere Darstellung der Behandlung und mannichfachen Operationen des Längenmessers geben die diesen Gegenstand betreffenden Schriften und Anleitungen *)

Nach dieser Erörterung, wird das in Fig. 9 dargestellte Beispiel einer Verbindung des Spiegelniveau's mit dem Längenmesser, vollkommen zu reichen, die Vortheile derselben zu erläutern. Die Fig. ist um der Deutlichkeit willen und wegen der den Raum überschreitenden Länge der Linien, nicht nach dem Maasstab gezeichnet worden.

*) Romershausen's Spiegeldioptr und Längenmesser u. Halle 1845.

Desselben Diastimeter Königl. Preuß. Patent. Berlin. (Erste, später vielfach verbesserte Einrichtung).

Desselben Militaifernrohr zur Distanzmessung und milit. Aufnahme. Halle 1848.

Desselben Reductionsniveau u. Halle 1848.

Helmuth Hauptm. die Distanz-Messungen der Art- und das milit. Croquieren mit Hülfe des Romershausenschen Längenmesser. Halle 1848.

Dr. Wiegand, geodätische Messapparate. Halle 1848.

Brunert Archiv der Mathematik. T. 12. S. 2. T. 13. S. 2.

Dingler polytech. Journal. B. CXIV. S. 1. B. CXVI. S. 5.

Komberg Zeitschrift für praktische Baukunde u. 9. Jahrg. S. 538.

Es sey hier vom Standpunkt a aus die senkrechte Höhe xz des auf einem unzugänglichen Fels liegenden Thurmes x , über diesem Standpunkte, wie auch die Entfernung ax zu messen.

Hier ist weder H noch E bekannt.

- 1) Wir stellen in der Station a das Statio mit dem Spiegelniveau auf und richten die an einem Stabe zu befestigende Nivellirtafel S genau in die Horizontale a S.
 - 2) Legen wir bei unveränderter Höhe des Statio, den Längenmesser an die Stelle des Niveau's, wozu die Hülse der Statiovorrichtung passend eingerichtet ist. Wir richten nun die Grundlinie des Tangenten-Diopters auf den Horizontalschnitt der Nivellirtafel S, und fassen den Winkel Sax in das Dioptr. Wir finden hier in der Scale des Auszugs (rad.) die Norm. $I = 24$.
 - 3) Stellen wir zwischen a und S in beliebiger, doch nicht zu kurzer Entfernung von a, ein gut sichtbares Signal von genau bestimmter Länge auf —; z. B. zwei Stäbe senkrecht auf a S im Punkt b, und in gegenseitiger Entfernung von 10 Fuß.
 - 4) Fassen wir im Standpunkt a diese Länge $= 10'$ in das Tangenten-Dioptr des Längenmessers, so finden wir hier eine Norm. $= 44$. Es ist daher die Standlinie $ab = \text{Nor. } 44 \times 10' = 440'$.
 - 5) Stellen wir in der Station b, das Statio mit dem Längenmesser in gleicher Höhe S, also genau in der Linie des Horizonts a S auf, richten die Grundlinie des Diopters auf S ein und suchen die Norm. II des Winkels Sbx . Wir finden dieselbe in der Scale des Auszugs (rad.) $= \text{Norm. } 22$.
- Um die Aufstellung des Instruments in der Stat. II.

in dem Horizont a S zu erleichtern, dürfen wir hier im Standpunkt b nur das Spiegelniveau in das beliebig aufgestellte Stativ einlegen, die frühere Stellung der Nivellirtafel bemerken und dieselbe in den nun veränderten Horizont einrichten. Da jetzt beide Horizontalen parallel sind, so stellen wir am Ende der Messung ihre Höhen-Differenz in Rechnung.

6) Nach diesen Operationen finden wir nun:

a) Die gesuchte senkrechte Höhe H des Punktes x über dem Standort a, $= \frac{ab}{\text{Nor. I} - \text{Nor. II}}$

$= \frac{440}{24 - 22} = 220'$. Die Höhe am des Instruments über dem Boden wird demnächst hinzu gefügt.

b) Die Entfernung des Standorts a von z, oder die Horizontale a z, durch:

$H \times N = E$. also:

$a z = 220' \times \text{Nor. 24} = 5280'$

c) Die Entfernung der Station b von z ebenso:
 $b z = 220' \times \text{Nor. 22} = 4840'$.

d) Die Entfernung a x von der Station a, oder die Linie a x, durch: $a x = \sqrt{(a z^2 + b z^2)}$
 $= 5284' 5''$ oder durch:

$a x = H \times \sqrt{1 + N^2} = 220 \times 24,0208 = 5284' 5'' 7,6'''$.

e) Den Winkel x a z, durch:

Log. rad. — Log. Nor. = Log. Tang.

also:

Log. rad. = 10,000000

Log. Nor. 24 = 1,3802112

Log. Tang. = 8,6197888 = $2^\circ 23' 9,4''$

= Winkel x a z.

Hiernach wird sich nun auch der Geometer, welcher sich durch vergleichende Versuche von der Sicherheit dieser Messungen überzeugt hat, leicht darüber verständigen, daß das Nivellement bey einem festen Zielpunkt S und bei langen Linien, durch eine solche sorgfältig ausgeführte Operation mathematisch genauer ist, als das gewöhnliche, in vielen vereinzelt Stationen fortgesetzte und daher mehrfachen Fehlern unterworfen — abgesehen von der großen Erleichterung und Zeitersparung, welche die dargestellte Methode gewähret.

Ebenso werden dem praktischen Feldmesser die wesentlichen Vortheile einleuchten, welche ihm die Verbindung dieser Instrumente bey der mühevollen Reduction gemessener unebner Flächen ($a x$) auf die Horizontalebene ($a z$) auf kürzesten Wege gestattet.

Für den Ingenieur und Geodet bemerke ich noch, daß das in Fig. 9 dargestellte Verfahren, auch überhaupt bey Distanzmessungen in der Fläche die vortheilhafteste Anwendung findet.

Wollen wir, abgesehen von der Horizontalreduction, nur die Entfernung eines in seinen Dimensionen unbekanntes Objects x von dem Standort a messen, so bedürfen wir des Spiegelniveaus nicht, sondern wir stellen seitwärts von der Linie $a x$, an die Stelle von S, irgend ein sichtbares Zeichen (einen Stab, einen Mann &c.), oder wir wählen anstatt dessen, am fernem Horizont einen deutlichen Punkt z , um die beiden Stationen I und II genau in das Alignement desselben zu legen, suchen alsdann in beyden Standpunkten die Norm. der Winkel $z a x$ und $z b x$, so giebt uns die Differenz dieser Norm.

dividirt in das Maaß der Standlinie $a b$, die Größe einer fernen Hülfs tangente $z x$ und somit durch $H \times \text{Nor. I.}$ die Entfernung $a z$. Wir können, wie aus obiger Rechnung hervorgehet, ohne großen Fehler, bey den gewöhnlich sehr kleinen Winkeln, $a x = a z$ setzen. Wollen wir aber die höchste Genauigkeit, so ergibt sich:

$$a x = x z \times \sqrt{1 + \text{Nor. I}^2}.$$

Zu diesen Messungen bedürfen wir des Stativs nicht, indem wir den Längenmesser in freier Hand führen und ihn an einen, im Stationspunkt aufgestellten Stab anlehnen. Dieses gewährt namentlich dem Reisenden große Bequemlichkeit, da er das kleine Instrument, wie ein Taschenfernrohr, leicht bey sich führt. Jeder wird sich, nach einiger Uebung, überzeugen, daß seine Messungen auf diese Weise, gleiche Genauigkeit und Sicherheit gewähren.

Der Verfasser liefert diese seine Instrumente gegen portofreie Pränumeration oder Postnachnahme des Betrags:

- a) 1 Spiegelniveau im Fernrohr nebst Stativvorrichtung mit Horizontal- und Verticalbewegung 14 Rthlr.
 - b) Dasselbe in größerm Maaßstab zu umfassendern Nivellements 25 Rthlr.
 - c) 1 Längenmesser in Fernrohrform 8 Rthlr.
 - d) 1 Distanzfernrohr nach Verhältniß seiner optischen Kraft 8, 10 und 15 Rthlr.
 - Fernrohrhalter dazu 2 Rthlr.
 - e) 1 Spiegeldiopter mit seinen Metallspiegeln 5 Rthlr.
 - f) 1 Reductionsniveau mit Stativvorrichtung 25 Rthlr.
- Dazu instructive Anleitungen nebst Emballage 20 Sgr.

Marburg, im October 1851.

Dr. Romershausen.

Fig. 1.

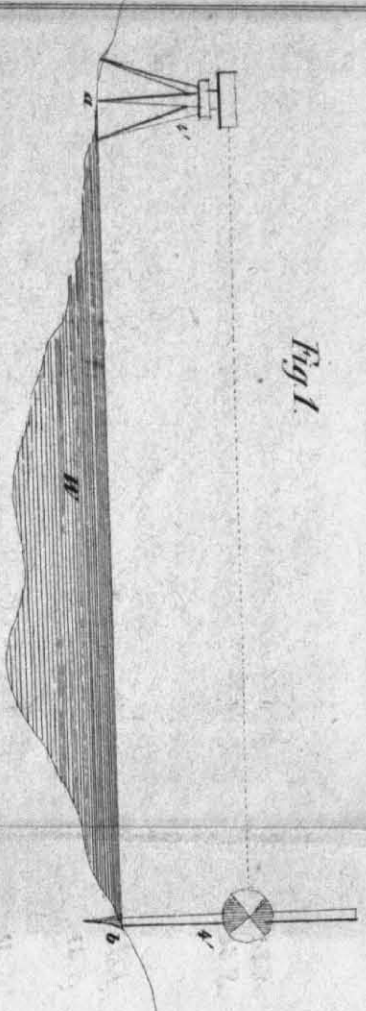


Fig. 6.

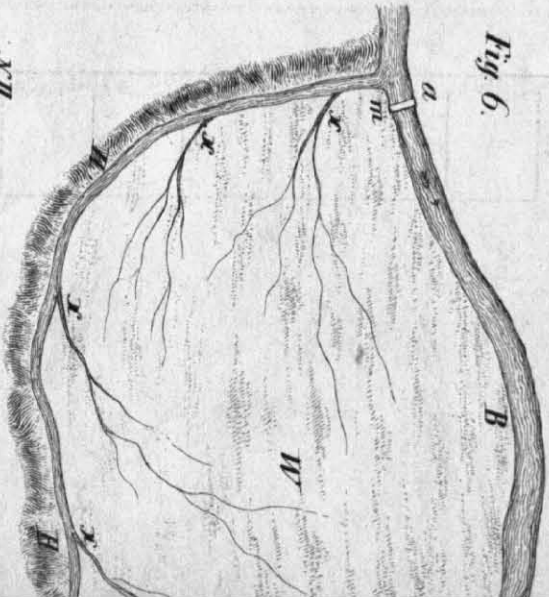


Fig. 2.

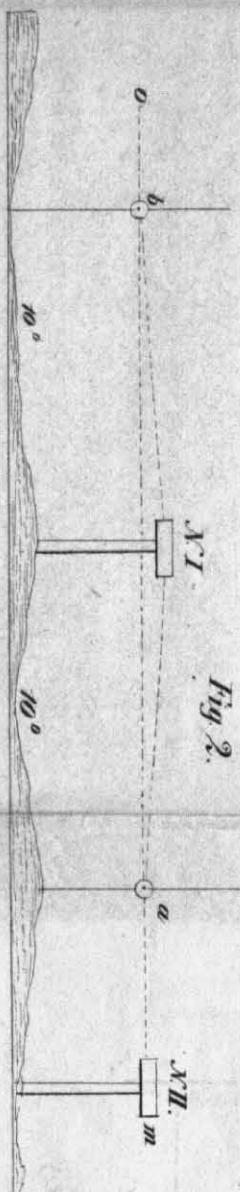


Fig. 3.

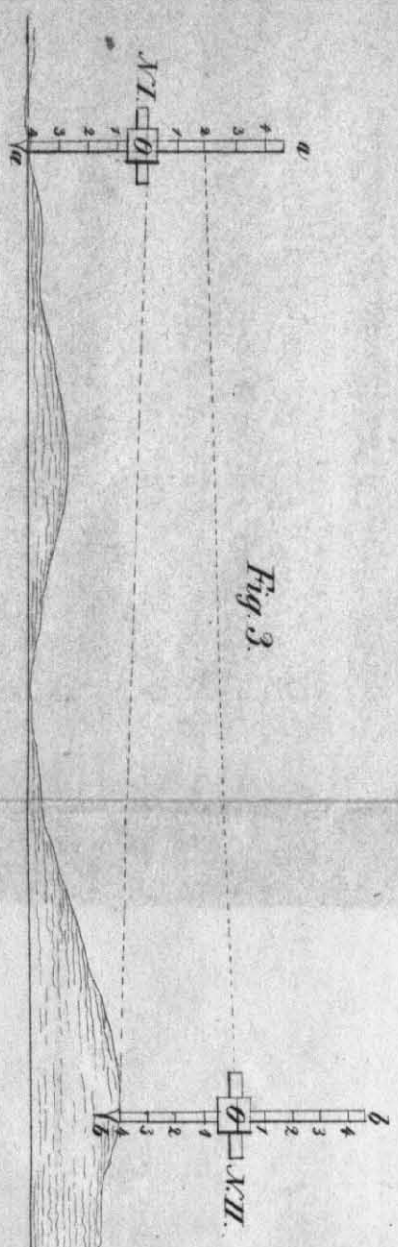


Fig. 4.

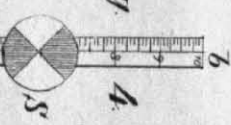


Fig. 9.

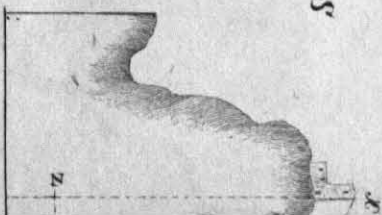
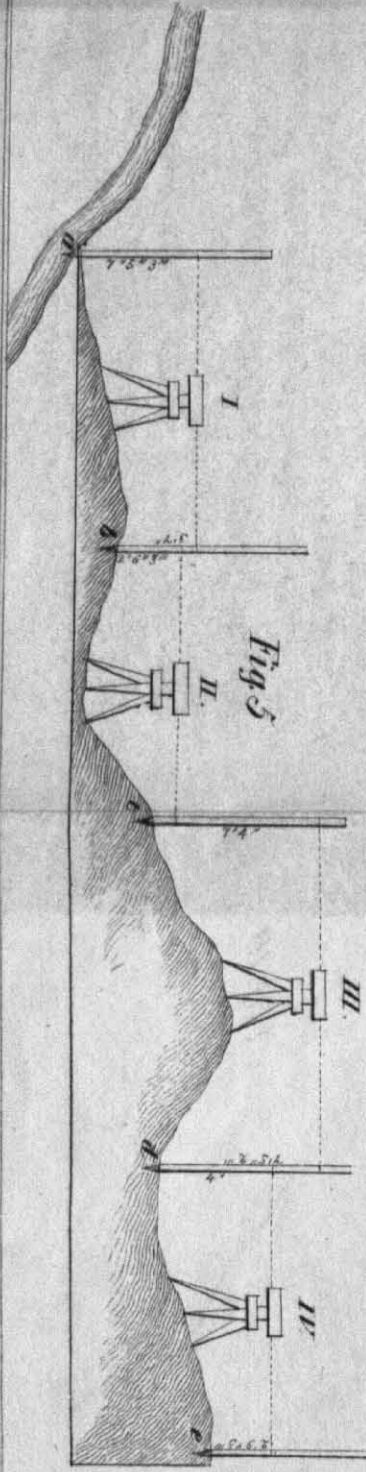


Fig. 5.



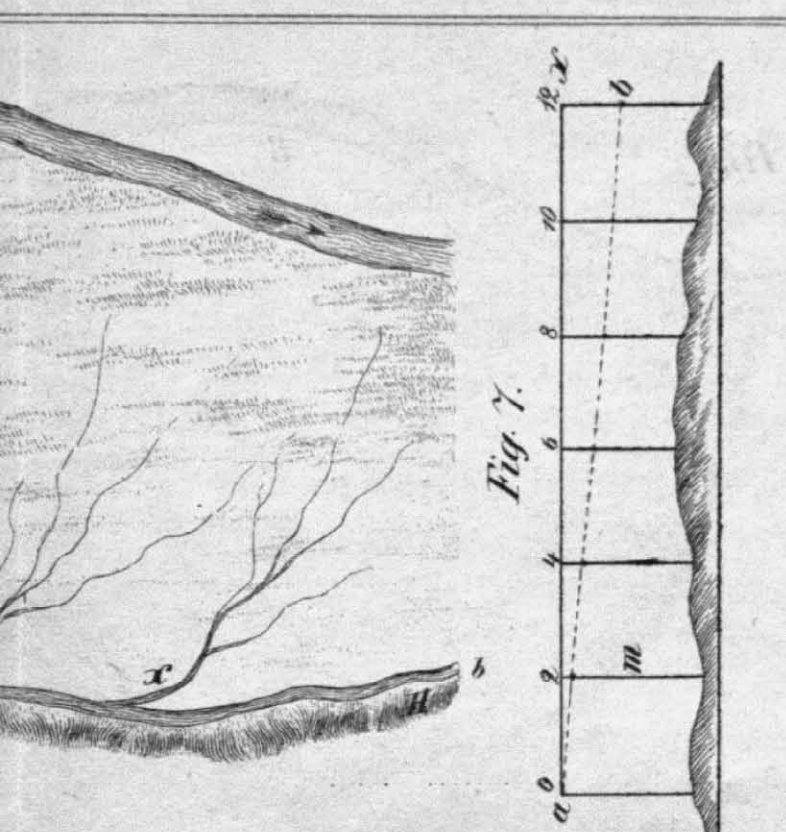


Fig. 7.

Berichtigungen im Text.

- S. 28 L. 10 von Oben statt 17 Fig 7.
 S. 36 L. 11 von Oben statt so ... Rechnung. Setze:
 so gibt uns die Differenz das Mass
 der richtigen Aufstellung in $a \approx$.
 Ebenda L. 11 von Unten setze $\sqrt{a^2 + x^2}$
 S. 37 L. 12 von Unten fehlt der Zusatz = wie
 dieses Fig. 10. nachweist.
 S. 38 L. 2, 3, 5 u 7 setze statt \approx, \approx' .

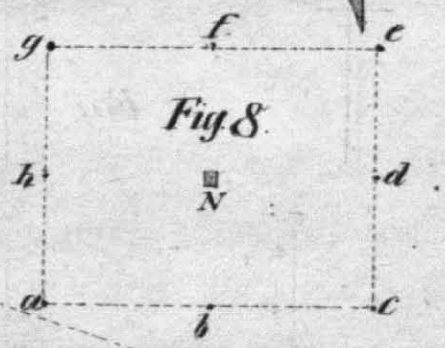


Fig. 8.

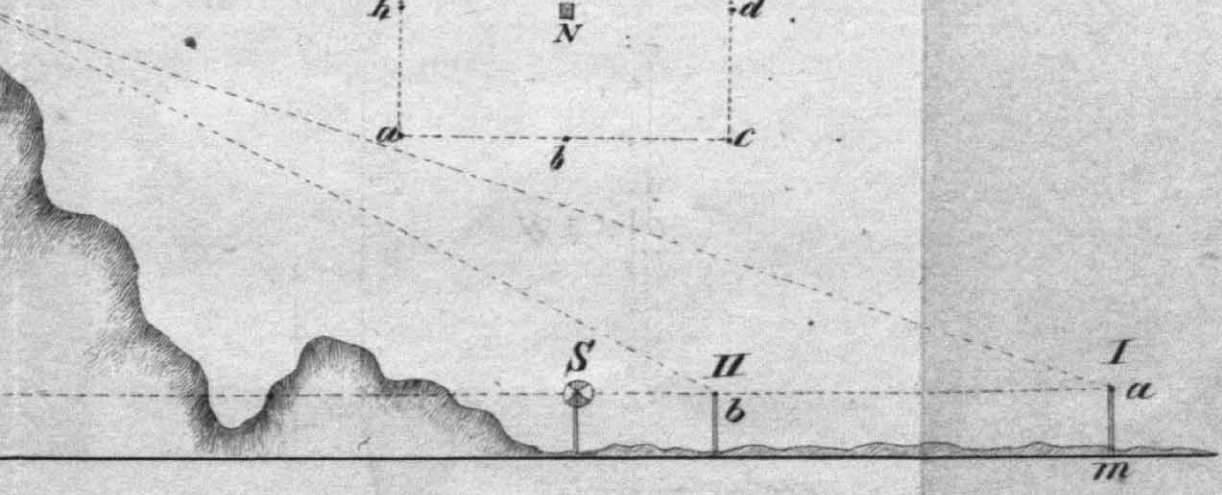


Fig. 10.

