

XIII. Kapitel.

Die Fehler der geometrischen Werkzeuge durch
Versuche ausfindig zu machen.

§. 159.

Ein jeder Geometer, der bey wichtiger Messungen etwas richtiges leisten will, wird vorher die Zuverlässigkeit seiner Werkzeuge prüfen, und deren Fehler zu entdecken suchen. — Insbesondere ist diese Vorschrift bey winkelmessenden Werkzeugen zu empfehlen. Findet man beträchtliche Unrichtigkeiten, so wird man Rücksicht auf sie nehmen, und einem jeden ausgemessenen Winkel die nöthige Verbesserung geben.

Ich werde nun in diesem Kapitel unterschiedene Methoden erklären, die Fehler eines geometrischen Winkelmessers zu untersuchen, und mich vorzüglich auf das Werkzeug einschränken, welches ich im ersten Theile dieses Buches beschrieben habe. Ein kleines Nachdenken wird einen jeden lehren, wie ähnliche Prüfungen bey andern Winkelmessern anzustellen sind.

Man kann nun überhaupt bey diesem Geschäfte folgende Fragen thun.

Erstens. Ob der eingetheilte Rand eines Winkelmessers seine gehörige Richtigkeit habe, und wenn Fehler in dessen Abtheilungen enthalten sind, an welcher Stelle des Randes sie sich befinden.

Zweitens. Ob die Abtheilungen des Vernier genau sind, und der Vernier den gehörigen Bogen fasse. Auch ob die Indices der Verniere, sowohl der 90 als 96 Theilung, genau in einer geraden Linie liegen.

Drittens. Ob das Fernrohr genau in einer Ebene auf- und nieder beweglich ist, die auf dem Werkzeuge senkrecht steht — dieses zu untersuchen, ist bereits im XI. Kap. gewiesen worden.

Viertens. Ob der Winkelmesser excentrisch sey; dieses sind die wichtigsten Fragen, die man über die Güte eines geometrischen Winkelmessers aufstellen kann. — Folgendes wird nun zeigen, wie dergleichen Prüfungen vorzunehmen sind.

Wie man die Fehler in den Abtheilungen des Randes bestimmen könne.

S. 160. Wenn man bloß zu wissen verlangt, ob Ungleichheiten in den Abtheilungen des Randes vorkommen, so kann dieses oft schon

schon vermittelst eines guten Stangenziirkels unterschieden werden.

Man fasset nemlich, mit aller möglichen Schärfe, einen gewissen Bogen des Randes, z. E. 30° zwischen beyde Spitzen des Stangenziirkels, und prüfet, ob diese Weite durchgehends auf der ganzen Peripherie von gleicher Größe sey. Vorzüglich ist dieser Versuch mit dem Bogen von 90° anzustellen, wodurch man erfährt, ob die ganze Peripherie gehörig in 4 gleiche Theile getheilt worden; Es bedarf keiner Erinnerung, daß man jederzeit die Spitzen des Stangenziirkels genau in die Theilpunkte einsetzen, und sich allenfalls eines Vergrößerungsglases dabey bedienen müsse.

Durch dieses Verfahren findet man, ob wenigstens grobe Fehler in den Hauptpunkten des Randes enthalten sind; Ähnliche Prüfungen werden nun auch auf der 96 Theilung vorgenommen.

Solchergestalt zeigt sich überhaupt, wo Unrichtigkeiten in den Abtheilungen vorgefallen sind, — die Größe derselben ausfindig zu machen, wird nun die Folge ausweisen.

Kleine Fehler in den Theilpunkten des Randes werden sich nun freylich wohl nicht vermittelst des Stangenziirkels entdecken lassen. — Indessen giebt es doch viele Schriftsteller, die

bey der Prüfung des eingetheilten Randes selbst astronomischer Werkzeuge, den Stangenzirkel vorschlagen; DE LA LANDE (*Astronomie* S. 2563.) sagt, man könne sehr gut vermittelst eines Stangenzirkels die Fehler des eingetheilten Randes entdecken.

Warum sollte man sich auch nicht des Stangenzirkels zur Auffuchung wenigstens solcher Fehler bedienen können, welche aus Nachlässigkeit des Künstlers entstanden sind, da man ja selbst den Stangenzirkel zur Theilung des Werkzeugs braucht?

Wie man, vermittelst der Methode S. 135., welche mein Vater zur genauern Ausmessung eines Winkels vorgeschlagen hat, die Fehler in den Theilpunkten eines Randes bestimmen könne.

S. 161. 1. Fig. XVII. Tab. II. stelle den horizontalgestellten Winkelmesser vor; O dessen Mittelpunkt, um den sich das Fernrohr drehet, welches ich hier der Ebene des Werkzeugs parallel, also nicht in einem Gewinde auf- und nieder beweglich, annehme; (Dieses erhält man nach (S. 100.), wenn man die Vorrichtung, um die das Fernrohr auf- und nieder beweglich ist (S. 99. 18), von der Alhidadenregel abnimmt, und dagegen auf die Alhidadenregel ein

ein paar Hülsen, durch die das Fernrohr gesteckt wird (S. 100), befestigt). Die beyden Kreuzlinien im Brennpunkte des Fernrohres seyen so gestellt, daß eine davon auf der Ebene des Werkzeugs senkrecht stehe (S. 134.), mithin bey dem horizontalen Stande des Winkelmessers eine verticale Lage habe.

Der Index des Vernier stehe bey a auf 0° , und das Fernrohr ziele in dieser Richtung ab, genau nach einem Punkte Q, den man auf einer etwa 40 bis 50 Fuß von dem Winkelmesser entfernten Wand verzeichnet hat. Q werde also von der Verticallinie im Brennpunkte des Fernrohres genau bedeckt.

II. Will man nun einen gewissen Bogen des Randes, z. E. den von 0° bis 60° , von 60° bis 120° u. s. w. prüfen, so lasse man das Werkzeug in unverrückter Stellung, löse die Alhidadenregel, und bringe durch Umdrehung derselben das Fernrohr aus der Richtung ab in die cd, so daß bey c der Index des Vernier genau auf 60° stehet; lasse demnächst von einem Gehülfen, den man durch Zeichen und Zurufen bedeutet, ein Blatt Papier, worauf ein anderer Punkt P verzeichnet ist, auf der oberwähnten Wand so lange verschieben, bis P von der Verticallinie im Brennpunkte des Fernrohres cd ebenfalls genau bedeckt wird, so hat man auf diese Art einen
Win:

Winkel POQ abgesteckt, der genau dem Bogen $a c$, oder 60 Graden des Randes zugehört. Das Blatt Papier wird demnächst gehörig an die Wand feste gemacht.

III. Ob aber nun diese 60 Grad des Randes, wahre 60° sind, und ob auf gleiche Weise die Bogen von 60° bis 120° , von 120° bis 180° u. s. w. auf dem Rande des Werkzeugs die gehörige Größe haben, wird sich auf folgende Art entscheiden.

IV. Man lasse das Fernrohr unverrückt auf 60° stehen, und wende nach (§. 135. II.) das ganze Werkzeug, bis dadurch das Fernrohr cd wieder in die Richtung nach Q komme, wie die XVIIIte Figur ausweist, wo dann die Linie $a b$ der XVIIten Figur in die punktirte Richtung $a b$ der XVIIIten kommen wird.

V. Bey dieser zweyten Richtung des Fernrohrs nach Q , wird demnach der Index des Vernier auf 60° stehen, so wie er bey der ersten Richtung des Fernrohrs nach Q , nemlich in der XVIIten Figur auf 0° stand. Um nun zu untersuchen, ob der Bogen von 60° bis 120° auf dem Rande, dem von 0° bis 60° gleich sey, so lasse man die Ebene des ganzen Werkzeugs unverrückt, und bringe durch bloße Umdrehung der Alhidadenregel den Index des Vernier genau an den
Theil:

Theilstrich n des Randes, der zu 120° gehöret. Befestige dann die Alhidadenregel wieder, und visire durchs Fernrohr nm — decket die Verticallinie im Brennpunkte desselben, genau den Punkt P , so ist der Bogen von 60° bis 120° , dem von 0° bis 60° gleich, oder $cn = ac$. Geschiehet dieses aber nicht, sondern die Ziellinie des Fernrohres deckt einen andern Punkt p , so bringe man durch sanfte Umwendung der Micrometerschraube das Fernrohr völlig genau in die Richtung nach P , dergestalt, daß also nm in die Richtung $c'd'$ zu liegen komme.

VI. Nach dieser geringen Verrückung des Fernrohres wird aber der Index des Vernier nicht mehr bey n an dem Theilstriche 120 stehen, sondern sich bey c' befinden, und von n einen gewissen Abstand $c'n$ haben, den man als bekannt wird ansehen können, wenn man die Umdrehungen der Micrometerschraube gezählet hat, die erfordert wurden, das Fernrohr aus der Lage nm , völlig genau in die Richtung nach P zu bringen, und solche in Minuten und Secunden verwandelt. Ich will also den Abstand $c'n$, als Maasß des kleinen Winkels nOc' oder Pop , $= \alpha$ nennen.

VII. In diesem Abstände α von dem Theilpunkte 120 , lasse man bey c' den Index unverrückt, bringe erstlich durch Wendung
des

des ganzen Werkzeugs daß Fernrohr wieder in die Richtung nach Q, und dann durch bloße Umdrehung der Alhida: benregel den Index auf 180° ; Ist dann bey dieser Lage das Fernrohr nicht genau nach P gerichtet, so untersuche man wieder, wie viel Minuten und Secunden der Index von dem Theilstriche 180 abstehet, nachdem durch eine sanfte Umdrehung der Micrometerschraube das Fernrohr genau die Richtung nach P erhalten hat. Ich will nun den am Ende dieser Operation von dem Theilstriche 180 gefundenen Abstand des Index $= \beta$ nennen.

VIII. Durch Fortsetzung solcher Operationen sey also am Ende der vierten Operation der Abstand des Index von dem Theilstriche, der zu 240° gehört $= \gamma$.

Am Ende der fünften Operation der Abstand von dem Theilstriche, der zu 300° gehört $= \delta$.

Am Ende der sechsten des Index Abstand von dem Theilstriche $360 = \varepsilon$.

IX. So wird man aus den durch Hülfe der Micrometerschraube gefundenen Abständen $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, nicht allein die eigentliche Größe des Winkels POQ, dem bey der ersten Operation der Bogen von 0° bis 60° zugehörte, sondern auch die wahre Größe der Bogen von 60°

60° bis 120°, von 120° bis 180° u. s. w. bestimmen können.

X. Nennet man nemlich den Winkel POQ, oder den Bogen von o bis 60° auf dem Rande = a, ferner die Bogen

von o bis 120 = b

von o — 180 = c

von o — 240 = d

von o — 300 = e

so erhellet, weil vom Anfange einer jeden Operation bis ans Ende derselben, das Fernrohr immer um den Winkel POQ = a gedrehet worden, daß vom Anfange der ersten Operation bis ans Ende der zweiten, das Fernrohr, oder der Index auf dem Rande, den Bogen 2 a beschrieben haben wird. Da aber am Ende der zweiten Operation der Index den Abstand α vom Theilpuncte 120 hatte, und die Weite von o° bis 120° = b gesetzt worden, so erhellet, daß vom Anfange der ersten bis ans Ende der zweiten Operation auch der Bogen $b + \alpha$ wird beschrieben worden seyn. Daß also am Ende der zweiten Operation seyn müsse

$$b + \alpha = 2 \cdot a.$$

Auf gleiche Weise erhellet, daß am Ende der dritten Operation seyn werde

$$c + \beta = 3 \cdot a.$$

Am Ende der vierten Operation $d + \gamma = 4 \cdot a$

der fünften — — $e + \delta = 5 \cdot a$

der sechsten — — $360^\circ + \varepsilon = 6 \cdot a$

Nemz

Nemlich am Ende der letzten Operation hat der Index den ganzen Umkreis, und noch überdem den kleinen Bogen ε durchlaufen.

Ich habe hier zwar angenommen, daß am Ende einer jeden Operation der Index rechter Hand der Theilstriche, 120, 180 u. s. w. gestanden habe, daß folglich die Werthe von α , β , γ , δ , ε , positiv seyen. Es erhellet aber, daß auch einige von diesen Werthen negativ seyn würden, wenn am Ende einer gewissen Operation der Index linker Hand der erwähnten Theilstriche gestanden hätte.

XI. Aus der Gleichung $360^\circ \pm \varepsilon = 6 \cdot a$ findet man nun erstlich $a = \frac{360^\circ \pm \varepsilon}{6} = 60^\circ \pm \frac{1}{6} \varepsilon$.

Es würde also, wenn am Ende der letzten Operation nicht $\varepsilon = 0$ gefunden worden wäre, der Bogen auf dem Rande von 0 bis 60 nicht genaue 60° halten, sondern um den Werth $\frac{1}{6} \varepsilon$ größer oder kleiner, als 60° seyn.

Dieser Werth von a nun in die übrigen Gleichungen substituirt, giebt

$$b = 120^\circ + \frac{2}{3} \varepsilon - \alpha$$

$$c = 180^\circ + \frac{3}{3} \varepsilon - \beta$$

$$d = 240^\circ + \frac{4}{3} \varepsilon - \gamma$$

$$e = 300^\circ + \frac{5}{3} \varepsilon - \delta$$

woraus man also die wahre Größe der Bogen von 0° bis 120° , von 0° bis 180° u. s. w. findet.

Die

Die Werthe von $b - a$, $c - b$, u. s. w. geben dann die Größe der Bogen von 60° bis 120° von 120° bis 180° u. s. w., und zeigen, ob jeder dieser Bogen genaue 60° halte, oder nicht.

XII. Ex. Bey einem Winkelmesser, dessen Radius 6 Zoll war, habe ich solchergestalt den Versuch angestellt, und folgende Werthe gefunden.

$$\alpha = + 2' . 10''$$

$$\beta = - 2' . 30''$$

$$\gamma = - 3' . 0''$$

$$\delta = 0' . 0''$$

$$\varepsilon = + 4' . 0''$$

Diese geben demnach

$$a = 60^\circ . 0' . 40''$$

$$b = 119 . 59 . 10$$

$$c = 180 . 4 . 30$$

$$d = 240 . 5 . 40$$

$$e = 300 . 3 . 20$$

Dieser Winkelmesser hatte also in den Theilpunkten 60 , 120 , 180 u. s. w. merkliche Fehler. Da er auf einer gewöhnlichen Theilscheibe getheilt worden, so konnte ich schon zum voraus vermuthen, daß es mit dessen eingetheilten Rande nicht so ganz richtig seyn möchte; Ich habe mir nicht die Mühe gegeben, auch die übrigen Abtheilungen zu prüfen. — Es erhellet indessen, daß auf eine ähnliche Art ein jeder Bo:

Bogen des Randes, dessen Größe ein aliquoter Theil von 360° ist, sich wird berichtigen lassen.

Noch muß ich erinnern, daß ich bey diesem Verfahren, weil der Winkelmesser keine Micro-meterschraube hatte, mich einer andern Methode bedienet habe, die Werthe von α , β , γ , u. s. w. ausfindig zu machen. PQ Fig. XVIII. war nemlich eine auf einer Wand gezogene gerade Linie, die Punkte P, Q, lagen in dieser Linie, und um sie waren kleine Kreise gezogen um sie besser erkennen zu können. POQ war ohngefähr ein gleichschenklichtes Dreyeck, dessen Seiten OP, OQ, QP, mit aller möglichen Vorsicht gemessen worden waren, um dadurch den Winkel P zu berechnen. Auf die gezogene Linie PQ, wurde nun auf beyden Seiten des Punktes P eine gewisse Menge von Zollen gesetzt, und durch senkrechte Striche jeder in 4 gleiche Theile getheilet.

Wenn nun der Index des Vernier an einen der oberwähnten Theilstriche 60, 120 u. s. w. des Randes gebracht worden war, und des Fernrohrs Ziellinie alsdann nicht genau den Punkt P bedeckte, sondern z. E. an einen andern Punkt P hintraf, so wurde untersucht wie viel Zolle und Theile desselben zwischen P und p enthalten waren; Theile eines Zolles, die kleiner als ein $\frac{1}{4}$ Zoll waren, konnten sehr gut geschätzt werden, da die Theilstriche auf Pp
durchs

durchs Fernrohr sehr kenntlich waren; Auch wurde angemerkt, ob p linker oder rechter Hand P fiel.

Aus den Linien OP, Pp, und dem Winkel P, wurde demnächst der kleine Winkel $POP = \alpha$, oder β u. s. w. berechnet, folglich eben das geleistet, was im vorhergehenden durch die Micrometerschraube geschah, (VI); nemlich, die Größe des kleinen Bogens d'm, oder c'n in Minuten und Secunden bestimmt, so genau als es die geringe Größe des Werkzeugs verstattete.

XIII. Diese Methode, die Werthe von α , β u. s. w. zu finden, möchte in der That wohl noch zuverlässiger seyn, als die erstere, wozu man sich der Micrometerschraube bediente. Aber sie ist etwas weitläufiger, und erfordert eine genaue Messung der Größen OQ, QP, OP, Pp, und eine jedesmahlige Berechnung des Winkels POP, In dem Exempel (XII) waren in Zollen $OP = 724,4$; $OQ = 699,0$; $PQ = 712,0$.

XIV. Was nun überhaupt bey dem ganzen Verfahren für Vorsichten zu beobachten sind, davon ist bereits S. 136. geredet worden. Uebrigens habe ich noch zu erinnern, daß die Kreuzlinien im Brennpunkte des Fernrohrs, sehr zart ins Glas gerissen seyn müssen, damit sie in der Ferne einen so kleinen Punkt, als mög-

möglich, decken, mithin der Schätzung sehr kleiner Theile auf dem Raume Pp, nicht hinderlich fallen (oder man muß, wenn die Kreuzlinien aus Silberfäden bestehen (S. 104), sich der Gränze eines solchen Fadens zum Visiren bedienen, und die Theile auf Pp dadurch abschneiden lassen, S. 104. am Ende). Endlich muß man nie vergessen, sich eines Vergrößerungsglases zu bedienen, wenn der Index des Vernier an die Theilstriche des Randes gebracht wird. Auch ist es der Richtigkeit des Verfahrens sehr zuträglich, wenn die Punkte P, Q, so stark, als möglich, erleuchtet sind; Daher man am sichersten verfährt, wenn P, Q, schwarze Punkte auf einer weißen Fläche sind.

XV. Bei Prüfung beweglicher astronomischer Werkzeuge würde die bisher beschriebene Methode gleichfalls mit Nutzen gebraucht werden können, und noch eine weit größere Genauigkeit verstatten, theils wegen des festern Standes derselben, theils auch, weil die Größe derselben eine genauere Bestimmung der Werthe α , β , γ u. s. w. zuläßet.

William Lax (Philos. Transactions Year 1809.) hat sich einer ähnlichen Methode bedient, die Fehler in den Abtheilungen eines Winkelmessers zu bestimmen.

Noch ein Verfahren, die Ungleichheiten in den Abtheilungen eines Randes zu entdecken.

§. 162. Es erhellet, daß dieses geschehen könne, wenn man auf dem Rande eines Winkelmessers zwey Gattungen von Abtheilungen hat, eine, wo der Quadrant in 90 Theile, und eine andere, wo er in 96 Theile getheilt ist. Wenn man nemlich den Index des Vernier der 90 Theilung an einen gewissen Theilstrich des Randes gebracht hat, so gebe man acht, was alsdann der Index des Vernier der 96 Theilung weiset; reducire die 96 Theilung auf Grade, Minuten u. s. w. und vergleiche das Resultat mit demjenigen, was der Index der 90 Theilung gab. Findet sich ein beträchtlicher Unterschied, so erhellet, daß in einer von beyden Abtheilungen des Randes ein Fehler stecken müsse, daß also die erwähnten Theilpunkte, an denen die Indices gestanden haben, eine Correction bedürfen, deren Werth man entweder nach dem vorhergehenden §, oder nach andern Methoden bestimmen kann.

Wie die beyden äußersten Theilstriche des Vernier zur Berichtigung der Gradabtheilungen dienen können.

§. 163. Man bringe den Index des Vernier genau an einen gewissen Theilstrich des Randes

Randes. — Dann muß zu gleicher Zeit auch der letzte Theilstrich des B. an einen Theilstrich des Randes passen; und wenn dieß nicht durchgehends statt findet, man mag den Index, an welchen Theilstrich man will, bringen, so sind zuverlässig Ungleichheiten in den Abtheilungen des Randes.

Gesetzt, der Vernierbogen sey 31 Graden des Randes gleich, so muß, wenn der Index des B. genau an des Randes Theilstrich 31 gebracht wird, der letzte Strich des Vernier genau an den Theilstrich 0 des Randes passen, wenn alles seine gehörige Richtigkeit hat.

Gesetzt nun, man brächte den Index des Vernier an den Theilstrich 62 des Randes, so muß der letzte Strich des Vernier genau an den Theilstrich 31 des Randes passen. Geschiehet dieses nicht, so kann man vermittelst der Micrometerschraube, finden, um wie viel Minuten zc. der letzte Strich des Vernier von dem Theilstriche des Randes, an den er eigentlich passen müßte, abstehet, um wie viel folglich der Bogen des Randes zwischen beyden Theilstrichen 31 und 62, größer oder kleiner ist, als der Bogen zwischen den Theilstrichen 0 und 31;

So kann man also vermittelst der beyden äußersten Theilstriche des Verniers und durch Hülfe

Hülfe der Micrometerschraube, sehr viele Unrichtigkeiten in den Abtheilungen eines Randes entdecken.

Gebrauch der Micrometerschraube, die Unterabtheilungen in einzelne Grade zu prüfen.

§. 164. Wenn man sich auf die Richtigkeit der Micrometerschraube verlassen kann, und den eigentlichen Werth ihrer Schraubengänge weiß, so kann man auf folgende Art die Gradabtheilungen des Randes berichtigen.

I. Man bringe den Index des Vernier an einen gewissen Theilstrich des Randes, z. E. an den Theilstrich a (Fig. XIX.). Wende nun die Micrometerschraube herum, bis der Index an den nächstfolgenden Theilstrich b gerückt ist, und verwandele die gezählten Umdrehungen der Micrometerschraube in Minuten u. s. w. Geben diese nun genau so viel, als der Bogen a b eigentlich betragen müßte, so ist die Entfernung der beyden Theilpunkte a, b richtig,

II. Um nun die Weite bc der folgenden beyden Theilpunkte zu prüfen, so drehe man erstlich die Micrometerschraube wieder rückwärts, bis der Index wieder von b nach a gerückt ist; dadurch kommen in die weibliche Schraube wieder diesel-

ben Gänge der männlichen, und dieß ist nothwendig, wenn man die Weite bc prüfen, und mit ab vergleichen will; Bediente man sich dieser Vorsicht nicht, so wäre zu befürchten, daß die etwanige Ungleichheit anderer Schraubengänge der Richtigkeit des Verfahrens nachtheilig seyn möchte.

III. Nachdem dieß geschehen, löse man die Alhidadenregel, und bringe durch bloße Umwendung derselben, den Index des Vernier an den Theilpunkt b , befestige alsdann die Alhidadenregel wieder, und treibe durch Umdrehung der Micrometerschraube den Index von b bis an den nächsten Theilstrich c , so wird sich zeigen, ob man von b bis c so viel Umdrehungen der Micrometerschraube bekommt, als man von a bis b erhalten hatte, ob folglich $bc = ab$ sey. In dem entgegengesetzten Falle wird der Unterschied angemerkt, und künftig bey Messung der Winkel allemahl in Rechnung gebracht.

IV. Auf diese Art erhellet, wie eine ganze Reihe von Theilpunkten berichtigt werden könne, und zwar sehr genau, wenn man 1) immer einerley Schraubengänge braucht, und 2) den Werth derselben in Minuten *zc.* weiß. Wir haben zwar schon S. 101. ein Mittel angegeben, den Werth der Schraubengänge zu bestimmen, da aber dieses zu gegenwärtiger Absicht

sicht nicht zureichend genau ist, so pflegt man sich auch folgender Methode zu bedienen.

Den Werth der Umdrehungen einer Micrometerschraube zu bestimmen,

§. 165. I. Es sey (Fig. XX.) ik ein auf dem Felde vertical abgesteckter Maasstab, auf dem man seine Abtheilungen in Zolle u. s. w. verzeichnet habe. c sey der Mittelpunkt des von dem Stabe entfernten und vertical gestellten Winkelmessers, dessen Fernrohr af , genau horizontal, nach dem Stabe ik gerichtet worden.

Man bemerke nun, was die Ase des Fernrohres, oder die horizontale der beyden Kreuzlinien im Brennpunkte desselben, bey h für einen Theilstrich auf dem verticalen Maasstabe abschneidet, oder wenn die Richtung af , nicht genau auf einen Theilstrich h trifft, so schätze man nach dem Augenmaasse, wie viel Theile eines Zolles zwischen der Ase und dem zunächst bey der Ase liegenden Theilstriche enthalten sind.

II. Man drehe nun die Micrometerschraube herum, bis die Ase des Fernrohres in die Lage eb kömmt, und auf dem verticalen Stabe bey g einen andern Theilstrich abschneidet, und beobachte in dem Fernrohre die Anzahl der zwischen g , h , enthaltenen Zolle z . Messe dem:

demnächst die Weite $ch = nk$, und berechne aus den Größen gh , ch , in dem rechtwinklichten Dreiecke chg , den Winkel $gch = ace$. Diesem gehören nun so viel Umdrehungen der Micrometerschraube zu, als man nöthig hatte, das Fernrohr aus der horizontalen Richtung af , in die Lage eb zu bringen; diesen Winkel dividire man mit der gefundenen Menge von Umdrehungen, so bekömmt man den Werth einer Umdrehung in Minuten und Secunden.

III. Da man das Fernrohr aus der horizontalen Richtung af , nur um so viel erhöhen wird, daß, wenn die Ase des Fernrohrs nach g gerichtet ist, auch h noch in dem Fernrohre erscheine, und übrigens auch die Weite ch immer ziemlich groß, in Vergleichung mit gh , genommen werden muß, so erhellet, daß der Winkel gch immer nur klein seyn werde; daher kann man $\text{tang } gch = gch$, (Trig. S. VII.) setzen, dieß giebt demnach wegen tang

$$gch = \frac{gh}{ch};$$

$$gch = \frac{gh}{ch} \text{ oder in Secunden}$$

$$gch = \frac{gh}{ch} \cdot 206264.$$

Gehören

Gehören nun diesem Winkel m Umdrehungen der Micrometerschraube zu, so ist der Werth einer Umdrehung $= \frac{gh}{m \cdot ch} \cdot 206264$

Ex. Bey Prüfung der Micrometerschraube an meines Vaters Astrolabio hatte ich gemessen $ch = 567$ Zoll, und fand $gh = 10,6$ Zoll; $m = 4$, 1 Umdreh. also

$$\log gh = 1,0253059$$

$$\log 206264 = 5,3144252$$

$$6,3397311$$

$$\text{abgez. } \log m \cdot ch = 3,3663670$$

$$\text{läßt } 2,9733641$$

wozu die Zahl 940 gehöret, also ist

$$1 \text{ Umdr.} = 940'' = 15' \cdot 40''$$

$$0,1 \text{ Umdr.} = 94'' = 1' \cdot 34''$$

IV. Es versteht sich, daß man, wegen der bey Messung der Größen gh , ch , vorkommenden kleinen Unrichtigkeiten, es nicht bey einem Versuche bewenden lassen, sondern aus mehreren ein Mittel nehmen wird; Man könnte auch leicht berechnen, um wie viel sich der Werth

einer Umdrehung, oder die Größe $\frac{gh \cdot 206264}{m \cdot ch}$

verändern würde, wenn man gh , ch , etwas falsch gemessen hätte; da aber diese Untersuchung

chung an sich leicht ist, so brauche ich mich nicht dabei aufzuhalten.

Wenn man gleich den Werth der Umdrehung einer an dem Werkzeuge befindlichen Micrometerschraube nicht kennt, sondern nur die richtige Größe eines gewissen Bogens auf dem Rande, z. E. den von 5° , weiß, die Unterabtheilungen desselben in einzelne Grade zu prüfen.

§. 166. I. Es sey Fig. XIX. a h ein gewisser Bogen des Randes, von bekannter Größe, der bereits, entweder nach dem Verfahren §. 161., oder auch auf eine andere Art, berichtigt worden. — Man soll die wahre Größe der Unterabtheilungen ab, bc u. s. w., die hier Grade bedeuten mögen, ausfindig machen.

II. Man siehet leicht, daß dieß geschehen könne, wenn die Verhältnisse der Stückgen ab, bc ic. bekannt sind.

Diese können gefunden werden, wenn man die Anzahl der Umdrehungen der Micrometerschraube weiß, die auf ab, bc u. s. w. gehen.

Gesetzt also, die Buchstaben q, r, s, t, u, bezeichnen die Bogen ab, bc u. s. w. und a, b, c, d, e, die Umdrehungen der Micrometerschraube, die auf sie gehen; Der Bogen a h heiße β .

Es

Es ist also der Bogen β in Theile q, r, s, t, u , getheilt, die sich verhalten, wie a, b, c, d, e . Den Werth dieser Theile findet man also nach Art der Gesellschaftsrechnung, wenn man schließet

$$a + b + c + d + e : a = \beta : q$$

$$a + b + c + d + e : b = \beta : r$$

u. s. w.

Dies giebt demnach

$$q = \frac{a \cdot \beta}{a + b + c + d + e}$$

$$r = \frac{b\beta}{a + b + c + d + e}$$

u. s. w.

Wodurch man also die Werthe der Bogen q, r, s, t, u in Minuten oder Secunden findet, je nachdem der Bogen β in Minuten oder Secunden ausgedrückt ist.

Gesezt, es habe sich durch Berichtigung gezeigt, daß $ah = \beta$ genau 5° sey, und vermittelst der Micrometerschraube sey durch wiederholte Versuche gefunden worden.

$$a = 4,2 \text{ Umdr. auf das Stück} \quad ab = q$$

$$b = 4,3 \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad bc = r$$

$$c = 4,1 \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad cd = s$$

$$d = 4,4 \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad de = t$$

$$e = 4,5 \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad eh = u$$

$$S. d. Um. = 21,5 \text{ und } q + r + s + t + u = 5^\circ$$

Also

$$\text{Also } q = \frac{4,2}{21,5} \cdot 5^\circ = \frac{4,2}{21,5} 18000'' = 58' 36''$$

$$r = \frac{4,3}{21,5} \cdot 5^\circ = \frac{4,3}{21,5} 18000'' = 60', 0''$$

So erhellet also, wie man auf diese Art den Werth eines jeden Bogens ab, bc u. s. w. finden könne, wenn man gleich nicht den eigentlichen Werth der Umdrehung der Micro-meterschraube weiß, sondern sich nur auf die Gleichheit ihrer Gänge verlassen kann, welches immer ohne merklichen Irrthum angenommen werden kann; Uebrigens muß hiebei nach dem 164 §. die Vorsicht beobachtet werden, daß bey Prüfung eines jeden Theils ab, bc u. s. w. immer ohngefähr dieselben Gänge der männlichen Schraube, sich in der weiblichen befinden.

Prüfung des eingetheilten Randes. vermittelst eines gleichschenkligen Dreieckes, das man auf dem Felde abstecket.

§. 167. I. Es sey Fig. XXI, ABC ein gleichschenkliges Dreieck, wo $AC = AB = a$, und $CB = b$ genannt werde, so ist nach der bekannten Formel

$$\sin \frac{1}{2} A = \frac{b}{2a} \text{ also}$$

$$b = 2a \sin \frac{1}{2} A.$$

II. Wenn man also A , a , als gegeben ansieht, so läßt sich daraus b berechnen, und dann aus den bekannten Größen a , b , das gleichschenklliche Dreyeck CAB auf dem Felde abstecken, so, daß bey A der gegebene Winkel hinkömmt.

Diesen Winkel messe man demnächst mit dem Werkzeuge, und sehe zu, ob ihn das Werkzeug genau so groß angiebt, als er vermöge des abgesteckten Dreyecks CAB seyn muß. Geschiehet es nicht, so wird man aus dem Unterschiede, die Größe des Fehlers in demjenigen Bogen des Winkelmessers finden, welcher diesen Winkel A maasß, und so erhellet also, wie dadurch ein jeder Bogen des eingetheilten Randes geprüft werden könnte.

III. Dieses Verfahren ist von verschiedenen Schrittstellern empfohlen, und in Ausübung gebracht worden. — Allein meines Erachtens ist es theils ziemlich weitläufig, theils auch müssen die Seiten des gleichschenkllichen Dreyecks mit ausserordentlicher Sorgfalt gemessen und abgesteckt werden, wenn die Prüfung des Werkzeugs ihren erwünschten Erfolg haben soll — denn da kleine Fehler im Abstecken oder Messen der Seiten CA , AB , CB auf den Winkel A Einfluß haben, so könnte es leicht geschehen, daß man dem Werkzeuge eine Unrichtigkeit Schuld gäbe, wenn es nicht genau den

den Winkel A so groß angäbe, als er vermöge des abgesteckten Dreyecks seyn sollte, da doch der Fehler bloß in dem unrichtig abgesteckten Dreyecke liegen würde.

Folgende Betrachtungen werden nun zeigen, wie genau man die Seiten des Dreyecks muß abstecken können, wenn bey gegenwärtiger Prüfung des Werkzeugs keine groben Fehler entstehen sollen.

IV. 1. Weil $\sin \frac{1}{2} A = \frac{b}{2a}$, so ist klar,

daß, wenn sowohl b , als a , um etwas falsch gemessen worden wären, folglich etwas größer, oder kleiner genommen würden, als es die abzusteckende Größe des Winkels A erfordert, auch der Winkel A seine richtige Größe nicht erhalten würde.

2. Man nehme also an, b verändere sich um db (Trig. S. XXVII.), a um da , wo folglich db , da , die Fehler bedeuten können, die in Messung der Größen b , a , vorgefallen sind, so wird sich auch A um eine gewisse Größe dA verändern. Um also dA aus db , da zu finden, verfähre man auf folgende Art.

3. Weil $\sin \frac{1}{2} A = \frac{b}{2a}$ so ist

4. $\log \sin \frac{1}{2} A = \log b - \log a - 1$

5. Mit:

5. Mit hin $d \log \sin \frac{1}{2} A =$
 $d \log b - d \log a - d \log 2.$

6. Nun ist aus (Trig. S. XLVII. 1.) den dortigen Winkel $a = \frac{1}{2} A$ gesetzt, $d \log \sin \frac{1}{2} A = \frac{1}{2} B \cdot d A \cot \frac{1}{2} A.$

7. Ferner aus Trig. S. XLVI. (das dortige x hier $= a$ oder $= b$ gesetzt) $d \log a = \frac{B da}{a}$; $d \log b = \frac{B db}{b}.$

8. Weil die Zahl 2 als unveränderlich angesehen wird, so ist $d \log 2 = 0$ (Trig. S. XXXI).

9. Die Werthe (6. 7. 8.) in die Gleichung (5) substituirt, und durchgängig mit B dividirt, geben

$$\frac{1}{2} d A \cot \frac{1}{2} A = \frac{db}{b} - \frac{da}{a} \text{ oder}$$

$$d A = 2 \frac{db}{b} \text{ tang } \frac{1}{2} A - \frac{2 da}{a} \text{ tang } \frac{1}{2} A.$$

10. Aus dieser Gleichung findet man also die Veränderung des Winkels A, wenn man annimmt, daß die Seiten b, a, um die Werthe db, da falsch gemessen worden wären.

Nur ist zu bemerken, daß der Werth d A hier in Decimaltheilen des Sin. tot. gefunden wird; Verlangt man diesen kleinen Winkel d A in Secunden, so muß man den Ausdruck rech-

ter

ter Hand des Gleichheitszeichens in (9) noch mit der bekannten Zahl 206264 multipliciren.

Ich werde das erste Glied rechter Hand des Gleichheitszeichens in (9) $= x''$ und das zweite $= y''$ der Kürze halber nennen, also $dA = x'' - y''$ setzen.

11. In der Formel (9) können nun da , db , nach Gefallen, bald bejaht, bald verneint, genommen werden. So wie sie da steht, zeigt sie die Aenderung des Winkels, wenn beyde Seiten a und b zu groß gemessen worden, also da und db bejaht wären. Je nachdem nun für dA etwas bejahtes oder verneintes herauskömmt, wird dieses anzeigen, daß der abzusteckende Winkel zu groß oder zu klein ausfällt, und also um den Werth dA falsch abgesteckt wird, wenn die Seiten a , b um die Werthe da , db unrichtig genommen sind.

12. Wären die Schenkel $CA = AB = a$ richtig gemessen worden, mithin $da = 0$, so hätte man bloß $dA = x''$.

13. Wäre aber $CB = b$ richtig gemessen, und bloß $CA = AB$ um da zu groß genommen worden, so hätte man $db = 0$, also $dA = -y''$, oder wenn $CA = AB$ zu klein genommen wäre, $dA = +y''$, weil alsdann da negativ seyn würde.

Ex. Gesezt, der Winkel A sollte 'genau 60° seyn und $CA = AB = 5$ Ruthen $= 5000$ Linien, so müßte man auch CB genau $= 5000$ Linien nehmen. Ich will nun sehen, man habe im Abstecken von CA, um eine Linie, und eben so im Abstecken von b, um so viel gefehlt, und zwar sehen

I) Fall. Die Seiten alle zu groß gemessen worden; also $da = db = + 1$ Linie, so würde für diesen Fall $x'' = y''$, also

$$dA = x'' - x'' = 0,$$

d. h. der Winkel A würde demohingeachtet richtig abgesteckt werden.

II) Wäre aber a zu groß, und b zu klein gemessen worden, also $da = + 1$; $db = - 1$ so würde $dA = - x'' - x'' = - 2x''$ also der Winkel A um $- 2x''$ zu klein ausfallen.

III) Wäre endlich a zu klein, b aber zu groß gemessen worden, so wäre $da = - 1$; $db = + 1$ also $dA = x'' + x''$ mithin A um $2x''$ zu groß abgesteckt.

Der absolute Werth von x'' oder y'' würde für das gegenwärtige Beispiel, wegen $da = db = 1$, $a = b = 5000$ und $A = 60^\circ$,

$$\text{folgender } x'' = \frac{1}{2500} \text{ tang } 30^\circ, 206264'',$$

welches

welches ich durch Logarithmen $= 47''$ finde. Dies gäbe demnach z. E. für den Fall (III) den Fehler im Winkel A oder $dA = +2 \cdot x''$ oder $1' \cdot 34''$.

14. Aus diesen Betrachtungen wird also zu reichend erhellen, daß, wenn man die Seiten des gleichschenkligen Dreyecks nicht bis auf einzelne Linien genau abstecken kann, und das möchte auf dem Felde wohl ziemlich schwer seyn, der Winkel A auch höchstens nur innerhalb 1 bis 2 Minuten als richtig anzunehmen seyn wird; vorausgesetzt, daß A nicht größer, als etwa 60° , und die Schenkel CA, AB, 5 Ruthen groß genommen werden; denn es erhellet, daß dA noch beträchtlicher würde, als in dem gegebenen Beispiele, wenn man den Winkel A größer als 60° , und a kleiner als 5 Ruthen nähme.

15. Je größer man a, b, nimmt, desto kleiner werden die Größen $\frac{db}{b}$; $\frac{da}{a}$, für einerley db, und da; desto kleiner wird also auch dA oder der Fehler im Winkel A; Man könnte aber glauben, wenn man die Seiten des Dreyecks, CA und AB, sehr groß machte, daß alsdann der Winkel A mit größerer Zuverlässigkeit abgesteckt werden würde: Allein man muß überlegen, daß bey Absteckung

ckung sehr langer Linien, auch größere Fehler vorkommen, mithin die Werthe von db , da , auch beträchtlicher werden (§. 46. V.), so daß dem ohnerachtet in dem Winkel A keine größere Schärfe zu erwarten steht.

V. Läßt sich also, vermittelst des bisherigen Verfahrens, der Winkel A höchstens nur bis auf 2 Minuten genau abstecken, so wird man auch wohl nach dem Verfahren (II) keine Fehler des eingetheilten Randes entdecken, welche kleiner als 2 Minuten sind, wenn man auch sonst in Stellung des Werkzeugs, und Beobachtung des Winkels noch so vorsichtig verführe.

In dem einzigen Falle, wo A nicht sehr groß ist, z. E. nur 5 bis 10 Grad betrüge, läßt das bisherige Verfahren einige Genauigkeit zu. Denn wenn man da auch kleine Fehler im Abstecken der Linien CA , CB , AB , begienge, so würden sie auf den Winkel A doch nicht so großen Einfluß haben, als wenn A z. E. 80 oder mehrere Grade hielte, wie auch aus der für da gefundenen Formel erhellet, wo offenbar da abnimmt, wenn A kleiner wird.

Wenn man also nur einen kleinen Bogen des Randes prüfen will, so mag man sich der bisherigen Methode bedienen. — In andern Fällen verstattet sie aber nie die gehörige Schärfe,

fe, und leistet mit weit größerer Mühe und Zeitverlust kaum mehr als ein Stangenzirkel.

Anmerkung.

S. 168. Die bisher beschriebenen Methoden mögen einigermaßen zeigen, was man bey Prüfung des eingetheilten Randes eines Winkelmessers zu beobachten hat. — Man wird leicht begreifen, daß diese Arbeit eben keine der angenehmsten ist, und eine sehr große Sorgfalt des Geometers erfordert. Indessen kann ich aus Erfahrung versichern, daß die erwähnten Prüfungsmethoden, mit einander verbunden, sicher zum Endzweck führen. Ich habe mich derselben sowohl zur Prüfung geometrischer, als astronomischer Werkzeuge bedient. Bey Winkelmessern mit einer so genauen Eintheilung als sie jetzt ein Reichenbach liefert, fallen dann freylich Prüfungen, wie die bisherigen, grossentheils weg; Aber einem Geometer welcher dergleichen Werkzeuge nicht besitzt, wird das bisherige immer nützlich seyn.

Es versteht sich, daß die solchergestalt entdeckten Fehler eines Winkelmessers bey der Ausmessung eines Winkels jederzeit in Rechnung gebracht werden müssen, weswegen es gut ist, die entdeckten Fehler in eine Correctionstabelle zu ordnen.

Wie übrigens die gehörige Größe des Vernierbogens, und die Abtheilungen desselben geprüft werden können, davon werde ich weiter nichts beybringen, da einem jeden, der das bisherige wohl verstanden hat, und auszuüben weiß, leicht Mittel einfallen werden, die bereits berichtigten Theilpunkte des Randes ferner zur Berichtigung der Vernierabtheilungen zu gebrauchen.

Ob die Indices der beyden Vernierabtheilungen in einer einzigen geraden Linie liegen, die durch des Werkzeugs Mittelpunkt gehet, davon kann man sich versichern, wenn man die Indices an solche Theilstriche der beyden Abtheilungen des Randes bringt, die vermöge der Natur dieser beyden Eintheilungen, in eine gerade Linie fallen müssen, dergleichen sind z. E. auf der 96 Theilung die Theilstriche.

0, 16, 32, 48, 64, 80, 96 u. s. w.
welche mit folgenden Theilstrichen der 90 Theilung

0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 u. s. w.
in der Ordnung, wie sie hier unter einander stehen, in eine einzige gerade Linie fallen, vorausgesetzt, daß die ersten beyden 0, 0, in einer einzigen geraden Linie liegen; bringt man also den Index des B. der 90 Theilung nach der Ordnung an die Theilstriche 0, 15, 30, u. s. w., so wird der Index des B. der 96 Theilung genau an die Theilstriche 0, 16, 32 u. s. w.

der 96 Theilung passen müssen, wenn die Indices in einer geraden Linie liegen, und übrigens, wie dabey zum vorausgesetzt wird, die oberwähnten Theilstriche des Randes an sich nicht fehlerhaft sind, welches, wo nicht bey allen, doch wenigstens bey den meisten, immer angenommen werden darf.

Wie man untersuchen könne, ob ein Winkelmesser excentrisch sey.

§. 169. I. Um diese Untersuchung anzustellen, ist wohl die erste Probe, daß man nachsieht, ob der Bogen, der die Vernierplatte begrenzt, von dem Bogen des eingetheilten Randes immer gleich großen Abstand habe, mithin bey Umdrehung der Alhidadenregel, dem Bogen des Randes vollkommen parallel bleibe, oder nicht. Den Abstand zwischen dem Vernierbogen, und dem Umkreis des Randes kann man sehr genau mit einem Haarzirkel fassen, und demnächst gar leicht prüfen, ob dieser Abstand in verschiedenen Lagen des Vernierbogens durch den ganzen Umkreis des Winkelmessers, sich immer gleich verbleibt.

Geschiehet dieses, so wird sich die Alhidadenregel um den wahren Mittelpunkt des Randes drehen. —

II. Im Gegentheile aber muß man durch Versuche ausmachen, an welchen Stellen des Randes

Randes der erwähnte Abstand am größten oder kleinsten ist; dieß giebt Mittel, die Größen c , α (S. 96.) ausfindig zu machen, mithin die bey einem excentrischen Werkzeuge jedesmal vorzunehmende Correction zu bestimmen. Man sehe hierüber Bohnenbergers Anleitung zur geographischen Ortsbestimmung, Göttingen 1795. S. 32. Ich will mich aber bey dieser Untersuchung nicht länger aufhalten, weil ich dem Mechanico die Geschicklichkeit zu trauen kann, die Bewegung der Alhidadenregel um den wahren Mittelpunkt zu veranstalten.

III. Wenn ein Winkelmesser aus einem ganzen Kreise bestehet, und die Alhidadenregel desselben mit zwey Vernieren versehen ist, so daß man die Größe eines Winkels an zwey um einen Durchmesser des Werkzeugs von einander entfernten Stellen des Randes, durch jeden doppelten Vernier bestimmen kann, so lehret Herr Zach im III. Hefte des Hindenburgischen Archivs der reinen und angewandten Mathematik, wie man durch einen solchen Winkelmesser auch wenn er excentrisch wäre, nicht allein die wahre Größe des auszumessenden Winkels, sondern auch durch einige Beobachtungen diejenigen Größen bestimmen könne, aus denen man nachher die von der Excentricität herrührende Correction durch Hülfe eines berechneten Tafelchens finden kann.

IV. Wenn man ein Werkzeug selbst theilen will, so muß man vorher aus der Platte des einzutheilenden Winkelmessers das runde Loch O (Fig. XIX.) bohren lassen, in welches der konische Zapfen (S. 99. 14.) kömmt, um den sich die Alhidadenregel drehet. — Nun läßet man ein eben so großes rundes Stück Messing R, in gleicher Dicke mit der Platte des Winkelmessers drehen, dergestalt, daß R genau die Oeffnung O ausfüllt, bestimmt hierauf durch einen feinen Punkt r genau den Mittelpunkt auf der Scheibe R, welches nicht schwer seyn wird. Wenn man nun den Umkreis auf die Platte des Winkelmessers reißen will, so befestigt man dieselbe durch ein paar Handschrauben, auf einen Tisch, oder sonst eine ebene Fläche, füllt alsdann die Oeffnung O mit der Scheibe R aus, und reiñet demnächst aus dem Mittelpunkt r, den Umkreis ab chma des einzutheilenden Winkelmessers.

V. Auf diese Art kann man überzengt seyn, daß der Mittelpunkt des eingetheilten Randes auch zugleich der Umdrehungspunkt der Alhidadenregel seyn werde. Dieses Verfahren ist offenbar nothwendig weil es sonst kaum möglich seyn wird, eine genaue centrische Bewegung der Alhidadenregel zu erhalten; Wollte man das Zapfenloch O erst nachher bohren, wenn der Umkreis des Randes schon gerissen, und getheilt ist, so wird man es nie ohne große Mühe

Mühe und Sorgfalt dahin bringen, daß der Mittelpunkt dieses Lochs, mit dem Mittelpunkte des eingetheilten Randes einerley sey.

Diese nöthige Bemerkung muß dem Verfahren des 89. Ses noch bengefügt werden.

VI. Die Mechaniker pflegen, ehe sie einen Rand abtheilen, bereits alle Vorrichtungen zur Bewegung der Alhidadenregel um des Werkzeugs Mittelpunkt, fertig zu haben. Um nun den Umkreis zur Eintheilung zu reißen, führen sie die Alhidadenregel um den Zapfen, um welchen sie sich dreht, und mit ihr zugleich einen Stift, von gehärteten Stahl, der durch eine leicht zu erdenkende Vorrichtung an derjenigen Stelle der Alhidadenregel befestigt wird, wo der Bogen in den Umfang gerissen werden soll. Solchergestalt ist man ebenfalls sicher, daß der gerissene Bogen genau den Umdrehungspunkt der Alhidadenregel zu seinem Mittelpunkt haben wird. Man fängt hierauf die Eintheilung damit an, daß man durch Versuche erstlich den Umfang in 3, 4 oder 6 gleiche Theile theilet, woraus sich denn die übrigen Theile weiter ergeben.

Uebrigens ist die Untersuchung, ob ein Winkelemesser genau centrirt sey, nothwendig vorher vorzunehmen, ehe man an die Prüfung der Abtheilungen des Randes schreitet, denn man

man wird leicht begreifen, daß bey einigen Prüfungsmethoden die centrische Bewegung der Alhidadenregel schlechterdings zum voraus gesetzt wird, oder daß man wenigstens die aus der Excentricität herrührenden Fehler kenne, und sie nicht den Abtheilungen des Randes schuld giebt.

XIV. Kapitel.

Noch einige Mittel, besonders kleine Winkel auf dem Felde zu messen.

S. 170.

Wir haben zwar im vorhergehenden bereits einige Mittel kennen gelernt, kleinere Winkel zu bestimmen, als solche, welche die Abtheilungen des Randes unmittelbar angeben, z. B. Transversallinien, Vernier, Micrometerschraube, die Fischerische Micrometerscheibe u. d. gl. Man bedient sich aber sehr oft einer Art von Micrometern, die man in die Fernröhre der winkelmessenden Werkzeuge anbringt, dergleichen z. B. von dem Mechanikus Brand er u. a. verfertigt worden sind. Es ist daher nöthig, von denselben zu reden, und gesetzt, daß man ein solches