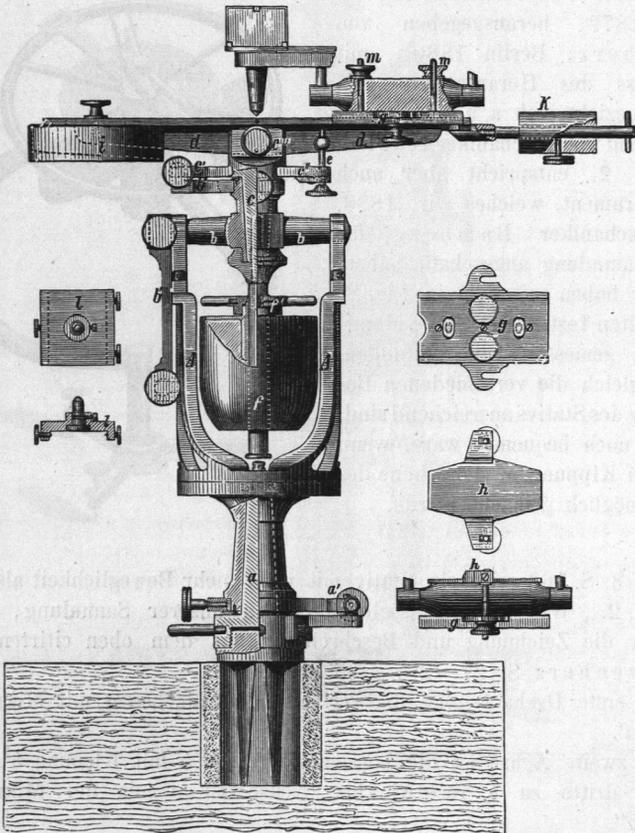


Sextanten etwas geübter Beobachter kann indessen schon mehrere Höhen genommen haben.“

Fig. 3. (zu S. 161). Sextantenstativ der deutschen Seewarte nach Neumayer, von Meisner.  
(Maassstab 1 : 5, Höhe = 35 cm.)



### § 30. Künstlicher Horizont.

Das schon in § 28, S. 155 angedeutete Mittel, mit dem Sextanten Höhenwinkel auf dem Lande zu messen, besteht darin, dass man sich einen horizontalen ebenen Spiegel  $H'H'$  (Fig. 1. S. 163), den sogenannten „künstlichen Horizont“ verschafft, und dann mit dem Sextanten den Winkel  $\alpha = 2h$  misst, welchen die Strahlen  $SF$  und  $S'HF$  unter sich bilden. Dabei sei  $S$  oder  $S'$  ein unendlich weit entfernter Punkt (Sonne, Stern), so dass die Strahlen  $SF$  und  $S'H$  als parallel gelten.

Es kommt also nur noch darauf an, einen horizontalen ebenen Spiegel

zu finden, und als solcher dient entweder die ruhende Oberfläche einer Flüssigkeit oder eine mittelst Libelle horizontal zu stellende Glasplatte.

Fig. 1. Künstlicher Horizont.

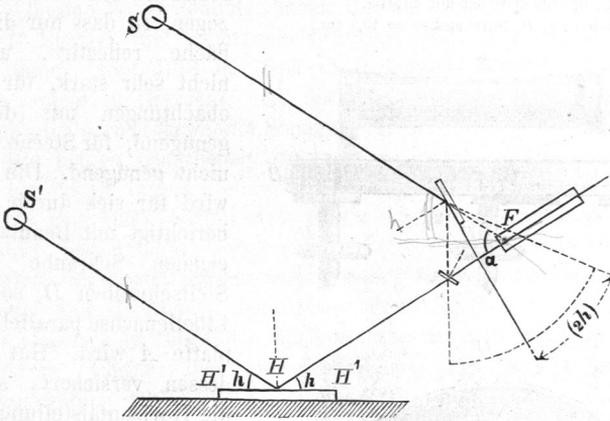
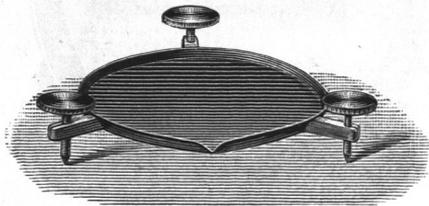


Fig. 2. zeigt die einfachste Vorrichtung dieser Art, mit welcher wir zahlreiche Höhen gemessen haben. Es ist ein flacher Teller von Blech, schwarz angestrichen, mit drei Stellschrauben. Diese letzteren dienen nur dazu, den Teller beiläufig horizontal zu stellen (wozu zuvor eine Dosenlibelle aufgesetzt werden kann). Dann wird irgend eine gefärbte Flüssigkeit eingeschüttet; wir nehmen gewöhnlich Tinte oder Rothwein für Sonnenbeobachtungen; und wenn nun die Luft nicht zu unruhig ist und keine Erschütterungen stattfinden, kann die Messung nach Fig. 1. beginnen.

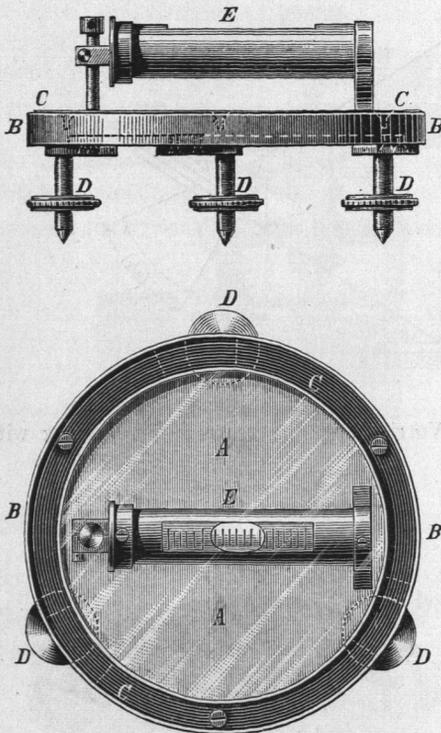
Fig. 2. Teller für den Flüssigkeitshorizont.  
(Durchmesser = 18 cm.)

Für Sternbeobachtungen bei Nacht ist die Spiegelung von Tinte, Rothwein, Oel etc. zu schwach, als Flüssigkeit muss dann reines Quecksilber genommen werden, wobei aber der Teller Fig. 2. sehr dicht angestrichen werden muss, damit das Quecksilber nicht mit dem Metall in Berührung kommt, oder besser noch ein hölzernes Gefäß angewendet wird.

Um die offenen Flüssigkeiten, namentlich das Quecksilber, vor dem Winde zu schützen, setzt man zuweilen ein Glasschutzdach darüber, dessen Gläser aber gut planparallel geschliffen sein müssen, damit keine Lichtbrechungen dadurch erzeugt werden können. Statt Glas kann man Glimmerblätter, die von Natur planparallel crystallisirt sind, anwenden.

Als nächst einfachen Apparat nach Fig. 2. betrachten wir den Glashorizont mit Libelle. Fig. 3. zeigt das Instrument unserer Sammlung, nach „Hünäus Die geometrischen Instrumente“ S. 528. Die dunkle Glasplatte *A* ist unten matt geschliffen und mit Harz überzogen, so dass nur die Oberfläche reflectirt, und zwar nicht sehr stark, für Tagesbeobachtungen mit der Sonne genügend, für Sterne bei Nacht nicht genügend. Die Libelle *E* wird für sich durch Umsetzen berichtigt mit Benutzung ihrer eigenen Schraube und der Stellschrauben *D*, so dass die Libellenachse parallel der Glasplatte *A* wird. Hat man sich dessen versichert, so erfolgt die Horizontalstellung der oberen Glasebene mit den Stellschrauben *D*. Die Empfindlichkeit der Libelle ist bei unserem Apparat gering, nämlich etwa 1' auf eine gewöhnliche Strichlänge. Die Empfindlichkeit viel weiter, etwa auf 10'', zu bringen, hat wenig Werth, weil im heissen Sonnenschein die Glasplatte nicht so genau horizontal bleibt, und sogar ihre Form verändert.

Fig. 3. Glashorizont mit Libelle.  
(Maassstab 1 : 2, *D*, Durchmesser = 10,5 cm.)



Gut eben geschliffene Glasplatten, wie man sie zu feinen Horizonten braucht, sind ziemlich teuer; für Uebungszwecke und für Genauigkeit von nur 1' bis 2', welche ja auch schon in vielen Fällen ausreicht, kann man aber wohl auch gewöhnliche geschliffene Glasscheiben benutzen, welche als Bruchstücke von Spiegelglashändlern leicht zu erhalten sind. Es gibt auch ein einfaches Mittel, die Ebenheit solcher Gläser mit dem Sextanten zu prüfen: Nachdem die Rückseite des zu untersuchenden Glases matt gemacht ist, damit nicht die Rückseite ebenfalls ein Bild gibt, verfährt man so: Es werden mit dem Sextanten die beiden Sonnenbilder, welche man zur Indexfehlerbestimmung einzustellen pflegt (§ 31. S. 169) scharf zur Berührung gebracht, und dann sucht man mit gänzlich ungeändertem Sextanten dieselben Bilder auch in dem Glasreflexe. Berühren sich auch hier die beiden Sonnenbilder, so ist das Glas an der benutzten Stelle eben; greifen dagegen die Bilder über-

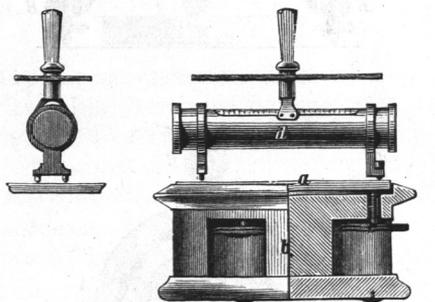
einander, so ist das Glas hohl, und lassen die Bilder einen Zwischenraum, so ist das Glas gewölbt.

Nach unseren Erfahrungen findet man kaum durch Zufall ein Glas, welches dieser Bedingung so scharf genügt, als man mit einem Sextanten die Berührung einstellen kann.

Eine besondere Bedeutung haben die auf der Rückseite mit Folie belegten Spiegel für Nachtbeobachtungen, weil man darin Sterne beobachten kann. Das Bild der Spiegel-Vorderseite kommt dabei, weil viel schwächer, nicht in Betracht. Ob die Rückseite genügend eben ist, kann man durch die soeben erwähnte Sonnenprobe mit dem Sextanten ermitteln; ob aber die beiden Glasebenen genügend parallel sind, ist eine zweite Frage. Es ist zu rathen, einen solchen Spiegel, dessen Vorderseite mit der Libelle eingestellt wird, stets in zwei entgegengesetzten Lagen zum Höhenmessen anzuwenden, wobei die Libelle auf ganz bestimmten Punkten der Glasplatte umgesetzt werden muss. Damit wird die Convergenz zwischen der Vorder- und Rückfläche des Glases elimirt.

Eine andere Anordnung des Glashorizontes ist in Fig. 4. veranschaulicht (s. Löwenherz, Bericht über die wissenschaftl. Instrumente auf der Berl. Gewerbeausstellung 1879 S. 136). Der Haupttheil ist eine runde, starke, auf der oberen Fläche planpolirte dunkelgefärbte Glasplatte *a*, welche in einer Holzschale *C* eingeschlossen ist. Diese Holzschale enthält drei Stellschrauben mit nach oben gekehrten abgerundeten Spitzen, auf welchen die Platte aufliegt. Die Aufsatzlibelle *d*, nach welcher nun die Horizontirung erfolgt, hat eine Empfindlichkeit von 10" auf 1 Strich.

Fig. 4. Glashorizont von Häcke.



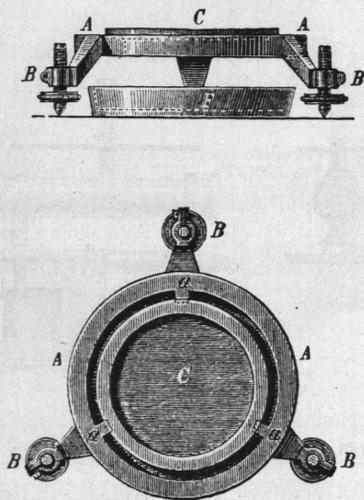
#### Quecksilber-Amalgam-Horizont (Fig. 5.).

Ein Mittelding zwischen dem Flüssigkeits- und dem Glashorizont bildet der Quecksilber-Amalgam-Horizont, welcher von Schumacher in Nr. 247 der Astr. Nachr. (11. Band, 1834, S. 109) mit folgenden Worten erwähnt wird: „Jeder Beobachter mit Reflexionsinstrumenten kennt die Schwierigkeiten, welche ein Quecksilberhorizont darbietet, wenn man einen hölzernen oder eisernen Trog braucht. Alle diese Schwierigkeiten verschwinden, und das Quecksilber bietet eine schöne ruhige Spiegelfläche, wenn man es in eine flache sphärische Calotte von reinem Kupfer, das mit Quecksilber und Scheidewasser vorher angequickt ist, giesst. Ich verdanke meinen ersten Horizont dieser Art dem verstorbenen Geheimen Rath v. Behrnauer, der

ihn mir im Jahr 1822 schenkte, und würde ohne ihn schwerlich noch in diesem Augenblicke diese vortreffliche Einrichtung kennen, obgleich sie schon vor 1804 von Herrn von Schönau erfunden, und im Berliner Jahrbuche 1807 p. 158 bekannt gemacht ist. Vielleicht hat frühere Beobachter die Schwierigkeit abgeschreckt, die Oberfläche des Quecksilbers auf diesem Horizonte rein zu erhalten, welches allerdings, wenn man Leder oder Papier gebraucht um die Unreinigkeiten wegzunehmen, nicht leicht ist. Indessen erhält man sehr leicht eine reine Oberfläche, wenn man den Horizont unmittelbar vor der Beobachtung mit etwas übergegossenem Quecksilber abspült. Diesen Handgriff verdanke ich dem ausgezeichneten Mechaniker Herrn Paulsen.“

Ein solcher Horizont unserer Hannover'schen Sammlung ist in Fig. 5. (nach Hunäus, Die geometrischen Instrumente S. 200) dargestellt. *AA BBB* ist ein messingener Dreifuss mit Stellschrauben.

Fig. 5.  
Quecksilber-Amalgam-Horizont.  
(Maassstab 1 : 4, Durchmesser = 12 cm.)



Auf drei Ansätze *aaa* desselben wird eine schwach concave Kupferplatte *C* aufgelegt, welche mit einem nur etwa 1 mm hohen Rande versehen ist. Durch Aufsetzen einer kleinen Dosenlibelle und mit Benutzung der drei Stellschrauben *B* wird die Kupferplatte *C* nahezu horizontal gestellt. Nun hat man ein hölzernes Quecksilbergefass, aus welchem auf die Platte *C* Quecksilber durch eine enge Oeffnung geschüttet wird. Wenn dieses Quecksilber den Raum innerhalb des 1 mm hohen Randes ausfüllt, so hat man zunächst einen ähnlichen Horizont wie Fig. 2., der aber dem Wind und sonstigen Erschütterungen noch sehr zugänglich ist.

Nun soll aber das Quecksilber nicht unmittelbar auf die Platte *C* gebracht werden, sondern es soll die Oberfläche dieser Kupferplatte zuvor durch eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilber angequickt werden. Wenn dann das aufgefüllte Quecksilber sich mit der Platte breiartig als Amalgam verbindet, streicht man es mit einem beinernen Lineal glatt ab, wobei der Ueberschuss des Amalgams in den untergestellten Holzsteller *F* fällt. Wer, wie z. B. Verfasser, mit den Chemikalien wenig Bescheid weiss, wird allerdings die oben von Schumacher citirten Schwierigkeiten bei diesem Verfahren finden.

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