

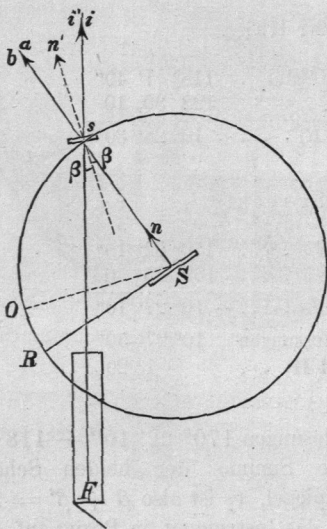
Spiegel ein Hinderniss würde. Es sind daher die beiden Spiegel s und s' in schwalbenschwanzförmigen, genügend langen Führungen zum Wegnehmen und Wiedereinsetzen eingerichtet.

Die obenerwähnte Differenz $1' 20''$ zwischen den Messungen I und II deutet auf einen ersten Vortheil des Doppelspiegelkreises. Abgesehen von unregelmässigen Messungsfehlern enthält diese Differenz jedenfalls den doppelten prismatischen Fehler des grossen Spiegels (§ 38.), welcher im Mittel aus I und II eliminirt wird. Weitere Vortheile der Doppelspiegel-Construction werden in § 56. betrachtet werden.

§ 44. Das dreifach reflectirte Fadenbild.

Die Prüfung und Berichtigung der Reflexionsvollkreise kann nach denselben Methoden gemacht werden, welche wir bereits beim Sextanten in § 31. bis § 34. angegeben haben.

Fig. 1. Das dreifach reflectirte Fadenbild.



Ausserdem besteht aber bei diesen Kreisen noch ein vorzügliches Prüfungsmittel, welches beim gewöhnlichen Sextanten entweder gar nicht, oder nur mit Hindernissen anwendbar ist, nämlich die dreifache Reflexion des Fadenkreuzes (Nouvelle méthode pour déterminer certains constantes du sextant. Note de M. Gruëy. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences et belles-lettres, 1881, S. 41 — 44 und Zeitschrift für Instrumentenkunde 1881, S. 310). Das Princip ist sehr einfach: Bringt man den grossen Spiegel S in solche Stellung, dass seine Normale nach der Mitte des kleinen Spiegels gerichtet ist (Fig. 1.), so machen die Lichtstrahlen, welche von dem Fadenkreuz F ausgehen, den Weg $F'sSsF$,

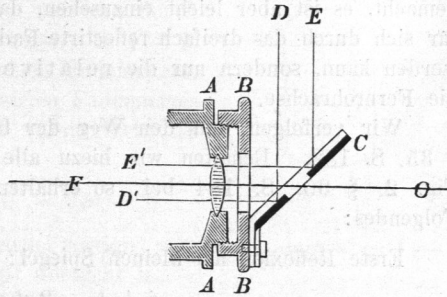
d. h. diese Strahlen kommen auf ihrem eigenen Wege wieder nach F zurück.

Hiezu ist aber nöthig, dass das Fadennetz des Fernrohrs künstlich beleuchtet werde, oder dass man nur mit einem Diopterrohr ohne

Glaslinsen operire, dessen Fadenkreuz man mit den einfachsten Mitteln in der Reflexion sichtbar machen kann (s. unten Fig. 4. S. 228).

Zur Beleuchtung des Fadennetzes im Fernrohr dient der in Fig. 2. gezeichnete vor das Ocular aufgeschraubte kleine Spiegel (vom Mechaniker Bamberg). AA ist das Ocular, BB ist ein vor das Ocular geschraubter Ring, der den schiefgestellten Spiegel C trägt. Dieser Spiegel C reflectirt nach der Ocularrichtung hin, hat aber in der Mitte eine kleine von Folie freie Stelle, welche dem Auge O das Durchschauen gestattet, während seitlich aufgefangene Lichtstrahlen D und E durch den Spiegel nach D' und E' geworfen werden, und das dort angebrachte Fadenkreuz beleuchten. Als Strahlen D und E nimmt man directe Sonnenstrahlen, oder wenn die Sonne nicht

Fig. 2. Fadenbeleuchtungsspiegel C .



scheint, kann man auch ein gewöhnliches Lampen- oder Gaslicht auf den Spiegel fallen lassen, wenn nur zuvor das Zimmer etwas dunkel gemacht ist. Diese beiden Methoden haben wir sofort beim ersten Versuch erprobt gefunden. Man sieht dann, wenn man den grossen Spiegel, mit der Normalen gegen den kleinen Spiegel gerichtet, langsam dreht, das dreifach reflectirte Bild des Fadennetzes erscheinen; und sich mit dem direct gesehenen Fadennetze überdecken.

Bei gewöhnlichen Sextanten ist diese Methode meist nicht anwendbar, weil hiezu die Alhidade etwa 15° über den Nullpunkt des Limbus zurück gedreht werden müsste, was durch den Fernrohrhalter verhindert wird, und höchstens nach Abschrauben des Fernrohrhalterringes D Fig. 2. § 28. S. 157 ausführbar wäre. Dagegen bieten die Reflexions-Vollkreise meist kein Hinderniss dieser Art. Jedenfalls sollte der Mechaniker bei der Anordnung der einzelnen Constructionstheile hierauf Rücksicht nehmen, und auch die Theilung genügend weit rückwärts ausführen und beziffern.

Der erste Vortheil der dreifachen Reflexion besteht nun in der bequemen Bestimmung des Schärfungswinkels β . Man braucht nur die der dreifachen Reflexion entsprechende Kreisablesung R (Fig. 1.) zu nehmen, und mit der Ablesung O für den Indexfehler zu vergleichen, um damit 2β in aller wünschenswerthen Genauigkeit zu haben. (2β statt β wegen der Doppelbezeichnung des Sextanten.) Diese Methode der Bestimmung von β ist allen früher auf S. 174—176 erwähnten Methoden unbedingt vorzuziehen.

Der zweite und noch viel wichtigere Vortheil der dreifachen Reflexion besteht in der Prüfung der Fernrohr- und Spiegelneigungen. Denken wir vorerst die Fernrohrachse genau parallel der Kreisebene, dann muss das dreifach reflectirte Fadenbild sich mit dem direct gesehenen Faden in

gleicher Höhe decken, erscheint das dreifach reflectirte Fadenbild über oder unter dem wirklich gesehenen, so muss man diese Höhendifferenz durch Correction der Spiegelneigungen wegschaffen. Doch wird dieses nur durch mehrere Versuche gelingen, weil immer auch die Parallelität beider Spiegel durch die Indexfehlerprobe (§ 31. S. 168) wieder hergestellt werden muss.

Die Annahme, dass die Fernrohrachse parallel der Kreisebene sei, haben wir zunächst nur zu einer ersten Veranschaulichung der Verhältnisse gemacht, es ist aber leicht einzusehen, dass die Fernrohrneigung i an und für sich durch das dreifach reflectirte Fadenbild überhaupt nicht untersucht werden kann, sondern nur die relativen Neigungen beider Spiegel gegen die Fernrohrachse.

Wir verfolgen nun den Weg der Lichtstrahlen nach dem Satze (3) § 35. S. 182. Behalten wir hiezu alle Bezeichnungen von Fig. 1. und Fig. 2. § 36. S. 184 bei, so erhalten wir mit Zuziehung von Fig. 1. Folgendes:

Erste Reflexion am kleinen Spiegel:

$$i + b = 2n' \cos \beta \quad (1)$$

Reflexion am grossen Spiegel, mit $\gamma = 0$:

$$b + a = 2n \cos \gamma = 2n \quad (2)$$

Zweite Reflexion am kleinen Spiegel:

$$a + i' = 2n' \cos \beta \quad (3)$$

wo i' die Neigung des nach dreifacher Reflexion zurückkehrenden Strahles ist, während i die Neigung der Fernrohrachse ist. Diese drei Gleichungen (1) (2) (3) geben:

$$i + i' = 4n' \cos \beta - 2n \quad (4)$$

da β ziemlich klein, etwa $= 15^\circ$ ist, und $\cos 15^\circ = 0,966$ nahe $= 1$ ist, kann man wohl die letzte Gleichung (4) so schreiben:

$$i + i' = 4n' - 2n \quad (5)$$

und, um die relativen Neigungen hervortreten zu lassen, schreiben wir dieses in die Form:

$$(i' - i) = 4(n' - i) - 2(n - i) \quad (6)$$

Die Fernrohrachsenneigung i selbst kommt also gar nicht in Betracht (wie wir auch schon vorher eingesehen hatten) sondern nur die Neigungsdifferenzen $i' - i$, $n' - i$ und $n - i$, und da bei einem zum Messen brauchbaren Instrument wegen der Bestimmung des Indexfehlers die beiden Spiegelnormalen gleich geneigt sein müssen (§ 31. S. 168) setzen wir in (6) nun $n' = n$ und haben:

$$(i' - i) = 2(n - i) \quad (7)$$

Ist $i' = i$ so ist auch $n = i$, d. h. wenn das dreifach reflectirte Fadenbild sich mit dem Faden selbst deckt, und beide Spiegel durch die

Indexprobe parallel gemacht sind ($n' = n$), so ist die Fernrohrneigung i der Spiegelneigung n gleich, und denkt man sich die drei Achsen, nämlich die Fernrohrachse und die beiden Spiegelnormalen in eine Verticalebene gedreht, so erscheint die Fernrohrachse rechtwinklig zu beiden Spiegelebenen.

Nach § 36. S. 188 ist dieser Fall $n = i$ der für die Sextantengenauigkeit sehr günstige. Wir haben nun nur noch an der Hand der Formeln (6) und (7) zu zeigen, wie man durch wenige Versuche $i' = i$ machen kann. In Fig. 3. sei F die Mitte des direct gesehenen Fadennetzes, und die Mitte des dreifach reflectirten Fadennetzes falle zuerst nach F_1' , n' ist $= n$ vorausgesetzt, es gilt also die Gleichung (7)

$$(i' - i)_1 = 2(n - i) \quad (8)$$

Nun soll zuerst der kleine Spiegel corrigirt werden, so dass $n' - i = 0$ wird, das hat zur Folge, dass (6) übergeht in:

$$(i' - i)_2 = -2(n - i) = -(i' - i)_1 \quad (9)$$

und wenn man dann noch den grossen Spiegel corrigirt, so dass $n - i = 0$ wird, so wird endlich auch $i' - i = 0$ werden.

Man hat also im Zusammenhang Folgendes, wobei $F F_1' F_2'$ die Mitte des Fadennetzes vorstellt:

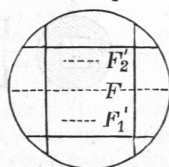
Mit gleich geneigten Spiegeln ($n' = n$ durch die Indexfehlerprobe) findet man, dass das dreifach reflectirte Bild F_1' nicht in Deckung mit dem directen Bild F ist. Nun nimmt man die Correctionsschraube des kleinen Spiegels (n') in Angriff und bringt das Bild F_1' auf die andere Seite der wirklichen Fadenmitte F , symmetrisch nach F_2' , dadurch ist die Parallelität beider Spiegel in der Nullstellung zerstört worden, man macht daher nun die gewöhnliche Indexfehlerprobe, und berichtigt am grossen Spiegel so, dass die Bilder wieder über einander gehen. Geht man nun in die Lage des dreifach reflectirten Bildes zurück, so wird, wenn alles richtig geschehen ist, das dreifach reflectirte Bild sich mit der wirklichen Fadenmitte decken.

Man könnte statt dessen auch mit der Correction des grossen Spiegels beginnen, es ist dieses aber weniger gut, denn eine der vorigen analoge Betrachtung zeigt, dass man in diesem Falle die erstmals beobachtete Abweichung des Bildes F_1' von F zuerst in ihrem eigenen Sinne verdoppeln müsste.

Statt durch unsere Gleichungen (6) bis (9) kann man die im Vorstehenden behandelten Beziehungen auch durch Aufzeichnung der Strahlen mit der Annahme, dass dieselben alle in einer Verticalebene liegen ($\beta = 0$), untersuchen.

Die im Vorstehenden behandelte Art der Untersuchung und der dadurch ermöglichten Berichtigung der Spiegelneigungen ist den in § 34.

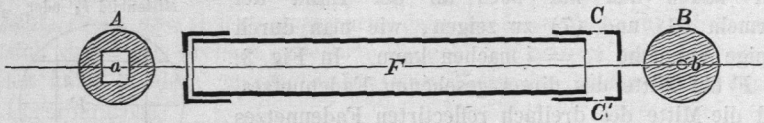
Fig. 3.
Dreifach reflectirtes Faden-
Mittensbild F_1' oder F_2' .



hiefür angegebenen Methoden unbedingt vorzuziehen, und es ist nur zu bedauern, dass die gewöhnlichen Sextanten die Rückdrehung der Alhidade bis zu $-\beta$ nicht gestatten.

Die Fernrohrneigung i wird aber dadurch nicht bestimmt. Diese Neigung muss mit dem Apparat Fig. 2. S. 177 bestimmt werden.

Fig. 4. Diopterrohr für dreifache Reflexion.



Diopterrohr für dreifache Reflexion.

Ehe wir in den Besitz des Fadenkreuzbeleuchtungs-Spiegels Fig. 2. gelangten, construirten wir, nach einigen Versuchen, das in Fig. 4. gezeichnete Diopterrohr, dessen Hauptkörper F das Fernrohr selbst mit abgeschraubtem Objectiv und Ocular sein kann. An der Objectivseite des Rohres F wird ein Deckel A aufgesteckt, welcher eine quadratische Oeffnung a hat, der übrige Theil von A (in Fig. 4. schraffirt) ist mit Zinkweiss angestrichen. An der Ocularseite von F wird ebenfalls ein Deckel B aufgesetzt, welcher ein kleines Ocularloch b hat, und im Uebrigen innen weiss angestrichen ist. Zur Beleuchtung der Innenfläche des Deckels B sind seitwärts Schlitz $C C'$ gelassen.

Wenn man nun mit diesem Rohre rechtwinklig gegen einen ebenen Spiegel oder in der Richtung F Fig. 1. schaut, so erblickt man das kleine Quadrat a und centrisch in demselben das Ocularloch b .

Dieser einfache Apparat leistet für erste Versuche dieselben Dienste wie der Ocularspiegel Fig. 2. Für Uebungsversuche, oder für Untersuchungen wie die oben bei (1) bis (9) angegebenen, ziehen wir sogar das Rohr Fig. 4. seiner Bequemlichkeit wegen und deswegen vor, weil seine Anwendung weder Sonnenschein noch Lampenbeleuchtung verlangt.

§ 45. Der Spiegel-Prismenkreis von Pistor und Martins.

Die erste Beschreibung dieses Instrumentes wurde von den Erfindern und Patentinhabern Pistor und Martins gegeben in dem „Berliner Gewerbe-, Industrie- und Handelsblatt“, herausgegeben von A. F. Neukrantz, 14. Band, Berlin 1845, S. 17—19 und S. 25—28, mit Figuren auf Tafel II.

Wir drucken den Hauptinhalt dieser Beschreibung, welche die Vortheile des neuen Instrumentes rühmt, ohne die Nachtheile zu verkennen, hier ab: