dene Zenithdistanz z des Sterns von der wahren Zenithdistanz z′ verschieden, und man hat

$\frac{s(90^\circ-z)}{s(90^\circ-z')} = \frac{s.90^\circ}{s(90^\circ-n)}$

$$\text{Cos } z' = \text{Cos } n \text{ Cos } z \text{, oder}$$

$$z' - z = \frac{n^2}{2} \text{Cotg } z \text{ Sin } 1'',$$

woraus man sieht, dass dieser Fehler für Beobachtungen nahe am Zenithe sehr nachtheilige Folgen haben kann.

III. Den Parallelismus der optischen Axe des Fernrohrs mit den Kreisen untersucht man, wie bey dem Mittagsrohre Seite 186 gezeigt worden ist. Man stellt nämlich den verticalen Faden des Fernrohres auf einen scharf begrenzten und sehr entfernten Gegenstand, bewegt dann die Säule mittelst des Azimutalkreises genau um 180 Grade, und bemerkt, indem man das Fernrohr wieder auf den Gegenstand bringt, ob der Faden denselben wieder genau trifft: im entgegengesetzten Falle verbessert man die Hälfte des Fehlers durch die Schraube, welche das Fadennetz in horizontaler Richtung bewegt, und wiederholt das Verfahren, bis der Fehler verschwindet. Wäre m die Neigung der optischen Axe gegen die Kreise, und z die beobachtete, und z′ die wahre Zenithdistanz, so hat man, wie zuvor,

$$\text{Cos } z' = \text{Cos } m \text{ Cos } z \text{, oder}$$

$$z' - z = \frac{m^2}{2} \text{ Cotg } z \text{ Sin } 1''.$$

Meridiankreise.

28. §. Vorzüglicher, als die Multiplicationskreise, sind die Meridiankreise, die so genannt werden, weil man mit ihnen die Rectascensionen sowohl, als auch die Zenithdistanzen der Gestirne zur Zeit ihrer Culmination in dem Meridian beobachtet. Die von Reichenbach eingeführten Meridiankreise, auf welche ich mich hier beschränke, unterscheiden sich von einem zwischen zwey Pfeilern stehenden Mittagsrohr nur dadurch, dass sie an dem einen Endpuncte ihrer horizontalen Axe zwey concentrische, verticale

Kreise tragen, von welchen der eine, die Alhidade, welche die vier Verniere und eine Libelle trägt, an dem einen der beyden Pfeiler befestiget ist, während der andere sich mit der horizontalen Drehungsaxe und dem daran befestigten Fernrohre auf und ab bewegt. Die nähere Einrichtung der einzelnen Theile des Instruments wird man besser bey der unmittelbaren Ansicht desselben kennen lernen, daher wir hier dabey nicht verweilen, sondern sogleich zu der Anwendung und zu den Correctionen desselben übergehen, welche man an diesem Instrumente vornehmen muss, um den damit gemachten Beobachtungen die nöthige Genauigkeit zu geben.

Da das Instrument zugleich Höhenkreis und Mittagsrohr ist, oder da man durch dasselbe sowohl Zenithdistanzen als Rectascensionen beobachten kann, so gelten zuerst alle die Vorschriften, welche wir oben Seite 185 bis 195 für das Mittagsrohr gegeben haben, auch hier unverändert.

Die unmittelbar an den Kreisen gemachten Beobachtungen kann man entweder als Zenithdistanzen oder auch als Poldistanzen betrachten, wenn man in dem ersten Falle, durch Umkehren des Instruments (wodurch das früher östliche Ende der Rotationsaxe westlich wird) den Scheitelpunct, oder wenn man in dem zweyten Falle durch Beobachtung der Circumpolarsterne in ihren beyden Culminationen den Polpunct des Instruments bestimmt. Die letzte Methode ist einfacher und zugleich directer, weil sie unmittelbar das gesuchte Resultat, die Poldistanz der beobachteten Sterne gibt, aber nicht die Polhöhe, die man nur durch die erste Methode erhält.

Wählt man unter den Circumpolarsternen die beyden, α und δ Ursae minoris, deren Declination genau bekannt ist, so gibt jede einzelne Beobachtung, wenn man sie von der Refraction befreyt, und mit der scheinbaren Poldistanz des Sterns vergleicht, den Polpunct des Kreises, und daraus unmittelbar die Poldistanzen aller übrigen beobachteten Sterne. Erhält man so zwey Bestimmungen des Polpuncts in zwey entgegengesetzten Lagen des Kreises, so ist ihre halbe Differenz gleich der Äquatorhöhe des Beobachtungsorts. So erhielt man in Wien

1827	Polpunct				Polpunct
Aug. 22	41° 48′ 32.″85	Kreis Ost.	Sept. 3	318° 13′ 42.″11	
24	32.84		4	42.10	
25	32.80		5	42.89	
Mittel P = 41° 48′ 32.″83			Mittel P′ = 318° 13′ 42.″37		

also auch Äquatorhöhe $\frac{P-P'}{2} = 41° \, 47' \, 25.''23$,

Polhöhe $48 \quad 12 \quad 34.77$.

29. §. Die beyden Enden der horizontalen Drehungsaxe sind bey dem Meridiankreise, wie bey dem Mittagsrohr, Cylinder vom gehärteten Stahle, die in Lagern von Glockenmetalle liegen. Man kann wohl in den meisten Fällen annehmen, dass die auf die Axe dieser Cylinder senkrechten Durchschnitte genau kreisförmig sind, weil die Künstler die Mittel besitzen, die Kreisform mit der grössten Schärfe zu erzeugen. Indessen wird eine Prüfung derselben nicht überflüssig seyn.

I. Wenn das Niveau bey allen Drehungen des Instruments, d. h. bey allen Lagen des Fernrohres unverändert bleibt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Durchschnitte dieser beyden Cylinder ähnliche und ähnlich liegende, oder vielmehr, dass sie kreisförmige Figuren bilden.

Man stelle das Fernrohr horizontal, das Objectiv z. B. nach Süden. In dieser Lage gebe die Libelle, zweymahl in verkehrter Lage eingehängt, a Par. Linien östlich. — Man kehre das Instrument um, so dass der Kreis auf die andere Seite kommt, stelle das Rohr wieder horizontal, das Object nach Norden, und in dieser Lage gebe die zweymahl eingehängte Libelle b Linien westlich, so folgt daraus, dass in der zweyten Lage die Libelle um $\frac{b-a}{2}$ westlicher steht, als in der ersten (und östlicher, wenn $b < a$ ist). Um diess durch ein Beyspiel zu erläutern (Königsb. Astr. Beob. Vol. VI), so hatte man

		Kreis Ost a Linien	Kreis West b Linien
1820. März	17	0.18 O	0.45 W
	28	0.45 W	0.10 O
April	7	0.15 W	0.31 W
	13	0.12 W	0.32 W i. f.

31 solcher Beobachtungstage gaben in der ersten Columne die Summen aller O. gleich 1.02, und die aller W. gleich 6.36; also ist $a = \frac{6.36 - 1.02}{31} = \frac{5.34}{31} = 0.172$ W. Eben so war in der zweyten Columne die Summe aller O gleich 0.99, und die aller W gleich 7.67; also ist

$$b = \frac{7.67 - 0.99}{31} = \frac{6.68}{31} = 0.215 \text{ W.}$$

Die Libelle stand daher im Mittel aus allen Beobachtungen in der zweyten Lage des Rohrs um $\frac{b-a}{2}$, oder da hier a westlich oder negativ ist, um

$$\frac{0.215 + 0.172}{2} = \frac{0.387}{2} = 0.193$$

Linien westlicher, oder da eine Par. Linie der Libelle 2.164 Secunden beträgt, um $(2.164)(0.193) = 0.418$ Secunden, westlicher als in der ersten Lage. Diese allerdings sehr geringe Abweichung ist übrigens noch kein Beweis, dass die beyden Enden der Rotationsaxe von der cylindrischen Figur verschieden sind, da sie auch daraus erklärt werden kann, dass die Axen dieser Cylinder nicht ganz genau in einer geraden Linie liegen.

II. Um die Gleichheit der Durchmesser dieser Cylinder zu untersuchen, wiederhohle man die in I erwähnten Beobachtungen der Libelle vor und nach der Umkehrung des Kreises, doch so, dass in beyden Lagen des Kreises das Objectiv des Fernrohres nach derselben Seite, z. B. nach Süden gekehrt ist. Zeigt in der ersten Lage die doppelt eingehängte Libelle x Linien gen Ost, und in der zweyten x' Linien gen West, so ist $(x' + x)$ die gesuchte Abweichung der Cylinder, wofür man die Differenz dieser beyden Zahlen nehmen wird, wenn beyde östlich, oder beyde westlich sind (Königsb. astr. Beob.). Man fand so an den in I angeführten Beobachtungstagen

	x	x'	Abweichung
17. März	0.40 W	1.00 O	1.40
28. März	1.42 W	0.40 W	1.02
7. April	0.24 W	1.38 W	1.14 u. f.

33 solcher Beobachtungstage geben die Summe der letzten Columne gleich 42.438, also die gesuchte Abweichung

$$\frac{42.438}{33} = 1.286 \text{ Linien.}$$

Um daraus die Halbmesser r und r′ der beyden Cylinder der Axenenden zu finden, sollen die Haken der Wasserwage B′D B F (Fig. 20) einen Winkel B D B′ = 90°, und die beyden Lager von Glockenmetall einen Winkel E A E′ = 60° bilden. Die Höhe des Punctes A, wo die Lager zusammenstossen, über derselben Horizontalebene, sey h für das östliche Lager, und h′ für das westliche. Ferner sey R = 384 Linien die Länge der ganzen Rotationsaxe, und, wie zuvor, die Par. Linie der Libelle gleich 2.164 Secunden. Dieses vorausgesetzt, ist

$$AC = \frac{r}{\text{Sin } 30} = 2r \text{ und } CD = \frac{r}{\text{Sin } 45} = r\sqrt{2}, \text{ und (Fig. 21)}$$

$$MD = MA + AC + CD = h + r(2 + \sqrt{2}),$$

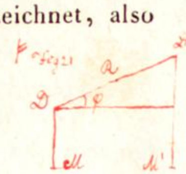
und eben so

$$M'D' = h' + r'(2 + \sqrt{2}).$$

Ferner ist

$$\frac{M'D' - MD}{R} = \text{Sin } \varphi = \varphi \text{ Sin } 1'',$$

und $\varphi = (2.164\,x)$ Secunden, wo x den Ausschlag der Libelle vor der Umlegung des Instruments bezeichnet, also auch



$$x = \frac{M'D' - MD}{R \text{ Sin } 2.''164}, \text{ oder}$$

$$x = \frac{(h' - h) + (r' - r)(2 + \sqrt{2})}{R \text{ Sin } 2.''164},$$

und eben so nach der Umlegung des Instruments

$$x' = \frac{(h' - h) - (r' - r)(2 + \sqrt{2})}{R \text{ Sin } 2.''164}.$$

Die Differenz dieser beyden Gleichungen gibt den gesuchten Unterschied der beyden Halbmesser, oder

$$r' - r = \frac{(x - x')\,R \text{ Sin } 1.''082}{2 + \sqrt{2}}.$$

Es ist aber nach dem Vorhergehenden $x - x' = 1.286$ und $R = 384$, also ist auch

$$r' - r = 0.00076 \text{ Linien.}$$

30. §. Man will öfter bemerkt haben, dass diese in dem Meridian aufgestellten Fernröhre während ihrer Drehung in verschiedenen Zenithdistanzen auch verschiedene Abweichungen von dem Meridian geben. In der Voraussetzung, dass diese aus irgend einer noch unbekannten Veränderung des Instruments hervorgehenden Abweichungen von dem Sinus und Cosinus der einfachen Zenithdistanz abhängen, oder was dasselbe ist, dass sie in einem grössten Kreise vor sich gehen, hat man statt der Seite 190 gegebenen Gleichung die folgende:

$$(a+\alpha)\,\mathrm{Sin}\,(\varphi-\delta)+(b+\beta)\,\mathrm{Cos}\,(\varphi-\delta)+c,$$

und nach der Umkehrung der Rotationsaxe

$$(a'+\alpha)\,\mathrm{Sin}\,(\varphi-\delta)+(b'-\beta)\,\mathrm{Cos}\,(\varphi-\delta)+c',$$

wo a b c und a′ b′ c′ die in Secunden ausgedrückten Abweichungen in Azimut, in der Horizontalität der Axe und in der Collimation, und wo α und β die dem Instrumente eigenthümlichen Abweichungen bezeichnen.

Aus diesen Gleichungen geht hervor, dass man durch astronomische Beobachtungen mit verkehrter Rotationsaxe nur die Grösse β, nicht aber α bestimmen kann, da α sich ganz mit dem Azimute a vereiniget, und daher auch auf alle durch das Instrument erhaltene Rectascensionen keinen weiteren Einfluss hat.

Jene Grösse β aber wird man am vortheilhaftesten dadurch bestimmen, dass man die Rectascensionen der Circumpolarsterne in beyden Lagen des Instruments nicht nur unmittelbar, sondern auch die Bilder dieser Sterne in einem Wasser- oder Quecksilberhorizonte beobachtet.

Ist die unmittelbar beobachtete Zenithdistanz eines Sterns $z=\varphi-\delta$, so ist sie für sein reflectirtes Bild gleich

$$180^\circ-z=180^\circ-\varphi+\delta,$$

also die Abweichung des Instruments vom Meridian, für das reflectirte Bild

$$(a+\alpha)\,\mathrm{Sin}\,(\varphi-\delta)-(b+\beta)\,\mathrm{Cos}\,(\varphi-\delta)+c,\ \text{und}$$

$$(a'+\alpha)\,\mathrm{Sin}\,(\varphi-\delta)-\cancel{5}\,(b'-\beta)\,\mathrm{Cos}\,(\varphi-\delta)+c'.$$

Hat man daher die Durchgangszeiten t und t′ eines Sterns durch den mittleren Faden, sowohl direct als auch durch

Reflexion beobachtet, so ist, wenn der Kreis z. B. nach Osten gewendet ist,

$$t + (a + \alpha) m + (b + \beta) n + c \operatorname{Sec} \delta$$
$$= t' + (a + \alpha) m - (b + \beta) n + c \operatorname{Sec} \delta,$$

und wenn er nach Westen gewendet ist,

$$t_, + (a' + \alpha) m + (b' - \beta) n + c' \operatorname{Sec} \delta$$
$$= t_,' + (a' + \alpha) m - (b' - \beta) n + c' \operatorname{Sec} \delta,$$

wo, wie Seite 192

$$m = \operatorname{Sin} (\varphi - \delta) \operatorname{Sec} \delta, \text{ und}$$
$$n = \operatorname{Cos} (\varphi - \delta) \operatorname{Sec} \delta$$

gesetzt worden ist. Aus diesen Gleichungen erhält man für die Bestimmung der Grösse β die Ausdrücke

$$b + \beta = \frac{t' - t}{2n} \text{ und } b' - \beta = \frac{t_,' - t_,}{2n}.$$

Da b und b′ durch die Libelle bekannt ist, so gibt die Übereinstimmung der in beyden Lagen des Instruments gefundenen Werthe von β die Versicherung, dass die vier beobachteten Puncte der von der optischen Axe des Fernrohrs an der Himmelskugel beschriebenen krummen Linien in der That in einem grössten Kreise liegen.

I. Bey den nach Reichenbach sowohl in München als in Wien verfertigten Meridiankreisen sind gewöhnlich die §. 29. und 30. erwähnten Fehler so klein, dass durch ihre Berücksichtigung die Resultate der Beobachtungen nur selten wesentlich verbessert werden. Dasselbe gilt in einem vielleicht noch höherem Grade von der äusserst vollkommenen Eintheilung dieser Kreise. Eine Anleitung zur genauen Prüfung dieser Eintheilung findet man in Bessel's astronomischen Beobachtungen Vol. I. und VII. Die Theilungsfehler sind im allgemeinen von der Form

$$A + a \operatorname{Sin} (b + z) + a' \operatorname{Sin} (b' + 2z) + a'' \operatorname{Sin} (b'' + 3z) + \cdots,$$

wo z die Zenithdistanz, und A, a, b, a′, b′ . . die zu bestimmenden Constanten bezeichnet.

Wenn beyde Kreise nicht concentrisch sind, so hat der Fehler, welcher aus dieser Excentricität entsteht, die Form a Sin (b + z), aus welcher Form zugleich folgt, dass dieser Fehler durch diametrale Ablesungen, oder durch zwey einander gegenüberstehende Verniere vermieden wird. Die

Form des Fehlers a' Sin (b' + 2 z) aber lässt sich sowohl durch eine elliptische Figur der zwey Endcylinder der Rotationsaxe, als auch durch eine Ellipticität des Kreises erklären, die derselbe durch den Transport, oder durch das Anschrauben an die Axe erhalten kann.

31. §. Wichtiger scheint die Wirkung der Schwere auf das Fernrohr und den Kreis in den verschiedenen Lagen desselben zu seyn. Diese Einwirkung suchte Reichenbach durch Anbringung unveränderlicher Gegengewichte an dem Fernrohre aufzuheben. Wenn dieses möglich seyn soll, so muss der noch übrig bleibende Fehler der Beugung des Instruments die Form haben

$$a \operatorname{Sin} z + b \operatorname{Cos} z,$$

wo z die beobachtete Zenithdistanz, oder den Ort des Kreises, an welchem die Beobachtung gemacht worden ist, bezeichnet.

Diese Grössen a und b lassen sich durch die verschiedenen Polhöhen bestimmen, welche man sowohl durch unmittelbare Beobachtungen eines Circumpolarsternes, als auch durch Beobachtung seines in einem Quecksilberhorizonte reflectirten Bildes erhalten hat. So fand Bessel (Beobachtungen Vol. VII) durch unmittelbare Beobachtungen von α Urs. min.,

1821		Kreis	Ort des Poles		
April	20 bis 25	West	33°	44′	2.″69
	25 — 35	Ost	323	9	46.21
May	5 — 23	West	33	44	3.22
	25 — 35	Ost	323	9	46.06
Juny	9 — 17	West	33	44	2.98.

Die westlichen Beobachtungen geben im Mittel

$$33^\circ\ 44'\ 2.''963,$$

und die östlichen

$$323^\circ\ 9'\ 46.''135,$$

und ihre halbe Differenz von 90 abgezogen gibt die Polhöhe

$$= 54^\circ\ 42'\ 51.''586.$$

Das Mittel aus mehreren solchen Beobachtungen gab

$$\varphi = 54^\circ\ 42'\ 51.''456.$$

Am 3. May wurde derselbe Stern in seiner oberen Culmination bey einer östlichen Lage des Kreises durch Reflexion von dem Quecksilberhorizonte beobachtet. Die durch die Refraction verbesserte Angabe des Kreises war

$$A = 212^\circ \quad 5' \quad 18.''42,$$

die Reduction auf den Anfang des Jahres 1820 ist

$$B = -19.''40,$$

der Ort des Poles (aus den vorhergehenden directen Beobachtungen)

$$C = 323^\circ \quad 9' \quad 46.''06,$$

also die auf 1820 reducirte Entfernung des reflectirten Bildes von dem Polpuncte oder

$C-B-A=$	111°	4′	47.″54
scheinbare Poldistanz für 1820	1	39	5.61
	109	25	41.93
Polhöhe	54	42	50.96

Das Mittel aus mehreren solchen reflectirten Beobachtungen gab

$$\varphi = 54^\circ \quad 42' \quad 50.''529.$$

Ähnliche Beobachtungen desselben Sterns in dem Quecksilberhorizonte gaben

Polhöhe φ	Angabe des Kreises z
Obere Culmination, Kreis Ost	
54° 42′ 50.″529	212° 5′
Obere Culmination, Kreis West	
54 42 50.986	144 48
Untere Culmination, Kreis Ost	
54 42 50.708	215 22
Untere Culmination, Kreis West	
54 42 50.907	141 30.

Da der Indexfehler des Kreises nahe 1° 33′ ist, so wird man zu jeder dieser fünf Polhöhen die Correction

$$a \sin(z + 1^\circ 33') + b \cos(z + 1^\circ 33')$$

hinzufügen, und dann alle diese verbesserten Polhöhen einander gleich setzen, wodurch man vier Gleichungen erhält, aus welchen man die wahrscheinlichsten Werthe der beyden Grössen a und b durch die bekannte Methode bestimmen wird. B e s s e l fand am angeführten Orte

$$a = +1.''16, \text{ und } b = +0.''20.$$

32. §. Eine andere Methode, die Beugung des Instrumentes zu bestimmen, gründet sich auf die folgende Eigenschaft des Fernrohres. So wie alle Lichtstrahlen, die unter sich parallel das Objectiv treffen, sich in einem Puncte der Ebene, in welcher das Fadennetz stehen soll, vereinigen, eben so müssen auch umgekehrt alle Strahlen, welche in entgegengesetzter Richtung von einem Puncte dieser Ebene ausgehen, und das Objectiv treffen, nach dem Durchgange durch dasselbe unter sich parallel werden, und die von verschiedenen Puncten jener Ebene ausgegangenen Strahlen werden nach dem Durchgange durch das Objectiv genau wieder dieselben Neigungen gegen einander haben, die der Entfernung jener Puncte von einander, wie sie bey dem Gebrauche des Instruments in der Form eines Winkels anzusehen sind, gleich sind. Wenn daher die Ocularseite des Fernrohres gegen den Himmel, oder sonst gegen eine helle Fläche gekehrt ist, so würde ein weitsichtiges Auge durch das Objectiv das Fadennetz deutlich, und unter den gehörigen Winkeln sehen, wenn es für so zarte Gegenstände Empfindlichkeit genug hätte. Was aber dem blossen Auge unmöglich ist, wird durch den Gebrauch eines zweyten Fernrohres möglich, wenn man das Ocular desselben so stellt, dass man dadurch sehr entfernte Gegenstände deutlich sieht. Ist dieses zweyte Fernrohr mit einem Instrumente (wie mit dem Theodoliten) verbunden, durch welches man zugleich horizontale Winkel messen kann, so lassen sich dadurch die Intervalle der senkrechten Fäden (Seite 154) des ersten Fernrohres sehr genau bestimmen, wie zuerst Gauss gezeigt hat (astron. Nach. Vol. II).

Stellt man also zwey mit Fadenkreuzen im Brennpuncte versehene Fernröhre so auf, dass das Fadenkreuz des einen durch das andere gesehen, mit dem Fadenkreuze des letzteren zusammenfällt, so sind die optischen Axen beyder Fernröhre parallel. Wenn man dann das zwischen jenen beyden so aufgestellten Fernröhren stehende Fernrohr des Meridiankreises zuerst nach dem einen, und dann nach dem andern Fadenkreuze richtet, so ist die optische Axe des Meridiankreises in diesen beyden Lagen desselben parallel. Durch dieses Mittel kann man daher das Fernrohr des

Meridiankreises in genau diametral entgegengesetzte Lagen bringen, und wenn bey der Bewegung des Fernrohres von einer Lage in die andere der Kreis desselben nicht genau 180 Grade durchlauft, so ist der Unterschied der Einwirkung der Schwere, der Beugung des Rohres zuzuschreiben, und diese kann daher durch dieses Verfahren bestimmt werden. Zu diesem Zwecke wird man also zuerst die Fadenkreuze der drey Fadenröhre genau in den Brennpunct derselben bringen, und dann die beyden kleineren nördlich und südlich von dem Meridiankreise, nahe in der Höhe des Mittelpunctes des letztern, aufstellen. Dann wird Objectiv und Ocular aus dem mittleren Rohre herausgenommen, so dass man mit dem südlichen, durch die leere Röhre des mittleren, das nördliche Fernrohr sehen kann. In dieser Lage richtet man das Fadenkreuz des südlichen Rohres auf das des nördlichen, setzt dann Objectiv und Ocular wieder in das mittlere Rohr ein, und beobachtet endlich durch Umdrehung des Fernrohres von Süd nach Nord, den Winkel zwischen den beyden äussersten Fadenkreuzen des südlichen und des nördlichen Rohres. Auf diese Art fand B e s s e l (astron. Beob. Vol. X) im Mittel aus mehreren Messungen den erwähnten Winkel, oder die Summe der Zenithdistanzen der beyden äussersten Fadenkreuze

Kreis Ost $180^\circ + 0.''07$,

Kreis West $180^\circ - 0.''09$,

also die Beugung in den beyden entgegengesetzten horizontalen Bogen des Meridianrohres unmerklich.

I. Wenn man ein Fernrohr mit einer Libelle versieht, und dieses Fernrohr sowohl südlich als nördlich von dem Meridiankreise so aufstellt, dass die Libelle beyde Mahle dieselbe Lage gegen den Horizont anzeigt, so wird die Beobachtung der Zenithdistanz des Fadenkreuzes dieses Fernrohres, in beyden Lagen desselben, den Zenithpunct des Instruments bestimmen. Statt dieser Libelle, durch welche dem Probefernrohre in seinen beyden Lagen eine gleiche Neigung gegen den Horizont gegeben werden soll, hat bekanntlich Cap. K a t e r ein auf Quecksilber schwimmendes Eisen, an welchem das Probefernrohr befestiget ist, vorgeschlagen.

II. Diese Bestimmung des Zenithpunctes des Meridiankreises wird noch durch das folgende Verfahren Bohnenbergers (astron. Nachr. Vol. IV.) erhalten.

Wenn man ein mit einem Fadenkreuze versehenes Fernrohr (so gestellt, wie es sehr entfernte Objecte erfordern), gegen einen ebenen Spiegel so richtet, dass die optische Axe desselben senkrecht auf den Spiegel steht, so wird das von dem Fadenkreuze ausgehende Licht, nach der Brechung durch das Objectiv, parallel auf den Spiegel fallen, sodann von dem Spiegel wieder parallel zurückgeworfen, und durch das Objectiv zum zweyten Mahle so gebrochen werden, dass es sich in demselben Puncte wieder vereiniget, von welchem es ausgegangen ist. Es wird daher an dem Orte des Fadenkreuzes ein Bild desselben entstehen, welches mit dem Fadenkreuze selbst coincidiren, oder nicht coincidiren wird, je nachdem die optische Axe des Fernrohres auf der Spiegelebene senkrecht oder schief steht. Kann man also das Fadenkreuz sowohl, als sein von dem Spiegel gemachtes Bild, beyde zu gleicher Zeit in dem Fernrohre deutlich sehen, so wird man sie auch, durch eine Bewegung des Fernrohres, auf einander fallen, und daher die Axe des Fernrohres auf die Spiegelebene genau senkrecht stellen können.

Dieses deutliche Sehen der Fäden und ihrer Bilder kann man dadurch erreichen, dass man durch eine in der Ocularröhre gemachte Seitenöffnung, zwischen dem Fadennetze und dem Augendeckel, eine glatte, nicht ganz die Hälfte des Sehfeldes bedeckende Fläche anbringt, welche, durch eben diese Öffnung beleuchtet, das Licht gegen das Objectiv hin reflectirt. Dadurch wird man also das Bild der durch den Illuminator bedeckten Hälfte des Fadens in dem anderen, oder unbedeckten Theil des Sehfeldes auf einem hellen Grunde, und zugleich die andere unbedeckte Hälfte eben dieses Fadens unmittelbar beobachten können. Bewegt man das Fernrohr so, dass jenes Bild auf den direct sichtbaren Theil des Fadens fällt, so steht die optische Axe des Fernrohres in einer Ebene, welche auf der Spiegelfläche und zugleich auf diesem Faden senkrecht ist. Die Öffnung der Pupille verstattet übrigens, auch den anderen, auf den ersteren senkrechten Faden und sein Bild, und sonach auch den Durchschnitt beyder Fäden zu sehen, und daher auch die Axe des Fernrohres selbst in eine auf die Spiegelebene senkrechte Lage zu bringen.

Wenn man also das Fernrohr nahe senkrecht, das Objectiv abwärts, und unter das Objectiv einen Quecksilberhorizont stellt, so kann man durch die Micrometerschraube, welche das Fernrohr bewegt, den Horizontalfaden mit seinem Bilde genau zur Coincidenz bringen. Passt nicht zu gleicher Zeit auch der Verticalfaden auf sein Bild, so ist entweder die horizontale Drehungsaxe des Fernrohres nicht genau horizontal, oder die Collimation der optischen Axe (Seite 193) ist nicht weggebracht, oder beyde Fehler haben zugleich Statt.

Diese beyden Fehler sollen daher zuerst durch die bereits oben erwähnten Mittel weggebracht werden, obschon das gegenwärtige Verfahren selbst Mittel geben würde, sie wegzuschaffen. Sind also diese beyden Fehler bereits früher verbessert, so wird, wenn der horizontale Faden und sein Bild sich decken, dasselbe auch von dem verticalen Faden und von dem Durchschnitte beyder Fäden gelten, oder die optische Axe des Fernrohres wird genau vertical seyn, und man wird durch das Ablesen der Verniere unmittelbar den Zenithpunct des Kreises, oder den Indexfehler desselben erhalten, und zwar um so genauer, da diese Beobachtung der Coincidenz eine grosse Schärfe verstattet, und da der Fehler durch die Reflexion doppelt grösser erscheint.

Durch dieses Verfahren kann man auch die Horizontalaxe eines Mittagsrohres dem Horizonte genau parallel stellen. Nachdem man nämlich die optische Axe (nach Seite 193) berichtiget hat, stellt man das Fernrohr wie zuvor in eine nahe senkrechte Lage über den unter ihm stehenden Quecksilberhorizont. Fällt der senkrechte Meridianfaden mit seinem Bilde nicht zusammen, so ist die Rotationsaxe des Mittagsrohres nicht horizontal, und man wird daher diese Rotationsaxe durch die Schraube ihres Zapfenlagers auf der einen Seite derselben so lange erhöhen oder erniedrigen, bis der verticale Faden mit seinem Bilde coincidirt, wo dann die Rotationsaxe horizontal seyn wird. Will man zugleich die optische Axe des Fernrohres berichtigen, so darf man nur das Instrument umhängen, und die eine Hälfte des Fehlers durch die Bewegung der Fäden, die andere aber durch die Bewegung der Rotationsaxe selbst verbessern.

Um diese Methode bequemer und sicherer anzuwenden, kann man noch Folgendes bemerken. Die Öffnung der Ocularröhre wird bey den Ocularen, wo zwey Linsen zwischen den Fäden und dem Auge stehen, zwischen diesen Linsen angebracht. Der Illuminator soll so gestellt werden, dass die Grenzlinie desselben, welche den bedeckten Theil des Sehfeldes von dem offenen trennt, den Winkel der zwey mittleren verticalen und horizontalen Fäden nahe halbirt, weil man dann die Bilder der zwey bedeckten Hälften der Fäden mit gleicher Deutlichkeit, und zugleich die beyden übrigen nicht bedeckten Hälften sehen, und sie sehr genau zur Coincidenz bringen kann. Man wird diesen Illuminator so einrichten lassen, dass er bey den anderen gewöhnlichen Beobachtungen leicht herausgenommen, oder auf die Seite geschoben werden kann. Steht das Fadenkreuz nicht genau in dem Brennpuncte des Objectivs, so kann man die Fäden und ihre Bilder nicht zugleich deutlich sehen, und man wird eine Parallaxe zwischen denselben bemerken, daher auf diesem Wege auch das Fadenkreuz auf den Punct gebracht werden kann, wo es bey der Beobachtung der Gestirne stehen muss. Macht man diese Berichtigungen bey Tage, so muss das Gefäss mit Quecksilber, dessen Stand am Boden fest und gesichert vorausgesetzt wird, mit einer auf ihrer inneren Seite geschwärzten Röhre umgeben seyn, um das Seitenlicht und den Luftzug von dem Quecksilberspiegel abzuhalten. Eine stärkere Beleuchtung dieses Spiegels kann man durch eine in die Seitenöffnung des Oculars gesteckte kleine Röhre mit einer Sammlungslinse, die durch eine Lampe erleuchtet wird, hervorbringen.

33. §. Noch ein anderes und vorzügliches Mittel, den Zenith- oder Nadirpunct des Kreises zu bestimmen, gibt der vom Capitän Kater erfundene Collimator. Er besteht in einem kleinen Fernrohre, welches mit einem Kreuzfaden in seinem Brennpuncte versehen, und nahe senkrecht auf

einen in seiner Mitte durchbrochenen eisernen Teller befestiget ist, so dass das Fernrohr durch diese Öffnung geht. Der Teller wird auf dem in einem Gefässe enthaltenen Quecksilber schwimmend erhalten, und das Rohr so gestellt, dass das Objectiv desselben den höchsten Punct einnimmt, während das Ocular oder vielmehr nach weggenommenem Ocular, die Kreuzfäden desselben mittelst eines Planspiegels durch eine unter jenem Gefässe stehende Lampe erleuchtet werden. Bringt man diese Vorrichtung unter den Mittelpunct des Fernrohres des Meridiankreises, und stellt dieses Fernrohr nahe senkrecht, so dass das Objectiv desselben den tiefsten Punct einnimmt, so sieht man durch das Kreisrohr die Kreuzfäden des Collimators, und kann daher, durch eine kleine Bewegung des Kreisrohres, die Fäden beyder Fernröhre genau auf einander bringen, und die Stellung des Kreisrohres an dem Meridiankreise ablesen. Dreht man dann den Teller des Collimators mit seinem Fernrohre um 180 Grade im Horizonte, und bringt durch eine kleine Bewegung des Kreisrohres die Fäden beyder Fernröhre wieder auf einander, so gibt die halbe Summe der beyden Ablesungen an dem Meridiankreise den gesuchten Nadirpunct dieses Kreises.

Die genäherte verticale Stellung des kleinen Fernrohres des Collimators kann man leicht durch kleine Gewichte erhalten, die man auf verschiedenen Puncten des Tellers auflegt, und auf demselben verschiebt. Statt den erwähnten Kreuzfäden des Collimatorrohres wird man besser zwey an ihren Endpuncten parallele, und in einer Ebene liegende Stahlblättchen anwenden, die etwa die Hälfte des Feldes dieses Fernrohres einnehmen, und deren Schneiden einander genau parallel sind. Zwey Schrauben, deren die eine senkrecht auf das diese Blättchen tragende Diaphragma, und die andere in der Ebene dieses Diaphragmas wirkt, werden dazu dienen, jenen Zwischenraum der Stahlblättchen genau in den Brennpunct des kleinen Fernrohres zu stellen, was zu dem deutlichen Sehen desselben nothwendig ist, und zugleich diesen Zwischenraum der Blättchen mit dem Horizontalfaden des grossen Rohres parallel zu machen. Über das Objectiv des Collimators wird eine breitere

Scheibe von geschwärztem Papier gelegt, die bloss dieses Objectiv frey lässt, und alles fremde Seitenlicht abhält.

Kehrt man bey dem unveränderlich stehenden Collimator, zwischen den beyden Beobachtungen, nicht den Collimator, wie zuvor, sondern das grosse Fernrohr des Kreises, in seinem Lager um, so lässt sich dadurch der Fehler der optischen Axe (Seite 193) dieses Fernrohres bestimmen. Kann man denselben Collimator, das Objectiv desselben gegen die Erde gekehrt, auch über dem Meridiankreise fest stellen, wo dann das Kreisfernrohr in eine senkrechte Lage, das Objectiv nach oben, gebracht wird, so lässt sich dadurch auch der Zenithpunct des Kreises bestimmen, so wie die zwey Horizontalpuncte, wenn das Fernrohr des Collimators auch in einer zu dem schwimmenden Teller parallelen Lage befestiget werden kann, in welchem letzten Falle dann der Collimator in derselben Höhe mit dem Mittelpuncte des Kreisfernrohres, nördlich und südlich von demselben, aufgestellt wird. (M. s. Philos. Transact. for 1828 und Annalen der Wiener Sternwarte Vol. X.)

34. §. Steht das Instrument nicht genau in dem Meridian, so kann man den Unterschied zwischen der Culminationszeit des Gestirns, und der Zeit seines Durchganges durch den Mittelfaden nach dem oben bey dem Mittagsrohre Gesagten finden, und daher die gemessene Zenithdistanz, welche eigentlich die Zenithdistanz des Sterns zur Zeit seines Durchganges durch den Faden ist, nach Band I. Seite 196 auf die Meridianzenithdistanz bringen. Diese Correction wird jedoch meistens unbedeutend seyn, da der Kreis immer schon sehr nahe in den Meridian steht.

Wenn man aber z. B. den Polarstern, von dem man einen grössern Theil seines Parallelkreises in dem Felde des Fernrohres übersehen kann, nicht in dem Durchschnitte des Horizontalfadens mit dem Meridianfaden, sondern in einem anderen Puncte des Horizontalfadens, z. B. bey dem Durchgange des Sterns durch einen Seitenfaden beobachtet, und die Zenithdistanz ablieset, so ist diese abgelesene Zenithdistanz nicht die Zenithdistanz des Sterns zur Zeit der Beobachtung, weil die Gesichtslinie nicht mit der Ebene des Kreises parallel ist, sondern, da der Horizontalfaden den Bogen eines auf den Meridian senkrechten grössten Kreises vorstellt, die Zenithdistanz ZB (Fig. 4., wo Z zwischen P und B liegt) des Punctes B, in welchem ein durch den Ort A des Sterns zur Zeit der Beobachtung auf den Meridian PZBC senkrechten grössten Kreis den Meridian schneidet. Die gesuchte Meridianzenithdistanz hingegen ist die Zenithdistanz ZC des Punctes C, in welchem der Parallelkreis AC des Sterns den Meridian schneidet.

Fig 4

Sey $z' = ZB$ die gelesene Zenithdistanz, $z = ZC$ die gesuchte Meridianzenithdistanz, $p = PA = PC$ die Poldistanz des Sterns, $p' = PB$, $s = APC$ der Stundenwinkel des Sterns zur Zeit der Beobachtung, so ist

$$z - z' = BC = p - p'.$$

Man hat aber in dem bey B rechtwinkeligen sphärischen Dreyecke

$$\tang p' = \tang p \operatorname{Cos} s,$$

woraus folgt ([illegible] Tag 60: $\frac{x}{2} = p'$, $\frac{y}{2} = p$, $a = \operatorname{Cos} s$ und $b = \frac{\operatorname{Cos} s - 1}{\operatorname{Cos} s + 1} = -tg^2 \frac{s}{2}$)

$$p - p' \text{ oder } z - z' = tg^2 \frac{s}{2} \operatorname{Sin} 2p - \tfrac{1}{2} tg^4 \frac{s}{2} \operatorname{Sin} 4p + \ldots$$

oder abkürzend

$$z - z' = \tfrac{1}{4} s^2 \operatorname{Sin} 2p . \operatorname{Sin} 1''.$$

In diesem Ausdrucke für die gesuchte Reduction wird man für nördliche Zenithdistanzen die Grösse z und z' negativ setzen, und eben so wird für untere Culminationen die Grösse p negativ seyn.

35. §. Es ereignet sich oft, dass ein Stern nur an einem oder an einigen der verticalen Seitenfäden beobachtet wird, und daher die Reduction auf den Mittelfaden erfordert. Wenn die eigene Bewegung des Gestirns und die Parallaxe desselben beträchtlich ist, wie bey dem Monde, so wird man diese Reduction nicht durch das blosse, nach Seite 154 bekannte Intervall der Fäden vornehmen, sondern auf folgende Art verfahren:

Sey F der Äquatorialabstand eines Seitenfadens von dem mittleren in Sternzeit, $\Delta\alpha$ die in Graden ausgedrückte Bewegung des Mondes in Rectascension während eines mittleren Sonnentages, φ die Polhöhe, ϖ die Horizontalparallaxe, und p, p' die wahre und scheinbare Poldistanz des Mondes. Man denke sich durch den Mond in dem Augenblick, wo er den Seitenfaden berührt, also von dem Meridianfaden den senkrechten Abstand 15F hat, einen Verticalkreis gezogen, und bezeichne seine alsdann Statt findende scheinbare Zenithdistanz durch z'. Ferner sey für denjenigen Punct dieses Verticalkreises, der die wahre Zenithdistanz z hat (und der daher den vom Mittelpuncte der Erde aus gesehenen Ort des Gestirns in dem Augenblicke bezeichnet, wo es von der Oberfläche der Erde am Seitenfaden erscheint), der senkrechte Abstand von dem Meridianfaden gleich x, so hat man

$$\mathrm{Sin}\,15\,F : \mathrm{Sin}\,x = \mathrm{Sin}\,z' : \mathrm{Sin}\,z \text{ oder } \mathrm{Sin}\,x = \mathrm{Sin}\,15\,F \cdot \frac{\mathrm{Sin}\,z}{\mathrm{Sin}\,z'}.$$

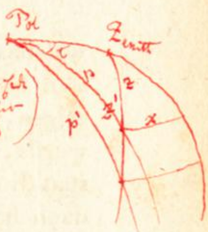
Bezeichnet man ferner den diesem letzteren Puncte zugehörenden Stundenwinkel durch t, so hat man ebenfalls

$$\mathrm{Sin}\,x = \mathrm{Sin}\,t\,\mathrm{Sin}\,p.$$

Ist endlich Δz die Höhenparallaxe oder $\Delta z = z' - z$, so ist

$$\mathrm{Sin}\,t = \frac{\mathrm{Sin}\,15\,F}{\mathrm{Sin}\,p} \cdot \frac{\mathrm{Sin}\,z}{\mathrm{Sin}\,(z + \Delta z)} \text{ oder}$$

$$\mathrm{Sin}\,t = \frac{\mathrm{Sin}\,15\,F}{\mathrm{Sin}\,p} \cdot \frac{1}{\mathrm{Cos}\,\Delta z\,(1 + \mathrm{Cotg}\,z\,\mathrm{tg}\,\Delta z)}.$$



Man hat aber, wie bekannt,

$$\mathrm{tg}\,\Delta z = \frac{\mathrm{Sin}\,\varpi\,\mathrm{Sin}\,z}{1 - \mathrm{Sin}\,\varpi\,\mathrm{Cos}\,z},$$

also auch, wenn man diesen Werth substituirt,

$$\mathrm{Sin}\,t = \frac{\mathrm{Sin}\,15\,F}{\mathrm{Sin}\,p} \cdot \frac{1 - \mathrm{Sin}\,\varpi\,\mathrm{Cos}\,z}{\mathrm{Cos}\,\Delta z}.$$

Da aber z in dem hier betrachteten Abstande vom Meridian offenbar gleich $\varphi - \delta$ ist, so hat man, wenn man nur die erste Potenz der Parallaxe berücksichtiget, und $\mathrm{Cos}\,\Delta z = 1$ setzt, weil t und 15F nur kleine Bogen bezeichnen,

$$t = \frac{15\,F}{\mathrm{Sin}\,p}\,(1 - \mathrm{Sin}\,\varpi\,\mathrm{Sin}\,[p + \varphi]).$$

Es ist aber die Veränderung des Stundenwinkels in einer Secunde Sternzeit gleich $(15 - 0.04155\,\Delta\alpha)$ Secunden, also auch die Anzahl der Sternzeitsecunden, in welcher der Stundenwinkel t beschrieben wird (und den, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, das Gestirn haben muss, um an den Seitenfaden zu erscheinen), gleich

$\frac{60.60}{86636} = 0,04155$

$$N = \frac{t}{15 - 0.04155\,\Delta\alpha} = \frac{F}{\mathrm{Sin}\,p} \cdot \frac{1 - \mathrm{Sin}\,\varpi\,\mathrm{Sin}\,(p + \varphi)}{1 - 0.00277\,\Delta\alpha}.$$

I. Man kann den Ausdruck der Reduction N auch auf folgende Art finden. — Der scheinbare Stundenwinkel des Gestirns, den wir durch t′ bezeichnen wollen, ist offenbar gleich $\frac{15\,F}{\text{Sin}\,p'}$. Wenn aber in dem Dreyecke zwischen Pol, Zenith und dem scheinbaren Ort des Gestirns die Polhöhe und das Azimut ungeändert bleibt, so hat man (I Pag 26)

$$dt' = \frac{\text{Cos}\,\varphi\,\text{Sin}\,t'}{\text{Sin}\,p'\,\text{Sin}\,z'}\,.\,dz'.$$

In unserem Falle bezeichnet dz′ die Höhenparallaxe, also
I Pag 93 ist $dz' = -\varpi\,\text{Sin}\,z'$. Da t′ klein ist, so kann man t′ statt Sin t′ setzen, wodurch man erhält

$$dt' = -\frac{t'\,\text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi}{\text{Sin}\,p'}\text{, also auch}$$

$$t = t' + \varDelta t' = \frac{15.F}{\text{Sin}\,p'}\left(1 - \frac{\text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi}{\text{Sin}\,p'}\right)\text{, und daher wieder}$$

$$N = \frac{F}{\text{Sin}\,p'}\,.\,\frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi\,\text{Cosec}\,p'}{1 - 0.00277\,\triangle\,\alpha},$$

welches der gesuchte zweyte Ausdruck von N ist. (M. s. astr. Nachr. N. 52.) Um die Identität beyder Ausdrücke zu zeigen, so kann man, wenn man, wie hier vorausgesetzt wurde, bloss die erste Potenz der Parallaxe berücksichtiget, statt Sin ϖ Cos φ Cosec p′ auch Sin ϖ Cos φ Cosec p setzen, und dann hat man, wenn Δp die Parallaxe die Poldistanz bezeichnet, (In unserem Meridian t−α sehr klein ist)

$$\varDelta p = p' - p = -\,\text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,(p + \varphi)$$

(nach Band I. Seite 97).

$$\frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi\,\text{Cosec}\,p'}{\text{Sin}\,p'} = \frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi\,\text{Cosec}\,p}{\text{Sin}\,(p + \triangle\,p)}$$

$$= \frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi\,\text{Cosec}\,p}{\text{Sin}\,p\,(1 + \text{Cotg}\,p\,\text{Sin}\,\triangle\,p)}$$

$$= \frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi\,\text{Cosec}\,p}{\text{Sin}\,p\,(1 - \text{Cotg}\,p\,\text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,[p + \varphi])}$$

$$= \frac{[1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,\varphi\,\text{Cosec}\,p]\,.\,[1 + \text{Cotg}\,p\,\text{Sin}\,\varpi\,\text{Cos}\,(p + \varphi)]}{\text{Sin}\,p}$$

$$= \frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,[\text{Cosec}\,p\,\text{Cos}\,\varphi - \text{Cotg}\,p\,\text{Cos}\,(p + \varphi)]}{\text{Sin}\,p}$$

$$= \frac{1 - \text{Sin}\,\varpi\,\text{Sin}\,(p + \varphi)}{\text{Sin}\,p}\ \text{wie zuvor.}$$

36. §. Wir wollen nun das Vorzüglichste von demjenigen, was bey dem mechanischen Gebrauche dieses Instruments zu beobachten ist, hier kurz zusammenstellen.

Es ist bereits oben bemerkt worden, dass der eine der beyden verticalen Kreise, die Alhidade, durch eine eigene Klemme an einem der das Instrument tragenden Pfeiler befestiget ist, während der andere mit der horizontalen Drehungsaxe verbunden ist, und mit dem Fernrohre zugleich sich auf- und abbewegt. Auch dieser zweyte Kreis kann durch einen eigenen Hemmungsarm an die Drehungsaxe angedrückt und befestiget werden. Wenn man durch die freye Bewegung des Fernrohres das zu beobachtende Gestirn in das Feld des Fernrohres, und bereits nahe zu dem horizontalen Faden desselben gebracht hat, so wird dieser zweyte Kreis durch jenen Hemmungsarm geschlossen, und die noch übrige Bewegung des Kreises oder des Fernrohres durch die Micrometerschraube dieses Arms ausgeführt, und damit der Stern genau auf den Horizontalfaden, oder besser noch, genau in die Mitte zwischen zwey horizontalen, etwa 8 bis 10 Secunden von einander abstehenden Fäden gebracht.

Die erwähnte Klemme des ersten Kreises aber, oder die Klemme der Alhidade ist bestimmt, diese Alhidade immer in derselben unveränderten Lage zu erhalten. Da dieser Kreis eine eigene, an ihn befestigte Libelle trägt, so wird der unveränderte Stand dieser Libelle auch die Beständigkeit der Lage des Kreises verbürgen. Kleine Abweichungen des Kreises, die sich durch ähnliche kleine Bewegungen der Libelle verrathen, wird man durch eine leichte Rechnung verbessern. Setzt man nämlich voraus, dass für alle Beobachtungen die Blase dieser Libelle genau in der Mitte stehen soll, und bemerkt man, dass bey einer Beobachtung das nördliche Ende der Blase N, das südliche aber S zeigt, so ist die Correction der beobachteten Zenithdistanz $dL = + \frac{1}{2} a (N - S)$, wenn der Kreis auf der Westseite, und $dL = + \frac{1}{2} a (S - N)$, wenn der Kreis auf der Ostseite steht, wo a den Werth eines Theilstriches der Libelle bezeichnet. Wenn mit der Zeit die Blase von der Mitte der Libelle zu sehr abweicht, so wird sie, durch die an der erwähnten Klemme des Alhidadenkreises angebrachte Micrometerschraube wieder gegen die Mitte der Libelle zurückgeführt. Die Schrauben aber, welche an der Fassung der Libelle selbst angebracht sind, dürfen nur dann berührt werden, wenn wieder eine neue Periode von Beobachtungen mit entgegengesetzten Lagen des Kreises beginnt, weil jede Periode die unveränderliche Verbindung der Libelle mit ihrer Alhidade voraussetzt. Man wird übrigens Sorge tragen, die Meridianeinschnitte immer einige Zeit vor den Beobachtungen zu öffnen, weil sonst das Eindringen der äusseren Luft, die gewöhnlich in ihrer Temperatur von der inneren verschieden ist, auf den Stand der Libelle störend einwirkt. Da endlich die Micrometerschraube der Alhidadenklemme meistens eine beträchtliche Länge hat, so kann man sie, im Anfange einer Beobachtungsperiode, so stellen, dass der Collimationsfehler des Kreises sehr klein ist, oder dass er, wenn das Rohr senkrecht steht, auch sehr nahe die Zenithdistanz Null zeigt, wo dann die Libelle durch die Schrauben ihrer Fassung eingestellt wird, und dann während der ganzen Periode unberührt bleibt. Doch ist es unwesentlich, diesen Collimationsfehler so klein zu machen, da er ohne Nachtheil selbst mehrere Grade betragen kann. Häufig bemerkt man, wenn man das Fernrohr bewegt, auch eine Änderung der Libelle. Diese Erscheinung hat ihren gewöhnlichen Grund in der zu tief liegenden Alhidade, die also, bey dem Umwenden des Instruments, etwas herausgezogen werden muss, wobey man die Alhidade bey entgegengesetztem Speicher so nahe als möglich an dem Mittelpuncte des Kreises umfasst. Jene Änderung kann aber auch von der zu grossen Öffnung der kugelförmigen Mutter am Ende der Klemme der Alhidade kommen, in welcher Mutter die Micrometerschraube lauft, und dann muss sie durch ihr Seitenschräubchen fester angezogen werden.

Bey dem Nivelliren der horizontalen Rotationsaxe durch die Hänglibelle muss der oben erwähnte Hemmungsarm des beweglichen Kreises ausgelöst, und in verkehrter Richtung durch seine Druckschraube wohl befestiget werden, weil man sonst mit den Haken der Libelle nicht zu den stählernen Zapfen der Rotationsaxe gelangen könnte, und weil jener Hemmungsarm, wenn er herabfällt, die Libelle beschädigen würde.

Das Umkehren des Instrumentes, oder das Umwenden des Kreises von Ost gen West geschieht am besten durch Hülfe eines Wagens, der mittels zweyer, an einer vertical auf- und abgehenden starken schraubenförmigen Spindel befestigten Arme die Drehungsaxe des Instruments aus ihren Lagern hebt, und sie in verkehrter Lage wieder sanft in diese Lager zurücklegt. Wenn diese Arme bereits nahe unter der Drehungsaxe stehen, so werden die Pfannendeckel, welche über den Zapfen befestiget sind, geöffnet und weggenommen, und die Rotationsaxe durch Erhebung der Spindel etwas aus ihren Lagern gehoben. Dann werden die Gegengewichte herabgenommen, das Instrument noch weiter gehoben, in den Geleisen des Wagens zurückgezogen, umgekehrt und in der neuen Lage wieder über die Lager zurückgebracht, und durch Senkung der Spindel sanft herabgelassen. Noch ehe die Zapfen ihre Lagen berühren, werden die Gegengewichte wieder eingehängt, dann die Rotationsaxe gänzlich herabgelassen, und die Pfannendeckel wieder aufgeschraubt. Wenn in der neuen Lage des Kreises die Libelle der Alhidade nicht wieder, wie zuvor, nahe einspielt, so wird, durch die Micrometerschraube der Klemme dieser Alhidade die Blase der Libelle wieder nahe in die Mitte gebracht. Vor dem Wiedereinlegen der Axen in ihre Lager wird man die Zapfen derselben, so wie die Lager selbst, vom Staube reinigen, und ihnen etwas Öhl geben. Diese Zapfen sowohl als auch die inneren Axen der beyden Kreise dürfen nie ohne Öhl gehen, weil sie sich sonst zu früh abnützen, aber auch nicht zu viel Öhl haben, sondern nur damit sehr fein bedeckt seyn. Auch dürfen die Kreise nie an den Enden ihrer Speicher, sondern immer nur nahe bey ihren Mittelpuncten ergriffen werden, um alle Biegungen derselben zu vermeiden, wie dann auch die erwähnte Klemme der Alhidade sowohl, als auch der Hemmungsarm des beweglichen Kreises nur auf den Mittelpunct oder vielmehr auf die Axe dieser beyden Kreise wirkt. Der Ort, in welchem die Gegengewichte an ihre Stangen befestiget werden, ist gewöhnlich schon von dem Künstler bemerkt, sonst muss er durch Versuche oder durch Abwägen mittels des feinen Gefühls der Fingerspitzen gesucht werden. Die beyden Zapfen der Rotationsaxe z. B. sollen nämlich nur eben noch in ihren Lagern aufliegen, so dass schon die geringste Vermehrung des Gegengewichts sie über diese Lager hebt. Um jeden zu starken Druck des Instruments auf seine Unterlagen zu vermeiden, müssen die Balancirungen eingehängt werden, und bereits ihre Wirkungen äussern, ehe noch die Zapfen ihre Lager berühren. Daher sind auch die kleinen Metallfedern unter den Pfannendeckeln dazu bestimmt, die durch die Gegengewichte sich schon beynahe hebenden Zapfen doch noch in genauer, wiewohl sanfter Berührung mit ihren Lagern zu erhalten. Auch versteht es sich von selbst, dass die Frictionsrollen der Gegengewichte immer genau in die für sie eingedrehten Nuthen der Drehungsaxe gestellt werden müssen.

Die Alhidade, welche durch ihr eigenes Gegengewicht genau balancirt ist, wird durch eine schwache ringförmige Stahlfeder an den, am Ende der metallenen Axe hervorstehenden stählernen Kegel angedrückt, und dadurch immer mit dem beweglichen Kreise in einer concentrischen Lage erhalten. Diese Feder stemmt sich gegen eine runde, mitten durchschnittene, und wieder von einem zweyten Ringe durch sechs Schräubchen zusammengehaltene Platte. Die erstere greift in eine schmale, in die stählerne Axe eingedrehte Nuth, und wird dadurch an ihrer Stelle festgehalten. Da die Feder fortwährend wirkt, so wird durch das Drehen der Axe bey längerem Gebrauche allmählig das Öhl zwischen der Büchse der Alhidade und dem stählernen Kegel verdrängt, und die Bewegung ist nicht mehr so leicht, als zuvor. Man drückt dann einige Mahle die Alhidade behutsam gegen ihre Feder, so dass diese etwas zurückgebogen wird, und dadurch tritt das Öhl zwischen die reibenden Theile, und die Bewegung wird wieder sanft und leicht. Nach Jahre langem Gebrauche aber wird es nöthig, die Alhidade ganz herauszunehmen, Büchse und Kegel zu reinigen, und wieder mit frischem Öhle zu versorgen. Zu diesem Zwecke werden jene sechs Schräubchen, die beyde Ringe zusammenhalten, ausgeschraubt, der erste Ring von der Axe abgezogen, die beyden Hälften des anderen aus ihrer Nuth gedrückt, und die Stahlfeder weggenommen. Dann lässt sich auch der Loupenträger abnehmen, wodurch zugleich eine runde Platte von der Büchse der Alhidade los wird, an welche eben die Feder andrückt. Die Alhidade kann dann vorsichtig herausgenommen, und um ihren Mittelpunct sowohl, als auch an dem Rande ihrer Peripherie sorgfältig gereiniget werden.

Um die Theilung des Kreises möglichst zu schonen, muss sie öfters von dem sich auflegenden Staube gereiniget werden. Dieses soll nicht durch Leinwand, welche oft Risse auf dem Silber zurücklässt, sondern durch einen weichen Haarpinsel geschehen. Nur wenn der Schmutz schon fester sitzt, wird man ihn durch eine feine, abgetragene und mit Wasser etwas befeuchtete, oder auch bloss angehauchte Leinwand wegzubringen suchen. Wenn dieses Verfahren nicht hinreicht, so müsste die Theilung mit einer feinen, und gut ausgebrannten Kohle von Erlen- oder Lindenholze, die man in Öhl taucht, abgerieben werden. Doch darf diess nur sehr selten, und mit der grössten Vorsicht geschehen, weil unter diesen Kohlen manche noch stark schleifen, und dadurch die Theilung schwächen. Die Kohle muss daher zuvor auf einem andern Silber untersucht werden, ob sie dasselbe nicht angreift oder Risse zurücklässt.

37. §. Noch ist übrig, die Reductionen der an diesem Instrumente gemachten Beobachtungen näher anzugeben. Sie beziehen sich A. auf die Bestimmung der drey vorzüglichsten Fehler des Instrumentes in Rücksicht auf die damit beobachteten Rectascensionen. B. Auf die Angabe der Correction der Uhr. C. Auf die Kenntniss des Polpuncts des Kreises, und endlich D. auf die Reduction der beobachteten Orte der Gestirne auf ihren mittleren Ort für irgend eine gegebene Epoche.

Zu diesem Zwecke wollen wir die folgenden Beobachtungen benützen, welche 1827 den 15. August an dem Meridiankreise in Wien gemacht worden sind.

1827 den 15. August	Uhrzeit. Mittel aus allen Fäden	Mittel aus vier Verniern	Libelle S	Libelle N	Uhrzeit der Beobachtungen ausser dem Meridian	Barometer, innerer und äusserer Thermometer Réaumur
α Urs. min. untere Culmination	12^h 59′ 24.″09	316° 37′ 49.″5	10.8	9.0	....	$27.^{z}36$ Par.
		51.2	12.1	7.4	53′ 12″	+18.°6
		50.5	11.0	8.0	55 20	+21.°8
		49.7	10.9	9.0	57 19	
		50.0	11.0	8.7	61 34	
		50.2	10.7	8.5	63 37	
		52.5	10.2	8.9	66 33	
α Virginis.........	13 15 52.86	58 27 50.2	10.0	8.1		
α Bootis..........	14 7 33.62	28 8 5.2	9.1	8.0		
$α^2$ Librae..........	14 41 7.48	63 31 9.2	9.6	7.9		
α Cor. bor........	15 27 9.45	20 55 7.7	9.7	8.1		
α Serpentis........	15 35 33.23	41 14 22.0	9.7	8.0		$27.^{z}36$
α Scorpii.........	16 18 37.88	74 13 5.5	9.6	8.9		+18.°6
ζ Ophiuchi........	16 27 27.07	58 24 48.2	9.5	9.0		+19°.4
η Herculis........	16 36 45.73	8 57 58.2	9.8	9.0		
η Ophiuchi........	17 0 16.75	63 42 1.0	10.0	9.4		
α Herculis........	17 6 34.01	33 37 16.5	9.8	9.7		$27.^{z}35$
α Ophiuchi........	17 26 42.82	35 31 18.2	10.0	10.0		+18.°5
δ Urs. min........	18 27 53.06	321 39 5.2	10.1	10.9	....	+18°.2
		0.5	10.0	11.1	22 2	
		4.2	10.0	11.1	25 1	$27.^{z}35$
		4.2	10.0	11.0	30 52	+18°.0
		1.2	10.0	10.9	33 47	+16°.5

I. Um aus diesen durch die unmittelbaren Beobachtungen gegebenen Grössen die drey Fehler (Seite 189) des Instruments in Beziehung auf die Rectascensionen zu finden, so wird zuerst der Fehler c der optischen Axe durch die Culmination des Polarsterns in den zwey entgegengesetzten Lagen des Kreises gefunden, nach dem Ausdrucke (Seite 194)

$$c = \frac{\theta' - \theta + (b' - b)\, n}{2} \text{ Cos } \delta,$$

wo die Grössen θ, b, n... die dort angeführte Bedeutung haben. So wurde z. B. am 18. April 1829 der Kreis umgelegt, und durch den Polarstern gefunden

$$\theta = 0^h\ 59'\ 55.''37, \text{ und } \theta' = 1^h\ 0'\ 2.''47.$$

Durch die Nivellirung mit der Hänglibelle erhielt man vor der Umwendung $b = 0.''254$, und nach derselben $b' = +0.''223$; ferner ist $n = \text{Cos}(\varphi - \delta) \text{ Sec } \delta$, also auch $c = \frac{1}{2}(7.10 - 0.031\, n) \text{ Cos } \delta$, oder da $\delta = 88^\circ\ 23'\ 47''$ ist, $c = \pm 0.''0847$, das obere Zeichen, wo der Kreis auf der Westseite steht. Will man alle Beobachtungen von der täglichen Aberration (I. Band Seite 80) befreyen, so hat man, da dieselbe für Wien gleich $-0.''0139$ im Äquator beträgt,

$c = +0.071$ Kreis West, und

$c = -0.099$ Kreis Ost.

Die Neigung b der Rotationsaxe gegen den Horizont wird durch die Hänglibelle nach der Gleichung

$$b = \frac{k}{60}[(W + W') - (O + O')]$$

in Zeit bestimmt,

wo $k = 0.''636$, also $\frac{k}{60} = 0.0106$ ist.

Sind so b und c bekannt, so findet man das Azimut a des Fernrohres durch den Ausdruck (Seite 192)

$$a = \frac{(\alpha - t) - (\alpha' - t') + b'n' - b\,n + c \text{ Sec } \delta' - c \text{ Sec } \delta}{m - m'},$$

wo wieder

$n = \text{Cos}(\varphi - \delta) \text{ Sec } \delta$, und $m = \text{Sin}(\varphi - \delta) \text{ Sec } \delta$ ist,

und wo für obere Culminationen α und δ die Rectascension und Declination, für untere Culminationen aber die um 12^h vermehrte Rectascension, und das Complement der Declination des beobachteten Sterns zu 180° bezeichnet.

Für unseren Beobachtungstag, den 15. August 1829, ist für

α Urs. min. $t = 12^h\,59'\,24.''09$, scheinbar $\alpha = 0^h\,59'\,40.''48$
δ Urs. min. $t' = 18\;27\;53.06$ $\alpha' = 18\;28\;5.35.$

Ferner wurde durch die Hänglibelle gefunden

$b = b' = -0.''235$, und es war

$c = +0.''071$,

da der Kreis auf der Westseite stand, also ist auch

$(\alpha - t) - (\alpha' - t') = 4.10$, und
$b(n' - n) = -9.17$,
$c(\mathrm{Sec}\,\delta' - \mathrm{Sec}\,\delta) = -3.71$, und
$m - m' = 34.85$, also auch

$$a = \frac{4.10 - 9.17 - 3.71}{34.85} = -0.''252.$$

II. Nachdem wir so die drey Fehler a, b, c des Instruments für diesen Tag kennen gelernt haben, werden wir die Correction x der Uhr gegen Sternzeit durch den Ausdruck (Seite 194) erhalten,

$$x = \alpha - t - am - bn - c\,\mathrm{Sec}\,\delta.$$

So hat man

	α Virginis	α Bootis	α^2 Librae
t ----	$13^h\;15'\;52.''86$	$14^h\;7'\;33.''62$	$14^h\;41'\;7.''48$
α ----	13 16 7.53	14 7 48.18	14 41 22.06
$\alpha - t$ ----	14.67	14.56	14.58
am ----	− 0.22	− 0.13	− 0.23
bn ----	− 0.12	− 0.22	− 0.11
c Sec δ ----	− 0.07	− 0.08	− 0.07
x ----	+ 15.08	+ 14.99	+ 14.99

Eben so gibt

	α	x
α Cor. bor.	$15^h\;27'\;23.''98$	$+14.''96$
α Serpentis	15 35 47.74	+ 14.94
α Scorpii	16 18 52.45	+ 14.99
α Herculis	17 6 48.66	+ 15.06
α Ophiuchi	17 26 57.44	+ 15.04.

Im Mittel aus allen acht Bestimmungen erhält man die Correction der Uhr gegen Sternzeit $x = +15.''006$ um $15^h\,30'$ Uhrzeit die Uhr zu wenig. Da ferner den 13. August um $14^h\,38'$ Uhrzeit aus ähnlichen Beobachtungen die Correction der Uhr $x = +14.''652$ gefunden wurde, so ist die tägliche Retardation der Uhr $0.''173$.

III. Wenn man aus den beobachteten Meridianhöhen der Sterne unmittelbar ihre Poldistanzen sucht, so muss der Polpunct des Instruments bestimmt werden. Man wählt dazu die beyden Polarsterne, die man, der grösseren Sicherheit wegen, auch ausser der Mitte des Feldes, oder ausser dem Meridian beobachtet. Um diese beobachteten Zenithdistanzen auf den Meridian zu reduciren, hat man, wenn s den Stundenwinkel der Beobachtung bezeichnet, für die Polhöhe Wiens (I. Band Seite 197)

für α Urs. min.

Reduction $= -\,0.''0288\ M$ obere Culmination,
$+\,0.0270\ M$ untere Culmination,

für δ Urs. min.

Reduction $= -\,0.0639\ M$ obere Culmination,
$+\,0.0559\ M$ untere Culmination,

$$\text{wo } M = \frac{2\,\mathrm{Sin}^2 \frac{s}{2}}{\mathrm{Sin}\,1''}.$$

Sind die Höhen beobachtet worden, so werden die Zeichen dieser Ausdrücke geändert.

Die Correction der fixen Libelle der Alhidade endlich (nach §. 36.) da der Werth eines Theilstriches $a = 1.''070$ ist

$dL = 0.''535\,(N - S)$, wenn der Kreis westlich steht, und
$dL = 0.''535\,(S - N)$, wenn der Kreis östlich steht.

Für unseren Beobachtungstag hat man, da α Urs. min. um $13^h\ 59'\ 25''$ Uhrzeit culminirte,

Mittel der Verniere 316° 37′	Correction der Libelle dL	Uhrzeit 13^h	Reduction auf den Meridian	Meridianhöhe 316° 37′
49.″5	—1.″0	59′ 25″	0.″0	48.″5
51.2	—2.6	53 12	—2.1	46.5
50.5	—1.7	55 20	—0.8	48.0
49.7	—1.1	57 19	—0.2	48.4
50.0	—1.3	61 34	—0.2	48.5
50.2	—1.2	63 37	—0.9	48.1
52.5	—0.7	66 33	—2.7	49.1

Im Mittel aus allen sieben Beobachtungen ist also die Meridianhöhe

$$h = 316° \; 37' \; 48.''16.$$

Ist dann r die wahre Refraction, und p die scheinbare Poldistanz des Sterns, so ist der Instrumentalpolpunct Π,

Kreis West $\Pi = h - r - p$ in der oberen Culmination,
$\Pi = h - r + p$ in der unteren Culmination,
Kreis Ost $\Pi = h + r + p$ in der oberen Culmination,
$\Pi = h + r - p$ in der unteren Culmination.

Es war aber Barometer 27.36 Pariser Zoll; inneres Thermometer $= 18.°6$, und äusseres $= 21.°8$ Réaumur, also ist $r = 50.''20$. Ferner ist die scheinbare Poldistanz des Polarsternes für den Beobachtungstag

$$p = 1° \; 36' \; 50.''51,$$

und daher

$$\Pi = 316° \; 37' \; 48.''16 - 50.''20 + 1° \; 36' \; 50.''51, \text{ oder}$$
$$\Pi = 318° \; 13' \; 48.''47.$$

Mehrere ähnliche Bestimmungen werden im Mittel diesen Werth von Π mit grösserer Genauigkeit geben.

Nennt man dann m das durch die Libelle verbesserte Mittel der vier gelesenen Verniere eines der beobachteten Sterne, und r die wahre Refraction, so erhält man die scheinbare Poldistanz p dieses Sterns durch die Ausdrücke:

Kreis Ost, südlicher Meridian
$p = \Pi - m + r$,
Kreis Ost, nördlicher Meridian
$p = \Pi - m - r$ obere Culmination,
$p = m - \Pi + r$ untere Culmination,
Kreis West, südlicher Meridian
$p = m - \Pi + r$,
Kreis West, nördlicher Meridian
$p = m - \Pi - r$ obere Culmination,
$p = \Pi - m + r$ untere Culmination.

Endlich findet man noch die scheinbare Zenithdistanz z zur Bestimmung des Logarithmus der mittleren Refraction durch die Gleichung

südlicher Meridian $z = p' - \psi$,
nördlicher Meridian $z = \psi - p'$ obere Culmination,
$z = \psi + p'$ untere Culmination,

in welchen Ausdrücken $p' = \Pi - m$, oder $p' = m - \Pi$ die von der Refraction afficirte Poldistanz des Sterns, und ψ die Äquatorhöhe bezeichnet.

IV. Um endlich noch zu zeigen, wie man die so aus den Beobachtungen abgeleitete scheinbare Rectascension und Poldistanz eines Sterns auf den mittleren Ort desselben für irgend eine Epoche bringt, wollen wir η Ophiuchi auf seinen mittleren Ort für den Anfang des Jahres 1828 reduciren.

Es war der reducirte Mittelfaden $t = 17^h\ 0'\ 16.''75$, und das durch die Libelle verbesserte Mittel der Verniere $m = 63°\ 42'\ 0.''7$; Barometer = 27.35; inneres Thermometer 18.°5, und äusseres + 18.°2 Réaumur. Man hat daher nach der Gleichung

$$\alpha = t + x + a\,m + b\,n + c\,\mathrm{Sec}\,\delta,$$

$$\alpha = 17^h\ 0'\ 16.''75 + 15.''02 - 0.''24 - 0.''11 - 0.''07,$$

oder die scheinbare Rectascension

$$\alpha = 17^h\ 0'\ 31.''35.$$

Da der Polpunct im Mittel der Beobachtungen vom 8. bis 15. August,

$$\Pi = 318°\ 13'\ 46.''7$$

ist, so hat man

$$p' = 105°\ 28'\ 14.''0, \text{ und}$$

$$z = 63°\ 40'\ 49.''0.$$

Mit dieser Zenithdistanz findet man

log r' =	2.0823, und n = 1.009
Barometer	9.9898
innerer Thermometer	9.9982
äusserer Thermometer	— 0.0349
log r =	2.0354
r =	1' 48.''5.

Daher ist die scheinbare Poldistanz

$$p = m - \Pi + r, \text{ oder}$$

$$p = 63°\ 42'\ 0.''7 - 318°\ 13'\ 46.''7 + 1'\ 48.''5, \text{ d. h.},$$

$$p = 105°\ 30'\ 2.''5.$$

Um endlich diesen scheinbaren Ort auf den mittleren Ort für 1828.00 zu bringen, wird man ihm die Präcession, die Nutation und die Aberration (nach I. Seite 88) mit verkehrten Zeichen hinzusetzen. Bequemer findet man diese drey Correctionen nach den Tafeln der Annalen der Wiener

Sternwarte Band VIII. Seite 82. Es ist nämlich $\odot = 141.°8$, und $☊ ☾ = 219.°2$, also auch

	α			p		
	17^h	$0'$	$31.''35$	$105°$	$30'$	$2.''5$
Präcession			+ 1.30			+ 1.9
Aberration			— 0.67			+ 1.3
Nutation			— 0.76			+ 5.7
	$\alpha_{,} =$ 17	0	31.23	$p_{,} =$ 105	30	11.4

wo $\alpha_{,}$ und $p_{,}$ die gesuchte mittlere Rectascension und Poldistanz von η Ophiuchi für 1828.00 sind. Eben so findet man

	ε Ophiuchi			η Herculis		
Mittel der Fäden	16^h	$27'$	$27.''07$	16^h	$36'$	$45.''72$
Correction der Uhr			+ 15.02			+ 15.01
Correction des Instr.			— 0.38			— 0.34
Präcession			+ 1.24			+ 0.78
Aberration			— 0.48			— 0.62
Nutation			— 0.73			— 0.31
	$\alpha_{,} =$ 16	17	41.74	$\alpha_{,} =$ 16	37	0.24
Beobachtete Poldistanz	$100°$	$11'$	$1.''2$	$50°$	$44'$	$11.''1$
Refraction			+ 27.0			+ 8.7
Präcession			+ 2.8			+ 2.7
Aberration			+ 2.7			+ 16.0
Nutation			+ 4.8			+ 5.0
	$p_{,} =$ 100	12	38.5	$p_{,} =$ 50	44	43.5

38. §. Da endlich alle mit dem Meridiankreise gemachten Beobachtungen von der Refraction befreyt werden müssen, und da die Correction der Refraction von dem Stande des Barometers und Thermometers zur Zeit der Beobachtungen abhängt, so werden zum Schlusse dieses Gegenstandes noch einige Bemerkungen über diese beyden meteorologischen Instrumente nicht überflüssig seyn.

Nimmt man an, dass das nach den bekannten Vorschriften richtig verfertigte Thermometer eine Scale von Metall hat, deren Längen bey den Temperaturen des Eis- und Siedepunctes $1 : 1 + \alpha$ sind, dass die Dichten des Quecksilbers bey denselben Temperaturen das Verhältniss $1 + \beta : 1$ haben, und ist b die abgelesene Barometerhöhe in einem

Masse, dessen Einheit k Pariser Linien beträgt, und t und t' die Temperatur des Quecksilbers und der Scale (oder t die Höhe des äusseren, und t' die des inneren, an den Barometer befestigten Thermometers), und ist endlich τ die Temperatur, bey welcher die Scale des Barometers ihre wahre Länge erhält, alle drey vom Gefrierpuncte an gerechnet, so ist das wahre Pariser Maass der abgelesenen Höhe des Barometers gleich (Bessel astr. Beob. Vol. XII)

$$\frac{k\,b\,(n + t'.\alpha)}{n + \tau.\alpha},$$

wo n = 80, 180 oder 100 für das Thermometer von Réaumur, Fahrenheit oder für das Thermometer centigrad ist, und wo daher vorausgesetzt wird, dass beyde Thermometer denselben Werth von n haben. Daraus folgt, dass die auf die Dichte des Quecksilbers bey dem Eispuncte reducirte Barometerhöhe im Pariser Maasse gleich ist

$$b' = \frac{k\,b\,(n + t'\alpha)}{n + \tau.\alpha} \cdot \frac{n}{n + t.\beta} \quad \text{oder}$$

$$b' = \frac{k\,b\,n}{n + \tau\alpha} \cdot \frac{n + t\alpha}{n + t\beta} \cdot \left(1 + \frac{(t' - t)\,\alpha}{n + t\,\alpha}\right).$$

I. Da ferner die inneren Thermometerröhren nur selten, oder nie in allen ihren Theilen gleich weit sind, so ist es nothwendig, auf die daraus entspringende Verbesserung Rücksicht zu nehmen. Heisst man $\varphi\,x$ die Verbesserung der Thermometerhöhe für jeden Punct x derselben, so muss $\varphi\,x$ so bestimmt werden, dass für jeden in der Röhre befindlichen Quecksilberfaden, dessen oberer und unterer Endpunct auf x und x' fällt, die Grösse

$$(x' + \varphi\,x') - (x + \varphi\,x)$$

unveränderlich ist, an welche Stelle der Röhre auch der Quecksilberfaden gebracht werden mag. Hat man dieses erlangt, so ist

$$(b + \varphi\,b) - (a + \varphi\,a) : 80 = (x + \varphi\,x) - (a + \varphi\,a) : F,$$

wo a und b die Puncte der Scale sind, auf welche der Eis- und Siedepunct fallen, und wo F den wahren Grad des Réaumur'schen Thermometers bezeichnet, welcher dem Puncte x der Scale entspricht. Für das Fahrenheit'sche Thermometer wird diese Gleichung

$$(b + \varphi\,b) - (a + \varphi\,a) : 180 = (x + \varphi\,x) - (a + \varphi\,a) : f - 32 \text{ u. f.}$$

Um φ x zu finden, kann man durch Schütteln oder über einer Lichtflamme ein Stück des Quecksilberfadens von etwa 20 Grad Réaumur abtrennen, und den unteren Endpunct x' dieses Stückes nach und nach auf jeden fünften Grad der Scale bringen, und dabey den jedesmahligen Ort x des oberen Endpunctes anmerken, ein Verfahren, das man mit mehreren andern in ihrer Länge verschiedenen Stücken des Quecksilberfadens wiederholen wird. Auf diese Weise fand Bessel (astronomische Beobachtungen Vol. VII) für ein Fahrenheit'sches Thermometer

x'	x	x	x	x
0	69.75	81.5	91.4	99.7
20	89.85	101.25	111.3	119.6
40	109.75	121.3	131.2	139.5
60	129.5	141.1	151.1	159.3
80	149.5	161.2	171.0	179.3
100	169.6	181.1	191.0	199.3
120	189.6	201.1	211.0	.....

Um daraus die oben durch φ x bezeichnete Verbesserung zu finden, kann man die Längen der verschiedenen Fäden so annehmen, wie sie in dem Theile der Röhre erscheinen, welcher der Scale am nächsten entspricht, welches hier der obere Theil der Röhre ist. Nimmt man also für jeden Faden diejenige Länge als die wahre an, welche das Mittel aus allen zwischen 80 und 120 gemachten Ablesungen gibt, so kann man dadurch die niedrigeren Puncte der Scale durch die höheren bestimmen. Von den auf diese Weise bereits näherungsweise berichtigten unteren Puncten kann man dann wieder zu den oberen übergehen, wodurch auch diese näherungsweise berichtiget werden. Unter Anwendung der so gefundenen Verbesserungen wird dann die Bestimmung der Längen der Fäden, so wie die ganze vorige Rechnung wiederholt, wodurch man eine zweyte Annäherung erhält u. s. w.

Auf diese Weise fand man folgende Werthe von φx

x	φx
0	$+0.35$
10	$+0.28$
20	$+0.31$
30	$+0.35$
40	$+0.26$
.	
.	
.	
180	-0.02
190	0.00
200	$+0.03$
210	$+0.07$

Der Eispunct des Thermometers wurde durch Einsenkung in zerstossenes Eis im Mittel aus mehreren Versuchen gleich 32.°53, und der Siedpunct (für den Barometerstand von 0.76 Meter) gleich 212.71 gefunden. Daraus und aus der letzten kleinen Tafel für φx folgt

$$a + \varphi a = 32.°53 + 0.33 = 32.°86\text{, und}$$
$$b + \varphi b = 212.71 + 0.08 = 212.°79.$$

Man hat daher aus den letzten der oben angeführten Proportionen

$$f - 32 = \frac{180}{179.93}(x + \varphi x - 32.86)\text{, oder}$$

$$f = -0.°873 + \frac{180}{179.93}(x + \varphi x),$$

oder endlich annähernd

$$f = 0.997\, x - 0.°538.$$