
XI. Kapitel.

Ueber die Fehler, die bey'm Winkelmessen zu befürchten sind, wenn das Fernrohr, als Kippregel, nicht genau in einer Ebene beweglich ist, die auf des Werkzeugs Ebene senkrecht steht.

S. 143.

Daß diese Eigenschaft einer Kippregel nothwendig sey, wird schon aus dem vorhergehenden erhellen. — Nun geschiehet es aber sehr oft, daß derselben diese nöthige Vollkommenheit fehlet, und auch keine Vorrichtungen angebracht sind, vermittelst deren man etwa durch Stellschrauben diese Erforderniß einer Kippregel erhalten kann; Man muß daher Mittel haben, demohnerachtet mit einem solchen Werkzeuge richtig zu messen, und den Fehler in der Bewegung des Fernrohrs ausfindig zu machen; dazu werden nun folgende Betrachtungen dienlich seyn.

Unter welchen Umständen ein Fernrohr sich in einer auf der Ebene des Werkzeugs senkrechten Ebene auf- und nieder bewege.

S. 144. Lehrf. Es sey (Fig. V.) AAA die Ebene des eingetheilten Randes eines Winkelmessers; C der Mittelpunkt desselben. Cc eine auf der Ebene des Werkzeugs senkrecht stehende Linie; c sey der Punkt, durch welchen die Ase mn gehet, um die sich die Kippregel, oder das Fernrohr Oo drehet. Die Richtung des Fernrohrs Oo mache mit der Umdrehungsaxe mn einen rechten Winkel, dergestalt, daß $nco = mco = 90^\circ$ sey. Ich behaupte nun, wenn die Ase mn mit der Ebene des Werkzeugs parallel ist, das Fernrohr werde sich um diese Ase in einer Ebene auf- und nieder bewegen, welche auf dem Werkzeuge senkrecht stehet.

Bew. Weil Cc auf der Ebene des Werkzeugs senkrecht stehet, und mn mit dieser Ebene parallel ist, so ist der Winkel $mcC = 90^\circ$; Aber auch $mco = 90^\circ$; Also stehet mc, auf cC, co gemeinschaftlich senkrecht, und ist folglich auch auf die Ebene senkrecht, welche man sich durch die Richtungen co, cC gelegt, vorstellt.

Gesetzt nun, das Fernrohr Oo, werde um die Ase mn gedrehet, und in die Lage Ww gebracht;

bracht; so ist der Winkel $mcw = 90^\circ$, weil das Fernrohr cw auf der Ase mn , in jeder Lage senkrecht seyn wird, wenn es mit der Ase ein für allemahl, rechtwinklicht verbunden ist. Weil nun auch $mcC = 90^\circ$ und $mco = 90^\circ$ war, so wird die Richtung cw , mit den beyden Richtungen cC , co , in einer und derselben Ebene liegen (N. s. Kästn. Geom. 45. S. Zus.).

Es wird also die Ase mn auf jedweder Richtung co , cw , des Fernrohrs, das heißt, auf der Ebene, in der sich das Fernrohr auf- und nieder drehet, senkrecht stehen. Aber auch cC liegt in der Ebene, in der sich die Richtungen des Fernrohrs co , cw befinden, folglich da cC auf der Ebene des Winkelmessers senkrecht steht, so wird auch die Ebene Cco , in der sich das Fernrohr auf- und nieder bewegt, oder die Ebene des Kreises $Awop$, auf der Ebene des Werkzeugs ACA senkrecht stehen.

I. Zus. Wenn das Fernrohr Oo mit der Ase mn rechtwinklicht verbunden ist, so ist eigentlich die Ebene $Awop$, in der sich das Fernrohr drehet, immer auf mn senkrecht.

Aber diese Umdrehungsebene $Awop$ steht nur in dem Falle zugleich auf dem Werkzeuge
 ACA

$ACAA$ senkrecht, wenn die Umdrehungsaxe mn dem Werkzeuge parallel ist, oder wenn mn , mit der Perpendicularärlinie cC einen rechten Winkel macht.

II. Zus. Die Ebene, wie hier $AwOP$, in der sich das Fernrohr auf- und nieder bewegt, soll künftig die Ebene des Fernrohrs, und eine Ebene durch mn , die auf dem Werkzeuge senkrecht steht, soll der Kürze halber, die Ebene der Umdrehungsaxe heißen.

III. Zus. Wenn mn dem Werkzeuge parallel ist, so steht cC , oder der gemeinschaftliche Durchschnitt der Ebenen des Fernrohrs, und der Umdrehungsaxe, auf der Ebene des Werkzeugs senkrecht.

Und wenn ACA die Durchschnittslinie der Ebene des Fernrohrs mit der Ebene des Randes, oder der unter dem Fernrohre befindlichen Alhidadenregel, vorstellet, so steht cC auf ACA senkrecht.

§. 145. I. Wir wollen nun untersuchen, was die bisherigen Sätze für Veränderungen leiden, wenn, wie in der VI. Fig. die Umdrehungsaxe mn dem Werkzeuge nicht parallel ist, mithin nicht auf cC senkrecht steht.

Man setze, die Axc mn mache mit der Perpendicularärlinie cC nach x zu, einen spitzen Winkel

fel $n c C$, folglich nach m zu, den stumpfen Winkel $C c m$.

II. Weil nun, wenn das Fernrohr mit der Ase $m n$ rechtwinklicht verbunden ist, die Umdrehungsaxe $m n$, immer auf der Ebene des Fernrohrs senkrecht stehet, und folglich auch auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitte der Ebenen des Fernrohrs und der Umdrehungsaxe, (S. 144. II.) so ziehe man in der Ebene der Umdrehungsaxe $c m C L$, die Linie $c t$ senkrecht auf $c m$, und lege durch $c t$ eine Ebene $c t \alpha o$, senkrecht auf die Ebene $c m C L$, so wird $c t \alpha o$ jetzt die Ebene vorstellen, in der sich das Fernrohr auf- und nieder bewegt, wenn die Ase $m c$ dem Werkzeuge nicht parallel ist.

III. Es ist also klar, daß jetzt die Ebene $o c \alpha t$ nicht auf dem Werkzeuge senkrecht stehen wird, wie die $A w o P$ im vorhergehenden S.

Sondern, wenn die Umdrehungsaxe $m n$ gegen das Werkzeug geneigt ist, so wird auch die Ebene des Fernrohrs gegen die Ebene des Werkzeugs geneigt seyn.

IV. Da sowohl die Ebene des Randes $A C L$, als auch die Ebene $\alpha o c t$ auf der Ebene der Umdrehungsaxe, oder auf $C L m c$ senkrecht stehet, so wird auch beyder Ebenen $\alpha o c t$, $A C L$, gemeinschaftlicher Durchschnitt αt , auf der

der Ebene $CLmc$ senkrecht seyn. (Kästn. Geom. 48. Sak). Mithin werden die Winkel αtC , αtC rechte Winkel seyn (Kästn. Geom. 45. S.). Woraus denn weiter folgt, daß der Winkel Ctc , der Neigungswinkel der Ebene des Fernrohrs αtC gegen die Ebene des Werkzeugs ACL , seyn werde.

V. In dem rechtwinklichten Dreiecke Ctc ist $Cct + Ctc = 90^\circ = tcm \text{ (II)} = nct = Cct + ncC$; also $ncC = ctC$, oder die Ebene, in der sich das Fernrohr auf- und nieder bewegt, ist gegen die Ebene des Winkelmessers unter eben dem Winkel geneigt, welchen die Ase mn mit der auf das Werkzeug senkrecht gezogenen Linie cC macht.

Oder welches auf eins hinausläuft; der Neigungswinkel Ctc ist das Complement desjenigen Winkels zu 90° , um welchen die Um-drehungsaxe mn , gegen die Ebene des Winkelmessers geneigt ist.

VI. Man gedenke sich durch die Linie cC eine Ebene $ACco$, auf die Ebene $CcmL$ senkrecht, so wird auch AC oder ihr Durch-schnitt mit der Ebene des Randes, auf der Ebene $CcmL$ senkrecht stehen.

Aber auch αt stehet auf $CcmL$ senkrecht (IV), also sind AC , αt gleichlaufend (Kästn. Geom. 46. S.).

VII. Wenn zwey Ebenen $\alpha o c t$, $A C c o$, eine dritte $A c \alpha$ in parallelen Linien $A C$, αt durchschneiden, so wird auch der beyden Ebenen $\alpha o c t$, $A C c o$, gemeinschaftlicher Durchschnitt $c o$, mit $C A$, αt , oder überhaupt mit der Ebene $A C \alpha t$ des Winkelmessers parallel seyn. Auch wird $c o$ auf der Ebene $c m C L$ senkrecht stehen.

VIII. Umgekehrt also, wenn man das Fernrohr, welches sich in der schiefen Ebene $\alpha t c o$ auf- und nieder bewegt, in eine solche Lage $c o$ bringt, bey der es der Ebene des Winkelmessers $A c \alpha t$ parallel ist, so wird es sich in einer Ebene $A C c o$ befinden, welche nicht nur auf der Ebene des Randes, sondern auch auf der Ebene der Umdrehungsaxe senkrecht steht.

IX. Der beyden Ebenen $A C c o$, $\alpha t c o$ Neigungswinkel ist $C c t = 90^\circ - C t c$.

Folgerungen aus dem bisherigen.

§. 146. 1. Wenn das Fernrohr in einer Ebene beweglich ist, die auf dem Werkzeuge senkrecht steht, und das Werkzeug horizontal gestellt worden ist, so wird das Fernrohr sich immer in einer und derselben Verticalfläche befinden, man mag es hoch oder niedrig richten. Wenn daher das Fernrohr von einem Objecte nach einem andern gerichtet wird, so wird der Winkel, welchen die Alhidadenregel beschrieben hat,

hat, allemahl der wahre Neigungswinkel seyn, den beyde Verticalflächen, in denen die Objecte liegen, am Mittelpunkte des Werkzeugs mit einander machen, das Fernrohr mag übrigens in beyden Richtungen nach den Objecten, horizontal seyn oder nicht; Wenn aber das Fernrohr in einer schiefen, mithin bey dem horizontalen Stande des Werkzeugs, nicht in einer Verticalebene auf- und nieder beweglich ist, so würde man sich sehr irren, wenn man den Bogen, welcher bey Herumdrehung der Alhidadenregel auf dem Rande beschrieben worden ist, für das Maas des Neigungswinkels zweyer Verticalebenen, die man sich durch die Objecte, nach denen das Fernrohr gerichtet worden, und den Mittelpunkt des Winkelmessers vorstellet (S. 132. X.), annehmen wollte. Der Fehler wird desto beträchtlicher seyn, je tiefer das Fernrohr bey dessen Richtungen nach den Objecten, gegen die Ebene des Werkzeugs geneigt ist. Um dieses desto mehr ins Licht zu setzen, so überlege man folgendes.

II. Es sey (Fig. VI.) Oo die Lage des Fernrohres, wenn es horizontal, und mit der Ebene des Werkzeugs parallel liegt (S. 145. VI. VII.). Eine Verticalebene durch Oo schneide die Ebene des Werkzeugs oder die Alhidadenregel in der geraden Linie ACA , die durch den Mittelpunkt des Winkelmessers gehet.

Nun sey $Oo\alpha$ die schiefe Ebene, in der sich das Fernrohr auf- und nieder drehet, sie sey unter dem Neigungswinkel $ctC = ncc$ (S. 145. IV.) gegen die Ebene des Werkzeugs geneigt.

So erhellet, daß, wenn das Fernrohr aus seiner horizontalen Lage Oo , herausgebracht, und z. E. in die geneigte Lage Ww gebracht wird, dasselbe nicht beständig in der Verticalebene $AopO$ bleiben werde. — Das geschieht nur, wenn es sich wirklich in einer Verticalfläche auf- und nieder bewegt. — Eine Verticalfläche, die man sich nun durch diese gegen die Horizontalfläche geneigte Lage des Fernrohres Ww , oder cw einbildet, wird die Ebene des Winkelmessers nicht in der Linie CA , sondern in einer ganz andern Linie Cg durchschneiden, und diese Linie Cg , wird mit der erstern CA , die der horizontalen Lage des Fernrohres zukömmt, einen gewissen Winkel ACg machen, der offenbar desto größer ist, je mehr das Fernrohr cw , aus der horizontalen Richtung co gebracht worden ist, d. h. je größer der Winkel wco ist.

III. Eine Folge hieraus ist nun diese :

Wenn das Fernrohr, bey der Richtung nach einem gewissen Objecte, das ich Q nennen will, anfangs über der Linse vCx horizontal gestanden hätte, folglich mit vCx parallel,
mithin

mithin in Ansehung der Linie vCx eben das gewesen wäre, was das Fernrohr Oco in Absicht der Linie ACA war (II). und nun die Alhidadenregel oder die Linie vCx herumgedrehet, und in die Lage ACA gebracht worden wäre, bey der das nach einem zweiten Objecte P gerichtete Fernrohr cw eine geneigte Lage hätte, so würde zwar xCA der Winkel seyn, um den die Alhidadenregel herumgedrehet worden, allein weil das Fernrohr eine geneigte Lage hat, so wird eine Verticalebene durch cw , die Alhidadenregel nicht in der Linie ACA , sondern in der Linie Cg durchschneiden, und xCg würde der wahre Winkel seyn, den die beyden Verticalebenen durch die Objecte Q, P , am Mittelpunkte des Werkzeugs mit einander machen. Allein dieser Winkel xCg ist nicht dem Winkel xCA gleich, um welchen die Regel gedrehet worden; mithin wenn man den auf dem Rande durchlaufenen Bogen Ax , für das Maas des wahren Horizontalwinkels gCx annehmen wollte, so würde man offenbar einen Fehler begehen, der dem kleinen Bogen Ag , oder dem zugehörigen Winkel ACg gleich wäre.

IV. Um die Größe dieses kleinen Winkels ACg zu bestimmen, so überlege man, daß ACg der Neigungswinkel der beyden Verticalebenen $ACco$, $gCcw$ oder der beyden größten Kreise Aop , gwp ist.

V. Man beschreibe nun mit dem Halbmesser $cw = co$, in der Ebene αoct , in der sich das Fernrohr drehet, den Kreisbogen $ow\alpha$, so erhält man ein sphärisches Dreieck opw , darinnen ist der Bogen $op = 90^\circ$, als Maasß des rechten Winkels ocp .

Dies erhellet daraus, weil die beyden Verticalebenen $AopC$, $gwpC$ sich in der Verticalenlinie pC schneiden müssen, und die Horizontallinie co mit der verticalen pc einen rechten Winkel machen muß.

Ferner ist p des Horizontalkreises $AgLA$ Pol, folglich der sphärische Winkel opg der Neigungswinkel der beyden Verticalebenen Aop , gwp ; Also $opg = ACg$ (IV), welchen Winkel ACg ich $= x$ nennen will.

Der sphärische Winkel pow ist $= 180^\circ - woA$; Aber woA ist die Neigung der schiefen Ebene αoct , gegen die verticale $AoCc$. Folglich auch $woA = tcC = 90^\circ - Ctc$ (§. 145. VII.) Macht also die Are mn nach n zu, den Neigungswinkel $= \omega$ mit dem Werkzeuge, so ist $Ctc = 90^\circ - \omega$ (§. 145. V). Also $woA = tcC = \omega$ folglich $pow = 180^\circ - \omega$.

Man gedenke sich in der Verticalebene $gwCc$, durch c eine Horizontallinie ci gezogen, so ist der Winkel icw die Neigung des Fernrohrs unter

unter der Horizontallinie, diesen Winkel will ich $= \psi$ nennen.

Also ist der Winkel $wcp = icp + wci = 90^\circ + \psi =$ dem Bogen piw .

Um nun den Winkel opw oder ACg zu finden, so wollen wir das sphärische Dreieck opw auflösen.

Man lasse in (Trig. S. LIII. 1.) die dortigen Größen A, B, b, c , hier in der Figur die Größen opw, pow, pw, po bedeuten, so giebt die dortige Gleichung folgende

$$\text{tang } pow = \frac{\sin opw \text{ tang } pw}{\sin po - \text{tang } pw \cos po \cos opw}$$

Nun ist aber

$$\text{tang } pow = \text{tang } (180^\circ - \omega) = -\text{tang } \omega$$

$$\text{tang } pw = \text{tang } (90^\circ + \psi) = -\cot \psi$$

$$\sin opw = \sin x$$

$$\sin po = \sin 90^\circ = 1; \cos po = 0.$$

Diese Werthe also substituirt geben

$$\text{tang } \omega = \sin x \cot \psi \text{ also}$$

$$\sin x = \frac{\text{tang } \omega}{\cot \psi} = \text{tang } \omega \text{ tang } \psi.$$

Weil aber nun gewiß die Arc $m n$ nur immer einen sehr kleinen Winkel ω mit der Ebene
des

des Werkzeugs machen wird, wenn anders das Werkzeug nicht gar zu fehlerhaft seyn soll, und überdem auch der Winkel $opw = ACg = x$ immer nur klein seyn wird, so kann man ohne merklichen Fehler $\sin x = x$; und $\text{tang } \omega = \omega$ mithin

$$x = \omega \text{ tang } \psi \text{ setzen.}$$

Solchergestalt findet man also aus den gegebenen Größen ω , ψ , den Fehler, welchen man wegen der geneigten Lage der Axe mn in dem Falle, bey Ausmessung eines Horizontalwinkels zu befürchten hat, wenn nach dem ersten Objecte Q das Fernrohr über der Linie vx horizontal gerichtet gewesen, nach dem zweyten Objecte P aber in der Richtung cw um den Winkel ψ von der Horizontallinie herabgeneigt gewesen wäre. Dann nemlich erfordert der Winkel $ACx = \alpha$, welchen die Alhidadenregel beschrieben hat, die Correction $ACg = x = \omega \text{ tang } \psi$, um den wahren Winkel $xCg = \alpha + x = \alpha + \omega \cdot \text{tang } \psi$ zu erhalten, welchen beyde Verticalebenen, durch die Objecte Q, P , am Mittelpunkte des Winkelmessers mit einander machen.

VI. Es ist bisher angenommen worden, daß die Axe cn mit cC (Fig. VI) nach n zu, den spizen Winkel ncC macht. Einem Beobachter also, der bey O durchs Fernrohr Oo sähe,

sähe, würde der Durchschnitt der Axc cm mit der Ebene des Werkzeugs, rechter Hand der Linie ACA , oder auch rechter Hand des Perpendickels Cc fallen.

Es ist klar, daß wenn die Axc nach der entgegengesetzten Richtung cm gegen die Ebene des Winkelmessers geneigt wäre, alsdann die Axc cm die Ebene des Werkzeugs in einem Punkte schneiden würde, welcher in Absicht des Beobachters bey O , linker Hand des Perpendickels cC läge. Man wird also für den letzten Fall den Werth von ω in obiger Formel (V) negativ nehmen müssen. Daher wäre in solchem Falle auch die Correction des Winkels α , welchen die Alhidadenregel beschrieben hat, negativ, und der wahre Winkel, den die Objecte am Mittelpunkte des Werkzeugs machen $= \alpha - \omega \cdot \text{tang } \psi$.

VII. Ferner setzt die bisherige Rechnung in Fig. VI. zum voraus, daß das Fernrohr Ww , bey der Richtung nach dem zwayten Objecte P , nach w zu geneigt ist, und folglich sich unterhalb der Horizontallinie ci befinde; Wäre aber nach dem zwayten Objecte das Fernrohr über der Horizontallinie ci erhöht, so müßte man in unseren Formeln auch den Winkel ψ negativ setzen; dann wäre auch $\text{tang } \psi$ negativ, folglich für den Fall (V) der wahre Winkel $= \alpha - \omega \text{ tang } \psi$ und für den Fall (VI) derselbe $= \alpha + \omega \text{ tang } \psi$.

VIII. Ich will nun die bisherige Voraussetzung, daß das Fernrohr, bey der Richtung nach dem ersten Objecte Q, horizontal oder parallel über der Alhidadenregel vx gestanden habe, ändern, und annehmen, daß es bey der Richtung nach dem ersten Objecte Q, ebenfalls unter der Horizontallinie um den Winkel ψ^I , geneigt gewesen wäre; Alsdann würde eine Verticalebene, die durch das Object Q, nach dem das Fernrohr gerichtet ist, und durch den Mittelpunkt des Winkelmessers gienge, die Ebene des Randes nicht in der Linie Cx, sondern in einer andern Linie Cy durchschneiden, dergestalt, daß hier die Linie Cy, in Absicht der Linie Cx eben das wäre, was die Linie Cg in Absicht der CA war (V). Folglich wäre der kleine Winkel $\gamma C \gamma = \omega \text{ tang } \psi^I$, und der wahre Winkel den beyde Verticalflächen durch die Objecte, am Mittelpunkte des Werkzeugs machen $= \gamma C g$; der aber, welchen die Alhidadenregel beschrieben hat $= xCA = \alpha$.

Nun ist $\gamma CA = \alpha - \omega \text{ tang } \psi^I$, und daher
 $\gamma C g$ oder $\gamma CA + ACg$ oder
 $\gamma C g = \alpha - \omega \text{ tang } \psi^I + \omega \text{ tang } \psi$ Mit hin
 $\gamma C g = \alpha + \omega (\text{tang } \psi - \text{tang } \psi^I)$.

Und folglich wäre der Fehler, den man in Bestimmung des verlangten Winkels $\gamma C g$ begehen würde, wenn man den von der Alhidadenregel, oder dem Index des Bernier, durch-

laufenen Bogen $x\gamma A$ für desselben Maaß annehmen wollte, der Größe ω ($\text{tang } \psi - \text{tang } \psi^I$) gleich.

IX. Wenn $\psi^I = \psi$, also in beyden Richtungen des Fernrohrs nach den Objecten, das Fernrohr gleichviel über oder unter der Horizontallinie geneigt gewesen wäre, so würde der Fehler ω ($\text{tang } \psi - \text{tang } \psi^I$) = 0 und der wahre Winkel γCg , dem xCA , den das Werkzeug anzeigt, gleich.

Soll also mit einem Winkelmesser, dessen Fernrohr nicht in einer Verticalebene auf- und nieder beweglich ist, bey Ausmessung eines Winkels kein Fehler entstehen, so muß das Fernrohr bey dessen Richtung nach den Objecten gleichviel über oder unter der Horizontallinie geneigt seyn.

X. Um das bisherige mit einem Zahl-Exempel zu erläutern, so will ich setzen, die Neigung der Axe mn , um die sich das Fernrohr drehet, betrage $20^I = \omega$. Bey der Richtung des Fernrohrs nach dem ersten Objecte, sey dessen Neigung unter der Horizontallinie, oder $\psi^I = 20^\circ$, nach dem zweyten $\psi = 18^\circ$; der von dem Index beschriebene Bogen $\alpha = 80^\circ$, der wahre Winkel beyder Objecte, oder $\gamma Cg = A$, so ist

$$\begin{aligned} A &= 80^\circ + 20^I (\text{tang } 18^\circ - \text{tang } 12^\circ) \\ &= 80^\circ + 20^I (0,3249 - 0,2125) \\ &= 80^\circ + 20^I \cdot 0,1124 = 80^\circ \cdot 2^I \cdot 16'' \end{aligned}$$

Für

Für $\psi^1 = -12^\circ$ wäre aber

$$A = 80^\circ + 20^1 (\text{tang } 18^\circ + \text{tang } 12^\circ)$$

oder nach gehöriger Rechnung

$$A = 80^\circ + 10^1 + 45''.$$

Hieraus erhellet also, daß der Fehler sehr beträchtlich werden kann, wenn gleich die Neigung der Umdrehungsaxe nur 20^1 betrüge, mithin sich durchs bloße Auge schwerlich würde wahrnehmen lassen.

XI. Wenn man überhaupt den Fehler

$$x = \omega (\text{tang } \psi - \text{tang } \psi^1)$$

bestimmen will, so muß man die Größen ω , ψ , ψ^1 als bekannt annehmen, oder Mittel haben, bey einem vorgegebenen Werkzeuge dieselben ausfindig zu machen. Wie man die Neigung der Ase ω bestimmen und durch Beobachtungen finden könne, zeige ich nachher. Die Werthe von ψ , ψ^1 , oder die Neigungen des Fernrohrs gegen die Horizontalfläche zu bestimmen, sehe ich kein anderes Mittel, als daß man entweder wissen muß, wie viel die Objecte, nach denen das Fernrohr gerichtet ist, über oder unter der Horizontalebene des Werkzeugs liegen, oder es muß von dem Mechanico eine Einrichtung getroffen werden, zugleich den Winkel zu messen, um den das Fernrohr bey der jedesmaligen Richtung desselben, über oder unter der Horizontalinie geneigt ist, wozu

ein kleiner, auf der Ebene des Werkzeugs senkrecht stehender Gradbogen hinreichend seyn würde.

Da aber eine solche Vorrichtung, besonders kleine Werkzeuge, deren man sich doch nur gewöhnlich beim Feldmessen bedient, nur zusammengesetzter machen würde, und übrigens auch keine sehr scharfe Bestimmung der Winkel ψ , ψ^I nöthig ist, so habe ich mich immer folgenden Mittels bedient, die Neigung des Fernrohrs unter der Horizontallinie zu bestimmen.

Es sey Fig. VII. wieder c der Punkt, um den sich in dem Gewinde das Fernrohr auf- und nieder bewegt, oder der Mittelpunkt des Gewindes; cC die Weite desselben von der horizontalen Ebene des Werkzeugs. Es wird nicht schwer seyn, cC nach einem gewissen Maafstabe als bekannt anzunehmen. Ich will also $cC = a$ nennen.

wW sey das geneigte Fernrohr, und w das äußerste Ende desselben, wt ein Loth auf die Ebene des Werkzeugs; wi horizontal, und cr senkrecht auf Ww . Ich kann auch die beständigen Größen cw , cr als bekannt annehmen, wo ich $cw = b$ nenne; Des Winkels

cwr Sinus ist $= \frac{cr}{cw}$ also der Winkel cwr

eine beständige Größe $= \beta$.

Des Fernrohrs Ww Neigung gegen die Horizontallinie wi , ist der Winkel $\psi = Wwi = \beta + cwi$.

Um cwi zu finden, messe man den veränderlichen Abstand wt , welches in jedem Falle nicht schwer seyn wird, und nenne $wt = z$.

So ist in dem rechtwinklichten Dreyecke cwi ,
 $ci = Cc - wt = a - z$ und $\sin cwi = \frac{ci}{cw}$
 $= \frac{a - z}{b}$. Also ist durch Messung des Abstan-

des wt , auch der Winkel cwi , den ich ϕ nennen will, bekannt.

Dies giebt demnach die Neigung des Fernrohrs gegen die Horizontallinie, oder den Winkel $\psi = \beta + \phi$. Wenn $wt > Cc$ oder $z > a$, so ist des Winkels cwi oder ϕ Sinus negativ, folglich auch der Winkel ϕ negativ; In diesem Falle ist demnach $\psi = \beta - \phi$. Auf solche Art kann man nun aus den unveränderlichen Größen β , cw , a , und dem veränderlichen Abstand z , in jedem Falle gar leicht die Winkel ψ , ψ' finden, und obgleich in der Messung der erwähnten Größen z , cr , cw , a , leicht kleine Fehler vorkommen können, so wird man dennoch ψ hier mit zureichender Genauigkeit finden.

Auf diese Art erspart man sich eine Vorrichtung, den Winkel ψ unmittelbar zu messen, und da man die beständigen Größen β , c , w , a ein für allemahl als bekannt ansehen kann, so hat man bey jeder Neigung des Fernrohrs blos den veränderlichen Abstand z zu messen, welches ohne die geringste Weitläufigkeit jedesmahl geschehen kann. Den gemessenen Abstand $w t = z$ kann man dann allemahl zugleich mit in diejenige Columne schreiben, in welche die Abmessungen zu stehen kommen, die der Bestimmung desjenigen Object's, wohin das Fernrohr Ww gerichtet ist, zugehören (§. 133. IV.).

XII. Für $z = 0$, oder wenn das Fernrohr ganz bis auf die Ebene des Winkelmessers ge-

neigt ist, wird $\sin \phi = \frac{a}{c w}$; diesen Winkel

will ich γ nennen, so ist $\gamma + \beta$ der größte Winkel, um den man das Fernrohr neigen kann. Gewöhnlich pflegt man ihn nicht größer, als etwa 20 bis 25 Grad zu nehmen.

Zu untersuchen, ob das Fernrohr genau in einer auf der Alhidadenregel senkrechten Ebene beweglich sey.

§. 147. Aufl. I. Man bringe die Ebene des Winkelmessers Fig. VI. mit aller möglichen

chen Vorsicht, vermittelst einer sehr guten Wasserwaage in eine horizontale Stellung.

II. Nun lasse man in einiger Entfernung von dem Werkzeuge, an einem Faden MR ein Loth herabhängen, welches aber zu gegenwärtiger Absicht sehr ruhig hängen muß; Daher man sich eines mit Wasser angefüllten Gefäßes bedienen kann, in welches das Loth hängt.

III. Noch besser ist es, wenn man auf einer entfernten Wand, genau eine Verticallinie verzeichnet.

IV. Man richte nun die Ase des Fernrohres, oder den Durchschnitt der beyden Kreuzlinien im Brennpuncte desselben, ganz genau nach der entfernten Verticallinie MR, woben denn das Fernrohr eine mit der Ebene des Werkzeugs parallele, folglich horizontale Lage co habe, die man gar leicht durch Versuche, oder durch andere Mittel erhalten kann.

V. Nun ist klar, wenn das Fernrohr in einer Verticalebene $o c A C$ auf; und nieder beweglich ist, so wird der Durchschnitt der beyden Kreuzlinien im Brennpuncte, beständig die erwähnte Verticallinie MR decken, und selbige nie verlassen, man mag das Fernrohr nach Gefallen unter oder über die Horizontallinie neigen.

VI. Man bringe also das Fernrohr aus seiner horizontalen Lage Oo , bey der es genau nach MR gerichtet ist, in eine geneigte Lage. Verläßt nun der Durchschnitt der beyden Kreuzlinien, oder die Aze des Fernrohrs, die erwähnte Verticallinie MR , so ist zuverlässig das Fernrohr nicht in einer Verticalebene $coAR$, sondern in einer schiefen $cozt$ auf- und nieder beweglich, mithin wird die Umdrehungsaxe mn einen gewissen Winkel $= \omega$ mit der Ebene des Werkzeugs machen (§. 146. V.).

ω zu finden.

§. 148. I. Es bleibe alle Zurüstung wie im vorhergehenden §. und die Horizontal: Aze Oo des Fernrohrs sey genau nach der Verticallinie MR gerichtet worden. — Man neige nun das Fernrohr aus der Lage Oo in die Ww , so wird, wenn das Fernrohr nicht in einer Verticalebene auf- und nieder beweglich ist, die Visirlinie Ww in dieser geneigten Lage keinen Punkt der Verticallinie MR mehr decken, sondern von ihr um einen gewissen Abstand entfernt seyn.

Man stelle' sich durch cw eine Verticalebene $Ccwg$ vor, die das Werkzeug in Cg schneide, so wird anjehzt die Verticalebene $Ccwg$, in der sich das geneigte Fernrohr befindet, von der Verticalebene $ACco$, in der es sich bey dem hori-

horizontalen Stande befand, um den kleinen Winkel $ACg = x = \omega \operatorname{tang} \psi$ (S. 146. V.) abweichen. Diesen kleinen Winkel x zu finden, lasse man das Fernrohr in seiner Neigung cw , und wende, durch Hülfe der Micrometerschraube, die Alhidadenregel sanft herum, bis jetzt die geneigte Axe des Fernrohrs cw , nach dem Verticalfaden MR zielt, mithin die Verticalalebene Ccw in die Lage $ocCA$ gekommen ist; so wird man die Alhidadenregel genau um einen Winkel $ACg = x$ verrückt haben, und diesen Winkel werden die Umdrehungen der Micrometerschraube bestimmen.

II. Nachdem auf diese Art durch Beobachtung der Winkel x gefunden worden, so bestimme man nach (S. 146. XI.) auch die Neigung des Fernrohrs unter der Horizontallinie, oder den Winkel ψ .

III. Weil nun x , ψ solchergestalt bekannte Größen sind, so findet man umgekehrt aus der Gleichung $x = \omega \operatorname{tang} \psi$, den Werth von ω

$$= \frac{x}{\operatorname{tang} \psi} = x \cot \psi$$

also die Neigung der Umdrehungsaxe mn gegen die Ebene des Werkzeugs.

IV. Bey einem Werkzeuge, das ich besitze, wo gleichfalls das Fernrohr nicht in der gehörigen Ebene auf- und nieder beweglich war, fand

fand ich bey einem angestellten Versuche $x = 8^{\text{I}} 30''$, und das Fernrohr war so geneigt, daß (S. 146. XI.) in Theilchen eines verjüngten Maafstabes $z = 85$; $a = 175$; $b = 325$ war. Der Winkel β war aber wegen einer besondern Vorrichtung der Kippregel $= 0$. Dieß

$$\text{gab mir } \sin \varphi = \frac{a - z}{b} = \frac{90}{325} = 0,2769.$$

also $\psi = 16^{\circ} 4^{\text{I}}$. Weil nun $x = 8^{\text{I}} 30'' = 510''$, so ist

$$1x = 2,70757$$

$$1 \cot \psi = 0,54059$$

$$\log \omega = 3,24816$$

$$\text{also } \omega = 1770'' = 29^{\text{I}} \cdot 30''.$$

So betrug also bey diesem Werkzeuge die Neigung der Are $m n$, um die sich das Fernrohr drehet, beynahе einen halben Grad; Ich habe nachher die Versuche bey andern Neigungen ψ des Fernrohres wiederholt, und fand für ω folgende Werthe.

$$\omega = 29^{\text{I}} \cdot 30''$$

$$\omega = 28 \cdot 0$$

$$\omega = 27 \cdot 20$$

$$\omega = 29 \cdot 14$$

$$\omega = 28 \cdot 12$$

$$\omega = 29 \cdot 10$$

$$\text{das Mittel } \omega = 28^{\text{I}} \cdot 34''.$$

Die Unterschiede in den gefundenen Werthen für ω , rühren bloß von den kleinen Fehlern her, die bey den Abmessungen, die zur Bestimmung von ω nöthig waren, begangen worden sind.

Uebrigens habe ich hier noch zu erinnern, daß dieser Werth von ω negativ ist, weil die unter der Horizontallinie Oco geneigte Aze des Fernrohrs Wcw , in Absicht des Beobachters bey O , nach einem Punkte hinzielte, der nicht linker Hand des Verticalfadens MR , sondern rechter Hand desselben lag, wo also die Verticalebene $Ccwg$, nicht wie hier in der Figur angenommen ist, linker Hand der $ACco$, sondern rechter Hand derselben, liegen mußte.

Anmerkung.

§. 149. Das bisherige wird also denen, die ein Werkzeug besitzen, wo das Fernrohr nicht in einer Verticalebene auf- und nieder beweglich ist, zeigen, wie sie dennoch mit einem solchen Winkelmesser, nach der gehörigen Correction, einen Winkel genau messen können; Es wird gut seyn, wenn sie alsdann für jede Neigung des Fernrohrs, also für jedes ψ , ein für allemahl den daraus entspringenden Fehler berechnen, und darüber eine Tabelle verfertigen, aus der sie sodann nach (§. 146. VIII.) sogleich die nöthige Correction herausnehmen können.

Ist aber von dem Mechaniko an dem Werkzeuge eine solche Vorrichtung angebracht, daß man etwa durch Stellschrauben die Aze *m n*, um die sich das Fernrohr drehet, genau der Ebene des Werkzeugs parallel stellen kann, so wird man der bisherigen Rechnungen sämmtlich überhoben seyn können. Wenn man nemlich nach S. 147. auch einen solchen Fehler des Werkzeugs gefunden hätte, so kann man, vermittelst der Stellschrauben, die erwähnte Umdrehungsaxe so lange verbessern, bis man in der Bewegung des Fernrohrs keinen Fehler mehr entdeckt.

Eine Vorrichtung durch Stellschrauben, die Umdrehungsaxe des Fernrohres, der Ebene des Werkzeugs parallel zu stellen.

S. 150. Es lassen sich dergleichen Mittel sehr viele angeben; Eine Vorrichtung aber, wodurch ich glaube, diese Absicht bey dem S. 99. angegebenen Winkelmesser auf eine leichte Art zu erhalten, wäre etwa folgende. Fig. VIII. bedeutet TZ das Stück Messing, welches mit denselben Buchstaben auf der LXVI. Figur der V. Kupferplatte des ersten Theils bezeichnet ist, und durch 4 Schrauben auf die Alhidadenregel befestigt wird (S. 99. 18.). Vtz ist die Vorrichtung, an der sich das Zirkelgewinde V befindet, um welches sich das Fernrohr

rohr auf; und nieder drehet. Diese Vorrichtung endigt sich in eine runde Platte tz , deren untere Fläche $t\mu z$ etwas convex ist, oder eine Kugel- fläche vorstellet; Auf dem Stück Messing TZ ist nun eine kugelförmige oder concave Vertiefung m gedrehet, in welche genau die convexe Fläche $t\mu z$ paßt, welches man durch Einschmiegeln leicht erhalten kann. Die Einrichtung muß aber so getroffen werden, daß, wenn $t\mu z$ in die Vertiefung m gesetzt worden, die obere Fläche der Platte tz , etwa noch um $\frac{1}{3}$ Linie über der Ebene des Stückes Messing TZ hervorrage, ohngefähr wie es im Durch- schnitte (Fig. VIII*) zu sehen ist.

Nun sind nahe an dem Umfange der Vertiefung m , 4 Schraubenmütter a, a, α, α , angebracht, in welche 4 stählerne Schrauben, wie ohngefähr bey n zu sehen ist, gehören, die mit ziemlich breiten Köpfen versehen sind, damit, wenn die Vorrichtung $t\mu z$ in die Vertiefung m gelassen wird, alsdann diese Schraubenköpfe ohngefähr mit ihrer Hälfte über die Platte $t\mu z$ herübergehen, und wenn sie angezogen werden, durch ihren Druck die Platte $t\mu z$ nach Belieben unverrückt erhalten: Zugleich werden aber diese Schrauben auch dazu dienen, die Platte tz , mithin die ganze Vorrichtung tVz . um die sich das Fernrohr drehet, in der Vertiefung m etwas zu verschieben,

ben, mithin zu machen, daß tVz in eine solche Stellung komme, bey der die Axe, um die sich in dem Zirkelgewinde das Fernrohr drehet, der Ebene des Werkzeugs parallel werde. Denn wenn man z. E. die Schrauben α, α , etwas nachlässet, und hingegen die a, a , anziehet, so werden letztere durch ihren Druck auf die in der Vertiefung m befindliche Platte tz, die Vorrichtung tVz, nach der Seite zu neigen, und verschieben, nach welcher der Druck geschieht; und da, durch das Anziehen der Schrauben $\alpha \alpha$, und Lösung der $a a$, die Vorrichtung tVz auch nach der entgegengesetzten Seite geneigt werden kann, so erhellet, daß sie, vermittelst dieser Schrauben, in eine solche Stellung gebracht werden kann, daß die Axe des Zirkelgewindes V, genau mit der Ebene des Werkzeugs parallel werde. Hat sie nun einmal ihre gehörige Stellung, so werden die 4 Schrauben a, a, α, α , nachdem sie sorgfältig angezogen worden, die Vorrichtung tVz unverrückt in der angegebenen Vertiefung festhalten.

Will man, daß die Platte tz nicht über der zugehörigen Vertiefung hervorrage, so müßte man dagegen an den Stellen, wo die Schraubenköpfe auf den Umfang der Platte drücken sollen, in das Stück TZ, Vertiefungen für die Schraubenköpfe einlassen, welches über:

überhaupt der Vorrichtung ein besseres Ansehen giebt.

Anmerkung.

I. Die Schlüsse, worauf sich die Formeln (§. 146. V.) gründen, setzen zum voraus, daß die Umdrehungsaxe mn Fig. VI. mit dem Fernrohr rechtwinklicht verbunden ist, und folglich die Kippregel keinen andern Fehler habe, als den, daß die Axe mn , der Ebene des Werkzeugs nicht parallel ist.

II. Wenn man aber ausserdem noch annimmt, daß das Fernrohr nicht mit der Axe mn rechtwinklicht verbunden ist, sondern einen Winkel mit der Axe macht, der von einem Rechten um etwas geringes unterschieden ist, so werden aus dieser zweyten Unvollkommenheit der Kippregel, auch noch Fehler bey Messung der Winkel entstehen, weil alsdann das Fernrohr beym Auf- und Niederbewegen, nicht wie bisher eine Ebene, sondern eine kegelförmige Fläche beschreiben würde.

III. Allein der Fehler, der aus dieser Ursache beym Winkelmessen zu befürchten ist, ist so unbedeutend, daß ich es nicht der Mühe werth gehalten habe, ihn mit in Erwägung zu ziehen. — Es läßt sich immer ohne merklichen Irrthum annehmen, daß das Fernrohr, so weit

weit als man es beyml Feldmessen, auf: und nieder bewegt, eine vollkommene Ebene beschreibe, ob es gleich nicht völlig genau mit der Umdrehungsaxe rechtwinklicht verbunden ist. Wenn auch das Fernrohr, mit der Umdrehungsaxe $m n$, einen Winkel von 89 Graden machte, also um 1° von der senkrechten Verbindung abweiche, (welches doch ein Mechanicus gar leicht wird vermeiden können) so habe ich gefunden, daß in den seltensten Fällen bey Ausmessung der Winkel ein Fehler von $1\frac{1}{2}$ Minute daraus zu befürchten sey. Weit gefährlicher ist die bisher betrachtete Neigung der Umdrehungsaxe $m n$.

IV. Man wird nemlich durch Hülfe der sphärischen Trigonometrie für den Fall, daß der Winkel $m c o$, oder $m c w$ (Fig. VI.), nicht wie (§. 144.) ein rechter Winkel ist, also das Fernrohr nicht rechtwinklicht mit der Ase $m n$ verbunden ist, sondern mit derselben einen Winkel $m c o = m c w = 90^\circ - \nu$ macht, finden, daß wenn das Fernrohr aus der horizontalen Lage $O c o$ in die geneigte Lage $W c w$ gebracht wird, der Werth des kleinen Winkels $A C g$ nicht mehr wie in (§. 146. V) $= \omega \operatorname{tang} \psi$, sondern vielmehr ohne merklichen Fehler $= \nu \operatorname{tang} \frac{1}{2} \psi \operatorname{tang} \psi + \omega \operatorname{tang} \psi$ seyn wird, wo demnach der Theil $\nu \operatorname{tang} \frac{1}{2} \psi \operatorname{tang} \psi$ oder auch $\nu (\sec \psi - 1)$ die von (II) herrührende Correction bezeichnet.

Sehste

Setzte man demnach auch z. B. $v = 1^\circ = 3600''$, und $\psi = 10^\circ$, welcher letztere Fall gewiß sehr selten seyn wird, so wird doch $v \operatorname{tang} \frac{1}{2} \psi \operatorname{tang} \psi$ nur erst $55''$, also noch keine ganze Minute betragen. Gewöhnlich gehen die Neigungswinkel wie ψ nicht über ein paar Grade, und in diesem Fall wird der angeführte Correctionstheil nur wenige Secunden betragen.

V. Um den Werth von v , also den Abweichungswinkel des Fernrohrs von seiner rechtwinklichten Verbindung mit der Umdrehungsaxe $m n$ zu erhalten, müste man wie in §. 148. verfahren, aber jetzt um aus der Gleichung

$$A C g = x = v \operatorname{tang} \frac{1}{2} \psi \operatorname{tang} \psi + \omega \operatorname{tang} \psi$$

beide unbekannte Grössen v und ω zu erhalten, für zwey bekannte Werthe von ψ , den Winkel x nach (§. 148. I.) bestimmen.

Wäre also z. B. für $\psi = \eta$, der Winkel $x = m$, und für $\psi = \zeta$ der Winkel $x = n$ durch Beobachtung gefunden worden, so hätte man die Gleichungen

$$\begin{aligned} m &= v \operatorname{tang} \frac{1}{2} \eta \operatorname{tang} \eta + \omega \operatorname{tang} \eta \\ n &= v \operatorname{tang} \frac{1}{2} \zeta \operatorname{tang} \zeta + \omega \operatorname{tang} \zeta \end{aligned}$$

woraus man v und ω finden könnte, um demnach aus der allgemeinen Gleichung

$$x = v \operatorname{tang} \frac{1}{2} \psi \operatorname{tang} \psi + \omega \operatorname{tang} \psi$$

für jede Neigung ψ den Correctionswinkel x berechnen, und so eine Correctionstafel verfertigen zu können.

VI. Um nicht in jedem Falle nöthig zu haben, die Winkel wie ψ erst besonder nach dem Verfahren S. 146. XI. zu bestimmen, so kann man kürzer auch auf folgende Weise ganz empirisch verfahren.

Nachdem man das Fernrohr in der horizontalen Lage O O nach einer entfernten Verticallinie MR S. 147. IV. gerichtet hat, messe man in dieser Lage das Perpendikel wie wt Fig. VII. und S. 146. XI.

Es ist nicht nöthig, daß dieses Perpendikel $wt = z$ gerade von dem Endpunkte w des Fernrohres auf die Ebene des Werkzeugs herabgefället und gemessen werde, sondern es kann von jeder Stelle des Fernrohres, die aber an der Röhre desselben ein für allemahl durch ein Zeichen bemerkt seyn muß, herabgefället werden. Das Perpendikel mißt man am besten an einem in gleiche Theile getheilten Stäbchen. Ich will sehen, das Perpendikel z halte gerade 12 solcher Theile, für den Fall, daß das Fernrohr die horizontale Lage O O hat.

Nun neige man das Fernrohr, daß das Perpendikel der Ordnung nach 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

solcher Theile fasset, und bestimme nun für jede solche Neigung durch Beobachtung die entsprechenden Winkel $x = A C g$ nach (S. 148. I).

Diese Perpendikel z , mit den zugehörigen Werthen von x , ordne man in ein Täfelchen, so kann nunmehr in jedem Falle, wo für eine gewisse Neigung des Fernrohrs $W w$, das Perpendikel z gemessen worden ist, aus dem Täfelchen sogleich durch Proportionaltheile, der entsprechende Winkel $A C g = x$ hinlänglich genau gefunden werden.

Begreiflich kann das Täfelchen auch construirt werden für die Fälle, daß das Fernrohr über der Horizontalrichtung $O o$ erhoben wird, in welchem Fall die Winkel x oder $A C g$ den vorigen nur entgegengesetzt genommen werden müssen.

VII. Am besten ist es nun freylich, wenn gar keine Correctionen dieser Art bey Ausmessung der Winkel erforderlich sind, und also das Fernrohr genau in einer Ebene, senkrecht auf derjenigen des Werkzeugs, auf und nieder beweglich ist. Von dem Geometer wird sich diese Bedingung an dem in dieser pract. Geom. beschriebenen Winkelmaße, durch Hülfe der Vorrichtung S. 150. und derjenigen S. 136. VI., wodurch das Fernrohr oder auch das Fadenkreuz etwas rechts oder links verschoben werden kann, sehr bald in der nöthigen Genauigkeit darstellen lassen. Hält man

aber diese Vorrichtungen für zu weitläufig, so sind die bisherigen Untersuchungen gewiß nicht ohne Nutzen. Nicht alle Feldmesser sind, wie ich schon öfters erwähnt habe, mit so kostbaren Werkzeugen versehen, an denen alle einzelnen Theile sich durch Schrauben verificiren lassen. Sie müssen also wissen, auch mit minder kostbaren Werkzeugen, richtige Messungen anstellen zu können.