

Preisliste A. 22.

Astronomische und erdmagnetische
Instrumente.

F. Sartorius

Vereinigte Werkstätten

für wissenschaftliche Instrumente von

F. Sartorius, A. Becker u. Ludwig Tesdorpf

GÖTTINGEN.



Brief-Adresse:
Firma F. Sartorius
Göttingen.

—□—
Telegramm-Adresse:
Feinmechanik Göttingen.
Telefon 129.



*Die von uns hergestellten
„geodätischen Instrumente“
sind in unserer Preisliste G. 21 aufgeführt.*

Unberechtigter Nachdruck des Textes, auch auszugsweise,
sowie Nachahmung der Abbildungen unseres Kataloges,
werden auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen über
Urheberrecht verfolgt.

81491

Janowitzer, Wable & Co
Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO

F. SARTORIUS

42

Vereinigte Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente

von F. Sartorius, A. Becker und Ludwig Tesdorpf

GÖTTINGEN.

Abteilung IV.

Astronomische und erdmagnetische Instrumente.

Preisliste A. 22.



Ausgabe 1910.

Telegr.-Adresse: *Feinmechanik.*

Telefon No. 129.

Brief-Adresse:

F. Sartorius, Göttingen.

Bei Bestellungen etc. bitte sich auf Preisliste A. 22 zu beziehen.

Janowitzer, Wable & Co
Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO

Lieferungsbedingungen.

1. Die Preise verstehen sich in deutscher Reichswährung gegen Kasse franko Göttingen. Ausländische Geldsorten übernehmen wir zum Tageskurs.
2. Die Verpackung der Instrumente wird gewissenhaft besorgt und billigst berechnet, die Versendung erfolgt jedoch stets auf Kosten und Gefahr des Bestellers.
3. Es wird gebeten, bei jedem Auftrag die Nummer und Jahreszahl dieser Preisliste anzugeben; ferner möglichst genaue Adresse, wenn nötig mit Angabe der nächsten Eisenbahnstation und überhaupt des Weges, auf welchem die Instrumente übersandt werden sollen und bei Auslandsendungen, wo die Verzollung stattzufinden hat. Wenn nicht speziell Frachtgut-Versand gewünscht wird, erfolgt die Versendung stets **per Eilgut** oder **Post**.
4. Für die Güte unserer Instrumente übernehmen wir die weitgehendste Garantie; dieselben sind unter steter Beteiligung unseres wissenschaftlichen Mitarbeiters, Herrn Prof. Dr. **L. Ambronn**, auf das sorgfältigste durchgearbeitet und werden von ihm vor der Ablieferung einer genauen Prüfung unterzogen.
Etwaige Reklamationen in bezug auf vermeintliche, nicht der Bestellung entsprechende Ausstattung der Instrumente, sind sofort nach Empfang derselben geltend zu machen.
5. Diejenigen Herren Auftraggeber, ausgenommen Staats-Institute oder Behörden innerhalb Deutschlands, welche wir nicht die Ehre haben, näher zu kennen, ersuchen wir bei der definitiven Bestellung $\frac{1}{3}$ des Betrages, den Rest vor Absendung der Instrumente einzuschicken, andernfalls Nachnahme des Betrages zu gestatten.
Bei Lieferungen nach dem Ausland ist bei Bestellung Einsendung des ganzen Betrages durch Scheck auf ein deutsches Bankhaus vor Abgang der Sendung üblich.
Bei Staats-Instituten erfolgt die Bezahlung bestellter Instrumente je nach Übereinkunft. Bei Lieferung von Instrumenten, welche einzeln mehr als M. 3000 kosten, ist auch hier Vorausbezahlung von $\frac{1}{3}$ des Betrages üblich.
6. Bei sämtlichen Instrumenten sind die dazu gehörigen Etuis, Kästen und Stative, wenn nicht anders vermerkt, im Preise inbegriffen.
7. Lederüberzüge, Tragkissen und zusammenlegbare Stative etc. werden extra berechnet.
8. Die gangbarsten Instrumente sind meist vorrätig oder soweit vorgearbeitet, dass dieselben in kurzer Frist geliefert werden können. Werden aussergewöhnliche Abänderungen an Instrumenten gewünscht, so werden solche Vorschläge gern berücksichtigt, doch treten dann, je nach Art, entsprechende Preiserhöhungen und verlängerte Lieferzeiten ein.
9. **Die Durchmesserangaben der Kreise beziehen sich bei unsern sämtlichen Instrumenten stets auf den innern Teilungsrand** (Limbuskante) resp. auf den Abstand der Mittelaxen der Mikroskope von einander. Aussen am Rand gemessen besitzen die Kreise jeweils 2—3 cm grösseren Durchmesser.
10. Bei Auswahl von Instrumenten wird jederzeit sehr gern fachmännischer Rat erteilt.
11. Neukonstruktionen werden gern übernommen und wird gebeten, sich dieserhalb mit Einsendung von Modellen, Skizzen und Beschreibungen an uns zu wenden.

Göttingen, 1910.

F. Sartorius

Vereinigte Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente
von F. Sartorius, A. Becker und Ludwig Tesdorpf.

Die Preisliste G. 21 über geodätische Instrumente wird auf Wunsch kostenfrei
übersandt.

Vorwort.

Beim Erscheinen dieses Kataloges verlieren alle vorhergehenden ihre Gültigkeit und wir bitten bei Anfragen oder Bestellungen stets die Nummern der Instrumente und die Bezeichnung des Kataloges anzugeben.

In den 4 Jahren, seitdem wir die Firma Ludwig Tesdorpf, Stuttgart, übernommen haben und nach Göttingen überführten, hatten wir Gelegenheit, im Bau von **astronomischen Instrumenten** für uns neue Aufgaben zu lösen und so manche wertvolle Instrumente auf diesen Gebieten sind in neuer Form entstanden. Wir haben deshalb unser Arbeitsgebiet für astronomische Instrumente erweitert und bringen in diesem Verzeichnis eine Zusammenstellung dieser Instrumente, welche zum größten Teil bereits in unseren Werkstätten angefertigt wurden.

Bei der Ausarbeitung von Neukonstruktionen und der zielbewußten Ausgestaltung der älteren Typen astronomischer und geodätischer Instrumente haben wir den Vorteil, daß Herr *Prof. Dr. L. Ambronn* uns mit seinem Rat als wissenschaftlicher Mitarbeiter zur Seite steht.

Die geodätischen Instrumente haben wir neu geordnet und berechnen die gebräuchlichsten Typen zum Grundpreis vollständig gebrauchsfertig.

Trotzdem sich in den letzten Jahren die Arbeitslöhne beträchtlich erhöht haben, sodaß wir Anfang 1908 einen Preisaufschlag eintreten lassen mußten, ist es uns möglich geworden, durch einheitliche Konstruktionen der verschiedenen Typen, welche eine gemeinsame, vielseitige Verwendbarkeit einzelner Teile ermöglicht und auch für den teilweisen Ersatz, sehr günstige Bedingungen bietet, zum größten Teil diesen Aufschlag fallen zu lassen. Die Preise dieses neuen Katalogs sind auf das Genaueste kalkuliert und ändern sich nur, wenn besondere Wünsche der Herren Besteller, die jederzeit gern berücksichtigt werden, auszuführen sind.

In unseren Werkstätten sind wir stets bemüht, mit den modernsten Einrichtungen und Maschinen zu arbeiten und uns jede Neuerung der Technik zu Nutze zu machen. Wir können dabei mit Genugtuung konstatieren, daß die Güte der Instrumente nicht nur auf der alten Höhe geblieben ist, was von vielen Seiten anerkannt wurde, sondern auch alle Erfolge der technischen Wissenschaften zu ihrer steten Verbesserung herangezogen werden. Wir bleiben weiter bemüht, unsere Konstruktionen und Ausführung der Instrumente auf der höchsten Höhe zu halten und bitten diesem Kataloge die Beachtung zu schenken, die wir ihm wünschen.

Wir haben dem eigentlichen Preisverzeichnis eine allgemeine Einleitung vorangestellt, die es den Benutzern unserer Instrumente ermöglichen soll, sich selbst ein volles Urteil über die zweckmäßige Ausführung derselben zu verschaffen und sich auch in vielen Fällen Rat zu holen betr. der etwa notwendig werdenden Korrekturen und über den Einfluß einzelner Instrumentenfehler, wie sie beim Gebrauch auftreten und oft nicht zu vermeiden sind. Durch Klarlegung einzelner Konstruktionsprinzipien wird der Praktiker auch von dem Wert des einen oder anderen Types der Instrumente und speziellen Konstruktionsprinzipien unterrichtet.

Die ausführlichen Darlegungen über Theorie und Praxis der Benutzung astronomischer Instrumente sind in dem Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde von *Prof. Dr. L. Ambronn* zu finden und muß hier dieserhalb auf dieses Buch hingewiesen werden.

F. Sartorius

Vereinigte Werkstätten für wissenschaftliche Instrumente
von F. Sartorius, A. Becker und Ludwig Tesdorpf.

Allgemeine Bemerkungen über unsere Instrumente.

Allgemeines über den Bau der Instrumente.

Beim Bau unserer Instrumente werden Messing, Rotguß und für Teile, welche nicht auf Biegungsfestigkeit beansprucht werden und bei denen geringes Gewicht von besonderer Bedeutung ist (z. B. Reise-Instrumente) Aluminiumlegierungen verwendet. Axen, Zapfen und Schrauben werden für Instrumente, bei denen keine Magnete zur Verwendung gelangen, aus bestem Stahl gefertigt. Bei magnetischen Meß-Instrumenten, Boussolen, Magnet-Theodoliten u. s. w. werden die Axen aus absolut eisenfreiem Rotguß und die Schrauben aus Neusilber oder ähnlichen Metallen hergestellt. Für die Teilungen wird bei allen besseren Instrumenten Silber, Neusilber oder auf besonderen Wunsch auch Platinlegierung verwendet, nur bei Instrumenten geringerer Art, oder bei groben Teilungen wird die Teilung direkt auf das Messing der Kreise aufgetragen und dann die Fläche versilbert. Das ist aber wenig haltbar und die Strichführung kann weniger exakt gestaltet werden. Teilung auf Silber ist stets vorzuziehen, wenn der Preis der Instrumente auch dadurch ein etwas höherer ist.

Aufstellung und Stative.

Die leichteren astronomischen und geodätischen Instrumente, welche zu Winkelmessungen, zum Nivellieren und zu anderen geodätischen Arbeiten dienen, werden mit Ausnahme von Spiegel-(Reflexions-)Instrumenten ausschließlich auf Stativen, seltener auf festen Pfeilern aufgestellt. Mit ersteren kann das Instrument in verschiedener Weise verbunden werden, auf letzteren steht es meist ohne weitere Befestigung. Die Verbindung mit dem Stativ erfolgt entweder durch den sogenannten Stengelhaken, oder bei Instrumenten unserer Werkstätte durch eine besonders konstruierte Fußplatte. Im ersteren Falle hat das Instrument an dem Mittelteile des Dreifußes, welcher die Büchse oder den Konus für das vertikale Axensystem trägt, ein Schrauben-Gewinde und auf dieses schraubt sich ein Stengel, welcher durch eine weite Öffnung der Kopfplatte des Stativs hindurchgeht und unter derselben von einer runden oder dreiarmigen Scheibe umfaßt wird. Diese wird mittels Feder und Schraube von unten gegen die Kopfplatte gepreßt und sichert so, bei mäßiger Beweglichkeit zum Zwecke der Justierung über einen gegebenen Punkt, das aufgestellte Instrument gegen Herabfallen und unbeabsichtigte Verschiebungen. Der Stengelhaken endigt meist unten zentrisch in einem Haken zum Anhängen des Lotes. Das Lot ist dabei nicht in direkter Verbindung mit dem Vertikalaxensystem und die Aufstellung ist etwas umständlich, besonders wenn noch Fußplatten unter die Spitzen der Dreifußschrauben gelegt werden müssen. Deshalb ist von L. Tesdorpf dem Verbindungsteile eine andere Form gegeben worden.

Dieses schon seit 1895 mit gutem Erfolge hergestellte Verbindungsstück besteht in der Verbindung des Instrumenten-Dreifüßes mit einer plan geschliffenen Platte *I* (siehe umstehende Figur), die sich leicht auf dem metallenen Stativkopf *St* um ca. 3–4 cm verschieben läßt, (*I* wird aus Aluminiumlegierung [$\frac{2}{3}$ leichter als Messing] hergestellt.

Diese Platte wird durch die in weiter Höhlung ausgedrehte Schraube *R* mittels der dreiarmigen Platte *W* auf dem Stativkopf festgehalten.

Der Ring *u* verhindert ein Herabfallen der Befestigungseinrichtung, läßt ihr aber einen großen Spielraum.

Die dreiarmige, flache, federnde Metallkappe *X* drückt die Dreifuß-Stellschrauben *SS'S''*, welche in Halbkugeln endigen, leicht und doch sicher in die entsprechenden radial-länglichen Vertiefungen. Die an den drei Enden angebrachten Sicherheitshaken verhindern das Verbiegen der oberen federnden Metallplatte *X*. Wird die seitlich angebrachte kleine Sicherheitsschraube gelöst und gedreht, so läßt sich zwecks Reinigung und Ölung die federnde Metallplatte *X* zur Seite schieben und der Dreifuß *K* leicht abheben.

Durch die Anwendung dieser Fußplatte erreicht man zwei Vorteile. Erstens ist die Senkelschnur in direkter Verbindung mit der Instrumentenaxe *C* ohne Zwischenschaltung des Stengelhakens, dessen senkrechte Stellung nicht immer verbürgt werden kann. Eine Abweichung in diesem Sinne macht sich besonders fühlbar bei Polygonzügen mit kurzen Seiten, denn dabei muß die Zentrierung eine besonders sorgfältige sein, was sich nur durch die hier gebotene Einrichtung erreichen läßt.

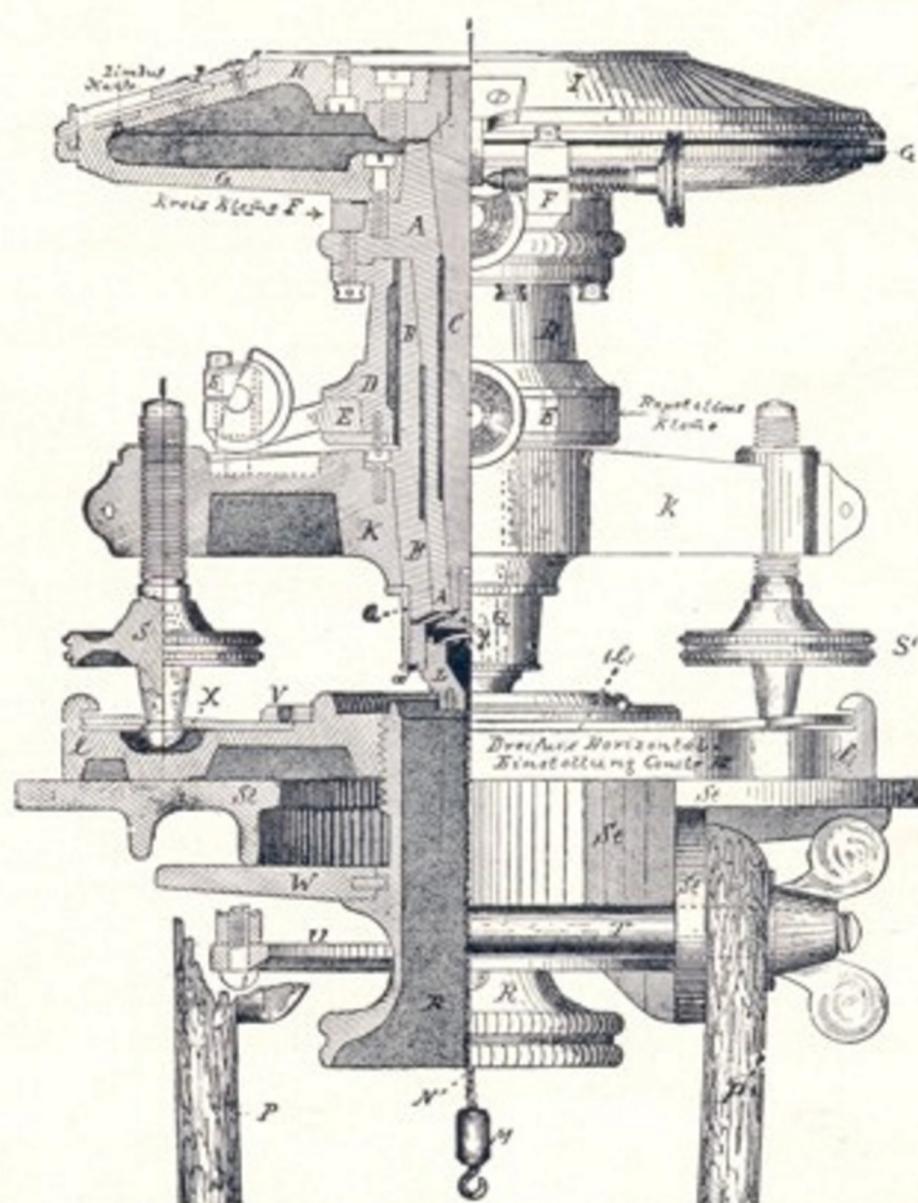


Fig. 1.

Querschnitt der Dreifuß-Horizontal-Einstellung mit Fußplatte und der Kreis-, Axen- und Klemmen-Anordnung bei unseren Theodoliten.

(H) Alhidadenkreis mit den Nonien. (I) Kreisdecke zum Schutze der Teilung. (G) Horizontalkreis. (F) Führung der Mikrometerschraube. (A) Konus für den Horizontalkreis. (C) Konus für den Oberteil mit Alhidade. (B) Büchse für A. (a, x, y und L) Sicherungen und Lagerung für die Entlastungsfedern.

Zweitens aber wird bei Anwendung des bisher gebräuchlichen Stengelhakens bei der nachfolgenden Horizontierung des Instruments die Spannung der Feder und damit ihre Wirkung auf die Vertikalaxe resp. die drei Füße des Instruments eine ganz verschiedene werden, je nach der Ausnutzung der einzelnen Fußschrauben bei der Horizontierung. Eine solche Beeinflussung des Instruments ist bei unserer Anordnung gänzlich ausgeschlossen. Dadurch tritt nicht nur eine ganz gleichmäßige und von jeder Spannung völlig freie Wirkung der Fußschrauben ein, sondern die Stabilität der Instrumentenbefestigung auf dem Stativ wird auch erheblich erhöht.

Die Befestigung der Dreifußplatte *l* auf dem metallenen Stativkopf *St*, die eine nur äußerst kurze Zeit in Anspruch nimmt, erfolgt mittels der weit ausgedrehten Anzugmutter *R* und dem dreiarmigen drehbaren Halter *W*.

Ist das Instrument auf dem Stativ befestigt, oder auf dem Pfeiler aufgestellt, so wird zunächst die Senkrechtstellung der vertikalen Umdrehungsaxe mittels der drei Fußschrauben auszuführen sein. Dieses geschieht bei kleinen Instrumenten mittels einer Dosenlibelle von etwa 1 Bogenminute Empfindlichkeit auf den Doppelmillimeter oder auch durch zwei im rechten Winkel zueinander stehenden Röhrenlibellen, die an geeigneter Stelle am Instrument befestigt sind. Bei größeren Instrumenten ist dazu eine besondere Libelle an dem um die Vertikalaxe drehbaren Teil des Instruments angebracht, oder es ist dem Instrument eine sogenannte Reiterlibelle, die auf die horizontale Umdrehung oder Kippaxe des Fernrohres aufgestellt werden kann, beigegeben.

Man verfährt damit wie folgt: Nachdem eine dem Augenmaß entsprechende Vertikalstellung stattgefunden hat, wird der Oberteil des Instrumentes so gestellt, daß die Horizontalaxe senkrecht

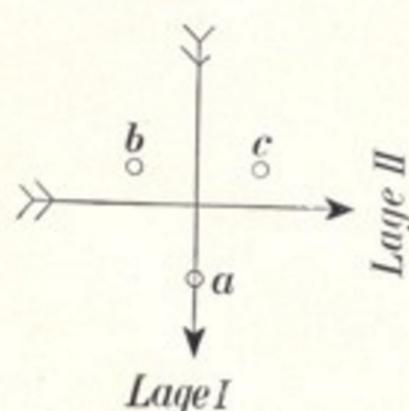


Fig. 2.

zur Verbindungslinie zweier Fußschrauben steht (Fig. 2 Lage I), dann dreht man an Schraube *a* bis die Blase der Libelle zur Einspielung gelangt, d. h. bis die Mitte der Blase etwa mit der Mitte der Libellenteilung zusammenfällt. (Jede zu genaueren Messungen bestimmte Libelle sollte über die ganze Ausdehnung, also namentlich auch in der Mitte durchgeteilt und diese Teilung mit einer Bezifferung versehen sein.)

Dann nimmt man die Libelle ab und setzt sie in umgekehrter Lage wieder auf die inzwischen unverändert gebliebene Horizontalaxe auf. Es ist gut, das Instrument dabei zu klemmen, damit keine Drehung stattfinden kann. Steht jetzt die Blase nicht wieder in der Mitte, dann muß sowohl eine Korrektur der Libelle als auch eine solche der Neigung der Horizontalaxe mittels *a* vorgenommen werden. An der Libelle sind zu diesem Zweck besondere Korrektionschrauben angebracht. Entweder sind die Füße der Libelle in ihrer wirksamen Länge durch Schrauben veränderlich, durch welche man die Höhenlage der Libelle auf einer Seite verändern kann, oder die Libelle selbst (dann meist in besonderer Fassung)

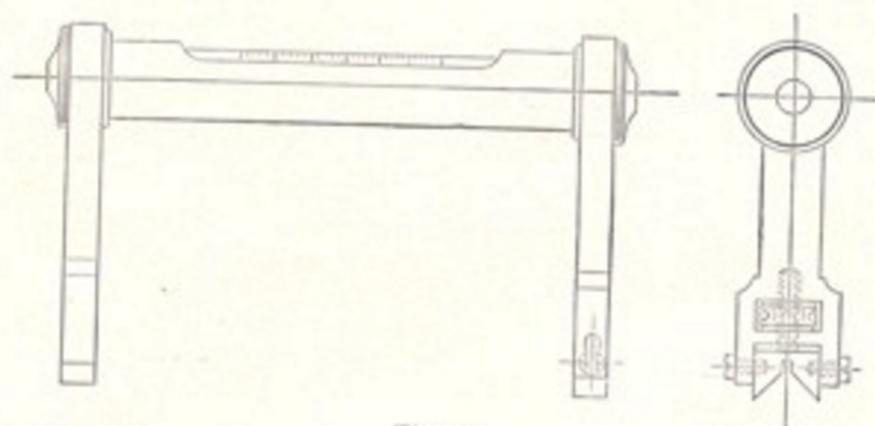


Fig. 3.

ist in einem sie umgebenden äußeren Umfassungsrohr durch geeignete Schrauben beweglich (siehe Fig. 3, 4, 5). Die beiden genannten Korrekturen müssen je zur Hälfte den Ausschlag der Libellenblase beseitigen. Spielt nun die Blase wieder ein und setzt man die Libelle wieder um, so müßte, wenn die beiden Korrekturen genau richtig ausgeführt worden wären, die Blase auch in der nunmehr wieder eingenommenen Lage einspielen. Das wird meist nicht sofort der Fall sein, sondern

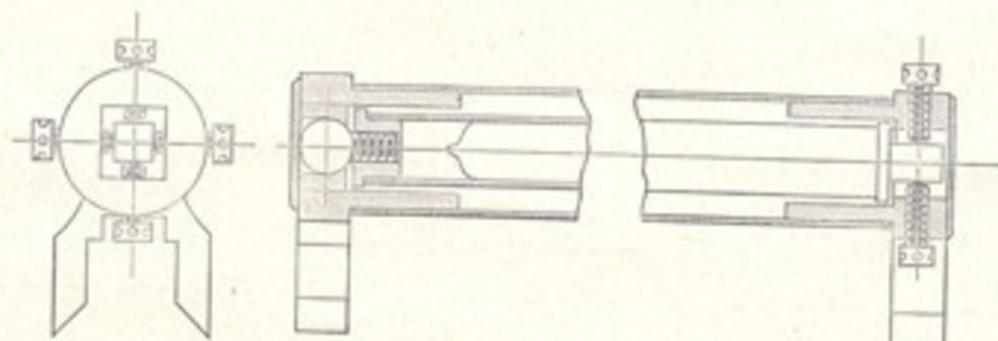


Fig. 4.

man wird dieses Korrekturverfahren 1—2 mal, je nach Übung des Beobachters, wiederholen müssen. Nimmt die Blase beim Umsetzen der Libelle in dieser ersten Lage des Instruments beide mal nahe die Mitte der Libellenteilung ein, so ist sie genügend berichtigt, und die Vertikalaxe ist auch im Sinne der Richtung I senkrecht, hier zunächst vorausgesetzt, daß Kippaxe und Vertikalaxe senkrecht aufeinanderstehen.

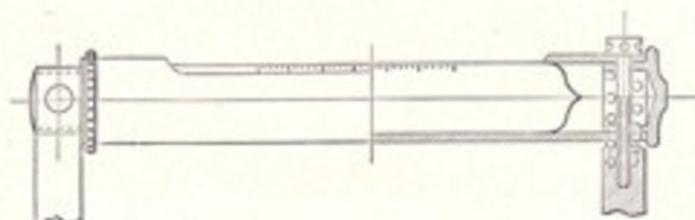


Fig. 5.

Nunmehr dreht man das Instrument um die Vertikalaxe in die Lage II und bringt die Blase der Libelle zum Einspielen, indem man die Schrauben *b* und *c* um gleiche Beträge, aber im entgegengesetzten Sinne, dreht. Dadurch wird bewirkt, daß die Mittellinie (Lage I) ihre Neigung nicht ändert, sondern das Instrument sich im ganzen um diese Linie als Axe dreht. Da die Libelle korrigiert war, braucht man jetzt nur die Blase in der angegebenen Weise zum Einspielen zu bringen, und die Vertikalaxe wird, da sie auf zwei zueinander senkrechten Richtungen vertikal steht, auch allgemein vertikal stehen. Ist das Instrument nur mit einer festen Libelle z. B. an der einen Stütze der Fernrohraxe oder auf dem Nonien- resp. Mikroskopträger, versehen, so erfolgt die Vertikalstellung der Axe in gleicher Weise, nur ist die Libelle nicht umsetzbar, sie kann also durch Drehen des Instruments um 180° nicht senkrecht zur Vertikalaxe gestellt werden. Das genügt aber auch, da die Libelle in allen Lagen des Instruments ihre Stellung zu dieser Axe dann nicht mehr ändern kann. Bisher ist angenommen, daß die Horizontalaxe senkrecht zur Vertikalaxe steht. In einer guten mechanischen Werkstätte wird dafür gesorgt sein, daß dieses der Fall ist. Ein sorgfältiger Beobachter prüft das aber sicher selbst nach. Die Prüfung wird gleich mit der Senkrechstellung des Instrumentes verbunden, indem man die Horizontalaxe nicht nur in einer Richtung in die Lage I und II bringt, sondern auch in je um 180° verschiedenen Richtungen (durch Drehen des Oberbaues). Stehen beide Axen nicht senkrecht zu einander, so wird die Niveaublase in zwei zu einander um 180° veränderten Richtungen der Horizontalaxe offenbar den doppelten Betrag der

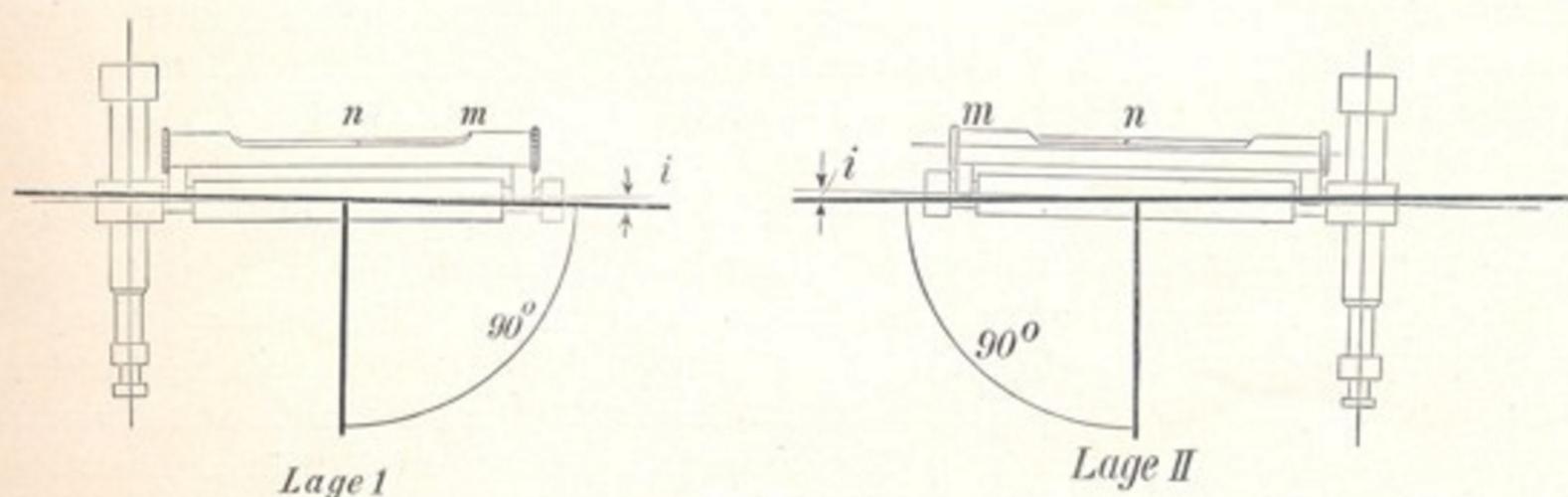


Fig. 6.

Abweichung durch ihren Ausschlag anzeigen (Fig. 6.) Der Neigungswinkel *i* wird sein gleich $\frac{l-r}{2}$ ausgedrückt in Teilwerten der Libelle, wenn *l* und *r* die Mittel aus den Ablesungen an den Blasenenden *m* und *n* bei Fernrohr links resp. rechts bedeuten. Beträgt die Empfindlichkeit der Libelle $p = 10''$ pro 1 Teil = 2 mm, so ist $i = p'' \left(\frac{l-r}{2} \right) = 10'' \left(\frac{l-r}{2} \right)$.

Meist ist an einem Lager der Horizontalaxe eine Vorrichtung zur Korrektur des Fehlers *i* angebracht. Diese kann verschiedener Art sein. Bei unseren Instrumenten werden im allgemeinen

die beiden in den Figuren 7 und 8 dargestellten Einrichtungen angewandt. Zwecks Korrektur der gegenseitigen Lage der beiden Axen zueinander, die wenn einmal gut ausgeführt, lange Zeit unverändert bleibt, hat man dann das eine Axenende durch die Lagerkorrektur um $\frac{1-r}{4}$ zu heben oder zu senken und um denselben Betrag die Korrektur an der betreffenden Fußschraube

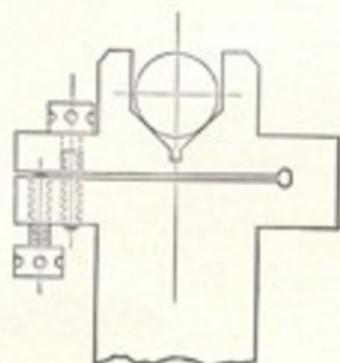


Fig. 7.

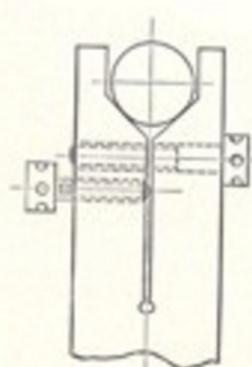


Fig. 8.

des Instruments vorzunehmen (hier vorausgesetzt, daß die Libelle berichtigt ist). Man stellt deshalb bei Ausführung dieser Untersuchung das Instrument vorteilhaft in die Lage I (Fig. 2), weil man dann die zweite Korrektur an der Schraube *a* allein vorzunehmen hat. Auch hierbei gelingt die Korrektur nicht sofort, sondern man muß oft mehrmals um 180° drehen, bis schließlich in allen Stellungen des Instruments und in beiden Lagen der Libelle eine genügende Konstanz in der Lage der Blase zur Mitte der Libelle erlangt wird. Wir möchten gleich hier bemerken, aber erst später dafür Zahlen angeben, daß kleine Ausschläge der Libelle in diesem Falle ohne erheblichen Belang für die Genauigkeit der Messungen werden, da die sogenannten Axenfehler nur bei kleinen Zenitdistanzen erhebliche Fehler in den Messungen veranlassen.

Zu den Axenfehlern gehören auch die, welche die Richtung der Absehenslinie des Fernrohres (oder Diopter) betreffen. Die Absehenslinie eines Fernrohres ist die Verbindungslinie zwischen Mitte des Objektivs und dem Kreuzungspunkt der Fäden (oder der beiden Mittelfäden, wenn komplizierte Fadensysteme im Fernrohr sind). Diese Absehenslinie ist nicht eine optische Axe (wie sie wohl häufig bezeichnet wird), sie fällt aber auch nur selten streng mit der geometrischen Axe des Fernrohrkörpers zusammen (nur bei guten Nivellier-Instrumenten soll das möglichst der Fall sein). Die Absehenslinie soll senkrecht zur Kippaxe stehen. Abgesehen davon, daß der Mechaniker dieser Forderung schon stets in genügender Weise Rechnung trägt, muß aber auch der Beobachter die Lage dieser „Axe“ prüfen. Das geschieht am einfachsten dadurch, daß man das Fernrohr auf ein möglichst entferntes Objekt richtet, die Vertikalaxe festklemmt und scharf einstellt. Darauf legt man das Fernrohr in den Lagern um oder schlägt es durch und dreht den Oberteil um die Vertikalaxe nach Lösung derselben um genau 180° . Das geht am besten und mit genügender Genauigkeit dadurch, daß man in der ersten Lage einen Nonius oder ein Mikroskop abliest und in der zweiten Lage denselben Nonius oder dasselbe Mikroskop auf eine um 180° vermehrte Kreisablesung einstellt.

Ist die Absehenslinie senkrecht zur Kippaxe, so wird jetzt diese bei gehöriger Einstellung des Fernrohres wieder genau nach dem anvisierten Objekte zeigen. Eine etwa auftretende Abweichung ist der doppelte Axenfehler (den man hier Kollimationsfehler zu nennen pflegt). Die Größe dieses Fehlers wird man messen können, wenn man jetzt den Horizontalkreis scharf abliest, sodann die Absehenslinie auf das entfernte Objekt einstellt und wieder abliest. Der Unterschied beider Ablesungen ist eben der doppelte Kollimationsfehler. Dabei braucht die bei gut justierten Instrumenten bestehende (aber für die Winkelmessung selbst durchaus gleichgültige) Bedingung, daß die Nullpunkte der Ablesevorrichtungen sich genau gegenüberstehen, nicht streng erfüllt zu sein. Für genaue und von dieser Bedingung unabhängige Bestimmung des Kollimationsfehlers muß man in beiden Lagen des Fernrohres die Einstellung auf das entfernte Objekt ausführen und

die Kreisablesungen machen. Die Differenz gibt dann den doppelten Kollimationsfehler¹⁾. Ist derselbe innerhalb einer oder zwei Bogenminuten, so kann man ihn ruhig bestehen lassen, sein Einfluß wird die Messungen nicht erheblich fälschen können, wenn nicht in kleinen oder in sehr verschiedenen Zenitdistanzen gemessen wird. Ist dieses aber der Fall, so muß man den Fehler nach Möglichkeit wegbringen. Das geschieht, indem man den Oberteil des Instrumentes auf das Mittel der beiden vorher erhaltenen Ablesungen einstellt und sodann das Diaphragma mit dem Faden-(Strich)Netz durch

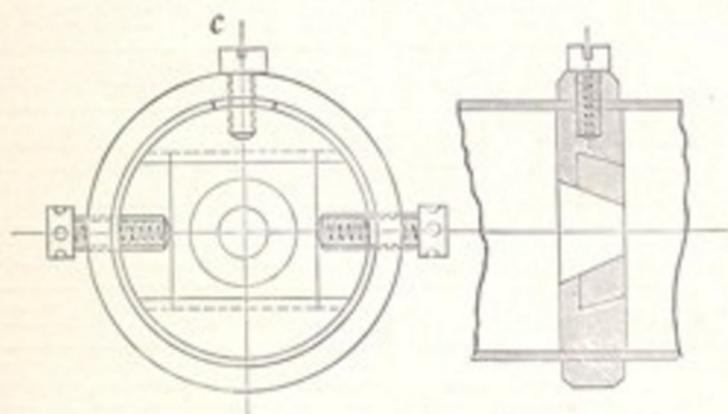


Fig. 9.

die zu diesem Zweck angebrachten Korrektschrauben (Fig. 9) solange vorsichtig verschiebt, bis der Kreuzungspunkt der Fäden mit dem entfernten Objekt zusammenfällt. (Schrauben dann gut, aber nicht zu fest anziehen.) In dem Fernrohr eines Theodoliten oder Universalinstrumentes ist es nicht nötig, daß das Diaphragma sich auch im vertikalen Sinne verschieben läßt, vielmehr ist es besser, wenn nur eine solche Verschiebung parallel zur Kippaxe ausgeführt werden kann, das Diaphragma sich aber im übrigen in einer entsprechenden Führung bewegt. Bei Nivellier-Instrumenten ist die Verschiebung nur im vertikalen Sinne nötig. Die doppelte Beweglichkeit ist, wenn auch noch sehr häufig ausgeführt, nicht zweckmäßig, da dadurch das Diaphragma nur an 4 Punkten festgehalten wird, die nicht immer diametral zu einander liegen und bei nötig werdender Korrektur eine sehr unsichere Führung bilden. Bei Nivellier-Instrumenten, für welche gefordert wird, daß die Absehenslinie auch mit der geometrischen Axe der Lagerringe zusammenfällt, pflegt man entweder doch 4 Justierschrauben für das Diaphragma anzubringen oder besser noch die Objektivfassung zentrierbar einzurichten. Das geschieht bei allen unseren größeren Instrumenten dieser Art. Die Ausführung muß aber gute Sicherung des Objektivs verbürgen. Unnötige Bewegungsmöglichkeit ist stets zu unterlassen.

Soll auch das Fadensystem noch insofern korrigierbar sein, daß man den „Horizontalfaden“ genau horizontal stellen kann, so ist die Diaphragmen-Führung noch im Fernrohr drehbar und dann durch die Schraube c festzustellen.

Der Einfluß der Axenfehler der Instrumente auf Zenitdistanzen und Azimut-Unterschiede (also Horizontal-Winkelmessung) läßt sich aus den folgenden Formeln leicht ersehen. Ist i der Winkel, welchen die Kippaxe mit der Horizontalen macht (durch die Reiterlibelle zu ermitteln) und $90^\circ + c$ der Winkel zwischen Kippaxe und Absehenslinie des Fernrohres, so ist die für die gemessene Zenitdistanz (z) wegen dieser Fehler notwendig werdende Korrektur Δz (in Bogensekunden):

$$\Delta z'' = \left\{ \left(\frac{i+c}{2} \right)^2 \cotg \frac{1}{2} z - \left(\frac{i-c}{2} \right)^2 \tg \frac{1}{2} z \right\} \sin 1''$$

oder $206265 \Delta z'' = \left(\frac{i+c}{2} \right)^2 \cotg \frac{1}{2} z - \left(\frac{i-c}{2} \right)^2 \tg \frac{1}{2} z.$

und die Korrektur eines gemessenen Horizontalwinkels Δw wird, wenn die Höhen der beiden anvisierten Punkte resp. h und h^1 sind:

$$\Delta w'' = c (\sec h^1 - \sec h) + i^1 \tg h^1 - i \tg h^2.$$

Wird $h = h^1$ d. h. liegen beide Punkte in gleicher Höhe, so geht die letzte Formel über in

$$\Delta n = (i^1 - i) \tg h$$

d. h. ein Kollimationsfehler bleibt ohne Einfluß und von dem Fehler der Kippaxe wird nur die Differenz mit dem in diesen Fällen meist sehr kleinen Wert der Tangente der Höhe multipliziert.

Um einen Überblick über den Einfluß der Axenfehler zu geben, mag folgende Tabelle dienen, welche, wenn man der Reihe nach i , i^1 , c oder $\frac{i+c}{2}$ und $\frac{i-c}{2}$ gleich k setzt, die Produkte dieser Werte mit $\sec h$ und $\tg h$, sowie die Werte $k^2 \frac{\tg z}{206265} = k^2 \frac{\cotg h}{206265}$ und $k^2 \frac{\cotg z}{206265} = k^2 \frac{\tg h}{206265}$ gibt.

¹⁾ Ist das Fernrohr an einem Ende der Kippaxe, also exzentrisch, so ist von der Differenz der Kreisablesungen noch der Winkel ($2c$) abzuziehen, unter welchem die Distanz der beiden Fernrohrlagen (d) von der Entfernung (E) des anvisierten Objektes aus erscheint.

$$2c'' = \frac{d}{E \sin 1''} = 206265 \frac{d}{E}$$

²⁾ Die Neigungen i und i^1 sind diejenigen der Horizontalaxe bei dem Visuren in den Elevationswinkeln h und h^1 nach den Punkten P und P^1 , die einzeln durch die Libelle bestimmt werden müssen. Man kann dann von einer Einführung der Abweichung der Vertikalaxe von der Normalen absehen.

Tafel des Einflusses der Axenfehler (k) auf Horizontal-Winkelmessungen für die Höhen (h).

h \ k	10"		20"		30"		40"		50"		60"		100"	
	k tg h	k sec h												
2°	0.35	10.00	0.70	20.00	1.05	30.00	1.40	40.00	1.74	50.00	2.09	60.00	2.44	100.00
4°	0.70	10.02	1.40	20.05	2.10	30.07	2.80	40.10	3.50	50.12	4.20	60.14	4.89	100.24
6°	1.05	10.06	2.10	20.12	3.15	30.16	4.20	40.22	5.25	50.28	6.31	60.33	10.51	100.55
8°	1.40	10.10	2.81	20.19	4.22	30.29	5.62	40.39	7.02	50.49	8.43	60.59	14.05	100.98
10°	1.76	10.15	3.53	20.31	5.29	30.46	7.05	40.62	8.82	50.77	10.58	60.94	17.63	101.54
15°	2.70	10.35	5.36	20.71	8.04	31.06	10.73	41.41	13.40	51.76	16.08	62.12	26.79	103.53
20°	3.64	10.64	7.28	21.28	10.92	31.92	14.57	42.57	18.20	53.22	21.84	63.90	36.40	106.42
25°	4.66	11.03	9.35	22.07	13.99	33.09	18.70	44.12	23.32	55.15	27.98	66.18	46.63	110.34
30°	5.77	11.55	11.55	23.09	17.32	34.64	23.09	46.20	28.87	57.75	34.64	69.30	57.74	115.47
35°	7.00	12.21	14.00	24.42	21.00	36.63	28.00	48.84	35.01	61.05	42.01	73.26	70.02	122.08
40°	8.39	13.05	16.78	26.11	25.17	39.15	33.55	52.20	41.96	65.25	50.35	78.30	83.91	130.54
45°	10.00	14.14	20.00	28.28	30.00	42.41	40.00	56.56	50.00	70.70	60.00	84.87	100.00	141.42
50°	11.92	15.56	23.84	31.11	35.76	46.68	47.68	62.24	59.59	77.80	71.51	93.26	119.18	155.57
55°	14.28	17.43	24.56	34.86	42.84	52.29	57.12	69.72	71.40	87.15	85.69	104.58	142.81	174.34
60°	17.32	20.00	34.64	40.00	51.95	60.00	69.28	80.00	86.60	100.00	103.93	120.00	173.21	200.00

Tafel für den Einfluß der Axenfehler (k) auf die gemessene Höhe (h).

h \ k	30"		60"		100"		200"	
	$\frac{k^2 \text{ tg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ cotg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ tg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ cotg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ tg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ cotg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ tg } h}{206265}$	$\frac{k^2 \text{ cotg } h}{206265}$
10°	0.00	0.02	0.00	0.09	0.01	0.27	0.03	1.09
20°	0.00	0.01	0.00	0.05	0.02	0.13	0.07	0.53
30°	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	0.08	0.11	0.33
40°	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.16	0.23
50°	0.01	0.00	0.02	0.01	0.06	0.04	0.23	0.16
60°	0.01	0.00	0.03	0.01	0.08	0.03	0.34	0.11
70°	0.01	0.00	0.05	0.01	0.13	0.02	0.53	0.07

Aus diesen Tabellen ersieht man, daß kleine Axenfehler für die Messung von Zenitdistanzen und noch mehr für Horizontalwinkel von geringer Bedeutung sind, zumal wenn man bedenkt, daß sie durch geeignete Anordnung der Beobachtungen zum Teil ganz unschädlich gemacht werden können.

Janowitz, Wable & Co

Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO

Das Fernrohr.

Das Fernrohr der Meß-Instrumente besteht aus Objektiv und Okular und einer dazwischen geschalteten Einrichtung, die die Absehenslinie definiert, das Faden- oder Strichnetz (siehe oben). Über die Prüfung der Objektive mag später gesprochen werden. Die Objektive unserer Instrumente sind nur aus renommierten Werkstätten bezogen und genau auf Bildqualität und Zentrierung untersucht. Als Okulare werden fast ausschließlich positive (Ramsden'sche) d. h. solche verwendet, mit denen das nur wenig vor ihrer Vorderlinse gelegene und vom Objektiv erzeugte reelle Bild des Objektes zugleich mit dem Fadennetz betrachtet wird. Sogenannte negative (Huyghens'sche Okulare) d. h. solche, bei denen das Bild des Objektes zwischen den Linsen des Okulares zustande kommt, werden nur bei größeren Fernrohren, die dann aber nur selten zu Messungen, sondern nur zum Betrachten entfernter Objekte dienen sollen, verwendet.

Die wesentlichen Eigenschaften eines Fernrohres sind: Lichtstärke, angemessene Vergrößerung bei bestimmter durch die anderen Teile des Instrumentes bedingter Länge und Klarheit des Bildes sowie scharfe und genau ähnliche Abbildung der betrachteten Objekte. Diese Eigenschaften hängen von der Güte der Linsen und ihrer richtigen Anordnung im Fernrohr ab. Der Beobachter kann an diesen Eigenschaften im allgemeinen nichts ändern. Deshalb ist die Firma bestrebt, in dieser Beziehung nur tadellose Fernrohre zu liefern. Die Bilder müssen klar und frei von jeder Randfärbung sein, ebenso sollen z. B. gerade Linien (Fahnenstangen, Blitzableiter etc.) auch im ganzen Gesichtsfelde wieder gerade erscheinen und im Bilde keine Krümmung zeigen. Der Okularauszug muß sicher geführt sein, sodaß bei durch den Abstand des Objektes bedingten Änderungen in dessen Stellung keine Veränderung der Absehenslinie gegenüber der geometrischen Axe des Fernrohres vorkommen kann. Diese Bedingung ist besonders wichtig bei Nivellier-Instrumenten und es werden dort deshalb häufig besondere Vorkehrungen zwecks sicherer Bewegung getroffen. Die Lichtstärke des Fernrohres hängt auch von der Güte des Glases ab, namentlich aber von der Öffnung (O) des Fernrohres, die Vergrößerung (V) allein von dem Verhältnis der Brennweite des Objektes (F) zu der des Okulars (f). Es ist immer $V = \frac{F}{f}$ (f sogenannte Äquivalent-Brennweite des Okulars).

Im allgemeinen wählt man F etwa 10—18 mal so groß als O und die Vergrößerung soll bei geodätischen und astronomischen Meß-Instrumenten das $1\frac{1}{2}$ fache der Öffnung in Millimeter ausgedrückt nicht übersteigen. Nur bei ganz großen Fernrohren weicht man davon ab. Größeren Fernrohren, etwa von 30 mm Öffnung ab, gibt man meist zwei oder mehr Okulare von verschiedener Äquivalentbrennweite bei (Äquivalentbrennweite eines Okulars oder einer kombinierten Linse nennt man diejenige, die eine einfache Linse haben müßte, um dieselbe Vergrößerung zu liefern, wie das zusammengesetzte Okular), um für die einzelnen Objekte die zweckmäßigste Vergrößerung herausuchen zu können. Je stärker die Vergrößerung gewählt wird, desto geringer wird die Bildhelligkeit im Auge und desto kleiner wird bei gleicher Okular-Konstruktion das Gesichtsfeld d. h. der vom Auge zu überblickende Teil des Objektes. Die richtigen Grenzen hier einzuhalten, kann nur Sache der Erfahrung des Konstrukteurs und des Beobachters sein. Man hüte sich im allgemeinen vor der Ansicht, das starke Vergrößerung in allen Fällen bessere Sichtbarkeit und genauere Messungsergebnisse liefern müssten.

Ob die Führung des Okularauszuges sicher ist, kann durch Anvisieren verschieden entfernter Objekte geprüft werden, deren gegenseitige Stellung zu einander man kennt. Die Prüfung ist nicht ganz leicht. Die Bewegung des Okularauszuges wird meist durch einen Trieb mit Zahnstange bewirkt. Durch die einseitige Lage dieser Einrichtung kommt leicht ein seitlicher Druck zustande. Wir konstruieren daher, besonders für Nivellier-Instrumente, Okularauszüge mit zwei diametralen Zahnstangen, die durch gemeinsam bewegte Triebe in Tätigkeit gesetzt werden können. Der Okularauszug soll nicht zu kurz sein, sodaß die Führungsringe, auf denen er gleitet, nicht zu nahe beieinander liegen müssen.

Um die Brennweiten vom Objektiv und Okular zu bestimmen, kann man, wenn es sich nur um rohe Kenntnis derselben handelt, durch diese ein scharfes Bild der Sonne auf einem weißen Blatte entwerfen lassen und den Abstand des Blattes von der Mitte der Linse messen. Auf einige Millimeter genau erhält man dann F und f und damit einen genäherten Wert von V . Genauer geht man vor, wenn man durch die Linse, deren Brennweite bestimmt werden soll, von einem Objekt (z. B. einige kleine Löcher in einer Scheibe, die von hinten beleuchtet wird) ein Bild entwerfen läßt und die Entfernung vom Objekt und Bild von der Mitte der Linse mißt, z. B. mittels einer



Fig. 10.

der in Fig. 10 abgebildeten ähnlichen Anordnung. Dann ist

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad \text{oder} \quad F = \frac{D d}{D + d}$$

Noch etwas schärfer kommt man zum Ziel wenn man $D + d$ um weniges größer als $4 F$ wählt. Man hat dann (Fig 11) auf der Strecke $C > 4 F$ zwei Stellen O' und O , welche symmetrisch zu

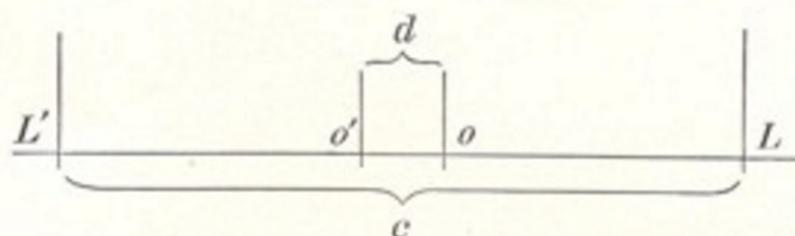


Fig. 11.

L und L' , den Orten von Objekt und Bild liegen, an denen die Linse stehen kann, wenn sie von L ein Bild in L' entwerfen soll. Misst man dann $LL' = C$ und $OO' = d$, so erhält man $F = \frac{1}{2} C - \frac{d^2}{4C}$. Da bei richtiger Wahl von C das d immer nur eine kleine Strecke sein wird, so braucht man nur C sehr genau zu kennen, aber d weniger genau, auf alle Fälle ist aber das d nicht mehr von der Kenntnis der Konstruktion der Linse (etwa der aus zwei oder mehr Linsen zusammengesetzten Objektivs) abhängig, welche bei der strengen Definition der Brennweite berücksichtigt werden müßte.

Die Vergrößerung des Fernrohres kann man dadurch einigermaßen bestimmen, daß man mit einem Auge durch das Fernrohr nach einem gleichmäßig geteilten Objekt (z. B. Nivellierlatte, Staketzaun, Dachziegel dergl.) und mit dem anderen direkt nach diesem Objekt sieht. Die Vergleichung der beiden Bilder liefert die Vergrößerung bei schwachen Fernrohren. Viel sicherer erhält man dieselbe aber unabhängig von der Kenntnis der Brennweiten der Linse dadurch, daß man den Durchmesser des kleinen vor dem Okular erscheinenden Bildchens misst, wenn das Fernrohr auf unendlich eingestellt und nach dem hellen Himmel gerichtet wird. Dieses Bildchen sieht man, wenn sich das Auge in der Entfernung der deutlichen Sehweite (etwa 20–25 cm) vom Okular entfernt befindet. Der Durchmesser dieses Bildchens dividiert in den Durchmesser der freien Objektiv-Öffnung gibt direkt die Vergrößerung. Man hat zur genauen Messung dieses kleinen Bildchens besondere Instrumente (sog. Dynameter) konstruiert. Das sind scharf geteilte ($\frac{1}{10}$ mm) kleine Glasskalen, die an die Stelle des kleinen Bildchens gebracht und mit einer starken Lupe mit diesem verglichen werden können.

Vor Beginn der Messungen soll der Beobachter zuerst das für sich bewegliche und am besten aus freier Hand verstellbare Okular so stellen, daß er mit seinem Auge das Fadennetz ganz scharf sieht. Es ist dabei gut, gegen eine helle Wand, den hellen Himmel oder bei Nacht in das durch die vorhandene Beleuchtungs-Einrichtung erhellt Gesichtsfeld zu sehen und zu vermeiden, daß in diesem gleichzeitig noch ein anderes Objekt sichtbar ist, da sonst das Auge leicht unsicher auf das Fadennetz accomodiert.

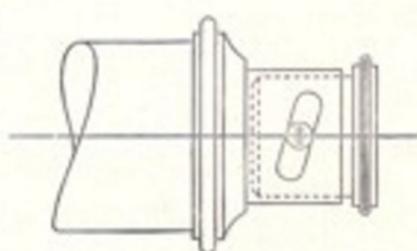


Fig. 12.

Das Okular der Fernrohre soll sich nicht zu leicht in seiner Hülse bewegen, damit es sich nicht bei Berührung durch das Auge verschiebt. Man trifft deshalb jetzt häufig die in Fig. 12 gegebene Einrichtung, wodurch eine gute Bewegung und dann leicht ein sicheres Feststellen erzielt wird. Ist das Okular genau auf das Fadennetz eingestellt, dann erst verschiebt man den ganzen Okularauszug und bringt die Fadenebene dahin, wo das vom Objektiv erzeugte Bild sich befindet. Bildchen und Fadenebene sollen genau zusammenfallen, andernfalls ist eine scharfe Beobachtung unmöglich, da sonst die Richtung der Visur von dem Ort des Auges vor dem Diaphragma des Okulars abhängig sein würde, denn sobald das Auge die Stellung ändert, verschieben sich Bild und Fadennetz gegeneinander, wenn beide nicht in derselben Ebene liegen. Man nennt das Parallaxe. Ob dieses Zusammenfallen stattfindet, erkennt man besser als aus der gleichzeitigen Deutlichkeit von Bild und Fadennetz gerade dadurch, daß die eben erwähnte Ortsveränderung beim Bewegen des Auges nicht mehr stattfindet.

Kreise.

Auf den Axen senkrecht stehen die Kreise zum Messen der Drehungswinkel zwischen Axen und Fernrohr. Diese Kreise sind entweder als Vollkreise (bei kleineren, neuerdings auch wohl bei größeren Instrumenten) oder als Speichen-Kreise mit 4–6 Speichen konstruiert. Sind sie mit den Axen fest verbunden oder auch auf ihnen beweglich und dann klemmbar, oder sie werden namentlich bei großen Instrumenten nur durch die Reibung in der ihnen gegebenen Stellung erhalten. Früher gab man den Instrumenten häufig 2 konzentrische Vertikalaxensysteme zwecks Repetitionsmessungen, heute pflegt man Repetitionsmessungen nur noch bei kleineren Vermessungen anzuwenden und man gibt dem Horizontalaxensystem dann nur noch eine besondere Klemme und Feinbewegung (Fig. 1). Die Kreise sind mit Teilungen versehen entweder in 360° oder 400° . Die ganzen Grade werden in $\frac{1}{2}^\circ$, $\frac{1}{3}^\circ$, $\frac{1}{4}^\circ$ oder bei größeren Kreisen (etwa von 15 cm Durchmesser an) auch in $\frac{1}{6}^\circ$ und $\frac{1}{12}^\circ$ resp. $\frac{1}{2}^\circ$, $\frac{1}{4}^\circ$, $\frac{1}{5}^\circ$, $\frac{1}{10}^\circ$ geteilt. Man soll die Teilung nicht zu eng wählen, da sonst die Striche zu fein werden müssen und zu eng aneinander kommen, wodurch namentlich bei Nonienablesung das Auge sehr angestrengt und dadurch die Ablesung nicht so sicher wird, als es bei größeren Teilungsintervallen und guten, scharfen Strichen der Fall ist.

Die Teilungen auf Gleichförmigkeit vollständig zu untersuchen, ist sehr umständlich und für gewöhnlich kaum ausführbar, man muß da der Güte der Ausführung in renommierter Werkstätte ein gewisses Vertrauen schenken. Andererseits kann man aber etwaige Teilungsfehler durch die Art der Winkelmessung ziemlich unschädlich machen. Man braucht nur die betreffenden Winkel an recht verschiedenen Stellen der Kreisteilung zu messen und das ist der Grund aus dem man gegenwärtig die Kreise für sich drehbar zu machen pflegt. Eine ganz gute Kontrolle für die Güte der Teilung erhält man auch bei Nonien-Instrumenten durch systematische Vergleichung der Nonienlänge mit der Kreisteilung, indem man etwa von 2 zu 2 oder von 5 zu 5 Grad fortschreitend diese Vergleichen ausführt. (Ein gutes Beispiel dafür gibt K. Lüdemann in „Zeitschrift für Vermessungswesen 1907, Seite 345 ff.).

Auch die unregelmäßigen Schwankungen in der Differenz der Angaben der beiden Nonien oder der Ablesemikroskope, die man in engen Intervallen um den Kreis herum erhält, bieten einigen Anhalt dafür. Ein gewisses Urteil über die Güte der Teilung kann man durch diese Art der Winkelmessung selbst erlangen, indem man die an den verschiedenen Stellen des Kreises erhaltenen Werte für ein und denselben Winkel miteinander vergleicht. Hat keine wirkliche Veränderung des Winkels stattgefunden oder stattfinden können, so werden die Abweichungen der einzelnen Resultate untereinander den Teilungsfehlern und der sog. Exzentrizität ihren Ursprung verdanken. Die letztere gibt sich dadurch kund, daß sich die erhaltenen Abweichungen nach einem bestimmten Gesetz

ändern werden, abgesehen von den etwa durch systematische Teilungsfehler hervorgebrachten Verschiedenheiten. Diese haben aber meist eine Periode 40 oder 60 Grad, während die Exzentrizität eine solche von 180 Grad aufzuweisen pflegt. Diese Exzentrizität entsteht dadurch, daß das Teilungszentrum des Kreises nicht mit dem Drehungsmittelpunkt der Ablesevorrichtung (der Alhidade) zusammenfällt. Eine solche Exzentrizität ist für alle Winkelmessungen völlig unschädlich, sobald die Kreisablesung an zwei oder gar 4 Nonien oder Mikroskopen erfolgt, welche sich paarweise diametral gegenüber stehen. Wir sind immer bestrebt, die Exzentrizität gleich 0 zu machen, bei alten viel gebrauchten Instrumenten tritt aber später doch eine kleine Abweichung der beiden Zentren durch Abnutzung ein. Man soll daher, wenn es sich um größere Genauigkeit handelt, nie die Ablesung des Kreises nur an einem Nonius oder Mikroskop machen, sondern stets an beiden; die aus dem Mittel beider Ablesungen abgeleiteten Winkel sind frei von Exzentrizitätsfehler. Instrumente mit nur einem Nonius sind nur zu untergeordneten Messungen zu gebrauchen. Auch auf See verdienen daher die Reflexions-Instrumente mit Vollkreis und zwei Nonien bei weitem den Vorzug gegenüber den noch vielfach gebräuchlichen Sextanten und Oktanten. Diese müssen sehr gut untersucht sein, wenn ihre Messungen Vertrauen verdienen sollen. (In Deutschland werden solche Instrumente an der deutschen Seewarte genau untersucht und es werden ihnen wenn nötig besondere Korrektortabellen beigegeben.)

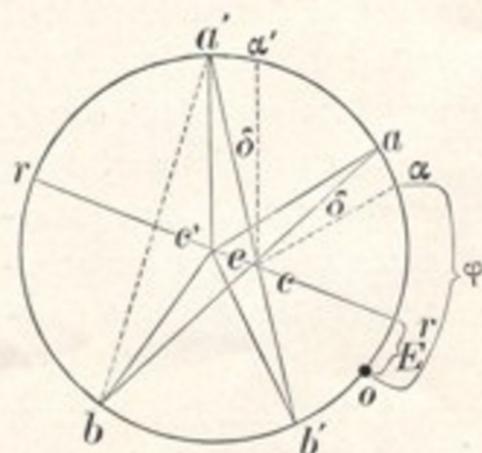


Fig. 13.

Sei in Fig. 13 c das Drehungs-Zentrum der Alhidade, c' dasjenige der Teilung, außerdem seien a c b n. a' c b' die Verbindungslinien der Nullpunkte der Nonien oder Mikroskope A und B mit c für die beiden Visuren, wobei a c und a' c nicht unbedingt die Verlängerung von c b und c b' zu sein brauchen, sondern sich auch um den Winkel δ , der aber konstant ist, unterscheiden können. Der Winkel $\angle a c a' = \angle b c b'$ ist dann offenbar derjenige, welchen die Visurlinien in c wirklich mit einander einschließen, welcher also gemessen werden soll. Am Kreise werden aber durch die Bögen a a' resp. b b' die Winkel $\angle a c' a'$ und $\angle b c' b'$ abgelesen. Es läßt sich aber nachweisen, daß $\angle a c' a' + \angle b c' b' = 2 \angle a c a' = 2 \angle b c b'$ ist, daß also das Mittel aus den Ablesungen an zwei diametralen Nonien den gesuchten Winkel ohne Einfluß etwaiger Exzentrizität liefert.

Es ist nämlich: $\frac{1}{2} \angle a c' a' = \angle a b a'$

$$\frac{1}{2} \angle b c' b' = \angle b a' b'$$

$$\angle a b a' + \angle b a' b' = \angle a c a' = \angle b c b'$$

also auch: $\frac{1}{2} (\angle a c' a' + \angle b c' b') = \angle a c a' = \angle b c b'$, was bewiesen werden sollte.

Auch für den Fall, daß die Radien c a und c a' nicht mit c b und c b' in einer geraden Linie liegen, sondern um $\angle \delta$ von einander abweichen, also nach α und α' zeigen, gilt der obige Satz solange δ als kleiner Winkel und daher a α und a' α' als gleich angesehen werden kann.

Bei der Ermittlung der Elemente der Exzentrizität, nämlich der Entfernung c' von c = e und der Richtung von c c' d. h. desjenigen Punktes der Teilung, nach welchem diese Linie hinzeigt, der vom Nullpunkt O um den Winkel E abstehen mag, ist es nötig, auf die Abweichung δ Rücksicht zu nehmen. Es ist also $\angle a c b = 180 + \delta = \angle a' c b'$. Setzt man nun die tatsächliche Ablesung am Nonius A gleich der Anzahl ganzer Teilungsintervalle φ vermehrt um die Angabe der Nonien oder Mikrometer (A) resp. (B), so hat man offenbar für die beiden richtigen Kreisablesungen in einer Visurrichtung zu setzen, wenn $\varepsilon = \frac{e}{r}$ d. h. gleich dem analytischen Wert der Exzentrizität gesetzt wird:

$$L = \varphi + (A) + \varepsilon \sin (\varphi - E).$$

$$L + 180 + \delta = \varphi + (B) + 180 + \varepsilon \sin (\varphi + 180 - E)$$

oder $L = \varphi + (B) - \delta - \varepsilon \sin (\varphi - E).$

Bezeichnet man die Differenz zwischen den Nonienablesungen (A) und (B) mit d, so wird allgemein $d = \delta + 2 \varepsilon \sin (\varphi - E).$

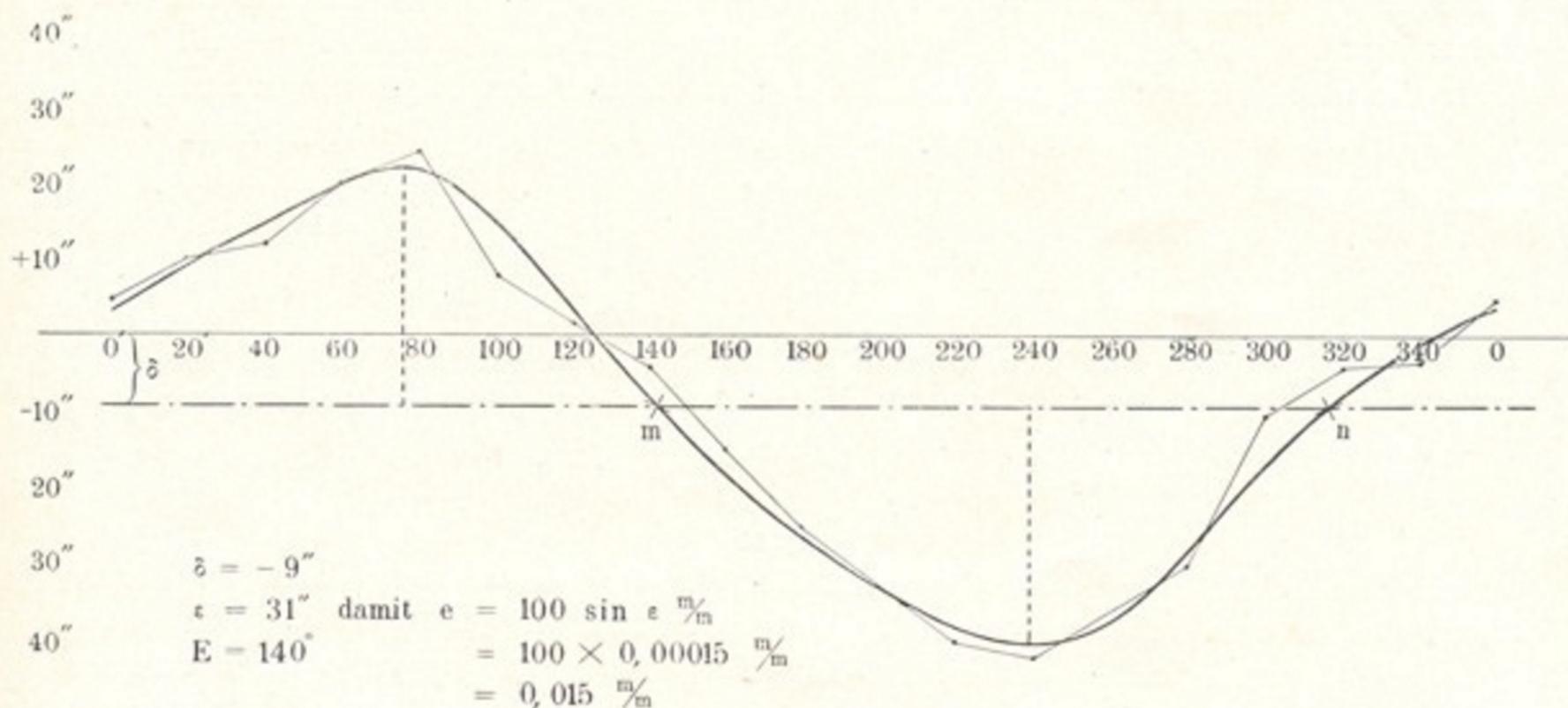
Aus einer größeren Anzahl solcher Gleichungen (3 genügen eben noch), die man erhält, wenn man das d an vielen Stellen des Kreises (etwa von 10° zu 10° fortschreitend) als Differenz der beiden Nonien oder Mikroskopangaben bildet, lassen sich dann entweder auf graphischem oder rechnerischem Wege die Werte von δ , ϵ und E bestimmen.

Als Beispiel mag die Bestimmung der Exzentrizität an einem älteren Instrument (Reichenbach'scher Repetitions-Theodolit) dienen.

Die Messungsergebnisse waren, wenn man die Differenzen d für Nonius A von 0° — 160° mit d_1 und für 180° — 340° mit d_2 bezeichnet, die der nachstehenden Tabelle. Dieselben sind unten in Form einer Kurve mit d als Ordinaten und den Kreisangaben als Abszissen dargestellt. Diese Kurve zeigt den Verlauf der Exzentrizität.

φ	d_1	φ	d_2	$\frac{d_1 + d_2}{2}$
0°	+ 5"	180°	- 25	- 11"
20°	+ 10"	200°	- 32	- 11"
40°	+ 12"	220°	- 40	- 14"
60°	+ 20"	240°	- 42	- 11"
80°	+ 24"	260°	- 36	- 6"
100°	+ 8"	280°	- 30	- 11"
120°	+ 2"	300°	- 10	- 4"
140°	- 4"	320°	- 4	- 4"
160°	- 15"	340°	- 3	- 9"

$\delta = -9''$



Da zwei diametrale Ablesungsdifferenzen wegen Umkehrung der Vorzeichen von $\sin(\varphi - E)$ in ihrer halben Summe sofort einen Wert von δ liefern, läßt sich dieser als Mittel aller Werte von $\frac{d_1 + d_2}{2} = \delta$ sicher bestimmt und in die Kurve eine dem Werte von δ als Ordinate entsprechende Parallele zur Abszissenaxe ziehen. Diese wird die Kurve in zwei Punkten m und n schneiden. In diesen wird $d = \delta$, also gleich der konstanten Abweichung der beiden Nonien ohne Einwirkung der Exzentrizität. Die Einwirkung der Exzentrizität wird auch gleich Null sein, wenn in obigen Gleichungen $\varphi = E$ wird, also werden die Punkte m und n den Abszissen φ und $\varphi + 180^\circ = E$ und $E + 180^\circ$ zugehören. Dadurch ist E bestimmt. In den um 90° davon entfernten Stellen wird d sein Maximum oder Minimum erreichen, also werden die Ordinaten dieser Kurvenpunkte den Wert von $\epsilon = \frac{e}{r}$ ergeben. Also (ϵ'') für $\epsilon \sin 1''$ gesetzt hat man $e = r \sin(\epsilon'')$.

Somit können aus der Kurve die Elemente der Exzentrizität leicht gefunden werden.

Rechnerisch hätte man so vorzugehen, daß man die Gleichung $d = \delta + \varepsilon \sin(\varphi - E)$ in der Form $\delta + \varepsilon \sin(\varphi - E) - d = 0 = \delta + \varepsilon \sin \varphi \cos E - \cos \varepsilon \sin E - d$ schreibt und dann für $\varepsilon \cos E$ als Unbekannte x und für $\varepsilon \sin E$ als Unbekannte y einführt, dann hat man

$$0 = (\delta - d) + ax + by, \quad \text{wo } a = \sin \varphi \text{ und} \\ \text{resp. } 0 = (d_1 - d_2) + ax + by \quad b = \cos \varphi \text{ gesetzt ist.}$$

Bei dem vorliegenden Beispiel würde man 18 resp. 9 solcher Gleichungen erhalten, aus denen bei bekannten δ die x und y nach der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnen wären. Aus x und y findet man dann

$$\operatorname{tg} E = \frac{y}{x} \quad \text{und} \quad \varepsilon = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

In unserem Fall erhält man so für $E = 143^{\circ}09'$ und für $\varepsilon = 28''3$ und somit $e = 0.014$ mm, da $r = 100$ mm ist.

Die Bezifferung der Kreise erfolgt für Horizontalkreise stets durchlaufend von $0-360^{\circ}$ resp. von $0-400^{\circ}$ und zwar sind die Ziffern so angeordnet, daß sie beim Aufsehen auf den Kreis im Sinne des Uhrzeigers aufeinander folgen. Auch der andere Fall kommt noch häufig vor, führt aber leicht zu Ablesefehlern. Mikroskopablesungen ordnen wir gewöhnlich so an, daß die Bezifferung so eng gewählt wird, daß im Gesichtsfeld wenigstens eine Zahl jederzeit sichtbar ist. Kann das wegen der Stärke der Vergrößerung und dementsprechender Beschränkung des Gesichtsfeldes nicht der Fall sein, so muß man neben den Mikroskopen noch einen einfachen Index an der Alhidade anbringen, um die ganzen Grade ablesen zu können. Es ist dann von Wichtigkeit, daß das Intervall zwischen Index und Mikroskop-Nullpunkt recht gut gesichert ist.

Auf den Höhenkreisen ist es ebenfalls am zweckmäßigsten, selbst auch bei kleinen Instrumenten, die Teilung durchlaufend zu bezeichnen. Bei anderen Einrichtungen, etwa bei zweimal von $0-180^{\circ}$ oder viermal von $0-90^{\circ}$, wie es häufig noch gewünscht wird, kommen sehr leicht Versehen bezüglich der Vorzeichen etwa anzubringender Indexfehlerkorrektion vor, was bei durchlaufend bezifferter



Fig. 14.

Teilung nicht eintreten kann. Bei allen zu geodätischen oder astronomischen Messungen oder für letztere allein bestimmten Instrumenten sollte man an dem Nonius I oder Mikroskop I stets nahezu Null ablesen, wenn die Absehenslinie des Fernrohres nach dem Zenit zeigt. Für ein geodätisches Instrument z. B. auch bei solchen, die nur einen Vertikalkreisbogen haben (Kippregeln, Gefällmesser und dergl.) kann es auch zweckmäßig sein, daß man Null abliest, wenn das Fernrohr horizontal liegt, sodaß die Kreisablesung dann den Höhenwinkel (Elevationswinkel) angibt.

An den einfachen Instrumenten liegen die Kreise frei, bei größeren und besonders bei solchen die auf Reisen oder in staubigen Gegenden gebraucht werden, bringen wir über der Kreisteilung Decken an, die die Teilungen vor Verletzungen schützen. Es ist dieses Vorgehen sehr empfehlenswert und die geringen Mehrkosten machen sich reichlich durch die bessere Erhaltung des Instruments bezahlt. Diese Decken sind dann entweder mit den Alhidadenkreisen oder Ablesevorrichtungen organisch verbunden, durch eingesetzte planparallele Glasplatten kann man die Nonienablesungen ausführen. Bei Verwendung von Mikroskopen darf natürlich zwischen Mikroskop-Objektiv und Kreisteilung kein Glas mehr liegen, sondern das Objektivende der Mikroskope reicht so dicht auf die Kreiskecke herab, oder ist von besonderen Hülsen, die auf den Decken aufgeschraubt werden, umgeben, daß eine Gefahr für die Teilung nicht mehr besteht. Die Bohrungen in den Decken, durch welche die Gesichtslinien der Mikroskope hindurchgehen, macht man nicht weiter als dringend nötig.

Ablesevorrichtungen.

Nonius.

Der „Nonius“ oder richtiger „Vernier“ dient zur Ablesung von Teilungen anstatt des einfachen Index und bezweckt, noch Unterabteilungen der Intervalle der Kreisteilungen mit Sicherheit zu messen.

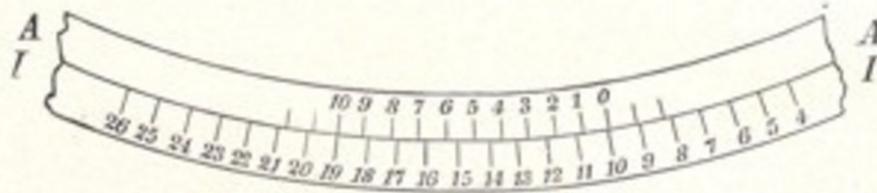


Fig. 15a.

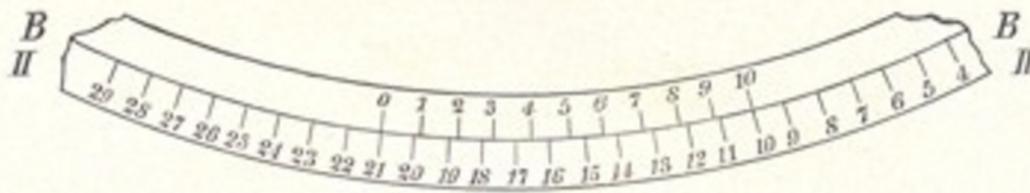


Fig. 15b.

Mögen in Fig. 15 a und b zwei Teilungen I und II gegeben sein und neben einer jeden derselben eine zweite kürzere A und B. Letztere sind so eingerichtet, daß n Teile von I auf A $n + 1$ gleichen Teilen entsprechen, während n Teile von II gleich $n - 1$ Teilen auf B sind.

In Fig. 15 a ist also ein Teil von A $= \frac{n}{n + 1}$ Teilen und in Fig. 15 b ein Teil von B $= \frac{n}{n - 1}$ Teilen der Hauptteilung. Damit sind die beiden Arten des Vernier gekennzeichnet, welche beide in der Technik vorkommen. Die erste Einrichtung nennt man einen „nachtragenden“ und die letztere einen „vortragenden“ Vernier. Ist die Länge eines Teiles der Hauptteilung gleich k , so ist im ersten Falle diejenige eines Vernierteiles gleich $\frac{n}{n + 1} k$ und im zweiten Fall $\frac{n}{n - 1} k$ also im ersten Fall kürzer und im zweiten Fall länger als ein Teil der Hauptteilung. Die bei weitem häufigste Anwendung findet jetzt der nachtragende Vernier in der Instrumententechnik, weil er die Bequemlichkeit hat, daß seine Bezifferung in derselben Richtung fortschreitet, wie diejenige der Hauptteilung, während die andere Art einen entgegengesetzten Verlauf der Vernierbezifferung bedingt.

Aus dem Vorstehenden ist der Gebrauch des Vernier eigentlich schon begreiflich. Liegt der zugleich als Index dienende Nullpunkt des Vernier zwischen den Teilen r und s der Hauptteilung, so wird, wenn man die Teilung weiter verfolgt, eine Stelle kommen, an welcher ein Teilstrich der Hauptteilung mit einem Strich des Vernier koinzidiert oder beide sich wenigstens so nahe liegen, daß der Unterschied kleiner ist als die Differenz zwischen Hauptintervall und Vernierintervall. Für den Fall der Koinzidenz des m ten Vernierstriches würde man von dem koinzidierenden Strich der Hauptteilung noch m Teile des Verniers abzuziehen haben, um auf die Stelle des Nullpunktes des Vernier zu gelangen. Da aber von dem, dem Nullpunkte des Vernier vorangehenden Strich der Hauptteilung bis zum koinzidierenden ebenfalls m Teilintervalle sein müssen, so wird man für die Entfernung des Vernier-Nullpunktes von dem vorhergehenden Strich der Teilung haben, wenn k wieder die Teilungseinheit ist:

$$m k - \frac{m k n}{n + 1} = m k \left(1 - \frac{n}{n + 1} \right) = m k \left(\frac{1}{n + 1} \right) = m \frac{k}{n + 1}$$

d. h. die Ablesung ist gleich r Teilen der Hauptteilung vermehrt um das Produkt aus Vernierangabe in die Ordnungszahl des koinzidierenden Vernierstriches, also gleich $\left(r + m \frac{k}{n + 1} \right) \frac{k}{n + 1}$; $\frac{k}{n + 1}$ nennt man die Angabe des Vernier, es ist der Betrag um wieviel ein Teil des Verniers kleiner ist als ein Teil der Hauptteilung.

Ist ein Kreis z. B. bis auf 30' eingeteilt und man macht dann 29 solcher Teile auf dem Vernier gleich 30 Teilen, so wird das Intervall eines der letzteren offenbar $\frac{29}{30}$ von 30' also gleich 29' sein. Koinzidiert daher z. B. der 8. Strich des Vernier mit einem Strich der Kreisteilung, so wird der Nullpunkt des Vernier noch um 8' von dem ihm vorausgehenden Teilstrich abstehen, und man wird wenn dessen Bezifferung r etwa $45^{\circ} 30'$ war, als Ablesung haben $45^{\circ} 38'.0$.

Gibt die Hauptteilung z. B. noch 10' und es sind 59 solche Intervalle gleich 60 des Vernier gemacht, so wird der Vernier noch 10" abzulesen gestatten. Man nehme an, es stehe der Nullpunkt zwischen $89^{\circ} 50'$ und $89^{\circ} 0'$, während der 40. Strich des Vernier zur Koinzidenz gelangt. Dieser 40. Strich wird dann aber nicht die Zahl 40 tragen, sondern mit $6' 40'' = 40 \times 10''$ bezeichnet sein, denn es müssen zu $89^{\circ} 50'$ nach $40 \times 10' - 40 \cdot \frac{59}{60} \cdot 10' = 400'' = 6' 40''$ addiert werden, um die Kreisablesung zu erhalten, man hat also als solche $88^{\circ} 56' 40''$.

Nun kann es aber auch vorkommen, daß kein Strich des Vernier mit einem solchen der Kreisteilung koinzidiert, sondern an irgend einer Stelle ein Vernierteil von einem Kreisteil zu beiden Seiten überragt wird, dann ist die Sache offenbar die, daß man zu einer Koinzidenz gelangen würde, wenn sowohl die Kreisteile als auch die Vernierteile noch einmal halbiert sein würden; und es geht aus dieser Überlegung sofort hervor, daß zu dem dem Vernier-Nullpunkte vorangehenden Strich noch soviel zu addieren ist, wie der vorangehende der eingeschlossenen Vernierstriche angibt und sodann noch einmal die Hälfte der Vernierangabe.

Zum Zwecke einer genauen Vergleichung der beiden Teilungen für eine Reihe von Strichen bringt man auf dem Vernier noch die sogenannten Exzedenz- oder Über-Striche an. Das sind 2 oder 3 Teilstriche, welche sowohl vor dem Nullstrich als auch nach dem Endstrich, d. h. also nach dem 30., 60. etc. Strich des Vernier liegen. Sie gestatten für den Fall, daß die Koinzidenz in der Nähe des Anfangs oder des Endes des Vernier stattfindet, noch eine scharfe Vergleichung der beiden Teilungen und so event. ein sicheres Schätzen von Unterabteilungen. In manchen Fällen befindet sich auch der Nullpunkt des Vernier in der Mitte von dessen Teilung, und es schließen sich an denselben dann gewissermaßen nach beiden Seiten zwei symmetrische Vernier an. Das kommt vor, wenn, wie z. B. bei Spiegelkreisen, eine doppelte Teilung vorhanden ist, die sich vom Nullpunkte derselben ebenfalls nach beiden Seiten symmetrisch fortsetzt. Dann ist es erforderlich, mit

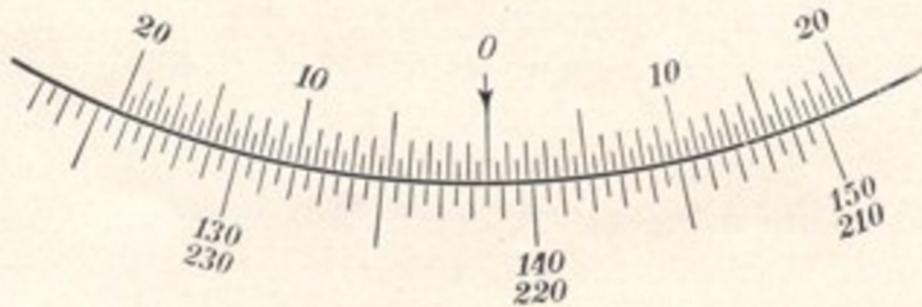


Fig. 16.

derselben Verniereinrichtung auf beiden entgegengesetzt laufenden Teilungen ablesen zu können, wozu auch ein doppelter Vernier nötig wird. Eine solche Anordnung zeigt Fig. 16.

Schätz-Mikroskope.

Eine etwas bequemere und meist auch genauere Ablesevorrichtung ist das sogenannte Schätz-Mikroskop. Man bringt in der Bildebene eines gewöhnlichen Mikroskopes (nicht zu starke Vergrößerung) eine Glasteilung an, die so beschaffen ist, daß sie die Intervalle der Kreisteilung in 10 gleiche Teile teilt, wie es Figur 17 (s. nächste Seite) erkennen läßt. Von dieser Teilung ist der eine Endstrich besonders markiert und bildet den Index. Durch dessen Stellung zwischen den

Strichen $350^{\circ} 40'$ und $350^{\circ} 50'$ wird sofort eine rohe Schätzung ermöglicht, dadurch aber, daß nun

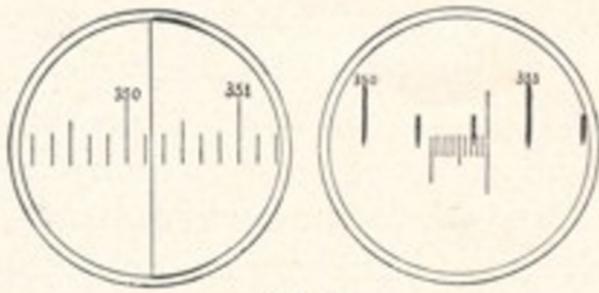


Fig. 17.

der Strich $350^{\circ} 40'$ wiederum zwischen den 2. und 3. Strich der Hülfssteilung steht, wird diese rohe Schätzung zehnmal verfeinert; denn der Strich $350^{\circ} 40'$ gestattet von dem Zwei-Minutenintervall der Hülfssteilung wieder Zehntel zu schätzen, sodaß also mit Leichtigkeit im dargestellten Falle die Ablesungen auf $350^{\circ} 45'.2$ verschärft wird. Bei guter Ausführung kann wohl noch genauer abgelesen werden.

Die Berichtigung dieser Mikroskope wird leicht aus dem verständlich werden, was bei den Schrauben- oder Mikrometer-Mikroskopen zu sagen ist.

Schrauben-Mikroskope.

Das Schrauben- oder Mikrometer-Mikroskop stellt die beste Ableseeinrichtung dar, welche wir jetzt besitzen.

Es ist ein gewöhnliches Mikroskop von etwa 10–25 facher Vergrößerung, in dessen Bildebene ein einzelner, zwei gekreuzte oder zwei eng beieinander liegende parallele Fäden oder zwei solcher

Paare, durch eine Meßschraube verschiebbar, sich befinden. Für die Ablesungen an Strichteilungen kommen nur die beiden letzten Anordnungen in Betracht (Fig. 18).

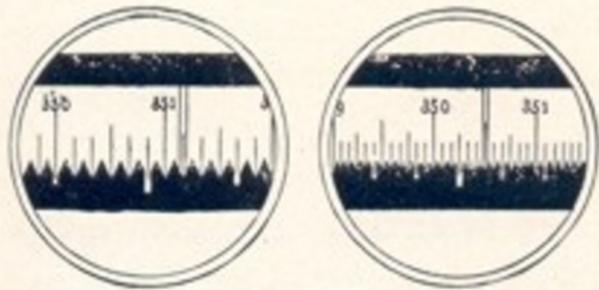


Fig. 18.

Die optischen Bestandteile sind das der Teilung zugewandte Objektiv und das zur Betrachtung des vom Objektiv entworfenen Bildes der Teilung dienende Okular.

Die Brennweiten der Objektive der hier vorkommenden Mikroskope sind meist noch ziemlich große, und selten unter 2 cm, da man nur geringe Vergrößerungen, die wohl kaum über eine 30fache hinausgehen, zu erzielen beabsichtigt. Damit ist der Vorteil verbunden, daß das Objektivende des Mikroskopes immer noch ein erhebliches Stück von der Teilung entfernt bleibt.

Das Okular, mit welchem sowohl das Objektivbild, als auch die in dessen Ebene befindlichen Mikrometerfäden betrachtet werden, ist entweder eine in ein besonderes Rohr gefaßte einfache plan- oder bikonvexe Linse oder ein vollständiges Ramsdensches Okular (Fig. 19, Seite 20a).

Im Gesichtsfeld der Ablese-Mikroskope pflegt man häufig sogenannte Rechen anzubringen, welche dazu dienen sollen, die Anzahl der ganzen Umdrehungen der Meßschraube zu zählen. Diese Rechen haben aber nur dann Bedeutung, wenn zur Fortführung der Fäden von einem Strich der Teilung zum nächsten mehr als eine Umdrehung nötig ist, etwa 2 oder wohl auch manchmal 5. Dann liegen aber zwischen zwei Teilstrichen auch 1 resp. 4 Zähne des Rechens. Mehr Zähne, als das doppelte Teilungsintervall umfassen, sind jedenfalls ganz unnötig. Wenn eine Umdrehung dem Teilungsintervall entspricht, ist stets nur eine einzelne Marke erforderlich, um die richtige Nullstellung des Mikroskops, den eigentlichen Nullpunkt (Index), zu kennzeichnen, diese besteht dann in einer tiefen Einkerbung, einem kleinen Loch oder hat wohl auch die Form einer Spitze oder dergl.

Wird zur Ablesung mittels der Schraube der Doppelfaden von dem Index bis zum nächst vorhergehenden im Gesichtsfeld erscheinenden Strich der Teilung bewegt und dabei die Anzahl der Schraubenumdrehungen und deren Bruchteile gezählt, so wird man auch im Stande sein, diese Entfernung in Minuten und Sekunden der Angabe des betreffenden Teilstriches hinzuzufügen, wenn man weiß, welchen Winkelwert eine Umdrehung der Mikrometerschraube entspricht. Auf dieser Betrachtung beruht die Benutzung des Schraubenmikroskopes zur Ablesung von Unterabteilungen einer Teilung. Daraus geht auch hervor, daß die zur Bewegung und Messung dienende Schraube eine sehr exakte Ausführung besitzen muß und daß auch die Möglichkeit vorhanden sein muß, den Wert

eines Schraubenumganges in Einheiten der Teilung (d. h. in Minuten und Sekunden) bestimmen und danach regulieren können. Das letztere ist deswegen erforderlich, damit man, nachdem schon die optischen Teile des Mikroskops so nahe als möglich mit Bezug darauf gewählt sind, ein Teilintervall einer angemessenen Anzahl von Schraubenumdrehungen gleich machen kann, sodaß also z. B. für einen von 5' zu 5' geteilten Kreis auch 5 oder $2\frac{1}{2}$ oder nur 1 Schraubenumdrehung nötig sind, ein Fadenpaar um das Bild des 5 Minuten-Intervalles fortzubewegen. Da man zur genaueren Messung der Unterabteilungen der Umdrehungen der Schraube auf das aus dem Mikroskop herausragende Ende derselben eine in 60 oder 100 Teile geteilte Trommel aufzusetzen pflegt, so werden dann im ersteren Falle 5×60 Trommelteile auf 5' des Kreises kommen, ein Trommelteil wird also eine Bogensekunde darstellen.

Würde daher die Strecke vom Index bis zum vorausgehenden Teilungsstrich etwa eine Umdrehung und 30 Trommelteile betragen haben, so wären zu der Angabe dieses Teilungsstriches noch 1' 30" zu addieren gewesen. Meistens ist aber ein solcher Index im Mikroskop nur von nebensächlicher Bedeutung; denn es bildet eigentlich derjenige Nullpunkt der Trommelteilung, welcher der Einstellung der Fäden auf dem Index zunächst gelegen ist, den Ausgangspunkt der Zählung für die Schraubenumdrehungen. Allerdings ist dann in der Einrichtung des Meßapparates meist die Möglichkeit geboten, für die Nullstellung der Trommel auch den Index in möglichst gute Koin-

zidenz mit den Fäden zu bringen. Auf der Trommel des Schraubenkopfes muß die Bezifferung im umgekehrten Sinne wie die der Kreis- oder Längenteilung wachsen. Dies ist ein Punkt, welchem bei Herstellung der Mikrometer-Mikroskope seitens des Mechanikers besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ist, da sonst bei der Benützung des Apparates unangenehme Unbequemlichkeiten entstehen. Bei exakten Messungen pflegt man mit den Mikrometerfäden meist nicht nur den vorhergehenden Teilstrich, sondern auch den nachfolgenden einzustellen und die betreffende Trommelangabe abzulesen, welche beiden Daten ja bei völlig korrigiertem Mikroskop identisch sein sollten. In diesem Falle ist es erwünscht, den Weg von einem Teilstrich zum anderen immer so zurückzulegen, daß dabei die Schraube allein die Bewegung vermittelt und nicht die im Mikrometer etwa befindlichen Federn der wirkende Teil werden. Die Beachtung dieses Punktes erhöht die Sicherheit der Messung meist erheblich.

Die Justierung eines Schraubenmikroskopes hat nach dem Gesagten so zu erfolgen, daß 3 Bedingungen erfüllt werden: 1. die Fäden sollen ganz scharf erscheinen (wird durch richtige Einstellung des Okulars erreicht), 2. Fäden und Bild der Teilung sollen gleichzeitig deutlich sichtbar sein und beim Bewegen des Auges keine Verschiebung gegeneinander, keine Parallaxe, zeigen. Diese Bedingung kann sowohl durch Verschiebung des ganzen Mikroskopes als auch durch Veränderung der Entfernung des Objektivs gegen die Teilung erlangt werden. Sie muß aber mit der 3. Bedingung gleichzeitig erfüllt werden, die darin besteht, daß durch eine oder mehrere Umdrehungen der Schraube das Fadenpaar genau

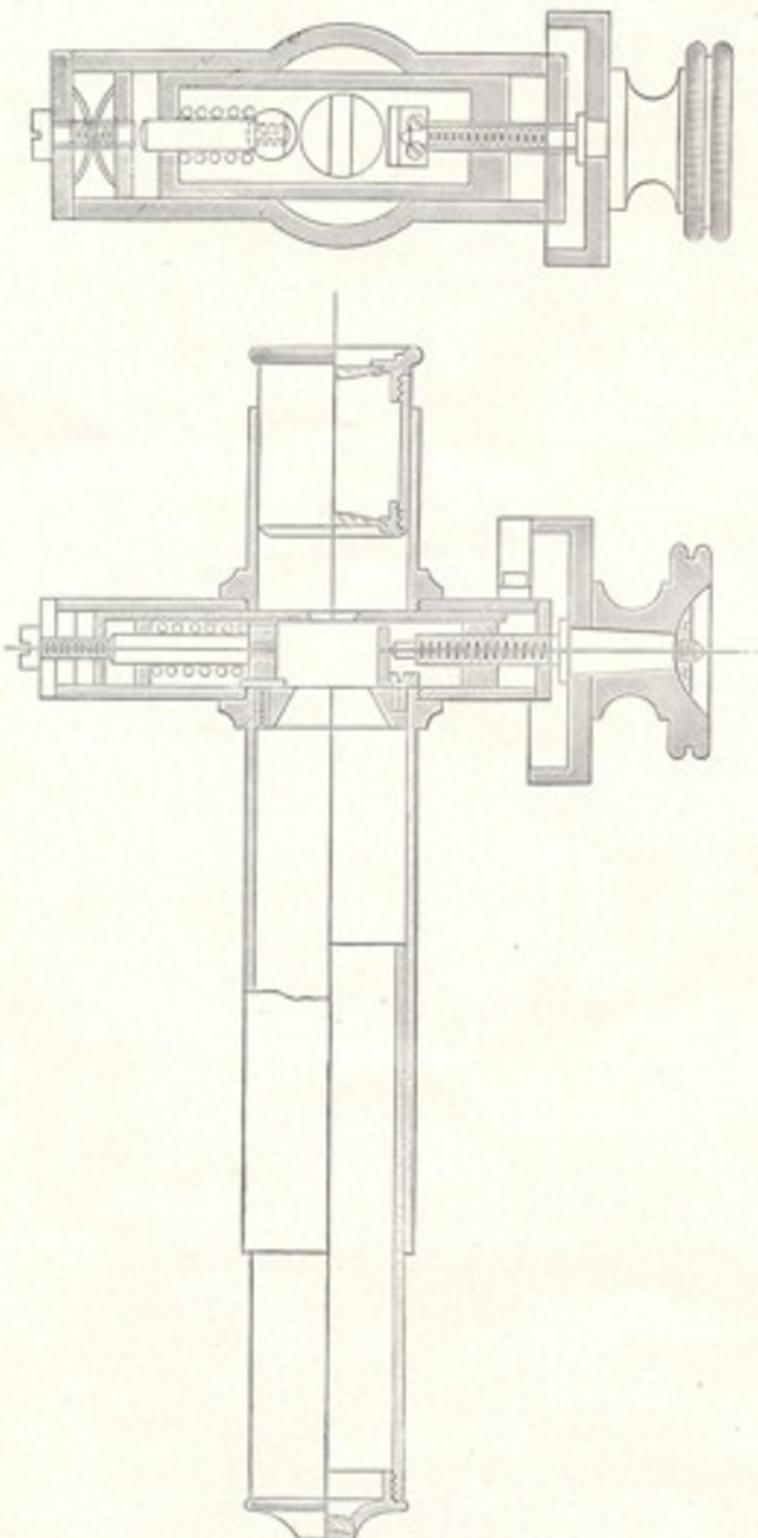


Fig. 19.

um ein Intervall der Kreisteilung d. h. von dem Bild eines Teilstriches zum nächsten fortbewegt wird. Das geschieht unter Berücksichtigung folgender Gesichtspunkte. Wird das Objektiv der Teilung genähert, so wird das Bild der Teilintervalle vergrößert und die Entfernung des Bildes vom Objektiv auch vergrößert; fiel das Bild vorher in die Ebene des Fadennetzes, so wird es jetzt nach dem Okular zu darüber hinaus liegen. Man muß also, um Fäden und Bild wieder gleichzeitig deutlich zu sehen, das Mikroskop verlängern. Misst man nun das Bild des Teilintervalles aus und findet es größer als z. B. eine Schraubenumdrehung, so muß das Objektiv von der Teilung entfernt und das Mikroskop wieder kürzer gemacht werden. Durch einige Versuche wird man bald dahin kommen, daß den obigen drei Bedingungen genügt wird. Außerdem wird vom Beobachter vielfach verlangt, daß die Nullpunkte der Nonien und Mikroskope um genau 180° voneinander abstehen. Das ist aber eine sehr unwichtige Forderung, denn eine kleine Abweichung in dieser Richtung, sodaß man z. B. am Mikroskop I. $10^\circ 5' 10''$ und am Mikroskop II. $190^\circ 6' 10''$ abliest, hat gar keinen Einfluß auf die Genauigkeit der Messung¹⁾. Im Gegenteil schützt eine solche kleine Verschiedenheit häufig vor Ablesefehlern, da man durch ihr Bestehen immer kontrollieren kann, ob auch Mikroskop I (woran man sich immer gewöhnen soll) zuerst abgelesen worden ist. Die Trommel der Meßschraube (Fig. 19, Seite 20a), ist, wie erwähnt, in eine bestimmte Anzahl Teile geteilt und zwar z. B. so, daß bei einem $10'$ Intervall der Teilung und unter der Voraussetzung, daß eine Umdrehung der Schraube diesen $10'$ entspricht, die Trommel 60 Teile (partes) besitzt, von denen also jeder gleich $10''$ ist. Die Bezifferung ist dann so, daß jeder 6^{te} Strich die Minutenzahl angibt.

Es wird aber wohl auch vorkommen, daß eine einfache Beziehung zwischen Trommelteil und Teilungsintervall nicht genau besteht. Dann wird man trotzdem mit dem Mikroskop noch gute Messungen machen können, ohne die etwas umständliche Korrektur vornehmen zu müssen. (Hat eine solche Korrektur stattgefunden, dann kann man bei genauem Arbeiten auch nicht gleich mit dem Mikroskop weiterarbeiten, da die Schrauben und Federn alle etwas nachziehen, man also warten muß bis die Instrumententeile gegeneinander wieder zur Ruhe gekommen d. h. spannungsfrei geworden sind). Diese Vorsicht muß man bei allen Veränderungen am Mechanismus eines guten Instrumentes beachten, will man zweckmäßige Messungen erhalten.

Entsprechen zum Beispiel nicht genau 300P oder 150P dem Intervall von $300''$, sondern wird allgemein $(l+r) p = l$, wo l die Anzahl der Trommelteile ist, die nominell dem Teilungsintervall von l (etwa in Bogensekunden ausgedrückt) entsprechen sollte, und r die Anzahl der Trommelteile, um welche man das Fadenpaar weniger oder mehr verschieben muß, als dem idealen Zustande des Mikroskopes entsprechen würde. Es ist dann p der Verwandlungsfaktor für Trommelteile in Ablesungseinheiten (Bogensekunden). Die Größe r nennt man dann den Gang oder den Run des Mikroskopes für das Teilungsintervall. Den Wert von r bestimmt man am besten aus der Messung einer größeren Anzahl von Teilungsintervallen mit der Schraube, wegen Elimination der Teilungsfeder des Limbus oder Maßstabes. Für eine bestimmte Stellung des Limbus gegen das Mikroskop geschieht die Einstellung des Mikrometerfadens zweckmäßig zuerst auf den höher bezifferten Teilstrich²⁾ (Strich B, Trommelablesung b), dann auf den numerisch kleineren (Strich A, Trommelablesung a), und man operiert dann mit dem Mittel beider Einstellungen weiter.

Zunächst gibt eine Reihe von Messungen von Teilungsintervallen (oder besser vielleicht von doppelten) den Wert $b - a = r$ und zwar positiv, wenn die Ablesung an dem niedriger bezifferten Teilstriche die kleinere ist; denn dann hat man $r \frac{\text{positiv}}{\text{negativ}}$ wenn die durch die Trommelangaben

¹⁾ Viele erfahrene Praktiker bringen mit Absicht solche kleine Verschiedenheit behufs Kontrolle der Beobachtungen in das Instrument, namentlich, wenn solche von andern Beobachtern ausgeführt werden.

²⁾ Praktisch ist es ganz gleichgültig, welchen Teilstrich man zuerst einstellt, da die Wahl desselben auf die Messungsergebnisse natürlich ohne Einfluß ist, es hängt die Messungsrichtung wesentlich von der Anordnung der Mikroskope ab. Auf jeden Fall ist aber immer darauf zu achten, daß die Einstellung eines Striches nur bei derselben Bewegungsrichtung der Schraube bewirkt werden darf, und zwar am besten so, daß diese den Fadenschlitten bewegt und nicht eine entgegenwirkende Feder. Bezüglich der Bezifferung der Trommelteile im Verhältnis zu der des Limbus, siehe oben.

erhaltene Zahl $\frac{\text{kleiner}}{\text{größer}}$ ist, als die zu A hinzuzufügende Anzahl von nominellen Teilungseinheiten (Bogensekunden), d. h. ein Trommelteil ist $\frac{\text{größer}}{\text{kleiner}}$ als die ihm nominell entsprechende Anzahl von Bogensekunden, sodaß man also, um von Trommelteilen auf Bogenmaß überzugehen, die Anzahl der ersteren $\frac{\text{vergrößern}}{\text{verkleinern}}$ muß. Es wird daher $\mu = \frac{l}{l' - r}$ der Wert eines Trommelteiles sein z. B. ausgedrückt in Bogensekunden. Hat man nun am vorhergehenden Teilstrich A die Trommelablesung a gemacht und am nachfolgenden B die Ablesung b, so wird man die Stellung des Mikroskop-Nullpunktes (also die Kreisablesung) offenbar auf zwei Wegen finden können; einmal mit Hilfe der Ablesung a und einmal mittels der Ablesung b. Im ersten Fall hat man, wenn die Kreisablesung K ist:

$$(1) \dots \dots \dots \begin{cases} K = A + a \mu & \text{im zweiten Fall:} \\ K = B - (l' - b) \mu. \end{cases}$$

Aus beiden Gleichungen hat man also:

$$(2) \dots \dots \dots K = \frac{A + B}{2} - \frac{l'}{2} \mu + \frac{a + b}{2} \mu; \text{ setzt man hier } \frac{A + B}{2} = A + \frac{l}{2} \text{ und für } \mu \text{ den obigen Wert und bedenkt, daß}$$

$$\frac{l}{2} \left(1 - \frac{l'}{l' - r}\right) = -\frac{l}{2} \cdot \frac{r}{l' - r} \text{ ist, so kann man schreiben}$$

$$K = A + \frac{l}{2} - \frac{l'}{2} \cdot \frac{l}{l' - r} + \frac{a + b}{2} - \frac{a + b}{2} \left(1 - \frac{l}{l' - r}\right)$$

$$\text{oder (3) } \dots \dots \dots K = A + \frac{a + b}{2} - \frac{l}{2} \cdot \frac{r}{l' - r} - \frac{a + b}{2} \cdot \frac{l' - l - r}{l' - r}$$

Dieser Ausdruck für eine wegen Mikroskopgang korrigierte Kreisablesung K ist ganz allgemein gültig, mag l' sich gegen l verhalten wie es will. Setzt man aber z. B. l' = 5 Revolutionen à 60 partes der Schraube für ein Teilungsintervall von 300" = 5', oder 2 Revolutionen à 60 partes für eine 2 Minutenteilung, so hat man l' = l zu nehmen und man erhält aus Gleichung (3):

$$K = A + \frac{a + b}{2} - \frac{l}{2} \cdot \frac{r}{l - r} + \frac{a + b}{2} \cdot \frac{r}{l - r}$$

$$(4) \dots \dots \dots = A + \frac{a + b}{2} + \left(\frac{a + b}{2} - \frac{l}{2}\right) \frac{r}{l - r}$$

Beispiel: Hat man am Teilstrich B abgelesen b = 1Rev. 20p der Trommel und „ „ A a = 1 10 „ „ und ist das Teilungsintervall 5' = 300", während auf diese Strecke 5Rev. à 60p der Trommel gehen sollten, so entsprechen demselben aber nur 290p, man hat also b - a = 10p. Damit erhält man $\frac{a + b}{2} = 1\text{Rev. } 15\text{p}; \frac{l}{2} = 2\text{Rev. } 30\text{p}$ (Nominelles halbes Teilungsintervall) und

$$\frac{r}{l - r} = \frac{10}{290} = \frac{1}{29} \text{ also}$$

$$K = A + 1' 15'' + (1\text{Rev. } 15\text{p} - 2\text{Rev. } 30\text{p}) \frac{1''}{29} = A + 1' 15'' - \frac{75''}{29} = A + 1' 15'' - 2''.586 = A + 1' 12''.414$$

wäre also A etwa gleich 10° 5' gewesen, so hätte man K = 10° 6' 12''.414.

Eine mit l = 300p und r = + 10p entworfene Tafel hätte die nachfolgende Form:

Tafel für den Gang (Run) einer Mikroskop-Mikrometerschraube.
 $l = 300$; $r = +10$; für $2\frac{1}{2}$ und 5 Umdrehungen auf den Teilungsintervall.

$l' = \frac{l}{2}$	$l' = l$	Korrektion
$\frac{a+b}{2}$	$\frac{a+b}{2}$	$(\frac{a+b}{2} - \frac{l}{2}) \frac{r}{l-r}$
0R0p	0R0p	- 5"
	30	- 4
0 30	1 0	- 3
	30	- 2
1 0	2 0	- 1
	30	0
1 30	3 0	+ 1
	30	+ 2
2 0	4 0	+ 3
	30	+ 4
2 30	5 0	+ 5

Aus dieser Tafel findet man mit $\frac{a+b}{2} = 1R. 15p$. die Korrektion der Trommelablesung zu $- 2''.5$, was mit dem strengen Wert von $- 2''.586$ bis auf $0''.08\delta$ stimmt. Daraus ist aber auch zugleich ersichtlich, daß bei so großem Wert von r — will man das Zehntel einer Sekunde der Ablesung noch verbürgen — die Vernachlässigung von r in dem Faktor $\frac{r}{l-r}$ eigentlich nicht mehr stattfinden darf.

Die Libellen und ihre Prüfung.

Sowohl zur „Horizontierung“ der Instrumente als auch zur Bezugnahme der Visiervorrichtung auf die Fundamentalebene des Horizontes oder auf die Lotrichtung am Beobachtungsort verwendet man jetzt allgemein die Libelle, seltener den Quecksilber-Horizont. Es ist daher auch für den Beobachter von besonderer Wichtigkeit, die Güte der den Instrumenten beigegebenen Libellen zu prüfen und ihre Empfindlichkeit zu bestimmen, d. h. den Winkelwert kennen zu lernen, um welchen man die Axe der Libelle neigen muß, damit die Mitte der Blase sich um ein Teilintervall der Libelle fortbewegt; mit anderen Worten, wieviel der Winkelwert eines Teiles der Libelle (jetzt meist 2 mm, früher eine Pariser Linie) beträgt.

Zur Ausführung dieser Untersuchungen hat man besondere Apparate konstruiert. Der wesentlichste Teil aller dieser Apparate ist aber immer eine Schiene, welche sich um irgend eine zu ihr senkrechte Axe drehen läßt, und an deren einem Ende eine feine Schraube diese Drehung gegen eine feste Unterlage bewirkt. Sowohl die ganzen Umdrehungen dieser Schraube als auch deren Bruchteile lassen sich an einem geeignet geteilten Kopf derselben ablesen. Aus der Kenntnis der Entfernung der horizontalen Axe von der Schraube und aus deren Ganghöhe läßt sich sodann der Winkel, um welche sich die Schiene bei Drehung der Schraube um 360° hebt oder senkt, ermitteln. Hat man dann auch an dem auf der Schiene liegenden Niveau den Ausschlag der Blase für eine bestimmte Drehung der Schraube beobachtet, so kann daraus sofort der Winkelwert eines Teiles der Niveauteilung gefunden werden, wie folgende Überlegung zeigt.

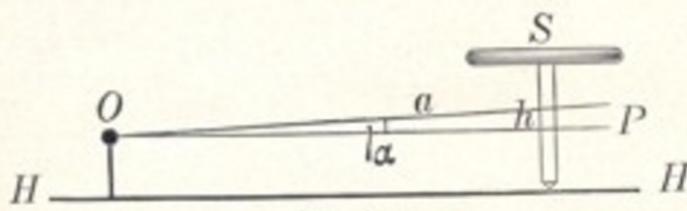


Fig. 20.

Es sei in Fig. 20 O die horizontale Axe, P der Angriffspunkt der Schraube, die Entfernung beider Punkte a, weiterhin h die Höhe eines Schraubenganges, so hat man unmittelbar $\text{tg } \alpha = \frac{h}{a}$; ist also der Ausschlag der Blase für die Umdrehung der Schraube um

360° gleich 1 Teile, so ist ein Teil $p = \frac{h}{la}$.

*) In der Tafel ist $\frac{r}{l-r} = \frac{r}{l}$ gesetzt.

Hat man nicht ganz um 360° gedreht, so würde dann an Stelle von h etwa h' treten, dessen Größe sich sofort bestimmt aus $360^\circ : n^\circ = h : h'$ oder wenn der Schraubenkopf etwa in 100 Teile geteilt ist (wie gewöhnlich) $100 : n = h : h'$ also

$$h' = \frac{n h}{100} \text{ und } p = \frac{n h}{100a} \cdot \frac{1}{l} \text{ (wo } n \text{ die Anzahl der Trommelteile ist).}$$

Das Verfahren, welches man nun in der Praxis anwendet, ist folgendes: Man befestigt zunächst die Libelle und zwar am besten in ihrer Fassung womöglich ganz so, wie sie später am Instrument selbst gebraucht wird, auf der Schiene OP und stellt sowohl HH als auch OP nahe horizontal. Nachdem alles gut zur Ruhe gekommen ist, dreht man die Schraube S so, daß sich die Blase, deren Länge etwa $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{8}$ der Länge der Libellentheilung betragen soll, mit dem O zugekehrten Ende nahe dem Nullpunkt der Teilung befindet. Es muß diese Stellung der Blase dadurch erreicht werden, daß man erst noch über dieselbe hinausgeht und sodann den Punkt P der Schiene wieder mittels der Schraube S langsam soviel hebt, bis die oben angegebene Stellung erreicht ist. Es darf während der ganzen Untersuchung die Schraube S nur so bewegt werden, daß der Punkt P gehoben wird, da nur dadurch eine sichere Wirkung derselben verbürgt werden kann. Nach jeder Einstellung läßt man den Apparat einige Minuten ruhen und liest dann beide Blasenenden ab. Hierauf hebt man P um so viel Schraubenteile, daß die Blase etwa 3 oder 5 Teile nach P hin rückt, läßt wieder ruhen und liest dann Schraubentrommel und Niveau ab; sodann dreht man wieder die Schraube um ebensoviel Teile als vorher, läßt ruhen und liest Trommel und Niveau ab; das setzt man fort, bis die Blase das bei P gelegene Ende der Teilung des Niveaus nahe erreicht hat. Jetzt hat man eine Anzahl Bewegungsintervalle der Blase für ebensoviel Strecken der Schraube. Sind die letzten Strecken gleich, d. h. hat man immer um gleich viel Schraubenteile gedreht, so sollen auch die Niveaustrecken gleich sein, wenn das Niveau gut ist. Häufig wird diese Gleichheit aber nicht eintreten, sondern es werden die Endstrecken von den mittleren etwas abweichen. Das deutet an, daß die Krümmung des Niveaus keine sphärische, sondern etwa eine parabolische ist. Um unter diesen Umständen den Wert eines Niveauteiles rechnerisch darzustellen, muß man dem Ausdruck für denselben die Form $p(1 + qS)$ geben, also setzen:

$p(1 + qS) = \frac{n}{100} \cdot \frac{h}{a} \cdot \frac{1}{l}$, wo dann S die Blasenlänge und p und q zwei Konstante sind, die eben durch die Ablesung an den verschiedenen Teilen des Niveaus aus der Gesamtheit der Messungen bestimmt werden müssen. An Stelle eines eignen Apparates zur Libellenprüfung kann man auch den Theodoliten selbst verwenden, wenn man entweder den Kreis zur Messung der Neigung der Libellenaxe oder eine Fußschraube verwendet, die man auf ihrem Kopf mit einer einfachen Teilung versehen hat. Bei den jetzt verfertigten guten Libellen ist nur in den seltensten Fällen eine solche Komplikation des Verfahrens nötig, zumal man sich ja in der Anwendung des Niveaus auch stets bestreben wird, bei genauen Messungen größere Ausschläge zu vermeiden. Will man die Anzahl der Messungen vermehren, was stets anzuraten ist, so bringt man durch Heben des Punktes O mittelst der Stellschrauben der Unterlage HH die Blase wieder in die erste Stellung zurück und wiederholt sodann das ganze Verfahren mehrmals. Es ist natürlich erforderlich, daß während der Untersuchung dem ganzen Apparat eine sehr feste Aufstellung gegeben wird. Auch erscheint es zweckmäßig, diese Untersuchung einer Libelle sowohl bei entgegengesetzter Lage des Nullpunktes als auch bei verschiedener Temperatur vorzunehmen, da der Wert eines Niveauteiles häufig eine kleine Abhängigkeit von der Temperatur zeigt, was entweder seinen Grund in der verschiedenen Spannung der Ätherdämpfe oder in Formveränderungen der Fassungen haben mag.



48149/1

I. Astronomische Instrumente.

*

Refraktoren.

Von diesen Instrumenten können hier nur diejenigen bis zu ca. 250 mm Öffnung aufgeführt werden, da bei dem Bau größerer Instrumente mit den Herren Bestellern stets spezielle Vereinbarungen über Bau, Ausrüstung und Aufstellung zu treffen sind und daher allgemeine Angaben nicht mit Vorteil gemacht werden können.

Die Grundsätze, welche bei der Ausführung unserer Montierungen maßgebend sind, können aber aus nachstehend angeführten allgemeinen Gesichtspunkten ersehen werden.

Die Aufstellung ist, solange nicht anders gewünscht, die sogenannte deutsche, d. h. die Stundenaxe ist auf einen Bock gelagert, welcher den Kopf der Säule bildet. Die Tragfläche dieses Bockes ist um $90^\circ - \varphi$ gegen die senkrechte geneigt und nimmt zunächst das Büchsenstück der Stundenaxe auf. Die Axe selbst ist aus Stahl hergestellt und ihrer Länge nach durchbohrt. Sie trägt am oberen Ende einen Flansch, welcher die Büchse der Deklinationsaxe aufnimmt. Diese ist bei den größeren Instrumenten nicht durch die ganze Büchse hindurchgeführt, sie trägt am einen Ende die Wiege oder das Mittelstück des Fernrohres und ist innerhalb der Büchse durch eine vorgesetzte Schraubenmutter gehalten.

Kleinere Instrumente haben keine durchbohrte Axen, die Deklinationsaxe ist ganz durch ihre Büchse hindurchgeführt und trägt an dem, dem Fernrohr entgegengesetzten Ende die Äquilibrirungsgewichte. Beide Axensysteme zugleich mit dem Fernrohr, also alle beweglichen Teile gemeinsam, sind genau äquilibrirt und werden durch eine Rolle, welche unter einem am Oberteil der Stundenaxe

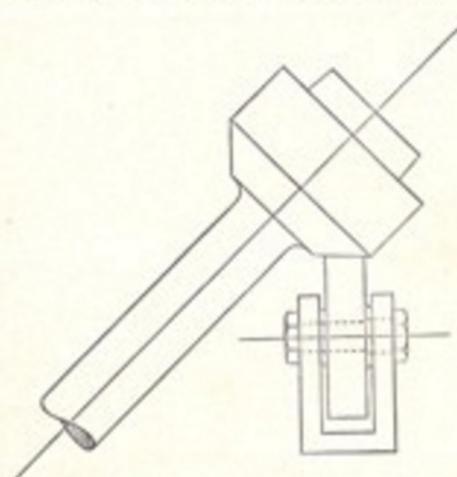


Fig. 21.

liegenden, schief abgedrehten Ring angreift, gestützt (Fig. 21). Die Rolle wird durch ein Hebelwerk mit der nötigen Kraft gegen den Rand des Ringes gedrückt, sodaß die Stundenaxenlager nur den zur Sicherung der Bewegung noch nötigen Druck aufzunehmen haben. Bei den kleineren Instrumenten kann die Lagerung der Stundenaxe auch so eingerichtet werden, daß die parallaktische Montierung des Instruments für verschiedene Polhöhen eingestellt werden kann.

Die Klemmung und Feinbewegung in beiden Koordinaten erfolgt vom Okular aus. Auch die Einstellung und Ablesung in Deklination wird immer vom Okular aus ermöglicht, dagegen erfordert die Einstellung im Stundenwinkel vom Okular aus umständlichere Ein-

richtungen, die nur auf besonderen Wunsch angebracht werden, dann aber den Preis je nach Größe des Instruments erhöhen.

Die Fernrohre sind allgemein in einfach konischer, sich vom Objektiv nach dem Okular verjüngender Gestalt hergestellt. Dieses hat den Vorteil, daß man namentlich bei größeren Instrumenten mit der Absehenslinie des Fernrohres (nahezu dessen geometrischer Axe) näher an den Gesamtschwerpunkt der beweglichen Teile des Instrumentes herangehen und so die Äquilibrirungsgewichte und damit das Gesamtgewicht des Instrumentes nicht unerheblich vermindern kann.

Weitergehende Entlastungs- und Äquilibrirungs-Einrichtungen sind nur soweit wie für die Stabilität nötig angebracht, da nach jetzigen bewährten Erfahrungen alle Komplikationen der Montierung nicht von Vorteil für die Instrumente sind, sobald man eine gewisse Stabilität der Aufstellungs- und Instrumental-Konstanten fordern muß.

Die optischen Teile des Fernrohres, der etwa vorhandenen Sucher und der Mikroskope sind aus den besten Gläsern, welche für visuelle und event. auch photographische Zwecke zu beschaffen sind, hergestellt. Besonderen Wünschen betreffs ihrer Auswahl kommen wir gern entgegen. Als

Verhältnis der Öffnung des Objektivs zur Brennweite hat sich für visuelle Beobachtungen etwa 1:12 bis 1:16 bewährt.

Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes und der Kreise erfolgt mittels gewöhnlicher Lampen oder wird für elektrischen Betrieb eingerichtet. Eine zu weit gehende Zentralisation hat sich dabei auf die Dauer nicht bewährt.

Mikrometer jeder Art werden den Instrumenten ganz nach den Wünschen der Besteller beigegeben. Für größere Instrumente, welche mit Positionsschrauben-Mikrometern oder ähnlichen Einrichtungen versehen werden sollen, wird besonderes Augenmerk auf sichere und bequeme Bewegungen des Okularauszuges gerichtet. Eine Skala zur Messung der Verschiebung wird dann an bequemer Stelle angebracht.

Die Aufstellung des Instrumentes erfolgt auf runder, gußeiserner Säule, deren Oberteil eine Korrektion in Azimut zuläßt. Die Säule ruht auf einem schweren Dreifuß oder auf einer Kugelkalotte und sie wird in ihrer Höhe so bemessen, daß der Beobachter bei Zenitstellung des Fernrohres noch bequem an das Okular gelangen kann. Kleinere Instrumente erhalten eine einfache runde oder kanelierte Säule mit Dreifuß, welcher außer den 3 Stellschrauben auch bewegliche Rollen besitzt, um das Instrument leicht fortbewegen zu können.

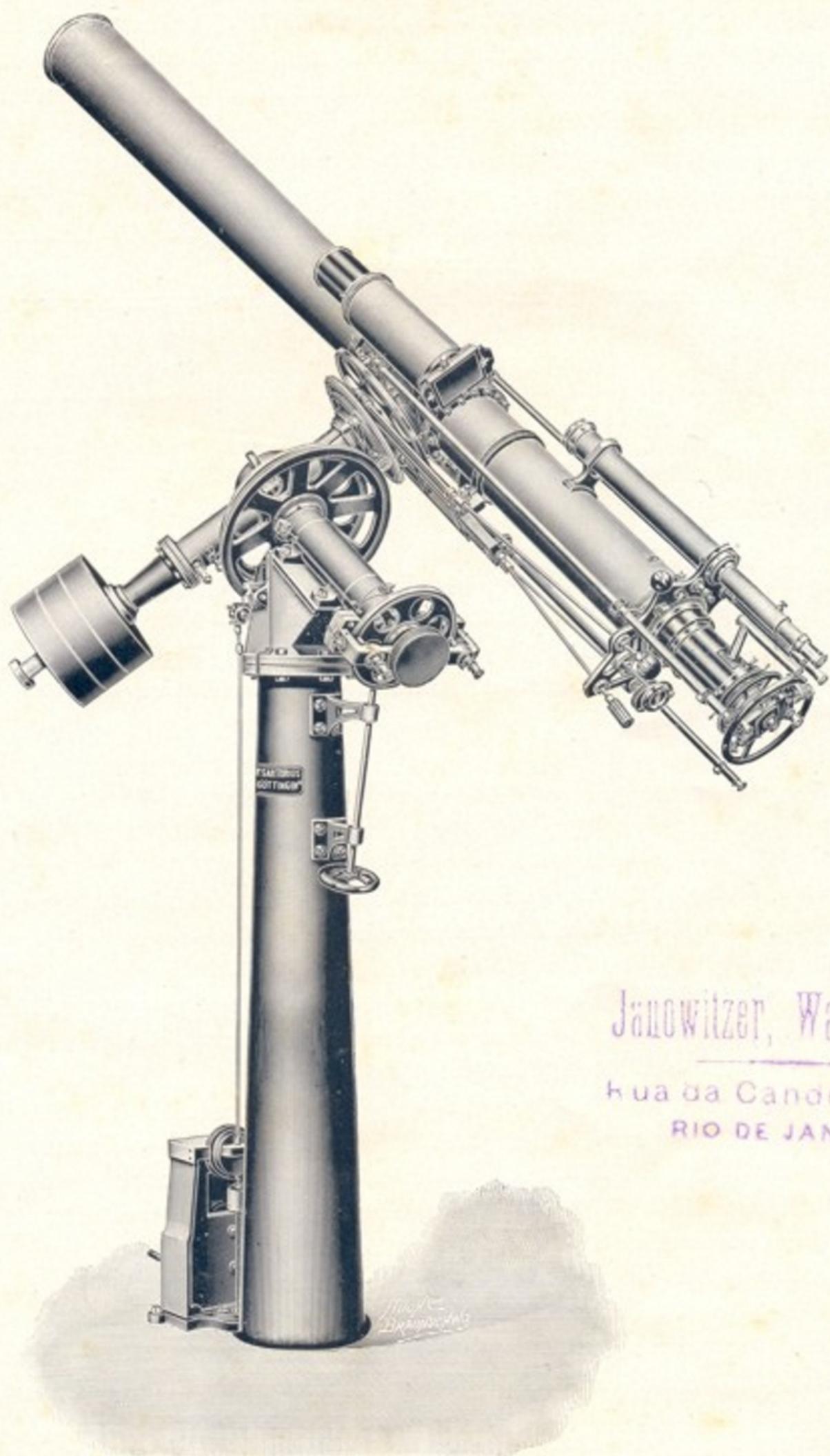
Die den größeren Instrumenten beigegebenen Uhrwerke sind so eingerichtet, daß sie an beliebigem Orte, am Fuß der Säule, oder auch an einer entfernten Stelle aufgestellt werden können. Als Regulator ist ein Elastizitätspendel vorgesehen. Es kann an Stelle dieses Pendels aber auch ein Zentrifugal-Regulator angebracht werden. Bei Instrumenten zum vorzugsweise astrophotographischen oder spektographischen Gebrauch wird auf Wunsch auch noch für elektrische Regulierung der Bewegung des Fernrohres Vorsorge getroffen.

No.		M. ca.
1	Refraktor , Fernrohr 180 mm Objektiv-Öffnung und 300 cm Brennweite. Positionsfadenmikrometer mit 3 Okularen von 100, 200 und 300—350 facher Vergrößerung, Ring- oder Kreuzstab-Mikrometer mit 2 Okularen von 60 und 100 facher Vergrößerung, 1 Huyghensches Okular von 50 facher Vergrößerung, Uhrwerk, Sucher 50 mm Öffnung, 25 fache Vergrößerung <i>Einstellung im Stundenwinkel vom Okular aus mittelst eines zweiten Stundenkreises oberhalb des Uhrkreises erhöht den Preis um M. 500,—</i>	12 000,—
	Ohne Positions-Mikrometer	11 000,—
2	Refraktor , Fernrohr 150 mm Öffnung, 250 cm Brennweite, sonst wie No. 1	8 000,—
	Ohne Uhrwerk	7 500,—
	Ohne Positions-Mikrometer	6 800,—
3	Refraktor , Fernrohr 120 mm Öffnung, 200 cm Brennweite, sonst wie No. 1 mit 5 Okularen von 300, 200, 150, 100 und 50 facher Vergrößerung	5 500,—
	Ohne Uhrwerk	5 000,—
	Ohne Positions-Mikrometer	4 500,—
4	Refraktor , Fernrohr 100 mm Öffnung, 160 cm Brennweite, sonst wie No. 3 Ohne Uhrwerk und ohne Positions-Faden-Mikrometer mit 5 Okularen verschiedener Vergrößerung <i>Mit verstellbarer Polhöhe M. 200,— mehr.</i>	3 500,—

Empfehlenswerte Nebenapparate zu diesen Refraktoren, elektrische Feinbewegung für Stundenbewegung, Okularspektroskop, Sonnenprisma, Sternspektroskop, Protuberanzspektroskop, Astrophotographische Kameras etc. werden nach Vereinbarung geliefert und berechnet.

Refraktoren

mit Positions-Schrauben-Mikrometer
und photographischer Kamera.



Jauowitz, Wable & Co

Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO

Kometensucher.

Zur Betrachtung sehr lichtschwacher Objekte, Kometen, Nebelflecke, veränderlicher Sterne und dergl., sowie zur Aufsuchung von Kometen, ist es wünschenswert, Fernrohre von großer Lichtstärke zu benutzen. Man erreicht das durch Vergrößerung des Verhältnisses der Öffnung zur Brennweite, wenn damit auch natürlich die Bildqualität im allgemeinen leidet und deshalb stärkere Vergrößerungen nicht mehr anwendbar sind. Das ist aber auch nicht nötig, da man bei solchen Instrumenten fast stets ein sehr großes Gesichtsfeld zu haben wünscht. Verhältnis der Öffnung zur Brennweite zwischen 1:6 und 1:10.

Solche Kometensucher werden von uns nur auf besonderen Wunsch parallaktisch, für gewöhnlich aber azimutal montiert. Kometensucher von mehr als 150 mm Öffnung werden so montiert, daß der Schnittpunkt der Axen am Okular liegt, damit das Auge des Beobachters für alle Stellungen des Fernrohrs in derselben Lage bleiben kann.

Kleinere Instrumente erhalten einfache bequeme Bewegung um eine vertikale Säule und nur eine kurze horizontale Axe.

No.		M. ca.
5	Kometensucher von 160 mm Öffnung und 120 cm Brennweite, 2 Okulare von 60 und 40 facher Vergrößerung, Kreuzstab- oder Ring-Mikrometer .	3000,—
6	Kometensucher von 120 mm Öffnung und 90 cm Brennweite, 2 Okulare von 60 und 40 facher Vergrößerung, Kreuzstab- oder Ring-Mikrometer .	2200,—
7	Kometensucher von 90 mm Öffnung und 60 cm Brennweite, 1 Okular von 30 facher Vergrößerung, einfache Säule auf Dreifuß	1000,—
8	Kometensucher von 70 mm Öffnung und 45 cm Brennweite, 1 Okular von 30 facher Vergrößerung, einfache Säule auf Dreifuß	600,—

Meridiankreise.

Diese werden in jeder geforderten Größe ausgeführt und nach den bewährtesten Prinzipien konstruiert. Vor allem ist darauf Rücksicht genommen, daß die vollste Symetrie und gleichmäßigste Gewichtsverteilung vorhanden ist. Die Lagerung erfolgt in dem von der Repsold'schen Werkstätte eingeführten Zylinderaufbau, sodaß ungleiche Strahlungseinflüsse auf die Kreise ausgeschlossen sind. Diesem Zweck dienen auch unter den Kreisen angebrachte Schutzbleche.

Bei allen größeren Meridiankreisen (von 100 mm Öffnung an) sind Objektiv und Okularköpfe vertauschbar eingerichtet. Das Fernrohr ist bei den größeren Instrumenten gegen Temperatureinflüsse durch besondere Rohre geschützt, die auf den Kubus aufgeschraubt sind. Klemme und Feinbewegung, auch für die Nadierbestimmung, sind vom Okular aus zu betätigen.

Die Kreise sind der Größe der Instrumente angemessen und werden in den Dimensionen von 30 bis 60 cm Durchmesser angefertigt und mit Teilungen von 5 oder 2 Minuten Intervall versehen. Die Vergrößerung der an dem Lagerzylinder angebrachten Mikroskope wird von 15–30 fach ausgeführt.

Die Ausbalancierung der Instrumente ist so eingerichtet, daß beim Herausnehmen der Instrumente aus den Lagern zwecks Umlegung kein seitlicher Druck auf die Pfeiler entstehen kann.

Die, dem Instrument beizugebenden Nebenapparate, Libelle, Kollimator, Quecksilberhorizont u. s. w. sind nach besten Konstruktionen ausgeführt. Allzu komplizierte Einrichtungen haben sich im Allgemeinen nicht bewährt. Die Axenlibelle hat eine Empfindlichkeit von 1"—3", je nach Größe

der Instrumente. Die Verbindung der Klemmen mit dem Pfeiler wird absolut spannungsfrei hergestellt.

Den Instrumenten sind geeignete Umlegevorrichtungen beigegeben, die entweder als unterfahrbarer Wagen gebaut sind, oder mit der Dachkonstruktion in Verbindung stehen. Die spezielle Ausführung großer Meridiankreise und Durchgangs-Instrumente muß, um den jeweiligen Wünschen der Herren Auftraggeber in weitestem Maße gerecht werden zu können, besonderer Übereinkunft vorbehalten bleiben.

No.		M.
10	Meridiankreis , Fernrohr 160 mm Öffnung, 200 cm Brennweite. Zwischen Stein- oder Eisenpfeiler aufzustellen. Kreise 60 cm Durchmesser, ein Kreis in 2' Teilung, der andere entweder mit gleicher oder mit Gradteilung und dann auf der Axe drehbar. Objektiv und Okular vertauschbar. Umlegevorrichtung. Beide Axen durchbohrt. 3 Okulare mit Einrichtung für Nadirbeobachtung, Nadirhorizont	ca. 15000,—
	Zwei Kollimatoren (Nord und Süd) mit Libelle. Fernrohröffnung 100 mm je	800,—
	Wird die Umdrehungsaxe selbst als Kollimator eingerichtet erhöht sich der Preis des Instruments um M. 300,—	
11	Meridiankreis , Fernrohr 120 mm Öffnung, 150 cm Brennweite. Kreise 50 cm Durchmesser, 5' Teilung, sonst wie No. 10	10000,—
12	Meridiankreis , Fernrohr 90 mm Öffnung, 120 cm Brennweite. Kreise 35 cm Durchmesser, 5' Teilung. Objektiv und Okular nicht vertauschbar.	7000,—
	Die Meridiankreise haben Mikrometer für das Vertikalfadensystem. Auf Wunsch wird auch ein Deklinations-Mikrometerwerk angebracht.	

Durchgangs-Instrumente.

Diese Instrumente werden genau nach den für die Meridiankreise geltenden Prinzipien eingerichtet, nur unter Fortlassung der Kreise und zugehörigem Mikroskopsystem.

Zur Aufsuchung der Gestirne resp. Einstellung der Deklinationen oder Zenitdistanzen werden bei den größeren Instrumenten am Okularende jederseits ein kleiner Kreis mit Einstellungslibellen angebracht. Libelle, Kollimatoren, Umlegeeinrichtung, Quecksilberhorizont ganz wie bei den Meridiankreisen gleicher Dimension. Sowohl die Meridiankreise als auch die Durchgangs-Instrumente können auf Wunsch mit sog. „unpersönlichen Mikrometern“ nach Repsold oder in der Königsberger Konstruktion versehen werden.

No.		M.
14	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 160 mm Öffnung, 200 cm Brennweite. Zwischen Stein- oder Eisenpfeiler aufzustellen. Umlegevorrichtung. 3 Okulare. Mit einfachem Mikrometer	ca. 10000,—
	Unpersönliches Mikrometer nach Repsold M. 500,—	
	Unpersönliches Mikrometer mit selbsttätiger Bewegung M. 800,—	
15	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 120 mm Öffnung, 150 cm Brennweite, sonst wie No. 14	7000,—
16	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 90 mm Öffnung, 120 cm Brennweite, sonst wie No. 14	5000,—

Bei den Nummern 15 und 16 sind in den Preisen gußeiserne Aufstellungspfeiler mit inbegriffen.

Transportable Durchgangsinstrumente.

Für kleinere Durchgangs-Instrumente hat man die Aufstellung auch für den Transport, also für den Gebrauch an temperären Stationen eingerichtet. Es besteht in diesem Falle der Unterbau unserer Durchgangsinstrumente aus einem verhältnismäßig schweren Untergestell, welches die Lagerböcke trägt.

Die Lager selbst sind aus besonderen Rotgußschalen mit eingesetzten Steinen hergestellt. Bei den kleineren Instrumenten sind die oberen Enden der Lagerböcke selbst als Lager ausgebildet.

Der Unterbau ruht auf drei Schrauben, von denen die eine ein feines Gewinde zur Regulierung der Axenneigung und evtl. auch zur Untersuchung der Libelle besitzt, deshalb ist dieselbe mit einem großen, in 100 Teile geteilten Kopf versehen. Um Beobachtungen in Vertikal des Polarsterns zu erleichtern, kann ein Unterlagsrahmen beigegeben werden, der eine schnelle und sichere Verstellung im Azimut möglich macht.

Instrumente, bei denen der Unterbau als vollständiger Kreis ausgebildet ist und bei denen dann die Drehung des eigentlichen Lagerbockes um einen centralen, sicher geführten Zapfen erfolgt, sogen. Durchgangs-Theodolite werden nach besonderer Übereinkunft gebaut.

Dieselben können entweder als Durchgangs-Instrumente mit universeller Azimutbewegung oder als vollständige Altazimute ausgebildet werden.

Die kleineren transportablen Instrumente werden mit geraden Fernrohren, die größeren aber von 50 mm Öffnung an mit gebrochenem Fernrohr versehen. Die Prismenlagerung bei den letzteren Instrumenten ist so gewählt, daß durch Einführung dieses Zwischenteiles keine Unsicherheit in der Konstanz der Kollimationslinie zu befürchten ist. Die Axzapfen sind bei den größeren Instrumenten mit aufgesprengten, glasharten sehr sorgfältig abgeglichenen und polierten Stahlringen versehen. Die Lagersteine, welche ebenso wie die in den Libellenarmen eingepaßten Steine leicht abgerundet sind, greifen im gleichen Zapfenquerschnitt an.*)

Die Libellen sind als Hängelibellen ausgebildet und besitzen eine der Größe der Instrumente resp. der Länge der Axe entsprechende Empfindlichkeit von 1–3 Bogensekunden.

Das Axenstück ist bei den transportablen Durchgangs-Instrumenten als Rotationskörper konstruiert mit Ausnahme derjenigen Fläche, an die der Objektivteil des gebrochenen Fernrohres gesetzt ist. Der Objektivteil des Fernrohres ist konisch geformt und trägt an dem, auf der Axe aufgeschraubten Ende zugleich die Befestigungsstücke für das Prisma, sodaß zwischen diesem und dem Objektiv eine möglichst sichere und stabile Verbindung hergestellt ist.

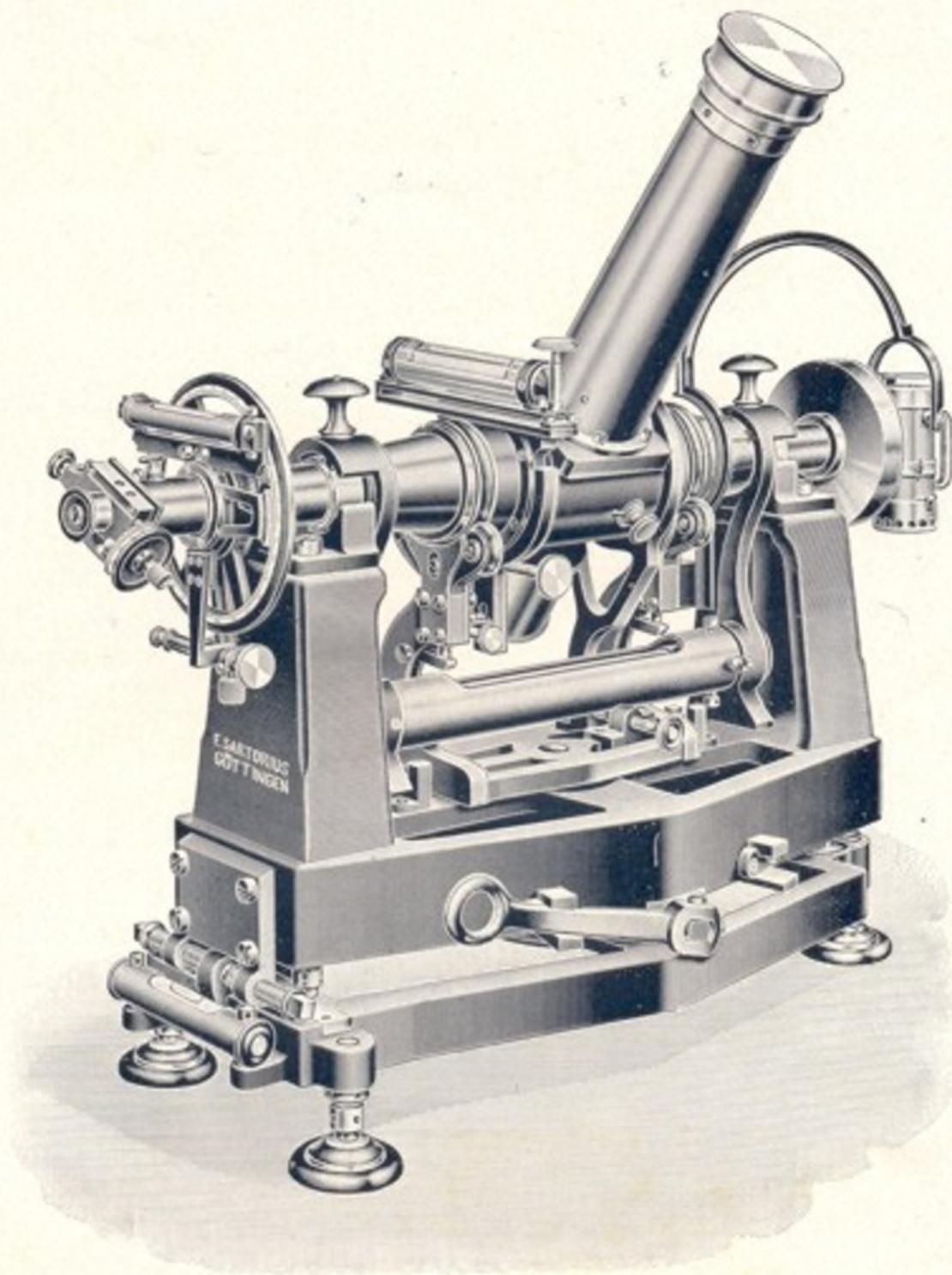
Der Einstellkreis befindet sich am Okularende und ist mit einer beweglichen Libelle versehen, sodaß die Einstellung der Zenitdistanz eines später zu beobachtenden Sternes schon gemacht werden kann, während das Fernrohr noch auf den vorhergehenden gerichtet ist. Diese Einrichtung hat sich besonders für Stationsbeobachtungen bewährt, wenn während des Durchganges eines Sternes das Instrument umgelegt werden soll. Dieses Verfahren anzuwenden, ist aber nicht rätlich bei Instrumenten mit leichtem Unterbau, da durch das häufige Umlegen leicht azimutale Veränderungen eintreten können. Allerdings ist, wenn Stabilität garantiert ist, die Reduktion solcher Beobachtungen erheblich einfacher.

Auf der Umdrehungsaxe ist Vorkehrung getroffen, um ohne weiteres eine Horrebow-Einrichtung mit 1 oder 2 Libellen aufsetzen zu können. In diesem Falle erhält das Okular ein Mikrometer mit beweglichen Fäden und dasselbe wird so eingerichtet, daß es leicht und sicher um 90° gedreht werden kann.

Die Anordnung des Fadennetzes erfolgt entweder nach Angabe oder nach unserem bewährtem System. Es ist Angabe des Hauptbeobachtungszweckes des Instruments erwünscht.

*) Auf Wunsch werden statt der eingesetzten Steine die Auflagepunkte der Axen und der Libellen aus den Lager-schalen und Libellenarmen direkt herausgearbeitet, da den besonders eingesetzten Steinen bezüglich ihrer sicheren Befestigung von manchen Seiten mißtraut wird.

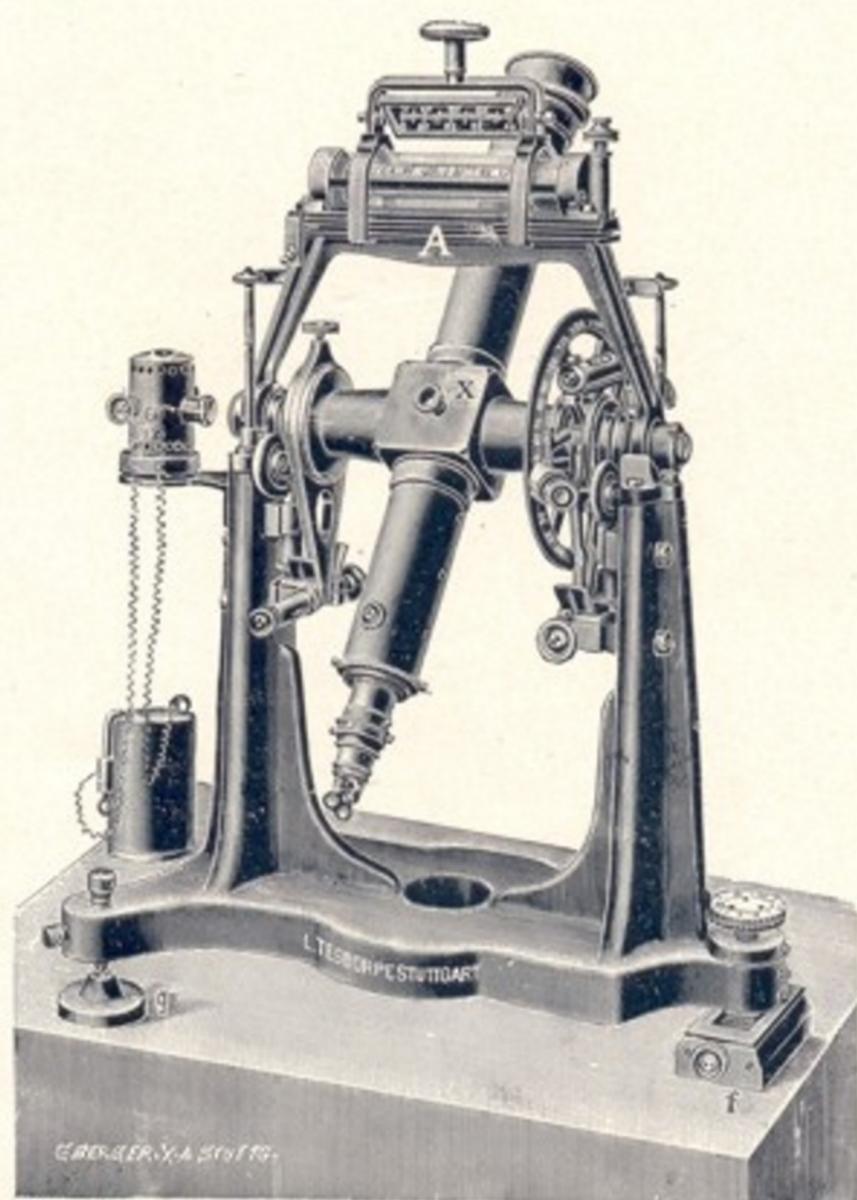
Durchgangs-Instrumente mit gebrochenem Fernrohr.



No. 19.

No.		M. ca.
17	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 90 mm Öffnung, 120 cm Brennweite. 2 Okulare. Einfaches Faden-Mikrometer. Horrebow-Einrichtung mit zwei Libellen, um 90° drehbarer Okularansatz	4200,—
18	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 70 mm Öffnung, 90 cm Brennweite, sonst wie No. 17. Horrebow-Doppellibelle, um 90° drehbarer Okularansatz	2800,—
19	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 50 mm Öffnung, 63 cm Brennweite, sonst wie No. 17	2000,—
20	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 70 mm Öffnung, 90 cm Brennweite, in einfacher Ausführung, 2 Okulare, einfache Horrebow-Libelle	2000,—
21	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 50 mm Öffnung, 60 cm Brennweite, sonst wie No. 20	1500,—
	Gußeiserne Grundplatte mit Verstellung im Azimut M. 250,— bis 300,—	
	Einfaches Faden-Mikrometer für No. 20 und 21 an Stelle des gewöhnlichen Okulars M. 80,— bis 100,—	
	Unpersönliches Mikrometer nach Repsold für No. 17—19 an Stelle einfachen Fadenmikrometers M. 600,— bis 800,—	
	Einrichtung für elektrische Beleuchtung „ 150,— „ 300,—	

Durchgangs-Instrumente mit geradem Fernrohr.



No. 22.

No.		<i>M.</i>
22	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 48 mm Öffnung, 500 mm Brennweite, 2 Okulare, Aufsatzlibelle, Einstellkreis mit beweglicher Libelle . . .	750,—
23	Durchgangs-Instrument , Fernrohr 35 mm Öffnung, 400 mm Brennweite, sonst wie No. 22, 1 Okular, Aufsatzlibelle, Kreis an einfachem Nonius ablesbar	300,—
	Einrichtung für elektrische Beleuchtung	<i>M.</i> 50,— bis 80,—

Der Bau von sogenannten **Durchgangs-Theodoliten** oder **Universal-Durchgangs-Instrumenten**, mit denen Durchgänge der Gestirne in beliebigen Azimuten beobachtet werden sollen, wird nach besonderer Übereinkunft ausgeführt. Wird die Größe der No. 18—19 entsprechend gewählt, so erhöht sich der Preis um ca. *M.* 1500,— bis 1800,— je nach gewünschter Ausstattung.

Universal-Instrumente.

*

Universal-Instrumente mit zentrischem, gebrochenem Fernrohr, ohne Umlegemechanismus.

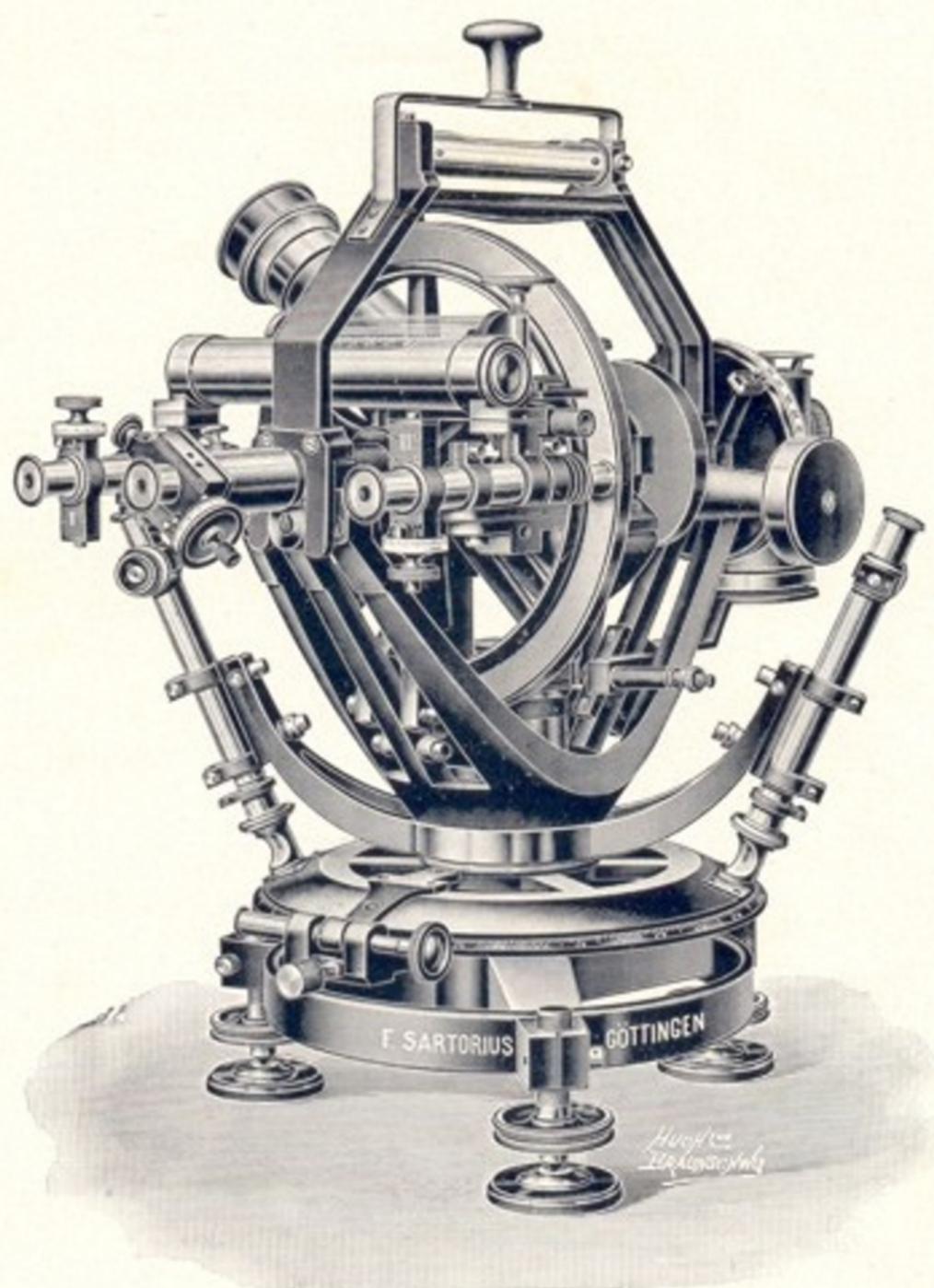
Diese Gruppe der von uns gebauten Universal-Instrumente eignet sich sowohl zu astronomischen Ortsbestimmungen als auch zu allen größeren geodätischen Arbeiten, welche direkt mit Gestirnsbeobachtungen in Verbindung stehen. Die zentrische Lage des Fernrohres und die damit verbundene Verlegung des Okularteiles des Fernrohres in die Umdrehungsaxe desselben ermöglicht die Beobachtung von Gestirnen in jeder Zenitdistanz mit gleicher Bequemlichkeit. Die zentrische Lage des Fernrohres ist besonders wegen der Benutzung dieses Instrumententypus zu geodätischen Messungen gewählt. Die Instrumente werden von uns in drei Größen gebaut, welche sich bezüglich ihrer Einzelausrüstung nicht von einander unterscheiden. Die drei Füße des Unterbaues sind durch einen Ring miteinander verbunden, der einmal dazu dient, das Instrument bequem anfassen zu können, ohne leicht verletzbare Teile zu berühren, dann aber auch als Schutz des Horizontalkreises zu betrachten ist und an dem, falls es nötig erscheint, auch ein Kontroll-Fernrohr (an zwei Ansatzstücken) sicher befestigt werden kann. Die beiden Kreise sind von gleichem Durchmesser und werden in der Regel durch eine Decke aus Leichtmetall geschützt, sie sind auf ihre Axen sorgfältig zentriert und mit leichter Reibung drehbar. Die Feststellung der Kreise erfolgt durch eine Flügelklemme in der Richtung der Axe. Der Vertikalkreis ist dicht neben dem Fernrohr angebracht, damit eine Torsion zwischen Kreis und Fernrohr ausgeschaltet wird.

Um dem Nullpunkt der Teilung leicht meßbar verschiedene Stellungen geben zu können, ist der Horizontalkreis mit einer äußeren einfachen Gradteilung versehen, die mit bloßem Auge abgelesen werden kann. Die Mikroskope für den Horizontalkreis sind an einem besonderen Träger befestigt, der so mit dem Oberteil verbunden ist, daß die Ablesung der Mikroskope in allen Lagen des Fernrohres unbehindert ist. Der Vertikalkreis wird bei diesen Instrumenten an zwei fest mit dem Lagerträger verbundenen Mikroskopen abgelesen. Die die Stellung dieser Mikroskope kontrollierende Libelle ruht auf den die Mikroskope selbst tragenden Teilen und nicht auf Zwischenstücken, sodaß dadurch wirklich die jeweilige Lage der Mikroskope zum Horizont angezeigt wird. Diese Anordnung der Mikroskope ist möglich, da auf ein Umlegen des Instrumentes verzichtet ist.

Die Axen sind aus Rotguß mit Stahlringen an den Auflageflächen. Der ganze Oberteil wird durch eine fein regulierbare Schraube auf der Vertikalaxe gestützt, sodaß eine sehr sichere und doch reibungsfreie Bewegung auf dem Konus der Vertikalaxe möglich ist. Die Empfindlichkeit der Mikroskoplibelle ist der Ablesegenauigkeit entsprechend zu $5''-8''$ per 2 mm Teil gewählt. Die Reiterlibelle hat $8''-10''$ per Teil. Die optischen Teile der Fernrohre sind aus den besten Werkstätten (es können dabei spezielle Wünsche berücksichtigt werden) und die gewählten Vergrößerungen entsprechend der jeweiligen Öffnung der Fernrohre. Das total reflektierende Prisma ist in dem ebenfalls als Rotationskörper gebauten Mittelteil der Axe so untergebracht, daß es mit dem Objektivteil des Fernrohres fest verbunden ist, wodurch eine sichere Gewähr gegen Veränderlichkeit des Kollimationsfehlers geboten wird.

Auf der Axe ist Vorkehrung getroffen, daß leicht eine Horrebowlibelle mit besonderen Klemmen angebracht werden kann. Die Einstellung der Zenitdistanzen erfolgt durch einen am Okularende angebrachten Hilfskreis an festem Index. Dieser Kreis ist nach beiden Seiten von $0^{\circ}-180^{\circ}$ beziffert. Im Allgemeinen ist das Okular nur mit einfachem festem Fadennetz versehen. Es kann aber auch ein solches mit beweglichen Fäden (Mikrometer) beigegeben werden und dieses kann für Horrebowl-Talkott-Methode auch um 90° drehbar eingerichtet werden, wodurch sich der Preis allerdings um die unten angegebenen Beträge erhöht. Die beiden größeren Typen erhalten Entlastungseinrichtung für die Horizontalaxe, sodaß diese nur noch mit einem regulierbaren, geringen Betrage ihres Gewichtes in den Lagern liegt.

Universal-Instrumente mit zentrischem, gebrochenem Fernrohr, ohne Umlegemechanismus.



No. 32.

No.	Kreisdurchmesser für beide Kreise (Teilungsdurchmesser)	Ablesung pr. 1 Intervall der Mikroskop- Trommel	Fernrohr			Preis inkl. 2 Kästen M.
			Öffnung mm	Brennweite mm	Ver- größerung	
30	35 cm	1"	54	650	54 u. 76	4000,—
31	27 "	1"	47	540	45 " 60	3400,—
32	20 "	2"	40	410	32 " 48	2800,—

Horrebow-Talkott-Niveaux zu obigen Instrumenten M. 220,—. Doppel-Niveaux M. 300.—
 Mikrometer mit beweglichen Fäden M. 100,—, um 90° drehbar M. 150,—
 Versicherungs-Fernrohr M. 250,— bis 350,—
 Mit Mikrometer-Okular M. 100,— mehr.

Universal-Instrumente mit zentrischem, gebrochenem Fernrohr, mit Umlegemechanismus.

Obgleich man jetzt wieder mehr der Ansicht zuneigt, die astronomischen Instrumente möglichst einfach zu gestalten und sie so einzurichten, daß für scharfe Beobachtungen das Instrument besser immer nur für eine Koordinate besonders ausgebildet ist, so bauen wir doch Universale, bei denen sich das Fernrohr auch in den Lagern umlegen läßt, sodaß es mit Vorteil zu Durchgangsbeobachtungen, also zur Beseitigung der Einflüsse des Kollimationsfehlers und dem einer etwaigen Zapfeningleichheit eingerichtet ist. Die Ausrüstung an Kreisen und optischen Teilen entspricht ganz dem vorhergehenden Typus, aber wegen der Umlegbarkeit des Fernrohres, wozu ein sicherer Mechanismus eingeschaltet ist, welcher durch den vertikalen Axenkonus hindurch betätigt wird, muß auch der Mikroskopträger mit seiner Libelle und dem Mikrometerwerk an einer besonderen an der Axe sicher beweglichen Büchse sitzen, die beim Umlegen mit in die andere Lage geht. Sowohl die Mikroskoplibelle als auch die Axenlibelle besitzen eine Empfindlichkeit von 5"—8". Der Träger der Mikroskope für den Horizontalkreis ist mit den Axenträgern fest verbunden und die Mikroskope haben somit eine konstante Lage zur Absehenslinie des Fernrohres. Unnötige Korrektions-Einrichtungen sind hier vermieden, da durch ihre Einführung nur geringere Stabilität der einzelnen Teile zueinander, aber kein Vorteil für die Ausführung der Beobachtungen, erzielt wird.

Die Entlastung des Oberteiles des Instrumentes ist bei allen drei Instrumenten dieses Typus mit dem Umlegemechanismus verbunden. Bei No. 33 ist dieselbe als Wagebalken konstruiert. Der Aufsuchkreis ist nicht an festen Indices, sondern an einer Libellen-Alhidade einstellbar, wodurch es möglich wird, sogleich nach dem Einstellen des Gestirns in der einen Lage der Axe auch die Libelle mit Alhidade für die andere Lage im Voraus einzustellen. Dadurch wird es möglich, die Zwischenzeit der Beobachtung eines und desselben Sternes in beiden Lagen (z. B. des Polarsternes) zu verringern, oder Sterne mit geringem Rektascensions-Unterschied am selben Abend zu beobachten.

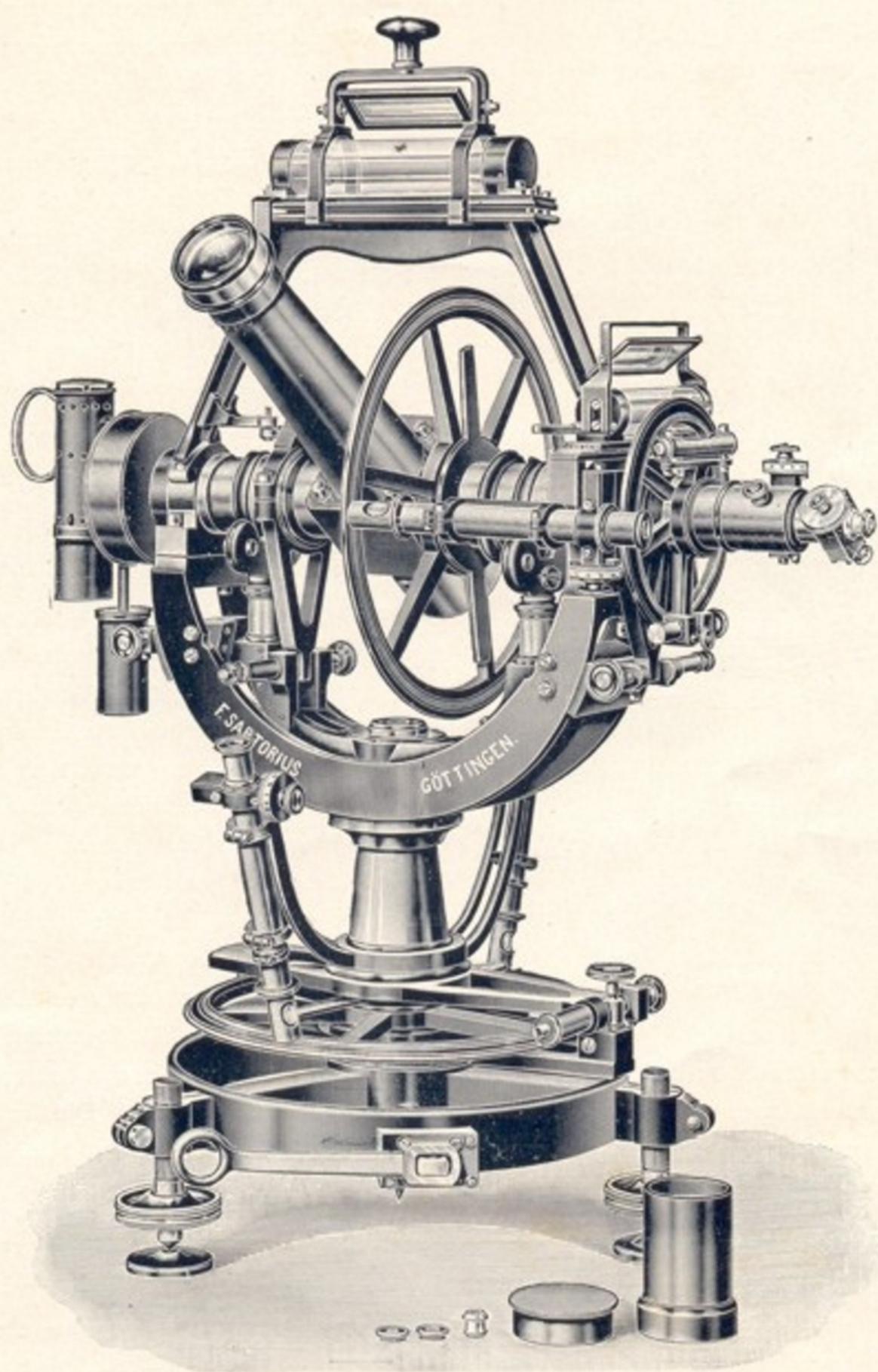
Einrichtung für Horrebow-Beobachtung ist am Instrument vorgesehen und zwar je nach Wunsch auf derselben Seite mit dem Höhenniveau oder auf der Klemmseite der Axe.

Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes erfolgt durch das das Okular nicht tragende Axenende und zwar kann sie für Öllampe oder für elektrische Einrichtung konstruiert werden. Die erstere Beleuchtungsart ist im Preise mit inbegriffen, die letztere exkl. Batterie (Elektr. Quelle).

No.	Kreisdurchmesser für beide Kreise (Teilungsdurchmesser)	Ablesung pr. 1 Intervall der Mikroskop- Trommel	Fernrohr			Preis inkl. 2 Kästen M.
			Objektiv- Öffnung mm	Fokus mm	Ver- größerung	
33	35 cm	0,5"	54	650	54 u. 76	4500,—
34	27 "	0,5"	47	540	45 " 60	3900,—
35	20 "	2"	40	410	32 " 48	3300,—

Horrebow-Talkot-Niveau zu obigen Instrumenten M. 220,—. Doppel-Niveau M. 350,—.
Mikrometer mit einem beweglichen Faden und um 90° umsteckbar M. 150,—

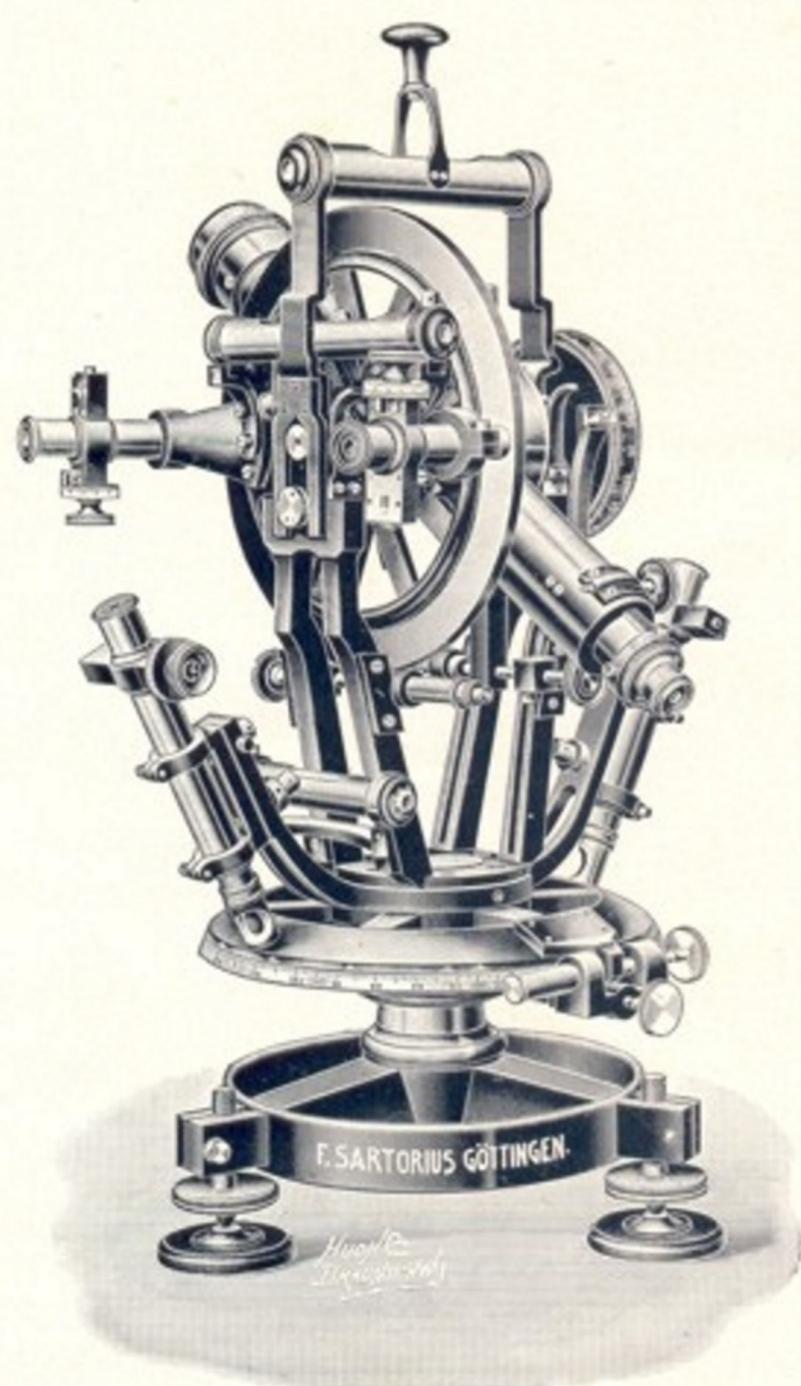
Universal-Instrument mit zentrischem, gebrochenem
Fernrohr, mit Umlegemechanismus.



No. 34.

Janowitz, Wahle & Co
Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO

Universal-Instrumente mit zentrischem, durchschlagbarem Fernrohr.



No. 36.

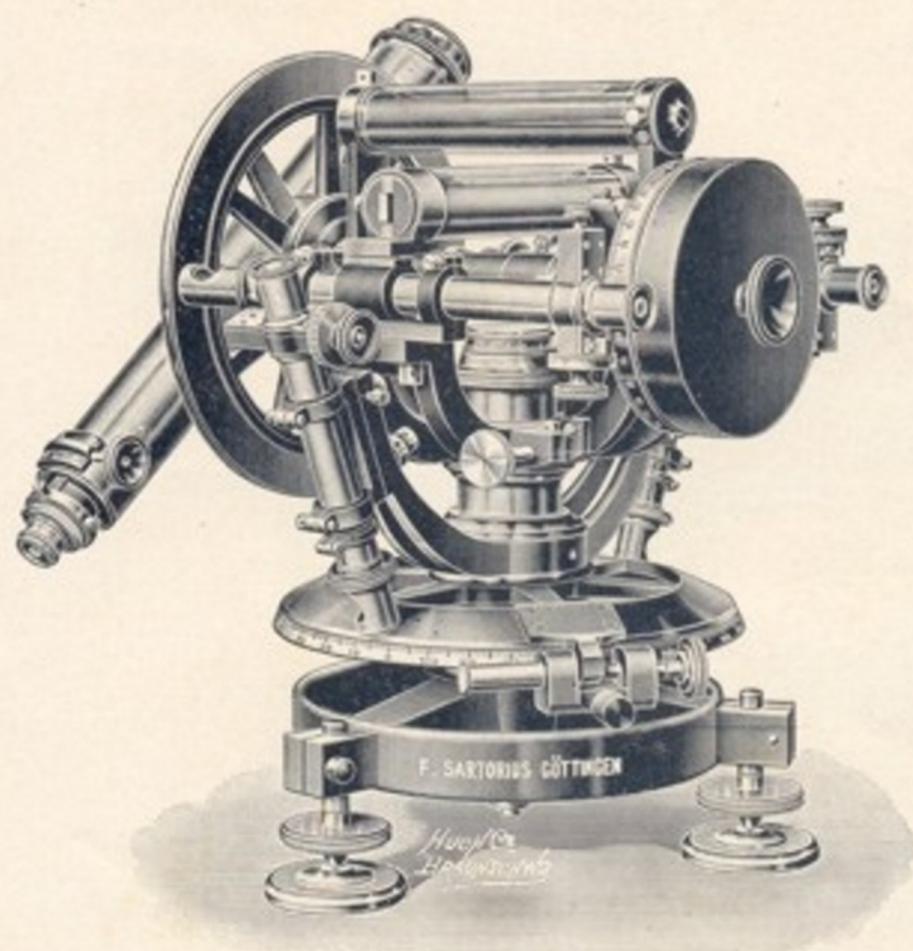
den Instrumenten der vorigen Typen. Auf dem Fernrohr kann eine Libelle axenparallel mit der Absehenslinie angebracht werden, um das Instrument auch zum Nivellieren benutzen zu können. Dementsprechend ist auch das Fadennetz zur Distanzmessung eingerichtet. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes erfolgt durch die Axe, der Reflektionsspiegel steht außerhalb des Strahlenkegels.

Will man an Stelle des gebrochenen Fernrohres ein gerades verwenden, was besonders für kleinere Universale zweckmäßig und billiger sein wird und dabei doch die zentrale Lage nicht aufgeben (für geodätische Arbeiten erwünscht), so muß man zu den in Fig. 36 dargestellten Instrumenten übergehen. Die Träger der Horizontalaxe müssen höher gebaut werden, damit das Fernrohr wenigstens mit einem Ende hindurchgeht. Soll das Instrument auch für astronomische Zwecke dienen, dann muß auch das Okular durchschlagbar sein, sonst kann man nicht in die Nähe des Zenits gelangen. (In kleinen Zenitdistanzen soll man überhaupt in diesem Falle nicht beobachten, aber bis zu 20° oder 30° muß man gelangen können.) Den Instrumenten sind daher gebrochene Okulare beigegeben. Wir pflegen solche Instrumente nur in zwei Größen auszuführen. Vertikal- und Horizontalkreis sind gleich groß und mittels Mikroskopen abzulesen. Diejenigen der Vertikalkreise können entweder am Axenträger fest oder auch an besonderer Büchse auf der Axe sitzend angebracht sein. Damit der Kreis dicht neben dem Fernrohr sitzen kann, sind die Mikroskope des Vertikalkreises kürzer als diejenigen des Horizontalkreises bei gleicher Ablesungsgenauigkeit. Da sich das Fernrohr nicht umlegen läßt, ist die erstere Form vorzuziehen. Beide Kreise sind auf der Axe drehbar, wie bei

No.	Kreisdurchmesser für beide Kreise (Teilungsdurchmesser)	Ablesung pr. 1 Interval der Mikroskop- Trommel	Fernrohr			Preis inkl. 2 Kasten M.
			Objektiv- Öffnung mm	Fokus mm	Ver- größerung	
36	17 cm	5"	37	315	22 u. 32	1800,—
37	15 "	10"	30	270	30	1620,—

Universal-Instrumente mit exzentrischem Fernrohr.

Für astronomische Beobachtungen, bei denen im wesentlichen nur Zenitdistanzen und Azimute von Gestirnen oder sehr weit entfernter Objekte gemessen werden, ist es nicht nötig, auf die zentrische Anordnung des Fernrohres Wert zu legen, deshalb kann man dasselbe an das eine Ende der Horizontalaxe setzen und kann einen Oberbau von geringer Höhe und großer Stabilität



No. 39.

selbst bei starken und langen Fernrohren wählen, weil das Okular in allen Lagen leicht zugänglich bleibt. Es ist auch nicht nötig, die Axe umlegbar einzurichten und dadurch wird wieder eine Komplikation des Instrumentes vermieden. Es eignen sich daher diese Instrumente ganz besonders auch zu Reisezwecken, diesem Bedürfnis wird durch die Gesamtordnung der einzelnen Teile Rechnung getragen, indem der Oberteil leicht abnehmbar ist und gesondert verpackt werden kann. Die Höhenlibelle ist demgemäß auch zum Abnehmen eingerichtet, wodurch noch erzielt wird, daß man sie auf den mit den Axenstützen aus einem Stück gegossenen Mikroskopträgern umsetzen kann, wodurch die direkte Bezugnahme auf den Horizont ermöglicht wird. Das Instrument erhebt sich auf einem starken Dreifuß, die Kreise sind auf den Axen drehbar, der Horizontalkreis trägt außer der feinen $\frac{1}{6}^{\circ}$ Teilung noch eine äußere grobe Teilung zum Ablesen der Drehung. Die Kreise sind beide gedeckt, um Staub u. s. w. von den Teilungen

abzuhalten. Der Vertikalkreis ist direkt neben dem Fernrohr zur Vermeidung von Torsionseinflüssen angebracht. Am anderen Ende der Axe sitzt ein Gegengewicht, welches zugleich einen einfachen von 0 nach beiden Seiten bis zu 180° bezifferten Aufsuchekreis trägt. Durch die Lage des Vertikalkreises bedingt, können die Mikroskope sehr lang gemacht werden, was die Bildqualität sehr vorteilhaft beeinflusst. Die lange Horizontalaxe ist sehr stark gehalten, sie trägt nahe der Mitte die Klemme und die Flanschen zur Aufnahme einer Horrebow-Libelle, wenn solche gewünscht wird. Die Höhenlibelle besitzt eine Empfindlichkeit von $8''$. Die Reiterlibelle eine solche von etwa $15''$ pro 2 mm Teil. Die erstere ist mittels Spiegels bequem mit den Mikroskopen zugleich ablesbar, was bei der innigen Zusammengehörigkeit beider Angaben von besonderem Werte ist.

Für geringe Zenitdistanzen ist ein für sich drehbares Okularprisma beigegeben.

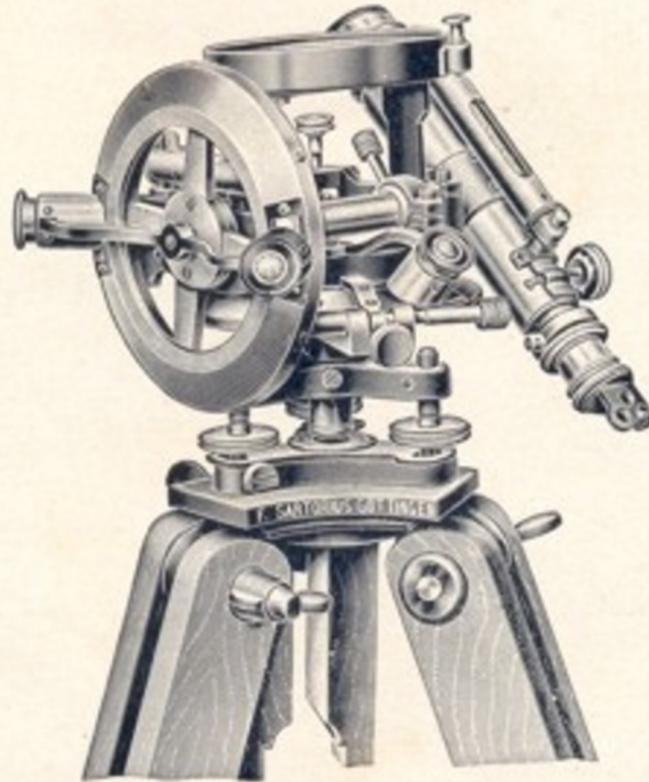
Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes erfolgt durch eine Bohrung des Fernrohres hindurch mittels kleinen, außerhalb des Strahlenkegels stehenden, drehbaren Reflektors.

No.	Kreisdurchmesser für beide Kreise (Teilungsdurchmesser)	Ablesung pr. Intervall der Mikroskop- Trommel	Fernrohr			Preis inkl. Kasten <i>M.</i>
			Objektiv- Öffnung mm	Fokus mm	Ver- größerung	
38	20 cm	5"	40	410	32 u. 48	2300,—
39	17 "	5"	37	315	22 „ 32	1900,—
40	15 "	10"	30	270	30	1750,—

Kleines Reise-Universal.

In ähnlicher Konstruktion wie No. 38—40 wird ein ganz kleines Universal-Instrument gebaut, welches durch seine äußerst kompendiöse Ausführung und sicherste Verbindung der einzelnen Teile sich ganz besonders zu Reisezwecken eignet.

Damit mit diesem Instrument auch noch genaue Zenitdistanzen gemessen werden können, ist der Vertikalkreis etwas größer gewählt und damit auch die Teilungseinheit auf $\frac{1}{3}^{\circ}$ gebracht,



No. 41.

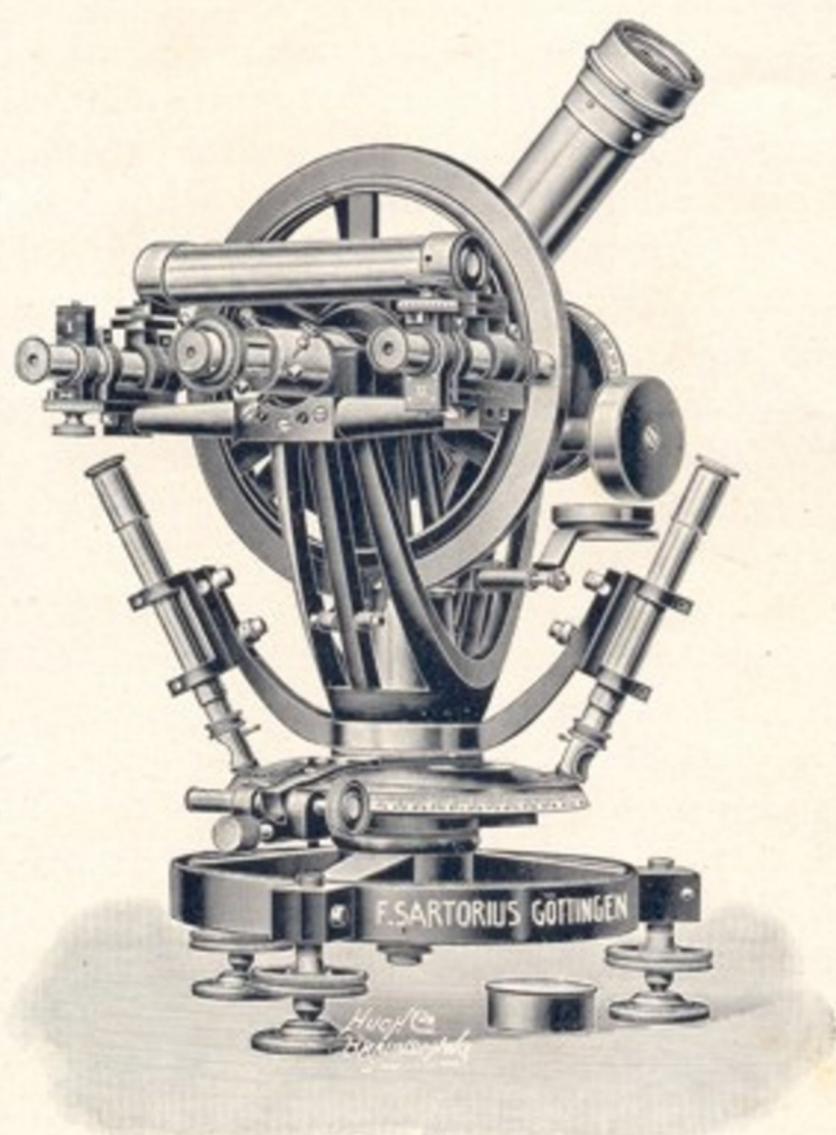
während der Horizontalkreis nur in $\frac{1}{2}^{\circ}$ geteilt ist. Die Verbindung des Vertikalkreises mit dem Lager der Kippaxe ist besonders sorgfältig konstruiert und äußerst stabil. Für Distanzmessungen kann die Feinbewegungsschraube des Vertikalkreises mit geteiltem Kopf versehen werden, der noch sicher 1—100 Umdrehungen angibt. Die Libelle des Vertikalkreises hat eine Empfindlichkeit von 20'', die Reiterlibelle 30''.

Auf die Axe des Fernrohres kann eine Boussole aufgesetzt werden, und dementsprechend ist das ganze Instrument aus vollkommen eisenfreiem Material hergestellt.

No.	Horizontalkreis		Höhenkreis		Fernrohr			Preis inkl. Kasten und Stativ M.
	Teilungs- Durchm. mm	Ablesung	Teilungs- Durchm. mm	Ablesung	Objektiv- Öffnung mm	Fokus mm	Ver- größerung	
41	8 cm	30''	9,5 cm	20''	16	120	14 fach	400,—

Aufsatz-Boussole M. 50,—

Höhenkreise mit zentrischem, gebrochenem Fernrohr.



No. 45.

Diese Instrumente sind besonders für die Messung von Vertikalwinkeln bestimmt und demgemäß ist das System des Vertikalkreises das vornehmlich ausgebildete. Der Horizontalkreis ist kleiner gehalten und nur durch Schätz-Mikroskope ablesbar. Die Instrumente sollen vorwiegend zur Messung von Zenitdistanzen für Zeit- und Breitenbestimmungen dienen und diese genauer liefern als vollständige Universal-Instrumente, ohne den Preis zu erhöhen.

Auf starkem Dreifuß mit umlaufendem Ring erhebt sich die Vertikalaxe, die Büchse des Oberbaues ist mit diesem zugleich auf dem Konus regulierbar entlastet. Sie trägt den aus einem Stück gegossenen Hauptteil für die Axenlager und die Mikroskopträger, wie bei den Instrumenten No. 30–32. Das Fernrohr ist gebrochen gewählt, um das Instrument so niedrig und stabil zu halten als möglich. Da gerade bei sehr genauen Messungen von Zenitdistanzen die Auffassung der Beziehung von Fäden und Stern von der Haltung des Kopfes des Beobachters beeinflusst werden kann, ist das Okular in die Axe gelegt, wodurch der

Beobachter für alle Lagen des Fernrohres dieselbe Stellung beibehält. Das Prisma ist, wie bei allen unsern derartigen Instrumenten, sehr sicher mit dem Objektivteil des Fernrohres verbunden. Das Okular hat festes Fadennetz, kann aber auch mit beweglichen Fäden (mit Schraubenmikrometer) und um 90° drehbar angeordnet werden, um es für Horrebow-Methode verwenden zu können.

No.	Horizontalkreis		Höhenkreis		Fernrohr			Preis inkl. 2 Kästen M.
	Teilungs- Durchm. mm	Ablesung	Teilungs- Durchm. mm	Ablesung	Objektiv- Öffnung mm	Fokus mm	Ver- größerung	
45	20 cm	10"	27 cm	1"	47	540	45 u. 60	3000,—
46	15 "	20"	20 "	2"	40	410	32 " 48	2400,—

Horrebow-Talkot-Niveaux M. 220,—. Doppel-Niveau M. 350,—.

Mikrometer mit einem beweglichen Faden und um 90° umsteckbar M. 150,—

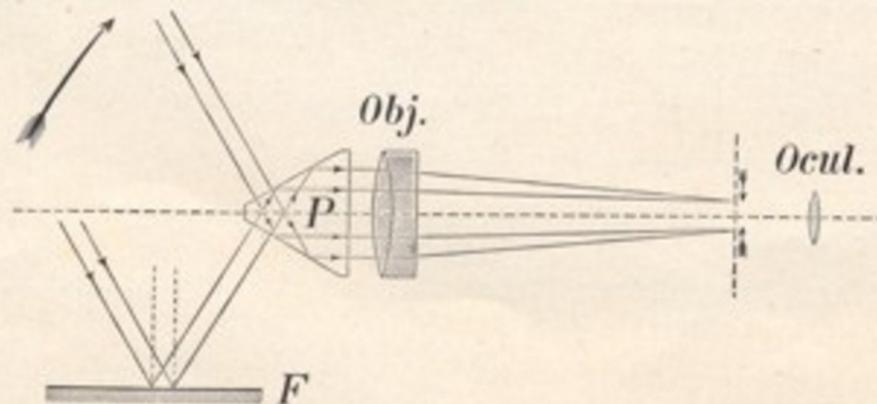
Zenit-Teleskope.

Die Methoden der Zeit- und Breiten-Bestimmung durch Beobachten der Momente, in denen eine Anzahl Sterne gleiche Zenitdistanzen erreichen, hat veranlaßt, zur Ausführung der Beobachtungen dieser Art besondere Instrumente zu bauen. Solche mit dem Namen Zenit-Teleskope bezeichneten Instrumente bauen wir in zwei verschiedenen Formen. Dieselben haben einen ziemlich schweren Dreifuß, dessen Arme durch einen Ring miteinander verbunden sind, wie wir sie bei den größten Universal-Instrumenten anwenden. Auf dem Dreifuß erhebt sich ein langer Konus, auf dem sich das bewegliche Oberteil mit langer bis nahe auf den Dreifuß herabführender Büchse bewegt. Die Entlastung wird wie bei den großen Universal-Instrumenten durch zentrale Feinschraube bewirkt. Die Büchse trägt an ihrem unteren Ende die Nonien oder Schätzmikroskope zur Ablesung eines mit dem Unterteil verbundenen Kreises. An dem Umfassungsring können zwei regulierbare Anschläge angeschraubt werden um den Oberteil sicher um 180° bewegen zu können für die Beobachtungen im Norden und Süden des Meridians. Die Büchse trägt oben die Lager für die starke Horizontalaxe, die zum Zwecke der Beleuchtung des Gesichtsfeldes durchbohrt ist. An dem einen Ende der Axe sitzt das gerade Fernrohr, am andern ein entsprechendes Gegengewicht. Zur Einstellung der Zenitdistanzen ist am Fernrohr ein Kreis mit Libellen-Alhidade zentral zur Kippaxe angebracht. Die genaue, gleiche Zenitdistanz wird kontrolliert durch ein oder zwei parallele Libellen, deren Träger in besonderer Weise ohne Spannung mit dem Fernrohr verklemmt werden kann. Die Empfindlichkeit dieser Libellen beträgt 1–3 Bogensekunden. Die Horizontalaxe ist mit Reiterlibelle versehen. Das Fernrohr ist mit Okular-Mikrometer ausgestattet und zwar befindet sich dasselbe vor dem gebrochenen Okular am geraden Teile des Fernrohres. Auf die Schraube dieses Mikrometers wird ganz besondere Sorgfalt verwendet. Kippaxe und Fernrohr sind durch Entlastungsrollen equilibriert, die unter dem gemeinsamen Schwerpunkt angreifen.

No.		M.
47	Zenith-Teleskop Fernrohr 70 mm Objektiv-Öffnung, 90 cm Brennweite mit einer Libelle	4000,—
	mit zwei parallelen Libellen	4200,—
48	Dasselbe Instrument , Fernrohr 50 mm Objektiv-Öffnung, 60 cm Brennweite mit einer Libelle	1800,—

Prismen-Astrolab.

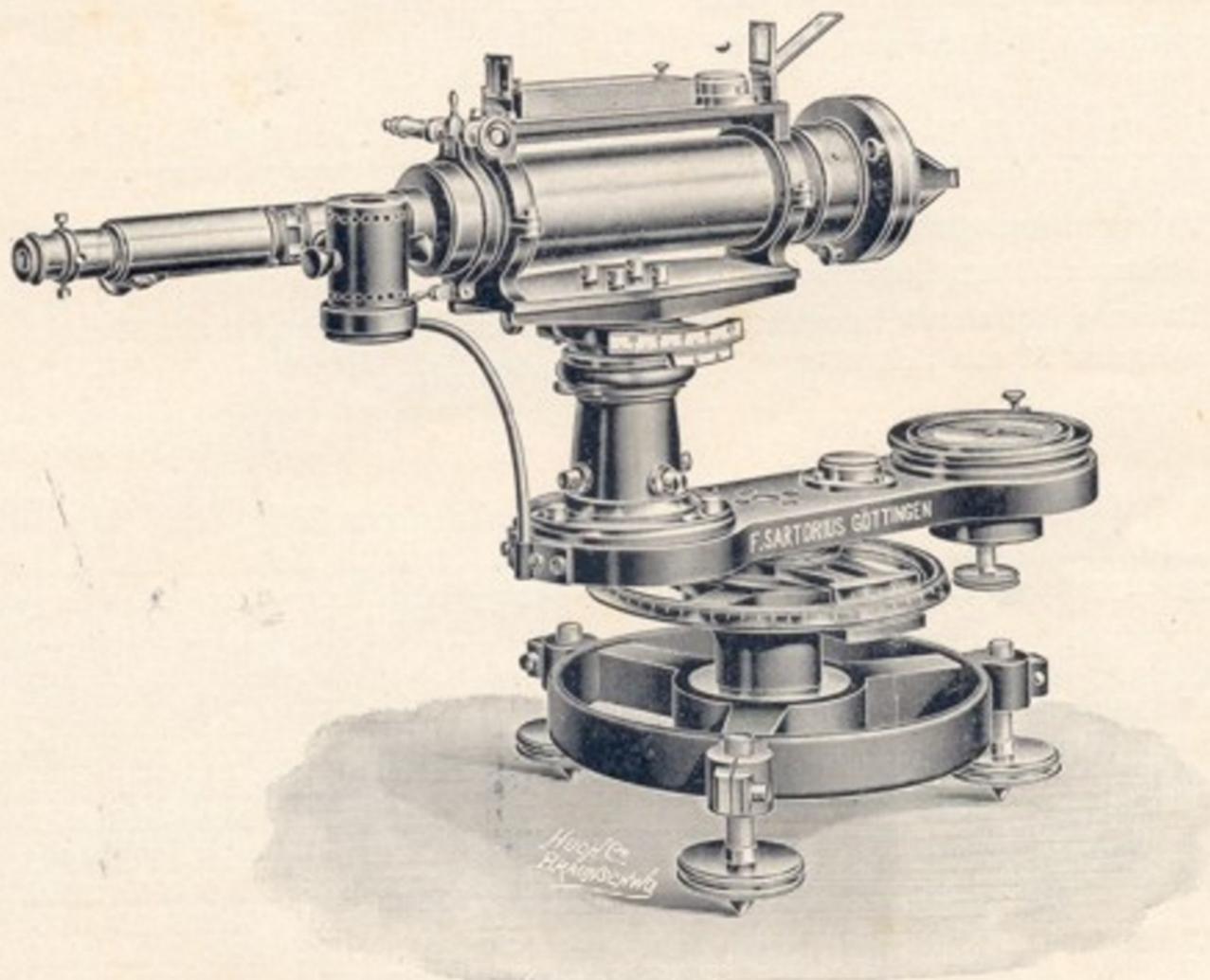
Da es sich als schwierig erwiesen hat, die Methode der Beobachtung von Sternen in gleicher Höhe mit den gebräuchlichen Instrumenten in absoluter Form durchzuführen, hat man versucht, ein Instrument zu bauen, welches von allen Fehlern der Justierung, der Kreisablesung oder der Niveaugaben völlig frei ist. Das ist u. a. den Herren *A. Claude* und *L. Driencourt* dadurch gelungen,



daß sie das direkte und das in einem Quecksilberhorizont *F* reflektierte Bild des Sternes nach Durchgang durch ein gleichseitiges Prisma *P* in ein horizontal gelagertes Fernrohr gelangen lassen (siehe Figur).

Wenn der beobachtete Stern eine Höhe erreicht, welche dem Winkel des Prismas — hier sehr nahe 60° — gleich ist, werden die beiden Bilder sich im Gesichtsfeld begegnen und im Moment der Begegnung werden fast völlig unabhängig von der Aufstellung des Instrumentes, alle der Reihe nach beobachteten Sterne, die oben erwähnte Höhe, also absolut dieselbe, erreicht haben.

Dieser Umstand macht das Instrument sehr geeignet zu Stationsbeobachtungen besonders in niederen Breiten. Es lassen sich damit schon aus der Beobachtung weniger, zweckmäßig ausgewählter Sterne sehr zuverlässige Zeit- und Breitenbestimmungen und aus der Vergleichung



No. 49.

von Monddurchgängen mit solchen nahe stehender Sterne auch gute Längenbestimmungen ausführen. Wir bauen das Instrument nach mehreren zweckmäßigen Abänderungen des französischen Typus in zwei Größen, welche sich im wesentlichen nur durch die Öffnung des Fernrohres und des Reflektions-Prismas unterscheiden.

Die Instrumente sind in äußerst einfacher Weise aus zwei getrennt verpackten Teilen aufzustellen und der Quecksilber-Horizont ist so konstruiert, daß er stets durch einfaches Anziehen einer Schraube gebrauchsfertig gemacht werden kann. Das Quecksilber bleibt stets in dem Horizont. Dieser läßt sich in seiner Führung um 180° drehen, ebenso das Fernrohr in seinen Lagern, um alle Fehlerquellen bequem eliminieren zu können. Kontrolle der Prismastellung geschieht durch Auto-kollimation.

Die Beobachtungen mit diesem Instrument erfordern allerdings einige Vorbereitungsrechnungen, um die Zeit und das Azimut für die Einstellung zu erhalten. Dazu gibt es aber einfache Tafeln, von denen ein Auszug hier gegeben wird.

Die erhaltenen Beobachtungsmomente liefern dann jede für sich eine Gleichung von der Form:

$$\Delta p + \Delta \varphi \cos a - \Delta u \sin a \cos \varphi = z - p - r$$

in welcher Δp die Abweichung des Prismenwinkels von 60° , $\Delta \varphi$ die Korrektur einer angenommenen genähert richtigen geographischen Breite φ und Δu der Fehler der angenommenen Uhrkorrektur bedeutet, a ist das Azimut, in dem die Beobachtung erfolgte, r die Wirkung der Refraktion, p der angenommene Prismenwinkel (also zunächst 60°).

Der Wert von z berechnet sich nach:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t, \text{ wot } = U + u - \alpha \text{ ist.}$$

$U + u$ ist die wegen des angenommenen Uhrfehlers u korrigierte, beobachtete Uhrzeit. Aus einer Anzahl solcher Gleichungen findet man dann durch einfache Ausgleichung die Werte

$$\Delta p, \Delta \varphi \text{ und } \Delta u$$

Liegen genügende Bestimmungen des Prismenwinkels vor, braucht Δp nicht immer mit bestimmt zu werden, wodurch sich die Rechnung vereinfacht.

Der Horizont wird gegen Wind durch eine Schutzdecke geschützt, deren Öffnung durch Glimmerscheiben verschlossen werden kann.

No.		<i>M.</i>
49	Prismen-Astrolab , Fernrohr: Objektiv-Öffnung 52 mm, Brennweite 49 cm, Prisma 52 mm Seitenlänge	2200,—
50	Dasselbe Instrument , Fernrohr: Objektiv-Öffnung 36 mm, Brennweite 34 cm, Prisma 36 mm Seitenlänge	1200,—

Tafel der Azimute für die Zenitdistanz 30°*)

φ	$\varphi - \delta$	+28°	+26°	+24°	+22°	+20°	+18°	+16°	+14°	+12°	+10°	+8°	+6°	+4°	+2°	0°
40	°	24.4	34.7	42.8	49.7	55.9	61.6	66.9	72.0	76.8	81.5	86.0	90.4	94.7	98.8	103.0
42	°	24.7	35.1	43.3	50.3	56.6	62.3	67.6	72.8	77.6	82.3	86.9	91.3	95.6	99.7	103.9
44	°	25.0	35.5	43.8	50.9	57.3	63.0	68.4	73.6	78.5	83.2	87.8	92.2	96.6	100.7	104.9
46	°	25.3	35.9	44.3	51.5	58.0	63.8	69.2	74.4	79.4	84.1	88.8	93.3	97.6	101.8	106.0
48	°	25.6	36.4	44.9	52.2	58.7	64.6	70.1	75.3	80.3	85.2	89.9	94.4	98.8	103.0	107.2
50	°	26.0	36.8	45.5	52.9	59.4	65.4	71.0	76.3	81.4	86.3	91.0	95.6	100.0	104.3	108.6
52	°	26.4	37.3	46.1	53.6	60.3	66.3	72.0	77.4	82.6	87.5	92.3	96.9	101.4	105.8	110.1
54	°	26.8	37.9	46.8	54.4	61.2	67.3	73.1	78.5	83.9	88.9	93.7	98.3	102.9	107.4	111.8
56	°	27.2	38.5	47.6	55.3	62.2	68.4	74.3	79.8	85.2	90.3	95.2	99.9	104.5	109.2	113.6
58	°	27.7	39.2	48.5	56.3	63.3	69.7	75.6	81.2	86.7	91.9	96.9	101.7	106.4	111.0	115.5
60	°	28.2	40.1	49.5	57.4	64.5	71.1	77.1	82.9	88.3	93.6	98.7	103.6	108.4	113.0	117.6

0°	-2°	-4°	-6°	-8°	-10°	-12°	-14°	-16°	-18°	-20°	-22°	-24°	-26°	-28°	$\varphi - \delta$	φ
103.0	107.1	111.1	115.1	119.1	123.1	127.2	131.2	135.3	139.5	143.8	148.3	153.2	159.0	165.2	°	40
103.9	108.0	112.1	116.1	120.1	124.1	128.1	132.2	136.2	140.4	144.6	149.1	153.9	159.6	165.7	°	42
104.9	109.0	113.1	117.1	121.1	125.1	129.1	133.2	137.2	141.3	145.5	149.9	154.7	160.3	166.2	°	44
106.0	110.1	114.2	118.3	122.2	126.2	130.2	134.3	138.3	142.4	146.6	150.9	155.6	161.0	166.7	°	46
107.2	111.4	115.5	119.5	123.5	127.5	131.5	135.5	139.6	143.7	147.8	152.1	156.6	161.8	167.4	°	48
108.6	112.8	116.9	121.0	125.0	129.0	133.0	137.0	141.1	145.1	149.2	153.4	157.8	162.6	168.1	°	50
110.1	114.3	118.5	122.6	126.6	130.7	134.7	138.7	142.7	146.7	150.8	154.9	159.2	163.6	168.9	°	52
111.8	116.0	120.2	124.4	128.4	132.5	136.6	140.6	144.5	148.6	152.6	156.7	160.8	164.9	169.9	°	54
113.6	117.8	122.1	126.3	130.4	134.5	138.6	142.7	146.6	150.6	154.7	158.7	162.7	166.6	171.2	°	56
115.5	119.8	124.2	128.4	132.6	136.8	140.9	145.0	148.9	152.9	157.0	161.0	164.9	168.7	172.9	°	58
117.6	122.0	126.4	130.7	135.0	139.3	143.5	147.6	151.6	155.6	159.7	163.7	167.6	171.4	175.0	°	60

Auszug aus den „Astronomisch-geodätischen Hilfstafeln“ von Ambronn-Doncke. Berlin 1909.

Tafel der Stundenwinkel für die Zenitdistanz 30°

φ	$\varphi-\delta$	+28°	+26°	+24°	+22°	+20°	+18°	+16°	+14°	+12°	+10°	+8°	+6°	+4°	+2°	0°
°		h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
40		0 49	1 8	1 23	1 35	1 45	1 53	2 1	2 8	2 14	2 19	2 24	2 29	2 32	2 35	2 38
42		50	9	24	37	47	56	4	11	17	23	28	33	37	40	43
44		51	11	26	39	50	59	7	14	21	28	33	38	42	45	49
46		52	12	28	42	53	2 2	11	18	25	33	38	43	47	51	55
48		53	14	31	44	56	6	15	23	30	38	43	49	53	58	3 2
50		55	17	34	47	59	10	19	28	36	43	49	55	3 0	3 5	10
52		56	19	37	51	2 3	14	24	34	42	49	56	3 2	8	14	19
54		58	22	40	55	7	19	30	40	48	56	3 3	10	16	23	29
56	1 0	25	44	59	12	25	36	47	56	3 4	12	20	26	34	41	
58	2	28	48	2 4	18	31	43	54	3 4	13	22	31	38	46	54	
60	5	32	52	9	24	38	51	3 3	13	24	33	43	52	4 1	4 10	

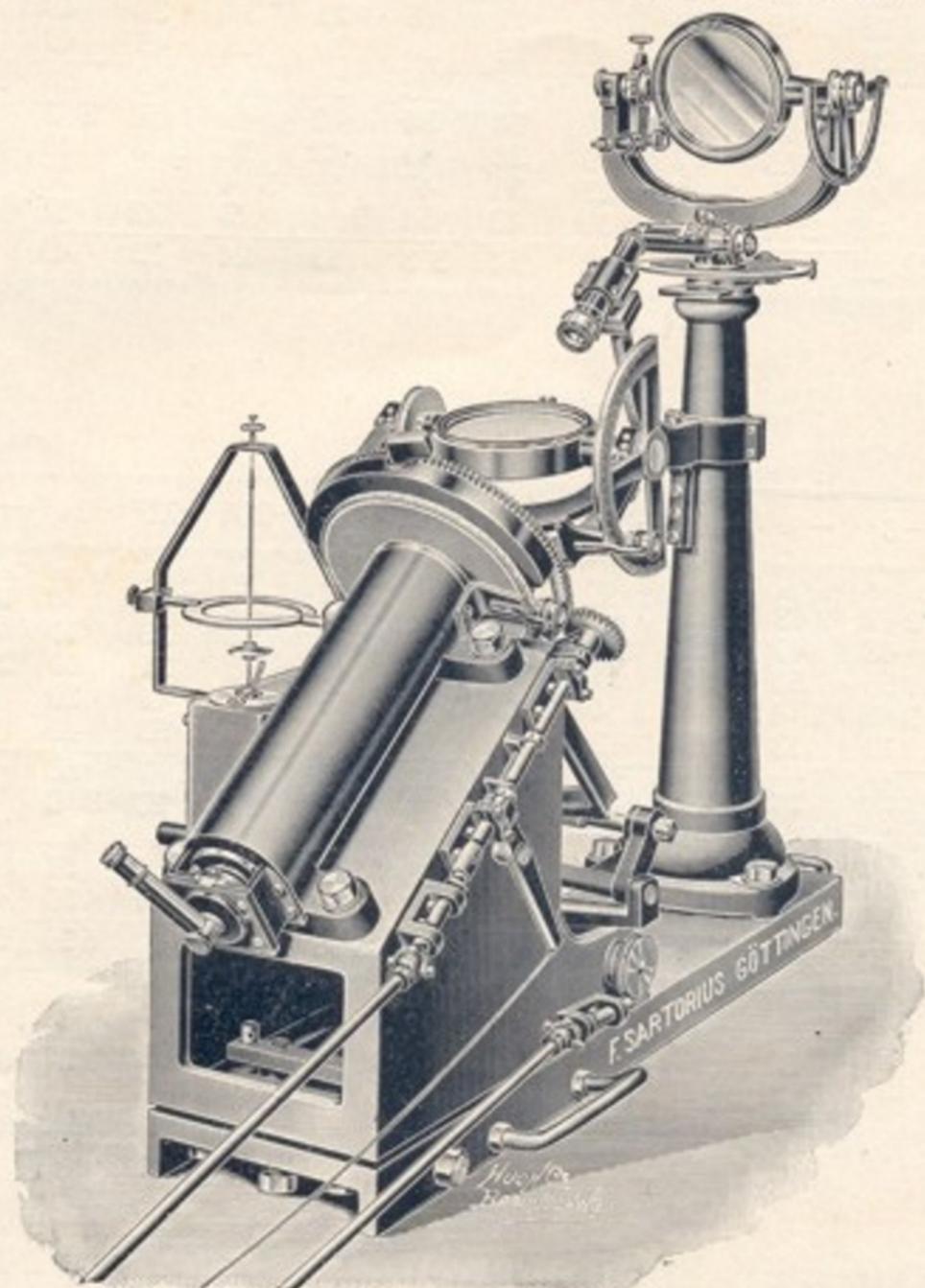
0°	-2°	-4°	-6°	-8°	-10°	-12°	-14°	-16°	-18°	-20°	-22°	-24°	-26°	-28°	$\varphi-\delta$	φ
h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	°
2 38	2 40	2 41	2 42	2 43	2 43	2 42	2 40	2 36	2 31	2 25	2 16	2 4	1 46	1 20	40	
43	45	47	48	49	49	48	46	43	38	32	23	11	53	25	42	
49	51	53	55	56	56	55	54	51	46	40	31	19	2 0	31	44	
55	58	3 0	3 3	3 4	3 4	3 4	3 2	3 0	55	50	41	29	9	38	46	
3 2	3 5	8	11	13	13	13	12	10	3 6	3 1	53	40	19	47	48	
10	14	18	20	23	24	24	24	22	19	15	3 7	53	32	59	50	
19	24	28	31	34	36	37	37	36	34	31	23	3 9	47	2 14	52	
29	35	40	43	47	50	52	53	53	52	50	44	29	3 8	33	54	
41	47	53	57	4 2	4 6	4 9	4 11	4 13	4 13	4 13	4 9	57	38	59	56	
54	4 1	4 9	4 14	20	25	30	34	38	41	43	41	4 39	4 26	3 49	58	
4 10	18	26	34	42	49	57	5 4	5 11	5 18	5 25	5 32	5 39	5 46	5 53	60	

Transportabler Heliostat für astrophysikalische Beobachtungen.

Dieser Heliostat ist eine Spezialkonstruktion und verfolgt den Zweck, bei einfacher und doch sehr stabiler Konstruktion den von der Sonne oder den Sternen kommenden Strahlen jede beliebige konstante Richtung geben zu können.

Auf einer starken Grundplatte ist außer dem Lagerbock für die Polaraxe, welche an ihrem oberen zu einer Gabel ausgebildeten Ende einen in dieser Gabel um eine zur Standaxe senkrechte Axe drehbaren Spiegel trägt, eine Säule aufgestellt, mit einem zweiten Spiegel, dessen Zweck es ist, den reflektierten Lichtstrahl in beliebiger Richtung abzulenken. Mit der Stundenaxe ist ein Sektor durch Klemme verbunden, in dem als Teil eines Uhrkreises die Bewegungsschraube eingreift. Diese Schraube selbst ist in besonderem Schlitten gelagert, sodaß auch während des Ganges der Uhr resp. während des Eingreifens der Bewegungsschraube eine Korrektur der Stellung des Spiegels vom Beobachter aus mittelst eines Schlüssels geschehen kann. Die Stundenaxe selbst ist als Fernrohr ausgebildet, sodaß man durch sie hindurch den Polarstern einstellen kann. Zu diesem Zweck befindet sich in der Brennebene des Objektivs ein Stahlring (wie bei einem Ring-Mikrometer), dessen Halbmesser um etwa 2' größer ist als der Abstand des Polarsternes vom Pol.

Der Stern würde also bei richtiger Aufstellung während seiner täglichen Bewegung dicht am inneren Rand des Ringes entlang gehen. Um für jeden beliebigen Moment die richtige Justierung zu erhalten, ist über den Ring ein Faden gespannt und das drehbare Okularstück mit einem Positionskreis versehen, der an einem Index abgelesen werden kann. Diese Einrichtung gestattet, den Faden in den jeweiligen Stundenwinkel des Polarsterns zu stellen, sodaß dieser dann zur richtigen Einstellung des Instrumentes dicht am inneren Rande des Ringes auf den Faden zu bringen ist, was



No. 51.

durch eine unter der Grundplatte angebrachte azimutale Verschiebung und durch die drei Höhenschrauben der Platte geschehen kann. Ein Prismen-Okular gestattet die bequeme Beobachtung des Sternes. Auf der Stundenaxe sitzt weiterhin der Stundenkreis dessen Ablesung durch eine Lupe geschieht, außerdem ein Zahnrad, welches durch ein zweites kleineres, dessen Axe an dem Lagerbock entlang geführt ist, in Bewegung gesetzt werden kann. Das Zahnrad trägt einen zweiten Zahnkranz, durch den die Feinbewegung für die Deklinations-Feinbewegung des Spiegels ausgeführt wird, ohne die Uhrbewegung zu stören. Die Übertragung wird durch einen ausschaltbaren Vierkant bewirkt.

Am Polende des Heliostaten ist eine Säule aufgestellt, welche dem Träger eines zweiten azimutal montierten Spiegels zugleich als Büchse seiner Vertikalaxe dient, dieselbe ist leicht abnehmbar und kann an jedem beliebigen anderen Ort aufgestellt werden. Die Vertikalaxe endigt oben in einer Gabel für die Lagerung der Horizontalaxe des zweiten Spiegels. Sowohl für die Drehung um die Vertikale als auch für die um die horizontale Axe ist je ein Kreisbogen zur Ablesung von Zenit und Azimut angebracht.

Auf der Säule drehbar ist ein Arm befestigt, welcher ein kleines Fernrohr trägt, dessen Absehenslinie unter dem Winkel der Polhöhe gegen den Horizont geneigt ist. Das Objektiv ist

der Polaraxe zugekehrt, sodaß dieses Fernrohr als Kollimator für das in der Axe gelegene anzusehen ist. Wird nach Justierung des Instrumentes dies Fernrohr dem in der Axe gelegenen genau parallel gestellt, (für die Beobachtung des Polarsternes ist es seitlich beweglich, auch können die Spiegel aus den Lagern genommen werden), indem man das Fadennetz des ersteren durch ein Gauß'sches Okular beleuchtet und die Kollimations-Linien zu paralleler Lage bringt, so kann man nach Einsetzen des Hauptspiegels durch Autokollimation dessen Fläche scharf senkrecht zur Polrichtung bringen und die Indexfehler des Stunden- und des Deklinationskreises leicht bestimmen.

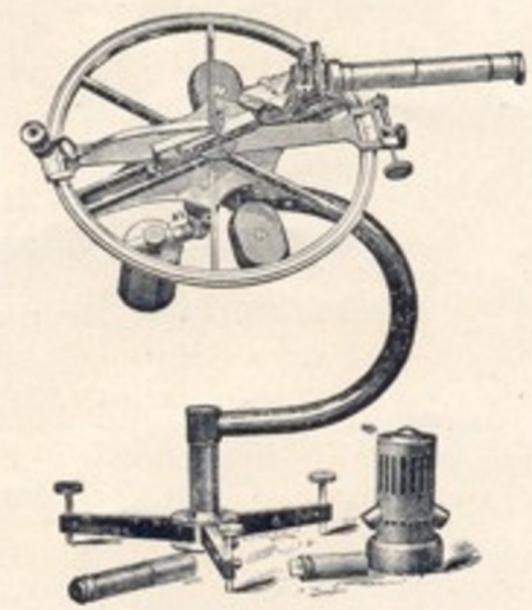
Die Bewegungsschraube für die Drehung im Stundenwinkel kann mit einem Uhrwerk frei und justierbar für zentrale Lagerung gekuppelt werden durch zwei Scheiben, von denen die eine einen Zapfen trägt und die andere einen entsprechenden radialen Ausschnitt hat. Das Uhrwerk kann so justiert werden, daß die Stundenaxe einmal in 24 Stunden und im anderen Fall in 48 Stunden eine Umdrehung macht. Dadurch wird es leicht möglich, das Instrument sowohl als Coelestat als auch als Helio- oder Siderostat zu benutzen. Durch die Reflexion der Strahlen an dem auf der Säule montierten zweiten Spiegel kann den nach dem Pol reflektierenden Strahlen jede beliebige konstante Richtung gegeben werden.

No.		M.
51	Heliostat nach vorhergehender Beschreibung mit 2 versilberten Glas-Plan-Spiegeln von 12 cm Durchmesser mit Uhrwerk für 24 und 48 Stunden	2500,—
	Mit Spiegeln von 15 cm Durchmesser	2800,—
Das Instrument kann mit Spiegeln bis 30 cm Durchmesser ausgerüstet werden.		

Reflexions-Instrumente.

52	Spiegel-Prismenkreis 26 cm Durchmesser, Teilung auf Silber, für Winkelmessungen von 0–288°, 2 Nonien 10" Angabe, Fernrohr mit 3 Okularen, 2 astronomische mit 6 und 8 facher, 1 terrestrisches mit 3 facher Vergrößerung. Okularprisma und 6 Farbgläser, mit Stativ
	Messing-Stativ, zusammenlegbar, gestattet jede Instrumentenstellung, auch Teilung nach unten gerichtet
	Laterne dazu
53	Derselbe, 16 cm Durchmesser, Teilung auf Silber, 2 Nonien 20" Angabe, Fernrohr mit 2 Okularen, 3 fach terrestrische und 9 fach astronomische Vergrößerung, 3 Sonnengläser
	Stativ dazu
54	Spiegel-Sextant , 24 cm Radius, für Messungen bis 145°. Fernrohr 20 mm Öffnung, 2 astronomische Okulare, 6 und 10 fache Vergrößerung, 1 terrestrisches 3 fache Vergrößerung 7 Blendgläser, zwischen dem großen und kleinen Spiegel Aufsatz mit 4 Blendgläsern, hinter dem kleinen Spiegel desgleichen mit 3 Neutralgläsern verschied. Durchsichtigkeit
55	Derselbe, 19 cm Radius, wie No. 54, 2 Diopter zur Prüfung und Berichtigung der Stellung des großen Spiegels

M.

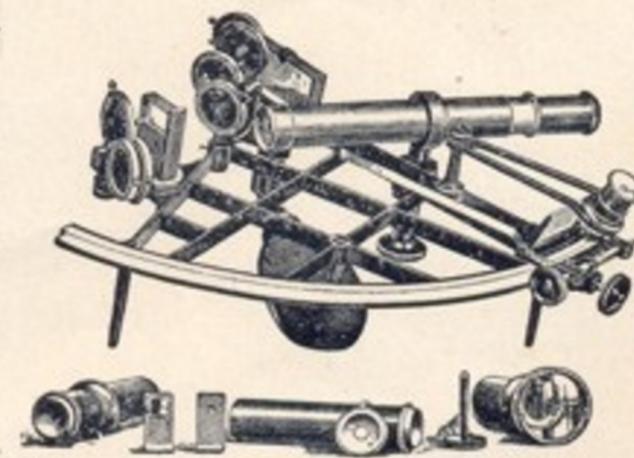


345,—

100,—

25,—

No. 52. Spiegel-Prismenkreis mit Stativ und Lampe.



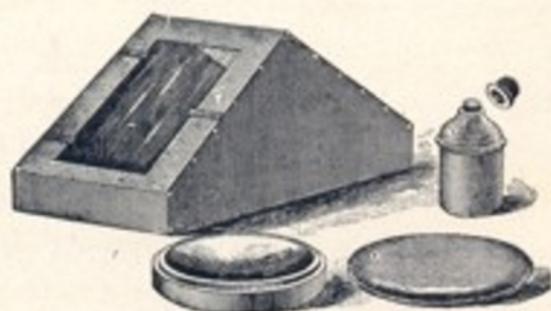
200,—

75,—

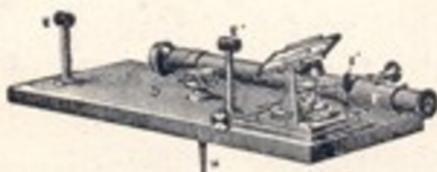
270,—

No. 55. Spiegel-Sextant.

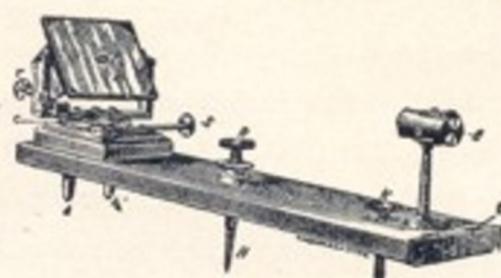
240,—



No. 58. Künstlicher Horizont mit Schutzdach.

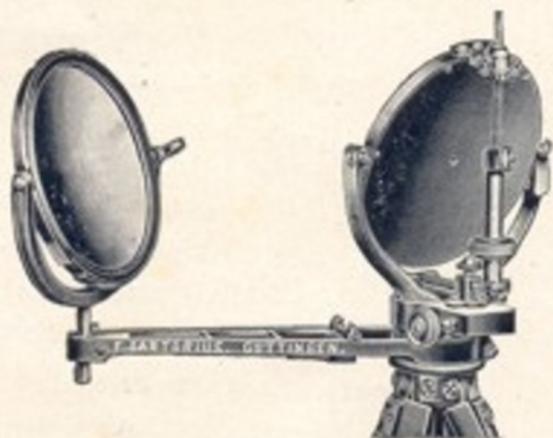


Heliotrop No. 60.



Heliotrop No. 61.

No.		M.
56	Künstlicher Trog-Horizont von Eisen \square , silberplattierte Kupferschale und Quecksilberbehälter aus Buchsbaumholz	42,—
57	Künstlicher Horizont von Eisen \circ , silberplattierte Kupferschale, Schutzdach aus Messing mit 2 großen planparallelen Gläsern versehen	120,—
58	Derselbe, Buchsbaumholzbüchse mit silberplattierter Kupferschale und Quecksilberbehälter aus Buchsbaumholz, inkl. Schutzdach mit Glimmerplatten verschlossen	75,—
59	Dosen-Sextant nach englischem Modell, mit Farbgläsern und kleinem abschraubbarem Fernrohr, in Leder-Etui mit Tragriemen	125,—
60	Heliotrop , Fernrohr 30fache Vergrößerung, mit Vertikal- und Feineinstellung, inkl. Kasten	302,—
61	Dasselbe wie No. 60, ohne Fernrohr, inkl. Kasten	225,—
	Stativ zu No. 60 und 61 nach englischem Modell	33,—
62	Dasselbe wie No. 61, mit künstlicher Lichtquelle	240,—
63	Taschen-Heliotrop nach Steinheil, in Etui, mit parallaktisch montiertem Planspiegel, 30 und 45 mm Fläche	88,—
64	Heliograph	200,—
65	Zur Einstellung der Lichtrichtung wird an Stelle des Haupt-Spiegels ein Feldstecher eingelagert.	450,—
66	Libellenprüfer für die genauesten Untersuchungen, 1" Ablesung je nach Größe M. 250,— bis	100,—
	Derselbe, einfacher Konstruktion je nach Größe M. 60,— bis	



Heliograph No. 64.

Janowitzer, Wahle & C^o

Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO

II. Erdmagnetische Instrumente.

*

Reise-Magnet-Theodolit.

Der Tesdorpf'sche magnetische Reise-Theodolit, wie er gegenwärtig gebaut wird, verdankt seine Einrichtung, außer dem technischen Geschicke Tesdorpf's, vor allem den Angaben der Herren Hausmann (Aachen), Eschenhagen (Potsdam) und den neueren Erfahrungen, welche bei der vielfachen Verwendung desselben durch L. A. Bauer bei den großen nordamerikanischen magnetischen Aufnahmen und besonders denen, die durch Herrn Dr. Biedlingmaier auf der deutschen Südpolar-Expedition an Bord des „Gauß“ gemacht wurden.

Die Beschreibung unseres Theodoliten durch den letztgenannten Herrn in der Publikation der Südpolar-Expedition liegt der folgenden Beschreibung im wesentlichen zu Grunde:

Der magnetische Reise-Theodolit besteht aus dem eigentlichen Theodoliten, den Aufsatz- und Ansatzteilen für magnetische Messungen und den nötigen Hilfsapparaten.

Der eigentliche Theodolit ist, abgesehen von den der Messung dienenden Teilen, fast ganz aus Magnalium angefertigt, wodurch das Gewicht des Apparates sehr wesentlich verringert wurde, ohne daß sich Nachteile aus der Wahl dieses Materials ergeben hätten. Aus Messing sind alle Schrauben und Federn sowie die Fassungen des Fernrohres, der Mikroskope und der Libellen.

Der Unterbau steht mit den abgerundeten Enden der Fußschrauben in entsprechenden Vertiefungen unserer oben beschriebenen (Tesdorpf'schen) Fußplatte und ist mittels dieser sehr sicher auf dem Stativkopf befestigt. Eine Dosenlibelle dient beim Aufsetzen des Instrumentes zur vorläufigen rohen Nivellierung.

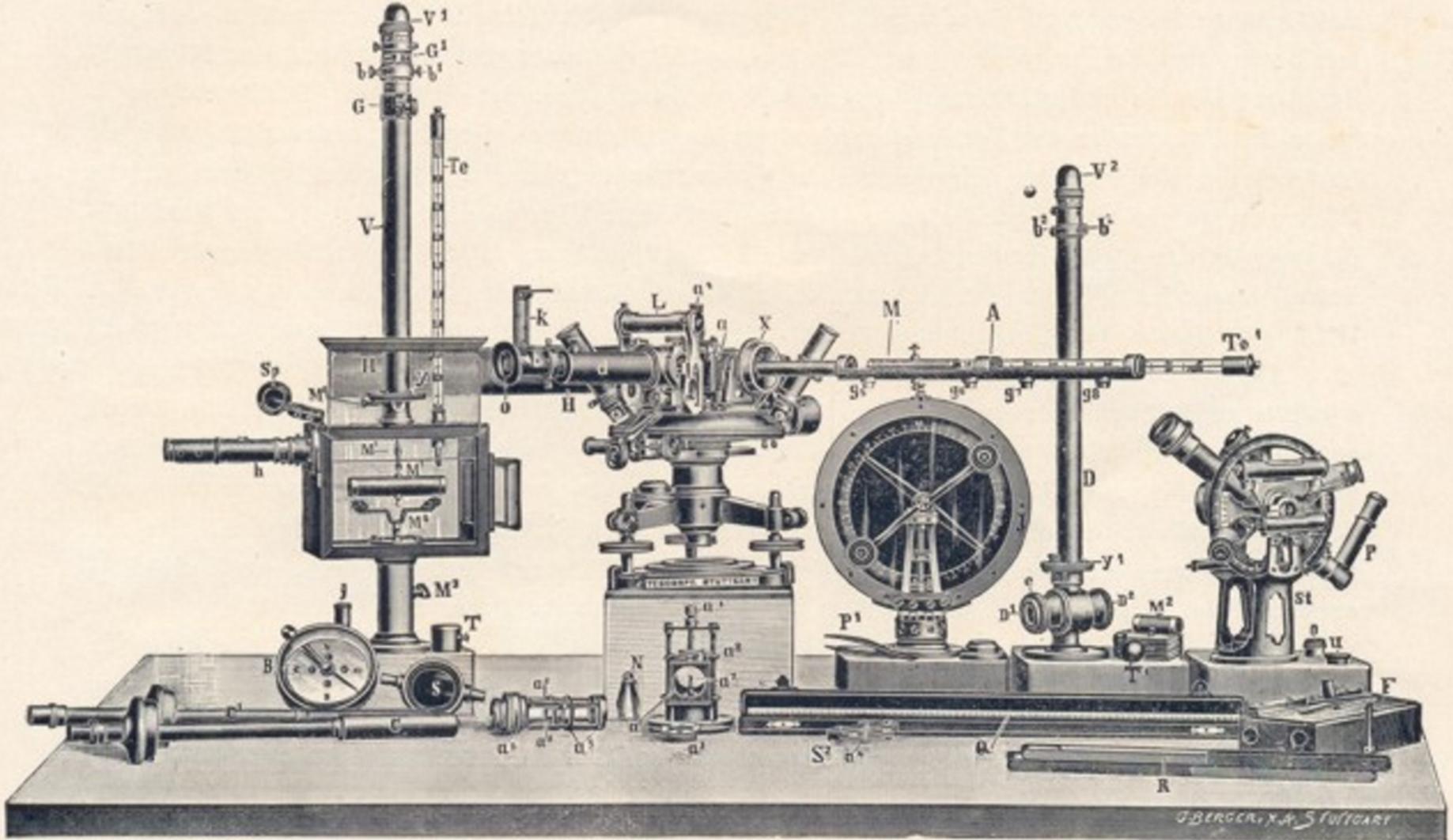
Der Limbus enthält einen Teilkreis von 12 cm Durchmesser mit Metallverdeck, unterhalb der Mikroskope mit Planglasverschluß. Der Kreis ist in $\frac{1}{3}^{\circ}$, dieses Intervall selbst durch die Skala eines (15fach vergrößernden) Schätzmikroskops noch in 10 Teile geteilt, sodaß man die Doppelminute ablesen und 0,2 Minuten noch streng abschätzen kann; die Summe beider Mikroskopablesungen gibt direkt die gesuchte Minutenzahl. Auf gute Übereinstimmung der Mikroskopstriche mit denen der Teilung ist besonders geachtet.

Die Alhidade trägt eine zentrale runde Platte mit 2 vertikalen Führungsstiften und zugehörigen Vorreibern zur Aufnahme der Aufsatzteile für die magnetischen Messungen. Am Rande derselben stehen die beiden diametralen Träger mit den Ablesemikroskopen, außerdem noch zwei weitere Paare diametraler Lagerböcke. Das erste Paar derselben dient einerseits als Lager für das Fernrohr, andererseits als Lager für den Sonnenspiegel; das zweite Paar dient beiderseits zur Aufnahme der Ablenkungsschienen.

Das Fernrohr d ist, um die Mitte des Theodoliten für die Aufsatzteile frei zu halten, exzentrisch angebracht; ein Gegengewicht hebt die einseitige Belastung auf. Auf den Enden der Kippaxe kann die Reiterlibelle L aufgesetzt werden, durch welche auch das ganze Instrument nivelliert wird. Das Fernrohr dient: 1. zur Einstellung auf den Spiegel eines horizontal freischwingenden Magneten M_2 bei den Deklinations- und Intensitäts-Messungen; 2. zur Einstellung auf ein entferntes Objekt mit bekanntem Azimut, ein Gestirn oder eine Mire, bei den Deklinations-Messungen. Zu ersterem Zweck ist es für Autokollimation eingerichtet; das Fadenkreuz wird auf sein eigenes, am Magnetpiegel reflektiertes Bild eingestellt. Um diesen verschiedenen Forderungen zu genügen, ist ein lichtstarkes Fernrohr mit geringer, ungefähr 10facher Vergrößerung gewählt. Die Beleuchtungseinrichtung des Fadenkreuzes besteht einmal aus dem Beleuchtungsprisma im Innern des Okularauszuges, das die obere Hälfte des Gesichtsfeldes verdeckt und dessen Hypotenusenfläche das von außen kommende Licht total reflektierend auf das Fadenkreuz wirft, sodann aus dem Beleuchtungsspiegel k , der außerhalb allseitig drehbar angebracht ist, und der das Licht einer gegebenen Lichtquelle durch einen halbkreisförmigen Ausschnitt zum Beleuchtungsprisma hinableitet. Bei den

Arbeiten im Feld bei Regen, Schnee oder Sandtreiben kann der halbkreisförmige Ausschnitt durch ein dünnes Glimmerplättchen geschlossen werden, um das Beleuchtungsprisma vor Verunreinigung zu schützen.

Besondere Sorgfalt wird auf die Lagerung der planen Spiegel (*S*) zur Beobachtung der Sonne oder eines Gestirnes und auf diejenigen am Magnetträger verwendet, damit dieselben in allen Lagen auch plan bleiben, sodaß Fokusdifferenzen beim Fernrohr vermieden werden.



Tesdorpf's Reise-Magnet-Theodolit nach M. Eschenhagen

ausgeführt für die Kgl. Meteorologische Zentralstation Stuttgart	1900,
" " " deutsche Südpolar-Expedition 2 Instrumente	"
" " " deutsche Südpolar-Station auf den Kerguelen	"
" " " " " Samoa	"
" " " das Magnetische Observatorium Washington	1902
" " " " " Ottawa (Canada)	"
" " " die Norwegische Nordlicht-Expedition	"
" " " das Kgl. Magnetische Observatorium Potsdam	1903
" " " " bayrische " München	1906
" " " " " Astronomische " Moskau	1908
" " " " " " "	1910

- Die Aufsatz- und Ansatzteile, welche für die magnetische Beobachtung nötig sind, bestehen aus:
1. einem Deklinatorium mit Fadenaufhängung oder mit Spitzenauflagerung;
 2. aus 2 Ablenkungsschienen und 2 Deflektoren für relative Messungen mit Schutzrohren A resp. C und C¹;
 3. aus dem Schwingungskasten;
 4. eventl. einem Inklinatorium.

Bei dem Deklinatorium mit Fadenaufhängung bildet der kurze horizontale Zylinder *D¹ D²* das Magnetgehäuse. An den Enden ist dasselbe durch Fenster aus genau planparallelen Gläsern abgeschlossen. Im Innern ist das Gehäuse stark mit Kupfer ausgefüllt, und dessen Ausbohrung für den Magneten ist so knapp bemessen, daß der freischwebende Magnet nach oben und unten sich nur um den Bruchteil eines Millimeters verstellen läßt und seitwärts nur mit kleiner Amplitude schwingen kann. Dadurch ist eine ganz vorzügliche, schnelle Dämpfung des Magneten, somit eine

große Zeitersparnis bei der Messung erzielt worden. An den neuen Instrumenten ist dafür gesorgt, daß das Ein- und Umlegen des Magneten bequem ausgeführt werden kann, ohne denselben zu berühren oder das Deklinatorium abnehmen zu müssen. Die Aufhängeeinrichtung besteht aus der Suspensionsröhre V mit der Arretiervorrichtung y , dem Torsionskopf V^1 resp. V^2 und dem Magnetgehänge. Die freie Fadenlänge beträgt ungefähr 24 cm. Das Magnetgehänge faßt mit einem Doppelhaken den kreuzförmigen Aufhängestift des Magneten; durch zwei Backen der Arretiervorrichtung kann das Gehänge festgestellt und dadurch der Faden auch in unbelastetem Zustande normal gespannt und torsionsfrei festgehalten werden. Der Torsionskopf V^1 mit einer groben Einteilung von 30 zu 30° hat eine Schraube mit fester Längsführung zum Heben und Senken des Gehänges. Die Befestigungsweise der Fadenenden am Torsionskopf und am Magnetgehänge ist nach besonderer, sich sehr gut bewährender Konstruktion eingerichtet: das Fadenende liegt in der Axe eines in zwei gleiche Hälften aufgeschlitzten Konus, dessen Mantel durch eine Überfangschraube mit feiner Durchlaßöffnung für den Faden zusammengepreßt wird. Die Einrichtung für Spitzenaufhängung des Magneten ist bei a bis a_3 dargestellt, sie bietet keine Besonderheiten außer der bequemen und zentralen Hebung der Pinne. (Vergl. Hausmann, Zeitschr. für Instrumentenkunde XXVI, Jahrg. 1906, S. 5—8.)

Der im Deklinatorium frei hängende Magnet wird nicht nur zur Bestimmung der Deklination, sondern auch durch Ablenkung zur Bestimmung der Horizontalintensität benutzt. Zu dem Zweck werden am Theodoliten beiderseits die Ablenkungsschienen angesetzt, welche zur Aufnahme des ablenkenden Magneten M dienen. Die Axen des abgelenkten und ablenkenden Magneten liegen in derselben Horizontalen und stehen bei der Einstellung senkrecht zueinander. Demgemäß sind die röhrenförmigen Ablenkungsschienen so montiert, daß die Röhrenaxe genau in derselben Horizontalebene mit der Zielaxe des Fernrohrs liegt und senkrecht auf ihr steht.

Das Ansetzen der Schienen an den Theodoliten muß stets so erfolgen, daß dabei eine Konstanz der Entfernung aller ihrer Teile von der Mitte des Theodoliten gewährleistet ist. Dies ist beim Tesdorpf'schen Theodoliten dadurch erreicht, daß das 13 mm lange, zylindrische Ende der Schienen in den zugehörigen Träger mit etwas Reibung eingeschoben wird, bis sich die Endfläche des Trägers und die Anschlagfläche der Schiene, die beide gut aufeinander abgepaßt sind, berühren; ein Anschlagstift sichert außerdem noch die stets gleiche Stellung der Schiene. Dann wird die Schiene durch die übergreifende Mutterschraube X , die leicht angezogen wird, an den Träger festgegreift.

In den zur Aufnahme des ablenkenden Magneten bestimmten Teilen der Schiene ist die obere Hälfte der Röhre weggeschnitten, die untere mit geeigneten Schlitzern versehen, in welchen der nach unten gekehrte, zweite Aufhängestift des ablenkenden Magneten gleitet, sodaß die Wahl der Entfernung des Magneten möglichst wenig beschränkt ist. Um die Durchbiegung der Röhren beim Einlegen des schweren Magneten nach Möglichkeit zu vermindern, ist dieselbe nicht in ihrer ganzen Länge ausgeschnitten und außerdem aus festem Material hergestellt. Eine geringe Durchbiegung ist jedoch nur schädlich, wenn der Theodolit zu streng absoluten Messungen verwendet werden soll. Auf Wunsch können bequeme Stützen für die Ablenkungsschienen beigegeben werden.

Ist die Schiene mit allen ihren Teilen in konstanter Entfernung von der Theodolitmitte, so besteht für relative Messungen ihre Hauptaufgabe darin, auch für die Abstände des Ablenkungsmagneten eine solche Konstanz zu sichern. Zu dem Zweck werden feste Anschläge bei g_5 bis g_8 für die Endflächen des Röhrenmagneten geschaffen; ein kurzer 1 cm langer Hohlzylinder aus dem Metall der Schiene, dessen obere Hälfte weggeschnitten ist und dessen äußerer Durchmesser dem inneren der Schiene gleichkommt, wird in geeigneter Weise durch eine Schraube von unten her fest an die Innenwand der Schiene angepreßt. Dies geschieht ein für allemal auf der Basisstation, nachdem man sich für eine bestimmte Entfernung entschieden hat. Eine Endfläche des Anschlags ist ganz besonders sorgfältig abgeschliffen, und gegen diese wird, in der Schiene gleitend, der Magnet mit einer seiner Endflächen zur genauen Berührung herangeschoben. Die Erfahrung hat gezeigt, daß in dieser eben besprochenen Weise die Konstanz der Entfernung des ablenkenden Magneten von der Mitte des Instruments in ausgezeichnete Weise gesichert ist.

Sehr gut bewährt haben sich auch Schutzrohre aus blankem Aluminium, welche, die Ablenkungsschiene mit Magnet ganz umhüllend, auf die Mutterschrauben X aufgesteckt werden. Sie schützen den Magneten in den Tropen vor der Strahlung der heißen Zeltwand, in den Polargegenden vor der Eigenwärme des Beobachters. Durch zwei kleine Aufklappdeckel machen sie den eingelegten Magneten zugänglich.

Will man ausschließlich relative Intensitätsmessungen durch Beobachtung der Ablenkung allein anstellen, dann kann man anstatt der Ablenkungsschienen die Deflektoren C und C' benutzen, Messingzylinder, in welchem ein Magnet ein für allemal fest eingeschlossen ist, und die in derselben Weise wie die Ablenkungsschienen an die Träger angesetzt und durch Schutzrohre verwahrt werden.

Der Schwingungskasten wird an Stelle des Deklinatoriums auf den Theodoliten aufgesetzt, wenn die Schwingungsdauer des ablenkenden Magneten beobachtet werden soll. Er besteht aus: 1. einem Holzkästchen mit Bock, 2. der Ablese- und 3. der Aufhänge-Einrichtung mit Spiegel M_5 . Die beiden Langwände des Holzkästchens sind als aufschiebbares Glasfenster ausgebildet, sodaß der Magnet M bequem eingelegt werden kann; in der einen Stirnwand ist das Fernrohr mit der Ableseeinrichtung eingesetzt; der Deckel endlich trägt die aufgeschraubte Suspensionsröhre. Der Holzkasten ist durch Winkelstücke gut verstärkt, um die schwere Suspensionsröhre sicher zu tragen.

Der Bock M_4 im Innern des Holzgehäuses, der durch den Exzenter E hoch und tief gestellt werden kann, erleichtert das Ein- und Umlegen des Magnetes sehr, man braucht den Magneten selbst dabei nur für kurze Zeit und nur am Aufhängestift anzufassen; insbesondere aber ermöglicht er es in kürzester Frist, den freischwingenden Magneten zu beruhigen und ihm die gewünschte Schwingungsweite zu erteilen. Hierzu dienen die kleinen Polsterungen aus Fell an den Enden des Bocks. Man muß jedoch sehr darauf achten, daß nicht ein Härchen von dem Fell an dem schwingenden Magneten streift und so die Messung stört.

Die Aufhängevorrichtung ist im Prinzip dieselbe, wie oben beim Deklinatorium beschrieben, nur entsprechend dem größeren Gewicht des Ablenkungsmagneten stärker gebaut. Der einzige wesentliche Unterschied besteht darin, daß der Spiegel M_5 , auf dessen Bild eingestellt wird, nicht am Magneten selbst, sondern am Gehänge befestigt ist.

Zur Ableseeinrichtung gehören eine Skala mit Beleuchtungsvorrichtung und das kleine Fernrohr h . Die Skala mit einer beliebigen Teilung ist auf dem Glasplättchen eingätzt, welches die über dem Fernrohr angebrachte Öffnung i in der Stirnwand des Schwingungskastens verschließt. Auf das an dem Spiegel M_5 reflektierte Bild dieser Skala wird das Fernrohr eingestellt, dreht sich mit dem Magneten der Spiegel, so wandert die Skala an dem senkrechten Indexfaden im Gesichtsfeld des Fernrohrs vorüber.

Beleuchtet wird die Skala durch ein in das Fernrohr dicht vor der Skala eingelassenes Glasplättchen, das unter 45° gegen die Fernrohraxe geneigt ist und durch den Beleuchtungsspiegel Sp , welcher in Kugelgelenken allseitig drehbar ist.

Zubehör.

Der weitaus wichtigste Bestandteil des Instruments sind die Magnete. Es gehören 2 verschiedene Paare von Magneten zum Theodoliten, 1 Paar von Deklinationsmagneten und 1 Paar von größeren Ablenkungsmagneten. Die äußere Form aller 4 Magnete ist die von Hohlzylindern.

Die Deklinationsmagnete sind 3,5 cm lang, ihr äußerer Durchmesser beträgt 1,25 cm, ihr innerer 0,85 cm. Jeder derselben trägt im Innern den Spiegel, an welchem das Fadenkreuz des Fernrohres reflektiert wird; derselbe ist an einer Hülse befestigt, die leicht federnd in den Hohlzylinder eingeschoben wird, bis der Gesamtschwerpunkt unter den Aufhängestift zu liegen kommt. Zwei kreuzförmige Aufhängestifte sind in der Mitte des Magneten diametral aufgeschraubt. Die Ablenkungsmagnete sind 7,45 cm lang, ihr äußerer Durchmesser beträgt 1,5 cm, ihr innerer 1 cm. Auch sie haben Aufhängestifte ganz entsprechend denjenigen der Deklinations-Magnete; der Spiegel,

der zur Beobachtung ihrer Schwingungsdauer gebraucht wird, ist jedoch nicht an den Magneten selbst, sondern an ihrem Gehänge angebracht.

Alle Magnete sind aus bestem Magnetstahl hergestellt, sorgfältig gehärtet und magnetisiert. Die Magnete werden in Etuis, paarweise sich bindend, aufbewahrt.

Für die Ausführung der Messungen ist an Zubehör noch erforderlich und dem Instrument beigegeben: die Reiterlibelle *L*, welche auf die Fernrohraxe aufgesetzt wird, Empfindlichkeit etwa 15", feiner Seiden- bzw. Messingfaden zum Aufhängen der Deklinations- und Ablenkungs-Magnete (Messingfaden ist jedoch wegen zu starker Torsionskraft nicht zu empfehlen), Torsionsgewichte aus Messing zum Austordieren der Fäden, eines für das Deklinatorium vom Gewicht der Deklinations-Magnete und ein zweites für den Schwingungskasten vom Gewicht der Ablenkungs-Magnete, eine Anzahl Thermometer zur Bestimmung der Temperatur bei den Ablenkungen und bei den Schwingungen.

Zu astronomischen Messungen gehören: ein Sonnenspiegel *S*, dessen Drehungsaxe parallel zur Fernrohraxe aufgesetzt wird, ein Satz von Sonnenblenden vor dem Okular. Eine einzige Blende wie sie gewöhnlichen Theodoliten beigegeben wird, genügt durchaus nicht für die Situation im Felde, man braucht einen ganzen Satz, wie bei den Sextanten. Auf Bestellung wird noch ein astronomischer Aufbau geliefert, der zur vollständigen astronomischen Zeit- und Ortsbestimmung ausreicht. Eine Anzahl Schraubenzieher und Stellstifte zum Anziehen und Lösen der verschiedenen Schrauben, sowie Pinsel und Lederlappen zum Reinigen des Instrumentes, einige Stück Spiegelglas, das im Feld oft höchst erwünscht ist, zur Beleuchtung der Ablesemikroskope oder der Skala im Schwingungskasten oder ähnlichem.

An Reserveteilen für eine längere Reise empfiehlt es sich, etwa folgende Stücke mitzunehmen: Gehänge für den Deklinationsmagneten, Gehänge für den Ablenkungs-Magneten, je einen ausgesuchten Spiegel für jedes der beiden Gehänge, eine Anzahl der kleinen, öfters gebrauchten Schraubchen an Torsionskopf und an der Fadenaufhängung, eine Rolle Aufhängefaden, ein Fläschchen Öl für die Axen und zum Einfetten des Messingfadens.

Die Verpackung ist knapp, da das Ganze in viele einzelne Teile zerlegt werden kann. Es ist gerade eine gute Traglast für einen Mann; am Holzkasten sind Tragriemen und ein Polster für den Rücken angebracht. Höchst erwünscht für schwierige Transporte ist ein gepolstertes Lederfutteral, in welches der Holzkasten hineingesetzt wird; dann verträgt das Instrument alle Unbilden langer Reisen ohne Schaden.

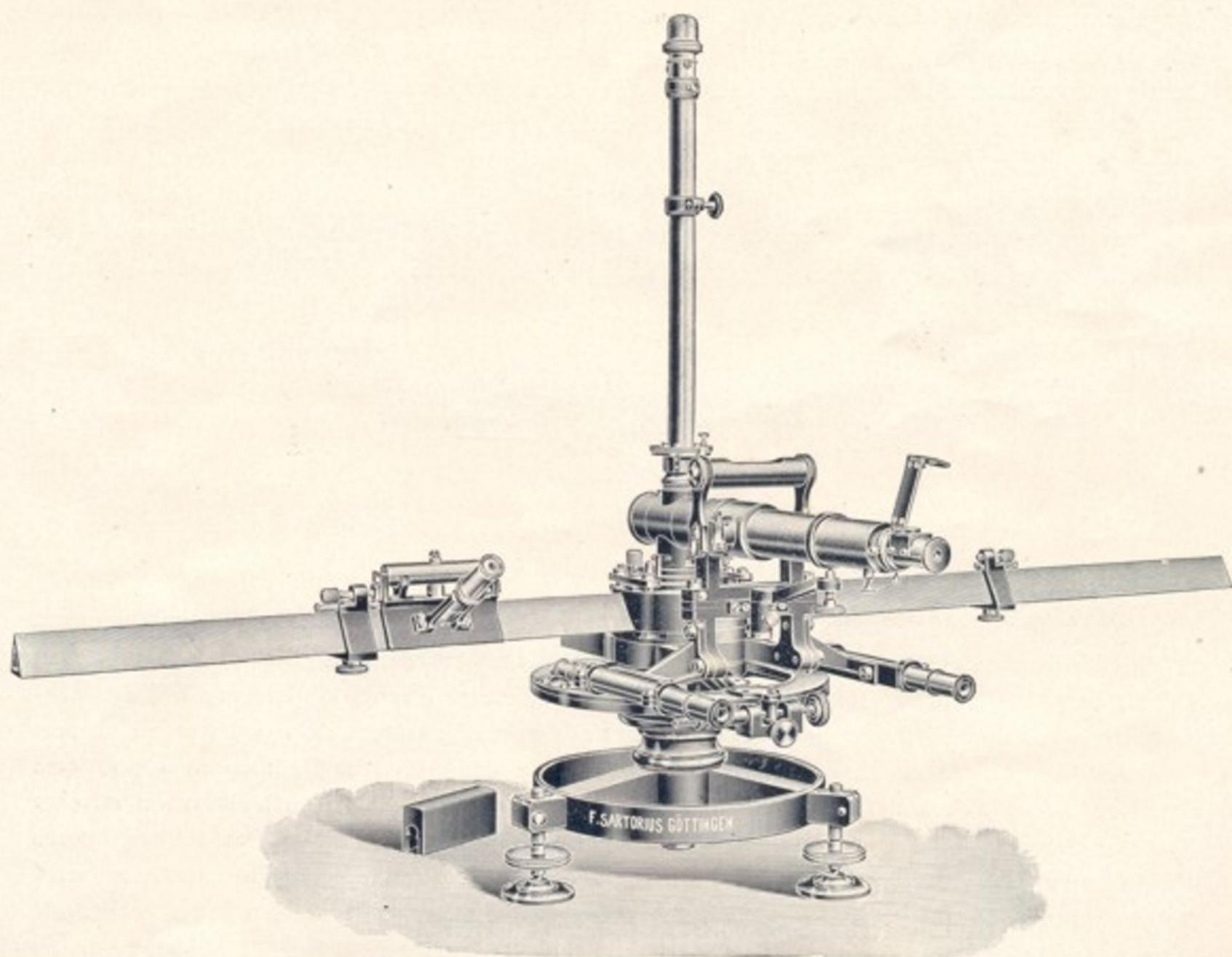
No.		<i>M.</i>
70	Reise-Magnet-Theodolit nach Tesdorpf und Prof. Eschenhagen, in vollkommener Ausrüstung und mit reichlichen Reserveteilen, inkl. den nötigen Beglaubigungsattesten, Kasten und Stativ	2600,—
	Astronomischer Aufsatz	350,—

Preise für einzelne Teile des Instruments:

Nadel-Deklinatorium	<i>M.</i> 420,—	1 Normal-Thermometer	<i>M.</i> 25,—
Faden- „ inkl. kleinem Magnet „	250,—	Orientierungs-Boussole mit Lineal	„ 55,—
Schwingungskasten inkl. großem „	225,—	Inklinatorium	„ 400,—
Ausziehbare Suspensionsröhre mit Torsionskopf	90,—	1 Inklinationsnadel	„ 55,—
1 großer Magnet	20,—	Einfache Suspensionsröhre	„ 75,—
1 kleiner „	15,—	Gehänge zum Susp. mit Spiegel	„ 15,—
		1 planparalleler Spiegel zum Gehänge	„ 2,—

Großer Magnet-Theodolit. (Normal-Stations-Instrument.)

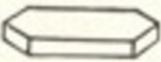
Auf starkem Dreifuß mit Ring, wie für die größeren Universal-Instrumente erhebt sich der Konus für die Bewegung im horizontalen Sinne. Dieser trägt den Horizontalkreis von 20 cm Durchmesser. Die kurz gehaltene Büchse nimmt die Platte auf, welche den verschiedenen Magnet-Aufsätzen als Grundlage dient. Mit diesem Teil ist einmal die Stütze für das Fernrohr verbunden und sodann liegen zu beiden Seiten in gesonderten Trägern horizontal die beiden Ablesemikroskope. Durch Prismen vor den Objektiven wird die Gesichtslinie nach der Kreisteilung gelenkt. Man hat so die Möglichkeit, die Kreisablesungen direkt neben dem Okular des Fernrohres ausführen zu können. Es ist also für den Beobachter nicht nötig, während der Beobachtung der Magnetstellung im Fernrohr und der Kreisablesung seinen Platz zu verändern. Die Ablesungsgenauigkeit beträgt bei diesem Instrument 6 Bogensekunden. Das Fernrohr liegt exzentrisch und wird durch ein Gegengewicht ausbalanciert, es ist gestützt durch einen zurückschlagbaren Bügel mit feiner Elevationschraube, die Objektivöffnung ist groß gewählt, damit auch direkte astronomische Azimutmessungen

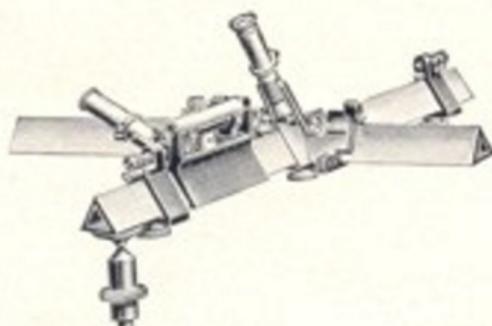


Ausgeführt für das Kaiserliche Marine-Observatorium in Tsingtau.

an Gestirnen geringerer Helligkeit ausgeführt werden können. Das Instrument besitzt Kreuzlibellen und Reiterlibelle auf der Fernrohraxe zur schnellen und auch zur genauen Nivellierung. Zur Beleuchtung des Fadennetzes zum Zwecke der Autokollimation ist hinter der Fadenplatte ein Prisma eingesetzt, welches von außen eventl. durch Spiegel Licht erhält und auf die Fäden dirigiert.

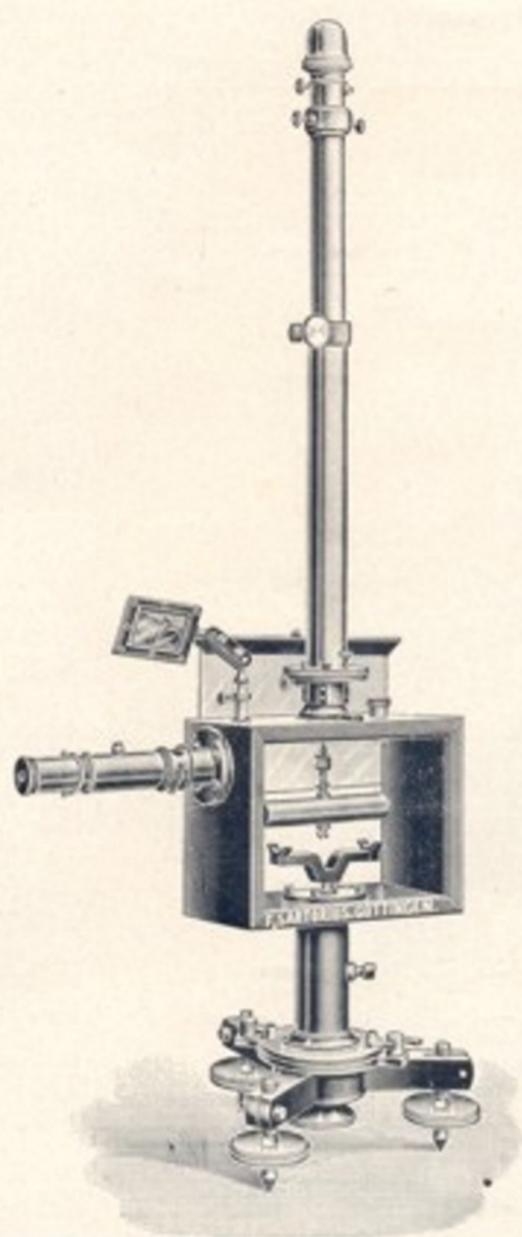
Auf die zentrale Platte kann das Deklinatorium aufgesetzt werden. In einem zylindrischen Gehäuse ist an einer Suspension, deren Faden mittelst einer Backenklemme genau zentral leicht eingehängt werden kann (Original-Konstruktion) mit Torsionskopf der Deklinations-Magnet aufgehängt. Dieser ist ein Hohlzylinder, der selbst als Collimator ausgebildet ist. Die beiden Enden des Umhüllungs-Zylinders sind mit Kupferhülsen zur Dämpfung der Schwingungen versehen. Diese können herausgeschraubt und zur Umlegung des Magneten um 180° gedreht werden, sodaß diese Umlegung geschehen kann, ohne den Magneten zu berühren. Der Verschluß des zylindrischen Rohres erfolgt durch zwei genau planparallele Glasplatten in besonderer Fassung. Die Aufhängung des Magneten wird entweder in rechtwinkligen Haken mit zylindrischem Stift oder mit runden Haken auf einer Schneide bewirkt.

Für die Ablenkungsbeobachtungen zur Bestimmung der Horizontalintensität kann an derselben Suspension ein kleiner Magnet von der Form  mit Spiegelträger aufgehängt werden, welcher in einer Höhlung unterhalb des Deklinationsgehäuses schwingt. Mit diesem Magneten in genau gleicher Höhe befinden sich auf der 100 cm langen prismatischen (hohlen) Ablenkungsschiene die Ablenkungsmagnete. Diese sind auf besonders gebauten Schlitten gelagert, deren Stellung an der Teilung der Schiene mittelst zweckmäßig angebrachter Mikroskope auf 0,01 mm genau abgelesen werden kann. Die Ablenkungsschiene ist aus einem Stück hergestellt, welches auf seiner ganzen Länge überall den gleichen Querschnitt hat und sie wird durch eine dreikantige Höhlung des Mittelstückes des Instrumentes hindurchgeführt. In sehr zweckmäßiger Weise und ohne jede Spannung kann sie festgeklemmt werden. Die Nullstellung kann in einem besonderen, das Mittelstück durchsetzenden Mikroskop abgelesen werden. Diese Einrichtungen sind zum ersten Male an unseren Theodoliten ausgeführt worden. Die genaue Einstellung der Schlitten für die Ablenkungsmagnete (Schwingungsmagnete) wird durch Mikrometerschrauben ausgeführt, welche ihre Lagerung in besonderen, an der Ablenkungsschiene klemmbaren Hülsen haben. Zur Bestimmung der Temperatur der Magnete werden die Thermometer ganz in die Magnete hineingeschoben. Auf der Hauptablenkungs-



schiene ist eine zweite in einem den Schlitten der Ablenkungsmagnete ähnlich gebildeten Querstück geführte Schiene aufsetzbar, die senkrecht zur Hauptschiene gerichtet ist. Diese ist ebenfalls mit Teilung versehen, dient zur Aufnahme der Ablenkungsmagnete mit ihren Schlitten, um die Konstantenbestimmung auch nach der von Professor Börgen angegebenen Methode vornehmen zu können.

Auf das Mittelstück kann in gleicher Weise wie das bei dem Deklinatorium und dem Schwingungskasten der Fall ist, ein Inklinatorium aufgesetzt werden; ebenso auch ein astronomischer Theodolit-Aufsatz. Dem Normal-Stations-Instrument werden diese Teile aber nur auf besonderen Wunsch beigegeben, da für gewöhnlich die Inklination resp. die Vertikalintensität und ebenso auch die nötigen astronomischen Zeit- und Ortsbestimmungen auf ständigen Stationen durch gesonderte Instrumente bestimmt zu werden pflegen. Die nähere Beschreibung dieser Hilfsapparate findet sich bei dem magnetischen Reise-Theodoliten nach Eschenhagen angegeben.



An Stelle des Deklinatoriums kann der Schwingungskasten aufgesetzt werden, der im wesentlichen die gleiche Konstruktion besitzt, wie bei dem Eschenhagen'schen Reise-Theodolit. (Vergl. Zeitschrift für Instrumentenkunde 1906.)

Der Magnet (Schwingungs- resp. Ablenkungs-Magnet) ist an einer Aufhängung befestigt, die derjenigen für den Deklinations-Magneten ähnlich ist. Zur Ablesung dient ein Spiegelgestänge in Verbindung mit einem am Schwingungskasten befestigtem Fernrohr in dessen Fokus eine Glasplatte angebracht ist, um die zur Reduktion auf unendlich kleine Schwingungen nötigen Ausschläge ablesen zu können. Die Beleuchtung dieser Skalen erfolgt durch Prisma und Spiegel.

Die Arretierung und die Umlegung der Magnete erfolgt auch hier mit Hilfe eines Bockes, welcher mittels eines Exzenters unter den Magneten geschoben werden kann. Der Schwingungskasten ist durch Glasschiebfenster geschlossen, die Wände sind durch Winkelstücke verstärkt, damit die verhältnismäßig schwere Aufhängeröhre sicher gehalten wird und dem ganzen Apparate eine gute Stabilität gesichert bleibt.

In den Kasten ragt ein Normal-Thermometer hinein, dessen Kugel direkt über den Magneten zu stehen kommt.

No.
73

Großer Magnet-Theodolit mit vollkommener Ausrüstung, inkl. Kasten

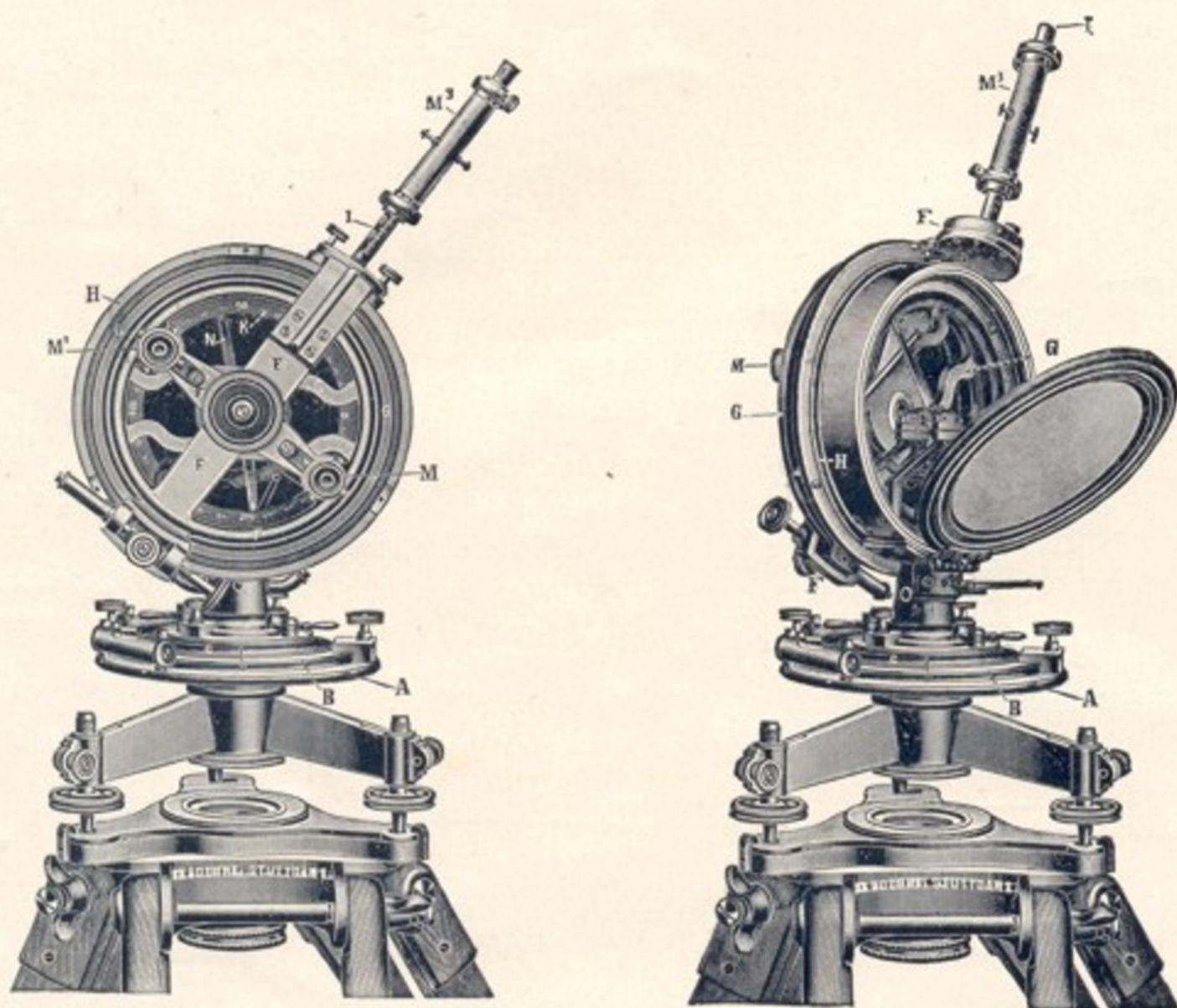
M.
4500,—



Tesdorpf's neues, großes Inklinatorium

nach Eschenhagen

zugleich auch zur Bestimmung der Vertikal-Intensität eingerichtet.



Ausgeführt für die Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903.
„ „ „ das Magnetische Observatorium Washington.
„ „ „ Institut für Meereskunde an der Königlichen
Universität Berlin 1904.

Das große Inklinatorium soll zweierlei Zwecken dienen: einmal zur Bestimmung der Inklination selbst durch Beobachtung der Stellung der Nadelenden und sodann auch zur Ableitung der Vertikalintensität. Zu letzterem Zwecke ist es mit einer Einrichtung versehen, welche die Ablenkung der Nadel durch einen Magneten ermöglicht und diese Ablenkung nach der Sinusmethode zu messen gestattet.

Die Träger der Nadelaxe werden so eingerichtet, daß ihnen entweder die gewöhnlich gebräuchliche Stützenform oder auch eine besonders konstruierte gegeben wird. Diese sind dann so angeordnet, daß für das spezielle Anwendungsgebiet (z. B. Polargegenden) stets die Nadelenden gut und ohne Parallaxe sichtbar bleiben.*)

Der Unterbau besteht aus einem Dreifuß mit großer Ausladung, mit welchem der Teilkreis *B* fest verbunden ist; derselbe wird durch zwei Kreuzlibellen schnell und sicher horizontalisiert.

Zwischen Dreifuß und Teilkreis liegt eine Scheibe mit 4 Marken, welche zwei senkrecht zu einander stehende Durchmesser bezeichnen, um so durch besondere Drehung das Instrument schnell in den magnetischen Meridian und senkrecht dazu stellen zu können.

Der Oberbau, auf der Scheibe *C* montiert, dreht sich mit seiner Axe in der Büchse des Unterbaues und ist festklemmbar. Ersterer besteht aus einem Mantelkörper *H* von ca. 16 cm äußeren

*) Vergl. dazu: Resultate der deutschen Südpolarexpedition V. Bd. Erdmagnetismus Bd. 1 v. Dr. Bidlingmaier S. 123.

Durchmesser, auf welchem sich konzentrisch ein Ring *G* mit Speichen, in beliebiger Stellung ebenfalls festklemmbar und mit Feineinstellung versehen, dreht.

Das Zentrum dieses Speichenringes (*G*) dient zugleich als Büchse für die Axe des vierarmigen Trägers *F*, welcher erstens die beiden Mikroskoplupen, zweitens am oberen Ende den geteilten Zylinder aufnimmt, auf welchem sich in bestimmter Entfernung vom Mittelpunkt ein Ablenkungsmagnet M^3 aufstecken läßt. (M^3 ist ein gleicher Magnet wie *M* und M^1 .)

Besondere Aufmerksamkeit ist der Arretiervorrichtung der Nadelaxe zugewendet, da durch sie dieser Axe ja die eigentliche definitive Lage auf den Schneiden gegeben wird. Es sind bei ihrer Konstruktion und der der Schneiden ganz besonders die von Herrn Dr. Bidlingmaier auf der deutschen Südpolar-Expedition gewonnenen Erfahrungen berücksichtigt.

Der Vertikalkreis hat 11,5 cm Radius und ist in $\frac{1}{3}$ Grade geteilt und durch Mikroskope noch auf Minuten ablesbar.

Der Magnetträger für die Intensitätsbeobachtungen ist mit der Mikroskop-Alhidade um eine gemeinsame horizontale Axe drehbar, beide werden durch einen gesonderten Ring gegeneinander gesichert.

An dem unteren Ende von *F* befindet sich die Klemme und Feineinstellung, um die Doppelstriche in den Mikroskoplupen mit den auf den Inklinationsnadeln mit Diamant eingravierten Strichmarken zur Koïnzidenz zu bringen.

Dieses Instrument wird zumeist, da es für Reisezwecke konstruiert ist, fast ganz aus Magnalium hergestellt.

No.

74

Großes Inklinatorium inkl. Kasten und Stativ

M.

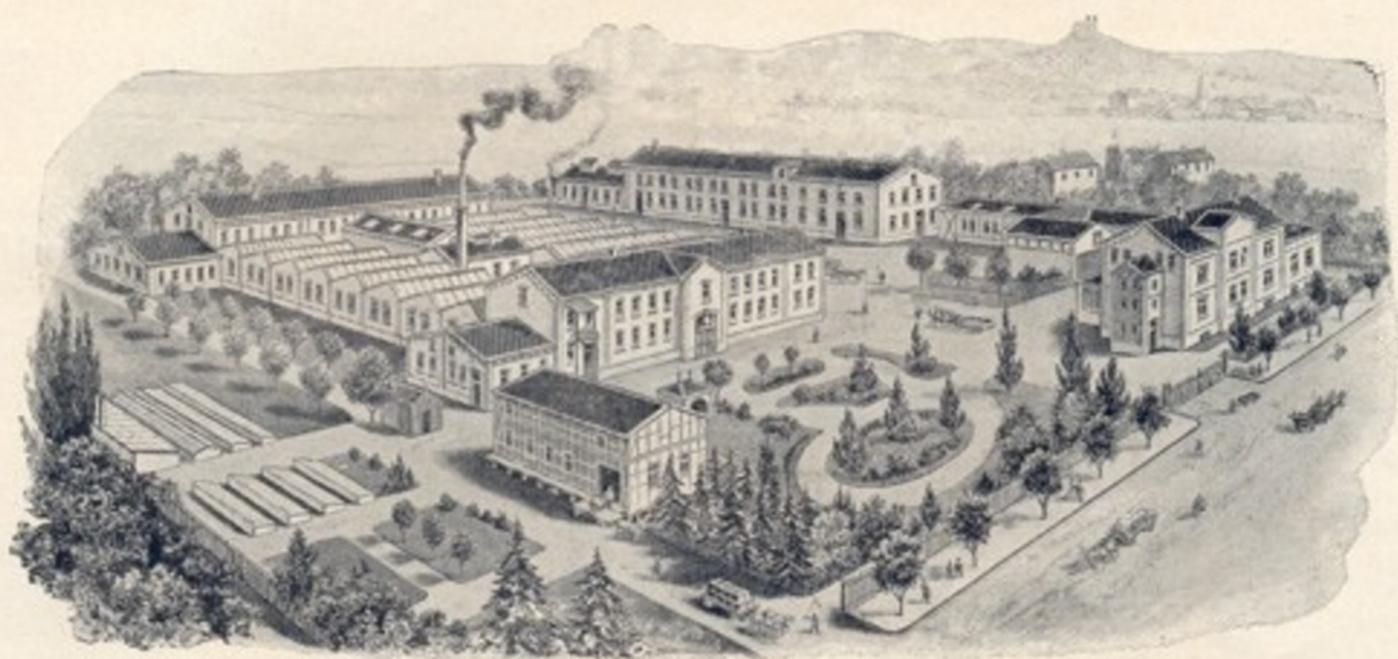
1000,—



Inhalts-Verzeichnis.

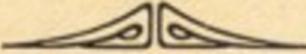
	Seite
Astrolabien	44 a—47 a
Durchgangs-Instrumente	31 a—34 a
Heliograph	50 a
Heliostate	47 a—49 a
Heliotrope	50 a
Höhenkreise	43 a
Horizonte	50 a
Inklinatorium	60 a—61 a
Kometensucher	30 a
Libellenprüfer	50 a
Magnet-Theodolite	52 a—59 a
Meridiankreise	30 a—31 a
Passage-Instrumente	31 a—34 a
Prismen-Astrolab	47 a
Prismenkreis	49 a
Refraktoren	27 a—29 a
Reise-Magnet-Theodolit	52 a—56 a
Reise-Universal	42 a
Sextanten	49 a, 50 a
Spiegel-Prismenkreis	49 a
Spiegel-Sextant	49 a
Universal-Instrumente	36 a—42 a
Zenit-Teleskope	44 a





Janowitz, Wabbe & Co

Rua da Candelaria 49
RIO DE JANEIRO



O. Schwinger Nachf., Buchdruckerei
Ruhla i. Thür.

