© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das

Depressions-Micrometer,

ein neues Instrument

zur

Messung der Depression des Horizontes.

Von

E. KAYSER,
Astronom der naturforschenden Gesellschaft in Danzig.

Mit einer Tafel.

Danzig.
Druck von A. W. Kafemann.

1864.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Depressions-Micrometer, dessen Beschreibung und Gebrauch hier kurz gegeben werden soll, hat hauptsächlich den Zweck, auf See die Depression des Horizontes und der Küsten resp. Elevation zu messen, kann aber mit Vortheil auch zur geographischen Ortsbestimmung als ein die Zeit und Breite ergebendes Instrument verwendet werden. Die Höhen der Gestirne werden auf See von dem äussersten sichtbaren Meeresrande (Kimm) abgemessen und durch Benutzung des bekannten Abstandes des beobachtenden Auges vom Meere auf den wirklichen Horizont reducirt. Die Erfahrung lehrt, dass der Meeresrand bedeutenden Höhenveränderungen durch die Refraction*) unterworfen ist; es ist daher für eine genaue Ortsbestimmung wünschenswerth, entweder durch directe Messung von jenen sich unabhängig zu machen oder den Betrag der Refraction nach der jedesmaligen Angabe der meteorologischen Instrumente in Rechnung zu bringen. Die Abhängigkeit der Refractionsänderung von dem Stande der üblichen meteorologischen Apparate ist bis jetzt noch nicht der Art bekannt, dass man davon mit Nutzen Anwendung machen könnte. Man begnügt sich, den Betrag des Depressionswinkels für die Augeshöhe Tafeln zu entnehmen, die mit Zugrundelegung einer mittleren Refraction berechnet sind. Durch directe Höhenmessung des Gestirnes zu beiden Seiten des Horizontes in diametaler Lage kann allerdings Unabhängigkeit von der Veränderlichkeit des Horizontes erreicht werden, wobei die Erhebung oder Senkung an diesen Stellen als gleich vorausgesetzt wird; indess möchte dies Verfahren zu viel Mühe verursachen, es wird daher vorzuziehen sein, mit Instrumenten, die noch Winkel von 180° und darüber messen lassen, Bestimmungen des Depressions-Winkels vorzunehmen. Hierher gehören die vollen Spiegel und Prismenkreise, welche man jedoch wegen mancher Unbequemlichkeit nicht oft in Anwendung findet. Auch hat bereits Wollaston durch Veränderung der Stellung der Spiegel des Sextanten ein Instrument (Dipsector) zur Messung derartiger Winkel construirt.

Das vorliegende Micrometer lässt mit ungemeiner Schärfe Winkel der besprochenen Art selbst die kleinsten messen, es besitzt grosse optische Stärke, auch ist die Handhabung des Instrumentes und die Ablesung mit blossem Auge äusserst bequem, so dass es nicht allein in Bezug auf Verbesserung der zur See angestellten Beobachtungen, sondern auch vorzugsweise zur wissenschaftlichen Erkenntniss der Refraction als passendes Werkzeug empfehlenswerth erscheint. Der mechanische

*) Am 25. September 1863 beobachtete ich von Danzig aus den Seehorizont bei Hela in fortwährender Erhebung zwischen Morgen und Nachmittag bis zu etwas mehr als $3\frac{1}{2}$ Minuten. Dieses Beispiel beiläufig, da ich die Beobachtungen über Veränderungen der Depression des Horizontes im Zusammenhange besonders zu veröffentlichen vorhabe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Theil ist mit grosser Sorgfalt von Herrn Hauptmann von Froreich in Danzig ausgeführt worden; die zum Apparate verwendeten Prismen rühren aus der vortheilhaft bekannten Meyersteinschen Werkstätte her.

Das Instrument ist auf der beiliegenden Tafel in zwei Ansichten nach halber wahrer Grösse gezeichnet. Fig. 1 stellt es vor, wie man beim Gebrauche es vor Gesicht hat, während Fig. 2 einen zur ersten Lage senkrechten Durchschnitt angiebt. Der Haupttheil ist das astronomische Fernrohr, dessen Objectiv in *a* und dessen Ocular in *b* abgebildet ist. Zwischen Objectiv und Ocular, doch näher zum letzteren hin, ist ein rechtwinkeliges, gleichschenkeliges Prisma *c* eingeschaltet, damit die von dem Objective kommenden Strahlen um einen rechten Winkel abgelenkt werden. Der über der Kante des rechten Winkels des Reflexionsprismas sitzende Sattel drückt mittelst zweier Schrauben das Prisma an sein Gehäuse fest an. In den kreisrunden Oeffnungen des Winkelstückes *f* befinden sich die mit Schraubengewinden versehenen Ringe *d*, auf welche das Ocularrohr und das Objectivrohr geschraubt werden; sie sind nicht eingelöthet, sondern lassen sich durch Anziehung anderer übergeschraubter Ringe *e* am Prismengehäuse in jeder beliebigen Richtung feststellen. An dem Objectivrohre sitzen drei mit ihren kreisrunden Ausschnitten aufgelöthete Sattel *g*, *h*, *i*; ihre anderen Seitenflächen sind der Art geebnet, dass darüber eine einzige zur Gesichtslinie des Rohres parallel gehende Ebene gelegt werden kann. Auf diesen Satteln ruhen zwei symmetrische Schienen *k* und *l*, von denen die eine *l* fest angeschraubt ist, die andere *k* aber um einen im Sattel *i* befestigten Zapfen *m* als Axe sich drehen lässt. Damit die lose Schiene stets auf ihrer Unterlage bleibt, liegen Leisten darauf, die mit Schrauben durch die feste Schiene in die Sattel geheftet sind, so dass etwas federnder Gegenhalt für die lose Schiene entsteht. Beide Schienen überragen noch das Objectivende, und tragen vor dem Objective zwei rechtwinkelig gebogene Stücke *n*, welche als Träger zweier gleichen rechtwinkeligen Reflexionsprismen *p* dienen, deren Durchschnitt und Stellung in beiden Figuren zu ersehen ist. Durch drei Schrauben *q q q'* sind die Prismenträger an die Schienen geschraubt und damit sie zur Berichtigung der Stellung der Prismen sich etwas drehen lassen, sind für zwei von den Schrauben länglich runde Ausschnitte gemacht; die Drehung geschieht um die Schraube *q'*. Die Prismen selbst stehen mit ihren Cathetenflächen senkrecht zur Gesichtslinie, ihre Hypotenusenflächen bilden also einen rechten Winkel, wodurch es möglich wird, dass Gegenstände, die um 180° auseinanderliegen, durch die Prismen in das Rohr reflectirt gleichzeitig sichtbar werden. Die Befestigung der Prismen abweichend von der üblichen construirt, die für das Prisma *c* beibehalten ist, wird von zwei gebogenen an die Träger durch Schrauben befestigten Metallstücken vermittelt, deren Arme die auf die Prismen andrückend wirkenden Schrauben *o* tragen; von der entgegengesetzten Seite leisten die an den Träger angeschraubten Schienen *p'* jedem der Prismen Widerstand. Vermöge dieser Einrichtung gehen diejenigen Hauptlichtstrahlen, welche durch den über der rechtwinkeligen Kante befindlichen Sattel sonst verdeckt werden würden, nicht verloren. Das mit der festen Schiene verbundene Prisma bleibt stets in derselben Stellung zum Apparate, während das andere um die Axe *m* gedreht anderen um 180° herumliegenden Objecten zugewendet werden kann. Den Betrag dieser Drehung zu messen, dient die an dem Sattel *g* befindliche micrometrische Einrichtung. An das Ende der festen Schiene schliesst sich ein stärkeres mit *g* verbundenes Stück *r* an, wodurch die Micrometerschraube *s* sich schrauben lässt und so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit ihrer Spitze auf ein in die lose Schiene eingeschraubtes Stahlplättchen *t**) wirkt. Damit letzteres aber immer der Schraubenspitze anliegt, ist von der entgegengesetzten Seite zwischen einem Einschnitt in der beweglichen Schiene der Stift *u* mit einer Spiralfeder umwickelt angebracht; letztere bewirkt also einen stäten Anschluss der losen Schiene an die Micrometerschraube und bringt den todten Gang fort. Die an das Stück *r* und damit auch an den Sattel *g* befestigte Leiste ist mit einem Index gezeichnet, der den betreffenden Stand der mit einer Theilung versehenen beweglichen Schiene angiebt. Diese Theile entsprechen den Schraubenumgängen der Micrometerschraube; weiterhin hat die Leiste eine knieförmige Biegung *v* und endigt in einen Rahmen, über welchen der den Stand der in 100 Theile getheilten Trommel *w* anzeigende Drath gespannt ist. Man kann damit also den hundertsten Theil eines Schraubenumganges messen, und da die Trommeltheile gross genug sind, noch Unterabtheilungen schätzen. Da es wohl ausreichend ist, die Grenzen aller mit diesem Apparate messbaren Winkel zwischen 178—182° zu setzen, so reicht zur freien Bewegung des Prismas ein ganz geringer Spielraum hin und ist der Betrag der Drehung dann nur 2°, welcher wegen Kleinheit der Entfernung des Drehpunktes *m* vom Prisma einer äusserst geringen Verschiebung entspricht. Die Spalte zwischen den Prismen ist durch einen Schirm geschlossen, damit nicht fremdes Licht in das Fernrohr gelangt. Gegenstände, deren Abstand durch das Micrometer gemessen wird, indem man sie zur Deckung bringt, haben oft verschiedene Helligkeit; genaue Resultate sind erst dann zu erwarten, wenn sie gleich hell erscheinen; daher hat jedes der beiden Prismen einen zur Moderirung eingerichteten Schirm. Die Sattel *h* und *i* sind nämlich seitwärts durch Leisten überbrückt; diese tragen mit Schlitzen versehene Schieber, welche sich unter den Köpfen der Zapfen *y* an Griffen auf und nieder ziehen lassen. Bogenförmig geformte Federn dienen dazu, die Schieber in jeder angenommenen Stellung festzuhalten. Nach der Zeichnung (Fig. 1) würden die Schirme die Prismen geradezu verdecken; um ganz frei zu beobachten, werden die Schirme über die Prismen hin vom Objective weg entfernt, und durch allmähliges Zurückziehen nach dem Oculare zu kann dem helleren Gegenstande die erforderliche Schwächung gegeben werden. Durch die Wahl dieser Richtung werden also auch die schlechteren Strahlen, die den Rand des Objectives treffenden, abgeschnitten. Endlich sind Ringe *z'* auf dem Rohre, durch Schrauben zusammengehalten, angebracht und damit der hölzerne Griff *z* verbunden, welcher dem Beobachter zur bequemeren Haltung des Instrumentes dient. Wie man sieht, ist das Fernrohr gebrochen, damit eine vortheilhaftere Haltung des Auges erreicht wird; und man kann entweder den Griff in die linke Hand nehmen und mit der rechten den Knopf der Schraubentrommel drehen, während die Prismen nach unten kommen, oder es umgekehrt machen, wobei die Prismen die obere Stellung einnehmen. Für andere Bestimmungen, besonders astronomischer Art, wo es nicht auf die verticale Haltung des Apparates ankommt, kann das Prisma *c* mit seinem Gehäuse entfernt und durch einen dafür einzuschaltenden Ring ersetzt werden, welches directe Durchsicht gestattet.

Zur Erzielung fehlerfreier Beobachtungen mit diesem Apparate wird es auf die Genauigkeit und richtige Stellung einzelner Theile besonders ankommen. Es ist erforderlich, dass die Schiene, welche über den Satteln hin- und hergleitet, ziemlich

---

*) Besser noch ist der Gang auf Stein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

genau parallel der Gesichtslinie läuft. Die Ebenen der Sattel wurden daher so weit abgeschliffen, bis ein darauf gestelltes Niveau die Horizontstellung anzeigte, während die Gesichtslinie des Fernrohres auf den Horizont gerichtet war. Was die Prismen vor dem Objective anbetrifft, so kommt es hier weniger auf die genaue gleichschenkelig rechtwinkelige Gestalt an, als auf die richtige Stellung. An den beiden Flintglasprismen sind übrigens die betreffenden Winkel fast vollständig genau eingehalten, auch die Flächen plan. In Bezug auf Berichtigung der Stellung wandte ich meine Aufmerksamkeit zuerst dem Prisma der beweglichen Schiene zu. Das andere wurde sammt seinem Träger einstweilen entfernt. Zwei Hülfsfernröhre brachte ich mittelst eines Passageninstrumentes*) unter einem rechten Winkel in horizontaler Stellung zusammen, indem ich das horizontal gestellte Fernrohr des letzt genannten Instrumentes mit seinem Objective dem Objective eines jener zukehrte und das Zusammenfallen ihrer optischen Axen bewirkte, hierauf den Kreis um 90° drehte, und dem zweiten Rohre die gleiche Richtung gab. An Stelle des Passageninstrumentes wurde jetzt der Apparat auf einem mit Lagern versehenen Klotze ebenfalls horizontal gestellt, so dass das halbe freie Objectiv dem Gesichtsstrahle des einen Hülfsrohres und die mit dem Prisma behaftete Hälfte dem Gesichtsstrahle des anderen sich zukehrten. Dann sollten, während der Index die richtige Mitte zeigt, die Fadenkreuze der Hülfsfernröhre zur Coincidenz im Gesichtsfelde des Micrometers kommen. Sehen wir von dem Indexfehler ab, der durch Verschiebung des Prismenhalters um die Schraube q' weggeschafft werden kann, so wird eine Abweichung des Gesichtsstrahles des zweiten Rohres über oder unter dem Horizonte zu verbessern sein, während man das Micrometer genau der optischen Axe des ersten parallel stellt. Deshalb wurde mit einiger Verschiebung der beweglichen Schiene und durch Drehung des Apparates um die Axe seines Fernrohres Coincidenz bewirkt, hierauf ein sehr empfindliches Loth an die Kante des Prismas gehalten, zugesehen, ob für die angenommene Lage die Kante wirklich vertical sich verhielt, und nach und nach an dem Fusse des Prismenträgers in entsprechender Richtung gefeilt, bis die verticale Stellung für jene Coincidenz eintrat. Hierbei ist zu bemerken, dass das Prisma selbst, wenn der Träger, auf dem es liegt, ganz richtig steht, noch auf dieser Ebene gedreht werden kann, ohne dass dieses der Richtung der Gesichtslinie Eintrag thut. Man wird auch dieserhalb zu dem Lothe seine Zuflucht nehmen, indem man in zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen die Kanten prüft. Erst nach solchen Berichtigungen wurde der Träger durch die Schraube q' in die mittlere Stellung des Index gedreht. Es liesse sich für jeden der Prismenträger eine zur Berichtigung bequemere Schraubeneinrichtung auffinden, und damit die Feile überflüssig machen; indess würde durch zu viele Schrauben die Stabilität beeinträchtigt werden. Nun wurde das zweite Prisma mit seinem Träger befestigt; die beiden Hülfsfernröhre erhielten die Einstellung ihrer Gesichtslinien in eine; zwischen den Objectiven beider befand sich der Apparat, und es wurde durch diesen gesehen, ob sich die Fadenkreuzbilder deckten. Durch Abfeilen an dem Fusse des zweiten Prismenträgers nahm ich die Entfernung der Abweichung vom Horizonte vor, während das Loth zur Controllirung des verticalen Standes des Prismas diente. Endlich erhielt ich durch eine geringe Umdrehung um die Schraube q' auch für das zweite Prisma die genaue Stellung, worin die Coincidenz der Fadenkreuz-Bilder statthat. Durch eine derartige Behandlung ist nun sehr nahe erreicht

*) In Ermangelung eines Theodoliten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

worden, dass, wenn die bewegliche Schiene ihre Mittelstellung hat, die Gesichtslinie des Fernrohres beim Austritte aus beiden Prismen in eine gerade Linie fällt, welche mit jener einen rechten Winkel bildet; andererseits kann zugesehen werden, ob zwei Objecte, die nicht zu nahe an einander liegen, in gerader Linie sich befinden, wenn ihre Bilder sich decken, oder einen concaven oder convexen Winkel bilden, wenn die Bilder auseinandergehen, und der Betrag dieser Abweichung kann durch das Micrometer gemessen werden. Es wird mit der Zeit durch die Temperatur und anderweitige Einflüsse die Indexangabe für den mittleren Stand sich ändern; man macht sich unabhängig von dem Fehler, der hieraus entspringt, wenn man in den bereits vorhin erwähnten zwei verschiedenen Lagen des Instrumentes die Winkel misst. Denn es ist leicht ersichtlich, dass, während für die eine Haltung des Instrumentes zur Aufeinanderstellung zweier Objecte, wenn sie nicht um 180° von einander entfernt liegen, die bewegliche Schiene um ein Bestimmtes aus der unbekannten Mitte in bestimmtem Sinne gedreht wird, man für die andere Haltung um ebenso viel nach der entgegengesetzten Seite drehen muss.

Die Bezeichnung der Theilung an dem Micrometer ist der Art gewählt, dass die Ablesung $0^{R.}$ für die gegenseitig nächste Stellung der Schienen gilt, wie man aus der Zeichnung ersieht, die Ablesung $10^{R.}$ auf die mittlere Stellung, wofür der zu messende Winkel 180° ist, sich bezieht und mit $20^{R.}$ die äusserste Angabe gemacht wird. Dem entsprechend wachsen auch die Zahlen der Trommel von $0^{Th.}$—$100^{Th.}$ für jede Revolution der Schraube. Dem mittleren Stande an unserem Apparate entspricht seit einiger Zeit ziemlich constant die Angabe $\overset{R.}{10}\ \overset{Th.}{18.9}$. Wäre diese Angabe unbekannt und hätte man für die Uebereinanderstellung zweier Objecte, welche in Depression zu dem Beobachter sich befinden, die Ablesungen erhalten in

der oberen Haltung des Instruments $\overset{R.}{8}\ \overset{Th.}{95.6}$

in der unteren $11\ 42.2$

so bezeichnet das Mittel beider $\overset{R.}{10}\ \overset{Th.}{18.9}$ die Mittelstellung, die halbe Differenz $\overset{R.}{1}\ \overset{Th.}{23.3}$, in Winkelmass übersetzt, den Depressionswinkel, welcher für jeden dieser Orte gilt, wobei gleiche Depression nach beiden Seiten vorausgesetzt ist. Ist dagegen die Angabe der Mittelstellung $\overset{R.}{10}\ \overset{Th.}{18.9}$ bekannt und beispielsweise in der oberen Haltung $\overset{R.}{10}\ \overset{Th.}{50.1}$ beobachtet, so ist der Unterschied $\overset{Th.}{31.2}$ in diesem Sinne der Elevationswinkel unter Voraussetzung einer diametral stattfindenden gleichen Erhebung. In welchem Sinne der gemessene Winkel zu nehmen ist, ob Depression, ob Elevation, hierüber wird man sich in jeder Haltung leicht orientiren können, wenn man folgende Regel festhält. Denken wir uns von den Objecten zu den Prismen Linien gezogen, so ist der dadurch gebildete Winkel, gemessen von einem durch die Objecte und das Auge gelegten Kreisbogen, ein convexer, sobald die Ablesung den Betrag der Mittelstellung übersteigt, ein concaver, sobald sie weniger ist. Dies gilt also nicht blos für verticale Lagen des Instrumentes, sondern für jede beliebige. Es ist erforderlich, das Instrument während der Beobachtung einigermassen richtig zu halten; es wird das Sache der Uebung sein und werden die Beobachtungen im Gesichtsfelde selbst dazu beitragen, die Haltung des Instrumentes zu berichtigen.

Was nun den Werth der Theilstriche des Micrometers betrifft, so lässt sich derselbe auf verschiedenen Wegen ermitteln. Ich habe zwei Wege eingeschlagen. Es sei dazu vorher bemerkt, dass es hier nicht auf eine Besprechung der Untersuchung der etwaigen Schraubenungleichheiten ankommt; denn dasjenige, was von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einigen Autoren wie Bessel*) über die Prüfung der einzelnen Schraubenumgänge, sowie über die Ermittelung ihrer Periodicität gesagt ist, lässt sich auch auf diesen Fall übertragen. Als Micrometerschraube liess ich von Herrn von Froreich eine gleiche schneiden, wie er sie bereits für ein Fadenmicrometer zu einem grösseren Fernrohre geliefert hatte. Hier beträgt der durch Beobachtungen von Plejadensternen ermittelte Mittelwerth eines Theiles der in $100^{Th.}$ getheilten Revolution 0.″7396. Die Brennweite dieses Rohres wurde gemessen und verglichen mit der Entfernung der Drehungsaxe der Schiene bis zur Mitte der Micrometerschraube. Auf diese Weise ergab sich, dass diese Entfernung in jener Brennweite 5.1198 mal enthalten ist, und hieraus der Werth eines Theiles der Trommel an dem Apparate

$$1^{Th.} = 5.1198 \times 0.''7396$$
$$= 3.''7866$$

also $$1^{R.} = 6' \; 18.''66.$$

Sehr vortheilhaft ist es, den Werth der Micrometertheile dadurch zu bestimmen, dass man das Instrument zwischen zwei Fernröhre, die mit ihren Objectiven auf einander gerichtet sind, stellt und an dem Fadenmicrometer des einen eine beliebige bekannte Verstellung des beweglichen Fadens mit dem Instrument nachmisst. Statt des mit dem Fadenmicrometer versehenen Fernrohres könnte natürlich auch ein Theodolit zu Hülfe genommen werden; zu gleichem Zwecke würde ein Fernrohr ausreichend sein, welches man auf ein terrestrisches Object von bekannter Höhe und Entfernung einstellt, und mit dem Apparate den aus diesen Daten bekannten concaven oder convexen Winkel zum Nachmessen wählt; ja es ist auch das einzige Fernrohr durch ein Object ersetzbar. Ich habe mich einstweilen begnügt, an Stelle des einen Hülfsfernrohres das kleine Passageninstrument von Ertel und Fraunhofer, dessen Fädenintervalle bekannt sind, zu wählen. Aus mehreren Beobachtungen erhielt ich den Werth eines Theiles der Trommel = 3.″775. Um für die Genauigkeit der Einstellung unter nicht besonders günstigen Umständen etwas anzuführen, bemerke ich, dass wenn das Micrometer verschoben und dann wieder pointirt wurde, nur selten eine Abweichung bis zu einem ganzen Theile der Trommel vorkam, sondern fast immer geringere Differenzen. Dagegen kann ich auf die letztere Bestimmung doch nicht grosses Gewicht legen, weil die Fädenintervalle nur kleine Winkel vorstellten. Der erst angeführten Bestimmung gebührt der Vorzug, da man von dem grösseren Betrage (5fach) auf den kleineren schliesst; hierbei ist jedoch angenommen, dass die Schrauben identisch sind. Für den practischen Gebrauch wird es gut sein, eine Tafel beizufügen, woraus die Werthe der Revolutionen und Trommeltheile, in Winkelmass übertragen, zu entnehmen sind. In unserem Falle wird sein:

Ganze Revolutionen		Theile der Trommel					
R.	′ ″	Th.	′ ″	Th.	″	Th.	″
1 =	6 18.7	10 =	0 37.9	1 =	3.8	0.1 =	0.4
2	12 37.3	20	1 15.7	2	7.6	0.2	0.8
3	18 56.0	30	1 53.6	3	11.4	0.3	1.1
4	25 14.6	40	2 31.5	4	15.1	0.4	1.5
5	31 33.3	50	3 9.3	5	18.9	0.5	1.9
6	37 52.0	60	3 47.2	6	22.7	0.6	2.2
7	44 10.6	70	4 25.1	7	26.5	0.7	2.6
8	50 29.3	80	5 2.9	8	30.3	0.8	3.0
9	56 47.9	90	5 40.8	9	34.1	0.9	3.4
10	63 6.6						

*) Bessel, Astronomische Untersuchungen Bd. I, S. 75 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

So ist z. B. die Ablesung

	R.	Th.	′	″
	7	54.8 =	44′	10″.6
			3	9.3
				15.1
				3.0
			= 47	38.0

Um eins der Fädenintervalle zu messen, musste das Micrometer von der Mittelstellung 10 R. 18.9 Th. z. B. auf 10 R. 52.6 Th. verstellt werden. Der doppelte Unterschied beider Ablesungen = 67.4 Th. = 4′ 15″.2 = 17.01 S. ist also gleich dem betreffenden Intervalle, nahe übereinstimmend mit dem aus Beobachtuugen des Polarsterns gefundenen 16.970 S.

Es ist für den Gebrauch des Instrumentes zur See auf die Höhe der Prismen über See genau Rücksicht zu nehmen. Wenn das Instrument in beiden Haltungen, um den Indexfehler wegzuschaffen, benutzt wird, so gilt die gemachte Beobachtung nicht genau für die Höhe des Auges, sobald man seinen Standpunkt nicht geändert hat. Man muss sich daher so aufstellen, dass in beiden Fällen die Prismen dieselbe Höhe einnehmen; auch wird man sich leicht auf Standpunkte einrichten können, wofür die Messungen mit diesem Apparate den Höhenbestimmungen der Gestirne mit anderen Instrumenten zu Grunde gelegt werden können. Wollte man es vorziehen auf derselben Stelle zu bleiben, und lieber eine Correction, die übrigens nur klein ist, an die Beobachtung anzubringen, so führe ich dieselbe hier an. Heissen der Coefficient, mit dem die wahre Depression (Kimmtiefe) zu multipliciren ist, um die scheinbare zu erhalten c, der mittlere Radius der Erde R, die Höhen des Beobachters über See h und h', letztere drei Grössen in demselben Masse ausgedrückt, so ist der Betrag der Aenderung der Depression, wenn man vom Standpunkte h zum Standpunkt h' übergeht, in Secunden

$$\frac{c}{\sin 1''} \sqrt{\frac{2}{R}} \left(\sqrt{h'} - \sqrt{h}\right)$$

oder wenn die Höhe h nicht zu klein, die Höhenänderung Δ aber gering ist

$$\frac{c\,\Delta}{\sin 1'' \sqrt{2\,R\,h}}$$

Wird der Coefficient c nach Delambre zu 0.92 angenommen, so ergiebt die numerische Berechnung dieses Ausdrucks

$$\frac{29.8\,\Delta}{\sqrt{h}}$$

Beispielsweise wird für Δ = 1 Fuss Rheinl., h = 12 Fuss Rheinl. nach dieser Formel gerechnet die Aenderung des Depressionswinkels 8″.6.

Für einige andere Probleme der Navigation, in welchen es auf Bestimmung kleiner Winkel ankommt, wird das Depressions-Micrometer von besonderem Vortheil sein. Oft verlangt man die Entfernung des Beobachters auf dem Meere von einem im Horizonte liegenden terrestrischen Gegenstande, dessen Höhe über dem Meere bekannt ist, zu wissen. Bei Benutzung des Instrumentes zu derartigen Zwecken ist die Kenntniss des Indexfehlers entbehrlich und braucht dasselbe nur in einer Haltung gehandhabt zu werden; man wird aber gut thun, das Ocular mit dem Prismaansatz um 90° bis zu einem anf dem Rohre vermerkten Striche zu drehen, da man alsdann die Richtung des Instrumentes in Hinsicht auf das einzustellende Object

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nach dem Ocularrohre gerade zu hat. Heisst die Höhe des Gegenstandes h, der gemessene Höhenwinkel p, die zu suchende Distanz d, so ist:

$$d = \frac{h}{p}$$

Gewöhnlich wird d in Seemeilen auszudrücken gewünscht. Eine Seemeile gleich einer Kreisminute enthält nahezu 5901 Rheinl. Fuss. Ist also h in Rheinl. Fussen und p in Minuten gegeben, so wird:

$$d = \frac{h}{5901\, p' \sin 1'} = \frac{h}{p'}\, 0.5826$$

Den Winkel p findet man, wenn man die Spitze des Gegenstandes mit einem diametralen Punkte, also mit dem Seerande, wie es gewöhnlich der Fall sein wird, durch das Micrometer zusammenstellt und ebenso mit dem Fusspunkte verfährt. Der Unterschied beider Angaben des Micrometers, doppelt genommen, giebt den Winkel p. Ist in dem Falle, wo der terrestrische Gegenstand nicht vollständig bis zum Fusspunkt gesehen werden kann, der über dem Meeresrande sichtbare Theil nach der bezeichneten Art als der Winkel p gemessen, so kann die Distanz ebenfalls wenngleich nur näherungsweise gefunden werden. Wir bezeichnen durch c den Coefficienten der Depression, durch R den Radius der Erde, durch h die Höhe des Beobachters über See, und durch H die als bekannt vorausgesetzte Höhe des Gegenstandes, letztere drei Grössen in demselben Masse des Rheinl. Fusses ausgedrückt. Zur Bestimmung von c kann vorher eine Messung vorgenommen sein, welche a'' als den Depressionswinkel ergeben hat; dann ist:

$$c = a'' \sin 1'' \sqrt{\frac{R}{2\,h}} = \frac{a''}{\sqrt{h}}\, 0.015$$

Die zu suchende Distanz D, dargestellt durch die von dem Beobachter an den Meeresrand gelegte und bis zum Objecte verlängerte Tangente, besteht aus zwei Stücken, nämlich aus der Linie vom Beobachter bis zur Berührungsstelle, welche mit d bezeichnet werden möge und dem von der Berührungsstelle bis zum Gegenstande reichenden Stücke $= \delta$, so dass also stattfindet die Gleichung:

$$D = d + \delta$$

Noch werde der unsichtbare Theil des Objectes mit x benannt, der geschene also $H - x$; dann sind die Entfernungen in Seemeilen ausgedrückt:

$$d = (2 - c)\, \frac{\sqrt{2\,R\,h}}{5901} = (2 - c)\, 1.079\, \sqrt{h}$$

$$\delta = (2 - c)\, \frac{\sqrt{2\,R\,x}}{5901} = (2 - c)\, 1.079\, \sqrt{x}$$

$$d + \delta = \frac{H - x}{p' \sin 1'\, 5901}$$

Setzt man den Werth für x aus der letzten Gleichung in die vorletzte, so erhält man:

$$p' \sin 1'\, 5901\, (d + \delta) = H - \frac{\delta^2\, 5901^2}{2\,(2 - c)^2\, R}$$

und hieraus

$$\delta = \frac{-R\,(2-c)^2\, p' \sin 1' + (2-c)\, \sqrt{[2\,R\,H - 2\,R\,d\,5901\, p' \sin 1' + R^2\,(2-c)^2\, p'^2 \sin 1'^2]}}{5901}$$

Werden die Zahlenwerthe für die bekannten Grössen gesetzt, so ergiebt sich die zu suchende Entfernung $= d + \delta$

$$D = (2-c)\, 1.079 \sqrt{h} - (2-c)^2 p' + (2-c) \sqrt{[1.165\, H - 2\,(2-c)\, 1.079\, h.\, p' + (2-c)^2 p'^2]}$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Im Falle, dass die Spitze des Objectes so eben über See sichtbar wird, kann $p = o$ angenommen werden. Dann wird:

$$D = (2 - c)(\sqrt{1.165\,H} + 1.079\sqrt{h})$$
$$= (2 - c)\ 1.079\ (\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

Wenn die Depression des scheinbaren Seehorizontes und ebenso die Erhebung des Gegenstandes über dem scheinbaren Horizonte gemessen sind, so ist der Unterschied beider Angaben gleich dem Betrage, um welchen die Spitze des Gegenstandes über oder unter dem wahren Horizonte liegt. Legen wir diesen Winkel $= q'$ der Aufgabe, die Entfernung D des Beobachters von dem Objecte zu bestimmen, zu Grunde, so ist die Berechnung der Entfernung leichter auszuführen, als vorhin. Denken wir uns von dem Beobachter in der Richtung nach dem Objecte hin die wahre Horizontallinie, und Linien zur Spitze des Objectes, zum Fusspunkte desselben, und durch den Mittelpunkt der Erde gezogen, die Fusspunkte des Beobachters und des Gegenstandes, wo sie die See treffen, durch eine Sehne verbunden, und endlich von dem Fusspunkte des letzteren auf den Durchmesser ein Loth gefällt, welches also dem wahren Horizonte parallel läuft, alsdann erhalten wir leicht folgende Gleichung, worin h die Höhe des Beobachters und H die Höhe des Objectes über See vorstellen:

$$\frac{D}{2} + \frac{h}{D\ 5901\ \sin\ 1'} \mp q' = \frac{H}{D\ 5901\ \sin\ 1'}$$

Hieraus folgt:

$$D = \pm q' + \sqrt{\left[\frac{2(H-h)}{5901\ \sin\ 1'} + q'^2\right]}$$
$$= \pm q' + \sqrt{[1.165\,(H - h) + q'^2]}$$

Die Grössen sind in den vorhin angenommenen Maassen zu verstehen; das obere Zeichen hat Geltung, wenn die Spitze des Gegenstandes unter dem wahren Horizonte liegt, im entgegengesetzten Falle das untere. Die Genauigkeit der Bestimmung von D wird besonders davon abhängen, dass in die Formel derjenige Werth von q eingeführt ist, welcher diesen Winkel ohne Beeinflussung der Refraction darstellt. Kann der Betrag der Refraction nach den vorhandenen Erfahrungen von dem aus der Messung resultirenden Werthe von q abgezogen werden, so wird dieses nicht zu unterlassen sein. Im Allgemeinen sind die Veränderungen, welche der Seehorizont durch die Refraction erleidet, bedeutender als die bei einem terrestrischen Objecte, das von See umgeben ist, vorkommenden; wenigstens kann ich dies aus den an dem Helaer Leuchtthurm und dem zwischen Danzig und Hela liegenden Seehorizonte gemachten Beobachtungen mit vollständiger Bestimmtheit behaupten. Es wird aber die Refraction bei derartigen Bestimmungen immerhin ein störender Factor sein, und daher den von der Refraction unabhängigen Messungen der Vorzug gebühren. Dieserhalb möchte es wohl gut sein, dass von Leuchtthürmen und anderen für den Beobachter auf See wichtigen Objecten nicht bloss die ganze Höhe bekannt ist, sondern auch gewisse Abtheilungen in den oberen Parthieen kenntlich und ihrer Höhe nach gegeben sind, so dass die Winkelmessung für diese Abtheilungen möglich wird. Obgleich strenge genommen, die Refraction auch an demselben Objecte, für den unteren Punkt anders als für den oberen, eine Verzerrung hervorbringt, so wird dieselbe doch als unbedeutend zu vernachlässigen sein.

Die Art und Weise, wie das Instrument zu Lande gehandhabt wird, hat durch das vorhin Bemerkte seine Erledigung gefunden, wenn es ähnlichen Zwecken gilt. Besonders empfehlenswerth möchte es für Beobachtungen der terrestischen Refrac-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tion sein. Ganz beiläufig bemerkt, kann die Abweichung vom Plan-Parallelen an Gläsern damit gemessen werden. Legt man nämlich das Instrument horizontal in ein Lager, so wird man durch Drehung im Azimut und um die Axe, sowie auch durch Verschiebung des Micrometers zwei passende Punkte des Horizontes zur Deckung bringen. Hält man ferner vor eins der Prismen und nahezu senkrecht zur auffallenden Gesichtslinie das zu untersuchende Glas, so wird, falls dasselbe planparallel ist, die Coincidenz der Bilder bleiben, es mag um die Axe der Gesichtslinie gedreht werden, wie man will. Im Falle Abweichung aber vorhanden ist, bringt man durch geeignete Drehung des Glases das Maximum der Ablenkung der Bilder im Horizonte hervor, indem man die Schraube des Micrometers fortwährend in demselben Sinne brauchen muss, und erhält für die Coincidenz wieder eine Ablesung. Heisst der Unterschied beider Ablesungen p, der Brechungsindex des Glases n, so ist der Winkel, den die Glasflächen in der Horizontalrichtung bilden

$$a = \frac{2\,p}{n-1}$$

Statt die Bilder, wie angenommen wurde, nur einmal zusammenzubringen, als sie in äusserster Ausweichung sich befanden, kann besser noch das Maximum der Abweichung nach beiden entgegengesetzten Seiten beobachtet werden. Heisst der Unterschied dieser Ablesungen P, so ist

$$a = \frac{P}{n-1}$$

Wenn $n = 1.5$ gewählt werden darf, wird $a = 2\,P$.

Für den Gebrauch des Instrumentes zur Zeit- und Breitenbestimmung ist zu bemerken, dass dasselbe durch ein passendes Stativ Behufs leichterer Auffindung und Einstellung der für diesen Zweck verwendbaren Sterne unterstützt sein muss. Auch wird ein künstlicher Horizont erfordert. Wenn man sich erinnert, wie man den Sextanten oder ein anderes Spiegelkreisinstrument braucht, um das von dem künstlichen Horizonte reflectirte Bild mit dem direct gesehenen zusammen zu stellen, so hat man eine vorläufige Idee, wie das Micrometer angewendet werden soll.

Denken wir uns für den Fall der Breitenbestimmung zwei Sterne zu beiden Seiten des Zenithes, die nahezu in derselben Zeit culminiren und gleichen Abstand vom Zenith erreichen, so wird es möglich sein, das Bild des einen Sternes von einem der Prismen reflectirt und das vom künstlichen Horizonte reflectirte Bild des anderen Sternes von dem zweiten Prisma reflectirt gleichzeitig im Gesichtsfelde zu sehen, sobald das Rohr, mit den Schienen in der Ebene des Meridians, auf den letzteren Stern gerichtet ist. Durch Drehung des einen Prismas mittelst der Micrometerschraube lässt sich daher auch erreichen, dass die Bilder über einander gehen. Das von dem künstlichen Horizonte reflectirte und das directe Bild befinden sich in diametraler Lage zu einander, und was vorhin in Betreff der Messung zweier Objecte im Horizonte gesagt wurde, gilt also der Hauptsache nach auch für diesen Fall. Es kann nun eintreten, dass die zur Beobachtung kommenden Sterne beide in oberer Culmination oder der eine in oberer, der andere in unterer Culmination stehen. Bezeichnen wir mit φ die Polhöhe, mit δ und δ' die gegebenen Declinationen der Sterne, und lassen wir δ die Declination des südlichen Sternes sein und diesen um Δ näher dem Horizont zu stehen, dann findet für den Stand im Meridian mit Bezug auf die beiden angeführten Fälle statt:

I $\quad \varphi - \delta - \Delta = \delta' - \varphi$, folglich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

$$\varphi = \frac{\delta + \delta'}{2} + \frac{\Delta}{2}$$

$$\text{II} \qquad \varphi - \delta - \Delta = 180 - \delta' - \varphi, \text{ folglich}$$

$$\varphi = 90^0 - \frac{\delta' - \delta}{2} + \frac{\Delta}{2}$$

Man ersieht leicht, dass der Unterschied der Ablesungen des Micrometers für die Coincidenz und für den mittleren Stand der beweglichen Schiene $\frac{\Delta}{2}$ vorstellt, welche Grösse also bekannt ist und damit auch φ. Es können in 4 verschiedenen Haltungen des Instrumentes derartige Beobachtungen vorgenommen werden, und wenn das Rohr um 180° gedreht wird, noch in 4 anderen, welche letzteren indess nichts anderes geben; jene 4 liefern aber paarweise combinirt vom Indexfehler befreite Messungen. Man kann nämlich das Rohr 1) dem Südsterne zu richten, der dann vom Horizonte reflectirt wird, 2) dem Nordsterne und dieser wird vom Horizonte reflectirt, oder das Rohr auf den Horizont richten, so dass 3) der Südstern und 4) der Nordstern reflectirt wird. 1 und 2, 3 und 4 oder auch 1 und 3, 2 und 4 sind diejenigen Zusammenstellungen, welche den Indexfehler eliminiren. Hierbei ist allerdings vorausgesetzt, dass die Messungen schnell genug aufeinander folgen können, sobald man nicht die Höhenänderung ausser Acht lassen darf. Es lässt sich das Arrangement aber auch der Art machen, dass zwei Sterne in einer der angegebenen Lagen, zwei andere in der compensirenden beobachtet werden. Für die Orientirung wird es von Wichtigkeit sein, die den Prismen beigegebenen Schirme zu brauchen, um zeitweise jede Himmelsgegend für sich zu betrachten. Die passirenden Sterne werden im Gesichtsfelde nach derselben Richtung sich bewegen, wenn sie beide in der oberen Culmination sich befinden, nach entgegengesetzter Richtung in dem Falle der oberen und unteren Culmination. Für die richtige Anbringung des Zeichens von $\frac{\Delta}{2}$ in jenen Formeln gilt dieselbe Regel wie in dem Falle der Depression des Horizontes. $\frac{\Delta}{2}$ ist positiv zu nehmen, sobald die Angabe des Micrometers in der ersten und vierten Lage die der zweiten nnd dritten übersteigt, da nach der obigen Annahme von Δ der Winkel, in dem das Auge liegt, ein convexer ist; $\frac{\Delta}{2}$ ist gleich dem halben Unterschiede zweier Ablesungen, die den Indexfehler wegschaffen. Da die Auswahl von Sternen, welche zu einer und derselben Zeit culminiren und zugleich gleiche Höhe erreichen, eine beschränkte ist, in sofern man nicht bis zu den kleinsten herabsteigen kann, dagegen in annähernd gleicher Zeit und etwas mehr unterschiedenen Zenithdistanzen immer passende Objecte sich ohne viele Mühe finden lassen, wie man sich schon aus flüchtiger Ansicht von Sterncatalogen überzeugt, so wird es darauf ankommen, diejenigen Correctionen zu ermitteln, welche wegen der angeführten Verschiedenheiten hinzukommen. Das Instrument ist für die Untersuchung diametraler Punkte bestimmt, daher würde in der vorliegenden Aufgabe der Augenblick zur Beobachtung zu wählen sein, in welchem beide Sterne gleichzeitig ein und denselben Verticalkreis passiren. Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Kenntniss der Rectascensionen, der angenäherten Zeit und der ungefähren Polhöhe erforderlich. Nennen wir $z + \Delta$ die Zenithdistanz des südlichen Sternes, z die des nördlichen für den Moment, in welchem sie im nämlichen Verticale sich befinden, und $15\,t$ und $15\,t'$ die von Süd über West bis 360° gezählten Stundenwinkel, dann finden in den Dreiecken, gebildet aus dem Pole, Zenith und Stern, folgende Relationen statt:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

$$Cos\,(z + \Delta) = sin\,\delta\ sin\,\varphi + cos\,\delta\ cos\,\varphi\ cos\,15\,t$$

O. C. $$Cos\,z = sin\,\delta'\,sin\,\varphi + cos\,\delta'\,cos\,\varphi\ cos\,15\,t'$$

U. C. $$Cos\,z = sin\,\delta'\,sin\,\varphi - cos\,\delta'\,cos\,\varphi\ cos\,15\,t'$$

oder

$$Cos\,(z + \Delta) = cos\,(\varphi - \delta) - 2\,cos\,\delta\,cos\,\varphi\,sin^2\frac{15\,t}{2}$$

O. C. $$Cos\,z = Cos\,(\delta' - \varphi) - 2\,cos\,\delta'\,cos\,\varphi\,sin^2\frac{15\,t'}{2}$$

U. C. $$Cos\,z = cos\,(180^0 - (\varphi + \delta')) + 2\,cos\,\delta'\,cos\,\varphi\,sin^2\frac{15\,t'}{2}$$

Da die Beobachtung in der Nachbarschaft des Meridians stattfindet, so kann mit genügender Genauigkeit die Reihenentwickelung zu Hilfe gezogen und gesetzt werden:

$$z + \Delta = \varphi - \delta + \frac{2\,cos\,\delta\,cos\,\varphi\,sin^2\frac{15\,t}{2}}{sin\,1''\,sin\,(\varphi - \delta)}$$

O. C. $$z = \delta' - \varphi + \frac{2\,cos\,\delta'\,cos\,\varphi\,sin^2\frac{15\,t'}{2}}{sin\,1''\,sin\,(\delta' - \varphi)}$$

U. C. $$z = 180^0 - (\varphi + \delta') - \frac{2\,cos\,\delta'\,cos\,\varphi\,sin^2\frac{15\,t'}{2}}{sin\,1''\,sin\,(\varphi + \delta')}$$

Durch Subtraction ergiebt sich hieraus der Werth von $2\,\varphi$, also auch von φ, nämlich:

I $$\varphi = \frac{\delta + \delta'}{2} + \frac{\Delta}{2} + \frac{cos\,\varphi}{sin\,1''}\left(\frac{cos\,\delta'\,sin^2\frac{15\,t'}{2}}{sin\,(\delta' - \varphi)} - \frac{cos\,\delta\,sin^2\frac{15\,t}{2}}{sin\,(\varphi - \delta)}\right)$$

II $$\varphi = 90^0 - \frac{\delta' - \delta}{2} + \frac{\Delta}{2} - \frac{cos\,\varphi}{sin\,1''}\left(\frac{cos\,\delta'\,sin^2\frac{15\,t'}{2}}{sin\,(\varphi + \delta')} + \frac{cos\,\delta\,sin^2\frac{15\,t}{2}}{sin\,(\varphi - \delta)}\right)$$

Die Bedingung, dass die beobachteten Sterne im Azimute eine um 180° entgegengesetzte Lage haben, wird ausgedrückt durch die Gleichung:

$$\frac{sin\,15\,t\,cos\,\delta}{sin\,(z + \Delta)} = -\frac{sin\,15\,t'\,cos\,\delta'}{sin\,z}$$

Setzen wir den bekannten Unterschied der Rectascensionen $\alpha' - \alpha = t - t' = u$, und demnach $t' = t - u$ in die letzte Gleichung, ebenso auch $t = t' + u$, dann lassen sich t und t' aus den folgenden Gleichungen bestimmen:

$$\frac{sin\,15\,t\,cos\,\delta}{sin\,(z + \Delta)} = -\frac{sin\,15\,(t - u)\,cos\,\delta'}{sin\,z}$$

$$\frac{sin\,15\,(t' + u)\,cos\,\delta}{sin\,(z + \Delta)} = -\frac{sin\,15\,t'\,cos\,\delta'}{sin\,z}$$

Werden nämlich $sin\,15\,(t - u)$ und $sin\,15\,(t' + u)$ in die Sinus und Cosinus der einzelnen Winkel aufgelöst und die Gleichungen durch $cos\,15\,t$ resp. $cos\,15\,t'$ dividirt, dann erhält man:

$$tg\,15\,t = \frac{\frac{cos\,\delta'\,sin\,(z + \Delta)}{cos\,\delta\,sin\,z}\,sin\,15\,u}{\frac{cos\,\delta'\,sin\,(z + \Delta)}{cos\,\delta\,sin\,z}\,cos\,15\,u + 1}$$

$$tg\,15\,t' = -\frac{\frac{cos\,\delta\,sin\,z}{cos\,\delta'\,sin\,(z + \Delta)}\,sin\,15\,u}{\frac{cos\,\delta\,sin\,z}{cos\,\delta'\,sin\,(z + \Delta)}\,cos\,15\,u + 1}$$

Um t und t' hieraus berechnen zu können, müssen eigentlich die Grössen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

$z + \Delta$ und z gegeben sein; indess ist es ausreichend dafür $\varphi - \delta$ und $\delta' - \varphi$, oder bei *U. C.* $\varphi - \delta$ und $180^0 - (\varphi + \delta')$ anzunehmen. Es sind also die Grössen

$$\frac{\cos \delta' \sin (\varphi - \delta)}{\cos \delta \sin (\delta' - \varphi)} \text{ oder } \frac{\cos \delta' \sin (\varphi - \delta)}{\cos \delta \sin (\varphi + \delta')} \; (U.\ C.)$$

zu substituiren. Wird für diesen Quotienten das Zeichen q gewählt, dann ist die Ermittelung der Stundenwinkel auf die Berechnung der folgenden Ausdrücke zurückgeführt.

$$tg\, 15\, t = \frac{q \sin 15\, u}{q \cos 15\, u + 1}$$

$$tg\, 15\, t' = - \frac{\frac{1}{q} \sin 15\, u}{\frac{1}{q} \cos 15\, u + 1}$$

Zur Vorausberechnung der Sternzeit, in welcher die Coincidenz beobachtet werden muss, dient eine der Relationen:

$$\tau = \alpha + t$$
$$\tau = \alpha' + t'$$

Die vorgezeichnete Methode, die Polhöhe zu bestimmen, setzt durchaus nicht genaue Kenntniss der Refraction voraus, da die Objecte ziemlich in gleicher Höhe sich befinden. Die Berücksichtigung der mittleren Refraction wird auch in den Fällen ausreichen, in welchen der Unterschied der Zenithdistanzen zur äussersten Grenze des Messbaren gehört.

Zum Verständniss, wie mittelst des Apparates Zeitbestimmungen gemacht werden können, möge das Folgende beitragen.

Wenn das Instrument in ein horizontales Lager gelegt wird, so dass das Rohr die Richtung des ersten Verticals einnimmt, wenn ferner dasselbe um seine Axe gedreht wird, so werden Bilder von Sternen, die gerade dem Meridiane angehören, im Gesichtsfelde entstehen. Stellt man nun einen künstlichen Horizont unter das Objectivende, so erhält man bei gewisser Drehung das von dem Horizonte reflectirte Bild eines Meridianobjectes, von einem der Prismen hervorgebracht, während von dem anderen ein directes Bild desjenigen Objectes entworfen wird, das mit ersterem in gleichem Zenithabstande sich befindet. Durch Nachbewegen des ganzen Instrumentes, durch Drehen des Rohres und durch den Gebrauch der Micrometerschraube gelingt es, die Passagen zweier solcher Sterne zu verfolgen und sie während einiger Zeit wieder zusammenzustellen, sobald sie vermöge ihres scheinbaren Marsches am Himmel sich getrennt haben. Ganz wie im vorher besprochenen Falle lassen sich derartige Beobachtungen in vier verschiedenen Haltungen des Instruments vornehmen; es wird in jeder der Lagen von Ost nach West oder West nach Ost entweder der Nord- oder Südstern zur Reflexion von dem dazu gestellten Horizonte benutzt werden können. Bezeichnen wir diese Lagen durch 1 : Obj. Ost, Horiz. Süd, 2 : Obj. West, Horiz. Süd, 3 : Obj. West, Horiz. Nord, 4 : Obj. Ost, Horiz. Nord; alsdann geben 1 und 2, 3 und 4, 1 und 3, 2 und 4 combinirt vom Indexfehler unabhängige Beobachtungen. Die Coincidenz zweier Sterne kann durch das Micrometer beliebig oft beobachtet werden, wenn zur beobachteten Uhrzeit nur immer die Ablesung des Micrometers hinzugefügt wird, und man erlangt hiermit das Analoge, was beim Passageninstrumente den Beobachtungen an den verschiedenen Fäden entspricht. Gewissermassen sind also die Verstellungen die Fädenintervalle. Gehören beide Sterne der oberen Culmination an, so gehen dieselben von entgegengesetzten Seiten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch das Gesichtsfeld, bewegen sich daher relativ zu einander schneller, welches eine schärfere Zeitbestimmung giebt, als im Falle verschiedener Culmination, obgleich auch hier der dem Pole nähere Stern von dem anderen leicht überflügelt wird.

Was die Reduction der Beobachtungen betrifft, so hat man auf zwei Punkte zu achten. Erstens kommt es darauf an, die Zeit in Betracht zu ziehen, zu welcher beide Sterne, wenn sie, wie es gewöhnlich der Fall ist, nicht gleiche Rectascensionen haben, ein und denselben Vertical, natürlich dem Meridiane benachbart, passiren. Zweitens muss die Zeitdifferenz, die einer bestimmten Verschiebung des Micrometers entspricht, abgeleitet werden.

In Bezug auf den ersten Punkt darf man nur einen der oben schon angeführten Ausdrücke für $tg\ 15\ t$ und $tg\ 15\ t'$ berechnen, also:

$$tg\ 15\ t = \frac{q \sin 15\ u}{q \cos 15\ u + 1}$$

Wenn daher die Prismen gerade ihrer Mittelstellung entsprechen, und der Augenblick angemerkt wurde, in welchem die beiden Sterne zusammenkamen, dann wird die Uhrcorrection c aus der Rectascension, dem Stundenwinkel und der notirten Zeit τ gefunden durch die Gleichung:

$$c = \alpha + t - \tau$$

Wir lassen vorläufig die Voraussetzung gelten, dass die Mittelstellung bekannt ist, und es soll zweitens die Correction ermittelt werden, welche nothwendig wird, wenn die Sterne ihren Ort aus der erst beobachteten Lage ändern. Sie beginnen wegen ungleicher Declination mit verschiedener Schnelligkeit auseinander zu laufen, und es soll angenommen werden, dass sie x Secunden nach der Coincidenz, der südliche um den Winkel $15\ p$, der nördliche um $15\ p'$, sich entfernt haben. Dann werden die Relationen statthaben:

$$x = \frac{p}{\cos \delta}$$

$$x = \frac{p'}{\cos \delta'} + \frac{15^2 \sin^2 1'' p'^3}{6 \cos^3 \delta'} + \frac{3 \times 15^4 \sin^4 1'' p'^5}{40 \cos^5 \delta'}$$

Für den südlichen Stern genügt ein Glied der Näherungsreihe hinlänglich, welches für den anderen nicht ausreichend ist, sobald er dem Pole nahe ist. Es tritt zu den angeführten Gleichungen noch eine hinzu, worin a die für die abermalige Coincidenz nöthig gewordene Verschiebung des Micrometers in Zeit-Secunden ausgedrückt bedeuten soll, nämlich:

$$p \pm p' = 2\ a$$

Das obere Zeichen bezieht sich auf Sterne von gleicher Culmination, das untere auf solche, die in verschiedener Culmination sich befinden. Aus den oberen Gleichungen folgt:

$$\frac{p}{\cos \delta} = \frac{p'}{\cos \delta'} + \frac{15^2 \sin^2 1'' p'^3}{6 \cos^3 \delta'}$$

Wird zu beiden Seiten $\frac{p'}{\cos \delta}$ addirt resp. subtrahirt, so ist

$$\frac{p \pm p'}{\cos \delta} = \frac{2\ a}{\cos \delta} = \frac{(\cos \delta \pm \cos \delta')\ p'}{\cos \delta \cos \delta'} + \frac{15^2 \sin^2 1'' p'^3}{6 \cos^3 \delta'}$$

Kehren wir, um den Werth von p zu ermitteln, diese Reihe um und setzen $2\ a \mp p = p'$, so finden wir:

$$x = \frac{p}{\cos \delta} = \frac{2\ a}{\cos \delta \pm \cos \delta'} \pm \frac{15^2 \sin^2 1''\ (2\ a)^3 \cos \delta'}{6\ (\sin \delta \pm \cos \delta')^4}$$

Sind nun mehrere derartige Passagen zu den Zeiten $\tau\ \tau_{,}\ \tau_{,,} \ldots$ beobachtet, wofür die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aus den Verschiebungen hervorgehenden $a\ a_{,}\ a_{,,}$ .. die Intervalle $x\ x_{,}\ x_{,,}$ .. durch Rechnung liefern, dann werden die Uhrcorrectionen dargestellt durch die Ausdrücke:

$$\begin{array}{c} \alpha + t - (\tau - x) \\ \alpha + t - (\tau_{,} - x_{,}) \\ \alpha + t - (\tau_{,,} - x_{,,}) \\ \vdots \qquad \vdots \end{array}$$

Es wird daher für das Mittel der Zeiten $\tau\ \tau_{,}\ \tau_{,,}$ .. bei n Beobachtungen die Correction der Uhr aus der Gleichung hervorgehen:

$$\alpha + t - \frac{1}{n} \Sigma (\tau - x) = c$$

worin die Summe (Σ) auf alle $\tau - x$ sich erstreckt.

In dem Vorhergehenden wurde die Kenntniss der Mittelstellung der Prismen oder des Indexfehlers vorausgesetzt. Ist diese Correction unbekannt, so muss in zwei der als compensirend bezeichneten Lagen beobachtet werden; jede dieser wird einige Beobachtungen ergeben. Berechnen wir aus jeder dieser zwei Gruppen eine mittlere Gleichung, und vereinigen beide Gleichungen zum Mittel, so erhalten wir das Resultat frei vom Indexfehler. Hierbei ist zu bemerken, dass in der Gleichung für x den Gliedern der dritten Ordnung eine genäherte Indexangabe beigegeben werden muss. In den meisten Fällen wird jedoch dieses Glied entbehrt werden können, alsdann macht sich die Entwickelung leicht. Bezeichnen wir die unbekannte Ablesung für die Mittelstellung der Prismen durch o, die Ablesung für die Coincidenzen in einer Lage des Instruments durch $A\ A_{,}\ A_{,,}$ .. und in der anderen Lage durch $B\ B_{,}\ B_{,,}$ . ., in Zeit ausgedrückt, dann sind die einzelnen Werthe der Uhrcorrection die folgenden:

$$\begin{array}{c} \alpha + t - \left(\tau - \frac{2(o - A)}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) \\ \alpha + t - \left(\tau_{,} - \frac{2(o - A_{,})}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) \\ \alpha + t - \left(\tau_{,,} - \frac{2(o - A_{,,})}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) \\ \vdots \qquad \vdots \\ \alpha + t - \left(\tau' - \frac{2(B - o)}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) \\ \alpha + t - \left(\tau'_{,} - \frac{2(B_{,} - o)}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) \\ \alpha + t - \left(\tau'_{,,} - \frac{2(B_{,,} - o)}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) \\ \vdots \qquad \vdots \end{array}$$

Der Endwerth für die Uhrcorrection wird also werden:

$$\alpha + t - \left(T - \frac{B - A}{\cos\delta \pm \cos\delta'}\right) = c$$

worin die Zeichen T, B und A die Mittelwerthe vorstellen sollen. Es ist noch zu erwähnen, dass die Rectascensionen bereits in Bezug auf die tägliche Aberration verbessert gelten, wodurch den aus den Tafeln entnommenen Werthen jener die Correction zukommt:

$$\begin{array}{c} O\ C \\ U\ C \end{array} \pm \overset{s}{0.021} \cos\varphi \sec\delta$$

Die Beobachtungen selbst werden nicht zu viel Zeit in Anspruch nehmen, da man nach stattgehabter Zusammenkunft das Micrometer etwas zu verstellen hat, die nächste Zeit der Zusammenkunft abwartet, notirt, und die Theilung nicht immer vollständig, sondern meistens wohl nur auf der Trommel abzulesen braucht; während

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine kleine Drehung des Rohres ausreicht, um der kleinen Höhenänderung der Sterne nachzukommen. Geräth eine Beobachtung nicht, so kann sofort eine neue angestellt werden, indem man ein wenig die Micrometerschraube dreht. Ueber das Arangement der Beobachtungen liesse sich noch Manches sagen, so z. B. kann der aus den Zeitbestimmungen hervorgehende Indexfehler der Bestimmung der Polhöhe zu Grunde gelegt werden und umgekehrt, indess möchte das Wesentlichste hervorgehoben sein.

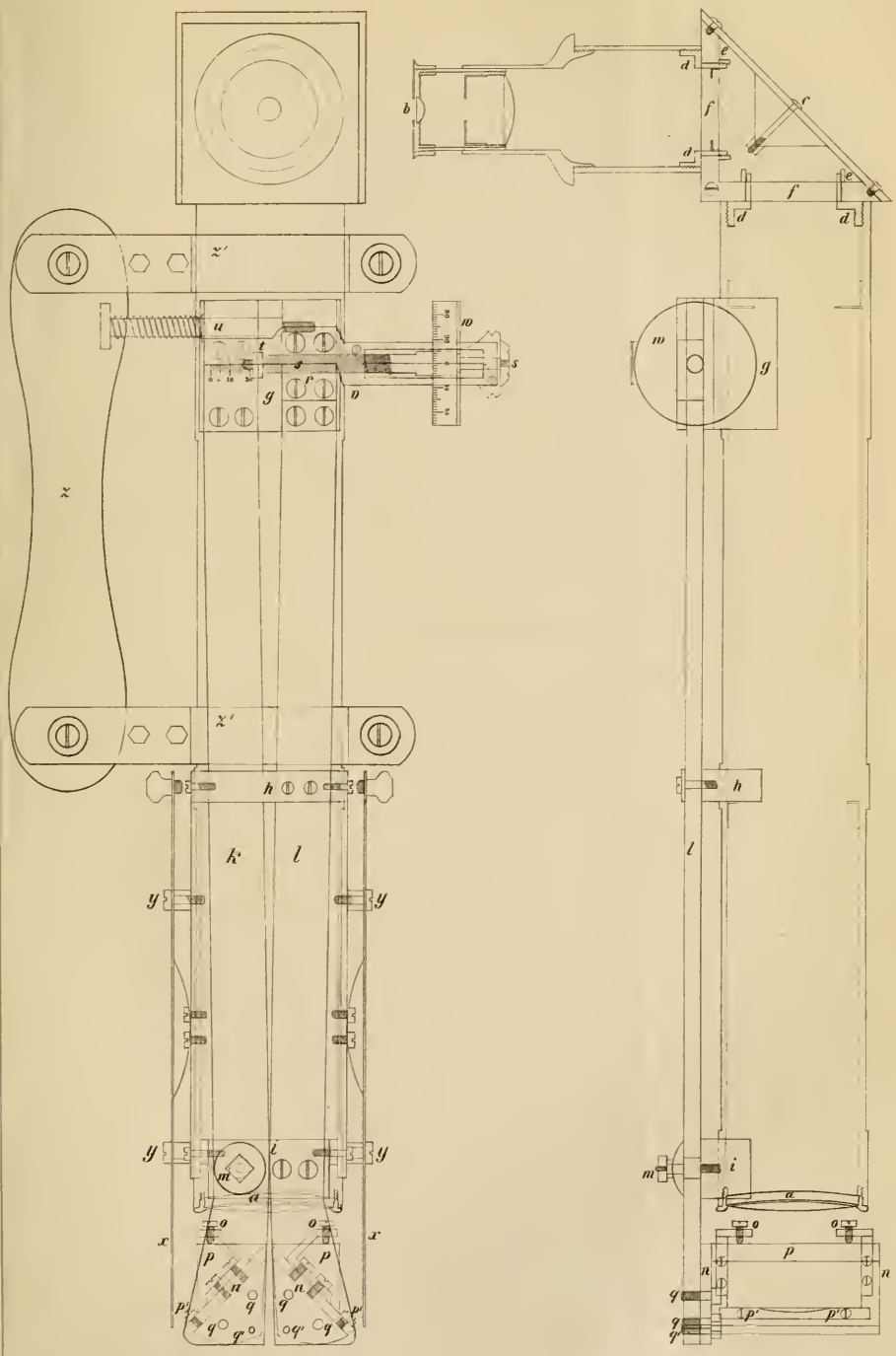
Verbesserung. Seite 8, letzte Zeile lies:

$$D=(2-c)\,1.079\sqrt{h}-(2-c)^2p'+(2-c)\sqrt{[1.165H-2(2-c)\,1.079p'\sqrt{h}+(2-c)^2p'^2]}$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1. Fig. 2.

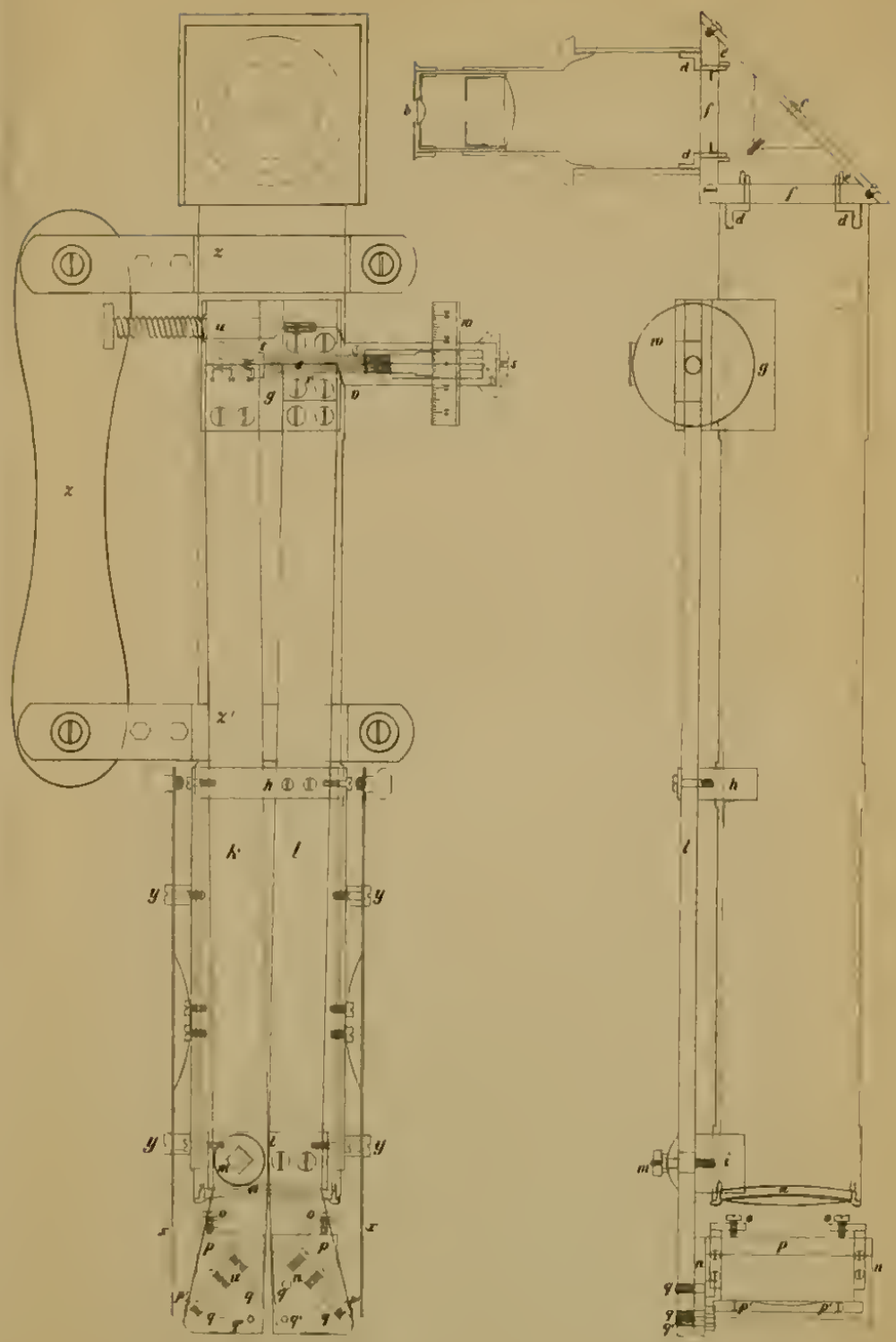
(1/2 natürl. Grösse.)



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1.

Fig. 2.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig

Jahr/Year: 1864

Band/Volume: NF_1_2

Autor(en)/Author(s): Stapff Friedrich Moritz

Artikel/Article: Das Depressions -Micrometer, ein neues Instrument zur Messung der Depression des Horizontes 1-16