

# Beschreibung

der

von Herrn

## Georg Friedrich Brandt

Mitgliede der churbayerischen Akademie der Wissen-  
schaften, und berühmten Mechanico in Augsburg

neuerfundenen

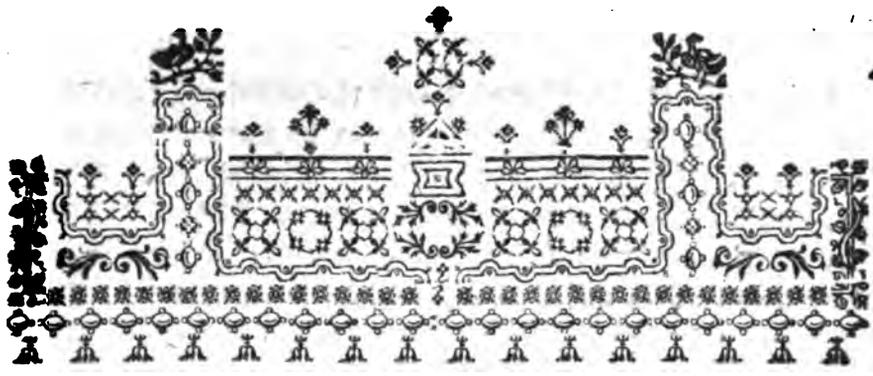
## Glasmicrometer.

Von

Herrn Professor Lambert  
zu Berlin.

8113





§. I.



Die Micrometer haben seit ihrer ersten Erfindung nicht nur alle Aufmerksamkeit verdienet, sondern auch nach und nach mehrere Verbesserungen und Abänderungen erhalten. Ich werde mich mit der Erzählung derselben nicht aufhalten, sondern sogleich auf diejenige kommen, von welchen hier eigentlich die Rede seyn wird. Hr. Mayr, der sich durch mehrere sinnreiche Erfindungen, und besonders durch seine Mondstafeln einen bleibenden Ruhm erworben, und dem bey längern Lebensjahren die Sternkunde und die Naturlehre noch manche Bereicherung würde zu verdanken gehabt haben, ist, so viel mir bekannt, der erste, der auf den Einfall kam, ein Micrometer in Form einer Messleier auf Glase zu zeichnen, und dasselbe in den Brennpunkt der Fernrohre zu setzen. Er beschrieb das ganze Verfahren in den Nachrichten und Sammlungen der cosmographischen Gesellschaft auf das Jahr 1748, und zeigte die beträchtlichen Vorzüge solcher Micrometer bey astronomischen Beobachtungen. Es wird den Lesern nicht unangenehm seyn, die mayersche Abhandlung an ihrem besonders Ort zu lesen. Sie werden

den auf diese Art die Geschichte der Erfindung beysammen haben und mir fällt die Mühe weg, sie hier im Auszuge vorzustellen, wiewohl das, was Mayer von seinem Micrometer rühmt, allemal verdient, nochmals gerühmt zu werden. Er hatte sich dessen bedient, die Lage jeder einzelnen Sterne, der Plejaden, verschiedene Bedeckungen derselben und anderer Sterne von dem Monde zu beobachten; besonders aber fand er sich dadurch in Stand gesetzt, die Lage jeder Mondsflecken, die von Hebel und Riccioli sehr unzuverlässig bestimmt worden, nach ihrer geographischen, oder selenographischen Länge und Breite genau zu bestimmen, und eine Charte vom Monde zu entwerfen, die durchaus zuverlässig ist. Es ist nur zu bedauern, daß diese Charte auf der Göttingischen Sternwarte liegen bleibt, ohne durch einen sauberen und genauen Abdruck gemeinnützlich gemacht zu werden. Dem dieses ist meines Wissens noch nicht geschehen. Es wäre bei den Engländern ein geringes, noch etwa 100 tt. St. darauf zu setzen.

§. 2. Man wird aus der mayerischen Abhandlung sehen, daß derselbe auf den Gedanken verfiel, vermittelst eines Diamanten oder Feuersteins die Scale auf Glas einzuschneiden. Was ihn aber davon abhielt, war die Beforgniß, die Linien möchten nicht rein, noch fein genug ausfallen, und besonders möchte das Glas beim Einschneiden seitwärts ausspringen. Die Schwürigkeit dieses zu vermeiden ist allerdings beachtlich, und um desto mehr ist es zu bewundern, daß Hr. Brandt, der sich dabey Zeit und Geduld nicht reuen lassen, die Geschicklichkeit darin so weit getrieben, als man es immer verlangen kann. Ich habe von feinen Glascaten einige verschiedenen Personen vorgesiesen, die sie so fein fanden, daß sie sie kaum oder gar nicht

then; konnten. In der That sind auch die Linien darauf kaum  $\frac{1}{10}$  Theil einer Duodecimallinie des Pariser Zolles breit, Wegen eben dieser Feinheit findet sich auch Hr. Branders im Stande, eine Linie des Pariserzollens in 10 und allenfalls in noch mehrere Theile zu theilen.

§. 3. Zu diesem Vortheile kommen noch zweien andere, die das mayerische Micrometer, welches mit der Feder und mit Lupe gezeichnet ist, nicht hat. Das mayerische darf man kaum rühren, und wenn Staub darauf fällt, so braucht es, um es wegzubringen, viele Behutsamkeit, damit die Zeichnung nicht ausgelöscht werde. Dieses hat man bey dem branderischen Micrometer nicht zu besorgen. Sodann gebraucht Mayer, da seine Theile selten gleich groß werden, einer besondern Berichtigungsaesel, die mit vieler Mühe muß verfertigt werden. Dieses wird bey den branderischen Micrometern ganz unnöthig. Die Theile sind darauf so gleich, daß die Gleichheit nicht nur so gleich im Auge fällt, sondern auch die schärfsten Proben aushält. Ueberdies kann Hr. Branders denselben jede beliebige Größe geben.

§ 4. Diese branderischen Micrometer sind nach der Verschiedenheit des Gebrauches von verschiedener Art. Bey Microscopien werden dieselben in Quadrate getheilt. Und so habe ich eines, das 6 Linien Parisermaaß lang, und 6 Linien breit ist. Es ist aber jede Linie in 10 Theile, und daher jede Quadratinie in 100 kleinere Quadrate, und damit das ganze Micrometer in 3600 kleine Quadrate wirklich eingetheilt. Dieses giebt in einem Quadratzoll 14400 kleine Quadrate, die mit bloßem Auge noch sehr wohl zu sehen sind; und wenn das Glas in das Microscopium gelegt wird, so das Bild vervielfältigt, so lassen sich

Diese kleine Quadrate in solcher Größe sehen, daß, wenn ich mit der Gefchicklichkeit, die Payer von sich rühmt, vertraue, es noch wohl möglich ist, einen Raum, der einer Linie groß zu seyn scheint, sowohl der Länge als der Breite nach in 6000 Theilen zu schätzen weiß. Die vorbemelten 14400 Quadrate müssen mit 3600 multiplicirt werden, um die Anzahl der Punkte zu erhalten, die auf dem Micrometer durch das Ocularglas betrachtet in dem Raume eines Quadratjohls noch kenntlich sind. Die Rechnung giebt 518400, das ist über eine halbe Million solcher Punkte.

§. 5. Lege ich aber ein solches Quadrat, wovon 14400 einen Quadratjohl machen, unter das Microscop als ein Object, so ich durch das Microscop sehen will, und setze erstbemelte Scale, die in eben solche Quadrate getheilt ist, als ein Micrometer in das Microscop, so kommen noch ungleich größere Zahlen heraus, die, nachdem ich ein anders Objectivgläschen ansetze, verschieden sind. Ich habe fünf solcher Objectivgläser, und um desto mehr damit die Probe gemacht, weil ich auf diese Art ohne Mühe finden konnte, wie stark bey jedem die Vergrößerung ist. Ich durfte nämlich nur sehen, wie viel  $\frac{1}{7}$  Linien, die unterlegte  $\frac{1}{7}$  Linie auf dem Micrometer bedeckt. Und so fand ich für das Objectivgläschen

N. 1.	. . .	$2 \frac{1}{7}$ .
2.	. . .	$4 \frac{1}{7}$ .
3.	. . .	6.
4.	. . .	$8 \frac{1}{7}$ .
5.	. . .	$18 \frac{1}{7}$ .

§. 6. Diese Zahlen müssen quadriert werden, um zu finden, wie viele Quadrate des Micrometers das Bild des untergelegten

legten Quadrates bedeckt, und so findet sich für

N. 1.	• • •	4 $\frac{1}{2}$ .
2.	• • •	18 $\frac{1}{2}$ .
3.	• • •	36.
4.	• • •	76 $\frac{1}{2}$ .
5.	• • •	351 $\frac{1}{2}$ .

§ 7. Mit diesen Zahlen werden nun die vorhingefundenen 518400 multipliziert, um die Anzahl der Punkte zu finden, die mittelst des Microscopii bey jedem der 5 Objectivgläser auf einem Quadratzoll des Objectes noch sehr gut kenntlich sind. Die Rechnung giebt für

N. 1.	• • •	2,361600.
2.	• • •	9,734400.
3.	• • •	18,662400.
4.	• • •	39,690000.
5.	• • •	182,2500.0.

§ 8. Die (S. 5.) gefundenen Zahlen thun noch den Dienst, daß mittelst derselben die Größe der untergelegten Objecte in Theilen einer Pariserlinie sehr genau ausgemessen werden können. Ich gebrauchte gewöhnlich das Objectiv N. 3, welches die Theile des Objectes auf dem Micrometer 6mal größer vorstellt. Damit legte ich Fliegenaugen unter, und fand, daß 9 derselben, die in einer Reihe lagen, auf dem Micrometer einen Raum von  $\frac{1}{3}$  Linien bedeckten. Dieser Raum durch 6 getheilt, giebt  $\frac{1}{2}$  Linien für die Länge im Object selbst. Wird nun ferner  $\frac{1}{3}$  Linien durch 9, als die Zahl der Augen getheilt, so giebt der Quotient  $\frac{1}{27}$  Linien für den Diameter eines Auges, oder  $\frac{1}{27}$  einer Linie. Ich habe mich dieser Art bedient, um die innern Dia-

meter von Thermometerröhren zu messen. Ich stellte sie gerade ab, und stellte sie aufrecht, so daß die Oefnung gegen das Objectivglasgekehrt war.

§. 9. Auf eine ähnliche Art stellte ich Proben über die Schärfe des Gesichtes an. Ich legte von den Fäden unter das Microscop, die im Frühling die ausschlagende Weidenblüthe umhüllen. Der Diameter davon bedeckte auf dem Micrometer nur  $\frac{1}{7}$  Linie, und demnach war er selbst nur  $\frac{1}{70}$  Linie. Nun konnte ich in der Entfernung von 8 Zollen, oder 96 Linien einen solchen Faden einzeln mit bloßem Auge noch gut und deutlich sehen, sowohl, wenn ich ihn gegen den freyen Himmel als gegen ein dunkles Object hielt. Sehe ich nun die 96 Linien als einen Halbmesser an, so sind die  $\frac{1}{70}$  Linien der 23040te Theil des Halbmessers, demnach =  $\frac{1}{23040}$ . Dieses ist nun ein Winkel von 9 Secunden eines Grades, den ich demnach mit bloßem Auge unterscheiden konnte. Man sieht aus dem vorhergehenden §, daß der Diameter eines Fliegenauges fast 6mal größer war, und dennoch konnte ich es mit bloßem Auge nicht unterscheiden. Der Grund liegt schlechthin darinn, daß ich es nicht einzeln sahe, denn zur Seite war ein viel fetteres Fäserchen, welches ich mit bloßem Auge noch gar wohl, obgleich nicht ganz deutlich sehen konnte. Hingegen mit einem Augenglase von 16 Linien Brennweite sahe ich die Augen einzeln, und wie sie in Reppen lagen. Da nun ein solches Glas 6mal vergrößert, so ist es eben so viel, als wenn ich die Augen unter einem 6mal größern Winkel, demnach unter einem Winkel von 54 Secunden eines Grades gesehen hätte. Es wird aber dieser Winkel auf 40 Secunden, oder auf 36 herunter gesetzt, weil der weiße Zirkel in jedem Auge um so viel kleiner ist als die Fäserchen, womit jedes Aug eingefaßt ist, und

agen. Denn zum deutlichen Sehen ist es erfordert, daß diese Zeichen von dem weißen Fielke unterschieden werden. Man ehrt demnach hieraus, was es bey der Schärfe des Sehens auf sich hat, wenn ein Object allein oder mit andern Objecten zugleich gesehen wird, und daß es in der practischen Geometrie allemal genauer geht, wenn die Zeichen, so man aussteckt, auf schwarzem Grunde einen weißen Strich, oder auf weißem Grunde einen schwarzen Strich haben. Ein Aug, das gut in die Ferne sieht, wird solche Striche, und besonders den weißen in solcher Entfernung sehen können, wo die scheinbare Breite nur noch einen Winkel von 9 Secunden beträgt, und demnach der Abstand 300mal größer ist, als die Breite des Striches. Dieses beträgt für die Breite eines Fusses ungefehr 2000 Fuß. Gebraucht man aber ein Fernrohr, daß 30mal vergrößert, so wird der Strich bis auf 3 Meilen gesehen werden können. Es versteht sich aber, daß das Aug und das Fernrohr gut, das Zeichen aber gehörig erleuchtet seyn muß.

§. 10. Die Micrometer für Fernrohre sind von doppelter Art. Hr. Brandt macht sie ebenfalls von Glas. Die eine Art dient schlechthin nur statt der bisher gebräuchlich gewesenenen Kreuzfäden. Diese Kreuzfäden, so fein sie auch sind, haben immer noch einen vielfach größern Diameter, als die Linien beytfind, die H. Brandt auf dem Glase zieht. Man setze z. E. die Brennweite des Objectivglases sey von 3 Fuß, oder 4320 Decimalthellen von Linien. Da nun  $\frac{1}{4320} = 0,0002323$  ist, so giebt ein  $\frac{1}{75}$  Linie einen Winkel von 48 Secunden. Nun müssen solche Fäden schon sehr fein seyn, wann sie nicht dicker, als  $\frac{1}{75}$  Linien seyn sollen. Sind sie aber so dünne, so bedecken sie auf dem Campo Micrometri einen Winkel von 16 Secunden. Und wenn sie

auch nach Hr. de la Lande Ausmessung nur  $\frac{1}{2}$  Linien sind, so bedecken sie dennoch einen Winkel von 10 Secunden. Die Linien, so wie Hr. Brander sie auf Glas zieht, sind nur  $\frac{1}{10}$  Linien breit, und so bedecken sie auch nur einen Winkel von  $2\frac{1}{2}$  Secunden, wenn der Tubus nur 3 Fuß lang ist. Ist er aber von  $7\frac{1}{2}$  Fuß, so bedecken sie vollends nur 1 Secunden.

§. 11. Außer dieser Feinheit der Linien habe ich an demjenigen Micrometer, so Hr. Brander nebst einem Tubus von 23 Fuß für die K. Akademie zu Berlin verfertigt, noch den Durchschnit dreyer solcher Linien bemerkt. Diese drey Linien durchschneiden sich dergestalt in einem Punct, daß dieser Punct selbst durch ein Ocularglas betrachtet, nichts ausgesprungenes zeigt, und damit auch nicht breiter als jede der drey Linien ist, die auf dem Glase gezogen sich in dem Punct durchschneiden. Wenn ich diesen Umstand auch nur unter die glücklich gerathenen rechne, so zeigt er doch immer theils die Möglichkeit der Sache, wovon Mayer zweifelte, theils die Geschicklichkeit, diese Möglichkeit wenigstens einmal erreicht zu haben, und die Vermuthung, daß sie sich noch mehrmal werde erreichen lassen.

§. 12. Die andere Art von Micrometern, so Hr. Brander für Fernrohre ausfertigt, sind ordentliche Scalen, die in Minuten oder halbe oder viertel Minuten. oder auch in Linien,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  Linien eines Zolles, oder in jede beliebige Theile getheilt sind. Hr. Brander hatte solche Scalen auch für kurze Fernrohre, die gar nicht vergrößern, aber ein desto größers Feld haben sollten, verfertigt, und unter dem Titel von Polymetroscopium bereits 1764. eine Beschreibung davon herausgegeben, um den Gebrauch davon in mehrerley Fällen, als nützlich und angenehm zu zeigen.

De

Der Hauptvorthell zeigte sich indessen immer bey Fernrohren und  
 Telescopien, wo man vornehmlich gute Micrometer zu haben ver-  
 angt. Selbst in der practischen Geometrie thun sie vortreffliche  
 Dienste, weil auch da nicht selten Winkel vorkommen, die eben  
 zu geringe, weil sie nicht groß sind, um desto genauer gemessen  
 werden müssen; zumal wo man aus der schließbaren Größe eines  
 Objectes, dessen Größe bekannt ist, auf dessen Abstand schließen  
 will. Von solchen Fällen habe ich bereits in den Beyträgen  
 zur Mathematica verschiedene angeführt, und würde mich noch  
 inständlicher dabey aufgehalten haben, wenn mir diese Micro-  
 meter so bekannt gewesen wären, wie sie mir nachher der Augen-  
 schein gezeigt hat. Da ich aber erst nachgehends einen einfachen  
 Tubum von 3 Fuß mit solchen Micrometern von Hrn. Brandes  
 erhielt; und sowohl die Feinheit als die Genauigkeit der Mi-  
 crometer mein Erwarten weit übertraf; so sah ich auch, daß es  
 ich der Mühe lohete, auf die davon zu erwartenden Vorthellen zu  
 eukten.

§. 13. So viel sah ich gleich, daß ich von meinem Fen-  
 ster aus eines Soldaten, der in einer Entfernung von 500 bis  
 600 Fuß Schildwache stand, bis auf  $\frac{1}{4}$  Zoll und noch genauer  
 messen konnte, da mir die Entfernung aus dem Grundriße der  
 Stadt bekannt war. Den Durchmesser des Mondes in einer ge-  
 wissen Höhe fand ich bis auf 2 oder 3 Secunden, so wie ihn die  
 Mayerischen Tafeln angaben. Um aber den Tubum für irdische  
 Objecte bequem zu machen, so sah ich, daß da die Röhre für  
 nahe Objecte mehr ausgezogen werden muß, das beste seyn wür-  
 de, wenn ich bey jedem Anziehen oder Verlängern der Röhre  
 vermittelst einer auf der Röhre gezeichneten Scala sogleich sehen  
 könnte, wie viele Theile des Micrometers das Objectum jedes-  
 mal

mal von dem Micrometer entfernt ist. Diese Entfernung für unendlich weit entlegene Gegenstände fand sich von 550 gebühren zu 2750 kleinern Theilen des Micrometers. Ich bezeichnete demnach den Punkt auf der in der andern eingeschobenen Röhre, da man diese anfangs jene zu bedecken, und je nachdem ich die vordere Röhre von 10 zu 10 Theilen mehr auszog, zeichnete ich ebenfalls solche Punkte, und schrieb die Zahlen 550, 560, 570 etc. in der Ordnung nach hin, und theilte die Zwiſchenräume in 10 gleiche Theile. Dieses setzte ich fort, so weit sich die Röhre ausziehen ließ, und damit würde der Gebrauch des Tubus für irrdische Gegenstände sehr erleichtert. Denn für jedes nahe gelegene Object zog ich die äußerste Röhre so weit aus, bis sich das Object durch den Tubum gesehen deutlich zeigte. Auf dem Micrometer sah ich wie viele Theile das Objectiv von der Scala bedeckte, und an der Röhre konnte ich ebenfalls sehen, wie viele Theile das Objectiv von dem Micrometer entfernt war. Diese letztere Zahl enthält sich nun immer zur erstern, wie die Distanz des Objects zu seiner Größe. Und so ließe sich durch eine bloße Regel Demnach der Distanz die Größe des Objects, oder hinwiederum aus dieser jene finden.

§ 14. So z. E. auf einem Wasserturme, der beyläufig 2420 Pariserfuß von meinem Fenster entlegen war, sahe ich eine Statue, so einen Neptun vorstellt. Ich wollte die Größe der Statue finden. Da diese Entfernung merklich groß ist, so ließ ich dem Tubus die Länge von den 550 Theilen, ohne ihn mehr auszuziehen. Auch zeigte sich das Bild deutlich, und bedeckte auf dem Micrometer 2,46 Theile. Ich schloß demnach

$$550 : 2420 = 2,46 : 10,8$$

Und so fand sich die Höhe der Statue von 10  $\frac{1}{2}$  Fuß.

S. 15. Hinviederum von einem gegen meinem Fenster über liegenden Dache wollte ich den Abstand des Siebels finden. Ich richtete das Fernrohr gegen die unmittelbar vom Siebel abwärts hangenden Ziegel, so daß die Scala des Micrometers horizontal zu liegen kam. Den Tubum müßte ich bis auf 572 Theile ausziehen, um die Ziegel deutlich zu sehen; damit fand sich, daß die Breite von zween Ziegeln genau 7 Theile des Micrometers bedeckte. Da mir nun bekannt war, daß auf jede Ziegelbreite  $\frac{1}{2}$  rhein. Fuß gerechnet werden kann, so machte die Breite von zween Ziegeln 1 rhein. Fuß. Damit ließ sich nun nach der Regel Detri

$$7 : 572 = 1 : 81\frac{1}{2}$$

schließen, daß diese Ziegel 81  $\frac{1}{2}$  rhein. Fuß, und daher der Siebel 82 rhein. Fuß von dem Objectivglase des Tubus entfernt seyn mußten. Ähnliche Versuche giengen noch sehr genau bis auf die Entfernung von 700 Fuß an. Denn das Micrometer war in 14 größere, oder 70 kleinere Theile getheilt, und jeder kleinere Theil ließ sich nach einer bloßen Schätzung des Augenmaasses sehr leicht noch in 10 kleinere Theile theilen, so daß, wenn ich so viele Ziegel zusammen nahm, als die Scale des Micrometers fassen konnte, auf 700 nicht um 1 verfehlt wurde. Daran fehlte es also nicht. Die Hauptfrage war aber wohl diese: ob man immer sicher genug auf jede Ziegelbreite genau  $\frac{1}{2}$  rhein. Fuß rechnen könne. Denn, wo dieses nicht ist, da wird zwar eben nicht viel fehlen, indessen ist alsdann die darauf gegründete Rechnung nur beyläufig. Uebrigens lassen sich bey Fensterscheiben, zumal wo sie rund und auf den Glashütten, gerundet sind, ähnliche Versuche anstellen. Denn, wenn auch solche Ausmessungen nur beyläufig sind, so dienen sie doch theils zur Cu-

H h h

rio

riofität, theils weil man ohnehin nicht immer die äußerste Schärfe verlangt.

§ 16. Will man aber hiebey genau verfahren, und z. E. Distanzen von 300, 400, und mehr Fußten auf eine sehr kurze Art ausmessen, so ist wohl das sicherste, daß man Latten oder Stangen, durch kenntliche Zeichen, in einzelne Fuß eintheile, und sie in der verlangten Entfernung gerade aufrichten lasse; so läßt sich, wenn man den Tubum gegen dieselben richtet, und ihn behörig auszieht, auf dem Micrometer sehen, wie viel Fuß dasselbe beynah, oder genau ganz bedecken. Und damit kann die Entfernung ebenfalls vermittelst einer Regel Detri sehr genau gefunden werden. Uebrigens müssen die Stangen desto länger seyn, je größer die Entfernung ist. Denn hiebey ist die Hauptsache, daß man auf dem Micrometer so viele Theile brauche, als immer möglich ist. So z. E. muß bey meinem Tube für jede 40 Fuß größere Entfernung die Stange um 1 Fuß länger genommen werden: Weil die 14 Theile des Micrometers in den 550 Theilen, so die kürzeste Länge des Tubus ausmachen, ungefehr 40mal enthalten sind. Man kann daher, wenn die Stange gar zu lang genommen werden müßte, statt derselben zwey Zeichen in zureichender Entfernung von einander ausstecken, und die Scale des Micrometers Horizontal legen. Solche Zeichen müssen aber von dem Tube gleichweit entfernt seyn, damit sie in Form einer Chorde eines Winkels gemessen werden können.

§ 17. Man kann auch 3 Zeichen ausstecken, die unter sich einen gleichseitigen Triangel bilden, dessen Seiten aber sehr genau bestimmt und bekannt seyn müssen. Auch muß man solche drey Zeichen entweder alle, oder wenigstens zwey und zwey durch  
das

das Fernrohr zugleich sehen können. Man sieht sodann wie viele Theile diese Zeichen auf dem Micrometer abschneiden. Es sey z. E. (Fig. 1.) ein solcher Triangel ABC, der mit dem Fernrohr aus D gesehen wird. Da nun der Winkel ADC sehr größer als 1 Gr. ist, so kann man AE, EC nach den auf dem Micrometer gefundenen Theilen proportioniren, und die Linie BE ziehen. Zieht man sodann CF auf BEF senkrecht, so hat man den rechtwinklichten Triangel DFC, in welchem CF bekannt ist, und folglich FD, vermittelst der Theile des Micrometers, so die Punkte CB abschneiden, und der Länge des Tubus gefunden werden kann. Addirt man FB zu FD, so erhält man die ganze Länge DB. Da man hiebey den Triangel ABC immer so nehmen kann, daß die eine Seite AB mit D in gerader Linie liegt; so kann man auch immer erhalten, daß E in A, und F mitten auf AB fällt, und damit wird alles noch kürzer und zuverlässiger. Man kann sich auch (Fig. 2.) ein Gestelle machen, wovon die obere Figur das Profil vorstellt. A, B, C zeigt nämlich die rhombische Figur der aufrecht zu stellenden Stangen, und AB, AC, BC sind Latten, die in A und C eingesteckt, und durch B und C so durchgezogen werden können, daß man dem Triangel A B C die nach Verhältniß der Entfernung erforderliche Größe geben kann. Zu diesem Ende werden die Latten von A gegen B und C, und von C gegen B in Fuße und Zolle eingetheilt. Die Stangen ABC sind oben gegen die Mitte zugespitzt, oder sonst so beschichtet, daß deren Mittelpunkt durch den Tubum kernlich und hart gesehen werden könne; denn dieses muß sehr genau seyn, und die Stangen A B C müssen von der verticalen Stellung wenigstens nicht merklich abweichen, dabey aber genau parallel seyn. Setzt man ein solches Gestell mitten auf ein auszumessendes Feld, und man geht an den Ecken desselben herum, so läßt

es sich, mittelst des Tubus in Grund legen, und zwar noch ziemlich genau, wenn auch das Feld schon einige 100 Fuß lang und breit ist.

§. 18. Jedoch dieß sind alles micrometrische Kleinigkeiten, die aber allemal ihre eigene Wichtigkeit haben. Indessen hatte ich die Vermuthung, daß sich von solchen Scalen noch ungleich beträchtlichere Vortheile sollen können ziehen lassen. Kurz es war die Frage auch Winkel von vielen Graden mit solchen Scalen zu messen, und zwar mit eben der Schärfe, mit welcher die gewöhnlichen Fernrohre nur einen Grad oder auch nur wenige Minuten messen. Dieses letztere erfordert eine starke Vergrößerung, ersteres aber ein desto größeres Feld vom Micrometer. Beyde diese Vortheile aber stehen einander dergestalt im Wege, daß sie nicht leicht zugleich erhalten werden können, zumal wo man bey einer 20 bis 30 maligen Vergrößerung dennoch ein Feld von 20 bis 30 Graden erhalten will. Indessen ließen sich Mittel finden. Denn daß die Schuld nicht an dem Objectivglase liege, zumal wo dessen Bedeckung nicht sehr groß ist, das zeigte die Camera obscura, welche auf beyden Seiten der Ape des Glases wenigstens bis auf 15 Grade die Bilder noch immer sehr deutlich vorstellt, Bilder von so viel Graden brachte Hr. Branden auch auf das Mikrometer von seinem Polymetroscopio, und konnte sie ganz und deutlich sehen, weil das Augenglas dabey eben die Größe hatte. Aber eben dadurch fiel die Vergrößerung ganz weg, und bey schärfern Augengläsern wurde von dem Bilde weniger zu sehen gewesen seyn. Das erste Mittel, so sich demnach darboth, war, daß das Augenglas in immer gleicher Entfernung auf dem Mikrometer hin und her geschoben werden konnte, und dabey ließen sich allenfalls auch zwey Augenglä-

ser

er anbringen, so daß solche Theile des Bildes, die durch das  
ne nicht zugleich sichtbar waren, durch beyde besonders gesehen  
werden konnten. Es sey in der 3ten Figur BC das Ob-  
ject, O das Objectivglas, AOa dessen Axe, cb das Micrometer  
on Glas in seine Theile getheilt, so fallen die Bilder der Punkte  
: BAC in bac. Rückt man demnach das eine Augenglas in M, das  
ndere in N, so wird man durch M den Punkt oder die Theile des  
Objects bey C, durch N aber die Theile des Objects bey B sehen.  
nd in cb zeigt es sich, welche Theile des Micrometers von  
em Bilde der Punkte C B bedeckt werden, und wie groß folg-  
ich der Winkel  $cOb = COB$  ist, wenn man  $cb$  als eine Chor-  
e, und  $Oc, Ob$  als einen Halbmesser betrachtet. Auf diese  
Art erhält der Tubus die Figur einer flachen Pyramide, da er in  
D nur wenig größer, als das Objectivglas, dagegen aber in MN  
o breit seyn muß, als es wegen der Deutlichkeit des Bildes im-  
mer angehen kann. Denn man sieht leicht, daß je schiefere die  
Strahlen sind, man desto ehender ein undeutliches und gefärb-  
tes Bild zu besorgen hat.

§ 19. Das sicherste war, die Sache auf Versuche an-  
kommen zu lassen. Ich schriebe sie an Hr. Brandler im Sommer  
1768, und da derselbe damals beschäftigt war, einige große astr-  
onomische Instrumente vollends zu Ende zu bringen, so stellte er  
Anfang nur beyläufig eine Probe an, die aber die Vermuthung  
eines erwünschten Erbfolges genugsam bestärkte. Das Micro-  
meter sollte in  $c$  sich herumdrehen lassen, damit so groß oder klein  
auch die Winkel  $COB$  seyn möchten, die mittlere Linie AOa im-  
mer so viel als möglich, oder auch genau senkrecht auf das Mi-  
crometer treffen könne. Sodann sollte für irdische Gegenstände  
das Objectivglas O an einer beweglichen Röhre seyn, die sich

Hh 3

nach

nach Verhältniß der Nähe des Objectes ausziehen lassen konnte. Die Hauptfrage hiebey war aber immer, die Sprache des Micrometers ob für jede Verlängerung der Röhre auf eine leichte Art verständlich zu machen. Denn für unendlich entfernte, oder sehr entlegene Gegenstände war eine ganz einfache Tabelle hinreichend. Diese Tabelle wurde unmittelbar die jedem Theile des Micrometers entsprechenden Winkel angegeben haben. Hingegen würde jede Verlängerung der Röhre entweder eine besondere Tabelle erfordert haben, oder man hätte allemal den Winkel besonders haben berechnen müssen. Indessen hätte sich doch, wenn für einige angenommene Verlängerungen Tabellen berechnet, oder auch durch Versuche verfertigt gewesen wären, alles übrige durch eine leichte Einschaltung finden lassen.

S. 20. Inzwischen dachte ich auf Mittel, die hiebey vorkommenden schiefen Einfallswinkel wegzuschaffen. Ich sah leicht, daß diese nur daher rührten, weil das Objectivglas eine unverständliche Lage hatte. Es mußte demnach eben so, wie die Oculargläser gedreht werden, und dieses verwandelte die erst erwähnte Pyramidalfigur wiederum in einen Tubum, und wenn alles mitgenommen werden soll, in zween. Der eine Tubus, dessen Objectiv  $m$ , das Ocular  $M$  ist, hat eine fixe Lage, und dient das Instrument gegen den Punkt des Objectes  $B$  zu richten. Der Tubus liegt auf einer Regel, welche in  $C$  ein Centrum hat, um welches sich auch die Regel dreht, auf welcher der andere Tubus liegt, dessen Objectiv  $n$ , das Ocular  $N$  ist. Das Micrometer hat in  $B$  ein Gewind, und geht durch den focus des andern Rohres durch. Es ist so getheilt, daß man durch das Ocular  $N$  sogleich sehen kann, wie viele Theile der Winkel  $ACB$  auf dem Micrometer faßt. Da die Figur das Instrument nur durch

bloße

bloße Linien vorkommet und verschiedene Leser vielleicht Mühe haben sich die ganze Ausbildung desselben und die Art damit umzugehen, vorzustellen: so war es mir ein Vergnügen von Hr. Brander zu vernehmen, daß derselbe den Sector, so wie er ihn ein für allemal zu verfertigen und einzutheilen gesonnen ist, genau abzeichnen, und die Art damit umzugehen, auch solchen faßlich machen will, die sich in neue Instrumente nicht gleich finden können. Ich habe demnach, um auch noch diese Beilage beyfügen zu können, den Druck des Werkes so weit verzichen lassen, damit die Leser in allem befriediget werden können.

§ 21. Diesen Anschlag gab ich Hr. Brander nur überhaupt an. Und da er mit den vorhin erwähnten Instrumenten fertig war, so leuchtete ihm hier alles dergestalt ein, daß er ohne Säumnis an die wirkliche Verfertigung dachte. Er nahm das centrum C außerhalb dem Objectiv, und zwar mit gutem Vorbedacht. Denn, da es hier eigentlich auf die Axen  $AN$ ,  $BmM$  ankommt, so ist es an sich gleichviel, in welchem Punkt, diese Axen sich durchschneiden. Sodann erhielt er eben dadurch auch, daß die beyden Röhren nach Verhältnis der Nähe des Objectes verlängert werden könnten. Und da hiebey immer  $Cb = Ca$  ist, so ist auch immer  $ba$  eine Chorde von einem beständig gleichen Radius. Dieser Vortheil findet bey einfachen Fernröhren nicht statt. Auch ist hiebey die vollkommen gleiche Länge beyder Fernröhre, die wegen der Umstände bey dem Glasschleifen nicht leicht zu erhalten ist, nicht nothwendig, und so können auch beyde Fernröhre allenfalls merklich kürzer seyn als der Radius  $Cb = Ca$ . Hr. Brander nimmt ferner diesen Radius von 5000 oder 50000 Theilen des Micrometers. Dadurch wird der Vortheil erhalten, daß man die auf  $ba$  für zwey Objecte  $BA$  gefundene Anzahl der  
 Theile.

Theile nur schlechthin in den Sinus Tafeln auffuchen und den dabei stehenden Winkel verdoppeln darf, um den Winkel  $BCA$  zu erhalten. Denn überhaupt ist der Sinus eines jeden Winkels die halbe Chorde des doppelten Winkels. Nun wird die Chorde  $ba$  schon eben dadurch halbirte, daß der Radius  $Ca = Cb$  von 50000 Theilen genommen wird, da er in den Tafeln = 100000 ist. So; E. wenn  $ba$  von 21360 solcher Theile gefunden wird, deren nemlich  $Cb = Ca$  100000 hat, so findet sich in den Tafeln, daß 21360 sehr genau der Sinus von  $12^\circ 20'$ , demnach die halbe Chorde von 2mal  $12^\circ 20'$ , oder die Chorde von  $24^\circ 20'$  ist und so groß ist in solchem Fall der Winkel  $ABC = bCa$ , den man ausmessen wollte. Am kürzesten kommt man fort, wenn man eine Tabelle vor sich hat, welche für jeden Winkel von zehn zu jeder Secunden die Chorden oder Theile des Mikrometers gibt. Und da Hr. Feander allemal den Radius zu 5000 Theilen der des Romers Sectoren halb so groß nimmt, so kann für alle diese Instrumente eine und eben die Tabelle dienen. Es wird daher denen die sich dieses Instrument zum wirklichen Gebrauche am liebsten angewöhnen, eine solche von ihm berechnete Tabelle in der bey obigen in Druck zu legenden Beschreibung beyzulegen zu sehn.

§ 22. Ein solcher Sector, der ganz süglich bis auf 30 Grad mit Theilen geht, und da wir als einen dioptrischen Sector ansehen können, ist ein sehr vorzügliches. Er vereinigt, was bey andern Instrumenten zu sehn, die sich gedenten läßt, mehr als bey andern, nemlich bey andern Sectoren, theils nicht zugleich zu sehn ist, nemlich durch sich zusammengesetzte Einrichtungen, die bey uns nicht unmittelbar Grade, Minuten, Secunden oder ist man von der genauen und ruhigen Bestimmung des Mikrometers ruhig versichert. Und

Und um dieses nicht bloß zu glauben, so fügt Hr. Brandes noch eine kürzere Scala von gleicher Eintheilung bey, die man auf dem Micrometer hin und her schieben, und sich mittelst einer Linse von 1 Zoll Brennweite von der Feinheit der Linien und von der Genauigkeit durch das Selbstsehen überzeugen kann. Die Reduction auf Grade, Minuten, Secunden kann nicht einfacher seyn, als sie hiebey ist (S. 21) bey andern Sectorsen muß man erst das Object durch das Fernrohr, und sodann erst auf dem Limbus stehen, wie viele Grade, Minuten &c. es giebt. Hier aber ist das Micrometer selbst der Limbus, und so malet sich das Object unmittelbar auf dem Limbus selbst ab. Zu geometrischen Ausmessungen läßt sich ein solcher Sector, auch wenn  $Cb = Ca = 41'' 8'''$ , oder 5000 Decimaltheile von Linien eines Pariserzollens ist, ohne von der Genauigkeit etwas zu verlieren, von Holz, und damit so leichte machen, daß er auf dem Felde ohne Mühe hin und her getragen werden kann. Und wenn er da mit einemmale auch nur Winkel von 30 Graden mißt, so ist es weder schwer noch langwierig, zwischen den Objecten, so man abmessen will, wenn sie über 30 Grad von einander weg liegen sollten, noch andere anzunehmen, die mit den Objecten, oder unter sich geringere Winkel machen. Die Genauigkeit, die man bey dem Sector erhält, ersetzt alles dieses auf eine befriedigende und öfters schätzbare Art. Was ich vorhin bey Anlaß der bloßen Fernrohre sagte, läßt sich hier mit behöriger Vergrößerung der Umstände und mehrerer Entfernung der Zeichen auf Felder ausdehnen, die Meilenwegs ins Sevierte liegen, denn man sieht aus dem vorhin (S. 22) angeführten Beispiele, daß das Micrometer 20000 bis 30000 Theile faßt, die alle noch kenntlich sind. Wo man aber auf 20000 bis 30000 kaum um 1 fehlen kann, da beträgt mit behöriger Auswahl der Umstände, der Fehler auf eine ganze deut-

sche Meile keinen Fuß. Es setzt aber dieses allerdings einige Übung und Geschicklichkeit voraus, und dieses muß ich denen sagen, die sich etwann einbilden, daß wenn sie nur gute Instrumente haben, sie sodann ganz obenhin damit verfahren können. Der Erfolg ist aber nicht selten so, daß man mit einer bloßen Messkette und einigen Stangen genauer würde zum Zwecke kommen können. Es sind berühmte Beispiele vorhanden, wo man bey Graham'schen Instrumenten in Absicht auf ihre Güte für einzelne Secunden gut stehen wollte, oder sie wenigstens so weit rühmte, und in der Ausübung zeigten sich Fehler, die schon auf 500 eins austrugen, so daß jede Meile um 40 Fuß zu groß, oder zu klein herauskam.

§ 23. Ob sich ein solcher Sector auch in der Astronomie gebrauchen lasse? das werde ich nicht erst den Astronomen besagen müssen. Sie haben ungleich zusammengesetztere und unzuverlässigere Sektoren gebraucht. Die Sterne, die nahe bey'm Zenith vorbegehen, werden gewöhnlich mit eigentlich dazu bestimmten Sektoren beobachtet. Und bey solchen hat man auch bereits schon anstatt der Zirkelbogen, deren Eintheilung so mißlich ist, Tangenten und Chorden gebraucht. Da aber, besonders wenn z. E. die Entfernung eines Cometen von Sternen, oder eines Sterns von dem Monde sollte gemessen werden, zweyen Beobachter seyn müssen; so läßt sich für solche Fälle vermittelst eines Mansspiegels der Tubus mBM so abändern, daß das Flugenglas seitwärts zu stehen komme, und auf diese Art ein Beobachter den andern im geringsten nicht hindere. Das Instrument kommt sodann auf eine paralactische Maschine, so daß wenn die beyde Sterne einmal gesehen werden, die Beobachtung durch das bloße Umdrehen der Maschine fortgesetzt, die Distanz genau berichtet; und

wenn

Wenn sie sich, wie es bey dem Monde und zuweilen bey Cometen geschieht, in kurzer Zeit merklich ändert, mehrere Distanzen können genommen werden. Noch muß ich anmerken, daß Hr. Brandler in jedem Tubo metallene sehr feine Fäden angebracht hat, und zwar in dem Tubo nach dergestalt, daß der Faden hart an dem Glase des Micrometers wegstreicht. Beyde Fäden sind in der Axe des Objectivglases, und letzterer dient besonders auch dazu, daß wenn auch das Object über oder unter die Scala des Micrometers fällt, der Faden dennoch dessen Lage einzeige. Bey geometrischen Operationen, wo das Instrument Horizontal liegt, hat dieses seinen guten Nutzen, weil eben nicht immer jede Objecte in einer geometrischen Ebne liegen.

S. 24. Ungeachtet nun ein solcher Sector für einen Winkel, der nicht viel über 30 Gr. ist, seine beträchtliche Vorzüge hat, so blieb mir doch noch die Frage, ob die Sache nicht auf die völlige 90, 180, 360 Grade getrieben werden könnte. Auf 60 Gr. läßt sie sich allerdings treiben, weil eben so wie der Tubus nach herunterwärts geht, ein anderer von b aufwärts gehen kann. Alsdann läßt man in Cb schlechthin nur die Regel, und zu dem Micrometer ba kommt noch ein anderes, welches eben so durch den obern Tubus geht, wie cb durch den untern, und jedes für sich besonders gedreht werden kann. Ueber die 60 Grade wird sich aber bey dieser Art der Einrichtung nicht wohl gehen lassen. In dessen erhält man dadurch wenigstens einen völligen Sextanten.

S. 25. Um aber dennoch auch auf Quadranten, halbe und ganze Circul bedacht zu seyn, wo der Gebrauch von bloßen Chorden nicht mehr füglich angeht, und die Glasscalen schwerlich und nur mit Gefahr eines öftern Mißlingens im Zirkel herum gezogen werden können, so dachte ich auf Mittel, daß wenn ein Limbus aus einer flachen Spiegeltafel ausgeschnitten wird, nachdem

er in seine Grade und Minuten eingetheilt ist, dieser Limbus durch das Fernrohr durch, oder besser zu sagen, über demselben so weg gehen könne, daß die Eintheilung statt eines Micrometers diene, auf welchem das Bild des Objectis unmittelbar gesehen werden könne. Dieses war nun vermittelt eines vor dem Brennpunct des Objectivglases unter 45 Gr. geneigten Planspiegels allerdings möglich. Denn es sey O das Objectivglas, (Fig. 5.) AOB die Axe desselben, der Spiegel in B unter 45 Graden geneigt, so fällt das Bild, welches in b würde gewesen seyn, aufwärts in CD; und CD ist das Profil von dem gläsern Limbus, dessen Centrum in A seyn kann. In E ist das Augenglas in seiner behörigen Entfernung, so daß man durch dasselbe das Bild auf CD deutlich sehe.

§. 26. Was hiebey die Verwerkstellung einschränkt, ist, daß die Spiegeltafeln eben nicht von jeder beliebigen Größe zu haben sind, und damit fallen die ganzen Zirkel überhaupt kleiner aus als halbe (weil auch die größten Spiegeltafeln viel länger, als breit sind) und die halben Zirkel kleiner als Quadranten, Sextanten &c. Dieses versteht sich für sich. Der andere Umstand betrifft die Eintheilung in Grade, Minuten &c. Diese läßt sich zwar auf Glas feiner und bey gleicher Feinheit viel sichtbarer und dauerhafter, als auf Messing machen, indessen ist die äußerste Genauigkeit immer noch so schwer zu erhalten, daß sie einer Berichtigungstafel bedarf. Da indessen Herr Branden seinen Scalen eine so große Genauigkeit geben kann, so scheint mir die Schwierigkeit fürnehmlich auf die Bestimmung der wahren Länge des Halbmessers anzukommen, weil man doch die Chorden in den Tabellen so scharf hat, als sie in der Ausübung niemals erlangt werden können. Das Uebrige wird wohl auf angestellte Versuche ankommen, wie weit es hierinn gebracht werden kann.

So viel demnach für diesesmal.

Georg