Equatorial Inst.

165-5

Aequatoriaal.

Elementaire Theorie
van het
Aequatoriaal.

Elementaire theorie van het aequatoriaal.

Bij het aequatoriaal komen zes fouten in aanmerking, die uit zijnen stand en zijne inrigting voortvloeijen. De pool des werktuigs moet met de pool van den hemel zamenvallen en heeft dit geene plaats, dan kan de betrekkelijke ligging van beide polen allereerst door twee coördinaten worden uitgedrukt. De optische as des kijkers moet loodregt op de Declinatie-as en deze wederom loodregt op de uur-as staan. Buitendien kan ieder der cirkels eene fout van collimatie hebben, die van den stand der assen onafhankelijk is.

Men noeme:

$90° - i$ den hoek, dien de Declinatie-as met de uur-as maakt, aan de zijde van den kijker;

$90° - i'$ den hoek, dien de optische as des kijkers met de Declinatie-as maakt, aan de zijde van het objectief;

c de index-fout van den uurcirkel;

c' de index-fout van den Declinatie-cirkel;

y den boog, uit de pool des werktuigs, loodregt op den Meridiaan neergelaten;

H het deel van den Meridiaan, gelegen tusschen dien boog en de pool des hemels.

H positief als de pool des werktuigs te hoog staat
H negatief " " " " " laag "
y positief " " " bewesten den Meridiaan staat
y negatief " " " beoosten " "

T en δ de ware uurhoek en Declinatie van een hemellichaam, door refractie gewijzigd;

t en d de uurhoek en de Declinatie van dat hemellichaam, zoo als die onmiddellijk op het werktuig worden afgelezen;

φ de poolshoogte der plaats;

$z = c - y \text{ tang. } \varphi$, een hulpboog.

Wij zullen, zoo als dit ook door Bessel geschiedde, veronderstellen dat de tweede en hoogere magten van de factoren der verbeterings verwaarloosd mogen worden. In die veronderstelling mag men den invloed van elke fout afzonderlijk bepalen, alle overige gelijk nul stellende en de som der gedeeltelijke fouten zal dan de geheele fout zijn.

1° De invloed van den hoek, dien de optische as met de Declinatie-as maakt.

Zij (fig. 1) P de pool, PQ de declinatie-cirkel, QA de aequator. Staat de optische as niet loodregt op de Decl. as, dan beschrijft de kijker, in plaats van een Decl. cirkel PQ, een kleineren cirkel SR. QR wordt dan gelijk aan c''. De afstanden TU en PS blijven = c'' en de fout in t is de tijd, dien de ster noodig heeft om het boogje TU te doorloopen. Die fout is, als bij het passage-instrument, = c'' sec. δ. Het blijkt uit de figuur dat de invloed van c'' op d van hoogere orde is.

2° De invloed van den hoek, dien de Declinatie-as met de uuras maakt.

Zij (fig. 2) EF de uuras, AB de Declinatie-as, CD de optische as. Staat de Decl. as AB niet loodregt op de uuras EF, dan zal de optische as CD de pool niet volkomen kunnen bereiken. Als de optische as gebragt wordt in hetzelfde vlak met de uuras, zoo ligt zij niet naar de pool en als zij om de uuras EF wordt rondgewenteld, zal zij dan om den pool een kleinen cirkel beschrijven, wiens middelpunt de pool en wiens straal = i is.

Laat (fig. 3) CDE dien kleinen cirkel verbeelden. Zij P de pool, PS een Decl. cirkel en AQ de aequator. Dan is CP = i. De kijker, om de Decl. as bewogen, beschrijft een grooten Decl. cirkel, welke [illegible] cirkel, die den kleinen cirkel zal aanraken. Het punt van den aequator, dat dezelfde Regte-opklimming of uurhoek als de ster S schijnt te hebben, zal niet in G, maar in F gelegen zijn, vermits de optische as den cirkelboog CSF beschrijft. De boog GF zal alzoo de fout in Regte-opklimming of in t uitdrukken. Daar CP loodregt op CS staat en CP altijd zeer klein is, is CS, op zeer weinig na, gelijk aan PS en de afgelezene Declinatie d heeft dus, daar het bestaan van i, alleenlijk eene fout van hoogere orde. Nu is:

$$\sin CSP = \frac{\sin . CP}{\sin PS} \quad \text{of,} \quad CSP = GSK = \frac{i}{\cos \delta}$$

$$\text{tang.}\, GK = \sin GS \times \text{tang}\, GSK \quad \text{of} \quad GK = \sin \delta \times CSP = i\, \text{tang.}\, \delta$$

3° De invloed der fouten in den stand der wereldas, uitgedrukt door x en y.

Zij (fig. 4) P de pool des hemels, P' de pool des werktuigs, VQ de Meridiaan en P'Q loodregt op VQ; dan is $PQ = x$ en $P'Q = y$. Zij Z het zenith, VR de aequator en S een hemellicht. PR is dan de Declinatie-cirkel van het hemellicht en P'T die Declinatie-cirkel met betrekking tot de pool des werktuigs. P'U wordt de Meridiaan met betrekking tot de pool des werktuigs. De fout in t zal nu uit twee deelen bestaan, namelijk uit VU en TR, die beide in denzelfden zin werken, zoodat de geheele fout VU + TR wordt. VU ontstaat hieruit, dat de Meridiaan van het werktuig niet met dien van den hemel zamenvalt, waardoor men de telling van een verkeerd punt begint, maar VU is voor alle waarden van t dezelfde. TR ontstaat hieruit, dat de Declinatie-cirkel des werktuigs niet met dien van den hemel zamenvalt en TR is met t veranderlijk. Men leest UT af en moest VR aflezen.

Voor de bepaling van VU heeft men:

$$\text{tang.}\, P'ZQ = \frac{\text{tang.}\, P'Q}{\sin QZ}$$ en, daar voor QZ $90° - \varphi$ gelezen kan worden:

$$P'ZQ = \frac{y}{\cos \varphi};$$

$$\text{tang}\, VU = \sin VZ\, \text{tang}\, VZU \quad \text{of} \quad VU = \sin \varphi \times P'ZQ, \text{ dat is:}$$

$$VU = y\, \text{tang}\, \varphi.$$

Voor de bepaling van TR trekke men QL loodregt op P'S en PM loodregt op QS, dan kunnen POS, PQS, P'QL als $180° - t$ beschouwd worden, indien t alleenlijk voor de bepaling van de fout gebruikt wordt. Men heeft nu:

$$PN = PM + NM = PM + LQ = PQ \sin PQM + P'Q \cos P'QL$$
$$= x \sin t - y \cos t$$

Verder heeft men:

$TR = \sin TR = \sin SR \operatorname{tang}. TSR = \sin\delta \times PSN$

$= \sin\delta \times \frac{PN}{\cos\delta} = PN \operatorname{tang}\delta$

$= \underline{x} \operatorname{tang}\delta \sin\tau - \underline{y} \operatorname{tang}\delta \cos\tau$

De fout in $\underline{t}$ begaan is dus:

$y \operatorname{tang}\varphi + x \operatorname{tang}\delta \sin\tau - y \operatorname{tang}\delta \cos\tau$

De fout in Declinatie of in Poolsafstand kan beschouwd worden als te zijn $P'S$.

$P'S = P'L - LS' = P'L - QM = P'Q \sin P'QO - PQ \cos PQM$

$= \underline{y} \sin\tau + \underline{x} \cos\tau$

Voor de bepaling van het teeken, dat aan deze fouten gegeven moet worden, merke men op dat de figuur geteekend is voor het geval, waarin $\underline{x}$ en $\underline{y}$ beide positief zijn en dat daarbij de werkelijke te groot wordt afgelezen. Men heeft dus, met betrekking tot $\underline{x}$ enz.:

$\tau = \underline{t} - y \operatorname{tang}\varphi - \underline{x} \operatorname{tang}\delta \sin\tau + \underline{y} \operatorname{tang}\delta \cos\tau$

De afgelezen poolsafstand SP' is zigtbaar te klein en dus de Declinatie te groot. Alzoo is:

$\delta = \underline{d} - \underline{x}\cos\tau - \underline{y}\sin\tau$.

Voor de bepaling van het teeken dat men aan de fout uit $\underline{i}$ en $\underline{i'}$ ontstaande geven moet, is het noodig de inrigting des werktuigs nader te beschouwen. Als de kijker van een aequatoriaal zich omgekeerd om beide assen laat ronddraaijen, heeft het werktuig de eigenschap, dat de kijker zich in twee verschillende standen van het gezigt, op hetzelfde hemelsobject rigten laat. Die eigenschap vloeit daaruit voort, dat de ~~coördinaten~~ τ en δ en $180° + \tau$ en $180° - \delta$ hetzelfde punt van den hemel uitdrukken.

Zij (fig. 5) AQ de aequator, P de pool, PZ de zuider-Meridiaan, S eene ster en APQ de Declinatie-cirkel dier ster. Is nu de kijker op S gerigt, dan leest men $AZ = \underline{t}$ en $AS = \underline{d}$ af. Nu laat de kijker zich $180°$ om de uurassen ronddraaijen, zoodat de aflezing $ZAQ = 180° + t$ wordt en dan rigt hij op een punt S', zoodanig dat $S'Q = SA$. Door beweging om de Declinatie-as kan de kijker nu weder op de ster S gebragt worden; hij moet dan om de pool heen gaan en men leest op het werktuig af $SQ = 180° - SA = 180° - \underline{d}$. De kijker kan dus in twee standen op hetzelfde voorwerp gerigt worden. Bij den eenen dier standen leest men t en d, bij den anderen leest men $180°+t$ en $180°-d$ af. Bij den overgang van den eenen stand tot den anderen moet de kijker namelijk door de pool gaan en bij den eenen stand is de Declinatie die afgelezen wordt grooter dan 90°.

Om nu de twee genoemde standen van het werktuig ligtelijk van elkander te kunnen onderscheiden, lette men op den stand van de Declinatie-as met betrekking tot den kijker. Als de pool dier as, wanneer men op het werktuig 0 en 0 afleest, ergens in het punt A valt, zoodat AB = 90°, dan zal, als de kijker in den tweeden stand komt, waarbij men 180° en 180° afleest, die pool zich 180° verplaatst hebben en ergens in B' vallen. In het eene geval zal de as des Declinatie-cirkels de optische as in Regte-opklimming voorgaan (de optische as altijd genomen van het oculair naar het objectief) en in het andere geval zal de Declinatie-as de optische as in Regte-opklimming volgen en dit is het kenmerk waaraan men beide standen des werktuigs van elkander kan onderscheiden. De Münchener aequatorialen zijn zoodanig gebouwd en verdeeld dat (de pool der Declinatie-as altijd in de rigting van den kijker naar den cirkel genomen) de Declinatie-as voorafgaat, als men onmiddellijk t en d afleest en volgt als men $180°+t$ en $180°-d$ afleest.

Laat nu (fig. 6) de Declinatie-as AD de optische as AO voorafgaan. Men is i' positief als $OAD < 90°$. Zij AB loodregt op AD. Men zal dan, terwijl het hemellichaam zich in de rigting AO bevindt, een uurhoek aflezen, dien het had toen het zich in de rigting AB bevond. Men leest in dat geval den uurhoek te klein af en heeft:

$$\tau = t + i' \sec \delta.$$

Als de as volgt heeft het omgekeerde plaats en men heeft dan:

$$\tau = t - i' \sec \delta.$$

Voor de bepaling van den toestand der pool voor de Declinatie-as uit den hoek i, zij (fig. 7) PQ een Declinatie-cirkel, dien de optische as beschrijven moet, QA een deel des aequators, H de pool der Declinatie-as als die voorafgaat, zoodat de Regte-opklimming geteld wordt van H naar

G en de uitslag van G naar H. Als nu i positief is valt H tusschen de pool en den aequator en daar $HC = 90°$ is, als CS de Declinatie-cirkel is die de kijker werkelijk beschrijft, valt het raakpunt C aan den kleinen cirkel (zie fig. 3) naar de zijde van H', tegen over H. Men beschrijft het punt S alzoo tot het punt T van den aequator en leest den uitslag van T af, terwijl men dien van G aflezen moest en leest dus te veel af. Alzoo is:

als de Decl-as vooraf gaat $\quad \tau = \underline{t} - \underline{i} \tang \delta$

als de Decl-as volgt $\quad \tau = \underline{t} + \underline{i} \tang \delta$.

De index-fouten van beide cirkels worden als positief beschouwd, als zij bij de afgelezene hoeken moeten opgeteld worden om de ware hoeken te geven. Met betrekking tot die fouten heeft men dus, als de Declinatie-as vooraf gaat:

$$\tau = \underline{t} + \underline{c}$$
$$\delta = \underline{d} + \underline{c}'$$

Als de Declinatie-as volgt leest men (zie fig. 5) op den Declinatie-cirkel, onverschillig van welk punt de telling begint, het supplement af van hetgeen men aflezen zoude als de as vooraf gaat, want ook het nulpunt des Declinatie-cirkels wordt 180° in de ruimte verplaatst. Men heeft dus, als de Declinatie-as volgt:

$$\tau = 180° + \underline{t} + \underline{c}$$
$$\delta = 180° - (\underline{d} + \underline{c}') = 180° - \underline{d} - \underline{c}'$$

Neemt men nu alle fouten te zamen, zoo heeft men:

Stand I. Als de Declinatie-as vooraf gaat:

$$\tau = \underline{t} + \underline{c} - \underline{y} \tang \varphi - \underline{i} \tang \delta + \underline{i}' \sec \delta - \underline{H} \tang \delta \sin \tau + \underline{y} \tang \delta \cos \tau \quad \ldots (1)$$
$$\delta = \underline{d} + \underline{c}' - \underline{H} \cos \tau - \underline{y} \sin \tau \quad \ldots (2)$$

Stand II. Als de Declinatie-as volgt.

Men noeme de aflezingen in dit geval, om die van de vorige te onderscheiden, T en D:

$$\tau = T - 180° + \underline{c} - \underline{y} \tang \varphi + \underline{i} \tang \delta - \underline{i}' \sec \delta - \underline{H} \tang \delta \sin \tau + \underline{y} \tang \delta \cos \tau \quad (3)$$
$$\delta = 180° - D - \underline{c}' - \underline{H} \cos \tau - \underline{y} \sin \tau \quad \ldots (4)$$

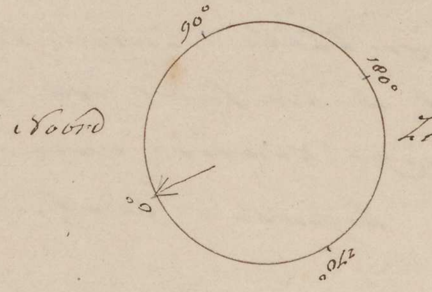
Deze zijn volkomen dezelfde vergelijkingen als die waartoe Bessel (Astr. Notiz. Band. pag.) door zijne theorie gekomen is, met uitzondering alleen van de gedeeltelijk hypothetische termen, die de buiging der assen betreffen.

In de voorgaande formulen is de telling op de cirkels in acht genomen, zoo als die voorkomt bij de kijkers op parallatische voeten uit het optische Instituut van Fraunhofer te München. Die telling wordt uitgedrukt door de volgende voorstelling der cirkels, voor het geval waarbij de kijker gerigt is op het zuidelijk culminerend punt van den aequator.

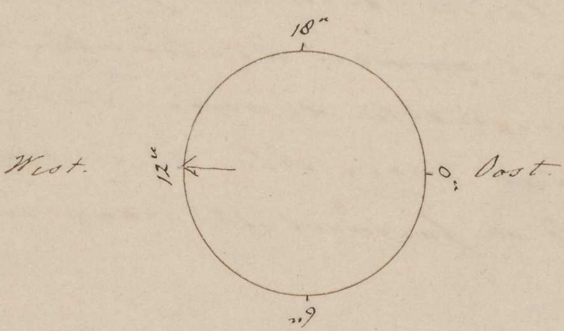
Stand I

De Declinatie-as westelijk of voorafgaande

Declinatie-cirkel



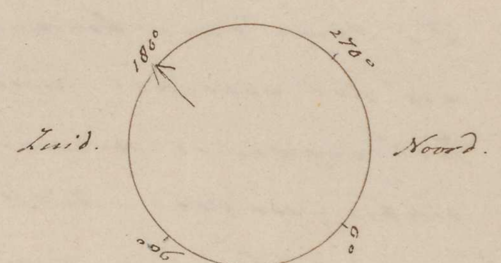
Uur-cirkel



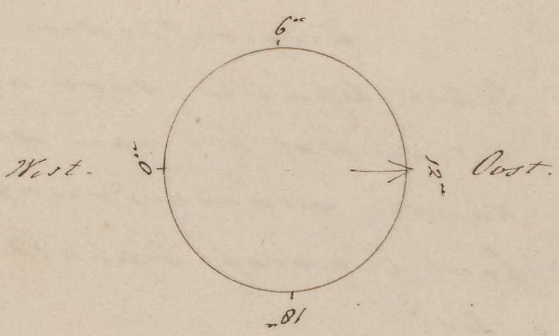
Stand II

De Declinatie-as oostelijk of volgende

Declinatie-cirkel



Uur-cirkel



Is de telling bij het aequatoriaal, dat men gebruikt, anders, zoo moeten de formulen daarnaar gewijzigd worden.

Bepaling van de fouten des werktuigs, naar aanleiding van de voorgaande formulen.

1° Bepaling van de index-fout c' des Decl. cirkels.

Het verschil tusschen de vergelykingen (2) en (4) is:

$$o = d + D - 180° + 2c' \quad \text{of:}$$

$$2c' = 180° - (d + D) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

De index-fout des Declinatie-cirkels wordt dus gevonden door, in beide standen van het werktuig, de op kruisdraden des kykers op dezelfde ster te rigten en beide malen den Declinatie-cirkel af te lezen. De som van beide aflezingen moet gelyk aan 180° zyn en het verschil met 180° is de dubbele index-fout. Het verdient de aandacht, dat de indexfout des Declinatie-cirkels zich, zonder eenige kennis van de overige fouten des werktuigs, bepalen laat.

2° Bepaling der grootheden x en y, die den stand der assen uitdrukken.

De grootheden x en y laten zich het gemakkelykst bepalen door aflezingen op den Declinatie-cirkel, wanneer die van de hoeken, welke de assen met elkander maken, onafhankelyk zyn. Als de index-fout c' vooraf bepaald is, geeft de formule (2) voor eene ster:

$$\underline{d} + \underline{c}' - \delta = x \cos \tau + y \sin \tau,$$

en voor eene andere ster:

$$\underline{d}' + \underline{c}' - \delta' = x \cos \tau' + y \sin \tau'.$$

Elke bekende ster, waarop de as des kykers gerigt wordt, geeft zoodoende eene vergelyking tusschen de grootheden x en y, en dezelfde ster geeft even zoo vele zulke vergelykingen, als de verschillende uurhoeken waarin zy is waargenomen. Daar de uurhoeken veel verschillen moeten, als men eene naauwkeurige bepaling van x en y wil verkrygen, zal men, by het gebruik van eene enkele ster, veel tyd tusschen de waarnemingen moeten laten verloopen. Gebruikt men twee sterren, zoo kunnen de waarnemingen onmiddellyk op elkander volgen en laat zich de bepaling van x en y in weinige minuten volbrengen.

Voor de bepaling van x en y zijn in het bijzonder de twee poolsterren (α en δ Urs. Min.) gebruikt. Die sterren verschillen $6^u 54^m$ in Regte-opklimming, zoodat bij het gebruik van die sterren het verschil tusschen de coëfficienten zoowel van x als van y altijd gunstig zal zijn. Bijna altijd zal, ten minste ééne dezer twee sterren, in beide standen aan het werktuig kunnen worden waargenomen en alzoo voor de voorafgaande bepaling van de niveau-fout c' kunnen dienen, die altijd noodzakelijk is. De refractie voor deze twee sterren kan uit een zeer beknopt tafeltje worden gegeven en met kijkers, die eene opening van 6 en meer duimen hebben, laten die sterren zich ook zeer goed bij het volle daglicht waarnemen.

De vroegere kijkers uit München zitten op vier schroeven, waarvan twee Noord en Zuid en de twee andere Oost en West loopen. Met de schroeven Noord en Zuid wordt de hoogte van de pool des werktuigs veranderd en laat zich alzoo regtstreeks de grootheid x vernietigen. Door de schroeven Oost en West kan men aan de as eene azimuthale verplaatsing geven. Om y te vernietigen moet men de helling van den balk Oost en West zoo veel veranderen als $\frac{y}{\sin\varphi}$ bedraagt.

Bij de nieuwere kijkers uit München, die op een' steenen pilaar rusten, ligt de as op eene zware koperen plaat, die zich in twee zinnen verzetten laat. Door daartoe bestemde schroeven laat zich de helling dier genoemde plaat veranderen en daardoor wordt x vernietigd. Voor de vernietiging van y laat de genoemde plaat zich glijden over eene vaste plaat, die evenwijdig loopt aan den Declinatie-cirkel wiens uurhoek 90° bedraagt. Door het glijden van die plaat wordt de grootheid y regtstreeks vernietigd.

Het is klaar dat bij deze bepaling van de grootheden x en y volstrekt geene naauwkeurige kennis van den tijd gevorderd wordt.

3°. Bepaling van de hoeken i en i'.

Heeft men dezelfde ster, zeer kort na elkander, in beide standen van het werktuig in de meridiaan T en T' waargenomen, zoo geeft het verschil tusschen de vergelijkingen (1) en (3):

$$180^\circ + (t - T) - (\tau - \tau') = 2i \tan \delta - 2i' \sec \delta$$

Hierbij is aangenomen dat in de termen van k en f $\sin\tau = \sin\tau'$ en $\cos\tau = \cos\tau'$ gesteld kan worden. Vreest men daardoor eene fout te begaan, zoo kan men de vergelijking (1) onmiddellijk voor en na de vergelijking (3) bepalen en uit beide bepalingen het midden nemen. Op deze wijze geeft elke ster onmiddellijk eene vergelijking tusschen de hoeken i en i', als de kijker bij beide standen van het werktuig op haar gerigt wordt en daarbij de meridiaan wordt afgelezen.

Eene tweede ster geeft eene soortgelijke vergelijking als de bovenstaande en, als de Declinatiën dier sterren veel van elkander verschillen, zullen die vergelijkingen geschikt zijn voor de bepaling van i en i'.

Men zal wel doen met i' afzonderlijk te bepalen, zoo als de collimatie-fout van een passage-instrument, door middel van hulpkijkers, die op een verwijderd voorwerp gerigt is. Dan geeft eene enkele ster, nabij de pool, eene naauwkeurige bepaling van den hoek i.

4° Bepaling van de indexfout c, der meridiaancirkel.

Deze fout laat zich alleenlijk bepalen door eene der vergelijkingen (1) of (3). Daarbij moet men de grootheden i, i', k en f vooraf hebben bepaald en is eene zeer naauwkeurige kennis van den tijd noodzakelijk.

De grootheden τ en δ in de voorgaande formulen zijn niet de ware rechte klimming en afwijking der ster, maar de schijnbare, zoodanig als zij nu gewijzigd zijn door de refractie.

Voor de bepaling van de refractie in rechte klimming en afwijking heeft men de volgende formulen: (Littr. Vortr. Band II pag. 168)

Zij T en D de ware rechte klimming en afwijking van een hemellicht (zonder refractie);

α het standvastig getal der refractie, bepaald door de formule refr. $= \alpha \tang z \sin 1''$, zoodat men in de meeste gevallen $\alpha = 57''$ stellen kan;

ψ een hulpboog;

dan is:

$$\tang \psi = \cos T \cotg \varphi$$

$$\tau = T - \frac{\alpha \tang T \sin \psi}{\cos D \sin (D+\psi)}$$

$$\delta = D - \alpha \cotg.(D+\psi).$$

Bepaling van de fouten des werktuigs zonder aflezing der cirkels.

Hansen en Bessel hebben aan dit onderwerp opzettelijk behandeld, maar er kunnen geene billijke redenen worden aangevoerd, waarom men de cirkels niet zoude aflezen als het werktuig daarmede is toegerust. Men kan zich echter ook eenen kijker op eenen parallactischen voet zonder cirkels voorstellen en vragen hoe men, bij zulk een werktuig, de fouten in den stand der assen zal kunnen bepalen. Die vraag kan ligtelijk door de voorgaande formulen worden beantwoord.

Men moet den afstand kunnen bepalen van het middelpunt des velds tot de koorde, die een hemellicht door het veld aflegt. Dit kan geschieden door mikrometers van verschillenden aard en ook door de randen van het veld als cirkelmikrometer gebruikt. De kijker moet zich aan de Declinatie-as goed laten verkleinen en zich alleen aan de noords lata-bewegen.

Men zoekt drie sterren die veel in Rechtkl. verschillen maar wier afwijkingen op weinig na dezelfde zijn. Men rigte den kijker op iedere dier sterren en bepale de afstanden der geëvenaarde koorden tot het middelpunt des velds. Men heeft voor die sterren naar formen.

$$\delta = d + c' - x \cos\tau - y \sin\tau$$
$$\delta' = d' + c' - x \cos\tau' - y \sin\tau'$$
$$\delta'' = d'' + c' - x \cos\tau'' - y \sin\tau'' \quad \text{en dus:}$$

$$(\delta - \delta') - (d - d') = x(\cos\tau' - \cos\tau) + y(\sin\tau' - \sin\tau)$$
$$(\delta' - \delta'') - (d' - d'') = x(\cos\tau'' - \cos\tau') + y(\sin\tau'' - \sin\tau')$$

De grootheden $(\delta - \delta')$ en $(\delta' - \delta'')$ worden door de sterrenlysten, de grootheden $(d - d')$ en $(d' - d'')$ worden door de overeenkomende afstanden gegeven. Door de bovenstaande formulen bepaalt men x en y. Dat de coefficienten van x en y voor de naauwkeurige bepaling dier grootheden genoeg verschillen kunnen, blijkt als men $\tau = 270°$ $\tau' = 0$ en $\tau'' = 90°$ stelt.

Men heeft dan namelijk:

$$(\delta - \delta') - (d - d') = y + x$$
$$(\delta' - \delta'') - (d' - d'') = y - x$$

De hoek i' kan, naar den bouw des werktuigs, even als de collimatie-fout van de optische as bij een passage-instrument bepaald worden of door omlegging van de Declinatie-as, of door twee kijkers die op elkander zijn gerigt, of door eenen kijker, die op een aardsch voorwerp is gerigt. De hoek i' kan ook, als de bouw des werktuigs het gedoogt, bepaald worden door niveau en kwikbak.

Voor de bepaling van den hoek i klemme men de poolas vast en neme men de tyden waar, waarop sterren van zeer verschillende afwijkingen door denzelfden Declinatie-cirkel des werktuigs gaan.

Stelt men ter verkorting

$$m = i' \sec\delta - y \tan\varphi - x \tan\delta \sin\tau + y \tan\delta \cos\tau$$

zoo heeft men voor twee sterren:

$$\tau = t + c + m - i \tan\delta$$
$$\tau' = t' + c + m' - i \tan\delta' \quad \text{en daar } t = t' \text{ is:}$$
$$\tau' - \tau = i(\tan\delta' - \tan\delta)$$
$$i = \frac{\tau' - \tau}{\tan\delta' - \tan\delta}$$

Bessel donnalde alzoo (Kön. Beob. XV p. 15) in de meening dat de hoek i zonder afstelling op de niveau niet bepaald kan worden.

Als het werktuig geene niveau heeft vallen ook de indexfouten c en c' weg.

Aequatoriaal

Fig. 1

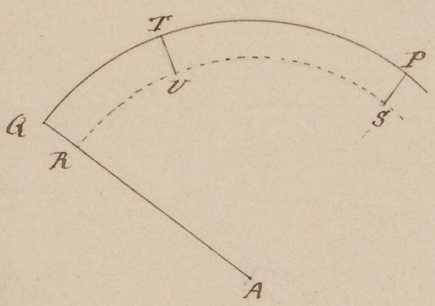


Fig. 2

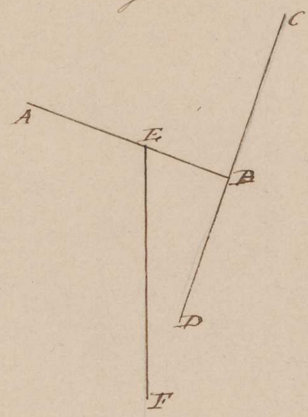


Fig. 3

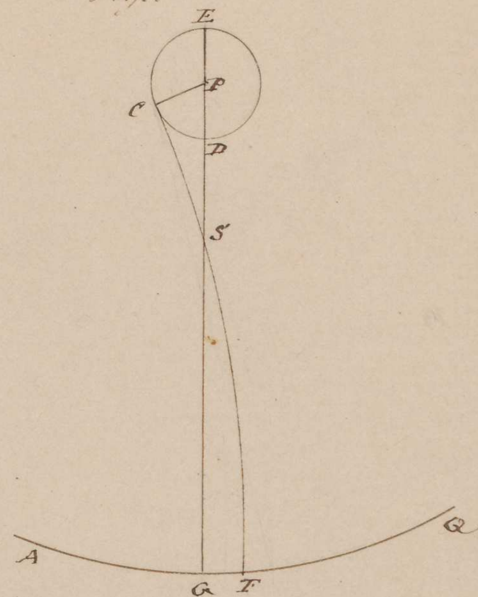


Fig. 4

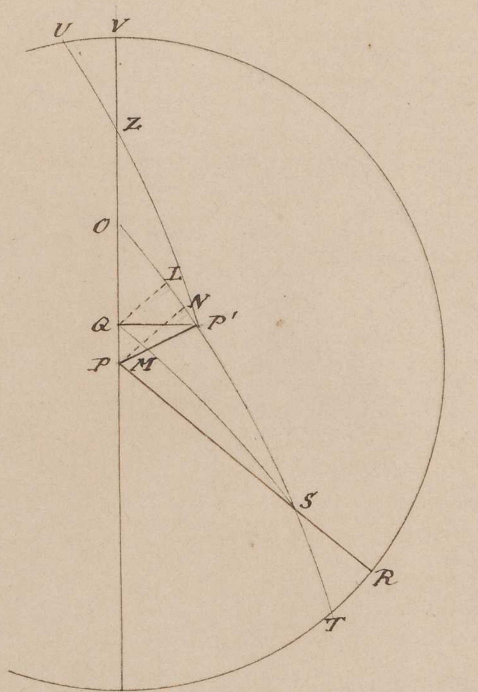


Fig. 5

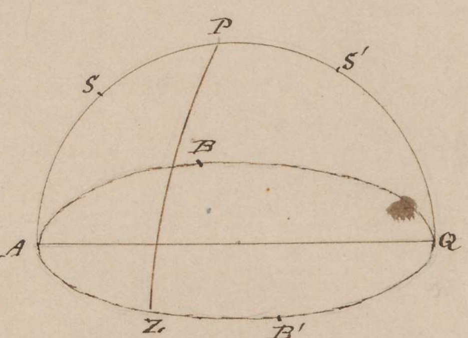


Fig. 6

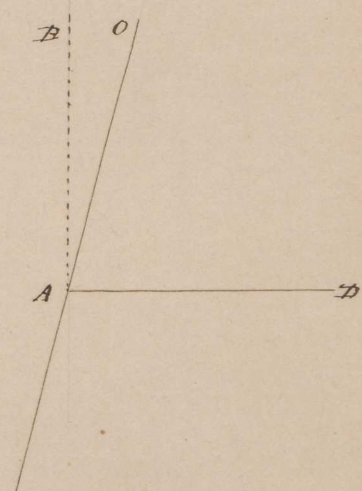


Fig. 7

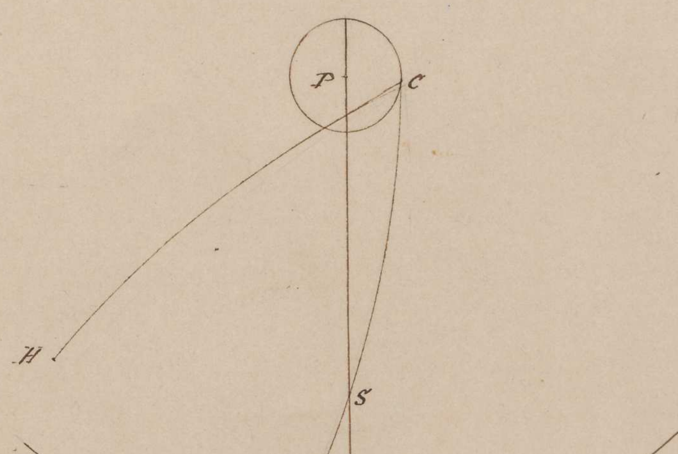


Fig. 8

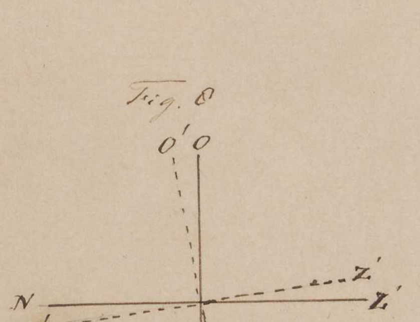


Fig. 9

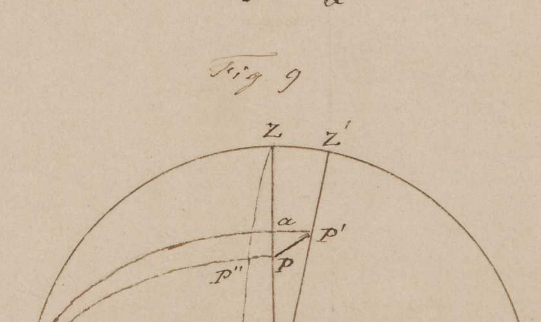
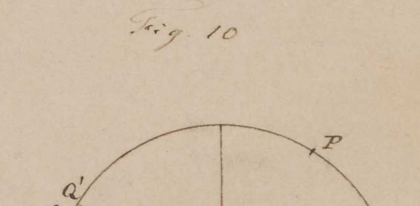


Fig. 10



Bepaling van de veranderingen in den stand der
pool-as van het aequatoriaal zonder tusschenkomst
van hemellichten.

Over dit onderwerp is gehandeld door Bessel
(Königsb. Beob. Theil XV p. 14 en Astr. Nachr. Theil I p. 64) en ook
door Hansen (Theorie des Aeq. p. 463 en volg.). Bessel gaf zijne
formulen zonder bewijs en maakte in de Kön. Beob. de op-
lossing van het vraagstuk omslagtiger dan noodig was.
Hansen bewandelde zijnen eigenen weg en behield de oplos-
sing van Bessel eene algemeenheid, die zij niettemin bezit.
Beide, Bessel en Hansen, stellen voor aan den legger van
de pool-as twee niveau's te verbinden, waarvan het eene
geplaatst is in de rigting van het N. en Z., het andere in die
van het O. en W. Eene draaijende beweging van het geheele
werktuig om eene vertikale lijn zonder echter door die
niveau's niet veranderd worden en daarom moeten
de aflezingen dier niveau's, aflezingen veranderen worden
van den cirkel, als de kijker op en verzeker aanteeke
naauwkeurig wordt gerigt.

Eene verplaatsing van de pool-as des werktuigs
kan beschouwd worden als eene draaijende beweging
om drie assen, die loodregt op elkander staan. Laat eene
dier assen de vertikale lijn zijn, de tweede eene hori-
zontale, loopende in de rigting van het noorden en zuiden
en de derde eene horizontale lijn, loopende in de rig-
ting van het oosten en westen.

Zij (Fig. 8) NZ de projectie van de pool-as des werk-
tuigs op de vlakte van den horizon en dus eene hori-
zontale lijn, loopende Noord en Zuid. Zij OW de horizon-
tale lijn, loopende Oost en West. Eene draaijende bewe-
ging van de pool-as om de lijn NZ laat zich bepalen
door een niveau, geplaatst in de rigting OW, en insgelijks
laat eene draaijende beweging om de lijn OW zich
bepalen door een niveau, geplaatst in de rigting NZ.
Nu kan het geheele werktuig zich nog draaijen om de
vertikale lijn, zoodat de projectie van de pool-as op den
horizon van NZ tot N'Z' en de daarop loodregt staande
lijn van OW naar O'W' overgaat. Die draaijende beweging
verandert zich ontwerpelijkerwijze aan de niveau's niet
maar laat zich bepalen door aflezingen op den uur-
cirkel, als de kijker telkens op hetzelfde naauwkeu

voorwerp wordt gerigt.

Zy (Fig. 9) ONW de helft van den horizon, OZW de eerste vertikaal, Z het zenith, P de pool van het werktuig en ZPN zyn meridiaan. Laat de pool des werktuigs, door draaijende bewegingen om de punten O en N zich verplaatsen van P naar P'. Zy nu:

p de draaijende beweging van de pool des werktuigs om het punt O, namelyk de hoek POP', die onmiddellyk wordt afgelezen op het niveau, geplaatst in de rigting van het noorden en zuiden. De beweging p worde positief genomen, als de pool des werktuigs hooger is geworden.

q de draaijende beweging van de pool des werktuigs om het punt N, namelyk de hoek ZNZ', die onmiddellyk wordt afgelezen op het niveau, geplaatst in de rigting van het oosten en westen. De beweging q worde positief genomen, als de oostzyde van het werktuig hooger is geworden.

r de draaijende beweging van de pool des werktuigs om het punt Z, namelyk de hoek NZN', die zich aan ons niet openbaart. Wy stellen daarby dat, door die draaijende beweging alleen, de pool des werktuigs van P naar P'' is overgegaan. De beweging r worde positief genomen, als zy plaats heeft in den zin van de dagelyksche beweging der hemellichten.

De figuur stelt alle deze verplaatsing van de pool des werktuigs in den positieven toestand voor, en die toestand is teekens genomen in overeenstemming met die der vroeger ingevoerde grootheden x en y.

Uit de figuur blykt het, dat de verandering die x ondergaat, of dx, niet anders is dan de boog xP. De verandering die y ondergaat, of dy, bestaat uit de bogen P'x en PP''. Draait het werktuig zich, in den zin der dagelyksche beweging, om het zenith, zoo zal eene geringe draaijing, de pool des werktuigs in de rigting van het noorden naar het oosten afwyken. Indien r positief is zal alzoo PP'' negatief zyn.

Men heeft alzoo:

$$dx = xP$$
$$dy = xP' - PP''$$

15

$\underline{a}P\,i$ = hoek $\underline{a}OP$, daar $OP = Oa = 90°$

$\underline{a}P'a = 2\pi Z' \times \sin \pi P' = 2\pi Z' \times \sin\varphi$

$pP''i = \pi Z\pi' \times \sin PZ = \pi Z\pi' \times \cos\varphi$ en dus is:

$$dx = p$$
$$dy = q \sin\varphi - r\cos\varphi$$

Voor de bepaling van de beweging $\underline{q}$ uit aflezingen op den meridiaancirkel des werktuigs, merke men, in de eerste plaats, op, dat de indexstand van dien cirkel zich met den stand van het werktuig kan veranderen. Laat de lijn 0''–12'' op den meridiaancirkel, zoo als dit gewoonlijk het geval is, evenwijdig loopen aan de Declinatie-as. De lijn loopende door de middelpunten der tegengestelde noniussen of mikroskopen moet een horizontaal lijn, opdat zij den verhaalde van het kijkerstelsel, met betrekking tot het werktuig, zoude aanwijzen. Bij eene draaijende beweging van het geheele werktuig om de verticale lijn, of ook om de horizontale lijn oost en west, zal de lijn, die de noniussen verbindt, horizontaal blijven en zal alzoo de indexcirkel, de stand des meridiaancirkels niet veranderd worden. Bij eene draaijende beweging van het werktuig om de horizontale lijn noord en zuid, verliest de lijn der noniussen haren horizontalen stand en moet zich de indexstand des meridiaancirkels veranderen.

Zij (Fig. 10) ZOH de horizon en ZPOH den meridiaan en QO den aequator van het werktuig voorstellen. Men ziet dat eene draaijende beweging om het zenith, of om de horizontale lijn oost-west, den wijzer O horizontaal doet blijven. Eene draaijende beweging $OO'' = \underline{q}$ van het werktuig om de lijn ZH, verplaatst den aequator des werktuigs van OQ naar O'Q' en den wijzer O naar O''. De wijzer moest nu in het horizontale punt O'' liggen en de indexstand is zooveel veranderd als de boog O'O'' bedraagt. Men ziet dat eene verhooging van de oostzijde des werktuigs den bestaanden wijzer naar het westen heeft doen afwijken. Telt men de verhoogingen van het zuiden door het westen, waarden en aarten, zoo heeft men al zoo de noodhoeken te klein af, en $d\underline{c}$ is alzoo positief als $\underline{q}$ positief is. Men heeft nu:

$$d\underline{c} = O'O'' = \frac{OO''}{\sin ZO'R} = \frac{OO''}{\cos\varphi} = \underline{q}\ \text{secans}\ \varphi$$

$$\begin{aligned} dz &= d\underline{c} - \tan\varphi\, d\underline{y} = \underline{q}\sec\varphi - \underline{q}\sin\varphi\tan\varphi + \underline{r}\sin\varphi \\ &= \underline{q}\left(\frac{1}{\cos\varphi} - \frac{\sin^2\varphi}{\cos\varphi}\right) + \underline{r}\sin\varphi \\ &= \underline{q}\cos\varphi + \underline{r}\sin\varphi \end{aligned}$$

Stel dat men, op de tijdstippen waarop men de niveau's afleest, den kijker rigtte op het zelfde aardsche voorwerp en daarbij den azimuthcirkel aflas. Het verschil tusschen de aflezingen op de niveau's geeft de grootheden $\underline{p}$ en $\underline{q}$ onmiddellijk. Noemen het verschil tusschen de aflezingen op den azimuthcirkel $d\underline{t}$. Men heeft dan, naar de formule (1)

$$\underline{t} = \tau - z + \underline{i}\tan\delta - \underline{i}'\sec\delta + \underline{H}\tan\delta\sin\tau - \underline{y}\tan\delta\cos\tau$$

$$\begin{aligned} d\underline{t} &= -dz + \tan\delta\sin\tau\, d\underline{H} - \tan\delta\cos\tau\, d\underline{y} \\ &= -\underline{q}\cos\varphi - \underline{r}\sin\varphi + \underline{p}\tan\delta\sin\tau - \underline{q}\sin\varphi\tan\delta\cos\tau + \underline{r}\cos\varphi\tan\delta\cos\tau \\ &= \underline{p}\tan\delta\sin\tau - \underline{q}(\cos\varphi + \sin\varphi\tan\delta\cos\tau) - \underline{r}(\sin\varphi - \cos\varphi\tan\delta\cos\tau) \end{aligned}$$

$$\underline{r} = \frac{\underline{p}\tan\delta\sin\tau - \underline{q}(\cos\varphi + \sin\varphi\tan\delta\cos\tau) - d\underline{t}}{\sin\varphi - \cos\varphi\tan\delta\cos\tau}$$

Door deze formule kan $\underline{r}$ uit $\underline{p}$, $\underline{q}$ en $d\underline{t}$ worden afgeleid. De grootheid $d\underline{t}$ moet, natuurlijkerwijze, in boog worden uitgedrukt. De grootheden δ en τ worden, met eene toereikende naauwkeurigheid, door aflezingen op het werktuig bepaald. Men heeft verder:

$$d\underline{H} = \underline{p}\ ;\quad d\underline{y} = \underline{q}\sin\varphi - \underline{r}\cos\varphi\ ;\quad d\underline{c} = \underline{q}\ \text{secans}\ \varphi.$$

Men kan, voor dit onderzoek, elk aardsch voorwerp gebruiken. Is het voorwerp in den horizon en in het zuiden, zoo is daarvoor $\tau = 0$ en $\delta = -(90^\circ - \varphi)$ en:

$$\underline{r} = \frac{-\underline{q}(\cos\varphi - \sin\varphi\cot\varphi) - d\underline{t}}{\sin\varphi + \cos\varphi\cot\varphi} = -\frac{d\underline{t}}{\sin\varphi + \sin\varphi\cot^2\varphi} = -\frac{d\underline{t}}{\sin\varphi(1+\cot^2\varphi)} = -\frac{d\underline{t}\sin^2\varphi}{\sin\varphi}$$

$$= -d\underline{t} \times \sin\varphi.$$

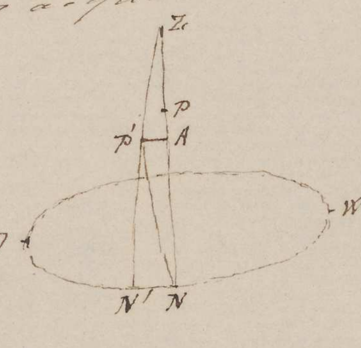
Bij dit onderzoek veronderstelt men stilzwijgend, dat de niveau's op verschillende tijden hunne standen, met betrekking tot het werktuig, niet veranderen.

De voorafgaande formulen komen met die overeen, welke Bessel zonder bewijs gegeven heeft.

Het rectificeeren van het aequatoriaal.

De fout a, in de hoogte der pool des werktuigs, kan bij alle aequatoriaalen regtstreeks gerectificeerd worden.

De wijze waarop de fout y in den stand der as moet worden gerectificeerd, is afhankelijk van den bouw des aequatoriaals.



Zij O N W de horizon, O het oosten, W het westen, N het noorden. Zij Z N de meridiaan, Z het zenith, P de pool. Zij P' de pool des werktuigs, zoodat: $P'A = y$.

Het azimuth van de pool des werktuigs is $N'ZN = N'N = \frac{P'A}{\sin AZ} = \frac{y}{\cos \varphi}$

Heeft het werktuig eene azimuthale beweging, zoo wordt de grootheid y weggemaakt, door het werktuig zoo veel azimuthaal te verplaatsen als $\frac{y}{\cos \varphi}$ bedraagt.

De vroegere Fraunhofersche aequatoriaalen rustten op vier schroeven, waarvan twee W en Z en twee O en W. Bij die werktuigen moest de grootheid y worden weggemaakt door het verzetten der schroeven O en W, hetgeen eene draaijende beweging der as geeft om het punt N. Die draaijende beweging is de hoek $P'NA = \frac{P'A}{\sin AN} = \frac{y}{\sin \varphi}$. In de rigting O en W moet dus aan het werktuig eene helling worden gegeven, gelijk aan $\frac{y}{\sin \varphi}$. Door die draaijende beweging wordt de collimatie-fout der [illegible] veranderd.

Bij de nieuwere aequatoriaalen uit München laat de as zich verschuiven over eene gladde plaat, gaande door de punten O en W en de pool. Bij die werktuigen wordt de fout y regtstreeks weggemaakt. Dit kan dan een nadeelige [illegible] gebreken, als men op de rigting let, waarin de pool des werktuigs verplaatst wordt.

De hoek i laat zich gedeeltelijk niet wegmaken. Voor het wegmaken van den hoek i' hebben de vroegere Fraunhofersche aequatoriaalen correctie-schroeven.

De fouten c en c' worden weggemaakt door de draden te verzetten, of de [illegible] die hun dragen te verzetten.

Aequatoriaal

Rectificatie van het aequatoriaal

Bij het aequatoriaal komen zes fouten in aanmerking die uit zijn stand en zijne inrigting voortvloeijen. De pool des werktuigs moet met de pool des hemels zamen vallen en heeft dit geene plaats dan kan de betrekkelijke ligging van beide polen alleen door twee coordinaten worden uitgedrukt. De optische as moet loodregt op de Declinatie-as en deze weder loodregt op de uuras staan terwijl beide cirkels eene fout van collimatie kunnen hebben van den stand der assen onafhankelijk

Men noeme:

$90° - i$ den hoek dien de Decl. as met de uuras maakt aan de zijde van den kijker

$90° - i'$ den hoek dien de optische as met de Decl. as maakt aan de zijde van het objectief

c de indexfout van den uurcirkel

c' de indexfout van den Declinatie-cirkel

y de boog uit de pool des werktuigs loodregt op den meridiaan neergelaten

x het deel van den meridiaan tusschen dien boog en de pool gelegen.

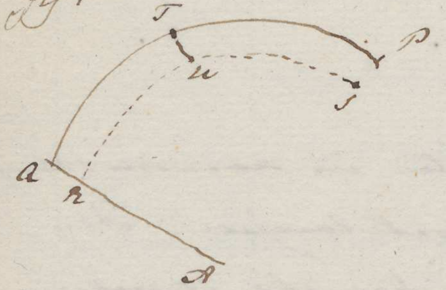
x positief als de pool van het instrument te hoog staat
x negatief — — — — — — laag —
y positief — — — — — — bewesten den meridiaan staat
y negatief — — — — — — beoosten — —

τ en δ ware uurh. en Decl. met refractie aangedaan
t en d uurh. en Decl. zoo als die op het instrument wordt afgelezen
φ de poolshoogte
γ een hulpboog $= c - y \tang \varphi$

Wij zullen den invloed van iedere der fouten op t en d afzonderlijk beschouwen.

1° Hoek dien de optische as met de Decl. as maakt

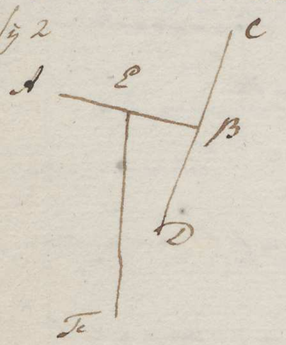
Fig 1



Zy P de pool, PQ de Decl. cirkel, QA de aequator. Staat de optische as niet loodregt op de Decl. as dan beschryft de kyker in plaats van den Declinatie cirkel PQ den kleinen cirkel SR. QR wordt dan gelyk aan i'. De afstanden TU, PS blyven = i' en de fout in T is de tyd dien de ster noodig heeft om het boogje TU te doorloopen; die is als by het passage-instrument = i' sec δ. Zigtbaar wordt d door i' niet merkbaar veranderd.

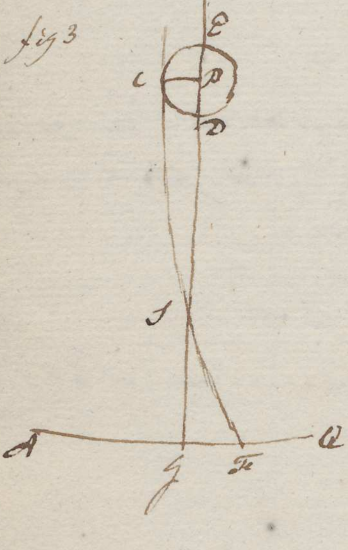
2° Hoek van den Decl. as met de uuras

Fig 2



Zy EF de uuras, AB de Decl. as, CD de optische as. Staat de Decl. as AB niet loodregt op de uuras EF dan zal de optische as CD de pool niet volkomen kunnen bereiken. Als de optische as gebragt wordt in hetzelfde vlak met de uuras dan wyst zy niet naar de pool en om de uuras EF omwentelende zal zy aan den hemel een' kleinen cirkel op de pool beschryven wiens straal is = i

Fig 3



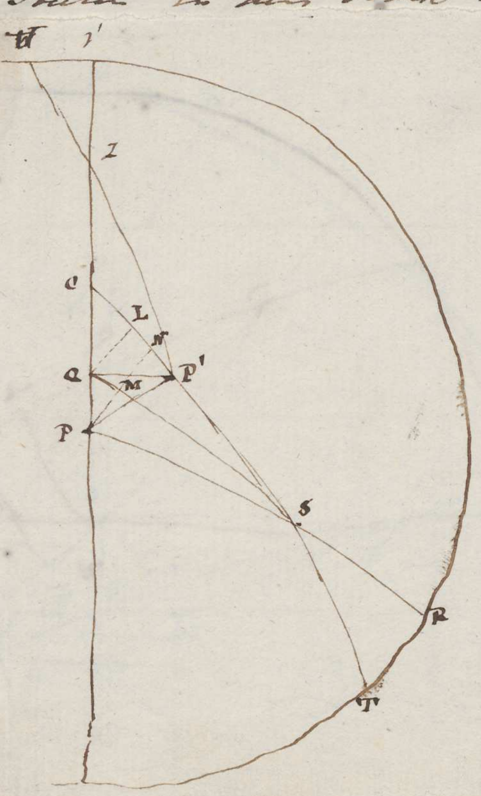
Laat CDE dien kleinen cirkel zyn. P de pool. PS een Declinatie-cirkel AQ de aequator, dan is CP = i. De kyker om de Decl. as bewogen beschryft dan eenen cirkel die geen Decl. cirkel is maar die den kleinen cirkel zal aanraken. Het punt van den aequator dat dezelfde Regte klimming of uurhoek met de ster S schynt te hebben zal niet in G maar in F gelegen zyn, nademaal de optische as den cirkelboog CSF beschryft en de boog GF drukt de fout in de Regte klimming of in t uit. Daar CP loodregt op CS staat en CP altyd zeer klein is is CS op zeer weinig na gelyk aan PS en de afgelezen Declinatie d wordt dus door het bestaan van i niet merkbaar gewyzigd.

$$\sin CSP = \frac{\sin CP}{\sin PS} \text{ of } CSP = GSF = \frac{i}{\cos \delta}$$

$$\tan GF = \sin GS \times \tan GSF \text{ of } GF = \sin \delta \times CSP = i \tan \delta$$

3° Fouten in den stand der muraal uitgedrukt door x en y

Fig 4



Zy P de pool des hemels, P' de pool des werktuigs VQ de Meridiaan en $P'Q$ loodregt op VQ dan is $PQ = x$, $P'Q = y$. Zy Z het zenith VR de aequator S een hemellicht. Dan wordt PR de declinatie cirkel van het hemellicht, $P'T$ die Declinatie-cirkel met betrekking tot de pool des werktuigs en $P'U$ wordt de meridiaan met betrekking tot de pool des werktuigs. De fout in t zal men zigtbaar uit twee deelen bestaan namelijk uit VU en TR die beide in denzelfden zin werken zoo dat die fout wordt $VU + TR$. VU ontstaat hieruit dat de meridiaan des werktuigs niet met dien des hemels zamenvalt waardoor men de telling van t van een verkeerd punt begint, maar VU is voor alle waarden van t dezelfde. TR ontstaat hieruit dat de Decl. cirkel des werktuigs niet met dien des hemels zamenvalt en TR is met t veranderlijk. Men leest UT af en moest VR aflezen.

Voor de bepaling van VU heeft men:

$\text{tang}\, P'ZQ = \dfrac{\text{tang}\, P'Q}{\sin QZ}$ en daar voor QZ $90° - \varphi$ gelezen kan worden

$P'ZQ = \dfrac{y}{\cos\varphi}$

$\text{tang}\, VU = \sin VZ\, \text{tang}\, VZU$ of $VU = \sin\varphi \times P'ZQ = y\, \text{tang}\,\varphi$

Voor de bepaling van TR trekke men QL loodregt op $P'S$ en PM loodregt op QS dan kunnen PQS, PQS, $P'QL$ als $= 180° - \tau$ aangemerkt worden, indien τ alleen voor de bepaling van de fout gebruikt wordt.

$PN = PM + NM = PM + LQ = PQ \sin PQM + P'Q \cos P'QL$

$= x \sin\tau - y \cos\tau$

$TR = \sin TR = \sin SR\, \text{tang}\, TSR = \sin\delta \times PSN = \sin\delta \times \dfrac{\sin PN}{\sin PS} = \sin\delta \times \dfrac{PN}{\cos\delta} = PN\, \text{tang}\,\delta$

$= x\, \text{tang}\,\delta \sin\tau - y\, \text{tang}\,\delta \cos\tau$

en de fout in t begaan is

$y\, \text{tang}\,\varphi + x\, \text{tang}\,\delta \sin\tau - y\, \text{tang}\,\delta \cos\tau$

De fout in Declinatie of Poolsafstand kan berekend worden als te zijn $P'N$

$$P'N = P'L + LN = P'L + QM = P'Q \sin P'QO + PQ \cos P'QM$$

$$= y \sin \tau + x \cos \tau$$

Voor de bepaling van het teeken dat aan deze fouten gegeven moet worden merke men op dat de figuur geteekend is voor het geval waarin x en y beide positief zijn en dat daarbij de cirkel te groot wordt afgelezen. Men heeft dus met betrekking tot x en y

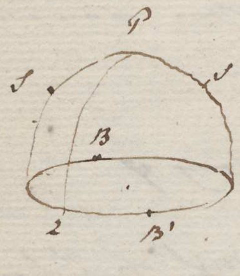
$$\tau = t - y \tan \varphi - x \tan \delta \sin \tau + y \tan \delta \cos \tau$$

De afgelezen poolsafstand SP' is zigtbaar te klein en dus de declinatie te groot en daarom

$$\delta = d - x \cos \tau - y \sin \tau$$

Voor de bepaling van het teeken dat men aan de fout uit i en i' ontstaand geven moet, moet men de inrigting van het werktuig nader beschouwen. Het aequatoriaal heeft de eigenschap dat de kijker in twee verschillende standen naar hetzelfde hemellichaam gerigt kan worden, ten minste als de kijker zich ongehinderd om beide assen bewegen laat en die eigenschap vloeit hieruit voort dat $180° + \tau$ en $180° - \delta$, τ en δ hetzelfde punt van den hemel bepalen.

Fig 5

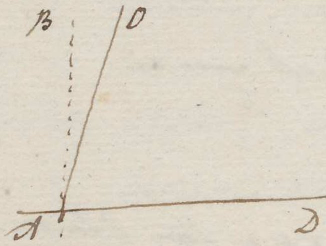


Laat AQ de aequator, P de pool, PZ de zuidermeridiaan, S eene ster en SPQ haar declinatie cirkel zijn. Is nu de kijker op S gerigt dan leest men $AZ = t$ en $AS = d$ af. Nu laat de kijker zich $180°$ om de uuras omwentelen zoodat de aflezing $ZAQ = 180° + t$ wordt en dan wijst hij op een punt S' zoodat $S'Q = SA$.

Door beweging om de Decl. as kan de kijker nu weder op de ster S gebragt worden, hij moet dan over de pool heen gaan en men leest op het werktuig $SQ = 180° - SA = 180° - d$ af. De kijker kan dus in twee standen naar hetzelfde voorwerp gerigt worden, bij den eenen stand leest men t en d bij den tweeden $180° + t$ en $180° - d$ af. Bij den overgang van den eenen stand tot den anderen moet de kijker noodzakelijk door de pool gaan en bij den eenen stand is de Declinatie die afgelezen wordt grooter dan $90°$

Om nu de twee standen van het werktuig duidelijk van elkander te onderscheiden lette men op den stand van de Declinatie-as met betrekking tot den kijker. Als de pool der as, wanneer men op het werktuig 2A en SA afleest ergens in B valt zoo dat AB = 90° dan zal, als de kijker in den tweeden stand komt waarbij men 2πA en At afleest, die pool zich 180° verplaatst hebben en ergens in B' vallen. In het eene geval zal de as des Declinatie-cirkels de optische as in AR voorafgaan (de optische as altijd genomen van het oculair naar het objectief) en in het andere geval zal de Decl. as de optische as in AR volgen, en dit is het kenmerk waardoor men beide standen des werktuigs van elkander onderscheiden kan. De Münchener aequatorialen zijn zoo ingesteld gebouwd dat (de pool der Decl. as altijd in de rigting van den kijker naar de cirkel nemende) de Decl. as voorafgaat als men onmiddellijk t en d afleest en volgt als men $180°+t$ en $180°-d$ afleest.

fig 6



Laat nu in deze fig. de Decl. as AD de optische as AO voorafgaan. Nu is i' positief als $OAD < 90°$. Zij AB loodregt op AD. Men zal dan terwijl het hemellicht zich in de rigting AO bevindt de uurhoek aflezen die het had toen het zich in de rigting AB bevond. Men leest in dat geval den uurhoek te klein af en heeft

$$\tau = t + i' \sec \delta$$

Als de as volgt heeft het omgekeerde plaats en men heeft dan

$$\tau = t - i' \sec \delta$$

fig 7

Voor den toestand der fout voortvloeijende uit den hoek i, zij PG een Decl. cirkel dien de optische as beschrijven moest, GA een deel des aequators, H de pool der Decl. as als die voorafgaat zoo dat de AR geteld wordt van H naar G de uurhoek van G naar H. Als nu i positief is valt H tusschen de pool en den aequator en daar $HC = 90°$ als CST de Decl. cirkel is dien de kijker werkelijk beschrijft, valt het raakpunt C aan den kleinen cirkel (zie fig 3) aan de zijde van PG tegen over H. Men herleidt het punt S alzoo tot het punt T van de aequator ~~en~~ en leest den uurhoek van T af terwijl men dien van G aflezen moest en leest dus te veel af alzoo:

als de Decl. as voorafgaat $\tau = t - i \tan \delta$

als de Decl. as volgt $\tau = t + i \tan \delta$

De fouten van collimatie van beide cirkels worden als positief beschouwd als zy by de afgelezen grootheden moeten opgeteld worden om de ware te verkrygen. Met betrekking tot die fouten heeft men dus, als de Decl. as voorafgaat

$$\tau = t + c$$
$$\delta = d + c'$$

Als de Decl. as volgt leest men (zie fig 5) op den Decl. cirkel onverschillig van welk punt de telling begint het supplement af van hetgeen men aflesen zoude als de as voorafgaat, want ook het nulpunt des Decl. cirkels wordt 180° in de ruimte verplaatst.

Men heeft dus als de Decl. as volgt

$$\tau = 180° + t + c$$
$$\delta = 180° - (d + c') = 180° - d - c'$$

Neemt men nu alle fouten te zamen, dan heeft men:

Stand I Als de Decl. as voorafgaat. ~~Stand I~~

$$\tau = t + c - y \tan \varphi - i \tan \delta + i' \sec \delta - x \tan \delta \sin \tau + y \tan \delta \cos \tau \;\ldots (1)$$
$$\delta = d + c' - x \cos \tau - y \sin \tau \;\ldots\ldots\ldots (2)$$

Stand II Als de Decl. as volgt en men noemt de aflezingen in dat geval om die van de vorige te onderscheiden T – D

$$\tau = T - 180° + c - y \tan \varphi + i \tan \delta - i' \sec \delta - x \tan \delta \sin \tau + y \tan \delta \cos \tau \ldots (3)$$
$$\delta = 180° - D - c' - x \cos \tau - y \sin \tau \;\ldots\ldots\ldots (4)$$

Uit de formules (1) tot (4) blykt tevens hoe men de verschillende fouten des aequatoriaals bepalen kan

Het verschil tusschen (2) en (4) geeft

$$0 = d + D - 180° + 2c' \qquad (5)$$
$$2c' = 180° - (d + D) \;\ldots\ldots\ldots$$

De collimatie fout des Decl. cirkels wordt dus gevonden door in beide standen des werktuigs den kyker op dezelfde ster te zigten en den Declinatie-cirkel af te lezen. Voor die bepaling wordt volstrekt geene andere kennis vereischt

x en y laten zich het gemakkelykste bepalen door aflezingen van den Decl. cirkel maar daarby moet men de naauwkeurige Declinatie en den breedte[?] uurhoek van ten minste twee sterren kennen. Als i' bepaald is geeft (2) voor ééne ster

$$d + i' - \delta = x \cos\tau + y \sin\tau$$

voor eene andere ster

$$d' + i' - \delta' = x \cos\tau' + y \sin\tau'$$

Zoo krijgt men even veel vergelijkingen als waargenomen sterren, maar twee sterren zijn toereikende mits τ en τ' aanmerkelijk verschillen. Men kan ook dezelfde ster op verschillende uren van den dag aanwenden. Het gebruik van beide poolsterren is hier zeer geschikt

Voor de bepaling van i en i' geeft het verschil der vergelijkingen (1) en (3)

$$180° + t - T = 2i \tan\delta - 2i' \sec\delta$$

Zoodanig eene vergelijking geeft elke ster als de kijker bij de twee standen des werktuigs op haar gerigt wordt en men den uurcirkel afleest. Eene tweede ster geeft:

$$180° + t' - T' = 2i \tan\delta' - 2i' \sec\delta'$$

Als δ en δ' veel verschillen zijn deze vergelijkingen toereikende om i en i' te bepalen onafhankelijk van c, x en y. Is δ klein dan wordt eene zeer naauwkeurige tijdbepaling en eene zeer naauwkeurige aflezing van t gevorderd, daarom zal men beter doen door i' op zich zelf door eenen hulpkijker te bepalen, dan geeft eene ster nabij de pool gelegen eene geschikte vergelijking ter bepaling van i

c kan alleen bepaald worden door eene der formulen (1) of (3) waartoe men i, i', x en y moet kennen, met eene naauwkeurige tijdsbepaling en eene naauwkeurige aflezing van t.

τ en δ zoo als die hier in de bovenstaande formules gebruikt moeten worden zijn de rechtk. en de decl. met refractie aangedaan. Noemt men den waren uurhoek en decl T en D en stelt men ter verkorting

$$\tan\psi = \cos T \cot\varphi$$

α het standvastige getal der refractie bepaald door refr $= \alpha \tan z \sin 1''$ voor hetwelk men in de meeste gevallen $57''$ kan nemen. Zoo heeft men

$$\tau = T - \frac{\alpha \tan T \sin\psi}{\cos D \sin(D+\psi)}$$

$$\delta = D - \alpha \cot(D+\psi)$$

Zie Littrow Astron. Vorlesungen II pg 168

Geschiedenis en literatuur
van het
Aequatoriaal.

1

Geschiedenis en literatuur van het aequatoriaal.

Hipparchus

Reeds door Hipparchus en in de school van Alexandrië werd een werktuig gebruikt, vermoedelijk van Chineesche afkomst, dat, in zijn beginsel, met de hedendaagsche aequatoriaalen overeenkomt. Dat werktuig was van groote afmetingen en de cirkels waren geene schijven, maar hoepels. Het was eene sphaera armillaris, waarbij ook de Ecliptica door eenen cirkel vertegenwoordigd was en het diende voor de onmiddellijke bepaling van de lengte en breedte der hemellichten.

Over dit werktuig wordt in de meeste werken over de geschiedenis der sterrekunde gehandeld en meer in het bijzonder door Weidler, in zijne Hist. Astr. 1741 pg. 319. Tycho beschreef ook dat werktuig in zijne Astronomiae instauratae mechanica. Men zie verders: Delambre, Bailly enz. (Afbeelding bij Regiomontanus: de Torqueto etc pg 21)

Ptolomeus.

Het voorgenoemd werktuig werd ook door Ptolemeus gebruikt en in zijn Almagestum, onder den naam αστρολαβικον οργανον, beschreven. Gedurende omtrent vijftien eeuwen bleef het in gebruik en in de middeneeuwen werd het herhaaldelijk verbeterd.

Regiomontanus 1460

Omstreeks het jaar 1460 werd de vorm van het werktuig aanmerkelijk gewijzigd door Regiomontanus, die de hoepels door schijven verving en daardoor de vorm van het werktuig nader bragt aan dien der hedendaagsche aequatorialen. Dit gewijzigd werktuig werd door Regiomontanus Torquetum genoemd. Het bevatte ook eenen cirkel die de Ecliptica vertegenwoordigde en het was bestemd voor het onmiddellijk bepalen van lengte en breedte van hemellichten.

Het Torquetum is beschreven door Regiomontanus zelven in zijn werk: De Torqueto, astrolabio etc. Norimbergae 1544.

Apianus 1533

Eene uitvoerige beschrijving en afbeelding van het torquetum is ook gegeven door Apianus in zijne Introductio geographica. Ingolstadii

1533 en in zijn Astronomicum Caesareum.

Eene afbeelding van het torquetum wordt ook gevonden bij Bailly, Histoire de l'astronomie moderne. Tom. I pag 687

Tycho 1602. Tycho heeft in zijne Astronomiae instauratae mechanica, Noribergae 1602 vier werktuigen beschreven en afgebeeld, die gedeeltelijk ontleend zijn aan de sphaera armillaris, gedeeltelijk aan het torquetum herinneren en die in hoofdzaak gelijk met de tegenwoordige aequatoriaal overeenkomen.

Flamsteed 1689 Flamsteed gebruikte voor de bepaling van sterrenplaatsen in R. Opkl. en Decl. een werktuig, dat beschouwd kan worden als eene, die aan die der aarde evenwijdig is. Zie zijne Historia coelestis. Vol. III pag. 103.

Graham 1735 Omstreeks het jaar 1735 werd Graham zijnen aequatoriaal-sector in, die beschreven en afgebeeld is in Smith. Optic Vol II § 885.

Short 1749 Het eerste werktuig dat niet slechts in zijn beginsel, maar ook in zijne vorm met het tegenwoordige aequatoriaal overeenkomt, werd bedacht en vervaardigd door James Short. Short heeft dat werktuig in het jaar 1749 voltooid. Short heeft dat werktuig beschreven in eene verhandeling: Description and use of an Equatoreal telescope, die opgenomen is in de Phil. Trans. 1749 pag. 241, en in dat deel wordt door plaat III eene schematische afbeelding van het werktuig gegeven.

Het werktuig van Short had een verdeelden horizontalen, verticalen, aequatorialen en declinatie-cirkel. Het kon alzoo aan allerlei plaatsen en in allerlei richtingen gebruikt worden, zoodat het een werktuig was dat universeel aequatoriaal genoemd kan worden. De benaming aequatoriaal schijnt door Short het eerst gebruikt te zijn. Hij noemde zijn werktuig ook portable observatory, omdat het voor zeer veelvuldige sterrekundige bepalingen dienen kan. De zamengesteldheid van dit werktuig maakt het reeds in zich zelve zeer [illegible] en men kan niet zeggen dat Short deze letter baan heeft gekozen, om zijn werktuig zoo veel mogelijk de noodwendige stevigheid te geven. Het werktuig was niet te groot om een draagbaar werktuig genaamd te kunnen worden.

Nairne 1771

In de Phil. Trans. 1771 Part I pag. 107 verscheen eene verhandeling onder den titel: Description and use of a new constructed equatorial telescope or portable observatory, made by Edward Nairne. London. Eene schoone afbeelding van dat werktuig wordt gegeven in plaat IV van het genoemd deel der Phil. Trans. Het was volstrekt niet anders dan eene wijziging van het werktuig van Short, maar waardoor het werktuig veel steviger moest worden en tot meer naauwkeurige uitkomsten moest leiden.

Ramsden Dollond 1770-3

Tusschen de jaren 1770 en 1773 zijn door Ramsden en Dollond eenige draagbare aequatorialen vervaardigd, die vermeld worden door Sir Shuckburgh in de Phil. Trans 1793 Part I pag 72. Dollond schijnt in 1772 of 1773 eene beschrijving van zijn werktuig te hebben uitgegeven.

Dollond 1779

In de Phil. Trans. 1779, Part II, pag. 332 verscheen eene verhandeling ten titel voerende: An account of an apparatus applied to the equatorial instrument for correcting the errors arising from the refraction in altitude. By Mr. Peter Dollond. Het hulpmiddel bestond hierin, dat vóór het objectief des kykers eene holle en eene bolle lens werd gebragt, die met elkander de werking van een plat glas uitoefenden. De bolle lens liet zich in eene verticale rigting verschuiven en werd zoodanig gesteld, dat zij eene refractie gaf, even groot maar in eene tegenovergestelde zin als die des dampkrings. Daardoor moest niet alleen de breking, maar ook de verspreiding der lichtstralen in den dampkring verholpen worden. De toestel is afgebeeld op plaat IV van het bovengenoemd deel der Phil. Trans.

Fransche [illegible] 1726–1779.

In Frankrijk stonden de aequatorialen gedurende de 18de eeuw op een zeer lagen trap. Eene duidelijk beeld van het Fransche aequatoriaal, in het begin van de 18de eeuw, kan gegeven worden door de afbeelding van een zonderling werktuig van dien aard, voorkomende in N. Bion. Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique. La Haye 1723

(N.B. Het bovengenoemd werk van Bion is zeer gewichtig voor de kennis van oude werktuigen. Van het oorspronkelijk zijn veel verschillende uitgaven verschenen. Het is door E. Stone in het Engelsch en door Doppelmayer in het Hoogduitsch vertaald. De vertaling van Doppelmayer, die den titel voert: Bion's mathematische Werkschule, heeft vijf uitgaven beleefd. De bovenbedoelde afbeelding wordt aldaar gevonden in de uitgave van 1726, Deel II plaat 20)

In de 18de eeuw gebruikte men in Frankrijk kijkers die zich bewegen lieten om eene as, die evenwijdig was gesteld aan de as der aarde. Shuckburgh gispte het terecht (Phil. Trans. 1793 pag) dat men aan dat werktuig den naam van machine parallactique had gegeven, die ongepast is. Lalande noemde het echter lunette parallatique, hetgeen eene geheel andere beteekenis heeft en Arago heeft zich later terecht tegen het hier verkeerde woord parallactique verklaard. Van die lunette parallatique uit de tweede helft der 18de eeuw vindt men eene afbeelding bij Lalande, Astronomie, Vol II, 1771, plaat 24, blz. 800 en bij Bailly in zijne Hist. de l'astronomie moderne, 1779, Vol II plaat 5. Naar die afbeeldingen gelijkt het werktuig op een zeer ruw model en geeft het een zeer ongunstig denkbeeld van de Fransche instrumentmakers in de 18de eeuw. Een meer volkomen aequatoriaal schijnt tot op dien tijd in Frankrijk niet bekend te zijn geweest.

Cassini heeft van dit ruwe en onbeholpen werktuig ook eene afbeelding gegeven in de Histoire de l'académie van 1721 pag. 18. Men vindt die afbeelding ook in [illegible], Astronomie Vol. IV plaat 18

5

Ramsden
1781–1791.

Van het jaar 1781 tot het jaar 1791 heeft Ramsden gearbeid aan een groot en schoon aequatoriaal, ten behoeve van Sir G. Shuckburgh. Dat werktuig is beschreven en afgebeeld in de Treatise on practical astronomy, by S. Vince, Cambridge 1790 en meer uitvoerig in eene bijzondere verhandeling van Sir G. Shuckburgh: An account of the equatorial instrument, geplaatst in de Phil. Trans. 1793, Part I, pag 67. Dit stuk van Sir G. Shuckburgh is hoogst gewigtig. Het geeft, onder belangrijke opmerkingen, eene korte geschiedenis van het equatoriaal in het algemeen en verder eene uitvoerige en zeer [illegible] beschrijving van het door Ramsden vervaardigd werktuig, opgehelderd door zes platen (plaat IX tot XIV), keurige afbeeldingen van het werktuig en zijne bijzondere deelen bevattende. Alle vroegere aequatorialen waren draagbaar; dat van Ramsden was, voor het eerst, een groot en vast werktuig, waarbij alles was vermeden wat het zoude verzwakt hebben en dat bestemd was voor de naauwkeurigste plaatsbepaling van hemellichamen [illegible] met den, wel- ten. Het werktuig kwam overeen met den vertikaal-cirkel, dien Ramsden voor Piazzi vervaardigde en het voornaamste verschil bestond alleenlijk daarin, dat de kolom niet vertikaal was, maar evenwijdig aan de as der aarde. Dit werktuig van Ramsden is de grondtype van alle latere Engelsche aequatorialen, d.i. de assen worden aan beide zijden ondersteund en de kijker was geplaatst in het midden der declinatie-as. De latere aequatorialen van Airy komen zeer veel met dat van Ramsden overeen en onderscheiden zich hoofdzakelijk door eene grootere vastheid in hunnen bouw. Pearson zegt in zijne Practical Astronomy, Vol. II, pag. 518 dat dit werktuig, hetwelk later aan de sterrenwacht te Greenwich werd geplaatst, te zwak was, bij de hoogste zijner oculairen.

Het groote aequatoriaal van Shuckburgh, door Ramsden vervaardigd, had eene noord- of pool-as, wier lengte ruim acht voeten bedroeg.

De cirkels hadden middellijnen van vier voeten en de kijker had eene opening van 4,2 Eng. duimen, bij eene lengte van 5½ voeten. De bouw van het werktuig is zeer schoon en, behalve dat zij gebrek aan stevigheid, zeer doelmatig. Men kan niet den kijker de poolster bereiken. De aflezing geschiedde door mikroskopen met mikrometers toegerust, geheel en al met de hedendaagsche overeenkomende.

Ramsden heeft aan het werktuig, voor zijne rektifikatie, ook niveau's toegevoegd en een van die niveau's gaf, voor 1" eene verplaatsing van meer dan 1 Par. lijn. Door vele bijzonderheden werd het doelmatig gebruik van het werktuig bevorderd. Zoo droeg het eene lampje, dat, bij alle standen van den kijker, het veld verlichtte en aan het oogeinde van den kijker was een kastje aangebragt, waarop zich de hoogte en de parallaktische hoek van het hemellicht liet aflezen, voor de bepaling van de refractie in rechte klimming en Declinatie.

Iedere cirkel had eene dubbele verdeeling, ééne in strepen en ééne in stippen, beide van 10' tot 10'. Met elk mikroskoop, dat 18 malen vergrootte, kon, met zekerheid, tot op enkele tienden deelen eener seconde worden afgelezen. Shuckburgh heeft de verdeeling van beide cirkels onderzocht, door de tegen over elkander staande mikroskopen af te lezen, van 10° tot 10°, daaruit de excentriciteit af te leiden en de verschillende aflezingen bij die excentriciteit te vergelijken. Shuckburgh kwam tot het besluit, dat de fout van ééne streep, of van ééne stip, meestal slechts een nog kleiner deel van eene seconde bedroeg. Bij den meridiaan cirkel scheen de fout aan één punt tot 1",5 te stijgen en bij den Declinatie-cirkel beliep de fout slechts eenmaal 2". Als men het oog vestigt op den bouw van het werktuig, de inrigting zijner bijzondere

7

duur en de naauwkeurigheid waarmede het naar de aanwijzingen van Shuckburgh vervaardigd is, maar men ziet dit bedragen over de geringe verbeteringen, die de kunst, in meer dan zeventig jaren, gemaakt heeft.

Shuckburgh treedt in vele bijzonderheden en legt eene groote kennis aan den dag. Hij geeft uitvoerige voorschriften voor de berekening der refractie en handelt over de rectificatie van het aequatoriaal. Het is zeer vreemd dat hij niets geeft, dat naar eene wiskundige theorie van het werktuig gelijkt.

Troughton
1788-1820

In het bekende werk: An introduction to practical astronomy, by the Rev. W. Pearson, Vol. II. London 1829, worden naauwkeurige afbeeldingen gegeven van eenige, meestal vrij ondoelmatige, parallactische werktuigen. In de § 77 pag 517, die het opschrift heeft: Equatorial-instrument, behandelt hij over geen ander aequatoriaal bepaaldelijk, dan over een dier werktuigen, dat in het jaar 1788 werd voltooid, en dat hem alzoo het meest volkomene aequatoriaal moet zijn toegeschenen.

Pearson geeft, in den aanvang van de genoemde §, eene korte geschiedenis van het aequatoriaal, waarin niets bijzonders voorkomt. Hij zegt (bladz. 518) dat Capt. Huddart, met behulp van Troughton, een aequatoriaal heeft vervaardigd, dat later in eigendom van South is geworden en door dezen sterrekundige voor het uitmeten van dubbele sterren is aangewend. Dat werktuig is beschreven en afgebeeld in de Phil. Trans. 1824 Part III.

Het eenige eigenlijke aequatoriaal dat door ~~Troughton~~ Pearson wordt beschreven en afgebeeld, is dat hetwelk Troughton in 1788 vervaardigde. Dat werktuig was voor den [illegible] gallan bestemd, die het naar Coimbra [illegible] de, waar het nieuwe [illegible] gebracht te zijn geworden. Troughton vervaardigde ook een aequatoriaal voor Armagh, maar hij hield dat van Coimbra voor het beste model, en daarom werd ook allereerst het laatstgenoemde door Pearson beschreven en afgebeeld. Die afbeelding wordt gegeven op plaat XXV. Het werktuig is een universaal-aequatoriaal, want het heeft ook een horizontalen en een vertikalen cirkel. De basis van het werktuig is zeer zamengesteld en slechts eene wijziging van die der aequatorialen van Short en Nairne. De kijker is betrekkelijk zeer klein en het geheel is voor een draagbaar werktuig te groot. Ongetwijfeld was het werktuig veel te wankelbaar om waarnemingen van eene hooge naauwkeurigheid toe te laten.

In zijne Practical Astr. (pag. 518) vermeldt Pearson dat Capt. Huddart met behulp van Troughton een aequatoriaal heeft vervaardigd dat later in eigendom van South is gekomen; door South heeft in de Phil. Trans. 1824, Part III pag 4 en verv. eene beschrijving en eene zeer schoone afbeelding van het werktuig gegeven. De inrigting kwam met die eener [illegible] overeen met het [illegible], dat de hoofdas eene zamengestelde [illegible] was van ijzeren platen gemaakt. South zegt (bladz. 11) dat het ijzerwerk gemaakt was door Huddart naar zijne teekeningen in 1797 en dat J. en E. Troughton de verdeelingen, [illegible] kijkers enz. hadden bezorgd. Het objectief, dat eene opening had van 3¾ Eng. duim. was gemaakt door Dollond.

Het andere der twee aequatorialen, die Herschel en South bij hunne beroemde metingen op dubbele sterren hadden gediend, had een objectief van 7 voeten brandpuntsafstand en wordt door Herschel en South het meesterstuk van Tulley genoemd. De aequatoriale vorm was die van het aequatoriale sector, welke door Sisson voor de sterrenwacht te Greenwich gemaakt en beschreven en afgebeeld in de Practical Astronomy van Vince pag 141.

Omstreeks het jaar 1820 maakte Troughton voor James South het groote aequatoriaal, dat aanleiding tot het bekende en beruchte proces heeft gegeven.

Reichenbach Utzschneider 1803–1816

Reichenbach was hoofdman der Artillerie toen hij, in het jaar 1803, de werkplaats stichtte, die daarna zoo zeer is bekend geworden. Het is zeer vermoedelijk dat omstreeks dien tijd door hem vervaardigde aequatorialen waarschijnlijk iets spoedig in gebruik gemaakt. Het observatorium te Napels, dat voltooid was in het jaar 1819, bezit een groot aequatoriaal van Reichenbach, dat naauwkeurig beschreven en in het geheel niet afgebeeld te zijn. Littrow (*Wiener Annalen*, deel I bladz. 34) vermeldt het slechts met een enkel woord. In het werk *Commentarj Astronomici della Specola reale di Napoli. Di Carlo Brioschi. Vol I. Napoli 1824–6*, waarin de Meridiaan- en Vertikaal-cirkels van Reichenbach met zoo groote uitvoerigheid worden beschreven en afgebeeld, wordt met slechts een paar woorden te vermelding van het aequatoriaal. De as had eene lengte van 1,33 m en de cirkels, die middellijnen hadden van 0,741 m waren, door twee nonii, van 4" tot 4" verdeeld. De kijker had eene lengte van 1,20 m en eene opening van 0,083 m. Het werktuig was toegerust met micrometers, om zijne ... Er werden geene waarnemingen medegedeeld, die met dat werktuig volbragt zijn.

Uit de beschrijving van Brioschi zoude men afleiden, dat het aequatoriaal van Reichenbach niet overeenkwam met zijne vertikaal-cirkels, als de hoofdas door werktuigen in eenen bepaalden stand werd gebragt. Daarmede laat zich echter niet wel overeenbrengen wat Struve in zijne *Beschreibung der auf der K. U. Sternwarte zu Dorpat befindlichen grossen Refractors von Fraunhofer. Dorpat 1825* pag. 1 van het aequatoriaal te Napels zegt, namelijk dat het, aan de noordzijde van het zenith, niet zonder omdraaijen van den cirkel gebruikt kan worden, waarbij zijne parallactische inrigting ophield. Struve zegt dat het glas van 78 lijnen opening door Fraunhofer was vervaardigd en de rest door Reichenbach. De kijker werd, volgens Struve, door een uurwerk bewogen.

1822 Aeq. naar Reichenbach te Weenen f 11,250. Niet beschreven of afgebeeld. Weener Ann. II p. 3. Kleine aeq. afgebeeld Weener Ann. V. 34.

De sterrewacht te Padua ontving in 1816 een aequatoriaal van Reichenbach – Utzschneider

10

met cirkels van 2 voeten middellijn, die door twee nonien 4'' gaven. Dit aequatoriaal had eenen lamellen-mikrometer, uit Spiraal-veêren van zak-horologiën vervaardigd. Dit aequatoriaal wordt kortelijk vermeld in de Astr. Nachr. Vol. 5 pag. 353. Het werd in het jaar 1823 door Santini beschreven zie in de Correspondance Astronomique van von Zach, Vol. 9, pag. 266.

Fraunhofer
1824–1850

Tot op den tijd van Fraunhofer was het eigenlijke doel der aequatorialen nog onbepaald en onzeker gebleven. Aanvankelijk wilde men in het aequatoriaal een werktuig, waarmede allerlei soorten van waarnemingen volbragt konden worden en bij de inrigting die men aan het werktuig gaf, kon geene van die waarnemingen naauwkeurig zijn. Later wilde men in het aequatoriaal gedeeltelijk een werktuig vinden voor de volstrekte plaatsbepaling van hemellichten, gedeeltelijk een werktuig om de hemellichten gemakkelijk te vinden en te volgen. Gewoonlijk was het aequatoriaal voor het eerstgenoemde te weinig en voor het laatstgenoemde te ~~weinig~~ veel. Fraunhofer vestigde het eerst eene juiste onderscheiding tusschen eigenlijke aequatorialen (werktuigen voor de volstrekte plaatsbepaling van hemellichten buiten den meridiaan) en kijkers op parallactische voeten (kijkers met voeten bestemd om het vinden en volgen van hemellichten gemakkelijker en daardoor het uitvoeren van fijnere metingen aan den hemel mogelijk te maken). Fraunhofer bedoelde niets anders dan het zeer doelmatig gebruik van zijne groote kijkers en de vroegere verhoudingen tusschen de kijkers en hunne voeten, werd geheel omgekeerd. De kijker werd doel, de voet slechts middel. De kijker werd zeer groot met betrekking tot den voet en zijne deelen. De Declinatie- en Uurcirkels, hetgeen toen nog geheel voornaamste

11 (Dit deed reeds Reichenbach. Zie Wiener Annalen V. 3½)

waaraan het achtereinde van de as en de kijker aan het andere uiteinde van de Declinatie-as. Daardoor werd het geheel zeer beweegbaar. Fraunhofer voegde een uurwerk toe aan den kijker, waardoor deze de hemellichten in hunne beweging moest volgen. Uitdrukkelijk verklaarde hij dat zijne werktuigen niet bestemd waren voor de volstrekte plaatsbepaling van hemellichten.

De eerste groote kijker op parallactischen voet, dien Fraunhofer heeft afgeleverd, is die van het observatorium te Dorpat, welke in de handen van Struve, zoo schitterende resultaten heeft gedragen. Dit werktuig werd voltooid in het jaar 1824. Het werd met uitvoerigheid beschreven en afgebeeld door Struve in een bijzonder werk, ten titel voerende: Beschreibung des auf der K. U. Sternwarte zu Dorpat befindlichen grossen Refractors von Fraunhofer. Herausgegeben von F. G. W. Struve. Dorpat. 1825. Fraunhofer zelf heeft eene afbeelding en eene korte beschrijving van dat werktuig gegeven in de Astr. Nachr. Band 4 pag 17 en 37. Struve beschreef daarna in de Astr. Nachr. Band 4 pag 37, sq. Het is ook beschreven en afgebeeld in Pearson's Practical Astronomy vol II pag. zoo als ook in de Memoirs of the Astr. Society.

De kijker te Dorpat heeft eene opening van 9 Par. duim en eenen brandpunt-afstand van 13 vt. 7 duim. Kijkers van denzelfden aard, gedeeltelijk kleinere, gedeeltelijk grootere, werden spoedig over de geheele aarde verspreid. Fraunhofer overleed in 1826 maar zijne werkplaats bleef, onder de leiding van G. Merz, bestaan.

In het jaar 1831 heeft Starke te Weenen, in den geest van Fraunhofer, een parallactischen voet gemaakt voor eenen kijker van 6 duim opening, die nog door Fraunhofer was vervaardigd. Dat werktuig is beschreven en afgebeeld door Starke in de Annalen der k.k. Sternwarte in Wien Theil XII. De beschrijving geeft belangrijke inlichtingen, aangaande het stelsel van tegenwigten.

Men heeft aan de parallactische vorm van Fraunhofer allerlei enige verbeteringen toegebragt. De eerste werden in het jaar 1830 door Merz aangebragt in de opstelling eener kijkers van 6 Par. opening en 8 vt. brandpunt. Astr. Nachr. Vol 8 p. 110.

Lamont heeft in 1834-5 belangrijke verbeteringen gebragt aan den kijker te Bogenhausen, van 10½ duim opening. Hij bragt meer stabiliteit aan het statief, die de cirkels ontstegen waardigheid; hij bragt eene inrigting aan, waardoor de kijker parallel het gaan van het uurwerk, verder kan werken en eene andere inrigting, waardoor men uit het oculair het uurwerk van den kijker kan verhinderen. Men zie Astr. Nachr. Vol 12 p. 260.

Bij de stichting van het observatorium op den Pulkowa heeft men belangrijke verbeteringen aan de inrigting der kijkers van Fraunhofer toegebragt in het jaar 1837. Men zie Astr. Nachr. Vol. 13 pag 32 en Description de l'observatoire de Poulkova.

In het jaar 1843 werd het uurwerk door Starke verbeterd. Zie Astr. Nachr., Vol 22, p. 271, Vol 32 pag 103 en Wiener Annalen, Vol 23, p. 95

In het jaar 1850 heeft Merz eene beschrijving gegeven van de verbeteringen, die hij het laatst aan de parallactische vorm van Fraunhofer had toegebragt. De tanden van het uurrad werden beter ingesneden. De centrifugaal-slinger werd met beter toegerust en het sluiten van de deel. en in hare bus werd verbeterd. Zie Astr. Nachr. Vol 30 pag 301.

Voor eene naauwkeurige kennis van de kijkers uit het Instituut van Fraunhofer, de wijzigingen die zij hebben ondergaan en de hulpstukken die zij voerden, zie men behalve de reeds aangehaalde bestrekken werken:

Struve: Description de l'observatoire de Poulkova. 1845.

13

Astronomical Observations at the National Observatory. Washington. Vol I. 1846.

Memorie dell osservatorio in collegio Romano 1850

Annals of the Astronomical observatory of Harvard college. Vol I. Part I. pag. 34 seq.

Plössl
1830–50

Plössl te Weenen heeft onderscheidene groote dialytische kykers op parallactische statieven geleverd, die vermeld worden door Littrow in de Astr. Nachr. Band 32 pag. 103 (1850). De voornaamste daarvan zijn:

opening	6	duim	voor	Inslay
"	$7\frac{1}{2}$	"	"	Athenen
"	8	"	"	Bicikke
"	$10\frac{1}{2}$	"	"	Turkeye.

Littrow zegt dat de kokers dier werktuigen op drie schroeven rusten. Plössl heeft die werktuigen zonderling eene inrigting gegeven, dat de kykers zich bij het uitzetten onder het draaitoestel van het uurwerk. Die inrigting is door Starke op den kyker van Weenen overgebragt en door hem in de Annalen, Band 23, pag 96, beschreven en afgebeeld. De centrifugaal-kogels van Fraunhofer, tegen welke Starke vele bezwaren maakt, (Annalen 23.95. A.N. 22.271. 32.103) worden door windvleugels vervangen. Plössl ontdekte dat de windvleugels zich beter regelen, als zy bevat zyn in eene doos wier deksel zich meer of minder openen laat. Over het aeq. van Plössl te Greifswald zie A.N. 38.17

Airy
1833–1862.

Toen, in het jaar 1833, de Hertog van Northumberland het observatorium te Cambridge een groot aequatoriaal wilde schenken, kocht Airy, in 1835, een glas van Cauchoix, met eene middellyn van 12 duim en veranderde hy zelf de wijze. Airy wilde het werktuig voor naauwkeurige plaatsbepaling van hemellichten bestemd hebben en koos daarby de inrigting van Fraunhofer, die de assen niet aan haar uiteinden ondersteunde gebruikt. Airy bleef by de oude Engelsche inrigting van Ramsden, maar gaf aan het werktuig een veel grootere stevigheid. Het werktuig vertoont een groot en hechtig ijzerwerk, maar de inrigting van Airy, met onderscheidene zeer vernuftige hulpstukken. Het werktuig is door Airy zeer uitvoerig beschreven en in 19 platen afgebeeld, in de Cambridge observations, Vol. XV, for the year 1843.

(Prof. Adams zeide mij in Oct. 1862 dat het glas van Cauchoix nog steeds in.)

Bij de stichting van het Observatorium te Liverpool werd Airy opgedragen een groot aequatoriaal voor die stichting te ontwerpen. Men koos een glas van Merz, met 8 duim opening en Airy volgde nagenoeg het model van Cambridge. Met het aequatoriaal van Liverpool zijn zeer merkwaardige waarnemingen volbragt. Dat werktuig is beschreven in de Month. Not. of the R. A. Society, vol. 8, p. 88 vol IX p. 34 en 75 in de Memoirs of the R. A. Soc. vol XX p. 115 en in het tijdschrift L'Institut 1849. pag 57.

Sedert het jaar 1857 is Airy bezig met een groot aequatoriaal voor de sterrewacht te Greenwich. Hij heeft over dat werktuig berigten gegeven in zijne jaarlijksche Reports, sedert het jaar 1857 en in de Month. Not. of the R. Astr. Society Vol XX pag 94. Over de inrigting der monturen van een groot aequatoriaal had Airy afzonderlijk gehandeld, in de Mem. of the R. A. Soc. vol XI en vol XX.

Airy onderscheidt van elkander drie soorten van Aequatorialen:

1° het oude Engelsche, van Ramsden en Shuckburg.

2° dat met eene korte poolas en de kijker ter zijde van die as (Reichenbach)

3° de Duitsche vorm (Fraunhofer)

Airy zegt dat men bij no. 1 moet bijvoegen al onze plaatsbepalingen van hemellichamen met het aequatoriaal, als zoodanig, verkregen. Hij heeft voor echter de Deel. als zoodanig gevoegd, dat men de pool met het werktuig kan bereiken. Het glas is van Merz, 12 duim opening?

Het grootste van deze soort is gemaakt door Ransomes te Ipswich, het kijker werk en de onderdeelen door Simms. De assen hebben middellijnen van 6 voeten. Het mechaniek is ingerigt als bij het aeq. te Liverpool. Een kaart het afleiden der mechanismen geeft eenige merkwaardige bijzonderheden.

In het Rapport van 1860 wordt het werktuig als voltooid aangekondigd. Een Engelsch dagblad geeft eene beschrijving van het werktuig.

A. & G. Repsold 1850 - 1863.

De meest volkomene aequatoriaalen van den tegenwoordigen tijd zijn ontwijfelbaar die, welke de Heeren A. & G. Repsold te Hamburg vervaardigd hebben, voor de sterrewachten te Altona en te Gotha. Reeds in het jaar 1828 had de oudere Repsold een aequatoriaal aan de sterrewacht te Christiania geleverd, waarvan een glas van Fraunhofer met eene br. opl. van 6 duim was gebruikt. (Astr. Nachr. Vol. 52 pg 136) Prof. C. Hansteen, in zijn werk Die Kön. Sternwarte in Christiania. 1849, spreekt slechts met een woord van dat werktuig, zonder het te beschrijven of af te beelden.

In het jaar 1850 voltooiden de Heeren A. & G. Repsold den beroemden heliometer voor het observatorium te Oxford. Dat werktuig was, ook om zijne aequatoriale inrigting, hoogst merkwaardig. De inrigting met korte assen van Fraunhofer was behouden, maar de gebreken der werktuigen van Fraunhofer waren hier geheel overwonnen. Dit meesterstuk van kunst en vernuft is beschreven en afgebeeld in de Radcliffe observations, Vol. XI, for 1850. Zeer goede afbeeldingen worden ook gevonden in The cycle of celestial objects, continued at the Hartwell Observatory to 1859, by Vice-Admiral W. H. Smyth. London 1860. bladz. 157. In het boekje Observatories in London and its vicinity. 1852, pag. 678

en in het laatste *Londen. Hare to observe the heavens*, pag. 19. Vermeld M.N.R.A.S. IX. 74. 218

In het jaar 1858 voltooiden de Heeren A & G. Repsold een aequatoriaal voor het Observatorium te Altona, waartoe hun een glas, van Fraunhofer, [illegible] brandpuntsafstand, met eene opening van 52 lynen en br. afst. 6 vt. gegeven was. De H.H. Repsold plaatsten het werktuig niet op een' steenen voet, zoo als de latere aequatorialen uit München en den Heliometer te Oxford, maar op een ijzeren standaard, op drie pooten rustende. Te weinig worden toten de hoedanigheden van dat werktuig zich geheel bekend. Het is uitvoerig beschreven en afgebeeld door Prof. C.A.F. Peters in de *Astron. Nachr. Band 58, pag. 273, No. 1386–1390.*

Kort na het bovengemelde is door de Heeren A & G. Repsold een aequatoriaal voltooid, voor de sterrenwacht te Gotha, even groot als dat te Altona, met een glas van Steinheil, welks opening 52 lynen bedraagt. Dat werktuig komt in de meeste opzigten met dat van Altona overeen, doch is toegerust met het hulpmiddel, door Hansen uitgevonden, om de buiging der assen tegen te gaan. Het is door Joh. A. Repsold beschreven en afgebeeld in de *Astron. Nachr. Band 59, pag. 209.*

Behalve de bovengemelde zijn in de laatste jaren onderscheidene aequatoriaalen of kijkers op parallactische voeten gemaakt, die zich, of door hunne vervaardigers, of door de werkzaamheden waartoe zij leidden, een' meer of minder grooten naam hebben verworven. Die aequatoriaalen zijn van zeer onderscheidene vormen en inrigtingen en zij zijn meest alleen in het een of ander opzigt merkwaardig. De voornaamste zijn de volgende:

Verschillende aequatoriaalen.

Gambey 1830

De aequatoriaalen door Gambey, omstreeks het jaar 1830, voor de sterrenwachten te Parijs en te Brussel vervaardigd. Van het aequatoriaal te Parijs vindt men eene schoone afbeelding in de Astr. popul. van Arago Vol II p. 48.

Cooper 1837

Gedurende eenigen tijd was het grootste aequatoriaal der aarde dat hetwelk Cooper in Ierland vervaardigen liet, in het jaar 1837. Het objectiefglas van Cauchoix heeft eene opening van 13⅓ Eng. duim. De inrigting van dit statief is aan den kijker te Dorpat ontleend, maar in plaats van een houten onderstel, is eene steenen pyramidale aan-gewend. Het werktuig staat geheel in de ope-n lucht. Men vindt dit werktuig vermeld in L'Instit. 1849 p. 53. Lamont's Jahrb. I p. 145. Month. Not. of the R. A. S. VIII (p. 88) p. 2 m, Astr. Nachr. Vol 18. 31. Het observatiewerk van Cooper is vooral bekend door den Markree Catalogue.

Cooper heeft, naar mijne meening, zijn groot aequatoriaal in lithographie doen afbeelden. Een exemplaar daarvan bezit de Bibliotheek der Hoogeschool te Leiden.

Smyth, Lee, Bishop 1837

Hoogst bekend, door de daarmede ver-kregte werkzaamheden, zijn de aequatoriaalen van Smyth en Bishop, vervaardigd door Dollond omstreeks 1837. Het werktuig van Smyth is later in de handen van Dr. Lee overgegaan en beschreven en afgebeeld in de Cycle of celestial Objects van W. H. Smyth, London 1844 pag. 339 en in The cycle of celestial Objects, continued at the Hartwell Observatory to 1859. By Vice-Admiral W. H. Smyth. London 1860. pag 152. Bishop heeft zijn aequatoriaal, dat door de ontdekkingen van Dawes en Hind zoo bekend is geworden, beschreven, maar niet afgebeeld, in de Astronomical observations taken at the observatory South Villa, during the years 1839-1851, London 1852, pag. 10 sq. Het werktuig was gemaakt door den jongeren Dollond, geheel naar het aequatoriaal van Smyth en Dr. Lee. De opening van het objectief is 7 duim, de brandpt. 10½ vt. De declinatie-as, die eene lengte heeft van 13 vt. is eene mahonije houten buis en voldoet zeer wel. Het werktuig is met een uurwerk toegerust.

Smyth, King 1844.

Smyth bedacht in 1844 een eenvoudigen parallactischen voet, waar een nog grooteren kijker, door hem parallactic ladder genaamd. Die inrigting is beschreven en afgebeeld in den Cycle of celestial objects etc Vol I p. 377 en in de Speculum Hartwellianum pag. 129. King heeft een soortgelijken voet laten vervaardigen, van welken hij zegt dat hij niet meer dan 6 £ heeft gekost. Hij vermeldt dien voet in de M. Not. of the R.A.S. Vol 16 p. 28. Het schijnt dat zulk een voet aanleiding tot tijdelijke meer gegeven hebben.

Dr. Lee Cooke & Sons 1858

Dr. Lee heeft, in 1858, door Cooke & Sons te York, een aequatoriaal laten maken, met een objectief van 8 duim opening en 10½ vt. brandpt. Dit werktuig heeft zeer veel overeenkomst met de nieuwere aequatorialen van Repsold. Dr. Lee heeft voor zijne vrienden eene lithographische afbeelding van dat werktuig laten vervaardigen.

Dawes Clark & Sons 1859.

Dawes, die vroeger zoo vele hoogst belangrijke waarnemingen had volbragt met eenen 6 duims kijker van Merz, liet zich in het jaar 1859, een grooteren aequatoriaal kijker vervaardigen door Alvan Clark & Sons te Boston, in Noord-Amerika. Dit werktuig wordt hoogelijk geroemd, zoowel om zijne optische kracht als om de doelmatigheid zijner inrigtingen. De opening is 8¼ duim. Het uurwerk heeft den spring-governor van Bond, met eenen korte ... Het werktuig is kortelijk beschreven en door eene houtsnede afgebeeld, in de Month. Not. of the R.A.S. Vol XX. pg 60.

Fletcher
Cooke
1860.

Capt. Jacob heeft, in de M. Not. of the R. Astr. Soc. Vol. XX. pag. 247 een kort berigt gegeven van een groot aequatoriaal, dat Fletcher, onder zijn bestuur en voor zijn eigen gebruik, heeft laten vervaardigen, naar de teekening van zijnen broeder te Whitehaven. Het glas is geleverd door Cooke te York en heeft eene opening van 9½ duim bij eene brandpuntsafstand van 12¼ vt. Het werktuig wordt zeer geprezen. Eene uitvoerige beschrijving wordt toegezegd.

Parijs
Lerebours
Brunner
1851–1862.

Gedurende de jaren 1851–62 is men, aan het observatorium te Parijs, bezig geweest met de vervaardiging van een groot aequatoriaal, dat eindelijk in het laatstgenoemd jaar is tot stand gekomen. Het glas is van Lerebours en heeft eene opening van 14 duim. Naar Arago (Notic. Scient. Vol III pag. 585) heeft de Fransche wetgeving achtereenvolgens voor dit werktuig de volgende sommen toegestaan:

voor het glas 25,000 fr.
voor den voet 90,000 "
voor het dak 94,000

De voet is gemaakt door Brunner en heeft, zoowel als het dak, merkwaardige bijzonderheden. Men vindt dat werktuig vermeld, beschreven, behalve in het reeds aangehaalde stuk van Arago, in het dagblad L'Emancipation 1851, door Villarceau in de Correspondance Bruxelles no. 99, en in de Astr. pap. van Arago 1854 Vol II en in de Notic. Scient. Vol II pag. 39 en 48 in kwarto, waar het werktuig en kaartwerken is afgebeeld. Zie ook C. R. 39. 949 (Lerebours)

Kopenhagen
E. Jünger
1861.

In het jaar 1861 werd een groot aequatoriaal voor het observatorium te Kopenhagen voltooid. Het glas is van Merz, met eene opening van 10½ duim. De aequatoriale voet is vervaardigd door E. Jünger te Kopenhagen. Het werktuig wordt door d'Arrest hoogelijk, in alle opzigten, geroemd. Het is door hem beschreven in de Astr. Nachr. Vol. 56 p. 328 en uitvoerig beschreven en afgebeeld in een bijzonder werk onder den titel: De instrumento magno aequatoriali speculae Univ. Havniensis. Havn. 1861

Upsala
Steinheil
1860.

Steinheil voltooide in 1860 een groote aequatoriaal met een glas van 9 duim voor de sterrewacht te Upsala. Dit werktuig wordt hoogelijk geroemd. Het is voorloopig beschreven in de Astr. Nachr. Vol 57 pag 241

Spiegel-teleskopen
Lassell
1841–1860

Spiegel-teleskopen, op aequatoriale voeten.

De wereldberoemde Lassell heeft het eerst zeer groote spiegelteleskopen aequatoriale voeten gegeven. Zijn eerste teleskoop had eene opening van 9,5 duim en eene lengte van 9 eng. voeten. Deze teleskoop werd, in 1841, parallactisch opgesteld. Eene beschrijving en afbeelding van dat werktuig is door Lassell gegeven, in de Memoirs of the R. Astr. Soc. Vol XII pag. 265 plaat V en VI.

In 1847 voltooide Lassell eenen teleskoop met eene opening van 24 duim en br. afst. van 242 duim. Lassell gebruikte voor kleinen spiegel een prisma van [illegible] en verkoos dit [illegible] boven [illegible]. Deze teleskoop werd volkomen [illegible] ingerigt. Men zie over dit werktuig Astr. Nachr. Vol 26 p. 167

In het jaar 1858 was Lassell nagenoeg gereed met eenen teleskoop, wiens spiegel eene middellijn heeft van 4 voeten. Zie over dat werktuig M. Not. of the R. A. S. Vol XVIII pag 107 en XIX. 137. In het Vol. XV p. 17 heeft Lassell de [illegible] beschreven, waarop hij met zijn groote [illegible] observatiën [illegible].

Over de teleskopen van Lassell zie men:
Mem. of the R. A. Soc. Vol XII p. 265 Vol XVII p. 18 Vol XVIII p.
Month. Not. of the R. A. Soc. Vol. VII. 217, VIII 88, IX 29. 77. 110,
XVIII. 107, XIX 137.

L'Institut 1849 53, 191
Astr. Nachr. Vol 26 p. 167
Astr. Nachr. Vol. 63 pag 369. Afbeelding
Afbeelding Album der Natuur Jaarg. 1865 Afl. 9 bl. 285

De Heer Warren de la Rue, die zeer schoone photographische afbeeldingen der maan gemaakt heeft met eenen aequatoriaalen spiegeltelescoop wiens opening 13 duim bedraagt, heeft dat werktuig vervolgens dezelfde inrigting als de werktuigen van Lassell gegeven.

Airy 1849-53

Airy heeft, in de jaren 1849 en 1853, Month. Not. of the R. A. Soc. vol IX p. 110 en vol XIII p. 165 gehandeld over het parallactische stellen van eenen grooten spiegeltelescoop, die eene geheel horizontale en vertikale beweging heeft. Dit middel kan op alle kijkers en telescopen worden toegepast. De kijker moet zich om één bepaald middelpunt bewegen. Om een ander middelpunt, dat met betrekking tot het eerste in eene lijn ligt, overeenkomstig aan deze der aarde, beweegt zich eene staaf, die zich heen en weer beweegt naar een der uiteinden van de kijker bevestigen. De staaf dwingt den kijker eenen cirkel om de pool des hemels te beschrijven.

Rosse 1840-1860?

Lord Rosse, die zich, sedert het jaar 1840, aan groote telescopen heeft toegewijd, geeft, zelfs aan zijnen telescoop van 6 vt opening en 60 vt lengte, eene parallactische beweging, vermoedelijk met de staaf van Airy. Rosse beproeft zelfs dit werktuig, door eene uurwerkachtige beweging van de hemellichamen te doen volgen.

Men heeft vele afbeeldingen van den grooten telescoop van Lord Rosse gegeven. De schoonste is die voorkomende in The [illegible] of celestial objects [illegible] at the [illegible] Observatory. By Viscountess [illegible] London 1860 p. 167

Over de telescopen van Lord Rosse

zu neu:

Times Sept 1844, 16 Apr 1845

L'Institut 1849, 54, 366, vol IX. 158, vol XII. 340, 368

Phil. Transact 1846 p. 503

Gruith. Jahrb. 1844 p. 123, 1847 p. 177

Monthly Not. R.A.S. IX. 18, 110

Astr. Nachr. Vol 23. 113

The Athenaeum. n° 1080 (Robinson)

Sir George Shuckburgh's equatoriaal. Greenwich. As. 1861. p. 13.

Het instrument dat beschreven is in de Phil. Transact. van 1793, werd in het jaar 1811 aan het observatorium te Greenwich geschonken. Men wist aanvankelijk naauwelijks het als een azimuth- en hoogtecirkel optestellen maar het bleek naderhand te zwak in zijnen bouw te zijn, ofschoon het even als de cirkel te Palermo ingerigt is. Het is later in den [illegible] toen als een aequatoriaal opgesteld. Het werktuig wordt weinig of niet gebruikt en aan de plaats waar het is opgesteld is ook een groot gedeelte van den hemel bedekt. De verdeeling van den vertikaal cirkel die te zeer uitgesleten was is in het jaar 1860 door Simms vernieuwd.

Bij Pag. 12.

Verbeteringen bij de kijkers van Fraunhofer, die door Struve bij het bestellen der kijkers voor den Pulkowa werden voorgeschreven.

1835 Astr. Nachr. Vol. XIII p. 32

1° De verdeeling der cirkels moet veel uitvoeriger zijn. Bij den decl. cirkel van 4" tot 4", bij den uurcirkel in halve seconden tijds.

2° De noniën moeten aan vaste armen bevestigd zijn en de klemming aan een tegen niet verdeelden cirkel geschieden.

3° Eene veer op zetten werkende moet de armen nabij den uurcirkel vastdrukken.

4° Op de schroef zonder einde moet eene dubbele veer werken.

5° De stalen wig die de as draagt moet vervangen worden door eene plaat die zich door eene schroef laat stellen.

6° De optische as moet zich laten rectificeeren.

7° De houten voet moet door eenen steenen pilaar vervangen worden.

8° De schroef zonder einde moet zich gemakkelijk laten uitnemen en reinigen.

9° Het uurwerk moet zich door eene snaar aan het oogeinde des kijkers, met den kijker laten verbinden en van den kijker laten scheiden.

10° De Huygeniaansche oculairs moeten dubbel zijn voor het gebruik als de kaart anders te groot zoude worden.

11° De zoeker moet zich om de buis des kijkers laten draaijen.

12° Het veld moet zich laten verlichten.

Verder een aantal verbeteringen van minder aanbelang, hoofdzakelijk den micrometer betreffende.

Korte kritiek der theorieën
van het
Aequatoriaal.

Korte kritiek der theoriën van het Aequatoriaal.

B. Kruse. Commentatio de instrumento aequatoriali. 1819.

Dit stuk geeft eene beschrijving en afbeelding van het werktuig, in eenen zeer ouden vorm, en vermeldt zijn gebruik, maar geeft geene eigenlijke theorie of beschouwing van zijne fouten.

On the rectification of the Equatorial-instrument. By J. J. Littrow. Read March 12, 1824
(In de Memoirs of the R. Astr. Soc. Vol. II, Part I, pag. 45–54.)

Dit stuk bevat de eerste theorie van het aequatoriaal welke dien naam verdient. Littrow klaagt dat Lalande en Delambre, in hunne bekende leerboeken, ter naauwernood over het aequatoriaal gehandeld hebben en nog grootelijks dwaalden in het weinige, dat zij omtrent dat werktuig hebben aangevoerd. Littrow oordeelt eene theorie van het aequatoriaal noodzakelijk, nadat groote en voortreffelijke werktuigen van dien aard door Ramsden, Troughton en Reichenbach waren tot stand gebragt.

Littrow geeft eene korte theorie van het werktuig en treedt in geene bijzonderheden. De fouten van het werktuig kunnen in de meeste gevallen veel gemakkelijker worden bepaald, dan langs den weg daar hem aangewezen. De theorie van Littrow is zeer onvolledig, daar hij de hoeken, die de assen des werktuigs met elkander maken, geheel voorbij ziet.

Zie ook Wiener Annalen Vol IV p. 19 Vol V p. 27. 1824 en 1825.

F. G. W. Struve. Beschreibung des auf der K. Uni. Sternwarte zu Dorpat befindlichen grossen Refractors von Fraunhofer. Dorpat. 1825.

In dit werk wordt in het geheel geene eigenlijke theorie van het werktuig, als aequatoriaal, gegeven.

Ueber den Gebrauch des Aequatoriats von C. Kreil.
In der: Annalen der K.K. Sternwarte in Wien Vol. X p. 13.

Het observatorium te Weenen had, in het jaar 1828, een aequatoriaal ontvangen, met cirkels van 2,1 Vt. middellyn en van 4" tot 4" boogs verdeeld. De kyker had eene opening van 2,4 dm. Dat werktuig gaf Kreil aanleiding tot een nader onderzoek.

Kreil beschryft zyne voorzichtige handelwyze aan, voorloopig, de fouten van het werktuig zoo veel mogelyk mechanisch te verkleinen. Die handelwyze zoude echter gevoeglyk by alle aequatoriaalkijkers kunnen worden aangewend.

Verder geeft Kreil de formulen van Littrow. Uit eene dier formulen leidt hy eene handelwyze af, om den stand der assen te bepalen door m. het aflezingen aan den Declinatie-cirkel. Hy spreekt hierby niet van de hoeken, die de assen des werktuigs met elkander maken.

Daarna wyst Kreil aan hoe de hoeken, die de assen met elkander maken, door middel van den meridiaancirkel kunnen worden bepaald. Hierdoor is zyne theorie veel vollediger dan die van Littrow.

Kreil geeft verder inlichtingen omtrent het gebruik van het werktuig, naar aanleiding van zyne theorie en hy geeft voorbeelden van dat gebruik, ~~aan~~ zyne waarnemingen met het aequatoriaal te Weenen ontleend.

Had Kreil de ligging van de pool des werktuigs, niet door poolsafstanden maar door orthogonale coordinaten uitgedrukt, zoo zoude zyne theorie tot eenvoudiger handelingen geleid hebben.

On the use of the Equatorial. By Mr. C. Kreil.
Read Jan. 11, 1830 (Mem. of the R. Astr. Soc. Vol. IV, pag. 495)

Kreil beroept zich hier op zyne theorie in de Weener Annalen Vol. X, en geeft alleenlyk zyne formulen, zonder bewys, maar met eene aanwyzing van haar gebruik. B. Gompertz heeft aan dit stuk een begrip van de voornaamste formu-len, door figuren opgehelderd, toegevoegd.

G. A. Jahn. Practische Astronomie. Berlin 1834.

Hierin komen drie afbeeldingen van aequa-torialen voor en verder alleenlijk, zonder bewijs, de formulen van Littrow.

F. G. W. Struve. Mensurae micrometricae. 1837.

Struve handelt hierin naauwelijks over de theorie van zijn werktuig, als aequatoriaal, en onder-zocht alleenlijk welken invloed de fouten van het werktuig op de daarmede gemeten standhoeken konden uitoefenen.

F. W. Bessel. Astronomische Untersuchungen. Band I. Königsberg 1841, en daarin van bladz. 1 tot 51: Theorie eines, mit einem Heliometer versehe-nen Aequatoreal-Instruments.

Dit stuk is eene uitbreiding van verhan-delingen over hetzelfde onderwerp, door Bessel, vroeger in het 12de en 15de deel der Königsberger Beobachtungen (1829) gegeven.

Bessel geeft, van bladz. 1 tot 17, eene zeer volledige theorie van het werktuig, als aequato-riaal, en neemt daarbij, onder eene bepaalde vooronderstelling, zelfs de buiging der assen in rekening. De geheele theorie van Bessel komt neder op twee grondformulen (form. (10) bladz. 12) waaruit hij alles afleidt, wat op de rectificatie betrekking heeft.

Bessel toont aan hoe men, met behulp van zijne grondformulen, vier der zes fouten van het werktuig kan bepalen, zonder de cirkels af te lezen. Daarbij moet echter het werktuig met eenen richtkijker toegerust zijn en vooral eene dezelfde ster in uurhoeken van 0^u, 6^u, 12^u en 18^u waarnemen. Uit de formulen laat zich eene veel gerieflijker handelwijze voor de bepaling der factoren afleiden, maar die eene afleiding van den declinatie-cirkel vordert.

De grondformules van Bessel kunnen op eene veel eenvoudigere wijze bewezen worden, dan dit door hem geschiedde.

A. Sawitsch. Abriss der practischen Astronomie. Hamburg. 1850.

In dit werk wordt over het aequatoriaal in het geheel niet gehandeld.

F. Brünnow. Lehrbuch der sphärischen Astronomie. Berlin 1851.

Brünnow geeft, bladz. 466-474, eene korte theorie, zonder eenige bewijsvoering van het werktuig. De beschouwingen van Brünnow komen het meest met die van Kreil overeen. Zijne theorie is niet volledig en zijne toevoegingen voor de rectificatie zijn gemeenlijk de meest doelmatige.

P. A. Hansen. Die Theorie des Aequatoreals. Leipzig 1855.

Hansen geeft eene volledige theorie van het aequatoriaal, in den geest van zijne vroegere theorie van het passage-instrument. Hij veronderstelt dat men de volstrekte plaatsbepaling van hemellichten met het werktuig beoogt en beschouwt ook de hoogere magten der factoren, voor waarnemingen nabij de pool. Hansen geeft de theorie van het werktuig naar drie verschillende stelsels van correctie-elementen, waarvan naar den bouw des werktuigs, het een of het ander de voorkeur verdient. Hij breidt zijne theorie uit over verschillende collimatie-lijnen, zoo als voor drie, door het inspannen van draden, verkregen en hij handelt, ten slotte, over buiging, straalbreking en excentriciteit der kijkers.

Wil men van het aequatoriaal, als zoodanig, zonder alle noodzakelijkheden, zoo veel mogelijk, partij trekken, zoo behoeft men deze uitgebreide en nog ingewikkelde verhandeling van Hansen te bestuderen. Eene ophelderende figuur heeft hij eerst op de laatste bladzijde gegeven en merkt men die niet op, zoo wordt de bestudering van het stuk verzwaard. Voor het gewoon gebruik van eenen kijker op parallatischen voet, behoeft men de theorie van Hansen niet en kan men volstaan met eenvoudige afleidingen der formulen, zoo als die door Steefel gegeven zijn.

Prof. Dr. Grünert. Ueber die Aufstellung eines parallactisch montirten Fernrohrs. 1854 Astr. Nachr. vol 38 pag 17

Grünert geeft hier eene theorie van het aequatoriaal, naar zijne gewoonte, met behulp van de analytische geometrie. Hij drukt den stand der as van het werktuig uit door Azimuth en hoogte Ω en Φ, noemt de regte klimming en afwijking σ en δ en de op het werktuig afgelezene Σ en D en bepaalt de betrekkingen tusschen $\sigma, \delta, \Sigma, D, \Omega$ en Φ. De poolshoogte φ als bekend aannemende, komt hij eerstelijk tot eene zeer langwijlige formule voor tang Ω (11) en vervolgens tot eene niet minder langwijlige formule voor tang Φ (18). Hij brengt verder eene zijner formulen onder eene [illegible] zigingtoe, waardoor Ω eenigermate gemakkelijker [illegible] bepalen als Φ reeds bepaald is. Vervolgens keert hij het vraagstuk om en geeft formulen voor de bepaling van Σ en D uit $\sigma, \delta, \Omega, \Phi$ en φ.

Deze formulen zijn, bij hare langwijligheid, streng wiskundig, maar zij hebben niet de minste praktische waarde, nademaal Grünert de vier [illegible] fouten van het aequatoriaal geheel verwaarloost.

Verder onderstelt Grünert dat de fouten in eenen stand des werktuigs kleine zijn en leidt hij uit de vroegere streng wiskunstige formulen bewerkings-formulen af.

Eindelijk toont Gruneert aan hoe men, door de waarneming van twee hemellichten, wegens vergelijkingen van verbeteringen, eene opstelling de plaats van beide hemellichten, met de pendelkragte en de fouten in den stand der as, kan bepalen. Dit alles steunt echter uitsluitend op de aangenomen veronderstelling, dat men den de hoofdfouten van het werktuig met zijne

---

Ministerial-Rath von Steinheil. Ueber Berichtigung des Aequatoriale. 1860. Astr. Nachr. Vol. 52 pag. 129.

Steinheil prijst Bessel, die de fouten van het aequatoriaal heeft leeren bepalen door enkel waarneming van hemellichten, maar zegt dat die fouten zich gemakkelijker laten bepalen, als men de hulp inroept van meerdere collimatoren. Bessel voor jaren beweerd hij dat al de fouten van het aequatoriaal, met uitzondering van het collimatie, bepaald kunnen worden als men beide cirkels afleest, terwijl de kijker, in zijne beide standen, gerigt wordt op het zenith en op het nadir. Hij erkent dat nadir-waarnemingen, met de veelal zeer groote kijkers der aequatorialen, te bezwaarlijk zijn en wijst naar aan, hoe de fouten bepaald kunnen worden door horizontaal staande collimatoren.

Steinheil behoeft voor zijne theorie, als collimator, een passage-instrument met door kijker aan het uiteinde der as, zoodat, als de as wordt omgelegd, de kijker juist komt voor het objectief van den kijker der aequatoriaal in zijne beide standen. Hij eischt dat bovendien de kijker van dat passage-instrument aan zijne oplossing al draaibaar zij, opdat die er gemiddeld steeds zoude kunnen worden, maar hij zegt niet hoe het mogelijk is aan die eischen bij denzelfden collimator te voldoen. Dit passage-instrument moet ten noorden van het aequatoriaal worden geplaatst en in het zuiden moet een andere collimator worden geplaatst, die zich, bij een volkomen horizontalen stand der as, [illegible] op den noordelijken rigten laat.

Is de kijker van het aequatoriaal in beide zijne standen op de twee genoemde horizontale kijkers gerigt, dan geven zij nauwkeurig de [illegible] zijner fouten, behalve die in den stand der uuras.

Om den stand der uuras te bepalen wil Steinheil nog eenen collimator in het [illegible]. Zonder waarneming van hemellichten kan echter het azimuth niet worden bepaald. De handelwijze van Steinheil is zeer bezwaarlijk, ook dan als men de daartoe vereischte hulpmiddelen bezit.

Steinheil ontwikkeld zijne denkbeelden omtrent de inrigting, die aan een aequatoriaal behoort te worden gegeven.

In een Naschrift zoekt Steinheil aan te toonen, ook zonder collimatoren en met een [illegible] alleen, de fouten van het werktuig, met uitzondering van het azimuth, kan bepalen. Daarbij moet echter niet slechts de Declinatie-as maar ook de oplegassen der kijkers genivelleerd kunnen worden. Voor het nivelleeren van de oplegassen wil Steinheil een bijzondere inrigting aan den zoeker geven. Men kent deze inrigting van den [illegible] het eene eenvoudige handelwijze. Reeds in 1820 had Repsold het aequatoriaal van Christiania zoodanig ingerigt, dat de Declinatie-as genivelleerd kan worden en zelfs [illegible] den [illegible] reeds daartoe een niveau aan het werktuig toegevoegd.

De collimatoren van Steinheil zullen wel nooit in aanwending komen. Een [illegible], waardoor de Declinatie-as genivelleerd kan worden, is van wezenlijk gewigt. Overigens schijnt het wel het eenvoudigst de fouten door de hemellichten te bepalen. Een enkele kijker, gerigt op een verwijderd aardsch voorwerp, kan echter, met goed gevolg, gebruikt worden, voor de bepaling van de collimatiefout van de oplegassen der kijkers.

Prof. C.A.F. Peters. Nachrichten über ein auf der Altonaer Sternwarte aufgestelltes, von den Herren A. & G. Repsold verfertigtes Aequatorial. 1862. Astron. Nachr. Band 58 pag. 273.

In dit hoogst belangrijk stuk handelt Peters (bladz. 306 en verv.) ook over de theorie van het aequatoriaal. Peters geeft namenlijk, zonder bewijs, de eenvoudige formulen van Bessel en handelt verder met uitvoerigheid over het meest doelmatig gebruik van die formulen, bij de onderzoekingen waartoe het aequatoriaal bestemd is. Hij handelt opzettelijk over het in rekening brengen van de refractie en toont aan hoe de hoek, dien de twee omwentelingsassen met elkander maken, gemakkelijk bepaald kan worden, als de Declinatie-as zich verwisselen laat.

Peters toont aan hoe de indexfout der cirkels zich bepalen laat of door omlegging van de Declinatie-as of door Nadir-bepalingen in de beide standen van den kijker. Men moet hierbij echter niet uit het oog verliezen dat die collimatie-fout zich verandert, als het azimuth van het werktuig niet door eene azimuthale beweging wordt gerectificeerd.

Zonder groote omhaal van formulen geeft Peters hoogst belangrijke terechtwijzingen omtrent de bepaling van de helling en andere fouten des werktuigs. Hij heeft zijne voorschriften op het aequatoriaal te Altona toegepast en in dit leerzaam stuk allen, die een aequatoriaal te behandelen hebben, gewichtige terechtwijzingen gegeven.

Het groot aequatoriaal te
Parys afgebeeld in Les
Mondes Vol 6 p 488

Het aequatoriaal van
Foucault. Ibid p 491

Littrow Proeven voor Kometenbanen

A.N. 34.233

Kleine vocten van Thornthwaite.

Waarnemingen van Boehm.

Maansterbedekkingen van Posse.

Aequatoriaal van Repsold te Altona.

Byzonderheden:

1° De inrigting van het geheel

2° Het mechanisme voor het klemmen en de beweging van den kyker. Het raderwerk

3° Het stelsel van tegenwigten en wrijvingsrollen.

4° Het nivelleeren der Declinatie-as

5° De cirkelvormige mikrometer-dragers.

6° De verlichting van de draden

7° Het lamellen-net.

8° De schroeven op den rand voor het onderzoek van de schroeven der mikrometers.

Kijkers van Merz.

6 dm. Königsberg (Heliom.)
Christiania (Heliom.)
Bonn (Heliom.)
Wien
Leiden
Dawes
Durham
Kaap
Glasgow
Hansey
Philadelphia

6½ dm. Helsingfors

Bishop 9½ dm. Dollond
Cambridge 11½ Cauchoix
Cooper 12½ Cauchoix
South 11 dm. Cauchoix
Parys 14 Lerebours.
Lee 8 Cooke & Sons
Dawes 8 Clarke & Sons
Fletcher 9½ Cooke & Sons

7 dm. Leiden
Sydney
Oxford (Heliom.)
Poulkowa (Heliom.)
Kiew?

8 dm. Liverpool

9 dm. Dorpat
[illegible]
Kasan
Rome
Napels
Washington

Leipzig 8 dm. Steinheil Pistor & M.
Upsala 9 " Steinheil
Mannheim 6 " "

10½ Bogenhausen
Kopenhage (Jünger)

12 dm. Cincinnati
Greenwich

14 dm. Poulkowa
Cambridge U.S.

Kijkers van Plössl

Tarsey -- 6 dm.
Althaus 7½
Bizzke 8
Tarkeyl 10½
Oppolzer 7

Rectificatie van het Aequatoriaal

By het Aequatoriaal komen hoofdzakelyk zes fouten in aanmerking die uit zynen stand en zyne inrigting voortvloeijen.

1° en 2°. Het punt waar de verlengde uuras des werktuigs ~~~~ aan de noordzyde, den hemel treft, kan de pool des werktuigs genaamd worden. Die pool moet met de pool des hemels deselve zamenvallen en heeft dit geene plaats zoo kan de betrekkelyke ligging van beide polen alleenlyk door twee coördinaten worden uitgedrukt.

3° De optische as des kykers moet een regten hoek maken met de Declinatie-as.

4° De Declinatie-as moet een regten hoek maken met de Uuras

5° en 6° De nulpunten van beide cirkels moeten op hunne juiste plaats staan. Is dit het geval niet zoo heeft iedere cirkel zyne index- of collimatie fout.

Men noeme:

90°-i den hoek dien de Declinatie-as met de Uuras maakt aan de zyde van den kyker.

90°-i' den hoek dien de optische as des kykers maakt met de Declinatie-as, aan de zyde van het objectief

c de index-fout van den uurcirkel

c' de index-fout van den Declinatie-cirkel

y de boog uit de pool des werktuigs loodregt op den Meridiaan nedergelaten

x de boog van den Meridiaan begrepen tusschen den laatstgenoemden boog en de pool des hemels.

c en c' worden positief genomen als zy by de aflezingen op de cirkels moeten worden opgeteld

x is positief als de pool van het werktuig te hoog staat

x " negatief " " " " " " laag "

y " positief als de pool des werkt. bewesten den Merid. valt

y " negatief " " " " beoosten " " "

Men neme verder:

τ en δ de ware uurhoek en Declinatie van een hemel-
licht gezuiverd door de refractie

t en d de uurhoek en Declinatie van dat hemellicht
zoo als die onmiddellijk op de cirkels van het werk-
tuig worden afgelezen

φ de poolshoogte der plaats.

Het instrument kan in twee standen wor-
den gebragt die goed van elkander moeten
worden onderscheiden.

Stand I. Hierby zal de Declinatie-as eene
kleinere Regte-Opklimming hebben dan het
punt van den hemel waarop de kijker is gerigt.
De Declinatie-as gaat dan in Regte-opklim-
ming vooraf.

Stand II. Hierby zal de Declinatie-as
eene grootere Regte-opklimming hebben dan
het punt van den hemel waarop de kijker is
gerigt. De Declinatie-as zal dan in Regte
opklimming volgen.

Ter onderscheiding neme men:

t en d de aflezingen op beide cirkels in den stand I
T en D " " " " " " II

Men heeft dan tusschen de bovengenoemde
grootheden de volgende betrekkingen:

By stand I

$$\tau = t + c - y \operatorname{tang} \varphi - i \operatorname{tang} \delta + i' \operatorname{Sec.} \delta - x \operatorname{tang} \delta \operatorname{Sin} \tau + y \operatorname{tang} \delta \operatorname{Cos} \tau \quad (1)$$

$$\delta = d + c' - x \operatorname{Cos} \tau - y \operatorname{Sin} \tau \quad (2)$$

of $d + c' - \delta = y \operatorname{Sin} \tau + x \operatorname{Cos} \tau$

By stand II

$$\tau = T - 180° + c - y \operatorname{tang} \varphi + i \operatorname{tang} \delta - i' \operatorname{Sec} \delta - x \operatorname{tang} \delta \operatorname{Sin} \tau + y \operatorname{tang} \delta \operatorname{Cos} \tau \quad (3)$$

$$\delta = 180° - D - c' - x \operatorname{Cos} \tau - y \operatorname{Sin} \tau \quad (4)$$

of $180° - D - c' - \delta = y \operatorname{Sin} \tau + x \operatorname{Cos} \tau$

Voorbeeld d.

10 Aug 1863 's av. 10u 12' m.t. δ Urs. min. Stand I aflezing 86° 37' 10"
" " " " " Stand II " 93 24 15
" 10 14 " α Urs. min Stand II " 91 28 12

δ Urs. min Stand I 86 37 10
" II 93 24 15
Som 180 1 25
af 180 0 0
−1 25
2) −0' 42" Zenithfout

δ Urs. min. 10u 12' m.t. = 19u 26',4 s.t.
AR = 18 16,5
τ = 1 9,9

Decl = 86 36 30
Refr. − 38
δ = 86 35 52

d = 86 37 10
c' = − 0 42
d+c' = 86 36 28

d + c' − δ = + 36" = + 0,301 y + 0,954 x

α Urs min 10u 14' m.t. = 19u 28',4 s.t.
AR = 1 9,9
τ = 18 18,5

Decl = 88 34 45
Refr = − 2
δ = 88 34 43

D = 91 28 12
c' = − 0 42
D + c' = 91 27 30
180° − (D + c') = 88 32 30

(180° − D − c') − δ = − 133" = − 0,997 y + 0,078 x
+ 3.1 = + 0,025 y + 0.079 x
− 136,1 = − 1,022 y
y = + 133" = + 2' 13". De pool bew. van Merid.

+ 37" = + 40",0 + 0,954 x
− 3",0 = + 0,954 x
x = − 3" De pool te laag

Inrichtingen.

Het blijkt uit de formules (2) en (4), dat de stand van de pool des werktuigs, met betrekking tot de pool des hemels, bepaald kan worden door aflezingen op den Declinatie-cirkel alleen. Heeft het Aequatoriaal geenen mikrometer, zoo zal men het best daartoe twee sterren, die omtrent zes uren in R. opkl. verschillen, te stellen in het midden des velds van eene nog sterk vergrootende oogbuis. Heeft men eene keering van den Declinatie-cirkel, zoo kan men het middel nemen van twee bepalingen, bij de eene van welke de schroef regts en bij de andere links gedraaid is.

Om den stand der as te kunnen verbeteren, moet men zich in den kijker eene grootheid van een bepaald aantal minuten en secunden vertegenwoordigen. Door waargenomen overgangen van sterren, met behulp van de tikken van een gewoon zak-horologie, kan men, met de hier toereikende juistheid, de middellijn van het gezigtsveld bepalen. Naar aanleiding daarvan kan men ook ligtelijk den boek bepa- [illegible] men het een of ander aardsch voorwerp [illegible] daar waar de kijker ziet en ziet de grootte der twee bogen (hoeken) vertegenwoordigen, die de pool in den stand van de as des werktuigs uitmaken.

Om dit te vervaardigen, stelle men den kijker in den Meridiaan, zoodanig dat het middelpunt van het gezigtsveld naar een kenmerkelijk aardsch voorwerp [illegible] en draaie den kijker, zonder hem eene zijdelingsche beweging te geven, zoo veel regts of links, dat het voorwerp zoo veel boven of onder het middelpunt des gezigtsvelds komt te staan, als de grootheid dx bedraagt.

Om de grootheid dy te vereenigen, stelle men den kijker op een aardsch voorwerp, in eene rigting omtrent 6 of 18 uren, en late, zonder [illegible] de stelling der as te veranderen, de beweging der [illegible] glijden, tot dat het [illegible] plaats over de [illegible] glijden, tot dat het voorwerp zich in de behoorlijke rigting, zoo veel buiten het middelpunt van het gezigtsveld heeft verplaatst, als de grootheid dy bedraagt.

Als de rectificatie is volbragt, behoeft de stand der as op nieuw, daar [illegible], bepaald en, zoo noodig, op nieuw verbeterd te worden.

De index-fout van den Declinatie-cirkel, waarvan naauwkeurige kennis hier gevorderd wordt, kan door schroefjes naar elke willekeurige [illegible] bepalen, zonder dat men daartoe eenige gegevens behoeft.

De formules in het bygevoegd stuk zijn berekend naar de telling op de cirkels, zoo als die by de Aequatorialen uit München voorkomt. Deze telling is aldus.

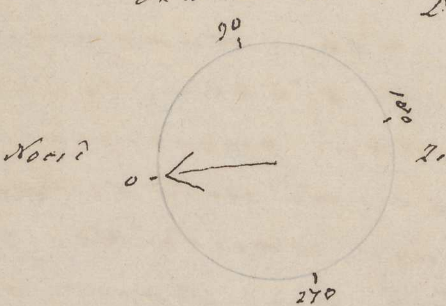
De kijker gerigt op den aequator in het Zuiden,

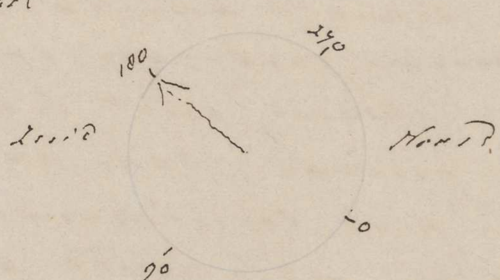
~~Deze Declinatie-cirkel~~

As west of voorgaand. As oost of volgend

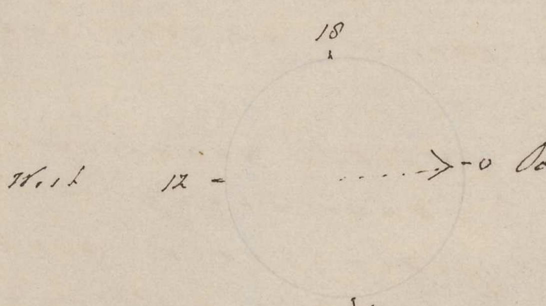
Stand I. Stand II

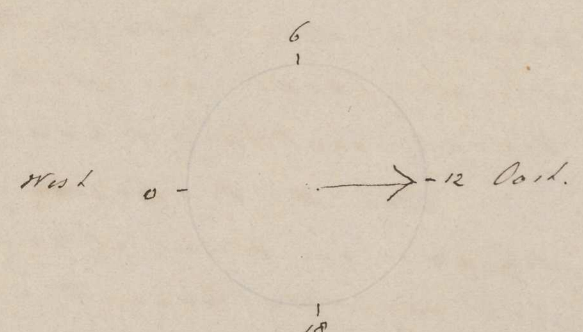
Declinatie-cirkel





Uurcirkel





Is de telling by het aequatoriaal dat men gebruikt anders, zoo moeten de formules daarnaar gewijzigd worden.

Naar aanleiding van de formules (1), (2), (3) en (4) kan men de fouten van het Aequatoriaal op de volgende wijzen bepalen.

Het verschil tusschen (2) en (4) geeft:

$$0 = d + D - 180^\circ + 2c' \quad \text{of:}$$

$$2c' = 180^\circ - (d + D) \quad \text{.........} \quad (5)$$

De indexfout der Declinatie-cirkels wordt dus gevonden door, in beide standen van het werktuig, den kijker op dezelfde ster te rigten en den Declinatie-cirkel af te lezen. De som van beide aflezingen moet gelijk aan 180° zijn en het verschil met 180° is de dubbele indexfout. Het verdient de aandacht dat bij deze bepaling de overige fouten der werktuigs niet in aanmerking komen.

De grootheden x en y laten zich het gemakkelijkst bepalen door aflezingen op den Declinatie-cirkel, maar daarbij moet men de Declinatien van ten minste twee sterren waarnemen en hare verbeteringen bij benadering kennen. Als de grootheid c' vooraf bepaald is geeft (2) voor ééne ster:

$$d + c' - \delta = x \cos t + y \sin t$$

en voor eene andere ster:

$$d' + c' - \delta' = x \cos t' + y \sin t'$$

Op die wijze verkrijgt men even zoo vele vergelijkingen tusschen x en y als men sterren wil waarnemen. Twee sterren zijn echter toereikende mits t en t' veel van elkander verschillen. In het bijzonder leenen zich voor deze bepaling de twee poolsterren, α en δ Urs. Min. omdat zij zich ten allen tijde daar vinden. Men kan ook dezelfde ster op verschillende uren van den nacht aanwenden. Bij dit onderzoek behoeft men den tijd slechts op een paar minuten na te kennen.

Voor de bepaling van i en i' geeft het verschil der vergelijkingen (1) en (3):

$$180^\circ + t - T = 2i \tan \delta - 2i' \sec \delta$$

Zoodanig eene vergelijking wordt door elke ster verkregen als de kijker bij de beide standen der werktuigs op haar gerigt wordt en daarbij de uurcirkel wordt afgelezen. Eene tweede ster geeft:

$$180^\circ + t' - T' = 2i \tang \delta' - 2i' \sec \delta'$$

Als δ en δ' veel van elkander verschillen zijn deze vergelijkingen toereikende voor de bepaling van i en i', onafhankelijk van c, k en y. Is δ klein dan wordt eene zeer naauwkeurige tijdsbepaling en eene zeer naauwkeurige aflezing van t gevorderd. Daarom zal men wel doen door i', op zich zelf, met behulp van een kleinen toeziende kijker te bepalen en aan eene ster nabij de pool geplaatst eene geschikte vergelijking voor de bepaling van i te ontleenen.

De grootheid c kan alleenlijk bepaald worden door eene der formulen (1) of (3). Daarbij moet men i, i', k en y kennen en is eene naauwkeurige tijdsbepaling noodig.

Voor de bepaling van de refractie in uurhoek en Declinatie heeft men de volgende formulen:

Zij T en D de ware uurhoek en Declinatie van een hemellicht, zonder refractie;

α het standvastig getal der refractie, bepaald door de formule refr. $= \alpha \tang z \sin 1''$, zoodat men in de meeste gevallen $\alpha = 57''$ stellen kan;

dan is als ψ een hulpboog voorstelt:

$$\tang \psi = \cos T \cotg \varphi$$

$$\tau = T - \frac{\alpha \tang T \sin \psi}{\cos D \sin (D + \psi)}$$

$$\delta = D - \alpha \cotg (D + \psi)$$

On the construction of specula of six-feet aperture; and a selection from the observations of nebulae made with them. By the Earl of Rosse. K.P. &c. F.R.S.

Phil. Trans. 1861 Vol. 151 Part III pag 681–747

Lord Rosse geeft eene vrij uitvoerige beschrijving van de wijze waarop zijne 6 voets spiegels gegoten zijn en van de voorzorgen daarbij in acht te nemen. Herhaaldelijk sprong een spiegel die zoo gegoten was en er sprong er een een enkele maal nadat hij reeds een maand gestaan had. Er werden vijf spiegels gegoten om twee bruikbare te verkrijgen. Rosse beroept zich op zijne verhandelingen in de Phil. Tr. van 1840 en 1850.

Lord Rosse handelt kortelijk over het mechanisme van zijnen grooten telescoop en geeft van dat werktuig eenige meer- en kleine afbeeldingen.

Voor de waarnemingen had Lord Rosse de volgende assistenten:

Johnstone Stoney van 1848 af
Bindon Stoney na Junij 1850 tot Mei 1852
Mitchell daarna gedurende twee jaren
Hunter?

Bindon Stoney is begonnen met het middelste gedeelte der nevels van Orion af te beelden. Hunter heeft dit voortgezet maar behoeft nog eenen winter om dat werk te voltooijen.

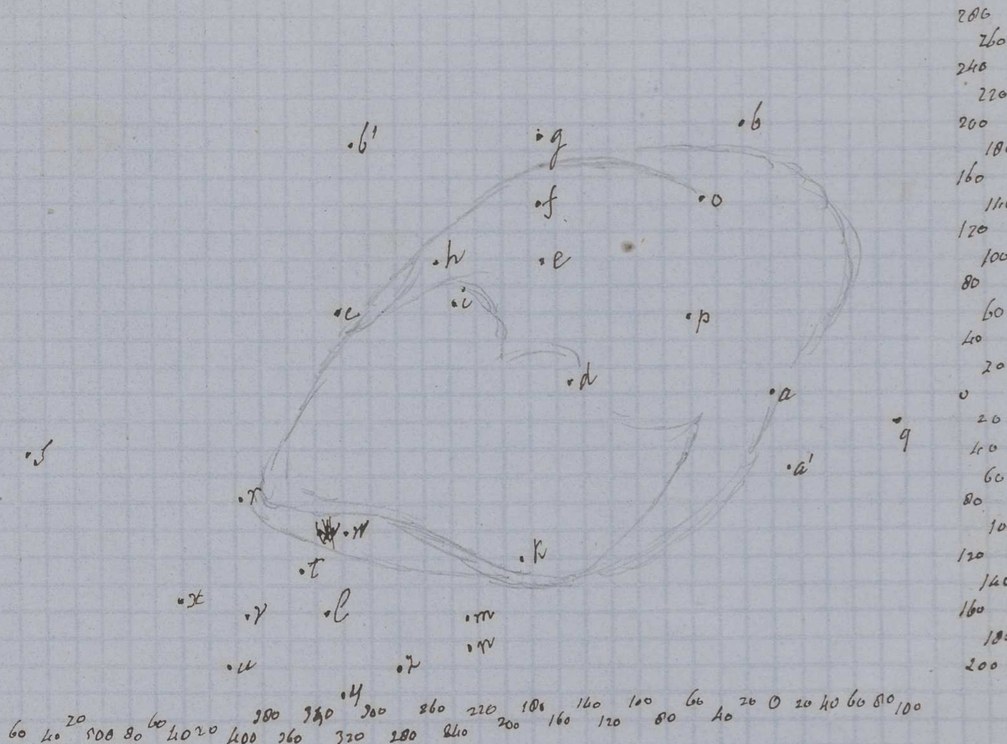
Lord Rosse heeft een gedeelte der nevelvlekken herzien en daarbij herziene waarnemende in de lijst van J. Herschel. Er zijn omtrent 800 van die voorwerpen gezien en kortelijk beschreven. Van velen dier voorwerpen wordt eene schets gegeven in houtsneden. Van 43 dier voorwerpen wordt in koper-gravure eene zorgvuldige afbeelding gegeven. Onder de laatstgenoemde afbeeldingen is er geene der voorwerpen betreffende wier afbeelding in den Sterrenkundige is gegeven die aan de Ph. Tr. van 1850 waren ontleend.

Er zijn metingen gegeven omtrent de sterren die zich voor de voorwerpen H. 1622 en H 2060 = Messier 27 vertoonen. H. 1622 is eene spiraalvormige nevelvlek afgebeeld in de Ph. Tr. 1850 waarvan hier geene nieuwe afbeelding wordt gegeven. H 2060 is de dumb-bell waarvan hier eene afbeelding gegeven wordt. De groote spiraalvormige nevelvlek afgebeeld bij 10 pl. 26 is H. 131.

De sterren in H. 1622 en H 2060 zijn ook bepaald door O. Struve in het jaar 1851. Die bepalingen worden hier medegedeeld.

Over deze waarnemingen van Rosse handelt d'Arrest in de Astr. Nachr. no 1500.

Sterren naar Struve



Sterren naar Rosse

ω staat in de kaart
anders dan in de tabel.
Naar de kaart is voor
ω Δ = +80"

Ook i staat anders

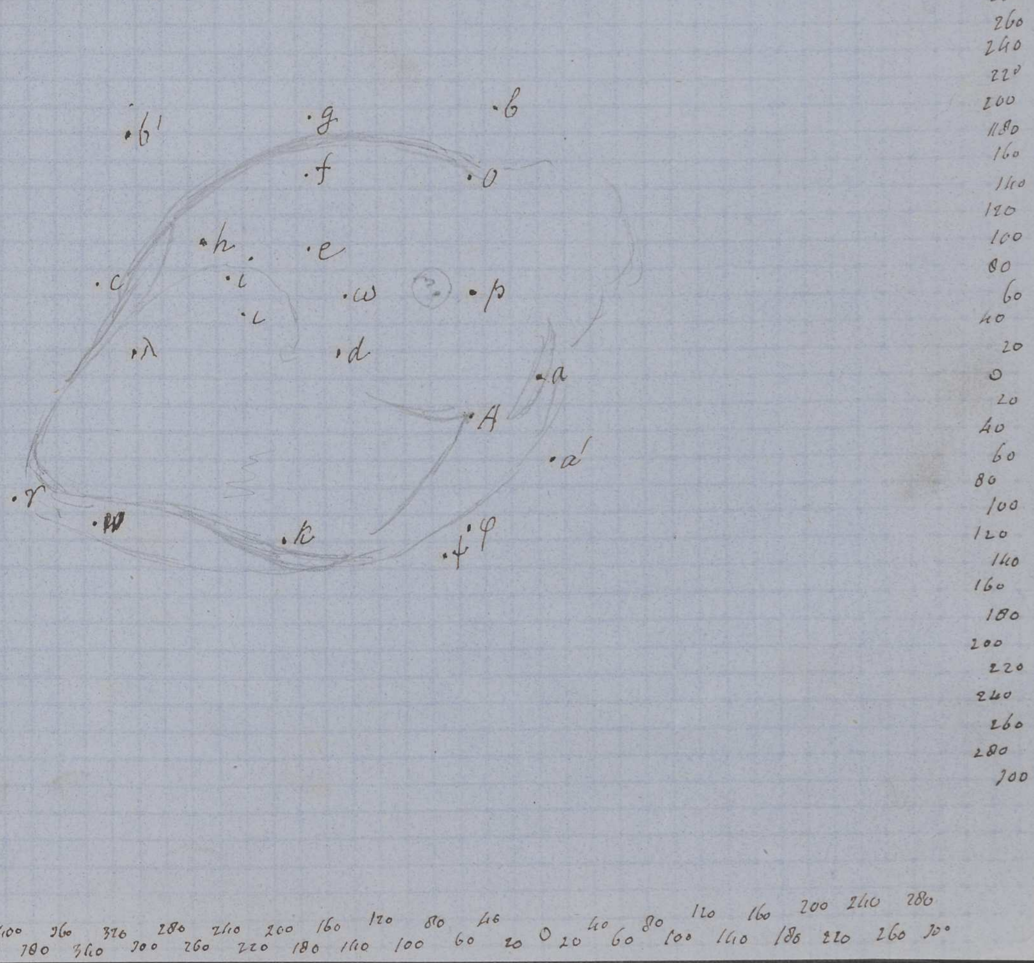
van a' Δ−Δ = 409"

op de kaart $\overset{m}{0{,}1090}$

410" = 0,1090 | 0,0266 85 = 100"
820
2700
2460
2400
2050
3500
2280
2200

10" = 0,0027

400" = 0,1063



Phil. Trans. 1861. Lord Rosse. Teleskoop en nevelvlekken.

De Dumb-bell Messier 27 H. 2060 waargenomen door Rosse en O. Struve.

Struve bepaalde de plaatsen van 26 sterren die bij alle met slechts ééne uitzondering in den nevel zag. Rosse en zijne assistenten bepaalden de plaatsen van 20 sterren waarvan onderscheidene buiten den nevel lagen. Naar de afbeelding van de dumb-bell (plaat 31) zag Rosse 13 sterren in en 8 buiten den nevel op kleine afstanden. Het is niet opgehelderd waarom de plaats eener ster meer vertrouwd door de tabel pg 738. Struve veronderstelde dat van Lord Rosse de nevel zich verder zoude uitstrekken dan van hem, maar dit wordt door de waarnemingen niet bevestigd. Het schijnt niet dat Struve 25 sterren zag waar Rosse niet meer dan 13 kon zien. Het nader onderzoek is lastig daar Rosse op plaat 31 geene schaal heeft gegeven en de rigting van het noorden niet heeft aangeteekend.

Om de waarnemingen van Rosse en Struve met elkander en met de afbeelding te kunnen vergelijken maakte ik twee kaartjes, het eene de sterren naar Rosse het andere die naar Struve voorstellende. Het bleek dat de afbeelding door Rosse gegeven geen spiegelbeeld is.

De betrekkelijke ligging der sterren h, i, e is op de afbeelding anders dan in de lijst van Rosse.

De ster ω van de lijst van Rosse staat niet op de afbeelding. Daarentegen is in de afbeelding eene ster bij β die in de lijst niet voorkomt. Misschien is dit ω maar het is onbeslist of de fout in de afbeelding of in de lijst ligt.

Struve zegt uitdrukkelijk dat hij, op eene na, alleen sterren heeft gemeten die hij vóór den nevel zag. Welke die ster was zegt hij niet. Struve heeft de sterren met verlichte draden gemeten. Hij meende nog nadere te zien maar die waren voor de meting te zwak.

Struve heeft de sterren λ, ν enz niet door Rosse in den nevel en ook de sterren niet ψ en φ door Rosse buiten den nevel geteekend. Binnen den kring tot welken Rosse zich bepaalde heeft Struve geene sterren die niet ook bij Rosse voorkomen. Rosse stelt niet een sterretje zonder kenmerkende onzekerheid. De sterren $\lambda, \nu, \omega, \psi$ en φ zijn door Rosse slechts eenmaal bepaald. Ontbreekt ω dan bestaat onzekerheid wegens gebrek aan overeenstemming tusschen de afbeelding en de lijst.

Struve bepaalde 16 sterren die hij op eene na voor den nevel zag en die naar Rosse buiten den nevel liggen. Struve moet zoo den nevel, buiten alle verwachting, veel verder dan Rosse hebben volgen.

Daar Struve geene sterren in zijne lijst heeft opgenomen die hij niet met kenmerkende verlichte draden meten kon is het een toegevoegde of Rosse meer sterren in den nevel kan onderscheiden dan Struve.

Het schijnt dat Struve den nevel veel verder uitgestrekt zag dan Rosse hetgeen men wegens de geweldig groote opening van dien teleskoop ~~niet~~ zoude verwachten.

Uit de nauwkeurige vergelijking der waarnemingen blijkt het niet dat de teleskoop van Rosse voor lichtkracht of duidelijkheid den telden de voorkeur boven den kijker van Struve zoude verdienen.

Elementaire theorie
van het
Aequatoriaal.

Aequatoriaal

Aequatorial.

Theorie

Wiener Annalen IV. 19 Littrow
V. 27 id.

Mem. astr. soc. II. I. 45 id.

Wiener Annalen X. 13 Kreil

Mem. astr. soc. IV. 495 id.

Bessel Astr. Nachr. I. 1-17. Kon. Beob. 12 – 15

Brünnow Sph. Astr. 466

Hansen Theorie 1855

Astr. Nachr. 1854. 38. 17 Grunert

Astr. Nachr. 1860 52. 129 Steinheil

Astr. Nachr. 1862 58. 273 Peters.

Anmerkinger af bedkhaiger pr 21
Astrolabium Ptolemaei Regiom. pr 21
1460 utg. 1544 Regiom. pr 1
1533 Apianus Astr. caesar. | Bailly I. 687
15 Tycho Astr. inst. Mechanica
1689 Flamsteed Phil. Coll. III. 108

1735 Graham Smith Optic II § 885.

1749 Short Ph. Tr. 1749. 241

1775 Nairne Ph. Tr. 1775. I. 107

1779 Dollond Ph. Tr. 1779. II. 332

1721–79 Fraunhofer
Bion II. plate 26
Baston IV. pl. 8
Lalande II. pl. 24
Bailly II. pl. 5

1780 Megnié. Comm. von Dr. Kam. 1819

1781 Ramsden Ph. Tr. 1793 I. 67 pl. 9–14

1780 Troughton Pearson II. pl. 25
South Ph. Tr. 1824 Part III. 4

1803 Reichenbach Bessel's Merid. Axel

1824 Fraunhofer
Struve Kepler & Dorpat. Helioss. Königsb. Annalen XV.
1830 Mem. A. S. Vol 8. 110 XII.
1831 Starke Wiener Sternw.
~~1830 Mem. A. S. Vol 8. 110.~~
1845 Pulkowa Dorp.
Washington
Rome
Harvard Obs.

1833–62 Airy Cambr. Obs. XI.

1850–63 Repsold Helsingf. Redl. Obs. 1850
Cycle cont. pr 157
Obsrv. Lond. p. 278
Ladoga p. 19.
Altona A. N. 58. 273
Gotha A. N. 59. 209

1830 Gambey Arago Astr. pop. II. 48
1837 Cooper

Smyth's Loc. Bedford Cycle. 339
Cycle cont. 152

Smyth's Hartig Cycle 337
Cycle cont. 129.

See Soc. of Sons Bibliographie

1859 Dawes. Month. Not. XX. 60

1851–62 Brunner Arago Astr. pop. 39 – 48

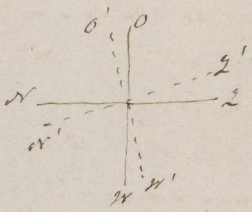
Spiegelteleskope

Lassell Mem. Astr. Soc. XII pl. V u. VI

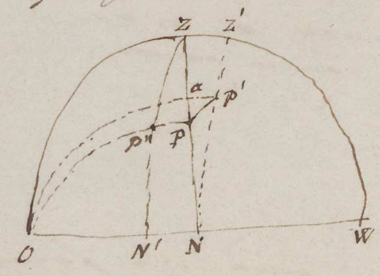
Rosse Cycle cont. pr 167
Brief.

Door Bessel (Königsb. Beob. Theil XV p 14 en Astr. Nachr. Theil I p. 64) en ook door Hansen (Theorie des Aequatoreals § 46 [illegible]) wordt een middel aangegeven om de veranderingen die de as in hare stand ondergaat en de daaruit voortvloeiende verandering in de indexpunt van den [illegible] [illegible], zonder de waarneming van hemellichten te bepalen. [illegible] [illegible] [illegible] aan den kijker van de as bevestigd en een [illegible] [illegible] [illegible] waarop de kijker zich rigten laat.

Eene verplaatsing van de as kan beschouwd worden als een draaiende beweging om drie assen waarvan eene vertikaal en de twee andere loodregt op elkander [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] zoodat men van de twee laatstgenoemde [illegible] [illegible] [illegible] en de andere [illegible] Oost en West gerigt is.



Zij NZ de projectie van de as op den horizon en zij OW de horizontale lijn Oost en West. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Eene verplaatsing van de ~~as~~ pool [illegible] kan men beschouwd worden als eene draaiende beweging, om de lijnen NZ en OW die loodregt [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] in de rigting NZ kunnen worden door twee [illegible] het een in de rigting NZ het ander in de rigting OW. De as kan zich bovendien [illegible] [illegible] [illegible] om de vertikaal lijn [illegible] door eene draaiende beweging om de vertikaal [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Die verplaatsing kan dus om de lijnen NZ en OW in N'Z' en O'W' overgaan. Die verplaatsingen worden door [illegible] [illegible] [illegible] en afzonderlijk bepaald worden door [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] gerigt wordt.



Zij nu OZW de helft van den horizon OZW de eerste vertikaal 2 het zenith P de pool van het werktuig en ZPN zijne meridiaan. Laat nu de pool van het werktuig ~~P~~ zich verplaatsen van P naar P' door draaiingen om de punten O en N. De draaiing om het punt O die op het niveau [illegible] wordt afgelegd in de boog R'OP. [illegible] [illegible] [illegible] positief genomen als de pool naar [illegible] afwijking p positief genomen [illegible] de pool naar [illegible]. De draaiende beweging [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] afgelegd en de boog om het punt N die op het niveau [illegible] wordt [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ZON Z', waarvan de boog q positief genomen als ze [illegible] van het werktuig [illegible] [illegible] genomen. Behalve de draaiende bewegingen van [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] draaiende beweging van het geheele werktuig om de punten O en N kan men nog eene draaiende beweging van het geheel om de vertikaal of om het punt Z die [illegible] [illegible] werktuig [illegible] om de vertikaal [illegible] [illegible] de niveau's niet [illegible]. Laat die draaiende beweging die nog [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] door den boog N'ZN zoodat daar [illegible] [illegible] [illegible] voorgesteld worden door den boog N'ZN zoodat daar kan [illegible] [illegible] [illegible] van P tot P'' overgaat en positief worden genomen de pool des werktuigs van P tot P'' overgaat in [illegible] [illegible] [illegible] van als de draaiing om het Zenith plaats heeft in den zin der dagelijksche [illegible] [illegible] [illegible] van de pool des werktuigs ~~[illegible]~~ [illegible] de pool [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. De figuur stelt alle verplaatsingen [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] en [illegible] [illegible] [illegible] daar [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Uit de figuur blijkt onmiddelijk dat aP de vermeerdering is die [illegible] ondergaat. De vermeerdering in y bestaat uit de deelen Pa en PP''. Zenith het werktuig [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] beweging om het Zenith [illegible] het werktuig zijn [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de pool des werktuigs van het [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] PP'' negatief [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Men heeft alzoo:

$$dx = aP$$
$$dy = aP' - PP''$$

[illegible] [illegible] $CP = Oa = 90^\circ$ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ~~$dx = p$~~

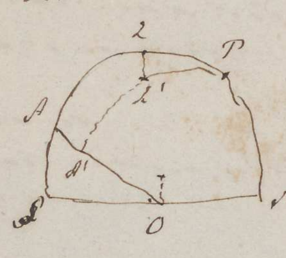
aP is = [illegible] aCP [illegible] [illegible]

aP' is = ~~$ZON \times \sin\varphi$ en PP'' is = N'~~

$= ZOZ' \times \sin aP' = ZNZ' \times \sin\varphi$ en PP'' is $= N'ZN' \times \sin PZ N' = N'ZN' \times \cos\varphi$ [illegible] [illegible]

$$dx = p$$
$$dy = q \sin\varphi - r \cos\varphi$$

De lijn waarlangs de vertikale vlakte gaande door de ~~[illegible]~~ polen des werktuigs de meridiaan snijdt bepaalt de [illegible] van dien [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] van dat vlakte langs [illegible] [illegible] [illegible] 0 of 12 uren [illegible] [illegible] [illegible] en het nulpunt der verdeeling [illegible] een der gevraagde lijn van [illegible] vermijden zijn. Door eene draaijing [illegible] het [illegible] wordt de lijn van [illegible] niet veranderd. [illegible] wordt zij veranderd door eene draaijende beweging om het punt O [illegible] zij wordt veranderd worden door eene draaijende beweging om het punt N



Laat AO de aequator, P de pool, SZPN de meridiaan [illegible] voorstellen, en het [illegible] Z het zenit O het oost-westelijke [illegible]. [illegible] door eene draaijende beweging [illegible] het geheel [illegible] punt Z de aequator en de meridiaan [illegible] verplaatst in het [illegible] punt [illegible] verandert. [illegible] eene draaijende beweging [illegible] het geheel om het punt O de aequator AO en de pool P [illegible] naar het [illegible] punt A [illegible]. [illegible] beweging [illegible] het punt N [illegible] O [illegible] het zenith [illegible] de grootheid q [illegible] de aequator en de meridiaan [illegible] [illegible] verplaatst. Die verplaatsing [illegible] het punt O verplaatste. De [illegible] zijn aan de grootheid q [illegible] het punt O [illegible] PZ'A' en AA' is de [illegible] meridiaan en het [illegible] PZ'A' en AA' [illegible] ~~ZZ'~~ $ZZ' = APA' \times \sin PZ$ [illegible]

of ~~ZZ'~~ $= q = AA' \cos\varphi$ en AA' of $dc = \dfrac{q}{\cos\varphi} = q \times \mathrm{secans}\,\varphi$. [illegible] [illegible] het [illegible] is het [illegible] [illegible] de afgelezen [illegible] [illegible] [illegible]

Men heeft ~~[illegible]~~ voor de bepaling van r uit aflezingen [illegible] [illegible]

$$dc = q \sec\varphi$$

$$dg = dc - dy \tan\varphi = q \sec\varphi - q \sin\varphi \tan\varphi + r \sin\varphi$$

$$= q\left(\frac{1}{\cos\varphi} - \frac{\sin^2\varphi}{\cos\varphi}\right) + r \sin\varphi$$

$$= q \cos\varphi + r \sin\varphi$$

De invloed van p, q en r op den afgelezen werkhoek is naar de form. (1) en (2)

$$dg - \operatorname{tg}\delta \sin\tau\, dx + \operatorname{tg}\delta \cos\tau\, dy = q \cos\varphi + r \sin\varphi - p \operatorname{tg}\delta \sin\tau + q \sin\varphi \operatorname{tg}\delta \cos\tau - r \cos\varphi \operatorname{tg}\delta \cos\tau$$

$$= q \cos\varphi + r \sin\varphi - p \operatorname{tg}\delta \sin\tau + (q \sin\varphi - r \cos\varphi) \operatorname{tg}\delta \cos\tau$$

Men heeft naar de formules (1) en (2)

$$t = \tau - g + i \operatorname{tg}\delta - i' \sec\delta + x \operatorname{tg}\delta \sin\tau - y \operatorname{tg}\delta \cos\tau$$

$$T - 180^\circ = \tau - g - i \operatorname{tg}\delta + i' \sec\delta + x \operatorname{tg}\delta \sin\tau - y \operatorname{tg}\delta \cos\tau$$

en dus [illegible] zijn [illegible]

$$15 \times \tfrac{1}{2}(t + T - 12^u) = \tau - g + x \operatorname{tg}\delta \sin\tau - y \operatorname{tg}\delta \cos\tau$$

$$d\,15 \times \tfrac{1}{2}(t + T - 12^u) = -dg + \operatorname{tg}\delta \sin\tau\, dx - \operatorname{tg}\delta \cos\tau\, dy$$

$$= -q \cos\varphi - r \sin\varphi + p \operatorname{tg}\delta \sin\tau - q \sin\varphi \operatorname{tg}\delta \cos\tau + r \cos\varphi \operatorname{tg}\delta \cos\tau$$

$$= p \operatorname{tg}\delta \sin\tau - q(\cos\varphi + \sin\varphi \operatorname{tg}\delta \cos\tau) - r(\sin\varphi - \cos\varphi \operatorname{tg}\delta \cos\tau)$$

De verandering $d.\,15 \times \tfrac{1}{2}(t + T - 12^u)$ wordt verkregen door de [illegible] en [illegible] aflezingen van den [illegible] [illegible] op [illegible] voorwerp wordt gericht. Zijn p en q afgelezen [illegible] de [illegible] r en [illegible] de [illegible] die de grootheid p, q en r [illegible] hebben.

[illegible] voorwerp [illegible] [illegible] zoo is [illegible] $\tau = 0$ en [illegible] in het [illegible] van de [illegible]

$\delta = -(90^\circ - \varphi)$ [illegible]:

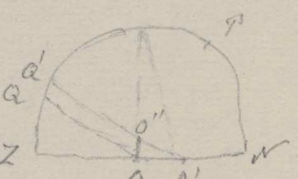
$$d.\,15 \times \tfrac{1}{2}(t + T - 12^u) = -q(\cos\varphi + \sin\varphi \cot\varphi) - r(\sin\varphi + \cos\varphi \cot\varphi)$$

$$= -2q \cos\varphi - r(\sin\varphi + \sin\varphi \cot^2\varphi) = -2q \cos\varphi - r(\sin\varphi(1 + \cot^2\varphi))$$

$$= -2q \cos\varphi - r \sin\varphi \operatorname{cosec}^2\varphi = -2q \cos\varphi - r \frac{\sin\varphi}{\sin^2\varphi} = -2q \cos\varphi - \frac{r}{\sin\varphi}$$

$$\frac{r}{\sin\varphi} = -d\,15 \times \tfrac{1}{2}(t + T - 12^u) - 2q \cos\varphi$$

Voor de bepaling van de [illegible] uit afwijkingen op den
meridiaan moeten even in de eerste plaats op [illegible] in [illegible]
van dien cirkel zich met een stroom der [illegible] kunnen
veroorloven. Laat de lijn 0°–12° op een [illegible] dan als
dit gevonden het geval is evenwijdig aan den collimatie-
as loopen. De lijn loopende door de raakpunten der [illegible]
meridiaan of oostwestelijke [illegible] horizontaal lijn [illegible] op den
[illegible] van het [illegible] met betrekking tot het werktuig
[illegible] bewegen van het
[illegible]. Bij een draagende beweging van het
geheele werktuig om de verticaal of om de horizontale
lijn oost en west zal de lijn die de meridiaan [illegible]
horizontaal blijven en zal alsdan de [illegible] niet meer
[illegible]. Bij eene draagende beweging van het werktuig
om de horizontale lijn noord en zuid [illegible]
lijn die meridiaan hare horizontale stand en [illegible]
zich de [illegible] [illegible]



[illegible] Zij ZON de meridiaan, OQ de equator en
het instrument. Laat de draagende beweging
van het werktuig om de lijn ZN namelijk de
[illegible] of door den boog OO'' worden [illegible]
de equator des werktuigs gaat dan in
OQ tot O'Q' over en het punt van [illegible] wordt [illegible]
in O'' na de [illegible]. De [illegible]

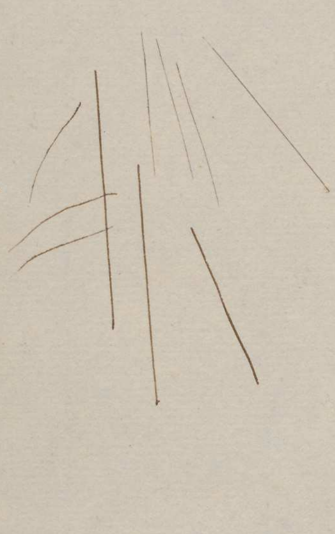
$$\Delta c = O'O'' = \text{arc}\sin\frac{OO''}{\sin OQ'} = \frac{OO''}{\cos\varphi} = q\,\text{Secans}\,\varphi$$

$$\frac{c}{s} = \cot$$

$$\tan\delta = -\tan(90^\circ - \varphi) = -\cot\varphi$$

$$x = + \frac{-q(\cos\varphi - \sin\varphi\cot\varphi) - dt}{\sin\varphi + \cos\varphi\cot\varphi} = -\frac{dt}{\sin\varphi + \sin\varphi\cot^2\varphi} = -\frac{dt}{\sin\varphi(1+\cot^2\varphi)}$$

$$= -\frac{dt\sin^2\varphi}{\sin\varphi} = -dt\sin\varphi$$



Rectificatie der Aequatoriaals naar Bessel

in Annalen 1829 pag XII

ε afstand der pole

h merkhoek der pool van het instrument

φ poolshoogte

90° − i hoek van decl. as met uuras aan de zyde van de ~~decl. cirkel~~ Kijker

i c indexfout van de uurcirkel

90° − i' hoek optische as met ~~[illegible]~~ Declin. as aan de zyde der het objectief

i c' indexfout v Declinatie cirkel

τ en δ ware uurh. en decl. van refractie verbeterd

t en d uurh. en decl. op het instrument

$j = c - y \tan \varphi$

$x = \varepsilon \cos h$ — y de loodregte boog uit de pool der instr. op den meridiaan neergelaten

$y = \varepsilon \sin h$ — x het deel van de meridiaan tusschen die boog en de pool begrepen

als x positief is de pool van het instr. te hoog
— x negatief — — — — — — laag
— y positief — — — — — naar het Westen Westeinde regt
— y negatief — — — — naar het Oosten Westeinde dalen

$^d = 1,2667$

in Positie I $\begin{cases} \tau = t + j - i \tan\delta + i' \sec\delta - x \tan\delta \sin\tau + y \tan\delta \cos\tau \\ \delta = d + c' - x \cos\tau - y \sin\tau \end{cases}$

in Positie II $\begin{cases} \tau = t' - 180° + j + i \tan\delta - i \sec\delta - x \tan\delta \sin\tau + y \tan\delta \cos\tau \\ \delta = 180° - d - c' - x \cos\tau - y \sin\tau \end{cases}$

De waarneming der Declinatie op twee sterren

geeft

$\delta' = d' + c' - x \cos\tau' - y \sin\tau'$

$\delta = d + c' - x \cos\tau - y \sin\tau$

$y \times \frac{1}{\sin\varphi}$

$^d = d\,y \times 1,266 =$ afwyking

Schroeven Oost te meet

Δ aanwyzing van het instrum. voor collim. fout verbeterd

~~$\delta' = \Delta' - x \cos\tau' - y \sin\tau'$~~

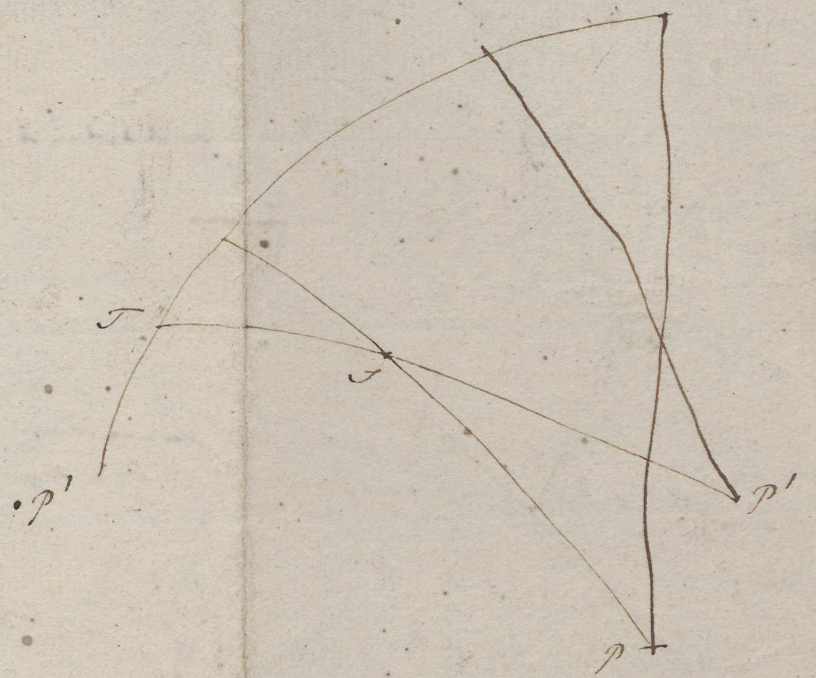
~~$\delta' - \Delta' = x \cos\tau' + y \sin\tau'$~~

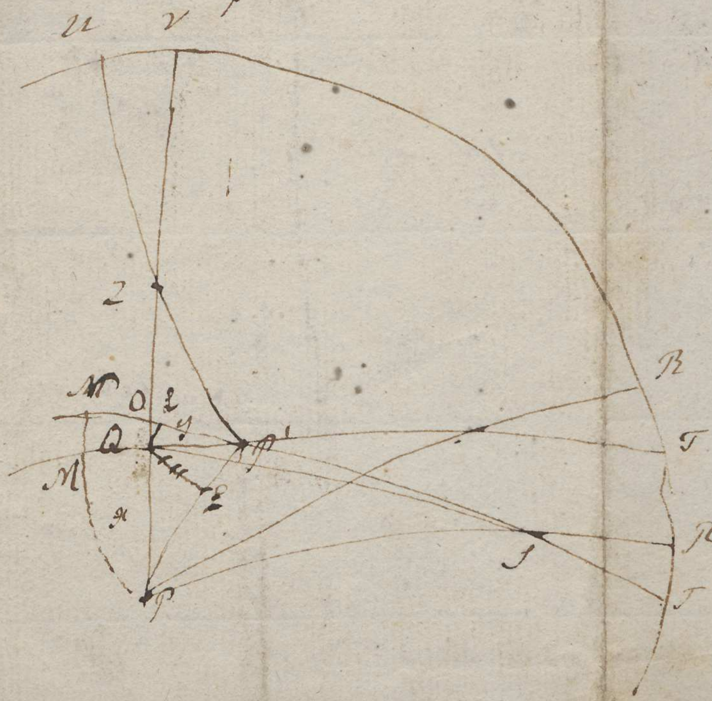
1 revol 52",06

1 deel 1",301

$\Delta - \delta = x \cos\tau + y \sin\tau = y \sin\tau + x \cos\tau$


P


T
S
P'
P'
P


u
v
Z
M
O
Q
M
P'
R
T
S
R
T
P


S
Q
P'

k en log k naar de Refractie-tafel van Bessel

Hoogte	Zen. Afst.	Log k	k
2° 30'	87° 30'	6,3083	0,000203
5° 0'	85 0	6,3958	0,000249
7 30	82 30	6,4213	0,000264
10 0	80 0	6,4318	0,000270
12 30	77 30	6,4374	0,000274
15 0	75 0	6,4402	0,000276
20 0	70 0	6,4434	0,000278
25 0	65 0	6,4449	0,000278

$\tan \psi = \cot \varphi \cos \tau$

$\alpha' - \alpha = t' - t + k(\delta' - \delta) \dfrac{\tan \tau \sin \psi \cos(\psi + 2d)}{\sin^2(\psi + d) \cos^2 d}$ $\quad d = \tfrac{1}{2}(\delta + \delta')$

$\delta' - \delta = \Delta' - \Delta + \dfrac{k(\delta' - \delta)}{\sin^2(\psi + d)}$

τ de uurhoek = Sterre tijd − AR.

$t' - t$ en $\Delta' - \Delta$ waargenomen verschillen in AR en Decl.

$\alpha' - \alpha$ en $\delta' - \delta$ verbeterde — — —

$\cos z = \dfrac{\sin \varphi \sin(\psi + \delta)}{\cos \psi}$

Littr. Vorl. II. 170

Regels voor de verschillen in AR

Tusschen Zuid en West

Als het Noordelijke hemellicht het eerst aan den draad komt moet de getallen waarde van het verschil in AR genomen verminderd worden

Als het Zuidelijke eerst komt getallen waarde vermeerderen.

Tusschen Zuid en Oost

Als het Noordelijk hem. eerst komt genomen getallen waarde vermeerderen
— — Zuidelijke — — — — verminderen
zonder op de teekens te letten.

Het verschil in Decl. is altijd grooter dan hetgeen de waarneming geeft als men niet op het teeken let.

Mem. of the Astronomical Society deel II pg 53.

Littrow over Equatoriaal

L Breedte der plaats

s uurhoek der ster

$\tan\psi = \cos s \cot L.$

refractie in AR $= 57'' \dfrac{\tan s \sin\psi}{\cos\delta \sin(\psi+\delta)}$; refr. in declin. $= 57'' \cot(\psi+\delta)$

Deel IV. pg 495. Kreil (in Littrows Annalen Deel X)

μ helling van den Declinatie-cirkel met de polair as.

ν helling van de optische as met het vlak van den Declinatie-cirkel

dan blijft p onveranderd en men heeft

$$\left.\begin{array}{l} s = \sigma + \Delta\sigma + \lambda \sin(\varphi - s)\cot p + \mu \cot p + \nu \operatorname{cosec} p. \\ p = \pi + \Delta\pi + \lambda\cos(\varphi - s) \end{array}\right\}(A)$$

Om ν te bepalen heeft men voor eene ster nabij den aequator bij den Meridiaan

$$s = \sigma + \Delta\sigma + \nu \operatorname{cosec} p$$

en de Declinatie-cirkel omgekeerd

$$s' = \sigma' + \Delta\sigma - \nu \operatorname{cosec} p.$$

dus $\nu = \dfrac{(s-\sigma) - (s'-\sigma')}{2} \sin p$

Voor de bepaling van μ kiest men eene ster nabij de pool dan heeft men $s = s'$ $\sigma \neq \sigma'$ als boven noemende

$$m = \frac{(s-s') - (\sigma-\sigma')}{2}$$

$$\mu = \frac{m \sin p - \nu}{\cos p}$$

Kent men μ en ν dan heeft men aanwending voor φ en λ

$n = \mu \cot p + \nu \operatorname{cosec} p$ $\quad n' = \mu \cot p' + \nu \operatorname{cosec} p'$

$\Pi = (p'-p) - (\pi'-\pi)$ $\quad \Sigma = (s'-s) - (\sigma'-\sigma) - (n'-n)$

$\tan\left(\varphi - \tfrac{1}{2}(s'+s)\right) = -\dfrac{\Pi}{\Sigma}\cot p$

$$\lambda = \frac{\tfrac{1}{2}\Pi}{\sin[\varphi - \tfrac{1}{2}(s'+s)]\sin\frac{s'-s}{2}} = \frac{-\tfrac{1}{2}\Sigma}{\cos[\varphi - \tfrac{1}{2}(s'+s)]\sin\left(\frac{s'-s}{2}\right)}$$

$\Delta\sigma$ en $\Delta\pi$ vindt men door de vergelijking (A)

Hansen p. 24.

$\operatorname{tg} A = \frac{\eta}{\xi} \quad e = \frac{\xi}{\cos A} = \frac{\eta}{\sin A}$

e is afstand A. azimuth

A het moment waarop e wordt positief

& positief zijn

te verzetten $\xi = \frac{\eta}{\sin\varphi}$

d declinatie in de positie I

d' ——————— II

δ ware declinatie

$\delta = \frac{1}{2}(d + d') + e\cos(A - t)$

$\frac{1}{2}(d' - d)$ = error indicis

$\delta = d + \pi + e\cos(A - t)$ pos. I

$\delta = d' - \pi + e\cos(A - t)$ pos. II

Formule voor de reductie van micrometer metingen met betrekking tot de refractie

Letter. Verbeteringen II. pg 167 seq. A. N. Vol III

$\tan \psi = \cot \varphi \cos \tau$

$\cos z = \dfrac{\sin \varphi \sin(\psi+\delta)}{\cos \psi}$ Sin parall. hoek $= \dfrac{\cos \varphi \sin \tau}{\sin z} = \sin q.$

1° Verschillen in AR en Decl. als de kijker stil blijft staan

$t'-t$ verschil der waargenomen tijden

$\Delta'-\Delta$ — — — declinatie

$d = \frac{1}{2}(\delta+\delta')$

$\alpha'-\alpha$ en $\delta'-\delta$ ware verschillen

$\alpha'-\alpha = t'-t + k(\delta'-\delta) \dfrac{\tan \tau \sin \psi \cos(\psi+2d)}{\sin^2(\psi+d)\cos^2 d}$ alles in graden

$\delta'-\delta = \Delta'-\Delta + \dfrac{k(\delta'-\delta)}{\sin^2(\psi+d)}$

2° Voor den afstand der draden Letter. Verb. pag 179 deel II

Is t de tijd die eene ster noodig heeft om van de eene draad tot de andere te komen

x de afstand der draden gedeeld door 15 en p de ware positiehoek

$\tan \theta = \dfrac{\sin \psi \tan \tau}{\cos(p-\psi)} = \dfrac{\sin \psi \tan \tau}{\cos(90°-\delta-\psi)} = \dfrac{\sin \psi \tan \tau}{\sin(\delta+\psi)} = \dfrac{\alpha}{s(\delta+\psi)} = \alpha \operatorname{cosec}(\delta+\psi) = \tan z \sin q$

$t = x\left(\dfrac{1 + k \sin 1'' \sec^2 \theta}{\cos \delta}\right)$

pag 178

$x = t \times \dfrac{\cos \delta}{1 + k \sin 1'' \sec^2 \theta}$ $x = t \cos \delta \left(1 - k \sin 1'' (1 + \tan^2 \theta)\right)$

$= t \cos \delta (1 - k \sin 1'' \sec^2 \theta)$

Formules van Bessel voor den invloed der refractie op afstand en positie A. N. XVI. 261

z en q als boven of waar.

$\tan z \cos q = \cot(\psi+\delta)$ $\tan \psi = \cot \varphi \cos \tau$

$\tan z \sin q = \sin \psi \tan \tau \operatorname{cosecans}(\psi+\delta) = \dfrac{\alpha}{\sin(\psi+\delta)}$ als $\alpha = \sin \psi \tan \tau$

p de positie hoek s de afstand

verbet. van waargenomen afstand $= s k (a^2+1)$

— — — positie $= -kab - k \tan d \tan z \sin q$

waarin $a = \tan z \cos(p-q)$

$b = \tan z \sin(p-q)$

NB. $\sin \psi \tan \tau = \tan z \sin q \sin(\psi+d)$

is $\tau = 90°$ dan wordt $\psi = 0$ en $\sin \psi \tan \tau = \infty \times 0 = \frac{0}{0}$ in dat geval is

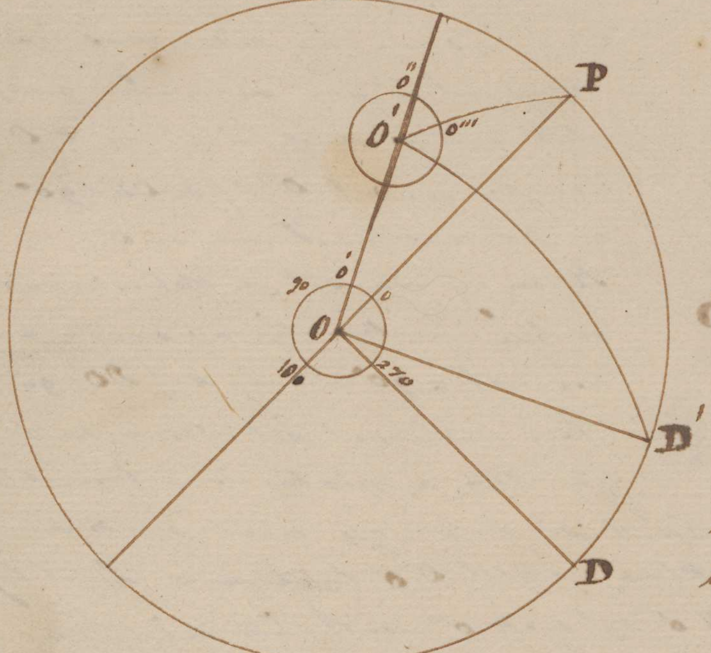
$\cos z = \sin \varphi \sin d$ $\sin q = \dfrac{\cos \varphi}{\sin z}$

$\sin \psi \tan \tau = \tan z \dfrac{\cos \varphi}{\sin z} \sin d = \dfrac{\cos \varphi \sin d}{\cos z} = \dfrac{\cos \varphi \sin d}{\sin \varphi \sin d} = \cot \varphi$ als $\tau = 90°$

Mikrometer.

In plaats van den niet loodregten stand der draai(?) kruis- assen op het middelpunt van den positie cirkel.

1° Niet loodregte stand van de Declinatie as op de muur(?).



Zij P de pool van het instrument op den hemelkogel overgebragt. D het punt waar de verlengde declinatie as, O dat waar de verlengde optische as den hemel treft. Stellen wij voorloopig PD en DO = 90° en stellen wij ook PO = 90° dan is O in den aequator.

Laat 0 90 180 270 de positie cirkel zijn dan ligt het middelpunt voorbeeldelijk in O.

Stel nu dat de Declinatie en muur niet loodregt op elkander staan terwijl de optische as loodregt op de Declinatie as valt. Noem den hoek van beide assen $90°-i$ en stel $PD' = 90°-i$, dan zal de kijker met de positie cirkel om de optische as gedraaid worden en het middelpunt zal den stand O' aannemen. In den aequator is de afwijking OO' blijkbaar gelijk aan i.

Komt de kijker op eene bepaalde Declinatie dan beweegt hij zich langs den grooten cirkel hebbende D' tot pool. Laat hij in O' gekomen zijn dan wordt het middelpunt O''' terwijl O'' het middelpunt is dat men bij eene volmaakte rectificatie van het instrument zoude vinden. O''O''' is de afwijking die wij m zullen noemen

$D'O'P = 90° - m \qquad O'P =$ Poolsafstand op het instrument $= 90° - (d+c)$

$O'D' = 90°, \quad PD' = 90° - i.$ In den driehoek $O'PD'$

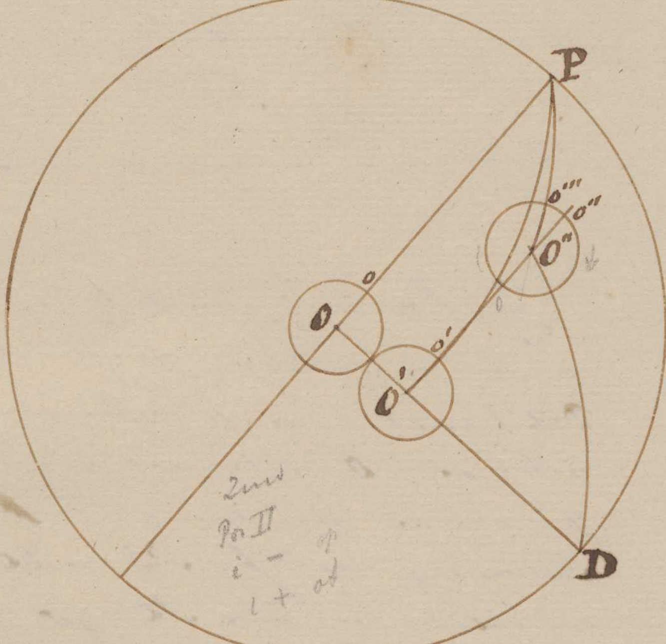
$$\cos PO'D' = \frac{\cos PD' - \cos O'P \cos O'D'}{\sin O'P \sin O'D'}$$

$$\cos(90°-m) = \frac{\cos(90°-i) - \cos(90°-(d+c)) \times 0}{\sin(90°-(d+c))}$$

$$\sin m = \frac{\sin i}{\cos(d+c)} = \sin i \sec.(d+c) \text{ en } m = i \sec(d+c)$$

Wordt de kijker om de Declinatie as bewogen dan beschrijft bij de cirkel OO' en het middelpunt wordt gevonden als of i = 0 was. Beweegt men den kijker om de muur dan beschrijft hij eenen cirkel loodregt op O'P of OP naarmate van den stand des kijkers. Die beweging loopt evenwel de punten O O''' enz. door de hoek m i voorgedaan, maar tot de pool van het instrument gespannen(?).

2° Niet loodregt staand van de Declinatie en optische as.



Laat nu de Declinatie en uuras loodregt op elkander staan maar de optische as geenen regten hoek met de Declinatie as maken. Als die hoek regt was en de kyker was naar een punt in den aequator gerigt dan zoude de optische as in O komen zoo dat $OP = PD = OD = 90°$ en het middelpunt was in O. Stellen wij nu dat de optische as met de declinatie as eenen hoek maakt $= 90° - i'$ en dat $DO' = 90° - i'$ dan verandert dit als de kyker in den aequator is het middelpunt niet, want $POD = PO'D = 90°$. Komt de kyker op eene andere Declinatie dan treft hy den kleinen cirkel $O'O''$ beschreven. Laat hy ergens in O'' komen dan blijft o' het [illegible] o''' wordt het nieuwe middelpunt en $o''o'''$ wordt de punt die wij n zullen noemen.

$o''O''$ staat loodregt op $O''D$ dan is $PO''D = 90° + n$

$$\cos PO''D = \frac{\cos PD - \cos O''P \cos O''D}{\sin O''P \sin O''D}$$

$$\cos(90° + n) = \frac{-\sin(d+c)\cos(90° - i')}{\cos(d+c)\sin(90° - i')}$$

$$\sin n = \frac{\sin(d+c)\sin i'}{\cos(d+c)\cos i'} = \tang i' \tang(d+c)$$

$$n = i' \tang(d+c)$$

By eene beweging om de Declinatie as beschrijft het instrument dan boog $O'O''$. Het middelpunt wordt dan gevonden en op den cirkel aangenomen als of de optische as goed was, maar wordt niet tot de eigenlijke punt van het instrument herleid.

By eene beweging om de uuras beschrijft het instrument eenen boog loodregt op $O''P$. Men vindt dan het middelpunt herleid tot P en met de hoek uit i' voortspruitende aangedaan.

Er blijft nu nog te bepalen over in welken zin de fouten moeten worden aangebragt.

Als de as voorgaat d.i. aan de regterhand is wanneer men voor den mikrometer staat en de Declinatie as staat te digt bij de pool dan is i positief en men leest, blijkens de eerste figuur, te weinig af; men heeft dan

$$\text{Ware positie} = \text{afgelezen positie} + k + i \sec(d+c)$$

Als de as volgt

$$\text{Ware positie} = \text{afgelezen positie} + k + 180^\circ - i \sec(d+c)$$

Waarbij de ware positie gerefereerd is tot de pool van het instrument

Als $90^\circ - i'$ den hoek voorstelt van de optische as met de Declinatie as aan de zijde van het objectief dan zal men als de as voorgaat (tweede figuur) te veel aflezen. De correctie wordt dus negatief. Als de as volgt heeft het omgekeerde plaats: dus;

$$\text{Ware positie} = \text{afgel.} + k - i' \tan(d+c) \quad \text{als de as voorgaat}$$
$$\text{Ware positie} = \text{afgel} + k + 180^\circ + i' \tan(d+c) \quad \text{als de as volgt}$$

Vereenigde werking van beide fouten

$$\text{Ware positie} = \text{afgel. pos.} + k + i \sec(d+c) - i' \tan(d+c) \quad \text{als de as voorgaat}$$
$$\text{Ware positie} = \text{afgel. pos.} + 180^\circ + k - i \sec(d+c) + i' \tan(d+c) \quad \text{als de as volgt.}$$

k stelt hier de fout van het nulpunt voor die men vinden zoude bijaldien het instrument volkomen gerectificeerd was.

Door de bew. van de declinatie as vindt men k

Door de bew. van de micros vindt men $k \pm i \sec(d+c) \mp i' \tan(d+c)$ as voorgaande / as volgende

i is positief als de decl. as te digt staat bij de pool van het instrument

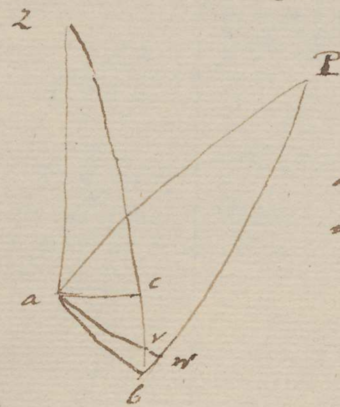
i' is positief als het objectief te digt bij de decl. as staat

Als men op een bepaald punt van den hemel het nulpunt door de bew. van de micros bepaalt dan vindt men de indexfout juist zoodanig als die op dat punt van den hemel gebruikt moet worden om de positie tot de pool van het instrument te refereren.

Invloed der refractie op het middelpunt van den positie-cirkel bepaald bij eenen stilstaanden kijker

$\tang \zeta = \cot \varphi \cos s \qquad \alpha = \sin \zeta \tang s$

$\tang z \cos v = \cot(\zeta + d) \qquad tg\, z \sin v = \alpha \operatorname{cosec}(\zeta + d) = \frac{\alpha}{\sin(\zeta+d)}$



Uit de tafels verkrijgt men de verandering der refractie voor eene verandering in de hoogte van 10'.

Zij $bc = 10'$

$ab = \frac{bc}{\sin cab} = \frac{bc}{\sin v}$

Zij bv = de refractie voor 10' ver. in hoogte

$bw = vb \times \sin wvb = vb \times \cos v$

$\text{hoek } wab = \frac{bw}{ab} = \frac{dr \cos v \sin v}{bc} = \frac{\frac{1}{2}\sin 2v\, dr}{bc} = \frac{dr}{2bc} \times \sin 2v = \frac{dr}{20'} \sin 2v$

$tg^2 z \sin v \cos v = \alpha \frac{\cot(\zeta+d)}{\sin(\zeta+d)} = \alpha \frac{\frac{\cos(\zeta+d)}{\sin}}{\sin(\zeta+d)} = \alpha \frac{\cot(\zeta+d)}{\sin^2(\zeta+d)}$

♃

Stel voor 22 Mei 1848 den tijd = 10.50' $t = 7^u\, 26'$ $d = 23^\circ 40'$

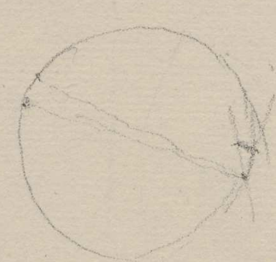
$s = 111^\circ 30$

$\cot \varphi = 9.89046$
$t\, s = -9.56408$
$t\, \zeta = -9.45454$
$\zeta = -15^\circ 54'$
$d = 23\ 40$
$d+\zeta = +7^\circ 46'$
$\cot(d+\zeta) = 0.86522$

$s\, \zeta = -9.43761$
$t\, s = -9.40460$
$l\, \alpha = 9.84221$
$s(\zeta+d) = 9.13078$
$t\, z\, s\, v = 0.71143$
$t\, z\, c\, v = 0.86522$
$t\, v = 9.84621$
$v = 35^\circ 4'$ $2v = 70^\circ 8'$
$s\, v = 9.75925$
$t\, z = 0.95218$
$h = 6^\circ 22'$ $dr = 10{,}95$ $\zeta = 1.03941$

11200   3.07918
7.96023
$s\, 2v = 9.97335$
7.93358
29'30"

2060
1200



Struve maakt van den invloed der refr. op het bepaalde middelpunt weinig gewag. Ik heb het stuk niet bij de hand. Hoe groot die invloed wezen kan blijkt uit het bovenstaande voorbeeld. Zoo eene merkelijke werking op de waarnemingen van Fries is het echter niet gebleken. Bij den vasten stand des kijkers heeft men veel meer de refractie dan eene fout in den stand des kijkers te vreezen. Het middelpunt mag niet ver van den horizon niet meer zonder afleiding van de cirkels bepaald worden. Of de 22 Mei het middelpunt merkelijk zoo laag aan de horizon bepaald is weet ik niet

Causeries scientifiques, découvertes et inventions progrès de la science et de l'industrie par Henri de Parville. Paris E. Savy, Libraire-éditeur 24, Rue Hautefeuille.

Quatrième année 1865 (Prijs f 1,75)

De drie eerste deelen bevatten weinig sterrekundigs. Het eerste deel is van 1861. Ieder deel kost 3 fr. 50

Het quatrième année bevat onderstaande berigten omtrent sterrekundige onderwerpen.

Blad. 270 – 275 bevatten twee schoone houtsneden, de eene van het groote aequatoriaal te Parijs, de andere van den grooten spiegeltelescoop naar Foucault ontworpen, welke gemaakt voor de sterrewacht te Parijs en later afgestaan aan die van Marseille.

Houtsnede van den telescoop van Foucault in: L'illustration, Journal universel 23 Année 1 Juillet 1865, in een stukje van Guillemin getiteld: Une visite à l'observatoire de Paris.

Teleskop von Lassell. Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Sechste Auflage. Braunschweig 1863. Erster Band. pag. 729.

Fig 797 stellt ein grosses Newton'sches Spiegelteleskop dar, welches Lassel in Sandfield-Park (sic) bei Liverpool parallaktisch aufstellen liess. Der bei A befindliche Hohlspiegel hat 4' Durchmesser und 36' 7" Brennweite. Das Rohr ist aus Streifen starken Eisenblechs so zusammengesetzt, dass zwischen je zwei solchen Streifen ein freier Raum bleibt, dass also die Luft im Innern des Rohres nach allen Seiten hin frei mit der äussern communicirt. Bei S ist der Planspiegel angebracht, welcher die vom Hohlspiegel A kommenden Strahlen gegen das an der Seite des Rohres befindliche Ocular reflectirt.

Zunächst ist das ganze Instrument um die Axe des Kegels a drehbar, welche mit der Richtung der Weltaxe zusammenfällt; dann aber kann, wie man aus der Figur ohne weitere Erläuterung sieht, der Winkel des Rohres gegen die Weltaxe beliebig verändert werden.

Die Umdrehung des Instrumentes um die Weltaxe geschieht durch einen Arbeiter mittelst der Kurbel K. Die Einrichtung ist so getroffen, dass das Rohr dem täglichen Lauf der Gestirne folgt, wenn der Arbeiter die Kurbel einmal in der Secunde umdreht.

Der Beobachter steht auf einem Thürmchen von Holz, welches auf einem ringförmigen um eine verticale Axe drehbaren Holzgestelle steht; die Umdrehung derselben wird durch einen in dem Häuschen sitzenden, eine Kurbel drehenden Arbeiter besorgt, und hat zum Zweck, den Beobachter dem continuirlich bewegten Rohre nachzuführen.

Kykers

Heliometer Charkow Gruithuis VI. 146

Vitkanneccai een aequatoriaal te Parys.
Theorie Praktyk
C.R. T. 39 Sept–Dec 1854
p. 949.

Kyker van Dawes 7½ duim gemaakt
door Alvan Clark te Boston U.S.
M.N. XVII. 7

Kyker te Greenwich – 12½ duim.
A.N. XVII. 105. 247

Athenæum wordt een 7½ duims aequat...
A.N. 33. 193

Littrow's inrigting van kometenzoekers
A.N. 34. 233.

Kyker te Berlyn door Martins verbeterd A.N. 23. 381

Merz verbetering aan zyne kykers van 7 duim
A.N. 30. 310 No 715

Rosse ziet met zyne monsterteleskoop
de sterren by vrolyk ... ontbinding
A.N. 31. 97.

Littrow Groote kykers van Plössl
A.N. 32. 102

Kykers van Steinheil A.N. 41. 217

Kykers van Voigtländer A.N. 24. 395

Vierkant ... objectief van de kyker
te Cincinnati A.N. 23. 202

Over ... van kykers
M.N. XVII. 33

Grünert Aequatoriaal
A.N. 38. 17

Köhler te Dresden, beschryving
van een eenvoudig ... paralla-
ctisch werktuig.
Bode Astr. Jahrb. 1785 pg 153

Aequatoriaal afgebeeld Bode J. 1785

Teleskoop van Lassell door hem
zelven beschreven A.N. 63. 369.

Dawes nieuwe zonne-oculair
Mem. A.S. XXI. P II. 157

Mogostowski Oculaire en kykers
A.N. 31. 237

Schumacher over de aankoopen en
objectieven van kykers A.N. 31. 117.

Dawes zonneoculair. Draaiende ...
... en ...
M.N. A.S. 12. 168

James double eye-piece
M.N. A.S. 12. 96

Struve Kyker te Dorpat A.N. IV. 37. 49
... van een kyker A.N. 7. 178. 389. 394
... 13. 23. 16. 163

Aequatoriaal van 11 duim opening te
Edinburgh van T. W. Grant gemaakt door
Ross en Ransome & May. Beschreven
M.N. R.A.S. Vol XXII p. 1

Kykers
Objectief 14 duim te Cambridge N.S.
... van ... (1846)
Amer. Journ. Sc. 2. 1. 109
Beschryving van de ...
... id. 2. 112
... van Bond ...
Amer. Journ. Sc. 2. 1. 117, 120, 122
In 1850 ... pg. 157
" 1851 ... 156
" 1855 ... Bond ...
van ... in Noord-Amerika ...
... pg 186. 187
Report 1859 p 14 ...
" 1861 p 313. De ...

Mannheims Kyker nu ...
van ... van Steinheil
A.N. No 1310 pg 213. 55

Plössl's 7 duims dialyt
voor ... Prys
4500 Gulden O.W.
A.N. 1420 60. 184

Groote Kijkers

5 duim op. 7 vt lengte in South. Herschel Mohr Tulley
9 — 1824 te Dorpat Fraunhofer
6 d —Helsiometer te Koenigsberg 1829 Fraunhofer Merz & Mahler
9 — 1835 Berlijn Fraunhofer
10 1/2 1834 Bogenhausen Merz & Mahler
6 1/2 —1837 Helsingfors Merz & Mahler
9 1837 Kasan Merz Mahler
6 — Weenen Fraunhofer Polytech. Inst. te Weenen
11 dm 1829 South. Cauchoise Troughton
12 1/3 1831 Cooper in Ierland Cauchoise
11 — 1835 Cambridge. Cauchoise Greenwich & in Hurley in Northumberland

Aequatoriaal van Gambey te Parijs Astr. pop. II. 118 Afbeeld.

Voet der groote kijkers te Parijs Arago Astr. pop. II. 39.
Het geheele werktuig. Ibid. p. 48

Aequatoriaal te Liverpool. Glas van Merz 8 duim. Hartnup

M. N. A. S. IX. 34 Memoirs XX. 115
VIII. 86
Inst. 49.53

Aeq. van Cooper 13½ duim. Inst. 49.53
Lamont Jahrb. I. 145–169 III. 250
A. N. 13. 31

Cambridge Northumberland aequatoriaal Obs. vol XI

Brünnow geeft (1851) bladz. 466 seq. –474 eene korte theorie zonder eenige beschrijving van het werktuig. De rectificatie kan
N.B. veel eenvoudiger en ligter worden gemaakt dan zij door Brünnow is voorgesteld.

N.B. Sawitsch handelt niet over het aequatoriaal.

Jahn geeft drie afbeeldingen van een aequatoriaal
N.B. en de formulen van Littrow

De eerste mikroskopische aflezing schijnt bedoeld te zijn door Generaal Roy Phil. Trans. Vol 80 p. 145

Eene [illegible] van 1' in de [illegible] die het aequatoriaal [illegible] kan zien. Shuckburgh Ph. Trans. 1793 p 103. Smith's Optics II. 97.

Aequatoriaal van Reichenbach te Napels

Commentarj astronomici della specola reale di Napoli. Di Carlo Brioschi Vol I. Napoli 1824-6 pg 125-31

Het obj. was voltooid 1819. De meridiaan- en azimuthaal-cirkels van Reichenbach worden door Brioschi met groote uitvoerigheid beschreven en afgebeeld, maar van het aequatoriaal wordt geene afbeelding gegeven en aan dit werktuig worden slechts vier bladzijden gewijd.

Uit de korte beschrijving van Brioschi blijkt dat het aequatoriaal door veel overeenkomst had met de azimuthaal-cirkels van Reichenbach en niet veel anders was dan een [illegible] geplaatste [illegible]. De [illegible] van het werktuig was een [illegible] die eene lengte had van $1{,}^{m}33$ [illegible] middellijn van $0{,}^{m}74$ [illegible]. De cirkels hadden middellijnen [illegible] door twee noniën verdeeld van 4" tot 4". De kijker had eene lengte van $1{,}^{m}20$ en eene opening van $0{,}^{m}083$. Het werktuig [illegible] waarnemingen met het aequatoriaal volbragt worden hier niet medegedeeld.

Struve spreekt in zijne Beschreibung [illegible] der R. U. [illegible] Dorpat 1825 pg 1 in dezelfde [illegible] van het aequatoriaal te Napels. Hij zegt dat het glas [illegible] opening van 78 l. [illegible] Reichenbach. De [illegible] Struve [illegible] Brioschi [illegible] 1834 het aequatoriaal te [illegible] Napels [illegible] geene bijzonderheid.

Padua

Reichenbach's Kijker der [illegible] in 1803 [illegible] Zach Mon. Corr. VIII. 354 IX 374 377

Aequatoreal

Sg. Santini Descr. d. nuov. de [illegible] aequatoreal 1823 Zach 9. 266
Airy Clockwork of equatoreal 1840 Ast. Soc. XI et XX
Parell A new equatoreal [illegible] for telescopes Ber. Ast. 1849
Villarceau sur l'equatoreal de Paris C.R. 1856. II
[illegible] to Napoli [illegible] p. 128.

Mem. Astr. Soc. II. 53. IV. 195
Litter. [illegible] X
Cambr. [illegible] XV. 1843

South. Ph. Tr. 1826 Part. III

Verschiedene aequatoreale
Parge ~~[illegible]~~ Grubb Mag. Ast. [illegible] II. 48.
Grubb Parge
Brunner gr. aeq. Parge Villarceau
Merz A.N. II. 39. 48 [illegible] C.R. 1856. II
Clark Dawes M.N.R.A.S. XX 60 [illegible]
XX. 257
Fletcher
Steinheil Upsala [illegible] A.N. 57. 245. 1862
Ort. of dem Equatorial [illegible] [illegible]
Smyth Spec. Hartw. p. 129. Cycle p. 377 [illegible]
King M.N.R.A.S. 16 28

Cauchoix 1837.
Cooper $13\frac{1}{2}$ [illegible] (Pract. 49.53 M.N.R.A.S. VIII. 88.
Lamont Jahrb. I. 145. 169 ~~IX~~. 256
A.N. 13. 31.
Dollond. [illegible] Spec. Hartw. p. 152 Cycle I. 339 [illegible]
" Bishop. M.R.A.S. XVII. 168. M.N. VIII. 107.
1837 [illegible] Dollond.

Fraunhofer

Struve Dorpat
Berlin
Merz 1830 [illegible] A.N. 8. 156
Lamont 1835 A.N. 12. 280
Pulkowa 1838
[illegible] Stark A.N. 22. 271
32. 103
Annual 23. 95

Merz 1850 A.N. 30. 301.

Cooper
[illegible]
[illegible]

Marsh [illegible] Tr. 1850

~~Airy~~

Airy
Cambridge
Liverpool
Greenwich.

Lassell's Telescope
M.N.R.A.S. VII. 217
VIII. 88. IX. 29. 77. 110 XVIII. 107
XIX. 137
L'Institut 1849. 53. 192

Verschiedene aeq

Spiegelteleskop.
Lassell Aeq. Tel. 20 F. (A.N. ~~[illegible]~~ 1847. A.N. 26. 167. Mem. A.S. XII. 265
M.N. [illegible]
Airy 1849 M. Not 9
" 1853 " " 13
Mem. A.S. XVII. 152
A.S. XVIII, 4.
Parell. Br. Ass. 1849.

Engländer Terrestrisch
[illegible]
Grubb
Cooper
Clark
Cook
Parge

Rosse L'Inst. 1849. 366 [illegible]
Ph. Tr. 1840 p. 503.
L'Inst. IX. 158. XII. 340, 368
[illegible] 1844. 173. 1845 [illegible] 177
M.N.A.S. IX 18. 110
Times Sept 1844
16 Apr. 1845
A.N. 23. 113

Rosse's teleskop [illegible]
Spec. Hartw. p. 167.

[illegible]

Teleskope
Lassel Rosse
de la Rue
Parell
Airy

1844 Par. [illegible]
Smyth.

[illegible]
1830 Grubb
1837 Cooper
1837 Lee Smyth [illegible]
1858 Lee Cooke [illegible] York [illegible] $10\frac{1}{2}$ [illegible]
1859 Dawes
1860 Fletcher
~~Grubb [illegible]~~
1854 [illegible]
1862 Steinheil Upsala
1861 d'[illegible] [illegible] Glas von
[illegible] $16\frac{1}{2}$ [illegible] [illegible] E. Steiger
[illegible] A.N. 56. 328

Airy Pulkowa A.N. 26. 358

1749. Ph. Tr. 1749 pg 241 James Short Description and uses of an Equatorial Telescope.

Een universeel-aequatoriaal met verdeelden horizon-, verticalen, aequatorialen en declinatie-cirkel. Het werktuig wordt door Short een Portable observatory genaamd. Zulk een werktuig laat zich voor vele doeleinden gebruiken als men zich niet aan de naauwkeurigheid van zijne [illegible] bekommert.

In plaat III is eene schoone afbeelding van het werktuig gegeven.

1771 Ph. Tr. 1771 Part I pag 107.

Description and use of a new constructed equatorial telescope or portable observatory, made by Mr. Edward Nairne London.

Het werktuig is een universeel-aequatoriaal dat in zijne inrigting geheel en al met dat van Short overeenkomt. Alleenlijk is de [illegible] wat sterker.

Eene schoone gravure van het werktuig wordt gegeven in plaat IV

1779 ~~An acco~~ Phil. Tr. 1779 Part II pg 332

An account of an apparatus applied to the equatorial instrument for correcting the errors arising from the Refraction in altitude. By Mr. Peter Dollond.

Vóór het objectief worden een hol en een bol glas gebragt die te zamen de werking van een plat glas uitoefenen. Door een verticale verschuiving van het holle laat men dit eene refractie veroorzaken die de refractie der dampkring [illegible] effect.

De toestel is afgebeeld plaat IV.

1793 Ph. Tr. 1793 Part I pg 67.

An account of the equatorial instrument. By Sir George Shuckburgh, Bart.

Dit hoogst belangrijk stuk geeft eene geschiedenis van het aequatoriaal en daarna eene uitvoerige beschrijving van een groot aequatoriaal door Ramsden naar den het jaar 1793 voor Shuckburgh gemaakt. In dat werktuig dat in den geest van de verticaal cirkels van Ramsden is vervaardigd [illegible] de [illegible] tegen de aequatorialen geheel te voorschijn. De aequatorialen later door [illegible] gebouwd komen in [illegible] met dat van Ramsden overeen (inzigt in bijzonderheden der werktuig) [illegible]

Zeer schoone en groote afbeeldingen v. het werktuig worden gegeven plaat IX tot plaat XIV

Het instrument had echter met middellijn en [illegible] Shuckburgh heeft de uitkomsten en [illegible] opgegeven [illegible] Het instrument bekomde zich zoo voortreffelijk dat men zich verbaasden moet over het weinige dat de kunst in 70 jaren is vooruitgegaan. Ramsden heeft zijne jaren daaraan gewerkt, voltooid in 1791

Afbeelding van den verbeterden aeq. [illegible] van Fraunhofer naar [illegible] va 8 vt 1830. A.N. 8. 110.

Lamont. Hulpstuk aan het aeq. [illegible] der groote kijkers te Bogenhausen om het aflezen der cirkels [illegible] te maken
A.N. 12. 280. 1835.

Mohr. Verbetering aangebragt aan de [illegible] kijker. [illegible] [illegible] van het [illegible]. Mohr zegt [illegible] [illegible]. Hij [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] van de [illegible] [illegible] [illegible].
A.N. 30. 301. 1850

Uurwerk te Weenen van Stark
A.N. 32. 103. 22. 271
Annal. 23. 95

Theorie van het aeq. door Grunert. A.N. 38. 17–28
1854

Padua heeft een aeq. van Utzschneider 1816 met cirkels van 2 vt diam. [illegible] [illegible]. Afbeelding der 2 [illegible]
A.N. 5. 353. 1827

Kremsmünster heeft een klein [illegible] aeq. van Stark. [illegible] 1832
A.N. 10. 137

[illegible] Board Ann. I. 158
Verbeterd Ber. Ast. 1851

Littrow. Over eenen kijker van Plössl opening 10½ duim gemaakt voor Turkey.
De [illegible] [illegible]. De kijker laat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] te Weenen [illegible] (Ann. 23. p. 96)
Plössl leverde grootere kijkers
6 duim opening van Jassy
7½ Athene
8 Bicaka
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] te Weenen vervaardigd.
A.N. 32. 103. 1850
Ook voor Greifswald A.N. 38. 17

Lassell Telescoop opening 24 duim br. afst. 242 duim. Gemonteerd parallactisch [illegible] [illegible] Month. Not. Lassell gebruikt in plaats van een [illegible] spiegel een [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].
1847. A.N. 26. 167

Lassell Beschrijving van de parallactische opstelling van zijn telescoop Open 9,5 duim [illegible] 1841. Afbeelding
Mem. Astr. Soc. XII. p. 265 pl V en VI

Lassell 1858 [illegible] [illegible] 4 vt.
Monthl. Not. XVIII. 107 XIX. 137
Verslagen XV. 17

Lassell [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Report 1861 p 22
1862 p 28

Refractie bij Mikrometers Hansen A.N. 2. 417
Refr. op afst. van sterren Nicolai A.N. 2. 213

Out-of-door Equatoreal Stand for telescopes, by the Rev. [illegible]

M. N. R. A. S. 16.28

De voet is eene kleine wijziging van [illegible]'s parallactic ladder. [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] in 4 [illegible] [illegible] [illegible] niet meer kost dan 6 £.

Tweede kijker van [illegible] Observatory van Alvan Clark.

M. N. R. A. S. XX. 60.

De kijker is gemaakt door Alvan Clark and Sons Boston U. S. Hij heeft eene opening van $8\frac{1}{4}$ dm. en br. afst. van 110 [illegible]. Het beginsel der opstelling is [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Het [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] heeft. Het [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] kan worden, en [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] het [illegible] [illegible]. De voet is [illegible] van gegoten ijzer. De kijker is [illegible] met Clark's "[illegible] [illegible]" De kijker [illegible] 2e [illegible] [illegible].

Eene kleine [illegible] is aan de [illegible] toegevoegd.

Fletcher's [illegible] Equatoreal. Bericht van Capt. Jacob.

M. N. R. A. S. XX. 247

Het glas geslepen door Cooke te York $9\frac{1}{2}$ dm. opening $12\frac{1}{2}$ vt. br. afst. De voet gemaakt door Fletcher zelven met behulp van [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] 3 vt. Lange poolas in [illegible] [illegible] van [illegible] [illegible] kogel. De vastheid van den voet en de fijnheid der beweging worden zeer geprezen.

[illegible] [illegible]. Geene afbeelding

Repsold 1828 Aeq. van Christiania

A. N. 62. 196

C. Hansteen. Die neue Sternwarte in Christiania. Christiania 1849.

[illegible] werd het aeq. alleen bij [illegible] van [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] van [illegible] [illegible] [illegible] Repsold.

X Het nieuwe en groote aequatoreaal te Greenwich. Report 1859 June 4,

M. N. R. A. S. XX. 96

Het glas geslepen door Merz.

Het ijzerwerk van den voet door Ransomes te Ipswich

Het fijne werk en de verdeeling door Simms.

Het [illegible] door [illegible]

De [illegible] door Sheepshanks

Alles werd ingericht naar de voorschriften van Airy.

Airy onderscheidt drie soorten van aequatoreale

1° Het aan de Engelsche of [illegible]

2° Met 2 [illegible] [illegible] [illegible] kijker op zijn [illegible]

3° De Duitsche vorm.

Airy zegt dat [illegible] [illegible] het aequa[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] van den kijker [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] $1\frac{1}{2}$ [illegible] [illegible] worden. Hij is [illegible] [illegible] gebleven [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] worden. De [illegible] hebben [illegible] en 6 vt. Het [illegible] is [illegible] het aeq. te [illegible] [illegible]. Airy geeft een [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

In het Report 1860 June 2, [illegible] Airy [illegible] dat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] het glas.

Eenige berigten aangaande het [illegible] [illegible] in het Report 1857 [illegible] June 6. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] berigten aangaande [illegible] [illegible]

Over het objectief Report 1858 June 5

X Over het aeq. Steinheil 52. 129. 137.

X Aeq. van Repsold te Altona. Theorie [illegible]

A. N. 58. 273 seq.

X Aeq. van Repsold te Gotha A. N. 59. 209

Refractor van Steinheil te Upsala 9 dm.

A. N. 57. 241. 1862.

Napels. Aequatoriaal van Reichenbach met cirkels van 3 vt
Littrow Annalen I. 34

Theorie van het Aequatoriaal

Dr. Kaiser
Littrow
Kreil
Struve
Bessel
Hansen

Fraunhofer voor South n° 1
" n° 2 proces.

Reichenbach Napels

Groote kijker te Parijs.

L'Emancipation Bruxelles 1851 n° 99.

De uitgaving vordert 90,000 fr. voor den aankoop
van welk bedrag 25,000 fr. van het glas 14 dm.
94,000 in het stuk Arago. Not. Sc. III. ~~[illegible]~~
585
Glas en toestellen.

Aequatorialen.

Apianus
Lalande Dr. Kaiser
Reichenbach. Gambey
Fraunhofer
Airy { Cambridge
Liverpool
Greenwich
Repsold

Fraunhofer.
Dorpat 1. Koenigsb. Heliom.
loopen Wenen Starke
Hamburg
Koenigsberg Leiden Wenen enz.
Pulkowa 2de te Leiden
Dr. Lee

Repsold. Christiania
Oxford
Altona
Gotha

Steinheil Upsala
Parijs.

Airy over Pulkowa
A.N. 26. 353

Airy
Cambridge
Liverpool
Greenwich
Nieuwe toestel

Spiegeltelescopen
Lassell
Rosse
de la Rue

MJ. Grunert Theorie van het aequatoriaal.

A. N. Vol 38 pg 17–23.

Grünert neemt volgens zijne gewoonte zijne toevlucht tot de analytische geometrie. Hij drukt den stand der as van het werktuig uit door den Azimuth en hoogte Ω en Φ en [illegible] ware uurhoek en afwijking σ en δ en de op het werktuig afgelezen Σ en D en bepaalt de relatie tusschen $\sigma\ \delta\ \Sigma\ D$ en Ω en Φ. De poolshoogte φ als bekend aangenomen wordt hij verstoteld tot eene zeer lange analytische formule om door Ω (11) [illegible] tot eene niet veel minder [illegible] formule voor bij Φ (18). Hij brengt onder [illegible] zijne formulen [illegible] Ω [illegible] waar Φ [illegible] bepaald is. Vervolgens [illegible] Σ en D uit $\sigma\ \delta\ \Omega\ \Phi$ en φ [illegible] en geeft formulen voor de [illegible] Σ en D [illegible].

Deze formulen zijn streng [illegible] maar zeer [illegible] maar zij hebben [illegible] de [illegible] [illegible] van het aequatoriaal geheel [illegible].

Verder [illegible] Grünert dat de [illegible] in den stand van het werktuig klein zijn en [illegible] de [illegible] streng [illegible] formulen [illegible] af.

[illegible] formulen [illegible] [illegible] naar de [illegible]

Eindelijk toont Grunert aan hoe men door de waarnemingen van twee [illegible] [illegible] waarnemingen [illegible] [illegible] met de poolshoogte [illegible] afplatting de [illegible] beide [illegible] [illegible]. Dit [illegible] en [illegible] in de [illegible] [illegible] [illegible] dat [illegible] zijn [illegible] [illegible] op de [illegible] [illegible] [illegible] van het werktuig [illegible] zijn.

Steinheil. Theorie van het aeq. 1860 A. N. 52. 129.

Steinheil [illegible] Bessel [illegible] de [illegible] van het aeq. [illegible] [illegible] waarneming van [illegible] [illegible] door [illegible] waarneming [illegible] bepaald kunnen [illegible] zoo dat de [illegible] [illegible] bepaald [illegible] [illegible] van [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] van [illegible] [illegible] [illegible] bepaald worden [illegible] [illegible] beide [illegible] [illegible] [illegible] in zoo beide standen [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] in [illegible] Nadir. Steinheil [illegible] [illegible] op het [illegible] [illegible] het Nadir. ~~[illegible]~~ [illegible] [illegible] [illegible] te [illegible] is [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] bepaald kunnen worden door [illegible] [illegible] [illegible].

Steinheil [illegible] van zijn [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] van [illegible] [illegible] waarvan de as wordt [illegible] zoodat [illegible] [illegible] [illegible] van het [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] beide standen [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de [illegible] van dat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Steinheil [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Dit [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] het repetitiecirkel werden geplaatst en in het tweede [illegible] een andere collimator werd geplaatst die op het [illegible] bij een [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] gezegd.

Is de [illegible] [illegible] in beide [illegible] [illegible] standen op de [illegible] [illegible] horizontale lijnen gezegd dan geven zij een [illegible] formules [illegible] [illegible] behalve de bepaling van [illegible] [illegible] [illegible] ~~[illegible]~~ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

Over deze [illegible] [illegible] [illegible] te [illegible] [illegible] Steinheil nog een collimator in het [illegible]. Zonder [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] het [illegible] [illegible] [illegible] bepaald. De handelwijze van Steinheil is mij onverklaarbaar.

Steinheil verklaart dan naar zijne meening een repetitiecirkel behoort ingerigt te zijn.

In een [illegible] [illegible] Steinheil aan dat [illegible] [illegible] [illegible] collimatoren en [illegible] [illegible] [illegible] alleen de fouten van het werktuig met uitzondering van het [illegible] bepalen kan. Daarbij [illegible] echter niet [illegible] de Declinatie [illegible] [illegible] [illegible] de [illegible] der [illegible] gemiddeld kunnen worden. Voor het [illegible] van de [illegible] [illegible] wil Steinheil [illegible] bijzondere inrigting aan de [illegible] [illegible] geven. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] tot eene [illegible] [illegible] handelwijze. Reeds in 1828 heeft Repsold het [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ingerigt dat [illegible] [illegible] gemiddeld kan worden. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] het werktuig [illegible].

De collimatoren van Steinheil hebben [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Het gebruik [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. De bepaling [illegible] [illegible] fouten [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Theorie van het repetitiecirkel van Peters. A.N. 58. 273 seq. 1862.

~~Peters handelt (blad 306 seq)~~

Ten [illegible] der [illegible] bewerking van het repetitiecirkel [illegible] Repsold van [illegible] [illegible] handelt Peters (bl. 306 seq). over de theorie van het repetitiecirkel.

Peters geeft [illegible] [illegible] [illegible] de formules van [illegible] en [illegible] [illegible] voor de bepaling der [illegible]. Daarna [illegible] hij [illegible] dat de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] het werktuig met [illegible] [illegible] niet [illegible] bepaald [illegible] [illegible] de [illegible] gemiddeld kan worden.

Peters toont aan dat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] bepalen [illegible] of [illegible] [illegible] [illegible] of [illegible] [illegible] bepaling in beide standen. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] coll. [illegible] niet [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] geëlimineerd kan worden

Het [illegible] collimatie der [illegible] en [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] beide [illegible] bepaald kunnen worden.

Peters geeft geen nieuwe formules [illegible] hij toont [illegible] de bekende formules het [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] niet laat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] bepalen [illegible] kan worden.

Pearson. Practical astronomy
An introduction to practical astronomy by the rev. W. Pearson
Vol II London 1829
Pag 517 seq. § 77 Equatorial-instrument. Plate XXV

Pearson geeft waarschijnlijk eene korte geschiedenis van het equatoriaal, waarin vele bijzonderheden voorkomen.

Van Ramsden's Shuckburgh equatoriaal zegt hij dat het te Greenwich wordt bewaard niet als een blijk van [illegible] gebruik.

Pearson zegt (pg 518) dat Capt. Huddart met behulp van Troughton een equatoriaal heeft gemaakt dat later het eigendom van South is geworden en door dezen voor het meten van dubbele sterren is gebruikt. Dat werktuig is beschreven en afgebeeld in de Philos Transact 1824 Part III

In 1788 voltooide Troughton een groot aequatoriaal voor Magellan dat naar Coimbra is verzonden. Troughton [illegible] [illegible] dat [illegible] [illegible] van het aeq. van [illegible] [illegible] [illegible] dat [illegible] als het [illegible] van het beste [illegible]. Daarom wordt het ook als het [illegible] [illegible] door Pearson beschreven en afgebeeld.

Naar de afbeelding Plaat XXV is het aeq. van Troughton een [illegible] half-aequatoriaal dat draagbaar [illegible] [illegible] [illegible] te groot en te zwaar is om zich bijtijds te laten [illegible]. De kroon is [illegible] [illegible] en is [illegible] [illegible] [illegible] en [illegible] [illegible]. De kijker is [illegible] [illegible] [illegible] van [illegible]. Het aeq. van [illegible] [illegible] het instrument alle [illegible]. Het aeq. van [illegible] is [illegible] gebruikt en zijn [illegible] is [illegible] [illegible] gebleven.

Pearson geeft pg 525 seq. goede formulen voor de [illegible] van het aequatoriaal zonder bewijs en zonder te zeggen van waar hij die heeft ontleend.

A 89

Geschiedenis van het aequatoriaal.

Shuckburgh Ph. Trans. 1793 pag. 67.

In de school te Alexandrië en door Hipparchus werd een groot werktuig gebruikt dat in zyn beginsel veel van een aequatoriaal [illegible] [illegible] ook de ecliptica door eenen cirkel voor [illegible] [illegible]. De kracht van dat werktuig [illegible] [illegible] [illegible] van [illegible] de bedoeldergelyke aequatoriaal [illegible] [illegible] de cirkels als groote kracht werd [illegible]. Het werktuig was eene sphaera armillaris [illegible] en diende ook voor het onmiddellyk bepalen van lengte en breedte.

Zie Weidler Hist. Astr. 1741 p. 319 - Tycho Brahe Mechanica

Het werktuig werd ook door Ptolemaeus gebruikt en in zyn Almagestum onder den naam ἀστρολάβικον organon beschreven. Gedurende ongeveer 15 eeuwen bleef het in zwang.

Regiomontanus omstreeks 1460 bragt het werktuig in een nieuwen vorm [illegible] by de [illegible] [illegible] [illegible] zyn werktuig [illegible] [illegible] de bedoeldergelyke aequatorialen. Dat [illegible] [illegible] Torquetum genaamd en bevatte ook een cirkel voor de ecliptica met tegenoverstaande [illegible]. J. Regiomontani

Het werktuig is beschreven in het werk. J. Regiomontani de Torqueto, Astrolabio etc. Norimberg 1544

Apianus heeft ook het Torquetum met uitvoerigheid beschreven in zyne Introductio geographica. Ingolstadii 1533.

Het Torquetum is door Apianus ook in zyne [illegible] [illegible] [illegible] afgebeeld in het Astronomicum Caesareum.

Eene afbeelding van het Torquetum vindt men ook gegeven door Bailly Hist. de l'Astr. moderne Tom. I pag 687

Tycho in zyne Astronomiae Instauratae Mechanica, Noribergae 1602 geeft afbeeldingen van vier werktuigen die deels den aard van eene sphaera armillaris, deels dien van aequatorialen hebben [illegible] [illegible]. Tegelyk met de aequatoriale armillen [illegible].

Flamsteed gebruikte een sextant op een parallactischen voet beschreven in zyne Historia Coelestis Vol III p. 103

Omstreeks 1735 werd Graham zyn aequatoriaal sector [illegible] in dat werd de bedoeldergelyke aequatoriaal [illegible] [illegible]. Dat werktuig is afgebeeld in Smith Optic [illegible] Vol II § 885

In ~~Ph. Tr.~~ omstreeks 1749 gaf Short eene nieuwe inrigting aan het aequatoriaal Ph. Tr. 1749. Het instrument was te [illegible].

In 1771 maakte Nairne een verbeterd aeq. bekend Ph. Tr. 1771

Tusschen 1770 en 1773 zyn door Ramsden en Dollond eenige draagbare aequatoriale [illegible] vermeld by Shuckburgh pag 72 en 73.

Tot de eerste helft der ~~[illegible]~~ achttiende eeuw werd in Frankrijk een werktuig ingevoerd dat althans den (volgens Shuckburgh alvorens) naam van machine parallactique verkreeg. Dat werktuig werd door Cassini beschreven en afgebeeld in de Hist. de l'Ac. van 1721 pg 18. Het kent men ook in Lalande Astr. Vol II pg §2004 en kan als niets meer dan een soort model beschouwd worden.

Volgt de beschrijving van het groot aequatoriaal van Ramsden van Shuckburgh

Het aequatoriaal van Ramsden gemaakt voor Sir G. Shuckburgh in de jaren 1781–1791. Phil. Trans. 1793 Part I pg 75 seq.

Het werktuig is door Shuckburgh uitvoerig beschreven en in zes schoone platen in al zijne bijzonderheden voorgesteld. Het heeft zeer veel overeenkomst met den [illegible] Meridiaan-cirkel dien Ramsden voor Piazzi vervaardigd heeft en het model der inrigting der aequatorialen [illegible] in Engeland heeft [illegible] beschreven. De groote aequatorialen [illegible] tijd hebben op menig van de [illegible] inrigting [illegible] het zelfde voorkomen als dat van Ramsden. De assen zijn van [illegible] uiteinden [illegible] in de [illegible] in het [illegible] van de Declinatie-as.

De [illegible] van dit aequatoriaal heeft eene hoogte van [illegible] voeten, de cirkels hebben middellijnen van [illegible] voeten 4 voeten en de kijker heeft eene lengte van [illegible] 5½ vt. en 4,2 Engelsche opening. De [illegible] van het werktuig gebruikt het aflezen [illegible] [illegible] bij dit werktuig [illegible] mikrometers toegevoegd.

Ramsden heeft aan het werktuig [illegible] [illegible] toegevoegd [illegible] [illegible] voor 1" meer dan een [illegible]. Door vele bijzonderheden was [illegible] het [illegible] in het werktuig [illegible]. [illegible] bij alle [illegible] en [illegible] het [illegible] aangebragt worden het [illegible] en [illegible] hoogte en parallactisch [illegible] te verbeteren.

Iedere cirkel had eene [illegible] verdeeling, eerst in [illegible] [illegible] van 10' tot 10'. Shuckburgh [illegible] van beide cirkels [illegible] door de tegenover elkander staande mikroskopen van 10° tot 10° afgelezen, daarmede de excentriciteit te bepalen en de verschillende aflezingen bij die excentriciteit te vergelijken. Shuckburgh [illegible] dat het [illegible] van eene streep of van een [illegible] punt [illegible] van [illegible] deel van eene seconde [illegible] bij den [illegible] cirkel [illegible] van [illegible] punt [illegible] 1,"5 te stijgen, bij den Decl. cirkel [illegible] 18 [illegible] plaats tot 2". De mikroskopen [illegible] ~~[illegible]~~ aflezing tot op eenige tienden deelen eener seconde met zekerheid toe.

Shuckburgh treedt in vele bijzonderheden en legt eene groote [illegible] aan den dag. Hij geeft uitvoerige [illegible] voor de [illegible] en [illegible] de verbetering der refractie en [illegible] werktuig. Het is [illegible] dat hij [illegible] geeft dat werktuig [illegible] theorie van het werktuig [illegible].

[illegible] het werktuig [illegible] de inrigting [illegible] [illegible] [illegible] Shuckburgh [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 70 jaren [illegible]

Pearson Pract. Astr. Vol II p. 510 [illegible] het groote aequatoriaal van Ramsden bij de Engelsche [illegible] nog wel.

Het is [illegible] in [illegible] Tabellen [illegible] is [illegible]

Uitk. [illegible] [illegible]

Kijker van Cooke met eene opening van 25 dm. E.
M. N. A. I. XXV p. 118

De sphaera armillaris bestond reeds van de Alexandrijnsche school

Het torquetum van Regiomontanus en ~~Waltherus~~ was een werktuig geheel met het tegenwoordig aequatoriaal overeenkomende, maar waarop ook een [illegible] werktuigen die de eclipticaal [illegible]

Het torquetum is beschreven door Regiomontanus in een bijzonder werk de torqueto astrolabio armillari Norimberg ~~[illegible]~~ 1544.

Zie Bailly Hist. Moderne ~~[illegible]~~ vol I p. 689

Afbeelding ibid. plaat X fig 35

Afbeelding Apianus Astronomicum Caesareum

Een voorbeeld van een der aequatorialen in de 17de eeuw wordt gegeven door Bion Mathe- (Doppelmayr) matische Werkschule 1726 ~~[illegible]~~ Vol II plaat 20

Een voorbeeld van het aeq. omstreeks het midden der 18de eeuw kan gegeven worden door Bailly Hist. moderne 1779 Vol 2 plaat 5 en Lalande Astr. 1771 Vol ~~[illegible]~~ II plaat 24 fig 800 (ontleend aan den nieuwen [illegible]). Zulk een instrument van [illegible] vervaardigd [illegible] ook zijn der zelfde in het [illegible] te Leiden.

Lalande vol III pl 24 Parallactische [illegible]
[illegible] für Rostock Acta Vol IV pl. 8

Mem. Ast. Soc. II. 53 IV 495
Lit. Annex X

Ib. Mem. Mus. 1837 [illegible] pl 18 [illegible] [illegible] [illegible]
position-scale, great [illegible] [illegible]

Cambr. Obs. vol XV. 1843

~~Cirkel van Oertling~~

X G. A. Jahn in zyne Practische Astronomie Berlin 1846 geeft eene afbeelding en aequatoriale [illegible] alleen de [illegible] hoogte de formule [illegible].

J. Sawitsch Abriss der practischen Astronomie ~~[illegible]~~ Hamburg 1850 handelt over het Aequatoreaal in het geheel niet.

F. Brünnow Lehrbuch der Sphärischen Astronomie Berlin 1851 geeft bladz. 466–471 eene korte theorie ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ zonder eenige beschouwing van het werktuig. De beschouwingen van Brünnow komen het meest [illegible] niet [illegible]. Zyne theorie is niet volledig en [illegible] zyne toepassingen van de rectificatie zyn [illegible] met [illegible].

P. A. Hansen. Die Theorie des Aequatoreals. Leipzig 1855.

P. A. Hansen. De Theorie van het ~~[illegible]~~ Aequatoreal

Hansen geeft eene volledige theorie [illegible] plaatsbepaling [illegible] bestemd voor [illegible] met het werktuig [illegible] Hansen geeft [illegible] van het werktuig [illegible] verschillende [illegible] elementen, [illegible] Hy [illegible] theorie [illegible] [illegible] bewys [illegible] handelt te [illegible] [illegible].

Wil men van het aequatoreaal [illegible] zoowel [illegible] partij trekken zoo behoort men [illegible] uitgebreid [illegible] van Hansen te beschouwen. Voor het gewoon gebruik van [illegible] of [illegible] met [illegible] de formulen [illegible] zoo als die door Bessel gegeven zyn.

Theorie van het Aequatoriaal

On the rectification of the Equatoreal-instrument. By J. J. Littrow. Read March 12, 1824.
(Mem. of the R. Astr. Soc. Vol II Part I p. 45–54)

Littrow beklaagt er zich over dat Lalande en Delambre in hunne bekende boeken over het aequatoriaal te [illegible] gehandeld hebben en nog grootendeels [illegible] het weinige dat zij omtrent dat werktuig hebben, [illegible]. Littrow verdeelt eene theorie van het aequatoriaal mede [illegible] [illegible] [illegible] werktuigen van den [illegible] van Bessel [illegible] Troughton [illegible] Reichenbach zijn tot stand gebragt.

Littrow geeft eene korte ~~[illegible]~~ theorie van het werktuig in ~~[illegible]~~ al zijne bijzonderheden. ~~[illegible]~~ De ~~[illegible]~~ fouten van het werktuig kunnen in de meeste gevallen met gemakkelijkheden worden bepaald door [illegible] [illegible] [illegible]. De theorie van Littrow is zeer eenvoudig [illegible] hoeken die de assen des werktuigs met elkander maken geheel [illegible] ziet.

Tegen Struve Beschreibung des auf der k. Univ. zu Dorpat befindlichen großen Refractors von Fraunhofer. Dorpat 1825 geeft in het geheel geene enkele theorie van het instrument of de aequatoriaal.

Ueber den Gebrauch des Aequatoriales. von C. Kreil
Ann. der K. K. Sternwarte in Wien. Vol X p 13.

Het observ. te Weenen heeft in 1828 een aequatoreal [illegible] met objectief van 2,1 [illegible] van 4" tot 16" vergroot [illegible] met eene opening van 2,4 dm.

Kreil beschrijft zijne vernuftige handelwijze om voor [illegible] [illegible] zoo veel mogelijk [illegible] [illegible] de fouten van het werktuig [illegible] te verkleinen.

Kreil begint met de formulen van Littrow. Uit eene dier formulen leidt hij eene ~~[illegible]~~ handelwijze af om de [illegible] te bepalen door ~~[illegible]~~ [illegible] afstanden van sterren [illegible]. ~~[illegible]~~ [illegible] [illegible] ~~van~~ van de hoeken die de assen [illegible] [illegible].

Verder geeft Kreil eene handelwijze om den [illegible] van den [illegible] de hoeken te bepalen die de assen met elkaar maken. Daardoor is zijne theorie nog volledig.

Kreil geeft [illegible] [illegible] omtrent het gebruik van het werktuig naar zijne theorie en ~~[illegible]~~ voor beelden van zijne waarnemingen met het aequatoriaal [illegible] van de [illegible] die werktuigen [illegible]

[illegible] Kreil de [illegible] [illegible] uitgedacht zoo zoude zijne theorie [illegible] [illegible] handelwijzen gevoed hebben tot [illegible]

On the use of the Equatorial. By M. Kreil
Read June 11, 1830
Mem. of the R. Ast. Soc. vol IV p. 495

Kreil beroept zich op zyne theorie in de Wien. Annalen Heft X en geeft hier ~~niet meer dan de~~ zyne formulen zonder bewys, met eene aanwijzing van hun gebruik. B. Gompertz heeft aan dit stuk een bewys der voornoemde formulen door figuren opgehelderd toegevoegd.

Peters 1834 Struve in zyne [illegible] 1837 [illegible]) [illegible] de theorie van het aequatoreaal [illegible] [illegible] op de [illegible]

Astronomische Untersuchungen von F. W. Bessel. Band I Königsberg 1841 en daarin in blad. 1 tot 55: Theorie eines mit einem Heliometer versehenen Aequatoreal-Instrumentes.

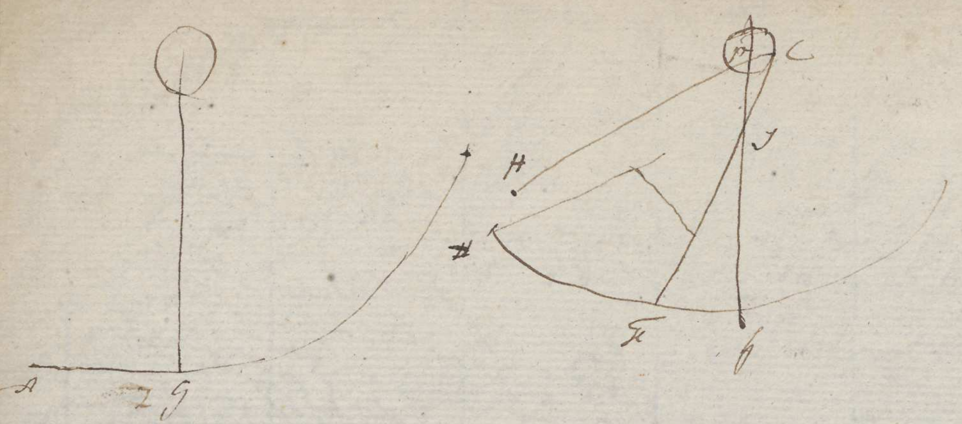
Dit stuk is eene uitbreiding van eene vroegere verhandeling over hetzelfde onderwerp opgenomen in het 15e deel der Kön. Beobacht. (1829)

Bessel geeft van blad. 1 tot 17 eene zeer volledige theorie van het werktuig als aequatoreaal en meer bepaald [illegible] onder eene bepaalde [illegible] de [illegible] De geheele theorie van Bessel komt neer op twee grondformulen (form (10) blad. 12) waarin [illegible] op de [illegible] van het werktuig [illegible] betrekking heeft.

Bessel toont aan hoe met behulp van zyne grondformulen [illegible] van het werktuig kan bepalen [illegible] Daarby moet echter het werktuig met [illegible] [illegible] en [illegible] Uit de [illegible] formulen laat zich eene [illegible] afleiden, [illegible] eene afleiding [illegible] bepaling der fouten [illegible]

De grondformulen van Bessel kunnen [illegible] [illegible] dan dat de [illegible]

Oertling, Pistor, Martin, Dauphin enz.



H Decl as

di de ~~opklimm~~ as kortingen moet

Laat P_g een Decl. cirkel zijn (H_g de declinatie as aequator. H de pool des Decl. cirkels is ~~Stand~~ als die voorafgaat zoo dat de AH geteld wordt de H naar g de meridiaan en g en H als men i positief is (laat H tusschen de pool en de aequat. en dan $HL = 90°$ / gaat de Decl. in de tegen korting ~~...~~ door een punt en de omtrek in het kleine cirkeltje aan de tegen overgestelde zijde der H gelegen is die cirkel wordt $l\,I\,\tau$. Men verlengt het punt I tot het punt τ en de aeq. en heeft de meridiaan en τ at tusschen die en g alleen moet en heeft dus te veel af alzoo

als de Decl. as voorafgaat $\tau = t - i \operatorname{tg} \delta$

en als de Decl. as volgt $\tau = t + i \operatorname{tg} \delta$

De fout in collimatie wordt altoos positief aangenomen als g f de afgelezen moet opgeteld moet worden om de waar te verkrijgen met betrekking tot de fouten heeft men dus

als de Decl. as voorafgaat $\tau = t + c$

$\delta = d + c'$

~~als de Decl. as volgt~~ $\tau = 180° + t + c$

~~$\delta = 180 - d$~~

Als de Decl. as volgt heeft men die $t\,g\,\delta$ op de Decl. cirkel onveranderd en welk punt van de telling begint het opgeschreven af en heeft men alles zoo als de as voorafgaat, want tot het nulpunt des Decl. cirkels wordt 180° in de ruimte verplaatst. Men heeft dus

als de Decl. as volgt

$\tau = 180° + t + c$

$\delta = 180° - (d + c') = 180° - d - c'$

Neemt men nu alle fouten te zamen dan heeft men

Als de Decl. as voorafgaat Stand I

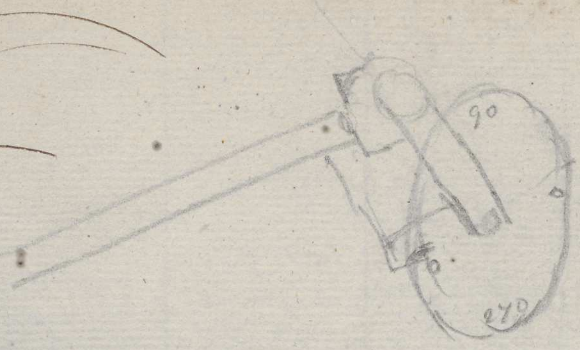
$\tau = t + c - y \operatorname{tg} \varphi - i \operatorname{tg} \delta + i' \sec \delta - x \operatorname{tg} \delta \sin \tau + y \operatorname{tg} \delta \cos \tau$

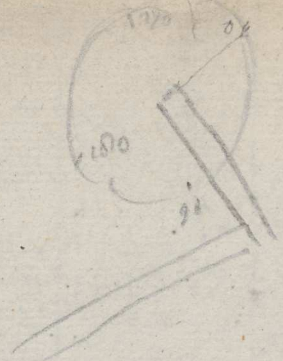
$\delta = d + c' - x \cos \tau - y \sin \tau$

Als de Decl. as volgt Stand II en men noemt de aflezingen in die stand T en D

$\tau = ~~to~~\ T - 180° + c - y \operatorname{tg} \varphi + i \operatorname{tg} \delta - i' \sec \delta - x \operatorname{tg} \delta \sin \tau + y \operatorname{tg} \delta \cos \tau$

$\delta = 180° - D - c' - x \cos \tau - y \sin \tau$

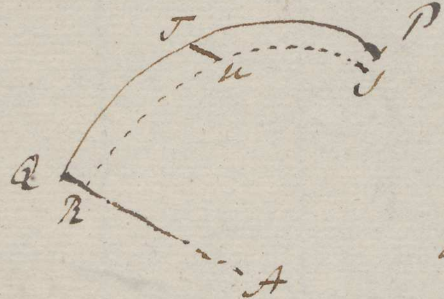

90
270


180

Aequatoriaal.

Notatien naar Bessel.

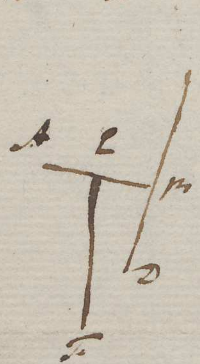
1° Collimatie der optische as.



P de pool PQ Declin. cirkel QA Aequator. Staat de optische as niet loodregt dan beschrijft de kijker in plaats van den declinatie cirkel den kleinen cirkel RS. Q wordt dan i'. De afstand Tu, PS blijven = i' en de correctie is de tijd die de ster noodig heeft om dien boog te doorloopen; dit is als bij het passage-instrument = $i' \times \sec\delta$.

Decl. onveranderd

2° Stelling der twee assen



Staat de Decl. as AB niet loodregt op de uuras LF dan zal de kijker CD de pool niet volkomen kunnen bereiken. Als de kijker gebragt wordt in het zelfde vlak met de as LF dan wijst hij niet naar de pool en om de as LF zoude hij een kleinen cirkel om de pool beschrijven waarvan de straal is = i

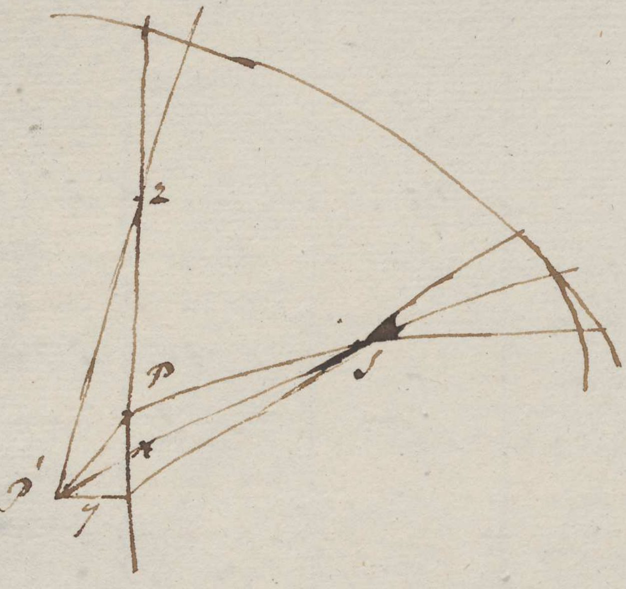
Laat CDL die cirkel zijn. P de pool. Neem Declinatie cirkel AQ de aequator. Dan is CP = i. De kijker beschrijft dan een cirkel die geen declinatie cirkel is maar die den kleinen cirkel raakt. Het punt van den aequator dat dezelfde regte klimming of meerdere met die ster schijnt te hebben deel niet in G maar in F gelegen zijn en de boog GF drukt de fout in AR of T uit. Daar CP loodregt op CS staat en CP klein is, is CS op weinig na gelijk aan PS de declinatie wordt dus door die fout naauwelijks veranderd

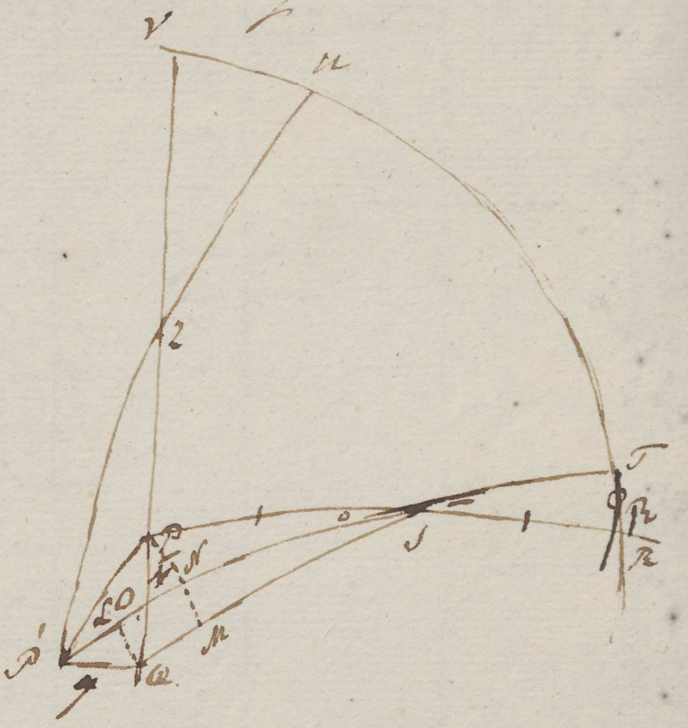
$\sin CSP = \frac{\sin CP}{\sin PS}$ of $CSP = GSF = \frac{i}{\cos\delta}$

~~$\text{tg}\,GF = \frac{\sin GS}{\text{tg}\,S}$ of $GF = \frac{\sin\delta}{CSP}$~~

$\text{tg}\,GF = \sin GS \times \text{tang}\,GSF$ of $GF = \sin\delta \times CSP = i\,\text{tang}\,\delta$

3° Fouten in den Stand uitgedrukt in x en y





De fout in R zal uit twee deelen bestaan uit VU en TR. VU omdat de Meridiaan van het instrument P'U niet met hetzelfde punt van de aequator VR zamenvalt als de ware Meridiaan en men dus den uurhoek van een ander punt telt. Die fout VU is voor alle uurhoeken dezelfde. TR is het tweede deel daaruit ontstaan dat de Declinatie cirkel van het instrument niet met hetzelfde punt van de aeq. overeenstemt als de ware Declinatie cirkel. TR hangt van de uurhoek af. VU en TR tellen in ~~...~~ denzelfde zin

1° voor VU

$$\tan P'ZQ = \frac{\tan P'Q}{\sin QZ}$$ voor QZ kan 90° − φ genomen worden

dus $$P'ZQ = \frac{y}{\cos\varphi}$$

$$\tan VU = \sin VZ \tan VZU \quad \text{of} \quad VU = \sin\varphi \times P'ZQ = y \tan\varphi$$

Trek PM ⊥ op QS en QL ⊥ op P'S dan kunnen POS PQS PQL als = τ worden aangenomen, als τ alleen voor de bepaling van de fout gebruikt wordt

$$PN = PM - NM = PM - LQ = PQ \sin PQM - P'Q \sin P'QL$$
$$= x \sin\tau - y\cos\tau$$

$$\sin P'SN = \frac{\sin PN}{\sin P'S} = \frac{\sin PN}{\cos\delta}\ ; \quad \sin TR = \sin SR \times \tan TSR = \sin\delta \times P'SN = PN \tan\delta$$

alzoo $TR = x \tan\delta \sin\tau - y \tan\delta \cos\tau$

en $d\tau = y \tan\varphi + x \tan\delta \sin\tau - y \tan\delta\cos\tau$

De fout in poolsafstand kan beschouwd worden als te zijn P'N

$$d\Delta = P'N = P'L + LN = P'L + QM = P'Q \sin P'QO + PQ \cos PQM$$
$$= y \sin\tau + x\cos\tau$$

Rectificatie van het Aequatoriaal.

Littrow Band IV der Annalen p 19.

σ en σ' twee afgelezen uurhoeken — $\bar\sigma$ en $\bar\sigma'$ zonder fout in collimatie naar de poolsafstand der as gemaal

π en π' afgelezen poolsafstanden — $\bar\pi$ en $\bar\pi'$ zonder fout in collimatie

s en s' ware uurhoek

p en p' ware poolsafstand

λ afstand van de pool des instruments tot de pool des hemels

φ hoek van dien afstand met de Meridiaan

y loodregte boog uit de pool van het instrument op de Meridiaan

x afstand in dien boog tot de pool. of pool van de hoogte van die pool des instruments

Naauwkeurige uitdrukking

als men de poolster gebruikt op twee verschillende tijden (p 21)

$$\frac{\mu+\mu'}{2} = 90° - \left(\frac{\sigma'-\sigma}{2}\right)$$

$$\sin\frac{\mu-\mu'}{2} = \frac{\pi'-\pi}{2p}\cdot\frac{\cos\frac{\sigma'-\sigma}{2}}{\sin\frac{s'-s}{2}}$$

hieruit μ en μ' vervolgens

$$\bar\pi = 2p\sin\frac{s'-s}{2}\,\frac{\sin(\mu+\sigma'-\sigma)}{\sin(\sigma'-\sigma)} \qquad \bar\pi' = \bar\pi\,\frac{\sin\mu}{\sin\mu'}$$

$$tg(\varphi-s) = \frac{\bar\pi\cos\left(\mu+\frac{s'-s}{2}\right)}{p-\bar\pi\sin\left(\mu+\frac{s'-s}{2}\right)} \qquad \lambda = \frac{\bar\pi\cos\left(\mu+\frac{s'-s}{2}\right)}{\sin(\varphi-s)}$$

$x = -\lambda\cos\varphi \qquad y = \lambda\sin\varphi$

$\bar\pi - \pi$ of $\bar\pi' - \pi'$ is de collimatie fout van de collimatie cirkel

$\cancel{w = \lambda\frac{s\varphi}{s\sigma} \qquad x = \lambda\frac{s(\varphi-\sigma)}{s\sigma}}$

~~[illegible]~~

~~[illegible]~~

$\bar\sigma = s + \lambda\, s(\varphi-\sigma)\cot p \qquad \bar\pi = p - \lambda\cos(\varphi-s)$ p 25 ibid

$\bar\sigma - \sigma$ = collimatie van den uurcirkel

Benaderde formule op de poolster

$$\mathcal{S} = (\sigma' - \sigma) - (s' - s)$$
$$\overline{P} = (\pi' - \pi) - (p' - p)$$

$$\tan\left[\varphi - \frac{s+s'}{2}\right] = -\frac{\overline{P}}{\mathcal{S}}\ \text{cotg}\ p$$

$$\lambda = \frac{\overline{P}}{2 \sin\left[\varphi - \frac{s+s'}{2}\right] \sin\left(\frac{s-s'}{2}\right)}$$

σ e σ' afgelez. meridiaan | p 26 a 25
π e π' afgelez. poolsafstand
s e s' ware meridiaan | δ azimuthale afwijking en alt. as der instruments
p e p' ware poolsafstand
λ e φ } als boven | ψ aequators hoogte
y e x }

$$\mathcal{S} = (\sigma' - \sigma) - (s' - s)$$
$$P = (\pi' - \pi) - (p' - p) \quad \text{als het dezelfde ster is}$$

$$\tan\left[\varphi - \frac{s+s'}{2}\right] = -\frac{P}{\mathcal{S}}\ \text{cotg}\ p \qquad \lambda \quad \varphi$$

$$\lambda = \frac{P}{2 \sin\left[\varphi - \frac{s+s'}{2}\right] \sin\left(\frac{s-s'}{2}\right)}$$

[illegible]

$$x = -\lambda \cos\varphi \qquad y = \lambda \sin\varphi \qquad \delta = \frac{\lambda \sin\varphi}{\sin\psi}$$

als x positief is de pool van het instrument te hoog
x negatief — — te laag
als y positief — — — — naar het Westen van de meridiaan
y negatief — — — — naar het Oosten

λ e φ gevonden hebbende heeft men (p 25)

$\sigma = s - \lambda \sin(\varphi - s)\ \text{cotg}\ p \qquad \pi = p - \lambda \cos(\varphi - s)$

de vergelijking van deze σ e π met de afgelezen geeft de fout in collimatie der cirkels

5.40
1.62
8.50
15.52
7.76
18 $\quad \frac{8}{7.51}$

uit 7 bepalingen
No I te groot 3",3
No II te klein 5",6

De hoek dien Non I en No II aan het middelpunt der beweging met elkander maken en Non I van No II geteld in de zin waarin de graden der verdeeling elkander opvolgen is
179° 59' 19",0

N. I op 0	II op 179 58 55	I op idem	II op 0	1	15
30°	209 59 31		30	1	5
60	240 0 1		60	1	21
90	270 0 50		90	1	10
120	300 1 43		120	1	20
150	330 2 44		150	1	30
180	0 2 44		180	1	22
210	30 2 25		210	1	34
240	60 1 24		240	1	28
270	90 0 21		270	1	24
300	119 59 40		300	1	22
330	149 58 43		330	1	15

Verbeterd

			fout v Non II met betr. tot I
Non I op 0	II op 179 59 0	II 0 1 19	− 39.5
30	209 59 37	1 10	35.0
60	240 0 1	1 20	40.0
90	270 0 50	1 9	34.5
120	300 1 44	1 20	40.0
150	330 2 46	1 31	45.5
180	0 2 46	1 23	41.5
210	30 2 26	1 35	47.5
240	60 1 25	1 29	44.5
270	90 0 20	1 23	41.5
300	119 59 46	1 27	43.5
330	149 58 48	1 19	39.5
		12	492.5 / 41.0

48
12

No II minuten	N II verb.	~~Excent Non II~~		Exc No I
58' 20",5	0' 39",5	~~34.7~~	0	− 49.7
59 2.0	0 35.0	~~13.2~~	30	− 29.0
59 21.0	0 40.0	~~12.5~~	60	− 19.5
0 15,5	0 34.5	~~4.7~~	90	+ 7.7
1 4.0	0 40.0	~~− 6.0~~	120	+ 32.0
2 0.5	45.5	~~− 14.7~~	150	+ 60.2
2 4.5	41.5	~~− 20.7~~	180	+ 62.2
1 38.5	47.5	~~− 32~~	210	+ 49.2
0 40.5	44.5	~~+ 4.0~~	240	+ 20.2
59 38.5	41.5	~~+ 15.7~~	270	− 10.7
59 2.5	43.5	~~+ 25.2~~	300	− 28.7
58 8.5	39.5	~~+ 27.7~~	330	− 55.7

Grootte van de kist
en proportie maat

		Werkelijk	Estat
Lengte	a	6 dm. 10 lyn.	7 d. 4 l. d
Breedte	b	5 — 9 —	6 − 2 − e
Hoogte	c	7 10½	5 − 0 − f

~~a 6 10~~ e 6 − 2
a 6 5
a 6 10 e 6 2
b 5 9 f 5 0
c 7 10½ d 7 10

No I N II
90 270 2' 50"

N II
270 2 5" 90 1 58
59
1 "
0 179 58 32
1 34
47

{I op 90
{II op 270 2 38

II op 270
II op 89 59 44
2 2 2
1' 11"

90
270 2 15

Hoe de vier fouten naauwkeurig gevonden kunnen worden
ziet in Letterwerk Band V p XXVIII e XXV