Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Uitmeting van den sterrenhoop G. C. 4410, zoowel door rechtstreeksche waarneming, als op fotografische platen

https://hdl.handle.net/1874/222153

A 4 : 192

Inv. 20 Nov. 189

Uitmeting van den Sterrenhoop

G. C. 4410.

Dr. A. A. NIJLAND.

J. VAN BOEKHOVEN, Utre

A. qu.
192

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT
3831 2348

DISS UTRECHT 1897 NJL

UITMETING VAN DEN STERRENHOOP

G. C. 4410,

zoowel door rechtstreeksche waarneming, als op fotografische platen.

UITMETING VAN DEN STERRENHOOP

G. C. 4410,

zoowel door rechtstreeksche waarneming, als op fotografische platen.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE WIS- EN STERREKUNDE

aan de Rijks-Universiteit te Utrecht,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

Dr. J. J. P. VALETON Jr.,

Hoogleeraar in de Faculteit der Godgeleerdheid,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE

FACULTEIT VAN WIS- EN NATUURKUNDE

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag 20 November 1897, des namiddags te 3 uur,

DOOR

ALBERT ANTONIE NIJLAND,

Doctor in de Wis- en Natuurkunde,

Observator aan de Sterrewacht te Utrecht,

GEBOREN TE UTRECHT.

SYNDICAAT DER UNIVERSITEIT TE UTRECHT

J. VAN BOEKHOVEN, Utrecht.

Aan mijn Vader.

Met graagte grijp ik deze gelegenheid aan, U, Hooggeleerde OUDEMANS, *Hooggeachte promotor, van harte dank te zeggen voor het vele dat ik gedurende mijn verblijf aan de Utrechtsche Universiteit van Uw onderricht genoten heb; voor Uw steun bij mijn werk; voor Uw vriendelijken raad bij mijn studie; voor de groote bereidwilligheid, waarmede Ge telkens en telkens weder Uw tijd gaaft, om mijn tallooze bezwaren uit den weg te ruimen; bovenal voor Uw vriendschappelijken omgang, waarin ik mij reeds zoo lang mag verheugen.*

't Zij mij tevens vergund, aan Prof. H. G. VAN DE SANDE BAKHUIJZEN *mijn erkentelijkheid te betuigen voor de gastvrijheid, mij aan de Leidsche sterrewacht betoond, voor de welwillendheid, waarmede Z.H.G. mij den Leidschen meettoestel ten gebruike afstond, en niet het minst voor zijn talrijke wenken, die mij bij het ongewone werk zoo uitstekend te pas kwamen;*

aan de Heeren Prof. J. SCHEINER *te Potsdam, P. en* PR. HENRY *te Parijs en Dr. I.* ROBERTS *te Crowborough voor de fotografische platen, die zij zoo vriendelijk waren te zenden;*

aan Dr. E. HARTMANN *te Leipzig voor de mededeeling van de nog niet gepubliceerde sterreplaatsen uit de Leipziger Zonae;*

aan den Heer LOEWY, *directeur der Parijsche sterrewacht, die mij in staat stelde, de beschrijving van den Leidschen toestel tot uitmeting van fotografische platen door een afbeelding te verduidelijken.*

INHOUD.

INLEIDING.

EERSTE AFDEELING. Rechtstreeksche Waarnemingen.

Hoofdstuk I. Het Instrument. Bl.

A. de Kijker 3

B. de Mikrometer 5

C. de Mikrometerschroef. 9

Hoofdstuk II. De waarde van één schroefrevolutie 14

Hoofdstuk III. Refractie. 21

Hoofdstuk IV. Rechte-klimmingverschillen, bepaald door doorgangen. Oog-en-oormethode 24

Hoofdstuk V. Rechte-klimmingverschillen, bepaald door doorgangen. Registreermethode 32

Hoofdstuk VI. Declinatieverschillen 37

TWEEDE AFDEELING. Uitmeting van Fotografische Platen.

Hoofdstuk VII. Het Instrument 43

Hoofdstuk VIII. De Waarnemingen 51

Hoofdstuk IX. Reductie der metingen 57

Hoofdstuk X. Vergelijking der verschillende resultaten 69

TABELLEN 77

AFBEELDING van het Leidsche instrument tot uitmeting van fotografische platen . . 103

KAARTJE van den sterrenhoop G. C. 4410. 105

STELLINGEN 107

INLEIDING.

§ 1. Toen ik in April 1894 het plan opvatte, tot onderwerp van mijn astronomisch proefschrift het uitmeten van een sterrenhoop met den dradenmikrometer te kiezen, was ik mij wel bewust een werk te beginnen, dat meer als eigen oefening beschouwd moet worden, en als middel, om eenigszins de eigenaardigheden van den Utrechtschen kijker te leeren kennen, dan als belangrijke bijdrage tot de wetenschap. Er is toch, geloof ik, veel te zeggen voor de meening, dat dergelijke soort van metingen gevoeglijk aan de astrofotografie kunnen worden overgelaten, die in één avond kan vastleggen, wat den mikrometerwaarnemer een zomer kost. Mijn keus viel op den sterrenhoop in Ophiuchus G. C. 4410, N. G. C. 6633 ($\alpha = 18^u\,22^m$, $\delta = +\,6^\circ\,25'$), en wel om de volgende redenen:

1°. was deze, voor zoover ik wist, nog niet uitgemeten. Eerst in Maart 1895 maakte ik kennis met de verhandeling van Dr. W. Valentiner (Astronomische Beobachtungen auf der Grossherzoglichen Sternwarte zu Mannheim angestellt; dritte Abtheilung, 1879), waarvan Abschnitt II „Ausmessung des Sternhaufens G. C. 4410" tot titel voert. Ik was toen echter al te ver met het werk gevorderd, om het op te geven, en vond er bovendien iets eigenaardigs in, de uitkomsten van twee waarnemers, die volkomen analoge instrumenten gebruikt hebben, onderling te vergelijken;

2°. is G. C. 4410 van Maart tot October op geschikte uren waar te nemen;

3°. bestaat G. C. 4410 uit niet al te veel, niet al te zwakke sterren.

§ 2. Naar het Noorden is de sterrenhoop zeer slecht begrensd; mijn plan was oorspronkelijk, de grens zoo te trekken, dat ik van ongeveer 50 sterren van hoogstens 10e grootte de relatieve plaatsen te bepalen had. Echter haalde de bijzonder ongunstige zomer van 1894 een streep door mijn rekening. Vooral de voorzomer was allerongelukkigst Van half Maart tot einde Juni heb ik slechts acht observatie-avonden gehad, waaronder nog één van één uur. Het werk van deze avonden bestond in de rectificatie van den kijker, het uitkiezen van den te meten sterrenhoop, het vervaardigen van een voorloopige teekening en een ruwe bepaling van de waarde van één schroefrevolutie, om althans een benaderde kennis te hebben van de in den sterrenhoop voorkomende afstanden.

Juli 1894 heeft, alles te zamen genomen, 10 heldere avonden opgeleverd, Augustus 10, September 11, October 14. Hierin zijn opgenomen de avonden, waarop ik maar één uur heb kunnen waarnemen. Het weder begon zich in den herfst te beteren, echter wel wat laat,

daar G. C. 4410 in October al vrij vroeg ondergaat. Ik had echter nog te weinig materiaal, zelfs voor zeer bescheiden eischen, en heb er dus, om althans een eenigszins afgerond geheel te krijgen, nog avonden van November en zelfs van December bij moeten nemen, zoodat de waarnemingen ten slotte in de schemering geschiedden, en bij lagen stand van den sterrenhoop.

Gelukkig was ik al vóor October van de noodzakelijkheid overtuigd, om veel van het oorspronkelijke plan te laten varen.

Allereerst heb ik de grens ingekrompen, en de 50 sterren beperkt tot 34. Dan heb ik van deze 34 nog alleen de helderste bepaald en de nummers 8, 10, 11, 20, 24 en 28 (men zie de bijgevoegde kaart) laten vallen. Eindelijk besloot ik, voor zoover de declinatiemetingen betreft, slechts zeer weinig meer dan de hoogstnoodzakelijke combinaties te maken. Een ster der grootte 8.6, N° 1 betiteld, en zoo gelegen, dat haar declinatieverschillen met alle 27 overblijvende sterren binnen het bereik van den door mij gebruikten mikrometer vielen, werd als fundamentaalster gekozen; behalve de declinatieverschillen $2-1, 3-1, \ldots 34-1$ zijn nog slechts elf andere combinaties gemeten, waarvan 7 in het afzonderlijke groepje sterren, dat in den N.W. hoek van den sterrenhoop aangetroffen wordt.

Natuurlijk had ik ook het oorspronkelijke veel grootere plan wel kunnen volvoeren, door eenvoudig den zomer van '95 en zoo noodig dien van '96 er bij aan te trekken, maar vrees voor niet licht te achtervolgen systematische fouten deed mij besluiten, het bij de waarnemingen van 1894 en van de lente van 1895 te laten. Bovendien waren er bijzondere redenen, die mij er toe brachten, mijn promotie, zoo mogelijk, niet te lang meer uit te stellen.

§ 3. Toen de waarnemingen grootendeels afgeloopen waren, stelde Prof. Oudemans mij voor, ter vergelijking ook fotografische platen van den sterrenhoop G. C. 4410 uit te meten. Hij schreef daartoe naar Potsdam, Crowborough en Parijs en verkreeg van de Heeren Scheiner, Henry en Roberts elk twee clichés.

Terwijl de Eerste Afdeeling over de aan den hemel verrichte mikrometerwaarnemingen handelt, bevat de Tweede de uitmeting en de reductie dezer zes clichés.

EERSTE AFDEELING.

Rechtstreeksche Waarnemingen.

HOOFDSTUK I.

Het Instrument.

A. De Kijker.

§ 4. Het gebruikte instrument was een kijker op parallaktischen voet, met een opening van 26 cm., en een hoofdbrandpuntsafstand van 319 cm.

De kijker had vroeger een Gaussisch objectief (Zeitschrift für Astronomie und anverwandte Wissenschaften, IV bl. 345, Dec. 1817), doch daar dit niet bijzonder voldeed (Viertelj. der Astr. Ges. XIV bl. 348), is het in 1888 vervangen door een objectief van JACOB MERZ. Inmiddels had Dr. ADOLF STEINHEIL vernomen van ontevredenheid over het door de firma zijns vaders geleverde objectief en was zoo vrijgevig, een ander objectief van dezelfde grootte (naar keuze astronomisch of fotografisch) aan de Utrechtsche sterrewacht aan te bieden. Prof. OUDEMANS koos het laatste, aangezien reeds bij MERZ een astronomisch objectief besteld was. Het fotografische objectief is tot nog toe niet gebruikt.

De houten kijkerbuis, de groote zoeker en de mikrometer zijn van STEINHEIL, de voet en de cirkels van den heer H. OLLAND te Utrecht. Het oculaireinde van de kijkerbuis draagt een in millimeters verdeelde schaal, die in staat stelt, nauwkeurig aan te teekenen, bij welken „oculairstand" het beeld eener ster in het vlak der mikrometerdraden valt.

De declinatiecirkel is verdeeld in halve graden; met den nonius kunnen volle minuten worden afgelezen. De uurcirkel is verdeeld tot 2^m; door noniën is de aflezing tot 4^s mogelijk. De schroef voor fijne beweging in declinatie veroorloofde ten tijde mijner metingen niet meer dan een ruwe instelling, vooral doordat men bij deze schroef te veel kracht moet zetten, en dus dikwijls onwillekeurig een zijdelingsche drukking uitoefent. Een ster, die door deze schroef op een draad gebracht is, blijft daar slechts, totdat de hand zich ontspant. Een betere inrichting voor fijne beweging in declinatie is eerst in Maart '96 aangebracht.

§ 5. Over de stabiliteit van den kijker zal ik eerst na voortgezette waarneming een oordeel kunnen vellen. Ik laat hier eenige bepalingen van de fouten X en Y van de pool P' van het instrument ten opzichte van de hemelpool P, en van de buiging e (bij horizontalen stand van den kijker) volgen. De grootheden X en Y zijn de afstanden van P' resp. ten Z. van den zesuurscirkel en ten W. van den meridiaan.

		X	Y	e
1894	26 Juni	— 99″	+ 185″	28″
	28 „	— 109	+ 192	32
1894	5 Juli	— 38	+ 33	19
1895	7 Maart	— 7	+ 59	16
	6 Juli	— 14	+ 26	24

. . . . . (1)

Den 2^{en} Juli 1894 is de pool van den kijker gerectificeerd; na dezen datum is er niets meer aan veranderd. De in 1895 gevonden waarden voor X, Y en e wijzen m. i. op voldoende stabiliteit; binnen de grenzen der waarneming zijn de drie grootheden constant gebleven. Men herinnere zich, dat de declinatiecirkel — en zoowel X als Y zijn door declinatiewaarnemingen bepaald — slechts tot minuten is af te lezen.

§ 6. In een ander opzicht heb ik veel last van de onvastheid van den kijker gehad. Het observatorium staat, stevig genoeg, op een der oude stadsbolwerken. Maar — op 100 à 300 Meter afstand, aan den overkant van den „Maliesingel", zijn stationsemplacement en rangeerterreinen van den Oosterspoorweg gelegen, waar veel drukte heerscht door aankomende en vertrekkende, maar vooral door rangeerende treinen; elke voorbijgaande locomotief of trein houdt den kijker bijna een halve minuut lang in trilling, terwijl natuurlijk de rangeerende treinen meestal zich juist weer in beweging stellen, d. i. een nieuwe trilling veroorzaken, als de vorige onmerkbaar geworden is. Vooral in den nazomer van '94, toen ik in den vooravond moest observeeren, was dit rangeeren, dat soms een groot deel van den avond aanhoudt, zeer ontmoedigend; na middernacht heeft men er meestal uren achtereen geen last van. Ofschoon zooveel doenlijk de waarnemingen, die door trillingen gestoord werden, verworpen en dadelijk herhaald zijn, bestaat, ik kan het niet ontkennen, de mogelijkheid, dat de nauwkeurigheid der waarnemingen door de nabijheid van den Oosterspoorweg geleden heeft.

§ 7. De mikrometer heeft zes oculairen, waarvan ik de beide sterkste nooit gebruikt heb. De vergrooting der andere heb ik met den dubbele-beeldendynamometer bepaald op:

I	II	III	IV
113	165	248	393

. . . . . (2)

Voor de uitmeting van den sterrenhoop is steeds de vergrooting 165 gebruikt; het veld mat bij deze vergrooting ongeveer 13′ in doorsnede.

Alle waarnemingen geschiedden zoo veel mogelijk in het midden van het veld.

Bij observaties in het Westen — schroefbepaling door het declinatieverschil van δ en ε Ophiuchi, declinatiebepalingen van 1894, bepalingen van rechte-klimmingverschillen — ging steeds de declinatie-as in uurhoek vóór (stand „circle preceding"), bij waarnemingen in het Oosten — declinatiebepalingen van 1895, schroefbepaling door het declinatieverschil van 28 en e Pleiadum — volgde de declinatie-as (stand „circle following").

Het drijfwerk liep in 1894 te ongeregeld om het te gebruiken. Na een in den winter van 1894 ondergane reparatie voldeed het echter zeer goed; ik heb daarom in 1895 bij het meten der declinatieverschillen van sterrenparen met zeer gering rechte-klimmingverschil, als N° 16 en N° 1, het uurwerk gebruikt.

B. De Mikrometer.

§ 8. De dradenmikrometer van STEINHEIL heeft een positiecirkel met een straal van 62 mm. en een verdeeling, die met behulp van noniën en loupen tot minuten af te lezen is. De mikrometerschroef (A) heeft een spoed van 0.36 mm., terwijl de waarde eener schroefrevolutie (zie § 27) 23″.4378 is. Tegenover A bevindt zich een schroef B die de beide draden samen beweegt; ook deze schroef heeft een spoed van 0.36 mm. De plaat van den vasten draad kon oorspronkelijk niet, kan echter na de door den heer OLLAND op verzoek van Prof. OUDEMANS aangebrachte wijzigingen thans wel een weinig in haar vlak draaien, zoodat de vaste en de beweegbare draad onderling evenwijdig gesteld kunnen worden. Bovendien kan de vaste plaat in de richting loodrecht op de draden verschoven worden, doordat men met een afzonderlijken sleutel een onder de plaat aangebracht excentriekje draait, dat door wrijving de plaat medeneemt. De draden worden door Fraunhofersche lampjes verlicht met deze, door den heer OLLAND aangebrachte wijziging echter, dat de olievlammetjes vervangen zijn door platinaspiraaltjes, die in zeer kleine gasvlammen in gloeiing worden gehouden. Deze gasverlichting voldeed sommige avonden buitengewoon; op andere avonden daarentegen waren de draden niet over hun geheele lengte helder verlicht te krijgen, welken stand ik ook aan de lampjes gaf, en hoe ik ook de gloeiing van de spiraal trachtte te verbeteren. In 't bijzonder als een der draden bij het meten van een groot declinatieverschil (25 revoluties van den schroefkop) ver uit het midden van het veld gebracht moest worden, liet zijn verlichting nog al eens te wenschen over. Bovendien hinderde mij wel eens het valsche licht, dat de lampjes in het veld wierpen. De gasvlammen en platinaspiralen worden eerstdaags vervangen door elektrische gloeilampjes. Ik heb steeds verlichte draden op donker veld gebruikt; donkere draden op verlicht veld alleen in 1895 voor de nulpuntbepaling. Hierover nader in § 12.

§ 9. Er is in den loop der jaren al heel wat aan den mikrometer van STEINHEIL veranderd, en ook nu nog schijnen het instrument veel gebreken aan te kleven. Ik had misschien beter gedaan, dadelijk den tweeden dradenmikrometer te nemen, dien het observatorium bezit; hij behoort bij een kleineren kijker, maar is passend gemaakt op den kijker van STEINHEIL. Deze mikrometer heeft ongelukkig het bezwaar, dat de beide draden niet gelijktijdig, door een inrichting aan den mikrometer zelven, loodrecht op hunne richting bewogen kunnen worden; de schroef B namelijk, die zich tegenover de mikrometerschroef A bevindt, beweegt *alleen* den vasten draad.

Hierdoor is men genoodzaakt, den vasten draad op een ster te brengen door middel van de aan den declinatiecirkel verbonden schroef van fijne beweging, welke schroef evenwel — zie § 4 — slechts een ruwe instelling veroorlooft. Bij den mikrometer van STEINHEIL echter stelt de schroef B, die beide draden tegelijk beweegt, den vasten draad op een ster in. Natuurlijk heeft men dan aan het begin en aan het eind van een reeks

van metingen het nulpunt te bepalen, d. i. den stand van schaal en schoefkop, waarbij de beweegbare draad met den vasten samenvalt.

§ 10. Dit nulpunt behoort tot op zekere hoogte onveranderlijk te zijn; men moet het slechts met een bijzonderen sleutel door middel van het reeds genoemde excentriekje kunnen verzetten: toch heb ik in 1894 het werk van verscheiden avonden moeten verwerpen, omdat het nulpunt in den loop van een paar uur zonder aan te wijzen oorzaak veranderd was, soms tot een bedrag van 3 deeltjes van den schroefkop A (d. i. 0.03 revolutie of 0″.70). Men neme hierbij in aanmerking, dat de gemiddelde *m. f.* van één nulpuntbepaling $0^d.232 = 0''.054$ is (§ 12).

Nu zal volkomen onveranderlijkheid van eenige instrumentale grootheid, dus ook van een nulpunt, wel tot de idealen blijven behooren, en zal met name verschil in temperatuur wel verandering van het nulpunt medebrengen [1]). Echter komt het mij voor, dat in dit geval naar matige eischen gestelde grenzen overschreden zijn.

De veranderlijkheid van het nulpunt heeft mij — in 1894 — zeer veel last berokkend. Niet alleen dwong ze mij telkens, waarnemingen te verwerpen, maar bovendien beroofde ze mij van het vertrouwen op de resultaten, zelfs wanneer ik vóór en na de waarnemingen ongeveer hetzelfde nulpunt vond. Immers kon zeer goed in den loop van den avond het nulpunt tweemaal veranderd zijn. 't Is zelfs voorgekomen, dat de vaste draad onder mijn oogen versprong; het feit, dat dit meestal gebeurde nadat ik bij de meting van een groot declinatieverschil, met het oog op de verlichting, vasten zoowel als beweegbaren draad ver uit het midden had moeten verwijderen, leidde mij tot het vermoeden, dat de plaat van den vasten draad alles behalve vast was, maar betrekkelijk gemakkelijk medegesleept kon worden. Ze wordt dan ook alleen op haar plaats gehouden door wrijving in haar lijsten en door de wrijving van het bovengenoemde excentriekje. Is deze laatste niet sterk genoeg, d. i. kan het excentriek medegesleept worden, dan moet het nulpunt veranderen. Daarom is in October '94 een schroefje *p* aangebracht, dat het excentriek met zijn vlakken kant tegen vaste deelen van den mikrometer aandrukt. Hierna werd het nulpunt wel iets minder veranderlijk, maar eerst toen de mikrometer uiteengenomen en zoo zorgvuldig mogelijk weer ineengezet was, scheen het gebrek vrij wel verholpen te zijn. In het najaar van 1894 toch bleef het nulpunt dagen achtereen nagenoeg dezelfde waarde behouden; in 1895 was zijn stabiliteit zelfs zeer groot. Zonder die stabiliteit zou ik trouwens geen resultaten gekregen hebben bij het onderzoek der periodieke schroeffouten (Febr. 1895).

§ 11. Ik behoef nauwlijks te zeggen, dat het nulpunt steeds bepaald werd vóór en na de metingen, en terwijl de schroef denzelfden stand als bij de waarnemingen bleef innemen. Dit laatste is geen overdreven voorzorgsmaatregel. Ik heb in Mei 1895 onderzocht, in hoeverre de stand der schroef, d. i. de aflezing van den positiecirkel, invloed op het nulpunt had. De kijker stond daarbij steeds onder ongeveer 30° helling in den meridiaan, „schroef Zuid" beteekent tevens „schroef beneden".

De positiecirkel werd telkens 45° gedraaid: elk nulpunt is gemiddelde van drie rechter en drie linker aanrakingen van vasten en beweegbaren draad. De gebruikte vergrooting is 393 (Oculair IV). De metingen geschiedden bij dag, met den hemel als achtergrond, waartegen de draden scherp en zwart afstaken.

---

[1]) Zie Bruno Peter, „Monographie der Sternhaufen G. C. 4460 und G. C. 1440 etc.," bl. 24.

In onderstaande tabel zijn voor elken datum de afwijkingen van het gemiddelde nulpunt, in honderdsten van deeltjes van den schroefkop gegeven; de 7e kolom bevat de gemiddelde afwijking voor de vijf data; de eerste den stand van den positiecirkel.

1895			25 Mei	26 Mei	30 Mei	31 Mei	1 Juni	Gemidd	B	W—B	
Schroef	Zuid	0°	— 15	— 9	— 37	— 33	— 49	— 29	— 30	+ 1	(3)
		45	+ 13	+ 3	— 9	— 10	— 16	— 4	— 5	+ 1	
„	Oost	90	+ 35	+ 6	+ 21	+ 23	— 1	+ 17	+ 23	— 6	
		135	+ 31	+ 34	+ 58	+ 38	+ 46	+ 41	+ 38	+ 3	
„	Noord	180	+ 23	+ 21	+ 40	+ 37	+ 36	+ 31	+ 30	+ 1	
		225	— 14	— 2	+ 6	— 2	+ 21	+ 2	+ 5	— 3	
„	West	270	— 23	— 22	— 35	— 23	— 3	— 21	— 23	+ 2	
		315	— 51	— 34	— 44	— 32	— 37	— 40	— 38	— 2	

Een sinussoïde 38.0 *sin* (φ — 53°.2), waarin φ aan de eerste kolom ontleend wordt, stelt de gemiddelde afwijkingen goed voor, zooals uit de laatste kolom blijkt, die de verschillen waarneming minus berekening bevat.

De standen „schroef Noord" en „schroef Zuid", die voor de declinatiemetingen de eenige van belang zijn, vertoonen een verschil van $0^d.60$, terwijl het maximum verschil dat voorkomt, $0^d.81$ is. Dit laatste getal komt bijna volkomen overeen met het verschil n—z der nulpunten voor „schroef Noord" en „schroef Zuid", dat ik bij andere gelegenheden (zie § 13) bepaalde op $0^d.85$.

De resultaten van deze paragraaf zijn in groote trekken dezelfde als Oertel (Bd. II der „Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen bei München" B bl. 5) en Valentiner (bl. 10 van de in § 1 aangehaalde verhandeling) vonden.

§ 12. In 1894 heb ik steeds het nulpunt met verlichte draden bepaald; daar de aanraking der draden met de grootste inspanning niet te zien was, schatte ik rechts en links gelijke tusschenruimten, of liet de draden samenvallen, wat vrij scherp beoordeeld kon worden. Bij deze methode is de gemiddelde *m. f.* van één nulpuntbepaling (gemiddelde van 10 instellingen) $0^d.232$. In 1895 heb ik bij voorkeur voor de nulpuntbepaling donkere draden op verlicht veld gebruikt, dat vóór zonsondergang door den hemel, later door de maan, Jupiter of Saturnus, of door een vóór het objectief geplaatste kaars geleverd werd. [1]) Ik gebruikte ook hier de vergrooting 393 en nam steeds 3 draadaanrakingen aan weerszijden waar. De *m. f.* van het gemiddelde is bij deze methode $0^d.098$.

§ 13. 't Was hierbij onmogelijk, den kijker in denzelfden stand te houden, als hij bij de metingen ingenomen had. Een afzonderlijk vluchtig onderzoek overtuigde mij echter, dat het nulpunt noch door een vertikale, noch door een horizontale beweging van den kijker noemenswaard veranderde. In verschillende standen van den kijker werd het nulpunt telkens éens met schroef Noord, éens met schroef Zuid bepaald; weer was elke bepaling

[1]) Het in de kijkerbuis aangebrachte spiegeltje voor veldverlichting was beschadigd.

gemiddelde van 6 contacten. Het verschil n−z der aflezingen voor „schroef boven" en „schroef onder" leverde het gemiddelde $0^d.85$ (§ 11); hun halve som gold als *het* nulpunt voor dezen stand van den kijker. Ik heb de kijker afzonderlijk vertikaal (in den meridiaan) en horizontaal bewogen.

De hier volgende tabellen hebben weinig toelichting noodig. In beide bevatten de 3e, 4e, 5e, en 6e kolom de verschillen, in honderdste deelen van den schroefkop, tusschen de in verschilllende standen van den kijker gevonden nulpunten met hun in de 7e kolom medegedeeld gemiddelde.

Vertikale beweging van den kijker. **Horizontale beweging van den kijker.**

1895	Cirkel	Kijker horizontaal / Helling 40° — Objectief N I	Z II	N III	Z IV	Gemiddeld nulpunt	2 (n−z) voor I en II	III en IV	1895	Circle	Objectief Z	O	N	W	Gemiddeld nulpunt
26 Mei	W	+ 1	− 25	+14	+ 10	$60^r.5289$	257	149	31 Mei	foll.	+ 3	−14	+ 8	+ 4	$60^r.4460$
31 „	W	+ 2	− 13	+ 4	+ 7	4466	154	139	1 Juni	prec.	+ 2	0	+ 6	− 7	4451
1 Juni	O	0	− 14	+ 8	+ 8	4457	171	111	2 „	„	− 12	− 7	+ 8	+12	4442
3 „	O	− 3	− 16	+ 6	+13	4508	160	145	3 „	„	+ 3	+ 4	+ 4	−10	4485
4 „	W	− 6	+ 5	+ 5	− 6	1306	168	142	4 „	foll.	+ 8	− 8	− 3	+ 2	1281
6 „	O	+ 8	− 11	+ 3	+ 1	1768	274	120	7 „	„	− 6	− 3	− 7	+16	1767
Gemiddeld		0	− 12	+ 7	+ 5		197	134	Gemiddeld		0	− 5	+ 3	+ 3	

(4)

De grootste afwijking, die van den stand II, bedraagt $0^d.13$, d. i. slechts iets meer dan de *m. f.* $0^d.098$ van één nulpuntbepaling.

De beweging van den kijker heeft derhalve geen merkbaren invloed op het nulpunt. Wel heeft de vertikale beweging des kijkers invloed op de waarde n−z; dit verschil is in de standen I en II belangrijk veel grooter dan in de standen III en IV, zooals uit de tabel blijkt. Hieruit zou op te maken zijn, dat het verschil n−z door den invloed der zwaartekracht verklaard moet worden; in de standen I en II toch is de kijker horizontaal, terwijl $197 \times cos\ 40° = 151$ is.

§ 14. Het nulpunt is natuurlijk wel absoluut vast te zetten. Echter wordt het excentriekje van § 8 dan buiten werking gesteld, en is men dus niet meer in staat, het nulpunt willekeurig te veranderen. Had men eensvooral de periodieke fouten van de schroef over haar geheele lengte bepaald, en mocht men aannemen, dat deze bij een volgend ineenzetten van den mikrometer niet veranderden — en dat mag men zeker niet aannemen — dan zou men de willekeurige verstelling van het nulpunt wel kunnen opofferen. Nu is deze van gewicht om, ook als de periodieke fouten iets of wat veranderen, en dus niet geheel juist gecorrigeerd worden, althans hun hoofdtermen te vernietigen, door het nulpunt twee malen $^1/_3$ revolutie te verstellen.

C. De Mikrometerschroef.

§ 15. Van 14 tot 25 Februari 1895 onderzocht ik met het toestelletje van WINNECKE (A. N. 2179) de periodieke fouten van de mikrometerschroef. Door het draaien van een vóor het oculair geplaatst dubbelbrekend kristal kan de afstand der beide beelden a_1 en a_2 van denzelfden draad gebracht worden b.v. op $^1/_6$ schroefrevolutie $= 16^2/_3$ deeltjes van den schroefkop.

De tweede draad b geeft dan eveneens twee op $^1/_6$ revolutie van elkaar verwijderde beelden b_1 en b_2. Door eerst b_1 rechts en links aan a_2 te laten aanraken (I), daarna b_2 rechts en links aan a_1 (II), wordt de dubbele afstand der beide beelden van één draad gemeten, een afstand derhalve van $^1/_3$ revolutie of $33^1/_3$ deeltjes. Elke meting werd twee malen gedaan, in de volgorde I II II I, om mogelijke kleine veranderingen van het nulpunt te ontdekken en althans gedeeltelijk onschadelijk te maken. Zooals boven (§ 10) reeds werd opgemerkt, bleek, waarschijnlijk ten gevolge van de zorg, aan het ineenzetten van den mikrometer besteed, het nulpunt nu bijna volkomen onveranderlijk te zijn, ofschoon het schroefje p, aan het eind van § 10 vermeld, voortdurend los was, en het excentriekje steeds dienst deed.

Het nulpunt werd nl. telkens $^1/_{12}$ revolutie verplaatst, en in elken stand werd de reeks I II II I herhaald. Zoo bereikte het nulpunt in één revolutie achtereenvolgens twaalf standen, voor elken waarvan het gemiddelde der aflezingen II verminderd werd met het gemiddelde der aflezingen I.

§ 16. Voor een beweging van het nulpunt tusschen de aflezingen der schaal 54.0 en 59.0 revoluties verkreeg ik deze in deeltjes van den schroefkop uitgedrukte getallen:

	0	$8^1/_3$	$16^2/_3$	25	$33^1/_3$	$41^2/_3$	50	$58^1/_3$	$66^2/_3$	75	$83^1/_3$	$91^2/_3$	Gemiddelde
54	33.75	32.97^5	32.67^5	32.50	32.17^5	32.40	32.52^5	32.72^5	33.07^5	33.47^5	33.55	33.80	32.969
55	33.87^5	32.90	33.07^5	32.10	32.32^5	32.42^5	32.92^5	32.65	33.15	33.52^5	34.00	33.62^5	33.048
56	33.65	33.50	32.85	32.62^5	32.37^5	32.70	32.52^5	32.87^5	33.22^5	33.37^5	33.52^5	33.70	33.077
57	33.85	33.82^5	33.12^5	32.75	32.67^5	32.57^5	33.02^5	33.37^5	33.77^5	33.95	33.95	34.12^5	33.417
58	34.00	33.80	33.20	33.20	33.30	32.75	33.12^5	33.45	33.82^5	34.30	34.60	34.35	33.658

Voor deze vijf revoluties heb ik de afwijkingen van de gemiddelden der laatste kolom in de volgende tabel vereenigd, waarin één duizendste deeltje eenheid is:

	0	$8^1/_3$	$16^2/_3$	25	$33^1/_3$	$41^2/_3$	50	$58^1/_3$	$66^2/_3$	75	$83^1/_3$	$91^2/_3$	
54	+ 781	+ 6	− 294	− 469	− 794	− 569	− 444	− 244	+ 106	+ 506	+ 581	+ 831	
55	+ 827	− 148	+ 27	− 948	− 723	− 623	− 123	− 398	+ 102	+ 477	+ 952	+ 577	
56	+ 573	+ 423	− 227	− 452	− 702	− 377	− 552	− 202	+ 148	+ 298	+ 448	+ 623	
57	+ 433	+ 408	− 292	− 667	− 742	− 842	− 392	− 42	+ 358	+ 533	+ 533	+ 708	
58	+ 342	+ 142	− 458	− 458	− 358	− 908	− 533	− 208	+ 167	+ 642	+ 942	+ 692	
Gemidd.	+ 591	+ 166	− 249	− 599	− 664	− 664	− 409	− 219	+ 176	+ 491	+ 691	+ 686	. . . . (5)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	

Het gemiddelde der kolommen geeft derhalve, voor een aflezing tusschen 54 en 59 revoluties, een beeld van de periodieke fouten der schroef.

§ 17. Ik trachtte nu de correcties zoo goed mogelijk voor te stellen door de formule

$$X = a_1 \cos u + b_1 \sin u + a_2 \cos 2u + b_2 \sin 2u, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

waarin a_1 b_1 a_2 b_2 constanten zijn, $u = 2\pi \frac{x}{100}$, en x de aflezing is, in deeltjes van den schroefkop, waarvoor de fout $-X$ gevonden wordt. In elk der 12 vergelijkingen, waartoe de 12 standen van het nulpunt aanleiding geven, komen twee waarden van u voor, die $2\pi \frac{33\frac{1}{3}}{100} = 120°$ verschillen.

De oplossing der normaalvergelijkingen (in een aan prof. Oudemans ontleenden vorm) is

$$12\,a_1 = \{(1)+(3)-(7)-(9)\} + \tfrac{2}{3}\sqrt{3}\{(2)-(8)\} + \tfrac{1}{3}\sqrt{3}\{(4)-(6)-(10)+(12)\}$$
$$12\,b_1 = \{(4)+(6)-(10)-(12)\} + \tfrac{2}{3}\sqrt{3}\{(5)-(11)\} + \tfrac{1}{3}\sqrt{3}\{-(1)+(3)+(7)-(9)\}$$
$$12\,a_2 = (13)+(14)$$
$$12\,b_2 = \tfrac{2}{3}\sqrt{3}\{(2)-(5)+(8)-(11)\} + \tfrac{1}{3}\sqrt{3}\{(13)-(14)\},$$

waarin $(13) = (1)-(4)+(7)-(10)$

en $(14) = -(3)+(6)-(9)+(12)$;

of

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= +\ 97.5 \\ b_1 &= -\ 402.3 \\ a_2 &= +\ 32.1 \\ b_2 &= +\ 1.7. \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

In onderstaande tabel zijn, om te laten zien, in hoever de formule (6) voldoet, de berekende correcties naast de waargenomen fouten (5) gesteld:

Berek.	Waarn.	ε	ε^2	
— 539	+ 591	+ 52	+ 27	
— 171	+ 166	— 5	0	
+ 244	— 249	— 5	0	
+ 566	— 599	— 33	11	
+ 691	— 664	+ 27	7	
+ 639	— 664	— 25	6	
+ 441	— 409	+ 32	10	(8)
+ 164	— 219	— 55	30	
— 152	+ 176	+ 24	6	
— 468	+ 491	+ 23	5	
— 685	+ 691	+ 6	0	
— 730	+ 686	— 44	19	
Som . . .		— 3	121	

Uit een en ander volgt een middelbare fout van $\sqrt{\frac{121}{12-4}} = 0^d.039$.

§ 18. Het onderzoek der periodieke fouten heb ik op twee andere gedeelten der schroef herhaald, nl. tusschen de aflezingen 29 en 34 revoluties en tusschen 81 en 86 revoluties. De grootheden (1) (2) . . . (12) worden hier

	0	$8^1/_3$	$16^2/_3$	25	$33^1/_3$	$41^2/_3$	50	$58^1/_3$	$66^2/_3$	75	$83^1/_3$	$91^2/_3$
29—34	+ 321	+ 36	− 169	− 424	− 494	− 559	− 389	− 214	+ 126	+ 441	+ 670	+ 651
81—86	+ 521	+ 63	− 257	− 477	− 522	− 442	− 252	− 182	+ 8	+ 378	+ 578	+ 583
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

. (9)

De sinussoïden (6) krijgen de constanten

	a_1	b_1	a_2	b_2
29—34	+ 75.2	− 333.3	+ 4.2	− 44.6
81—86	+ 73.6	− 312.3	+ 62.3	− 18.3

. . . . . (10)

terwijl de middelbare fout resp. $0^d.038$ en $0^d.047$ wordt.

De gevonden sinussoïden verschillen, de bereikbare nauwkeurigheid in aanmerking genomen, zoo weinig van elkaar, dat ik mij gerechtigd reken, hun gemiddelde te laten gelden voor de geheele lengte der schroef.

Uit de gemiddelde waarde

$$X = + 82.1 \cos u - 349.3 \sin u + 32.9 \cos 2u - 20.4 \sin 2u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

is de correctietabel afgeleid, die ik hier laat volgen, en die gediend heeft voor de herleiding der in 1894 gemeten declinatieverschillen. Door bijvoeging van een constante, $0^d.38$, zijn alle correcties positief gemaakt.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	$0^d.50$	$0^d.48$	$0^d.45$	$0^d.42$	$0^d.39$	$0^d.36$	$0^d.34$	$0^d.31$	$0^d.28$	$0^d.26$
10	23	21	19	16	14	12	10	8	7	5
20	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0
30	1	1	2	3	4	6	7	9	11	12
40	14	16	18	19	21	23	25	27	29	31
50	33	35	37	39	41	42	44	46	48	49
60	51	53	54	56	57	59	60	61	62	64
70	65	66	67	68	69	70	71	71	72	72
80	72	72	73	72	72	72	72	71	70	69
90	68	67	66	64	62	60	58	56	54	52

. (12)

Deze tabel geldt nu voor de geheele lengte der schroef; het argument is de aflezing, in deeltjes, van den schroefkop.

§ 19. Toen de mikrometer in Maart 1895 opnieuw ineengezet was, werd het noodig, de bepaling der periodieke correcties te herhalen. Daar het onderzoek van § 18 uitgemaakt had, dat de fouten over de geheele lengte der schroef dezelfde waren, beperkte ik mij tot 5 revoluties in de nabijheid der aflezing 58.0.

De getallen (1) tot (12) worden hier

$$+327+116-20-154-280-335-394-225-57+205+364+448, \quad (13)$$

waaruit volgt

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= +116.4 \\ b_1 &= -190.0 \\ a_2 &= +\ 6.0 \\ b_2 &= -\ 33.4, \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

terwijl de middelbare fout $0^d.025$ wordt.

Met deze waarden heb ik een nieuwe correctietabel berekend, waarmede de declinatiebepalingen van 1895 herleid zijn:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	$0^d.50$	$0^d.49$	$0^d.47$	$0^d.45$	$0^d.43$	$0^d.42$	$0^d.40$	$0^d.38$	$0^d.37$	$0^d.35$
10	33	32	30	28	27	26	25	24	23	22
20	21	20	20	19	19	18	18	18	18	18
30	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20
40	21	21	22	22	23	23	24	25	25	26
50	27	28	29	30	31	31	32	33	34	36
60	37	38	39	40	42	43	45	46	47	49
70	50	51	53	55	55	56	57	58	59	60
80	61	62	62	63	63	63	63	63	63	62
90	62	61	61	60	59	57	56	55	53	52

(15)

Ook hier zijn alle getallen met $0^d.38$ vermeerderd.

§ 20. Ik heb geen gelegenheid gehad, de voortgaande fouten van de schroef A te bepalen. De grenzen namelijk, waarbinnen men het nulpunt der draden door het excentriekje wijzigen kan, liggen slechts eenige weinige revoluties uit elkaar.

In Maart 1882 echter heeft Prof. OUDEMANS met behulp van een universaalinstrument de voortgaande fouten bepaald, bij gelegenheid dat de kijker uit zijn bed genomen was en in de meridiaanzaal op een stevige houten stelling onderzocht werd. De kijker lag horizontaal, in de onmiddellijke nabijheid van het universaalinstrument, zoodat de beide objectieven slechts weinige centimeters van elkaar verwijderd waren. Het oculair van het universaalinstrument was voorzien van een beweegbaren mikrometerdraad, die op een

afstand van een der vaste draden gebracht werd, overeenkomende met 45 revoluties van de schroef A. Door het universaalinstrument een zekeren hoek te draaien, werd het mogelijk, dezen afstand van 45^r door de schroef A zelf uit te meten, eerst tusschen de aflezingen 0^r en 45^r, daarna tusschen de aflezingen 45^r en 90^r.

Schrijft men de waarde N van een aantal revoluties, bepaald door de aflezing n, in den vorm

$$N = \alpha\, n + {}^1/_2\, \beta\, n^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

dan is volgens de metingen van Prof. OUDEMANS $\beta = + 0''.000342$ te hebben, zoo α de waarde is van één revolutie voor dat gedeelte der schroef, waar zich de vaste draad bevindt (aflezing ongeveer 60 revoluties op de schaal). Zelfs voor de grootste bij mijn metingen voorkomende waarde $n = 25$ bedraagt de fout, door het weglaten van den term der 2e orde ${}^1/_2\, \beta\, n^2$ veroorzaakt, slechts $0''.107$, welke fout uit het eindresultaat der declinatiemetingen weder verdwijnt, doordat steeds het aantal metingen met schroef Noord gelijk aan dat met schroef Zuid is.

Een en ander heeft mij er toe gebracht, de voortgaande fouten der schroef niet in rekening te brengen.

Alleen in § 23, waar de waarnemingen de noodige symmetrie missen, heb ik de door Prof. OUDEMANS bepaalde correctie voor voortgaande fouten aangebracht.

HOOFDSTUK II.

De waarde van één schroefrevolutie.

§ 21. De waarde van één schroefrevolutie S is door mij volgens drie methoden bepaald:

1°. door doorgangen van poolsterren.

2°. door rechtstreeksche meting van den tweeden hoofdbrandpuntsafstand van den kijker, in verband met de spoed der schroef.

3°. door een bekend declinatieverschil in schroefrevoluties uit te drukken.

De drie resultaten, langs deze verschillende wegen verkregen, vertoonen nog al groote onderlinge afwijkingen; m. i. mag alleen de volgens de derde methode afgeleide waarde gebruikt worden, om gemeten declinatieverschillen tot secunden te herleiden.

§ 22. De doorgangen van een poolster met declinatie δ kunnen de waarde S geven, volgens de formule

$$S = \frac{15\ cos\ \delta}{a}\ (t_2 - t_1)\ (1 - \varrho\ sin\ 1''), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

zoo men den afstand a van twee draden, die volgens den declinatiecirkel gericht zijn, in schroefrevoluties uitdrukt, en de tijden t_1 en t_2 waarneemt, waarop de ster in of zeer dicht bij den meridiaan de beide draden passeert. In deze formule is δ de ware, d. i. niet voor refractie gecorrigeerde, declinatie van de gebruikte ster, en ϱ de refractieconstante, zoo noodig te wijzigen naar de aanwijzingen van thermometer en barometer. Ik nam meestal den beweegbaren draad en twee vaste draden, welker afstand bepaald werd, door vóór en na de waarneming den beweegbaren draad met de vaste draden te laten samenvallen: elke coincidentie was het gemiddelde van 5 rechter en 5 linker aanrakingen. Ik gebruikte bij het bepalen der coincidentie de vergrooting 393 (oculair IV) en werkte met donkere draden op verlichten achtergrond, meestal geleverd door de maan.

Bij de waarneming der doorgangen gebruikte ik de vergrooting 165 (oculair II) en verlichte draden op donkeren achtergrond. De beweegbare draad werd dicht bij den tweeden vasten draad gesteld; de afstand van elk dezer beide tot den eersten vasten draad, ten bedrage van ongeveer $26^r.4$ en $22^r.8$, leverde de grootheid S. Elk stel van drie doorgangen werd 6 malen achtereen waargenomen: meestal duurde de geheele reeks nog geen half uur, zoodat de gebruikte ster hoogstens $\pm\ 15^m$ uurhoek had. Bij het corrigeeren voor refractie

heb ik dan ook in (17) eenvoudig den voor den meridiaan geldenden factor $1-\varrho \sin 1''$ aangebracht.

§ 23. De gevonden draadafstanden werden gezuiverd van de periodieke en de voortgaande fouten der schroef, volgens de tabel van § 18 en de opgaven van § 20, en door den factor A, waarover men § 28 zie, tot den oculairstand 75.0 mm. en de temperatuur 0° C. herleid. De gebruikte chronometer KNEBEL geeft middelbaren tijd, maar slaat 130 tikken per minuut, zoodat hij zijn eigen nonius is bij het vergelijken met de standaardpendule HOHWÜ. Na vermenigvuldiging met den factor $\frac{366.242}{365.242}$ verkreeg ik de volgende uitkomsten:

1895	ster	δ	S	g
30 Mei	19 Hev. Cam.	+ 79° 6′ 46″.6	23″.4293	6
			4645	6
2 Juni	47 Hev. Ceph.	+ 79 0 14 .6	4647	6
			4758	6
3 „	22 Hev. Cam.	+ 69 21 35 .4	4363	6
			4301	6
6 „	5 Hev. Cam.	+ 71 0 34 .2	4349	5
			4477	4
12 „	Gr. 1308	+ 68 40 58 .6	4770	6
			4436	6

. . . (18)

De laatste kolom bevat de gewichten, d. i. de aantallen doorgangen van elke reeks; met inachtneming dezer gewichten is de waarschijnlijkste waarde $S = 23''.4508$, met een *m. f.* van 0″.00598; de *m. f.* eener waarneming van gewicht 1 is 0″.0452. Berekent men deze laatste *m. f.* uit de vergelijking der 6 (of 5 of 4) waarden, die samen een resultaat uit de voorlaatste kolom vormen, dan vindt men gemiddeld 0″.0386.

De opgegeven waarde geldt voor 0° C.

§ 24. De grootheid S volgt ook, naar de formule

$$S = \frac{m}{F \sin 1''} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

uit de spoed m der schroef en den tweeden hoofdbrandpuntsafstand F van het objectief des kijkers.

Door Prof. OUDEMANS werd in Oct. 1893 m bepaald op 0.362649 mm. (*m. f.* 0.0000619 mm.), een waarde, geldende voor + 17° C., en in de onderstelling, dat m over de geheele lengte der schroef dezelfde waarde heeft.

Driemalen heb ik den tweeden hoofdbrandpuntsafstand F door middel van een houten raam gemeten. Voor den afstand F_1 van het vlak der draden tot aan de vóorvlakte van het objectief vond ik bij den oculairstand 75.0 mm.:

Datum	F_1	Temp.
4 Sept. 1895	3205.59 mm.	+ 24°.0 C.
15 April 1896	3203.07	+ 3 .5
10 Juli 1896	3206.01	+ 29 .65

. . . . . (20)

Uit een en ander volgt voor de temperatuur $t°$ C.

$$F_1 = 3202.7 \text{ mm.} (1 + 0.0000359\ t).$$

De voor de meting gebruikte koperen meter van Sécretan is door de Heeren Heuvelink en van Eyk Bijleveld te Delft vergeleken met den platina-iridiummeter N° 27 (= 1 Meter + $6^{\mu}.11$ + $8^{\mu}.60\ t$), en bepaald op

$$s = 1 \text{ Meter} - 101^{\mu}.05 + 17^{\mu}.93\ t.$$

Met behulp der door Merz opgegeven waarden van kromtestralen, dikten en brekingsindices voor Natriumlicht van de beide objectieflenzen, vond ik 11.01 mm. voor den afstand van de vóorvlakte van het objectief tot aan het tweede knooppunt. De tweede hoofdbrandpuntsafstand is derhalve

$$F = 3191.7 \text{ mm.} (1 + 0.0000359\ t). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

Neemt men voor het staal der mikrometerschroef A een uitzettingscoëfficient + 0.0000125, dan is derhalve

$$m = 0.362572 \text{ mm.} (1 + 0.0000125\ t), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

en dus

$$S = 23''.4314\ (1 - 0.0000234\ t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Deze waarde geldt nu voor den oculairstand 75.0 mm.

De temperatuurcoëfficient — 0.0000234 is steeds gebruikt, om gemeten draadafstanden op 0° te herleiden. Men zie echter § 28.

§ 25. Bij de derde methode worden twee sterren uitgekozen, welker declinatieverschil, b. v. omtrent één graad bedragende, door meridiaanbepalingen of heliometerwaarnemingen nauwkeurig bekend is, en die als eindpunten beschouwd kunnen worden van een reeks van niet al te zwakke sterren, welker afzonderlijke declinatieverschillen met den mikrometer in schroefrevoluties gemeten worden. Op deze wijze wordt een groot aantal revoluties gelijk gesteld aan een bekend declinatieverschil, en aldus de waarde van één revolutie gevonden. Dezelfde voorzorgen zijn hierbij natuurlijk in acht te nemen, dezelfde correcties toe te passen, als bij het meten der andere declinatieverschillen; ik verwijs voor een en ander naar § 49.

Ik heb de grootheid S volgens deze methode bepaald door het declinatieverschil der sterren δ en ε Ophiuchi, en ook door 28 en e Pleiadum.

Het verschil $\delta - \varepsilon$ Ophiuchi bestond uit de som van acht rechtstreeks te meten verschillen, 28 en e Pleiadum waren eindpunten van de reeks

28, 26, 23, 14, 22, 13, 11, 9, 10, c, e Pleiadum.

Elk afzonderlijk declinatieverschil is 3 maal, een enkelen avond meer dan 3 maal gemeten. De waarde van één schroefrevolutie volgt voor beide reeksen uit het gemiddelde van zes bepalingen, waarvan 3 met schroef Noord, 3 met schroef Zuid, terwijl tevens het nulpunt telkens $^1/_3$ revolutie versteld werd. Deze laatste voorzorg werd genomen, om, wanneer later

bleek, dat de periodieke fouten der schroef al te zeer afhankelijk waren van het ineenzetten van den mikrometer, althans hun hoofdtermen te elimineeren.

§ 26. De correctie voor refractie, $\Delta\,(\delta' - \delta)$, werd aan elk der acht gemeten declinatieverschillen, waaruit het totale verschil $\delta - \varepsilon$ Oph. bestaat, afzonderlijk aangebracht.

Zoo vond ik 22 Aug. 1894 deze 8 correcties:

$$0''.64 \quad 0''.27 \quad 0''.84 \quad 0''.52 \quad 0''.89 \quad 0''.64 \quad 1''.11 \quad 1''.05 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

door toepassing der formules

$$\left.\begin{aligned} tg\ N &= cot\ \varphi\ cos\ t_0 \\ \Delta\,(\delta' - \delta) &= \frac{\varkappa\,(\delta' - \delta)}{sin^2\,(\delta_0 + N)} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

waarin δ_0 en t_0 gemiddelde declinatie en uurhoek van het waargenomen sterrenpaar, $\delta' - \delta$ het gemeten declinatieverschil, $\varphi = 52°5'10''$ de geografische breedte van Utrecht, en $\varkappa$ de grootheid is, die met het argument ζ_0 = den gemiddelden zenithsafstand van het sterrenpaar uit Bessels refractietafels te trekken is.

Om $\Delta\,(\delta' - \delta)$ in secunden te kunnen uitdrukken, moest ook het gemeten verschil $\delta' - \delta$ in secunden bekend zijn; de benaderde waarde $S = 23''.44$ was echter nauwkeurig genoeg, om in de getallen der reeks (24) geen fout in de 2e decimaal te maken. De som dezer getallen, $5''.96$, werd nu van het declinatieverschil $\delta - \varepsilon$ Oph. $= 3646''.46$, dat het Berliner Jahrbuch voor 22 Aug. 1894 opgeeft, afgetrokken, zoodat het schijnbare declinatieverschil $3640''.50$ was. Nadat verder aan elk der 8 afzonderlijke declinatieverschillen de correcties voor de periodieke schroeffouten waren aangebracht, werd hun som herleid op den oculairstand 75.0 mm. (zie § 28) en op de temperatuur 0° C. (zie § 24) en telde toen 155.249 revoluties. Voor 22 Aug. volgt uit een en ander $S = 23''.4496$.

Ik laat hier de resultaten, door middel van het declinatieverschil $\delta - \varepsilon$ Oph. gevonden, volgen.

1894	S	
9 Juli	$23''.4314$	N 69
22 „	4416	Z 69
22 Aug.	4496	Z 36
26 „	4530	Z 02
28 „	4358	N 02
30 en 31 „	4207	N 36

. . . . . (26)

De laatste kolom geeft den stand van schroef en nulpunt. Zoo beteekent N 69: schroef Noord, nulpunt $55^r.69$.

De gemiddelde waarde is $S = 23''.4387$ met een $m.f.$ van $0''.00489$, terwijl de $m.f.$ van één bepaling $0''.0120$ is.

De laatste datum vereischt eenige toelichting. Daar het door den slechten zomer reeds zoo laat in den tijd geworden was, en ik toch gaarne de reeks van zes avonden voleindigen wilde, heb ik den 30en Aug. waargenomen, ofschoon de heiigheid en de

schemering mij zeer hinderden. Ik kreeg dan ook slechte resultaten, en bovendien een resultaat, dat nog al sterk afweek van de vorige. 'k Heb daarom den volgenden dag, ongelukkig weer in dezelfde ongunstige omstandigheden, in denzelfden stand der schroef en met hetzelfde nulpunt de bepaling herhaald, maar aan het gemiddelde resultaat van 30 en 31 Aug. toch slechts het gewicht 1 gegeven.

§ 27. In de reeks 28... *e* Pleiadum is elk afzonderlijk declinatieverschil van één avond gemiddelde van meestal 3, soms 4 instellingen. Onder het observeeren kreeg ik den indruk van veel grootere nauwkeurigheid dan bij de reeks $\delta \ldots \varepsilon$ Oph.; later bleek dan ook de *m. f.* voor een gemiddeld 3 maal gemeten declinatieverschil bij de reeksen $\delta \ldots \varepsilon$ Oph. en 28... *e* Pleiadum met inbegrip van de nulpuntfout (§ 12) resp. 0″.393 en 0″.258 te zijn.

Dit verschil in nauwkeurigheid vindt waarschijnlijk zijn oorzaak daarin, dat ik de Pleiaden na middernacht waarnam, zonder last van rangeerende treinen te hebben (§ 6), en bij een zeer rustigen toestand der lucht, terwijl de reeks $\delta \ldots \varepsilon$ Oph. in den vooravond gemeten moest worden. Dat de reeks in Ophiuchus zeer zwakke sterren bevat, heeft m. i. geen afbreuk aan de nauwkeurigheid der metingen gedaan: 't is mij steeds opgevallen, hoezeer zwakke sterren rustiger beelden geven, en daardoor zelfs nauwkeuriger bepalingen toelaten, zij het dan ook met grootere inspanning der oogen, dan heldere.

Ook uit het declinatieverschil 28... *e* Pleiadum is *S* 6 maal bepaald, 3 maal met schroef Noord, 3 maal met schroef Zuid, terwijl tevens het nulpunt telkens $^1/_3$ revolutie versteld werd. Hier volgen de resultaten:

1894	*S*	
22 Aug.	23″.4370	Z 39
28 „	4358	Z 04
11 Sept.	4377	N 38
18 „	4450	Z 72
8 Oct.	4489	N 72
4 Nov.	4177	N 04

. . . . . (27)

De gemiddelde waarde is $S = 23''.4370$ met een *m. f.* van 0″.00440, terwijl de *m. f.* van één bepaling 0″.0108 wordt.

Ik heb het declinatieverschil 28 . . . *e* Pleiadum aan ELKINS heliometerwaarnemingen [1]) ontleend. De beide eindsterren hebben zeer geringe E.B. en dan nog nagenoeg in dezelfde richting en van hetzelfde bedrag.

Met verwaarloozing dezer E.B., waar het alleen een declinatie*verschil* geldt, vind ik voor 1894.0 de volgende middelbare declinaties:

$$\left.\begin{array}{ll} 28\ Pl. & +\ 23^\circ\ 5'\ 42''.72 \\ e\ Pl. & +\ 24^\circ\ 8'\ 3''.77, \end{array}\right\} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (28)$$

en daarmede de schijnbare declinaties, die in deze tabel der resultaten voorkomen:

[1]) Transactions of the Astr. Obs. of Yale Univ. 1887. Vol. I, part I, bl. 86.

1894	22 Aug.	28 Aug.	11 Sept.	18 Sept.	8 Oct.	4 Nov.
$\delta_e - 24°$	8′ 17″.50	8′ 18″.25	8′ 19″.92	8′ 20″.71	8′ 22″.77	8′ 24″.94
$\delta_{28} - 23°$	5 57 .21	5 58 .01	5 59 .82	6 0 .67	6 2 .47	6 5 .09
verschil	3740″.29	3740″.24	3740″.10	3740″.04	3740″.30	3739″.85

(29)

Natuurlijk zijn hier dezelfde correcties voor periodieke schroeffouten, voor oculairstand en voor temperatuur aangebracht, als in § 26.

Het gemiddelde der resultaten uit § 26 en § 27,

$$S = 23''.4378 \; (m.\,f.\; 0''.00327) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (30)$$

is als definitieve waarde van één revolutie der mikrometerschroef aangenomen, voor den oculairstand 75.0 mm. en de temperateur 0°C.

§ 28. De oculairstand liep op verschillende data nog al sterk uiteen, en was afhankelijk van de temperatuur des koepels, zooals blijkt uit de volgende tabel, waarin de oculairstanden in mm., op verschillende data bij dezelfde koepeltemperatuur in graden C. verkregen, gemiddeld zijn, terwijl de 3e rij aangeeft, hoeveel data tot het gemiddelde hebben medegewerkt. De gegevens loopen van 26 Aug. '94 tot September '95.

koepeltemp.	+1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
oculair op	74.1	74.2	74.5	—	74.3	74.7	74.6	74.7	74.9	74.9	75.0	75.0	75.3	75.4	75.2	
aantal . . .	1	5	4	0	4	4	9	6	6	12	11	13	4	9	5	
koepeltemp.	+16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
oculair op	75.2	75.5	75.3	75.3	75.3	75.4	75.5	75.6	75.5	75.8	75.7	75.8	76.0	76.0	—	76.0
aantal . . .	8	3	11	9	5	9	5	6	5	4	3	1	1	1	0	1

(31)

In de meeste gevallen deed ik de scherpstelling éens; uit ettelijke gevallen echter, waarin ik voor oculairstand het gemiddelde van 5 of 6 scherpstellingen genomen heb, blijkt, dat de *m. f.* van één scherpstelling 0.25 mm. is. De gevonden afwijkingen in den oculairstand schijnen dus reëele beteekenis te hebben; het komt mij voor, dat ik het recht heb, uit de opgegeven waarden een oculairstand af te leiden, die, in mm. uitgedrukt, en bij $t°$ C.,

$$74.14 + 0.0562\; t. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32)$$

bedraagt.

Peter vond (bl. 22 van zijn in § 10 genoemde verhandeling) daarentegen bij verschillende temperaturen denzelfden oculairstand, Schur (die Oerter der helleren Sterne der Praesepe, bl. 51) een verandering van + 0.022 t mm. voor een brandpuntsafstand van 260 cm. Daar met den stand van het oculair de tweede hoofdbrandpuntsafstand van het objectief verandert — immers is scherpstellen niets anders, dan het beeld eener ster met het vlak der draden

laten samenvallen, — en de in de §§ 23 tot 27 gevonden waarde S van één schroefrevolutie voor een oculairstand 75.0 mm. geldt, moet S voor een oculairstand $75 + x$ mm. met den factor $1 - \frac{x}{3192}$ vermenigvuldigd worden; ik heb dezen factor steeds met den temperatuurcoëfficient van § 24 tot één factor A vereenigd, en hiermede het aantal revoluties gecorrigeerd.

Deze temperatuurcoëfficient is echter bepaald in de onderstelling, dat steeds de oculairstand 75.0 mm. was. Hij wordt dus eerst tot uitzettingscoëfficient van den brandpuntsafstand na toevoeging van de correctie uit (32). Ik vind dan

$$\frac{d\,F}{F} = + 0.0000359 + \frac{0.0562}{3192} = + 0.0000535 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (33)$$

terwijl de ware temperatuurcoëfficient voor de waarde van één schroefrevolutie — 0.0000410 wordt.

De waarde 0.0000535 is nog iets grooter dan de waarde 0.0000508 die Schur voor den Straatsburger refractor vond (A.N. 2848) en wijkt sterk af van de waarden, door verschillende waarnemers langs theoretischen en praktischen weg voor andere instrumenten gevonden (A.N. 2450, 2501, 2657 en Schur, die Oerter der helleren Sterne der Praesepe, bl. 59), en die alle een 2 als vijfde decimaal hebben. Men neme echter in aanmerking, dat de Utrechtsche kijker een *houten* buis heeft (§ 4).

HOOFDSTUK III.

Refractie.

§ 29. De doorgangen van twee sterren, welker rechte-klimmingverschil te meten was, werden steeds aan *denzelfden* draad waargenomen; bij het meten van declinatieverschillen werd de vaste draad op de eerste, en later de beweegbare draad op de tweede ster eerst dan ingesteld, als de ster *in het midden* was van de koorde, die zij in het veld beschrijft. Hieruit volgt, dat de invloed der refractie niet van het rechte-klimmingverschil maar alleen van het declinatieverschil afhangt. Steeds werd aan het begin van een reeks van metingen de draad evenwijdig aan of loodrecht op de *schijnbare*, d. i. dus de door refractie gewijzigde parallel gesteld, waarbij zorg gedragen werd, dat de kijker een stand had, tennaastebij overeenkomende met den gemiddelden stand, dien hij bij de metingen zelf innemen zou. In de formules [1]) voor de refractiecorrecties Δ_δ en Δ_α bij orienteering naar de schijnbare parallel,

$$\left.\begin{aligned} \Delta_\delta &= \frac{\varkappa\,(\delta' - \delta)}{sin^2\,(\delta_0 + N)} \\ \Delta_\alpha &= \Delta_\delta\,\frac{2\,n\,cos\,(\delta_0 + N)}{cos\,\delta_0} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (34)$$

is $\varkappa$ een grootheid, ontleend aan de refractietafels van BESSEL, en veranderende met den zenithsafstand, δ_0 de gemiddelde declinatie van het sterrenpaar, terwijl n en N bepaald worden door de betrekkingen

$$\left.\begin{aligned} tg\,N &= cot\,\varphi\,cos\,t_0 \\ n &= tg\,t_0\,sin\,N \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (35)$$

waarin φ de breedte der plaats van waarneming is, en t_0 de gemiddelde uurhoek van het

---

[1]) Zie b. v. Public. der v. KUFFNER'schen Sternwarte in Wien (Ottakring) Band II, erste Abth. bl. 126.
BESSEL geeft in de „Astr. Unters." alleen de refractieformules voor het geval van orienteering naar de *ware* parallel.

sterrenpaar. Voor $\varphi = 52° 5' 10''$ en de benaderde coördinaten van den sterrenhoop G. C. 4410, $\alpha_0 = 18^u 22^m$, $\delta_0 = + 6°30'$ heb ik de factoren

$$p = \frac{\varkappa}{sin^2 (\delta_0 + N)} \text{ en } q = n \frac{\varkappa}{sin^2 (\delta_0 + N)} \cdot \frac{2 \cos (\delta_0 + N)}{\cos \delta_0} \quad \ldots\ldots\ldots (36)$$

in tafel gebracht:

Uurhoek	p	q	Uurhoek	p	q
0°	0.00056	0.00000	± 55°	0.00106	0.00107
± 5	57	4	57.5	115	122
10	58	9	60	126	141
15	59	14	62.5	139	163
20	61	19	65	155	190
25	63	25	67.5	175	224
30	66	32	70	201	266
35	70	41	71	213	286
40	75	52	72	227	309
45	82	65	73	242	334
47.5	87	73	74	259	362
50	92	83	75	278	393
52.5	99	94			

(37)

en door interpolatie hieruit de tabel I (zie achterin) berekend, waarbij het argument (de sterretijd) telkens met 2^m opklimt.

§ 30. De tabel I heeft dan nog twee correcties noodig. Vooreerst is ze opgemaakt voor een gemiddelden toestand der atmosfeer. De barometer- en thermometercorrecties $A'' \log (BT)$ en $\lambda'' \log \gamma$ kunnen echter bij groote uurhoeken niet verwaarloosd worden. Ik had een thermometer gehangen in de spleet van het koepeldak. De aanwijziging van dezen koepelthermometer leverde $\log \gamma$ uit BESSELS tafels, $\log B$ volgt uit de aanwijzing van den barometer, gecorrigeerd, zoo noodig, voor het hoogteverschil tusschen den kwikspiegel in den barometer en het objectlef van den kijker, $\log T$ uit de aflezing van den aan den barometer bevestigden thermometer; de grootheden A'' en λ'' konden steeds gelijk aan 1 gesteld worden. Uit $\log f = \log B\,T\,\gamma$ volgde dan een factor f waarmede ik de refractie uit tabel I vermenigvuldigde.

Dan geldt de tabel I voor $\delta_0 = 6°30'$, terwijl voor de meeste sterrenparen in G. C. 4410 δ_0 kleiner is. De veranderingen in I, zoo δ_0 10′ *kleiner* genomen wordt, heb ik volgens de formules

$$\left.\begin{aligned} \partial \log \Delta_\delta &= \partial \log \varkappa - 2\,\partial \log \sin (\delta_0 + N) \\ \partial \log \Delta_\alpha &= \partial \log \Delta_\delta + \partial \log \cos (\delta_0 + N) - \partial \log \cos \delta_0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (38)$$

berekend; in onderstaande tabel vindt men de hieruit afgeleide factoren f_α en f_δ, waarmede in deze onderstelling de waarden uit I vermenigvuldigd moeten worden.

Sterretijd	f_α	f_δ	Sterretijd	f_α	f_δ
14^u	1.0138	1.0128	19^u	1.0085	1.0060
14.5	116	106	19.5	86	62
15	105	90	20	88	65
15.5	96	79	20.5	91	69
16	92	72	21	94	75
16.5	89	67	21.5	100	84
17	87	63	22	111	97
17.5	85	61	22.5	126	115
18	83	60	23	150	142
18.5	83	60			

(39)

De aldus door de factoren f en f_α of f_δ gecorrigeerde refractie is nu zelf weer een factor, te vermenigvuldigen met de declinatieverschillen $\delta' - \delta$, om deze of rechte-klimmingverschillen te corrigeeren.

Hierbij is nog op te merken, dat de refractie alle declinatieverschillen in absolute waarde verkleint, rechte-klimmingverschillen daarentegen in absolute waarde vergroot of verkleint, naarmate de grootheid $t \times d\alpha \times d\delta$ negatief of positief is. [1])

Bij de declinatieverschillen heb ik den factor A (§ 28) die den oculairstand op 75.0 mm. en de temperatuur op 0° C. herleidt, met den refractiefactor vereenigd.

---

1) Is het een schrijffout, dat OERTEL op bl. 7 van zijn in § 11 genoemde verhandeling zegt: „Da wegen der Refraction *alle* Differenzen zu klein gemessen werden, &c."?

HOOFDSTUK IV.

Rechte-klimmingverschillen, bepaald door doorgangen.

Oog-en-oormethode.

§ 31. De waarnemingen vallen op de dagen 27, 28 en 30 Juli, 2, 13, 14 15 en 22 Augustus 1894. Ik gebruikte voor de doorgangen alleen den dwarsdraad, die loodrecht op de vaste en beweegbare draden gespannen is. Evenwijdig aan dezen draad kan namelijk het oculair in een slede verschuiven, waardoor het veld in deze richting $2^1/_2$ maal vergroot en tevens de nauwkeurigheid verhoogd wordt, waarmede de draad evenwijdig aan de dagelijksche *schijnbare* baan der sterren gesteld werd. Deze evenwijdigstelling, waarvoor steeds een der sterren van G. C. 4410 of de in de onmiddellijke nabijheid gelegen ster der grootte 6.5, BD + 6°.3790, gebruikt werd, ging elken avond aan de waarnemingen vooraf; de positiecirkel werd daarna met behulp der beide noniën 90° gedraaid, zoodat de dwarsdraad dan den *schijnbaren* declinatiecirkel aangaf; na afloop der waarnemingen werd de stand van den draad gecontroleerd.

De houding van observeeren was meestal nog al lastig, een omstandigheid, die de *m. f.* der waarnemingen zeker vergroot heeft, en waarin ik tevergeefs verbetering zocht aan te brengen door kussens en bankjes en ondersteunen van het hoofd. De mij ten dienste staande observatiestoel had veel gebreken en was bijna niet te gebruiken; hij is dan ook later veranderd.

De chronometer (Frodsham N° 1562), dien ik bij al deze waarnemingen gebruikte, liep naar middelbaren tijd, en sloeg 120 tikken in de minuut; door vergelijking vóor en na de waarnemingen werd zijn gang ten opzichte van de standaardpendule Hohwü bekend; de gang dezer pendule was in het tijdvak 27 Juli—22 Augustus 1894 slechts + $0^s.36$ per dag en kon dus verwaarloosd worden. In het begin nam ik telkens de doorgangen van slechts 2 sterren waar, later ook van 3 of 4. In het donker werden op het gevoel af de tijden opgeteekend. Elk stel van 2, 3 of 4 doorgangen werd steeds 6 malen achtereen waargenomen.

§ 32. Bij het vereffenen der waargenomen doorgangen heb ik van een methode gebruik gemaakt, die ik hier in het kort zal uiteenzetten.

Van een reeks van n sterren X, Y, Z, . . zijn de doorgangstijden k malen waargenomen. Het stel waarnemingsvergelijkingen heeft den vorm

$$\left.\begin{array}{llll} & x = a & (g) & \\ p_1 & + x = a_1 & (g_1) & y = b \quad (h) \qquad z = c \quad (l) \ldots \\ p_2 & + x = a_2 & (g_2) & p_1 + y = b_1 \quad (h_1) \qquad p_1 + z = c_1 \quad (l_1) \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & p_2 + y = b_2 \quad (h_2) \qquad p_2 + z = c_2 \quad (l_2) \ldots \\ p_{k-1} & + x = a_{k-1} & (g_{k-1}) & \ldots \ldots \ldots \qquad \ldots \ldots \ldots \\ & & & p_{k-1} + y = b_{k-1} \, (h_{k-1}) \qquad p_{k-1} + z = c_{k-1} \, (l_{k-1}) \ldots \end{array}\right\} \ldots (40)$$

De tusschen haakjes geplaatste grootheden g, h, l, . . zijn de gewichten der afzonderlijke waarnemingen; p_1 wijst aan, hoeveel de 2e reeks later dan de eerste is waargenomen. Ik heb nu p_1 bepaald als gemiddelde der waarden $a_1 - a$, $b_1 - b$, $c_1 - c$, ... met inachtneming der gewichten

$$\frac{g\,g_1}{g + g_1}, \quad \frac{h\,h_1}{h + h_1}, \quad \frac{l\,l_1}{l + l_1}, \ldots .$$

Zoo wordt p_2 gemiddelde van $a_2 - a \left(\frac{g\,g_2}{g + g_2}\right)$, $b_2 - b \left(\frac{h\,h_2}{h + h_2}\right)$, ...

Na het bepalen der grootheden p_1, $p_2 \ldots p_{k-1}$ vindt men x als gemiddelde der waarden $a\,(g)$, $a_1 - p_1\,(g_1)$, $a_2 - p_2\,(g_2)$, . . ., y als gemiddelde der waarden $b\,(h)$, $b_1 - p_1\,(h_1)$, . . . enz.

§ 33. Gemakkelijk is in te zien, dat deze methode de som Σv^2 van de kwadraten der fouten *niet* tot een minimum maakt, ofschoon deze som waarschijnlijk niet veel van het minimum zal verschillen. Het stel (40) toch levert de normaalvergelijkingen

$$\left.\begin{array}{l} x\,\Sigma\,g + p_1\,g_1 + p_2\,g_2 + \ldots + p_{k-1}\,g_{k-1} = a\,g + a_1\,g_1 + \ldots + a_{k-1}\,g_{k-1} \\ y\,\Sigma\,h + p_1\,h_1 + p_2\,h_2 + \ldots + p_{k-1}\,h_{k-1} = a\,h + a_1\,h_1 + \ldots + a_{k-1}\,h_{k-1} \\ z\,\Sigma\,l + p_1\,l_1 + p_2\,l_2 + \ldots + p_{k-1}\,l_{k-1} = a\,l + a_1\,l_1 + \ldots + a_{k-1}\,l_{k-1} \\ \ldots \ldots \ldots

methode der „kleinste kwadraten" het geval zou zijn, zoodat de nauwkeurigheid van het eindresultaat iets grooter moet zijn, dan uit de — later mede te deelen — definitieve middelbare fout volgt.

§ 34. Allereerst moeten de waargenomen reeksen van één stel vereffend worden. Hier is $k = 6$, $n = 2$, 3 of 4, en daar ik geen reden had, om *a priori* voor sterren van verschillende grootte verschillende nauwkeurigheid in het schatten van den doorgangstijd aan te nemen, heb ik alle gewichten gelijk genomen. Streng geldt dus de in § 32 uiteengezette methode.

Zoo zijn op 28 Juli 1894 te $13^u\ 43^m$ M. T. de doorgangen der sterren N° 32, 31 en 30 in tikken van den chronometer waargenomen als volgt:

32	31	30
$3^t.0$	$22^t.2$	$54^t.0$
7 .5	26 .8	59 .0
9 .0	28 .5	61 .0
6 .0	25 .3	57 .3
9 .0	28 .0	60 .3
6 .4	25 .6	57 .5

. . . . . (42)

De 5e rij is onveranderd gelaten, de eerste met

$$\tfrac{1}{3}\{(9.0 - 3.0) + (28.0 - 22.2) + (60.3 - 54.0)\} = 6^t.03 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

vermeerderd, de andere rijen met op dezelfde wijze te vinden constanten.

Dan ontstaat dit stel doorgangen:

32	31	30
$9^t.03$	$28^t.23$	$60^t.03$
8 .83	28 .13	60 .33
8 .60	28 .10	60 .60
8 .90	28 .20	60 .20
9 .00	28 .00	60 .30
9 .00	28 .20	60 .10
Gemiddeld $8^t.893$	$28^t.143$	$60^t.260$

. . . . . (44)

Dit gemiddelde wordt in § 36 verder verwerkt.

§ 35. Daar n bij alle volgens de oog-en-oormethode waargenomen doorgangen hoogstens 4 is, zou het geen bezwaar opgeleverd hebben, dadelijk van doorgangen op doorgangsverschillen over te gaan. Het resultaat is dan hetzelfde; bij het bepalen der $m.\ f.\ \varepsilon_1$ van één verschil moet men van alle $\frac{n\,(n-1)}{1.2}$ verschillen der n doorgangen de waarde $\varepsilon_1{}^2$

opmaken, en deze $\frac{n(n-1)}{1.2}$ waarden middelen. Om echter in overeenstemming te blijven met de methode van vereffening der *geregistreerde* doorgangen (zie Hoofdstuk V), heb ik ook hier de in § 32 uiteengezette methode gevolgd.

De *m. f.* ε van één doorgang wordt dan bepaald uit

$$(m-\mu)\ \varepsilon^2 = \Sigma v^2, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (45)$$

waarin $\Sigma v^2 = \Sigma v_x{}^2 + \Sigma v_y{}^2 + \Sigma v_z{}^2 + \ldots =$ de som der kwadraten van alle overblijvende fouten, m het aantal waarnemingen $= k\,n = 6\,n$, μ het aantal onbekenden $= n + k - 1 = n + 5$ is.

Voor de reeks 32, 31, 30 van 28 Juli vindt men

$$(18-8)\ \varepsilon^2 = 0.1316 + 0.0366 + 0.2042 = 0.3724,$$
$$\varepsilon = 0^t.1930 = 0^s.0968 \text{ sterretijd.} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (46)$$

Om na te gaan, in hoeverre sterren van verschillende helderheid verschillende *m. f.* geven, heb ik ε_{32}, ε_{31}, ε_{30} afzonderlijk berekend uit

$$^{10}/_3\ \varepsilon_{32}{}^2 = 0.1316,\quad ^{10}/_3\ \varepsilon_{31}{}^2 = 0.0366,\quad ^{10}/_3\ \varepsilon_{30}{}^2 = 0.2042,$$

en verkreeg op dergelijke wijze waarden $\varepsilon^2{}_i$ voor alle sterren afzonderlijk. Daarna werden de waarden ε^2 voor de sterren N° 16, 1, 25, 26, alle beschouwd als gemiddeld van de grootte 8.5, gemiddeld. Zoo zijn N° 4, 33, 29 en 30 gecombineerd (grootte 8.75), N° 2, 14, 32 en 22 (grootte 9.05), N° 17, 18, 19, 23, 27 en 31 (grootte 9.25), N° 9, 21 en 34 (grootte 9.5) en N° 15, 12, 13, 5, 6, 3 en 7 (grootte 10.0).

De resultaten zijn in dit lijstje samengevoegd:

grootte	ε
8.5	$0^s.119$ sterretijd
8.75	118
9.05	100
9.25	111
9.5	113
10.0	129

. . . . . (47)

De gemiddelde *m. f.* der grootheden ε is $0^s.0054$.

De grootte schijnt derhalve slechts zeer geringen invloed op de nauwkeurigheid in het waarnemen van den doorgang uit te oefenen, zoodat hier bevestigd wordt, wat in § 34 *a priori* werd aangenomen.

Het algemeen gemiddelde van ε^2 geeft de waarden

$$\left.\begin{array}{ll} \varepsilon = 0^s.1158 & \text{sterretijd voor één doorgang,} \\ \varepsilon' = 0^s.0473 & \text{„ voor het gemiddelde van 6 doorgangen.} \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (48)$$

Voor ettelijke (54) willekeurig gekozen rechte-klimmingverschillen heb ik de *m. f.* ook opgemaakt.

Ik vind $\varepsilon_1 = 0^s.167$ voor één verschil, of, in behoorlijke overeenstemming met de hierboven langs anderen weg gevonden waarden,

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon = \dfrac{0^s.167}{\sqrt{2}} = 0^s.118, \\ \text{en} \qquad \varepsilon' = 0^s.048. \end{array}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (49)$$

§ 36. Het gemiddelde van elken avond werd nu gecorrigeerd voor den gang van den chronometer en voor refractie.

Het stel doorgangen van den 28^{en} Juli,

$$\left.\begin{array}{lrrr} & N^0\ 32 & 31 & 30 \\ & 8.893 & 28.143 & 60.260 \\ \text{wordt in secunden middelbaren tijd} & & & \\ & 4.446 & 14.071 & 30.130. \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (50)$$

De gang van den chronometer bedraagt voor 30^s minder dan 0^s.0005 en heeft dus geen invloed op de derde decimaal. Daar de refractiecorrectie van een rechte-klimmingverschil evenredig is aan het declinatieverschil, kan ik de doorgangen van den invloed der refractie zuiveren door correcties aan te brengen evenredig aan de declinatieverschillen der sterren N^0 32, 31 en 30 met N^0 1. De sterretijd van waarneming was 22^u 21^m; voor dezen sterretijd geeft tabel I als refractiefactor 0.00139.

De aflezingen van barometer en thermometers gaven *log.* $BT\gamma = 9.9977$ en dus $f = 0.995$ (§ 30). De reeks 32, 31, 30 heeft verder een gemiddelde declinatie $\delta_0 = 6°33'$, waarvoor de tabel (39) uit § 30 met het argument 22^u21^m een correctiefactor $f_z = 0.996$ geeft. Het product $ff_z = 0.991$ verandert den factor 0.00139 in 0.00138. In duizendsten van secunden middelbaren tijd is nu de correctie van een doorgang gegeven door

$$\left.\begin{array}{l} 138 \times \dfrac{23.44}{1500\ cos\ 6°30'} \times \dfrac{365}{366}\, d = 138 \times \dfrac{d}{63.75}, \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (51)$$

zoo 23″.44 de waarde van één schroefrevolutie is, en d het declinatieverschil, in schroefrevoluties, van de waargenomen ster met de ster N^0 1. Daar d voor de sterren N^0 32, 31 en 30 resp. + 15.8, + 25.0 en + 17.4 is, vind ik als aan te brengen correcties der doorgangen + 0^s.034, + 0^s.054 en + 0^s.038, zoodat de gecorrigeerde doorgangen ten slotte worden

$$\begin{array}{rrrr} N^0 & 32 & 31 & 30 \\ & 4^s.480 & 14^s.125 & 30^s.168 \end{array} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (52)$$

In tabel II (zie achterin) bevat de eerste kolom het nummer der ster, de tweede den ongecorrigeerden doorgang in tikken van den chronometer, de derde den gecorrigeerden doorgang in secunden middelbaren tijd. Het aantal afzonderlijke doorgangen is steeds 6. Bij elke groep heb ik den sterretijd ϑ van waarneming, bij elken datum den factor f (§ 30), en de gemiddelde waarde ε der $m.f.$ van één doorgang, in secunden sterretijd, opgegeven.

In deze avondwaarden van ε heb ik geen aanleiding gevonden, om aan de verschillende avonden verschillende gewichten toe te kennen; zoo men nl. 30 Juli en 14 Augustus niet medetelt, heeft alleen 22 Aug. een van het gemiddelde vrij sterk afwijkende waarde.

§ 37. Het kwam mij rationeel voor, elken avond afzonderlijk te vereffenen; ik gebruikte daartoe de bekende methode [1]), die in de Geodesie steeds bij de vereffening van een net toegepast wordt, en die ik door één datum, 2 Aug. 1894, zal toelichten.

In tabel II heb ik aan de doorgangen der sterren N^0 4, 2, 1, 25, 23, 26, 27, 32,

---

[1]) Zie b. v. CHAUVENET, Spherical and Practical Astronomy, Deel II, bl. 552.

29, 22 en 30 correcties a tot z en α tot ζ toegevoegd, 29 in aantal, die aan de volgende 9 voorwaarden, gevonden door alle combinaties te onderzoeken, moeten voldoen:

$$\left.\begin{array}{ll} d - a - h + f & = + 0^s.226 \\ n - m + k - l & = - 0.051 \\ q - p - u + s & = + 0.105 \\ x - v + z - \alpha & = - 0.034 \\ y - w - \delta + \gamma & = + 0.034 \\ t - r - y + w & = + 0.130 \\ g - f + a - b + w - x & = + 0.009 \\ x - w + \beta - \alpha - c + b & = - 0.114 \\ \beta - \alpha + \zeta - \varepsilon - l + i & = + 0.030 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (53)$$

Na invoering van 9 correlaten ontstaan dan door toepassing van de bovengenoemde methode 29 + 9 vergelijkingen, die behalve deze 9 correlaten de waarden der correcties leveren. Men vindt:

$a = - 0^s.049$	$i = + 0^s.013$	$r = - 0^s.044$	$y = - 0^s.007$
$b = - 29$	$k = - 16$	$s = + 26$	$z = 0$
$c = + 15$	$l = + 2$	$t = + 44$	$\alpha = + 3$
$d = + 64$	$m = + 16$	$u = - 26$	$\beta = - 2$
$f = + 49$	$n = - 16$	$v = 0$	$\gamma = + 38$
$g = + 15$	$p = - 26$	$w = + 35$	$\delta = - 38$
$h = - 64$	$q = + 26$	$x = - 30$	$\varepsilon = - 12$
			$\zeta = + 12$

(54)

Brengt men deze correcties aan, dan zijn de tegenstrijdigheden tusschen de verschillende stellen opgeheven, en zijn de doorgangen van 2 Aug. samen te vatten tot 3 reeksen, die geen sterren gemeen hebben:

N° 12	$5^s.304$	1	N° 9	$2^s.199$	1	N° 5	$5^s.688$	1
13	13.446	1	15	23.580	2	7	12.483	1
			14	31.402	1	4	12.511	2
			16	31.641	1	2	16.610	2
			17	39.107	1	1	32.596	4
			18	40.797	1	19	41.976	1
						25	43.661	4
						23	51.765	2
						26	53.167	3
						27	58.932	3
						21	64.526	1
						32	67.754	2
						34	69.789	1
						33	74.290	1
						31	77.269	1
						29	77.499	2
						22	86.065	2
						30	93.339	3

(55)

De getallen in de derde kolom zijn de gewichten, d. i. het aantal onafhankelijke doorgangen (stellen van 6) van 2 Aug.

§ 38. De aldus vereffende doorgangen van verschillende avonden zijn eerst na toevoeging van constanten onderling te vergelijken. Ik heb ook hier deze constanten volgens de methode van § 32 bepaald. De grootste reeks, die van 28 Juli, is hierbij onveranderd gelaten. Zoo vindt men de tweede reeks van 2 Aug. terug in de reeks van 28 Juli:

	28 Juli.		2 Aug.		Verschil	
N° 9	3s.104	3	2s.199	1	0s.905	3
15	24 .464	3	23 .580	2	0 .884	5
14	32 .496	1	31 .402	1	1 .094	2
16	32 .451	5	31 .641	1	0 .810	3
17	39 .824	1	39 107	1	0 .717	2
18	41 .450	1	40 .797	1	0 .653	2
					Gem. 0 .853	

. . . . (56)

De verschillen der voorlaatste kolom hebben gewichten g, die uit de gewichten g_1 en g_2 van 28 Juli en 2 Aug. naar de formule $\frac{g_1 g_2}{g_1 + g_2}$ gevonden worden, en waaraan de afgeronde getallen der laatste kolom evenredig zijn.

Met behulp van deze gewichtsgetallen is het gemiddelde 0s.853 afgeleid.

De reeks van 2 Aug. is nu met die van 28 Juli te vergelijken, zoo men alle doorgangen van 2 Aug. met het bedrag 0s.853 vermeerdert.

Dergelijke behandeling van alle avonden geeft de tabel III (zie achterin). Onder elk nummer bevat de tweede kolom doorgangen, die nu onderling te vergelijken zijn, (zie ook de volgende §), en een gemiddelde geven, dat alleen nog tot sterretijd herleid moet worden; de derde kolom bevat de gewichten.

Er zijn 126 waarnemingen en 28 + 7 onbekenden (28 sterren en 7 grootheden p, die de andere data op 28 Juli herleiden). Derhalve wordt de *m. f.* ε' van een waarneming van gewicht één, d. i. het avondgemiddelde van 6 doorgangen, gevonden uit

$$(126—35)\ \varepsilon'^2 = \Sigma g v^2 = 0.5603$$

of

$$\varepsilon' = 0^s.0787 \text{ sterretijd} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

Deze waarde is grooter dan de langs anderen weg in § 35 gevonden *m. f.* van het gemiddelde van 6 doorgangen (0s.0473). Nu de methode van § 32 is toegepast met verschillende gewichten, geldt hier, wat aan het eind van § 33 gezegd werd: de gevonden waarde $\varepsilon' = 0^s.0787$ is iets te groot.

Daar van de 28 sterren 222 doorgangen waargenomen zijn, heb ik ten slotte de gemiddelde *m. f.* ε_1 van de definitieve gemiddelde doorgangen bepaald uit

$$\varepsilon_1{}^2 = \frac{0.5603}{91 \times \frac{222}{28}} = 0.000777,$$

en gevonden

$$\varepsilon_1 = 0^s.0280 \text{ sterretijd.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

De grootheden η zijn in tabel III alleen bijgevoegd, om de nauwkeurigheid der ver-

schillende sterren onderling te vergelijken. Ze zijn afgeleid zonder de 7 grootheden p onder de onbekenden te tellen. Voor elke ster kan derhalve gevoeglijk $\varepsilon_i = \eta_i \sqrt{\frac{98}{91}}$ als $m.f.$ van de waarneming van gewicht één (stel van 6 doorgangen) aangenomen worden.

§ 39. Bij het herleiden der doorgangen op 1895.0 heb ik mij gerechtigd gerekend, de ware aequinoctia van alle data tusschen 27 Juli en 22 Aug. te identificeeren met dat van 9 Aug. De fouten, die hierdoor ontstaan, bereiken in geen geval de derde decimaal.

De correctie Δ_α voor praecessie, nutatie en aberratie is berekend naar de formule

$$\cos^2\delta\,\Delta_\alpha = {}^1/_{15}\,[-g\sin(G+\alpha) - h\sin(H+\alpha)\sin\delta]\,(\delta_n-\delta)\sin 1'' +$$
$$+\,{}^1/_{15}\,[-g\cos(G+\alpha)\sin\delta\cos\delta - h\cos(H+\alpha)\cos\delta]\,(\alpha_n-\alpha)\sin 1'', \quad \ldots\ldots (59)$$

waarin α en δ de coördinaten der fundamentaalster N° 1, α_n en δ_n die eener ster n beteekenen en g, h, G en H de grootheden uit den $N.A.$ zijn.

Voor 9 Aug wordt deze formule, zoo $\delta_n - \delta$ in boogsecunden, $\alpha_n - \alpha$ in tijdsecunden gegeven is,

$$\Delta_\alpha = \frac{\delta_n-\delta}{236} - \frac{\alpha_n-\alpha}{18} \qquad \text{(eenheid } 0^s.001). \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (60)$$

Daar de saeculairvariatie der praecessie voor de geheele groep G. C. 4410 als constant kan beschouwd worden, heb ik ten slotte, voor de herleiding van 1894.0 op 1895.0, de praecessie aan VALENTINER ontleend (bl. 55 van de in § 1 genoemde verhandeling).

Hier volgt dan de definitieve lijst van doorgangen, in secunden sterretijd (aeq. 1895.0, epoche 1894.6):

N° 9	$3^s.096$	N° 16	$32^s.568$	N° 21	$66^s.090$
5	7 .201	1	33 .996	32	69 .299
6	11 .824	13	34 .587	34	71 .393
3	13 .256	17	40 .040	33	75 .928
7	13 .828	18	41 .679	31	78 .899
4	13 .840	19	43 .270	29	79 .202
2	18 .010	25	45 .129	22	87 .638
15	24 .534	23	53 .273	30	95 .003
12	26 .420	26	54 .684		
14	32 .402	27	60 .476		

. . . . . (61)

HOOFDSTUK V.

Rechte-klimmingverschillen, bepaald door doorgangen.

Registreermethode.

§ 40. Ik heb de rechte-klimmingverschillen in den sterrenhoop G. C. 4410 ook met behulp van een chronograaf bepaald, die, hoe gebrekkig hij was, toch nog grootere nauwkeurigheid toeliet, dan door de oog-en-oormethode bereikt kon worden.

Een met papier bekleede trommel van 6.1 cm. straal en 27.8 cm. hoogte draait door een gewicht éens in de twee minuten rond; de beweging wordt door een conischen slinger geregeld. Twee fijne glazen pennen, gevuld met fuchsine-inkt, [1]) trekken er twee roode lijnen op, de lijn a der waarnemingen en de lijn b der secunden. De pen, die de lijn a beschrijft, is bevestigd aan een elektromagneet, en wijkt daardoor zijwaarts uit zoolang de waarnemer door een eenvoudigen sleutel een galvanischen stroom sluit; de pen b is door een stroomketen verbonden met de naar sterretijd loopende pendule Molyneux. Beurtelings is hierbij de stroom gedurende een volle secunde gesloten en afgebroken, zoodat de lijn b dit verloop heeft:



Daar dus de evene secunden anders worden aangegeven dan de onevene, mag men niet aannemen, dat het punt s den afstand pq middendoor deelt. Ik nam dan ook bij het uitmeten steeds de voorzorg, de plaats der punten s te verifieeren en zoo noodig te verbeteren. De contactinrichting liet veel te wenschen over; in de lijn a waren, althans op sommige dagen, heel wat storingen en onregelmatigheden te vinden. Ik heb op de beide lijnen, a en b, het oogenblik van eerste uitwijking van de pen als het aan te geven moment beschouwd. Deze *eerste* uitwijking was altijd zeer scherp gedefinieerd.

De groote afstand der lijnen a en b, 10 mm., maakte het uitmeten zeer tijdroovend, daar elke uitwijking van a met veel zorg op b overgebracht moest worden. Bovendien

---

1) Oorspronkelijk werd het papier bewalmd. De metalen schrijfstiften zijn echter eenige jaren geleden door de welwillende bemoeiingen van den toenmaligen Lt. ter zee B. J. G. Volck, gedetacheerd aan het Meteorologisch Instituut, door glazen trekpennen vervangen.

schuift de trommel per omwenteling slechts 3 mm. op, zoodat 2 bijeenbehoorende lijnen a en b door 6 lijnen, nl. 3 van de groep a en 3 van de groep b, van elkaar gescheiden zijn.

De lengte van $p\,q$ was ongeveer 6.3 mm., zoodat ik twintigste deelen van een secunde zeer gemakkelijk schatten kon.

§ 41. Daar in den sterrenhoop G. C. 4410 ettelijke sterren bijna gelijktijdig passeeren, heb ik hem in drie groepen verdeeld; dat verscheiden sterren in twee groepen voorkwamen, stelde mij dan in staat, de drie groepen later te vereenigen.

Groep I bevatte de sterren N° 9, 15, 12, 14, 13, 17, 18 en 19, groep II de sterren N° 9, 5, 6, 7, 15, 16, 1, 17, 18, 19, 23, 26, 27, 21, 34, 33, 29 en 22, groep III de sterren N° 5, 3, 4, 2, 15, 16, 1, 25, 23, 26, 27, 32, 34, 33, 31 en 30.

Slechts zelden was de verdeeling in groepen iets anders. Elke groep passeerde steeds minstens 6, soms 8 à 10 malen achtereen; de doorgangen, gemiddeld 7 in aantal, werden aan *één* draad waargenomen. Ook hier gaf ik *a priori* aan de sterren van verschillende helderheid hetzelfde gewicht; volgens de methode van § 32, hier derhalve volkomen streng, werden dan de 6 à 10 reeksen onderling vereffend, door vermeerdering met voor een geheele reeks constante grootheden p. Dan zijn de getallen in één kolom onderling te vergelijken, en geven dus stof voor het bepalen der $m.f.\ \varepsilon$ van één doorgang.

§ 42. De data der waarnemingen zijn 19, 22, 25 en 31 October, 16 en 17 November 1894; op 22, 25 en 31 October is van elk der drie groepen twee malen een stel doorgangen waargenomen; de derde groep van 16 November is verworpen, om de groote en *systematische* afwijkingen, die de getallen van elke kolom onderling vertoonden.

De eerste groep van 17 Nov. heeft $m =$ aantal doorgangen $= 48$, $k =$ aantal reeksen $= 6$, $n =$ aantal sterren $= 8$. Er zijn dus $n + k - 1 = 13$ onbekenden, en de $m\,f.\,\varepsilon_{\mathrm{I}}$ voor één doorgang in de groep I wordt gevonden uit

$$\left.\begin{array}{c}(m-n-k+1)\,\varepsilon_{\mathrm{I}}{}^2 = \Sigma\, v_{\mathrm{I}}{}^2 \\ \text{d. i.} \qquad 35\,\varepsilon_{\mathrm{I}}{}^2 = \Sigma\, v_{\mathrm{I}}{}^2.\end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (62)$$

Zoo geven de beide andere groepen

$$102\,\varepsilon_{\mathrm{II}}{}^2 = \Sigma v_{\mathrm{II}}{}^2 \text{ en } 96\,\varepsilon_{\mathrm{III}}{}^2 = \Sigma\, v_{\mathrm{III}}{}^2.$$

Het avondgemiddelde ε^2 heb ik bepaald uit

$$233\,\varepsilon^2 = \Sigma\, v^2 = \Sigma\,(v_{\mathrm{I}}{}^2 + v_{\mathrm{II}}{}^2 + v_{\mathrm{III}}{}^2) = 1.5521. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (63)$$

Behandelt men de andere waarnemingsavonden op dezelfde wijze, dan ontstaat dit lijstje:

Datum	ε^2	ε	
19 Oct.	0.006804	0^s.0825	8
22 „	9042	951	6
25 „	10575	1028	5
31 „	6005	775	9
16 Nov.	7751	880	7
17 „	6661	816	8
			Som 43

$\ldots\ldots$ (64)

De aanteekeningen omtrent luchtgesteldheid enz. in mijn observatieboekje hebben mij aanleiding gegeven, in de verschillende avondwaarden van ε^2 iets van reëele beteekenis te

zien en dus verschillende avondgewichten, omgekeerd evenredig aan ε^2, toe te kennen: dit zijn de getallen der laatste kolom van (64); een gewicht 1 komt dan gemiddeld met een waarde $\varepsilon^2 = 0.05422$ overeen.

De som der vergelijkingen (63) voor alle data geeft voor de *m. f.* van één doorgang

$$\left.\begin{array}{ll} & \varepsilon = 0^s.0900 \text{ sterretijd}, \\ \text{en dus} & \varepsilon' = 0^s.0340 \quad \text{„} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (65)$$

voor een stel van 7 doorgangen.

Om evenals in § 35 den invloed van de grootte eener ster op de waarde van ε^2 na te gaan, heb ik ook uit de waarde van Σv_i^2 voor een ster i een *m. f.* ε_i afgeleid. Zoo $m = nk$ is, wat steeds zeer nabij de waarheid was, wordt ε gevonden uit

$$(n-1)(k-1)\varepsilon^2 = \Sigma v^2. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (66)$$

Bepaalt men echter voor elke ster i de waarde ε_i, alsof er geen grootheden $p_1\ p_2 \ldots p_{k-1}$ (zie § 32) waren, dan vindt men $(k-1)\varepsilon_i^2 = \Sigma v_i^2$, zoodat dus dan de gemiddelde waarde ε^2 bepaald wordt uit

$$n(k-1)\varepsilon_i^2 = \Sigma v^2. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (67)$$

Hieruit blijkt, dat de langs dezen weg gevonden waarde ε_i met $\sqrt{\frac{n}{n-1}}$ vermenigvuldigd moet worden, om met recht *m. f.* te kunnen heeten. Ik heb, evenals in § 35, de sterren tot 6 grootteklassen gecombineerd, en voor deze klassen gemiddeld deze waarden gevonden:

grootte	ε
8.5	$0^s.0828$ sterretijd
8.75	895
9.05	900
9.25	846
9.5	870
10.0	1013

$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (68)

De invloed der grootte op het bedrag der *m. f.* is dus niet zeer duidelijk uitgesproken (vergelijk § 35). Naar mij voorkomt, heb ik in § 41 terecht aan sterren van verschillende helderheid a priori hetzelfde gewicht gegeven.

§ 43. De gemiddelde doorgangen van elke groep zijn gecorrigeerd voor refractie en voor den gang der gebruikte pendule Molyneux, volkomen op dezelfde wijze, als in § 36 uiteengezet is.

Deze pendule is vóór en na de waarnemingen met de standaardpendule Casseres vergeleken; haar gang kon niet geheel verwaarloosd worden.

In tabel IV (zie achterin) bevat de tweede kolom de ongecorrigeerde, de derde de gecorrigeerde doorgangen, beide in secunden sterretijd, terwijl in de vierde kolom het aantal doorgangen is opgegeven. Voor elke groep zijn ook hier de sterretijden ϑ van waarneming, voor elken datum de factoren f (§ 30) en de *m. f.* ε van één doorgang opgegeven.

§ 44. Vereffening der doorgangen van één avond. Hebben 2 groepen n sterren gemeen, dan kunnen ze vereenigd worden, waarbij echter voor $n > 1$ tegenstrijdigheden optreden,

die volgens de methode der kleinste kwadraten verwijderd moeten worden. Het is weer het vraagstuk van § 37. Als eenvoudig voorbeeld neem ik de combinatie der groepen I en II van 16 November. De sterren N° 9, 15, 17, 18 en 19 komen in beide groepen voor. Geeft men aan hun doorgangen correcties α en β, resp. voor de groepen I en II, dan moet aan dit stel voorwaarden voldaan worden:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_{15} - \beta_{15} &= \alpha_9 - \beta_9 + 0^s.010 \\ \alpha_{17} - \beta_{17} &= \alpha_9 - \beta_9 + \quad 18 \\ \alpha_{18} - \beta_{18} &= \alpha_9 - \beta_9 + \quad 45 \\ \alpha_{19} - \beta_{19} &= \alpha_9 - \beta_9 + \quad 29 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (69)$$

Na invoering van 4 correlaten levert de methode der kleinste kwadraten 10 nieuwe vergelijkingen. Elimineert men de 4 correlaten, dan worden de 10 correcties bepaald uit het stel (69) en de vergelijkingen

$$\left.\begin{aligned} \alpha_{15} + \beta_{15} &= 0 \qquad \alpha_{18} + \beta_{18} = 0 \\ \alpha_{17} + \beta_{17} &= 0 \qquad \alpha_{19} + \beta_{19} = 0 \\ \alpha_9 + \alpha_{15} + \alpha_{17} + \alpha_{18} + \alpha_{19} &= 0 \\ \beta_9 + \beta_{15} + \beta_{17} + \beta_{18} + \beta_{19} &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (70)$$

waaruit deze waarden volgen:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_9 &= -0^s.010 \quad \alpha_{15} = -0^s.005 \quad \alpha_{17} = -0^s.001 \quad \alpha_{18} = +0^s.012 \quad \alpha_{19} = +0^s.004 \\ \beta_9 &= +0.010 \quad \beta_{15} = +0.005 \quad \beta_{17} = +0.001 \quad \beta_{18} = -0.012 \quad \beta_{19} = -0.004. \end{aligned}\right\} \quad (71)$$

Brengt men deze correcties aan, dan zijn de groepen I en II van 16 Nov. zonder verdere tegenstrijdigheden te combineeren.

De vereffening moet iets gewijzigd worden voor de doorgangen van 31 October, omdat hier de ster N° 15 in drie groepen voorkomt.

§ 45. Als eindelijk volgens de methode van § 32 de vereffende doorgangen van elken avond op die van 17 Nov. herleid worden door toevoeging van een constante grootheid, zijn de doorgangen van elke ster onderling te vergelijken (zie ook de volgende §) en stellen tot de bepaling van een *m. f.* in staat.

Tabel V (zie achterin) bevat in de tweede kolom de vereffende en op 17 Nov. herleide doorgangen in secunden sterretijd, in de derde het gewicht van den doorgang, waarvoor genomen is het product van het avondgewicht (§ 42) met het aantal doorgangen van de ster op dien avond. De met inachtneming dezer gewichten opgemaakte gemiddelden ondergaan dan in de volgende § nog een kleine correctie.

Het totaal aantal waarnemingen is 220, het aantal reeksen 9, het aantal sterren 28, het aantal onbekenden derhalve 36. De *m.f.* van de waarneming van gewicht 1 wordt dus gevonden uit

$$184\, E^2 = \Sigma v^2 = 22.2746 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (72)$$

Daar het gemiddelde avondgewicht (§ 42) $4^3/_6$ is, vindt men de *m.f.* ε van één doorgang uit

$$\varepsilon^2 = \frac{22.2746 \times 6}{43 \times 184} \text{ of } \varepsilon = 0^s.1300 \text{ sterretijd}, \quad \ldots\ldots\ldots (73)$$

en voor dus de *m.f.* voor het gemiddelde van 7 doorgangen

$$\varepsilon' = 0^s.0491 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (74)$$

Deze getallen zijn weder grooter dan die in (65) langs anderen weg gevonden werden ($\varepsilon = 0^s.0900$, $\varepsilon' = 0^s.0340$). Het verschil kan niet door wat aan het eind van § 33 gezegd is verklaard worden.

De in tabel V medegedeelde gemiddelden hebben een gemiddeld gewicht van $\frac{\Sigma g}{28} = \frac{14887}{28} = 532$, zoodat voor een dergelijk definitief resultaat voor de *m. f.* gevonden wordt

$$\varepsilon_1{}^2 = \frac{22.2746 \times 28}{14887 \times 184} = 0.0002277,$$

of

$$\varepsilon_1 = 0^s.01509. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (75)$$

Ook in tabel V zijn bij elke ster grootheden η^2 vermeld, die dergelijke beteekenis als die van tabel III hebben. Uit wat in deze § en in § 38 gezegd is, blijkt dat voor elke ster

$$\varepsilon_i = \eta_i \sqrt{\frac{6}{43} \times \frac{192}{184}}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (76)$$

m. f. is van één doorgang.

Alle in dit hoofdstuk voorkomende middelbare fouten zijn belangrijk veel kleiner dan de overeenkomstige uit het vorige, wat echter gedeeltelijk op rekening van het grooter aantal doorgangen per avond gesteld moet worden.

§ 46. Ook nu weer, evenals in § 39, maak ik geen fouten van $0^s.0005$, zoo ik alle waarnemingen beschouw als te gelden voor het ware aequinoctium van één datum, en wel van 31 Oct. De correctie voor praecessie, nutatie en aberratie is dan

$$\Delta_\alpha = \frac{\delta_n - \delta}{164} - \frac{\alpha_n - \alpha}{15} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (77)$$

De correctie voor den overgang van 1894.0 op 1895.0 is op dezelfde wijze als in § 39 aangebracht.

Dan wordt de definitieve lijst der geregistreerde doorgangen, in secunden sterretijd (aeq. 1895.0, epoche 1894.8):

N° 9	$0^s.885$	N° 18	$39^s.471$
5	4 .922	19	41 .050
6	9 .639	25	42 .778
3	11 .003	23	50 .910
7	11 .528	26	52 .396
4	11 .503	27	58 .060
2	15 .650	21	63 .783
15	22 .369	32	66 .940
12	24 .219	34	69 .037
14	30 .192	33	73 .559
16	30 .356	31	76 .516
1	31 .720	29	76 .803
13	32 .352	22	85 .238
17	37 .885	30	92 .594

. . . . . (78)

HOOFDSTUK VI.

Declinatieverschillen.

§ 47. De declinatieverschillen zijn tot drie groepen te brengen:

I. De vergelijking van elk der nummers 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32 33 en 34 met N° 1, een ster der grootte 8.6, ongeveer in het midden van den sterrenhoop gelegen; zelfs het grootste verschil, 31-1, ten bedrage van 25 schroefrevoluties = 9'46", viel nog onder het bereik van den mikrometer. De waarnemingsavonden zijn zeer onregelmatig verdeeld over den ongunstigen zomer van 1894. Behalve dat het nulpunt van den mikrometer de onbestendigheid vertoonde, waarover in § 10 gesproken is, zijn bij het eerste gedeelte der tot deze groep behoorende reeks waarnemingen verzuimen gepleegd, die later niet te herstellen waren. Een en ander heeft mij er toe gebracht, de geheele reeks eenvoudig te verwerpen, en in 1895 te herhalen.

II. De elf in § 2 genoemde combinaties, de declinatieverschillen 4−2, 5−2, 6−2, 7−2, 4−3, 6−4, 7−4, 14−12, 14−13, 18−17, 19−17. Tegen deze metingen is niet in te brengen, wat tegen de reeks, onder I genoemd, aangevoerd is. Bovendien was de mikrometer in September 1894 opnieuw ineengezet, en hield het nulpunt zich uitstekend (§ 10).

III. De herhaling der reeks I, van 25 April tot 12 Juni 1895.

§ 48. Ik heb niet geaarzeld, de resultaten van II en III te combineeren, ofschoon de reeks II in den herfst genomen is, 's avonds, in den stand „declinatie-as voorgaande," en in het Westen, de reeks III in de lente, 's nachts, in den stand „declinatie-as volgende" en in het Oosten. In de afzonderlijke avondresultaten schijnt wel is waar tusschen deze reeksen een verschil te bestaan; dit verschil verdwijnt echter bij het vormen van het gemiddelde (zie hierover § 51).

Daar zich de observaties slechts uitstrekken van 19 September 1894 tot 12 Juni 1895, heb ik als epoche der waarnemingen eenvoudig 1895.1 aangenomen.

§ 49. De mikrometerschroef werd altijd zóo gedraaid, dat de aflezing aangroeide. Het aantal metingen met „schroef Noord" is voor elk sterrenpaar gelijk aan dat met „schroef Zuid".

Ik heb steeds met twee verlichte draden gewerkt; de verlichting werd geleverd door de in § 8 beschreven lampjes. Het nulpunt der draden werd vóor en na de waarnemingen bepaald op de wijze, in § 12 behandeld; voor de afleiding der declinatieverschillen nam ik het gemiddelde. Het nulpunt is in beide standen, schroef Noord en schroef Zuid, twee malen $^1/_3$ revolutie verplaatst, om voor het geval, dat bij een nieuwe ineenzetting van den mikrometer de invloed der periodieke fouten van de schroef veranderd mocht zijn, althans hun hoofdterm te elimineeren. De resultaten vertoonen geen regelmaat in dit opzicht.

Het nulpunt van den positiecirkel werd eens of tweemaal per week bepaald, en verder onder de waarnemingen zelf voortdurend gecontroleerd.

Als bijzonderheid vermeld ik nog, dat mij bij herhaling sterren van de grootte 10 scherper te meten geleken dan sterren van de grootte 8 en 9; het beeld der eerste is wel kleiner en fijner, maar springt niet zoo voortdurend aan weerszijden van den draad, en blijft er rustiger langs loopen; daarentegen spant het beoordeelen der coincidentie van ster en draad bij zwakkere sterren de oogen meer in dan bij heldere.

Elk declinatieverschil werd 5 malen, soms zelfs 7 malen achtereen gemeten. De vergelijking der 5 aflezingen gaf als *m. f.* van één waarneming gemiddeld 0″.467, dus van het gemiddelde van 5 à 7 waarnemingen gemiddeld 0″.202.

Daar (§ 12) de *m. f.* van één nulpuntbepaling $0^d.098 = 0''.023$ is, wordt ten slotte de *m. f.* ε van één avondresultaat gevonden uit

$$\varepsilon^2 = (0.202)^2 + {}^1/_2\,(0.023)^2 = 0.0411;$$

derhalve is

$$\varepsilon = 0''.203 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (79)$$

§ 50. Vreemd is het, dat de resultaten der verschillende avonden zoo sterk onderling afwijken, veel sterker, dan deze *m. f.* zou doen verwachten. Dr. Valentiner, die denzelfden sterrenhoop omstreeks het jaar 1878 met een dergelijken dradenmikrometer als den Utrechtschen uitmat, klaagt op bl. 53 van zijn verhandeling (§ 1) over hetzelfde gebrek aan overeenstemming. Zoo ook Dr. Boy Mathiessen (Veröff. der Grossh. Sternwarte zu Karlsruhe, Heft IV, bl. 194) bij het uitmeten van den sterrenhoop G. C. 1119 (M 38).

Oertel (zie de in § 11 genoemde verhandeling) krijgt daarentegen met den door hem gebruikten mikrometer van Repsold zeer mooie resultaten.

Bij Valentiner is de *m. f.* van één avondresultaat, getrokken uit de vergelijking der verschillende avonden, of uit de vergelijking der waarnemingen van één avond resp. 0″.65 en 0″.32, bij mij 0″.385 en 0″.203; hierbij dient vermeld te worden, dat bij Dr. Valentiner elk avondresultaat het gemiddelde is van 3, bij mij van 5, een enkelen keer zelfs van 7 waarnemingen. Ondanks dit grootere aantal observaties per avond, heb ik toch slechts bereikt, dat de *m. f.* 0″.385 van een avondresultaat, afgeleid uit de vergelijking der verschillende avonden, nauwlijks kleiner is dan de *m. f.* 0″.467 van één waarneming, afgeleid uit de 5 getallen, die samen het avondresultaat vormen. Het komt mij voor, dat men zich tot een drietal metingen per avond kan bepalen, maar het aantal avonden zeer moet uitbreiden, niet alleen, om een gemiddelde uit een grooter aantal getallen te kunnen vormen, maar misschien ook, om den invloed der toevallige atmosferische gesteldheid zooveel mogelijk te elimineeren.

't Is namelijk alsof soms de atmosfeer, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van prismatisch begrensde luchtlagen, alle declinatieverschillen vergrooten, een ander maal verkleinen kan.

Ik vestig in het bijzonder de aandacht op het zeer groote verschil tusschen de waarnemingen van 6 en 8 Juni 1895. Ofschoon op beide avonden de lucht zeer gunstig was, en ik onder het observeeren den indruk van betrekkelijk groote nauwkeurigheid kreeg, zijn *alle* op beide data gemeten declinatieverschillen, nl. 3−1, 15−1, 16−1, 17−1, 18−1, 19−1, 23−1, 25−1 den 6^{en} Juni zeer veel grooter bevonden dan den 8^{en}.

§ 51. Zeer eigenaardige uitkomsten levert een vergelijking van het gemiddelde N der drie waarnemingen met „schroef N" met het gemiddelde Z der drie waarnemingen met „schroef Z". Het blijkt, dat ik in 1894 voor die sterrenparen, welker rechte-klimming- en declinatieverschil hetzelfde teeken hebben (groep α), steeds N < Z, daarentegen voor de

paren, waarbij deze grootheden van tegengesteld teeken zijn (groep β), steeds N > Z vond. In 1895 vond ik het omgekeerde, een bewijs, dat een en ander niet aan de — verwaarloosde — voortgaande fouten der schroef toe te schrijven is.

Te verklaren is deze eigenaardigheid m. i. alleen als men aanneemt, dat het instellen door schroef B (§ 8), die willekeurig in beide richtingen bewogen mag worden, essentieel andere schattingen geeft, dan het instellen door schroef A, waarbij men genoodzaakt is, steeds in dezelfde richting te draaien. Voor zekeren stand der schroef zal bij het uitmeten van de sterrenparen van groep α de beweegbare draad b. v. ten Noorden van den vasten zijn, maar dan ten Zuiden bij de sterrenparen van groep β. Ik heb dan misschien in 1894 steeds den schroefkop A *te ver* gedraaid, en dus de aflezing altijd te groot genomen, in 1895 te klein. Dit verschil zou samen kunnen hangen met anderen stand van den kijker, andere houding van het hoofd, enz.

Hoe het ook zij, de waarnemingen vertoonen een zeer duidelijk uitgesproken systematisch verschil tusschen de standen „schroef N" en „schroef Z", zooals uit de volgende tabel blijkt, waarin voor alle sterrenparen, gerangschikt naar de absolute grootte van het declinatieverschil Δ, het verschil N−Z is opgegeven, met inachtneming natuurlijk van het onderscheid tuschen de groepen α en β. In deze lijst zijn niet opgenomen de paren 12−1, 13−1, 14−1, 15−1, 16−1 en 14−13, omdat ik bij het meten van hun declinatieverschillen het uurwerk heb laten loopen; in denzelfden stand der schroef was de vaste draad dus nu eens ten Noorden, dan weer ten Zuiden van den beweegbaren.

1894	Δ	N−Z
18−17	0′ 22″	− 0ʳ.0106
6−4	34	− 160
5−2	50	− 59
4−3	50	− 233
19−17	51	− 103
4−2	52	− 119
7−4	1 9	− 293
6−2	27	− 140
7−2	2 2	− 138
14−12	18	+ 158
Gemiddeld		− 0ʳ.0119

1895	Δ	N−Z	
27−1	0′ 31″	+ 0ʳ.0257	
23−1	33	+ 42	
7−1	1 26	+ 210	
22−1	51	+ 144	
26−1	2 0	+ 39	
6−1	1	+ 229	
4−1	35	+ 202	
5−1	38	+ 180	
29−1	45	+ 167	
25−1	3 9	+ 54	
19−1	12	+ 346	(80)
3−1	25	+ 282	
2−1	28	+ 322	
34−1	43	+ 127	
33−1	49	+ 59	
9−1	54	+ 401	
17−1	4 3	+ 105	
18−1	25	+ 237	
21−1	58	+ 235	
32−1	6 11	+ 217	
30−1	47	+ 167	
31−1	9 46	+ 090	
Gemiddeld		+ 0ʳ.0187	

Het teeken is dat van groep α.

De grootte van het verschil N−Z hangt blijkbaar niet van de grootte van het declinatieverschil af. De voortgaande fouten der schroef, die niet aangebracht zijn, kunnen ook om deze reden hier geen rol spelen.

§ 52. Wat de oorzaak van het zoo duidelijk aan den dag tredende systematische verschil N−Z ook zijn moge, het komt mij billijk voor, het in rekening te brengen bij het bepalen der *m. f.* uit de vergelijking der avondresultaten. Ik heb derhalve de declinatieverschillen van 1894 en 1895 correcties van $0^r.0060$ en $0^r.0093$ gegeven, waarbij de te gebruiken teekens uit dit lijstje volgen:

	1894		1895	
	schroef Z	schroef N	schroef Z	schroef N
groep α	−	+	+	−
„ β	+	−	−	+

. . . . . (81)

Daar het aantal waarnemingen met „schroef N" zoowel in 1894 als in 1895 gelijk is aan dat met „schroef Z", heeft deze verandering geen invloed op het eindresultaat, maar verkleint alleen de *m. f.*, gevonden uit de vergelijking der avondresultaten, van $0''.446$ tot $0''.385$; de laatste waarde moet m. i. als de waarschijnlijkste beschouwd worden.

§ 53. Tabel VI (zie achterin) bevat de waarnemingen. De letters S O N A M J beteekenen Sept., Oct., Nov. 1894, April, Mei, Juni 1895. De tweede kolom bevat de ongecorrigeerde waarnemingen, de derde (eenheid $0^r.0001$) de som der correcties voor refractie (§ 30), periodieke schroeffouten (§§ 18 en 19), oculairstand (§ 28), voor den invloed der temperatuur op de waarde van één schroefrevolutie (§ 24) en voor de herleiding op het middelbare aequinoctium van 1894.0 of 1895.0. Voortgaande fouten der schroef zijn *niet* in rekening gebracht; zie hierover § 20. De vierde kolom volgt uit de beide vorige; na toepassing van de correctie N−Z uit § 52 zijn uit de vierde kolom door de waarde $S = 23''.4378$ (§ 27) de declinatieverschillen, in ′ en ″, van de vijfde kolom afgeleid; de zesde kolom eindelijk geeft den stand van schroef en nulpunt: Z 84 b.v. beteekent schroef Zuid, nulpunt $60^r.840$. Bij elk declinatieverschil is opgegeven de *m. f.* ε, uit de vergelijking der 6 avondresultaten afgeleid.

Voor de herleiding van het ware op het middelbare aequinoctium is deze formule gebruikt (vergelijk § 39):

$$\Delta_\varrho = [g \sin(G+\alpha) + h \sin(H+\alpha) \sin\delta](\alpha_n - \alpha) \sin 1'' +$$
$$+ [-h \cos(H+\alpha) \cos\delta + i \sin\delta](\delta_n - \delta) \sin 1'' = \frac{\alpha_n - \alpha}{p} + \frac{\delta_n - \delta}{q} \quad . . . . (82)$$

Hier zijn α δ de coördinaten der ster N^0 1, α_n δ_n die eener ster n; zoo $\delta_n - \delta$ in schroefrevoluties, $\alpha_n - \alpha$ in secunden tijds, Δ_ϑ in duizendste deelen van een schroefrevolutie zijn uitgedrukt, krijgen de deelers p en q deze waarden:

1894	p	q	1895	p	q
14 Sept.	− 22	− 12	11 April	− 49	+ 12
9 Oct.	− 19	− 12	26 „	− 47	+ 13
3 Nov.	− 17	− 14	11 Mei	− 44	+ 16
28 Nov.	− 15	− 24	26 „	− 41	+ 23
			10 Juni	− 37	+ 41

. . . (83)

§ 54. De definitieve *m. f.* ε wordt gevonden uit $38\,\varepsilon^2 = 5.6380$. Dus wordt

$$\varepsilon = m.\,f.\text{ van een avondresultaat} = 0''.385 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (84)$$

$$\text{en } \varepsilon_1 = m.\,f.\text{ van het gemiddelde van 6 avonden} = 0''.157. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (85)$$

Deze waarde is belangrijk veel grooter, dan men uit de *m. f.* van elken avond, getrokken uit de vergelijking van 5 instellingen, 0″.203, verwachten mocht. Een reden, om grootere nauwkeurigheid te zoeken in het vermeerderen van het aantal observatie-avonden, niet van het aantal instellingen per avond.

De *m. f.* schijnt niet met den te meten afstand toe te nemen. Ik vond nl. voor afstanden van 0 tot 1, 1 tot 2, 2 tot 3, 3 tot 4, 4 tot 6 en 6 tot 10 minuten gemiddelde middelbare fouten resp. van 0″.33, 0″.35, 0″.35, 0″.43, 0″.47 en 0″.38.

§ 55. De waarnemingen, in § 47 sub II genoemd, en die voor het midd. aeq. 1894.0 gelden, heb ik op 1895.0 herleid, welke reductie aan de verschillende waarden correcties van ten hoogste 0″.02 geeft.

Ten slotte zijn ze, volgens de methode der kleinste kwadraten, in drie groepen in overeenstemming gebracht met de waarnemingen van 1895:

I: 18−17 en 19−17,
II: 14−12 en 14−13,
III: 4−2, 5−2, 6−2, 7−2, 4−3, 6−4 en 7−4.

§ 56. Voor de derde groep zal ik de vereffening in extenso mededeelen.
Gegeven is het stel waarnemingen (midd. aeq. 1895.0)

2−1 = + 3′ 27″.62	+ α		= + 3′ 27″.58	
3−1 = + 3 24 .81	+ β		= + 3 24 .95	
4−1 = + 2 34 .91	+ γ		= + 2 34 .95	
5−1 = + 2 38 .06	+ δ		= + 2 37 .99	
6−1 = + 2 1 .06	+ ε		= + 2 0 .99	
7−1 = + 1 25 .80	+ ζ		= + 1 25 .79	
4−2 = − 52 .50	+ η	(86)	= − 52 .63	(87)
5−2 = − 49 .66	+ ϑ		= − 49 .59	
6−2 = − 1 26 .63	+ λ		= − 1 26 .59	
7−2 = − 2 1 .79	+ μ		= − 2 1 .80	
4−3 = − 50 .15	+ π		= − 50 .01	
6−4 = − 33 .99	+ ϱ		= − 33 .96	
7−4 = − 1 9 .18	+ σ		= − 1 9 .16,	

waarnemingen, die na correctie door de grootheden $\alpha, \beta \ldots \sigma$ moeten voldoen aan de voorwaarden

$$\left.\begin{aligned}
(7-4) + (4-1) &= (7-1)\\
(7-2) + (2-1) &= (7-1)\\
(6-4) + (4-1) &= (6-1)\\
(6-2) + (2-1) &= (6-1)\\
(5-2) + (2-1) &= (5-1)\\
(4-3) + (3-1) &= (4-1)\\
(4-2) + (2-1) &= (4-1).
\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (88)$$

Tusschen de correcties $\alpha, \beta, \ldots \sigma$ bestaan derhalve de betrekkingen

$$\left.\begin{array}{rcr} \sigma + \gamma - \zeta &=& + \; 0''.07 \\ \mu + \alpha - \zeta &=& - \quad 3 \\ \varrho + \gamma - \varepsilon &=& + \quad 14 \\ \lambda + \alpha - \varepsilon &=& + \quad 7 \\ \vartheta + \alpha - \delta &=& + \quad 10 \\ \pi + \beta - \gamma &=& + \quad 25 \\ \eta + \alpha - \gamma &=& - \quad 21, \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (89)$$

terwijl op de bekende wijze uit de voorwaarde

$$\alpha\, d\,\alpha + \beta\, d\,\beta + \ldots + \sigma\, d\,\sigma = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (90)$$

wordt afgeleid, met behulp van 7 correlaten en van de vergelijkingen, die uit het differentieeren van de betrekkingen (89) volgen:

$$\left.\begin{array}{rr} -\alpha + \mu + \lambda + \vartheta + \eta = 0 & \delta + \vartheta = 0 \\ \beta - \pi = 0 & \varepsilon + \varrho + \lambda = 0 \\ \gamma - \sigma - \varrho + \pi + \eta = 0 & \zeta + \sigma + \mu = 0. \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots (91)$$

Uit (89) en (91) vindt men

$$\left.\begin{array}{lll} \alpha = - \; 0''.04 & \varepsilon = - \; 0''.07 & \lambda = + \; 0''.04 \\ \beta = + \quad 14 & \zeta = - \quad 1 & \mu = - \quad 1 \\ \gamma = + \quad 4 & \eta = - \quad 13 & \pi = + \quad 14 \\ \delta = - \quad 7 & \vartheta = + \quad 7 & \varrho = + \quad 3 \\ & & \sigma = + \quad 2, \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots (92)$$

welke correcties van (86) het stel (87) maken.

De groepen I en II geven, op dergelijke wijze behandeld, de vereffende waarden:

$$\left.\begin{array}{lll} 17-1 = - \; 4' \; 2''.64 & 12-1 = - \; 8' \; 6''.50 \\ 18-1 = - \; 4 \; 25 \; .07 & 13-1 = - \; 8 \; 7 \; .53 \\ 19-1 = - \; 3 \; 11 \; .56 & 14-1 = - \; 5 \; 48 \; .76 \\ 18-17 = - \quad 22 \; .43 & 14-12 = + \; 2 \; 17 \; .74 \\ 19-17 = + \quad 51 \; .08 & 14-13 = + \; 2 \; 18 \; .78. \end{array}\right\} \ldots\ldots (93)$$

§ 57. De definitieve lijst der declinatieverschillen voor het midd. aeq. 1895.0 (epoche 1895.1) is dus

2−1	+ 3′ 27″.58	14−1	− 5′ 48″.76	25−1	+ 3′ 8″.74
3−1	+ 3 24 .95	15−1	− 4 44 .41	26−1	+ 1 59 .89
4−1	+ 2 34 .95	16−1	− 3 39 .83	27−1	+ 31 .24
5−1	+ 2 37 .99	17−1	− 4 2 .64	29−1	+ 2 45 19
6−1	+ 2 0 .99	18−1	− 4 25 .07	30−1	+ 6 46 .91
7−1	+ 1 25 .79	19−1	− 3 11 .56	31−1	+ 9 45 .58
9−1	− 3 53 .59	21−1	− 4 57 .87	32−1	+ 6 11 .38
12−1	− 8 6 .50	22−1	− 1 50 .77	33−1	+ 3 48 .73
13−1	− 8 7 .53	23−1	− 32 .77	34−1	+ 3 42 .52

. . (94)

TWEEDE AFDEELING.

Uitmeting van Fotografische Platen.

HOOFDSTUK VII.

Het Instrument.

§ 58. Door de welwillendheid van Prof. H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, Directeur van de Leidsche sterrewacht, werd ik in staat gesteld, zes clichés van den sterrenhoop G. C. 4410 uit te meten. Twee er van waren mij, op verzoek van Prof. OUDEMANS, ter beschikking gesteld door Prof. SCHEINER te Potsdam, één door de Heeren HENRY te Parijs, twee door Dr. I. ROBERTS te Crowborough in Sussex. Deze vijf platen zijn van 8 tot 16 Mei 1896 door mij te Leiden uitgemeten. In Augustus zonden ook de gebroeders HENRY mij, daartoe door Prof. OUDEMANS uitgenoodigd, een tweede plaat; deze heb ik in November uitgemeten. Tevens heb ik toen van de gelegenheid gebruik gemaakt, om een reeks metingen van een der platen van SCHEINER te herhalen.

§ 59. Het leek mij niet alleen van belang, de platen te vergelijken met mijn in de eerste afdeeling vermelde uitkomsten van rechtstreeksche waarnemingen: ik wilde tevens de platen onderling vergelijken, om, zoo mogelijk, een oordeel te vormen over hun betrekkelijke deugdelijkheid. Met het oog daarop geschiedde de uitmeting van alle platen zooveel mogelijk onder dezelfde omstandigheden. Zoo heb ik nooit kunstlicht gebruikt, maar steeds alleen over dag gemeten. Door verschil in kleur en intensiteit van het invallende licht zou ik allicht de grootte der sterreschijfjes verschillend geschat hebben, iets dat waarschijnlijk verschil in de schatting van het midden mede zou brengen (vergelijk § 71).

§ 60. De beschrijving van het Leidsche meetinstrument ontleen ik in beknopten vorm aan de verhandeling van Prof. V. D. SANDE BAKHUYZEN, „Mesure des Clichés d'après la méthode des coordonnées rectangulaires," in het „Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel" (Tome I, bl. 164—204).

Doordat de heer LOEWY, Directeur der Parijsche sterrewacht, zoo welwillend was, mij op verzoek van Prof. OUDEMANS de platen [1]) der beide in die verhandeling voorkomende afbeeldingen in bruikleen af te staan, ben ik in staat gesteld, deze beide afbeeldingen van het Leidsche instrument (vertikale en horizontale projectie) ter verduidelijking der be-

[1]) De platen blijken niet meer geheel gaaf te zijn. Hoewel de afdrukken niet in alle opzichten even duidelijk zijn, heb ik toch niet geaarzeld, ze op te nemen, in de meening, dat ook een slechte afdruk nog verre staat boven een beschrijving zonder figuur.

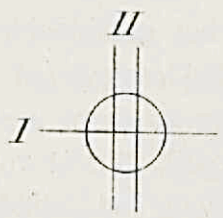
schrijving in mijn proefschrift op te nemen (zie achterin). In de twee platen worden dezelfde onderdeelen door dezelfde letters aangegeven.

Het cliché A, stevig op de plaat B bevestigd, wordt van onderen verlicht door een spiegel, die het daglicht door de cirkelvormige opening C werpt. De plaat B is in haar vlak draaibaar en kan met de hand in een willekeurigen stand gezet worden; de positiecirkel E wordt door twee diametraal tegenover elkaar geplaatste mikroskopen, waarvan er één in F zichtbaar is, afgelezen. De plaat kan verder langs den cylinder H door middel van het tandrad K en de getande staaf L rechtlijnig voortbewogen worden; het bedrag der verplaatsing wordt op de schaal M afgelezen. Loodrecht op den cylinder H, en evenwijdig aan de plaat B, bevinden zich twee sporen P, waarlangs de meetmikroskoop N met behulp van de inrichting Q (tandrad en getande staaf) verschuiven kan. Door deze beide, onderling loodrecht gerichte bewegingen kan elk punt van het cliché in het veld van den mikroskoop N gebracht worden. Nadat dan de zich in N bevindende draden zijn ingesteld (zie § 62), en de trommel is afgelezen, geeft men door middel van den hefboom T aan den mikroskoop een kleine draaiing om een as S, evenwijdig aan de sporen P. De mikroskoop komt daardoor in den stand N' en is nu op de millimeterschaal W gericht, gelegen op de brug X, die de opening C en het cliché overspant, zonder het in zijn beweging te hinderen. De draden van N worden nu op de naastbijzijnde streep van de schaal W ingesteld. Het verschil der beide trommelaflezingen geeft voor de gemeten ster de waarde van één coördinaat, evenwijdig aan de sporen P, ten opzichte van een onbekend, maar constant nulpunt. De tweede coördinaat wordt niet afgelezen, of alleen bij benadering (op de schaal M), om later voor de uitgemeten sterren de bijeenbehoorende coördinaten te kunnen identificeeren.

De *juiste* bepaling dezer tweede coördinaat geschiedt dan, nadat de plaat B, met behulp van de beide mikroskopen F, 90° is gedraaid.

§ 61. De gang van werkzaamheden was aldus: Allereerst werd het lenzenstelsel in den mikroskoop N zóo geregeld, dat 10 revoluties van den schroefkop overeenkwamen met den afstand der strepen 60 en 61 op de schaal W. Met behulp van een paar sterren van bekenden positiehoek en van den positiecirkel E werd — in eerste benadering — de plaat georienteerd. Behalve de 28 sterren, die in de eerste afdeeling genoemd zijn, werden nog 8 „normaalsterren" (étoiles de repère), in een kring rondom den sterrenhoop G. C. 4410 gelegen, uitgemeten. Een reeks van metingen bestaat dus uit de instelling en aflezing, in één richting, van 28 + 8 sterreschijfjes. Vóor en na de metingen werd op de strepen 60 en 61 van de schaal W de gang van de mikrometerschroef N bepaald; op elk der beide strepen stelde ik driemaal in.

§ 62. In het veld van den mikroskoop N zijn drie draden zichtbaar, één draad I evenwijdig aan de schaal W, dus aan de richting der uit te meten coördinaten, en twee draden II, loodrecht op den draad I. De afstand der beide draden II bedraagt $0^r.595$ en vertegenwoordigt dus 0.0595 mm. op de schaal. Met behulp van de tandraderen K en Q, die plaat en mikroskoop in twee onderling loodrechte richtingen bewegen, werd de te meten ster zóo in het veld van den mikroskoop gebracht, dat de draad I het schijfje halveerde, terwijl het midden der draden II zich schijnbaar iets rechts, dus in werkelijkheid iets links van het midden van het schijfje bevond; de instelling op het midden geschiedde ten slotte door de schroef van den meetmikroskoop zoo te draaien, dat de aflezing aangroeide. Ik trachtte rechts en links gelijke segmenten te schatten:



De instelling der draden *II* op het midden werd twee malen achtereen gedaan; vervolgens werd de mikroskoop door den hefboom T in den stand N' gebracht en éenmaal ingesteld op de naastbijzijnde streep. Deze laatste instelling is zeer veel nauwkeuriger dan die op het schijfje: de dikte der deelstrepen is naar schatting $0^r.45 = 0.045$ mm., zoodat de streep zich nauwkeurig tusschen de beide draden *II* laat brengen. Daar, zoo ik met het rechter oog in den mikroskoop, met het linker naar de schaal keek, de afstand der draden *II* met ongeveer 2.8 mm. overeenkwam, is de gebruikte vergrooting $^{2.8}/_{0.06} = 47$ maal.

§ 63. De „gang"-bepaling leerde mij, dat de *m.f.* van één instelling op de streep 0.0003811 mm. is. De vergelijking der beide instellingen op het schijfje leverde middelbare fouten, die ik gerangschikt heb naar de gemiddelde grootte der schijfjes, daarbij tusschen de verschillende platen geen onderscheid makende. De platen van Henry vertoonen de kleinste der voorkomende schijfjes, die van Roberts de grootste (middellijnen resp. 0.079 en 0.382 mm.).

In de hierbij gevoegde tabel bevat de eerste kolom de middellijn van verschillende schijfjes, in millimeters, de tweede en de derde, eveneens in millimeters, de gemiddelde *m.f.* van één instelling en van het gemiddelde van twee instellingen, de vierde het aantal der middelbare fouten, die tot de vorming van het gemiddelde hebben medegewerkt. Voor de hoofdster N° 1 geef ik de gemiddelde *m.f.* van instelling voor de platen van Scheiner (S), Henry (H) en Roberts (R) afzonderlijk op.

		Middellijn	Één instelling	Gem. van 2 inst.	Aantal	
		0.096	0.000684	0.000484	14	
		122	688	487	17	
		139	787	557	18	
		156	738	522	16	
		174	858	607	18	
		202	871	616	18	
		235	996	704	18	. . . . . (95)
		256	1074	760	15	
		275	1000	708	18	
		336	1161	821	16	
N° 1	S	241	1127	797	24	
N° 1	H	187	905	640	24	
N° 1	R	313	1053	745	25	

Gemiddeld is voor N° 1 de *m. f.* van het gemiddelde van twee instellingen 0.000730 mm.

Zeer waarschijnlijk is de onregelmatigheid (zie § 74) der kleine schijfjes van HENRY tegenover den meestal zuiver ronden vorm der grootere beelden van SCHEINER oorzaak, dat voor de instelling de kleine schijfjes betrekkelijk gering voordeel boven de grootere vertoonen. Systematische fouten in de schatting van het midden zijn bovendien bij onregelmatige schijfjes eer te vreezen.

Gemiddeld is de *m. f.* van één instelling 0.000906 mm , van het gemiddelde van twee instellingen 0.0006405 mm.

§ 64. Ofschoon aan het begin en aan het eind van elke reeks de temperatuur van den toestel werd afgelezen, is deze grootheid verder buiten beschouwing gebleven, en wel op de volgende gronden:

1°. Een verschil in uitzetting tusschen het staal der mikrometerschroef en het zilver van de schaal *W* kan geen invloed uitoefenen, omdat de waarde van één revolutie vóór en na een reeks van metingen door de schaal *W* zelf bepaald werd.

2°. Een verschil in uitzetting tusschen het glas der plaat en de schaal *W* heeft tot gevolg, dat zoo twee platen op verschillende temperatuur zijn uitgemeten, de schaalwaarde voor deze beide verschillend is. Echter wordt de schaalwaarde *ten slotte* door de plaat zelf, nl. door de normaalsterren, gevonden.

3°. Daar echter de normaalsterren *niet vóór en na* de sterren van de groep G. C. 4410 zijn gemeten, is alleen te vreezen een verandering van temperatuur gedurende een reeks van waarnemingen. In het algemeen bedroeg deze verandering nog geen graad, zeer zelden 2° C. Ik moet echter een uitzondering maken voor de data 4 Nov. ('s morgens) en 6 Nov. ('s namiddags). Toen werd de kachel juist bij het begin der metingen aangelegd, en steeg dientengevolge de temperatuur van 10°.0 op 14°.7 en van 9°.1 op 12°.9.

Neemt men, als ruwe benadering, voor zilver en glas als gemiddelde uitzettingscoëfficienten 0.000019 en 0.000009, dan is voor 4° temperatuursverhooging een coëfficient 0.00004 in rekening te brengen. Kwam derhalve het totale temperatuursverschil in aanmerking, dan zou de grootste gemeten afstand (30′) een fout van 0′.0012 = 0″.072 hebben, welke fout ten slotte weer sterk verkleind op de sterren van de te meten groep zelf overgaat.

§ 65. De ster N° 1 is steeds drie malen uitgemeten: aan het begin, in het midden en aan het eind van elke reeks. De overeenkomst der drie resultaten kon mij een oordeel geven omtrent de onveranderlijkheid van de ligging der plaat. Uit hetgeen in § 63 omtrent de *m. f.* van één instelling op de schijf N° 1 en op de streep is medegedeeld, volgt, dat de *m. f.* van één totale meting gemiddeld

$$\sqrt{(0.000730)^2 + (0.0003811)^2} = 0.000824 \text{ mm.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (96)$$

is, afgezien van de fout in de deelstreep, en van de fout in mijn schatting van het midden. Deze beide fouten komen niet in aanmerking, zoo ik 3 malen steeds *hetzelfde* schijfje bij *dezelfde* deelstreep vergelijk. De rechtstreeksche vergelijking der drie uitkomsten levert echter een *m. f.* van 0.001208 mm., die derhalve 1.47 maal zoo groot is als de verwachte *m. f.* 0.000824 mm. Voor een groot deel zal deze grootere *m. f.* wel toe te schrijven zijn aan een wijziging van het oordeel gedurende een reeks van metingen: het is a priori te verwachten, dat twee onmiddellijk op elkaar volgende instellingen op een betrekkelijk lastig voorwerp, zooals een groot, niet geheel scherp begrensd, soms iets of wat onregelmatig sterreschijfje is, grooter onderlinge overeenstemming zullen vertoonen dan twee door

een tusschenruimte van 45 minuten gescheiden metingen. Bovendien kan ook nog de niet volkomen onveranderlijkheid van de ligging der plaat een rol spelen. Het feit echter, dat de afwijkingen der drie resultaten zoo weinig systematisch zijn, heeft mij doen besluiten, eenvoudig het gemiddelde te nemen.

§ 66. Ik heb het gedeelte van de mikrometerschroef, begrepen tusschen de aflezingen — 5 en + 5 revoluties, op periodieke en voortgaande fouten onderzocht. Andere gedeelten kwamen niet in aanmerking. Steeds werd namelijk de ster zoo dicht mogelijk bij de aflezing 0 revoluties ingesteld, zoodat de dichtstbijzijnde streep (10 rev. = 1 mm.) hoogstens vijf revoluties van dit punt verwijderd was.

Een der twee mikroskopen F werd stevig vastgemaakt in het midden van de cirkelvormige opening C, die bij het uitmeten van den sterrenhoop de plaat droeg; deze mikroskoop heeft een mikrometerschroef, die een dubbelen draad beweegt. De vergrooting van den mikroskoop N werd nu zóo geregeld, dat de beide draden van F den dubbeldraad van N schenen te omvatten ‖ ‖; het gebruikte oculair gaf een vergrooting, die ik op ongeveer 70 schatte.

Door den schroefkop van F beurtelings op de aflezingen $0^r.000$ en $0^r.157$ te stellen, werd een afstand verkregen, ongeveer gelijk aan $^1/_3$ revolutie van de schroef N. Elke instelling werd twee malen achtereen gedaan. Met behulp van het tandrand Q, dat den mikroskoop langs de sporen P beweegt, kon het gekozen interval van $^1/_3$ revolutie uitgemeten worden bij elk willekeurig beginpunt. Ik koos als beginpunt achtereenvolgens zes punten van den omtrek des trommels N en mat derhalve over alle 10 revoluties den gekozen afstand 2×60 maal. Het interval, begrepen tusschen de aflezingen $0^r.000$ en $0^r.157$ der schroef F bleek iets grooter te zijn dan $^1/_3$ revolutie. Ik heb daarom later den schroefkop F steeds beurtelings op de aflezingen $0^r.000$ en $0^r.150$ gesteld, waardoor het interval van 0.3436 op 0.3321 revoluties van de schroef N werd gebracht.

§ 67. De resultaten zijn te zien uit de volgende tabel, waarin de eerste kolom de beginpunten bevat, de bovenste rij de aflezing der geheele revoluties, de onderste rij het uitgemeten interval; de afwijkingen van deze gemiddelden zijn, uitgedrukt in deeltjes van den schroefkop ($1^d = 0.01$ revolutie), in de tabel bijeengevoegd. Uit een vergelijking der beide instellingen volgt, dat de opgegeven afwijkingen een *m. f.* $0^d.286$ hebben.

	− 5	− 4	− 3	− 2	− 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	Gemiddeld	
$0^d.00$	$+0^d.93$	$+0^d.03$	$+0^d.31$	$+0^d.26$	$-0^d.97$	$+0^d.31$	$0^d.00$	$+0^d.42$	$+0^d.32$	$-0^d.37$	$+0^d.12$	
0 .17	+ 8	+ 3	+ 6	− 14	− 22	+ 26	− 55	− 53	− 8	+ 8	− 10	
0 .33	− 32	+ 3	− 49	+ 16	+ 33	+ 26	− 5	− 3	+ 27	− 17	0	(97)
0 .50	+ 28	− 52	− 4	+ 16	+ 38	− 19	+ 35	− 78	− 28	+ 8	− 6	
0 .67	− 72	+ 73	− 24	+ 51	+ 33	− 29	+ 35	+ 72	− 43	+ 33	+ 13	
0 .83	− 27	− 32	+ 41	− 94	+ 18	− 34	− 10	+ 22	+ 22	+ 8	− 9	
Interval	34.47	34.12	34.54	34.49	34.17	33.09	33.30	33.18	33.33	33.17		

Gemiddeld $34^d.358$ $33^d.214$

De laatste kolom toont aan, dat de periodieke fouten der schroef te gering zijn, om het aanbrengen van correcties noodig te maken. De groote sprongen en onregelmatigheden, die de tabel vertoont, schijnen grootendeels aan de instellingsfout te liggen. Uit de tabel zelf volgt een *m. f.* ε, bepaald door

$$\left.\begin{aligned} 50\,\varepsilon^2 &= \Sigma v^2 = 925 \\ \varepsilon &= 0^d.430, \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (98)$$

welke waarde niet veel grooter is dan de boven langs anderen weg gevonden *m. f.* $\varepsilon = 0^d.286$.

Ook Prof. v. d. Sande Bakhuyzen vond (bl. 186 van de in § 60 aangehaalde verhandeling), dat de periodieke fouten praktisch onmerkbaar zijn.

§ 68. De voortgaande fouten van de schroef daarentegen heb ik niet willen verwaarloozen. Ik ging hierbij geheel als in § 66 te werk, met dit onderscheid natuurlijk, dat nu op den trommel van F een interval uitgekozen werd, gelijk aan een geheel aantal revoluties van de mikrometerschroef N. Ik koos achtereenvolgens intervallen van 2, 4 en 6 revoluties.

Wanneer het constante interval gelijk aan $a + x$ gesteld wordt, is a derhalve achtereenvolgens 2^r, 4^r, 6^r, x onbekend. Noemt men

$$Y_\mu = z\,(A_\mu - A_\lambda)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (99)$$

de correctie van de aflezing A_μ (waarin dan A_λ nulpunt is), dan krijgt een interval $A_\mu - A_\nu$ de correctie $Y_\mu - Y_\nu$, en wordt

$$x = A_\mu - A_\nu - a + 2z\,(A_\mu - A_\nu)\,[{}^1\!/_2\,(A_\mu + A_\nu) - A_\lambda],$$

of, met voldoende nauwkeurigheid,

$$x = A_\mu - A_\nu - a + 2az\,[{}^1\!/_2\,(A_\mu + A_\nu) - A_\lambda]. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (100)$$

Bij het interval $a = 2^r$ waren de beginpunten achtereenvolgens

$$-6^r - 5 \ldots + 2 + 3 + 4^r,$$

bij het interval $a = 4^r$:

$$-7^r - 6 \ldots\ldots + 2 + 3^r,$$

bij het interval $a = 6^r$:

$$-8^r - 7 - 6 \ldots\ldots + 2^r.$$

In de drie reeksen van metingen vond ik:

a	x	z	Gewicht
2^r	$+\ 0^r.0075$	$+\ 0^r.000318$	1
4	+ 79	+ 376	2
6	+ 138	+ 287^5	3

$\ldots\ldots$ (101)

Het gemiddelde, met inachtneming der gewichten uit de laatste kolom, is $z = + 0^r.000322$, uit welke waarde dit lijstje van correcties volgt:

Aflezing	Correctie
0^r	$0^d.00$
$\pm$ 1	+ 3
2	+ 13
3	+ 29
4	+ 52
5	+ 80

. . . . . (102)

De voortgaande fouten zijn alleen in aanmerking genomen bij de instelling op de streep; de instelling op de ster viel namelijk steeds tusschen 0^r en 1^r, zoodat daarbij de voortgaande fouten onmerkbaar waren.

En bij het bepalen van den gang van den mikroskoop N werden steeds de aflezingen bij $+ 5^r$ verminderd met die bij $- 5^r$; welke twee aflezingen dezelfde correctie hebben.

§ 69. De projectiefout („Kippefehler") is door mij *niet* onderzocht.

Uit wat Prof. v. d. Sande Bakhuyzen hieromtrent heeft medegedeeld (Versl. en meded. der Kon. Ac. van Wet., 27 Juni 1896), blijkt, dat deze fout bij het Leidsche instrument niet alleen zeer klein is, maar bovendien zich mengt onder de schaalfout. De vereenigde invloed van horizontale en vertikale bochten der sporen P, waarlangs de mikroskoop N glijdt, is op 5 punten, ongeveer overeenkomende met de strepen 5, 30, 60, 90 en 115 der millimeterschaal W, resp.

$$+ 0^d.8 \quad + 0^d.4 \quad - 0^d.2 \quad - 0^d.4 \text{ en } - 0^d.5 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (103)$$

Ik heb deze fout *niet* in aanmerking genomen.

§ 70. De verdeelfouten der schaal W heb ik alleen aan een vluchtig onderzoek onderworpen, voornamelijk om een oordeel te hebben omtrent de $m.f.$ van een deelstreep.

Prof. v. d. Sande Bakhuyzen vond hiervoor (bl. 186 van de reeds meermalen aangehaalde verhandeling) $0^u.37 = 0''.0222$.

Ik heb alle millimeters tusschen de deelstrepen 50 en 72 uitgemeten, door de mikrometerschroef N van $- 5$ tot $+ 5$ revoluties en terug te bewegen. En dat wel twee malen.

De eerste maal stelde ik de streep 50 op $+ 5^r$ in, dus de streep 51 op $- 5^r$, vervolgens de streep 52 op $- 5^r$, en dus de streep 51 op $+ 5^r$, enz. De onevene millimeters werden derhalve uitgemeten door vooruitdraaien van de schroef, de evene door achteruitdraaien, met dien verstande echter, dat de instelling zelf ten slotte geschiedde door de schroef vooruit te bewegen. Bij de tweede rij van metingen werden de rollen verwisseld. Het verschil der gemeten millimeters met hun gemiddelde is in deze tabel bijeengebracht:

Millim.	I	II	Ge-middelde	Millim.	I	II	Ge-middelde
50—51	+ 0^d.21	+ 0^d.22	+ 0^d.21	61—62	+ 0^d.01	− 0^d.63	− 0^d.31
51—52	− 1.49	− 2.08	− 1.78	62—63	− 0.59	− 0.28	− 0.43
52—53	+ 0.76	+ 0.22	+ 0.49	63—64	+ 0.66	+ 0.67	+ 0.66
53—54	− 0.64	− 0.08	− 0.36	64—65	− 0.69	− 0.63	− 0.66
54—55	+ 1.16	+ 0.72	+ 0.94	65—66	+ 0.61	+ 1.47	+ 1.04
55—56	+ 0.31	+ 0.07	+ 0.19	66—67	− 1.19	− 0.88	− 1.03
56—57	− 2.09	− 1.38	− 1.73	67—68	+ 1.41	+ 1.07	+ 1.24
57—58	+ 0.91	+ 1.47	+ 1.19	68—69	− 0.99	− 1.28	− 1.13
58—59	− 1.44	− 1.38	− 1.41	69—70	+ 1.51	+ 0.57	+ 1.04
59—60	+ 0.16	+ 0.87	+ 0.51	70—71	+ 1.81	+ 1.42	+ 1.61
60—61	+ 0.36	+ 0.67	+ 0.51	71—72	− 0.79	− 0.93	− 0.86
Gemiddeld	10^r.0344	10^r.0063					

(104)

De som der kwadraten van de getallen der laatste kolom is 219417 (eenheid 0^d.01), waaruit voor de *m. f.* van één deelstreep

$$\sqrt{\frac{219417}{2 \times 21}} = 0^d.723$$

$$= 0.000723 \text{ mm.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (105)$$

volgt. Ik heb deze fout niet in rekening gebracht, omdat ik niet in de gelegenheid was, een uitvoerig onderzoek omtrent elk der deelstrepen afzonderlijk in te stellen. Men zie echter § 71.

Ter vergelijking diene nog, dat DONNER (Bulletin .... de la Carte du Ciel, Tome II, bl. 431) voor den Helsingforser meettoestel, die ook door de firma Repsold is geleverd, als maximumfout van een deelstreep $2^\mu.5$ vond.

HOOFDSTUK VIII.

De Waarnemingen.

§ 71. Na het uitmeten van de 28 + 8 coördinaten werd de plaat 180° gedraaid en de reeks van metingen herhaald. De voordeelen van deze methode zijn groot genoeg, om het verdubbelen van dit deel van het werk te rechtvaardigen:

1°. wordt natuurlijk de *m. f.* van het instellen op schijf en streep in het gemiddelde van de beide reeksen $\sqrt{2}$ maal zoo klein. Vooral voor een lastig voorwerp als een vrij groote schijf is het van belang, dat de instelling herhaald wordt na een behoorlijke tusschenruimte. Het is duidelijk, dat het gemiddelde der beide metingen minder onder den invloed zal staan van de instellingsfout, dan wanneer ik slechts één reeks van metingen verricht had, maar in die reeks 4 malen had ingesteld.

2°. wordt door het 180° omleggen de ster bij een andere deelstreep vergeleken. Ook het bedrag, dat de fout der deelstreep tot de *m. f.* van een resultaat bijdraagt, wordt dus door $\sqrt{2}$ gedeeld.

3°. kan mijn schatting van het midden van een schijfje van het ware midden afwijken. Waarschijnlijk heeft de afwijking voor hetzelfde schijfje steeds hetzelfde teeken, maar varieert ze in grootte bij schijfjes van verschillende grootte. De fout wordt derhalve niet geëlimineerd, doordat ik alle aflezingen der 35 sterren ten slotte met die van N° 1 verminder; wel wordt ze geëlimineerd door het omleggen der plaat, wanneer men althans mag aannemen, dat bij de tweede reeks van metingen mijn oordeel omtrent de plaats van het midden van een schijfje sedert de eerste reeks niet is veranderd.

§ 72. De hier volgende tabel bevat verschillende bijzonderheden omtrent de zes platen. De kolommen bevatten achtereenvolgens: het nummer der plaat, den datum van de fotografische opname, den naam van den opnemer, de middelbare rechte klimming en declinatie α en δ (1895.0) en den uurhoek t van het centrum der plaat, den duur τ der expositie en eindelijk den datum van het uitmeten.

Plaat	Datum	Opnemer	α	δ	t	τ	1896
I	13 Juni 1895	A. Schwassmann	$18^u21^m46^s$	$+ 6°21'.6$	$+ 0^u\ 3^m.8$	30^m	8 Mei en 6 Nov.
II	22 „ „	J. Scheiner	22 8	27.3	− 0 7 .1	30	9 en 10 Mei
III	15 Oct. „	Gebr. Henry	21 58	25.3	+ 3 2	20	11 en 12 Mei
IV	10 Juli 1896	„	22 30	28.1	+ 0 13	10	3 en 4 Nov.
V	11 Aug. 1895	I. Roberts	21 59	24.8	+ 1 31	16	15 en 16 Mei
VI	12 „ „	„	22 2	25.3	+ 0 41	40	13 en 14 „

(106)

De platen van Prof. Scheiner (I en II) zijn te Potsdam genomen (geografische breedte $\varphi = + 52°22'56''$), die van de gebroeders Henry te Parijs ($\varphi = + 48°50'11''$), die van Dr. Roberts te Crowborough ($\varphi = + 51°3'7''$). De coördinaten van het centrum heb ik gevonden door het snijpunt van de diagonalen der plaat te vergelijken bij de ster N° 1. Voor de coördinaten van N° 1 ten opzichte van het centrum vond ik:

	Rechte kl. (X)	Decl. (Y)
I	+ 0'.25	+ 3'.70
II	− 5.25	− 2.00
III	− 2.75	0.00
IV	− 10.75	− 2.80
V	− 3.00	+ 0.50
VI	− 3.75	0.00

. . . . . (107)

§ 73. De platen van Potsdam hebben een net, dat ik echter ongebruikt heb gelaten. Niet alleen zijn volgens verschillende waarnemers (Oppenheim, Ausmessung des Sternh. G. C. 1166 nach phot. Aufnahmen; Publ. der v. Kuffner'schen Sternw., Bd. III, bl. 273) de vervormingen der lichtgevoelige laag en de onregelmatigheden, aan fouten in het objectief van den gebruikten fotografischen kijker te wijten, te klein om invloed uit te oefenen, maar bovendien missen de platen van Henry en Roberts het net, en was het mij niet alleen te doen om de uitmeting van den sterrenhoop G. C. 4410, maar ook om een vergelijking der zes platen, uit drie verschillende bronnen afkomstig.

De benaderde orientatie der platen I en II geschiedde door dit net. De schaalwaarde is, zooals een voorloopig onderzoek leerde, vrij wel die welke door het „Comité international permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel" voorgeschreven is: 1 mm. = 1'.

Als normaalsterren koos ik behalve N° 1 (BD + 6°.3763) de sterren:

$$\left.\begin{array}{lll} b = \text{BD} + 5°.3735 & (9^m.2) \\ c = \quad + 5\ .3744 & (8\ .6) \\ d = \quad + 5\ .3729 & (8\ .9) \\ f = \quad + 6\ .3741 & (8\ .9) \\ g = \quad + 6\ .3752 & (9\ .2) \\ h = \quad + 6\ .3773 & (7\ .7) \\ k = \quad + 6\ .3799 & (9\ .0) \\ l = \quad + 6\ .3804 & (8\ .7). \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (108)$$

Ze zijn in een kring symmetrisch om den sterrenhoop G. C. 4410 gelegen; de grootste afstand van het centrum bedraagt ongeveer 30′.

Ofschoon de beelden op SCHEINERS platen groot zijn, en dus het schatten van het midden veel zorg vereischte, leverde de meting ten slotte toch vrij goede resultaten; hoofdzakelijk heb ik dit te danken aan het feit, dat de meeste sterreschijfjes zuiver rond, en vrij scherp begrensd waren.

§ 74. De platen van HENRY hebben geen net. De ruwe orientatie geschiedde met behulp van de sterren N° 16 en *h*. De schijfjes zijn wel kleiner dan op de Potsdamsche platen, maar daarentegen minder scherp begrensd en onregelmatiger, zoodat de instelling op het midden niet veel in nauwkeurigheid wint.

Voor de schaalwaarde der Parijsche platen vond ik door een benaderde vergelijking met die van SCHEINER in rechte klimming 1 mm. = 0′.99455,
in declinatie = 0 .99486,
gemiddeld = 0 .99471. . . . . (109)

De normaalsterren zijn die van § 73.

§ 75. De platen van ROBERTS waren zeer lastig te meten, niet zoozeer wegens de grootte der sterreschijfjes (waarover men de volgende § zie), als wel wegens hun onregelmatigen vorm. Op de meest bruikbare der twee platen, die van 12 Aug., zijn alle schijfjes zeer duidelijk elliptisch; de korte as is gericht volgens den declinatiecirkel.

Verder bleken de sterren N° 15, 5 en 31 een begeleider te hebben, welks beeld slechts even buiten het beeld der hoofdster uitsteekt: ik schatte zoo goed mogelijk het middelpunt van de hoofdster. Maar bovendien lag bij de meeste sterren het lichtzwaartepunt niet in het midden van het schijfje. De normaalsterren *b*, *c*, *d* en *f* vertoonden zelfs zulke pluimen, dat ik ze heb moeten verwerpen. Ik heb toen nog slechts één ster, $m = \text{BD} + 6°.3744$ ($9^m.2$) in de omgeving van den sterrenhoop kunnen vinden, die een dragelijk beeld vertoonde.

Plaat V is zoo goed als onbruikbaar. Niet alleen alle normaalsterren, maar ook 16 van de 28 sterren van de groep zelf vertoonden zulke pluimen, dat de meting bijna niet te doen was. Al dadelijk heb ik de sterren *c*, *d*, *f* en *m* verworpen. Ook op deze plaat zijn N° 15 en N° 5 dubbelsterren; van N° 31 was de dupliciteit niet te zien.

De orientatie der platen van ROBERTS geschiedde door de sterren N° 26 en *h*. Als benaderde schaalwaarde vond ik in rechte klimming 1 mm. = 1′.36269,
in declinatie = 1 .36253,
gemiddeld = 1 .36261. . . . . (110)

§ 76. Ik kom in deze § nog even op de grootte der sterreschijfjes terug. Gemiddeld zijn die van de Parijsche platen de kleinste; tevens nemen deze schijfjes voor zwakkere sterren sneller in grootte af. De schijfjes van ROBERTS' platen zijn de grootste en vertoonen tevens het geringste onderscheid tusschen heldere en zwakke sterren.

Een en ander blijkt duidelijker uit het volgende lijstje. Ik heb evenals in § 35 de 28 sterren van de groep G. C. 4410 tot 6 grootteklassen gebracht. Voor de verschillende grootten, in de eerste kolom genoemd, zijn, in millimeters, de middellijnen der sterreschijfjes opgegeven.

Grootte \ Plaat	I	II	III	IV	VIα	VIδ
8.5	0.262	0.233	0.185	0.223	0.332	0.320
8.75	210	191	138	174	295	281
9.05	206	184	138	168	289	275
9.25	186	161	120	149	266	256
9.5	167	145	110	131	262	251
10.0	149	128	093	114	248	236

. . . (111)

De plaat V heb ik om de slechte beelden buiten beschouwing gelaten, van plaat VI om de ellipticiteit der beelden de rechte-klimmingrichting en de declinatierichting afzonderlijk opgenomen.

Het afnemen der schijfjes met de helderheid der sterren blijkt beter uit de volgende tabel, waarin alle getallen door die der eerste rij zijn gedeeld.

Grootte \ Plaat	I	II	III	IV	VIα	VIδ
8.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8.75	0.80	0.82	0.75	0.78	0.89	0.88
9.05	0.79	0.79	0.75	0.75	0.87	0.86
9.25	0.71	0.69	0.65	0.67	0.80	0.80
9.5	0.64	0.62	0.59	0.59	0.79	0.78
10.0	0.57	0.55	0.50	0.51	0.75	0.74

. . . (112)

§ 77. Elk der beide reeksen metingen van één coördinaat (zie § 71) werd gecorrigeerd voor de voortgaande fouten der schroef (§ 68) en voor den gang van de mikrometerschroef N; vervolgens liet ik de zwaartepunten der beide reeksen samenvallen en middelde ze tot één. Nadat ten slotte door de factoren 1.00000 (SCHEINER), 0.99471 (HENRY) en 1.36261 (ROBERTS) millimeters in boogminuten waren omgezet, ontstond de tabel VII (zie achterin) der coördinaten X (rechte-klimmingrichting) en Y (declinatierichting). De coördinaten der ster N° 1 zijn van alle andere afgetrokken, zoodat N° 1 als oorsprong te beschouwen is.

Ofschoon de resultaten uitgedrukt zijn in minuten boogs, kan eerst later uit de normaalsterren blijken, in hoeverre 1 mm. werkelijk $= 1'$ is, en tevens, in hoeverre de orientatie der verschillende platen nog verandering moet ondergaan.

§ 78. Behalve de in § 71 onder 1° en 2° genoemde fouten zijn in de getallen der tabel VII deze fouten te verwachten:

4°. de projectiefout (§ 69);

5°. de werkelijke fout in de plaats der schijfjes, te wijten aan onregelmatigheden in het objectief of aan vervormingen der lichtgevoelige laag;

6°. de fout in de plaats van het middelpunt of het lichtzwaartepunt der schijfjes, veroorzaakt door hun onregelmatigen vorm,

en 7°. eenige kleinere fouten, veroorzaakt door de verwaarloozing der periodieke schroeffouten; door onjuiste bepaling der voortgaande schroeffouten; doordat de gang van de mikrometerschroef N bepaald is op het interval tusschen twee deelstrepen, welker fout onbekend is, enz.

Wat de projectiefout betreft, deze mengt zich (§ 69) onder de door normaalsterren definitief te bepalen fout in de schaalwaarde. Ziet men af van de onder 7° genoemde kleinere fouten, dan moet men, behalve de onder 5° en 6° genoemde systematische fouten, waarvan a priori niets te zeggen is, in een dubbelgemeten coördinaat de fouten verwachten, in § 71 1° en 2° genoemd, en wel na deeling door $\sqrt{2}$.

Daar hetgeen de platen van HENRY boven die van SCHEINER vóor hebben door de schaalwaarde en door de geringere afmetingen der schijfjes, opgewogen wordt door hun grootere onregelmatigheid en door hun minder scherpe begrenzing, zal ik de vier platen I, II, III en IV gezamenlijk behandelen.

Zoo ik (§ 63) de grootte 0.336 uitzonder, die op deze platen niet voorkomt, is de gemiddelde *m. f.* van het gemiddelde van twee instellingen 0.0006091 mm. $= 0'.0006091$. Voor ROBERTS' platen zonder ik echter de grootten 0.096 tot 0.202 uit, en vind dan als *m. f.* van het gemiddelde van twee instellingen 0.0007494 mm. $= 0'.001021$. De *m. f.* van een deelstreep is $0'.000723$ (§ 70), de *m. f.* van de instelling op een deelstreep $0'.0003811$ (§ 63).

§ 79. Uit een en ander volgt voor de *m. f.* van een dubbelgemeten coördinaat, zoo ik de in § 78 onder 5° en 6° vermelde systematische fouten buiten beschouwing laat, voor de platen van SCHEINER en HENRY:

$$\left.\begin{aligned} \sqrt{\tfrac{1}{2}}\,\{(0.0006091)^2 + (0.000723)^2 + (0.0003811)^2\} &= 0'.000721, \\ \text{voor de platen van ROBERTS:} & \\ \sqrt{\tfrac{1}{2}}\,\{(0.001021)^2 + (0.000723)^2 + (0.0003811)^2\} &= 0'.000925. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (113)$$

Wat nu de ster N° 1 betreft, uit de tabel (95) blijkt, dat de *m. f.* van instelling op de platen van ROBERTS nog kleiner is dan op die van SCHEINER. Ik neem dus eenvoudig het gemiddelde:

$$\begin{aligned} 0.000730 \text{ mm.} &= 0'.000730 \text{ (SCHEINER \& HENRY)}, \\ &= 0'.000995 \text{ (ROBERTS)}. \end{aligned}$$

Daar N° 1 driemaal bij dezelfde deelstreep is vergeleken, wordt de *m. f.* van een dubbelgemeten coördinaat:

$$\left.\begin{aligned} \sqrt{\tfrac{1}{2}}\left\{\frac{(0.000730)^2 + (0.0003811)^2}{3} + (0.000723)^2\right\} &= 0'.000612 \text{ (S. en H.)}, \\ \text{en } \sqrt{\tfrac{1}{2}}\left\{\frac{(0.000995)^2 + (0.0003811)^2}{3} + (0.000723)^2\right\} &= 0'.000671 \text{ (R.)}. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (114)$$

Uit (113) en (114) volgt dan ten slotte, dat ik in de coördinaten der tabel VII, behalve de in § 78 onder 5° en 6° genoemde systematische fouten, een *m. f.* verwachten moet,

$$\left.\begin{array}{l}\text{voor de platen I, II, III en IV gelijk aan } 0'.000945,\\ \text{voor de platen V en VI gelijk aan } 0'.001143.\end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (115)$$

§ 80. De beide resultaten, die tot het vormen van de tabel VII hebben medegewerkt, hebben een verschil, dat juist volkomen vrij is van de systematische fouten van § 78, en eveneens van de projectiefout, maar dat daarentegen de fout, in § 71 onder 3° genoemd, tot het dubbele bedrag laat zien. In een enkelgemeten coördinaat kan ik derhalve, van dit verschil uitgaande, grooter *m. f.* verwachten dan

$$\left.\begin{array}{l}\sqrt{2} \times 0'.000721 = 0'.001020 \text{ (S. en H.)},\\ \text{en } \sqrt{2} \times 0'.000925 = 0'.001318 \text{ (R.)}.\end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (116)$$

Bij het laten samenvallen van de zwaartepunten der twee reeksen, uit welker gemiddelde de tabel VII is ontstaan, is een onbekende ingevoerd. De plaat I telt 36 sterren. De som der kwadraten van de 36 verschillen, die bij het vergelijken der beide reeksen gevonden worden, moet dus door 2×35 gedeeld worden, om de *m. f.* van een enkelgemeten coördinaat te leveren.

Langs dezen weg vind ik

$$\left.\begin{array}{l}0'.001895 \text{ (S. en H.)},\\ \text{en } 0'.001874 \text{ (R.)}.\end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (117)$$

HOOFDSTUK IX.

Reductie der metingen.

§ 81. Correctie der coördinaten van tabel VII voor refractie en aberratie.

De refractiecorrecties heb ik aangebracht volgens de formules van Prof. v. d Sande Bakhuyzen (Bull. . . . de la Carte du Ciel, Tome I, bl. 179):

$$\left.\begin{aligned} R_x &= k\,X(1+H^2) + k\,H\,Y(G - tg\,\delta),\\ R_y &= k\,H\,X(G + tg\,\delta) + k\,Y(1+G^2). \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (118)$$

Hierin is

$$\left.\begin{aligned} G &= cot\,(\delta + N) = tg\,\zeta\,cos\,q,\\ H &= \frac{tg\,t\,sin\,N}{sin\,(\delta+N)} = tg\,\zeta\,sin\,q,\\ tg\,N &= cot\,\varphi\,cos\,t, \end{aligned}\right\}$$

terwijl φ de geografische breedte der plaats van waarneming, δ en t de declinatie en den uurhoek van het middelpunt der plaat beteekenen; $log\ k$, uit Bessels refractietafels met het argument ζ gevonden, wordt vermeerderd met 0.0066 (A. N. 3255), om van den visueelen op den fotografischen brekingsindex over te gaan, en gewijzigd naar de opgaven omtrent den stand van barometer en thermometers gedurende de pose.

De refractieconstanten R_x en R_y zijn berekend voor het middelpunt der plaat ($X = 0$, $Y = 0$), en bovendien voor twee punten, bepaald door $X = 0$, $Y = 30'$ en $X = 30'$, $Y = 0$.

Met behulp van deze drie waarden was het zeer gemakkelijk, in de refractieformules de termen der tweede orde mede te nemen. Ze zijn alleen merkbaar voor de sterren N° 30 en N° 31 en voor de normaalsterren; in maximo bedragen ze 0'.0005 (b en h op plaat III).

§ 82. De aberratiecorrecties heb ik aangebracht volgens de formules: [1])

$$\left.\begin{aligned} Q_x &= -\,m\,X\,cos\,\delta\,cos\,(M+\alpha) + p\,X\,sin\,\delta - m\,Y\,tg\,\delta\,sin\,(M+\alpha),\\ Q_y &= m\,X\,tg\,\delta\,sin\,(M+\alpha) - m\,Y\,cos\,\delta\,cos\,(M+\alpha) + p\,Y\,sin\,\delta. \end{aligned}\right\}$$

Hierin is

$$\left.\begin{aligned} m\,sin\,M &= A\,sin\,1'',\\ m\,cos\,M &= B\,sin\,1'',\\ p &= i\,sin\,1'', \end{aligned}\right\} \quad \ldots (119)$$

[1]) J. C. Kapteyn, „Corrections de réfr. et d'aberr. &c." (Bulletin . . . . de la Carte du Ciel, Tome III).

terwijl α en δ de rechte klimming en de declinatie van het midden der plaat beteekenen, en A, B en i de aberratiegrootheden uit den N. A. zijn. De termen der tweede orde in X en Y zijn weggelaten; ze bereiken hoogstens de waarde 0′.00002.

De hier volgende tabel geeft voor de zes platen de factoren der formules (118) en (119):

	I	II	III	IV	V	VI	
$k\,(1 + H^2)$	+0.000287	+0.000279	+0.000479	+0.000277	+0.000313	+ 0.000282	
$k\,H\,(G - tg\,\delta)$	+ 4	− 7	+ 278	+ 10	+ 97	+ 39	}
$k\,H\,(G + tg\,\delta)$	+ 5	− 9	+ 331	+ 12	+ 120	+ 49	}
$k\,(1 + G^2)$	+ 595	+ 577	+ 726	+ 506	+ 591	+ 552	} (120)
$-\,m\cos\delta\cos(M+\alpha) + p\sin\delta$	+ 20	+ 8	− 83	− 20	− 58	− 59	}
$-\,m\,tg\,\delta\,\sin(M+\alpha)$	− 11	− 11	+ 3	− 11	− 8	− 8	

De refractie- en aberratiecorrecties zijn vereenigd en in de tabel VIII (zie achterin) opgegeven. De eenheid is 0′.0001.

§ 83. Normaalsterren.

Van de in § 73 en § 75 genoemde normaalsterren heb ik aan zooveel catalogi als tot mijn beschikking stonden, plaatsen ontleend, om zoo mogelijk hun E. B. vast te stellen. Bovendien deelde mij Dr. E. Hartmann te Leipzig op mijn verzoek plaatsen der normaalsterren mede, voor zoover ze in de Leipziger A. G.-zonae voorkomen.

Ter reductie op 1895.0 werden de praecessieconstanten

$$\left.\begin{aligned} m &= 46''.08367 + 0''.0002849\ t \\ n &= 20''.05423 - 0''.0000863\ t \end{aligned}\right\} \quad (1875.0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (121)$$

gebruikt. Voor de groep G. C. 4410 (1895.0 : $\alpha = 18^u22^m$, $\delta = +\,6°25'$) volgt hieruit een saeculaire variatie van + $0^s.0011$ in rechte klimming en + 0″.4233 in declinatie.

Ik heb ten slotte alleen gebruikt den eersten Münchner catalogus M_1, waarin *alle* normaalsterren, en de Leipziger Zonae, waarin ze alle met uitzondering van de sterren der grootte 9.2 b, g en m voorkomen, en, daar het mij alleen om verschillen te doen was, niet getracht, door systematische correcties de verschillende catalogi op één systeem, b.v. dat der Astronomische Gesellschaft, te herleiden. Bij het bepalen eener E. B. uit zeer verschillende catalogi kunnen de systematische correcties evenwel niet verwaarloosd worden. Wat derhalve in de volgende § omtrent E. B. staat heeft weinig waarde: ik heb het echter niet willen weglaten, toen ik mijn verzuim bemerkte, omdat toen alle berekeningen al gedaan waren.

De metingen der platen zelf leveren trouwens met vrij groote zekerheid de fouten in de plaatsen der gebruikte normaalsterren (zie § 92).

§ 84. Ik geef nu voor 1895.0 de coördinaten van elke normaalster op. De eerste kolom geeft den naam van den geraadpleegden catalogus, de tweede het nummer der ster, de derde de epoche der waarneming, de vierde en de vijfde rechte klimming en declinatie voor 1895.0.

N° 1

Catalogus	Nummer	Epoche	α 1895.0	δ 1895.0
K	XVIII, 457	1823.65	$18^u21^m47^s.31$	+ 6° 25′ 20″.1
M_1	16316	58.61	47 .26	18 .6
Qu.	7498	68.36	47 .12	
Qu.	7498	68.52		19 .83
Val.	9	78.00	47 .211	20 .88
A. G.		83.57	47 .15	20 .5
		E. B.	− 0 .0026	+ 0 .013

b

M_1	16274	1842.11	18 21 5 .68	+ 5 56 7 .0

c

M_1	16324	1841.63	18 21 59 .22	+ 6 0 28 .2
A. G.		83.52	59 .62	29 .9
M_2	7420	84.60	59 .46	30 .6
		E. B.		+ 0 .045

d

M_1	16218	1842.59	18 19 58 .46	+ 5 56 28 .2
A. G.		86.48	58 .29	29 .0

f

M_1	16220	1841.98	18 19 59 .88	+ 6 43 36 .6
A. G.		84.07	59 .99	37 .2

g

M_1	16284	1842.60	18 21 16 .58	+ 6 47 53 .2
Qu.	7486	48.79	16 .21	
Sj.	6740	63.61	16 .05	47 .45
Qu.	7486	68.58		46 .19
Val.	57	78.00	16 .275	47 .43

h

Catalogus	Nummer	Epoche	α 1895.0	δ 1895.0
Ll	34096	1794.47	$18^u22^m\ 8^s.51$	+ 6° 56′ 52″.2
K	XVIII, 469	1823.65	9 .01	44 .7
M_1	16335	41.67	8 .56	45 .7
Gött.	4558	58.47	9 .13	47 .5
Gl.	4530	73.02	8 .62	
Gl.	4530	77.22		47 .35
A. G.		84.07	8 .72	46 .0

k

M_1	16392	1841.66	18 23 15 .86	+ 6 20 52 .0
Sj.	6763	63.61	15 .72	53 .5
Qu.	7519	65.55		53 .26
Qu.	7519	70.01	15 .77	
Val.	58	78.00	15 .923	52 .96
A. G.		83.58	15 .95	53 .3
		E. B.	+ 0 .0023	

l

K	XVIII, 500	1823.65	18 23 32 .725	+ 6 43 24 .7
M_1	16408	50.90	32 .81	24 .5
Val.	46	78.00	32 .733	23 .16
A. G.		83.91	32 .85	23 .0
		E. B.		− 0 .030

m

M_1	16244	1841.66	18 20 28 .55	+ 6 35 51 .1
M_2	7390	84.50	28 .67	54 .0

Ll = Lalande's Histoire céleste (1800), gereduceerd met von Astens tafels. Het nummer is dat van Baily's catalogus.
K = Bessels Königsberger Zonae (1825), gereduceerd met Luthers tafels. De nummers zijn die van Weisse's catalogus.
M_1 = Lamonts Münchner cat. (1880), uitgegeven door Seeliger en Bauschinger.
M_2 = tweede „ „ (1880) van Bauschinger.
Qu. = Brusselsche catalogus (1865) van Quételet.
A. G. = Leipziger Zonaewaarnemingen (1875), volgens het programma der Astronomische Gesellschaft.
Sj. = Schjellerups Stjernefortegnelse (1865).
Gött. = Klinkerfues' Göttinger catalogus (1860), uitgegeven door Schur.
Gl. = eerste Glasgower catalogus (1870) van Grant.
Val. = de in § 1 genoemde resultaten van Valentiner (1875).

Bij de sterren N° 1, c, k en l is de jaarlijksche E. B. medegedeeld, die ik uit de verschillende catalogi heb afgeleid, en waarmede de epoche op 1895.6 gebracht is. Bij de sterren b, d, f, g, h en m is geen E. B. in aanmerking genomen. Voor de sterren N° 1, c, d, f, h, k en l nam ik het gemiddelde van den catalogus M_1 en de Leipziger Zonaewaarnemingen; voor de sterren b en g alleen den catalogus M_1, voor de ster m het gemiddelde der beide Münchner catalogi M_1 en M_2.

De declinatie der sterren g en m heb ik niet gebruikt: uit de opgegeven waarden is zonder meridiaanwaarnemingen uit den nieuweren tijd niet op te maken, of een E. B. moet toegepast worden, ja dan neen.

§ 85. Ten slotte volgt hier het lijstje van de aangenomen plaatsen der normaalsterren (epoche 1895.6):

	α 1895.0	δ 1895.0
N° 1	$18^u\ 21^m\ 47^s.14$	$+\ 6°\ 25'\ 19''.9$
b	18 21 5 .68	+ 5 56 7 .0
c	18 21 59 .42	+ 6 0 30 .5
d	18 19 58 .37	+ 5 56 28 .6
f	18 19 59 .94	+ 6 43 36 .9
g	18 21 16 .58	
h	18 22 8 .64	+ 6 56 45 .9
k	18 23 15 .98	+ 6 20 52 .7
l	18 23 32 .83	+ 6 43 22 .9
m	18 20 28 .61	

(122)

§ 86. Uit de rechteklimming- en declinatieverschillen a en d van de normaalsterren met het middelpunt der plaat volgen, in minuten boogs, d. i. in millimeters, de coördinaten X en Y naar de formules van Prof. v. d. Sande Bakhuyzen (Bull .... de la Carte du Ciel, Tome I, bl. 181):

$$\left.\begin{aligned} Y &= d + \frac{\sin^2 {}^1\!/_2\, a}{\sin 1'} \sin 2\delta + {}^1\!/_2\, a^2 d \cos 2\delta \sin^2 1' + {}^1\!/_3\, d^3 \sin^2 1', \\ X &= (a + {}^1\!/_3\, a^3 \sin^2 1')\,(\cos\delta - Y \sin\delta \sin 1'). \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (123)$$

Daar $\frac{\sin {}^1\!/_2\, a}{\sin 1'} = \frac{a}{2} - \frac{a^3}{48} \sin^2 1'$ is, en de term $\frac{a^3}{48} \sin^2 1'$ in maximo de waarde ${}^1\!/_{21\,000}$ verkrijgt, heb ik den term $\frac{\sin^2 {}^1\!/_2\, a}{\sin 1'} \sin 2\delta$ vervangen door $\frac{a^2}{4} \sin 2\delta \sin 1'$.

Indien de formules (123) lineair in a en d waren, kon men, eenvoudiger, de verschillen met de ster N° 1 onmiddellijk in X en Y omzetten. De hoogere termen maken, dat men de coördinaten van N° 1 ten opzichte van het middelpunt der plaat in aanmerking moet nemen. Daar na de omzetting in X en Y N° 1 weer als oorsprong genomen wordt, behoeft bij het bepalen van de plaats van N° 1 ten opzichte van het centrum niet de

uiterste nauwkeurigheid in acht genomen te worden, een nauwkeurigheid trouwens, die ik toch niet zou kunnen bereiken. Immers zijn de coördinaten van het midden der platen door de waarnemers zelven slechts bij benadering opgegeven, en heb ik daarom in § 72 het midden iets nauwkeuriger trachten te vinden in de onderstelling, dat het snijpunt der diagonalen van de plaat wel niet ver van de optische as van het gebruikte fotografische objectief verwijderd zou zijn. Heeft een fout van b.v. 1′ in het nulpunt van coördinaten slechts geringen invloed op de waarde der hoogere termen in de formules (123), op de termen met δ, de declinatie van het centrum, heeft ze in het geheel geen invloed; immers verandert met den aangenomen oorsprong ook de waarde van Y, en heft derhalve de fout in $-Y \sin\delta \sin 1'$ die in $\cos\delta$, en eveneens de fout in $\frac{1}{2} a^2 d \cos 2\delta \sin^2 1'$ die in $\frac{a^2}{4} \sin 2\delta \sin 1'$ op.

§ 87. Het lijstje (107) in § 72 doet het centrum der plaat vinden uit de plaats der ster N° 1. De plaat is een afbeelding van den hemel, zooals hij zich, vervormd door de refractie, vertoont op het oogenblik der pose. Ik moet dus feitelijk niet de middelbare declinatie der ster N° 1 voor 1895.0 (§ 85) gebruiken, maar deze declinatie door toepassing der praecessie-, nutatie- en aberratietermen op den datum der waarneming herleiden, en eindelijk door een refractiecorrectie vergrooten.

Praecessie en nutatie oefenen nog op andere wijze invloed uit: ze wijzigen de richting der coördinaatassen, wijzigen dus de orientatie. Deze invloed kan buiten beschouwing blijven, daar de orientatie ten slotte door normaalsterren bepaald wordt.

Wat de hoogere termen in de formules (123) betreft, hierin kan, daar voor den sterrenhoop G. C. 4410 de declinatie slechts $+ 6°25'$ is, eenvoudig voor δ de middelbare declinatie voor 1895.0 genomen worden. Iets anders is het met den term, waarin de declinatie de hoofdrol speelt, den term $a \cos\delta$. In dezen term mag het verschil tusschen δ_a (de op den datum der pose herleide declinatie), δ_m (de van aberratie bevrijde declinatie δ_a) en δ_r (de door refractie vergroote declinatie δ_a) niet uit het oog verloren worden. Het verschil tusschen δ_r en δ_a verklaart het verschil in de refractieformules van Rambaut—Jacoby (A. N. 3125 en A. J. 350) en Prof. v. d. Sande Bakhuyzen; het verschil tusschen δ_m en δ_a dat in de aberratieformules van Prof. Bakhuyzen en Prof. Kapteyn. Wie de aberratieformules van Prof. Kapteyn gebruikt, moet a door $\cos\delta_m$ tot X reduceeren; wie Prof. Bakhuyzens aberratie- en refractiecorrecties toepast, door $\cos\delta_a$; wie eindelijk de refractie volgens Jacoby in rekening brengt, door $\cos\delta_r$.

Voor de volledigheid noem ik ook nog Turners refractieformules (M. N. LIV, bl. 19). Deze formules missen de orientatietermen $-k H Y tg\,\delta$ en $+k H X tg\,\delta$ (men zie de vergelijking (118)), en moeten derhalve gebruikt worden, zoo bij de voorloopige orientatie de plaat naar de ware, d. i. niet door refractie gewijzigde parallel gericht geweest is.

Daar de definitieve orientatie door normaalsterren gevonden wordt, kan het al of niet medenemen der termen $-k H Y tg\,\delta$ en $+k H X tg\,\delta$ het eindresultaat niet wijzigen.

§ 88. Het gebruik van normaalsterren heft echter den invloed, dien een fout in δ op den term $a \cos\delta$ heeft, op, natuurlijk mits men voor de reductie der te meten sterren dezelfde δ als voor de normaalsterren gebruikt. Daar namelijk alle grootheden a met dezelfde $\cos\delta$ vermenigvuldigd worden, komt een fout in de waarde van δ overeen met een fout in de schaalwaarde, die ten slotte toch uit de normaalsterren wordt gevonden.

Op grond hiervan heb ik in den term $\cos\delta$ eenvoudig de middelbare declinatie voor 1895.0

gebruikt, terwijl ik eigenlijk δ_m had moeten gebruiken; volgens § 81 en § 82 toch heb ik Prof. BAKHUYZENS refractieformules, Prof. KAPTEYNS aberratieformules toegepast.

§ 89. Om de in § 86 genoemde redenen heb ik alle platen afzonderlijk moeten behandelen; ik zal de berekening voor plaat I meer in extenso mededeelen. Zoo (§ 72) de coördinaten van N° 1 ten opzichte van het middelpunt der plaat

$$\left.\begin{aligned} a &= +\ 0'.2500 = +\ 1^s.00 \\ d &= +\ 3'.7000 = +\ 3'42''.0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (124)$$

zijn, volgt uit de in § 85 opgegeven plaats van N° 1, dat als declinatie van het middelpunt geldt:

$$\delta = +\ 6^\circ\ 21'\ 37''.9, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (125)$$

zoodat de in § 85 genoemde normaalsterren deze coördinaten ten opzichte van het middelpunt der plaat hebben:

	a	d
N° 1	+ 0'.2500	+ 3'.7000
d	− 26.9425	− 25.1550
f	− 26.5500	+ 21.9833
b	− 10.1150	− 25.5150
g	− 7.3900	+ 26.25
c	+ 3.3200	− 21.1233
h	+ 5.6250	+ 35.1333
k	+ 22.4600	− 0.7533
l	+ 26.6725	+ 21.7500

$\ldots\ldots\ldots$ (126)

Met behulp van de waarden

$$\left.\begin{aligned} \tfrac{1}{2}\ sin^2\ 1' &= 0.000\ 000\ 0282 \\ sin\ \delta\ sin\ 1' &= 0.000\ 03222 \\ log\ sin\ 2\delta\ sin\ 1' &= 5.8066 \\ \tfrac{1}{2}\ cos\ 2\delta\ sin^2\ 1' &= 0.000\ 000\ 0413 \\ cos\ \delta &= 0.993844 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (127)$$

vind ik dan de coördinaten X en Y ten opzichte van het centrum.

Ik heb er de coördinaten van N° 1 weer van afgetrokken en stel in de hier volgende tabel de resulteerende waarden van X en Y, en tevens de gebruikte δ van het centrum voor de platen I, II, III en IV samen.

	X				Y			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
d	− 27′.0464	0536	0512	0593	− 28′.8445	8404	8421	8363
f	− 26 .6156	6137	6149	6109	+ 18 .2955	3004	2985	3054
b	− 10 .3094	3151	3130	3205	− 29 .2140	2126	2131	2111
g	− 7 .5867	5827	5842	5787				
c	+ 3 .0534	0489	0506	0445	− 24 .8234	8241	8239	8249
h	+ 5 .3356	3411	3389	3468	+ 31 .4350	4336	4341	4326
k	+ 22 .0742	0731	0736	0723	− 4 .4452	4491	4477	4531
l	+ 26 .2417	2444	2434	2475	+ 18 .0623	0573	0591	0524
δ	+ 6° 21′ 37″.9	27′19″.9	25′10″.3	28′ 7″.9				

(128)

Bij de platen II, III en IV zijn alleen de decimalen opgegeven; de geheelen en de teekens zijn die van plaat I.

Ik heb de normaalsterren der platen V en VI achterwege gelaten, omdat ze te gering in aantal en te ongunstig over de platen verdeeld zijn, om met vrucht gebruikt te kunnen worden (zie § 75).

§ 90. De berekende coördinaten X en Y worden nu met de waarden der tabel VII, nadat daaraan de correcties der tabel VIII zijn toegevoegd, vergeleken ter bepaling van de nog overblijvende fouten in nulpunt, orientatie en schaalwaarde.

Ik geef aan de uitgemeten coördinaten X een correctie van den vorm

$$c + X\xi + Y\eta.$$

Evenzoo aan Y een correctie van den vorm

$$c' + X\zeta + Y\omega.$$

. . . . . (129)

c en c' zijn nulcorrecties, ξ en ω correcties voor de schaalwaarde, η en ζ voor de orientatie.

De ster g heb ik uitgesloten. In declinatie kon deze ster toch al niet gebruikt worden; in rechte klimming vertoont ze zulke groote afwijkingen, dat ik g liever niet voor de bepaling van nul-, orientatie- en schaalfouten wilde laten medestemmen. Omgekeerd dienen nu de uitgemeten coördinaten van g (en eveneens die van m op plaat VI), om de in den meridiaan bepaalde plaatsen van deze sterren te verbeteren.

De beide stellen normaalvergelijkingen (het stel voor X en dat voor Y) verschillen, zooals in den aard der zaak ligt, alleen in het tweede lid. Voor de plaat I worden ze:

$$\left.\begin{array}{rl} & 8\,c - 7.39\,\xi - 19.58\,\eta = +\,0'.1242 \\ (X) & -\,7.39\,c + 2759.7\,\xi + 1060.8\,\eta = -\,0.7434 \\ & -\,19.58\,c + 1060.8\,\xi + 3975.3\,\eta = +\,3.7315, \\ & 8\,c' - 7.39\,\zeta - 19.58\,\omega = +\,0'.0577 \\ (Y) & -\,7.39\,c' + 2759.7\,\zeta + 1060.8\,\omega = -\,2.6195 \\ & -\,19.58\,c' + 1060.8\,\zeta + 3975.3\,\omega = -\,2.6572. \end{array}\right\} \quad . . . . \quad (130)$$

Hieruit volgt:

$$\left.\begin{array}{lll} c = +\,0'.01785 & \xi = -\,0'.000687 & \eta = +\,0'.001210 \\ c' = +\,0\,.00542 & \zeta = -\,0\,.000767 & \omega = -\,0\,.000437. \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (131)$$

§ 91. Ik stel in het hier volgende lijstje de waarden van c, c', ξ, η, ζ en ω met hunne middelbare fouten voor de vier platen samen. Ter besparing van plaats zijn alle grootheden in eenheden van de vierde decimaal uitgedrukt.

	I	*m. f.*	II	*m. f.*	III	*m. f.*	IV	*m. f.*	
c	+ 178.5	83.00	+ 169.0	90.47	+ 170.7	80.82	+ 195.2	92.87	
ξ	− 6.87	4.69	− 6.52	5.11	− 3.27	4.56	− 3.40	5.25	
η	+ 12.10	3.92	+ 14.72	4.28	+ 12.11	3.82	+ 15.11	4.39	
c'	+ 54.2	35.86	+ 68.2	32.26	+ 88.1	34.68	+ 69.9	33.34	(132)
ζ	− 7.67	2.03	− 10.75	1.82	− 9.47	1.96	− 11.91	1.88	
ω	− 4.37	1.70	− 5 06	1.52	− 3 65	1.64	− 3.97	1.58	

§ 92. De overblijvende fouten in de voorwaardenvergelijkingen zijn samengesteld uit de meetfouten en de voor alle vier de platen constante fouten der normaalsterren. Het feit, dat de middelbare fouten voor alle onbekenden op de vier platen ongeveer dezelfde waarden hebben, leidt tot het vermoeden, dat de fout in de plaatsen der normaalsterren verreweg de hoofdrol speelt Ik zal dus, door de overblijvende fouten alleen aan de meridiaanwaarnemingen toe te schrijven, en het gemiddelde der vier platen te nemen, plaatsen voor de normaalsterren kunnen afleiden, veel nauwkeuriger dan ze oorspronkelijk gegeven waren. Hier volgt een tabel der uit de vier platen afgeleide correcties, door de factoren 4 *sec* δ en 60 in secunden omgezet:

	N° 1	*d*	*f*	*b*	*c*	*h*	*k*	*l*	
Rechte klimming I	− 0^s.072	+ 0^s.084	+ 0^s.032	− 0^s.038	− 0^s.102	− 0^s.052	+ 0^s.127	+ 0^s.021	
Rechte klimming II	68	90	38	42	113	70	133	31	
Rechte klimming III	69	95	23	53	091	44	119	21	
Rechte klimming IV	78	90	38	46	111	54	148	14	
Gemiddeld	− 0^s.072	+ 0^s.090	+ 0^s.033	− 0^s.045	− 0^s.104	− 0^s.055	+ 0^s.132	+ 0^s.022	(133)
Declinatie I	− 0″.32	− 0″.30	− 0″.16	+ 0″.17	+ 0″.89	+ 0″.59	− 0″.66	− 0″.10	
Declinatie II	41	36	5	28	76	47	55	− 10	
Declinatie III	53	27	14	14	80	67	43	− 25	
Declinatie IV	42	25	7	05	86	44	62	+ 2	
Gemiddeld	− 0″.42	− 0″.30	− 0″.10	+ 0″.16	+ 0″.85	+ 0″.54	− 0″.56	− 0″.11	

De in § 85 genoemde plaatsen der normaalsterren veranderen nu in:

	α 1895.0	δ 1895.0	
N° 1	$18^u\,21^m\,47^s.07$	$+\,6°\,25'\,19''.5$	
d	18 19 58.46	+ 5 56 28 .3	(Epoche 1895.6) (134)
f	18 19 59.97	+ 6 43 36 .8	
b	18 21 5.64	+ 5 56 7 .2	
c	18 21 59.32	+ 6 0 31 .4	
h	18 22 8.58	+ 6 56 46 .4	
k	18 23 16.11	+ 6 20 52 .1	
l	18 23 32.85	+ 6 43 22 .8	

§ 93. Zoo ik van deze gecorrigeerde plaatsen was uitgegaan, zouden de waarden van de grootheden c, c', ξ, η, ζ en ω voor elke plaat afzonderlijk nauwlijks veranderd zijn; hun $m.f.$ echter zou zeer belangrijk verminderd zijn. Ik heb dan ook niet geaarzeld, deze grootheden ondanks hun zeer groote, maar voor de vier platen vrij wel gelijke $m.f.$ tot correctie van de uitgemeten sterren der groep G. C. 4410 aan te wenden.

De in de correctieformules (129) voorkomende waarden X en Y zijn aan tabel VII, met toepassing der correcties van tabel VIII, ontleend. In tabel IX (zie achterin) zijn de correcties, die de coördinaten der 27 uitgemeten sterren krijgen, bijeengevoegd; de grootst voorkomende is $-\,0'.0207 = -\,1''.24$ (Y van N° 30 op plaat IV).

Ik heb ook voor de ster g, die nu niet als normaalster te beschouwen is, de correcties opgegeven.

§ 94. Eindelijk worden de definitief gecorrigeerde grootheden X en Y in rechte-klimming- en declinatieverschillen omgezet. In de formules van Prof. v. d. Sande Bakhuyzen (Bull. . . . . de la Carte du Ciel, Tome I, bl. 176),

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{X}{\cos\delta - Y\sin\delta\,\sin 1'} - \tfrac{1}{3}\left(\frac{X}{\cos\delta - Y\sin\delta\,\sin 1'}\right)^3 \sin^2 1', \\ d &= Y - \frac{\sin^2 \tfrac{1}{2} a}{\sin 1'}\sin 2\delta - \tfrac{1}{2}\,Y a^2 \cos 2\delta \sin^2 1' - \tfrac{1}{3}\,Y^3 \sin^2 1', \end{aligned}\right\} \quad . \quad (135)$$

konden de derde-machtstermen weggelaten worden. Daar $\delta = 6°25'$ is, wordt bijna nergens een halve eenheid van de vierde decimaal verwaarloosd, zoo men de formules (135) vervangt door

$$\left.\begin{aligned} d &= Y - \tfrac{1}{2}\,X^2\,tg\,\delta\,\sin 1', \\ \log a &= \log X - \log\cos\delta + 0.43429 \times Y\,tg\,\delta\,\sin 1'. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (136)$$

Slechts bij uitzondering moest ik een derde-machtsterm ten bedrage van $0'.0001$ in rekening brengen. De in de formule (136) voorkomende coördinaten X en Y zijn ontleend aan tabel VII, gecorrigeerd door de tabellen VIII en IX, en vervolgens vermeerderd met de in § 72 vermelde coördinaten van N° 1 ten opzichte van het middelpunt der plaat. Ook nu zijn weder alle platen afzonderlijk behandeld.

De gebruikte waarde van δ was natuurlijk voor elke plaat identiek met de waarde, die voor de herleiding van de coördinaten der normaalsterren diende (§ 88).

§ 95. Na toepassing der formules (136) ontstaat de tabel X, die derhalve voor de platen I, II, III en IV de eindresultaten bevat. De minuten boogs zijn door de factoren 4 en 60 tot secunden herleid; de ster N° 1 is weer nulpunt van coördinaten geworden. Dit nulpunt is voorloopig gegeven door

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= 18^u\,21^m\,47^s.07 \\ \delta &= +\,6^\circ\,25'\,19''.5. \end{aligned}\right\} \text{(1895.0)}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (137)$$

De platen van Roberts zijn uit gebrek aan normaalsterren *niet* definitief gecorrigeerd voor nulfout, orientatie en schaalwaarde. Hun resultaten laat ik daarom niet medestemmen in het eindresultaat.

Het gemiddelde van de coördinaten (tabel X) der platen I, II, III en IV vormt dan deze lijst van fotografisch gemeten verschillen in rechte klimming en declinatie met de ster N° 1 (epoche 1895.6):

N°	α 1895.0	δ 1895.0	N°	α 1895.0	δ 1895.0
9	$-\,30^s.881$	$-\,3'\,53''.62$	25	$+\,11^s.102$	$+\,3'\,\,8''.67$
5	$-\,26.803$	$+\,2\,\,37\,.45$	23	$+\,19.173$	$-\,0\,\,32\,.60$
6	$-\,22.111$	$+\,2\,\,\,0\,.80$	26	$+\,20.659$	$+\,2\,\,\,0\,.05$
3	$-\,20.728$	$+\,3\,\,24\,.77$	27	$+\,26.366^5$	$+\,0\,\,31\,.41$
7	$-\,20.239$	$+\,1\,\,25\,.63^5$	21	$+\,31.969^5$	$-\,4\,\,57\,.82$
4	$-\,20.182$	$+\,2\,\,34\,.80$	32	$+\,35.229$	$+\,6\,\,11\,.31^5$
2	$-\,16.011^5$	$+\,3\,\,27\,.28$	34	$+\,37.295$	$+\,3\,\,42\,.50$
15	$-\,\,9.387^5$	$-\,4\,\,44\,.19$	33	$+\,41.866$	$+\,3\,\,48\,.74$
12	$-\,\,7.556$	$-\,8\,\,\,6\,.10$	31	$+\,44.792$	$+\,9\,\,45\,.82^5$
14	$-\,\,1.525$	$-\,5\,\,48\,.55$	29	$+\,45.093$	$+\,2\,\,45\,.18$
16	$-\,\,1.362$	$-\,3\,\,39\,.76$	22	$+\,53.476$	$-\,1\,\,50\,.60$
13	$+\,\,0.583$	$-\,8\,\,\,7\,.07$	30	$+\,60.884$	$+\,6\,\,47\,.13$
17	$+\,\,6.145$	$-\,4\,\,\,2\,.56^5$			
18	$+\,\,7.744^5$	$-\,4\,\,25\,.00$	g	$-\,30.880$	$+22\,\,26\,.19$
19	$+\,\,9.327$	$-\,3\,\,11\,.54$			

. (138)

De plaats der ster g wordt derhalve voor het midd. aeq. 1895.0 en de epoche 1895.6:

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= 18^u\,21^m\,16^s.19 \\ \delta &= +\,6^\circ\,47'\,45''.7. \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (139)$$

(Vergelijk de opgaven van § 84).

§ 96. In § 79 is betoogd, dat men in de coördinaten der tabel VII, afgezien van eenige systematische fouten, een *m. f.* van 0'.000945 (Scheiner en Henry) of van 0'.001143 (Roberts) kan verwachten. Deze systematische fouten spelen bij de platen V en VI — men zie, wat in § 75 over de onbruikbaarheid der beelden op deze platen is gezegd — zulk een hoofdrol, dat ik ook om deze reden voor de afleiding van het eindresultaat de clichés van Roberts niet laat medestemmen.

Ik zwijg verder ook over een uit de tabellen VII of X af te leiden *m. f.* voor deze platen, maar zal alleen in § 101 nog trachten, hun resultaten in betere overeenstemming met de andere te brengen.

De in de resultaten der platen I, II, III en IV te verwachten *m. f.* moet ook door een onmiddellijke vergelijking der coördinaten van de tabel X aan den dag komen. Immers zijn voor deze vier platen door hetzelfde stel normaalsterren orientatie en schaalwaarde afgeleid. Een vluchtige blik op de tabel X doet echter dadelijk zien, dat er, althans in declinatie, een systematisch onderscheid tusschen de platen van SCHEINER en die van HENRY bestaat. Wegens dit systematische verschil leid ik de *m. f.* der resultaten niet af uit de vier platen gezamenlijk, maar uit de platen van SCHEINER afzonderlijk, uit die van HENRY afzonderlijk, en daarna uit een vergelijking van het gemiddelde der platen I en II met het gemiddelde der platen III en IV.

Ik voeg deze middelbare fouten in dit lijstje bijeen:

Platen	α	δ
I en II (SCHEINER)	$0^s.00781$	$0''.0960$
III en IV (HENRY)	853	1256
$\frac{1}{2}$ (I + II) en $\frac{1}{2}$ (III + IV)	591	1553

. . . . . (140)

Neemt men het gemiddelde der eerste twee rijen, $0^s.00817$ en $0''.1108$, dan blijkt het, dat deze waarden veel grooter zijn, dan de in § 79 gevonden *m. f.* $0'.000945 = 0^s.00378 = 0''.0567$. Hier komt dus de invloed van de in § 78 onder 5^0 en 6^0 genoemde systematische fouten duidelijk voor den dag.

§ 97. Uit de waarden $0^s.00781$ en $0^s.00853$ volgt verder, dat de vergelijking van de platen van SCHEINER met die van HENRY een *m. f.* van $\frac{1}{2}\sqrt{(0.00781)^2 + (0.00853)^2} = 0^s.00578$ moet opleveren. De overeenkomst met de rechtstreeks gevonden waarde $0^s.00591$ toont aan, dat in rechte klimming geen systematisch verschil bestaat tusschen de clichés van SCHEINER en die van HENRY.

De rechtstreeks gevonden waarde $0''.1553$ is echter veel grooter dan de uit $0''.0960$ en $0''.1256$ afgeleide waarde $0''.0790$. Hierdoor wordt bevestigd, hetgeen ik boven (§ 96) zeide omtrent het bestaan van een systematisch verschil in declinatie tusschen de platen van SCHEINER en die van HENRY. Hoewel ik nu (zie § 98) dit verschil gedeeltelijk heb kunnen opheffen, en dus de *m. f.* $0''.1553$ belangrijk heb kunnen verminderen, dient voor de afleiding van het eindresultaat de tabel X toch onveranderd te blijven, en dien ik derhalve ook de *m. f.* $0''.1553$ te behouden, om het gewicht der fotografische uitmeting tegenover dat der rechtstreeksche waarnemingen vast te stellen.

Ik beschouw dan ten slotte als *m. f.* van het gemiddelde der vier platen van SCHEINER en HENRY

$$\left.\begin{aligned} \text{in rechte klimming } \frac{0^s.00591}{\sqrt{2}} &= 0^s.00418, \\ \text{in declinatie } \frac{0''.1553}{\sqrt{2}} &= 0''.1098. \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (141)$$

HOOFDSTUK X.

Vergelijking der verschillende resultaten.

§ 98. Het systematische verschil tusschen de platen van SCHEINER en HENRY schijnt grootendeels aan een nulfout te liggen. Voor alle sterren, uitgezonderd N° 16, is het verschil $S-H$ positief. Hoewel nu de ster N° 1 telkens driemaal is uitgemeten (§ 65), is de nauwkeurigheid der coördinaten van deze ster toch niet veel grooter dan die van andere, aangezien een groot deel van de *m. f.* op rekening van de deelstreep komt, en bij de drie metingen van N° 1 dezelfde deelstreep gebruikt is.

De gemiddelde correctie der declinatie van N° 1, die ik in deze § zal vinden, 0″.117, is zeer goed te rijmen met de gemiddelde *m. f.* $\sqrt{2} \times 0''.0790$, die het verschil $S-H$ volgens § 97 zou moeten hebben. Het feit, dat juist N° 16, de eenige ster, die helderder is dan N° 1, een negatief verschil $S-H$ vertoont, deed mij vermoeden, dat nog een tweede oorzaak in het spel treedt, namelijk het verschil in helderheid.

Om dit te onderzoeken, heb ik aan het gemiddelde der platen van HENRY een correctie $x + p\,y$ gegeven, die zoo goed mogelijk het verschil $S-H$ moest voorstellen; x en y zijn onbekenden, door de vergelijking met de platen van SCHEINER te bepalen; p is het verschil in helderheid met de grootte 8.5. De ster N° 1 krijgt nu natuurlijk ook een correctie.

De oplossing der normaalvergelijkingen volgens de methode der kleinste kwadraten geeft

$$\left.\begin{aligned} x &= +\,0''.117 \;\; (m.\,f.\;\; 0''.046) \\ y &= +\,0''.071 \;\; (m.\,f.\;\; 0''.052). \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (142)$$

De som der kwadraten van het verschil $S-H$ wordt door de correctie $x + p\,y$ van 13025 (eenheid 0″.01) op 4712 teruggebracht, zoodat nu uit de vergelijking van de platen van SCHEINER met die van HENRY in declinatie een *m. f.* van 0″.0917 volgt, die veel dichter dan 0″.1553 nadert tot de langs anderen weg gevonden waarde 0″.0790 (§ 97).

Daar ik echter niet weet, in hoeverre ik recht heb, een correctie volgens de formule $x + p\,y$ toe te passen, en evenmin, of ze op de platen van HENRY dan wel op die van SCHEINER of misschien op beide moet worden toegepast, heb ik voor de afleiding van het eindresultaat de tabel X onveranderd gelaten.

§ 99. Van het optreden van den term $p\,y$ heb ik mij op de volgende wijze rekenschap trachten te geven. De atmosferische dispersie maakt het beeld van elke ster tot een spectrum; het roode beeld der ster zal namelijk in werkelijkheid lager, dus in den omkeerenden kijker of op een fotografische plaat hooger liggen dan het violette. Voor sterren op een

zenithsafstand 85° bedraagt de dispersie der spectraalstrepen B en G 10″, en is ze natuurlijk zeer duidelijk waar te nemen; voor een zenithsafstand 45° bedraagt ze bijna 1″ en is ze dus althans voor de rechtstreeksche waarneming onmerkbaar. Volgens de „Résolutions votées par le Congrès . . . . . de la Carte du Ciel" wordt het cliché bij de fotografische kijkers in het brandpunt van het violette licht geplaatst, dat de omgeving der spectraalstreep G vormt ($\lambda = 0^{\mu}.430$). Voor dit licht is de chemische werking maximum; naar het rood toe neemt ze zeer snel af. Ik beschouw nu ook licht, bepaald door $\lambda = 0^{\mu}.440$, en noem dit gemakshalve blauw. Het door den fotografischen refractor gevormde beeld eener ster bestaat dan uit een violet punt, omgeven door een blauwen ring. Zonder atmosferische dispersie zou het violette punt het centrum van den blauwen ring innemen, door die dispersie komt het op de plaat lager te liggen.

Bij lange expositie van een plaat zal er chemische werking plaats hebben binnen het geheele gebied van den blauwen ring, bij korte expositie alleen in de onmiddellijke omgeving van het violette punt. Mag men nu aannemen, dat de expositie 30^{m} (§ 72) van de platen van Scheiner als „lang" te beschouwen is voor sterren van de grootte 8.5, daarentegen als „kort" voor sterren van de grootte 9.5, dan valt het geometrische midden van een schijfje op de fotografische plaat voor een ster $8^{m}.5$ samen met het midden van den blauwen ring, maar voor een ster $9^{m}.5$ met het violette punt: op de platen van Scheiner schijnt een ster van de grootte 8.5 verschoven te zijn ten opzichte van zwakkere sterren, en wel omhoog, d. i. in werkelijkheid van het zenith af. Daar de platen van Scheiner ongeveer in den meridiaan genomen zijn, heeft de atmosferische dispersie geen invloed op de rechte-klimmingverschillen, maar vergroot de declinatie van alle sterren, zwakker dan N° 1, ten opzichte van die van N° 1.

Op de platen van Henry heeft wegens de kortere expositie het blauwe kringetje nog niet kunnen inwerken: dus moeten, zoo men de ster N° 16 uitzondert, alle declinatieverschillen met N° 1 op Scheiners platen algebraïsch grooter zijn dan op die van Henry.

§ 100. De voor één grootteklasse gevonden correctie + 0″.071 heeft derhalve het juiste teeken; wat de absolute grootte er van betreft, volgens een door Pr. Henry gegeven formule (Bull. . . . . de la Carte du Ciel, Tome I, bl. 466),

$$A = 56''.55 + \frac{0''.726}{\lambda^{3/2}}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (143)$$

is voor de beide lichtsoorten $\lambda = 0^{\mu}.430$ en $\lambda = 0^{\mu}.440$ de refractie op 45° zenithsafstand 59″.12 en 59″.04, zoodat de dispersie dezer lichtsoorten 0″.08 bedraagt.

Het schijnt derhalve, dat voor de platen van langere expositie (Scheiner) de sterren van de grootte 9.5 alleen door de lichtsoort $\lambda = 0^{\mu}.430$ worden afgebeeld, de sterren van de grootte 8.5 door de lichtsoorten $\lambda = 0^{\mu}.430$ tot $0^{\mu}.440$, terwijl op de platen van kortere expositie (Henry) voor alle sterren $8^{m}.5$ tot $9^{m}.5$ alleen de lichtsoort $\lambda = 0^{\mu}.430$ inwerkt.

Had de gevonden correctie 0″.071 een negatief teeken gehad, dan zou de gevolgtrekking geweest zijn: het schijnt, dat voor de platen van langere expositie (Scheiner) alle sterren $8^{m}.5$ tot $9^{m}.5$ door de lichtsoorten $\lambda = 0^{\mu}.430$ tot $0^{\mu}.440$ worden afgebeeld, terwijl dit op de platen van kortere expositie (Henry) alleen voor de sterren $8^{m}.5$ het geval is; op deze platen werkt bij sterren van de grootte 9.5 alleen de lichtsoort $\lambda = 0^{\mu}.430$ in.

§ 101. Er vertoonen zich vrij groote verschillen tusschen het eindresultaat van § 95 en de uitkomsten van § 46 (geregistreerde doorgangen) en § 57 (mikrometerwaarnemingen). Over de doorgangen, bepaald door de oog-en-oormethode, spreek ik in § 104.

Bij het beoordeelen van de grootte dezer verschillen behoort men in het oog te houden, dat de orientatie bij de mikrometerwaarnemingen en de geregistreerde doorgangen onmiddellijk aan den hemel is bepaald, terwijl ze bij de fotografische uitmeting volgde uit de aan verschillende catalogi ontleende plaatsen van eenige normaalsterren. Dezelfde normaalsterren gaven bij de platen ook de definitieve schaalwaarde, een grootheid, die bij de mikrometerwaarnemingen uit het declinatieverschil der sterren δ en ϵ Ophiuchi, en der sterren 28 en e Pleiadum volgde, en bij de geregistreerde doorgangen geleverd werd door de pendule Casseres. In elk geval zijn èn orientatie èn schaalwaarde in de Eerste Afdeeling anders bepaald dan in de Tweede.

Ik heb derhalve aan de resultaten van § 95 correcties

$$\left.\begin{array}{r} c + X\xi + Y\eta \text{ in rechte klimming,} \\ \text{en } c' + X\zeta + Y\omega \text{ in declinatie} \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (129)$$

toegevoegd, en de grootheden c en c' (nulcorrectie), ξ en ω (schaalwaarde), η en ζ (orientatie) door de methode der kleinste kwadraten bepaald uit een vergelijking der resultaten van § 95 met die der §§ 46 en 57. Vervolgens heb ik ook de resultaten der platen V en VI op dergelijke wijs behandeld.

§ 102. In de hier volgende tabel zijn de waarden c, c', ξ, η, ζ, ω en hun middelbare fouten voor het gemiddelde der platen I, II, III en IV, en voor de platen V en VI bijeengevoegd.

		Scheiner en Henry		Roberts			
		¼ (I + II + III + IV)		V		VI	
			m. f.		*m. f.*		*m. f.*
Rechte klimming	c	+ 0ˢ.0085	0ˢ.00545	− 0ˢ.0146	0ˢ.00522	+ 0ˢ.0187	0ˢ.00565
	ξ	+ 0 .00063	89	− 0 .00121	85	− 0 .00043	92
	η	− 0 .0043	129	+ 0 .00158	123	+ 0 .00158	133
	$[n^2]$	0 .0323		0 .0285		0 .0319	
	$[v^2]$	0 .0205		0 .0188		0 .0220	
Declinatie	c'	+ 0″.013	0″.0271	− 0″.098	0″.0565	− 0″.1075	0″.0513
	ζ	− 0 .0206	44	− 0 .0716	92	− 0 .0472	84
	ω	+ 0 .301	64	+ 0 .0334	133	+ 0 .0284	121
	$[n^2]$	1 .21		9 .65		5 .58	
	$[v^2]$	0 .51		2 .20		1 .82	

(144)

De vergelijking der rijen $[n^2]$ en $[v^2]$ leert, hoeveel de som der kwadraten van de afwijkingen verminderd is. In de tabel XI (zie achterin) heb ik de correcties (129) aan elk der platen toegevoegd. De kolom S H bevat het gemiddelde der kolommen I, II, III en IV. De nulfout maakt, dat als oorsprong van coördinaten niet meer de ster N° 1, maar het punt

$$\left.\begin{array}{l} \alpha = 18^u\,21^m\,47^s.07 \\ \delta = +\ 6^\circ\,25'\,19''.5 \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (137)$$

te beschouwen is (§ 95).

De in tabel X medegedeelde coördinaten van de ster m (plaat VI) worden na toepassing van de correcties (129):

$$\left.\begin{aligned} a &= -\ 1^m\,18^s.676 \\ d &= +\ 10'\,33''.68, \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (145)$$

zoodat voor het midd. aeq. 1895.0 (epoche 1895.6) de plaats van m door

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \quad 18^u\,20^m\,28^s.39 \\ \delta &= +\ 6^\circ\,35'\ 53''.2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (146)$$

gegeven is (men vergelijke de opgaven van § 84).

§ 103. De mikrometerwaarnemingen der tabel XI zijn onveranderd uit § 57 overgenomen; de kolom S H − Mikr. bevat de verschillen met het eindresultaat der clichés van Scheiner en Henry.

Wat de geregistreerde doorgangen betreft, a priori is aan te nemen, dat ook mijn persoonlijke fout met de helderheid der waargenomen ster verandert. Ik heb derhalve aan de uit § 46 afgeleide geregistreerde rechte-klimmingverschillen met N° 1 een correctie $x + p\,y$ (waarin p het helderheidsverschil is met de grootte 8.5) gegeven en ze daarna ter oplossing van x en y vergeleken met de kolom S H uit de tabel XI. Ik vind dan

$$\left.\begin{aligned} x &= +\ 0^s.0209 \quad (m.\,f.\ 0^s.0079) \\ y &= +\ 0^s.03005\ (m.\,f.\ 0^s.0089). \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (147)$$

Ik schijn derhalve den doorgang van een ster $9^m.5$ $0^s.03$ later te registreeren dan den doorgang eener ster $8^m.5$. Deze correctie brengt de som van de kwadraten der verschillen van 20530 (eenheid $0^s.001$) op 14000. De tabel XI bevat in de kolom Reg. de door de formule $x + p\,y$ gecorrigeerde doorgangen, in de kolom S H − Reg. eindelijk de verschillen met het eindresultaat der clichés van Scheiner en Henry.

§ 104. Zeer verrasten mij de groote stelselmatige afwijkingen tusschen de kolom S H uit de tabel XI en de door de oog-en-oormethode gevonden resultaten (§ 39). Wel is waar zijn deze waarnemingen uit den aard der zaak niet zeer nauwkeurig (men zie § 31), en is het aantal waarnemingen gering, zoodat in § 38 als $m.\,f.$ van een definitieven doorgang $0^s.0280$ is opgegeven. Maar het stelselmatige in de afwijkingen, meer nog dan hun groot bedrag, deden mij naar verschillende bronnen van fouten zoeken. Het duidelijkst scheen uit een ruwe vergelijking der resultaten een schaalfout te spreken, waarvan echter de oorzaak mij niet duidelijk is. De gang van den chronometer Frodsham (zie § 31) was bijna altijd zoo goed als nul; de gang der standaardpendule Hohwü vertoont in de maanden Juli en Augustus 1894 een groote regelmaat. Is er misschien reden, om de moeilijke houding van observeeren te denken aan een soort van vermoeienisfout, die mij een doorgang later deed schatten, naarmate ik langer het hoofd in denzelfden lastigen stand had gehouden?

Hoe het zij, deze systematische afwijkingen, in verband met de groote $m.\,f.$ ($0^s.0280$), die blijkens § 38 mijn oog-en-oorwaarnemingen aankleeft, en met het betrekkelijk gering aantal waarnemingen, hebben mij doen besluiten, de resultaten van § 39 niet voor de einduitkomst te laten medetellen.

Het leek mij echter belangwekkend toe, na te gaan, in hoeverre de oog-en-oorwaarnemingen zich met de getallen der kolom S H laten vereenigen. Ik corrigeerde daartoe de resultaten van § 39 door de formule

$$x + p\,y + X\,\xi + Y\,\eta. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (148)$$

Hierin hebben x, p en y de in § 103, ξ en η de in § 101 genoemde beteekenis.

De verschillen met de kolom S H gaven aanleiding tot de normaalvergelijkingen

$$\left.\begin{array}{rrrrrrrrr} 28 & x & - & 20.6 & y & + & 68.24\,\xi & + & 0.86\,\eta = - \; 0^s.719 \\ - \; 20.6 & x & + & 21.90 & y & - & 9.78\,\xi & + & 14.31\,\eta = + \; 0\,.345 \\ + \; 68.24 & x & - & 9.78 & y & + & 1351.46\,\xi & + & 284.39\,\eta = - \; 11\,.467 \\ + \; 0.86 & x & + & 14.31 & y & + & 284.39\,\xi & + & 563.40\,\eta = - \; 6\,.927, \end{array}\right\} \quad . \; . \; . \quad (149)$$

waarvan de oplossing is:

$$\left.\begin{array}{l} x = + \; 0^s.01929 \;\; (m.\,f. \;\; 0^s.02024) \\ y = + \; 0\,.03702 \;\; (\qquad 0\,.02157) \\ \xi = - \; 0\,.00716 \;\; (\qquad 0\,.00168) \\ \eta = - \; 0\,.00965 \;\; (\qquad 0\,.00224). \end{array}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (150)$$

Uit de grootte der opgegeven middelbare fouten is op te maken, dat de correcties ξ (schaal) en η (orientatie) reëele beteekenis hebben. Bij de oog-en-oormethode schijn ik den doorgang van een ster $9^m.5$ $0^s.037$ later te schatten dan van een ster $8^m.5$; de bepaling van deze grootheid is echter zeer onzeker. Eindelijk had ik de nulcorrectie x, zooals uit de opgegeven *m. f.* blijkt, gevoeglijk weg kunnen laten. Ik heb echter de correctie (148) in haar geheel toegepast. Dan ontstaat de kolom 0 0 in tabel XI. De som der kwadraten van de afwijkingen met de kolom S H is nu van 207893 teruggebracht op 60016 (éenheid $0^s.001$).

§ 105. Ik geef in deze paragraaf nog een summarische vergelijking van de resultaten der tabel XI. De platen van Roberts laat ik buiten beschouwing, omdat hun resultaten uit gebrek aan normaalsterren niet onafhankelijk van de andere gevonden zijn, en bovendien de pluimen, waarover in § 75 gesproken is, aanleiding geven tot groote systematische fouten.

De nulcorrectie heeft aan de getallen der tabel XI het karakter van *verschillen* ontnomen; in rechte klimming is dus voor de kolom S H als *m. f.* te beschouwen (§ 97) $0^s.00418 \surd \frac{1}{2} = 0^s.00296$. De *m. f.* der resultaten van § 38 en § 45 is $0^s.0280$ en $0^s.01509$. In de verschillen der kolommen Reg. en 0 0 met de kolom S H is dus te verwachten een *m. f.* van $0^s.0282$ en $0^s.01538$. Door rechtstreeksche rekening vind ik $0^s.046$ en $0^s.022$.

In declinatie heeft na invoering van de nulcorrectie de kolom S H een *m. f.* (§ 97) van $0''.1098 \surd \frac{1}{2} = 0''.0776$, terwijl volgens § 54 de *m. f.* van de mikrometerwaarnemingen $0''.157 \surd \frac{1}{2} = 0''.111$ is. In het verschil der kolommen Mikr. en S H is derhalve een *m. f.* van $0''.1354$ te wachten. De rechtstreeksche rekening geeft $0''.1344$.

§ 106. Bij de afleiding van het eindresultaat mag ik slechts onderling onafhankelijke waarden gebruiken. Om de in de paragrafen 75, 89 en 104 genoemde redenen laat ik de volgens de oog-en-oormethode waargenomen doorgangen en de platen van Roberts niet medetellen. Derhalve komen voor het eindresultaat in aanmerking:

1°. de in § 95 genoemde resultaten der platen van Scheiner en Henry, zonder de correcties (129), die aan deze metingen hun onafhankelijk karakter ontnemen. Hun *m. f.* is $0^s.00418$ in rechte klimming, $0''.1098$ in declinatie.

2°. de geregistreerde doorgangen van § 46, na toevoeging der correctie van § 103. De *m. f.* van één rechte-klimming*verschil* is $\surd 2 \times 0^s.01509 = 0^s.0213$.

3°. de mikrometerwaarnemingen van § 57 (*m. f.* $0''.157$).

In verband met de opgegeven *m. f.* heb ik aan de verschillende resultaten gewichten gegeven, die in de hier volgende tabel der einduitkomsten vermeld zijn. Met inachtneming dezer gewichten zijn uit de kolommen S H en Reg. voor rechte klimming, uit de kolommen S H en Mikr. voor declinatie, de kolommen „Gemiddelde" gevormd. De opgegeven *m. f.* dezer kolommen zijn op de bekende wijze uit de middelbare fouten der kolommen S H, Reg. en Mikr. afgeleid.

Midd. aeq. 1895.0

	Rechte klimming			Declinatie			
	S H	Reg.	Gemiddelde	S H	Mikr.	Gemiddelde	
Epoche	1895.6	1894.8	1895.2	1895.6	1895.1	1895.4	
Gewicht	4556	175	4729	2465	1206	3671	
N° 9	− 30^s.881	− 30^s.862	− 30^s.880	− 3′ 53″.62	− 3′ 53″.59	− 3′ 53″.61	
5	− 26 .803	− 26 .840	− 26 .804	+ 2 37 .45	+ 2 37 .99	+ 2 37 .63	
6	− 22 .111	− 22 .123	− 22 .111	+ 2 0 .80	+ 2 0 .99	+ 2 0 .86	
3	− 20 .728	− 20 .759	− 20 .729	+ 3 24 .77	+ 3 24 .95	+ 3 24 .83	
7	− 20 .239	− 20 .234	− 20 .239	+ 1 25 .63^5	+ 1 25 .79	+ 1 25 .69	
4	− 20 .182	− 20 .220	− 20 .183	+ 2 34 .80	+ 2 34 .95	+ 2 34 .85	
2	− 16 .011^5	− 16 .085	− 16 .014	+ 3 27 .28	+ 3 27 .58	+ 3 27 .38	
15	− 9 .387^5	− 9 .387	− 9 .387	− 4 44 .19	− 4 44 .41	− 4 44 .26	
12	− 7 .556	− 7 .537	− 7 .555	− 8 6 .10	− 8 6 .50	− 8 6 .23	
14	− 1 .525	− 1 .540	− 1 .526	− 5 48 .55	− 5 48 .76	− 5 48 .62	
16	− 1 .362	− 1 .358	− 1 .362	− 3 39 .76	− 3 39 .83	− 3 39 .78	
13	+ 0 .583	+ 0 .596	+ 0 .583	− 8 7 .07	− 8 7 .53	− 8 7 .22	
17	+ 6 .145	+ 6 .147	+ 6 .145	− 4 2 .56^5	− 4 2 .64	− 4 2 .59	
18	+ 7 .744^5	+ 7 .733	+ 7 .744	− 4 25 .00	− 4 25 .07	− 4 25 .02	
19	+ 9 .327	+ 9 .312	+ 9 .326	− 3 11 .54	− 3 11 .56	− 3 11 .55	(151)
25	+ 11 .102	+ 11 .058	+ 11 .100	+ 3 8 .67	+ 3 8 .74	+ 3 8 .69	
23	+ 19 .173	+ 19 .169	+ 19 .173	− 0 32 .60	− 0 32 .77	− 0 32 .66	
26	+ 20 .659	+ 20 .679	+ 20 .660	+ 2 0 .05	+ 1 59 .89	+ 2 0 .00	
27	+ 26 .366^5	+ 26 .319	+ 26 .365	+ 0 31 .41	+ 0 31 .24	+ 0 31 .35	
21	+ 31 .969^5	+ 31 .033	+ 31 .972	− 4 57 .82	− 4 57 .87	− 4 57 .84	
32	+ 35 .229	+ 35 .205	+ 35 .228	+ 6 11 .31^5	+ 6 11 .38	+ 6 11 .34	
34	+ 37 .295	+ 37 .293	+ 37 .295	+ 3 42 .50	+ 3 42 .52	+ 3 42 .51	
33	+ 41 .866	+ 41 .833	+ 41 .865	+ 3 48 .74	+ 3 48 .73	+ 3 48 .74	
31	+ 44 .792	+ 44 .778	+ 44 .791	+ 9 45 .82^5	+ 9 45 .58	+ 9 45 .74	
29	+ 45 .093	+ 45 .080	+ 45 .093	+ 2 45 .18	+ 2 45 .19	+ 2 45 .18	
22	+ 53 .476	+ 53 .503	+ 53 .477	− 1 50 .60	− 1 50 .77	− 1 50 .66	
30	+ 60 .884	+ 60 .871	+ 60 .884	+ 6 47 .13	+ 6 46 .91	+ 6 47 .06	
m. f.	0^s.00418	0^s.0213	0^s.00408	0″.1098	0″.157	0″.0945	

§ 107. Ten slotte vergelijk ik in een laatste tabel de gemiddelde waarden der tabel (151) met de resultaten van VALENTINER (bl. 55 en 56 van de in § 1 genoemde verhandeling), zonder toepassing der saeculaire variatie, die binnen de grenzen der groep constant is, op 1895.0 herleid (epoche 1878); na aftrekking van de coördinaten van N° 1 (B D + 6°.3763), ontstaan de kolommen 5 en 8. De tweede kolom bevat het nummer der ster bij VALENTINER, de derde het nummer der Bonner Durchmusterung, voor zoover de sterren van G. C. 4410 daarin voorkomen, de zesde en de negende de verschillen NIJLAND minus VALENTINER.

Midd. aeq. 1895.0

			Rechte klimming			Declinatie			
N°	Val.	Epoche / B D	1895.2 Nijland	1878.0 Valentiner	N−V	1895.4 Nijland	1878.0 Valentiner	N−V	
9	7	+ 6°.3750	− 30ˢ.880	− 30ˢ.843	− 0ˢ.037	− 3′ 53″.61	− 3′ 53″.33	− 0″.28	
5	18	—	− 26 .804	− 26 .726	− 78	+ 2 37 .63	+ 2 38 .03	− 40	
6	16	3755	− 22 .111	− 22 .068	− 43	+ 2 0 86	+ 2 0 .05	+ 81	
3	15	—	− 20 .729	− 20 .712	− 17	+ 3 24 .83	+ 3 25 .29	− 46	
7	17	—	− 20 .239	− 20 .148	− 91	+ 1 25 .69	+ 1 25 .64	+ 5	
4	11	3756	− 20 .183	− 20 .212	+ 29	+ 2 34 .85	+ 2 35 .06	− 21	
2	14	3757	− 16 .014	− 16 .030	+ 16	+ 3 27 .38	+ 3 27 .64	− 26	
15	8	3758	− 9 .387	− 9 .322	− 65	− 4 44 .26	− 4 44 .04	− 22	
12	28	3759	− 7 .555	− 7 .458	− 97	− 8 6 .23	− 8 5 .84	− 39	
14	5	3761	− 1 .526	− 1 .501	− 25	− 5 48 .62	− 5 48 .82	+ 20	
16	1	3762	− 1 .362	− 1 .355	− 7	− 3 39 .78	− 3 39 .68	− 10	
13	29	3764	+ 0 .583	+ 0 .681	− 98	− 8 7 .22	− 8 7 .22	0	
17	2	3765	+ 6 .145	+ 6 .210	− 65	− 4 2 .59	− 4 2 .54	− 5	
18	3	3766	+ 7 .744	+ 7 .775	− 31	− 4 25 .02	− 4 25 .20	+ 18	
19	4	—	+ 9 .326	+ 9 .354	− 28	− 3 11 .55	− 3 11 .32	− 23	
25	13	3769	+ 11 .100	+ 11 .054	+ 46	+ 3 8 .69	+ 3 8 93	− 24	(152)
23	10	3771	+ 19 .173	+ 19 .197	− 24	− 0 32 .66	− 0 32 .46	− 20	
26	12	3772	+ 20 .660	+ 20 .619	+ 41	+ 2 0 .00	+ 2 0 .07	− 7	
27	24	3774	+ 26 .365	+ 26 .402	− 37	+ 0 31 .35	+ 0 31 .35	0	
21	6	3777	+ 31 .972	+ 32 .092	− 120	− 4 57 .84	− 4 57 .63	− 21	
32	36	3778	+ 35 .228	+ 35 .185	+ 43	+ 6 11 .34	+ 6 11 .51	− 17	
34	20	3779	+ 37 .295	+ 37 .338	− 43	+ 3 42 .51	+ 3 43 .05	− 54	
33	21	3780	+ 41 .865	+ 41 .849	+ 16	+ 3 48 .74	+ 3 49 .02	− 28	
31	43	3781	+ 44 .791	+ 44 .784	+ 7	+ 9 45 .74	+ 9 45 .83	− 9	
29	19	3782	+ 45 .093	+ 45 .071	+ 22	+ 2 45 .18	+ 2 44 .92	+ 26	
22	22	3786	+ 53 .477	+ 53 .534	− 57	− 1 50 .66	− 1 50 .95	+ 29	
30	37	3788	+ 60 .884	+ 60 .848	+ 36	+ 6 47 .06	+ 6 47 .22	− 16	
m.f.			0ˢ.00408	0ˢ.0244	0ˢ.0247	0″.0945	0″.230	0″.249	

Ik heb de *m. f.* van VALENTINERS resultaten ontleend aan bl. 52 en 53 van de reeds meermalen aangehaalde verhandeling, waar als *waarschijnlijke* fouten worden opgegeven $0^s.0165$ in rechte klimming, $0''.155$ in declinatie (voor sterren, helderder dan $9^m.5$).

Bij een vergelijking van mijn eindresultaten met die van VALENTINER mag ik middelbare fouten van $0^s.0247$ en $0''.249$ verwachten. 't Komt mij voor, dat eerst latere metingen zullen kunnen uitmaken in hoeverre de aangeduide E. B:, bij de sterren N° 5, 7, 12, 13 en 21 in rechte klimming, bij de ster N° 6 in declinatie, ten opzichte van de ster N° 1 werkelijkheid zijn.

Naar de einduitkomsten der tabel (152) is het bijgevoegde kaartje geteekend.

TABELLEN.

TABEL I.

Refractiefactoren.

Refractie in rechte klimming $\Delta_\alpha = q\,(\delta' - \delta)$; in declinatie $\Delta_\delta = p\,(\delta' - \delta)$. Zie § 29.

Sterretijd $= \vartheta$		$q.10^5$	$p.10^5$	Sterretijd $= \vartheta$		$q.10^5$	$p.10^5$	Sterretijd $= \vartheta$		$q.10^5$	$p.10^5$
$18^u\ 22^m$	$18^u\ 22^m$	0	56	$20^u\ 36^m$	$16^u\ 8^m$	38	69	$21^u\ 50^m$	$14^u\ 54^m$	92	98
30	14	1	56	38	6	39	69	52	52	94	99
35	9	2	56	20 40	4	40	70	54	14 50	97	100
40	18 4	3	57	42	2	41	70	56	48	99	102
45	17 59	4	57	44	16 0	42	70	58	46	102	103
50	54	6	57	46	15 58	43	71	22 0	44	104	105
55	49	7	58	48	56	44	71	2	42	107	106
19 0	44	8	58	20 50	54	45	72	4	14 40	110	108
5	39	9	58	52	52	46	72	6	38	113	110
10	34	10	58	54	15 50	47	73	8	36	116	111
15	17 29	12	59	56	48	49	73	22 10	34	119	113
20	24	13	59	58	46	50	74	12	32	122	115
25	19	14	59	21 0	44	51	74	14	14 30	126	117
19 30	14	16	59	2	42	52	75	16	28	130	119
35	9	17	60	4	15 40	53	76	18	26	133	122
40	17 4	18	60	6	38	55	76	22 20	24	137	124
45	16 59	19	61	8	36	56	77	22	22	141	126
50	54	20	61	21 10	34	57	78	24	14 20	145	129
55	49	22	62	12	32	58	79	26	18	150	131
20 0	44	23	63	14	15 30	60	79	28	16	154	134
2	42	25	63	16	28	61	80	22 30	14	159	136
4	16 40	26	63	18	26	62	81	32	12	163	139
6	38	26	64	21 20	24	64	81	34	14 10	168	142
8	36	27	64	22	22	65	82	36	8	174	145
20 10	34	28	64	24	15 20	67	83	38	6	179	149
12	32	29	64	26	18	68	84	22 40	4	185	152
14	16 30	29	65	28	16	70	85	42	2	190	155
16	28	30	65	21 30	14	71	86	44	14 0	197	159
18	26	31	65	32	12	73	87	46	13 58	204	163
20 20	24	31	66	34	15 10	75	88	48	56	210	167
22	22	32	66	36	8	77	89	22 50	54	217	171
24	16 20	33	66	38	6	79	90	52	52	224	175
26	18	34	67	21 40	4	81	91	54	13 50	232	179
28	16	35	67	42	2	83	92	56	48	241	183
20 30	14	36	68	44	15 0	85	93	58	46	250	187
32	12	36	68	46	14 58	87	95	23 0	44	259	191
34	16 10	37	68	48	56	90	96				

TABEL II.

(§ 36)

Doorgangen.

OOG-EN-OORMETHODE.

27 Juli 1894.

$f = 1{,}002 \quad \varepsilon = 0^s.1276$

N⁰	$\vartheta = 22^u\,8^m$	
1	$14^t.171$	$7^s.085$
25	36 .229	18 .123
	$\vartheta = 22^u\,27^m$	
1	12 .583	6 .292
26	53 .714	26 .870
	$\vartheta = 22^u\,36^m$	
1	9 .775	4 .888
27	62 .525	31 .267
	$\vartheta = 22^u\,45^m$	
4	12 .292	6 .146
1	52 .508	26 .274
	$\vartheta = 22^u\,54^m$	
25	11 .967	5 .998
32	59 .933	30 .007
	$\vartheta = 23^u\,3^m$	
25	10 .900	5 .468
33	72 .500	36 .275

28 Juli.

$f = 0.995 \quad \varepsilon = 0^s.1283$

N⁰	$\vartheta = 18^u\,45^m$	
5	$0^t.450$	$0^s.225$
1	53 .630	26 .815
	$\vartheta = 19^u\,0^m$	
6	9 .542	4 .771
1	53 .758	26 .880
N⁰	$\vartheta = 19^u\,6^m$	
7	$12^t.467$	$6^s.233$
1	52 .433	26 .217
	$\vartheta = 19^u\,14^m$	
4	9 .933	4 .966
1	50 .267	25 .134
	$\vartheta = 19^u\,20^m$	
2	7 .317	3 .658
1	39 .182	19 .591
	$\vartheta = 19^u\,27^m$	
3	11 .882	5 .941
1	53 .117	26 .560
	$\vartheta = 19^u\,46^m$	
9	5 .350	2 .675
16	63 .750	31 .875
	$\vartheta = 19^u\,58^m$	
9	4 .892	2 .446
15	47 .908	23 .954
	$\vartheta = 20^u\,6^m$	
15	11 .467	5 .734
14	27 .533	13 .766
	$\vartheta = 20^u\,15^m$	
9	6 .208	3 .104
12	52 .692	26 .342
	$\vartheta = 20^u\,24^m$	
15	8 .067	4 .033
16	24 .333	12 .167
	$\vartheta = 20^u\,28^m$	
16	8 .825	4 .413
17	23 .575	11 .786
N⁰	$\vartheta = 20^u\,47^m$	
16	$6^t.100$	$3^s.051$
18	24 .100	12 .050
	$\vartheta = 20^u\,52^m$	
16	6 .900	3 .450
19	28 .300	14 .151
	$\vartheta = 20^u\,58^m$	
12	6 .400	3 .200
13	22 .733	11 .366
	$\vartheta = 21^u\,3^m$	
19	8 .342	4 .165
23	28 .158	14 .079
	$\vartheta = 21^u\,8^m$	
1	8 .233	4 .117
23	46 .567	23 .283
	$\vartheta = 21^u\,12^m$	
1	8 .325	4 .162
19	26 .875	13 .429
	$\vartheta = 21^u\,30^m$	
1	10 .758	5 .379
25	32 .742	16 .380
	$\vartheta = 21^u\,34^m$	
1	10 .708	5 .351
26	51 .992	25 .999
	$\vartheta = 21^u\,40^m$	
25	10 .075	5 .039
26	29 .125	14 .560
	$\vartheta = 21^u\,44^m$	
1	7 .850	3 .925
27	60 .950	30 .477

28 Juli.

$f = 0.995 \quad \varepsilon = 0^s.1283$

N°	$\vartheta = 21^u\,50^m$		
25	$6^t.433$	$3^s.226$	
27	36 .967	18 .483	
	$\vartheta = 21^u\,56^m$		
25	11 .232	5 .622	
32	59 .382	29 .709	
33	72 .482	36 .250	
	$\vartheta = 22^u\,21^m$		
32	8 .893	4 .480	
31	28 .143	14 .125	
30	60 .260	30 .168	
	$\vartheta = 22^u\,29^m$		
25	12 .358	6 .179	
34	64 .942	32 .474	
	$\vartheta = 22^u\,35^m$		
26	7 .217	3 .608	
34	40 .482	20 .253	
	$\vartheta = 22^u\,42^m$		
27	9 .225	4 .612	
29	46 .775	23 .404	
	$\vartheta = 22^u\,48^m$		
4	7 .092	3 .546	
25	69 .608	34 .810	
	$\vartheta = 22^u\,55^m$		
2	10 .142	5 .073	
25	64 .358	32 .179	

30 Juli.

$f = 0.989 \quad \varepsilon = 0^s.1223$

N°	$\vartheta = 20^u\,13^m$		
5	$7^t.922$	$3^s.962$	
2	29 .538	14 .771	
25	83 .772	41 .888	
26	102 .672	51 .336	

2 Augustus.

$f = 0.989 \quad \varepsilon = 0^s.1178$

Voor de correcties zie men § 37.

N°	$\vartheta = 20^u\,11^m$		corr.
4	$9^t.173$	$4^s.589$	a
1	49 .307	24 .653	b
26	90 .357	45 .180	c
29	138 .923	69 .464	d
	$\vartheta = 20^u\,25^m$		
4	8 .647	4 .323	f
25	71 .013	35 .507	g
34	123 .297	61 .650	
29	138 .847	69 .424	h
	$\vartheta = 20^u\,36^m$		
25	11 .033	5 .519	i
32	59 .267	29 .641	k
30	110 .400	55 .208	l
	$\vartheta = 20^u\,45^m$		
32	5 .337	2 .673	m
31	24 .387	12 .204	
30	56 .570	28 .291	n
	$\vartheta = 21^u\,0^m$		
9	4 .407	2 .199	
15	47 .173	23 .580	
16	63 .290	31 .641	
17	78 .223	39 .107	
	$\vartheta = 21^u\,6^m$		
15	10 .583	5 .293	
14	26 .233	13 .115	
18	45 .017	22 .510	
	$\vartheta = 21^u\,17^m$		
19	6 .838	3 .411	
23	26 .455	13 .226	p
21	51 .946	25 .961	
22	94 .955	47 .473	q

N°	$\vartheta = 21^u\,32^m$		
1	$6^t.762$	$3^s.381$	r
23	44 .962	22 .480	s
27	59 .254	29 .628	t
22	113 .674	56 .832	u
	$\vartheta = 21^u\,38^m$		
12	10 .608	5 .304	
13	26 .892	13 .446	
	$\vartheta = 22^u\,0^m$		
2	6 .978	3 .503	v
1	38 .912	19 .456	w
25	61 .145	30 .585	x
27	91 .662	45 .833	y
	$\vartheta = 22^u\,11^m$		
5	11 .365	5 .688	
2	33 .198	16 .610	z
25	87 .298	43 .658	α
26	106 .332	53 .170	β
	$\vartheta = 22^u\,21^m$		
7	16 .050	8 .033	
1	56 .217	28 .108	γ
27	109 .033	54 .519	δ
	$\vartheta = 22^u\,31^m$		
26	8 .358	4 .179	ε
33	50 .558	25 .290	
30	88 .592	44 .326	ζ

13 Augustus.

$f = 1.002 \quad \varepsilon = 0^s.1279$

N°	$\vartheta = 20^u\,0^m$	
9	$7^t.303$	$3^s.647$
7	28 .470	14 .235
1	69 .020	34 .508
	$\vartheta = 20^u\,10^m$	
9	11 .468	5 .734
15	54 .318	27 .157
14	70 .002	34 .997
17	85 .218	42 .606

13 Augustus.

$f = 1.002 \quad \varepsilon = 0^s.1279$

N⁰	$\vartheta = 20^u\,18^m$	
3	$12^t.458$	$6^s.273$
1	54 .042	27 .060

$\vartheta = 20^u\,34^m$

5	8 .413	4 .208
6	17 .763	8 .882
1	61 .830	30 .912

$\vartheta = 20^u\,44^m$

4	7 .885	3 .944
25	70 .368	35 .185
27	100 .818	50 .405
29	138 .235	69 .117

$\vartheta = 21^u\,0^m$

26	9 .070	4 .537
33	51 .753	25 .881
30	89 .585	44 .803

$\vartheta = 21^u\,9^m$

26	7 .653	3 .828
34	41 .053	20 .531
29	56 .520	28 .261

$\vartheta = 21^u\,25^m$

1	10 .417	5 .193
23	48 .967	24 .466
21	74 .417	37 .177
22	117 .400	58 .677

$\vartheta = 21^u\,37^m$

19	14 .904	7 .447
23	34 .721	17 .364
27	48 .987	24 .501
22	103 .221	51 .618

$\vartheta = 21^u\,43^m$

32	10 .050	5 .025
30	61 .150	30 .576

N⁰	$\vartheta = 21^u\,57^m$	
25	$9^t.287$	$4^s.649$
34	61 .537	30 .775
29	77 .170	38 .587

---

14 Augustus.

$f = 0.978 \quad \varepsilon = 0^s.0954$

N⁰	$\vartheta = 19^u\,3^m$	
5	$9^t.702$	$4^s.852$
3	21 .735	10 .868
2	31 .102	15 .552
1	62 .968	31 .484

---

15 Augustus.

$f = 0.988 \quad \varepsilon = 0^s.1132$

N⁰	$\vartheta = 19^u\,1^m$	
9	$6^t.022$	$3^s.011$
1	67 .455	33 .727
19	85 .822	42 .909

$\vartheta = 19^u\,9^m$

9	7 .912	3 .957
16	66 .795	33 .398
17	81 .695	40 .847

$\vartheta = 19^u\,16^m$

9	8 .735	4 .369
12	55 .318	27 .656
13	71 .452	35 .723

$\vartheta = 19^u\,24^m$

16	8 .175	4 .087
19	29 .525	14 .762

$\vartheta = 19^u\,29^m$

15	8 .215	4 .107
16	24 .098	12 .050
18	42 .282	21 .141

N⁰	$\vartheta = 19^u\,33^m$	
14	$5^t.925$	$2^s.962$
17	21 .375	10 .688

$\vartheta = 19^u\,39^m$

14	8 .333	4 .166
18	26 .967	13 .484

$\vartheta = 19^u\,48^m$

25	6 .073	3 .036
32	54 .390	27 .197
33	67 .473	33 .736
30	105 .557	52 .780

$\vartheta = 19^u\,59^m$

26	6 .427	3 .214
34	39 .560	19 .782
29	55 .310	27 .656

$\vartheta = 20^u\,7^m$

26	6 .234	3 .118
33	48 .582	24 .293
29	55 .282	27 .642

$\vartheta = 20^u\,23^m$

32	5 .000	2 .504
31	24 .050	12 .034
30	56 .150	28 .079

$\vartheta = 20^u\,28^m$

2	9 .625	4 .813
5	31 .275	15 .637

$\vartheta = 20^u\,38^m$

27	9 .717	4 .858
21	21 .033	10 .507
22	63 .850	31 .920

$\vartheta = 20^u\,45^m$

23	6 .450	3 .225
27	20 .850	10 .427
29	58 .200	29 .105

15 Augustus.

$f = 0.988 \quad \varepsilon = 0^s.1132$

N°	$\vartheta = 20^u\,54^m$	
6	$7^t.008$	$3^s.508$
1	51 .292	25 .645

$\vartheta = 21^u\,0^m$

23	6 .925	3 .461
21	32 .375	16 .177

22 Augustus.

$f = 1.013 \quad \varepsilon = 0^s.0941$

N°	$\vartheta = 20^u\,56^m$	
9	$8^t.378$	$4^s.181$
1	69 .928	34 .963
19	88 .395	44 .190

N°	$\vartheta = 21^u\,7^m$	
5	$5^t.695$	$2^s.850$
2	27 .362	13 .686
25	81 .412	40 .709
26	100 .528	50 .264

$\vartheta = 21^u\,19^m$

14	6 .350	3 .168
18	24 .850	12 .421

$\vartheta = 21^u\,23^m$

14	3 .775	1 .880
17	19 .025	9 .510

N°	$\vartheta = 21^u\,31^m$	
9	$5^t.607$	$2^s.803$
16	64 .507	32 .253
18	82 .590	41 .293

$\vartheta = 21^u\,39^m$

16	4 .933	2 .465
19	26 .367	13 .183

$\vartheta = 21^u\,44^m$

9	7 .917	3 .958
12	54 .382	57 .176

TABEL III.

(§ 38)

Gereduceerde doorgangen.

OOG-EN-OORMETHODE.

N° 9			N° 5			N° 6			N° 3		
28 Juli	$3^s.104$	3	28 Juli	$7^s.301$	1	28 Juli	$11^s.782$	1	28 Juli	$13^s.272$	1
2 Aug.	052	1	30 „	144	1	13 Aug.	868	1	13 Aug.	111	1
13 „	037	2	2 Aug.	044	1	15 „	727	1	14 „	273	1
15 „	112	3	13 „	194	1		11.792	3		13.219	3
22 „	080	3	14 „	257	1						
	3.085	12	15 „	186	1						
			22 „	147	1						
				7.182	7						
$4\,\eta^2 = 0.0084$			$6\,\eta^2 = 0.0416$			$2\,\eta^2 = 0.0101$			$2\,\eta^2 = 0.0174$		

N° 7			N° 4			N° 2			N° 15		
28 Juli	$13^s.907$	1	27 Juli	$13^s.797$	1	28 Juli	$17^s.924$	2	28 Juli	$24^s.464$	3
2 Aug.	839	1	28 „	729	2	30 „	954	1	2 Aug.	433	2
13 „	625	1	2 Aug.	867	2	2 Aug.	966	2	13 „	460	1
	13.790	3	13 „	817	1	14 „	17.957	1	15 „	534	1
				13.801	6	15 „	18.010	1		24.465	7
						22 „	17.982	1			
							17.960	8			
$2\,\eta^2 = 0.0433$			$3\,\eta^2 = 0.0194$			$5\,\eta^2 = 0.0057$			$3\,\eta^2 = 0.0068$		

N° 12			N° 14			N° 16			N° 1		
28 Juli	$26^s.342$	2	28 Juli	$32^s.496$	1	28 Juli	$32^s.451$	5	27 Juli	$33^s.925$	4
2 Aug.	356	1	2 Aug.	255	1	2 Aug.	494	1	28 „	891	11
15 „	399	1	13 „	300	1	15 „	479	3	2 Aug.	952	4
22 „	292	1	15 „	246	2	22 „	534	2	13 „	898	4
	26.346	5	22 „	322	2		32.477	11	14 „	889	1
				32.312	7				15 „	864	2
									22 „	862	1
										33.903	27
$3\,\eta^2 = 0.0059$			$4\,\eta^2 = 0.0462$			$3\,\eta^2 = 0.0102$			$6\,\eta^2 = 0.0181$		

N° 13			N° 17			N° 18			N° 19		
28 Juli	34s.508	1	28 Juli	39s.824	1	28 Juli	41s.450	1	28 Juli	43s.152	3
2 Aug.	498	1	2 Aug.	960	1	2 Aug.	650	1	2 Aug.	332	1
15 „	466	1	13 „	909	1	15 „	567	2	13 „	232	1
	34.491	3	15 „	968	2	22 „	575	2	15 „	082	2
			22 „	952	1		41.564	6	22 „	089	2
				39.930	6					43.151	9
$2\,\eta^2 = 0.0010$			$4\,\eta^2 = 0.0159$			$3\,\eta^2 = 0.0206$			$4\,\eta^2 = 0.0565$		

N° 25			N° 23			N° 26			N° 27		
27 Juli	44s.963	3	28 Juli	53s.062	2	27 Juli	54s.503	1	27 Juli	60s.304	1
28 „	44.998	7	2 Aug.	121	2	28 „	553	3	28 „	349	3
30 „	45.071	1	13 „	160	2	30 „	517	1	2 Aug.	288	3
2 Aug.	017	4	15 „	174	2	2 Aug.	523	3	13 „	278	2
13 „	062	2		53.129	8	13 „	532	2	15 „	332	2
15 „	004	1				15 „	549	2		60.312	11
22 „	005	1				22 „	562	1			
	45.008	19					54.536	13			
$6\,\eta^2 = 0.0169$			$3\,\eta^2 = 0.0151$			$6\,\eta^2 = 0.0039$			$4\,\eta^2 = 0.0090$		

N° 21			N° 32			N° 34			N° 33		
2 Aug.	65s.882	1	27 Juli	68s.972	1	28 Juli	71s.245	2	27 Juli	75s.770	1
13 „	890	1	28 „	69.085	2	2 Aug.	145	1	28 „	626	1
15 „	935	2	2 Aug.	110	2	13 „	214	2	2 Aug.	646	1
	65.910	4	13 „	268	1	15 „	137	1	13 „	897	1
			15 „	167	1		71.200	6	15 „	704	2
				69.113	7					75.723	6
$2\,\eta^2 = 0.0024$			$4\,\eta^2 = 0.0484$			$3\,\eta^2 = 0.0114$			$4\,\eta^2 = 0.0485$		

N° 31			N° 29			N° 22			N° 30		
28 Juli	78s.731	1	28 Juli	79s.141	1	2 Aug.	87s.421	2	28 Juli	94s.772	1
2 Aug.	625	1	2 Aug.	78.855	2	13 „	393	2	2 Aug.	695	3
15 „	699	1	13 „	78.986	3	15 „	372	1	13 „	819	2
	78.685	3	15 „	79.032	3		87.400	5	15 „	746	2
				78.989	9					94.748	8
$2\,\eta^2 = 0.0059$			$3\,\eta^2 = 0.0646$			$2\,\eta^2 = 0.0018$			$3\,\eta^2 = 0.0191$		

TABEL IV.

(§ 43)

Geregistreerde doorgangen.

19 October 1894.

$f = 1.017 \quad \varepsilon = 0^s.0825$

N°	$\vartheta = 20^u\,28^m$		
12	$0^s.992$	$0^s.986$	5
14	6 .972	6 .971	6
13	9 .028	9 .022	6

22 October.

$f = 1.016 \quad \varepsilon = 0^s.0951$

N°	$\vartheta = 20^u\,35^m$		
12	$23^s.976$	$23^s.968$	8
14	29 .983	29 .979	8
13	32 .101	32 .092	8

$\vartheta = 20^u\,53^m$

9	0 .869	0 .866	8
15	22 .325	22 .318	8
16	30 .399	30 .393	7
17	37 .863	37 .855	8
18	39 .538	39 .530	8
19	41 .075	41 .069	8
21	63 .781	63 .771	8
22	85 .203	85 .195	7

$\vartheta = 21^u\,11^m$

5	4 .707	4 .713	6
6	9 .332	9 .335	6
7	11 .256	11 .257	7
1	31 .548	31 .545	5
23	50 .706	50 .702	7
27	57 .858	57 .853	6
34	68 .796	68 .798	7
33	73 .323	73 .325	7
29	76 .560	76 .559	6

N°	$\vartheta = 21^u\,32^m$		
3	$6^s.652$	$6^s.661$	9
4	7 .271	7 .278	11
2	11 .389	11 .398	11
1	27 .430	27 .428	7
25	38 .535	38 .540	10
26	48 .095	48 .097	10
32	62 .685	62 .682	10
31	72 .215	72 .239	10
30	88 .345	88 .358	10

$\vartheta = 21^u\,50^m$

12	23 .733	23 .717	6
14	29 .697	29 .691	7
13	31 .854	31 .837	7

$\vartheta = 22^u\,16^m$

9	0 .480	0 .460	6
5	4 .538	4 .554	6
6	9 .356	9 .365	5
4	11 .156	11 .171	5
2	15 .296	15 .313	5
15	22 .030	22 .002	6
16	30 .050	30 .030	7
1	31 .436	31 .433	7
17	37 .530	37 .507	6
18	39 .130	39 .104	6
19	40 .705	40 .685	6
23	50 .622	50 .616	6
26	52 .163	52 .169	6
27	57 .722	57 .719	5
21	63 .471	63 .438	7
32	66 .662	66 .688	5
34	68 .688	68 .700	6
33	73 .305	73 .317	6
29	76 .505	76 .515	6
22	84 .910	84 .895	6

N°	$\vartheta = 22^u\,30^m$		
5	$0^s.962$	$0^s.979$	5
3	7 .205	7 .224	6
7	7 .805	7 .812	6
2	11 .846	11 .865	5
15	18 .397	18 .365	4
16	26 .533	26 .508	7
1	27 .911	27 .909	7
25	38 .983	39 .000	7
23	47 .126	47 .118	7
26	48 .604	48 .613	7
27	54 .280	54 .280	7
32	63 .104	63 .139	7
34	65 .147	65 .165	7
33	69 .747	69 .767	7
31	72 .676	72 .735	7
30	88 .790	88 .828	7

25 October.

$f = 0.982 \quad \varepsilon = 0^s.1028$

N°	$\vartheta = 20^u\,56^m$		
9	$0^s.311$	$0^s.305$	9
15	21 .789	21 .781	9
12	23 .675	23 .658	8
14	29 .674	29 .663	7
13	31 .817	31 .802	7
17	37 .353	37 .346	7
18	38 .874	38 .865	7
19	40 .439	40 .432	7

$\vartheta = 21^u\,10^m$

9	0 .896	0 .888	7
5	4 .910	4 .916	7
6	9 .646	9 .650	7
7	11 .446	11 .452	7
15	22 .352	22 .341	6
16	30 .431	30 .422	7
1	31 .767	31 .766	7

N°	$\vartheta = 21^u\,10^m$		
17	$37^s.881$	$37^s.872$	7
18	39 .481	39 .472	7
19	41 .053	41 .046	7
23	50 .896	50 .893	7
26	52 .367	52 .370	7
27	58 .053	58 .054	7
21	63 .831	63 .820	7
34	69 .067	69 .073	7
33	73 .503	73 .509	7
29	76 .767	76 .771	7
22	85 .202	85 .196	6
	$\vartheta = 21^u\,24^m$		
5	0 .764	0 .770	7
3	6 .793	6 .801	7
4	7 .300	7 .306	7
2	11 .404	11 .412	7
16	26 .232	26 .225	6
1	27 .500	27 .499	7
25	38 .579	38 .586	7
23	46 .636	46 .633	7
26	48 .186	48 .191	7
27	53 .771	53 .772	7
32	62 .664	62 .679	7
34	64 .821	64 .830	7
33	69 .279	69 .287	7
31	72 .165	72 .189	6
30	88 .379	88 .394	7
	$\vartheta = 21^u\,52^m$		
5	0 .651	0 .659	7
3	6 .680	6 .693	7
4	7 .151	7 .155	7
2	11 .323	11 .336	7
16	26 .080	26 .066	7
1	27 .394	27 .393	7
25	38 .501	38 .510	7
23	46 .651	46 .648	7
26	48 .116	48 .121	7
27	53 .744	53 .745	7
32	62 .609	62 .628	7
34	64 .759	64 .771	7
33	69 .266	69 .280	7

N°	$\vartheta = 21^u\,52^m$		
31	$72^s.187$	$72^s.221$	7
30	88 .294	88 .318	7
	$\vartheta = 22^u\,6^m$		
9	0 .693	0 .676	7
5	4 .664	4 .674	7
6	9 .414	9 .422	7
7	11 .271	11 .281	7
15	22 .257	22 .236	7
16	30 .286	30 .268	7
1	31 .579	31 .578	7
17	37 .707	37 .689	7
18	39 .364	39 .345	7
19	40 .957	40 .943	7
23	50 .700	50 .697	7
26	52 .221	52 .228	7
27	57 .864	57 .865	7
21	63 .707	63 .686	7
34	68 .929	68 .944	7
33	73 .393	73 .408	7
29	76 .579	76 .590	7
22	85 .129	85 .119	7
	$\vartheta = 22^u\,20^m$		
9	0 .936	0 .916	7
15	22 .450	22 .423	6
12	24 .450	24 .404	7
14	30 .304	30 .272	5
13	32 .552	32 .506	5
17	38 .025	38 .004	6
18	39 .600	39 .576	6
19	41 .125	41 .106	6

31 October.

$f = 1.032 \quad \varepsilon = 0^s.0775$

N°	$\vartheta = 20^u\,28^m$		
9	$0^s.828$	$0^s.824$	6
15	22 .253	22 .247	7
12	24 .139	24 .126	7
14	30 .089	30 .081	7
13	32 .281	32 .268	7
17	37 .789	37 .783	7
18	39 .389	39 .383	7
19	40 .967	40 .963	7

N°	$\vartheta = 20^u\,42^m$		
9	$0^s.558$	$0^s.552$	6
5	4 .641	4 .645	7
6	9 .306	9 .310	7
7	11 .241	11 .243	7
15	22 .141	22 .133	7
16	30 .029	30 .023	7
1	31 .470	31 .470	7
17	37 .627	37 .621	7
18	39 .213	39 .205	7
19	40 .803	40 .797	6
23	50 .606	50 .605	7
26	52 .113	52 .116	7
27	57 .806	57 .805	7
21	63 .591	63 .582	7
34	68 .713	68 .718	7
33	73 .263	73 .268	7
29	76 .541	76 .544	7
22	84 .956	84 .951	7
	$\vartheta = 20^u\,56^m$		
5	0 .865	0 .869	6
3	6 .982	6 .988	6
4	7 .490	7 .494	6
2	11 .582	11 .588	6
15	18 .343	18 .333	4
16	26 .317	26 .311	7
1	27 .674	27 .674	7
25	38 .731	38 .737	7
23	46 .824	46 .821	7
26	48 .324	48 .327	7
27	54 .010	54 .011	7
32	62 .846	62 .858	7
34	64 .973	64 .978	7
33	69 .524	69 .529	7
31	72 .410	72 .427	7
30	88 .531	88 .543	7
	$\vartheta = 21^u\,21^m$		
9	0 .621	0 .611	7
15	22 .121	22 .108	7
12	23 .964	23 .944	7

N⁰	$\vartheta = 21^u\,21^m$		
14	$29^s.979$	$29^s.963$	7
13	32 .157	32 .137	7
17	37 .664	37 .654	7
18	39 .252	39 .242	6
19	40 .827	40 .819	6
	$\vartheta = 21^u\,35^m$		
9	0 .814	0 .801	8
5	4 .746	4 .754	7
6	9 .517	9 .523	7
7	11 .403	11 .407	7
15	22 .289	22 .273	8
16	30 .164	30 .154	8
1	31 .551	31 .551	8
17	37 .770	37 .757	8
18	39 .333	39 .317	8
19	40 .851	40 .841	8
23	50 .783	50 .780	8
26	52 .239	52 .244	8
27	57 .920	57 .921	8
21	63 .639	63 .622	7
34	68 .851	68 .860	8
33	73 .408	73 .420	8
29	76 .645	76 .652	8
22	85 .145	85 .138	8
	$\vartheta = 21^u\,53^m$		
5	0 .790	0 .800	7
3	6 .840	6 .856	7
4	7 .304	7 .314	7
2	11 .504	11 .520	7
15	18 .276	18 .258	7
16	26 .261	26 .245	7
1	27 .576	27 .576	7
25	38 .569	38 .582	7
23	46 .819	46 .816	7
26	48 .254	48 .261	7
27	53 .975	53 .976	6
32	62 .761	62 .786	7
34	64 .940	64 .955	7
33	69 .411	69 .426	7
31	72 .357	72 .396	6
30	88 .397	88 .424	7

16 November.

$f = 1.030 \quad \varepsilon = 0^s.0880$

N⁰	$\vartheta = 21^u\,42^m$		
9	$0^s.703$	$0^s.690$	7
15	22 .189	22 .173	7
12	23 .989	23 .962	7
14	29 .903	29 .887	7
13	32 .081	32 .055	7
17	37 .624	37 .610	7
18	39 .217	39 .203	7
19	40 .789	40 .781	7
	$\vartheta = 21^u\,57^m$		
9	0 .943	0 .926	7
5	5 .036	5 .046	7
6	9 .714	9 .723	7
7	11 .607	11 .614	7
15	22 .436	22 .419	7
16	30 .357	30 .343	7
1	31 .807	31 .809	7
17	37 .879	37 .864	7
18	39 .500	39 .484	7
19	41 .057	41 .046	7
23	51 .036	51 .037	7
26	52 .464	52 .475	7
27	58 .157	58 .162	7
21	63 .786	63 .769	7
34	69 .157	69 .177	7
33	73 .657	73 .677	7
29	76 .907	76 .921	7
22	85 .271	85 .268	7

17 November.

$f = 1.038 \quad \varepsilon = 0^s.0816$

N⁰	$\vartheta = 21^u\,0^m$		
9	$0^s.998$	$0^s.990$	6
15	22 .449	22 .441	6
12	24 .273	24 .258	6
14	30 .273	30 .263	6
13	32 .515	32 .501	6

N⁰	$\vartheta = 21^u\,0^m$		
17	$37^s.057$	$37^s.053$	6
18	39 .540	39 .536	6
19	41 .199	41 .197	6
	$\vartheta = 21^u\,13^m$		
9	0 .904	0 .894	7
5	4 .933	4 .940	7
6	9 .683	9 .690	7
7	11 .533	11 .538	7
15	22 .383	22 .372	7
16	30 .333	30 .328	7
1	31 .704	31 .707	7
17	37 .890	37 .884	7
18	39 .469	39 .463	7
19	41 .119	41 .115	7
23	50 .913	50 .916	7
26	52 .361	52 .372	7
27	58 .061	58 .069	7
21	63 .754	63 .747	7
34	69 .004	69 .019	7
33	73 .533	73 .548	7
29	76 .783	76 .797	7
22	85 .254	85 .259	7
	$\vartheta = 21^u\,29^m$		
5	0 .830	0 .838	8
3	6 .899	6 .910	8
4	7 .386	7 .395	8
2	11 .530	11 .541	8
16	26 .293	26 .286	8
1	27 .549	27 .552	8
25	38 .617	38 .629	7
23	46 .786	46 .789	8
26	48 .293	48 .304	8
27	53 .911	53 .918	8
32	62 .855	62 .879	8
34	64 .980	64 .996	8
33	69 .430	69 .447	8
31	72 .418	72 .455	8
30	88 .423	88 .452	7

TABEL V.

(§ 45)

Gereduceerde doorgangen.

REGISTREERMETHODE.

	N° 9		N° 5		N° 6		N° 3		N° 7	
22 Oct. I	0^s.877	48	4^s.893	36	9^s.515	36	10^s.958	54	11^s.437	42
22 „ II	765	36	838	66	670	30	11 .059	36	647	36
25 „ I	887	80	956	70	651	35	11 .027	35	453	35
25 „ II	843	70	887	70	582	35	10 .974	35	441	35
31 „ I	880	108	921	117	590	63	11 .034	54	523	63
31 „ II	925	135	918	126	684	63	10 .977	63	568	63
16 Nov.	889	112	999	56	676	56			567	56
17 „	893	104	937	120	690	56	11 .007	64	538	56
	0 .883	693	4 .920	661	9 .638	374	11 .002	341	11 .527	386
	$7\,\eta^2 = 0.8698$		$7\,\eta^2 = 1.0216$		$7\,\eta^2 = 1.2085$		$6\,\eta^2 = 0.3671$		$7\,\eta^2 = 1.5124$	

	N° 4		N° 2		N° 15		N° 12		N° 14	
19 Oct.							24^s.238	40	30^s.223	48
22 „ I	11^s.575	66	15^s.695	66	22^s.329	48	198	48	209	48
22 „ II	476	30	659	60	264	60	212	36	186	42
25 „ I	532	35	638	35	353	75	238	40	243	35
25 „ II	436	35	617	35	377	65	336	35	204	25
31 „ I	540	54	634	54	382	162	230	63	185	63
31 „ II	435	63	641	63	401	198	216	63	235	63
16 Nov.					377	112	171	56	096	56
17 „	492	64	638	64	358	104	160	48	165	48
	11 .502	347	15 .649	377	22 .368	824	24 .218	429	30 .191	428
	$6\,\eta^2 = 0.9231$		$6\,\eta^2 = 0.2096$		$7\,\eta^2 = 1.0118$		$8\,\eta^2 = 0.8333$		$8\,\eta^2 = 0.8267$	

	N° 16		N° 1		N° 13		N° 17		N° 18	
19 Oct.					32^s.274	48				
22 „ I	30^s.404	42	31^s.725	72	322	48	37^s.866	48	39^s.541	48
22 „ II	339	84	741	84	332	42	812	36	409	36
25 „ I	436	65	746	70	382	35	900	70	459	70
25 „ II	388	70	706	70	438	25	889	65	507	65
31 „ I	330	126	735	126	372	63	894	126	486	126
31 „ II	339	135	705	135	409	63	922	135	493	126
16 Nov.	296	56	762	56	264	56	818	112	424	112
17 „	357	120	676	120	403	48	917	104	451	104
	30 .355	698	31 .720	733	32 .351	428	37 .885	696	39 .471	687
	$7\,\eta^2 = 0.9082$		$7\,\eta^2 = 0.4997$		$8\,\eta^2 = 1.3513$		$7\,\eta^2 = 0.8701$		$7\,\eta^2 = 0.8462$	

	N° 19		N° 25		N° 23		N° 26		N° 27	
22 Oct. I	41s.080	48	42s.837	60	50s.882	42	52s.394	60	58s.033	36
22 „ II	40.990	36	835	42	938	78	459	78	076	72
25 „ I	41.029	70	812	35	876	70	394	70	026	70
25 „ II	41.073	65	791	35	893	70	395	70	026	70
31 „ I	41.072	117	783	63	876	126	385	126	071	126
31 „ II	41.040	126	703	63	939	135	394	135	089	126
16 Nov.	40.995	112			990	56	428	56	115	56
17 „	41.108	104	726	56	900	120	387	120	040	120
	41.051	678	42.779	354	50.911	697	52.397	715	58.062	676
	$7\,\eta^2 = 0.9956$		$6\,\eta^2 = 0.8989$		$7\,\eta^2 = 0.8248$		$7\,\eta^2 = 0.3745$		$7\,\eta^2 = 0.4514$	

	N° 21		N° 32		N° 34		N° 33		N° 31	
22 Oct. I	63s.782	48	66s.979	60	68s.978	42	73s.505	42	76s.536	60
22 „ II	743	42	981	72	69.003	78	611	78	570	42
25 „ I	821	35	905	35	065	70	512	70	415	30
25 „ II	846	35	909	35	078	70	565	70	502	35
31 „ I	862	63	904	63	011	126	562	126	473	63
31 „ II	783	63	907	63	047	135	565	135	517	54
16 Nov.	722	56			130	56	630	56		
17 „	747	56	976	64	058	120	545	120	552	64
	63.786	398	66.942	392	69.039	697	73.562	697	76.515	348
	$7\,\eta^2 = 0.9273$		$6\,\eta^2 = 0.5198$		$7\,\eta^2 = 1.0592$		$7\,\eta^2 = 0.7942$		$6\,\eta^2 = 0.6584$	

	N° 29		N° 22		N° 30	
22 Oct. I	76s.739	36	85s.206	42	92s.655	60
22 „ II	820	36	200	36	663	42
25 „ I	772	35	197	30	620	35
25 „ II	750	35	279	35	599	35
31 „ I	824	63	231	63	589	63
31 „ II	813	72	299	72	545	63
16 Nov.	874	56	221	56		
17 „	797	56	259	56	549	56
	76.806	389	85.242	390	92.599	354
	$7\,\eta^2 = 0.4657$		$7\,\eta^2 = 0.5091$		$6\,\eta^2 = 0.5363$	

TABEL VI.

(§ 53)

Declinatieverschillen.

Voor de beteekenis der kolommen zie men § 53.

2—1

25 A.	$8^r.8859$	+ 91	$8^r.8950$	+ 3′ 28″.26	Z 84
3 M.	8362	+ 41	8403	27 .42	N 84
9 M.	8676	+ 50	8726	27 .73	Z 51
2 J.	8231	+ 20	8251	27 .06	N 51
6 J.	8534	+ 29	8563	27 .35	Z 18
7 J.	8577	+ 41	8618	27 .92	N 18
				+ 3′ 27″.62	

$\varepsilon = 0''.433$

3—1

25 A.	$8^r.7545$	+ 101	$8^r.7646$	+ 3′ 25″.20	Z 84
3 M.	7206	+ 25	7231	24 .67	N 84
9 M.	7242	+ 31	7273	24 .33	Z 51
2 J.	7324	+ 25	7349	24 .95	N 51
6 J.	7628	+ 27	7655	25 .22	Z 18
8 J.	7083	+ 65	7148	24 .48	N 18
				+ 3′ 24″.81	

$\varepsilon = 0''.374$

4—1

25 A.	$6^r.5965$	+ 106	$6^r.6071$	+ 2′ 34″.64	Z 84
3 M.	5984	+ 4	5988	34 .86	N 84
9 M.	6308	+ 22	6330	35 .24	Z 51
2 J.	5983	+ 40	6023	34 .96	N 51
6 J.	6174	+ 15	6189	34 .91	Z 18
7 J.	5932	+ 53	5985	34 .87	N 18
				+ 2′ 34″.91	

$\varepsilon = 0''.194$

5—1

25 A.	$6^r.7285$	+ 90	$6^r.7375$	+ 2′ 37″.69	Z 84
3 M.	7256	+ 15	7271	37 .89	N 84
9 M.	7606	+ 26	7632	38 .29	Z 51
2 J.	7255	+ 33	7288	37 .93	N 51
6 J.	7552	+ 25	7577	38 .17	Z 18
7 J.	7427	+ 57	7484	38 .39	N 18
				+ 2′ 38″.06	

$\varepsilon = 0''.267$

6—1

25 A.	$5^r.1793$	+ 67	$5^r.1860$	+ 2′ 1″.33	Z 84
3 M.	1452	+ 23	1475	0 .87	N 84
9 M.	1624	+ 48	1672	0 .89	Z 51
3 J.	1606	+ 40	1646	1 .27	N 51
6 J.	1768	− 7	1761	1 .10	Z 18
7 J.	1473	+ 11	1484	0 .89	N 18
				+ 2′ 1″.06	

$\varepsilon = 0''.206$

7—1

25 A.	$3^r.6733$	+ 74	$3^r.6807$	+ 1′ 26″.05	Z 84
3 M.	6672	− 11	6661	26 .15	N 84
9 M.	6540	− 6	6534	25 .41	Z 51
3 J.	6334	+ 29	6363	25 .45	N 51
6 J.	6782	+ 15	6797	26 .02	Z 18
7 J.	6435	+ 51	6486	25 .74	N 18
				+ 1′ 25″.80	

$\varepsilon = 0''.320$

9—1

6 M.	$9^r.9784$	+ 35	$9^r.9819$	− 3′ 53″.73	N 84
7 M.	9 .9396	+ 56	9 .9452	53 .31	Z 84
10 M.	9 .9306	+ 30	9 .9336	53 .04	Z 51
29 M.	10 .0124	+ 36	10 .0160	54 .53	N 51
7 J.	9 .9586	+ 21	9 .9607	53 .68	Z 18
12 J.	9 .9566	+ 53	9 .9619	53 .26	N 18
				− 3′ 53″.59	

$\varepsilon = 0''.529$

12—1

6 M.	$20^r.7360$	+ 135	$20^r.7495$	− 8′ 6″.32	N 84
7 M.	7263	+ 142	7405	6 .11	Z 84
9 M.	7552	+ 80	7632	6 .64	Z 51
29 M.	7832	+ 69	7901	7 .27	N 51
7 J.	7426	+ 49	7475	6 .28	Z 18
8 J.	7415	+ 52	7467	6 .26	N 18
				− 8′ 6″.48	

$\varepsilon = 0''.424$

13—1

6 M.	$20^r.7804$	+ 128	$20^r.7932$	− 8′ 7″.35	N 84
7 M.	8124	+ 145	8269	8 .14	Z 84
9 M.	8046	+ 85	8131	7 .81	Z 51
29 M.	8204	+ 72	8276	8 .15	N 51
7 J.	8030	+ 75	8105	7 .96	Z 18
8 J.	7923	+ 45	7968	7 .43	N 18
				− 8′ 7″.81	

$\varepsilon = 0''.347$

14—1

6 M.	$14^r.8666$	+ 86	$14^r.8752$	− 5′ 48″.64	N 84
7 M.	8470	+ 121	8591	48 .27	Z 84
9 M.	8830	+ 67	8897	48 .98	Z 51
24 M.	8640	+ 51	8691	48 .50	N 51
7 J.	8651	+ 57	8708	48 .54	Z 18
8 J.	8473	+ 29	8502	48 .06	N 18
				− 5′ 48″.50	

$\varepsilon = 0''.316$

15—1

6 M.	$12^r.1274$	+ 70	$12^r.1344$	− 4′ 44″.40	N 84
7 M.	1306	+ 106	1412	44 .56	Z 84
9 M.	1300	+ 74	1374	44 .47	Z 51
24 M.	1398	+ 67	1465	44 .69	N 51
6 J.	1388	+ 4	1392	44 .52	Z 18
8 J.	1091	+ 5	1096	43 .82	N 18
				− 4′ 44″.41	

$\varepsilon = 0''.305$

16—1

6 M.	$9^r.3662$	+ 91	$9^r.3753$	− 3′ 39″.74	N 84
7 M.	3530	+ 65	3595	39 .37	Z 84
9 M.	3840	+ 57	3897	40 .07	Z 51
24 M.	3899	+ 79	3978	40 .26	N 51
6 J.	4040	− 11	4029	40 .38	Z 18
8 J.	3471	+ 24	3495	39 .13	N 18
				− 3′ 39″.83	

$\varepsilon = 0''.388$

17—1

3 M.	$10^r.3166$	+ 19	$10^r.3185$	− 4′ 2″.06	N 84
7 M.	3210	+ 70	3280	1 .85	Z 84
9 M.	3658	+ 67	3725	2 .89	Z 51
24 M.	3973	+ 85	4058	4 .11	N 51
6 J.	3706	− 10	3696	2 .77	Z 18
8 J.	3099	+ 23	3122	1 .92	N 18
				− 4′ 2″.60	

$\varepsilon = 0''.861$

18—1

25 A.	$11^r.3113$	+ 122	$11^r.3235$	− 4′ 25″.18	Z 84
3 M.	2880	+ 27	2907	24 .85	N 84
9 M.	2940	+ 75	3015	24 .66	Z 51
24 M.	3053	+ 88	3141	25 .40	N 51
6 J.	3316	− 12	3304	25 .34	Z 18
8 J.	2776	+ 19	2795	24 .59	N 18
				− 4′ 25″.00	

$\varepsilon = 0''.350$

19—1

25 A.	$8^r.1885$	+ 85	$8^r.1970$	− 3′ 11″.90	Z 84
3 M.	1494	+ 34	1528	11 .30	N 84
9 M.	1956	+ 62	2018	12 .01	Z 51
24 M.	1712	+ 60	1772	11 .88	N 51
6 J.	1888	− 10	1878	11 .68	Z 18
8 J.	1511	+ 17	1528	11 .30	N 18
				− 3′ 11″.68	

$\varepsilon = 0''.312$

21—1

3 M.	$12^r.6806$	+ 42	$12^r.6848$	− 4′ 57″.52	N 84
7 M.	6958	+ 109	7067	57 .60	Z 84
9 M.	7227	+ 41	7268	58 .07	Z 51
3 J.	6968	+ 45	7013	57 .91	N 51
6 J.	7246	+ 39	7285	58 .11	Z 18
12 J.	6942	+ 112	7054	58 .01	N 18
				− 4′ 57″.87	

$\varepsilon = 0''.251$

22—1

3 M.	$4^r.7216$	+ 8	$4^r.7224$	− 1′ 50″.90	N 84
7 M.	7202	+ 72	7274	50 .58	Z 84
9 M.	7295	+ 5	7300	50 .64	Z 51
3 J.	7156	+ 30	7186	50 .81	N 51
6 J.	7396	+ 27	7423	50 .93	Z 18
12 J.	7072	+ 82	7154	50 .74	N 18
				− 1′ 50″.77	

$\varepsilon = 0''.140$

23—1

25 A.	$1^r.3933$	+ 55	$1^r.3988$	− 32″.57	Z 84
3 M.	3946	− 32	3914	32 .83	N 84
10 M.	3922	+ 12	3934	32 .44	Z 51
3 J.	4280	+ 48	4328	33 .80	N 51
6 J.	4108	− 23	4085	32 .79	Z 18
8 J.	3623	+ 16	3639	32 .19	N 18
				− 32″.77	

$\varepsilon = 0''.557$

25—1

15 A.	$8^r.0352$	+ 68	$8^r.0420$	+ 3′ 8″.71	Z 84
6 M.	0372	+ 37	0409	8 .24	N 84
10 M.	0392	+ 36	0428	8 .73	Z 51
29 M.	0848	+ 37	0885	9 .36	N 51
6 J.	0556	+ 64	0620	9 .18	Z 18
8 J.	0385	+ 11	0396	8 .21	N 18
				+ 3′ 8″.74	

$\varepsilon = 0''.467$

26—1

15 A.	$5^r.1198$	+ 37	$5^r.1235$	+ 1′ 60″.30	Z 84
6 M.	1140	+ 26	1166	59 .70	N 84
10 M.	0809	+ 26	0835	59 .37	Z 51
29 M.	0838	+ 22	0860	60 .13	N 51
7 J.	1318	+ 6	1324	60 .51	Z 18
12 J.	0978	+ 16	0994	59 .30	N 18
				+ 1′ 59″.89	

$\varepsilon = 0''.503$

27—1

15 A.	$1^r.3236$	− 30	$1^r.3206$	+ 31″.17	Z 84
6 M.	3350	+ 34	3384	31 .15	N 84
10 M.	3097	+ 34	3131	31 .00	Z 51
29 M.	3640	+ 5	3645	31 .76	N 51
7 J.	3258	0	3258	31 .29	Z 18
12 J.	3376	− 39	3337	31 .04	N 18
				+ 31″.24	

$\varepsilon = 0''.277$

29—1

15 A.	$7^r.0240$	+ 46	$7^r.0286$	+ 2′ 44″.95	Z 84
6 M.	0436	+ 22	0458	44 .92	N 84
29 M.	0838	+ 22	0860	45 .86	N 51
3 J.	0342	+ 9	0351	45 .11	Z 51
7 J.	0559	− 1	0558	45 .59	Z 18
12 J.	0346	+ 30	0376	44 .73	N 18
				+ 2′ 45″.19	

$\varepsilon = 0''.438$

30—1

15 A.	$17^r.3422$	+ 79	$17^r.3501$	+ 6′ 46″.87	Z 84
7 M.	3630	+ 94	3724	46 .95	N 84
3 J.	3656	+ 9	3665	46 .81	N 51
3 J.	3363	+ 61	3424	46 .69	Z 51
7 J.	3630	+ 37	3667	47 .26	Z 18
12 J.	3668	+ 36	3704	46 .90	N 18
				+ 6′ 46″.91	

$\varepsilon = 0''.192$

31—1

7 M.	$24^r.9530$	+ 134	$24^r.9664$	+ 9′ 45″.38	Z 84
7 M.	9928	+ 88	25 .0016	45 .76	N 84
3 J.	9682	+ 36	24 .9718	45 .06	N 51
3 J.	9636	+ 54	24 .9690	45 .44	Z 51
6 J.	9951	+ 88	25 .0039	46 .26	Z 18
12 J.	9799	+ 131	24 .9930	45 .56	N 18
				+ 9′ 45″.58	

$\varepsilon = 0''.406$

32—1

15 A.	$15^r.8264$	+ 59	$15^r.8323$	+ 6′ 11″.30	Z 84
7 M.	8354	+ 75	8429	11 .10	N 84
29 M.	8842	+ 33	8875	12 .15	N 51
3 J.	8194	+ 24	8218	11 .05	Z 51
7 J.	8429	+ 60	8489	11 .68	Z 18
12 J.	8298	+ 78	8376	10 .98	N 18
				+ 6′ 11″.38	

$\varepsilon = 0''.455$

33—1

15 A.	$9^r.7350$	+ 28	$9^r.7378$	+ 3′ 48″.45	Z 84
7 M.	7510	+ 65	7575	48 .47	N 84
29 M.	7860	— 1	7859	49 .14	N 51
3 J.	7482	+ 12	7494	48 .72	Z 51
7 J.	7765	+ 50	7815	49 .48	Z 18
12 J.	7388	+ 40	7428	48 .13	N 18
				+ 3′ 48″.73	

$\varepsilon = 0''.497$

34—1

15 A.	$9^r.4824$	+ 19	$9^r.4843$	+ 3′ 42″.51	Z 84
7 M.	4870	+ 80	4950	42 .32	N 84
29 M.	5076	+ 8	5084	42 .64	N 51
3 J.	4600	+ 52	4652	42 .06	Z 51
7 J.	5099	+ 41	5140	43 .21	Z 18
12 J.	4962	+ 20	4982	42 .40	N 18
				+ 3′ 42″.52	

$\varepsilon = 0''.389$

4—2

19 S.	$2^r.2348$	+ 37	$2^r.2385$	— 52″.61	N 67
8 O.	2569	— 44	2525	52 .65	Z 00
23 O.	2158	— 24	2134	52 .02	N 00
4 N.	2372	+ 41	2413	52 .39	Z 33
6 N.	2422	+ 4	2426	52 .42	Z 67
13 N.	2506	— 18	2488	52 .85	N 33
				— 52″.49	

$\varepsilon = 0''.285$

5—2

19 S.	$2^r.1230$	+ 18	$2^r.1248$	— 49″.94	N 67
23 O.	1045	— 18	1027	49 .43	N 00
4 N.	1277	+ 17	1294	49 .77	Z 33
4 N.	1237	— 25	1212	49 .57	Z 00
8 N.	1105	+ 13	1118	49 .35	Z 67
13 N.	1167	+ 6	1173	49 .77	N 33
				— 49″.64	

$\varepsilon = 0''.227$

6—2

19 S.	$3^r.6976$	+ 26	$3^r.7002$	— 1′ 26″.87	N 67
24 S.	6785	+ 46	6831	26 .47	N 00
4 O.	7132	+ 29	7161	26 .95	Z 00
4 N.	6855	+ 68	6923	26 .40	Z 33
6 N.	7024	— 25	6999	26 .57	Z 67
13 N.	6848	— 18	6830	26 .46	N 33
				— 1′ 26″.62	

$\varepsilon = 0''.233$

7—2

19 S.	$5^r.1928$	+ 38	$5^r.1966$	— 2′ 1″.95	N 67
4 O.	2097	— 29	2068	1 .89	Z 00
19 O.	1609	+ 19	1628	1 .15	N 00
4 N.	2136	+ 48	2184	2 .16	Z 33
6 N.	1785	+ 41	1826	1 .33	Z 67
8 N.	2027	+ 44	2071	2 .19	N 33
				— 2′ 1″.78	

$\varepsilon = 0''.437$

4—3

19 S.	$2^r.1268$	+ 6	$2^r.1274$	— 49″.72	N 67
24 S.	1733	— 38	1695	50 .71	N 00
4 O.	1422	+ 30	1452	50 .42	Z 00
4 N.	1119	— 2	1117	49 .64	Z 33
8 N.	1245	+ 28	1273	50 .00	Z 67
13 N.	1532	+ 40	1572	50 .42	N 33
				— 50″.15	

$\varepsilon = 0''.431$

6—4

19 S.	1r.4345	+ 71	1r.4416	− 33″.93	N 67
4 O.	4755	− 13	4742	34 .41	Z 00
23 O.	4485	− 4	4481	34 .08	N 00
4 N.	4412	+ 71	4483	33 .80	Z 33
8 N.	4573	− 48	4525	33 .90	Z 67
8 N.	4424	− 53	4371	33 .83	N 33
				− 33″.99	

$\varepsilon = 0''.227$

7—4

19 S.	2r.9348	+ 5	2r.9353	− 1′ 8″.94	N 67
24 S.	9159	+ 23	9182	8 .54	N 00
4 O.	9769	+ 19	9788	9 .67	Z 00
4 N.	9696	+ 15	9711	9 .49	Z 33
8 N.	9475	+ 15	9490	8 .98	Z 67
8 N.	9535	+ 40	9575	9 .46	N 33
				− 1′ 9″.18	

$\varepsilon = 0''.429$

14—12

24 S.	5r.8959	+ 30	5r.8989	+ 2′ 18″.40	N 00
4 O.	8657	+ 34	8691	17 .42	Z 00
12 O.	8685	+ 21	8706	17 .74	N 67
23 O.	8814	+ 45	8859	18 .10	N 33
6 N.	8570	+ 6	8576	17 .15	Z 67
10 D.	8714	+ 98	8812	17 .70	Z 33
				+ 2′ 17″.75	

$\varepsilon = 0''.451$

14—13

24 S.	5r.8985	+ 29	5r.9014	+ 2′ 18″.31	N 00
4 O.	9203	+ 33	9236	18 .84	Z 00
12 O.	9015	+ 20	9035	18 .37	N 67
23 O.	9234	+ 29	9263	18 .90	N 33
6 N.	8900	+ 26	8926	18 .11	Z 67
10 D.	8988	+ 91	9079	18 .47	Z 33
				+ 2′ 18″.50	

$\varepsilon = 0''.310$

18—17

19 S.	0r.9454	− 4	0r.9450	− 22″.01	N 67
8 O.	9541	+ 18	9559	22 .55	Z 00
23 O.	9841	+ 10	9851	22 .95	N 00
29 O.	9466	+ 4	9470	22 .34	Z 33
6 N.	9608	+ 3	9611	22 .67	Z 67
9 N.	9656	+ 3	9659	22 .50	N 33
				− 22″.50	

$\varepsilon = 0''.300$

19—17

19 S.	2r.1790	+ 30	2r.1820	+ 51″.28	N 67
8 O.	1973	− 40	1933	51 .26	Z 00
23 O.	1891	− 25	1866	51 .39	N 00
29 O.	1940	+ 52	1992	51 .40	Z 33
6 N.	1758	+ 17	1775	50 .89	Z 67
9 N.	1707	− 3	1704	51 .01	N 33
				+ 51″.20	

$\varepsilon = 0''.207$

TABEL VII.

(§ 77)

Ongecorrigeerde coördinaten.

RECHTE KLIMMING. (*X*)

N°	SCHEINER		HENRY		ROBERTS	
	I	II	III	IV	V	VI
9	— 7′.6675	— 7′.6723	— 7′.6659	— 7′.6719	— 7′.6620	— 7′.6728
5	— 6 .6607	— 6 .6646	— 6 .6613	— 6 .6645	— 6 .6528	— 6 .6658
6	— 5 .4951	— 5 .4982	— 5 .4931	— 5 .4989	— 5 .4904	— 5 .5019
3	— 5 .1525	— 5 .1590	— 5 .1510	— 5 .1546	— 5 .1481	— 5 .1520
7	— 5 .0328	— 5 .0321	— 5 .0277	— 5 .0293	— 5 .0214	— 5 .0323
4	— 5 .0185	— 5 .0202	— 5 .0165	— 5 .0151	— 5 .0165	— 5 .0185
2	— 3 .9806	— 3 .9827	— 3 .9820	— 3 .9843	— 3 .9800	— 3 .9853
15	— 2 .3263	— 2 .3298	— 2 .3239	— 2 .3281	— 2 .3230	— 2 .3269
12	— 1 .8683	— 1 .8688	— 1 .8672	— 1 .8668	— 1 .8489	— 1 .8684
14	— 0 .3696	— 0 .3717	— 0 .3696	— 0 .3755	— 0 .3726	— 0 .3764
16	— 0 .3351	— 0 .3321	— 0 .3315	— 0 .3367	— 0 .3357	— 0 .3351
13	+ 0 .1556	+ 0 .1556	+ 0 .1569	+ 0 .1527	+ 0 .1665	+ 0 .1522
17	+ 1 .5332	+ 1 .5304	+ 1 .5314	+ 1 .5339	+ 1 .5379	+ 1 .5313
18	+ 1 .9297	+ 1 .9288	+ 1 .9318	+ 1 .9304	+ 1 .9327	+ 1 .9253
19	+ 2 .3239	+ 2 .3208	+ 2 .3220	+ 2 .3208	+ 2 .3286	+ 2 .3214
25	+ 2 .7554	+ 2 .7532	+ 2 .7531	+ 2 .7561	+ 2 .7578	+ 2 .7521
23	+ 4 .7654	+ 4 .7664	+ 4 .7636	+ 4 .7642	+ 4 .7702	+ 4 .7578
26	+ 5 .1309	+ 5 .1294	+ 5 .1335	+ 5 .1279	+ 5 .1324	+ 5 .1227
27	+ 6 .5545	+ 6 .5508	+ 6 .5484	+ 6 .5494	+ 6 .5594	+ 6 .5472
21	+ 7 .9526	+ 7 .9503	+ 7 .9525	+ 7 .9500	+ 7 .9561	+ 7 .9530
32	+ 8 .7433	+ 8 .7455	+ 8 .7430	+ 8 .7446	+ 8 .7524	+ 8 .7450
34	+ 9 .2622	+ 9 .2607	+ 9 .2613	+ 9 .2608	+ 9 .2693	+ 9 .2561
33	+ 10 .3986	+ 10 .3974	+ 10 .3957	+ 10 .3962	+ 10 .4033	+ 10 .3886
31	+ 11 .1187	+ 11 .1131	+ 11 .1115	+ 11 .1129	+ 11 .1173	+ 11 .1084
29	+ 11 .1998	+ 11 .2012	+ 11 .2004	+ 11 .1991	+ 11 .2063	+ 11 .1975
22	+ 13 .2915	+ 13 .2918	+ 13 .2902	+ 13 .2899	+ 13 .2968	+ 13 .2861
30	+ 15 .1197	+ 15 .1164	+ 15 .1127	+ 15 .1169	+ 15 .1208	+ 15 .1084
d	— 27 .0606	— 27 .0606	— 27 .0472	— 27 .0597		
f	— 26 .6737	— 26 .6765	— 26 .6632	— 26 .6697		
b	— 10 .2866	— 10 .2827	— 10 .2721	— 10 .2854		
g	— 7 .6925	— 7 .6992	— 7 .6931	— 7 .6906	— 7 .6935	— 7 .6943
c	+ 3 .0920	+ 3 .0974	+ 3 .0934	+ 3 .0903		
h	+ 5 .2950	+ 5 .2975	+ 5 .2858	+ 5 .2937	+ 5 .2947	+ 5 .2851
k	+ 22 .0388	+ 22 .0377	+ 22 .0323	+ 22 .0246	+ 22 .0392	+ 22 .0303
l	+ 26 .2067	+ 26 .2029	+ 26 .1921	+ 26 .1994	+ 26 .2068	+ 26 .1955
m						— 19 .5448

TABEL VII. (*Vervolg*).

(§ 77)

Ongecorrigeerde coördinaten.

DECLINATIE. (*Y*)

N°	SCHEINER		HENRY		ROBERTS	
	I	II	III	IV	V	VI
9	− 3'.8962	− 3'.8994	− 3'.8971	− 3'.8982	− 3'.8951	− 3'.8936
5	+ 2.6201	+ 2.6210	+ 2.6206	+ 2.6152	+ 2.6177	+ 2.6214
6	+ 2.0117	+ 2.0087	+ 2.0098	+ 2.0077	+ 2.0135	+ 2.0158
3	+ 3.4111	+ 3.4123	+ 3.4069	+ 3.4056	+ 3.4123	+ 3.4116
7	+ 1.4248	+ 1.4273	+ 1.4223	+ 1.4209	+ 1.4307	+ 1.4247
4	+ 2.5796	+ 2.5787	+ 2.5736	+ 2.5734	+ 2.5757	+ 2.5805
2	+ 3.4516	+ 3.4529	+ 3.4512	+ 3.4501	+ 3.4510	+ 3.4596
15	− 4.7374	− 4.7337	− 4.7389	− 4.7395	− 4.7281	− 4.7250
12	− 8.0990	− 8.1032	− 8.1007	− 8.1042	− 8.0907	− 8.0983
14	− 5.8056	− 5.8066	− 5.8113	− 5.8105	− 5.8056	− 5.8030
16	− 3.6635	− 3.6647	− 3.6597	− 3.6611	− 3.6627	− 3.6633
13	− 8.1160	− 8.1159	− 8.1155	− 8.1181	− 8.1095	− 8.1135
17	− 4.0383	− 4.0394	− 4.0421	− 4.0436	− 4.0435	− 4.0408
18	− 4.4127	− 4.4118	− 4.4172	− 4.4160	− 4.4069	− 4.4096
19	− 3.1852	− 3.1889	− 3.1935	− 3.1918	− 3.1907	− 3.1914
25	+ 3.1478	+ 3.1468	+ 3.1440	+ 3.1469	+ 3.1456	+ 3.1441
23	− 0.5368	− 0.5387	− 0.5442	− 0.5371	− 0.5406	− 0.5380
26	+ 2.0068	+ 2.0068	+ 2.0006	+ 2.0053	+ 1.9999	+ 2.0001
27	+ 0.5304	+ 0.5309	+ 0.5255	+ 0.5295	+ 0.5313	+ 0.5352
21	− 4.9572	− 4.9525	− 4.9587	− 4.9553	− 4.9519	− 4.9525
32	+ 6.1993	+ 6.2007	+ 6.1878	+ 6.1942	+ 6.1925	+ 6.1897
34	+ 3.7159	+ 3.7220	+ 3.7121	+ 3.7147	+ 3.7134	+ 3.7168
33	+ 3.8210	+ 3.8256	+ 3.8159	+ 3.8231	+ 3.8219	+ 3.8200
31	+ 9.7736	+ 9.7764	+ 9.7672	+ 9.7737	+ 9.7743	+ 9.7603
29	+ 2.7628	+ 2.7660	+ 2.7569	+ 2.7667	+ 2.7595	+ 2.7546
22	− 1.8277	− 1.8255	− 1.8393	− 1.8279	− 1.8302	− 1.8386
30	+ 6.8040	+ 6.8035	+ 6.7904	+ 6.8007	+ 6.8000	+ 6.7964
d	− 28.8600	− 28.8675	− 28.8550	− 28.8680		
f	+ 18.2696	+ 18.2645	+ 18.2703	+ 18.2668		
b	− 29.2237	− 29.2318	− 29.2220	− 29.2282		
g	+ 22.4305	+ 22.4358	+ 22.4238	+ 22.4282	+ 22.4320	+ 22.4345
c	− 24.8367	− 24.8379	− 24.8373	− 24.8405		
h	+ 31.4183	+ 31.4224	+ 31.4092	+ 31.4219	+ 31.4178	+ 31.4195
k	− 4.4222	− 4.4229	− 4.4345	− 4.4235	− 4.4293	− 4.4339
l	+ 18.0751	+ 18.0787	+ 18.0656	+ 18.0741	+ 18.0738	+ 18.0499
m						+ 10.5477

TABEL VIII.

(§ 82)

Refractie- en aberratiecorrecties.

Eenheid = 0'.0001.

	RECHTE KLIMMING. (X)						DECLINATIE. (Y)					
N°	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
9	− 24	− 21	− 41	− 20	− 23	− 18	− 25	− 23	− 51	− 21	− 31	− 23
5	− 20	− 19	− 19	− 17	− 15	− 14	+ 15	+ 15	− 5	+ 11	+ 6	+ 9
6	− 17	− 16	− 16	− 14	− 12	− 11	+ 11	+ 12	− 5	+ 9	+ 4	+ 7
3	− 16	− 16	− 10	− 13	− 10	− 10	+ 20	+ 20	+ 5	+ 16	+ 11	+ 14
7	− 15	− 14	− 16	− 13	− 12	− 11	+ 8	+ 8	− 8	+ 6	+ 2	+ 4
4	− 15	− 14	− 13	− 13	− 11	− 10	+ 15	+ 15	0	+ 12	+ 8	+ 10
2	− 12	− 12	− 6	− 10	− 7	− 8	+ 20	+ 20	+ 9	+ 16	+ 13	+ 15
15	− 7	− 6	− 22	− 6	− 10	− 6	− 29	− 28	− 38	− 24	− 28	− 24
12	− 5	− 4	− 30	− 5	− 12	− 7	− 50	− 47	− 58	− 40	− 45	− 41
14	− 1	0	− 17	− 1	− 6	− 3	− 36	− 34	− 38	− 28	− 31	− 29
16	− 1	0	− 11	− 1	− 4	− 2	− 23	− 21	− 25	− 18	− 20	− 18
13	+ 1	+ 1	− 22	0	− 7	− 3	− 50	− 47	− 52	− 39	− 43	− 40
17	+ 5	+ 5	− 5	+ 4	0	+ 2	− 25	− 24	− 21	− 20	− 20	− 19
18	+ 6	+ 7	− 4	+ 5	+ 1	+ 3	− 27	− 26	− 22	− 21	− 22	− 21
19	+ 7	+ 8	0	+ 6	+ 3	+ 4	− 20	− 19	− 13	− 15	− 14	− 15
25	+ 8	+ 7	+ 20	+ 7	+ 10	+ 7	+ 19	+ 18	+ 29	+ 16	+ 21	+ 18
23	+ 15	+ 14	+ 17	+ 12	+ 12	+ 11	− 2	− 3	+ 12	− 2	+ 3	0
26	+ 16	+ 15	+ 26	+ 13	+ 15	+ 12	+ 13	+ 12	+ 30	+ 11	+ 17	+ 13
27	+ 20	+ 19	+ 27	+ 17	+ 17	+ 15	+ 4	+ 3	+ 25	+ 5	+ 11	+ 7
21	+ 24	+ 24	+ 17	+ 20	+ 16	+ 16	− 29	− 29	− 6	− 22	− 16	− 20
32	+ 27	+ 24	+ 52	+ 22	+ 28	+ 22	+ 39	+ 36	+ 68	+ 32	+ 44	+ 35
34	+ 28	+ 25	+ 47	+ 24	+ 27	+ 22	+ 24	+ 22	+ 54	+ 20	+ 32	+ 23
33	+ 32	+ 29	+ 52	+ 27	+ 30	+ 24	+ 25	+ 22	+ 58	+ 21	+ 33	+ 25
31	+ 33	+ 30	+ 71	+ 29	+ 37	+ 28	+ 62	+ 57	+ 98	+ 50	+ 66	+ 54
29	+ 34	+ 31	+ 52	+ 29	+ 31	+ 26	+ 19	+ 16	+ 54	+ 16	+ 29	+ 20
22	+ 41	+ 38	+ 48	+ 34	+ 32	+ 29	− 9	− 11	+ 31	− 6	+ 7	− 1
30	+ 46	+ 42	+ 80	+ 39	+ 45	+ 36	+ 44	+ 40	+ 94	+ 36	+ 55	+ 42
d	− 80	− 73	−188	− 70			− 184	− 174	− 275	− 147		
f	− 83	− 79	− 53	− 68			+ 108	+ 104	+ 31	+ 83		
b	− 30	− 24	−126	− 26			− 185	− 174	− 226	− 146		
g	− 26	− 26	+ 31	− 20	− 1	− 10	+ 135	+ 129	+ 115	+ 106	+107	+104
c	+ 11	+ 14	− 60	+ 8			− 155	− 147	− 152	− 121		
h	+ 14	+ 9	+106	+ 14	+ 41	+ 21	+ 190	+ 181	+ 215	+ 152	+170	+155
k	+ 67	+ 64	+ 75	+ 57	+ 52	+ 47	− 24	− 25	+ 44	− 17	+ 4	− 9
l	+ 79	+ 72	+156	+ 67	+ 83	+ 64	+ 115	+ 105	+ 202	+ 94	+129	+103
m						− 40						+ 41

TABEL IX.

(§ 93)

Correctie voor orientatie-, schaal- en nulfout.

Eenheid = 0′.0001.

N° \ Plaat	RECHTE KLIMMING. (X) I	II	III	IV	DECLINATIE. (Y) I	II	III	IV
9	+ 6	− 7	− 22	− 33	+ 76	+ 102	+ 86	+ 108
5	+ 78	+ 82	+ 54	+ 62	+ 40	+ 58	+ 53	+ 70
6	+ 63	+ 66	+ 43	+ 50	+ 34	+ 49	+ 45	+ 58
3	+ 76	+ 84	+ 59	+ 68	+ 25	+ 38	+ 37	+ 48
7	+ 51	+ 54	+ 33	+ 38	+ 32	+ 46	+ 43	+ 54
4	+ 65	+ 70	+ 47	+ 55	+ 28	+ 41	+ 38	+ 50
2	+ 69	+ 77	+ 55	+ 65	+ 16	+ 25	+ 26	+ 34
15	− 41	− 54	− 50	− 63	+ 39	+ 49	+ 39	+ 46
12	− 85	− 107	− 93	− 116	+ 50	+ 61	+ 47	+ 54
14	− 68	− 84	− 70	− 86	+ 28	+ 33	+ 25	+ 27
16	− 42	− 52	− 43	− 54	+ 19	+ 23	+ 16	+ 19
13	− 99	− 120	− 100	− 124	+ 35	+ 39	+ 28	+ 30
17	− 60	− 69	− 54	− 66	+ 6	+ 4	0	− 2
18	− 68	− 77	− 61	− 74	+ 4	+ 2	− 2	− 5
19	− 55	− 63	− 47	− 56	− 4	− 9	− 10	− 15
25	+ 19	+ 28	+ 29	+ 38	− 35	− 46	− 38	− 46
23	− 38	− 38	− 21	− 25	− 34	− 49	− 43	− 55
26	− 10	− 3	+ 8	+ 14	− 48	− 65	− 56	− 70
27	− 39	− 36	− 15	− 13	− 53	− 73	− 64	− 80
21	− 115	− 125	− 86	− 102	− 39	− 60	− 57	− 75
32	+ 15	− 34	+ 46	+ 64	− 94	− 125	− 104	− 129
34	− 19	− 6	+ 14	+ 25	− 87	− 119	− 101	− 125
33	− 25	− 10	+ 12	+ 23	− 97	− 132	− 112	− 139
31	+ 42	+ 72	+ 82	+ 110	− 128	− 169	− 142	− 171
29	− 44	− 32	− 3	+ 4	− 98	− 134	− 116	− 144
22	− 113	− 114	− 66	− 73	− 94	− 134	− 119	− 151
30	− 21	+ 2	+ 34	+ 52	− 146	− 198	− 167	− 207
g	+ 325	+ 380	+ 297	+ 366	− 39	− 32	− 13	+ 2

TABEL X.

(§ 95)

Gecorrigeerde coördinaten.

RECHTE KLIMMING.

N°	I	II	III	IV	V	VI
9	— 30^s.867	— 30^s.888	— 30^s.877	— 30^s.893	— 30^s.845	— 30^s.886
5	— 26 .790	— 26 .805	— 26 .803	— 26 .814	— 26 .788	— 26 .840
6	— 22 .102	— 22 .115	— 22 .102	— 22 .124	— 22 .107	— 22 .153
3	— 20 .718	— 20 .744	— 20 .718	— 20 .733	— 20 .730	— 20 .746
7	— 20 .245	— 20 .242	— 20 .232	— 20 .237	— 20 .219	— 20 .262
4	— 20 .182	— 20 .189	— 20 .182	— 20 .175	— 20 .200	— 20 .207
2	— 16 .002	— 16 .010	— 16 .012	— 16 .022	— 16 .026	— 16 .048
15	— 9 .382	— 9 .398	— 9 .380	— 9 .390	— 9 .351	— 9 .365
12	— 7 .555	— 7 .560	— 7 .560	— 7 .549	— 7 .442	— 7 .518
14	— 1 .516	— 1 .526	— 1 .520	— 1 .538	— 1 .499	— 1 .514
16	— 1 .366	— 1 .355	— 1 .354	— 1 .372	— 1 .351	— 1 .348
13	+ 0 .586	+ 0 .584	+ 0 .586	+ 0 .576	+ 0 .671	+ 0 .615
17	+ 6 .148	+ 6 .136	+ 6 .142	+ 6 .154	+ 6 .192	+ 6 .166
18	+ 7 .741	+ 7 .738	+ 7 .751	+ 7 .748	+ 7 .781	+ 7 .752
19	+ 9 .334	+ 9 .321	+ 9 .328	+ 9 .325	+ 9 .375	+ 9 .347
25	+ 11 .103	+ 11 .095	+ 11 .102	+ 11 .109	+ 11 .105	+ 11 .080
23	+ 19 .172	+ 19 .176	+ 19 .173	+ 19 .172	+ 19 .206	+ 19 .156
26	+ 20 .657	+ 20 .652	+ 20 .678	+ 20 .650	+ 20 .666	+ 20 .626
27	+ 26 .376	+ 26 .362	+ 26 .364	+ 26 .364	+ 26 .410	+ 26 .361
21	+ 31 .969	+ 31 .959	+ 31 .980	+ 31 .970	+ 32 .029	+ 32 .017
32	+ 35 .218	+ 35 .229	+ 35 .237	+ 35 .232	+ 35 .247	+ 35 .215
34	+ 37 .291	+ 37 .286	+ 37 .307	+ 37 .296	+ 37 .325	+ 37 .270
33	+ 41 .861	+ 41 .862	+ 41 .875	+ 41 .867	+ 41 .892	+ 41 .830
31	+ 44 .800	+ 44 .782	+ 44 .799	+ 44 .788	+ 44 .775	+ 44 .736
29	+ 45 .082	+ 45 .089	+ 45 .107	+ 45 .093	+ 45 .124	+ 45 .087
22	+ 53 .469	+ 53 .470	+ 53 .487	+ 53 .479	+ 53 .534	+ 53 .489
30	+ 60 .884	+ 60 .874	+ 60 .889	+ 60 .890	+ 60 .894	+ 60 .841
g	— 30 .873	— 30 .893	— 30 .873	— 30 .880	— 31 .000	— 31 .007
m						— 78 .720

TABEL X. (*Vervolg*).

(§ 95)

Gecorrigeerde coördinaten.

DECLINATIE.

N°	I	II	III	IV	V	VI
9	− 3′ 53″.52	− 3′ 53″.65	− 3′ 53″.72	− 3′ 53″.59	− 3′ 53″.99	− 3′ 53″.86
5	+ 2 37 .49	+ 2 37 .57	+ 2 37 .52	+ 2 37 .21	+ 2 37 .01	+ 2 37 .25
6	+ 2 0 .95	+ 2 0 .78	+ 2 0 .77	+ 2 0 .71	+ 2 0 .77	+ 2 0 .93
3	+ 3 24 .91	+ 3 24 .98	+ 3 24 .61	+ 3 24 .58	+ 3 24 .75	+ 3 24 .73
7	+ 1 25 .70	+ 1 25 .87	+ 1 25 .49	+ 1 25 .48	+ 1 25 .80	+ 1 25 .45
4	+ 2 35 .01	+ 2 34 .96	+ 2 34 .59	+ 2 34 .64	+ 2 34 .54	+ 2 34 .84
2	+ 3 27 .30	+ 3 27 .37	+ 3 27 .25	+ 3 27 .20	+ 3 27 .10	+ 3 27 .63
15	− 4 44 .19	− 4 43 .94	− 4 44 .35	− 4 44 .29	− 4 43 .87	− 4 43 .66
12	− 8 5 .94	− 8 6 .15	− 8 6 .12	− 8 6 .20	− 8 5 .72	− 8 6 .16
14	− 5 48 .38	− 5 48 .43	− 5 48 .76	− 5 48 .64	− 5 48 .52	− 5 48 .35
16	− 3 39 .83	− 3 39 .89	− 3 39 .64	− 3 39 .67	− 3 39 .88	− 3 39 .91
13	− 8 7 .05	− 8 7 .02	− 8 7 .07	− 8 7 .13	− 8 6 .82	− 8 7 .04
17	− 4 2 .41	− 4 2 .49	− 4 2 .64	− 4 2 .72	− 4 2 .72	− 4 2 .55
18	− 4 24 .91	− 4 24 .86	− 4 25 .16	− 4 25 .08	− 4 24 .53	− 4 24 .69
19	− 3 11 .26	− 3 11 .50	− 3 11 .74	− 3 11 .65	− 3 11 .51	− 3 11 .56
25	+ 3 8 .77	+ 3 8 .64	+ 3 8 .60	+ 3 8 .68	+ 3 8 .87	+ 3 8 .77
23	− 32 .45	− 32 .63	− 32 .83	− 32 .49	− 32 .41	− 32 .27
26	+ 2 0 .17	+ 2 0 .10	+ 1 59 .89	+ 2 0 .05	+ 2 0 .10	− 2 0 .09
27	+ 31 .49	+ 31 .44	+ 31 .30	+ 31 .42	+ 31 .94	+ 32 .15
21	− 4 57 .91	− 4 57 .68	− 4 57 .91	− 4 57 .79	− 4 57 .22	− 4 57 .28
32	+ 6 11 .55	+ 6 11 .50	+ 6 11 .03	+ 6 11 .18	+ 6 11 .80	+ 6 11 .57
34	+ 3 42 .49	+ 3 42 .72	+ 3 42 .42	+ 3 42 .37	+ 3 42 .97	+ 3 43 .12
33	+ 3 48 .72	+ 3 48 .86	+ 3 48 .59	+ 3 48 .79	+ 3 49 .47	+ 3 49 .31
31	+ 9 45 .88	+ 9 45 .88	+ 9 45 .73	+ 9 45 .81	+ 9 46 .81	+ 9 46 .01
29	+ 2 45 .17	+ 2 45 .22	+ 2 44 .99	+ 2 45 .35	+ 2 45 .69	+ 2 45 .34
22	− 1 50 .46	− 1 50 .46	− 1 50 .98	− 1 50 .51	− 1 49 .86	− 1 50 .41
30	+ 6 47 .39	+ 6 47 .17	+ 6 46 .85	+ 6 47 .11	+ 6 48 .20	+ 6 47 .91
g	+22 26 .29	+22 26 .53	+22 25 .88	+22 26 .06	+22 26 .45	+22 26 .58
m						+10 32 .56

TABEL XI.

(§§ 102–104)

Vereffende coördinaten.

Nulpunt: $\alpha = 18^u\ 21^m\ 47^s.07$.

RECHTE KLIMMING.

	Roberts		Scheiner		Henry					
N°	V	VI	I	II	III	IV	S H	Reg.	0 0	S H – Reg.
9	– 30^s.857	870	847	868	857	873	– 30^s.861	844	817	– 0^s.017
5	– 26 .791	815	797	812	810	821	– 26 .810	822	801	+ 12
6	– 22 .112	128	106	119	106	128	– 22 .115	105	181	– 10
3	– 20 .734	720	729	755	729	744	– 20 .739	741	765	+ 2
7	– 20 .226	239	247	244	234	239	– 20 .241	216	175	– 25
4	– 20 .204	181	188	195	188	181	– 20 .188	202	125	+ 14
2	– 16 .031	022	011	019	021	031	– 16 .020^5	067	986	+ 46^5
15	– 9 .370	352	355	371	353	363	– 9 .360^5	369	420	+ 8^5
12	– 7 .467	511	514	519	519	508	– 7 .515	519	506	+ 4
14	– 1 .523	504	480	490	484	502	– 1 .489	522	527	+ 33
16	– 1 .372	335	342	331	330	348	– 1 .338	340	360	+ 2
1	– 0 .015	+ 019	+ 008	+ 008	+ 008	+ 008	+ 0 .008	+018	+023	– 10
13	+ 0 .643	621	628	626	628	618	+ 0 .625	614	647	+ 11
17	+ 6 .169	178	175	163	169	181	+ 6 .172	165	073	+ 7
18	+ 7 .757	764	769	766	779	776	+ 7 .772^5	751	713	+ 21^5
19	+ 9 .352	360	357	344	351	348	+ 9 .350	330	289	+ 20
25	+ 11 .092	104	100	092	099	106	+ 11 .099	076	106	+ 23
23	+ 19 .184	172	184	188	185	184	+ 19 .185	187	245	– 2
26	+ 20 .648	646	660	655	681	653	+ 20 .662	697	659	– 35
27	+ 26 .388	379	386	372	374	374	+ 26 .376^5	337	425	+ 39^5
21	+ 31 .996	025	003	993	014	004	+ 32 .003^5	051	071	– 47^5
32	+ 35 .231	240	205	216	224	219	+ 35 .216	223	183	– 7
34	+ 37 .305	291	289	284	305	294	+ 37 .293	311	289	– 18
33	+ 41 .870	851	859	860	873	865	+ 41 .864	851	837	+ 13
31	+ 44 .761	765	773	755	772	761	+ 44 .765	796	730	– 31
29	+ 45 .099	105	085	092	110	096	+ 45 .096	098	119	– 2
22	+ 53 .500	500	493	494	511	503	+ 53 .500	521	570	– 21
30	+ 60 .871	864	872	862	877	878	+ 60 .872	889	853	– 17

TABEL XI. (*Vervolg*).

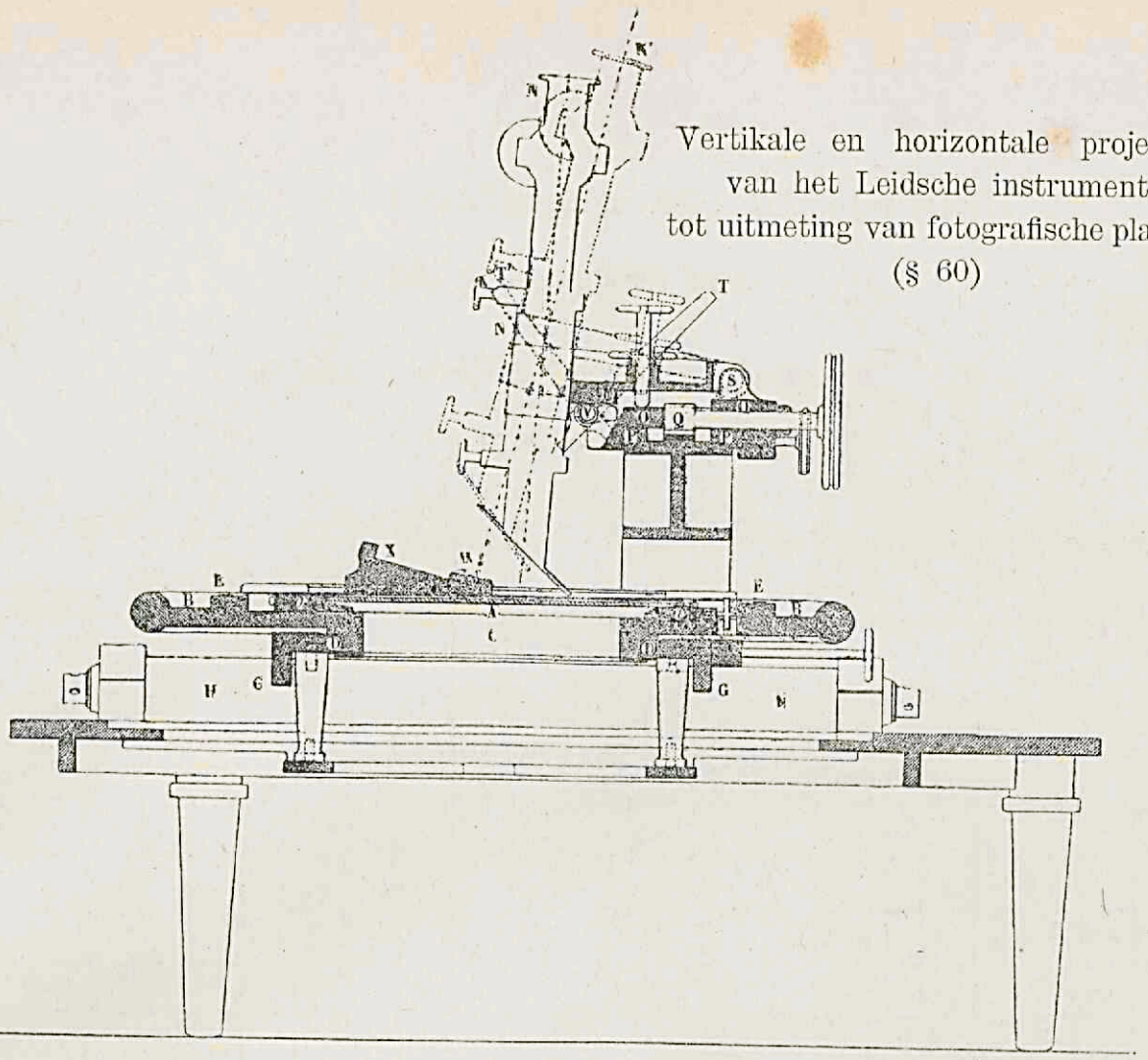
(§§ 102–104)

Vereffende coördinaten.

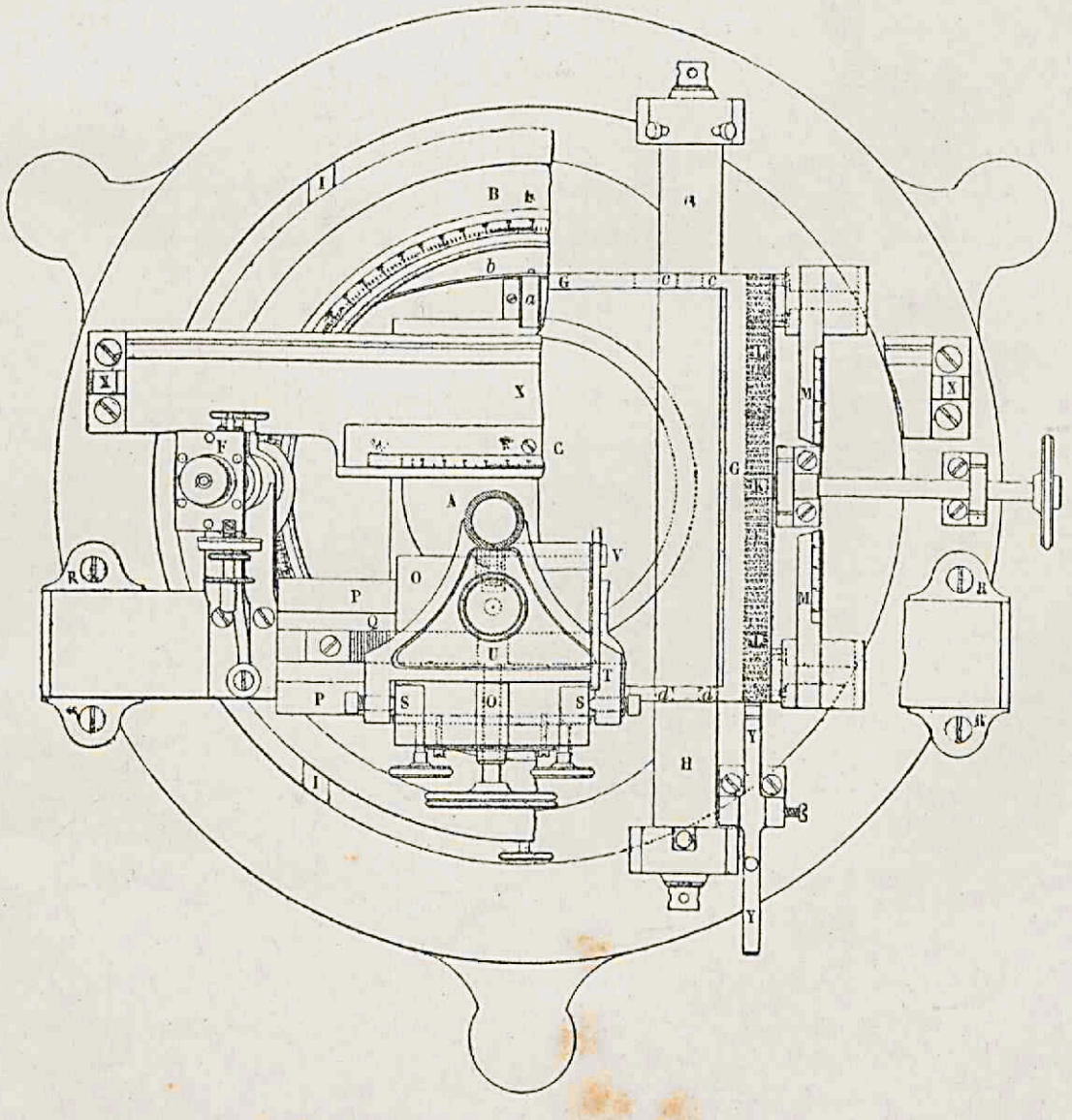
Nulpunt: $\delta = 6° 25' 19''.5$.

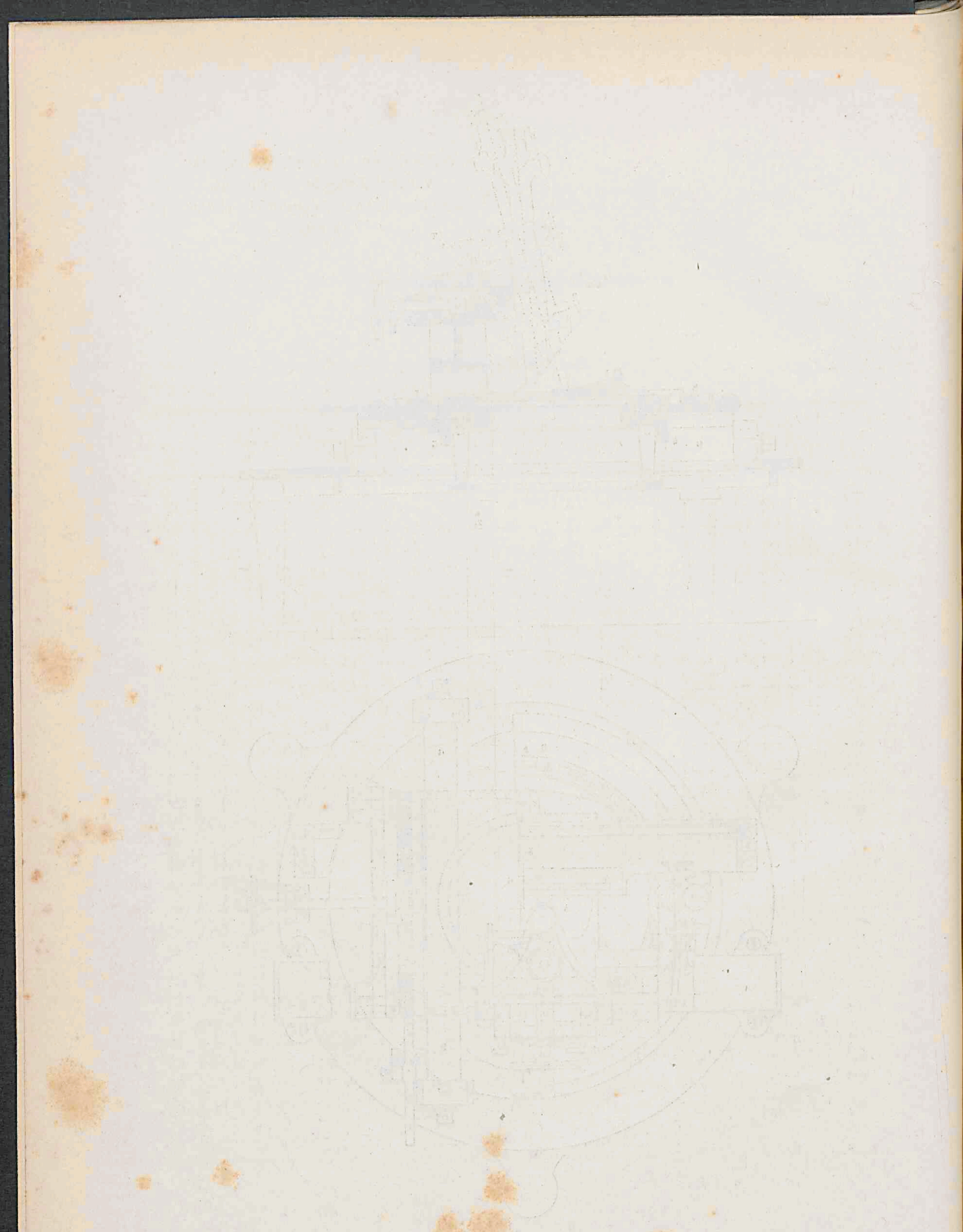
DECLINATIE.

	Roberts		Scheiner		Henry				
N°	V	VI	I	II	III	IV	S H	Mikr.	SH – Mikr.
9	– 3′ 53″.67	53″.72	53″.47	53″.60	53″.67	53″.54	– 3′ 53″.57	53″.59	+ 0″.02
5	+ 2 37 .48	37 .53	37 .72	37 .80	37 .75	37 .44	+ 2 37 .68	37 .99	– 31
6	+ 2 1 .14	1 .14	1 .13	0 .96	0 .95	0 .89	+ 2 0 .98	0 .99	– 1
3	+ 3 25 .13	24 .96	25 .13	25 .20	24 .83	24 .80	+ 3 24 .99	24 .95	+ 4
7	+ 1 26 .11	25 .62	25 .85	26 .02	25 .64	25 .63	+ 1 25 .78[5]	25 .79	– 0[5]
4	+ 2 34 .89	35 .04	35 .20	35 .15	34 .78	34 .83	+ 2 34 .99	34 .95	+ 4
2	+ 3 27 .41	27 .81	27 .49	27 .56	27 .44	27 .39	+ 3 27 .47	27 .58	– 11
15	– 4 43 .96	43 .79	44 .27	44 .02	44 .43	44 .37	– 4 44 .27	44 .41	+ 14
12	– 8 5 .95	6 .41	6 .13	6 .34	6 .31	6 .39	– 8 6 .29	6 .50	+ 21
14	– 5 48 .78	48 .61	48 .53	48 .58	48 .91	48 .79	– 5 48 .70	48 .76	+ 6
16	– 3 40 .08	40 .10	39 .92	39 .98	39 .73	39 .76	– 3 39 .85	39 .83	– 2
1	– 0 .10	–0 .11	+0 .01	+0 .01	+0 .01	+0 .01	+ 0 .01	0 .00	+ 1
13	– 8 7 .20	7 .39	7 .28	7 .25	7 .30	7 .36	– 8 7 .30	7 .53	+ 23
17	– 4 3 .06	2 .84	2 .55	2 .63	2 .78	2 .86	– 4 2 .70[5]	2 .64	– 6[5]
18	– 4 24 .92	25 .02	25 .07	25 .02	25 .32	25 .24	– 4 25 .16	25 .07	– 9
19	– 3 11 .89	11 .87	11 .40	11 .64	11 .88	11 .79	– 3 11 .68	11 .56	– 12
25	+ 3 8 .67	8 .62	8 .81	8 .68	8 .64	8 .72	+ 3 8 .71	8 .74	– 3
23	– 32 .87	32 .63	32 .56	32 .74	32 .94	32 .60	– 32 .71	32 .77	+ 6
26	+ 2 59 .70	59 .80	0 .13	0 .06	59 .85	0 .01	+ 2 0 .01	59 .89	+ 12
27	+ 31 .39	31 .74	31 .38	31 .33	31 .19	31 .31	+ 31 .30	31 .24	+ 6
21	– 4 58 .06	57 .91	58 .21	57 .98	58 .21	58 .09	– 4 58 .12	57 .87	– 25
32	+ 6 11 .28	11 .22	11 .57	11 .52	11 .05	11 .20	+ 6 11 .33[5]	11 .38	– 4[5]
34	+ 3 42 .32	42 .68	42 .42	42 .65	42 .35	42 .30	+ 3 42 .43	42 .52	– 9
33	+ 3 48 .75	48 .81	48 .62	48 .76	48 .49	48 .69	+ 3 48 .64	48 .73	– 9
31	+ 9 46 .24	45 .65	45 .95	45 .95	45 .80	45 .88	+ 9 45 .89[5]	45 .58	+ 31[5]
29	+ 2 44 .87	44 .78	45 .03	45 .08	44 .85	45 .21	+ 2 45 .04	45 .19	– 15
22	– 1 50 .98	51 .20	50 .78	50 .78	51 .30	50 .83	– 1 50 .92	50 .77	– 15
30	+ 6 47 .24	47 .27	47 .29	47 .07	46 .75	47 .01	+ 6 47 .03	46 .91	+ 12



Vertikale en horizontale projectie
van het Leidsche instrument
tot uitmeting van fotografische platen.
(§ 60)



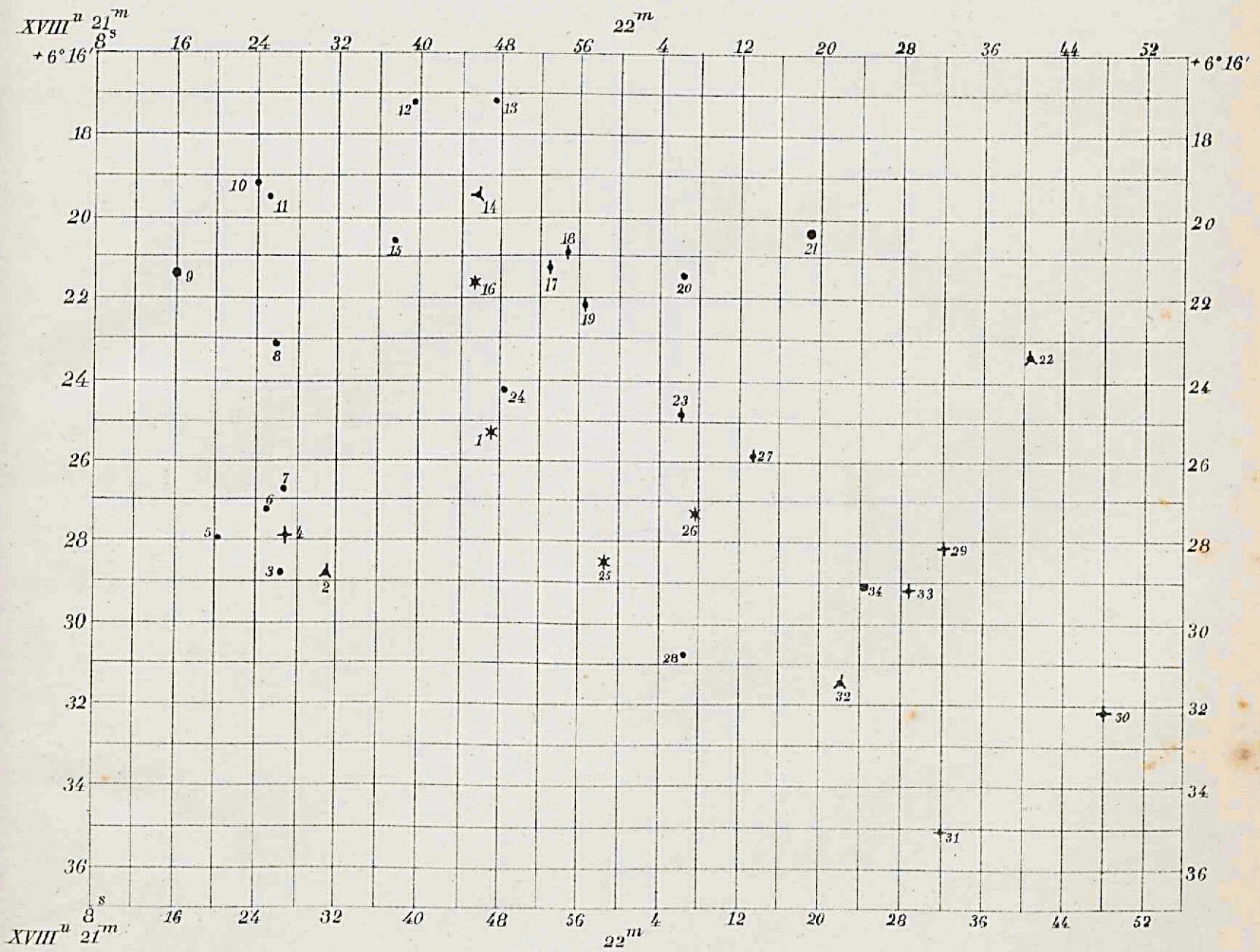


De Sterrenhoop G. C. 4410

in den omkeerenden kijker.

(§ 107)

Aeq. 1895.0



✱	$8.^m5$
✦	8.75
⅄	9.05
⧫	9.25
●	9.5
•	10.0 en zwakker

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

Bij het uitmeten van sterren op een fotografische plaat behoort elke coördinaat tweemaal gemeten te worden, namelijk in twee standen der plaat, die onderling 180° in positiehoek verschillen.

II.

Zoo bij het uitmeten van fotografische platen „normaalsterren" (étoiles de repère) gebruikt worden, brenge men van de aberratie- en refractiecorrecties alleen, zoo noodig, de termen der tweede orde in rekening.

III.

Fotografische platen van verschillende lichtgevoeligheid geven verschillende uitkomsten voor de coördinaten van twee niet even heldere sterren ten opzichte van elkander.

IV.

„Tidal friction is an evolutionary power of the first order."

(Miss A. Clerke.)

V.

Ten onrechte wordt het feit, dat het aantal vallende sterren in den herfst grooter is dan in de lente, verklaard door den stand van de ecliptica ten opzichte van den horizon.

VI.

De waarde van den lichtgraad (Stufe) is afhankelijk van het helderheidsverschil der vergelijkingssterren.

VII.

Ten onrechte zegt BESSEL (Fund. Astr., bl. 8) aangaande de oor- en de oogfout bij passagewaarnemingen: „uterque error in omnibus stellis est idem, sive lente sive celeriter tubam transeant, si semper eadem observandi ratio servatur."

VIII.

Voor een elementairen volledigen uitleg van de eclipsenlijnen op den aardbol moet de hulp der Beschrijvende Meetkunde worden ingeroepen.

IX.

De algemeene aantrekkingskracht is niet volkomen omgekeerd evenredig aan het vierkant van den afstand.

X.

Sterren, in welker spectra heldere strepen voorkomen, hebben een atmosfeer van zeer aanzienlijke hoogte.

XI.

De corona is een fluorescentieverschijnsel.

XII.

„Es giebt keine Grenzfläche zwischen einem Sonnenkörper und einer Sonnenatmosphäre."
(A. SCHMIDT.)

XIII.

Uit een verplaatsing der strepen in de spectra van hemellichten mag slechts met groote voorzichtigheid een snelheid in de richting der gezichtslijn berekend worden.

XIV.

Het ontstaan der kometenstaarten is toe te schrijven aan de werking van het ultraviolette zonlicht.

XV.

De periode der functie e^z is bij BRIOT en BOUQUET niet streng afgeleid.

XVI.

Bij de verandering van de onafhankelijk veranderlijken kan men twee methoden volgen. Worden b. v. rechtlijnige coördinaten x en y vervangen door polaire r en φ, dan treden bij de eerste methode de grootheden $\frac{\partial x}{\partial r}$, $\frac{\partial^2 x}{\partial r^2}$, $\frac{\partial y}{\partial r}$.... op, bij de tweede daarentegen de grootheden $\frac{\partial r}{\partial x}$, $\frac{\partial^2 r}{\partial x^2}$, $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$.... De beide methoden hebben verschillende beteekenis.

XVII.

Het verdient voor het vormen van een duidelijke voorstelling van partiëele en totale differentiaalquotienten aanbeveling, de Stereometrie te hulp te roepen.

XVIII.

Bij het zoeken van singuliere oplossingen van differentiaalvergelijkingen der eerste orde moeten *alle* door de eliminatiën optredende factoren, ook die in hoogere graden voorkomen, aan de oorspronkelijke vergelijking worden getoetst.

XIX.

Ten onrechte zegt BERTRAND (Calcul des Probabilités, bl. 171): „L'intervention du hasard dans la formation de l'univers est inacceptable. Une loi règle tout, cela n'est pas douteux. Quelle est cette loi? voilà la question. *Il n'est pas admissible* qu'on demande s'il y en a une, et que l'on évalue la probabilité de la réponse."

XX.

Zoo bij het bewijzen van een stelling niet alle gegevens gebruikt worden, is òf de stelling, òf het bewijs onjuist.

XXI.

De in de meeste leerboeken voorkomende afleiding van EULERS vergelijkingen voor de beweging van een lichaam om een vast punt is zonder noodzaak omslachtig.

XXII.

De lengtestandaard behoort niet ontleend te worden aan de golflengte eener lichtsoort.

XXIII.

Het eenige blijvende voordeel, dat de menschheid uit het haar voortdurend door de zon toegevoerde arbeidsvermogen trekt, is te zoeken in het vermeerderen van het aantal kunstproducten en in den vooruitgang der wetenschap.

ERRATA.

Bl.	8,	regel	3	v. b.:	*voor* de kijker	*lees* den kijker.
		„	17	v. o.:	„ $0^d.13$	„ $0^d.12$.
„	13,	„	7	v. b.:	te hebben	*moet vervallen.*
„	15,	„	12	v. o.:	*voor* 0″.0386	*lees* 0″.0316.
„	18,	„	6	v. o.; hieraan toe te voegen:		

ᴀᴍʙʀᴏɴɴs metingen geven voor het declinatieverschil 28.... *e* Pleiadum dezelfde waarde als die van ᴇʟᴋɪɴ. Op bl. 55 toch van zijn verhandeling (Triangulation der Plejadengruppe, Göttingen 1894) wordt zoowel voor de ster 28 als voor de ster *e* als correctie ᴀᴍʙʀᴏɴɴ minus ᴇʟᴋɪɴ + 0″.08 opgegeven.

„	19,	„	10	v. b.:	*voor* temperateur	*lees* temperatuur.
„	22,	„	9	v. o.:	„ objectlef	„ objectief.
„	30,	„	11 en 3	v. o.:	„ 0.5603	„ 0.5741.
		„	10 en 6	v. o.:	„ $0^s.0787$	„ $0^s.0796$.
		„	3	v. o.:	„ 0.000777	„ 0.000796.
		„	2	v. o.:	„ $0^s.0280$	„ $0^s.0283$.
„	34,	„	3	v. b.:	„ $0^s.05422$	„ $0^s.0539$.
		formule (68):			„ 846	„ 832.
„	35,	regel	2	v. o.:	„ voor dus	„ dus voor.
„	63,	„	11	v. b.:	„ zoodat	„ terwijl.
„	72,	„	17 en 9	v. o.:	„ $0^s.0280$	„ $0^s.0283$.
„	73,	„	2	v. o.:	„ $0^s.0213$	„ $0^s.02134$.
„	74,	„	11	v. b.:	„ 4556	„ 4554.
		„	1	v. o.:	„ $0^s.0213$	„ $0^s.02134$,
					„ $0^s.00408$	„ $0^s.00410$,
				en	„ 0″.0945	„ 0″.0900.
„	75,	„	1	v. o.:	„ $0^s.00408$	„ $0^s.00410$,
					„ 0″.0945	„ 0″.0900,
				en	„ 0″.249	„ 0″.247.

C. C. B. L.