

B e s c h r e i b u n g

der

von Herrn

Georg Friedrich Brander

Mitgliede der churbaierischen Akademie der Wissen-
schaften, und berühmten Mechanico in Augspurg

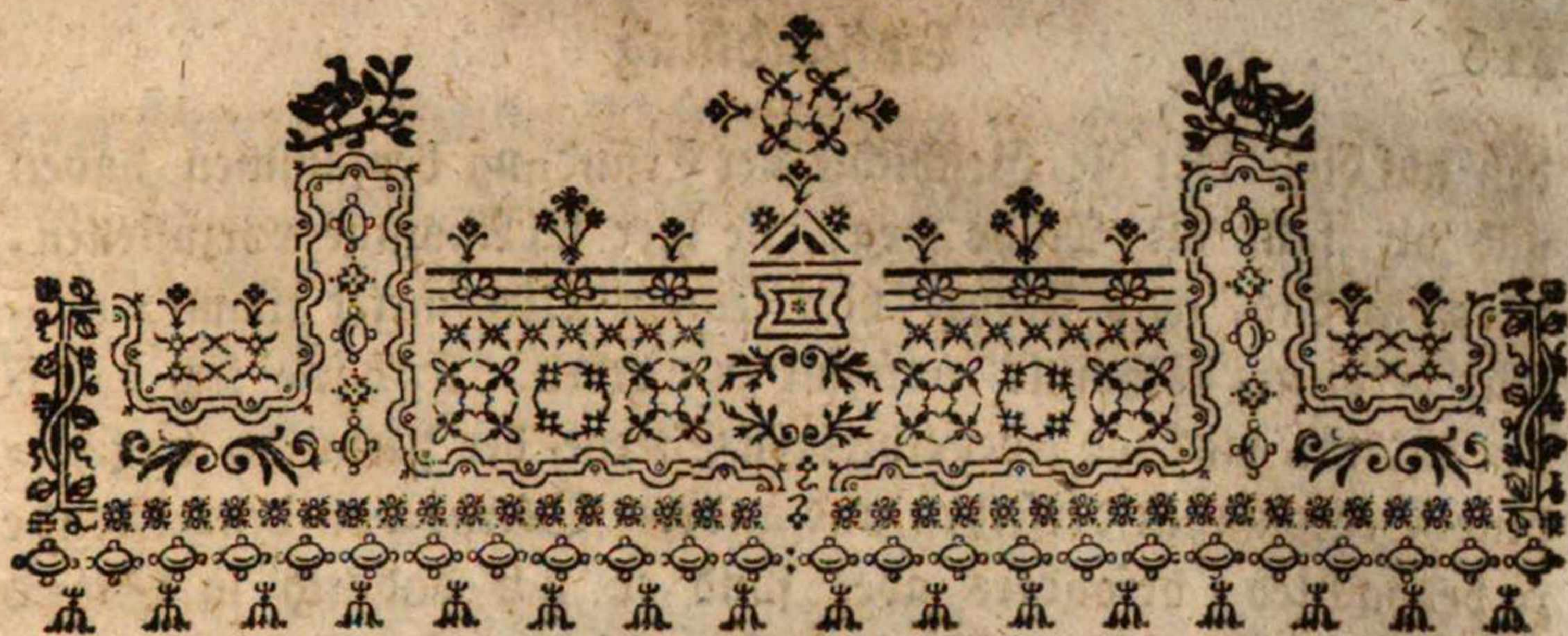
neuerfundenen

Glasmicrometer.

Von

Herrn Professor Lambert

zu Berlin.



S. 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 Meßleiter auf Glase zu zeichnen, und dasselbe in den Brennpunkt der Fernröhre 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 besondern Ort zu lesen. Sie werden
den

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 desselben 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 Hevel 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 saubern und genauen Abdruck gemeinnützlich gemacht zu werden. Denn dieses ist meines Wissens noch nicht geschehen. Es wäre doch den Engländern ein geringes, noch etwann 100 tt. St. darauf zu setzen.

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

se

sehen konnten. In der That sind auch die Linien darauf kaum $\frac{1}{200}$ Theil einer Duodecimallinie des Pariser Zolles breit. Wegen eben dieser Feinheit findet sich auch Hr. Brander im Stande, eine Linie des Pariserzolles in 10 und allenfalls in noch mehrere Theile zu theilen.

§. 3. Zu diesem Vortheile kommen noch zween andere, die das mayerische Micrometer, welches mit der Feder und mit Tusche gezeichnet ist, nicht hat. Das mayerische darf man kaum anrühren, und wenn Staub darauf fällt, so braucht es, um ihn 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 Berichtigungstafel, die mit vieler Mühe muß verfertiget werden. Dieses wird bey den branderischen Micrometern ganz unnöthig. Die Theile sind darauf so gleich, daß die Gleichheit nicht nur so gleich in die Augen fällt, sondern auch die schärfsten Proben aushält. Ueberdies kann Hr. Brander 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 Quadratlinie in 100 kleinere Quadrate, und damit das ganze Micrometer in 3600 kleine Quadrate wirklich eingetheilet. Dieses giebt für einen Quadrat Zoll 14400 kleine Quadrate, die mit bloßem Auge noch sehr wohl zu sehen sind: und wenn das Glas in das Microscopium gelegt wird, wo das Bild hinfällt, so lassen sich

diese kleine Quadrate in solcher Größe sehen, daß, wenn ich mir die Geschicklichkeit, die Mayer von sich rühmt, zutraue, es noch wohl möglich ist, einen Raum, der einer Linie groß zu seyn scheint, sowohl der Länge als der Breite nach in 60ten Theilen zu schätzen weis. 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 Quadratzolles noch kenntlich sind. Die Rechnung giebt 518400, das ist über eine halbe Million solcher Punkte.

S. 5. Lege ich aber ein solches Quadrat, wovon 14400 einen Quadrat Zoll machen, unter das Microscop als ein Object, so ich durch das Microscop sehen will, und setze erstbemeldte 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 Objectivgläschen, 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 $\frac{1}{10}$ Linien, die unterlegte $\frac{1}{10}$ Linie auf dem Micrometer bedeckt. Und so fand ich für das Objectivgläschen

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

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

legten

legten Quadrates bedeckt, und so findet sich für

N. 1.	.	.	.	$4\frac{5}{9}$.
2.	.	.	.	$18\frac{7}{9}$.
3.	.	.	.	36.
4.	.	.	.	$76\frac{2}{16}$.
5.	.	.	.	$351\frac{2}{16}$.

§ 7. Mit diesen Zahlen werden nun die vorhingefundenen 518400 multiplicirt, um die Anzahl der Punete zu finden, die vermittelst des Microscopii bey jedem der 5 Objectivgläser auf einem Quadrat Zoll 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.	.	.	.	182,250000.

§. 8. Die (§. 5.) gefundenen Zahlen thun noch den Dienst, daß vermittelst 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 Objects 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 $\frac{1}{16}$ Linien bedeckten. Dieser Raum durch 6 getheilt, giebt $\frac{1}{96}$ Linien für die Länge im Object selbst. Wird nun ferner $\frac{1}{96}$ Linien durch 9, als die Zahl der Augen getheilt, so giebt der Quotient $\frac{1}{864}$ Linien für den Diameter eines Auges, oder $\frac{2}{864}$ einer Linie. Ich habe mich dieser Art bedienet, um die innern Dia-

auch nach Hr. de la Lande Ausmessung nur $\frac{1}{30}$ Linien sind, so bedecken sie dennoch einen Winkel von 10 Secunden. Die Linien, so wie Hr. Brander sie auf Glas zieht, sind nur $\frac{1}{200}$ Linien breit, und so bedenken 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 bedenken sie vollends nur 1 Secunden.

§. 11. Außer dieser Feinheit der Linien habe ich an demjenigen Micrometer, so Hr. Brander nebst einem Tubo von 23. Fuß für die K. Akademie zu Berlin versfertigt, 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, woran 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 Fernröhre ausfertigt, sind ordentliche Scalen, die in Minuten oder halbe oder viertel Minuten oder auch in Linien, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ Linien eines Zolles, oder in jede beliebige Theile getheilt sind. Hr. Brander hatte solche Scalen auch für kurze Fernröhre, die gar nicht vergrößern, aber ein desto größers Feld haben sollten, versfertigt, 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.

Der

Der Hauptvorthail zeigte sich indessen immer bey Fernröhren und Telescopien, wo man vornehmlich gute Micrometer zu haben verlangt. Selbst in der praxeischen Geometrie thun sie vortrefliche Dienste, weil auch da nicht selten Winkel vorkommen, die eben deswegen, weil sie nicht groß sind, um desto genauer gemessen werden müssen; zumal wo man aus der scheinbaren Größe eines Objectes, dessen Größe bekannt ist, auf dessen Abstand schliessen will. Von solchen Fällen habe ich bereits in den Beyträgen zur Mathematick verschiedene angeführt, und würde mich noch umständlicher dabey aufgehalten haben, wenn mir diese Micrometer so bekannt gewesen wären, wie sie mir nachher der Augenschein gezeigt hat. Da ich aber erst nachgehends einen einfachen Tubum von 3 Fuß mit solchen Micrometern von Hrn. Brander erhielt, und sowohl die Feinheit als die Genauigkeit der Micrometer mein Erwarten weit übertraf; so sahe ich auch, daß es sich der Mühe lohnte, auf die davon zu erwartenden Vorthailen zu denken.

S. 13. So viel sahe ich gleich, daß ich von meinem Fenster aus einen 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 gewissen 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 sahe ich, daß da die Röhre für nahe Objecte mehr ausgezogen werden muß, das beste seyn würde, wenn ich bey jedem Ansziehen oder Verlängern der Röhre vermittlest einer auf der Röhre gezeichneten Scala sogleich sehen könnte, wie viele Theile des Micrometers das Objectum jedesmal

mal von dem Micrometer entfernt ist. Diese Entfernung für unendlich weit entlegene Gegenstände fand sich von 550 größern oder 2750 kleinern Theilen des Micrometers. Ich bezeichnete demnach den Punkt auf der in der andern eingeschobenen Röhre, da wo diese anfieng 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. 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 wurde 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 sahe ich wie viele Theile das Objectiv von der Scala bedeckte, und auf der Röhre konnte ich ebenfalls sehen, wie viele Theile das Objectiv von dem Micrometer entfernt war. Diese letztere Zahl verhält sich nun immer zur erstern, wie die Distanz des Objectes zu seiner Größe. Und so ließe sich durch eine bloße Regel Detri aus der Distanz die Größe des Objectes, oder hinwiederum aus dieser jene finden.

§ 14. So z. E. auf einem Wasserthurme, 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 Tubo die Länge von den 550 Theilen, ohne ihn mehr ausziehen. 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 $10 \frac{4}{5}$ Fuß.

S. 15. Hinwiederum 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 mußte 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

$$7 : 572 = 1 : 81 \frac{5}{7}$$

schließen, daß diese Ziegel $81 \frac{5}{7}$ rhein. Fuß, und daher der Siebel 82 rhein. Fuß von dem Objectivglase des Tubus entfernt seyn mußten. Aehnliche 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-

riosität, 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 Fuß 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 gehörig auszieht, auf dem Micrometer sehen, wie viel Fuß dasselbe beynahe, oder genau ganz bedecken. Und damit kann die Entfernung ebenfalls vermittelt 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 selten 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, vermittlest 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 2te 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 bezeichnet, daß deren Mittelpunkt durch den Tubum kenntlich und scharf 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, vermittelst des Tubus in Grund legen, und zwar noch ziemlich genau, wenn auch das Feld schon einige 100 Fuß lang und breit ist.

S. 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 Vorthteile 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 Fernröhre 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 Vorthteile 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 darboih, war, daß das Augenglas in immer gleicher Entfernung auf dem Mikrometer hin und her geschoben werden konnte, und dabey ließen sich allenfalls auch zwey Augengläser

fer anbringen, so daß solche Theile des Bildes, die durch das eine nicht zugleich sichtbar waren, durch beyde besonders gesehen werden konnten. Es sey in der 3ten Figur BC das Object, O das Objectivglas, AOa dessen Axe, cb das Micrometer von Glas in seine Theile getheilt, so fallen die Bilder der Punkte BAC in bac. Rückt man demnach das eine Augenglas in M, das andere 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. Und in cb zeigt es sich, welche Theile des Micrometers von dem Bilde der Punkte C B bedeckt werden, und wie groß folglich der Winkel $cOb = COB$ ist, wenn man cb als eine Chorde, und Oc, Ob als einen Halbmesser betrachtet. Auf diese Art erhält der Tubus die Figur einer flachen Pyramide, da er in O nur wenig größer, als das Objectivglas, dagegen aber in MN so breit seyn muß, als es wegen der Deutlichkeit des Bildes immer angehen kann. Denn man sieht leicht, daß je schiefer die Strahlen sind, man desto ehender ein undeutliches und gefärbtes Bild zu besorgen hat.

§ 19. Das sicherste war, die Sache auf Versuche ankommen zu lassen. Ich schriebe sie an Hr. Branden im Sommer 1768, und da derselbe damals beschäftigt war, einige große astronomische 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 Micrometer sollte in c sich herumdrehen lassen, damit so groß oder klein auch die Winkel COB seyn möchten, die mittlere Linie AOa immer so viel als möglich, oder auch genau senkrecht auf das Micrometer treffen könne. Sodann sollte für irdische Gegenstände das Objectivglas O an einer beweglichen Röhre seyn, die sich

nach Verhältniß der Nähe des Objectes ausziehen lassen konnte. Die Hauptfrage hiebei 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 hiebei vorkommenden schiefen Einfallswinkel wegzuschaffen. Ich sah leicht, daß diese nur daher rührten, weil das Objectivglas eine unveränderliche Lage hatte. Es mußte demnach eben so, wie die Oculargläser gedreht werden, und dieses verwandelte die ersterwähnte 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 vorstellet und verschiedene Leser villeicht 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 Beylage beysügen zu können, den Druck des Werkes so weit verziehen 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 AuaN, BmbM 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 Verhältniß 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 dabey 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 halhirt, daß der Radius $Ca = Cb$ von 50000 Theilen genommen wird, da er in den Tafeln = 100000 ist. So z. 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 $24^\circ 40'$ 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 zehn Secunden die Chorden oder Theile des Mikrometers giebt. Und da Hr. Brander allemal den Radius zu 5000 Theilen oder bey kleinern Sektoren halb so groß nimmt, so kann für alle solche Instrumente eine und eben die Tabelle dienen. Es wird daher denen, die sich dieses Instrument zum wirklichen Gebrauche anschaffen, angenehm seyn, eine solche von ihm berechnete Tabelle in der besonders in Druck zu legenden Beschreibung noch beygefügt zu finden.

§ 22. Ein solcher Sector, der ganz füglich bis auf 30 und mehr Grade geht, und den wir als einen dioptrischen Sector ansehen können, hat nun etwas vorzügliches. Er vereinigt, und zwar auf die geschwindigste Art, die sich gedenken läßt, mehrere Vortheile, die man bey andern Sektoren, theils nicht zugleich erreichen konnte, theils durch viel zusammengesetztere Einrichtungen erhalten mußte. Er zeigt zwar nicht unmittelbar Grade, Minuten, Secunden an, dagegen aber ist man von der genauen und durchaus gleichen Eintheilung des Micrometers ruhig versichert.

Und

Und um dieses nicht bloß zu glauben, so fügt Hr. Brander 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 Sektoren muß man erst das Object durch das Fernrohr, und sodann erst auf dem Limbus stehen, wie viele Grade, Minuten etc. 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 Pariserzoll's 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 Gevierte liegen, denn man steht 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 Uebung 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 **Grahamnischen** 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 vorsagen müssen. Sie haben ungleich zusammengesetztere und unzuverlässigere Sectoren gebraucht. Die Sterne, die nahe beym Zenith vorbegehen, werden gewöhnlich mit eigentlich dazu bestimmten Sectoren 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, zween Beobachter seyn müssen; so läßt sich für solche Fälle vermittelt eines Planspiegels der Tubus mbM so abändern, daß das Augenglas 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. Brander in jedem Tubo metallene sehr feine Fäden angebracht hat, und zwar in dem Tubo naN 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 naN 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. Indessen 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 gebogen 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 weggehen könne, daß die Eintheilung statt eines Micrometers diene, auf welchem das Bild des Objects 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 Werkstellung 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 2c. Dieses versteht sich für sich. Der andere Umstand betrifft die Eintheilung in Grade, Minuten 2c. 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 Brander 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

Fig. 6.

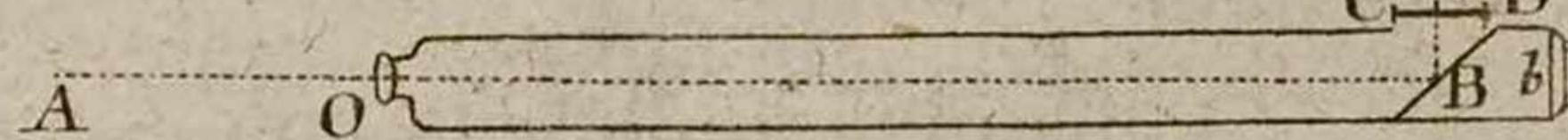
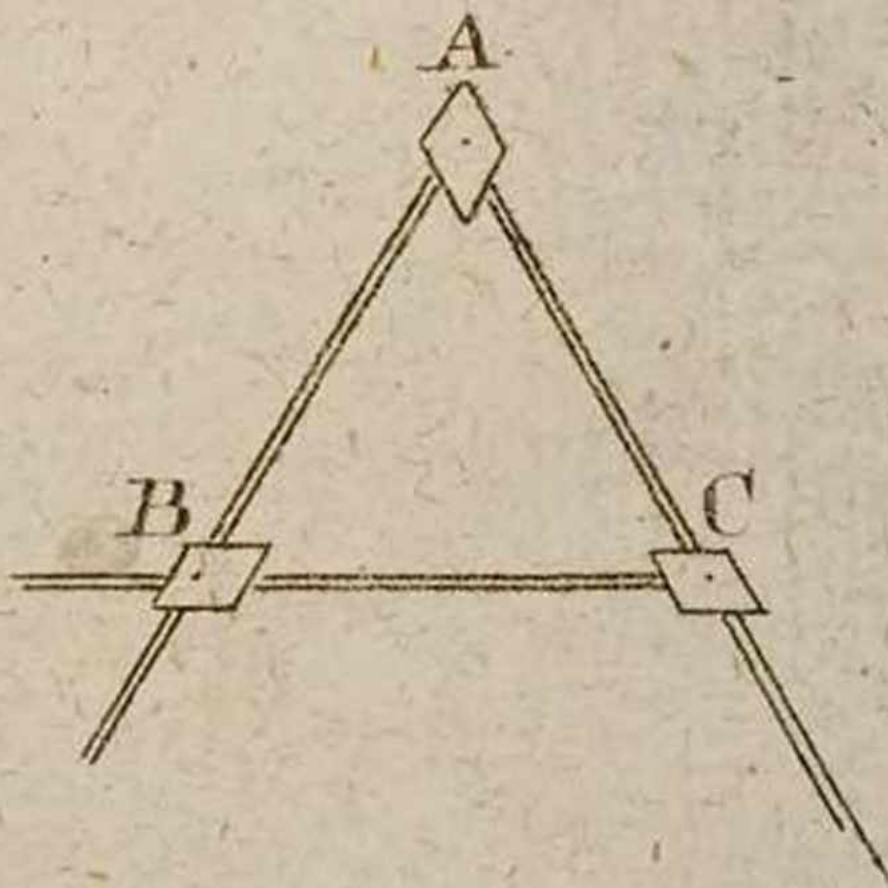
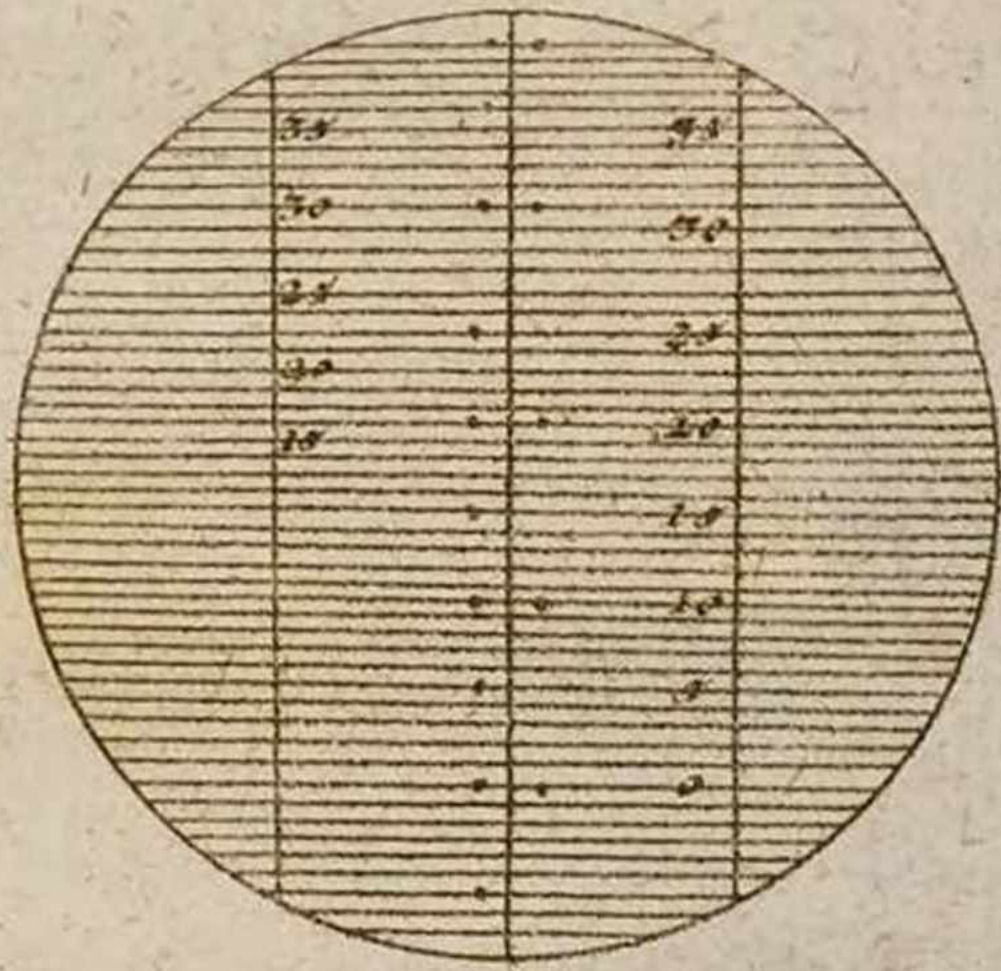


Fig. 7.

