

Eine weitere Mittelconstruction zwischen dem Flüssigkeits- und dem Glashorizont besteht in einer auf Quecksilber schwimmenden Glasplatte, worüber in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1885 S. 82—83 Weiteres mitgetheilt ist.

Aus eigener Erfahrung können wir das einfachste Mittel, den Flüssigkeiteller Fig. 2., am besten empfehlen. Die Glashorizonte lassen immer ein Gefühl der Furcht vor constanten Fehlern bei dem Beobachter zurück. Ausser zu Uebungen, wo die Gläser vorzüglich sind, indem sie wenigstens immer ein ruhiges Bild geben, haben wir den bequemen rückseitig belegten Folienglasspiegel namentlich zu Nachtbeobachtungen angewendet.

Ueber eine andere Art von künstlichem Horizont, welcher, an dem Sextanten selbst angebracht, dem Seemann bei Nacht die Kimm ersetzen soll, findet man Mittheilungen in dem „Handbuch der nautischen Instrumente“ S. 326—327, in den österreichischen „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“, 1884, S. 248 und S. 636 und in der Patentschrift Nr. 17827, Klasse 42 (Erfindung von Reitz in Hamburg). Ferner in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1885, S. 84 u. ff. Gelcich, Künstliche Horizonte.

§ 31. Allgemeine Prüfung und Berichtigung des Spiegelsextanten. Indexfehler.

Die Theorie von § 28. S. 155 hat vorausgesetzt, dass das Fernrohr parallel der Sextantenebene sei, und dass die beiden Spiegel rechtwinklig zur Sextantenebene stehen. Wenn die Spiegelnormalen und die Fernrohrachse nur wenigstens innerhalb $1/2^\circ$ parallel der Sextantenebene sind, so kann man mit dem Instrument schon einigermaassen brauchbare Messungen machen, jedoch wird als Nebenbedingung noch verlangt, dass in der Alhidaden-Nullstellung die beiden Spiegel genau parallel seien.

Wir behandeln diese drei Bedingungen einzeln und zwar zunächst ganz summarisch, nur soweit als nöthig ist, um die ersten Messungen mit dem Instrument machen, und seine Wirkungsweise verstehen zu können. Die genauere Untersuchung dieser Bedingungen und die zahlenmässige Bestimmung der Fehler werden wir später vornehmen.

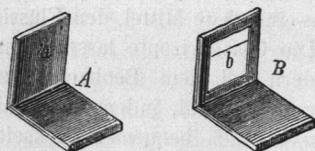
1) Parallelität der Fernrohrachse mit der Sextantenebene.

Man stellt den Sextanten horizontal fest, etwa auf einem Stativ, visirt mit dem Fernrohr nach einer verticalen Skale, etwa einer Nivellir-
latte, und visirt dann mit freiem Auge über die Sextantenebene hinweg nach derselben Richtung. Man wird dann finden, ob die Fernrohrvisur die Latte über oder unter der Sextantenebene trifft.

Statt über die Sextantenebene unmittelbar hinzuvisiren, kann man

kleine Diopter Fig. 1. *A* und *B* auf die Sextantenebene stellen, und diese zum Visiren benutzen

Fig. 1. Diopter.



(wobei das Ocularloch *a* und der Faden *b* genau gleich hoch über der Grundebene sein müssen). Man kann auch noch bequemere und genauere Hilfsmittel zu diesem Zweck construiren, von welchen in § 34. die Rede sein wird.

2) Neigung des grossen Spiegels.

Summarisch kann man die Rechtwinkligkeit des grossen Spiegels zur Sextantenebene dadurch untersuchen, dass man in diesem Spiegel das Bild des Limbus betrachtet, und zusieht, ob dieses reflectirte Bild in den Limbus selbst ohne Knickung übergeht. Es wird wohl immer eine Alhidadenstellung geben (bei unserem Instrument etwa 30°), bei welcher das reflectirte Limbusbild und ein Theil des Limbus in gegenseitiger Fortsetzung ohne die Störung durch andere Instrumententheile gesehen werden können.

Die Neigung des grossen Spiegels ist streng genommen mit der Drehung der Alhidade veränderlich, wenn nicht die Alhidadenachse gut rechtwinklig zur Sextantenebene gebohrt ist. Dieses darf man aber wohl annehmen, denn andernfalls müsste der Nonius beim Bewegen der Alhidade an verschiedenen Stellen gegen den Limbus klaffen oder pressen, d. h. wenn man mit dem Instrument überhaupt ordentlich messen kann, so kann die Neigung des grossen Spiegels als constant angenommen werden.

3) Neigung des kleinen Spiegels.

Wie schon zu Anfang dieses Paragraphen erwähnt wurde, wird der kleine Spiegel nicht für sich rechtwinklig zur Sextantenebene, sondern in der Alhidaden-Nullstellung parallel zum grossen Spiegel gestellt. Wenn in der Nähe dieser Nullstellung die Alhidade langsam bewegt wird, so sieht man von einem Zielpunkt, auf den das Fernrohr gerichtet wurde, zwei Bilder ruhig an einander vorbei, oder durch einander hindurchziehen. Findet dieses in gleicher Höhe statt, (der Sextant als horizontal vorausgesetzt), so sind die beiden Spiegel parallel, geht aber das eine Bild über oder unter dem andern vorbei, so muss an den Correctionsschrauben des kleinen Spiegels nachgeholfen werden, bis völlige Deckung erzielt werden kann.

Indexfehler.

Wenn beide Spiegel parallel sind, fallen die beiden Bilder eines unendlich entfernten Punktes, das directe und das zweifach reflectirte, im

Fernrohr zusammen, und die Ablesung am Kreis soll Null sein. Wenn diese Ablesung nicht Null, sondern etwa $= i$ ist, so misst man mit dem Sextanten alle Winkel um den Werth i zu gross, d. h. man hat den Indexfehler i oder die Indexcorrection $- i$. Man kann diesen Fehler wegschaffen durch Drehen des kleinen Spiegels, allein dieses ist nur dann zu empfehlen, wenn man nichts weiter beabsichtigt, als mit dem Sextanten Messungen auf beiläufig $1'$ genau zu machen. Will man die volle Messungsschärfe ausnützen, so muss man den Index zu jeder Messung neu bestimmen, weil er beständigen Aenderungen innerhalb $1'$ ausgesetzt ist, welche sich durch Erschütterungen, Temperaturänderungen etc. erklären. Es ist dann auch gar nicht nützlich, den Index nahezu $=$ Null zu machen, weil das Schwanken mit wechselndem Vorzeichen zu Irrungen Veranlassung gibt. Ich pflege den Index stets im positiven Theil der Theilung etwa $= 5'$ zu halten, damit er nicht zufällig zu nahe an die Null kommt, und doch keinen zu grossen absoluten Werth hat. Man muss sich sehr hüten, in die Benennungen Verwechslung zu bringen. Wenn etwa beim Einstellen auf einen unendlich fernen Punkt die Ablesung $5' 20''$ gemacht wird, so ist es sprachlich richtig, zu sagen: der Indexfehler ist $= + 5' 20''$, und die Index correction ist $= - 5' 20''$. Man thut aber am besten, die Bezeichnung „Indexfehler“ mit einem Vorzeichen ganz zu vermeiden, weil es zu leicht vorkommt, dass bei der Angabe Indexfehler $= + 5' 20''$ Jemand die $5' 20''$ zu der Messung addirt.

Mit Festhaltung der Regel, dass für Einstellung eines fernen Zielpunktes die Ablesung stets positiv $= i$ sei, haben wir bei einer Ablesung α den wahren Winkelwerth:

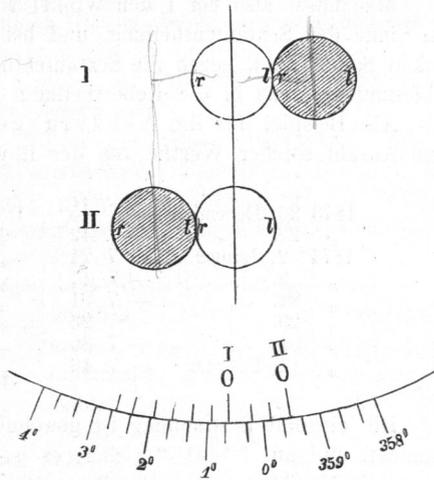
$$= \alpha - i$$

ebenso wie bei der Theodolitmessung ein Winkel stets $=$ Ablesung rechts $-$ Ablesung links berechnet wird.

Man bestimmt den Index am besten durch Beobachten der Sonne, erstens weil sich die Berührung zweier Sonnenbilder ungemein scharf beobachten lässt, und zweitens, weil man dabei eine Messungsprobe in dem Sonnendurchmesser hat.

Wenn man, nach Verschieben der Ocularblendung, mit nahezu auf Null gestellter Alhidade, die Sonne anvisirt, so sieht man zwei Sonnenbilder, welche man zunächst durch Auf- oder Niederschrauben des Fernrohrs gleich

Fig. 2.
Bestimmung des Indexfehlers durch Sonnenbeobachtung.



hell macht. Dann bringt man mit der Mikrometerschraube beide Bilder zur Randberührung, was der Fig. 2. und, als Zahlenbeispiel folgenden Ablesungen entspricht:

I	II
0° 39' 20"	359° 36' 20"
39 30	36 30
39 40	36 30
39 30	36 20
39 20	36 30
Mittel I = 0° 39' 28"	II = 359° 36' 26"

$$\text{Nun ist } i = \frac{I + II}{2} = 7' 57''$$

$$2r = \frac{I - II}{2} = 31' 31''$$

Nach dem Jahrbuch ist der Sonnenhalbmesser für diesen Tag (4. Aug. 1883) $r = 15' 48''$, also $2r = 31' 36''$, was mit der Messung auf 5" stimmt.

Dass diese Rechnung und die Fig. 2. zusammen der Wirklichkeit entsprechen, davon überzeugt man sich leicht, wenn man bedenkt, dass das direct gesehene Sonnenbild durch das Fernrohr einmal umgekehrt wird (links und rechts vertauscht) und dass das zweifach reflectirte Sonnenbild (in Fig. 2. schraffirt) durch jeden Spiegel und durch das Fernrohr, also im Ganzen 3mal umgekehrt wird, so dass auch hier links und rechts gegen die Wirklichkeit vertauscht sind.

Man misst also bei I den Winkel vom linken zum rechten Sonnenrand, im Sinne der Sextantentheilung, und bei II den Winkel vom rechten zum linken Sonnenrand, gegen die Sextantentheilung, weshalb man hier mit der Ablesung meistens in die Uebertheilung (359° etc.) gewiesen wird.

Als Beispiel für die Aenderungen der Indexcorrection legen wir eine Anzahl solcher Werthe von der libyschen Expedition vor:

1873 26. December ← 7' 45"	1874 23. Februar — 6' 51"
" 28. " — 7 42	" 24. " — 6 55
1874 2. Januar — 7 21	" 9. März — 7 0
" 9. " — 7 17	" 12. " — 6 53
" 24. " — 7 31	" 21. " — 7 0
" 29. " — 7 23	" 29. " — 7 9
" 31. " — 7 30	" 1. April — 7 15
" 4. Februar — 7 16	" 4. " — 7 4

Die einzelne Bestimmung ist gewöhnlich durch 10 Sonneneinstellungen gemacht, und auf 5"—10" sicher, es ist also die Aenderung, welche auch durch die Erschütterungen des Kameeltransports wohl erklärlich ist, zweifellos. Es hat sich aus der Gesamtheit der auf jener Expedition gemachten Erfahrungen die unweigerlich zu befolgende Regel ergeben, zu jeder Gruppe von Mondistanzen, oder sonstigen wichtigen Messungen, den Index vor und nach der Messung besonders zu bestimmen.

Der betreffende Sextant blieb nach jener Zeit jahrelang ungeändert und meist unbenutzt, hat aber bis zum Jahr 1883, als er wieder in Thätigkeit kam, den Index allmählig auf 5' vermindert.

Als ein Beispiel der Misslichkeiten, welche aus unklarer Ausdrucksweise betreffs des Index entstehen können, führen wir Folgendes an: In Petermann's Mittheilungen, Ergänzungsband II, 1862—63 Seite (91), sind von dem in Wadai ermordeten Moritz von Beurmann Prismenkreismessungen von den Oasen Dschalo und Sella mitgetheilt, wobei für ersteren Ort „Indexfehler + 40““, für letzteren „Indexcorr. + 30““ und Aehnliches angegeben ist. Für die Sonnenhöhen kommt es auf $\pm 30''$ nicht an, dagegen für die Mondabstände ist der Zweifel $\pm 40''$ entsprechend einem Zweifel von etwa $\frac{3}{4}^\circ$ der Länge. Ich hatte Veranlassung, die dortige Berechnung zu wiederholen, und mit dem Itinerar zu vergleichen (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin 1876, Nr. 62 S. 142—145), wobei die Annahme „Indexfehler + 40““ als Indexcorrection = + 40“, welche der erste Berechner gemacht hat, sich mit anderem Material viel schwerer vereinigen liess, als die Annahme Indexcorrection = - 40“, zu welcher ich mich entschloss. Wäre das fragliche Instrument nicht nahezu auf Index = 0 justirt gewesen, sondern auf 5 bis 10', so hätte jener Zweifel trotz der unklaren Ausdrucksweise auch nach dem Tode des Beobachters sicher gelöst werden können.

§ 32. Untersuchung der Blendgläser.

Wenn die Blendgläser nicht durch planparallele Ebenen begrenzt sind, so werden durch deren Zwischentreten die Richtungen der Lichtstrahlen abgelenkt, und die Ablesung am Sextanten verändert.

Dieses bezieht sich nur auf die hinter dem kleinen Spiegel und vor dem grossen Spiegel einzuschaltenden Gläser, welche entweder den directen oder den zweifach reflectirten Strahl ablenken; die Ocularblendung dagegen, welche beide zusammenfallende Strahlen vor dem Eintritt ins Auge ablenkt, kann die Sextantenablesung nicht beeinflussen.

Man hat daher als erstes Mittel der Gläseruntersuchung die Bestimmung des Indexfehlers (durch Anvisiren der Sonne) mit Ocularblendung und dann mit 2 Spiegelblendungen. Wir nehmen hiezu für den Sextanten von Seite 157, welcher 5 Blendungsgläser hat, folgende Bezeichnungen an:

	vor dem grossen Spiegel	dunkelroth,	Correction =	[1]
	„ „ „	hellroth,	„ =	[2]
	„ „ „	grün,	„ =	[3]
hinter	„ kleinen	„ dunkelroth,	„ =	(1)
„	„ „	„ grün,	„ =	(2)

d. h., wenn man mit dem ersten Glas eine Ablesung α macht, so würde man ohne dieses Glas eine Ablesung $\alpha + [1]$ gemacht haben, oder es ist + [1] die Blenduncorrection für das fragliche Glas.

Es wurde eine Indexbestimmung durch Sonnenbeobachtung nach S. 170 gemacht am 14. Juli 1883 mit Ocularblendung und dann mit Vorschieben der Gläser [1] und (1)