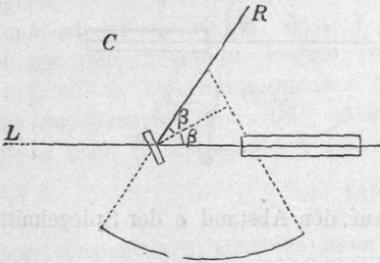


weil dieser Winkel für den Sextanten zu gross ist, durch Einschaltung eines beliebigen Punktes  $C$ , d. h. man hat die Summe  $LC + CR = 180^\circ - 2\beta$  zu messen.

Um dieses einfach reflectirte Bild von  $R$  im kleinen Spiegel zu sehen, muss man den grossen Spiegel ausser Thätigkeit setzen, d. h. die Alhidade ganz auf die Grenze bei  $140^\circ$  hinausdrehen; reicht auch dieses nicht aus, so müsste man den grossen Spiegel gänzlich abschrauben. Wenn letzteres nicht nöthig wird, ist diese Methode der Bestimmung von  $\beta$  sehr bequem, wenn aber Abschrauben des grossen Spiegels erfordert würde, um das Reflexbild von  $R$  überhaupt zu sehen, so wird man die Methode nicht gerne anwenden.

Fig. 2. Bestimmung des Schärfungswinkels  $\beta$ .



Bei Reflexions-Vollkreisen, bei welchen die Limbustheilung von  $0^\circ$  auch rückwärts geht, und die Alhidade auch rückwärts gedreht werden kann, werden wir noch ein weiteres vorzügliches Mittel zur Bestimmung von  $\beta$  in der Beobachtung des dreifach reflectirten Fadenbildes kennen lernen. (§ 44.)

Bei Reflexions-Vollkreisen, bei welchen die Limbustheilung von  $0^\circ$  auch rückwärts geht, und die Alhidade auch rückwärts gedreht werden kann, werden wir noch ein weiteres vorzügliches Mittel zur Bestimmung von  $\beta$  in der Beobachtung des dreifach reflectirten Fadenbildes kennen lernen. (§ 44.)

### § 34. Directe Messung der Fernrohrneigung und der Spiegelneigungen bei Reflexionsinstrumenten.

Nachdem wir bereits in § 31. die summarische Untersuchung der Neigungen der Fernrohrachse und der Spiegelnormalen gegen die Sextantenebene behandelt haben, gehen wir nun näher auf diese Neigungen ein, und suchen sie zahlenmässig zu bestimmen. Die nachfolgenden Betrachtungen gelten nicht bloss für den Sextanten, sondern auch für andere Reflexionsinstrumente.

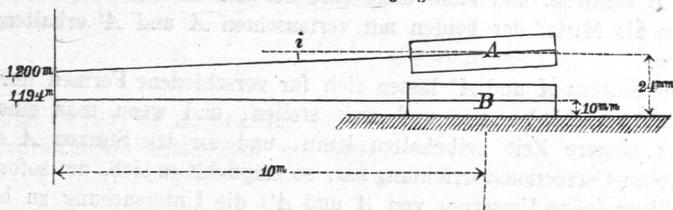
#### Neigung der Fernrohrachse gegen die Sextantenebene.

Wenn man mit den auf S. 167—168 angegebenen einfachen Hilfsmitteln die Parallelität der Fernrohrvisur mit der Sextantenebene prüft, so kann man im Falle einer gefundenen Nichtparallelität wohl auch deren Betrag in Zahlen bestimmen.

Statt über die Sextantenebene unmittelbar oder durch aufgesetzte Diopter zu visiren, kann man auch das Fernrohr selbst, sofern es auf genügende Länge, ohne störende Ringe etc., cylindrisch gearbeitet ist, unmittelbar lose auf die (mittelst Dosenlibelle horizontal gestellte) Sextantenebene auflegen.

Fig. 1. skizzirt einen solchen Versuch, wobei die links geschriebenen Zahlen 1,200 m und 1,194 m die Ablesungen an einer 10 m entfernten Latte andeuten.

Fig. 1. Fernrohrneigung  $i$ .



A Fernrohr angeschraubt

Oberfaden 1,059 m  
 Unterfaden 1,341  
 Mittel 1,200 m

B Fernrohr aufgelegt und um seine Achse gedreht.

1,050 m 1,056 m  
 1,333 1,338

1,194

Differenz 0,006 m

Das eingeschraubte Fernrohr ist um  $24 - 10 = 14$  mm höher als das aufgelegte, es visirt aber nur um 6 mm höher, d. h. es visirt relativ um 8 mm zu tief, und man hat eine Fernrohrneigung

$$i = \frac{0,008}{10} \rho = 3' \text{ nach vorne abwärts}$$

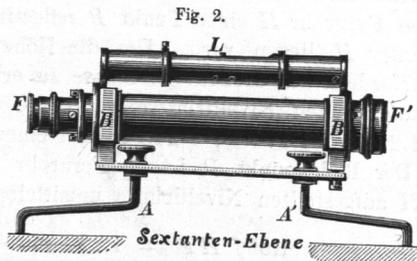
$$\text{oder } i = - 3' \quad (1)$$

Aehnliche Resultate, wenige Minuten um Null schwankend, wurden durch Wiederholung gefunden, wir dürfen daher das Instrument in Bezug auf Parallelität des Fernrohrs mit der Sextantenebene als gut berichtigt annehmen.

In ähnlicher Weise wurde die Fernrohrneigung für einen Pistor-Martins'schen Reflexionskreis, mit dem wir uns später genauer beschäftigen werden, bestimmt:

$$i = - 32' \quad (2)$$

Um die Bestimmung der Fernrohrneigung bei Reflexions-Instrumenten möglichst bequem und genau zu machen, haben wir das in Fig. 2. gezeichnete Instrumentchen, mit Benutzung der Bestandtheile eines kleinen Nivellirinstrumentes, anfertigen lassen, d. h. es war für das



Fernrohr  $F$  lediglich ein einfaches Gestell mit drei Fussspitzen  $A$  und  $A'$  ( $A$  endigt in zwei,  $A'$  in eine Spitze) herzustellen.

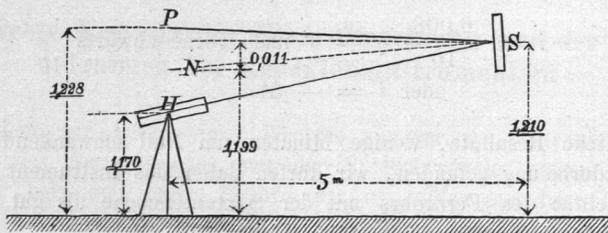
Die Libelle  $L$  braucht man zunächst überhaupt nicht. Man wird das Fadenkreuz des Fernrohrs durch Umdrehen des Rohrs in seinen Lageringen  $B$  centiren, und kann dann eine der Sextantenebene parallele Visur erhalten als Mittel der beiden mit vertauschten  $A$  und  $A'$  erhaltenen Ablesungen.

Die Stützen  $A$  und  $A'$  lassen sich für verschiedene Formen der Unterlageebene verschieden eng und weit stellen, und wenn man eine solche Stellung längere Zeit beibehalten kann, und an den Stützen  $A$  oder  $A'$  eine Höhen-Correctionsvorrichtung hat, so empfiehlt es sich, um sofort durch eine Visur (ohne Umsetzen von  $A$  und  $A'$ ) die Untersuchung zu beenden, die Fernrohrachse der Unterlageebene parallel zu machen. Hierzu kann man am bequemsten die Aufsatzlibelle  $L$  benutzen, indem man das Ganze auf einem Lagebrett durch Umsetzen richtig stellt.

### Neigung des grossen Spiegels.

Bei einem Pistor-Martins'schen Reflexionskreis haben wir folgende durch Fig. 3. veranschaulichte Methode zur Bestimmung der Spiegelneigung

Fig. 3. Neigung der Spiegelnormalen  $N$ .



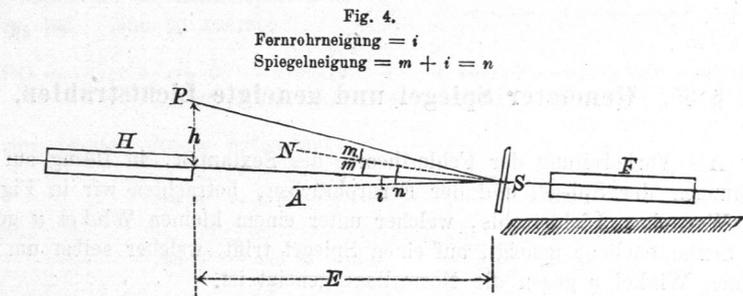
angewendet: Der Kreis wurde in  $S$  horizontal aufgestellt, und zwar die Ebene des Kreises in der Richtung nach  $H$  und  $P$  mittelst einer Röhrenlibelle. In  $H$  steht ein Hilfsfernrohr (Theodolit), mit welchem nach dem grossen Spiegel  $S$  des Reflexions-Instrumentes visirt wird. Der Spiegel  $S$  wird durch einige Versuche quer zur Richtung  $SH$  gestellt, so dass man im Fernrohr  $H$  einen Punkt  $P$  reflectirt sieht, welcher entweder über oder unter  $H$  liegen wird. Um die Höhe von  $P$  über  $H$ , und überhaupt alle erforderlichen Höhenverhältnisse zu erhalten, wurden mittelst eines seitlich aufgestellten Nivellirinstrumentes die in Fig. 3. eingeschriebenen Höhen 1,228 m, 1,170 m, 1,210 m über einer gemeinsamen Horizontalen gemessen. (Der Reflexpunkt  $P$  ist im Fernrohr  $H$  an einer neben dem Objectiv von  $H$  aufgestellten Nivellirplatte unmittelbar abgelesen.) Man hat also:

$$\text{Höhe } HP = 1,228 \text{ m} - 1,170 \text{ m} = 0,058 \text{ m}$$

und die Mittellinie  $SN$ , d. h. die Spiegelnormale hat die Höhe  $1,170 + \frac{0,058}{2} = 1,199$  m über dem Vergleichshorizont, d. h.  $1,210 - 1,199 = 0,011$  m unter  $S$ . Da die Kreisebene in  $S$  horizontal gestellt war, haben wir also jetzt bei 5 m Entfernung die Spiegelneigung:

$$n = \frac{-0,011}{5} \varrho = -8' \quad (3)$$

Eine relative Bestimmung der Neigung der Spiegelnormalen gegen die Fernrohrachse erhält man auf folgende Weise (Fig. 4.): Der Sextant



mit seinem Fernrohr  $F$  und seinem grossen Spiegel  $S$  wird nebst einem Hilfsfernrohr  $H$  in der Lage aufgestellt, welche bereits in Fig. 1. § 33. S. 175 zum Zweck der Bestimmung des Schärfungswinkels  $\beta$  angegeben worden ist.

Nachdem der Sextant auf einem Stativ mit einer Dosenlibelle beiläufig horizontal gestellt ist, wird sein Fernrohr  $F$  mit dem Hilfsfernrohr  $H$  (Theodolit) gegenseitig eingerichtet. Dann wird das Fernrohr  $H$  durch eine kleine Horizontaldrehung auf den grossen Spiegel des Sextanten gerichtet, wobei die Alhidade auf den Winkel  $\alpha' = 2(\beta - p)$  (vgl. (4) § 33. S. 175) eingestellt sein muss. Wenn dieses alles richtig gestellt ist, so wird man beim Herausrauben des Oculars des Fernrohrs  $H$  (Einstellen auf die doppelte Entfernung  $E$ ) als Reflexbild in dem Spiegel  $S$  entweder das Objectiv von  $H$  oder einen anderen darüber oder darunter liegenden Punkt  $P$  sehen, welcher über der Mitte von  $H$  die Höhe  $h$  habe. Dann ist der Winkel  $m$ :

$$m = \frac{h}{2E} \varrho \quad (4)$$

Ein solcher Versuch mit unserem Sextanten gab:

$$h = 10,0 \text{ cm, wobei } E = 10 \text{ m war,}$$

es ist also

$$m = \frac{0,05}{10} \varrho' = 17' \quad (5)$$

ein Resultat, welches durch einige ähnliche Versuche innerhalb einiger Minuten bestätigt wurde.

Dieser Winkel  $m$  ist nun nicht der Winkel zwischen der Normalen des grossen Spiegels und der Sextantenebene, sondern der Winkel zwischen dieser Spiegelnormale und der Fernrohrachse; nachdem aber die Fernrohrneigung  $i$  bereits bestimmt ist, hat man nun auch die reine Spiegelneigung

$$n = m + i$$

d. h. nach (5) und (1) hat man für unseren Fall:

$$n = 17' - 3' = + 14' \quad (6)$$

### § 35. Geneigter Spiegel und geneigte Lichtstrahlen.

Als Vorbereitung der Fehlertheorie des Sextanten, in Bezug auf die Neigungen der Spiegel und der Fernrohrachse, betrachten wir in Fig. 1. den Weg eines Lichtstrahls, welcher unter einem kleinen Winkel  $u$  gegen die Sextantenebene geneigt, auf einen Spiegel trifft, welcher selbst um den kleinen Winkel  $v$  gegen die Normallage geneigt ist.

Es ist zunächst für ein fehlerfrei angenommenes Instrument

$S_1 N_0 S_2$  die Sextantenebene,

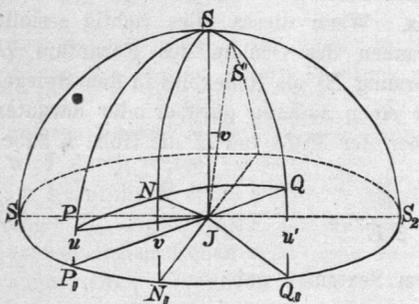
$S_1 S S_2$  die Ebene eines darauf rechtwinkligen Spiegels, und

$J N_0$  die in der Sextantenebene liegende Spiegelnormale.

Nun soll aber der Spiegel rückwärts nach  $S'$  geneigt werden, wodurch die Spiegelnormale  $J N_0$  nach  $J N$  gehoben wird, dabei kommt die Spiegelneigung  $v$  als Bogen  $SS'$  oder als  $N_0 N$  zur Anschauung.

Ferner treffe ein Lichtstrahl  $PJ$  mit einer Neigung  $u$  auf den geneigten Spiegel, und werde von demselben nach  $Q$  reflectirt. Dann liegen nach dem Reflexionsgesetze  $JP$  und  $JQ$  in einer Ebene mit der Spiegelnormale  $JN$ , weshalb in unserer Hilfskugel Fig. 1.  $PNQ$  ein grösster Kreisbogen sein muss, auf welchem  $PN = NQ$  ist.

Fig. 1.  
Spiegelneigung =  $v$   
Strahlenneigungen =  $u$  und  $u'$



Es interessirt uns nun, zu wissen:

1) Welche Differenz zwischen dem Bogen  $PQ$  und seiner Projection  $P_0 Q_0$  besteht.