

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

---

#### XIV. Kapitel.

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

---

S. 170.

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

ches Micrometer auch gerade nicht in das Fernrohr eines geometrischen Werkzeugs anbringen wollte, weil vielleicht dergleichen Fernrohr zu klein ist, so kann doch ein solches Micrometer in einem größern Fernrohre, ohne Verbindung mit einem Winkelmesser, oft sehr vortheilhaft bey Feldmesserarbeiten gebraucht werden, welches mich hinlänglich berechtigt, hier die allgemeinsten Begriffe davon bezubringen.

Vorher muß ich aber einige dioptrische Lehrsätze, davon man die Beweise in Kästners angew. Mathem. findet, vorausschicken.

### Dioptrische Lehrsätze.

§. 171. I. Wenn man auf ein auf beyden Seiten erhaben geschliffenes Glas AB (Fig. XXII.), (dessen kugelförmige Flächen durch ein paar Kreisbogen abgebildet werden; Kästn. Dioptr. 17.) Strahlen, von verschiedenen Punkten P, Q, eines entfernten Gegenstandes fallen läßt, so werden alle Strahlen, die z. E. von P auf das Glas fallen, nach geschehener Brechung sich hinter dem Glase in einem bestimmten Punkte p wieder vereinigen, und daselbst ein Bild von dem Punkte P darstellen; Auf eben die Art kommen alle Strahlen von Q, hinter dem Glase bey q zusammen, und geben daselbst des Punktes Q Bild;

Bild; Und so hat überhaupt ein jeder Punkt des Gegenstandes PQ, hinter dem Glase AB, sein eigenes Bild; dergestalt, daß aus allen Bildern der einzeln Punk:e des Gegenstandes PQ, hinter dem Glase das ganze Bild desselben pq zusammengesetzt wird. Man kann sich hievon durch eine leichte Erfahrung versichern, wenn man in einem Zimmer, hinter das Glas AB, in gehöriger Entfernung ein Blatt Papier hält; so werden sich auf demselben die Gegenstände, die von aussen Strahlen auf das Glas schicken, vollkommen deutlich darstellen. Wie weit man das Blatt Papier von dem Glase weghalten müsse, damit die Gegenstände sich deutlich darauf abbilden, kann man durch Versuche finden. — Auf diesen Erscheinungen gründet sich die sogenannte Kamera obscura.

Diese Sätze gelten auch vom Planconvexglase und vom Meniscus. (Kästn. Diopt. 17. 22 u. f.)

Man wird zugleich bemerken, daß sich das Bild eines Gegenstandes, auf dem Papiere in umgekehrter Lage darstellte, dergestalt, daß dasjenige, was an dem Gegenstande zu oberst ist, in dem Bilde unten erscheinet, und eben so, die rechte Seite des Bildes, der linken des Objects zugehöret.

II. Es läßt sich leicht beweisen, daß, wenn  $P$  ein gewisser Punkt des Gegenstandes ist, dessen Bild  $p$  ohne merklichen Fehler in einer geraden Linie  $Pcp$  liege, die man durch  $P$  und des Glases Mitte  $c$  zieht. Und eben so, daß  $q$  (I) in der geraden Linie  $Qcq$  liege, daß ferner auch die Bilder aller Punkte eines Gegenstandes  $PQ$ , ohne Irrthum ohngefähr in gleicher Weite hinter dem Glase  $AB$  liegen.

III. Die Linie  $rcR$ , die auf dem Glase durch  $c$  senkrecht steht, heißt die Axe des Glases, und wenn der Punkt  $R$  des Objects in der Axe des Glases liegt, so wird auch dessen Bild  $r$  sich in der Axe des Glases befinden.

IV. Man wird ferner die Bemerkung machen, daß keines von dem Glase entferntern Gegenstandes Bild, näher hinter das Glas fällt, als das Bild eines nahen Gegenstandes, daß z. E. das Bild der Sonne nicht so weit hinter dem Glase liege, als das Bild eines von dem Glase nur etwa um 30 Fuß entlegener Objects.

V. Das Bild eines von dem Glase unendlich weit entfernten Punktes, wird am nächsten hinter dem Glase liegen. Die Stelle dieses Bildes heißt der Brennpunkt des Glases

Glases, und die Weite desselben vom Glase, die Brennweite.

Die Bilder der Sonne oder Fixsterne, die man ohne Irrthum als unendlich weit entlegene Objecte ansehen kann, würden also hinter dem Glase den Brennpunkt, und folglich auch die Brennweite angeben, die man daher durch Versuche finden und messen kann.

Man kann aber auch die Brennweite berechnen, wenn man die Halbmesser der Kugelflächen weiß, die das Glas auf beyden Seiten begränzen. Daher jedes Glas seine eigene Brennweite hat.

Eine Formel dazu findet sich Kästners Dioptrik (22). Die Dicke des Glases ist dabey nicht in Betrachtung gezogen, welches auch meistens beym Gebrauche der Gläser zu Fernröhren verstattet ist.

VI. Wenn die Brennweite eines Glases durch Versuche, oder sonst als bekannt angenommen wird, so kann man daraus die Weite  $or$  des Bildes  $pq$  eines vor dem Glase in endlicher Weite  $Rc$  liegenden Objects  $PQ$  durch Rechnung finden. Man nenne die Brennweite eines Glases  $= l$ , die Entfernung des Objectes von dem Glase  $= b$ , und dessen Bildes Weite hinter dem Glase  $= f$ , so wird seyn

$$f = \frac{bl}{b-l} \text{ (Kästn. Dioptr. 29.)}$$

Er. Gesezt, es sey die Brennweite eines Glases  $l = 8$  Zoll;  $b = 5$  Fuß  $= 50$  Zoll, so ist  $f = 9\frac{1}{2}$  Zoll.

Es würde also das Bild eines um 50 Zoll entfernten Gegenstandes,  $1\frac{1}{2}$  Zoll weiter vom Glase liegen, als der Brennpunkt, oder der Ort des Bildes eines unendlich weit wegliegenden Object's.

Für  $l = 8$  Zoll;  $b = 1000$  Zoll, würde  $f = 8,06$  Zoll. Das Bild eines um 1000 Zoll vom Glase entfernten Gegenstandes würde also bey einer Brennweite von 8 Zollen nur um 0,06 eines Zolles weiter vom Glase liegen, als der Brennpunkt. — Da nun dieser Unterschied sehr geringe ist, so erhellet, daß man ohne merklichen Fehler, den Brennpunkt selbst, als den Ort der Bilder von solchen Gegenständen, die nicht einmahl unendlich weit, sondern nur in mäßig großer Entfernung vor dem Glase liegen, ansehen könne.

VII. Wenn der Gegenstand PQ auf der Ase r c R senkrecht stehet, so wird auch dessen Bild pq, auf der Ase senkrecht stehen.

VIII. Wenn man sich bey c ein Auge vorstellt, so siehet es einen Gegenstand, wie PR, unter dem Winkel P c R. Das wäre also die scheinbare Größe eines Gegenstandes, den man

man mit bloßem Auge aus dem Punkte  $c$  betrachtete.

Wenn nun  $PR$  auf  $cR$  senkrecht angenommen wird, so kann man in dem rechtwinklichten Dreiecke  $pcr$  (VII) aus der gegebenen scheinbaren Größe  $pcR = pcr = \alpha$ , und aus der Weite  $cr$  des Bildes, hinter dem Glase, die Größe  $rp$  des Bildes finden. Denn wenn man  $rc = f$ ,  $rp = h$  nennet, so ist für den Sinus totus  $= 1$

$$rc : rp = 1 : \text{tang } rcp \text{ also} \\ h = f \cdot \text{tang } \alpha.$$

Hieraus folgt, daß die Bilder gleich weit entlegener Objecte, sich wie die Tangenten der scheinbaren Größen verhalten. Sind aber die scheinbaren Größen einerley, so verhalten sich die Bilder wie  $f$ , oder wie ihre Weite hinter dem Glase. Da nun  $f$  abnimmt, wenn des Object's Weite vor dem Glase wächst (VI), so erhellet, daß das Bild eines entferntern Gegenstandes kleiner ist, als eines nähern, von eben der scheinbaren Größe.

IX. Da die Bilder auch nur mäßig entlegener Objecte beynah in den Brennpunkt fallen (VI), so kann man überhaupt  $f=1$  setzen, und also annehmen, daß, wenn eines Glases Brennweite  $= 1$  ist, und die scheinbare Größe eines vom Glase mäßig weit wegliegenden Object's

jectis  $= \alpha$ , die Größe des Bildes hinter dem Glase seyn werde  $= l \cdot \tan \alpha$ .

X. Wenn nun überdem, wie gewöhnlich, der Winkel  $PcR$ , oder die scheinbare Größe  $\alpha$  nicht sehr groß ist, folglich ohne Fehler  $\tan \alpha = \alpha$  gesetzt werden kann, so wird seyn die Größe des Bildes  $= l \cdot \alpha$ .

In den folgenden Betrachtungen werde ich nun immer zum voraus setzen, daß das Object  $PR$ , so weit vom Glase liege, daß man ohne Fehler die Weite  $rc$  des Bildes hinter dem Glase, der Brennweite gleich setzen kann.

XI. Es stelle nun  $LMAB$  die Röhre eines nach  $PR$  gerichteten astronomischen Fernrohres vor.  $AB$  dessen Objectiv, und  $mn$  das Ocular. Beide Gläser übrigens so gestellt, daß ihre Axen in eine gerade Linie, und des Oculars Brennpunkt in des Objectivs Brennpunkt fallen. (Kästn. Dioptrik 89.) So wird ein Auge  $O$  vor dem Ocularglase  $mn$ , das Bild  $qp$  eines Objectis  $QP$ , in dem Fernrohre sehen, und zwar 1) verkehrt, 2) vergrößert, so daß dem Auge  $O$ , der Gegenstand  $QP$ , in dem Fernrohre weit näher und größer zu seyn scheint, als er demselben ohne Fernrohr erscheinen würde.

Die Vergrößerung hängt nun von dem Verhältnisse der Brennweite des Objectivs zur Brenn-



Brennweite des Oculars ab, und es läßt sich leicht darthun, daß eines Fernrohres Vergrößerung herauskomme, wenn man die Brennweite des Objectivs mit der Brennweite des Oculars dividirt. Nennet man also erstere = 1, letztere =  $\lambda$ , so ist des Fernrohres Vergrößerung =  $\frac{1}{\lambda}$ .

Siehet daher das bloße Auge bey c den Gegenstand QP, unter der scheinbaren Größe  $\varphi$ , so siehet es diesen Gegenstand durchs Fernrohr unter dem Winkel  $\frac{1}{\lambda} \cdot \varphi = w$ .

Wäre eben so eines andern Gegenstandes QS, den man mit bloßem Auge betrachtete, scheinbare Größe =  $\psi$ , so würde dessen scheinbare Größe im Fernrohre =  $\frac{1}{\lambda} \psi = w$ .

$$\text{Also } w : w = \frac{1}{\lambda} \cdot \varphi : \frac{1}{\lambda} \psi = \varphi : \psi.$$

D. h. die scheinbaren Größen der Gegenstände durchs Fernrohr betrachtet, verhalten sich wie derselben scheinbare Größen ohne Fernrohr; So vielmahl folglich dem bloßen Auge ein Object größer aussiehet, als das andere, um so vielmahl erscheint auch im Fernrohre das erste Object größer, als das andere, vorausgesetzt, daß beyde Objecte weit genug vom Fernrohre weg;

wegliegen, und folglich die Stellen ihrer Bilder, auch ohne merklichen Irrthum, mit dem Brennpunkte in gleicher Weite hinter dem Glase angenommen werden können.

XII. Es seyen QS, PQ ein paar Objecte vor dem Fernrohre, und ihre scheinbaren Größen  $QcS = \psi$ ;  $QcP = \phi$ ;

qs, qp ihre Bilder, Rcr des Fernrohres Axe, senkrecht auf PQ; l des Objectivglases Brennweite; so ist aus (X)

$pr = l \cdot PcR$ ;  $qr = l \cdot QcR$ ;  $rs = l \cdot ScR$   
Daher

$pq = pr + rq = l \cdot (PcR + QcR)$   
oder

$pq = l \cdot PcQ = l \cdot \phi$ .

Auf eben die Art

$qs = qr + rs = l \cdot (QcR + ScR)$  oder  
 $qs = l \cdot QcS = l \cdot \psi$

daher  $pq : qs = l \cdot \phi : l \cdot \psi = \phi : \psi$ .

D. h. die Bilder  $pq : qs$ , zweier Objecte PQ, QS, verhalten sich wie dieser Objecte scheinbare Größen, oder wie die Winkel  $QcP$ ,  $QcS$  am Objectivglase.

XIII. Bisher war PQ auf cR senkrecht angenommen. Man nehme an, PV sey ein auf der verlängerten Axe des Fernrohres schief stehendes Object, p das Bild von P, und q das Bild von Q, so wird auch q das Bild von

V seyn, wenn c, Q, V in gerader Linie liegen; Denn obgleich V etwas weiter vom Fernrohre liegt als Q, mithin das Bild von V etwas näher hinter dem Glase AB liegen muß, als das Bild von Q, so kann man doch den Unterschied völlig aus der Acht lassen, so bald Q, V, in beträchtlicher Weite vor dem Glase AB liegen (IX), mithin ohne den merklichsten Irrthum annehmen, daß auch q das Bild von V, mithin pq auch das Bild von dem schiefstehenden Objecte PV sey, welches mit dem senkrechten PQ, gleiche scheinbare Größe  $PcQ = PcV$  hat.

Hieraus wird also allgemein erhellen, daß die Größe eines Bildes qp, bloß von dem Winkel, oder der scheinbaren Größe  $PcQ$  abhängt, das Object PQ mag nun auf der Axe des Fernrohres senkrecht stehen oder nicht.

XIV. Aus (X. XI.) folgt auch  $W : w = pq : qs = \varphi : \psi$ .

D. h. die Bilder pq, qs, durchs Deularglas betrachtet, erscheinen dem Auge noch in dem Verhältnisse der scheinbaren Größen  $PcQ$ ,  $QcS$ . Das Deular ändert also in dem sichtbaren Verhältnisse der Bilder nichts, ob es gleich jedes Bild vergrößert darstellt.

Wie man die bisherigen Sätze zur Ausmessung kleiner Winkel auf dem Felde gebrauchen könne.

§. 172. I. Weil die Bilder  $pq$ ,  $qs$ , zweyer Objecte sich wie die Winkel  $PcQ$ ,  $QcS$  verhalten, so erhellet, daß, wenn man die Größe des Bildes  $pq$  weiß, das einem gegebenen Winkel  $PcQ = \varphi$  zukömmt, man aus der gegebenen Größe eines andern Bildes  $qs$ , den zugehörigen Winkel  $QcS = \psi$ , durch folgende Proportion  $qp : qs = \varphi : \psi$ , woraus denn

$$\psi = \frac{qs}{qp} \cdot \varphi \text{ folgt, berechnen könne.}$$

Gesetzt, man wüßte, daß, wenn die scheinbare Größe  $\varphi = 60$  Min. wäre, das zugehörige Bild  $qp$  z. E. 50 Theile eines gewissen Maafstabes hielte; so würde einem andern Bilde  $qs$ , das z. E. 12 Theile dieses Maafstabes faßte, eine scheinbare Größe oder ein

Winkel  $\psi$  von  $\frac{12}{50} \cdot 60$  oder von  $14\frac{2}{5}$  Minuten zugehören.

II. Es erhellet also, daß es nur darauf ankömmt, an der Stelle im Fernrohre, wo sich die Objecte abbilden, eine Vorrichtung zu treffen, wodurch sich bequem das Verhältniß der Bilder wie  $qs : qp$  bestimmen läßt, und dann

durch einen Versuch ausfindig zu machen, wie groß das Bild sey, dem eine gegebene scheinbare Größe oder Winkel zugehört.

Diese Absicht zu erreichen, hat man sich schon seit langer Zeit der Schrauben bedient.

Wenn man sich vorstellt, daß in der Gegend, wo des Ocularglases Brennpunkt liegt, ein paar Schrauben mit feinen Gängen, durch die Röhre des Ocularglases gehen, die man beyde ins Feld des Fernrohres weiter herein und heraus schrauben, und einander selbst bis zum Zusammenstoßen nähern kann, so erhellet folgendes. — Wenn die Röhre des Ocularglases in die Röhre des Objectivs so weit hinein geschoben worden, daß des Oculars Brennpunkt, und folglich auch die erwähnten Schrauben, an die Stelle hinkommen, wo sich im Fernrohre die Gegenstände abbilden, so wird man zwischen beyde Schrauben-Enden das Bild eines Gegenstandes fassen, und wenn man demnächst beyde Schrauben einander bis zum Zusammenstoßen nähert, die Menge von Umdrehungen zählen können, die auf des Gegenstandes Bild gehen. Sind nun die Schraubengänge von gleicher Weite, so werden sich die Größen zweyer Bilder verhalten, wie die Mengen von Schrauben-Umdrehungen, die auf sie gehen, und so wird das Verhältniß zweyer Bilder dadurch bekannt seyn.

Die

Die Vorrichtung selbst bestehet in einem messingenehnen Ringe N (Fig. XXIII.), der in der Gegend des Brennpunkts vom Oculare, um die Röhre des Oculars befestigt wird; Dieser Ring ist an beyden Enden eines Durchmessers durchbohrt, und daselbst mit Schraubenmüttern versehen, die den Schrauben fh, lk, zugehören. — Damit man nun diese Schrauben in das Feld des Fernrohres herein- und heraus-schrauben könne, so hat die Röhre des Oculars bey a, b, (Fig. XXII.) in der Gegend des Brennpunkts ein paar Oeffnungen, durch welche alsdenn die Schrauben fh, lk gehen, nachdem der Ring um das Fernrohr gelegt worden. — Uebrigens müssen die Schraubengänge sowohl auf fh als lk genau gearbeitet, und so viel als möglich, gleiche Weite haben, damit man die Umdrehungen der einen Schraube, zu der andern ihren rechnen könne, als ob sie alle an einer Schraube wären.

E, e, sind ein paar Scheiben, mit Abtheilungen versehen, damit man durch Hülfe der Weiser f, l, die an den Köpfen der Schrauben fh, lk, befestigt sind, Theile von Umdrehungen zählen könne.

III. Gesetzt nun, nachdem die bisherige Vorrichtung gehörig um das Fernrohr gelegt worden, werde das Object PQ durch dieses Fernrohr betrachtet. pq sey das Bild von P

PQ, und die Schrauben in der Gegend dieses Bildes. Man schraube sie so weit ins Feld des Fernrohrs, daß zwischen ihren beyden Enden das Bild qp des Objects QP erscheint; Damit man nun finde, wie viel Umdrehungen auf die Größe des Bildes qp gehen, so schraube man beyde Schrauben fq, lp weiter herein, bis sie zusammenstoßen. Sind nun zu dieser Absicht bey dem Bilde qp z. E. 24 Umdrehungen, und auf eben die Art bey einem andern Bilde qs, 20 Umdrehungen nöthig, so ist das Verhältniß der beyden Bilder  $qp : qs = 24 : 20$ .

In eben dem Verhältnisse stehen nun auch die diesen Bildern zugehörigen scheinbaren Größen PcQ, ScQ.

IV. Wüßte man nun z. E. die scheinbare Größe, die einer Umdrehung der Schrauben zugehörte, so hätte man demnächst gar leicht die scheinbare Größe eines Objects, dessen Bilde eine gewisse Menge von Umdrehungen zukäme.

Um nun den einer Umdrehung zugehörigen Winkel zu finden, giebt es verschiedene Mittel.

Den Werth einer Umdrehung aus der Brennweite des Objectivs und der Weite der Schraubengänge zu finden.

§. 173. I. Gesezt, die Schraube fh oder lk (Fig. XXIII.) halte in der Länge eines Zolls, oder einer andern Länge, die ich = a nennen will, eine gewisse Anzahl von Schraubengängen, die n heißen mag, so ist die Weite eines Schraubenganges =  $\frac{a}{n}$ , vorausgesetzt, daß alle Gänge gleich weit sind.

II. Es sey nun Fig. XXIV. vw, die Weite eines Schraubenganges, und bey w des Objectivs Brennpunkt; c das Mittel des Objectivs AB, so gehöret diesem Schraubengange vw, oder einem Bilde, dessen Größe der Weite eines Schraubenganges gleich wäre, eine scheinbare Größe v cw = k c x zu,

Heißt also die Brennweite des Objectivs = l, der kleine Winkel v cw =  $\alpha$ ; so ist (§. 171. X.)  $vw = l \cdot \alpha$ .

Aber auch  $vw = \frac{a}{n}$  (I), daher  $\frac{a}{n} =$

$l \cdot \alpha$ ; folglich  $\alpha = \frac{a}{n \cdot l}$ ; woraus man also

die



die scheinbare Größe  $\alpha$  findet, die der Weite eines Schraubenganges, oder einer Umdrehung der Schraube zugehört.

Dabei ist aber zu erinnern, daß man den Werth  $\frac{a}{n \cdot l}$  noch mit der Zahl 206264 multipliciren müsse, um  $\alpha$  in Secunden zu finden; Also

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

Ex. Gesetzt, es sey die Brennweite  $l = 78,66$  reind. Zolle, die Schraube halte in einer Länge  $= a = 1,69$  reind. Zollen,  $n = 45,5$  Gänge so ist, wenn ich  $206264 = e$  nenne

$$\log a = 0,2278867; \log n = 1,6580114$$

$$\log e = 5,3144251; \log l = 1,8957554$$

$$\log a \cdot e = 5,5423118; \log n \cdot l = 3,5537668$$

$$\log n \cdot l = 3,5537668$$

$\log \alpha = 1,9885450$ ; Daher  $\alpha = 97''$ , 39 mithin betrage ein Schraubengang, oder der Werth einer Umdrehung  $1' \cdot 37''$ , 39.

Dies Exempel befindet sich in Kästners Astron. Abhandl. II. Samml. S. 313. und gehört zu einem Fernrohre, mit einem dergleichen Schraubenmicrometer, welches der Opt. Baumann verfertigt hat.

Den Werth einer Umdrehung aus der scheinbaren Größe eines Gegenstandes  $PQ$  Fig. XXII. zu finden, dessen Entfernung  $cR = b$  vom Objective, bekannt ist.

S. 174. I. Es sey  $PQ$  ein auf dem Felde vertical aufgerichteter Stab, in ziemlich beträchtlicher Weite von dem Objective; die Axe des Fernrohrs sey nach dem Augenmaasse horizontal nach  $PQ$  gerichtet, dergestalt, daß man ohne Irrthum das Dreyeck  $PcQ$  als gleichschenkllich ansehen, und  $Pc = Qc = Rc = b$  setzen kann. Der Stab  $PQ$  sey von  $P$  nach  $Q$  in Zolle u. s. w. eingetheilet;  $pq$  im Fernrohre das Bild von  $PQ$ , und die Schrauben so weit hereingeschoben, daß das Bild  $pq$ , zwischen beyden Schrauben:Enden enthalten ist.

Man untersuche nun, wie viel Schraubengänge diesem Bilde  $qp$  zugehören, welches dadurch geschieht, daß man die Schrauben:Umdrehungen zählt, die man nöthig hat, beyde Schrauben:Enden einander bis zum Zusammenstoßen zu nähern. Ich will also sehen, dem Bilde  $pq$  gehöre auf dem Stabe eine Größe  $PQ$  von  $m$  Zollen zu, und man habe  $n$  Umdrehungen gezählet, beyde Schrauben:Enden einander um die Entfernung  $pq$  zu nähern. Weil nun der Winkel  $PcQ$  immer nur klein ist, so kann man ohne merklichen Fehler  $PcQ$ , oder die scheinbare Größe

$$\phi = \frac{PQ}{Rc} = \frac{m}{b}$$

sey

setzen (die Weite  $Rc = b$  nemlich auch in Zollen ausdrückt). Aber dem Bilde  $pq$ , folglich der scheinbaren Größe  $pcq$ , oder  $PcQ$  gehören  $n$  Umdrehungen der Schraube zu. —

Also ist der Werth einer Umdrehung  $= \frac{\phi}{n}$

oder  $= \frac{m}{b \cdot n} 206264$  Secunden, nemlich an

der Stelle, wo des Gegenstandes  $PQ$  Bild  $pq$  liegt, und wo sich in dem Fernrohre auch die Schrauben befinden müssen.

II. Da aber der Ort des Bildes  $pq$  nicht immer genau in eine und dieselbe Stelle des Fernrohres fällt, sondern weiter oder näher beim Objectivglase liegt, je nachdem  $PQ$  näher oder entfernter ist (§. 171. IV.), folglich auch für einerley scheinbare Größe, die Länge des Bildes desto größer oder kleiner ist, je weiter oder näher es hinter das Objectiv fällt, so erhellet, daß auch der in (I) gefundene Werth einer Umdrehung, nicht, ohne einigen Fehler zu begehen, für alle möglichen Bilder gelten kann, sondern nur für solche, die zu Objecten gehören, die in der Weite  $b$  vor dem Objective liegen. — Um aber doch alle nöthige Genauigkeit zu beobachten, und den nach (I) gefundenen Werth einer Umdrehung auch für Bilder gebrauchen zu können, die in jeder andern Weite hinter das Objectivglas fallen, so muß ich noch folgendes kürzlich beybringen.

III.

III. Gesezt (Fig. XXV.), das Bild eines gewissen Gegenstandes, den ich M nennen will, liege in der Weite  $cw = \lambda$ , und das Bild eines nähern Gegenstandes N, in der Weite  $cz = L$  hinter dem Objectivglase.

Weil man nun, um die Objecte M, N, jedesmahl vollkommen deutlich in dem Fernrohre zu sehen, die Röhre des Ocularglases so weit in die Röhre des Objectivschieben muß, bis des Oculars Brennpunkt an die Stellen  $w, z$ , hinfällt, wo der Objecte Bilder sich befinden, so erhellet, daß auch die Schrauben des Micrometers sich jedesmahl an den Stellen der Bilder  $w, z$ , befinden werden, indem sich die Schrauben im Brennpunkte des Oculars befinden, mithin sich mit die Röhre des Oculars zugleich verschieben.

Man gedenke sich also bey  $w, z$ , die Weite eines Schraubenganges  $wv = zy$ ; so gehöret der  $wv$  eine scheinbare Größe  $vcw$ , der  $yz$  aber eine scheinbare Größe  $ycz$  zu. Da nun  $wv = zy$  aber  $cz > cw$ , so wird auch der Winkel  $vcw$  größer seyn als  $zcy$ , und zwar ohne merklichen Irrthum in dem Verhältnisse  $cz : cw$  oder  $L : \lambda$ . Woraus also erhellet, daß der Werth eines Schraubenganges, oder einer Umdrehung, d. i. die dem Schraubeng. zugehörige scheinbare Größe  $ycz$ , oder  $vcw$ , von dem Orte der Bilder  $z, w$ , hinter dem Objective abhängt.

Be:

Benennet man also die scheinbare Größe  $v\omega$ , oder den Werth eines Schraubenganges  $v\omega$ , der in der Weite  $c\omega = \lambda$  vom Objective abstehet, mit dem Buchstaben  $\gamma$ , und den Werth  $ycz$  eines Schraubenganges  $yz$ , der sich an der Stelle eines um  $cz = L$  vom Objective entfernten Bildes  $z$  befindet, mit dem Buchstaben  $\delta$ , so ist  $\gamma : \delta = L : \lambda$  daher

$$\delta = \frac{\lambda}{L} \cdot \gamma.$$

III. Gesezt also, bey dem Versuche (I) habe das Bild  $qp$  (Fig. XXII) des Stabes  $PQ$ , in der Weite  $cr = \lambda$  hinter dem Objective gelegen, und der Werth eines an der Stelle dieses Bildes befindlichen Schraubenganges sey

$$\gamma = \frac{m \cdot 206264}{b \cdot n} \text{ gefunden worden (I), so}$$

wird der Werth eines Schraubenganges an dem Orte eines um den Abstand  $L$  vom Objective entfernten Bildes,  $= \frac{\lambda}{L} \cdot \gamma$  seyn; wor-

aus man also gar leicht, wenn man nur jedesmahl die Weite  $L$  des Bildes vom Objective weiß, an der Stelle dieses Bildes den Werth einer, und folglich auch einer jeden Zahl von Umdrehungen finden kann, vorausgesetzt, daß man durch einen Versuch, wie in (I), ein für allemahl den Werth  $\gamma$  eines Schraubenganges

ganges weiß, der in der Weite  $= \lambda$  vom Objective liegt,

IV. Von Gegenständen, die sehr weit weg liegen, fallen die Bilder in den Brennpunkt des Objectivs, für die ist also  $L = 1$ , wenn  $l$  die Brennweite bedeutet. — Also ist der Werth eines Schraubenganges an dem Orte der Bilder sehr weit entlegener Gegenstände  $= \frac{\lambda}{1} \cdot \gamma$ , den ich  $= r$  nennen will.

Bei dem Versuche (I) habe nun das Object, oder der Stab PQ,  $b$  Zolle weit, vor dem Objectivglase gestanden, so ist  $\lambda = \frac{bl}{b-1}$  (S.

171. VI.) also  $r = \frac{b}{b-1} \cdot \gamma = \frac{m \cdot 206264}{n \cdot (b-1)}$

Secunden (III). Aus dieser Gleichung findet man also, vermittelst eines Gegenstandes, der in einer mäßigen Weite  $b$  vor dem Objective ist, den Werth  $r$  eines Schraubenganges für Bilder sehr weit entlegener Gegenstände, für Bilder also, die in den Brennpunkt fallen.

Er. Bei dem Fernrohr S. 173. hatte Hr. H. Kästner (Astron. Abh. II. Samml. p. 328.) gefunden, daß auf einem verticalen um 15921,25 Leipziger Zoll von dem Objectivglase entfernten Stabe, eine Länge PQ von 110,6 Leipziger Zollen, ein Bild machte, dem in dem Fern:

Fernrohre  $14 + \frac{9,5}{12}$  Umdrehungen der Schrau-  
 be zugehörten. Also ist bey diesem Versuche  
 $m = 110,6$ ;  $n = 14 + \frac{9,5}{12} = \frac{88,75}{6}$ ;  $b =$   
 $15921,25$ ;  $l = 78,66$  reinf. Zoll  $= 87$  Leipz.  
 Zoll; folglich  $b - l = 15834,25$  Leipz. Zoll,  
 mithin

$$r = \frac{6 \cdot 110,6 \cdot 206264}{88,75 \cdot 15834,25}$$

dieß giebt nach gehöriger Rechnung

den Logarithmen des Zählers  $= 8,1363485$

des Nenners  $= 6,1477658$

demnach  $\log r = 1,9885827$

mithin  $r = 97'',4 = 1' \cdot 37'',4$ , welches sehr ge-  
 nau mit dem Versuche des 173. S. übereinstimmt.

V. Man könnte nun aus dem Werthe einer  
 Umdrehung für Bilder, die in des Fernrohrs  
 Brennpunkt fallen, gar leicht den Werth jeder  
 Menge von Umdrehungen ein für allemahl be-  
 rechnen, und darüber eine Tafel verfertigen;  
 Wenn man nun, vermittelst des Fernrohrs,  
 scheinbare Größen sehr weit entlegener Gegen-  
 stände messen wollte, so dürfte man nur, durch  
 Verschiebung der Röhre des Oculars, die  
 Schrauben in den Brennpunkt des Objectivs  
 bringen, und dann zusehen, wie viel Umdre-  
 hungen dem Bilde des sehr weit entlegenen  
 Ob:

Objects zufämen. — Die gefundene Menge von Umdrehungen in der Tafel aufgefucht, gäbe fogleich, ohne weitere Rechnung, die zugehörige fcheinbare Größe.

Es verfteht fich, daß man nicht nöthig hat, mehrere Vielfache einer Umdrehung zu berechnen, als erfordert werden, den größten Winkel zu erhalten, den man etwa durchs Fernrohr überfehen kann.

VI. Da diefe Tafel nur die fcheinbaren Größen der Bilder giebt, die in des Fernrohrs Brennpunkt fallen, also in der Weite  $= 1$  hinter dem Objective liegen, fo hat man noch eine befondere Rechnung nöthig, wenn nahe liegender Gegenstände, deren Bilder also nicht in den Brennpunkt fallen, fcheinbare Größen gemeffen werden follen.

Wenn der Werth eines Schraubenganges für ein Bild im Brennpunkte,  $r$  heißt, fo ift der Werth  $w$  eines Schraubenganges, an dem Orte eines Bildes, das die Entfernung  $L$

vom Objective hat  $= \frac{1}{L} r$ . Wenn also das

Bild eines nahe vor dem Fernrohr liegenden Objects, die Weite  $L$  hinter dem Objective hat, und  $\mu$  Umdrehungen auf daffelbe gehen, fo ift ihr Werth, oder die zugehörige fcheinbare Größe



$$\text{Größe} = \mu \cdot w = \frac{l}{L} \cdot \mu \cdot r.$$

D. h. Man hat nur nöthig, den Werth dieser gefundenen Menge von Umdrehungen in der Tafel (V) aufzusuchen, und denselben mit dem Bruche  $\frac{l}{L}$  zu multipliciren, um die scheinbare Größe des Objects zu finden, dessen Bild nicht in den Brennpunkt fällt.

VII. Eine Schwierigkeit scheint es zu seyn, in jedem Falle ein leichtes Mittel zu haben, den Ort des Bildes, also die Weite  $L$  zu finden. — Dieses Mittel bestehet nun darinnen:

Man untersuche und bestimme ein für allemahl durch ein an die Röhre des Fernrohrs (Fig. XXII.) bey  $h$  gemachtes Zeichen, wie weit man die Röhre des Oculars in die Röhre des Objectivs schieben muß, um sehr entfernte Gegenstände (z. E. die Sonne) vollkommen deutlich und begränzt zu sehen. In diesem Falle fällt das Bild in den Brennpunkt des Objectivs, und die Schrauben S. 173. I. kommen durch die geschehene Verschiebung der Ocular-Röhre, gleichfalls an diese Stelle.

Da man nun bey dieser Stellung der Gläser, nahe Gegenstände nicht vollkommen deutlich sehen wird, sondern die Röhre des Oculars  
weis

weiter herauschieben muß, so untersuche man, um wie viel die Röhre des Oculars weiter herausgeschoben werden muß, um ein nahes Object, z. E. PQ, dessen scheinbare Größe man messen wollte, vollkommen deutlich zu sehen. — Man darf also nur zusehen, wo sich bey  $i$  die Röhre des Oculars endigt, nachdem sie zureichend herausgezogen worden, und den Raum  $ih$  messen, so drückt  $ih$  aus, um wie viel das Bild eines nahen Gegenstandes weiter vom Objectiv fällt, als das Bild eines sehr weit entfernten. Kennt man also  $ih = x$ , die Brennweite des Objectivs  $= l$ , so ist  $L = l + x$  also in (VI)  $\mu \cdot w = \frac{l}{l + x} \cdot \mu \cdot r$ .

VIII. Ist das Object, dessen scheinbare Größe durch die Menge von Schrauben-Umdrehungen gemessen werden soll, nur einigermaßen weit vom Fernrohre entfernt, so kann man ohne merklichen Fehler in (VI)  $L = l$  also  $\frac{l}{L} = 1$  setzen, folglich ohne weitere Multiplication die scheinbare Größe sogleich aus der Tafel (V) nehmen.

Eine andere Vorrichtung, die Größen der Bilder, oder vielmehr ihre zugehörigen scheinbaren Größen zu messen.

§. 175. I. Es sey Fig. XXVI.  $xvyz$  ein messingener Ring, oder eine Röhre, die ein eben geschliffenes Glas umfasst. Diese Röhre kann in die Röhre des Ocularglases geschoben werden, so daß die Ebene des Glases  $xvyz$  in den Brennpunkt des Oculars zu liegen kommt, und übrigens auf der Axe des Fernrohrs senkrecht steht.

Auf diesem eben geschliffenen Glase ist nun ziemlich nahe nebeneinander, eine ganze Reihe von sehr zarten Parallellinien gezogen, die von einer senkrechten  $vz$  durch den Mittelpunkt  $c$  geschnitten werden. — Die Entfernungen dieser Parallellinien müssen mit aller möglichen Vorsicht einander gleich seyn.

So erhellet, daß diese gleichweit von einander abstehenden Parallellinien, eben das mit geringerer Mühe leisten werden, was im vorhergehenden die Schraubengänge bewerkstelligten. Man wird nemlich, nachdem dieses Glas mit Parallellinien, durch gehörige Verschiebung der Ocularröhre, an den Ort gebracht worden, wo sich die entlegenen Objecte abbilden, durch die Menge der gleichen Theile, die ein solches Bild wie  $qp$  (Fig. XXII.) auf dem Glase  $xvyz$  ein-

einnimmt, die diesem Bilde zugehörige scheinbare Größe finden, vorausgesetzt, daß man weiß, wie viel Minuten und Secunden dem Abstände zweyer nächstaufeinander folgenden Parallellinien zugehören. Gesezt, zwischen  $p$ ,  $q$  fielen 20 gleiche Theile, und einem Theile auf dem Glase gehöre eine scheinbare Größe von  $1'$  zu, so würde dem Bilde  $qp$ , und folglich dem zugehörigen Objecte, eine scheinbare Größe  $PcQ$  von 20 Minuten zukommen. Kleinere Theile, als diejenigen sind, welche unmittelbar auf dem Glase verzeichnet worden, muß man nach dem Augenmaasse schätzen, welches einem einigermaßen geübten nicht schwer seyn wird, da ohnedem die Abtheilungen durch das Ocularglas vergrößert erscheinen.

II. Es kömmt also nur darauf an, den Abstand zweyer nächsten Parallellinien, in Minuten und Secunden, zu finden.

Hierzu kann man sich nun völlig eben der Methoden bedienen, die wir in den vorhergehenden §§. bey Untersuchung des Werthes eines Schraubenganges, gelehrt haben. Man darf in obigen §§. statt der Wörter Schraubenumdrehung, Menge von Schrauben = Umdrehungen, nur die Wörter Zwischenraum oder Abstand zweyer nächsten parallelen; Menge von Zwischenräumen u. s. w. setzen, so wird

Mayer's pr. Geometr. II. Th. P man

man gar leicht einsehen, wie alle vorhergehenden Regeln sich auch auf diese Parallellinien anwenden lassen.

III. Es bedeute die Linie  $ik$  Fig. XXVI. den Abstand der beyden äussersten Parallelstriche,  $l$  die Brennweite des Objectivs, so gehört dieser Weite  $ik$  eine scheinbare Größe von  $\frac{ik}{l} \cdot 206264$  Secunden zu, die ich  $= \alpha$  nennen will. In wie viel gleiche Theile muß man  $ik$  theilen, daß einem solchen Theile eine scheinbare Größe von  $\beta$  Sec. zukomme? Man nenne die unbekannte Zahl der Theile  $= x$ , so soll seyn

$$\frac{\alpha}{x} = \beta, \text{ oder } \frac{ik}{l \cdot x} \cdot 206264 = \beta;$$

dieß giebt  $x = \frac{ik}{l \cdot \beta} \cdot 206264.$

Ex. Für  $\beta = 60'' = 1'$  wäre  $x = \frac{ik \cdot 3438}{l}$

dieß dient also, gleich anfangs bey Verzeichnung eines solchen Micrometers, dem Zwischenraume zweyer nächsten Parallelen, ohngefähr eine scheinbare Größe von 1 Minute zu verschaffen, und dieß ist eine schickliche Größe für den Abstand zweyer nächsten Parallelen, so bald das Fernrohr nicht unter 5 Fuß ist. Bey einer geringern Größe des Fernrohrs kommen aber die

die Parallelstriche zu nahe neben einander, wenn ihr Zwischenraum nur eine Minute betragen soll.

Es versteht sich, daß neben die Parallellinien Ziffern, oder sonst Merkmahle etwa von 5 zu 5 Theilen zu stehen kommen, damit man jedesmahl, ohne sich zu irren, die Anzahl der Zwischenräume zählen kann, welche ein Bild einnimmt.

### Anmerkungen über die bisherigen zwey Gattungen von Micrometern.

§. 176. I. Die erste Gattung von Micrometern, bey der man sich der Schrauben bedienet, um die dem Bilde eines Object's zugehörige scheinbare Größe zu finden, rühret von Christfried Kirch, einem deutschen Astronomen her, der sie zuerst in den Misc. Berolinensibus bekannt gemacht hat. Die Vorrichtung ist zwar sehr einfach, aber das Umdrehen der Schrauben, das Zählen der Umdrehungen u. s. w. verursacht, wenn man sich nicht dabey irren will, einigen Zeitverlust.

II. Die letztere Art von Micrometern mit Parallellinien, hat mein Vater zuerst in den Kosmograph. Sammlungen (Nürnberg, 1750.) bekannt gemacht, und ist ohnstreitig, in Ansehung der leichteren Behandlung, und der

Kosten, dem Kirchischen vorzuziehen. Dergleichen Glasmicrometer verfertigte auch in sehr großer Vollkommenheit Brandt in Augsburg, und bediente sich ihrer in Fernröhren an Winkelmessern, weil man dadurch einen Vernier oder eine Micrometerschraube an der Alhidadenregel ersparen kann. Bey Horizontalvermessungen wird nemlich ein solches Micrometer in das Fernrohr des Winkelmessers so angebracht, und gestellt, daß die Linie  $vz$  Fig. XXVI. mit der Ebene des Werkzeugs parallel ist, und folglich die Parallelen des Glasmicrometers, in dem Fernrohre, bey dem horizontalen Stande des Werkzeugs, als Verticallinien erscheinen. Gesezt also, bey Ausmessung eines Horizontalwinkels  $CAB$  Fig. XXI. habe bey der Richtung  $CA$  des Fernrohrs, der Index auf dem Rande  $0^\circ$  gewiesen; nachdem aber die Alhidadenregel herumgedrehet, und die Mittellinie  $xy$  des Micrometers Fig. XXVI. genau nach dem Objecte  $B$  Fig. XXI. gerichtet worden, weise der Index auf dem Rande  $60^\circ +$  einer gewissen Anzahl von Minuten  $z.$  Um diese Zahl von Minuten zu finden, so bringe man durch eine sanfte Verrückung der Alhidadenregel, den Index genau an den Theilstrich  $60^\circ$ , und sehe dann zu, hinter welcher, oder zwischen welchen Parallelen des Glasmicrometers alsdann das Object  $B$  in dem Fernrohre erscheint. Ich will setzen,  $B$  erscheine nach der geschehenen Ver-

Ver-

Berrückung der Alhidadenregel, alsdann hinter einer Parallele, die um 8 Zwischenräume weiter von der Mittellinie des Micrometers entfernt wäre, so würde, wenn jeder Zwischenraum 2 Minuten betrüge, der Winkel  $CAB = 60^\circ + 2 \cdot 8 \text{ Minuten} = 60^\circ 16'$  seyn.

III. Auf diese Art ersparet man an einem Winkelmesser sowohl den Vernier, als Micrometerschraube; es haben aber dergleichen Micrometer vorzüglich auch ihren Nutzen in der Lehre vom Nivelliren, und den dabey gebräuchlichen Instrumenten.

IV. Die nothwendigste Erforderniß ist nur daß 1) die Linien auf dem Glase vollkommen parallel, 2) überall gleich weit von einander und 3) so zart auf dem Glase verzeichnet sind, daß ihre Dicke nicht nachtheilig ist.

Durch diese drey Vollkommenheiten zeichnen sich die Brandersischen Micrometer vorzüglich aus.

V. Die zweite Bedingung, daß die Zwischenräume der Parallelen vollkommen gleich seyn müssen, ist indessen nicht unumgänglich nothwendig; nur muß man, mittelst eines Zirkels, oder durch andere Kunstgriffe, die kleinen Ungleichheiten der Zwischenräume zu entdecken suchen, und eine Tafel darüber ver-

fer:



fertigen. Wenn die Parallellinien nicht gar zu enge bey einander sind, so ist folgendes Verfahren hinreichend. Es sey Fig. XXVI.  $ki$  die eingetheilte Mittellinie des Micrometers, und  $ka, ab, bc$  u. s. w. die Zwischenräume der Parallelen. Man messe nach einem sehr genau eingetheilten Maasstabe die Weiten  $ka, kb, kc, kd$  u. s. w., so ist  $kb - ka = ba$ ;  $kc - kb = bc$  u. s. w. Diese Unterschiede werden demnach zeigen, ob die Zwischenräume  $ab, bc$  etc. einander gleich sind. Nun verfertige man eine Tafel, für die den Zwischenräumen  $ka, kb, kc$  u. s. w. zugehörige Menge von Minuten und Secunden. Dieß geschieht, wenn man nach der Ordnung die Weiten  $ka, kb, kc$  u. s. w. mit des Objectivs Brennweite dividiret, und die herauskommenden Quotienten mit der Zahl 206264 multipliciret. Nachdem nun die Zahlen gehörig geordnet worden, so wird man, vermittelst dieser Tafel, die richtige scheinbare Größe eines Gegenstandes auf folgende Art finden. Gesetzt, auf dem Micrometer nehme ein Bild desselben den Raum  $bd$  ein, oder erscheine genau zwischen den beyden Parallelen durch  $b$  und  $d$ . Man suche aus der Tafel die denen Zwischenräumen  $kb, kd$ , entsprechende Menge von Minuten und Secunden. Ich will sehen, die Tafel gäbe  $kb = 8' 20''$ ;  $kd = 21' 4''$ , so wäre der Unterschied  $kd - kb = bd = 12' . 44'' =$  der scheinbaren Größe des Gegenstandes.

Ein etwas besseres Verfahren ist, daß man an einer entfernten Verticalwand genau ein paar Parallellinien ziehet, und sich nun mit dem Fernrohre so weit entfernt, daß der Zwischenraum von ein paar Parallelen des Micrometers genau jene auf der Wand gezogenen Parallelen zwischen sich faßt, und nun untersucht, ob jeder andere Zwischenraum des Micrometers eben diese Parallelen auf der Wand zwischen sich faßt; Geschieht dieß nicht, so notirt man die bemerkten Unterschiede, in welchem Falle es denn, um sich nicht bey der Schätzung des Fehlers zuviel auf das Augenmaaß verlassen zu dürfen, gut ist, wenn der Abstand jener Parallelen auf der Wand, durch Punkte noch in kleinere Theile getheilt ist.

VI. Die erste und dritte Bedingung eines guten Micrometers (IV) ist aber desto wichtiger, und erfordert alle Aufmerksamkeit des Künstlers. Man kann zwar versuchen, vermittelst einer Diamantspiße, oder eines Splitters von einem Feuersteine, die Parallelen auf das Glas zu reißen. Allein da die Linien durch dieses Verfahren fast immer ausspringen, so hat mein Vater den Vorschlag gethan, die Linien bloß mit Tusche auf das Glas zu verzeichnen. Es wird zu dieser Absicht die eine Seite eines Glases mit feiner Tusche überall gleichförmig bestrichen, und nachdem es trocken geworden, mit Wachs auf einem

einem Tische befestigt, so daß die geschwärzte Seite oben zu liegen komme. Hierauf werden mit einem Federkiel, der wie zum Schreiben, aber ohne Spalt geschnitten ist, längs eines angelegten Parallelinials, Streifen von der erwähnten Tusche dergestalt weggenommen, daß sehr feine Parallellinien von Tusche, so weit von einander, als die Spitze der Feder es mit sich bringt, stehen bleiben.

Ich habe bey Verfertigung solcher Micrometer, das Glas nie ganz mit Tusche überstrichen, sondern nur mit einer guten Reissfeder, die mit etwas dicke angemachter Tusche gefüllt war, erst Linien, so zart es angiehet, auf das Glas gerissen, und dann, wenn einige etwas zu dick ausgefallen seyn sollten, mit dem ob erwähnten Federkiel, vorsichtig wieder so viel Tusche von ihnen weggenommen, daß sie die gehörige Feinheit erhielten. Man muß aber beim Ziehen der Linien, mit der Reissfeder etwas geschwind längs des Linials herfahren, und nicht zu stark ausdrücken; dann wird dieses Verfahren oft so zarte Linien geben, daß es kaum nöthig ist, Tusche wieder davon wegzustreichen.

Die Tuschlinien hängen übrigens an dem Glase ziemlich fest, daß man nicht zu besorgen hat, daß sie sich so leicht wieder wegwischen, wenn man nur das Glas vor Feuchtigkeit verwahrt.

VII. Die Linien, welche Brander, vermittelst eines ihm eigenen Kunstgriffs, auf das Glas zog, sind so fein, daß ihre Breite kaum  $\frac{1}{200}$  einer Linie beträgt, und daher dem bloßen Auge kaum sichtbar sind. Dieß läßt vermuthen, daß diese Linien wohl schwerlich mit einem Diamant, oder Feuersteinsplitter ins Glas gerissen worden. Ich vermuthete vielmehr, daß Brander etwa mit einer scharfen Spitze von gehärteten Stahl, oder sonst auf eine ähnliche Art, so breit als die Linien werden sollten, nur dem Glase die Politur benahm.

Ich habe bloß mit einem Federmesser, das aber nicht, wie gewöhnlich, sich in eine Spitze endigt, sondern durchaus gleich breit, von feinem Stahle und sehr scharf geschliffen ist, in Ermangelung anderer Vorrichtungen, die feinsten und reinsten Linien auf folgende Art aufs Glas gezogen. Nachdem ich ein Linial gehörig aufs Glas gelegt hatte, so besichtigte ich die Stelle des Glases, wo eine Linie längs des Linials eingerissen werden sollte, mit etwas angefeuchteten Kaput mortuum, oder auch mit derjenigen feinen Masse, welche sich von einem zarten Schleifsteine abschleift, wenn man ein Federmesser darauf abziehet; legte hierauf an das Linial genau die breite Seite des Federmessers, und fuhr, bey einem gelindem Drucke, mit der scharfen Ecke des Federmessers, längs des Linials, immer langsam über das Glas  
hin

hin und her, so aber, daß die breite Seite des Messers immer genau an dem Liniäle liegen blieb. Nachdem ich nur etwa 15 bis 20 mahl über das Glas hin und her gefahren hatte, und das Glas abwischte, so hatte sich die feinste Linie auf der polirten Ebene des Glases matt geschliffen. Die Uebung wird hiebei die nöthigen Vorsichten und Vortheile zeigen. Ich habe vermittelst dieses Verfahrens in ein Hrn. H. Kästner gehöriges Fernrohr auf dem Observatorio, ein Micrometer verfertigt, welches an Feinheit der Linien, den Branderschen Micrometern nichts nachgiebt.

Bei Verfertigung solcher Micrometer hatte ich anfangs die Parallelen, die auf das Glas kommen sollten, in Ermangelung anderer Vorrichtungen bloß aufs Papier verzeichnet, das Glas über diese Linien mit Wachs befestigt, und dann die durchs Glas scheinenden Linien des Papiers, nach der gewiesenen Methode, auf die polirte Ebene des Glases gebracht. Da aber, wegen einer Parallaxe, die durchs Glas scheinenden Linien selten in vollkommen gleicher Weite auf das Glas gezogen werden können, so habe ich mich nachher eines Werkzeugs bedient, das sich auf dem göttingischen Observatorio befindet, und von der Einrichtung ist, daß über die Ebene des Glases ein Liniäl vermittelst einer guten Micrometerschraube, sich beständig parallel, und um jeden kleinen Raum genau fortgeschoben werden kann.

Uebrigens muß man bey dem bisher gewiesener Verfahren hauptsächlich einen gleichförmigen Gang des Messers beobachten, und dafür sorgen, daß sich das Linial nicht verrücke, (zu welcher Absicht es gut ist, demselben gehörige Unterlagen zu geben). Auch muß man vor dem Einschleifen einer jeden folgenden Linie, dem Messer wieder die nöthige Schärfe geben — alsdann wird man gewiß mit wenig Mühe und Kosten ein sehr gutes Micrometer erhalten.

VIII. Ein anderes sehr gutes Verfahren ist, daß man (nach dem Vorschlage Lichtenbergs im götting. Taschenkalender 1789. S. 138.) Linien vermittelst der Dämpfe der Flußspatsäure in das Glas äßt. Die Handgriffe dazu sind folgende.

Erstlich reinigt man das Glas, worauf die Linien geätzt werden sollen, mit einer Auflösung eines Laugensalzes, oder mit derjenigen Flüssigkeit, welche man in den Apotheken unter dem Nahmen des Weinsteinöbles (*oleum Tartari per deliquium*) bekömmt, und trocknet es mit einem Stückgen reiner Leinwand ab. Nun überzieht man es ganz dünne und gleichförmig mit dem gewöhnlichen Aeggrunde der Kupferstecher, welcher aus 2 Theilen (dem Gewicht nach) weißem Wachs, 1 Theile Mastix,  $\frac{1}{2}$  Theile Judenpech, und etwas wenigen (ohngefähr  $\frac{1}{2}$ ) venez

venetianischen Serpentin, in einem reinen irdenen Töpfgen zusammengeschmolzen wird. Man gießt die zusammengeschmolzene Masse noch heiß in kaltes Wasser, damit sie gesebe, nimmt sie alsdann noch etwas warm aus dem Wasser, formt sie in eine Kugel, und fasset sie in ein Stückgen Taffet. Soll nun das Glas mit diesem Grunde überzogen werden, so erhitzt man es über Kohlen (doch nicht so sehr, daß der aufzutragende Aetzgrund Bläßgen bekommen würde), und fährt nun mit der in dem Taffet befindlichen Masse über das Glas her, so wird sich von dieser, so viel als nöthig, durch den seidenen Ueberzug durchziehen, und des Glases Oberfläche bedecken. Man hält alsdann das Glas noch etwas über Kohlen, damit der Aetzgrund recht gleichförmig zusammenfließe; wo er zu dick gerathen, nimmt man mit der Fahne einer Taubensfeder das überflüssige weg, so daß der Aetzgrund das Glas ohngefähr in der Dicke eines Papiere, so viel als möglich, gleichförmig bedecke. Beide Flächen des Glases werden solchergestalt mit dem Aetzgrunde überzogen, doch hat man nur auf diejenige Seite, worauf die Linien geätzt werden sollen, vorzüglich Fleiß zu verwenden. Die andere Seite wird nur mit überzogen, daß sie von der Flußspatsäure nicht angegriffen werde. — Nachdem nun das Glas kalt, und der Aetzgrund fest geworden, radirt man mit einer sehr dünnen und schar-

scharfen Spitze eines Federmessers, oder einer sehr spizen Nadel: Nadel, längs eines durch Hülfe einer Micrometerschraube parallel: beweglichen Linials, wozu sich der Mechanismus leicht gedenken läßt, die Parallellinien in den Aetzgrund, so, daß sie gegen das Licht gehalten, schön, rein und glänzend aussehen, welches ein Merkmahl ist, daß der Aetzgrund dem Glase, so dick als die Linien werden sollen, vollkommen genommen ist. Man wird finden, daß die Sache ganz leicht von statten geht, weil der Aetzgrund das Glas gern verläßt, und nirgends hängen bleibt, so daß man genöthigt wäre, mit der Nadel nachzuhelfen, welches immer eine sehr unsaubere Arbeit geben würde.

Nun werden ungefähr 3 Loth von grob pulverisirten Flußspath, in ein etwa 5 Unzen Wasser haltendes Gläschen, oder in ein dergleichen Kölbgen gethan, und mit so viel Vitriolöl übergossen, daß alles herungerührt, ohngefähr die Flüssigkeit eines Syrups erhält: Um den Hals des Gläschens windet man einen mäßig steifen Drath, dessen Enden horizontal von dem Glase abgehen, ohngefähr wie (Fig. LXXXV.), damit man das Glas bey a anfassen, und dasselbe über glühende Kohlen halten kann, um nach und nach die darin befindliche Masse zu erhitzen; Man braucht zu dem Ende das Glas ohngefähr nur in einem Abstände von



von 3 Zollen über die Kohlen zu halten (anfänglich in einem etwas größern, um das Glas nach und nach zu erhitzen), so wird bald darauf die Masse anfangen aufzuwallen, und aus der Oeffnung der Flasche einen weißlichten Dunst von sich zu stoßen, dem man in einer mäßigen Zugluft eine Richtung von dem Munde ab giebt, damit derselbe durch seine erstickende Eigenschaft nicht schade. Sobald nun die weißen Dämpfe stark hervorkommen, entfernt man das Glas von den Kohlen, und hält nun das auf den Neßgrund radirte Micrometer über diese Dämpfe, ohngefähr in einem Abstände von 1 bis 2 Zollen, bewegt aber dabei das Micrometer immer in horizontaler Richtung durch den Dampf hin und her, damit er alle radirte Linien gleichförmig angreife, sich nirgend auf den Neßgrund merklich in Gestalt von Tröpfchen ansetze, und denselben irgendwo naß mache. Nach einigen Minuten werden die eingeätzten Linien weißlich auszusehen, oder seitwärts gegen das Licht gehalten, ihren Glanz zu verlieren anfangen; Wenn dieß geschieht, so ist die Neßung vollendet. Man wischt nun durch gelinde Erhitzung den Neßgrund behutsam von dem Glase ab, und reinigt es, so wird man finden, daß, wenn alles gehörig befolgt worden ist, von den Linien des Micrometers auch kein Pünktchen ausgeblieben seyn wird. Bringt man das Micrometer hierauf in das Fernrohr,

so

so wird sich zeigen, daß die Linien denen auf einem Branderischen Micrometer, in Ansehung der Schönheit, nichts nachgeben. Ich habe den Versuch mehr als einmahl gemacht, und kann demnach für den guten Erfolg bürgen. Wenn auch die erste Probe mißlingt, so wird sich bald zeigen, wo der Fehler begangen worden ist. Uebrigens ist es zu rathen, wegen der scharfen Dämpfe der Flußspatsäure, den Versuch in freyer Luft anzustellen.

IX. Hr. Prof. Melin in Anspach hat beym Nezen der Linien in das Glas vermittelst der Flußspatsäure, vortheilhaft gefunden, das Glas mit feinem Golde oder Silber zu überziehen, denn auch diese Materien bleiben von der Flußspatsäure unaufgelöst. Dieses hat, wie Hr. M. erinnert, den Vortheil, daß sich die Linien beym Zeichnen dem Auge besser darstellen, feiner gezogen werden können, und auch eine genauere Theilung zulassen.

Das Verfahren ist mit Hrn. M. eigenen Worten folgendes.

Man säubert das Glas, daß keine Unreinigkeit daran bleibt, haucht es sodann stark an, und überleckt es mit der nassen Zunge. Die nasse Seite des Glases läßt man alsdann auf ein Goldblätchen fallen, und drückt das Gold mit Baumwolle gelinde an das Glas. So

So bald es trocken ist, überfährt man das Gold mit feiner Baumwolle, anfangs schwach, und endlich sehr stark, bis es ganz Spiegelhelle ist. Weil aber die Goldfläche dadurch Schaden leidet, so überleckt man sie, doch ohne vorher daran zu hauchen, abermals mit nasser Zunge, und belegt das Glas auf die vorige Art zum zweytenmale. Hierauf nimmt man ein Stückgen weiches Leder, und reibt das Gold damit, wie vorhin mit der Baumwolle. Im Fall noch durchsichtige Stellen im Golde ennsollten, belegt man es zum 3ten oder 4tenmale bis auch kein Pünfchen mehr unbelegt ist, welches man am besten sieht, wenn man das Glas gegen das Licht hält. — So lasse man das Glas einen oder zwey Tage liegen, und bringe es hierauf über glühende Kohlen. Man lasse es ein paar Stunden darüber, oder lege es statt dessen auf einen heißen Ofen auf Papier, doch immer so, daß die Goldseite den Kohlen oder der Ofenplatte zugekehrt ist, sonst treibt die Hitze Blasen auf. Sollten aber demohngeachtet kleine Bläschen im Golde entstehen, so reiße man sie mit einer Nadel auf, reibe das Gold mit Leder sehr stark, und überlege die fehlenden Stellen wieder. — Wann das Glas kalt geworden ist, so hauche man stark an die Goldseite, und sehe zu, ob man an der andern Seite im Glanze des Goldes durch den Hauch eine Aenderung bemerkt, in welchem Falle man es aufs neue der Hitze aussetzt. —

Nun

Nun nehme man eine feine englische Nadel, oder ein vorne rund geschliffenes scharfes Federmesser, und ziehe den Querstrich des Micrometers. Auf diesem kann man nun die Punkte der Parallelstriche bemerken, und zwar auf folgende sehr bequeme Art.

Man mache einen zarten Strich auf ein feines Papier von der Länge des Durchmessers der Micrometertheilung, und trage mit dem Zirkel so viel Punkte darauf, als man Linien ziehen will. Darauf schneide man mit einem guten Federmesser das Papier dicht an dem Striche entzwen, so daß man auf dem Rande des Papiers und der Linie gerade noch die vorhin gemachten Theilpunkte bemerkt. Dieses lege man nun auf das allergenaueste an den Querstrich im Golde und bemerke genau auf dem Golde mit der Nadel durch einen feinen Punkt die Stellen, wo sich die Eintheilungen auf dem Papiere befinden, und ziehe nachher durch diese Punkte die Linien. (Dieses Mittel, die Abtheilungen aufzutragen, ist nur zu gebrauchen, wenn man mit keiner Vorrichtung, wie die auf der göttingischen Sternwarte (S. 176. VII.) versehen ist).

Am besten thut man, wenn man in Pappe, oder in ein Brettchen, welches etwas dicker, als das Glas ist, ein Loch von der Größe schneidet, daß das Glas gerade hineinpaßt, man hat als:

dann nicht zu befürchten, daß das Linial die Oberfläche des Goldes beschädige.

Hat man auf diese Weise das Micrometer gezeichnet, so hält man es etwa eine oder zwey Minuten über die Dämpfe der Flußspatssäure und wischt das Gold mit einem nassen Tuche herunter. Daß man übrigens dieses Verfahren auch bequem brauchen könne, Maasstäbe, Transporteure zc. auf Glas zu zeichnen, kann man leicht einsehen. — Es gewährt besonders auch in dieser Hinsicht großen Nutzen, daß man Zahlen, Nummern zc. auf das Gold schreiben kann, welches nicht so leicht angeht, wenn man die Striche einschleift, oder mit dem Diamant einrißt.

Wem das feine Gold zu theuer ist, der kann sich auch mit eben dem Vortheile des feinen Silbers zum Ueberzuge bedienen.

Im Fall man Zirkellinien auf das Gold machen wollte, so bemerke man das Centrum mit einem Punkte auf dem Golde, schneide sodann ein Stückchen von einer Karte herunter, und mache in dieses ein kleines Loch, welches man so lange auf dem Golde herumschiebt, bis das Loch in der Karte das Centrum des zu machenden Zirkels deckt. Man halte hierauf mit dem Finger das Kartenstückchen, und setze die Zirkelspitze in das Löchlein, so kann man daraus einen feinen

feinen Kreisbogen, oder auch einen ganzen Kreis beschreiben.

X. Von Micrometern auf einem feinen Blättchen Perlmutter redet Cavallo (Grens Journal der Phys. IV. B. 2. Heft S. 250.)

Ungemein feine und deutliche Linien lassen sich vermittelst einer feinen Nadel, und nur durch einen ganz gelinden Druck, auf einem klaren und hellen Glimmer-Plättchen verzeichnen. Der Russische Glimmer ist wegen seiner Reinheit hierzu vorzüglich brauchbar. Zu Micrometern können dergleichen Plättchen etwa  $\frac{1}{4}$  Linie dick genommen werden.

XI. Die Kürze in die ich mich einschränken muß, erlaubt mir nicht, mich umständlicher in die Lehre von Micrometern, zum Gebrauche der Feldmefskunst, einzulassen. — Man kann aber die vollständige Theorie davon, wie auch alle nöthige Vorsichten dabei, weitläufiger und mit der Hrn. H. Kästner eigenen Gründlichkeit in dessen astronomischen Abh. II. Samml. VII. Abh. auseinander gesetzt finden.

XII. In Rücksicht des Gebrauchs der bisher erklärten Micrometer ist indeß auch noch folgendes beizufügen:

1. Wenn ein Micrometer sich in dem Brennpunkte des Oculars befindet, und nun die Röhre des Oculars in die Objectivröhre so weit heringeschoben wird, daß die Brennpunkte des Oculars und Objectivs zusammenfallen, so ist dies die Stellung der Röhre, woben weitsichtige Augen nicht allein die entfernten Gegenstände, sondern auch die Micrometer-Abtheilungen vollkommen deutlich sehen.

2. Eine kurzsichtige Person muß die Ocularröhre dem Objective etwas mehr nähern, wenn sie dasselbe Object soll deutlich in dem Fernrohre sehen können.

3. Dadurch kommt nun das Bild des Objects zwischen das Ocular und Micrometer, also dem kurzsichtigen Auge näher zu stehen, als es in (1) von dem weitsichtigen Auge entfernt war. Begreiflich muß also nun dem kurzsichtigen Auge, auch das Object mehr Theile des Micrometers zu fassen scheinen, als in (1) dem weitsichtigen Auge. D. h. kurzsichtige Personen werden die scheinbare Größe des Gegenstandes immer größer angeben, als weitsichtige, vorausgesetzt, daß sie das Micrometer selbst in dem Abstände von dem Oculare lassen, in welchem weitsichtige Personen die Abtheilungen des Micrometers deutlich sahen, d. h. in dem Brennpunkte des Oculars (1).

4. Aber dann würden Kurzsichtige die Theile des Micrometers undeutlich sehen, wenn sie gleich nach (3) das Object deutlich sehen.

5. Sollen demnach die Irrthümer (3) und Unbequemlichkeiten (4) nicht entstehen, so muß der Kurzsichtige nicht allein die Ocularröhre so weit in die Objectivröhre schieben, daß er das Object deutlich sieht, sondern auch das Ocular selbst noch besonders dem Micrometer so weit nähern können, daß er auch die Micrometer-Abtheilungen deutlich sieht.

6. Man kann beweisen, daß wenn gleich in diesem Falle der Kurzsichtige sowohl das Micrometer als auch das Bild des Objects näher bey der Auge hat als der Weitsichtige, ihm das Bild dennoch eben so viel Theile des Micrometers zu fassen scheinen wird, als dem Weitsichtigen.

7. Gewöhnlich ist nur die Ocularröhre in der Röhre des Objectivs verschiebbar, und das Micrometer bleibt dabey in einem unveränderlichen Abstände vom Ocular. Bey einer solchen Einrichtung ist es nach (3) unmöglich, daß Kurz- und Weitsichtige für einerley Object einerley scheinbare Größe vermittelst des Micrometers finden, der Undeutlichkeit gar nicht zu erwähnen, unter der sich einer von beyden Personen die Micrometer-Abtheilungen darstellen müssen,



müssen, wodurch neue Irrthümer entstehen. In der Astronomie ist dieser Umstand um so wichtiger, da oft sehr verschiedene Augen einerley Werkzeug gebrauchen, und die Fehler, die nach (3) entstehen können, von weit höherem Belange als in der praktischen Geometrie sind.

8. Es ist daher schlechterdings nöthig, daß auch in der Ocularröhre selbst, sich das Ocular vor- und rückwärts schieben läßt, wie es die verschiedene Schärfe der Augen erfordert, um auch die Micrometer-Abtheilungen deutlich sehen zu können. Eine Vorrichtung dazu ist leicht anzugeben.