stein seine Gleichungen specialisirt hat (seine Nummern (6) und (7)) ist I die Aequatorhöhe, und es wird

$$H = \pm \delta.$$

Dazu würde aus I. II. oder I* II* λ gefunden, welches als Collimationsfehler figurirt; man müßte also, um aus der beobachteten Uhrzeit diejenige des Durchgangs durch den Meridian zu finden, zu der ersteren hinzulegen — außer den von Azimut und Neigung herrührenden Gliedern von der Form

$$a \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + b \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} \text{ oder } m + n \operatorname{tg} \delta, -$$

die folgende GröÙe mit ihrem algebraischen Zeichen:

$$\text{Im Falle Prisma Ost} \dots + \frac{1}{15} \lambda \operatorname{Sec} \delta$$

$$\text{Prisma West} \dots - \frac{1}{15} \lambda \operatorname{Sec} \delta$$

wo δ in den letzten Ausdrücken durch den Pol gezählt ist.

Aehnlich würde man bei der Aufstellung im ersten und letzten Vertikal anzubringen haben

$$\pm \frac{1}{15} \frac{\lambda}{\sin \varphi \cos h}$$

u. s. w.; die Untersuchung des dem Prisma als Durchgangsinstrument Eigenthümlichen ist aber erschöpft, sobald man λ kennt; die Verbesserung des Beobachtungsmomentes mit Hülfe dieser GröÙe ist ebenso, wie bei andern Fernröhren die Correction wegen des Collimationsfehlers.

In dem ganz allgemeinen Fall, wo die reflectirende Ebene des Prisma's in einem völlig beliebigen gröÙten Kreis aufgestellt ist, findet man H aus dem sphärischen Dreieck zwischen dem Weltpol (oder Zenit), dem beobachteten Stern und dem Punkte, nach welchem eine Gerade gerichtet ist, die in der spiegelnden Ebene vom Beobachter aus so gezogen ist, daß sie die beiden in derselben liegenden Kanten senkrecht schneidet: es ist die dem ersten der drei genannten Punkte gegenüberliegende Seite.

Seidel.

Schreiben des Herrn Prof. v. Steinheil an den Herausgeber. Ueber das Passageprisma.

Sie erinnern sich wohl noch daß ich Ihnen auf die ersten Mittheilungen über das Dipleidoskop hier sogleich vorgeschlagen habe ein Prisma statt desselben anzuwenden. Die Gründe, welche zu Gunsten des Prisma's damals sprachen haben sich seitdem bei näherer Betrachtung bewährt. Man erlangt in der That dadurch ein so einfaches Beobachtungsmittel, daß es wünschenswerth wird dasselbe nicht bloß zu technischen Zwecken — wie ich im Kunst- und Gewerbeblatt 1845 vorgeschlagen habe — sondern auch in der edeln Meßkunst eingeführt zu sehn. Der Gedanke von *Bloxam* durch conträre Bewegung die Bilder Eines Gegenstandes zu messen scheint mir so schön daß er auch für die Wissenschaft fruchtbar gemacht werden sollte. Dazu dürfte aber ein einfacher Apparat als das Dipleidoskop nöthig werden. Denn wer wollte es unternehmen eine vollständige Theorie des Dipleidoskops zu geben? Anders ist es bei dem Glasprisma. Hier bleiben die Betrachtungen welche den Lichtstrahl von Brechung zu Brechung verfolgen im Ganzen noch einfach, besonders wenn alles auf die Reflexionsebene des Prisma's selbst bezogen wird. Dies scheint überhaupt um so nöthiger, als das Instrument sonst auf den Gebrauch im Meridian beschränkt wäre, während es doch auch sehr wohl dazu dienen kann corresp. Höhen damit zu nehmen wie Sie gezeigt haben, oder auch im ersten Verticale aufgestellt nach *Bessel's* Methode Polhöhenbestimmungen zu geben. Eben so wesentlich als die unbeschränkte Anwendung des Instrumentes in jedem gröÙten Kreise scheint mir auch ein einfaches Mittel die Abweichungen des Glasprisma's von seiner idealen Gestalt zu ermitteln. Denn wenn zur Auffindung der kleinen Correctionen wirklich Kreis-

theilungen und Niveau unerläßlich wären, so würde das Instrumentchen sein charakteristisches Merkmal die Einfachheit wieder verlieren und damit sicherlich auch die Brauchbarkeit in den meisten Fällen. Aber dem ist nicht also. Ich glaube daher daß Sie ungeachtet der sehr verdienstlichen Arbeit des Herrn *Hornstein* über diesen Gegenstand, doch aus der Theorie des Instrumentes wie sie mein Freund Dr. *Seidel* schon vor mehr als einem Jahre entwickelt hat, mit Interesse entnehmen werden, nicht nur die GröÙe der Reduction auf die Reflexionsebene für jede Neigung der Gesichtslinie sondern auch diejenigen Anwendungen des Instrumentes, durch welche der Einfluß dieser Fehler auf die Beobachtung eliminiert wird, endlich aber die Vorschrift, welche über das Zeichen der Correction in jedem Falle entscheidet. Ich werde diese Arbeit einige Angaben beifügen, wie man bloß mit Zuziehung des Lothes die drei benannten Aufstellungen bewirken, die noch restirenden Abweichungen ermitteln und endlich die Fehler des Prisma ohne Winkelmessinstrument aus den optischen Eigenschaften des Prisma's bloß mit Zuziehung eines Maßstabes finden kann. Scheint Ihnen die Mittheilung geeignet für Ihr Blatt, so stelle ich dieselbe zu Ihrer Disposition.

Das Loth zur Berichtigung des Passage-Prisma's, soll ein Metalldraht sein, welcher oben an einem horizontalen Arme befestigt ist (der um die senkrecht eingebaute Schraube dreht, welche ihn etwa an dem Fensterstock oben festhält), und unten ein Metallgewicht trägt, was in ein mit Wasser gefülltes Glas taucht. Durch Drehung des Armes kann das Azimut des Lothes geändert werden und das Wasser bewirkt rasche Beruhigung. Um das Loth noch zum Messen der Abweichung

von der Verticale benutzen zu können, muß der Durchmesser des Drahtes bekannt seyn. Man findet ihn leicht dadurch, daß man um einen Bleistift so viel Umwindungen fest neben einander aufwindet, als ein Theil des Maßstabes beträgt dessen man sich bedienen will.

Soll nun das Passageprisma im Meridian und zwar an einem Fenster aufgestellt werden, so verzeichnet man mit der genäherten Kenntniß der Zeit durch die Schattenlinie des Fensterstockes zur Zeit des Mittags die Richtung des Meridians, auf dem Fensterbrett, schneidet dann in der für die Beobachtung geeigneten Höhe eine kleine zum Meridian parallele Fläche in einer der senkrechten Fensterstocksäulen und schraubt in diese die Holzschraube des Instrumentchens bis die Flanche fest aufsitzt und die Correctionsfedern des Stativs horizontale und verticale Lage haben. Nun wird das Prisma an der Säule gedreht daß die Einsicht nach dem Beobachter und zugleich nach der Mitte zwischen dem höchsten und niedrigsten zu beobachtenden Objecte gerichtet ist. Jetzt wird der Arm welcher das Loth trägt oben am Fensterstocke befestigt, und so gedreht daß das direct gesehene Bild des Fadens und das reflectirte sich schneiden. Dies wird immer Statt finden, wenn die Reflexionsebene des Prisma's nicht vertical ist. Sie vertical zu stellen bewege man die Schraube in der Stativfeder welche die Neigung des Instrumentes ändert, bis die 2 Bilder des Fadens so weit man es beurtheilen kann, parallel sind. Das Azimut des Lothes wird nun geändert bis die beiden Fadenbilder sich heliometrisch der ganzen Länge nach tangiren oder einen sehr schmalen Zwischenraum lassen. Will man hiebei unabhängig werden von der pyramidalen Abweichung des Prisma, so benutze man das äußere Reflexbild der Reflexionsfläche. Man wird nun 2 Lothfäden anwenden müssen und diese 2 Lothe in gleichem Abstände von der Reflexionsebene aufhängen, so daß das auf der einen Seite des Prisma's befindliche direct gesehene Loth mit dem Bilde des äußern reflectirten 2ten Lothes zusammenfällt oder mit ihm parallel ist.

Beabsichtigt man den etwa noch bleibenden Fehler in Rechnung zu ziehen, so bringe man die Bilder der 2 Fäden in horizontaler Richtung zur Berührung und schätze in einer nach dem Maßstabe bekannten Höhe am direct gesehenen Lothfaden den Abstand der Bilder in Fadendicken. Sei diese Höhe = h , die Fadendicke = d , die Anzahl der geschätzten Fadendicken = m , so findet man die Neigung der Reflexionsebene $b = 6875'' \frac{md}{h}$ in Zeitsecunden, wobei das Zeichen oder die Richtung der Neigung aus der Abweichung des reflectirten Bildes erkannt wird. Ist in dieser Art die Neigung berichtigt und aus der Tafel die Collimation wegen Winkelungleichheit und pyramidalen Abweichung entnommen, welche in unserem Falle mit *Secd* zu multipliciren ist, so findet sich

das Azimut wie bei dem Passageinstrument aus der Beobachtung in Declination möglichst verschiedener Sterne und kann dann mittelst der Azimutalschraube an der Stativfeder vermindert oder hinweggeschafft werden ohne die Neigung zu ändern.

Sollte man vorziehen die Collimation durch Umlegen des Prisma's, wie es in der Theorie aufgeführt ist, mit Zuziehung einer zweiten Beobachtung zu eliminiren, so findet man dazu am Instrumentchen die Vorrichtung. Es wird nämlich bloß die am Prismenträger befindliche gerändelte Schraube gelöst, das Prisma mit Schlitten herausgezogen, in der Reflexionsebene um 180° umgedreht, wieder eingeschoben, und durch die Schraube geklemmt.

Beabsichtigt man aber das Instrumentchen zu correspondirenden Höhen anzuwenden, so muß seine Aufstellung in solcher Art bewirkt werden, daß die Kanten des Prisma's senkrecht auf die Ebene des Meridians stehn und die Reflexionsebene diejenige Neigung hat bei der die Coincidenzen beobachtet werden sollen. In der bezeichneten Lage wird das Instrumentchen beiläufig auf den untern horizontalen Theil des Fensterstockes so festgeschraubt, daß die Eine Correctionsfeder im Meridian liegt. Zur Berichtigung der Lage benöthigt man ein 2tes Loth im Meridian, aufgehängt zwischen Beobachter und Passageprisma. Das Bild dieses Lothes wird sichtbar im Prisma, wenn das Auge normal zur äußern Reflexionsebene des Prisma's steht. Man fixirt jetzt in dieser Lage eine Einsicht so daß die 2 direct gesehenen Lothe sich decken. Dabei werden im Prisma 2 Bilder des dem Beobachter nächsten Lothes sichtbar. Durch Drehen des Prisma's um die Säule des Stativs und durch Neigen der Prismenaxe wozu die Eine Stativfeder dient, kann nun bewirkt werden, daß die 2 im Prisma gesehenen Bilder des Lothes unter sich und mit dem äußern Lothe coincidiren, d. h. in Eine Gerade zusammenfallen, wobei die obige Bedingung über die Lage des Prisma's erfüllt ist. In dieser Aufstellung verschwindet der Einfluß der Winkelungleichheit, dagegen bleibt die Beobachtung und die Aufstellung von der pyramidalen Abweichung abhängig. Aus der Theorie wird man sich die Vorschrift zu ihrer Berücksichtigung ableiten können, wenn es wünschenswerth erscheinen sollte.

Der Gebrauch des Passageprisma's im ersten Vertical zur Polhöhenbestimmung setzt eine freie Aussicht über das Zenit voraus und kann daher nicht wohl in einem Fenster vorgenommen werden. Eine freistehende Säule in welcher das Instrument so eingeschraubt wird, daß die Axe des Stativs horizontal von Nord nach Süd geht, dürfte dazu geeignet seyn. Hier soll die Reflexionsebene senkrecht auf dem Meridian stehn und die Prismenkanten nahe horizontal liegen. Ein Loth in Osten aufgehängt dient die Neigung der Reflexionsebene gegen den Horizont zu berichtigen. Ein Loth in Süden zwischen

Beobachter und Prisma diese Ebene in den ersten Vertical zu bringen, wobei wie bei der Aufstellung zu correspondirenden Höhen das Auge normal zur Reflexionsebene steht und die im Prisma gesehenen Bilder des Lothes unter sich und mit dem Meridian in Coincidenz gebracht werden. Die Collimation λ wird hier aus der Tafel entnommen und mit

$\text{Cosec } \varphi \text{ Cos } \epsilon$ multiplicirt.

Zum Schlusse endlich habe ich noch anzuführen, wie der pyramidale Fehler und die Winkelungleichheit des Prisma's ermittelt werden.

Die Winkelungleichheit des Glasprisma ist dadurch zu erkennen, daß von einem entfernten Objecte das äußere Reflexbild auf der Reflexionsfläche und das innere Reflexbild bei welchem der Strahl 2malige Brechung erleidet nicht zusammenfallen. Dies zeigt sich leicht, wenn man das Prisma senkrecht hält und Eine der gleichwinklichten Kanten so gegen das Auge richtet, daß man aufsen auf der Reflexionsfläche ein entferntes senkrechtes Object etwa eine Thurmspitze gespiegelt sieht. Dabei soll der Reflexionswinkel nur etwa 20° seyn. Man wird jetzt auch auf der andern Seite von der Kante ein Bild der Thurmspitze gewahr werden. Dieses ist das innere Reflexbild. Um beide in Bezug auf Coincidenz zu vergleichen nähert man das Auge der Kante des Prisma's und theile das einfallende Licht bis beide Bilder gleich hell heliometrisch über einander gesehen werden. Liegt das innere Reflexbild weiter von dem Gegenstande ab, so ist der kleinere Winkel des Prisma's dem Auge zugekehrt. In diesem Falle werden die beiden Bilder leichter getrennt erscheinen, als in der entgegengesetzten Lage des Prisma's. Der Abstand dieser 2 Bilder ist nicht constant, sondern wächst mit dem äußern Reflexionswinkel. Er erreicht sein Maximum beim Minimum der Helligkeit des innern Reflexbildes, wenn die äußeren Reflexionswinkel etwa 40° betragen. Diese Eigenschaft dient zum Maasse der Winkelungleichheit.

Man wähle zu ihrer Bestimmung ein entferntes Object von circa 20 bis 30 Minuten Durchmesser etwa einen entfernten Fensterstock, dessen Angularwerth bekannt ist oder durch Abmessung des Durchmessers und Abstandes bekannt wird. Nun stelle man das Prisma senkrecht mit der Grundfläche auf eine Ebene (Tisch &c.) die durch das Object geht, lege ein Lineal an die Reflexionsfläche und drehe bis diese Reflexionsebene durch das Object führt. Die Richtung zeichne man längs des Lineals mit einer Linie. Nun drehe man Lineal und Prisma so, daß der Reflexionswinkel wächst bis das doppelt gesehene Bild des Objectes (Fensters) sich helio-

metrisch tangirt; auch diese Richtung des Lineals bezeichne man durch einen Strich und berechne aus der Figur den Winkel um welchen das Prisma gedreht hat. War 2ζ der Winkel des Objectes (Fensters); η der Winkel um welchen das Prisma drehte, so ist der Unterschied der beiden brechenden Winkel des Prisma's 2μ . Dieser Werth bestimmt sich aus dem Ausdruck

$$\mu = \zeta \frac{k \cdot \cos(\eta + s)}{\sqrt{1 - k^2 \sin(\eta + s)^2} - 1}$$

wobei $2s$ der der spiegelnden Fläche gegenüberliegende Winkel des Prisma's und $k = \frac{1}{n}$ dem reciproken Werthe des Brechungsindex für das Glas ist

Beispiel. Der Durchmesser eines nach dem Plane von München 1810 Fufs entfernten Thurmes beträgt 19.9 Fufs. Er erscheint daher unter dem Winkel $2\zeta = 30'$. Die Drehung des Prisma's fand sich 27° , ferner ist $s = 45^\circ$ und $k = \frac{2}{3}$, womit sich ergibt:

$$2\mu = 10'84 \text{ Minuten.}$$

Messung am Theodolit giebt $2\mu = 10'7$.

In ähnlicher Weise läßt sich die pyramidale Abweichung des Prisma's oder der Winkel x bestimmen, welchen die (nahe) rechtwinklichte Kante mit der Reflexionsebene bildet. Diese Gestaltabweichung bewirkt, daß das direct gesehene und das innen reflectirte Bild stets einen Abstand behalten. Dieser Abstand ist ein kleinster, wenn die Verbindungslinie der beiden Bilder parallel mit der Reflexionsebene ist. Das absolute Minimum des Abstandes findet Statt, wenn die Gesichtslinie zugleich senkrecht auf der Axe des Prisma's steht. Je mehr aber die Brechungskanten in der Reflexionsebene gegen die Gesichtslinie geneigt werden, desto größer wird dieser kleinste Abstand der Bilder. Diese Eigenschaft kann daher in gleicher Weise wie bei der Winkelungleichheit benutzt werden ein entferntes Object von bekanntem Durchmesser zur heliometrischen Berührung zu bringen und dann aus dem Neigungswinkel der Brechungskanten gegen die Gesichtslinie den Werth von x zu berechnen, wozu die Theorie im Ausdrucke Nr. III. die Vorschrift giebt. Man findet

$$\varphi = \frac{\Delta k \cdot \cos H}{\cos s (\sqrt{1 - k^2 + k^2 \cos^2 s^2 \cos H^2} - k \cos s \cos H)}$$

wo 2Δ der scheinbare Durchmesser des gewählten Objectes ($90^\circ - H$) die Neigung der Gesichtslinie gegen die Brechungskanten und $\varphi = x \tan s$ ist, s und k aber die obige Bedeutung haben. Da der vorliegende Fall dem für die Bestimmung der Winkelungleichheit durchgeführten ganz ähnlich ist glaube ich ihn hier nicht weiter verfolgen zu müssen.

Steinheil.