

## VII. K a p i t e l.

Von den zur Ausmessung der Winkel auf dem Felde gehörigen Werkzeugen.

§. 86. Die Größe eines vorgegebenen Winkels auf dem Felde zu bestimmen, ist eine der vorzüglichsten Aufgaben in der praktischen Geometrie. Man hat aber bey diesem Geschäfte alle mögliche Sorgfalt und Genauigkeit zu beobachten, theils, weil wir auf dem Felde keine gar zu großen Werkzeuge bequem gebrauchen können, theils, weil Fehler, die bey Winkeln begangen werden, gewöhnlich weit größern Einfluß haben, als solche, die bey Messung der Linien vorkommen. Es wird daher nothwendig seyn, nicht nur eine genaue Kenntniß der Werkzeuge hier herzubringen, sondern auch die nöthigen Prüfungen und Vorsichten bey ihrem Gebrauche zu zeigen. Zugleich wird es nicht un-dienlich seyn, auch so viel als nöthig, einige Begriffe von ältern Werkzeugen herzubringen, um die Zuverlässigkeit der damit vorgenommenen Messungen einigermaßen beurtheilen zu können. Von dem Gebrauche und der Einrichtung neuerer Werkzeuge werde ich etwas

um:

umständlicher handeln, als gewöhnlich in den Anleitungen zur practischen Feldmefskunst zu geschehen pflegt.

## Allgemeine Begriffe von Winkelmessern.

§. 87. Wenn man die Größe eines Winkels bestimmen will, so verlangt man dessen Werth in Graden, Minuten, und öfters wohl noch in kleinern Theilen.

Die Werkzeuge dazu bestehen hauptsächlich aus folgenden Stücken:

I) Aus einer ebenen Fläche oder Platte, worauf ein Kreis von einem willkürlichen Halbmesser gezogen ist, dessen Peripherie in seine einzelnen Grade, und wo möglich, noch in kleinere Theile eingetheilt worden. Dieser Kreis macht gewöhnlich, während der Messung eines Winkels, den unbeweglichen Theil des Werkzeugs aus.

II) Aus den beweglichen Dioptricalen, oder Fernröhren, die man an der unbeweglichen Platte (I) so anbringt, daß sie sich um den Mittelpunkt des auf ihr beschriebenen Kreises herumdrehen, und nach Gegenständen hinrichten lassen, deren Winkel am Mittelpunkte des Werkzeugs man bestimmen will.

III) Aus dem Gestelle oder Stativ, auf dem die unbewegliche Platte mit ihren Dioptern ruht, und welches zu gleicher Zeit dienet, dem Werkzeuge eine bequeme Stellung zu geben.

Dieses sind im Ganzen die wesentlichen Stücke eines Winkelmessers. Die besondern Einrichtungen dieser einzeln Theile sind aber, in Absicht auf ihre Verbindung, ihren Gebrauch u. s. w. bey verschiedenen Gattungen solcher Werkzeuge, sehr mannichfaltig.

Bei einigen Werkzeugen wird die Größe eines Winkels, unmittelbar auf dem unbeweglichen Theile derselben (I), in Graden, Minuten u. s. w. bestimmt, wie auf den sogenannten Astrolabien u. s. w. Bei andern Werkzeugen erhält man auf der unbeweglichen Platte bloß den Winkel, ohne dessen Größe in Graden und Minuten, wie z. E. auf dem Meßtische, der Scheibe u. s. w. Letztere Werkzeuge haben mit dem Astrolabio wohl die unbewegliche Platte gemein, nur befindet sich auf ihnen kein eingetheilter Kreis. Ich werde nun vorerst die nähere Einrichtung der einzeln Theile eines eigentlichen Winkelmessers oder sogenannten Astrolabii beschreiben.

## Die unbewegliche Platte des Astrolabii.

§. 88. Dieser Theil des Werkzeugs erfordert ohnstreitig die meiste Sorgfalt des Geometers. Es erhellet von selbst, daß der Kreis auf der unbeweglichen Platte des Astrolabii, so genau, als es die Größe des Halbmessers erlaubt, in seine einzeln Grade getheilt seyn müsse. Kleinere Theile, die man wegen der geringen Größe des Halbmessers nicht unmittelbar auf dem Kreise haben kann, erhält man vermittelst eines Vernier, und durch andere Einrichtungen, die ich in der Folge erklären werde.

Da man nämlich bey großen Messungen zugleich auf die Bequemlichkeit siehet, so nimmt man den Halbmesser des Kreises auf der Platte nicht leicht etwa über  $\frac{3}{4}$  Fuß. Da die Platte und noch mehrere Theile eines Astrolabii meistens von Messing verfertigt werden, so würden diese Werkzeuge zu schwer ausfallen, und daher nicht bequem von einer Stelle zur andern gebracht werden können, wenn man dem Kreise einen größern Halbmesser geben wollte. Meistens begnügt man sich mit Winkelmessern, die nur  $\frac{1}{2}$  Fuß im Halbmesser haben; aber den Halbmesser noch kleiner anzunehmen, würde wohl nicht zu rathen seyn, wenn bey Messungen die nur etwas ins Große gehen, die gehörige Genauigkeit soll erhalten werden können.

Ein Kreis, dessen Durchmesser = 1 Fuß ist, hat zu seiner Peripherie 3,1415 Fuß; da nun diese in 360 Theile oder Grade getheilet wird, so ist die Länge eines Grades =  $\frac{1}{360} \cdot 3,1415 = 0,0087$  Fuß oder nicht völlig 1 Linie. Da also in diesem Falle schon die Grade auf dem Rande ziemlich klein ausfallen, so würde es große Schwierigkeit haben, die Länge eines jeden Grades, wieder in 60 Theile oder Minuten unmittelbar zu theilen. Man begnügt sich daher, auf dem Winkelmesser nur die einzeln Grade genau zu erhalten, die kleinern Theile bestimmt man durch den Vernier u. s. w.

Da nun die genaue Eintheilung des Kreises, auf der Platte des Werkzeugs, zu den wesentlichsten Vollkommenheiten eines Winkelmessers gehört, so wird der Geometer diese Theilung lieber selbst vornehmen, als sie von einem Mechanico bewerkstelligen lassen, von dem man nicht immer wissen kann, ob er hiebey allemahl die nöthigen Vorsichten gebraucht. Der Feldmesser könnte zwar die von dem Mechanico gefertigte Eintheilung prüfen, und die entdeckten Unrichtigkeiten bey Messung der Winkel in Betrachtung ziehen, allein die gehörige Prüfung ist oft mit weit größerer Mühe verbunden, als die Theilung des Werkzeugs selbst. Auch ist es unangenehm, beträchtliche Fehler in der Theilung eines Winkelmessers zu entdecken, und sie jederzeit in Rechnung bringen zu

zu müssen. Ich halte daher für nützlich, selbst die Mühe der Eintheilung zu übernehmen, wenn man anders glaubt, zu diesem Geschäfte einige Geschicklichkeit der Hände zu besitzen. Und wie nothwendig ist nicht diese überhaupt bey allen practischen Arbeiten, wobey man einige Genauigkeit verlangt.

Nicht immer stehen einem Feldmesser winkelmessende Werkzeuge in der Vollkommenheit zu Gebote, wie sie von einem Ramsden, Reichenbach, Baumann und andern berühmten Künstlern gefertigt werden. In der That hat man auch bey einer großen Menge von Arbeiten dergleichen kostbare Werkzeuge gar nicht nöthig. Mit Werkzeugen von einer einfachern Zusammensetzung und von minderer Güte, wie sie leicht von gewöhnlichen Künstlern gefertigt werden, lassen sich viel brauchbare Detailvermessungen bewerkstelligen, bey welchen nicht derjenige Grad der Genauigkeit verlangt wird, den grössere Arbeiten erfordern. Aber auch selbst bey großen Landesvermessungen kann nicht jeder untergeordnete Feldmesser mit einem so kostbaren Werkzeuge zum Winkelmessen versehen werden, als womit derjenige, welcher die ganze Messung dirigirt, und dem der möglichst genaue Entwurf des Hauptnetzes, an welches die Detailmessungen sich anknüpfen, übertragen ist, nothwendig versehen seyn muß. Für diese untergeordneten Feldmesser sind Winkelmesser, welche bis auf einige

nige Minuten genau messen, in den meisten Fällen bey weiten hinlänglich, und sie können auch mit diesen, wenn es erforderlich ist, Winkel noch schärfer messen, wenn sie sich der unten (S. 135) gelehrten Methode bedienen wollen. Will man nun die Theilung eines solchen Werkzeugs keinem Künstler überlassen, wenn dieser in Ermangelung einer guten Theilmaschine doch auch nur aus freyer Hand theilen müßte, so wird dasjenige, was ich davon im nächstfolgenden § bringe, immer hinlänglich seyn, den Feldmesser zu belehren, auf welche Punkte er bey einem solchen Geschäfte seine vorzüglichste Aufmerksamkeit zu richten hat. Alle Handgriffe aber zu erzählen, würde zu weitläufig seyn, da eine geschickte Hand und ein vorsichtiges Auge, verbunden mit einiger Uebung, gar leicht die Mittel finden, wenigstens grobe Fehler zu vermeiden.

### Theilung eines Kreises in seine einzeln Grade.

§. 89. I) Zuvörderst muß man bey diesem Geschäfte mit einem guten Stangenzirkel versehen seyn, um den Kreis auf die metallene Platte, die zum Winkelmesser dienen soll, aufzureißen.

Dieses Werkzeug bestehet Fig. XLVI. Tab. III. aus einem viereckigten prismatischen, etwa  
1 Schuh

1 Schuh langen Stäbchen AB, von Messing oder polirten Stahle:  $abcd$ ,  $\alpha\beta\gamma\delta$  sind vier-eckigte messingene Hülßen, in welche genau der prismatische Stab AB passet. Diese Hülßen sind an ihrer untern Fläche mit zwey Ansätzen versehen, an die man sehr scharfe stählerne Spitzen  $i$ ,  $g$  senkrecht anschrauben kann.  $p$  und  $q$  sind ein paar andere Ansätze, durch welche die Stellschraube  $MI$  gehet. Ersterer  $p$  befindet sich am Ende des prismatischen Stabes AB, der zweyte  $q$  ist aber auf der Hülße  $abcd$  befestigt. Die Vorrichtung dieser Stellschraube muß so beschaffen seyn, daß, wenn man sie herumdreht, sie der Hülße  $abcd$ , und folglich dem Stifte  $i$  eine sanfte Bewegung von A gegen B, oder von B gegen A ertheilt.  $b$ ,  $n$  sind Schrauben, wodurch man die Hülßen an dem prismatischen Stabe in einer unverrückten Lage erhalten kann. Löset man die Schraube  $n$  an der Hülße  $\alpha\beta\gamma\delta$ , so läßt sich diese Hülße an dem prismatischen Stabe AB verschieben, wodurch denn die Stiften  $i$ ,  $g$  in eine verlangte Weite von einander gestellt werden können.

Damit sich aber zwischen  $i$ ,  $g$  eine gewisse Weite sehr genau fassen läßt, so dienet dazu die Stellschraube  $MI$ ; Sobald nämlich die Hülße  $\alpha\beta\gamma\delta$ , der  $abcd$  so nahe gebracht worden, daß zwischen  $g$  und  $i$  nur erst ohngefähr die verlangte Weite enthalten ist, so ziehet man die Schraube  $n$  an; Löset hierauf die  $b$  und  
 wen;

wendet die Stellschraube *Ml* herum. Dann wird sich *i*, so wenig man will, verrücken lassen, bis zwischen *i* und *g* die verlangte Weite völlig genau enthalten ist. Wenn alsdann die Schraube *b* wieder angezogen wird, so läßt sich die abgefaßte Entfernung *ig* unverändert erhalten.

Dies ist ohngefähr die Einrichtung eines Stangenzirkels, wie ich ihn für hinlänglich bequem halte. Sonst läßt sich die Einrichtung mit der Stellschraube *Ml* auch auf mehr andere Arten gedenken, die wesentlich von der gegebenen nicht verschieden sind. Der im IVten Bande dieser practischen Geometrie (S. 18. IV.) beschriebene Stangenzirkel scheint noch etwas besser und dauerhafter zu seyn. Auch lassen sich noch Zusätze anbringen z. B. Maafstäbe auf *AB*, durch Hülfe deren man die Spizen *i*, *g*, sogleich in eine verlangte Weite stellen kann, woben denn *Ml* zugleich als Micrometerschraube dienen könnte, sehr kleine Theile des Maafstabes auf *AB* anzugeben u. s. w. Einen solchen micrometrischen Stangenzirkel findet man in dem ersten Supplementsbände zu den Berliner astronomischen Jahrbüchern S. 189.

II) Nun lasse man zwey messingene Platten verfertigen, und solche wohl abschleifen, und etwas mattpolieren. Die erste, die ich in der Folge *A* nennen will, soll den Winkelmesser abgeben,

ben, und genau circulförmig abgerundet seyn. Die zweite B dienet die Abtheilungen auf ihr zu verfertigen, um solche nachher ins Reine auf die Platte A abtragen zu können. Die erstere A kann, wie Fig. LVIII ausweist auch schon sogleich mit den gewöhnlichen Ausschnitten oder Durchbrechungen um den Mittelpunkt herum versehen seyn, damit sie nicht zu schwer ausfalle, und blos einen etwa  $1\frac{1}{2}$  Zoll breiten Rand bilde, der durch die senkrecht auf einander stehen gebliebenen Querstücke C, C, die im Mittelpunkte sich in eine kreisrunde Platte vereinigen, den gehörigen Grad der Unbiegsamkeit oder Spannung erhält. Die Dicke der Platte A, darf bey einem Winkelmesser von etwa 1 Schuh im Durchmesser, wohl nicht weniger als  $1\frac{1}{2}$  pariser Linie betragen.

III) Ist nun die Größe des Halbmessers für den einzutheilenden Umkreis des Winkelmessers festgesetzt, so fasse man diese Länge zwischen die beyden Spitzen des Stangenziirkels (I) behalte sie unverrückt, und ziehe mit diesem Halbmesser auf beyden Platten A und B zwey gleich große Kreise, so zart als möglich. S. die Fig. XLVII. Tab. III. Man setzt zu dieser Absicht die eine Spitze des Stangenziirkels in die Mitte der Platten A, B, und fährt mit der andern ganz sanft in einem Kreisbogen herum. Damit sich von diesem gezogenen Kreisbogen der Aufwurf des Messings oder der sogenannte

genannte Grad verliehre, der durch das Einreißen mit der Spitze des Stangenzirkels entstanden ist, so schleife man sie mit einer wohl geebneten naß gemachten harten Kohle wieder ab, ehe man zur Eintheilung selbst schreitet. Dadurch werden diese Kreisbogen erst die Feinheit erhalten, die erforderlich ist, um Punkte auf ihnen mit der gehörigen Genauigkeit abzustecken zu können.

IV) Da nun bekanntermaaßen der Halbmesser eines Kreises als Sehne genau 6 mahl in dessen Peripherie herumgetragen werden kann, so behalte man die Weite, womit in (III) die Kreise gezogen worden, unverändert, und trage sie in die Umkreise A, B, 6 mahl herum, so sind die Bogen  $ab = bc = cd$  u. s. w. so wie auch die  $\alpha\beta = \beta\gamma$  u. s. w. jeder  $= 60^\circ$ .

Es versteht sich, daß man bey diesem Geschäfte alle mögliche Sorgfalt anwenden müsse, sowohl die Spitzen des Stangenzirkels genau in die Bogen einzusetzen, als auch die Theilpunkte a, b,  $\alpha$ ,  $\beta$ , u. s. w. so zart anzugeben, daß man Mühe hat, sie mit bloßen Augen zu erkennen. Diese Erinnerung gilt überhaupt bey jeder folgenden Eintheilung.

V) Ferner kann man auf dem Kreise B einen solchergestalt erhaltenen Bogen von  $60^\circ$  z. E.  $\beta\gamma$  abermahls sehr leicht durch Hülfe des  
des

des Stangenzirkels halbiren. Die beste Methode, durch Versuche dieses zu bewerkstelligen, ist folgende.

VI) Man fasse zwischen beyde Spitzen des Stangenzirkels eine Weite, wodurch man ohngefähr nach dem Augenmaasse glaubt, den Bogen  $\beta\gamma$  halbiren zu können, setze die eine Zirkelspitze in den Punkt  $\beta$ , und mache mit der andern in den Kreisbogen einen sanften Einschnitt  $v$ . Hierauf setze man, bey unveränderter Oefnung des Stangenzirkels, die eine Zirkelspitze in  $\gamma$  ein; wenn nun die andere genau in den Durchschnittspunkt  $v$  fiele, so würde die Weite der beyden Spitzen des Stangenzirkels, genau die Halbirungsweite des Bogens  $\beta\gamma$  seyn.

Trifft aber die andere Zirkelspitze nicht in den Punkt  $v$ , so mache man einen zweyten Einschnitt  $w$ . Dann erhält man die beyden Punkte  $v$ ,  $w$ . Wenn diese nahe genug neben einander sind, mithin das Räumchen  $vw$  sehr klein ist, so kann man ziemlich genau schon nach dem bloßen Augenmaasse die Mitte desselben  $i$ , welche zugleich der Halbirungspunkt des Bogens  $\beta\gamma$  seyn muß, treffen. Man lasse die eine Zirkelspitze in  $\gamma$  stehen, und verändere, vermittelst der Stellschraube, die andere Spitze, bis sie in  $i$ , oder in die Mitte zwischen  $v$  und  $w$  hintrifft. Da aber solchergestalt  $i$  nur durchs  
Au:

Augenmaaß bestimmt wird, so kann man doch noch um etwas fehlen; Man muß daher mit der Weite  $\gamma i$  wieder eben den Versuch anstellen, den man anfangs mit der Weite  $\beta v$ , oder  $\gamma w$  vornahm, so wird man es endlich dahin bringen, daß ein paar Durchschnittspunkte, wie  $v$ ,  $w$ , immer näher zusammen rücken, bis sie völlig genau in einen einzigen Punkt  $i$  zusammenfallen, der alsdann der wahre Halbierungspunkt des Bogens  $\beta \gamma$  seyn wird. Mit dieser Weite, die solchergestalt den Bogen  $\beta \gamma = 60^\circ$  halbirt, kann man hierauf auf dem Kreise A jeden Bogen von  $60^\circ$ , wie  $bc$ ,  $cd$  halbiren, woben man aber sehr behutsam verfahren muß, damit sich die gefundene Weite zwischen beyden Spizen des Stangenzirkels, nicht verrücke.

VII) Auch halbire man mit der Weite  $\beta i$  jeden Bogen von  $60^\circ$  auf dem Kreise B.

VIII) Man kann hierauf, um sich von der Richtigkeit der Arbeit zu versichern, auf dem Kreise A die Weite  $gd = gc + cd = 30^\circ + 60^\circ = 90^\circ$  mit dem Stangenzirkel fassen, und versuchen, ob sie durchgehends viermahl in den ganzen Umkreis herumpasset, bey welchem Theilpunkte  $b$ ,  $g$ ,  $c$ ,  $d$  man auch anfangen mag.

IX) Auf eine völlig ähnliche Art halbirt man ferner auf dem Kreise B jeden Bogen von

von  $30^\circ$ , z. E. den Bogen  $\beta i = 30^\circ$ , bey  $x$ , so wird  $\beta x = 15^\circ$  und mit dieser Weite kann man alsdann auf dem Kreise A auch jeden Bogen von  $30^\circ$  halbiren.

X) Um nun endlich auf dem Kreise B die einzeln Grade zu erhalten, so theilt man einen Bogen von  $15^\circ$  erst in 3 Theile, und dann jedes Drittel wieder in 5 Theile; Man muß hier freylich blos durch Versuche diese Eintheilungen bewerkstelligen.

Da aber auf dem Kreise B sich der Bogen von  $15^\circ$  sehr oft befindet, so kann man die Versuche auch oft anstellen, und sollte etwa auf einem Bogen von  $15^\circ$  die Theilung unglücklich ausfallen, so kann man solche auf einem andern Bogen vornehmen, bis man endlich einen erhält, der mit aller möglichen Genauigkeit in seine einzeln Grade getheilet ist. Von diesem Bogen werden alsdann die einzeln Grade auf den Kreis A abgetragen. Dieses geschieht so:

Von dem richtig eingetheilten Bogen von  $15^\circ$  auf dem Kreise B, fasset man erstlich mit aller möglichen Sorgfalt, die Weite eines Grades, und trägt sie auf den Kreis A, z. E. von  $f$  nach 1; Dann nimmt man auf dem Kreise B die Weite von  $2^\circ$ , und trägt sie von  $f$  nach 2; Hierauf werden  $3^\circ$  von  $f$  nach 3 getragen u. s. w. bis man auf dem Kreise A den Bogen  $fm$  in seine  $15^\circ$  getheilt hat.

Um

Um eben so auf dem nächsten Bogen  $mn = 15^\circ$ , die einzeln Theile zu erhalten, so fasse man auf dem Kreise A, nach der Ordnung die Weiten  $l_1 = 15^\circ + 1^\circ$ ,  $l_2 = 15^\circ + 2^\circ$ ,  $l_3 = 15^\circ + 3^\circ$  u. s. w. Setze allemahl die eine Zirkelspitze in k, so wird die andere zwischen m und n fallen, und auf dem Bogen mn solchergestalt die Theilpunkte für die einzeln Grade angeben, und so kann man, wie ein kleines Nachdenken zeigen wird, auf dem Kreise A jeden Bogen von  $15^\circ$  sehr genau in seine einzeln Grade theilen.

Uebrigens erhellet, daß man beym Eintheilen und Abtragen der erhaltenen Theile vortheilhaft auch die zwente Theilungsmethode (S. 69. IX) wird anwenden können.

Die Theilung des Bogens von  $15^\circ$  auf dem Kreise B, verrichte ich blos vermittelt eines sehr spizigen und gehärteten Federzirkels, davon S. 62. 6. die Beschreibung gegeben worden ist: Denn der Stangenzirkel ist, wenn die Theile so klein werden, mit einigen Unbequemlichkeiten verbunden, wenn er nicht selbst sehr klein ist. In Ermangelung eines Federzirkels könnte man sich auch blos des gewöhnlichen Handzirkels bedienen, dessen Spizen sehr scharf und gehärtet seyn müßten. Allein, man wird ihn nicht mit leichter Mühe so genau und sicher stellen können, als den Federzirkel.

Die

Die sogenannten Haarzirkel, dergleichen man in Leupolds Th. Geom. S. 287. (das. in der XX. Tafel die XIII. Figur) beschrieben findet, würden auch zur Theilung eines Kreises gute Dienste leisten.

XI) Auch wird es während der Theilung nicht überflüssig seyn, sich beständig eines Vergrößerungsglases oder noch besser einer Vergrößerungsbrille etwa von 2 bis 3 Zollen in der Brennweite, zu bedienen, sowohl um die Zirkelspitzen desto genauer in die Theilpunkte einsetzen zu können, als auch selbst kleine Fehler in der Theilung auf dem Kreise A, bemerkbarer zu machen. Die Theilpunkte auf dem Kreise A werden aber vermitteltst eines sehr spizig und konisch zulaufenden stählernen Punzen, sichtbar gemacht. Es werden nämlich anfangs die Stellen, wo die Abtheilungen hinfallen, blos durch sehr zarte Einschnitte mit dem Federzirkel angegeben, die sich allenfalls wieder wegpoliren lassen, wenn einige davon unrichtig ausgefallen seyn sollten. Die wahren und richtig befundenen Theilpunkte werden aber vermitteltst des erwähnten Punzen durch zarte Löffelchen, die nicht größer als etwa 0,001 eines Zolles seyn müssen, bemerkt, bey welchem Geschäfte man denn den Punzen immer möglichst senkrecht auf die Ebene des Randes halten muß, damit die eingedrückten Theilpunkte nicht unrichtig ausfallen.

An:

## A n m e r k u n g.

Vielleicht ist folgende Theilungsmethode der vorhergehenden noch vorzuziehen.

Nachdem man nach (VII) den Umkreis von 30 zu 30 Graden abgetheilt hat, so trage man in den Quadranten gd (VIII) aus g in k die Sehne von 26 Graden in Theilen des angenommenen Halbmessers nach einem genau abgetheilten Maasßstabe. Z. E. wenn der Halbmesser  $Ac = 5$  Zoll wäre, so nehme man die Sehne  $gk = 5 \cdot 2 \sin 13^\circ = 2,249$  Zoll. (Einen Maasßstab hierzu, der nur einige Zolle lang seyn dürfte, kann man sich nach (S. 65.) leicht verfertigen), so ist der Bogen  $kd = 90^\circ - 26^\circ = 64^\circ$ . Diesen kann man nun durch fortgesetzte Halbierung bis auf einzelne Grade abtheilen, die man nachher auch auf die übrigen Bogen ga, dn ic jedoch mit Bemerkung der (S. 69. VII.) angegebenen Vorsichten herumtragen kann.

XII) Ist nun die ganze Eintheilung auf der Platte A vollendet, und durch vielfältige Prüfungen als richtig befunden worden, so nimmt man wieder den Stängenzirkel zur Hand, und ziehet aus dem Mittelpunkte A in einiger Entfernung von dem eingerheilten Kreise abcdefa einen zweiten etwas stärker eingerissenen Kreis, dessen Halbmesser etwa um eine oder  $1\frac{1}{2}$  Linie größer ist, als der Halbmesser  
des

eingetheilten: Zwischen diese beiden concentrischen Kreise werden alsdann die Theilstriche ausgezogen.

Zu diesem Geschäfte bediene ich mich bloß eines Federmessers, dessen Spitze aber sehr hart, scharf und dünne geschliffen seyn muß. Ich lege an den Mittelpunkt A, und an jeden Theilpunkte a, b, c u. s. w. ein stählernes Linial sehr genau an, und ziehe längs desselben, von jedem Theilpunkte bis an den äußern Umkreis, sehr zarte Theilstriche mit dem Federmesser aus. Wenn der äussere Kreis gut gezogen ist, so darf man so leicht nicht befürchten, mit der Spitze des Federmessers über ihn hinauszufahren, wodurch die Theilstriche von ungleicher Länge ausfallen würden. Die Hauptsache aber ist, daß die Theilstriche genau durch die Theilpunkte gerissen werden. Man wird aber dieses sowohl sehen als fühlen können, besonders wenn die Tüpfelchen gut gemacht sind, und man sich eines Vergrößerungsglases bedient, auch erst mit der Spitze des Federmessers längs des Linials herfährt, um zu fühlen, ob man genau durch den Punkt komme, ehe man den Theilstrich wirklich ausziehet.

Man kann sich zum Einreißen der Theilstriche auch eines sehr scharfen stählernen, und konisch zulaufenden Punzen bedienen,

Da der erste Kreis auf der Platte A zum Behuf der aufzutragenden Theilpunkte anfangs nur ganz zart eingerissen seyn mußte, so kann man nunmehr, nachdem die Theilstriche gezogen worden sind, auch diesen Kreis noch etwas stärker einreißen, damit er mit dem zweyten (XII) ohngefähr gleiche Dicke erhalte.

XIII) Endlich poliert man das Rauhe von der Platte ab, und überzieht die Theilstriche mit Druckerschwärze, nach deren Bewischung alsdann die Striche sehr rein und deutlich in die Augen fallen.

Auf diese Art kann man mit ziemlicher Genauigkeit einen Winkelmesser eintheilen, wie ich selbst den Versuch gemacht habe. Ueberhaupt muß man sich aber bey diesem Geschäfte nicht übereilen, und sich keine Mühe verdrießen lassen, durch öfters wiederholte Prüfungen die erhaltenen Theilpunkte zu berichtigen. Auch kann es nicht schaden, wenn man sich insbesondere im Ziehen der Theilstriche zuvor einige Fertigkeit erworben hat.

XIV) Die meisten Künstler theilen die geometrischen Werkzeuge bloß auf der sogenannten Theilscheibe. Aber die gewöhnlichen Theilscheiben verstatten wohl den Grad der Genauigkeit nicht, den man sich von der unmittelbaren Eintheilung nach dem bisher gewiesenen

nen

nen Verfahren, zu versprechen hat. Selten habe ich Winkelmesser für richtig befunden, von denen ich wußte, daß sie auf solchen Theilscheiben getheilt waren.

XV) Die Methode, deren sich Helfenzrieder (Anleitung zur Geodäsie. In: Ingolstadt und Augsb. 1775.) daselbst im 7ten Kap. bedient, halte ich nicht für sehr zuverlässig, und die Zurüstungen, die man vorher machen muß, sind ohne Noth zu weitläufig und erkünstelt.

Ich halte die einfachste Methode immer für die beste, und die ist doch wohl, bey einem geometrischen Winkelmesser, der bloße Gebrauch eines Stangen- und Federzirkels. Bey größern Winkelmessern, z. E. von 2 und mehrern Fuß im Halbmesser, bestimmt man die Abtheilungen durch ihre Chorden, die man vorher berechnet, und alsdann von einem sehr genau eingetheilten Maasstabe abträgt. Man kann das ganze Verfahren in des geschickten Künstlers J. BIRD's *Method of dividing astronomical instruments*, wovon sich in Kästners astron. Abb. II. Theil eine Uebersetzung befindet, nachlesen. Bey einem so kleinen Winkelmesser, als man meistens zum Feldmessen gebraucht, ist es unnöthig, ein ähnliches Verfahren anzubringen; Die Verfertigung eines so genau eingetheilten Maasstabs

Y 2

bes

Des für die Chorden, kostet fast eben so viel Arbeit, als die Theilung des Kreises selbst. Getrauet man sich nicht, eine solche Theilung sogleich auf dem Rande des zu fertigenden Winkelmessers selbst, reinlich zu erhalten, welches ich frenlich für das Beste hielt, so wird doch das in (I — XII) gelehrtte Verfahren, bey gehöriger Vorsicht im Abtragen der Theile, alle Genauigkeit gewähren.

XVI) Auch in den Memoires de l'acad. roy. des Sciences à Paris 1765. befindet sich eine Abhandlung des Duc de Chaulnes über die Theilung der Winkelmesser. Aber der hierzu gehörige Apparat ist etwas weitläufig und kostbar, und besteht in einer besondern Einrichtung der Theilscheibe, die hier keine Beschreibung verstatet. Indessen ist er dadurch, so wie durch gehörige Anbringung dioptrischer Werkzeuge, wodurch dem schwachen Auge nachgeholfen wird, in den Stand gesetzt worden, einen Winkelmesser von ohngefähr 12 pariser Zollen im Halbmesser zu verfertigen, womit ein Winkel beynähe so scharf, als mit einem astronomischen Quadranten von 6 Fuß im Halbmesser, gemessen werden konnte, wie die Beobachtungen ausweisen, welche mit diesem Werkzeuge auf der Sternwarte zu Paris, über die Schiefe der Ekliptik angestellt worden.

Nachher hat der Abt Fontana zu Florenz die Methode des Hrn. de Chaulnes einfacher,

facher, bequemer und allgemeiner zu machen gesucht. Wer hievon nähern Unterricht verlangt, findet ihn in der Vorrede der italienischen Uebersetzung eines Werks, welches die Londner Soc. der Künste herausgegeben hat (*Avanzamento dell' arte delle Manifatture e del Commercio etc. Firenze, 1773. in Fol. 2 Tomi.*)

Hr. Halle in Berlin hat von dem Verfahren des Duc de Chaulnes eine Uebersetzung geliefert. Neue Art mathematische und astronomische Instrumente abzutheilen, nach Anweisung des Hrn. Duc de Chaulnes, aus dem Franz. von J. S. Halle. Berlin, 1788.

XVII) Zu einer sehr großen Vollkommenheit in Eintheilung winkelmessender Werkzeuge hat es der berühmte englische Künstler Ramsden gebracht. Das Verfahren desselben hat de la Lande in einer französischen Uebersetzung der Handschrift, welche Ramsden den Commissarien der englischen Admiralität übergeben hatte, dem Publicum mitgetheilt. Description d'une machine pour diviser les instrumens de Mathematiques par Mr. Ramsden, de la Soc. Royale de Londres, publiée à Londres en 1787. par Ordre du bureau des Longitudes (die gedruckten englischen Exemplare giengen alle in einem Brande verlohren) traduite de l'anglois, augmentée de

de la description d'une machine à diviser les lignes droites, et de la notice de divers ouvrages de Mr. Ramsden, par Mr. de la Lande — — à Paris, 1790.

Ramsden bedient sich zur Theilung ebenfalls einer Theilscheibe, aber von einer besondern Einrichtung, wodurch die Unvollkommenheiten der gewöhnlichen Theilscheiben wegfallen, und die Eintheilungen so genau gemacht werden können, daß Werkzeuge von einem sehr kleinen Halbmesser, z. E. 5 bis 6 zöllige Sextanten oder Octanten, die Winkel wenigstens innerhalb einer halben Minute genau messen. Ueber die Genauigkeit der Beobachtungen mit englischen — — Hadleyischen Sextanten von wenigen Zollen, von Hrn. Obristlieutenant von Zach in dem Berliner astronomischen Jahrbuche 1789. S. 236 u.

Der vorzüglichste Theil der Ramsdenschen Maschine besteht in einer metallenen Scheibe von 45 Zollen im Durchmesser, deren Umfang mit Einschnitten versehen ist, in welche eine auf einem festen Gestelle angebrachte Schraube ohne Ende eingreift, wodurch diese Scheibe und folglich auch das darauf befestigte und einzutheilende Werkzeug dergestalt um ein gemeinschaftliches Centrum gedreht werden kann, daß die kleinern Abtheilungen des Randes (die größern sind durch eine Handtheilung unmittelbar auf dem Rande der Theilscheibe bestimmt)

nach

nach Maaßgabe der Umwendungen jener Schraube, und durch eine zugleich mit ihr in Verbindung stehende Vorrichtung zum Einreißen der Theilstriche, viel schärfer, sicherer und in kürzerer Zeit (Ramsden braucht, um einen Octanten von 10 zu 10 Minuten einzurheilen, nicht mehr als eine halbe Stunde Zeit) sich bestimmen lassen, als durch die bisherigen Theilscheiben geschehen konnte. Er beschreibt zugleich die Vorrichtungen, wodurch er sich von der Gleichheit der auf dem Umfange der Theilscheibe eingeschnittenen Vertiefungen, in welche die Gänge der Schraube eingreifen, versichert hat. Die weitere Beschreibung des ganzen Apparats dieser Theilungsmaschine kann man in der erwähnten Schrift mit mehrerem ansehen. Eine Uebersetzung davon ins Deutsche findet man in Hrn. J. G. Geislers — Schrift, über die Bemühungen der Gelehrten und Künstler, mathematische und astronomische Instrumente einzurheilen. Dresden, 1792. welche denen, die sich mit Eintheilungen der Werkzeuge abgeben, sehr willkommen seyn wird. Ueber Branders, (nunmehr Höschels), Hindleys, und anderer Theilungsmethoden muß ich ebenfalls auf diese Schrift verweisen.

Man sehe auch dessen Uebersetzung von George Adams geometrischen und graphischen Versuchen, oder Beschreibung der math. Instrumente 2c. Leipz. 1795. S. 104 2c.

XVIII) In den Philosophical Transactions Year 1809. P. I u. IV. hat Troughton eine Methode angegeben, astronomische und andere Werkzeuge abzutheilen, ohne dabey die gewöhnlichen Vorrichtungen zum Eintheilen anzuwenden, und dies mit einer Genauigkeit zu bewerkstelligen, daß dabey keine größere Fehler vorkommen, als nur diejenigen, welche dem Auge zur Last gelegt werden können, wenn es mit den besten optischen Hülfsmitteln, kleine Größen wahrzunehmen und zu messen, versehen ist. Man gedente sich einen Kreis, welcher sich über den Umfang eines andern größern fortwälzt, beyde in einer und derselben Ebene. Der Umfang des Kleinern sey ein aliquoter Theil des Größern z. B.  $\frac{1}{16}$ , so wird jede Umwälzung des Kleinern den 16ten Theil auf dem Umfange des Größern abschneiden. Ist nun der Umfang des Kleinern selbst wieder in eine Anzahl gleicher Theile z. B. durch fortgesetztes Halbiren in 16 abgetheilt, so wird, wenn sich der kleinere um einen solchen Theil des Umfanges fortgewälzt hat, dadurch auf den Umfange des größern der 16 . 16 oder 256te Theil abgeschnitten. Dies ist die Idee, welche bey dem Verfahren des Hrn. Tr. zum Grunde liegt. Der kleinere Kreis ist die Vorrichtung die er Roller nennt, und die sowohl im Grund- als Aufrisse deutlicher beschrieben ist. Ueber den Abtheilungen des Roller befindet sich ein Microscop, durch welches man genau bemerken kann, wenn sich dieser oder jener Theilpunkt des Roller

an

an dem Rande des einzutheilenden Werkzeugs befindet, der dann durch eine zugleich angebrachte Punctirspitze auf dem Rande bemerkt werden kann. Andere Vorrichtungen nebst dem Verfahren des Verf. kleine Theilungsfehler welche von dem Roller sich auf den einzutheilenden Rand fortpflanzen, aufzufinden und zu berichtigen, so wie ferner aus den auf dem Umfange des Randes erhaltenen Bisectional-Abtheilungen, die Theilspunkte für die gewöhnliche Gradabtheilung richtig zu erhalten, verstatten hier keinen Auszug. Ob diese Theilungsmethode vor andern bekannten zu empfehlen seyn mögte, dürfte meines Erachtens, aus mehrern Gründen sich doch wohl noch bezweifeln lassen.

In eben diesem Bande Part II. N. XIII. hat Cavendisch eine neue Methode der Abtheilung angegeben. Die meisten Fehler bey der Eintheilung aus freyer Hand vermittelst des Stangenziirkels rührten daher, daß wenn man den einen Fuß eines Stangenziirkels in einen Theilspunkt einsetzt, um mit dem andern eine gewisse Sehne oder Bogen abzutragen, einen feinen Theilstrich zu reißen, oder einen Bogen zu halbiren u. dergl. jener Theilspunkt nicht allein leicht aus seiner wahren Lage verrückt werde, sondern daß es auch etwas schwer halte, zwischen zwey nahen Strichen einen Punkt gerade in der Mitte anzugeben, ohne daß eine von den Spitzen des Zirkels etwas ausglitsche. Hr. C. hat daher einen Stangenziirkel so ein-  
ger

gerichtet, daß derselbe nur mit einer Spitze versehen ist, derjenigen, womit man Strichelchen zu ziehen hat, die andere dagegen durch den Faden im Brennpunkte eines Microscops ersetzt wird, welchen man über jeden Punkt des Randes sehr genau stellen kann. Der Stangen- zirkel mit dem Microscop wird daher auf einer messingenen Platte festgestellt, welche sich an den Rande des einzurheilenden Werkzeugs verschieben läßt, so daß zwischen der Spitze des Stangen- zirkels und derjenigen Stelle, wo die Axe des Microscops hintreffen würde, ein jeder Bogen des Randes gefasset werden kann. Ohne Zeichnung läßt sich das weitere nicht deutlich machen.

Bird hat bekanntlich seine Werkzeuge ohne alle solche Hülfsmittel getheilt, und seine Mauerquadranten sind ein Muster der Genauig- keit. Der bloße Gebrauch von Stangen- zir- keln mit zwey Spitzen muß also bey ge- höriger Geschicklichkeit und Sorg- falt, doch wohl so nachtheilig nicht seyn, als die Herrn Troughton und Cavendish dafür halten. Es läßt sich vielmehr vermuthen, daß so zusammengesetzte Vorrichtungen, als statt des gewöhnlichen Stangen- zirkels angegeben wer- den, noch weit mehr Aufmerksamkeit und Vor- sicht erfordern, um vor Irthüchern sicher zu seyn. Hat sich Bird bey den feinsten Ab- theilungen astronomischer Instrumente des Stan- gen- zirkels, und der freyen Hand bedient, so wird

wird ein ähnliches Verfahren bey Kleinern, blos geometrischen Werkzeugen um so weniger zu tadeln seyn, als nicht jedem Künstler oder Geometer solche Theilmaschinen zu Gebote stehen, als wodurch man in den neuern Zeiten, das Theilungsgeschäfte freylich auf den höchsten Grad der Genauigkeit gebracht hat.

XIX) Unter deutschen Künstlern ist wohl unstreitig der Salinenrath Reichenbach in München derjenige, dessen winkelmessende Werkzeuge sowohl zu astronomischen als auch zu geodätischen feinen Messungen alles übertreffen, was in dieser Art von Werkzeugen nur je von deutschen und ausländischen Künstlern geliefert worden ist. Die hiesige Sternwarte besitzt jetzt von ihm einen Repetitionskreis (m. s. unten S. 135 u.) mit zwey Fernröhren von 12 Zoll Durchmesser, und einen Repetitions-Theodoliten von 8 Zoll im Durchmesser. Auf ersterem ist der Hauptkreis, welcher die Gradabtheilungen enthält, von eingelegten Silber, und jeder Grad ist durch höchst feine Theilstriche unmittelbar wieder in 12 gleiche Theile (also von 5 zu 5 Minuten) getheilt, deren jeder durch Hülfe eines Nonius wieder in 75 kleinere zerfällt, so daß mithin jeder Winkel durch Hülfe des Nonius, innerhalb 4 Secunden gemessen werden kann. Die Theilstriche sind so zart und rein durchaus, und die ganze Theilung selbst ist so genau, daß man bey einer gehörigen Beleuchtung und  
durch

durch Hülfe eines zweckmässig angebrachten Microscops, in der Schätzung des Zusammenreffens der Theilstriche des Nonius mit denen des Randes selten um 4 Secunden fehlt. Das Instrument führt 4 dergleichen Nonien, unter rechten Winkeln von einander abstehend, durch welche Einrichtung also jeder Winkel 4 mahl abgelesen werden kann. Diese Nonien verschieben sich nicht, wie gewöhnlich über die Ebene des eingetheilten Randes, sondern liegen vielmehr mit demselben, in einer und derselben Ebene, indem sie auf einem eigenen zweiten Kreise verzeichnet sind, der sich innerhalb des erstern, so vollkommen concentrisch bewegt, daß selbst durch ein Vergrößerungsglas nicht der geringste Zwischenraum wahrzunehmen ist, und dennoch die Bewegung mit der größten Leichtigkeit von Statten geht. Die Striche auf den Nonien scheinen daher unmittelbar an diejenigen des eingetheilten Randes anzustossen, wodurch die Genauigkeit des Ablesens sehr befördert wird. Eine ähnliche Vollkommenheit der Eintheilung hat das zweite Instrument. Man sehe über beyde eine umständlichere vorläufige Notiz von unsern Hrn. Prof. und Ritter Gauß in den Götting. G. Anz. 1813. 75 Stück. Wahrscheinlich wird eine vollständige Beschreibung und Abbildung dieser vortreflichen Instrumente, nächstens erscheinen. Was aber zu wünschen übrig bleibt wäre, daß es Hrn. Reichenbach gefällig seyn

sehn mögte, auch die Theilmachine bekannt zu machen, wodurch er seinen Werkzeugen einen so hohen Grad der Vollkommenheit zu verschaffen weis.

XX) Untersuchungen über die Genauigkeit einer aus freyer Hand gemachten Theilung, besonders nach Birds und Branders Verfahren, findet man in Hrn. Prof. Späths zu München Schrift (Abhandlung zu Berechnung des Grades der Genauigkeit, mit welcher auf einem Mauerquadranten — — die Abtheilung der Theilkreise für die 90 und 96 Theilung vollführt werden kann. Leipz. 1788.) Die in dieser Schrift gegebenen Formeln lassen sich leicht auch auf die geometrischen Werkzeuge anwenden. Hr. S. betrachtet darin die unvermeidlichen Fehler, für welche kein Künstler gut stehen kann, und die theils von der Schärfe des Gesichts und des Gefühls (z. E. beim Einreißen der Theilstriche durch bereits bemerkte Punkte) theils von der Beschaffenheit der Eintheilungswerkzeuge, z. E. der Stangen- und Federzirkel u. von dem Grade der Wärme, Trockenheit, und Feuchtigkeit der Luft, von der Ausdehnung und Zusammensziehung der Platte, worauf die Eintheilungen gemacht werden, und andern Umständen, abhängen. Bey der geringen Größe der geometrischen Werkzeuge verschwinden zwar sehr viele  
dies

dieser Fehlerchen, aber dergleichen Betrachtungen dienen doch, den Künstler überhaupt aufmerksam zu machen, und lehren den Grad der Zuverlässigkeit bey geographischen Messungen zu beurtheilen, bey denen nicht selten auch größere Werkzeuge gebraucht werden.

### Ueber die Feinheit der Theilstriche auf dem Rande des Winkelmessers.

§. 90. I) Diese ist, ausser der Gleichheit der Theile, eine der nothwendigsten Erfordernisse eines Winkelmessers, und die Theilstriche müssen desto zarter auf die Platte gerissen werden, je kleiner der Halbmesser des Kreises ist.

II) Der Halbmesser eines Kreises heiße  $a$ , so ist dessen Umkreis  $= 3,1415 \cdot 2a$ ; Gesezt nun die Dicke eines Theilstrichs, oder Punktes auf der Peripherie heiße  $b$ , so kann man die Anzahl von Secunden finden, die dieser Theilpunkt auf dem Umkreise einnimmt. Da nämlich der ganze Umkreis 1296000 Sec. hält, so schließt man nach der Regel de Tri

$$3,1415 \cdot 2a : b = 1296000 : \text{zur Anzahl von Secunden} = x \text{ die der Theilstrich einnimmt.}$$

Also ist

$$x = \frac{648000}{3,1415} \cdot \frac{b}{a} \text{ oder}$$

$$= 206264 \cdot \frac{b}{a} \text{ Secunden.}$$

Ex. Es sey  $a = 1$  Fuß  $= 10$  Zoll,

$b = 0,001$  Zoll, so wird

$$\frac{b}{a} \cdot 206264 = 0,001 \times 206264 \text{ Sec.} =$$

$20''$ , 62. Wenn also bey einem Winkelmesser von 1 Fuß im Halbmesser, die Dicke eines Theilstrichs nur 0,001 Zoll beträgt, so nimmt dieser Theilstrich schon einen Bogen von  $20''$  auf dem Rande ein.

III) Dieses zeigt die Nothwendigkeit, die Theilstriche so fein zu ziehen, daß man sie mit Mühe durch die bloßen Augen erkennen kann, wenn man anders bey Winkelmessungen einige Schärfe verlangt.

Es wird gut seyn, bey einem Winkelmesser, den man gebrauchen will, vorher die Dicke der Theilstriche zu untersuchen. Dieß dient zur Beurtheilung des Fehlers, der daraus entstehen kann.

IV) Die Dicke eines solchen Theilstrichs oder Punktes bekommt man ohnaefähr, indem man ihn durch ein Vergrößerungsglas nach dem Augenmaake, z. B. mit der Dicke eines neben ihn gehaltenen feinen Drathes vergleicht, und nun die Dicke dieses Drathes selbst, entweder nach (S. 82. IV. VI.) bestimmt, oder ihn zu wiederhohlten mahlen dicht nebeneinander um einen Cylinder wickelt, und nun untersucht, wie viel

viel dergleichen Drathdicken z. B. auf  $\frac{1}{4}$  Zoll, oder auf eine andere bekannte Länge gehen.

Der Werth von  $a$  in obiger Formel (III) ist der Sehne von 60 Graden auf dem Rande des Werkzeugs gleich, die man also nur abfassen und messen darf.

### Verschiedene Arten des eingetheilten Randes.

§. 91. Meistens besteht der eingetheilte Rand eines Winkelmessers, aus einem ganzen Kreise.

Man findet aber auch Werkzeuge, die nur aus einem Halb- oder Viertelkreise bestehen; die letztern nennt man Quadranten.

Da es in der Ausübung sehr oft vorkömmt, Winkel nach allen Richtungen aus einem gewissen Standpunkte aufzunehmen, so ist der ganze Kreis freylich zu dieser Absicht am bequemsten, weil man da nicht nöthig hat, das Werkzeug von neuen zu stellen, sobald die Winkel zu groß werden, welches dagegen bey Quadranten und Halbkreisen erforderlich ist. Auch verstattet der ganze Kreis die so nützliche Anwendung des Verfahrens für genauere Ausmessung der Winkel, wovon unten §. 135. gehandelt wird.

Da

Da indessen Winkelmesser deren Rand aus einem ganzen Kreise besteht, die Unbequemlichkeit haben, daß sie zu schwer und kostbar ausfallen, wenn ihr Halbmesser größer als etwa  $\frac{3}{4}$  Fuß ist, so hat man insbesondere bey großen Vermessungen, bey Gradmessungen auf der Erde, bey Höhenmessungen u. dgl. sich immer gern der Quadranten bedient, weil diese ohne höhere Kosten einen größern Halbmesser, mithin auch eine schärfere Eintheilung auf dem Rande zulassen.

Bei der großen Vollkommenheit zu der man es jetzt in der Eintheilung winkelmessender Werkzeuge gebracht hat (S. 89. XIX.) zieht man aber jetzt kleinere Werkzeuge, die aus einem ganzen Kreise bestehen, den größern oft unbehülflichen Quadranten von zwey und mehreren Füßen im Halbmesser, deren man sich sonst zu den größern geographischen Operationen bedient hat, in mehreren Rücksichten vor, und nur bey kleinern Feldmesserarbeiten, mag man sich allenfalls eines Quadranten von  $\frac{3}{4}$  oder 1 Fuß im Halbmesser bedienen, wenn man dadurch glaubt etwa die Kosten eines ganzen Kreises zu ersparen, und die größere Mühe nicht achtet, die die Quadranten verursachen, wenn Winkel mit ihnen gemessen werden sollen, welche über  $90^\circ$  gehen, und daher theilweise gemessen werden müssen.

## Noch einige Betrachtungen über die Eintheilung der Winkelmesser.

§. 92. 1. Die Theilung eines Kreises in 360 Theile, oder eines Quadranten in 90, ist schon seit langer Zeit eingeführt, und bey geometrischen Werkzeugen fast keine andere bisher gebraucht worden. Bey astronomischen Werkzeugen pflegt man heut zu Tage auch sehr oft den Quadranten in 96 Theile zu theilen.

Diese Eintheilung empfiehlt sich dadurch, daß sie sogleich durch eine fortgesetzte Halbierung des Bogens von  $60^\circ$  (§. 89. IV) erhalten werden kann. Denn es ist

$$\begin{aligned} \frac{1}{96} \cdot 90^\circ &= \frac{1}{3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} \cdot 90^\circ \\ &= \frac{60^\circ}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} \end{aligned}$$

Man darf also den Bogen von  $60^\circ$  nur sechsmahl nach einander halbiren, um den 96ten Theil des Quadranten zu erhalten, und dieses Halbiren ist leichter und richtiger auszuführen, als irgend eine andere Art von Eintheilung.

2. Man kann aber sehr leicht die 96 Theile des Quadranten, auf die gewöhnlichen 90 Theile oder Grade reduciren. Da  $\frac{1}{96} \cdot 90^\circ = 56' 15''$  ist, so läßt sich leicht  $\frac{2}{96} \cdot 90^\circ$ ,  $\frac{3}{96} \cdot 90^\circ$  und

und so überhaupt jedes Vielfache von  $\frac{1}{8} \cdot 90^\circ$  oder von  $56' 15''$  berechnen, und in eine Tafel bringen, die nachher dazu dienen kann, einen Winkel, der in 96 Theilen des Quadranten, oder in 384 Theilen des ganzen Umkreises bekannt ist, durch die gewöhnlichen Theile eines Kreises, nämlich durch Grade und Minuten auszudrücken.

3. Zugleich können auch beyde Arten von Eintheilungen, die man an einem geometrischen Werkzeuge auf zwey concentrischen Kreisen anbringt, einander wechselseitig zur Prüfung, und selbst auch zur genauern Ausmessung eines Winkels dienen, wie in der Folge erhellen wird.

4. Die wesentliche Eigenschaft eines guten Winkelmessers besteht in der möglichst genauen Gleichheit der Theile auf dessen Rande: Es mögen nun diese Theile entweder gewöhnliche Grade, oder auch von jeder andern willkürlichen Größe seyn, wenn man nur ihren Werth in gewöhnlichen Graden weiß.

Nun lehrt die Erfahrung, daß es weit leichter ist, auf eine unbestimmte gerade Linie oder Kreisbogen eine gewisse Anzahl willkürlicher gleich großer Theile abzusetzen, als umgekehrt einen Bogen von gegebener Größe, in eine bestimmte Anzahl gleicher

Theile zu theilen, wie z. E. den Quadranten genau in 90 gleiche Theile.

Man könnte daher einen aus freyer Hand sehr richtig eingetheilten Winkelmesser mit leichter Mühe auf folgende Art erhalten.

Auf einen Kreisbogen, den man auf einer metallenen Platte gerissen hat, setze man eine gewisse Anzahl willkührlicher kleiner Theile von gleicher Größe, so oft an einander, bis man einen Bogen von beträchtlicher Größe, z. B. beynabe einen Quadranten oder Halbkreis u. s. w. bekommt. Diesen Bogen, auf dem sich solchergestalt lauter vollkommen gleiche Theile befinden, gebrauche man zu einem Winkelmesser.

Nur muß man vorher die eigentliche Größe dieses Bogens in gewöhnlichen Theilen des Kreises, nämlich in Graden und Minuten u. s. w. wissen, ehe man ihn wirklich zu Winkelmessungen braucht. Ich werde in der Folge einige Mittel angeben, wie man sehr leicht und zuverlässig den Werth eines solchen Bogens bestimmen könne.

5. Gesezt also, auf einen Kreisbogen von einem gegebenen Halbmesser, habe man nach der Ordnung 86 willkührliche gleich große Theile abgesezt, und diese 86 Theile betrügen nach

an:

angestellter Untersuchung einen Bogen von  $95^{\circ} 7'$  oder von  $5707'$ , so würde ein solcher Theil  $= 1^{\circ} 6' 21'', 62$  seyn.

Wenn man also hievon die vielfachen bis aufs 86fache berechnete, und in eine Tafel brächte, so könnte man alsdann sehr leicht einen jeden Winkel oder Bogen, der in solchen 86 Theilen, die sich auf dem Rande des Werkzeugs befinden, gegeben ist, auf gewöhnliche Grade und Minuten u. s. w. reduciren, wie in (2).

6. Diese Methode, einen Winkelmesser einzutheilen, hat schon Römer bey astronomischen Werkzeugen angebracht (*HORREBOW Op. Math. Tom. III. Cap. V. S. 57. 58.*) und sie verdiente wirklich, daß man von ihr in der Ausübung mehreren Gebrauch machte, da sie mit so viel Bequemlichkeit und Genauigkeit verrichtet werden kann. Die einzige Vorsicht ist nur diese, daß man beym Auftragen dieser willkürlich kleinen Theile, im Einsetzen der Zirkelspitzen keine Fehler begehe, und immer genau dieselbe Weite zwischen beyden Zirkelspitzen behalte; Dieses wird sich aber in der Ausübung sehr leicht bewerkstelligen lassen, wenn man sich hierzu eines ganz kleinen Stangenzirkels, dessen Spitzen sehr scharf, hart, und konisch zulaufend sind, und sich fest in den gehörigen Abstand stellen lassen, oder auch eines

Fec

Federzirkels, bedient. Uebrigens ist die kleine Mühe, die willkürlichen Theile des Randes in die gewöhnlichen Grade und Minuten jedesmal zu verwandeln, sehr unbeträchtlich gegen den Vortheil, auf eine so leichte Art einen sehr richtig eingetheilten Winkelmesser zu erhalten.

7. Um den Kreisbogen, auf welchen die willkürlichen Theile aufgetragen werden, so zu ziehen, daß sein Mittelpunkt, wie sich gebührt, dem Umdrehungspunkt der Alhidadenregel (m. s. unten S. 93.) entspreche, so soll nach Römers Methode dieser Kreisbogen erst gezogen werden, nachdem die Alhidadenregel schon um den Mittelpunktszapfen des Werkzeugs selbst angebracht ist. Durch eine leicht zu erdenkende Vorrichtung befestigt man an die Seite der Alhidadenregel einen spitzigen Stift, welcher durch Hülfe eines mässigen Drucks einen sanften Bogen auf dem Rande des Winkelmessers beschreibt, wenn die Alhidade herum geführt wird. Auf diesen Bogen, der sich nachher leicht wieder wegpölyren läßt, werden alsdenn die willkürlichen Theile aufgetragen.

Es ist diese Art den Kreisbogen durch die Bewegung der Alhidadenregel selbst zu beschreiben überhaupt auch bey jeder Theilungsmethode zu empfehlen. Weil aber bey diesem Verfahren der Halbmesser des Kreisbogens sich nicht gut abnehmen läßt, so erhellet, daß man alsdann

dann z. B. in S. 89. IV. den Umkreis durch Versuche in 6 gleiche Theile wird theilen müssen, um nachher die weiteren Abtheilungen a. a. D. zu erhalten.

Uebrigens kann man die Alhidade auch so einrichten, daß sich längs ihr selbst die Theilstriche ziehen lassen, wenn man es nicht bey einer bloßen Theilung mit Punkten bewenden lassen will, welche Römer derjenigen mit Theilstreichen vorzieht.

8. In der Ausübung könnte man die (4) erwähnten willkürlichen Theile etwa so groß nehmen, daß 90 von ihnen einen Bogen ausmachten, der nicht sehr von gewöhnlichen 90 Graden abweiche. Man könnte auch einen Vernier anbringen, der die erdichteten Grade (*gradus ficti*) auf dem Rande, noch weiter in kleinere Theile eintheilte.

Ich habe mich durch mehrere Proben versichert, daß bey diesem Verfahren Römers, die kleinen Fehlerchen im Absetzen der Theile, sich unmerklich gegen einander aufheben, wenn man ohnabgesezt, mit beständiger Umwendung des Zirkels, die Theile aufträgt; Es versteht sich, daß der Rand hinlänglich geebnet seyn muß.

Es verhält sich hier beim Absehen solcher Theile anders, als in dem Falle, wo die gleichen Theile nicht willkürlich genommen werden (wie §. 69. VII).

## Die beweglichen Dioptern an dem Winkelmesser.

§. 93. 1. Wenn man die Vorrichtung so macht, daß sich um den Mittelpunkt eines eingetheilten Kreises ein Linial bewegen kann, an dessen beyden Enden senkrecht auf dasselbe ein paar Linien aufgerichtet sind, längs denen man nach einem gewissen Gegenstande hinaus visiren, und dadurch die Richtung einer durch den Gegenstand und den Mittelpunkt des eingetheilten Kreises eingebildeten Verticalebene bestimmen kann, so heißt dieses Linial ein *Abseher Linial*, eine *Alhidadenregel*.

2. Die nähere Einrichtung davon zeigt Fig. XLVIII. Tab. III.; daselbst ist A der Mittelpunkt des eingetheilten Randes. Durch ihn geht ein Zapfen, um den das Linial DD beweglich ist. eBe, eie, sind zwey senkrecht auf die Ebene des Linials aufgerichtete messingene Plättlein oder *Absehen* (Dioptern).

3. Die *Sculardiopter* eie, hinter welche das Auge O zu liegen kommt, hat längs der Mitte herunter, senkrecht auf die Ebene

Ebene des Linials, einen zart eingeschnittenen Spalt oder Schliß  $id$ , durch welchen das Auge zielt. Die Objectivdioptr  $eBe$ , hat aber eine etwas weitere Oefnung, durch die der Länge herunter, ein zarter Silberfaden  $Bb$ , oder Pferdehaar ausgespannt ist. Der Schliß  $id$ , und der ausgespannte Faden  $Bb$  müssen genau in einer Ebene liegen, die man sich durch den Mittelpunkt  $A$ , auf die Fläche des Linials senkrecht aufgerichtet, vorstellet.

4. Wenn also auf diese Art  $DD$  horizontal liegt, so sind  $id$ ,  $Bb$ , vertical, und das Auge, welches durch  $id$  visiret, und von dem Faden  $Bb$  einen gewissen Gegenstand bedeckt siehet, liegt alsdann in einer Verticalebene  $idBb$ , die erweitert, auch durch den Gegenstand gehen würde. Diese Verticalebene  $idBb$  nenne ich die dioptrische Ebene (*planum dioptricum*).

5. Sie gehet durch den Mittelpunkt  $A$ , und ihre Durchschnittslinie mit der Ebene des Linials, oder  $ab$ , heißt die *Alhidade*, (Ziel- oder Visirlinie).

6. Ist die Einrichtung so gemacht, daß die Schärfe des Linials  $DD$ , selbst die *Alhidade* ist.

7. Gewöhnlich sind die Dioptern, bey  $ee$ ,  $ee$ , um Gelenke beweglich; damit man sie auch auf die Regel  $DD$  niederlegen könne.

Ge:

## Gebrauch der Dioptern.

§. 94. Wenn die dioptrische Ebene Fig. XLVIII. nach einem gewissen Gegenstande hin- gerichtet ist, folglich dem Auge O, das Object von dem Faden Bb der Diopter bedeckt zu seyn scheint, so bemerke man auf dem Rande den Theilstrich m, welchen die Regel DD abschneidet.

Hierauf wende man die Alhidadenregel her- um, und richte die dioptrische Ebene nach einem zweyten Objecte; ndBß sey jetzt die Lage der dioptrischen Ebene, in der der Gegenstand er- scheine, so ist der Bogen ms, oder auch  $\mu w$ , welchen die Visirlinien db,  $\delta\beta$ , auf dem Rande zwischen sich fassen, das Maasß des Winkels bAß, um welchen die Alhidadenregel herumge- drehet worden, und wenn die Ebene des Werk- zeugs horizontal ist, so ist zugleich der nur ge- nannte Bogen ms oder  $\mu w$ , das Maasß des Neigungswinkels, den ein paar Verticalflächen mit einander machen würden, die man sich durch den Mittelpunkt des Werkzeugs, und die beyden Objecte, nach denen man hinvisiret hat, einbildet.

Es versteht sich, daß während der Herumdre- hung der Alhidadenregel, die Ebene des einge- theilten Randes in unverrückter Lage geblieben seyn muß. Die Art, wie dieses zu erhalten, wird in der Folge, bey vollständiger Beschrei- bung eines Winkelmessers, erhellen.

Notiz:

## Nothwendige Eigenschaften der Dioptern.

§. 95. I) Der Schliß id in der Oculardioptr darff nicht zu enge, aber auch nicht zu weit seyn. Im ersten Falle hält es schwer, Gegenstände, die nicht sehr stark erleuchtet sind, deutlich zu erkennen, und aufzusuchen. Im andern Falle giebt es eine Parallaxe, das will sagen, wenn der Schliß zu weit ist, so wird einem Auge hinter ihm, ein gewisses Object von dem Faden der Objectivdioptr bald bedeckt zu seyn scheinen, bald nicht, je nachdem man das Auge ein wenig mehr rechts oder links hält. Einige machen deswegen den Schliß zwar enge, geben ihm aber der Länge herunter verschiedene kleine runde Löcher, die mehreres Licht durchlassen, und zu bequemerer Auffuchung der Gegenstände dienen.

Man visiret erst durch ein solches Loch, suchet das Object, nach welchem man visiren will, auf, und dreht dabei die Alhidadenregel herum, bis in dem Faden der Objectivdioptr, wenigstens erst ohngefähr, der Gegenstand erscheint. Hierauf zielt man durch den engern Theil des Schlißes, und richtet, vermittelst einer geringen Verrückung der Alhidadenregel, den Faden der Objectivdioptr, völlig genau nach einem gewissen bestimmten Punkte des Objects.

II) Der Faden B b muß jederzeit wohl gespannt seyn; die gewöhnlichste Vorrichtung ist, ihn durch ein Schraubchen anzuziehen.

III) Es ist gut, wenn die Dioptern ziemlich hoch sind, um nach erhabenen Gegenständen desto bequemer visiren zu können. Aber je höher sie sind, desto nothwendiger ist es, daß Schliß und Faden genau in einer auf der Alhidadenregel senkrechten Ebene liegen.

IV) Eine andere wesentliche Bedingung ist, daß sich die Alhidadenregel genau um den Mittelpunkt des eingetheilten Randes drehe; Man begeht sonst in einigen Fällen einen merklichen Fehler, wenn man den von der Alhidade auf dem Rande durchlaufenen Bogen  $ms$  oder  $\mu w$  für das Maas des Winkels  $\mu Aw$ , um welchen die Alhidade gedrehet worden, annimmt. Was diese Excentricität eines Winkelmessers schaden kann, läßt sich durch folgende Betrachtungen einigermaßen übersehen.

Fehler bey Ausmessung der Winkel, wenn die Alhidadenregel sich um einen Punkt drehet, der nicht genau der Mittelpunkt des Werkzeugs ist.

§. 96. 1. Es sey der Kreis Fig. XLIX. Tab. III. der eingetheilte Rand des Winkelmessers; C dessen wahrer Mittelpunkt; c der Punkt,

Punkt, um den sich die Alhidadenregel bewegt;  $o$  sey der Punkt auf dem Rande, von welchem die Theilung angerechnet wird.

2. Gesezt nun, die Alhidade  $co$  ziele nach einem gewissen Gegenstande hin, und werde nun herumgedreht, bis sie in der Lage  $cA$  nach einem zweyten Objecte hingerichtet sey, so ist zwar der Winkel  $o c A$ , derjenige, welchen die beyden Gegenstände mit einander machen, aber der Bogen  $oA$ , ist nicht das Maasß dieses Winkels, weil  $c$  nicht der Mittelpunkt des Randes ist. Man begeht also einigen Fehler, wenn man nurgedachten Bogen, für des Winkels  $o c A$  Maasß annehmen wollte; Er ist eigentlich des Winkels  $o C A$  Maasß.

3. Um soviel also die beyden Winkel  $o c A$ ,  $o C A$  von einander unterschieden sind, soviel beträgt der von der Excentricität des Werkzeugs herrührende Fehler.

4. Es sey also der auf dem Rande gefundene Bogen  $oA$ , oder der zugehörige Winkel  $o c A = \varphi$ .

5. Um die Lage des Punktes  $c$  zu bestimmen, muß gegeben seyn, dessen Abstand  $Cc$  vom wahren Mittelpunkte  $C$ , und der Winkel  $c C o$ , welchen  $Cc$  mit dem durch den Ersten Theilpunkt  $o$  gehenden Halbmesser  $Co$  macht.

Es

Es sey daher  $Cc = c$ ;  $cCo = \alpha$ , und der Halbmesser  $Co = r$ .

6. Ich suche den Unterschied (3) nämlich  $o c A - o C A$ , dieses ist der Fehler, dessen Größe verlangt wird.

7. Diesen findet man so: In dem Dreyecke  $o c m$  ist der äussere Winkel  $o m A = o c m + c o m$  und eben so  $o m A = o C A + C A m$ ; Daher

$$8. o c m - o C A = C A m - c o m$$

9. Nun ist im Dreyecke  $c C o$  gegeben;  $Cc = c$ ;  $c C o = \alpha$ ,  $Co = r$ ; daraus findet sich

$$\text{tang } c o C = \frac{c \sin \alpha}{r - c \cos \alpha} \quad (\text{Trig. S. XXII})$$

weil aber der Winkel  $c o C$  gewiß in jedem Falle nicht sehr groß seyn wird, wenn anders das Werkzeug nicht gar zu fehlerhaft ist, so kann man ohne merklichen Fehler bloß setzen:

$$c o C = \frac{c \sin \alpha}{r - c \cos \alpha} \quad (\text{Trig. S. VII})$$

10. Eben so ist in dem Dreyecke  $C A c$  bekannt  $Cc = c$ ;  $CA = r$ ;  $c C A = \varphi + \alpha$ ;

$$\text{und daher tang } C A m = \frac{c \sin (\alpha + \varphi)}{r - c \cos (\alpha + \varphi)};$$

oder

oder aus eben dem Grunde, wie vorhin (9)

$$CAm = \frac{c \sin (\alpha + \varphi)}{r - c \cos (\alpha + \varphi)}$$

11. Also (9. 10.)

$$CAm - c o C \text{ oder (8)}$$

$$o c m - o C A$$

$$= \frac{c \sin (\alpha + \varphi)}{r - c \cos (\alpha + \varphi)} - \frac{c \cdot \sin \alpha}{r - c \cos \alpha}$$

12. Weil nun  $c$  in Vergleichung mit  $r$  sehr klein ist, so kann man die Glieder  $c \cdot \cos (\alpha + \varphi)$ ,  $c \cdot \cos \alpha$  im Nenner, ohne merklichen Irrthum weglassen, und bloß setzen

$$o c m - o C A = \frac{c (\sin (\alpha + \varphi) - \sin \alpha)}{r}$$

13. Weil  $\sin (\alpha + \varphi) - \sin \alpha = 2 \cdot \cos \frac{1}{2} (\alpha + \varphi + \alpha) \cdot \sin \frac{1}{2} (\alpha + \varphi - \alpha) = 2 \cdot \cos (\frac{1}{2} \varphi + \alpha) \sin \frac{1}{2} \varphi$  ist. (Trig. S. XIII. 12) so wird auch

$$o c m - o C A = \frac{2 c}{r} \cdot \cos (\frac{1}{2} \varphi + \alpha) \sin \frac{1}{2} \varphi$$

welches sich sehr leicht durch Logarithmen berechnen läßt. Nur ist hiebei noch zu bemerken,

daß die Formel  $\frac{2 c}{r} \cdot \cos (\frac{1}{2} \varphi + \alpha) \sin \frac{1}{2} \varphi$ , den

So:

Bogen, welcher den Unterschied der beyden Winkel  $oem - oCA$  misset, in Decimalthteilen des Sinus totus angiebt. Will man den Winkel  $oem - oCA$  sogleich in Secunden ausdrücken, so muß man die gedachte Formel noch mit der Zahl 206264 multipliciren, dann wird

$$oem - oCA = oCA - \varphi =$$

$$\frac{2c}{r} \cos\left(\frac{1}{2}\varphi + \alpha\right) \sin \frac{1}{2}\varphi \cdot 206264''.$$

14. Auf diese Art giebt also die gefundene Formel die Anzahl von Secunden an, die man zu dem Winkel  $\varphi$ , oder dem Bogen  $oA$  addiren muß, wenn man den wahren Winkel  $oCA$  finden will, um welchen die Alhidade herumgedreht worden. Addirt man diese Anzahl von Secunden nicht hinzu, sondern nimmt für den Winkel  $oCA$  bloß den Bogen  $oA = \varphi$  zum Maas an, so begeht man einen Fehler, der so groß ist, so viel der Werth  $\frac{2c}{r} \cos\left(\frac{1}{2}\varphi + \alpha\right) \sin \frac{1}{2}\varphi \cdot 206264$  Secunden beträgt.

15. Es sey der Bogen  $oA$  oder  $\varphi = 20^\circ$ ;  $\alpha = 10^\circ$ ;  $c = 1$ ;  $r = 1000$ , also  $\frac{2c}{r} = 0,002$ .  
Mithin  $\frac{1}{2}\varphi + \alpha = 20^\circ$ ;  $\frac{1}{2}\varphi = 10^\circ$ , also

log

$$\log \frac{2c}{r} = \log 0,002 = 0,30103 - 3$$

$$\log \cos(\frac{1}{2}\varphi + \alpha) = \log \cos 20^\circ = 9,97298 - 10$$

$$\log \sin \frac{1}{2}\varphi = \log \sin 10^\circ = 9,23967 - 10$$

$$\log 206264 = 5,31442$$

---


$$\text{Summe der Log.} = 1,82810;$$

hierzu gehört die Zahl  $67'', 3$  oder  $1' 7'', 3$  so groß wäre also der Fehler, den man unter den angenommenen Umständen begiege, wenn für das Maasß des Winkels  $\text{o c A}$ , der Bogen  $\text{o A} = 20^\circ$  angenommen würde.

Der wahre Winkel  $\text{o c A}$  wäre eigentlich  $= 20^\circ . 1' . 7'', 3$ .

Wann bey einer gegebenen Excentricität  $Cc = c$ ; und  $cCo = \alpha$ , der Fehler am größten wird?

16. Dieses läßt sich sogleich aus der ersten Formel (12)

$$\text{ocm} - \text{o c A} = \frac{c}{r} (\sin(\alpha + \varphi) - \sin \alpha)$$

beurtheilen.

17. Da in dem Factor  $\sin(\alpha + \varphi) - \sin \alpha$ , der Winkel  $\alpha$  beständig ist, so wird  $\sin(\alpha + \varphi) - \sin \alpha$  am größten, wenn  $\sin(\alpha + \varphi) = 1$ , also  $\alpha + \varphi = 90^\circ$ , mithin  $\varphi = 90^\circ - \alpha$  ist.

18. In diesem Falle wird also der Fehler,  
 $ocm - oCA = \frac{c}{r} (1 - \sin \alpha) \cdot 206264''$

oder wegen  $1 - \sin \alpha = 2 \sin (45^\circ - \frac{1}{2}\alpha)^2$  auch

$$ocm - oCA = \frac{2c}{r} \cdot \sin (45^\circ - \frac{1}{2}\alpha)^2 \cdot 206264''.$$

(Tr. S. XIV. 26.).

19. Wenn der Winkel  $\alpha + \varphi$  über  $180^\circ$  geht, so ist  $\sin (\alpha + \varphi)$  am größten, wenn  $\alpha + \varphi = 270^\circ$  mithin  $\sin (\alpha + \varphi) = -1$  wird.

20. Dann ist der größte Fehler

$$ocm - oCA = \frac{c}{r} (-1 - \sin \alpha) \cdot 206264'' =$$

$$- \frac{c}{r} (1 + \sin \alpha) \cdot 206264''$$

oder wegen  $1 + \sin \alpha = 2 \sin (45^\circ + \frac{1}{2}\alpha)^2$

$$ocm - oCA = - \frac{2c}{r} \sin (45^\circ + \frac{1}{2}\alpha)^2 \cdot 206264''.$$

21. Ex. In dem Exempel (15) war angenommen worden  $\alpha = 10^\circ$ . Folglich ist der Fehler 2mahl am größten, erstlich für

$$\varphi = 90^\circ - \alpha = 80^\circ \text{ (17),}$$

zweitens für  $\varphi = 270^\circ - \alpha = 260^\circ$  (19).

Für

Für den ersten Fall (18) wird

$$\log \frac{2c}{r} = 0,30103 - 3$$

$$\log \sin(45^\circ - \frac{1}{2}\alpha)^2 = 21 \sin 40^\circ = 19,61612 - 10$$

$$\log 206264 = 5,31442$$

---


$$\text{Summe der Log.} = 2,23157$$

hierzu gehöret die Zahl 170'', 4 oder 2' 50'', 4  
beynahe = 3'.

Da wäre also, für den Bogen oA = 80°, der Fehler = 2' . 50'', 4, wenn man oA für des Winkels oCA Maaß annähme; der wahre Winkel oCA aber = 80° . 2' . 50'', 4.

22. Für den 2ten Fall  $\phi = 260^\circ$  wird

$$\log \frac{2c}{r} = 0,30103 - 3$$

$$\log \sin(45^\circ + \frac{1}{2}\alpha)^2 = 21 \sin 50^\circ = 19,76850 - 20$$

$$\log 206264 = 5,31442$$

---


$$\text{Summe der Log.} = 2,38395;$$

hierzu gehöret die Zahl 242'', 1 oder 4' . 2'', 1.

Da wäre also der Fehler = -4' . 2'', 1 und der wahre Winkel oCA = 260° - 4' . 2'', 1 = 259° . 55' . 57'', 9.

23. Hieraus erhellet, daß, wenn  $\phi = 80^\circ$  wird, also die Alhidade, von dem Theilpunkte o angerechnet, einen Bogen oA von 80° durch:

U a 2

lau:

laufen hätte, der wahre Winkel  $oCA$ , um welchen sich die Alhidade herum beweget hat, um  $2' 50''$ , 4 zu klein angegeben würde, wenn man für dessen Maaß, den Bogen  $oA = 80^\circ$  annehmen wollte.

Im Gegentheil würde man den wahren Winkel  $oCA$  um  $4' . 2''$ , 1 zu groß angeben, wenn der Bogen  $oA$ , den die Alhidade durchlaufen hat,  $260^\circ$  wäre.

24. Da demnach bey einer Excentricität, wo Fig. XLIX  $cC$  nur  $= \frac{1}{1000}$  des Halbmessers, und der Winkel  $cCo = 10^\circ$  wäre, bey Ausmessung der Winkel mit einem solchen Werkzeuge, schon ein Fehler begangen werden kann, dessen Größe sich auf  $4' . 2''$ , 1 beläuft, so zeigt dieses die Nothwendigkeit, daß die Alhidadenregel genau um den Mittelpunkt des eingetheilten Randes beweglich sey.

Noch ist zu erinnern, daß in (5. 6.) angenommen worden,  $Cc$  falle ausserhalb des Winkels  $oCA$ , oder die Winkel  $cCo = \alpha$  und  $oCA = \varphi$ , auf verschiedenen Seiten der Linie  $Co$ ; Lügen bende auf einerley Seite von  $Co$ , so muß in obigen Formeln  $\alpha$  negativ genommen werden.

25. Wüßte man  $c$  und  $\alpha$ , so ließe sich freylich nach der Formel (13) für jedes  $\varphi$ ,  
oder

oder für jeden Bogen  $oA$  auf dem Rande, die Größe des Fehlers berechnen; allein, es hält in der That schwer, bey einem gegebenen Winkelmesser die Untersuchung anzustellen, ob er etwas excentrisch sey, und wie groß  $c$ , und  $a$  sind. Es ist deswegen nothwendig, daß der Verfertiger eines Winkelmessers gleich anfangs alle mögliche Sorgfalt anwende, die Bewegung der Alhidadenregel um den wahren Mittelpunct zu veranstalten.

26. Dieß zu erhalten, ist dem (§. 89.) gewiesenen Theilungsverfahren, noch eine sehr nöthige Erinnerung beizufügen, welche ich im 2ten Theile dieser practischen Geom. S. 169. angeführt habe.

### Fernröhre statt der Dioptern.

§. 97. Man hat ehemals fast blos das bisher beschriebene Diopterlinial bey Winkelmessern angebracht. Auch noch heut zu Tage findet man dessen Gebrauch häufig; Z. E. bey dem Neptische u. s. w.

1. Ueberhaupt haben aber Dioptern, besonders für Kurzsichtige, die Unvollkommenheit, daß man durch sie nach entfernten Gegenständen nicht sehr genau und sicher visiren kann.

2. Man bringt daher, statt der Dioptern, auf die Alhidadenregel lieber ein Fernrohr an.

Das

Dadurch erhält man den Vortheil, entfernte Objecte nicht nur sehr deutlich, sondern auch vergrößert zu sehen; Statt des bisherigen Fadens in der Objectivdioptr, wird dann in dem Brennpunkte des Fernrohrs, ein Faden ausgespannt, dessen Richtung auf die Fläche der Alhidadenregel senkrecht stehen muß, oder man bringt ein ebenes Glas, worauf eine feine Linie, statt jenes Fadens, eingerissen ist, in den Brennpunkt. Das Fernrohr selbst wird meistens so angebracht, daß dessen Axe sich in einer Ebene befinde, die man sich durch den Mittelpunkt des Werkzeugs, auf die Fläche des Alhidadenlinials senkrecht vorstellt. Die Art aber, wie das Fernrohr mit der Alhidadenregel verbunden wird, werde ich zeigen, wenn ich die nähere Einrichtung eines heut zu Tage gebräuchlichen Winkelmessers beschreibe.

In Leupolds *Theatro Machinarum Geom.* Tab. XXIX. und Kap. XXIV. findet man eine Menge besonderer Einrichtungen der Dioptrern. Die, welche ich (S. 93.) beschrieben habe, ist aber am meisten im Gebrauche. Die übrigen kann man entbehren. Das Dioptrerialinial beym Gebrauche des Meßtisches hat noch eine etwas andere Einrichtung, als die S. 93. wie in der Folge erhellen wird.

## A n m e r k u n g.

§. 98. Die innere Einrichtung der Fernröhre überhaupt muß ich, der Kürze halber, als bekannt zum voraus setzen, so wie auch die nöthigen Sätze aus der Dioptrik, von denen ich etwa in der Folge Anwendung mache. Ich werde indessen keine andern Sätze gebrauchen, als diejenigen, welche in der Dioptrik des Kästnerschen Handbuches der angewandten Mathematik (Götting. - 1780.) vorkommen; Da dieses Buch in jedermanns Händen ist, so werde ich mich allezeit auf solches beziehen, wenn ich einen dioptrischen Satz nöthig habe.

Die Fernröhre, die man gewöhnlich bey geometrischen Werkzeugen anbringt, bestehen aus zwey erhabnen geschliffenen Gläsern, die man durch Röhren von Messing so miteinander verbindet, daß ihre Axen genau in eine gerade Linie fallen. Die Röhre, in welcher sich das Ocularglas befindet, kann nach Gefallen in die Röhre des Objectivglases, weiter hinein- oder herausgeschoben werden, bis das Auge vor dem Ocularglase die Gegenstände durch das Fernrohr deutlich siehet. (S. Kästn. Dioptr. 89. 91.) Durch eine solche Verbindung zweyer Gläser erhält man nicht allein Vergrößerung, sondern auch Deutlichkeit; die Brennweiten der Gläser müssen aber zu dieser

Ab:

Absicht gewisse Verhältnisse gegen einander haben, die sich aus den Gründen der Dioptrik bestimmen lassen, und dem Mechanikus bekannt seyn müssen, der sich mit Verfertigung der Fernröhre abgiebt. (K. Diopt. 93. 94. 95.) Die Gegenstände erscheinen durch ein solches Fernrohr verkehrt. (K. Diopt. 89.) — Dieses kann aber keine Irrung verursachen, weil man ein Fernrohr an einem Winkelmesser nur dazu braucht, ein entferntes Object deutlich zu sehen, und den im Brennpunkte ausgespannten Faden genauer nach einem gewissen bestimmten Punkte des Objects hinzurichten, als vermittelst bloßer Dioptern geschehen kann. Hiebey ist es nun gleichgültig, ob die Gegenstände aufgerichtet oder verkehrt erscheinen.

### Beschreibung eines Winkelmessers.

S. 99. I. Die Werkzeuge, deren man sich bisher in der practischen Geometrie zum Winkelmessen bedienet hat, sind meistens so beschaffen, daß sie zumahl bey Vermessungen, die etwas ins Große gehen, gar nicht den erforderlichen Grad der Genauigkeit verstatten. Folgendes Werkzeug ist, wie ich glaube, zur Ausübung bequemer und richtiger, als die meisten bisher üblichen. Was aber an der Beschreibung, die ich hievon ertheile, unvollkommen bleiben möchte, wird man leicht aus Betrachtung der Figuren, und durch eigenes Nachdenken ergänzen.

2. Tab. V. Fig. LVIII. ist das Werkzeug von oben anzusehen. Fig. LIX. dessen perspektivischer Aufriß, und Fig. LX. dessen Profil. Es wird gut seyn, bey der folgenden Beschreibung beständig diese Figuren zugleich in Augenmerk zu haben.

Erstlich ist also Fig. LVIII. AAA der eingetheilte Rand des Winkelmessers: Von den Abtheilungen selbst habe ich hier nur die Bogen ke, id angegeben, die man sich leicht um den ganzen Rand herumgezogen, vorstellen kann.

3. Die Abtheilungen auf dem Bogen id mögen solche seyn, dergleichen 96 auf einen Quadranten, mithin 384 auf den ganzen Umfang gehen. Ich werde in der Folge dieses die 96 Theilung des Winkelmessers nennen.

Jeder Bogen zwischen zwey nächsten Theilstrichen, gehöret also am Mittelpunkte einem Winkel von  $\frac{1}{8} \cdot 90^\circ$  oder von  $56' 15''$  zu S. 92.

4. Die Abtheilungen auf ke mögen hingegen gewöhnliche Grade oder 360 Theile des ganzen Umfangs bedeuten.

5. So hat man auf dem Rande zwey von einander unabhängige Eintheilungen, die wie die Folge weisen wird, einander gegenseitig, sowohl zur Prüfung, als auch zu genauerer Ausmessung eines Winkels dienen.

Die beyden ersten Theilstriche *i*, *k*, von denen die Abtheilungen angerechnet werden, müssen genau in einer gemeinschaftlichen geraden Linie *kic* liegen, die durch des Werkzeugs Mittelpunkt *c* gehet; Die Zahlen, die die Abtheilungen auf dem Rande von 10 zu 10 Theilen weisen, werden, wie die Figur zeigt, von der linken Hand gegen die rechte bey die Theilstriche gesetzt.

6. Die auf einander senkrecht stehenden Querstücken *CC*, *CC*, bestehen mit dem eingetheilten Rande aus einem Stück, und vereinigen sich in einer runden Platte *rr* Fig. LIX, aus deren Mittelpunkte die Kreisbogen auf dem Rande gezogen sind.

7. Ueber dieser runden Platte *rr* sieht man zwey andere *oo*, *mm*. An der *oo* befindet sich die Alhidadenregel *OO* Fig. LVIII. mit ihrer Vernier- oder Noniusplatte *ln*. Diese Vernierplatte *ln* ist ein auf beyden Seiten scharf ausgekehltes Stück Messing, das von zwey Kreisbogen begränzt wird, die mit dem eingetheilten Bogen des Randes concentrisch

centrisch sind, und auf denen sich die Vernierabtheilungen befinden, die bey Umdrehung der Alhidadenregel sich längst den Abtheilungen des Randes fortbewegen.

8. Die runde Platte *mm* besteht mit der Regel *P* aus einem Stücke. Diese Regel *P*, welche ich in der Folge den Alhidadenhalter nennen will, und die Alhidadenregel *OO*, sind an ihren Enden mit zwey sogenannten Ansätzen *p*, *q* versehen, durch welche die Micrometerschraube *MK* geht. Diese Schraube wird von Stahl verfertigt, und mit sehr feinen doch hinlänglich tiefen und genau gearbeiteten Schraubengängen versehen; die Scheibe *M* dient, die Schraube *MK* bequem herumdrehen zu können. Auch befinden sich auf ihr Abtheilungen, die man deutlicher bey Fig. LXI. sehen kann, wo *AA* ein Stück des eingetheilten Randes, *P* ein Stück des Alhidadenhalters, und *O* ein Stück der Alhidadenregel vorstellt. Wozu diese Abtheilungen auf der Scheibe *M* nützen, wird sobald erhellen. Auch ist an die untere Fläche des Alhidadenhalters ein Nermlein  $\mu\nu$  befestigt, an dessen Ende *v* sich ein Zeiger oder Weiser erhebt, der bey Umwendung der Micrometerschraube *MK*, die Abtheilungen auf der Scheibe *M* andeutet: Dieser Weiser ist nur durch ein Schraubchen an den Alhidadenhalter befestigt, und läßt sich um dies Schraubchen etwas drehen

hen, damit man ihn nach Erfordern genau über einen Theilstrich der Scheibe M bringen kann.

9. In Fig. LXII. ist die Fig. LXI. in umgekehrter Lage vorgestellt, so wie sie nemlich von unten anzusehen ist. Daselbst ist abcd ein an die untere Fläche des Alhidadenhalters durch das Schraubchen  $\psi$  befestigtes Stück Messing, in Form eines Knies, welches sich bis cd über den Rand AA erhebt, und solchergestalt einen Theil des Randes zwischen sich und der Regel P enthält; bey x geht durch das Stück abcd eine Schraube: wenn man diese anziehet, so drückt sie gegen den Rand AA, und erhält solchergestalt den Alhidadenhalter P, folglich auch die Alhidadenregel O, welche vermittelst der Micrometerschraube, mit dem Alhidadenhalter zusammenhängt, fest an den Rand AA: Und eben daher rührt die Benennung Alhidadenhalter. Will man hingegen die Alhidadenregel um den Mittelpunkt des Werkzeugs herumsühren, so darf man nur die Schraube x lösen.

10. Bey LXIII. ist die nähere Zusammensetzung der Micrometerschraube zu sehen, KR ist der eigentliche, mit feinen Schraubengängen versehene Theil. Diese Schraubengänge wenden sich bey Herumdrehung der Micrometerschraube, in einer Mutter herum, die sich in dem auf der Alhidadenregel O befestigten

ten Ansätze q (8) befindet. KR endigt sich aber in einen etwas dünnern stählernen Zapfen RB. Dieser geht durch den Ansatz p (8) des Mhidandenhalters, und wälzt sich in demselben, wie in einer Pfanne herum. An der Scheibe M befindet sich, senkrecht auf ihr, ein hohler Cylinder D. Wenn nun der Zapfen RB durch den Ansatz p durchgesteckt worden, so daß das dickere Ende R, wo die Schraube KR aufhört, (oder eine bey R angelöthete kreisrunde Scheibe ST) dichte bis vor den Ansatz p stößt, so wird an den Theil RB des Zapfens, welcher alsdann rechter Hand des Ansatzes hervorragt, die Höhlung des Cylinders D gesteckt, so daß die Grundfläche dieses Cylinders ebenfalls dichte bis vor den Ansatz p zu liegen komme, und folglich dem Zapfen kein Spielraum weder von p nach q, noch von q nach p übrig bleibe. Diese Vorrichtung ist deswegen nöthig, weil sonst die Schraube im Anfange nicht angreifen, sondern eine Weile leer gehen würde. Es muß aber die Höhlung des Cylinders D etwas wenigens enger seyn, als der Zapfen RB dicke ist, damit eine ziemliche Gewalt erfordert wird, wenn man den Cylinder D an den Zapfen RB stecken will.

Die Absicht davon ist, daß der Cylinder D an dem Zapfen RB, vermittelst einer starken Friction, sehr fest stecke, und folglich, wenn man die Micrometerschraube herumdrehen will,

der

der Cylinder D nicht zu gleicher Zeit eine eigene Bewegung um den Zapfen RB habe. Man könnte auch den Cylinder D an den Zapfen vermittelst eines Schraubchens befestigen, so wäre gar keine eigene Bewegung zu befürchten.

Damit sich die Micrometerschraube MK beim Umdrehen nicht klemme, so ist nöthig, daß die Ansätze p, q, dergestalt auf P und O angebracht sind, daß sie sich zugleich mit der Schraube etwas drehen, wozu die Einrichtung den Mechanicis bekannt ist.

Der Ansatz q muß so dick seyn, daß er wenigstens 6 bis 8 Schraubengänge fasse, damit sich die Gänge nicht zu leicht ausschleifen.

II. Der obere Ring I, I, Fig. LVIII ist, wie aus dem Profile \*) des ganzen Werkzeugs Fig. LX. zu ersehen ist, vermittelst dreier Schrauben, an die Alhidadenregel OO befestiget, und um ihn ist die runde Platte mm des Alhidadenhalters (8) beweglich; dieser Ring ist von Stahl.

12.

\*) Dieses Profil stellet den Durchschnitt des Werkzeugs vor, wenn man sich einbildet, die Alhidadenregel OO. sey über das Querstück CC gebracht, und hierauf nach ihrer Mitte, ein Schnitt senkrecht auf sie, durch den Mittelpunkt des Werkzeugs geführt worden.

12. Unterhalb der runden Platte rr Fig. LIX (6) siehet man noch zwey andere. Die nächste unter rr gehöret zu einer Regel NN, die unter eben dem Buchstaben, auch in dem Profile zu sehen ist. Diese Regel NN ist an ihrer untern Fläche mit einem Ansätze w versehen, dergleichen sich auch einer an der untern Fläche des Querstücks CC, befindet. Durch diese beyden Ansätze gehet die Stellschraube Wz Fig. LVIII, auf eine ähnliche Art, wie durch die beyden Ansätze p, q, die Micrometerschraube MK (10); diese Regel N mit ihrer Schraube Wz dienet, dem Rande des Werkzeugs eine sanfte horizontale Bewegung zu geben.

13. Die runde Platte, an der sich NN befindet (12) ist mit der untersten runden Platte, die mit dem hohlen Cylinder R aus einem einzigen Stücke bestehet, vermittelst dreyer Schrauben  $\psi, \psi$ , Fig. LX. verbunden.

14. Durch den Mittelpunkt des Werkzeugs gehet ein stählerner etwas konischer Zapfen V. (S. das Profil.) Dieser ist vermittelst dreyer Schrauben, auf die runde Mittelpunkt: Platte der Regel NN (12) befestiget. Um diesen konischen Zapfen drehet sich die Abhidadenregel OO.

15. Senkrecht an diesem Zapfen V befindet sich an dem Mittelpunkt der Grundfläche  
des:

desselben, ein zweyter cylindrischer Zapfen  $y$ , der mit  $V$  aus einem Stücke bestehen muß, und sich in eine konische Spitze endigt.

16. Die Höhlung des Cylinders  $R$  wird nun auf eine sogenannte Nuß Fig. LXIV. Tab. VI. gesteckt, und kann vermittelst der Schraube  $L$  an dem cylindrischen Zapfen  $\alpha\beta$  der Nuß (die hier nur klein abgebildet ist) festgehalten werden. Wie eine solche Nuß zusammengesetzt sey, brauche ich kaum zu erläutern, da diese Art der Vorrichtung schon sehr alt, und allen Mechanicis bekannt ist, sich auch einigermaßen, sowohl aus dem Aufrisse, als dem dabey stehenden Profile deutlich übersehen läßt. Verschiedene Gattungen derselben findet man auch sehr vollständig in Leupolds *Theatr. Mach. Geom.* beschrieben.

Der Zapfen  $\alpha\beta$  muß aber genau in die innere Höhlung des Cylinders  $R$  passen, damit, wenn das Werkzeug auf die Nuß gesetzt wird, nicht die geringste Wankung entstehe. Auch ist aus dieser Ursache bey  $\alpha$  noch eine konische Vertiefung, oder eine Pfanne, in welcher die konische Spitze des Zapfens  $y$  (15) zu ruhen kömmt. Der Cylinder  $\alpha\beta$  bestehet mit der massiven Kugel  $F$  aus einem Stück, und die Kugel selbst ist in einer sie umgebenden Hülse beweglich. Die Schraube  $H$ , die gegen ein an die Kugel  $F$  stoßendes Plättchen  $h$  drückt,

dient,

dient, die Kugel oder Nuß in ihrer Hülse unbeweglich zu erhalten, wenn es die Absicht erfordert.

17. Endlich dient der an der Hülse befestigte hohle messingene Cylinder V, die Nuß mit dem auf ihr ruhenden Winkelmesser, auf ein hölzernes Stativ oder Gestelle Fig. LXV, zu setzen. S ist der Zapfen des Stativs, der genau in die Höhlung des Cylinders V passen muß. Diesen Zapfen S kann man besser von Messing, als von Holz seyn lassen. Im erstern Falle wird er durch starke Schrauben auf das hölzerne Stück T befestigt. Die Beine oder Füße des Stativs sind bey e, e, an den Seitenflächen eines hölzernen dreieckigten Prisma, um Aren beweglich, und können, nach Gefallen, so weit auseinander gesperrt werden, bis das auf dem Stativ ruhende Werkzeug eine bequeme Stellung und Höhe erhalten hat. Uebrigens kann man durch Schraubenmütter, die an den Enden der Aren, um die sich die Beine drehen, angeschraubt werden, die Beine des Stativs in eine unverrückte Lage bringen. Auch sind die Beine unten mit sogenannten eisernen Schuhen, nebst einer Stachel versehen, wodurch sie sich in den Boden befestigen lassen.

18. Das Fernrohr Fig. LXVI. Tab. V. läßt sich innerhalb der Hülse K um eine

Are drehen, und kann nach Gefallen durch die Schrauben d, d, festgehalten werden. Die Hülse K befindet sich an einem sogenannten Zirkelgewinde, oder an einer andern beliebigen Vorrichtung, um welche das Fernrohr genau in einer Verticalebene auf- und nieder bewegt werden kann. Die ganze Vorrichtung KZT, auf der solchergestalt das Fernrohr ruhet, wird durch 4 Schrauben, die man bey T und Z siehet, auf die Alhidadenregel OO Fig. LVIII. angeschroben. Die Schrauben bey T, Z gehören in die Mütter, die man auf der Alhidadenregel OO bey v, v, v, v, siehet.

### A n m e r k u n g.

Dieses ist im Ganzen die wesentliche Einrichtung eines zur Ausübung bequemen Winkelmessers. Was an der bisherigen Beschreibung etwa noch undeutlich seyn möchte, wird sich aus genauerer Betrachtung des Aufrisses und Profiles ergänzen lassen. Den Gebrauch und die Absicht der bisher beschriebenen einzelnen Theile dieses Winkelmessers werde ich in der Folge erklären, wenn ich die wirkliche Ausmessung der Winkel zeige.

Die Maaße aller einzelnen Theile dieses Winkelmessers hier bezubringen würde zu weitläufig seyn, und ein geschickter Mechanicus wird die verhältnismäßige Größe der einzelnen Theile schon von selbst auszuwählen, und nach der fest:

festgesetzten Größe des Werkzeugs zu bestimmen wissen. Nur was die Micrometerschraube anbelangt, so muß ich bemerken, daß, wenn der Halbmesser des Werkzeugs 6 Zoll ist, die Micrometerschraube höchstens  $2\frac{1}{4}$  Zoll lang, und etwa  $1\frac{1}{4}$  Linie dick zu seyn braucht. Die in ihrer Hülse bewegliche Nuß muß wenigstens  $1\frac{1}{4}$  Zoll im Diameter haben, wenn das Werkzeug einen gehörig festen Stand haben soll. Die um den Mittelpunkt des Werkzeugs beweglichen Platten mm, 00, u. s. w. können etwa  $2\frac{1}{2}$  Zoll im Durchmesser halten, und etwa 1 starke Linie dick seyn. Das Fernrohr (am besten ein achromatisches, Kästners Dioptr. 100. IV.) kann etwas länger als 12 Zoll, oder als der Durchmesser des Werkzeugs seyn. Die Hauptsache ist, daß alles, was sich drehen läßt, recht satt und geschmeidig gehe, und nichts schlottre oder wanke. Manche Theile können auch eine andere Einrichtung bekommen, wenn nur ihr Zweck erfüllt wird, welches alles dem Mechanicus nach Gutbefinden überlassen seyn kann. Verschiedene zu besondern Zwecken noch anzubringende Theile werden gelegentlich in den nächsten Bänden dieser practischen Geometrie vorkommen. Z. B. Libellen u. d. gl.

### Anmerkung.

S. 100. Die Art, wie hier die Alhidadenregel um den Mittelpunkt des Werkzeugs bewegt

weglich ist, nebst der Einrichtung (12) wodurch man dem Rande des Werkzeugs eine sanfte Horizontalbewegung ertheilen kann, ist meistens von einem Winkelmesser genommen, den mein seel. Vater Tob. Mayer in einer noch ungedruckten, der göttingischen königl. Soc. d. Wissensch. vorgelegten Abhandlung beschrieben hat.

Das Werkzeug meines Vaters besaß Hr. H. Kästner, der die Gürtigkeit hatte, mir solches zu leihen; ich habe sodann die Figuren LVIII u. s. w. meistens nach diesem Werkzeuge entworfen.

Auch habe ich selbst Messungen mit diesem Instrumente angestellt, und kann versichern, daß es zur Ausübung sehr bequem und brauchbar ist. Hr. Niebuhr hat ein ähnliches auf seinen Reisen gebraucht, und Messungen unter andern bey den Pyramiden damit vorgenommen.

Mein Vater hat keinen Vernier angebracht, sondern die Alhidadenregel führt bloß einen nach der Richtung des Halbmessers ausgespannten zarten Silberfaden als Index über die Abtheilungen des Randes mit sich fort, und die Micrometerschraube dienet, den Abstand dieses Fadens von einem gewissen Theilpunkte des Randes in Minuten u. s. w. zu bestimmen. Diese Abtheilungen sind bloß durch zarte Tüpfelchen bemerkt,

merkt, welche durch ein auf der Alhidadenregel, über dem erwähnten Faden oder Funder angebrachtes Vergrößerungsglas von etwa 2 Zollen in der Brennweite betrachtet werden. Statt eines solchen Fadens, würde noch besser ein feiner Strich auf der untern Seite eines ebenen runden Glases, das sich zugleich mit der Alhidadenregel über den eingetheilten Rand des Werkzeugs bewegt, gedient haben. Ein so feiner Strich verstattet genau die Mitte eines Theilpunktes auf dem Rande zu treffen, wozu auch der feinste Silberfaden noch zu dick ist. Daß mein Vater keinen Vernier angebracht hat, rührt vermuthlich daher, daß es ihm damals an einem geschickten Künstler gefehlt haben mag, dem er das Ziehen der Theilstriche sowohl auf dem Rande, als auf einem Vernier hätte anvertrauen können. Auch war damals überhaupt der Vernier noch nicht so gebräuchlich, zumahl an geometrischen Werkzeugen, als jetzt, da Künstler durch Hülfe ihrer Theilmaschinen, alle hieher gehörigen Arbeiten, mit so viel Leichtigkeit und Richtigkeit ausführen können. Wer also die Gelegenheit hat von einem geschickten Künstler, ein Werkzeug mit einem Vernier zu erhalten, oder in Ermangelung eines solchen sich zutraut, nach dem Verfahren, welches ich unten (S. 102. XV.) beschreiben werde, sich selbst einen solchen Vernier zu zeichnen, dem wird diese Vorrichtung in Verbindung mit der Micrometerschraube eine um so genauere Ausmessung  
der

der Winkel gewähren (S. 103.) als beide Angaben des B. und der Micrometerschraube einander zu gegenseitiger Vergleichung dienen. Daher ich es denn nicht für unnütz gehalten habe, das Werkzeug meines Vaters, das ich in Rücksicht seiner übrigen Einrichtung zu gewöhnlichen nicht ins zu Große gehenden geodätischen Operationen sehr einfach und bequem gefunden habe, auch noch mit einem Vernier zu versehen, und dadurch überhaupt auch den Gebrauch der Verniere an winkelmessenden Werkzeugen noch mehr zu erläutern, sie mögen nun, wie sie wollen, von den angeführten verschieden seyn.

Ferner ist nun auch das Fernrohr an meines Vaters Werkzeuge nicht in einem Gewinde auf und nieder beweglich, sondern parallel mit der Alhidadenregel auf ihr ohngefähr so befestigt, wie bey dem Werkzeuge Fig. L. Tab. IV. (unten S. 105.) zu sehen ist. Dasselbst sind H, H, ein paar Hülsen, die auf die Alhidadenregel AB befestiget sind, in welche genau die cylindrische Röhre des Fernrohres passt, und vermittelst der Schrauben w, w, festgehalten wird. Eben so ein paar Hülsen gedente man sich auf der Alhidadenregel Fig. LVIII, ohngefähr an den Stellen, wo die Buchstaben O, O stehen, befestiget, und das Fernrohr durchgesteckt, so hat man die Art, wie an meines Vaters Werkzeuge das Fernrohr angebracht ist.

Es hat indessen diese Vorrichtung, bey der das Fernrohr nicht in einem Gewinde auf und nieder beweglich ist, die Unbequemlichkeit, daß man das Fernrohr bey Horizontalvermessungen, nicht zugleich nach erhabenen Objecten hinrichten kann, so, daß die Fläche des Werkzeugs horizontal bliebe, sondern man der ganzen Fläche des Werkzeugs eine Neigung geben muß. Dadurch erhält man an jedem Stande eigentlich nicht den Horizontalwinkel, sondern einen schiefen, woben man sich die Mühe geben muß, zwey Verticalwinkel zu messen, wenn man den horizontalen durch trigonometrische Rechnung bestimmen will, S. 8.

Mein Vater hat wohl deswegen kein bewegliches Fernrohr, wie Fig. LXVI. angebracht, weil einige Unrichtigkeiten entstehen, wenn das Fernrohr nicht völlig genau in einer auf der Alhidadenregel senkrechten Ebene auf und nieder beweglich ist. Allein, ein geschickter Mechanicus wird gar leicht diese nöthige Eigenschaft eines beweglichen Fernrohrs, oder sogenannten Rippregel, in ihrer gehörigen Vollkommenheit darstellen können. Es kommt sehr mit darauf an, daß der cylindrische Zapfen, um den sich die Rippregel dreht, nicht zu schwach gemacht wird. Sind nun ausserdem etwa nach der Einrichtung welche ich im IIten Theil dieser practischen Geom. S. 150 angegeben habe, auch noch Stellschrauben vorhanden, wodurch ei-

einer etwa bemerkten Unrichtigkeit in gedachter Bewegung der Kippregel nachgeholfen werden kann, so steht dem Gebrauche dieser nützlichen und fast unentbehrlichen Vorrichtung nichts weiter mehr entgegen.

Wie man übrigens entdecken könne, ob eine Kippregel die gehörige Bewegung in einer Verticalebene habe, oder nicht, zeige ich im 147ten S., woselbst auch von den Fehlern gehandelt wird, die durch eine nicht gehörige Bewegung der Kippregel hervorgebracht werden können.

Bei Höhenmessungen, wo die Ebene des Winkelmessers vertical gestellt werden muß, hat die Kippregel einige Unbequemlichkeiten, so daß es besser ist, wenn das Fernrohr, nach meines Vaters Einrichtung, unbeweglich, und parallel mit der Alhidadenregel, angebracht wird. Man kann indessen beyde Vortheile miteinander vereinigen. Bei Horizontalvermessungen bediene man sich der Kippregel, indem man die Vorrichtung TKZ Fig. LXVI. auf die Alhidadenregel befestigt; bei Höhenmessungen aber nehme man die Vorrichtung TKZ von der Alhidadenregel weg, befestige, statt ihrer, durch Schrauben ein paar Hülsen, wie H, H, Fig. L. auf die Alhidadenregel, und bringe das Fernrohr gehörig an.

## Gebrauch der Micrometerschraube.

§. 101. I) Man befestige den Alhidadenhalter P an des Winkelmessers Rand AA, vermittelst der oberwähnten Schraube x (Fig. LXII.) und drehe nun (Fig. LVIII) die Micrometerschraube MK herum, so wird sich die Alhidadenregel mit dem darauf befestigten Fernrohre, sanft um den Mittelpunkt des Werkzeugs zu drehen anfangen, und sich der unbeweglichen Regel P nähern, oder sich von ihr entfernen, je nachdem man die Schraube MK links oder rechts umwendet. Diese sanfte Bewegung der Alhidadenregel läßt sich wahrnehmen, wenn man genau auf die beyden Indices  $\alpha$ ,  $\beta$ . der Vernierplatte siehet, und bemerkt, wie sie bey der Umwenden der Micrometerschraube, an andere und andere Theilstriche des Randes kommen.

II) Wenn nun die Schraubengänge auf MK, durchgehends, wie hier erfordert wird, von gleicher Weite sind, so wird bey jeder Umdrehung der Schraube, sich der Index des Vernier um gleich viel auf dem Rande verschieben, und Theile von Umdrehungen der Schraube MK, werden sich verhalten, wie die kleinen Bogen, um die der Index des V. sich auf dem Rande verschiebt, und folglich auch, wie die diesen kleinen Bogen, am Mittelpunkte des Werkzeugs zugehörigen kleinen Winkel.

III)

III) Wüßte man also z. E. daß bey einer gänzlichen Umdrehung der Micrometerschraube, sich der Index des Vernier der 90 Theilung um 12 Minuten auf dem Rande fortbewegte, so würde sich bey einer halben Umdrehung der Index nur um 6 Min. bey einer Viertelsumdrehung um 3 Min. u. s. w. verschieben.

IV) Will man auf diese Art durch die Umdrehung der Schraube, kleine Bogen, um die sich der Index auf dem Rande verschiebt, in Minuten und noch kleinern Theilen angeben, so ist es nöthig, daß man durch einen Versuch vorher die Anzahl von Minuten und Sekunden des Randes bestimmt habe, die einer gegebenen Menge von Umdrehungen zugehören.

Diesen Versuch stellet man so an:

V) Man bringe den Index des V. der 90 Theilung, genau an einen gewissen Theilstrich des Randes, und befestige den Alhidadenhalter P.

Nun wende man die Micrometerschraube MK herum, bis der Index des V. an den nächstfolgenden Theilstrich des Randes gerückt ist, und sich also um einen Grad fortbewegt hat.

Man zähle, wie viel ganze Umdrehungen der Micrometerschraube, und wie viel Theile  
ei 2

einer Umdrehung man nöthig hatte, den Index um einen ganzen Grad fortzurücken.

Dieses Zählen kann man bequem bewerkstelligen, wenn der Umfang der Scheibe M, (Fig. LXI.) die am Ende der Micrometerschraube sitzt, in eine gewisse Anzahl gleicher Theile, z. E. in 30 derselben getheilt ist. Da darf man nur bemerken, über welchen Theilpunkt der Scheibe M, der über ihr befindliche Weiser  $v$  anfangs stand, oder über welchen Theilpunkt man ihn gestellt hat (S. 99. 8) ehe man anfing, die Schraube herum zu wenden, und wie oft bey Umdrehung der Schraube, derselbe Theilpunkt wieder unter den Weiser kam, so weiß man, wie viel ganze Umdrehungen, und wie viel Theile einer Umdrehung vollendet worden, den Index um einen Grad oder  $60'$ , auf dem Rande fortzuschieben.

Gesetzt, man habe die Micrometerschraube  $8\frac{5}{30}$  mahl herumwenden müssen, den Index um den erwähnten Bogen fortzuschieben, so wird man leicht nach der Regel de Tri berechnen können, um wie viel Theile oder Minuten eines Grades sich der Index fortschiebt, wenn man nur eine oder 2 Umdrehungen u. s. w. vollendet. Man schliesse hier  $8\frac{5}{30}$  Umdreh. geben  $1^\circ$  oder  $60'$ , was giebt 1 Umdrehung?

Antw.

Antwort. Beynahe  $7' 20''$ ; also 2 Umdreh.  $14' 40''$ ;  $\frac{1}{2}$  Umdrehung  $3' 40''$ , 5 u. s. w. Ist also der Umfang der Scheibe M in 30 gleiche Theile eingetheilt, so kann man auch 30 Theile einer Umdrehung bemerken, und  $\frac{1}{30}$  Umdreh.  $= \frac{7' 20''}{30} = 14'', 7; \frac{2}{30}$  Umdreh.  $= 29''$  4 u. s. w. Um so viel Secunden schiebt sich also der Index des B. auf dem Rande fort, wenn man die M. Schraube nur um  $\frac{1}{30}$ ,  $\frac{2}{30}$  u. s. w. herumwendet.

VI) Dieses zeigt nun den Nutzen! der Micrometerschraube, kleine Bogen oder Winkel, in Minuten und Secunden zu bestimmen. Gesetzt nämlich, der Index des B. stände auf dem Rande zwischen zwey Theilstrichen, z. E. zwischen  $20^\circ$  und  $21^\circ$  und man wollte wissen, um wie viel Minuten er von dem Theilstriche, der zu  $20^\circ$  gehört, entfernt wäre, so verfähre man so:

VII) Man bemerke auf der Scheibe M genau den Punkt, über welchen der Weiser steht oder schiebe letztere vielmehr genau an einen Theilpunkt der Scheibe M (S. 99. 8) wende nun die Schraube herum, bis der Index an den erwähnten Theilstrich (VI) gerückt ist, und zähle sowohl die ganzen Umdrehungen der Schraube, als auch die Theile von ihr, so wird sich daraus berechnen lassen, um wie viel Mi:

Minuten der Index anfangs von dem erwähnten Theilstriche des Randes entfernt war.

Gesetzt, man habe die Schraube genau 3 mahl umwenden müssen; so würde der Index rechter Hand des erwähnten Theilstrichs um  $3 \times 7' 21''$ , oder um  $22' . 3''$  abgestanden haben (V).

VIII) Es ist vortheilhaft, die Werthe der Schraubenumdrehungen, und Theile derselben, ein für allemal zu berechnen, und sie in eine Tafel zu ordnen, aus der sich nachher sogleich eine gegebene Anzahl von Umdrehungen, in Minuten und Secunden verwandeln läßt.

IX) So zeigt das bisherige den Gebrauch der Micrometerschraube. Ich habe dabei nur noch folgende nöthige Erinnerungen zu machen. (1) Muß man sich beständig eines Vergrößerungsglases bedienen, damit man genau bemerken könne, wenn der Index des B. an einen gewissen Theilstrich des Randes gebracht ist. Es ist bequem, wenn dieß Vergrößerungsglas auf der Alhidadenregel selbst befestigt ist, wozu sich die Vorrichtung leicht gedenken läßt. (2) Muß man untersuchen, ob alle Schraubengänge gleiche Weite haben: hievon überzeugt man sich, wenn man probiret, ob durchgehends gleichviel Umdrehungen nöthig sind, den Index des B. um einen und eben denselben Bogen des Randes

des zu verschieben. Wenn die Schraube mit dem gehörigen Fleiße gemacht ist, wird man selten merkliche Ungleichheiten entdecken. Auch ist es vortheilhaft, wenn man beständig nur einerley Schraubengänge braucht. (3) Verstehet sich, daß die Schraube nur dienen soll, kleinere Winkel oder Bogen zu bestimmen, als unmittelbar auf dem Rande sind.

Für einen größern Bogen müßte die Schraube nach dessen Gestalt gekrümmt seyn: Aber alsdann werden sich die Schraubengänge nicht mit der Gleichheit verfertigen lassen, die hier erforderlich ist. (4) Muß man endlich dafür sorgen, daß die Micrometerschraube MK mit der Richtung der Alhidadenregel O, so viel als möglich, einen rechten Winkel mache.

Eine Hauptsache ist, daß die Micrometerschraube auch auf die geringste Umdrehung rechts oder links so gleich anspreche, d. h. ein Fortrücken des Index auf dem Rande bewürke. Geschieht dieses nicht, so sagt man, daß die Schraube todte oder leer gehe. Dieses leer gehen wird nun zwar eben nicht sehr statt finden, wenn die Schraubengänge tief genug geschnitten sind, und sonst alles gehörig gearbeitet ist. Um indessen dasselbe noch besser zu verhüten, kann man unter der Micrometerschraube in dem Zwischenraume zwischen dem Alhidadenhalter P und der Alhidadenregel O, auch noch eine

eine etwas starke in Form eines S gekrümmte elastische Stahlfeder anbringen. Sollte aber dennoch zu befürchten seyn, daß die Schraubengänge in einem Ansätze wie q (10) sich mit der Zeit etwas ausschleifen mögten, so kann der Ansatz auch so eingerichtet werden, daß er eine sich selbst federnde Schraubenmutter darstellt, dergleichen den Künstlern unter dem Nahmen der Bremschrauben bekannt sind, oder es kann ein solcher Ansatz auch aus zwey Theilen bestehen, die durch Hülfe von ein paar Schraubchen zusammengehalten, und nach Erfordern etwas näher zusammengeklemt werden können, wenn sich die micrometrischen Schraubengänge in ihnen etwas ausgeschliffen haben sollten. Auf diese Art sind die Micrometerschrauben an den Reichenbachischen Werkzeugen (S. 89. XIX) vor allem todten Gänge auf immer gesichert. Indessen können denn doch auch gewöhnliche Micrometerschrauben, wenn sie gut eingerichtet sind, auf lange Zeit dienen, und sollten sie einmahl anfangen leer zu gehen, so ist es ein Leichtes sie mit neuen zu vertauschen.

### Nähere Vorstellung der Vernierplatte.

S. 102. I) Der Bogen des Vernier für die gewöhnlichen Grade, oder 90 Theile des Quadranten, kann so beschaffen seyn, daß nach (S. 77. X.) der Vernier den Grad von 2 zu 2 Minuten theilet. Es wird also der Bogen zwis

zwischen den beyden äuffersten Theilstrichen des Vernier genau zwischen zwey Theilstriche des Randes, die um  $31^\circ$  von einander abstehen, passen müssen. Diesen Bogen des V. wird man genau in 30 gleiche Theile theilen.

Dann wird jeder kleine Bogen zwischen zwey nächsten Theilstrichen des V. um  $2'$  größer seyn, als ein Bogen zwischen zwey nächst auf einander folgenden Theilstrichen des Randes, oder bestimmter, jedem Theile des V. gehört am Mittelpunkte ein Winkel zu, der um 2 Min. größer ist, als der, welcher einem Theile des R. zukömmt.

II) Der Bogen des V. für die 96 Theilung des Quadranten, oder 384 Theilung des ganzen Umfangs, sey 33 solchen Theilen gleich [S. S. 77. XII. unten in der Anmerkung\*)] und werde in 32 gleiche Theile getheilt, so wird ein Theil des V. einen Theil des Randes um  $1' 45''$ , 46 oder etwa um  $1' 45''$ , 5 übertreffen. Denn wenn  $\frac{1}{96}$  des Quadranten =  $b$  ist, so wird ein Theil auf dem Vernier =  $\frac{33}{32} b$  =  $b + \frac{1}{32} b$  folglich um  $\frac{1}{32} b$  größer, als der Theil  $b$  zwischen zwey Theilstrichen des Randes. Da nun  $b = \frac{1}{96} \cdot 90^\circ = 56' 15''$  ist, so wird  $\frac{1}{32} b = 1' 45''$ , 46.

III) Berechnet man nun jede vielfache von  $\frac{1}{32} b$ , bis aufs 32fache, und bringt sie in eine  
Za:

Tabelle, so kann man alsdann sogleich jede vielfache von  $\frac{1}{32} b$ , um die der Index des Vernier von einem gewissen Theilstriche des Randes absteht, in Minuten und Secunden ausdrücken, ohne weitere Rechnung. Man s. hievon unten S. 103. ein Beispiel.

IV) Um übrigens die Abtheilungen auf der Vernierplatte zu verrichten, habe ich folgendes Mittel für gut befunden. Aber alle Handgriffe und Vorsichten dabei zu erzählen, würde zu weitläufig seyn. Ich zeige daher nur kürzlich die Theilung des Vernierbogens für die Gradabtheilungen des Winkelmessers.

V) Ich setze hiebei zum Voraus, daß die Alhidadenregel, mit ihrer Vernierplatte, schon ganz fertig sey, und also nur noch die Abtheilungen auf den Vernierbogen gerissen werden müssen. Um nun dieses zu leisten, so bringe ich die Alhidadenregel gehörig an den Mittelpunkt des Winkelmessers, befestige sie an dem Rand des Werkzeugs, indem ich die Schraube  $x$  des Alhidadenhalters S. 99. 9. anziehe, und bemerke nun auf zwey um  $31^\circ$  von einander abstehenden Theilstrichen des Randes, genau die Stellen, wo die scharfe Kante des Vernierbogens sie durchschneidet. Ich nehme einen sehr geschärften, und wohl zugespizten stählernen Punzen, fahre damit genau an der scharfen Kante her, und mache solchergestalt

Mayer's pr. Geometr. I. Th. Ec ganz

ganz zarte Einschnitte, auf den erwähnten Theilstrichen des Randes.

VI) So bekommt man auf ihnen ein paar Punkte, die genau um den Halbmesser des Bogens, der die scharfe Kante des Vernier begränzt, vom Mittelpunkte des Werkzeugs ab stehen, und einen Bogen von  $31^\circ$  zwischen sich fassen.

VII) Nun nehme man die Alhidadenregel mit ihrer Vernierplatte vom Mittelpunkte des Winkelmessers ab, befestige sie durch ein paar Handschrauben, oder durch eine sonstige Vorrichtung auf die Scheibe B Fig. XLVII, auf der die Abtheilungen für den Rand des Winkelmessers versertigt worden §. 89. II.; nehme den geschärften Punzen (V) zur Hand, fahre damit wieder um die scharfe Kante, oder den Vernierbogen herum, und reisse auf diese Art auf der erwähnten Scheibe B einen blinden Bogen rp, genau von eben dem Halbmesser, mit welchem der Vernierbogen gezogen worden.

VIII) Hierauf nehme man die Alhidadenregel wieder weg, und trage auf diesen Bogen von r nach p genau die Weite der beiden Punkte, die in (VI) auf den Theilstrichen des Randes bestimmt worden.

IX) So hat man auf diesem blinden Bogen (VII) genau die Weite  $rp$ , um welche die beyden äussersten Theilstriche des Vernier, von einander abstehen müssen; dieser Bogen  $rp$  ist genau das Maasß von  $31^\circ$  (VI), und muß nun in 30 Theile getheilet werden.

X) Wie dieses durch halbiren, durch Theilung jeder Hälfte in drey, und eines jeden Drittels wieder in fünf Theile, vermittelst Versuche u. s. w. verrichtet werden könne, dies ist mit Erwägung der dabey nöthigen Vorsichten, oben bey Gelegenheit der Abtheilungen des Randes S. 89. zureichend gezeigt worden.

XI) Wenn nun die Theilung vollendet, und durch zarte Einschnitte oder Punkte sichtbar gemacht worden, so zieht man an jeden Theilpunkt  $r$ ,  $s$  u. s. w. Tangenten. Dieses kann blos mechanisch bewerkstelligt werden, indem man nur ein Linial an die Punkte  $r$ ,  $s$  u. s. w. so anlegt, daß solches den blinden Bogen bey  $r$ ,  $s$  u. s. w. berührt. Diese Tangenten brauchen übrigens nicht ganz bis an die Punkte  $r$ ,  $s$  ausgezogen zu werden, und werden ebenfalls nur durch blindgerissene Linien angedeutet.

XII) Sobald man hiemit fertig ist, nimmt man wieder die Alhidadenregel zur Hand, legt die scharfe Kante des Vernier wieder genau

nau an den blinden, und nun getheilten Bogen  $rp$ , und befestigt sie durch ein paar Handschrauben, wieder fest auf die Scheibe  $B$ .

XIII) Befinden sich nun solchergestalt die Abtheilungen des blinden Bogens  $pr$ , genau an der scharfen Kante der Vernierplatte, so kömmt es nun darauf an, durch die Theilpunkte  $r, s$  u. s. w. auf die scharfe Kante des anliegenden Vernierbogens, feine, senkrecht stehende Theilstriche zu reißen. Dieses zu leisten, dienen die (XI) gezogenen Tangenten. Man nimmt nämlich einen Stangen- oder Federzirkel zur Hand, bringet die Spitzen desselben in eine bequeme Weite, setzt die eine Spitze genau in den Theilpunkt  $r$ , läßt die andere bey  $z$ , auf die an  $r$  gezogene Tangente hinfallen, und beschreibt auf diese Art, aus dem Mittelpunkte  $z$ , einen sehr zarten Einschnitt  $ri$  auf der anliegenden Vernierkante bis zu einem mit dieser Kante parallel gezogenen Kreisbogen, welcher die Länge der Theilstriche bestimmt. Man behält hierauf immer dieselbe Weite zwischen beyden Spitzen des Zirkels, setzt nun die eine Spitze desselben genau in den Theilpunkt  $s$ , läßt die andere wieder in die zugehörige Tangente bey  $y$  hinfallen, und reißet aus dem Centro  $y$  den nächstfolgenden Theilstrich  $s2$  auf dem anliegenden Vernierbogen. Auf diese Art setzt man die Arbeit fort, bis durch alle Theilpunkte des blinden Bogens  $rp$ , Theilstriche auf

auf die Vernierkante gerissen sind, so hat man, vermittelst dieses Verfahrens, sehr bequem die Abtheilungen des blinden Bogens auf den Vernier gebracht, und man kann nun, von dem Index des Vernier angerechnet, von der rechten gegen die linke Hand zu, etwa von 5 zu 5 Theilen, Ziffern bey die gerissenen Theilstriche des Vernier stechen lassen.

XIV) Was die Theilstriche selbst anbelangt, so brauchen diese höchstens nur  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{4}$  Linie lang zu seyn. Der erste Theilstrich, der den Index abgiebt, wird zum Unterschiede etwas länger gemacht. Je weiter man übrigens die Punkte z, y, auf den Tangenten hinaus nehmen kann, und je kürzer man die Theilstriche zieht, desto besser werden sie auf der Kante des Vernier als vollkommen senkrechte kleine gerade Linien sich ausnehmen.

XV) Das gewiesene Verfahren, vermittelst der gezogenen Tangenten rz, sy zc. auf dem Bogen rp, senkrecht stehende Theilstriche r1, s2 u. s. w. zu reißen, hat auffer seiner Bequemlichkeit, noch den Vortheil, daß man durch die Theilpunkte r, s, weit genauer und sicherer die Theilstriche ziehen kann, als es nach S. 89. XII. längs eines Linials, das man an den Mittelpunkt des Bogens rp, und an jeden Theilpunkt r, s, anlegte, geschehen kann. Ich wollte daher rathen, auch bey den Abtheilungen

gen des Randes eines Winkelmessers, sich lieber dieser Methode zu bedienen, als längs eines Linials, die Theilstriche zu reissen, da aber die Breite des Randes vielleicht nicht hinreichen möchte, so große Tangenten auf ihm zu nehmen, daß die damit gezogenen Theilstriche ohne merklichen Fehler für kleine gerade Linien gelten dürfen, so habe ich folgendes Verfahren bequem gefunden.

Man bringe Fig. XLVIII. den durch Punkte bereits getheilten Rand auf einen ebenen Tisch, lege an den Umfang des Randes ein nach der Krümmung desselben geformtes Stück Messing  $tvwu$ , genau von gleicher Dicke mit dem Rande, und beschreibe auf  $tvwu$ , so nahe als möglich an  $tu$  einen Kreisbogen  $l\lambda$  aus dem Mittelpunkte  $A$ . Sollen nun z. B. durch die Theilpunkte,  $q, r, s$  etc. des Randes Theilstriche gezogen werden, so ziehe man an  $q$  eine Tangente, welche den Bogen  $l\lambda$  in  $x$  durchschneide. Dann fasse man zwischen beyde Spitzen des Stangenzirkels die Weite  $qx$ , und beschreibe damit aus  $x$ , den Theilstrich durch  $q$ . Nun braucht man weiter keine Tangenten mehr zu ziehen. Denn setzt man bey ungeändertem Abstände beyder Spitzen des Stangenzirkels, die eine Spitze in den nächsten Theilpunkt  $r$ , und läßt die andere bey  $p$  auf  $l\lambda$  hinfallen, so wird, wie sich leicht einsehen läßt, auch  $rp$  eine Tangente an  $r$  seyn, mit der man aus  $p$  den Theil-

Theilstrich durch r ziehen kann. Sodann auf eine ähnliche Weise wieder den nächsten Theilstrich durch s und so mehrere. Wenn endlich das Stück Messing nicht mehr hinreicht, so darf man es nur weiter an den Rand des Werkzeugs fortschieben, und man wird durch einiges Nachdenken bald finden, daß durch Hülfe desselben nach und nach alle Theilstriche um den ganzen Rand herum gezogen werden können, wenn gleich nur wenig Punkte wie  $\alpha$ ,  $\rho$ ,  $\sigma$  auf 1λ Platz finden. Die bereits erhaltenen Punkte  $\alpha$ ,  $\rho$ ,  $\sigma$  lassen sich auch für die folgenden Theilstriche benutzen, an welcher Stelle des Randes sich auch der Anfaß  $tvuw$  befinden mag. Uebrigens braucht die Breite  $tv$  desselben nicht grösser zu seyn, als etwa 3 Zolle, weil alsdann die Tangenten wie  $q\alpha$ ,  $r\rho$ , immer 4:5 Zoll lang werden, welches hinlänglich ist, um Theilstriche ziehen zu können, die kein Auge von einer geraden Linie unterscheiden kann, auch wenn sie  $1\frac{1}{2}$  Linie lang würden. Daß endlich, während die Theilstriche gezogen werden, der Anfaß  $tvuw$  etwa durch ein paar Handschrauben an den Tisch befestigt seyn muß, bedarf kaum einer Erinnerung.

Wer sich übrigens nicht zutraut, Theilstriche auf einem Rande oder auf einem Vernier selbst zu ziehen, oder auch dies keinem geschickten Mechanikus überlassen kann, der bediene sich lieber, wie Römer (S. 92. 7) und Tobias

bias

bias Mayer. (S. 100.) blos eines mit feinen Punkten eingetheilten Randes. Eine gute Micrometerschraube verstattet dabey, nur mit etwas grössern Zeitaufwande, doch alle erforderliche Genauigkeit, und ist bey weiten einem jeden Vernier vorzuziehen, auf dem die Theilstriche nicht mit der grössten Sorgfalt gezogen worden sind.

XVI) Das bisherige betraf die Eintheilung des Vernier für die 90 Theilung des Winkelmessers. Man sieht leicht, wie sich auf eine ähnliche Art auch der Vernier für die 96 Theilung wird abtheilen lassen.

Nur muß hiebey noch bemerkt werden, daß der Index oder der Anfangsstrich  $\beta$  des Vernier der 96 Thl. mit dem Anfangsstriche  $\alpha$  des Vernier der 90 Theil. genau in einer einzigen geraden Linie liegen müsse, die durch den Mittelpunkt des Winkelmessers geht. (Fig. LVIII.)

XVII) Ehe man daher zur Theilung des V. der 96 Theil. schreitet, muß man vorher sorgfältig die Stelle auf der zugehörigen Vernierkante bestimmen, durch welche der Index gerissen werden muß.

Dies geschieht, wenn man die Alhidadenregel um ihr Centrum führt, bis (Fig. LVIII.)  
der

der Index des B. der 90 Theil. genau an den ersten Theilstrich k des Randes zu liegen kömmt. Da nun der erste Theilstrich i der 96 Theilung auf dem Rande, genau mit dem k der 90 Theil. in eine einzige gerade Linie fällt, so wird dieser Strich i, auf der anliegenden Kante des Vernier genau den Punkt angeben, durch welchen der Index des Vernier der 96 Theilung gerissen werden muß; Nun erst nimmt man die Alhidadenregel vom Mittelpunkte des Werkzeugs weg, und verfertigt die Theilung auf dem Vernier der 96 Theilung.

### Gebrauch der beyden Verniere und der Micrometerschraube.

S. 103. 1. Da die Indices oder Anfangsstriche  $\alpha$ ,  $\beta$  der beyden Verniere immer in einer geraden Linie liegen, die durch des Werkzeugs Mittelpunkt c geht (S. 102. XVI.) und auch nach (S. 99. 5.) die ersten Theilstriche k, i, Fig. LVIII. von denen auf dem Rande die 90 und 96 Theilung angerechnet wird, sich mit c in einer geraden Linie cik befinden, so erhellet, daß, wenn man die Alhidadenregel erstlich in eine solche Lage bringt, daß der Index  $\alpha$  des Vernier der 90 Thl. genau an den ersten Theilstrich k zu liegen kömmt, alsdann zu gleicher Zeit auch der Index  $\beta$  des B. der 96 Thl. genau an den Theilstrich i passen wird, dergestalt, daß also beyde Indices, mit i, k, alsdann  
in

in eine gemeinschaftliche gerade Linie  $ci$  zusammenfallen, die durch des Werkzeugs Mittelpunkt geht.

2. Wenn nun die Alhidadenregel aus dieser Lage (1) wo beyde Indices genau an  $k$  und  $i$  liegen, herausgebracht, und von der linken Hand gegen die rechte herumgedrehet wird, dergestalt, daß sie z. E. in die Lage kömmt, wie sie die Fig. LVIII. vorstellt, so wird während der Herumdrehung der Alhidadenregel, jedes Vernier Index auf dem Rande einen gewissen Bogen durchlaufen. Die beyden Bogen  $k\alpha$ ,  $i\beta$ , die sie solchergestalt beschreiben, werden einander ähnlich seyn, und einem gemeinschaftlichen Winkel  $k\alpha$ , oder  $i\beta$ , am Mittelpunkte des Werkzeugs zugehören, dem Winkel nemlich, den eine gerade Linie durch beyde Anfangsstriche der Verniere, um den Mittelpunkt des Werkzeugs würde beschrieben haben, indenn die Alhidadenregel aus der erstern Lage, in die zweyte gebracht worden ist.

Wenn nun in dieser zweyten Lage die Alhidadenregel an den Rand befestigt worden, so zähle man erstlich auf der 90 Theilung, wie viel Grade und Minuten der Index des zugehörigen Vernier durchlaufen hat, so bekömmt man den Bogen  $k\alpha$  als das Maaß des zugehörigen Winkels  $k\alpha$  am Mittelpunkte. Zwentens untersuche man auch den Bogen  $i\beta$ , den der  
In

Index des B. der 96 Theil. beschrieben hat, reducire die gefundene Menge von 96 Theilen, vermittelst der Tafel, die man zu dieser Absicht berechnet hat S. 102. III. auf gewöhnliche Grade und Minuten, so hat man abermahls das Maaß des erwähnten Winkels am Mittelpunkte, und findet solchergestalt den Winkel durch zwey von einander unabhängige Abtheilungen des Randes, deren eine der andern zur Prüfung dienen kann.

Ex. Gesetzt, der Index des B. der 90 Theil. habe von  $k$  angerechnet, 46 ganze Grade durchlaufen, und stehe noch um etwas über den 46ten Gr. hinaus. Man untersuche, welcher Theilstrich des B. mit einem Theilstriche des Randes zusammen paffet. Gesetzt, es sey dieses der 28te (S. 73. VIII.), so würde der kleine Bogen oder Winkel, um den der Index über  $46^\circ$  hinausstehet,  $= 28 \cdot 2' = 56'$  seyn (S. 102. I.). Der ganze Bogen  $k\alpha$ , den also der Index  $\alpha$  bey Herumdrehung der Alhidadenregel beschrieben hat, wäre  $= 46^\circ 56'$ ; folglich, so groß auch der zugehörige Winkel  $k\alpha\alpha$  am Mittelpunkte des Werkzeugs.

Ferner habe der Index  $\beta$  des Vernier der 96 Theilung, auf dem Rande durchlaufen 50 ganzer Theile und stehe über den 50ten Theil hinaus, so, daß der erste Theilstrich des Vernier (S. 73. VIII.), mit einem Theilstriche des Randes

Randes zusammen passete, so würde, wenn  $\frac{1}{90}$  des Quadr.  $b$  genannt wird, der Index von  $i$  angerechnet, einen Bogen  $i\beta = 50b + \frac{1}{32}b$  durchlaufen haben,

Nun drücke man  $50b + \frac{1}{32}b$  durch Grade und Minuten aus nach (S. 102. II. III.) so wird

$$50b = 46^\circ 52' . 30''$$

$$\frac{1}{32}b = \quad \quad 1' . 45'' , 5$$

---


$$\text{Mithin } 50b + \frac{1}{32}b = 46^\circ . 54' . 15'' , 5$$

Eigentlich müßten hier beyde Bögen  $k\alpha$ ,  $i\beta$ , auf dem Rande gleich viel Grade und Minuten für das Maasß des zugehörigen Winkels am Mittelpunkte geben. Da aber, wie die Rechnung ausweist, auf der 96 Theilung der Bogen  $i\beta = 50b + \frac{1}{32}b$  nur  $46^\circ . 54' . 15''$  giebt, und hingegen der ähnliche  $k\alpha$  auf der 90 Theilung  $= 46^\circ 56'$  gefunden worden, so zeigt dieses, daß der den Bögen  $i\beta$ ,  $k\alpha$  zugehörige Winkel am Mittelpunkte nur ohngefähr innerhalb zwey Minuten zuverlässig bekannt sey, und daß also, wenn zwischen  $46^\circ . 56'$  und  $46^\circ . 54' . 15''$  ein arithmetisches Mittel genommen wird, der Winkel am Mittelpunkte,  $k\alpha$  oder  $i\beta$ , sehr nahe an  $46^\circ . 55' . 7'' , 5$  gränzen werde,

Daß beyde Resultate für den Winkel am Mittelpunkte nicht ganz übereinstimmen, kann (I) von kleinen Fehlern in den Abtheilungen des

des Randes herrühren, (2) können leicht bey der Beobachtung des Zusammenpassens der Theilstriche der Verniere, mit denen des Randes, kleine Fehler begangen werden, zumahl wenn man sich dazu keines Vergrößerungsglases bedienet; (3) können vielleicht die ersten Theilstriche des Randes  $k$ ,  $i$ , wie auch die Indices der Verniere  $\alpha$ ,  $\beta$ , nicht völlig genau in einer geraden Linie liegen.

3. Die unvermeidlichen Fehler in der Beobachtung des erwähnten Zusammenpassens der Theilstriche, dürften sich, bey gehöriger Vorsicht und Anwendung eines Vergrößerungsglases, bey einem Winkelmesser von etwa 6 Zollen im Halbmesser, wohl höchstens auf 10'' belaufen. Wenn demnach beyde Abtheilungen des Randes für einen und denselben Winkel einen größern Unterschied geben, als daß solcher den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden kann, so erhellet, daß alsdann der Fehler in den Abtheilungen des Randes und der Verniere aufzusuchen ist. Vorschriften dazu werden in der Folge vorkommen; Indessen begnügt man sich, wenn die Verschiedenheit der Resultate beyder Abtheilungen des Randes nicht groß ist, mit dem arithmetischen Mittel zwischen beyden, und so zeigt sich der Vortheil, den zwey von einander unabhängige Abtheilungen des Randes gewähren.

4. Nachdem vermittelst des Verfahrens (2) der Winkel am Mittelpunkte bestimmt worden, so kann man zum Ueberfluß, um sich noch mehr von dessen wahrer Größe zu versichern, die Micrometerschraube zu Hülfe nehmen, und nach S. 101. untersuchen, um wie viel die Indices beyder Verniere rechter Hand der nächsten Theilstriche des Randes hinausstehen. Gesetzt, die Micrometerschraube zeigte, daß der Index des B. der 96 Theilung, um  $3' 20''$  über 50 b oder über  $46^\circ . 52' . 30''$  hinaus stände, der Index des B. der 90 Theilung aber von dem Theilstriche des Randes, der zu  $46^\circ$  gehört, um  $54' . 40''$  entfernt wäre; so wäre im ersten Falle der Winkel am Mittelpunkte  $= 46^\circ . 52' . 30'' + 3' . 20'' = 46^\circ . 55' . 50''$ . Im zweyten Falle  $= 46^\circ . 54' . 40''$ . Das Mittel aus beyden  $= 46^\circ . 55' . 15''$ . Und so zeigte sich noch einmal, daß der Winkel am Mittelpunkte, der oben (2) vermittelst der Verniere  $= 46^\circ . 55' . 7''$ , 5 gefunden worden, wenig von der Wahrheit abweichen würde.

5. Ein sehr bequemes Verfahren, durch Hülfe eines längs den Abtheilungen des Randes beweglichen Bogens, die Unterabtheilungen des Randes z. E. in einzelne Grade zu ersparen.

I. Gesetzt, der Rand eines Winkelmessers, z. E. A Fig. LVIII. sey nur von 10 zu 10 Gra-

Gra-

Graden abgetheilt, und man wolle dennoch einen jeden Winkel messen, ohne daß jeder Raum von 10 Graden des Randes, unmittelbar in die einzeln Grade abgetheilt sey.

II. Dieß zu bewerkstelligen, darf man sich auf der beweglichen Platte In, worauf bisher die Vernierabtheilungen waren, nur einzelne Grade vorstellen, so wird diese Platte, wenn sie mittelst der Alhidadenregel OO, herumgeführt wird, jeden Raum von 10 Graden des Randes, in die einzeln Grade abtheilen, und Theile von Graden werden sich durch die Micrometerschraube bestimmen lassen. Begreiflich braucht man auf der Kante der Platte In nur 10 einzelne Grade, weil die Vielfachen von 10 auf dem Rande des Winkelmessers selbst vorkommen.

III. Fig. LVIII\* stellt solchergestalt ein Stück des von 10 zu 10 Graden abgetheilten Randes vor. Anfangs habe der Index der Platte In auf 0 Grad des Randes gestanden, und durch Herumführung der Alhidadenregel sey die in 10 einzelne Grade abgetheilte Platte In in die Lage, wie sie gedachte Figur darstellt, gebracht worden, so steht jetzt der Index I etwas über 5 Grade über den 30ten Grad des Randes hinaus, oder der Winkel, um den die Alhidadenregel gedrehet worden, wäre  $35^{\circ} + x$ , wo man den Werth von  $x$  finden kann, wenn  
 man

man durch Herumdrehung der Micrometerschraube den Grad 5 der Platte In völlig genau an den Theilstrich 30 des Randes bringt, und die Revolutionen der Schraube in Minuten und Secunden verwandelt.

IV. Ich erinnere mich nicht sogleich, dieses so bequeme Verfahren, Unterabtheilungen des Randes zu ersparen, irgendwo gelesen zu haben, und dennoch ist es so einfach und leicht darauf zu kommen.

Die Vortheile davon sind beträchtlich. Denn 1) erspart man sich dadurch die so mühsame Abtheilung des ganzen Umfangs eines Randes in kleinere Theile, und vermeidet also dadurch sehr viele Fehler, die, wie mich die Erfahrung belehrt hat, vorzüglich in den kleinen Unterabtheilungen begangen werden. 2) Braucht man weiter keine Unterabtheilungen, als die auf der Platte In, auf welche man desto mehr Fleiß verwenden kann. 3) Werden sehr viele Theilstriche erspart, indem, wenn der Rand von 10 zu 10 Graden abgetheilt wird (welches bey so kleinen Winkelmessern, als zum Feldmessen gebraucht werden, vollkommen hinlänglich ist), in allem nur 36 Theilstriche zu ziehen sind. Die Erfahrung hat mich belehrt, daß erst durch das Einreißen der Theilstriche die meisten Unrichtigkeiten in die Abtheilungen des Randes kommen. 4) Hat man, um die Eintheilungen des

des Randes zu prüfen, kaum den Ioten Theil von Arbeit nöthig, die man sonst darauf zu verwenden hat, und man braucht also auch bey weiten keine so weitläufige Correctionstafel für die Fehler des Randes, als bey dem gewöhnlichen Verfahren.

V. Diese Vortheile sind so entscheidend, daß ich nicht zweifle, man werde Gebrauch davon machen, und die bisher so beschwerliche Abtheilung des Randes in einzelne Grade für überflüssig halten. Freylich wird man sagen, läßt sich nunmehr kein Vernier anbringen, weil die Platte In zu den Gradabtheilungen des Randes selbst verwandt wird. Allein diesen Verlust halte ich nicht für erheblich, weil die Micrometerschraube, zumahl wenn man nur immer einerley Gänge derselben braucht, alle nöthige Genauigkeit gewährt, auch man dabey sich auf kein Augenmaass, wie beym Vernier, zu verlassen hat (S. 73. IX.). Ausserdem läßt sich der erwähnte Vortheil auch bey der 96 Theilung des Randes anbringen, da denn die eine Abtheilung wieder der andern zur Prüfung dienen kann (S. 103. 2.). Das Mittel aus den Resultaten beyder Abtheilungen giebt dann einen Winkel in hinlänglicher Schärfe. Vernierabtheilungen haben das Unbequeme, daß die Fehler derselben, sich mit denen des Randes vereinigen, und die entdeckten Fehler nicht so leicht zu corrigiren sind.

VI. Daß sich bey großen Werkzeugen z. E. Quadranten, wo der Rand unmittelbar in ganze Grade getheilt ist, für die Unterabtheilungen, z. E. von 5 zu 5 Minuten ähnliche Vortheile anbringen lassen, bedarf kaum einer Erinnerung.

VII. Auch erhellet, daß z. E. der Raum von 10; Graden (in II) auf der Platte nI, auch wohl von halben zu halben Graden getheilt werden könnte. Man würde alsdann weniger Umdrehungen der Micrometerschraube nöthig haben, um z. E. den Werth von x in (III) zu finden. Allein bey einem Werkzeuge von etwa 6 Zollen im Halbmesser, wird es kaum nöthig seyn.

VIII. Statt der Platte In kann auch ein Glas, worauf die Unterabtheilungen durch zarte Striche bemerkt sind, dienen, und sich mit der Alhidadenregel über die Abtheilungen des Randes schieben, welches, wenn die Theile auf dem Rande selbst, bloß durch Tüpfelchen bezeichnet sind, eine sehr große Genauigkeit gewährt.

6. Hrn. Fischers Verfahren, statt der Micrometerschraube einen excentrischen Kreis zu brauchen. (M. s. Hrn. Bodens astronom. Jahrbuch für das Jahr 1790. S. 248.)

I. AB (Fig. LXIV.\* Tab. VI.) sey das Alhidadenlinial, welches um A beweglich ist,  
und

und in C eine kreisrunde Scheibe, die um einen Punkt D ausserhalb des Mittelpunkts derselben, beweglich ist, und gegen welche das Alhidadentlinial AB durch eine Feder, die hier nicht mit gezeichnet ist, gedrückt wird.

II. Aus D sey auf einer unter der Scheibe liegenden Platte ein Halbkreis GHK beschrieben, und in Grade getheilt.

III. Die Scheibe aber sey bey L mit einem Zeiger LN und Nonius NP versehen, um jeden Winkel messen zu können, um den die Scheibe (I) gedrehet wird.

IV. Durch Umdrehung der Scheibe, wird wegen ihrer excentrischen Bewegung das Linial AB hier gegen die linke Hand fortgeschoben, bis die Scheibe so weit gedrehet worden, daß die Berührung des Linials AB in F geschieht. Hier erreicht das Linial die Gränze seiner Bewegung. Der ganze Winkel aber, den es auf diese Art um A beschreibt, wird nur klein seyn, wenn der Abstand AD ziemlich groß gegen CD ist. Da hingegen die Scheibe C während dieser Bewegung mehr als  $180^\circ$  zurücklegen muß.

V. Hieraus begreift man, daß es leicht ist, die Anordnung so zu machen, daß jeder Winkel, um welchen sich das Linial AB drehet,

100, 200, ja noch mehrere mahl kleiner ausfällt, als jeder zugehörige Winkel der Scheibe — daß folglich, vermittelst dieses Mechanismus, (dessen weitere Anbringung dem Künstler überlassen bleibt) die kleinen Winkel, welche AB beschreibt, mit außerordentlicher Schärfe gefunden werden können, wenn man sie aus den so viel mahl grössern Winkeln der Scheibe berechnet, wozu Hr. Fischer eine Formel giebt, nach welcher eine Tabelle verfertigt werden kann.

VI. Diese Idee Hrn. F. scheint von erheblicher Anwendung zu seyn, und verdient von Künstlern ausgeführt zu werden, welchen dann zugleich auch die bequemste Einrichtung, Gestalt und GröÙe der einzeln Theile dieser Vorrichtung überlassen ist.

7. Ein Verfahren, das Maaß eines Winkels auf dem Rande eines Werkzeugs noch mehr vervielfältigt zu erhalten, als in  
(S. 103. I. u. 4.)

Man stelle sich vor, an der linken Hälfte der Alhidadenregel OO Fig. LVIII. sey auch eine Bernierplatte (oder eine Vorrichtung wie (Fig. LVIII. \*) angebracht, dergestalt, daß die Alhidadenregel mit zwey Bernierplatten (jede mit der Eintheilung sowohl für die 90 als 96 Theilung) versehen sey, deren eine In rechter  
Hand,

Hand, über den Abtheilungen des Randes, die andere aber linker Hand über denselben wegstriche, so erhellet, daß wenn die Alhidadenregel um ihr Centrum gedrehet wird, der Index des Vernier zur linken, eben den Bogen auf dem Rande beschreiben muß, den der Index des V. zur rechten beschreibt, und daß demnach durch diese zwey Vernierplatten das Maas eines Winkels genauer, als durch eine allein erhalten werden kann, welches nicht allein zur Vervielfältigung der Angaben für einen und denselben Winkel, sondern auch zu gegenseitigen Prüfungen der Abtheilungen sowohl des Randes, als auch der zugehörigen Verniere, dienen kann. Die Micrometerschraube MK kann übrigens auch für die Vorrichtung zur linken Hand nach (S. 101.) gebraucht werden.

Die Reichenbachischen Werkzeuge S. 89. XIX. sind sogar mit vier Nonien, die unter rechten Winkeln von einander abstehen, versehen, wodurch das Ablefen der Angaben auf dem Rande noch um so mehr vervielfältigt wird.

### Das Fernrohr an dem Winkelmesser.

S. 104. Ist gewöhnlich ein astronomisches mit zwey erhabnen geschliffenen Gläsern. (Kästn. Dioptr. 89.) Wenn die Brennweite des Objectivs 1 Rheinl. Fuß lang ist, so muß die Brennweite des Oculars = 0, 61 Zoll seyn, wenn

wenn das Fernrohr guten Effect leisten soll. Die Vergrößerung ist dann etwa 20 mahl. S. Hugenii Dioptr. propositio LVI, auch Smiths Lehrbegr. der Optik nach Kästner n S. 193.; woselbst auch eine Tabelle für die Brennweiten der Objective und Oculare größerer Fernröhre befindlich ist. Gewöhnlich arbeiten aber die Optiker nicht nach dieser Tabelle, sondern nehmen kürzere Oculare.

Beide Gläser des Fernrohrs werden in messingene Röhren, XX und Y fig. LXVI. gefaßt, deren eine man nach Gefallen in die andere hineinschieben kann. An das Ende der Röhre des Objectivs XX wird ein Ring fig. LXVII. angeschoben, der ein eben geschliffenes Glas umfaßt, auf welchem zwey zarte auf einander senkrecht stehende Linien eingerissen sind, die sich im Mittelpunkte des Glases, und und also in der Ase des Fernrohrs durchkreuzen. Die Röhre des Oculars Y wird alsdann an die Röhre des Objectivs XX so weit vorgeschoben, bis man durchs Ocular die eingerissenen Linien  $cd$ ,  $ef$ , auf dem Planglase, sehr deutlich siehet. Wenn nun das Fernrohr auf die Alhidadenregel befestigt worden, S. 99. 18. so muß der Strich  $cd$  in einer auf der Alhidadenregel senkrechten Ebene liegen. Denn  $cd$  ist hier eben das, was der Faden  $Bb$  in der Objectivdioptr Fig. XLVIII. vorstellte. Er bestimmt nämlich die dioptrische Ebene, in der die

die Gegenstände, die man durchs Fernrohr betrachtet, erscheinen müssen.

Wie man diesen Strich in die gehörige Lage bringt, soll unten gezeigt werden.

Uebrigens können *cd*, *ef*, auch ein paar feine Silberfäden seyn, welche sich kreuzweis in dem Mittelpunkt des Ringes durchschneiden, und durch eine leicht zu erdenkende Vorrichtung, etwa durch Schraubchen, sich gehörig anspannen lassen. Ich ziehe dergleichen Silberfäden den aufs Glas gerissenen Linien vor, weil sie schärfer begränzt erscheinen, und, wenn man an der Schärfe derselben hinausvisiret, eine sehr große Genauigkeit verstatten. Reichenbach bedient sich statt der Silberfäden feiner Spinnensäden.

### Mayers Recipiangle.

S. 105. Mein Vater, Job. Mayer, hat in den *Commentar. Soc. R. Goett. T. II. p. 336.*, einen Winkelmesser angegeben, der wegen seiner Bequemlichkeit, beym Feldmessen gute Dienste leistet.

Dieses Werkzeug bestehet T. IV. Fig. L. bloß aus zwey gleich langen messingenen Regeln *AB*, *CD*, von denen *AB* um einen durch die Mitte gehenden stählernen konischen Zapfen *P*,

P, über der CD beweglich ist, wie aus dem Profile Fig. LI. deutlicher erhellet, wo P der stählerne Zapfen, ab ein Stück von dem Durchschnitte der Regel AB; cd, ein Stück von dem Durchschnitte der Regel CD, und ef der Durchschnitte einer runden Platte ist, an der sich der hohle Cylinder K befindet, der, wie gewöhnlich, auf den Zapfen einer Nuß gesetzt wird. Wie diese einzeln Theile des Werkzeugs durch die Schrauben r, r, t, t, mit einander verbunden sind, ist ebenfalls aus dem Profile klar.

Auf die obere Regel AB wird, wie die Figur ausweist, ein Fernrohr, parallel mit ihr, angebracht.

Das Linial AB endigt sich in zwey dünne Plättchen, in die sehr feine Punkte i, k, eingestochen sind; eben so sind auch auf der untern Regel CD, bey l, und m, ein paar sehr zarte Punkte eingestochen. Diese Punkte i, k, l, m haben durchgehends gleichen Abstand vom Mittelpunkte g, oder es ist  $gi = gk = gl = gm$ . Auch müssen k, und i, l, und m, genau in ein paar geraden Linien ik, lm liegen, die sich im Mittelpunkte g durchschneiden. Das Fernrohr ist eben so beschaffen, wie dasjenige, welches S. 99. 18. beschrieben worden ist, und kann innerhalb der Hülsen H, H, um eine Ase gewendet, und vermittelst der Schrauben w, w, nach Gefallen festgestellt werden.

Es erhellet, daß hier die obere Regel AB, die Alhidadenregel ist.

Wenn nun z. E. beyde Liniale einen gewissen Winkel  $igl$  mit einander machen, so wird solcher vermittelt seiner Chorde  $il$  bestimmt. Hierzu ist aber ein geradlinigter Transporteur nöthig, dessen Einrichtung auf folgenden Gründen beruhet.

### Der geradlinigte Transporteur.

§. 106. 1. Es sey (Fig. LII.)  $lni$  ein gewisser Kreisbogen, mit einem willkührlichen Halbmesser  $gi = gl$  beschrieben, und  $li$  dessen Chorde. Man fälle aus dem Mittelpunkte  $g$  auf die Chorde  $li$  ein Perpendickel  $gw$  herab, so wird dadurch sowohl der Winkel  $igl$  als auch dessen Chorde  $il$  halbiret.

$$2. \text{ Also } igw = \frac{1}{2} igl; iw = \frac{1}{2} il.$$

3. Man nenne den Halbmesser  $gi = R$ , und den Winkel  $igl = \alpha$ , so ist in dem rechtwinklichten Dreyecke  $igw$ .

$$gi : iw = \sin \text{ tot} : \sin igw \text{ oder}$$

$$R : iw = 10000000 : \sin \frac{1}{2} \alpha.$$

$$\text{Mithin } iw = \frac{R \sin \frac{1}{2} \alpha}{10000000}.$$

4. Und die ganze Chorde  $il = \frac{2 \cdot R \sin \frac{1}{2}\alpha}{10000000}$ .

5. So ist also für jeden angenommenen Winkel  $i g l$ , und den gegebenen Halbmesser  $g i$ , die Chorde dieses Winkels gefunden.

6. Man setze, der Halbmesser  $R$  oder  $g i$  sey in 1000 gleiche Theile getheilet, also  $R = 1000$ , so würde

$$il = \frac{2 \cdot 1000 \cdot \sin \frac{1}{2}\alpha}{10000000} = 2 \cdot \frac{\sin \frac{1}{2}\alpha}{10000}.$$

7. Das heißt, man nehme den Sinus der Hälfte desjenigen Winkels  $\alpha$ , dessen Chorde man suchen will, aus den Sinustafeln, dividire ihn mit 10000 oder schneide 4 Decimalstellen von der rechten Hand gegen die linke ab, und multiplicire mit 2, so hat man die Chorde des vorgegebenen Winkels für den Halbmesser  $= 1000$ .

8. Ex. Man sucht die Chorde von  $20^\circ$ . Hier ist also  $\alpha = 20^\circ$ ;  $\frac{1}{2}\alpha = 10^\circ$ . Nun ist

$$\sin \frac{1}{2}\alpha = 1736482.$$

Mithin  $\frac{\sin \frac{1}{2}\alpha}{10000} = 173,6482$ , also mit 2 mul-

tipliciret  $\frac{2 \sin \frac{1}{2}\alpha}{10000} = 347,2964 =$  der Chorde

von  $20^\circ$ .

9. Das will sagen, die Chorde von  $20^\circ$  hält 347 ganzer solcher Theile, dergleichen der Halbmesser 1000 hält, und noch etwas darüber, welches aber keinen ganzen solchen Theil beträgt. Man nimmt daher blos die 347 Theile des Halbmessers, so hat man die Chorde von  $20^\circ$  ohne beträchtlichen Fehler.

10. So kann man also für den Halbmesser 1000 eines jeden angenommenen Winkels Chorde berechnen.

Von 5 zu 5 Graden wären die Chorden diese :

Gr ae	Chorden	Grade	Chorden	Grade	Chorden
$5^\circ$	87	$35^\circ$	601	$65^\circ$	1074
10	174	40	684	70	1147
15	261	45	765	75	1217
20	347	50	845	80	1285
25	432	55	932	85	1351
30	516	60	1000	90	1414

So könnte man leicht für jede einzeln Grade die Chorden finden.

11. Weil die Chorde von  $60^\circ$  dem Halbmesser gleich ist, so ist hier Chord.  $60^\circ = 1000$ .

12. Diese berechneten Chorden (10) pflegt man nun auf Linien zu tragen, und die mittlern nach Art des verjüngten Maassstabes (S. 65.) zu bestimmen.

Man

Man ziehe Fig. LIII. eine gerade Linie AC, und durch A auf AC eine perpendicularäre AB, auf die man eine gewisse Anzahl gleicher Theile z. E. hier in der Figur, 5 gleiche Theile absetze; durch B ziehe man mit AC eine parallele, und trage nun von einem tausendtheiligten Maafstabe, von A nach  $5^\circ$  die Chorde von  $5^\circ$ , also 87 Theile des Maafstabes (10). Von B nach  $10^\circ$  setze man die Chorde von  $10^\circ$ , also 174 Theile des Maafstabes, von A nach  $15^\circ$  die Chorde von  $15^\circ$ , also 261 Theile u. s. w. bis endlich von B nach  $90^\circ$  die Chorde von  $90^\circ$ , also 1414 Theile des Maafstabes abgesetzt sind. Durch die Theilpunkte auf AB, ziehe man mit AC lauter Parallelen, und hierauf die schiefen Linien von B nach  $5^\circ$ , von  $5^\circ$  nach  $10^\circ$  u. s. w. So heißt der Maafstab BC eine Chordenscale, oder ein geradlinigter Transporteur, weil man auf ihm die Chorden aller Winkel von  $0$  bis  $90^\circ$  abfassen kann.

Denn weil in dem Dreyecke  $BA5^\circ$ , die Seite AB in 5 gleiche Theile getheilt ist, so sind in diesem Dreyecke, die mit  $A5^\circ$  parallelen Querstückchen  $a_1, b_2, c_3, d_4, A5^\circ$ , nach der Ordnung die Chorden von  $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$ . In dem Trapezio  $A5^\circ B10^\circ$  sind die Querstückchen  $A5^\circ, d_6, c_7$  u. s. w., von  $A5^\circ$  nach  $B10^\circ$  heraufgerechnet, nach der Ordnung die Chorden von  $5^\circ, 6^\circ, 7^\circ$  u. s. w.

In

In dem Trapezio  $B10^\circ A15^\circ$  hat man von  $B10^\circ$  nach  $A15^\circ$  herunter gerechnet, die Chorden von  $10^\circ, 11^\circ, 12^\circ, 13^\circ, 14^\circ, 15^\circ$ .

Also würde ferner z. E. das Querstück von dem Theilpunkte  $b$  bis nach  $f$ , die Chorde von  $42^\circ$  seyn; und so hätte man alle Chorden der einzeln Grade von  $0$  bis  $90^\circ$ .

Dieses Verfahren, die mittlern Chorden durch Zeichnung zu bestimmen, hat offenbar mit der Verfertigung des verjüngten Maasstabes Aehnlichkeit, setzt aber voraus, daß die Chorden von  $5$  zu  $5$  Graden gleichförmig wachsen. Diese Voraussetzung gilt aber nur für kleine Winkel ohne merklichen Fehler, und wird desto unrichtiger, je größer die Winkel sind. So erhellet z. E. aus obiger Chordentafel, daß die Chorde von  $10^\circ$  zwey mahl so groß ist, als die Chorde von  $5^\circ$ , die von  $15^\circ$  drey mahl so groß, daß also von  $5^\circ$  bis  $15^\circ$  die Chorden ziemlich gleichförmig wachsen, oder daß wenigstens die Ungleichförmigkeit nicht sichtbar ist, wenn man den Halbmesser nur in  $1000$  Theile theilt.

Man nehme aber z. E. die Unterschiede der Chorden von  $65^\circ$  und  $70^\circ$ , von  $65^\circ$  und  $75^\circ$ ; Ersterer ist  $= 1147 - 1074 = 73$ , letzterer  $1217 - 1074 = 143$ .

Aus diesen Unterschieden erhellet offenbar, daß die Chorden von  $65^\circ$  bis  $70^\circ$ , und von  $70^\circ$  bis  $75^\circ$  ungleichförmig wachsen, weil sonst der Unterschied der Chorden von  $65^\circ$  und  $70^\circ$ , nur die Hälfte seyn müßte von dem Unterschiede der Chorden von  $65^\circ$  und  $75^\circ$ ; Es ist aber keinesweges  $73 = \frac{1}{2} \cdot 143$ .

Da demnach bey großen Winkeln das Wachstum der Chorden von 5 zu 5 Graden nicht mehr gleichförmig geschiehet, so werden auch die mittlern Chorden, wenn man sie nach der gewöhnlichen Art des verjüngten Maasstabes bestimmt, so daß man auf AB lauter gleiche Theile absetzt, nicht mit völliger Genauigkeit gefunden.

Man ziehe durch  $\alpha$ , wo sich die Sehne von  $45^\circ$  endigt, die Linie  $\alpha\beta$  mit BA parallel, so ist  $\beta 45^\circ = A 45^\circ - B 40^\circ =$  dem Unterschiede der Sehnen von  $40^\circ$ ,  $45^\circ$ ; die mit  $\beta 45^\circ$  parallelen Querstückchen in dem Dreiecke  $\alpha\beta 45^\circ$  können aber nicht genau den Unterschieden der Chorden von  $40^\circ$  und  $41^\circ$ ; von  $40^\circ$ ,  $42^\circ$  u. s. w. gleich seyn, weil die erwähnten Querstückchen oder Unterschiede wegen der gleichen Theile auf BA oder  $\alpha\beta$ , gleichförmig wachsen, die Unterschiede der Chorden von  $40^\circ$  bis  $45^\circ$ , als so großer Bogen, aber sich nicht mehr ohne merklichen Fehler, wie die Unterschiede der Bogen verhalten. So würde also  
das

das zweite Querstückchen  $lf$ , nicht genau dem Unterschiede der Sehnen von  $40^\circ$  und  $42^\circ$ , folglich auch die Linie von  $b$  nach  $f$  nicht genau die Sehne von  $42^\circ$  Grad seyn.

Man hat also auf dem geradlinigten Transporteur hier nur diejenigen Chorden genau, welche man unmittelbar aufgetragen hat; welche aber durch Zeichnung gefunden werden, z. E. die von  $42^\circ$ , sind insgesamt desto unrichtiger, zu je größern Winkeln oder Bogen sie gehören.

13. Man wird also lieber die Chorden durch alle einzelnen Grade berechnen und unmittelbar auftragen, als sie aus denen von 5 zu 5 Graden durch Zeichnung bestimmen. Begreiflich lassen sich alsdann auch diejenigen Sehnen, welche zwischen die einzelnen Grade fallen, mit größerer Zuverlässigkeit durch Zeichnung finden, weil die Chorden von einzeln zu einzeln Graden gleichförmiger wachsen, als von 5 zu 5 Graden.

Z. E. hätte man von  $A$  nach  $\delta$  die Chorde von  $41^\circ$ , von  $B$  nach  $\alpha$  aber die Chorde von  $40^\circ$  getragen, und hätte der Höhe  $BA$ , 5 gleiche Theile gegeben, so würden in dem Dreiecke  $\alpha\beta\delta$ , die parallelen Querstückchen, von  $\alpha$  nach  $\beta\delta$  herunter gerechnet, ohne merklichen Irrthum die Unterschiede der Chorden  
von

von  $40^\circ$  und  $40^\circ 12'$ , von  $40^\circ$  und  $40^\circ 24'$  u. s. w. darstellen. Z. E. 1f würde der Unterschied der Chorden von  $40^\circ$  und  $40^\circ 24'$ , folglich die Weite bf die Chorde von  $40^\circ 24'$  seyn. Und so hätte man bey einer solchen Einrichtung, ohne merklichen Fehler, alle Chorden von 12 zu 12 Minuten.

14. Hätte man der Höhe BA z. E. 20 gleiche Theile gegeben, so erhielte man alsdann auf dem Transporteur, alle Chorden von 3 zu 3 Minuten. So findet sich in Leupolds Theatr. Geom. auf der XXV. Kupfertafel ein geradlinigter Transporteur für die Chorden von 5 zu 5 Minuten.

15. Gewöhnlich werden solchergestalt die geradlinigten Transporteure auf Messing oder Elfenbein verzeichnet.

### Gebrauch des geradlinigten Transporteurs.

16. Gesetzt, Fig. LII. wolle man die Größe des Winkels QgP bestimmen.

Weil nun auf dem geradlinigten Transporteur die Chorde von  $60^\circ$  der Halbmesser des Kreises ist, zu dem diese Chorden gehören, so fasse man die Weite B  $60^\circ$  Fig. LIII. mit dem Handzirkel, setze die eine Zirkelspitze in den Scheitel des Winkels QgP Fig. LII. ein, und be-

beschreibe mit der andern den Kreisbogen  $inl$ , fasse hierauf die Chorde  $il$ , und trage sie auf den Transporteur (Fig. LIII.) indem man die eine Zirkelspitze in einen Theilpunkt auf  $BA$  einsetzt, und nachsieht, auf welchen Theilpunkt einer schiefen Linie (wie z. E.  $ad$ ) die andere hinfällt, so weiß man den Winkel  $igl$ , dem die Weite  $il$  als Chorde zugehört. Gesetzt, die Chorde  $il$  auf den geradl. Transporteur getragen, reiche von  $b$  nach  $f$ , so würde der Winkel  $igl = 42^\circ$  seyn.

### Der geradlinigte Transporteur für das Werkzeug S. 105. und Fig. L.

S. 107. Ist so eingerichtet, daß der Halbmesser des Werkzeugs Fig. L., d. h. die Weite  $gl = gk = gi = gm$ , genau in 1000 gleiche Theile getheilt, auf dem geradlinigten Transporteur die Chorde von  $60^\circ$  abgiebt. Für diesen Halbmesser  $gl$  sind auf einer metallenen Platte die Chorden von einzeln zu einzeln Graden aufgetragen, und nach dem bisher gewiesenen Verfahren, die mittleren von 10 zu 10 Minuten, durch Zeichnung gefunden. Man kann aber auch sehr leicht noch die Chorden von 3 zu 3 Min. nach dem Augenmaße bestimmen, wenn man nemlich der Höhe  $BA$  des Transporteurs, die eigentlich in 6 Theile getheilt ist, in Gedanken mehrere Theile giebt.

Wenn nun die beyden Liniale AB, CD, Fig. L. einen gewissen Winkel  $igl$  mit einander machen, so wird mittelst der zwischen den feinen Punkten  $l, i$ , enthaltenen Chorde  $li$ , nachdem solche auf den geradlinigten Transporteur getragen worden, die Größe des Winkels  $lgi$  ohngefähr von 3 zu 3 Min. bestimmt werden können, wenn man das Augenmaaß zu Hülfe nimmt.

Mein Vater bediente sich aber einer besondern Art, Winkel mit diesem Werkzeuge zu messen, wodurch sich der Winkel wie  $igl$  noch weit genauere, als unmittelbar auf der Chordenscale erhalten läßt. Ich werde dieß Verfahren unten (S. 135) beybringen, und verweise meine Leser unterdessen auf den II. Tom. d. Goett. Coum. ad ann. 1752. p. 336., worin dasselbe weitläufig aus einander gesetzt ist.

Da man die beyden Regeln AB, CD zusammensetzen kann, so ist dieses Werkzeug sehr bequem, es in der Tasche bey sich zu tragen, zu gleicher Zeit ist man auch der Abtheilung eines Randes in 360 Grade überhoben, in Vergleichung deren, die Verfertigung des geradlinigten Transporteurs weit weniger Mühe kostet. Die Methode, Winkel durch Hülfe ihrer Sehnen zu messen, ist auch bey Branders Spiegelsextanten (Augsburg 1774) und anderen Werkzeugen angewandt. M. s. dessen

dessen Beschreibung eines geometrischen Instruments, in Gestalt eines Proportionalzirkels, 1780.

## Der Meßtisch.

§. 108. 1. Dieses Werkzeug ist eines der wichtigsten in der practischen Geometrie, weil man vermittelst desselben eine Figur auf dem Felde sogleich mit allen ihren einzeln Bestimmungen, zu Papiere bringen kann, und die Kosten sehr erträglich sind, womit sich dasselbe anschaffen läßt.

Die meisten Meßtische, deren man sich aber bisher bedient hat, sind vielen Unvollkommenheiten unterworfen, z. E. daß sie nicht fest genug stehen, keine Vorrichtungen haben, wodurch man ihnen ausser den groben Bewegungen auch die nöthigen sanften verschaffen kann u. d. gl. mehr.

Nach meiner Idee habe ich mir einen Meßtisch nach folgender Einrichtung verfertigen lassen.

Fig. LIV. Tab. IV. stellt das Werkzeug im perspectivischen Aufrisse dar. A ist ein gewöhnliches Reishrett zum Aufspannen des Papiers. Es wird von guten ausgetrockneten Lindenholze verfertigt. Damit es sich in der Sonnenhitze nicht werfe, oder Risse bekomme, wird

es nicht aus einem einzigen Brette, sondern aus mehreren Stücken zusammengesetzt, welche so verbunden und zusammengeleimt werden, daß sich die Jahre oder Holzfasern, beständig durchkreuzen. Das Papier wird an den 4 schmalen Seitenflächen oder Kanten des Tisches mit Tischlerleim befestigt, und wie bekannt, naß aufgezogen, damit es sich beym Trocknen recht straff anspanne.

2. Das Stativ des Mestisches besteht aus folgenden Theilen: Erstlich, aus dem hölzernen Cylinder H Fig. LIV. und Fig. LV. der sich in ein dreneckiges Prisma endiget, an dessen Seitenflächen die Füße des Stativs F, F, F, um messingene Aren g, g, g, beweglich sind, und vermittelst der Schrauben r, r, r in einer unverrückten und festen Lage erhalten werden können. Zweitens, aus der hölzernen Vorrichtung M Fig. LIV. und Fig. LV. die mit drey Armen c, c, c und mit einer starken hölzernen Schraube w versehen ist, die auf den Cylinder H aufgeschroben wird. Durch diese Arme gehen drey hölzerne Schrauben y, y, y, die man bis unter das Tischblatt A schrauben kann. Sie dienen sowohl dem Tische zu einer Stütze, als auch denselben in eine genaue horizontale Stellung zu bringen.

Die messingenen Aren g, g, g müssen aus einem einzigen Stücke bestehen, welches

vermittelst Nuthen in den prismatischen Theil von H eingelassen, und durch eingeleimte Stäbchen, womit die Nuthen wieder verschlossen werden, in dem Prisma festgehalten wird.

3. Um nun dem Tischblatte AA, die nöthigen Horizontalbewegungen zu verschaffen, so dient eine Vorrichtung, davon Fig. LVI. das Profil darstellt, auf folgende Art.

$\alpha\alpha$  ist der Durchschnitt einer runden messingenen Platte a, welche man in Fig. LVII. siehet, wo der Meßtisch in umgekehrter Lage vorgestellt ist: diese Platte a umgiebt der messingene Ring d d d, davon  $\delta, \delta$  Fig. LVI. der Durchschnitt ist: dieser Ring wird durch 3 hinlänglich starke Schraubchen i, i, an die untere Fläche des Tisches AA befestigt. Der innere Umfang dieses Ringes muß genau abgedreht, und mit dem Umfang der Platte a zusammengeschnirgelt werden, damit sich der Ring d d d mit dem daran befindlichen Tischblatte AA, sanft um die Platte a herumwenden lasse.

Es ist gut, wenn man wenigstens mit zwey Tischblättern wie AA versehen ist, damit wenn der eine Tisch vollgearbeitet ist, man ihn durch Lösung der Schraubchen i, i, herabnehmen, und einen andern aufschrauben kann, in welchem Falle denn derselbe mit Schraubenmutterchen für die Schraubchen i, i, genau in denselben

selben Abständen vor einander, als der erstere, versehen seyn muß.

4. Die Platte *aa* bestehet mit dem cylindrischen Zapfen *n* aus einem Stücke; dieser Zapfen *n* ist innerhalb der Höhlung einer messingenen cylindrischen Hülse beweglich, an welcher eine Nuß *m* befindlich ist, die sich in einer ihr zugehörigen, sie scharf umfassenden kugelförmigen Hülse, herumwenden läßt. Diese Hülse befindet sich an einer runden Platte *hh*, die durch Schraubchen auf die Vorrichtung *M* (Fig. LIV. LV.) befestigt wird.

Die Schraube *x*, welche durch die äussere Cylinderhülse geht, dient, den Zapfen in einer unverrückten Lage zu erhalten. Da wo die Schraube *x* durch die Hülse geht, vermehrt man die Dicke des Metalls, durch ein angelöthetes Plättchen, damit die Mutter für die Schraube *x* mehrere Gänge erhält, und sich nicht zu bald abnuze, oder man läßt auch um die gedachte Hülse einen dickern Wulst stehen, durch welchen man die Schraube *x* gehen läßt, wie z. B. an der Hülse *R*. (Fig. LI.) zu sehen ist, welche Vorschriften überhaupt bey allen ähnlichen Einrichtungen zu beobachten sind.

5. An der runden Platte *a* Fig. LVII. ist ein kleiner Arm *V* angelöthet; dieser trägt einen Ansaß *e*, und eben so hat auch das Tischblatt

AA einen dergleichen bey o. Durch diese beyden Ansätze e, o, gehet eine Stellschraube z. e. Sie dienet, der ganzen Fläche des Meßtisches eine sanfte horizontale Wendung zu geben, wie sogleich erhellen wird.

6. Wenn nun solchergestalt der Tisch auf der bisher beschriebenen Vorrichtung (Fig. LVI.) ruhet, und man will Fig. LIV. demselben eine horizontale Lage geben, so verrücke man erstlich die Beine des Stativs so lange, bis ohngefähr nach dem Augenmaake das Tischblatt AA eine horizontale Lage hat. Um aber die völlig genaue horizontale Stellung zu erhalten, so drehe man die Schrauben y, y, y, etwas herunterwärts, damit sie nicht hinderlich sind, wenn man die Nuß an dem Meßtische in ihrer Hülse herumwenden will.

Man wende alsdann die Nuß in ihrer Hülse so lange, bis eine auf das Tischblatt AA gestellte Wasserwaage (siehe unten S. 114.) den wahren horizontalen Stand desselben anzeigt. Hierauf schraube man die Schrauben y, y, y wieder sanft bis unter das Tischblatt, so wird sich dasselbe unverrückt in seiner horizontalen Lage erhalten lassen. Ja, wenn man nachher auf dem Tische handhietet, und sich derselbe wieder etwas aus seiner Stellung verrücken sollte, so kann man selbst durch diese Schraus

Schrauben, die gegen die untere Fläche des Tisches drücken, den horizontalen Stand so gleich wieder herstellen.

7. Hat auf diese Art der Meßtisch eine horizontale Stellung, so wird er sich horizontal herumwenden lassen, wenn man die Schraube *x* Fig. LVI. löset. Alsdann nämlich wird der an der Platte *aa* befindliche Cylinder *n* in der Höhlung der ihn umgebenden Hülse beweglich seyn, und dem Tische *A* eine horizontale Wendung, als um eine Ase, verstatten.

Ausser dieser groben Horizontalwendung erhält man aber eine sanfte, wenn man die Schraube *x* wieder anziehet, und hierauf die Stellschraube *ze* Fig. LVII. herumwendet: Alsdann nämlich treibt diese den Meßtisch *AA*, mit dem daran befindlichen Ringe *ddd*, sanft um die Platte *a* oder *aa* (Fig. LVI.) und verstattet, daß man den Meßtisch ganz unmerklich horizontal herumwenden kann.

8. Dieses ist im Ganzen die Zusammensetzung eines zu Horizontalvermessungen brauchbaren Meßtisches; und ich bin überzeugt, daß er alle nöthigen Bedingungen erfüllt, wenn die einzeln Theile desselben, von dem Mechanico fleißig und gut gearbeitet sind. Die drey Schrauben *y, y, y*, nebst der Nuß, worauf das Tischblatt ruhet, geben ihm einen sehr festen Stand

Stand, den es nicht haben würde, wenn man die Schrauben *y, y, y*, weglassen, und bloß, wie gewöhnlich, das Tischblatt auf einer Nuß ruhen lassen wollte, die man oft, um Kosten zu ersparen, nicht einmal von der nöthigen Größe und Stärke verfertigen läßt.

9. Die Abmessungen der bisher beschriebenen einzeln Theile mögten etwa folgende seyn:

Das Tischblatt AA lang und breit	$1\frac{1}{2}$ Fuß
	= 18 Zoll
	dick = 1 Zoll
Der Arme <i>c, c, c</i> Länge	= 5 Zoll
	Dicke = $1\frac{1}{4}$ Zoll
Des Cylinders H Durchmesser	= etwa $3\frac{1}{2}$ Zoll
Der Platte a Durchmesser	= $2\frac{3}{4}$ Zoll
Des Ringes ddd Durchmesser	= $3\frac{1}{4}$ Zoll
Des innern Cylinders n Länge	= $2\frac{1}{2}$ Zoll
Die ganze Höhe von <i>aa</i> bis ans Ende der Nuß	= $3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll
Des an der Platte a befindlichen Armleins V Länge	= 3 Zoll
Der Stellschraube <i>ze</i> Länge	= $2\frac{3}{4}$ Zoll
	Dicke = $2\frac{1}{4}$ Lin.
Ihr ohngefährer Abstand von der untern Fläche des Tischblattes	= $1\frac{1}{4}$ Zoll

Die Schrauben *y, y, y*, wenn sie von Holz sind, müssen etwa  $\frac{3}{4}$  Zoll im Durchmesser haben. Sonst kann man sie auch von Messing  
ma:

machen, in welchem Falle es aber gut ist etwas grobe Schraubengänge anzuwenden, damit sie sich bey'm Umdrehen nicht zu langsam von dem Tischblatte entfernen, und also keinen Zeitverlust verursachen. Die Schraube *x* darf nicht zu schwach seyn, damit der Cylinder *n* hinlänglich fest in seiner Hülse erhalten werden könne. Die Abmessungen der übrigen kleinern Theile sind meistens willkührlich, und es hängt von dem Mechanico ab, ihnen eine schickliche Größe und Stärke zu geben. Die Hauptsache ist, daß nichts an dem Werkzeuge schlottre und wankt.

Wenn man es bequemer findet, kann man auch an die Platte *aa* einen hohlen Cylinder setzen, und solchen um einen an der Nuß *m* befindlichen Zapfen drehen lassen. Statt der hölzernen Schraube *w* (Fig. LV.) kann man noch besser einen viereckigten Zapfen nehmen, der in ein zugehöriges Loch im Cylinder *H* passet, und sich seitwärts, vermittelst einer durch *H* gehenden Schraube feststellen läßt. Ueberhaupt sieht man, daß einzelne Theile Abänderungen leiden können, die im Ganzen nicht wesentlich sind.

Man kann diesen und andere Meßtische, so wie überhaupt auch andere Feldmesser-Werkzeuge, Astrolabien, Boussolen, Nivellirinstrumente u. d. gl. von dem hiesigen geschickten Mechanicus *Apel* um die billigsten Preise verfertigt erhalten. Auch sind bey demselben physica-

lische

liche Werkzeuge von unterschiedener Art zu haben.

Noch einige andere Einrichtungen brauchbarer Meßtische.

### Marinoni's Meßtisch.

§. 109. Man findet die Beschreibung davon in Marinoni's Werke de re ichnographica, Viennae 1752. pag. 13. M. verspricht sich sehr viele Vortheile von diesem Meßtische.

Das ihm Eigene bestehet darinnen, daß sich das Tischblatt in Ruthen hin und her schieben läßt, wodurch jeder Punkt auf dem Meßtische vertical über einen vorgegebenen Punkt auf dem Boden gebracht werden kann.

Im Grunde scheint mir aber die dazu gehörige Vorrichtung etwas zusammengesetzt, und überhaupt der Meßtisch zu schwer und unbequem.

Durch gehörige Verrückung der Beine des Stativs läßt sich die Absicht des Hrn. Marinoni immer mit hinlänglicher Genauigkeit, und vielleicht mit eben so geringen Zeitaufwande erreichen.

### Branders Meßtisch.

Die Beschreibung davon findet sich in einer kleinen zu Augsburg 1772. herausgekommenen Schrift

Schrift des Hrn. Br. (Der neue geometrische Universalmeßtisch). Er nenne sein Werkzeug einen Universalmeßtisch, weil er zugleich einen eingetheilten Winkelmesser dabey anbringt; auch dient sein Werkzeug zu Höhenmessungen, indem zu dieser Absicht an der schmalen Seitenfläche des Tischblatts noch ein eingetheilter verticaler Halbkreis befestigt ist. Es hat übrigens dieser Meßtisch auch alle Vorrichtungen, sowohl zu den groben als sanften Bewegungen. Statt der gewöhnlichen Dioptrienale bedient sich Br. der Fernröhre, die mit sehr guten Glasmicrometern versehen sind. Es ist nur Schade, daß dieser Meßtisch durch seine Einrichtung etwas zu kostbar ausfällt.

Br. hat nachher 1774. noch einen Beitrag zu oberwähnter Schrift herausgegeben, und darinn die Beschreibung eines Spiegelsextanten, wie auch einer neuen Abänderung seines Meßtisches bekannt gemacht.

### Hogrevens Meßtisch.

Hr. Hogreve, Ingen. Obrist Lieut. in hannöverschen Diensten, hat 1773. eine Anleitung zur topographischen Vermessung eines ganzen Landes bekannt gemacht, und in diesem Buche ebenfalls eine neue Einrichtung des Meßtisches beschrieben.

Da der Verf. gute theoretische Kenntnisse besitzt, und mit seinem Nektische selbst viele Vermessungen angestellt hat, so ist nicht zu zweifeln, daß sein Werkzeug zur topographischen Aufnahme eines Landes, alle nöthige Vollkommenheit habe.

Der verbesserte Nektisch für Freunde der  
practischen Geometrie, Frankf. und  
Leipz. 1789.

Der ungenannte Verfasser beschreibt in dieser Schrift einen Nektisch, der in Ansehung der Verschiebung des Tischblattes, Aehnlichkeit mit dem Marinonischen Nektische hat. Er ist übrigens mit einer Schraube ohne Ende versehen, welche in die Vertiefungen einer runden Platte eingreift, wodurch dem Werkzeuge eine sanfte Horizontalbewegung ertheilt werden kann. Andere Einrichtungen scheinen mir aber etwas zu erkünstelt. Indessen mag dieser Nektisch immer seine Stelle unter den guten vertreten.

Es ist in dieser Schrift auch ein brauchbares Werkzeug zur genauen Eintheilung der Maastäbe beschrieben, auch enthält sie verschiedene Verbesserungen des Diopterlinials, um dasselbe vorzüglich auch bey sehr erhabenen oder tiefliegenden Gegenständen brauchen zu können.

## Bugge's Meßtisch.

Die Beschreibung davon in B. oben (S. 31.) angeführter Schrift. Er hat in Ansehung der Verschiebbarkeit eine Aehnlichkeit mit dem Marzinonischen Meßtische. Aber die Vorrichtung dazu ist viel einfacher und bequemer. Auch kann ein Tischblatt, welches vollgearbeitet worden wie (S. 108. 3.) sehr leicht von jener verschiebbaren Vorrichtung abgenommen, und dagegen ein anderes darauf befestigt werden, welches sehr bequem ist, wenn das auszumessende Land so groß ist, daß es nach dem angenommenen Maasstabe nicht auf einem Blatte Platz findet. Auch hat das Stativ des Meßtisches verschiedene bequeme Einrichtungen.

Wenn ich die verschiebbaren Meßtische für so unumgänglich nöthig hielte, so würde ich Hrn. B. Einrichtung allen übrigen vorziehen.

Hr. B. hat sich dieses Meßtisches in Dänemark bey den geographischen und Specialmessungen bedient.

### Einige Bemerkungen über den Gebrauch und die Zurichtung des Meßtisches.

S. 110. 1. Der Meßtisch dienet eigentlich nur zu Horizontalvermessungen. Einige pflegen ihn aber, indem sie das Tischblatt in der Ruß

wen:

wenden, und dadurch vertical stellen, auch zu Höhenmessungen zu gebrauchen. Allein, ich muß gestehen, daß der Meßtisch zu dieser Absicht immer sehr viele Unbequemlichkeiten hat, und keine so sichere Höhenmessungen verstattet, als das Astrolabium, dessen Bau besonders hierzu mit eingerichtet wird.

2. Das Reisbrett zum Meßtische, soll nicht ein solches seyn, auf dem man das Papier beim Aufziehen, vermittelst eines Rahmens anspannt, weil es sich dadurch nicht so stark anziehen läßt, als auf einem Reisbrette ohne Rahmen, an dessen schmaler Kante es bloß mit Mund: oder Tischlerleim befestigt wird.

3. Einige Schriftsteller, z. E. Penther in seiner practischen Geometrie P. II. S. 424. befestigen unterweilen das Papier auf dem Meßtische bloß vermittelst vier messingener Schraubstöckchen oder Zwingen. Ich weiß aber nicht, ob diese Vorrichtung das Papier wohl so genau anspannen möchte, als nothwendig ist.

## Die dioptrische Regel für den Meßtisch.

§. III. 1. Gewöhnlich bedient man sich der Diopterliniale, um auf dem Meßtische nach Gegenständen hinzuvisiren. Ich habe das Wesentliche dieser Liniale schon im vorhergehenden S. 93, 94, 95. erklärt.

Fig.

Fig. LXVIII. Tab. VI. stellet eine solche dioptrische Regel für den Meßtisch kürzlich dar. P ist ein Linial von Messing oder Birnbaumholz, an dessen beyden Enden die Ocular- und Objectivdioptern e, d, befestigt sind. Der Schliß in der Oculardioptere, nebst dem ausgespannten Silberfaden in der Objectivdiopter d, müssen genau auf der Ebene des Linials senkrecht stehen. Das Linial de muß so lang seyn, als der Meßtisch, damit man längs der Schärfe ik des Linials über die ganze Fläche des Meßtisches gerade Linien ziehen könne.

Bei diesem Diopterliniale liegt die Schärfe ik mit dem Schliße der Oculardiopter und dem Faden der Objectivdiopter in einer und derselben Ebene. Sind daher die Dioptern nach einem gewissen Gegenstande hingerichtet, so liegt eine längs ik gezogene gerade Linie auch mit diesem Gegenstande in einer und derselben Ebene.

2. Einige lassen ihre Diopterliniale so verfertigen, wie Fig. LXIX. ausweist, nemlich daß die durch den Schliß mp, und den Faden ln, eingebildete dioptrische Ebene durch die Mitte des Linials gehet, und mit der Schärfe ik desselben parallel ist.

3. Wenn bey dieser letztern Einrichtung die Dioptern nach einem gewissen Objecte hingerichtet sind, so daß das Object in der dioptrischen

schen Ebene Inmp erscheint, und man zieht alsdann längs  $ki$  auf dem Meßtische eine gerade Linie, so wird diese zwar mit der nach dem Objecte zulaufenden Linie  $pn$ , oder mit der Bisirlinie parallel seyn, aber  $ki$  wird nicht nach dem Objecte hinzielen, sondern an demselben etwas vorbeystreichen, welches kleine Fehler verursachen kann, die sich ohngefähr aus Fig. LXX. werden beurtheilen lassen.

3. Gesetzt t Fig. LXX, sey auf dem Meßtische ein gegebener Punkt. P und Q ein paar Objecte, und man wolle an dem Punkte t den Winkel  $PtQ$  beyder Objecte bestimmen; so würde man, nach dem gewöhnlichen Verfahren, an den Punkt t das Diopterlinial  $kn$  anlegen, es so lange herumwenden, bis das Object P in der Bisirlinie  $pn$  erschiene, und dann längs der Schärfe  $ki$ , auf dem Meßtische durch den Punkt t die gerade Linie  $ti$  ziehen.

Hierauf würde man das Linial um t herum drehen, und die Dioptern nach dem Gegenstande Q hinrichten; Wenn nun Q in der Bisirlinie  $\pi v$  erschiene, so würde man durch t längs des anliegenden Linials die gerade Linie  $t\eta$  ziehen; den Winkel  $it\eta$ , den man solchergestalt auf dem Meßtische erhielte, würde man für den Winkel annehmen, den beyde Objecte P, Q, an dem Punkte t mit einander machten.

Allein man siehet leicht, daß der Winkel  $it\eta$  mit dem wahren Winkel  $PtQ$  nicht einerley seyn kann.

4. Um dieses deutlich zu übersehen, überlege man folgendes:

$$\text{Es ist } PtQ = Pti + itQ$$

$$it\eta = itQ + Qt\eta$$

$$\text{Daher } PtQ - it\eta = Pti - Qt\eta.$$

Es wird daher der erhaltene Winkel  $it\eta$  auf dem Meßtische, nicht dem wahren Winkel  $PtQ$  gleich seyn, wenn nicht  $Pti - Qt\eta = 0$ , d. h. der kleine Winkel  $Pti$  gleich ist dem kleinen Winkel  $Qt\eta$ .

5. Nun ist aber, weil  $pn$  mit  $ti$ , und  $\pi v$  mit  $t\eta$  parallel sind,

$$Pti = tPp$$

$$Qt\eta = tQ\pi.$$

Man fälle also auf die Visirlinien  $pn$ ,  $\pi v$ , von  $t$  die Perpendicularärlinien  $tw$ ,  $to$  herab, so ist  $tw = to =$  der halben Breite des Diopterlinials. Wenn man diese  $= c$ , dann der Objecte  $P$ ,  $Q$  Entfernungen von  $t$ , oder die Weiten  $Pt = a$ ,  $Qt = b$  setzt, so wird in den rechtwinklichten Triangeln  $Ptw$ ,  $Qto$ , für den Sinus totus  $= 1$

$$\sin tPw = \frac{tw}{Pt} = \frac{c}{a}$$

$$\sin tQo = \frac{to}{Qt} = \frac{c}{b}$$

Weil nun die Winkel  $tPw$ ,  $tQo$  sehr klein sind, wenn die Weiten  $Pt$ ,  $Qt$ , in Absicht der halben Breite der Kegel sehr groß sind, so kann man ohne merklichen Fehler setzen

$$\sin tPw = tPw$$

$$\sin tQo = tQo \text{ (Trig. S. VII.)}$$

Dies giebt also die kleinen Winkel, (oder ihre Bögen)

$$tPw = Pti = \frac{c}{a}$$

$$tQo = Qt\eta = \frac{c}{b}$$

in Decimaltheilen des Sinus totus oder Halbmessers 1. Verlangt man sie in Secunden, so muß man die Werthe  $\frac{c}{a}$ ,  $\frac{c}{b}$  noch mit der Zahl 206264" multipliciren, dieses giebt demnach in Secunden

$$tPw = Pti = \frac{c}{a} \cdot 206264''$$

$$tQo = Qt\eta = \frac{c}{b} \cdot 206264''$$

$$\begin{aligned} \text{Nehin } PtQ - it\eta &= \frac{(b-a)}{ab} \cdot c \cdot 206264'' \\ &= PtQ - it\eta \quad (4). \end{aligned}$$

6. Exemp. Es sey

$$Qt = b = 100 \text{ Fuß} = 1000 \text{ Zoll}$$

$$Pt = a = 50 \text{ Fuß} = 500 \text{ Zoll}$$

die halbe Breite der Regel oder  $c = \frac{1}{2}$  Zoll,  
so wird

$$\begin{aligned} PtQ - it\eta &= \frac{1000 - 500}{1000 \cdot 500} \cdot \frac{1}{2} \cdot 206264'' = \\ &= \frac{1}{2000} \cdot 206264'' = 103'' = 1, 43''. \end{aligned}$$

Also wäre der falsche Winkel  $it\eta$  auf dem  
Mestische von dem wahren  $PtQ$  um  $1' 43''$  also  
beynahe um  $2'$  unterschieden.

7. In diesem Beispiele wäre nun freylich  
der Fehler, den man begienge, wenn man den  
Winkel  $it\eta$  auf dem Mestische für den wahren  
 $PtQ$  annähme, sehr unbeträchtlich, und  
auf dem Papiere, wo man die Linien  $ti$ ,  $t\eta$   
gewöhnlich mit dem Bleystifte ziehet, fast ganz  
unmerklich.

Indessen wäre doch besser, man begienge  
ihn gar nicht.

8. Er würde nur in dem Falle ganz ver-  
schwinden, wenn in der Formel für  $PtQ - it\eta$

(5)

(5)  $b = a$ , also die Objecte P, Q, gleich weit von t entfernt wären.

Je ungleicher aber der Objecte P, Q, Entfernungen von t sind, desto größer wird der Fehler, und er kann allerdings von einer solchen Beträchtlichkeit seyn, daß man ihn nicht in allen Fällen für Null gelten lassen darf.

Es sey das Object Q sehr weit von t, z. B. um 10000 Zoll entfernt, das andere Object aber sehr nahe bey t, z. B. nur um 100 Zoll von t entfernt; also  $b = 10000$ ,  $a = 100$ , und wie vorhin  $c = \frac{1}{2}$ , so würde jetzt der Fehler, oder der Unterschied

$$\begin{aligned} \text{PtQ} - \text{it}\eta &= \frac{10000 - 100}{10000 \cdot 100} \cdot \frac{1}{2} \cdot 206264'' \\ &= 1021'' = 17' \cdot 1'' \text{ also über } \frac{1}{4} \text{ Grad.} \end{aligned}$$

Einen solchen Fehler kann man nicht in allen Fällen für 0 gelten lassen.

9. Will man also dergleichen vermeiden, so muß man sich einer dioptrischen Regel von der erstern Gattung Fig. LXVIII. bedienen, wo die Schärfe des Linials ik, längs der man auf dem Messische die Linien ziehet, auch zugleich die wahre Bifirlinie darstellt, oder sich in der dioptrischen Ebene (S. 93.) befindet.

10. Einige Schriftsteller, z. E. Hogreze (Landesvermessungen S. 16.) geben einige Bequemlichkeiten an, weswegen sie die dioptrische Regel (Fig. LXIX.) der erstern, (Fig. LXVIII.) vorziehen. Ich würde aber doch in jedem Falle mich lieber der dioptrischen Regel Fig. LXVIII. bedienen, da ihr Gebrauch vollkommen richtig ist, die Gegenstände, nach denen man visiret, mögen in Absicht des Punktes auf dem Meßtische liegen, wie sie wollen.

Auch Bugge bedient sich der auf der Mitte des Linials befindlichen Dioptern (S. 38. in oben S. 31. angeführten Schrift), und sucht zu beweisen, daß die daher rührende Fehler von keiner Erheblichkeit seyen.

Besser ist es doch wohl, wenn gar keine Fehler begangen werden, und da es eben so leicht ist, die Dioptern seitwärts als in der Mitte des Linials anzubringen, so sehe ich wenigstens nicht den geringsten Grund von der ersten Einrichtung abzugehen. Man müste denn darin einen besondern Vortheil suchen, beyde Seiten des Diopterlinials zum Ziehen der Linien auf dem Meßtische anwenden zu können, wo denn freylich, wegen der Breite des Linials geringere Fehler zu besorgen sind, wenn die Dioptern auf der Mitte, also auf der halben Breite des Linials angebracht sind, als wenn sie zur Seite stehen. Aber wenn sie auf der

Mitte

Mitte stehen, so sind dann neue Fehler zu besorgen, wenn nicht beyde Schärfen oder Seiten des Linials, genau mit der Visirlinie längs der Mitte parallel sind. Daher man vor dem Gebrauche eines solchen Diopterlinials vorher die Untersuchung anstellen muß, ob auch genau jener Parallelismus statt findet, und hat man Fehler entdeckt, so müssen sich die Dioptern etwas verschieben lassen, um den Fehler zu corrigiren, welches nur neue Vorrichtungen erfordern würde. Ueber die Art jenen Parallelismus zu untersuchen s. m. Bugge a. a. D. S. 37. u. f. Gebraucht man dagegen nur immer eine und dieselbe Seite des Linials zum Ziehen der Linien, so fällt diese Untersuchung weg, weil wenn auch diese Seite nicht genau der Visirlinie parallel ist, ein Winkel zwischen zwey solchen Visirlinien, doch immer demjenigen auf dem Meßtische gleich seyn wird, welcher sich durch Ziehung der Linien längst jener Seite, ergeben hat. (Bugge a. a. D. S. 38. Anmerkung). Aber begreiflich ist es dann immer besser, wenn die Dioptern zur Seite stehen, also diese Seite zugleich der Visirlinie entspricht, als hingegen, wenn die Dioptern auf der Mitte des Linials angebracht sind, mithin die wegen der Breite des Diopterlinials entstehenden Fehler (3 — 9) zu besorgen sind.

II. Ob die dioptrische Ebene, auf der Ebene des Liniales selbst senkrecht stehe (S.

(S. III.), davon kann man sich versichern, wenn man das Diopterlinial auf einen genau horizontal gestellten Mestisch legt, und nun untersucht, ob der Faden der Objectivdioptr bey'm Visiren nach einer an einer entfernten Wand genau lothrecht gezogenen Linie, diese Linie genau deckt. Andere zusammengesetztere Versicherungsmethoden sind ganz überflüssig. Man sehe indessen auch Bugge a. a. O. S. 37.

12. Wenn sich Kurzsichtige der bisher beschriebenen Diopterliniale bedienen wollen, so müssen sie ein Augenglas vor die Dculardioptr halten, welches freylich etwas unbequem ist. Man kann indessen leicht eine Vorrichtung anbringen, daß man nicht nöthig hat, das Augenglas mit der Hand zu halten.

Fernröhre, statt der Diopterliniale, bey'm Gebrauche des Mestisches.

S. 112. Wer die Kosten anwenden will, kann, statt der Dioptern, ein Fernrohr nach Art einer Kippregel (S. 100.) auf das Linial anbringen. Die Einrichtung muß aber so gemacht seyn, daß die Axe des Fernrohrs, oder die Visir-Ebene, der Schärfe  $ik$  (Fig. LXVIII.) entspreche, damit nicht die Fehler (S. III. 3.) zu befürchten sind. Ein solches Fernrohr wird allerdings mehr Genauigkeit im Visiren verstatten, als ein bloßes Diopterlinial

nial, und auch für Kurzsichtige bequemer seyn. Pirschers (coup d'oeil militaire. Berl. 1773.) giebt am Ende seines Buches eine Beschreibung eines neuen Meßtisches, wo er ebenfalls räth, sich eines Fernrohrs statt der gewöhnlichen Dioptern zu bedienen, und ich muß ihm vollkommen in den Vorzügen beypflichten, welche er den Fernröhren ertheilt. Auch Branders Meßtisch ist mit einem Fernrohre versehen.

Um die Kosten zu ersparen, brauchen die Röhren, in welche die Gläser gefaßt werden, nicht einmal von Messing zu seyn, sondern man kann sie bloß von Holz verfertigen lassen. Und so würde ein solches Fernrohr nicht viel höher kommen, als ein Diopterlinial, welches ganz von Messing wäre.

Die Kippregel zu prüfen, ob sie sich in einer auf das Linial senkrechten Ebene auf- und niederbewege, wird (S. 147) gewiesen.

Die Wasserwaage, wodurch man den horizontalen Stand des Meßtisches erfährt.

S. 113. Da in der Feldmefskunst die Winkel und Seiten einer Figur immer auf den Horizont reduciret werden müssen (S. 4), so ist zu  
die:

dieser Absicht nothwendig, daß man dem Meß-  
 tische eine horizontale Lage geben könne, damit  
 die Winkel, die man auf demselben erhält,  
 Horizontalwinkel sind. Den horizontalen Stand  
 einer Ebene erfährt man aber vermittelst einer  
 darauf gesetzten Wasserwaage. Dieses  
 Werkzeug bestehet Fig. LXXI. aus einem cy-  
 lindrischen Gefäße A, von etwa 3 Zoll im  
 Durchmesser, mit einem Deckel bcd von ge-  
 schliffenem Glase, den man nach Gefallen ab-  
 und anschrauben kann. Dieses Gefäß wird als-  
 dann mit Wasser oder noch besser mit Wein-  
 geist angefüllet, und mit dem Glasdeckel fest  
 verschlossen; durch den Boden geht ein Schraub-  
 chen g. Wenn man dieses herausschraubt, und  
 durch die entstandene Oeffnung etwas Wasser  
 aus dem angefüllten Gefäße heraus läßt, und  
 alsdann die Oeffnung wieder verschließt, so wird  
 sich statt des herausgelassenen Wassers, oben  
 unter dem Glasdeckel eine Luftblase i zeigen,  
 durch deren Hin- und Herspielen die Oberfläche  
 des Wassers in dem Gefäße angezeigt wird.

Ist nun der Glasdeckel mit der Grundflä-  
 che des cylindrischen Gefäßes parallel, und man  
 setzt das Gefäß auf eine ebene Fläche, so wird  
 die Luftblase i unter dem Mittelpunkte des  
 Glasdeckels erscheinen, wenn die ebene Fläche,  
 auf der das Gefäß steht, horizontal, also mit  
 der Wasserfläche in dem Gefäße parallel ist.  
 Bey jeder andern gegen den Horizont geneigten  
 Lage

Lage wird hingegen die Blase nicht unter dem Mittelpunkte des Glasdeckels bleiben.

Wenn also dieses cylindrische Gefäß A auf die Fläche eines Meßtisches gesetzt wird, und die Blase begiebt sich nicht unter den Mittelpunkt des Glasdeckels, so muß man den Meßtisch so lange in der Ruß herumwenden, bis er den horizontalen Stand hat, welchen er in dem Augenblicke bekommt, da die Luftblase unter dem Mittelpunkte des Glasdeckels stehen bleibt.

Wenn man hierauf die Schrauben y, y, fig. LIV. Tab. IV. sanft bis unter das Tischblatt schraubt, so wird man den Meßtisch in seiner Horizontal-Lage unverrückt erhalten können. Auch ließe sich selbst, vermittelst dieser Schrauben, eine kleine Verrückung aus der Horizontal-Lage sogleich wieder herstellen. (S. 108. 6.)

Die nothwendigen Erfordernisse einer guten Wasserwaage sind folgende: Erstlich, muß die Fläche des Glasdeckels mit der Grundfläche des cylindrischen Gefäßes vollkommen parallel seyn. Diese Bedingung ist nicht ganz leicht zu erhalten. Indessen mag eine geringe Abweichung bey dem gewöhnlichen Feldmessergebrauche immer verstattet seyn. Man s. unten (S. 141. VIII). Zweitens, muß die Blase sehr empfindlich seyn, d. h. die geringste Neigung des Gefäßes muß ihr eine Bewegung mit:

mittheilen. Es ist nicht gleichgültig, was man der Blase für eine Größe giebt. Ist sie gar zu klein, so fehlt ihr die nöthige Empfindlichkeit, indem sie sich zu sehr an den Deckel hängt. Man könnte zwar die vortheilhafteste Größe derselben durch Versuche bestimmen, indeß wird in den meisten Fällen ein Durchmesser von 5 bis 6 Linien vollkommen genügen. Auch muß der Glasdeckel innen etwas hohl geschliffen seyn, aber dies darf nur sehr wenig betragen, so daß das Glas kaum von einem ebenen zu unterscheiden ist. Zugleich benimmt man dem Glase durch das Schleifen noch die natürlichen Ungleichheiten, die der Bewegung und Empfindlichkeit der Blase nachtheilig seyn würden. Es ist besser wenn die abgeschliffene Fläche nicht völlig polirt, sondern etwas matt gelassen wird. Den Mittelpunkt des Glasdeckels bemerkt man mit einem Zeichen. Die Höhe des cylindrischen Gefäßes mag etwa 1 oder  $1\frac{1}{4}$  Zoll betragen. Das Gefäß selbst wird von Messing verfertigt. Man hat noch verschiedene andere Arten von Wasserwaagen die aber zum Gebrauch des Messisches eben nicht angewandt zu werden pflegen.

### Der Erfinder des Messisches.

S. 114. Ist Joh. Prätorius, ehemaliger Prof. der Mathematik zu Altdorf. Begreiflich war dies Werkzeug anfangs sehr unvollkommen, wie man aus Schwenters pract.

pract. Geometrie, P. III. ersehen kann.  
Prätorius starb ums Jahr 1616.

### Vortheile eines Meßtisches.

§. 115. Die Erfindung dieses Werkzeugs gehört ohne Zweifel mit zu den wichtigsten in der practischen Geometrie, weil es den so großen Vortheil verschafft, daß man eine Figur, die man in Grund legen will, sogleich unmittelbar aufs Papier bekömmt, und sich also dadurch ein weitläuftiges Diarium erspart. Bey allen übrigen geometrischen Werkzeugen muß man beständig ein Diarium zur Hand haben, um die gemessenen Linien und Winkel aufzuzeichnen; wenn man nun darinn keine gute Ordnung hält, so entsteht nachher beim Auftragen zu Hause oft große Verwirrung, zumahl wenn man es einige Zeit anstehen läßt. Ja viele Umstände einer Vermessung würden dem Gedächtnisse entfallen, wenn man nicht den Vortheil hätte, sie sogleich auf den Meßtisch zu bringen.

So groß aber der Nutzen dieses Werkzeugs ist, so muß man doch auch die Gränzen seines Gebrauchs zu beurtheilen wissen.

Wollte man eine Landschaft von 6 und mehreren Quadratmeilen, bloß mit diesem Werkzeuge vermessen, und sie aus lauter einzeln  
Pla:

Planen zusammensetzen, ohne ein Astrolabium zu Hilfe zu nehmen, um dadurch erst mehrere Hauptpunkte und Linien, oder das sogenannte Gerippe der Landschaft trigonometrisch zu entwerfen, so würde sicher nichts als Flickwerk zum Vorschein kommen.

Der Meßtisch soll eigentlich nur zur Aufnahme des Details der Landschaft dienen, aber jene trigonometrische Operationen sind erforderlich, dies Detail zu einem richtigen Ganzen zu vereinigen. Wie dies geschehen könne, wird die Folge lehren. Indessen hat die Vernachlässigung dieser Methode schon sehr unglückliche Messungen hervorgebracht, wie ich in Beyspielen zeigen könnte, und woran auch überhaupt Niemand zweifeln wird, der sich einigermaßen mit großen Feldmesserarbeiten beschäftigt hat, und die mannichfaltigen Schwierigkeiten, ein richtiges Ganze zu erhalten, aus Erfahrungen kennt. Die Kenntnisse eines Feldmessers müssen dann freylich etwas weiter, als bis zum pythagorischen Lehrsatz gehen. Aber große Messungen sollten auch keinen gemeinen Feldmessern allein aufgetragen werden.

## Die Zollmannische Scheibe.

S. 116. Dies ehemals sehr berühmte, und bey vielen Feldmessern noch jetzt beliebte Werkzeug, hat eine Aehnlichkeit mit dem Meßtische

tische, nur daß statt eines viereckigten Reisbrettes eine runde von guten dauerhaften trocknen Holze gefertigte, und mit Papier überzogene Scheibe auf dem Stative angebracht wird.

Um den Mittelpunkt dieser Scheibe dreht sich eine Alhidadenregel mit Dioptern, oder noch besser mit einem Fernrohre, um aus dem Mittelpunkte Linien nach den visirten Gegenständen ziehen zu können. Diese Linien brauchen aber vom Mittelpunkte selbst nicht ausgezogen zu werden. Es ist hinlänglich wenn man nur die Richtung einer jeden solchen Linie an dem Umfange der Scheibe an zwey um einen Durchmesser der Scheibe von einander entfernten Stellen, mit Bleystiftlinien bemerkt, und so nur die Lagen dieser Linien bezeichnet, wodurch denn nachher zu Hause, die Winkel, die sie im Mittelpunkte des Werkzeugs mit einander machen würden, an die gehörigen Punkte einer zu entwerfenden Figur selbst abgetragen werden können.

Dadurch wird also der Gebrauch dieses Werkzeugs demjenigen des Astrolabii ähnlich, und der Unterschied besteht nur darin, daß die Winkel von je zwey solchen Visirlinien, auf dem Rande des Astrolabii, wirklich in Graden und Minuten *ic.* gemessen, auf dem Umfange der Scheibe hingegen diese Visirlinien selbst nur ihren Lagen nach angegeben werden.

Ben

Bey dem Gebrauche des Astrolabii, werden die beobachteten Winkel vermittelst des Transporteurs und anderer bekannten Methoden, an die gehörigen Punkte der zu entwerfenden Figur abgetragen. Beym Gebrauche der Scheibe geschieht dies dadurch, daß man das Blatt Papier, worauf die visirten Schenkel dieses Winkel sich befinden, von der Scheibe abnimmt, es auf ein reines Blatt Papier aufklebt, und nun diese Schenkel durch Hülfe eines Parallellinials, oder hölzerner Dreyecke, an die gehörigen Punkte des Umfangs der auf dem untern Blatt Papier zu entwerfenden Figur abschiebt (Man s. unten im 2ten Theil dieser pract. Geom. S. 237 und Zollmanns Geodäsie. (Halle 1744) daselbst im 3ten Kap. S. 122. u. f.)

Auf diese Art unterscheidet sich die Anwendung der Scheibe zu geodätischen Messungen, von derjenigen des Meßtisches darinn, daß bey jener das Auftragen der Winkel, wie bey dem Gebrauche des Astrolabii erst zu Hause geschieht, da hingegen auf dem Meßtische die Winkel sogleich selbst an den gehörigen Punkten der zu entwerfenden Figur erhalten werden, woben sich denn auf dem Felde freylich oft ereignet, daß Standpunkte und Winkel etwas nahe an den Rand des Meßtisches hinfallen, und, um die Messung fortsetzen zu können, entweder frisches Papier aufgezo-gen, oder eine andere bereits über:

überzogene Tischplatte zu Hülfe genommen werden muß.

Da bey der Messungsart mit der Scheibe alle Winkel am Mittelpunkte des Werkzeugs erhalten werden, und der Auftrag erst zu Hause geschieht, wo zum Zeichnen der Figur ein hinlänglich großes, erforderlichen Falles aus mehreren zusammengeleimten Bogen bestehendes Papier angewandt werden kann, so glaubt man hierin einen Vorzug der Messungsart mit der Scheibe vor der gewöhnlichen mit dem Meßtische zu finden, daß die Scheibe verstattet, eine Messung auf dem Felde, so weit man will, fortsetzen zu können, ohne wie bey dem Gebrauche des Meßtisches durch Mangel an Raum auf der Tischplatte daran verhindert zu werden. Denn es ist klar, daß viele hundert Bisirlinien auf dem Rande der Scheibe notirt werden können, ehe derselben so viel werden, daß man es aus andern Gründen nöthig findet, neues Papier aufzuziehen.

So glaubt man denn auch der Scheibe wieder einen Vorzug vor dem Astrolabio ertheilen zu dürfen, weil man die Winkel auf dem Felde unmittelbar auf dem Papiere erhält, und nicht nöthig hat, Gradabtheilungen auf dem Rande abzulesen, wodurch, wie auch bey dem Abtragen der gemessenen Winkel vermittelst des Transporteurs u. dergl. mancherley Fehler begangen werden könnten.

Allein wenn man diese angeblichen Vortheile der Scheibe genau erörtert, so sind sie nur scheinbar. Denn erstlich unterscheidet sich die Scheibe wesentlich von dem Mestische nicht, als nur in der Methode sich derselben zu bedienen. Die runde Gestalt dieses Werkzeugs, und daß sich auf demselben das Diopterlinial um einen festen Punkt dreht, macht zur Sache nichts. Kann man nicht auch auf dem viereckigten Mestische, die bey der Scheibe gebräuchliche Messungsart, nemlich alle Winkel an einem und demselben Punkte zu erhalten, wenn man es nöthig findet, anwenden, das Papier von dem Mestische abnehmen, und die Winkel zu Hause vermittelst eines Parallellinials auf ein anderes Blatt Papier abschieben? Im Grunde vermisst man aber bey der Scheibe den Vortheil, den man eigentlich von dem Mestische hat, nemlich sich ein weitläufiges Diarium zu ersparen, und eine ganze Figur mit ihrem Detail sogleich auf dem Papiere zu erhalten, ohne sie erst zu Hause auftragen zu dürfen. Daß der Raum auf dem Mestische öfters nicht hinreicht, sogleich auf dem Felde die ganze Figur zu erhalten, kann doch wohl keinen hinlänglichen Grund abgeben, der Scheibe, und der Messungsart mit derselben, einen Vorzug vor derjenigen mit dem Mestische zu ertheilen, da es ein leichtes ist, frisches Papier auf den Mestisch aufzuziehen, oder einen zweyten bereits überzogenen  
in

in Bereitschaft zu haben, und ihn auf das Stativ zu stellen.

Und was nun die angeblichen Vortheile der Scheibe vor dem Astrolabio betrifft, so wollen auch diese nichts sagen. Denn auch auf einem mäßig guten Astrolabio, lassen sich im Ablesen der Gradabtheilungen ja leicht Fehler von 2 bis 3 Minuten vermeiden. Aber so genau auf der Scheibe, wo man die Linien mit Bleystift zieht, Winkel zu erhalten, und sie nachher vermittelst eines Parallellinials an andere Punkte zu bringen, mögte wohl sehr schwer halten. Und was bey dem Gebrauche des Astrolabii das Abtragen der Winkel vermittelst eines Transporteurs betrifft, so können ja auch die hiebey zu befürchtenden Fehler leicht vermieden werden, wenn man entweder einen hinlänglich großen Transporteur anwendet, oder die Winkel nach andern bekannten Methoden aufträgt.

Ueberhaupt kann denn doch die Scheibe auch nur zu kleinen Messungen gebraucht werden. Bey Operationen die ins Große gehen, und Trigonometrie erfordern, ist nöthig, daß man die eigentliche Größe der Winkel in Grad und Minuten wisse, und diesen Vortheil vermisst man bey der Scheibe.

Um sie daher auch zu trigonometrischen Arbeiten gebrauchen zu können, läßt Zollmann ihren Umfang noch mit einem in Grade eingetheilten messingenen Ringe versehen, der durch Schrauben auf die Scheibe befestigt, bey gewöhnlichen Gebrauche derselben aber abgenommen werden kann. Dies ist die verbesserte Zollmannische Scheibe (Zollm. Geodäsie S. 102. 2c.)

Allein, da man zum Detail einer Messung doch ein für allemahl den Nektisch nicht gut entbehren kann, und ein Astrolabium ohnehin zu vielen geometrischen Arbeiten erforderlich ist, so wird man doch wohl lieber jedes Werkzeug für sich allein besitzen, als beyde auf eine sehr unvollkommene Art in der Zollmannischen Scheibe vereinigt sehen. Denn diese Scheibe ist weder ein vollkommener Nektisch, noch ein vollkommenes Astrolabium, und sie müste von einer sehr zusammengesetzten Einrichtung seyn, wenn sie das, was man von einem vollkommenen Nektische, und Astrolabio verlangt, vereinigen sollte.

Es kann demnach die Scheibe in der practischen Geometrie auch nach der Zollmannischen Verbesserung immer als ein sehr entbehrliches Werkzeug angesehen werden. Und was die Messungsmethode mit derselben anbelangt, in die man den Hauptvorthail dieses Werkzeugs

zeugs setzt, so kann ja solche, wenn man es für nützlich halten sollte, immer auch bey dem Westische angewandt werden, wie aus dem 237ten § dieser practischen Geom. mit mehreren zu ersehen ist.

Zollmann sagt, der Erfinder der Scheibe sey unbekannt, man finde aber schon Spuren davon in Speklings (Daniel Speckles) Festungsbau 1608., und in Dillings Kriegsbuch P. I. lib. II. cap. 37.

Die eigentliche Messungsart mit der Scheibe kann man übrigens umständlich in Zollmanns Geodäsie nachsehen. Eine Art eines Auszuges daraus ist: Ausführlicher Unterricht zur Feldmessungskunst, oder Scheibenmessung von Ch. H. Werner), (Langensalza, 1776. 8.) Das Verfahren ist auch kurz und gut in der zu Göttingen 1783. herausgekommenen Schrift (Anleitung zum Aufnehmen und Zeichnen der Gegenden, vorzüglich zum militärischen Gebrauch, von einem Officier) S. 167 u. erläutert.

### Gebrauch der Magnetnadeln in der Feldmesskunst.

§. 117. Ehe wir hievon handeln, müssen wir vorher aus der mathematischen Geographie eini:

einige Sätze beybringen, die sowohl zum richtigen Gebrauche der Magnetnadeln, als auch in der Folge zu andern Absichten in der Feldmesskunst unentbehrlich sind.

### Einige Lehrsätze und Erklärungen aus der mathematischen Geographie.

D) Unsere Erde ist ein runder Körper, der einer Kugel ziemlich nahe kömmt. In der Feldmesskunst ist es aber verstattet, unsere Erde als eine völlige Kugel zu betrachten, ohne daß aus dieser Voraussetzung ein merklicher Fehler zu befürchten wäre.

Eigentlich hat unsere Erde die Gestalt eines zusammengedrückten Sphäroids, eines Körpers, der ohngefähr entstehen würde, wenn man eine Kugel von einer weichen Materie, z. E. von Thon, etwas zusammendrückte; oder bestimmter, wenn sich eine Ellipse um ihre kleine Axe herumdrehte.

Die Durchmesser unserer Erde sind also nicht durchaus gleich groß. Der kleinste verhält sich zum größten = 178 : 179, welches letztere Verhältniß *Bouguer* angegeben hat. Verschiedene Mathematikverständige geben das Verhältniß 202 : 203, andere 248 : 249 u. s. w. die neuesten Bestimmungen sogar nur 334 : 335 an. (v. *Zach's* monatl. Corresp. August. 1812. S.

S. 130.) Jedes dieser Verhältnisse zeigt, daß man zu geodätischen Gebrauche die Abweichung von der wahren Kugelgestalt ohne merklichen Fehler beyseite setzen könne.

Aus den Abmessungen verschiedener Grade auf der Erdofläche, lehrt die Geometrie die eigentliche Größe des größten und kleinsten Durchmessers der Erde zu finden. Sie sind in französischen Toisen, z. B. nach MAUPERTUIS *Elemens de Geographie* am Ende, und BOUGUER *Fig. de la Terre* sect. 6. art. 39. folgende:

	Größter Durchm.	Kleinst. Durchm.
MAUPERT.	6562480 Toisen.	6525600 Toisen.
BOUGUER.	6562026 —	6525377 —

Man nimmt aber gewöhnlich ohne merklichen Irrthum, die Erde für eine vollkommene Kugel an, deren Durchmesser das Mittel zwischen dem größten und kleinsten Durchmesser der Erde wäre. Das gäbe also (nach dem Mittel aus Maupertuis Angaben) ihren Durchmesser = 6544040 Toisen. Daraus kann man nun den ganzen Umkreis der Erde finden, und folglich auch die Länge des Grades eines größten Kreises, welcher = 57107, 5 Toisen wird.

Dies wäre die Länge eines Grades auf der Erde, wenn man sie als eine vollkommene Kugel betrachtete. Da sie aber ein zusammengedrücktes elliptisches Sphäroid ist, so sind die Grade

Grade nicht durchaus gleich. In *DE LA LANDE* *Astronomie* S. 2691. und *Bodens* Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. Berlin 1786. S. 128. findet sich eine Tafel der Längen verschiedener Grade, wie solche von berühmten Mathematikverständigen, durch unmittelbare Messung auf unserer Erde gefunden worden sind.

Hr. Prof. Klügel in Halle hat in einigen Aufsätzen, welche in Hrn. Prof. Bodens astronomischen Jahrbüchern von 1787 und 1788 zu finden sind, gezeigt, daß die gemessenen Grade auf der Erde keine ganz regelmäßige elliptische Krümmung der Oberfläche der Erde anzunehmen verständen, sondern jedes Paar von Graden, für die Durchschnittsfigur der Erde durch ihre Axe, eine andere Ellipse giebt, daß aber eine Ellipse, deren größerer Durchmesser = 6559982 Toisen, der kleinere = 6524894 Tois. wäre, am wenigsten von der wahren Figur der Erde abweichen würde. Dieß gäbe demnach das Mittel zwischen beyden Durchmessern = 6542438 Toisen. Diese Größe könnte man für den Durchmesser einer Kugel nehmen, welche demnach nicht viel von der wahren Größe der Erde abweichen würde. Die Länge eines Grades auf dieser Kugel würde aber alsdann 57093 Toisen betragen. Hr. Prof. Klügel nimmt indessen eine Kugel an, deren Umfang dem mittlern Umfange der Erde gleich wäre

wäre, und berechnet hieraus die Größe eines Grades auf dieser Kugel = 57173,5 Toisen = 343041 pariser Fuß, also

1 Minute = 5717,35 Fuß,

1 Secunde = 95,289 Fuß.

Man nennt den 15ten Theil eines Grades eines größten Kreises auf der Erdkugel eine deutsche, oder auch wegen ihres häufigen Gebrauches in der math. Geographie, eine geographische Meile. In diesem Verstande sagt man, daß 15 deutsche Meilen einen Grad ausmachen.

Nimmt man einen solchen Grad auf der Erdkugel zu 57107,5 Toisen an, so kommen auf eine deutsche Meile 3807,2 Tois. Da nun eine Toise 6 pariser Fuß hält, und das Verhältniß des pariser Fußes gegen andere Fußmaasse, aus der Tabelle S. 14. zu ersehen ist, so läßt sich berechnen, wie viel Fuß eines andern Maasses auf eine solche deutsche Meile kommen. Sie würde z. E. nach gehöriger Berechnung 23643 rheinl. Fuß betragen. Nähme man aber einen Grad nach der Klügelischen Bestimmung zu 57173,5 Toisen, so würde 1 geographische Meile 3811,6 Toisen = 23661 rheinl. Fuß.

II) Der Umfang der Erde, als Kugel betrachtet, wäre  $360 \cdot 15 = 5400$  Meilen, mithin der Durchmesser = 1720 deutschen M.

Ben

Ben einer so großen Kugel kann ein kleines Stückchen ihrer Oberfläche, z. E. ein Distrikt von 6 und mehreren Quadratmeilen ohne merklichen Fehler als eine Ebene angesehen werden.

III) Unsere Erde drehet sich täglich um eine unveränderliche Ase, die man die Erdaxe nennet. Sie ist der kleinste von den beyden Durchmesser (I). Die beyden Punkte A, P, Fig. LXXII. Tab. VI. wo die Erdaxe in die Oberfläche der Erdkugel eintritt, heißen Erdpole. Jeder Punkt der Erdoberfläche, z. E. m beschreibt bey Umdrehung der Erde um die Ase AP, einen gewissen Kreis mn, dessen Ebene auf AP senkrecht steht. Je näher m beynt Pole A oder P liegt, einen desto kleinern Kreis beschreibt er, die Pole selbst aber bleiben unbeweglich. Alle diese Kreise sind mit einander parallel, weil sie insgesamt auf der Erdaxe AP senkrecht stehen, und heißen deswegen Parallelkreise. Der größte Parallelkreis o wtp wird also derjenige seyn, der von einem Punkte o beschrieben wird, welcher von beyden Weltpolen A, P, um  $90^\circ$  abstehet, oder für den  $Ao = oP = 90^\circ$  ist. Er heißt der Aequator.

A wird der Nordpol genannt, wenn oAp die Halbkugel ist, in der wir Europäer wohnen. Der gegenüberstehende Pol P heißt der Südpol.

IV) Wenn nun  $\mu$  nach Gefallen ein Punkt auf der Erdoberfläche ist, so nennt man den größten Kreis  $A\mu P$ , den man sich durch den Ort  $\mu$ , und die beyden Pole  $A, P$ , vorstellt, den Mittagskreis des Orts  $\mu$ . Die Ebene dieses Kreises wird aber die Mittagsfläche genannt.

So hat also jeder Ort auf der Erde seinen eigenen Mittagskreis: Alle Mittagsflächen durchschneiden sich aber in der Erdaxe  $AP$ .

Es sey  $\nu$  ein anderer Ort und  $A\nu P$  dessen Mittagsfläche, so heißt der Winkel, unter dem sich die beyden Mittagsflächen  $A\mu P, A\nu P$  einander durchschneiden, der Winkel oder der Unterschied beyder Mittagsflächen. Diesen Neigungswinkel beyder Mittagsflächen bestimmt man, wenn aus dem Mittelpunkte der Erdkugel  $C$  nach den Durchschnittspunkten  $w, t$ , der Mittagskreise mit dem Aequator, die Halbmesser  $Cw, Ct$ , gezogen werden, dann ist der Winkel  $wCt$ , der gesuchte Neigungswinkel der Ebenen  $A\mu w P, A\nu t P$ . (Man s. Kästn. Geom. 52. S. 1. 2. 3. Zus.)

V) Wenn man sich ein paar ebene Flächen vorstellt, die die Erdoberfläche bey  $\mu$  und  $\nu$  berühren, so sind diese Ebenen, der Orter  $\mu, \nu$  Horizontalflächen, weil sie auf den Halbmessern  $C\mu, C\nu$ , oder auf den Richtungen der Verticallinien der

der Orte  $\mu$  und  $\nu$ , senkrecht stehen (S. 4.) Die Mittagsflächen  $A\mu P$ ,  $A\nu P$ , werden nun die gedachten Horizontalflächen in ein paar geraden Linien durchschneiden. Eine solche Durchschnittslinie der Mittagsfläche eines Orts mit derselben Horizontalfläche, heißt des Orts Mittagslinie.

So hat also jeder Ort auf der Erdoberfläche seine eigene Mittagslinie.

Wenn man sich nun in den Ebenen der erwähnten Mittagskreise ein paar gerade Linien gedenkt, die die Mittagskreise an den Punkten  $\mu$  und  $\nu$  berühren, so werden diese Berührungslinien oder Tangenten selbst die Richtungen der Mittagslinien der Orte  $\mu$  und  $\nu$  darstellen.

Die Richtungen dieser Mittagslinien werden in den wenigsten Fällen mit einander parallel seyn. Je näher indessen die Orte  $\mu$ ,  $\nu$  nach dem Aequator zu liegen, desto mehr werden auch die Tangenten an  $\mu$  und  $\nu$ , also die Mittagslinien, gleichlaufend. Liegen die Orte  $\mu$  und  $\nu$  weit vom Aequator (doch nicht zu nahe am Pole), so werden ihre Mittagslinien nur in dem Falle sich dem Parallelismus nähern, wenn  $\mu$  und  $\nu$  auch unter sich selbst nicht weit von einander entfernt sind, und dieß ist dann der gewöhnliche Fall in der practischen Geometrie.

VI) Der Bogen  $\mu w$  des Mittagskreises von dem Orte  $\mu$ , bis an den Aequator, heißt des Orts  $\mu$  Breite. Sie ist nördlich oder südlich, je nachdem  $\mu$  in der nördlichen oder südlichen Halbkugel liegt.

### Folgerung aus dem bisherigen.

§. 118. 1. Es seyen die Punkte A, B, C, Fig. LXXIII. nicht gar zu weit von einander entfernte Orter auf der Erdoberfläche, und die durch A, B, C, gezogenen geraden Linien gh, ik, lm, seyen die Mittagslinien dieser Orter, so erhellet, daß eine nach Gefallen gezogene gerade Linie GH, diese Mittagslinien, (weil sie ohne großen Fehler parallel sind (§. 117. V.)) insgesamt unter lauter gleichen Winkeln durchschneiden wird.

2. Diese Betrachtung, daß die Mittagslinien innerhalb eines kleinen Stückes der Erdoberfläche eine Reihe von Parallellinien darstellen, ist in der practischen Geometrie von vielem Nutzen, es ist also nöthig zu zeigen

Wie man an einem gewissen Orte auf der Erdoberfläche die Richtung der Mittagslinie bestimmen könne.

Diese Aufgabe aufzulösen, giebt es unterschiedene Mittel, die aber alle auf astronomischen Gründen beruhen.

Man

Man stelle sich vor, die Horizontalebene, so wie auch die Ebene des Mittagskreises eines gewissen Orts auf der Erdoberfläche, würden ohne Ende hinaus bis an die Himmelskugel erweitert, so werden solche wegen der Umdrehung der Erde um ihre Ase in jedem Augenblicke durch andere und andere Punkte der Himmelskugel gehen. Geht nun die erweiterte Horizontalebene des Orts z. B. durch einen gewissen Stern, so wird in dem Augenblicke, da dieses geschieht, der Stern im Horizonte des Orts sich befinden, d. h. er wird entweder auf- oder untergehen. Geht er z. B. auf, so wird er bald darauf, schon über der Horizontalfläche seyn, und sich nach und nach immer mehr über dieselbe erheben, so wie die erweiterte Horizontalfläche, den erwähnten Stern bey der fernern Umdrehung der Erdoberfläche verläßt. Dagegen werden nach und nach andere und andere Sterne in diese Horizontalfläche kommen. Hat sich die Erdoberfläche so weit umgedreht, daß nunmehr die erweiterte Mittagsfläche des Orts durch den Stern geht, dann steht der Stern am höchsten über dem Horizonte, und man sagt, daß er nunmehr kulminire, oder durch die Mittagsfläche gehe. So bald das geschehen ist, wird er sich der erwähnten Horizontalfläche allmählig wieder nähern, bis er zum zweytenmale in dieselbe gelangt, da er dann untergehen, und nun eine Zeitlang unter dem Horizonte verweilen wird, bis er den folgenden Tag abermahls

mahls aufgeht, und also wieder in der erweiterten Horizontalebene sich befindet, da dann dieselben Erscheinungen wieder von vorne ansfangen.

Ist der gedachte Stern die Sonne, und setzt man, die Sonne bescheine einen verticalstehenden Gegenstand, z. B. einen Stab, so wird dieser Gegenstand auf der Horizontalfläche einen Schatten hinter sich werfen, welcher desto kürzer wird, jemehr sich die Sonne über dem Horizonte erhebt; geht die Sonne durch die Mittagsfläche, so wird der Schatten am kürzesten seyn. In gleichen Zeiten vor und nach dem Durchgange der Sonne durch die Mittagsfläche, wird aber allemahl, sowohl ihr Abstand von der Mittagsfläche, als auch ihre Erhöhung über dem Horizonte gleich seyn, mithin auch der Schatten jenes Stabes von gleicher Länge seyn, und die Mittagsfläche wird demnach den Winkel zwischen zwey gleichlangen Schatten halbiren. Hierauf gründet sich

Die gewöhnliche und leichteste Methode, vermittelst eines solchen Schattens, eine Mittagslinie zu ziehen. Man beschreibe auf einer ebenen, unbeweglichen, genau horizontal gestellten Fläche, aus dem Mittelpunkte  $g$  (Fig. LII.) einen Kreis mit einem willkürlichen Halbmesser, und richte durch dessen Mittelpunkt  $g$  einen Stift lothrecht auf.

auf. Ich setze nun, daß der erwähnte Kreis von der Sonne beschienen werden könne. Man gebe also Acht, wenn Vormittags der Schatten des Stiftes sich in dem Umfange des Kreises bey  $i$  endigt, folglich die Länge des Schattens  $= gi$  ist, und bemerke auf dem Umkreise genau den Punkt  $i$ . Eben so bemerke man bey  $l$  genau den Punkt, wenn Nachmittags sich der Schatten des Stiftes abermahls in dem Umkreise endigt, folglich zum zweytenmahle dem Halbmesser des Kreises gleich ist. Dann halbire man bey  $n$  den Bogen  $inl$ , und ziehe durch den Mittelpunkt  $g$  die gerade Linie  $gn$ , so wird diese eine Mittagslinie seyn, die man sofort nach Gefallen verlängern kann.

Da in der Beobachtung der gleich: großen Schatten, leicht kleine Fehler vorkommen können, so kann man die Mittagslinie noch genauer finden, wenn man aus dem Mittelpunkte  $g$ , eine ganze Reihe concentrischer Kreise ziehet, und beobachtet, wo in jedem Umkreise sich Vor: und Nachmittags der Schatten des Stiftes endigt, hierauf allemal den Bogen zwischen den Endpunkten zweyer gleich langer Schatten halbirt; denn alle Linien, die solchergestalt in die Mitte zwischen zwey gleich langen Schatten fallen, werden Mittagslinien seyn, und müssen nothwendig in eine einzige gerade Linie zusammenfallen, wenn nicht kleine Fehler der Beobachtung vorgefallen sind.

Das

Das bisherige Verfahren bedarf, wegen der eigenen Bewegung der Sonne, einer kleinen Verbesserung, wenn man nicht eine Zeit um den längsten Tag herum dazu wählt. Indessen ist es zum gewöhnlichen Gebrauche in der practischen Geometrie auch ohne diese Verbesserung zureichend genau. Ferner müssen die Beobachtungen der Schatten auch nicht zu weit vom Mittage entfernt seyn, damit nicht der Halbschatten verhindere, die Gränze des wahren Schattens, auf den gezogenen Umkreisen, genau zu bestimmen. Am sichersten verfährt man, wenn die Schatten ohngefähr 2 bis 3 Stunden Vor- und Nachmittags beobachtet werden.

Statt eines durch  $g$  lothrecht aufzurichtenden Scistes, kann man sich auch eines senkrechten etwa 1 Fuß hohen Kegels von Blei oder festem Holze bedienen, den man auf die horizontale Fläche, worauf die concentrischen Kreise gezogen sind, so setzt, daß der Mittelpunkt der Grundfläche desselben, genau in den Mittelpunkt der concentrischen Kreise zu liegen komme. Dann bemerkt man auf den erwähnten Kreisen Vor- und Nachmittags, den Schatten von der Spitze des Kegels, und verfährt, wie vorhin.

Anderer lassen die Sonnenstrahlen durch ein kleines kreisrundes Loch in einer metallenen Platte, auf eine Horizontalfläche fallen. Nun wird

vom Mittelpunkte dieses Lochs ein Senkel auf die Horizontalfläche herabgefällt, um das Centrum zu den concentrischen Kreisen zu bekommen, auf deren Peripherien man alsdann die Stellen bemerkt, wo Vor- und Nachmittags der durch jene Oeffnung fallende Sonnenstrahl hintrifft; Man verfährt hierauf, wie oben mit den Schatten, um die Lagen der Mittagslinien zu erhalten.

Mehrere Methoden, Mittagslinien zu ziehen, findet man in astronomischen Büchern. Z. B. DE LA LANDE *Astronomie* (Paris 1771.) S. 155. 160. S. 2579. CASSINI *elements d'Astronomie* Kästners *astronom. Abh.* 1. Samml. 3te Abhandl. S. 68. KÖSTERS *astron. Handbuch*. KÖSLERS *practische Astronomie*, u. s. w.

Auch im dritten Bande dieser practischen Geometrie S. 365. wird noch verschiedenes, die Ziehung der Mittagslinien betreffendes, beigebracht.

3. Meistens bedient man sich in der Feldmesskunst der Magnetnadeln, ohngefähr die Richtungen der Mittagslinien anzugeben.

Es lehret nemlich die Erfahrung, daß,

Wenn man eine stählerne Nadel mit einem Magnete bestreicht, und sie so einrichtet, daß sie

— o —

sie sich horizontal und frey auf einem Stifte herumdrehen kann, sie sich von selbst in eine Richtung begiebt, welche mit den Mittagslinien nicht zu weit von einander entfernten Orten beynahе einerley Winkel macht. Gesezt Fig. LXXIII. sey  $A\alpha$  die Richtung der Magnetnadel an dem Orte A, so wird solche mit der Mittagslinie  $hg$  dieses Orts einen gewissen Winkel  $\alpha Ag$  machen. Bringt man die Magnetnadel an den Ort B, der von dem A nicht gar zu weit entfernt ist, so wird ihre Richtung  $B\beta$  mit der Mittagslinie  $ik$  des Orts B, einen Winkel  $\beta Bi$  machen, der beynahе so groß ist, als der, welchen sie mit der Mittagslinie des Orts A machte.

Und eben so wird an dem Orte C, der Winkel  $\gamma Cl = \beta Bi = \alpha Ag$ , wenn  $C\gamma$  die Richtung der Magnetnadel ist.

4. Dieses lehrt die Erfahrung, und läßt sich durch Versuche bestätigen, wenn man an verschiedenen, nicht weit von einander liegenden Orten, vermittelst astronomischer Methoden, wie (2), Mittagslinien ziehet, und die Winkel misset, welche die Richtung der Magnetnadel mit den Mittagslinien macht. Z. E. in Göttingen macht die Richtung der Magnetnadel mit der Mittagslinie einen Winkel von  $16\frac{1}{2}$  Grad (im Jahre 1777; jetzt 1813 sehr nahe an 20 Grad.) Eben den Winkel wird die Mag:

netnadel auch mit den Mittagslinien solcher Orter machen, die nahe um Göttingen liegen.

5. Wenn man also an einem gewissen Orte z. E. A, den Winkel  $\alpha Ag$  der Magnetnadel mit der Mittagslinie weiß, so kann man sogleich an einem andern von A nicht sehr weit entfernten Orte B eine Mittagslinie ziehen. Man darf nur daselbst eine Linie Bi ziehen, welche mit der Richtung der Magnetnadel B $\beta$  einen Winkel  $\beta Bi$  auf dieselbe Art, und von derselben Größe macht, als welchen die Richtung der Magnetnadel A $\alpha$ , mit des Orts A Mittagslinie Ag machte, so wird Bi des Orts B Mittagslinie seyn.

6. Weil nun, sobald A, B, nicht weit von einander weg liegen, die Mittagslinien Ag, Bi ohne merklichen Fehler mit einander parallel sind (3), so werden auch wegen der gleichen Winkel  $\alpha Ag$ ,  $\beta Bi$ , die Richtungen der Magnetnadeln A $\alpha$ , B $\beta$  mit einander gleichlaufend seyn.

Dieser Satz, durch Hülfe der Magnetnadeln, parallele Linien auf dem Felde zu erhalten, wird uns in der Folge in der practischen Geometrie verschiedene sehr wichtige Vortheile verschaffen, von denen der (5), Mittagslinien zu ziehen, bey weitem der geringste ist, weil sich diese Aufgabe auf verschiedene andere Arten  
siehe:

sicherer, als durch Hülfe der Magnetnadeln, auflösen läßt, auch die Ziehung der Mittagslinien überhaupt so oft nicht vorkömmt.

7. Da nun in der Feldmefskunst sehr häufig die Frage vorkömmt, was eine gewisse Linie, z. B. GH Fig. LXXIII mit den parallelen Richtungen der Magnetnadeln für einen Winkel macht, so dient dazu folgendes Werkzeug.

## Die Bouffole.

§. 119. Hier wird nur ein allgemeiner Begriff von diesem Werkzeuge genügen. Wer dessen Einrichtung umständlicher kennen lernen will, dem können folgende Schriftsteller Unterricht ertheilen. *Leupolds Theatrum Geom.* S. 437. *Vollimhaus Anweisung zum Landmessen mit Stäben und der Kette, nebst dem Gebrauche der Bouffole.* Hannover und Lemgo 1776. *Zollmanns Geodäsie u. s. w. Gründlicher Unterricht von dem Gebrauche der Bouffole in der practisch. Geometrie,* von M. Joh. Gottlob Riedel. Leipz. 1795. 8. 12 Knypfert. Die Hauptsache bestehet darinn:

I. Man schließt die Magnetnadel ik Fig. LXXIV. in ein rundes cylindrisches Gehäuse von Messing lpq ein, welches oben mit einem Glas:

Glasdeckel versehen ist, um die Nadel vor dem Winde zu sichern. Das Gehäuse  $l p q$  wird auf eine viereckigte Platte  $f m n o$ , welche mit der diptrischen Regel  $P Q$  aus einem Stücke bestehen kann, befestigt. Senkrecht auf die Platte  $f m n o$ , erhebt sich in dem Mittelpunkte des Gehäuses ein konischer Stift  $c$ , auf dem die Magnetnadel in horizontaler Lage frey spielen, und sich aller Orten hinwenden kann. Damit die Magnetnadel nicht von dem Stifte herabfalle, so ist sie bey  $c$  mit einem sogenannten Hütchen versehen, welches auf dem Stifte zu ruhen kömmt. An der innern Seitenwand des Gehäuses wird in einiger Entfernung von dem Boden, parallel mit der Ebene  $f m n o$ , ein Ring befestigt, der in seine  $360^\circ$  getheilet ist, und mit der Magnetnadel  $ik$  in einer Ebene liegt. Indem nun die Magnetnadel  $ik$  sich um  $c$ , als um eine Ase, horizontal herumwendet, so weist die Spitze  $i$ , die Abtheilungen auf dem Ringe. Da bekanntermaßen die eine Spitze der Magnetnadel sich beständig ohngefähr gegen Norden, folglich die andere gegen Süden hinrichtet, so kann man, um beyde bequem von einander zu unterscheiden, den südlichen Theil der Nadel, welcher hier  $z. E. k$  seyn mag, stumpf lassen, den nördlichen Theil  $i$  aber, der auf dem Ringe die Abtheilungen weist, mit einer sehr scharfen Spitze versehen.

Endlich muß die Visirlinie vt des Diopter-  
 lineals PQ, mit dem Durchmesser des einge-  
 theilten Ringes, welcher durch  $0^\circ$  und  $180^\circ$   
 gehet, parallel seyn, damit, wenn die Spitze  
 i der Nadel auf  $0^\circ$  steht, die Visirlinie tv mit  
 der Richtung der Magnetnadel gleichlaufend sey.

Dies ist im Ganzen die gewöhnliche Ein-  
 richtung der Boussole. Einzelne Vorrichtun-  
 gen, z. E. vermittelt eines Schiebers die  
 Magnetnadel von dem Stifte abzuheben, da-  
 mit dieser, und das Hütchen der Nadel, bey  
 Hin- und Hertragen der Boussole nicht be-  
 schädigt werde, das Stativ zu diesem Werk-  
 zeuge u. d. gl. kann man mit mehrerem bey  
 oberwähnten Schriftstellern ersehen.

### Bernier an der Boussole.

II. Da bey der eben beschriebenen gewöhn-  
 lichen Boussole, Theile von Graden nur nach  
 dem Augenmaasse geschätzt werden können, so  
 haben einige dieß Werkzeug durch Anbringung  
 eines Vernier zu verbessern gesucht. Da aber  
 dieser V. auf der Magnetnadel selbst nicht  
 wohl angebracht werden kann, so läßt man die  
 ganze bisherige Vorrichtung, nämlich die Diop-  
 terregel PQ mit der daran befindlichen Bous-  
 sole kmno, sich besonders um das Centrum  
 eines eingetheilten Randes drehen, und bringt  
 nun den Vernier an die Diopterregel PQ an.  
 Der

Der in dem Magnetkästchen 1 q p befindliche eingetheilte Ring bleibt nunmehr weg, und nur auf dem Boden des Kästchens ist eine Linie, parallel mit der Visirlinie vt, eingerissen, über welcher die Nadel einspielen muß. Alles zusammen läßt sich um den Zapfen einer Muß drehen, und man kann, wenn es nöthig ist, auch Vorrichtungen zu sanften Bewegungen anbringen. Das ganze Werkzeug muß sich so stellen lassen, daß wenn der Index des Vernier auf 0° steht, die Magnetnadel über der Linie auf dem Boden des Kästchens einspiele.

Ob diese Anbringung eines Vernier an der Boussole, große Vortheile verschaffe, mögt wohl zu bezweifeln seyn, wenn man bedenkt, daß die Beobachtung, wenn jedesmahl die Nadel in Ruhe gekommen, selbst nicht ganz sicher ist.

### Einige Erinnerungen über die Beschaffenheit der Nadeln.

§. 120. I. Man giebt den Nadeln wenigstens eine Länge von 5 Zollen. Kleinere Nadeln geben nicht viel Richtigkeit, und schwanken auch zu sehr, ehe sie in Ruhe kommen. Größere müssen mit sehr viel Genauigkeit gearbeitet seyn, wenn sie auf dem Stifte, worauf sie sich drehen, eine hinlänglich freye Bewegung erhalten sollen.

2. Man

2. Man verfertigt die Nadeln von dem besten und reinsten Stahle, und läßt sie gewöhnlich blau anlaufen; dies wollen aber einige nicht billigen, weil die Nadeln in diesem Zustande zwar den Magnetismus leicht annehmen, aber auch bald wieder verliehren sollen.

Die magnetische Kraft den Nadeln zu ertheilen, ist übrigens allen Mechanicis bekannt, und es würde überflüssig seyn, hier davon zu reden. Man s. indessen hierüber Karstens Kenntniß der Natur im XXIten Abschn. Gehler's physik. Wörterbuch, unter dem Artik. Magnet, und andere physikalische Schriften.

3. Man hat auch Magnetnadeln, die durchaus von gleicher Breite sind, und die Gestalt eines dünnen Parallelepipedi haben, dessen breitere Seitenflächen, bey'm Ruhen der Nadel auf ihrem Stifte, vertical zu liegen kommen, an den Enden aber scharf zulaufen, um auf dem eingetheilten Rande die Grade zu weisen, und die wahre Richtung der Nadel anzugeben.

Statt dessen kann auch eine längs der Nadel eingerissene feine Linie, deren Richtung durch den Umdrehungspunkt der Nadel gehen muß, als Index dienen.

Solche durchaus gleich breite Nadeln sollen, vermöge der Erfahrung, die magnetische Kraft

Kraft besser bey sich behalten, als diejenigen, welche sich in Spizen endigen. Allein sie sind etwas schwerer, und reiben sich also stärker auf ihrem Stifte, welches ihrer Empfindlichkeit nachtheilig wird, wenn das Hütchen nicht besonders gut eingerichtet ist.

Ueberhaupt muß die Gestalt einer Nadel so einfach als möglich, und frey von hervorragenden Theilen und unnöthigen Verzierungen seyn. Die gewöhnliche Form einer Nadel mit einem Pfeil, oder einer Lilie an der Spitze, ist gar nicht zu billigen, weil dadurch die Polarität der Nadel gestört wird.

Das Hütchen der Magnetenadel muß aus einer Materie verfertigt werden, in welche sich der Stift, worauf sie ruht, nicht leicht einbohrt. Gewöhnlich wird dazu blos Kupfer oder Messing genommen. Es ist aber vortheilhaft, wenn der Theil des Hütchens, der unmittelbar auf der Spitze aufliegt, aus Glas oder Achat besteht, weil dadurch die Nadeln ein sehr freyes und leichtes Spiel erhalten. Die wesentlichen Erfordernisse des Hütchens sind, daß die innere Höhlung desselben sehr glatt polirt sey, konisch in eine sehr kleine Kugelfläche zulaufe, und daß die Axe dieser Höhlung auf der Nadel senkrecht sey.

Der Stift, auf dem das Hütchen ruht, muß sich genau senkrecht über dem Boden des Gehäuses erheben.

4. Die wesentlichste Vollkommenheit einer Magnetnadel besteht darinnen, daß sie sich auf ihrem Stifte sehr sanft und gleichförmig drehe, oder nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche, nicht faul oder träge sey.

Ob eine Nadel träge sey, erfähret man so: Man stellet die Boussole an einen Ort, in dessen Nähe sich kein Eisen befindet, läßt die Magnetnadel in Ruhe kommen, und nähert sich ihr alsdann mit einem Stückchen Eisen, z. E. mit der Spitze eines Messers: Sie wird dadurch sogleich in ihrer Ruhe gestört, und so wie man das Messer wieder entfernt, eine oscillirende Bewegung anfangen. Beschreibt sie nun immer kleinere und kleinere Bogen, bis sie wieder in Ruhe kommt, so ist sie gut. Kommt sie aber plötzlich zur Ruhe, so ist sie träge, und daher nicht zu gebrauchen.

Anders: Man sehe zu, welchen Grad die Magnetnadel auf dem eingetheilten Ringe weiset, wenn sie in Ruhe ist, drehe nun die Boussole etwas, und untersuche, ob die Nadel sogleich diesen Theilstrich verläßt. Geschieht dies auch bey der geringsten Umdrehung der Boussole, so hat die Nadel ihre gehörige Empfindung.

pfindlichkeit. Kann man aber die Bouffole wohl um einige Grade drehen, ohne daß dies die Nadel empfinde, so ist sie träge und unbrauchbar.

5. Gewöhnlich, wenn solchergestalt eine Nadel träge befunden wird, liegt der Fehler in dem Stifte, auf dem sie ruhet: wenn solcher etwa stumpf geworden, oder sich Unreinigkeiten in dem Hütchen gesammelt haben. Unterweilen liegt aber die Trägheit einer Nadel auch darinnen, wenn ihr die magnetische Kraft nicht gehörig mitgetheilt worden.

6. Man nennt Fig. LXXIII. den Winkel  $\alpha Ag$ , den die Magnetnadel  $A\alpha$  mit der Mittaglinie macht, die Abweichung der Magnetnadel, diese wäre also für Göttingen und alle umliegende Dertter 20 Grad.

Gesetzt nun, man habe die Bouffole Fig. LXXIV. in eine solche Lage gebracht, daß das nördliche Ende  $i$  der Magnetnadel  $ik$ , wenn sie zur Ruhe gekommen,  $0^\circ$  Grad wiese, so würde in dieser Lage die Richtung der Magnetnadel  $ik$  mit  $vt$ , folglich auch mit der Schärfe  $rs$  des Diopterlinials parallel seyn; (Vorausgesetzt, daß  $rs$  mit  $vt$  parallel ist, welches gewöhnlich angenommen wird). Zöge man alsdann längs  $sr$  eine gerade Linie, so würde diese die Richtung der Magnetnadel seyn. Da

Da nun jetzt für Göttingen die Abweichung der Magnetnadel  $20^\circ$  ist, und das nördliche Ende  $i$  der Magnetnadel auf der westlichen Seite der Göttingischen Mittagslinie liegt, so setze man an  $sr$  eine Linie  $ab$ , die mit  $sr$  nach Osten zu einen Winkel  $rab = 20^\circ$  macht (Hier ist  $ab$  aus einem Versehen westwärts  $ar$  gezeichnet worden), so wird  $ab$  die Mittagslinie von Göttingen seyn. So erhellt also, wie man auf einer ebenen Horizontalfläche an einem gewissen Orte vermittelst der Boussole, eine Mittagslinie ziehen könne, vorausgesetzt, daß man an dem Orte, oder für einen ihm benachbarten Ort, die Abweichung der Magnetnadel weiß, und ob diese östlich oder westlich ist.

Will man längs  $rs$  sogleich selbst die Mittagslinie ziehen, so dreht man die ganze Boussole  $PnfmoQ$ , bis das nördliche Ende  $i$  der Nadel auf dem eingetheilten Ringe westwärts von  $0^\circ$ , um  $20$  Grad abstehet, und ziehet alsdann längs  $sr$  die verlangte Mittagslinie.

7. Bey dieser Aufgabe, und überhaupt wo man Magnetnadeln braucht, darf kein Eisen oder Stahl in der Nähe seyn, wodurch die wahre Richtung derselben verändert werden könnte, eine Vorsicht, die desto nöthiger ist, je

ent:

empfindlicher die Magnetnadeln sind. Aus dieser Ursache müssen an allen Werkzeugen, wo man Magnetnadeln anzubringen pflegt, Schrauben, und andere Vorrichtungen, nicht aus Eisen oder Stahl, sondern aus andern Materien verfertigt werden.

8. Noch ein anderer übler Umstand bey dem Gebrauche der Magnetnadeln, insbesondere in bergigten Gegenden, ist, die von dem Hrn. von Humboldt und andern bemerkte magnetische Eigenschaft des Serpentin, des Granits, und vielleicht mehrerer Bergarten, wodurch offenbar die Richtung der Magnetnadel gestört, und daher der Gebrauch derselben bey dem Feldmessen unsicher gemacht wird. M. s. von Humboldt Ueber die merkwürdige magnetische Polarität einer Bergkluppe von Serpentinstein in Grens neuem Journ. d. Physik IV. B. S. 136. Ferner Chr. Fr. Schröders erste Fortsetzung seiner Abhandlung vom Brockengebürge, Hildesheim 1790., und Hr. Obristl. von Zach in Bode Samml. astron. Abh. 1793. (S. 244. I. B.)

9. Der Erfahrung gemäß, hat die Abweichung der Magnetnadel ihre periodischen Veränderungen, oder die Richtung der Magnetnadel macht mit der Mittaglinie eines gewissen Orts, nicht beständig einen und denselben

Win:

Winkel. So hat z. B. in Paris vom Jahre 1699 bis 1716, also in 17 Jahren die Abweichung derselben um  $4^{\circ} 10'$  zugenommen. Wenn man diese  $4^{\circ} 10'$  mit 17 dividiret, so kommen für Paris auf die jährliche mittlere Veränderung  $14'$ . Um so viel hätte jährlich die Abweichung der Magnetnadel zunehmen müssen, wenn ihre Aenderung gleichförmig gewesen wäre. Allein selbst diese jährliche Aenderung ist nicht für alle Zeiten beständig, und für alle Orte einerley. (Verglichen oben S. 118. 4. die Angabe für Göttingen.) Ja, unterweilen hat sich selbst innerhalb einiger Tage die Abweichung der Magnetnadel merklich verändert.

Diese Anomalien in der Richtung der Magnetnadel sind, so wie überhaupt das Gesetz ihrer Abweichung an verschiedenen Orten der Erde, noch lange nicht erforscht. Ueber die Ursache dieser veränderlichen Abweichung der Magnetnadel habe ich in meinem Lehrbuche der Naturlehre, 3te Auflage. S. 511. S. 524 eine Muthmaassung gegeben.

Indessen folgt hieraus ein wichtiger Satz für den Feldmesser, nämlich

Daß man nur bey Messungen, die eine kurze Zeit dauern und wobey überdem auch keine Bedenklichkeiten wie (8) statt finden, sich mit einiger Zuverlässigkeit auf den Gebrauch der Magnetnadeln verlassen dürfe.

Ich kann daher diejenige Messungsart nicht billigen, bey der man den Meßtisch nur allein nach der Magnetnadel richtet. Man müßte denn versichert seyn, daß sie während einer Messung ihre Richtung nicht merklich geändert habe. Allein, wie ist dies bey der topographischen Aufnahme eines ganzen Landes, die oft viele Jahre dauert, zu erwarten. Ich will gar nicht erwähnen, daß es noch andere Ursachen giebt, warum ich nie zu einer Arbeit, die ins Große geht, eine solche Messungsart empfehlen möchte, wenn sie gleich von einigen sehr angepriesen worden ist.

10. Man hat mit der Boussole noch andere Einrichtungen, z. B. zum Höhenmessen, zum Nivelliren u. d. gl. verbunden. Hieher gehört die Boussole, welche Herr Professor Stegmann in Marburg im 4ten Bande der Beschäftigungen der Berlin. Gesellschaft naturforschender Freunde, beschrieben hat. Boussolen zu Ziehung der Mittagslinien haben besonders Branders und Höschel sehr gut eingerichtet. (Br. Beschreibung des magnetischen Declinatorii und Inclinatorii. Augsburg, 1779. 8.)

### Gebrauch der Magnetnadeln auf dem Meßtische.

S. 121. Um auf dem Meßtische die Richtung der Magnetnadel, mithin auch, wenn es  
ver:

verlangt wird, eine Mittagslinie angeben zu können, so pflegt man auf den Dioptricalinialen Fig. LXVIII. LXIX, ein länglichtviereckiges Kästgen hg anzubringen, worinnen sich eine Magnetnadel auf ihrem Stifte herumdreht. Das Kästgen wird mit einem Glasdeckel versehen, damit die Nadel keinen Schaden leide. Auf dem Boden des Kästgens ist, parallel mit der Schärfe ik des Dioptricalinials, eine gerade Linie gezogen, damit, wenn die Magnetnadel über dieser Linie einspielt, längs ik auf dem Nestische eine gerade Linie gezogen werden könne, die mit der Richtung der Magnetnadel gleichlaufend ist.

Der weitere Gebrauch hievon wird sich in der Folge zeigen.

### Kurze Theorie geometrischer Werkzeuge mit Spiegeln.

§. 122. Alle bisher beschriebenen Werkzeuge, Winkel zu messen, erfordern Stative, worauf man sie setzt, und ihnen die gehörigen Bewegungen giebt: Nun können aber in der Feldmefskunst oft Fälle vorkommen, wo man kein Stativ gebrauchen kann, z. B. wegen Mangel und Unbequemlichkeit des Places, wenn man sich auf einem Thurme befände, wo man mit einem Stative nicht nahe genug ans Fenster kommen könnte, oder das Fenster

nicht weit genug wäre, sehr viele Winkel am Horizonte herum, messen zu können, u. s. w. In diesen und ähnlichen Fällen leisten solche geometrische Werkzeuge, woben man Spiegel anbringt, oft sehr gute Dienste. Ich will hier das Wesentlichste eines solchen Winkelmessers kürzlich beschreiben.

I) Es sey AB Fig. LXXV. Tab. VII. der Rand des Werkzeugs, auf dem sich ein aus dem Mittelpunkte c gezogener Viertelszirkel oder Quadrant oa befindet, der also am Mittelpunkte c einem Winkel  $\text{o}ca = 90^\circ$  zugehört.

II) Den Bogen oa theile man aber, nicht wie gewöhnlich, in  $90^\circ$ , sondern in 180 gleiche Theile, aus einer Ursache, die sobald erhellen wird. Bey o sey der Anfang der Theilung. Die Abtheilungen auf oa mögen bloß durch Punkte angegeben seyn, wenn man keinen Vernier, sondern bloß die Micrometerschraube gebrauchen will.

III) Um den Mittelpunkt c sey die Alhidadenregel P beweglich, beynahе auf die Art, wie solches im vorhergehenden, bey Beschreibung des Winkelmessers S. 99., gelehret worden, auch sey sie mit einem Alhidadenhalter und einer Micrometerschraube versehen. Diese beyden letztern Stücke habe ich hier in der Figur weggelassen, um Verwirrung zu vermeiden.

IV)

IV) Am Ende der Alhidadenregel ist eine viereckigte Oeffnung, oder ein so genanntes Fenster gen angebracht, in welchem, nach der Richtung des Halbmessers ein zarter Silberfaden  $fn$  ausgespannt ist, der bey Herumdrehung der Alhidadenregel über den Abtheilungen des Randes wegstreicht, und solchergestalt die Grade abschneidet. Befindet sich dieser Faden zwischen zwey Theilpunkten des Randes, so kann man seinen Abstand von dem nächsten Theilpunkte, vermittelst der Micrometerschraube finden, nach §. 101. Diesen Faden  $fn$  werde ich den Index der Alhidadenregel nennen.

V) Um den Mittelpunkt ist aber noch eine andere Regel  $LM$  beweglich, auf der, parallel mit ihr, ein Fernrohr angebracht ist. Auch muß eine Vorrichtung vorhanden seyn, vermittelst der sich die Regel  $LM$  in jeder Lage an den Rand  $a o$  festhalten läßt, wie (§. 99. 8.)

VI) Senkrecht auf die Ebene der Regel  $LM$ , ist bey  $p$  ein kleiner ebener Spiegel befestigt, der seine polirte Fläche  $il$  dem Objectivglase des Fernrohrs zugehrt. Die Stellung dieses Spiegels muß so beschaffen seyn, daß ein Strahl, der aus dem Mittelpunkte  $c$  nach der Richtung  $cp$  auf den Spiegel  $il$  fiel, nach der Richtung  $pk$ , nemlich parallel mit der Axe des Fernrohrs, reflektirt würde. Es

darf daher der Spiegel  $il$  nicht senkrecht auf der Are  $kp$  des Fernrohrs stehen, sondern muß mit ihr einen gewissen Winkel  $kpi$  machen, den ich nachher bestimmen werde.

Ferner muß der Spiegel  $il$  nicht so breit seyn, daß er alle Strahlen aufhält, die von einem gewissen Gegenstande auf das Objectivglas  $wr$  des Fernrohrs fallen würden, sondern es muß so viel Raum übrig bleiben, daß neben dem Spiegel vorbei, auch noch Strahlen auf das Objectivglas fallen können.

Man kann daher dem Spiegel eine solche Breite  $il$  geben, daß er etwa  $\frac{2}{3}$  von denen Strahlen, die auf das Objectivglas  $wr$  fallen würden, aufhält, die übrigen aber neben sich vorbegehen, und auf das Objectivglas fallen läßt, damit man auch durch das Fernrohr die Objecte noch sehen könne.

VII) Ferner ist auch, senkrecht auf die Alhidadenregel  $P$ , ein zweyter Spiegel  $ed$  angebracht, dessen Richtung  $ed$  durch den Mittelpunkt  $c$  des Werkzeugs geht, seine polirte Fläche dem Spiegel  $il$  zugehrt, und eine solche Stellung haben muß, daß, wenn die beyden Regeln  $ML$  und  $P$ , einen rechten Winkel mit einander machen,  $ed$  und  $il$  ohngefähr parallel sind.

VIII) Die Spiegel selbst können blos von Glas seyn, noch besser ist es aber, wenn sie von Metall sind, wegen der doppelten Bilder, die gläserne Spiegel verursachen.

IX) Endlich ist im Brennpunkte des Fernrohrs ein eben geschliffenes Glas angebracht, worauf zwey, sich in der Ase des Fernrohrs senkrecht durchschneidende Linien, eingerissen sind, von denen die eine auf der Ebene der Regel LM senkrecht stehen muß, wie S. 104.

Dies ist im Ganzen die Beschreibung der wesentlichsten Stücke eines solchen Werkzeugs mit Spiegeln, die übrigen einzeln Vorrichtungen mögen dem Mechanico überlassen bleiben. Ich will jetzt kürzlich den Gebrauch und die Vortheile des bisher beschriebenen Werkzeugs zeigen. Vorher überlege man aber folgendes:

### Bilder im Brennpunkte des Objectivs.

§. 123. 1. Es sey Fig. LXXVI. wr das Objectivglas des Fernrohrs und mk dessen Ase. il der sich vor dem Objectiv befindende, und ed der auf der Alhidadenregel P (§. 122. VI. VII.) befestigte Spiegel.

2. Das Fernrohr km sey nach einem sehr entlegenen Punkte, z. E. nach der Spitze eines  
sehr

sehr entfernten Thurms gerichtet, so kann man die Strahlen  $Qc$ ,  $Qv$ , die von demselben auf die Vorderfläche des Spiegels  $ed$ , und des Objectivglases  $wr$  fallen, ohne merklichen Fehler als parallel ansehen.

3. Die Strahlen  $Qv$  die solchergestalt bey dem Spiegel  $il$  vorbehey, mit der Aye des Fernrohrs  $mk$  parallel, auf das Objectiv  $wr$  fallen, werden daselbst nach der Richtung  $v\mu$  gebrochen, und vereinigen sich in der Aye in einem Punkte  $\mu$ , welcher das Bild des entlegenen Punktes (2) seyn wird. Dieses Bild  $\mu$  werde ich das dioptrische Bild des entlegenen Gegenstandes nennen.

4. Die mit  $mk$  parallelen Strahlen,  $Qc$ , die aber bey  $c$  unter dem Winkel  $Qcd$  auf den Spiegel  $ed$  fallen, werden nach den bekannten Gesetzen der Katoptrik, unter eben dem Winkel  $ecp$ , nach der Richtung  $cp$  auf den Spiegel  $il$  zurückgesandt, und fallen unter dem Winkel  $cpl$  auf den Spiegel  $il$ , von da werden sie durch eine abermahlige Reflexion unter dem Winkel  $qpi = cpl$ , nach der Richtung  $pq$  auf das Objectivglas  $wr$  geworfen. Diese mit  $pq$  parallelen Strahlen werden hierauf von dem Objectivglase gebrochen, und in einen Punkt  $\pi$  hinter dem Glase vereinigt, dergestalt, daß bey  $\pi$  abermahls des entlegenen Gegenstandes Bild entstehen wird. Und

den

den Ort dieses Bildes, oder den Vereinigungspunkt  $\pi$  zu finden, so ziehe man durchs Mittel des Objectivglases  $m$ , mit den einfallenden Strahlen wie  $p q$ , eine Linie  $m\pi$  parallel, und mache  $m\pi = m\mu$  (3), so wird  $\pi$  der Vereinigungspunkt der mit  $p q$  parallelen Strahlen seyn \*). Dieses Bild  $\pi$  entsteht also von Strahlen, die erst von den Spiegeln reflectirt, und dann von dem Glase  $w r$  gebrochen werden, daher nenne ich  $\pi$  das katoptrisch-dioptrische Bild des Gegenstandes  $Q$ .

5. Das Auge bey  $k$ , würde also hier durchs Ocularglas, in dem Fernrohre zwey Bilder  $\mu$ ,  $\pi$  sehen; das erstere  $\mu$ , welches von Strahlen  $Q v$  herrührt, die gerade zu aufs Objectiv fallen, das zweyte  $\pi$ , welches von den reflectirten Strahlen entsteht.

6. Ich suche nun den Winkel  $\pi m \mu$ , den die beyden Bilder  $\pi$ ,  $\mu$ , am Mittelpunkte  $m$  des Objectivglases mit einander machen.

7. Aufl. Man ziehe durch  $c$  mit dem Spiegel  $i l$  die parallele Linie  $c g$ , so ist der Winkel  $e c g =$  dem Winkel, unter welchem sich die verlängerten Richtungen  $e d$ ,  $i l$ , der beyden Spiegel durchschneiden würden. Man setze den Winkel  $e c g = \gamma$ , den Winkel  $Q c d$   
oder

\*) S. Kästners Dioptrik. 35. 36. 37.

oder  $ecp$ , unter welchem die mit der Axc des Fernrohrs parallelen Strahlen  $Qc$  auf den Spiegel  $ed$  fallen  $= x$ ; endlich den Winkel  $ipm$ , den die verlängerte Axc des Fernrohrs mit dem Spiegel  $il$  macht  $= \alpha$ , so wird

8. Weil  $cg$  parallel mit  $il$  ist  
 $gcp = cpl$ ; aber  
 $gcp = ecp - ecg = x - y$  (7),  
 also  $cpl = x - y$ .

9. Wegen der Reflexion ist aber  $ipq = cpl$   
 mithin auch  $ipq = x - y$ .

10. Folglich  
 $qpm = ipm - ipq = \alpha - x + y$ .

11. Aber weil  $m\pi$  mit  $pq$  parallel gezogen worden ist, so ist  $\pi m \mu = qpm$ , daher  
 $\pi m \mu = \alpha - x + y$ .

12. Ferner ist, wenn man  $Qc$  verlängert, der Winkel  $gcf = ipm$ , weil  $cf$  mit  $pm$  und  $cg$  mit  $pi$  parallel ist (7).

13. Folglich  
 $gce + ecf = \alpha$ ; aber  $gce = y$ ,  
 und  $Qcd$  als Scheitelwinkel  $= ecf$ , auch  
 $Qcd = ecp = x$  (7);  
 Mithin  $\alpha = x + y$ .

14. Dieser Werth in (11) statt  $\alpha$  gesetzt, giebt  $\pi m \mu = 2 \cdot y = 2 \cdot e c g$  das will sagen, der Winkel  $\pi m \mu$  ist zweymahl so groß, als derjenige, unter welchem sich die verlängerten Richtungen der beyden Spiegel  $i l$  und  $e d$  durchschneiden würden, weil  $g c$  mit  $i l$  parallel ist.

15. Wenn  $\pi m \mu = 0$  seyn soll, das heißt wenn die beyden Bilder  $\pi, \mu$ , in dem Fernrohre zusammenfallen, oder sich decken sollen, so muß auch  $y = 0$  seyn; die Richtungen  $e d, i l$ , werden also in diesem Falle mit einander parallel seyn, weil der Winkel  $y$ , unter dem sie sich schneiden (7)  $= 0$  ist.

16. Dies giebt also ein leichtes Mittel, die beyden Spiegel  $e d, i l$  in eine parallele Lage zu bringen.

Man richte die Ase des Fernrohres nach einem sehr weit entlegenen Gegenstande, bis das dioptrische Bild des Gegenstandes in dem Durchschnittspunkte der beyden Linien erscheint, die auf dem Planglase eingerissen sind, welches in dem Brennpunkte des Objectivglases befindlich ist §. 122. IX. Hierauf wende man die Alhidadenregel  $P$  so lange herum, bis erst beyläufig auch das katoptrischdioptrische Bild des Gegenstandes in dem Fernrohre erscheint, befestige hierauf den Alhidadenhalter §. 122.

§. 122. III. an den Rand, und drehe bloß die Micrometerschraube herum, so wird man dadurch dem Spiegel  $ed$  eine sanfte Bewegung geben, und das katoptrischdioptrische Bild völlig genau an das dioptrische bringen können. In dem Augenblicke, da sich diese beyden Bilder im Fernrohre decken, höre man auf zu schrauben, und die beyden Spiegel  $ed$ ,  $il$  werden parallel seyn (15).

17. Da nach §. 122. VII. von dem Mechanico die Einrichtung so gemacht seyn muß, daß, wenn man die beyden Regeln  $LM$  und  $P$ , ohngefähr in einen rechten Winkel bringt, auch die Spiegel  $ed$ ,  $il$ , beynähe eine parallele Lage erhalten, so kann man gleich anfangs, ehe man die Operation (16) vornimmt, die beyden Regeln  $LM$  und  $P$  in einen rechten Winkel stellen, so wird man alsdann, die Alhidadenregel  $P$  wenigstens nicht sehr viel verrücken dürfen, um das katoptrischdioptrische Bild ins Fernrohr zu bringen.

18. Man kann auch, um die Spiegel  $ed$ ,  $il$  parallel zu stellen, die Alhidadenregel  $P$  an den Rand befestigen, und dann die Regel  $LM$  herumwenden, bis die beyden Bilder in dem Fernrohre zusammenfallen.

19. Anmerk. Das Auge bey  $k$  siehet eigentlich das katoptrischdioptrische Bild  $\pi$  Fig.

LXXVI. nicht eher, als bis  $\pi$  innerhalb der Röhre des Fernrohrs fällt. Denn obgleich das Bild  $\pi$ , wegen der Reflexion der Spiegel allemahl entsteht, so kann doch der Winkel  $\pi m \mu$  so groß seyn, daß  $\pi$  ausserhalb der Röhre des Fernrohrs fällt, und also dem Auge  $k$  vor dem Ocularglase unsichtbar ist. Also siehet man eigentlich in dem Fernrohre beyde Bilder zugleich nicht eher, als bis man die beyden Spiegel  $il$ ,  $ed$ , in eine Lage gebracht hat, die der parallelen nahe kömmt; denn alsdann wird in der Formel (14) der Winkel  $y$ , folglich auch  $\pi m \mu$  klein, so daß  $\pi$  innerhalb der Röhre des Fernrohrs fallen kann.

Diese Erläuterung hielt ich noch für nöthig, hier bezubringen.

20. Es wird gut seyn, mittelst eines sehr weit entlegenen Objects, ein für allemahl genau die Stellen auf dem eingetheilten Rande  $BA$  Fig. LXXV. zu bestimmen, an die man nur in jedem Falle die Alhidadenregel und die Regel  $LM$  des Fernrohrs bringen darf, um sogleich die parallele Lage der Spiegel zu erhalten.

Diese Stellen zu bestimmen, kann man so verfahren.

21. Man bringe den ausgespannten Faden  $fn$  der Alhidadenregel  $P$ , genau über den Punkt  $o$ ,

o, wo sich auf dem Rande BA die Abtheilungen anfangen, befestige die Alhidadenregel in dieser Lage, und bringe dann die Regel des Fernrohres LM mit P ohngefähr in einen rechten Winkel, so sind beynahē die beyden Spiegel parallel (17).

Um aber die völlig genaue parallele Lage zu erhalten, so richte man das Werkzeug, wie hier die Figur ausweist, nach einem sehr entlegenen Objecte Q, wende und drehe hierauf sowohl das ganze Werkzeug, als auch die Regel LM, so lange bis in dem Fernrohre beyde Bilder des Objectes Q erscheinen, und sich in der Are des Fernrohres, oder in dem Durchschnitte der beyden Kreuzlinien (S. 122. IX.) decken. Sobald dieses geschieht, befestige man die Regel des Fernrohres LM, und beyde Spiegel ed, il, werden genau mit einander parallel seyn (15. 16.)

22. Hierauf reiße man bey v längs der Schärfe der Regel LM genau eine zarte Linie in den eingetheilten Rand, so hat man auf dem Rande ein für allemal die beyden Stellen o (21) und v, an die man nur jedesmal den Faden fn der Alhidadenregel, und die Schärfe LM der Regel des Fernrohres bringen darf, um sogleich die parallele Lage der beyden Spiegel ed, il, zu bekommen.

## Wie man vermittelst des Werkzeugs Fig. LXXV. einen Winkel messen könne?

§. 124. 1. Gesezt, Q, R seyen auf dem Felde ein paar sehr weit entlegene Objecte, deren Winkel QcR am Mittelpunkte des Werkzeugs man finden wollte.

2. Um dieses zu leisten, bringe man vorher beyde Spiegel ed, il, in eine parallele Lage; nämlich den Faden fn der Alhidadenregel bringe man genau über den Punkt o der Eintheilung, die Regel LM aber an den Punkt v, so ist ed mit il parallel (§. 123. 22).

3. Hierauf fasse man bey g das ganze Werkzeug mit der linken Hand, und wende es so lange, bis das Fernrohr genau nach dem Objecte Q hingerichtet ist, also Q in der Ase des Fernrohrs erscheint.

4. Dieses Bild von Q, welches das Auge im Fernrohre sieht, ist eigentlich ein doppeltes Bild; weil die beyden Spiegel ed, il, parallel sind, und bey dieser Lage der Spiegel, eines entlegenen Objectes dioptrisches und katoptrischdioptrisches Bild in der Ase des Fernrohrs sich decken, oder zusammenfallen, und folglich im Grunde nur ein Bild ausmachen. (§. 123. 15).

5. Man löse nun die Alhidadenregel P. So bald man diese anfängt herumzudrehen, so wird

wird das katoptrischdioptrische Bild des Objectes Q, das Dioptrische im Fernrohre verlassen, weil die Spiegel aus ihrer parallelen Lage kommen, und man wird bey fernerer Herumwendung der Alhidadenregel, blos das dioptrische Bild von Q, im Fernrohre behalten.

6. Man halte also bey g das Werkzeug so viel, als möglich, unverrückt, damit man des Objectes Q dioptrisches Bild nicht aus dem Fernrohre verliere, und wende die Alhidadenregel P so lange herum, bis man das katoptrischdioptrische Bild des Gegenstandes R ins Fernrohr bekommt: Dieses wird geschehen, wenn der Spiegel ed eine solche Lage erhält, daß die Strahlen Rc, die von R auf den Spiegel ed fallen, von ihm zurück, auf den Spiegel il, und von da ferner ins Fernrohr geworfen werden können.

7. So hat man alsdann zwey Bilder im Fernrohre, das dioptrische von dem Gegenstande Q, nach welchem das Fernrohr gerichtet ist, und das katoptrischdioptrische von R.

8. Sobald man nun dies Bild von R nur erst beyläufig im Fernrohre hat, so befestige man die Alhidadenregel P an den Rand, und drehe blos die Micrometerschraube herum, so wird diese dem Spiegel ed eine sanfte Bewegung ertheilen, und man wird machen können,  
daß

daß beyde Bilder von Q und R (7), sich genau in der Are des Fernrohrs decken. In dem Augenblicke, da dies geschieht, höre man auf zu schrauben.

9. Dann untersuche man, um wie viel Theile des Randes sich der Index  $fn$  der Alhidadenregel, von seiner erstern Stelle (2), wo er nämlich über  $o$  stand, fortbewegt hat. Ge-  
 setzt, der Index  $fn$  habe auf dem Rande, den Bogen  $oh$  z. E. 20 Theile des Randes (S. 122. II.) durchlaufen, so wird der Winkel  $QcR$  der beyden Objecte  $= 20^\circ$  seyn.  
 Stände  $fn$  zwischen zwey Theilpunkten des Randes, z. E. zwischen den 20ten und 21ten, so muß man dessen Abstand von dem 20ten, vermittelst der Micrometerschraube finden S. 101.

10. Auf solche Art wird also mit dem bisher beschriebenen Werkzeuge auf dem Felde ein Winkel gemessen; der Beweis des gewiesenen Verfahrens ist aber folgender.

11. Bew. I) Nachdem man, vermittelst des Verfahrens (2), beyde Spiegel  $ed$ , in Fig. LXXVII. in eine parallele Lage gebracht hat, so würden sowohl das dioptrische als katoptrischdioptrische Bild des Object's Q, bey  $\mu$  in der Are des Fernrohrs zusammentreffen, und die Are  $m\mu$  des Fernrohrs würde mit  $Qc$  parallel seyn, weil ich den Gegenstand Q sehr weit entfernt annehme. Daß aber bey  $\mu$  nicht  
 zu:

zugleich des Object's R Bild seyn könne, erhellet daraus, weil wegen der ungleichen Winkel  $Rcd$ ,  $ecp$ , der auf den Spiegel  $ed$  fallende Strahl  $Rc$ , nicht nach der Richtung  $cp$ , und folglich auch nicht nach der Richtung  $p\mu$  ins Fernrohr reflectiret werden kann. Denn  $cp$  ist der reflectirte Strahl von  $Qc$ , daher der Winkel  $Qcd = ecp$ ; aber  $Rcd < Qcd$  also auch  $Rcd < ecp$ . d. h.  $cp$  kann nicht der reflectirte Strahl von  $Rc$  seyn.

II) Da also bey der jetzigen parallelen Lage der beyden Spiegel, der einfallende Strahl  $Rc$  nicht nach  $cp$ , und folglich nach  $p\mu$  reflectirt werden kann, so muß man offenbar die Lage des Spiegels  $ed$  verändern, wenn der Gegenstand  $R$ , nach den Richtungen  $Rcp\mu$  ins Fernrohr reflectirt werden soll.

III) Man halbire den Winkel  $pcR$  vermittlest der Linie  $cv$ , und setze auf  $cv$  eine Perpendicularärlinie  $\varepsilon d$ , so wird  $\varepsilon d$  die Lage des Spiegels  $ed$  seyn müssen, wenn der einfallende Strahl  $Rc$  nach der Richtung  $cp$ , und folglich nach  $p\mu$  ins Fernrohr kommen soll. Denn wegen  $pcv = vcr$  ist auch  $Rcd = \varepsilon cp$ , oder Einfallswinkel und Reflexionswinkel gleich, folglich, wenn jetzt  $Rc$  auf den Spiegel  $\varepsilon d$  fällt, wird  $Rc$  nach der Richtung  $cp$  zurückgeworfen, und von da längs  $p\mu$  ins Fernrohr gesandt, wo denn bey  $\mu$ , in der Axe desselben,

ben, des Object's R katoptrischdioptrisches Bild entsteht.

IV) Das Auge bey  $k$  wird alsdann in dem Fernrohre, bey  $\mu$ , der beyden Objecte  $Q, R$ , Bilder sich decken sehen; denn bey  $\mu$  ist auch das dioptrische Bild des Object's  $Q$ , weil die Ase des Fernrohres nach  $Q$  hingerrichtet ist.

V) Ich suche nun den Winkel  $dcd$  oder  $ece$ , um welchen man den Spiegel  $ed$  aus seiner mit  $il$  parallelen Lage hat herausbringen müssen, um des Gegenstandes  $R$  katoptrischdioptrisches Bild in die nach dem Objecte  $Q$  hingerrichtete Ase des Fernrohres zu bringen:

VI) Diesen Winkel  $dcd$  finde ich so:

Es ist

$$Qcd = pce \text{ (I)}$$

$$\text{oder } QcR + Rcd = pce + \epsilon ce.$$

VII) Auch ist  $Rcd = pce$  (III) oder  
 $Rcd + dcd = pce.$

VIII) Diesen Werth von  $pce$  substituirt man in die Gleichung (VI), so wird

IX)  $QcR = dcd + \epsilon ce$  aber  $dcd = \epsilon ce$ ,  
 also  $QcR = 2 \cdot \epsilon ce$  oder

$$\epsilon ce = \frac{1}{2} QcR,$$

das will sagen, der Winkel, um den man die Lage des Spiegels  $ed$  hat verändern müssen, beträgt genau die Hälfte des Winkels  $QcR$ ,

den die Objecte Q, R, am Punkte c, welcher in Fig. LXXV. zugleich des Werkzeugs Mittelpunkt ist, mit einander machen.

X) Nun befindet sich der Spiegel ed auf der Alhidadenregel P (Fig. LXXV.); folglich verändert sich die Stellung des Spiegels ed, um eben den Winkel, um den man die Alhidadenregel herum drehet. Es ist also der Bogen oh auf dem Rande (S. 124. 9) das Maaß des Winkels och, um den die Alhidadenregel gedrehet, und des Spiegels ed Lage verändert worden ist. Folglich ist des Bogens oh Größe auch das Maaß des halben Winkels QcR dessen Größe man finden wollte (IX).

XI) Wäre nun auf dem Werkzeuge Fig. LXXV. der Quadrant oa wie gewöhnlich in seine  $90^\circ$  getheilt, so würde man allemal den Bogen oh doppelt nehmen müssen, um des auszumessenden Winkels QcR Maaß zu bekommen. Um sich diese Arbeit zu ersparen, theilet man den Quadranten nicht in 90 sondern in 180 gleiche Theile, wo alsdann jeder Theil eigentlich einen halben Grad bedeutet. Der auszumessende Winkel QcR hält alsdann so viele wirkliche Grade, so viel halbe Grade, oder Theile auf den Bogen oh gehen.

Und so zeigt also das bisherige den Grund, warum man den Quadranten in 180 Theile theilt

theilt S. 122. II. Den Halbmesser des Quadranten kann man etwa 8 Zoll lang nehmen, und dann fallen die Theile auf dem Rande doch noch ziemlich groß aus.

Wegen der Micrometerschraube ist aber noch folgendes zu erinnern.

Wenn ihre Schraubengänge so beschaffen wären, daß z. E. 6 Revolutionen den Faden  $fn$  an der Alhidadentregel um einen Theil des Randes, also eigentlich um einen halben Grad fortschöben, so kämen auf eine Revolution  $5'$  und auf  $\frac{1}{10}$  Revolut.  $\frac{1}{2}$  Minute. Wenn nun z. E. der Faden  $fn$  zwischen dem 20ten und 21ten Theil des Randes stünde, so wende man die Micrometerschraube herum, bis der Faden auf den 20ten Theilpunkt fortgerückt ist, und zähle ihre Umwendungen.

Gesezt, man habe sie  $3\frac{1}{10}$  mahl herumwenden müssen, so würde der wahre Abstand des Fadens von dem 20ten Theilpunkte  $= 3\frac{1}{10} \times 5'$  also  $15\frac{1}{2}'$  gewesen seyn; bey Ausmessung des Winkels  $QcR$  muß man aber allemal das doppelte hievon nehmen, weil, wenn sich der Faden  $fn$  auf dem Rande um einen gewissen Winkel verschiebt, sich der Winkel  $QcR$  um doppelt so viel verändert. Wenn man also bey dem Verfahren (9) den Abstand des Fadens  $fn$  von dem 20 Theilstriche des

Kl 2

Kan:

Randes  $= 3\frac{1}{10}$  Revolut. gefunden hätte, so wäre der auszumessende Winkel  $QcR$  nicht  $20^\circ + 15\frac{1}{2}'$ , sondern  $20^\circ 31'$ .

Bestimmung des Winkels  $ipl$  Fig. LXXV. den die Ase des Fernrohrs  $ksp$  mit dem Spiegel  $il$  machen muß, damit ein Strahl, der nach der Richtung  $ksp$  auf  $il$  fiele, von dem Spiegel  $il$  nach dem Mittelpunkte  $c$  reflectirt würde.

§. 122. VI.

§. 125. Es muß also der Winkel  $ipl = lpc$  seyn, nach den Gesetzen der Katoptrik.

$$\begin{aligned} \text{Nun } ipl + lpc + spc \text{ oder} \\ 2 \cdot ipl + spc = 180^\circ \text{ daher} \\ ipl = \frac{180^\circ - spc}{2} = 90^\circ - \frac{1}{2} spc. \end{aligned}$$

Nun fälle man von  $c$  auf die Ase des Fernrohrs das Perpendikel  $cl$ , so kann man in dem rechtwinklichten Dreiecke  $cp$  aus den gegebenen  $cp$ ,  $cl$ , den Winkel  $spc$  berechnen, und es ist für den Sinus totus  $= 1$

$$\sin spc = \frac{cl}{cp}$$

$cl$  und  $cp$  sind aber Größen die man messen kann; hat man solchergestalt den Winkel  $spc$  so hat man auch den Winkel  $ipl = 90^\circ - \frac{1}{2} spc$ .

Anmer:

## Anmerkungen über das bisherige.

§. 126. 1) Da das wesentliche bey Ausmessung eines Winkels mit diesem Werkzeuge nur darauf ankömmt, das katoptrischdioptrische Bild des einen Object's R, mit dem dioptrischen des andern Q, genau in die Aze des Fernrohrs zu bringen (§. 124. 8). und dieses geschehen kann, wenn man blos das Werkzeug bey g mit der linken Hand hält, mit der rechten aber die Alhidadenregel P herumführt, so erhellet, daß ein Stativ bey einem solchen Werkzeuge mit Spiegeln entbehrt werden kann. Und dieses ist Ursache, warum man auch solche Werkzeuge auf Schiffen braucht, wo Stative, wegen der schwankenden Bewegung des Schiffes ganz unnütz sind.

Daher können also solche Werkzeuge auch auf dem Lande mit Vorthheil gebraucht werden, wo sich oft wegen der Unbequemlichkeit des Places u. s. w. keine Stative hinsetzen lassen. Wer das Detail des bisher beschriebenen Werkzeugs noch genauer kennen lernen will, der findet es in der Einleitung zu meines Vaters *Tabulis motuum Solis ac Lunae*, welche die englische Admiralität im Jahre 1770. herausgegeben hat S. 21. Chev. de Borda hat daran noch einige Verbesserungen angebracht, welche in folgender Schrift: *Description et usage du cercle de Reflexion avec differentes metho-*

*ethodes pour calculer les observations nautiques par le Chevalier de Borda* (à Paris 1787.) mit mehrerem zu ersehen sind. Das Werkzeug, so wie es mein Vater zum Behufe der Beobachtungen auf der See angegeben hat, besteht aus einem ganzen Kreise, wegen einer besondern Art die Winkel durch Wiederholung zu messen, wovon unten (§. 135.) geredet wird.

II) Ein anderer Vortheil ist, daß sich mit einem bloßen Quadranten an einem solchen Instrumente, Winkel bis auf  $180^\circ$  messen lassen, weil man den Spiegel *ed*, oder die Alhidadenregel *P* nur um  $90^\circ$  verrücken darf, wenn der auszumessende Winkel *QcR* wirklich  $180^\circ$  wäre.

So gebraucht man in der Astronomie, und Schiffahrt, sogenannte Octanten, Sextanten u. s. w. oder bloß Bogen von  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , um Winkel bis auf  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  zu messen. *M. s. Bouguer traité de la Navigation.*

Man kann aber auch, ohne Spiegel zu gebrauchen, mit einem kleinen Bogen große Winkel messen; dergleichen Methode ist in Longomontans *Astronom. Danic. sphaeric. Lib. II. cap. 7.* (Amstel. 1640.) angegeben, wo gezeigt wird, wie man mit einem bloßen Sextanten einen Winkel von  $150^\circ$  messen könne.

Man

Man sehe auch von diesem Verfahren in *Petr. Horrebowii Op. math. (Havniae 1741) Tom. III. S. 253.*

Zu geodätischen Messungen hat auch Brand er ein Werkzeug mit Spiegeln angegeben, dessen Einrichtung man aus seiner Beschreibung eines Spiegelsextanten (Augsb. 1774.) ersehen kann. Von den vortreflichen Hadleyischen Octanten und Sextanten, welche gegenwärtig von Ramsden in sehr großer Vollkommenheit verfertigt werden, redet Herr v. Zach in der Canzler-Weisnerischen Quartalschrift für ältere Literatur und neuere Lectüre, III. Jahrgang, 8. Heft, Leipz. 1785. Auch davon in Bodens astronom. Jahrb. 1789. S. 237. 244. Umständlichere Beschreibungen und Abbildungen davon in Adams geometrischen und graphischen Versuchen aus dem Engl. von Geisler, Leipz. 1795. S. 272. 2c. Die Theorie desselben, und die davon abhängenden Berichtigungsmethoden, ganz vorzüglich in Hrn. Prof. J. G. F. Bohnenbergers Anleitung zur geographischen Ortsbestimmung, vorzüglich vermittelt des Spiegelsextanten, Göttingen 1795. Auch viel hieher gehöriges, besonders das Messen der Verticalwinkel vermittelt der Hadleyischen Sextanten betreffendes in einem Aufsatz von Hrn. Rath Wild in dem

dem Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte des Hrn. Hofr. Voigt in Jena Xten Bandes, 26 u. 38 Stück. Gotha 1795. Von dem großen Nutzen dieser Werkzeuge bey Ländervermessungen s. m. von Zachs monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde. May 1801. Seite 510 u. c. Ferner über die Anwendung Hadleyischer Quadranten zum Vermessen besonders auf der See von Michel in den *phil. Transact.* Vol. LV. Und von der Nützbarkeit der Hadleyischen Sextanten für die Ingenieure von Joh. Carl Friedr. Hauf in Böhm's Magazin für Ingenieure u. c. XII. Band S. 327, woselbst auch die Theorie und der Gebrauch dieses Werkzeugs gelehrt wird.

### Schluß dieses Kapitels.

§. 127. Das bisherige mag zureichen, Anfängern von den Einrichtungen einiger neuerer geometrischer Werkzeuge Begriffe zu geben. Man wird sich nun mit leichter Mühe in andere mehr oder weniger zusammengesetzte Werkzeuge finden können, die etwa von verschiedenen Künstlern angegeben werden.

In den meisten Anleitungen zur Feldmesskunst wird man das Detail der Werkzeuge fast gänzlich vermissen, und dennoch läßt sich, ohne  
eine

eine genaue Kenntniß derselben, keine geometrische Operation mit Sicherheit ausführen. Um so mehr hielt ich mich für verpflichtet, diesem Mangel durch eine umständlichere Beschreibung der vorzüglichsten Bestandtheile der Feldmesserwerkzeuge abzuhelpfen, und ich glaube, daß ich mich dabey der möglichsten Deutlichkeit beflissen habe, wenn gleich, Werkzeuge zu beschreiben, eben keine der angenehmsten Arbeiten ist.

Von ältern Feldmesserwerkzeugen findet man Nachrichten und Abbildungen in Leupolds oft angeführten *Theatr. Mach. geometrico*, in Vions mathematischer Werkschule und andern Schriften. Hieher gehören z. E. der Jakobsstab, das geometrische Quadrat, Kirchers Pantometer, Leonhard Züblers Instrument zum Grundlegen einer Landschaft, Rimplers Instrument, Züblers Scheibeninstrument u. a. mehr. Eine historische Kenntniß davon dient, um zu sehen, wie man nach und nach zu brauchbarere Einrichtungen gekommen ist.

Zu gewissen Absichten braucht man eben nicht immer ein kostbares Werkzeug, daher manche Einrichtungen sehr einfach, und dennoch zu diesem oder jenem Zwecke nützlich seyn können, z. B. die sogenannte Kreuzscheibe, oder das Meßkreuz (zwey rechtwinklicht unter ein-

an:

ander fest verbundene Liniale mit Dioptern, oder auch nur ein Brett, worauf zwey Linien auf einander senkrecht eingerissen sind, zu Absteckung rechter Winkel) welches bey dem Aufnehmen militärischer Plans nach dem Augenmaasse, bey dem Durchstecken der Schlaglinien in Forsten (man s. C. W. Hennerts, Königl. Preussischen Forstrath, Kurze Anweisung zu einigen geometrischen Hülfsmitteln, welche den Forstbedienten in solchen Forsten, die in Schläge eingetheilt sind, bey verschiedenen Fällen nützlich seyn können, Berlin und Stettin 1789.), und zu andern Arbeiten, wobey eben nicht die größte Schärfe erforderlich ist, dienen kann. Von der Kreuzscheibe, wie auch von andern Werkzeugen, die ohne große Kosten sich verfertigen lassen, handelt auch Helfenzrieders Geodäsie 8. Kap. Herr Conrector Voigt in Quedlinburg hat in seinen neuen praktischen Entdeckungen in der Geometrie, Quedlinb. und Leipz. 1781. einen Winkelmesser zu eben dieser Absicht angegeben. Auch kann hieher J. B. Steinhäusers Beschreibung eines katoptrischen Maassstabes eines neuen Winkelmessers (Gilberts Annalen d. Physik. XVter B. S. 377.) gerechnet werden.

Zum Schlusse erwähne ich noch einiger Werkzeuge, welche vorzüglich zu größern Feldmessaarbeiten bestimmt sind.

Hier

Hieher gehört der von Brand er angegebene dioptrische Sector wovon man Lamberts Anmerkungen über die Branderschen Glasmicrometer, Augsburg 1769. nachsehen kann.

Ferner ein Winkelmesser, welchen Hr. von Osterwald in den Abhandl. der Churfürstl. Bayrischen Acad. der Wissensch. I. B. II. Th. S. 113. beschrieben und zum geographischen Landmessen eingerichtet hat.

Meiner Meynung nach ist aber dieses Instrument etwas zusammengesetzt, und die Verrfertigung desselben erfordert einen geschickten und sorgfältigen Künstler, wenn sich die Winkel bis auf 5 Secunden, wie am angeführten Orte versprochen wird, genau damit sollen messen lassen. Es werden nämlich die kleinern Abtheilungen durch Schraubenmicrometer bestimmt, welche in seine an dem Umfang des Randes eingeschnittene Schraubengewinde, nach Art einer Schraube ohne Ende, eingreifen. Diese Schraubengewinde durch den ganzen Umfang des Randes durchaus von gleicher Weite zu machen, halte ich, soviel mir von mechanischen Arbeiten bekannt ist, nicht für gar zu leicht, und es gehören dazu besonders sehr gut eingerichtete Schneidezeuge, so wie ein äußerst genau abgedrehter Rand. — Dieses Werkzeug dienet auch besonders an solchen Orten, wo sich keine Stative bequem anbringen lassen.

Ein

Ein anderes Werkzeug zum geographischen Landmessen findet man in Thomas Bugge Beschreibung der Ausmessungsmethode, welche bey den dänischen geographischen Charten angewendet worden (Dresden 1787.) abgebildet. Das Stativ hat sehr viel Aehnlichkeit mit dem des Sissonischen beweglichen Quadranten auf der Göttingischen Sternwarte. Es ist indessen dieses Werkzeug dasjenige, welches Eckström in den Abhandl. der schwed. Acad. der Wiss. 1750. angegeben hat.

Ferner gehören hieher die sogenannten Theodoliten und Geotheodoliten der Hrn. Ramsden und Adams (man s. die oben S. 89. XV. angeführte Schrift von Geisler und Adams S. 264 u. f.). Der von dem schwedischen Ingenieur Jon Osverbom beschriebene neue Winkelmesser in Hrn. v. Zach monatl. Correspondenz, October 1801. S. 334. die vortreflichen Reichenbachischen Repetitionstheodoliten (oben S. 89. XVIII.) und mehr andere ähnliche Werkzeuge.

Wenn das Werkzeug, welches ich oben (S. 99. II.) beschrieben habe, einen Durchmesser von etwa 18 Zollen hat, so ist es auch zum geographischen Landmessen hinreichend. Nur müssen alle Vorrichtungen in Absicht auf den festen Stand des Werkzeugs, verhältnißmäßig

mäßig in der gehörigen Stärke gemacht werden, welches ich dem Mechanico zu beurtheilen überlasse. Ich zeige nunmehr die Ausmessung der Winkel mit diesem Werkzeuge, nur um ein Beispiel von Operationen dieser Art zu geben. Man wird sich dann leicht auch in andere Winkelmesser finden können, wie auch die Beschaffenheit ihrer Eintheilungen ihrer Nonien, ihrer groben und feinen Bewegungen u. s. w. von dem angegebenen verschieden seyn mögen.

---