

und die Weiterrechnung hiemit gibt statt (12):

$$u + u' = 2h \cos \beta - k' \frac{\sin(\varphi - \psi)}{\sin \psi} \quad (14)$$

Bei den Prismen, welche zu mathematischen Instrumenten verwendet werden, ist der Pyramidalfehler k' jedenfalls viel kleiner als die Neigungen u u' und h , welch letztere auch bei berichtigten Instrumenten 5'—10' betragen können, während k' unter 1' gehalten werden kann. Wir werden daher den Pyramidalfehler k' des Prismas nicht weiter berücksichtigen.

Aehnlich wie dieser Pyramidalfehler wirkt auch die Combination der Unsymmetrie δ des Prismas (vgl. Fig. 1. S. 252) mit den Neigungsfehlern. Die Berücksichtigung der Unsymmetrie δ in den Gleichungen (7) und (8) würde nur Correctionsglieder von der Ordnung $n \delta$ ergeben, welche zu vernachlässigen sind.

§ 53. Der Prismenkreis von Steinheil.

Der Erfinder dieses Instruments hat dasselbe durch eine Abhandlung in den Astronom. Nachrichten, 11. Band (1834) S. 43 u. ff. eingeführt, aus welcher wir Folgendes citiren:

„Der in dem Berliner Jahrbuch für 1830 enthaltene schöne Aufsatz des Herrn Professor Encke über Spiegelsextanten, und das ungünstige Ergebniss einer genauen Prüfung dieses wichtigen Instrumentes in demselben, hat mich seiner Zeit veranlasst nachzudenken, ob nicht diesen Mängeln zu begegnen wäre. Es schien mir der grösste Fehler des Sextanten darin zu liegen, dass die Undeutlichkeit des doppelt reflectirten Bildes mit der Grösse des zu messenden Winkels zunimmt. Ein zweiter Mangel desselben ist, dass er nicht auf alle Winkel angewendet werden kann. Diese Fehler sind aber so wesentlich mit Newtons Princip der Reflexion verknüpft, dass man, um sie zu heben, genöthigt ist, von jenem Princip abzugehen.“

Steinheil construirt nun sein neues Instrument durch Uebereinandersetzen zweier rechtwinklig-gleichschenkliger Glasprismen, deren Hypotenusen-ebenen wie ebene Spiegel wirken. Die gegenseitige Drehung beider Prismen wird auf einem Theilkreis gemessen.

Was dann die unvermeidlichen Formfehler der Prismen (Unsymmetrie) betrifft, so hat Steinheil die daraus entspringenden Winkelmessungsfehler dadurch eliminirt, dass er zwei wenigstens unter sich ganz gleiche Prismen sich durch Zerschneiden eines Prismas von doppelter Höhe verschaffte, und diese beiden Prismen symmetrisch anwandte. (§ 51. S. 253.)

Trotz dieses sinnreichen Gedankens und des Vorzugs der Winkelmessung in der Gegend von 180° ist der Steinheil'sche Prismenkreis bis heute nicht zu allgemeiner Anwendung in der Praxis gelangt, wahrscheinlich deswegen, weil man bei der elegantesten Anwendung desselben das Fernrohr weder nach dem einen noch nach dem anderen Zielpunkt, sondern in der Mitte zwischen beiden hindurch zu richten hat, was allerdings

etwas unbequem, aber nach unseren Erfahrungen auch beim Gebrauch in freier Hand durchaus nicht absolut hinderlich ist.

Auf Grund des in unserer hannoverschen geodätischen Sammlung befindlichen Exemplars eines Steinheil'schen Prismenkreises (welches jedoch nicht Steinheil-Ertel'sches Original, sondern Meyerstein'sche Construction ist) und mit theilweiser Benützung der Zeichnung desselben aus „Hunäus, die geometrischen Instrumente“ S. 520, erhalten wir folgende Beschreibung der mechanischen Einrichtung des Instrumentes (vgl. Fig. 1. und 2.).

Fig. 1*). Prismenkreis von Steinheil.
 Aufriss. Maassstab 1:2.6. Theilkreisdurchmesser = 13 cm.

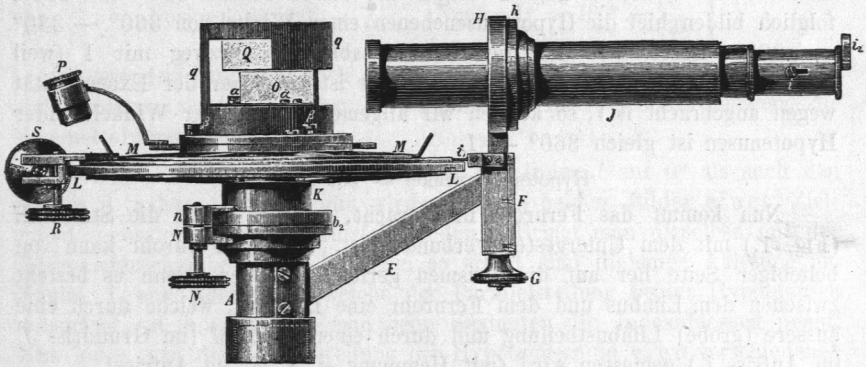


Fig. 2**). Grundriss.

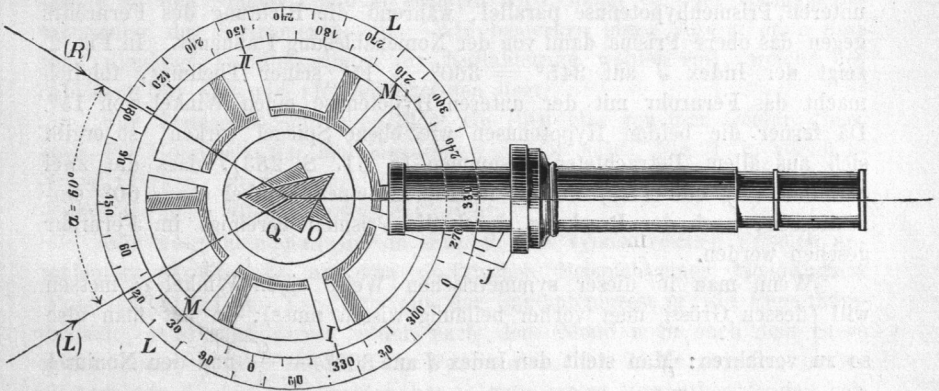


Fig. 3. Objectivblendung.



*) Fig. 1. ist eine Verkleinerung der Zeichnung von Hunäus S. 520.

***) Fig. 2. ist als Grundriss von uns dazu gezeichnet, jedoch mit Weglassung aller mechanischen Einzelheiten. Die Projectionen der beiden Prismen stimmen im

Man denke sich einen Limbus L und eine Alhidade M , welche sowohl unter sich als gegen ein Fernrohr mittelst eines zweifachen Verticalachsen-systems drehbar sind, ähnlich wie bei einem Repetitionstheodolit. Auf dem Limbus L ist das untere Prisma O fest aufgesetzt, und die Alhidade M fasst das obere Prisma Q fest von Oben mittelst der Hülse q . Hält man also den Limbus fest, so kann man mittelst der Alhidade das obere Prisma gegen das untere beliebig drehen, und die relative Drehung beider Prismen an der Limbustheilung mittelst zweier Nonien I und II messen. Zeigt ein Nonius 0° oder 180° , so sind die Hypotenusen beider Prismen parallel, zeigt er 90° oder 270° , so stehen die Hypotenusen rechtwinklig gegen einander; im Grundriss Fig. 2. zeigen die beiden Nonien 330° und 150° , folglich bilden hier die Hypotenusenebenen einen Winkel von $360^\circ - 330^\circ = 30^\circ$. Bezeichnen wir die Alhidadenablesung kurzweg mit I (weil Nonius II immer um 180° gegen I gedreht ist, und nur der Excentricität wegen angebracht ist), so können wir allgemein sagen: der Winkel beider Hypotenusen ist gleich $360^\circ - I$.

$$\text{Hypotenusenwinkel} = 360^\circ - I \quad (1)$$

Nun kommt das Fernrohr in Betracht, welches durch die Strebe E (Fig. 1.) mit dem Untergestell verbunden ist. Dieses Fernrohr kann von beliebiger Seite her auf die Prismen gerichtet werden, denn es besteht zwischen dem Limbus und dem Fernrohr eine Drehung, welche durch eine äussere (grobe) Limbustheilung und durch einen Index J (im Grundriss J , im Aufriss i_1) gemessen wird (mit Hemmung $n N N_1$ im Aufriss).

Steht der Index J auf 0° seiner Theilung, so ist das Fernrohr der unteren Prismenhypotenuse parallel, während die Richtung des Fernrohrs gegen das obere Prisma dann von der Nonienablesung I abhängt. In Fig. 2. zeigt der Index J auf $345^\circ = 360^\circ - 15^\circ$ seiner Theilung, folglich macht das Fernrohr mit der unteren Hypotenuse einen Winkel von 15° . Da ferner die beiden Hypotenusen wie ebene Spiegel wirken, so ergibt sich aus allem Betrachteten zusammen (§ 51. S. 253), dass die zwei Strahlen (L) und (R), welche in Fig. 2. einen Winkel $\alpha = 60^\circ$ einschliessen, nach der Brechung durch die Prismen vereinigt im Fernrohr gesehen werden.

Wenn man in dieser symmetrischen Weise einen Winkel α messen will (dessen Grösse man vorher beiläufig wissen muss), so hat man also so zu verfahren: Man stellt den Index J auf $360^\circ - \frac{\alpha}{4}$ und den Nonius I auf $360^\circ - \frac{\alpha}{2}$, schliesst die Hemmungen N_1 und R (Fig. 1.) und darf dann erwarten, die Strahlen (L) und (R) zusammen ins Gesichtsfeld zu bringen, worauf mit der Mikrometerschraube S beide Bilder scharf zur Deckung gebracht werden.

Aufriss und im Grundriss nicht zusammen, weil im Grundriss der wichtigste Fall der Anwendung, Symmetralstellung der Prismen gegen das Fernrohr, veranschaulicht werden sollte.

Vertauscht man die Funktionen des oberen und unteren Prismas, so werden auch die Ablesungen entsprechend anders, oder man hat folgende zwei Fälle:

Zu messender Winkel = α

$$\left. \begin{array}{l} \text{Index } J = \frac{\alpha}{4} \\ \text{Nonius I} = \frac{\alpha}{2} \quad \text{Nonius II} = 180^\circ + \frac{\alpha}{2} \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Index } J = 360^\circ - \frac{\alpha}{4} \\ \text{Nonius I} = 360^\circ - \frac{\alpha}{2} \quad \text{Nonius II} = 180^\circ - \frac{\alpha}{2} \end{array} \right\} \quad (3)$$

Ausserdem kann man noch J um 180° umstellen, womit auch I und II sich ändern, d. h. man hat im Ganzen 4 Instrumentenstellungen zur Symmetralmessung.

Indexfehler. Man stellt sowohl den Index J auf 0° als auch den Nonius I nahezu auf 0° , und wird dann die beiden Bilder eines Zielpunktes zusammen im Gesichtsfeld finden. Bringt man dieselben mit der Mikrometerschraube S zur Deckung, so erhält man diejenige Ablesung am Nonius I und Nonius II, welche der Parallelstellung beider Hypotenusen entspricht, d. h. das was man beim Sextanten die Indexablesung nennt. Nun kann man die Parallelstellung der Hypotenusen in vier verschiedenen Combinationen bewirken, und ob in allen diesen vier Fällen dieselbe Ablesung an den Nonien I und II erhalten wird, hängt von der völligen Berichtigung des Instrumentes ab. Wir bemerken hiezu vorerst nur, dass man diejenige Parallelstellung zur Nullablesung wählen soll, welche der Ablesung für (L) und (R) am nächsten liegt.

Für Sonnenbeobachtungen dient ein Blendglas vor dem Ocular, und, etwa für Mondstärken, Halbblendungen des Objectivs, Fig. 3. in verschiedenen Stärken, deren Anordnung aber bei verschiedenen Höhenlagen des Fernrohrs nicht allen Zwecken entspricht.

Wir betrachten nun die in Fig. 2. mit symmetrischen Prismen angedeutete Messungsart an dem praktischen Beispiel einer Mondstanz. Man hat hiebei im Vergleich mit der Sextantenmessung die Eigenthümlichkeit, dass man direct weder nach dem Mond noch nach dem Stern (oder Sonne) visirt, sondern das Fernrohr in der Mitte zwischen beiden Zielpunkten hindurch zu richten hat. Gegen erstes Vermuthen fanden wir, dass dieses gar nicht so schwierig ist; nur müssen natürlich die Prismen und das Fernrohr vorher nahezu so gestellt werden, dass man beide Bilder im Gesichtsfeld finden kann. Auch bei Höhen über dem künstlichen Horizont ist das Finden der Bilder nicht schwierig, man richtet das Fernrohr hier horizontal und sucht, mit freier Hand das Instrument bewegend, die Bilder zusammenzubringen.

Eine Mondstanzmessung wurde am 18. October 1883 in der Anordnung (3) mit Mond und Jupiter gemacht, wobei keine Blendungen

(Fig. 3.) nöthig waren. Zur vorläufigen Einstellung diente die im Nautical Almanac 1883, S. 179, 18. Oct. XV^h gegebene wahre Distanz

$$\alpha = 57^{\circ}, \quad \frac{\alpha}{2} = 28^{\circ} 30' \quad \frac{\alpha}{4} = 14^{\circ} 15'$$

Es wurde daher nach (3) $J = 346^{\circ}$ gestellt, und für die Jupitermondberührung abgelesen:

$$I = 331^{\circ} 29' 40'' \quad II = 151^{\circ} 26' 20'' \quad \text{Mittel} = 331^{\circ} 28' 0''$$

Hiezu für den Indexfehler mit $J = 0$, Deckung beider Bilder eines Sterns:

$$I = 0^{\circ} 3' 30'' \quad II = 180^{\circ} 1' 30'' \quad \text{Mittel} = 0^{\circ} 2' 30''$$

Hieraus berechnet man die gemessene Distanz:

$$= 2 (360^{\circ} 2' 30'' - 331^{\circ} 28' 0'') = 57^{\circ} 9' 0''$$

Dieses ist eine völlige Messung. Sowohl die Mondberührungen als auch die Indexfehler-Bestimmungen wurden mehrfach wiederholt und daraus erhalten:

1.	Chronometer =	4 ^h 18 ^m 55 ^s	Distanz =	57 ^o 9' 16"
2.		4 22 20		57 6 16
3.		4 26 45		57 4 36
4.		4 30 45		57 1 46
5.		4 33 30		57 1 56
6.		4 36 0		57 0 6
7.		4 38 40		56 57 16

$$\text{Mittel } 4^{\text{h}} 29^{\text{m}} 34^{\text{s}} \qquad \qquad \qquad 57^{\circ} 3' 2''$$

= 16^h 29^m 34^s astr. Zeit, 18. October 1883.

Die Reduction des Chronometers auf Ortszeit beträgt — 0^m 30^s, die Breite ist $\varphi = 52^{\circ} 22' 20''$, damit wurden die 7 Distanzen in 3 Gruppen reducirt und gaben im Mittel die Länge 0^h 37^m 40^s v. Gr., welche anderwärts 0^h 38^m 53^s bekannt ist.

Dieses eine Beispiel mag zur Veranschaulichung der Anwendung des Instrumentes genügen.

Die Berichtigung des Prismenkreises verlangt zunächst Parallelrichtung des Fernrohrs zur Kreisebene, was in § 34. S. 176—177 beschrieben worden ist, die dann noch nöthige Stellung der Prismenebenen rechtwinklig zur Fernrohrachse wird in § 55. behandelt werden.

§ 54. Theorie der Fernrohr- und Prismenneigungen des Prismenkreises.

Die Theorie der Prismen- und Fernrohrneigungen beim Prismenkreis schliesst sich an die früher behandelten entsprechenden Theorien des Sextanten und des Spiegel-Prismenkreises an. (§ 36. und § 47.) Zur Veranschaulichung der Strahlen und ihrer gegenseitigen Beziehungen dienen die beiden Figuren Fig. 1. und Fig. 2., deren Bedeutung nach dem Vorgang von § 36. und § 47. sofort klar sein wird.