



De verdeeling der heldere sterren

<https://hdl.handle.net/1874/274803>

A. 4^o 192.

47200. 1921.

DE VERDEELING DER HELDERE STERREN



J. C. VAN DE LINDE

s.
cht

1

DE VERDEELING DER HELDERE STERREN

Diss. Utrecht 1921

DE VERDEELING DER HELDERE STERREN

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Wis- en Natuurkunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Dr. J. A. C. VAN LEEUWEN

HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER GODGELEERDHEID

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE

FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE

TE VERDEDIGEN

op Vrijdag 4 November 1921, des namiddags te 2 uur

DOOR

JOHANNES CORNELIS VAN DE LINDE

geboren te OOST-KAPELLE



DRUKKERIJ M. WYT & ZONEN, ROTTERDAM

1921

AAN MIJNE MOEDER

EN

AAN DE NAGEDACHTENIS VAN MIJN VADER.

Het zij mij vergund, bij de voltooiing van dit proefschrift, een woord van dank te richten tot U, Hooggeleerden in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, voor het onderwijs dat ik van U heb mogen ontvangen.

In het bijzonder geldt mijn dank U, Hooggeleerde NIJLAND, Hooggeachte Promotor. De belangstelling die ik steeds van U heb ondervonden, het geduld en de bereidwilligheid welke gij mij bij de bewerking van dit proefschrift hebt betoond, de raadgevingen en den steun die ik in verschillende omstandigheden van U mocht ontvangen, hebben mij meer jegens U verplicht dan zich in enkele woorden laat uitdrukken.

Hooggeleerde KAPTEYN, sta mij toe ook U een woord van dank te brengen voor het van U ontvangen onderwijs. Uw prachtige colleges zullen mij steeds in aangename herinnering blijven.

Hooggeleerde BOLLAND, de dankbaarheid die ik jegens U gevoel door den grooten invloed, dien gij door Uwe bezielende voordrachten op mijne geestelijke vorming hebt uitgeoefend, laat zich moeilijk in enkele woorden weergeven.

Het zou niet van erkentelijkheid getuigen, Zeergeleerde VAN DER BILT, indien ik verzuimde ook U een woord van oprechten dank te brengen voor de welwillendheid, waarmee ge steeds bereid waart mij in verschillende omstandigheden te helpen en raad te geven.

Ook U, Zeergeleerde NORT, moge een woord van dank gebracht worden voor de bereidwilligheid, waarmee gij mij herhaaldelijk tegemoet zijt gekomen.

INHOUD.

	Blz.
§ 1. Inleiding	1
HOOFDSTUK I. HET MATERIAAL	4
§ 2. Het samenstellen van een catalogus	4
§ 3. De verschillende catalogi	10
§ 4. Uranométrie Générale (J. C. HOUZEAU)	11
§ 5. Uranometria Argentina (B. A. GOULD)	23
§ 6. The Revised Harvard Photometry (E. C. PICKERING)	26
HOOFDSTUK II. DE ONDERZOEKINGEN OMTRENT DE VERDICHTING NAAR DEN MELKWEG	28
§ 7. Het onderzoek van HOUZEAU	28
§ 8. Het onderzoek van PICKERING	29
§ 9. Het onderzoek van SCHIAPARELLI	30
§ 10. Het onderzoek van STRATONOFF	34
§ 11. Het onderzoek van SEELIGER	36
HOOFDSTUK III. DE VERDEELING VAN DE STERREN DER R. H. P.	38
§ 12. Het materiaal en de methode	38
§ 13. Het resultaat	41
§ 14. Vergelijking met andere onderzoekingen	42
§ 15. De verdeeling der R. H. P.-sterren naar galactische lengte	50
HOOFDSTUK IV. DE CIRKEL VAN GOULD	51
§ 16. Overzicht van GOULD's onderzoek	51
§ 17. Kritiek.	53
§ 18. Onderzoek naar den cirkel van grootste verdichting op grond van de R. H. P.	54
HOOFDSTUK V. DE HELDERE STERREN EN HET MELKWEGLICHT	61
§ 19. De verdeeling der heldere sterren in den Melkweg	61
§ 20. Het verband tusschen de heldere sterren en het Melkweglicht	63

§ 1. INLEIDING.

Van de oudste tijden af is de sterrenhemel een voorwerp van bewondering geweest voor elk voor natuurschoon ontvankelijk beschouwer. Zooals steeds leidde ook hier de gestadige bewondering tot vergelijking, en daarmede tot wetenschappelijke waarneming. Om vergelijking mogelijk te maken was het noodig het resultaat der waarnemingen vast te leggen; men trachtte afbeeldingen van den hemel te maken of anders gezegd: sterrenkaarten. Afgezien van eenige oudere voorstellingen van de sterrebeelden in den Dierenriem, gemaakt ten behoeve der Astrologie, schijnt de oudste poging tot weergave van den geheelen (Noordelijken) hemel te zijn een kaart, gemaakt in verband met den Argonauten-tocht; deze kaart zou omstreeks 1350 v. C. ontstaan zijn. Het eerste authentieke werk is echter dat van EUDOXUS VAN KNIDOS (350 v. C.); dit geeft een beschrijving der sterrebeelden. De eerste catalogus, bevattende 1080 sterren, is die van HIPPARCHUS, ons slechts bekend doordat PTOLOMAEUS hem grootendeels heeft opgenomen in zijn „Almagest”; hij dateert van 127 v. C. Deze catalogus heeft gedurende de geheele middeleeuwen tot basis gediend van een reeks andere catalogi, voor latere tijdstippen bruikbaar gemaakt door toepassing der precessie. Geen enkele der bewerkers heeft echter het aantal sterren vergroot. Ook de catalogus van ULUGH-BEIGH, 1437, de eerste die weer op eigen waarnemingen is gebaseerd, bevat slechts 1018 sterren. TYCHO BRAHE, die een voor zijn hulpmiddelen buitengewone nauwkeurigheid bereikte, geeft slechts 1005 sterren, terwijl eerst HEVELIUS, 1661, het aantal tot 1553 uitbreidde. Men ziet dat door de oudere waarnemers aan volledigheid geen groot gewicht werd gehecht.

Een uitbreiding van het aantal bleef voorbehouden aan de waarnemers, die een kijker gebruikten. De eerste catalogus, met behulp van een kijker samengesteld, was die van HALLEY, 1679, bevattende 341 Zuidelijke sterren, helderder dan 6^m0. Met de uitvinding der kijkers kreeg echter de geheele zaak een ander aanzien. De heldere sterren bleken weldra niet te zijn „de sterren”, maar slechts een zeer klein onderdeel. Daarmee verviel ook het groote belang van de bestudeering als afzonderlijk stelsel, ofschoon

natuurlijk de sterrenhemel als voorwerp van bewondering *niet* onttroond werd, en dat verklaart dan ook dat men, ongeacht de uitvinding en vervolmaking van optische hulpmiddelen, voortging met te trachten steeds betere afbeeldingen te maken van den sterrenhemel zooals die zich aan het bloote oog voordoet, eensdeels om den liefhebber in staat te stellen zich rekenschap te geven van wat hij ziet, en hem als gids te dienen, andersdeels als hulpmiddel voor den onderzoeker, n.l. om zich gemakkelijk te kunnen oriënteren.

In de laatste jaren heeft zich nog een andere overweging doen gelden, die de beschouwing der heldere sterren als zoodanig van wetenschappelijk standpunt als een misschien aangename maar vrijwel nuttelooze bezigheid beschouwt, n.l. de ontdekking dat de heldere sterren geen afgesloten systeem vormen, niet zijn de dichtstbijzijnde sterren, maar integendeel een zeer speciale selectie vormen.

Daarbij komt nog iets. Wie spreekt over „den voor het bloote oog zichtbaren sterrenhemel” heeft daarbij de voorstelling van een scherp omlijnd object. Deze voorstelling is onjuist. Immers, door de groote verschillen in gezichtsscherpte bij de verschillende personen, ziet de eene waarnemer veel meer sterren dan de andere. Men zou kunnen zeggen: „Ieder ziet zijn eigen sterrenhemel.”

Zoo zou men tot de gevolgtrekking komen, dat het weinig zin heeft zich met de voor het bloote oog zichtbare sterren als voorwerp van wetenschappelijk onderzoek bezig te houden. Toch behoeft deze conclusie niet juist te zijn.

Het eerste element in alle natuurwetenschappen is de beschrijving en er is geen voortgang van wetenschap denkbaar zonder steeds herhaalde, steeds verbeterde beschrijving. Wie zich nu toelegt op een beschrijving van den sterrenhemel, wordt allereerst getroffen door het eigenaardige lichtverschijnsel dat wij kennen als den Melkweg. Bij de studie van den Melkweg speelt nog steeds de beschrijving van het met het bloote oog waargenomen verschijnsel een voorname, misschien zelfs de voornaamste, rol. Sinds wij echter weten dat de Melkweg niet alleen is een lichtverschijnsel op zich zelf, maar dat het vlak van den Melkweg een hoofdvlak is in ons geheele sterrenstelsel, dat de teleskopische sterren een sterke verdichting naar dat vlak vertoonen, rijst van zelf de vraag: vertoonen de heldere sterren deze verdichting ook, en dragen zij ook bij tot het lichtverschijnsel of is dit uitsluitend toe te schrijven aan een sterke opeenhooping van zeer zwakke zeer ver verwijderde sterren, zooals tot nog toe vrij algemeen aangenomen wordt?

Deze vraag nu: Is er verband tusschen de heldere sterren en het Melkweglicht, is tot nog toe niet voldoende onder oogen gezien. Zij moet worden opgelost door een nauwkeurig onderzoek van de verdeeling der heldere sterren zelf, geheel onafhankelijk van het feit dat zij geen objectief stelsel vormen.

Verschillende onderzoekers hebben zich reeds met de verdeeling der heldere sterren bezig gehouden, maar — en dat is de onmiddellijke aanleiding tot ons onderzoek — zij komen tot zeer uiteenlopende resultaten. Sommigen (HOUZEAU, PICKERING, SEELIGER) constateeren het bestaan van een verdichting der heldere sterren naar den Melkweg; de gevonden getalwaarden loopen echter sterk uiteen. Anderen (GOULD, SCHIAPARELLI, STRATONOFF, KOBOLD, SHAPLEY) komen tot het resultaat dat de heldere sterren een verdichting vertoonen naar een van den Melkweg afwijkenden cirkel. Over de vraag of de Melkweg zich ook in de heldere sterren *afteekent*, laat geen hunner zich uit.

In het volgende zullen wij vooreerst het vraagstuk van het maken van een afbeelding van „de voor het bloote oog zichtbare sterren” nader beschouwen; daarna zullen wij de belangrijkste kaarten en catalogi critisch bespreken. Vervolgens behandelen wij de resultaten, waartoe de verschillende onderzoekers komen met betrekking tot de verdichting naar den Melkweg. Daarna zullen wij zelf het vraagstuk nog eens onderzoeken, op grond van het beste materiaal dat thans beschikbaar is. Ten slotte zullen wij ons bezig houden met de vraag, of de Melkweg zich in de heldere sterren *afteekent*.

Wij zullen de volgende afkortingen bezigen:

- B. D. = Bonner Durchmusterung.
- U. N. = Uranometria Nova.
- U. A. = Uranometria Argentina.
- Ur. gén. = Uranométrie générale.
- P. D. = Potsdamer photometrische Durchmusterung.
- C. D. = Cordoba-Durchmusterung.
- C. P. D. = Cape Photographic Durchmusterung.
- H. P. = Harvard Photometry.
- R. H. P. = Revised Harvard Photometry.
- H. A. = Harvard Annals.

HOOFDSTUK I.

HET MATERIAAL.

§ 2. HET SAMENSTELLEN VAN EEN CATALOGUS.

Wanneer wij een weergave van den voor het bloote oog zichtbaren sterrenhemel willen maken, moeten wij beginnen met onzen weg af te bakenen en een werkwijze vaststellen die de grootste kans op slagen, d. w. z. op 't bereiken van de grootst mogelijke volledigheid biedt.

Wij stellen ons daarom in de eerste plaats de vraag: hoe verkrijgt men een juist beeld van de sterren tot 6^m0 , d. i. de helderheid die steeds als grens van zichtbaarheid voor het bloote oog heeft gegolden? Twee wegen staan hiervoor open: 1°. door directe waarneming, 2°. op grond van catalogi.

1°. *Door directe waarneming.* Deze methode is natuurlijk de meest voor de hand liggende en werd dan ook van oudsher gevolgd; op deze wijze werd o.a. de nader te bespreken catalogus van HOUZEAU samengesteld. Zij bestaat hierin, dat men zoo nauwkeurig mogelijk alle voor het bloote oog zichtbare sterren op een kaart teekent. Hierbij treden echter fouten van zoo storenden aard op, dat van volledigheid geen sprake kan zijn.

Daar men op één bepaalde plaats niet alle sterren kan waarnemen, zou men minstens twee waarnemingsplaatsen op verschillende breedte (N. en Z.) moeten kiezen. De klimatologische verschillen zullen dan echter noodzakelijk het gevolg hebben, dat het materiaal niet homogeen is; de doorzichtigheid van de atmosfeer toch zal voor beide plaatsen in het algemeen niet dezelfde zijn. ¹⁾ Men kan dat bezwaar tot een minimum terugbrengen door te doen als HOUZEAU; hij koos als waarnemingsplaats Jamaica, 17° ten Noorden van den Aequator gelegen; voor de waarneming der sterren in de buurt van de Zuidpool begaf hij zich voor korten tijd op het Zuidelijk halfrond. Bij waarneming op één plaats of op dicht bij elkaar gelegen plaatsen treedt weer een andere bron van fouten op den voorgrond, n.l. de extinctie door de atmosfeer.

¹⁾ Op dezen storenden factor wijst reeds v. LITTROW, Himmelsatlas, 1854, Vorwort.

De sterren aan den horizon, d. i. in het geval van HOUZEAU de sterren in de buurt van de beide polen, zullen zwakker schijnen, zoodat die sterren, welke op grootere hoogte aan de grens van zichtbaarheid zouden zijn, onzichtbaar worden. Niet alleen zijn de helderheidsschattingen van die sterren onjuist, maar bovendien zal een betrekkelijk groot aantal ontbreken, waardoor het totale beeld onjuist wordt. Het materiaal wordt zodoende niet-homogeen en moet voor statistisch werk voorzichtig worden gebruikt.

Verder blijkt (zie § 4) het aantal waargenomen sterren sterk afhankelijk te zijn van de werkelijke dichtheid; hoe dichter de sterren op één staan, des te meer worden er weggelaten. Dit verschijnsel werd door mij het eerst waargenomen bij HOUZEAU, maar ook bij andere bloote-oog waarnemers doet het zich voor. Dit bleek uit het volgende onderzoek, dat gemakkelijk is uit te voeren met behulp van den catalogus van BACKHOUSE, ¹⁾ welke een rangschikking naar sterrebeelden geeft.

De voornaamste sterrebeelden werden gerangschikt in drie groepen: sterrebeelden in den Melkweg en sterrebeelden ten Noorden en ten Zuiden ervan. In een lijst werden vereenigd de totale aantallen die BACKHOUSE in zijn catalogus voor elk sterrebeeld opgeeft, en de aantallen die zijn waargenomen door ARGELANDER (U. N.), HEIS en HOUZEAU. Vervolgens berekende ik de verhouding van elk dezer aantallen tot het overeenkomstige totaal aantal volgens BACKHOUSE (tabel 1).

Gemiddeld voor de drie vakken vinden wij:

	HEIS	HOUZEAU	ARGELANDER
N.	0.88	0.54	0.46
M.W.	0.62	0.48	0.38
Z.	0.77	0.66	0.49

TABEL 1

De Zuidelijke sterrebeelden komen voor HEIS en ARGELANDER nooit in top. Men zou dus verwachten dat, tengevolge van de extinctie door de atmosfeer, in deze sterrebeelden meer sterren worden weggelaten dan in de andere. Toch ontbreken in den Melkweg, waarvan vele sterrebeelden wel in top komen, meer sterren dan ten Noorden en ten Zuiden ervan.

¹⁾ T. W. BACKHOUSE, Cat. of 9842 Stars or all Stars very Conspicuous to the Naked Eye, 1911.

Elke waarnemer laat dus in den Melkweg meer sterren weg dan in armere streken. Ook kan, speciaal in den Melkweg, het licht van den achtergrond het weglaten van sterren veroorzaken.

Nemen wij in aanmerking dat HEIS niet geheel origineel is, maar zich baseert op de kaart van ARGELANDER, die hij wilde verbeteren, en de fout bij hem toch, en zelfs in sterke mate ¹⁾ aanwezig is, dan mogen wij veilig aannemen dat deze fout van algemeenen-physiologischen aard is, en dus moeilijk te vermijden zal blijken.

Wij komen derhalve tot het resultaat dat door directe waarneming heel moeilijk een juist beeld kan verkregen worden. Een sterke benadering van de volledigheid zou te bereiken zijn door combinatie van drie reeksen van waarnemingen, verricht op de breedten

$$\varphi = + 50^{\circ} \text{ (Noordpool tot } 10^{\circ} \text{ N.breedte)}$$

$$\varphi = - 50^{\circ} \text{ (Zuidpool tot } 10^{\circ} \text{ Z.breedte)}$$

$$\varphi = 0^{\circ} \text{ (Aequatorstreek, van } + 40^{\circ} \text{ tot } - 40^{\circ})$$

Zoo zou men gebieden krijgen die ten deele over elkaar vallen.

Grootere kans op volledigheid heeft men als men de methode van HEIS volgt, n.l. bij de waarneming van een catalogus uitgaat, en deze tracht te completeeren. De bezwaren hierboven uiteengezet kleven ook aan deze methode, alhoewel in mindere mate, zoodat men ook langs dezen weg niet zeker is volledig te zijn. ²⁾

2°. *Op grond van catalogi.* Men zoekt uit een of meer catalogi alle sterren bijeen, die in deze catalogi niet zwakker zijn dan een aangenomen grensgrootte. Deze methode werd o. a. gevolgd door PICKERING. Hier doet zich echter een groote moeilijkheid voor. Men gaat van een catalogus uit, die tot een zwakkere grensgrootte gaat dan bij het onderhavige werk in de bedoeling ligt. Om dus een kaart van de heldere sterren te maken, zou men zich moeten baseeren op een catalogus die de sterren omvat tot b.v. 7^m0 of 7^m5. Een dergelijke catalogus voor den geheelen hemel bestaat echter niet. Men moet dus zijn toevlucht nemen tot een combinatie. Voor 't Noordelijk halfond hebben wij de B. D., die althans tot 8^m0,

¹⁾ Uit bovenstaande getallen volgt dat HEIS in den Melkweg weglaat 24 % van 't gemiddelde van N. en Z., ARGELANDER slechts 19 %.

²⁾ Op deze wijze is een catalogus van een deel van den Noordelijken hemel gemaakt door den Heer P. MEESTERS te Halfweg. („De in Nederland met het bloote oog zichtbare sterren”, 1921. Deze lijst is ook verschenen in het tijdschrift *Hemel en Dampkring*, jaargang 1921.)

blijkens de ervaring ¹⁾ zoo goed als volledig is. Nu rijst echter een andere moeilijkheid: tot welke grensgrootte moeten wij alle sterren meenemen, om, in aanmerking genomen de vrij groote w. f. van de B. D., zeker te zijn dat wij alle sterren tot 6^m0 hebben opgenomen? De waarschijnlijkheidsrekening geeft antwoord op deze vraag.

Uit de waarde van de integraal

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$$

voor 't argument $p = \frac{t}{0.4769} = \frac{x}{r}$ vinden wij, als x de fout en r de w. f. voorstelt, de kans dat de fout $p \times$ de w. f. zal bedragen. Deze waarden kunnen wij vinden uit de tabel voor deze integraal, welke voorkomt in elk leerboek over de methode der kleinste kwadraten. ²⁾

PICKERING ³⁾ vindt voor de w. f. van de B. D. 0^m15. Deze waarde zullen wij in 't volgende gebruiken, in 't midden latende of dit inderdaad de w. f. voor de *geheele* B. D. is. Wanneer nu een ster in de B. D. staat aangegeven als 6^m0, dan ligt de helderheid in tusschen 5^m95 en 6^m05. Bedraagt de w. f. ten hoogste 0^m05, dan is deze ster dus terecht als 6^m0 genoteerd. De B. D. geeft 618 sterren van de grootte 6^m0 aan. De w. f. 0^m15 = 3 $\times$ 0^m05. De kans dat de fout ten hoogste $\frac{1}{3}$ van de w. f. bedraagt, is blijkens de tabel = 0.178.

Van de 618 sterren, genoteerd als 6^m0, moeten er dus $0.178 \times 618 = 110$ geacht worden inderdaad van de grootte 6^m0 te zijn. De kans op een fout van ten hoogste 0.15 = 1 $\times$ w. f. bedraagt 0.500, dus zijn er $0.500 \times 618 = 309$ sterren die een fout hebben niet grooter dan 0^m15. Deze sterren liggen dus in tusschen 5^m85 en 6^m15, d. w. z. 154 $\frac{1}{2}$ liggen tusschen 5^m85 en 6^m00, en 154 $\frac{1}{2}$ tusschen 6^m00 en 6^m15. Zooals wij zagen hebben er 110 een fout < 0.05 , dus 55 liggen tusschen 6^m00 en 6^m05. Derhalve zijn er $154\frac{1}{2} - 55 = 99\frac{1}{2}$ tusschen 6^m05 en 6^m15, welke wij dus 6^m10 moeten noemen. Op deze wijze kunnen wij alle aantallen van de B. D. herleiden, en krijgen dus de waarschijnlijkste aantallen voor elke *photometrische* grootte-klasse. (De fout 0^m15, door PICKERING opgegeven, is een photometrische waarde.)

Deze herleide aantallen, voor de grootte-klassen 5^m7 tot 7^m4, zien wij in tabel 2. In de tweede rij vinden wij de aantallen, die de B. D. opgeeft voor de daarboven aangegeven grootte-klasse. De eerste kolom geeft de

¹⁾ Men zie b.v. de voorrede van de tweede uitgave.

²⁾ Zie b.v. MERRIMAN, A textbook on the method of least squares, blz. 221.

³⁾ H. A. 72, blz. 232.

	5.7	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4
	117	177	48	618	106	293	275	101	1239	159	457	901	237	2143	345	981	1356	516
-0.8	—	—	—	$\frac{1}{2}$	—	—	—	—	$\frac{1}{2}$	—	—	$\frac{1}{2}$	—	1	—	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
-0.7	—	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
-0.6	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	1	$11\frac{1}{2}$	2	5	7	$2\frac{1}{2}$
-0.5	2	3	$\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	2	$4\frac{1}{2}$	4	$1\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	7	$13\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	32	5	$14\frac{1}{2}$	20	$7\frac{1}{2}$
-0.4	4	$6\frac{1}{2}$	2	$22\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	10	4	$45\frac{1}{2}$	6	$16\frac{1}{2}$	33	$8\frac{1}{2}$	78	$12\frac{1}{2}$	36	$49\frac{1}{2}$	19
-0.3	$8\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$44\frac{1}{2}$	8	$21\frac{1}{2}$	20	7	$89\frac{1}{2}$	11	33	65	$17\frac{1}{2}$	$155\frac{1}{2}$	25	71	$98\frac{1}{2}$	$37\frac{1}{2}$
-0.2	$14\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	74	$12\frac{1}{2}$	35	$32\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	148	19	55	108	$28\frac{1}{2}$	256	$41\frac{1}{2}$	$117\frac{1}{2}$	162	$61\frac{1}{2}$
-0.1	19	28	8	$99\frac{1}{2}$	17	47	$44\frac{1}{2}$	16	200	26	$73\frac{1}{2}$	145	38	$344\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{2}$	$157\frac{1}{2}$	$218\frac{1}{2}$	83
0.0	20	32	8	110	19	52	49	18	220	28	81	160	42	381	61	175	241	92
+0.1	19	28	8	$99\frac{1}{2}$	17	47	$44\frac{1}{2}$	16	200	26	$73\frac{1}{2}$	145	38	$344\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{2}$	$157\frac{1}{2}$	$218\frac{1}{2}$	83
+0.2	$14\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	74	$12\frac{1}{2}$	35	$32\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	148	19	55	108	$28\frac{1}{2}$	256	$41\frac{1}{2}$	$117\frac{1}{2}$	162	$61\frac{1}{2}$
+0.3	$8\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$44\frac{1}{2}$	8	$21\frac{1}{2}$	20	7	$89\frac{1}{2}$	11	33	65	$17\frac{1}{2}$	$155\frac{1}{2}$	25	71	$98\frac{1}{2}$	$37\frac{1}{2}$
+0.4	4	$6\frac{1}{2}$	2	$22\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	10	4	$45\frac{1}{2}$	6	$16\frac{1}{2}$	33	$8\frac{1}{2}$	78	$12\frac{1}{2}$	36	$49\frac{1}{2}$	19
+0.5	2	3	$\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	2	$4\frac{1}{2}$	4	$1\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	7	$13\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	32	5	$14\frac{1}{2}$	20	$7\frac{1}{2}$
+0.6	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	3	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	1	$11\frac{1}{2}$	2	5	7	$2\frac{1}{2}$
+0.7	—	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	—	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
+0.8	—	—	—	$\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{1}{2}$	—	1	—	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

TABEL 2

afwijking aan, zoodat wij nu in elke kolom zien hoe de aantallen sterren van de aangegeven grootte-klasse der B. D. over de aangrenzende photometrische klassen verdeeld zijn.

Uit deze tabel zien wij, dat er van 618 sterren, welke de B. D. opgeeft als 6^m0, tot de grootte

6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	
resp. 99½	74	44½	22½	9½	3	sterren behooren;

te zamen dus 253, die in een telling tot 6^m0 niet behooren meegenomen te worden. Aan den anderen kant zijn bij de 1239 sterren door de B. D. als 6^m5 genoteerd, van de grootte

6.4	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.7	
resp. 200	148	89½	45½	21½	3	1½	½	stuks;

26½ sterren zijn derhalve van de grootte 6^m0 of helderder, en hadden dus moeten worden opgenomen.

De tabel stelt ons nu in staat het antwoord te geven op de vraag: tot hoever moeten wij gaan om zeker te zijn dat wij alle sterren van de grootte 6^m0 en helderder hebben meegenomen. Het antwoord is: tot die grootte-klasse der B. D., voor welke de tabel voor 6^m0 een getal $< \frac{1}{2}$ geeft. Mathematisch uitgedrukt, moet de grootte-klasse $6.0 + x$ voldoen aan de voorwaarde

$$w_n < 1$$

als w voorstelt de kans dat de fout ten hoogste x bedraagt. Willen wij dus volledig zijn tot 6^m0, dan moeten wij alle sterren meenemen tot 6^m9; willen wij volledigheid tot 6^m5, dan moeten wij gaan tot 7^m4. Dit alles geldt echter slechts voor 't gebied van de B. D., dat zich van de Noord-pool tot 23° Zuiderdeclinatie uitstrekt. Voor 't overblijvende deel hebben wij slechts de U. A. en de C. D. Deze laatste is nog niet voltooid. De U. A. gaat tot 7^m0. Of ze tot deze grens volledig is, is moeilijk te zeggen; waarschijnlijk is dit niet. Om dit uit te maken zou men de U. A. met een anderen, betrouwbaren catalogus, die minstens tot 7^m5 gaat, moeten vergelijken; zoo'n catalogus is er echter niet.

Wij komen zoo tot 't verrassende en eenigszins zonderlinge resultaat, dat het op dit oogenblik (1921) niet mogelijk is een *volledigen* catalogus van de sterren $\geq 6^m 5$ te maken. De volledigheid is hier slechts asymptotisch te benaderen.

§ 3. DE VERSCHILLENDE CATALOGI.

Gaan wij thans na welke pogingen zijn aangewend om een getrouwe weergave van den hemel te maken, m. a. w. welke de belangrijkste catalogi of kaarten van den voor 't bloote oog zichtbaren sterrenhemel zijn.

De catalogi kunnen in drie soorten verdeeld worden:

Uranometrieën, *photometrische* en *photographische* catalogi. De laatste kunnen voor ons doel buiten bespreking blijven, daar wij ons uitsluitend bezighouden met wat voor 't bloote oog zichtbaar is.

Het verschil tusschen *Uranometrieën* en *photometrische* catalogi heeft uitsluitend betrekking op de wijze van bepaling der helderheden, wat op de volledigheid geen invloed heeft, zoodat 't verder buiten beschouwing kan blijven. Uit een oogpunt van systematiek zullen wij ze echter afzonderlijk opnoemen.

Men verstaat onder een *Uranometrie* — het woord is van ARGELANDER — een catalogus of kaart, welke geheel zonder optische hulpmiddelen is samengesteld of die, iets algemeener, alle objecten weergeeft, die zonder optische hulpmiddelen te zien zijn. De voornaamste nieuwere *Uranometrieën* zijn:

1°. ARGELANDER, *Uranometria Nova* 1843. Weergave van alle te Bonn voor 't bloote oog zichtbare sterren. Catalogus en atlas.

2°. HEIS, *Atlas Coelestis Novus* 1872. Bestaat uit catalogus en atlas. Dit werk omvat den hemel van midden-Europa, en is bedoeld als completeering van 't werk van ARGELANDER.

3°. HOUZEAU, *Uranométrie générale* 1878. Dit is 't eenige werk dat den geheelen hemel omvat. Catalogus en kaart.

4°. BEHRMANN, *Atlas des südlichen gestirnten Himmels* 1874. Omvat den Zuidelijken hemel. Catalogus en kaart.

5°. GOULD, *Uranometria Argentina* 1879. Zuidelijke hemel. Catalogus en kaart.

Photometrische catalogi zijn catalogi, waarin de helderheidsbepalingen met behulp van den photometer zijn geschied.

De voornaamste zijn:

1°. PICKERING, *Revised Harvard Photometry*. Dit werk is een samenvatting van de photometrische waarnemingen, neergelegd in verschillende deelen der *Harvard Annals*, n.l. 14, 24, 34, 44, 45 en 46. De waarnemingen zijn verricht met den meridiaanphotometer; voor 't Noordelijk halfrond in Cambridge (Mass.), voor het Zuidelijk halfrond in Arequipa. Het werk omvat dus den geheelen hemel, en wil volledig zijn tot 6^m 50.

2°. PRITCHARD, *Uranometria Nova Oxoniensis* 1881. Uit het boven

gezegde volgt dat deze naam niet juist is. Het werk omvat alle sterren van den Noordelijken hemel; de waarnemingen zijn uitgevoerd met den wigphotometer, waardoor wij in PRITCHARD's werk een waardevolle contrôle op dat van PICKERING hebben.

3°. MÜLLER en KEMPF, *Photometrische Durchmusterung des Nördlichen Himmels*. Omvat alle sterren in de B. D. aangegeven als 7^m5 of helderder. Instrument: ZÖLLNER's photometer. Dit werk munt uit door een hoogen graad van nauwkeurigheid; de w. f. bedraagt 0^m04.

Van de Uranometrieën zullen wij die van HOUZEAU uitvoerig beschouwen, omdat deze de eenige is die den geheelen hemel omvat, en die van GOULD, omdat deze uitmunt door nauwkeurigheid en volledigheid, en omdat ze herhaaldelijk voor statistisch onderzoek is gebezigd.

Van de photometrische catalogi behandelen wij alleen die van PICKERING, om de voor de hand liggende reden dat deze de eenige is die den geheelen hemel omvat en dus voor statistisch werk de meest geschikte is.

§ 4. URANOMÉTRIE GÉNÉRALE (J. C. HOUZEAU). ¹⁾

a. HOUZEAU vertoefde van Juni 1868 tot Maart 1876 in Jamaïca (+ 17°, 77° W.), en nam daar, in het tijdvak van Januari 1875—Februari 1876, 5719 voor het bloote oog zichtbare sterren waar; hij zelf meent — zooals wij zien zullen, ten onrechte — dat hij *alle* voor het bloote oog zichtbare sterren heeft opgenomen.

Hij schatte ze, volgens zijn eigen mededeeling, in halve grootte-klassen, en constateerde de zichtbaarheid van elke ster eerst aan den hemel, niet eerst op een kaart.

Teneinde de sterren rondom de Zuidpool waar te nemen, begaf hij zich ten Zuiden van den Aequator. Hij zegt hierover: „Il me suffisait de me transporter à une faible (*sic*) distance de ma résidence à la Jamaïque, pour compléter un travail d'ensemble.” Waarheen HOUZEAU zich begaf, wordt echter nergens vermeld. Zijn biograaf LANCASTER ²⁾ zegt iets meer, maar geeft toch ook geen voldoende opheldering: „Pour achever le travail de la carte, HOUZEAU dut se rendre au sud de l'équateur. Il partit le 16 octobre 1875 pour Panama et s'y installa le 21, après avoir passé deux jours à Colon. Il était de retour à Ross View le 26 décembre.” Ook hier dus geen nadere plaatsbepaling. Panama ligt op 8° Noorder-

¹⁾ Annales de l'Obs. Royale de Bruxelles, Nouv. Série I, 1878.

²⁾ A. LANCASTER, Notes biographiques sur J. C. HOUZEAU, Bruxelles 1889, blz. 85.

breedte. Het vermoeden ligt voor de hand dat HOUZEAU van uit Panama een zeereis heeft gemaakt. De streek om de Zuidpool werd, blijkens den catalogus, waargenomen tusschen 1 November en 4 December 1875. Het is zeer te betreuren, dat HOUZEAU niet heeft vermeld waar hij op het Zuidelijk halfond heeft waargenomen. Bij navraag bleek ook op het observatorium te Brussel dienaangaande niets bekend. De waardeering van HOUZEAU's vermaarde nauwkeurigheid wordt door dit verzuim niet verhoogd. Waaraan HOUZEAU deze faam dankt, is geenszins duidelijk. Het schijnt dat zijn eigen verzekeringen op dit punt wel het meeste gewicht in de schaal hebben gelegd. Zoo zegt KOBOLD van de Ur. gén.: ¹⁾ „Sie entstand während eines längeren Aufenthalts des Beobachters an einem in der Nähe des Aequators liegenden Orte, und umfasst die sämtlichen, seinem geübten Auge, unter den günstigsten Bedingungen sichtbaren Sterne des Firmaments. Sie darf deshalb wohl begründeten Anspruch erheben, eine getreue Wiedergabe des Bildes zu sein, in dem das Fixsternsystem sich unserem Auge darstellt.” Dit laatste is zeker niet juist, zooals wij zien zullen.

b. Zooals wij in de inleiding reeds opmerkten, loopden de resultaten der verschillende onderzoekers met betrekking tot de verdeeling der heldere sterren sterk uiteen. Zoo vindt HOUZEAU een veel geringere verdichting naar den Melkweg dan anderen. Om hiervoor een verklaring te vinden, zullen wij de Ur. gén. vergelijken met de R. H. P., daar PICKERING de verdichting naar den Melkweg 't duidelijkst constateert, en zijn materiaal het meest homogeen is, dat wij op het oogenblik bezitten, en tevens verreweg het volledigste.

Tot hoe ver de R. H. P. inderdaad als volledig beschouwd mag worden, zullen wij zien bij de bespreking van 't werk zelf.

Om te laten zien dat HOUZEAU een kleinere verdichting naar den Melkweg vindt dan PICKERING, zetten wij in tabel 3 naast elkaar de dichtheden d_n (d. w. z. het aantal sterren per vierkanten graad), en de relatieve dichtheden D_n (d. z. de dichtheden vergeleken met de dichtheid in den

	d_n		D_n	
	HOUZEAU	PICKERING	HOUZEAU	PICKERING
N.	0.120	0.205	0.784	0.576
M. W.	0.153	0.356	1.000	1.000
Z.	0.125	0.220	0.817	0.618

TABEL 3

¹⁾ H. KOBOLD, Der Bau des Fixsternsystems, Braunschweig 1906, blz. 47.

Melkweg), voor den Melkweg en de gebieden ten Noorden en ten Zuiden ervan, afgeleid uit de dichtheden die HOUZEAU en PICKERING voor kleinere vakken vonden.

De getallen voor PICKERING zijn afgeleid uit „Distribution of Stars” ¹⁾ table XII. Wij zien dat de dichtheden d_n bij HOUZEAU kleiner zijn dan bij PICKERING, maar de relatieve dichtheden D_n groter, wat dus wil zeggen dat HOUZEAU in den Melkweg relatief meer sterren weglaat dan er buiten. Dit verschil tusschen PICKERING en HOUZEAU is misschien te verklaren door de extinctie in de atmosfeer. Immers, voor PICKERING zal dat effect van minder beteekenis zijn dan voor HOUZEAU, omdat PICKERING op twee verschillende plaatsen waarnam (n.l. in Cambridge, op 42° Noorderbreedte, en Arequipa, op 26° Zuiderbreedte gelegen), terwijl HOUZEAU het grootste deel zijner waarnemingen op een zelfde plaats verrichtte. Door de extinctie n.l. zou aan de polen, die voor HOUZEAU in den horizon lagen, het verschil tusschen PICKERING en hem het grootst moeten zijn, en daar de polen niet meer dan ongeveer 30° van den Melkweg verwijderd zijn, zou de condensatie der sterren naar den Melkweg daardoor geringer schijnen. Het is in dit verband wel opmerkelijk dat HOUZEAU de extinctie met geen enkel woord noemt, terwijl hij toch zegt, tot aan de grens van zijn visie te zijn gegaan. HOUZEAU zelf is overtuigd dat zijn werk geen stelselmatige fouten aankleven. Immers, hij zegt op blz. 52: „Il n'est peut-être pas inutile de répéter que si nous avons omis des étoiles par une cause constante, dans l'hémisphère Sud, la marche des nombres dans le tableau qui précède, en aurait été affectée et sa régularité troublée. Au contraire, aucun effet de ce genre n'est accusé par ce tableau.” Ten einde uit te maken of de extinctie een rol speelt in de resultaten van HOUZEAU, telde ik de aantallen sterren bij PICKERING en HOUZEAU, gerangschikt naar declinatie en helderheid, en bepaalde vervolgens de verhouding P.: H.

Tabel 4 geeft deze verhoudingsgetallen:

M.	—85	—75	—65	—55	—45	—35	—25	—15	—5	+5	+15	+25	+35	+45	+55	+65	+75	+85
4	—	10.00	0.69	1.58	1.04	0.68	1.05	0.94	2.44	0.70	1.10	1.08	1.58	1.11	1.00	0.57	1.50	1.00
4.5	2.00	0.40	1.77	1.47	1.38	1.34	1.10	1.31	0.93	1.11	1.39	1.47	1.35	1.44	1.67	1.00	1.00	1.33
5	1.00	0.89	2.17	2.00	2.36	1.23	1.23	1.24	1.06	0.95	1.56	1.25	1.45	1.45	2.39	2.25	1.36	2.50
5.5	2.62	2.35	5.38	4.75	2.89	2.76	2.27	2.42	3.22	2.56	2.60	2.46	1.94	2.63	2.71	3.52	4.43	2.50
6	1.78	1.81	2.14	2.75	1.84	1.84	1.71	1.30	1.26	1.35	1.46	1.32	1.57	1.14	1.84	1.30	1.83	1.42
6.5	2.00	2.65	2.73	2.00	3.03	2.98	2.04	2.03	2.06	2.28	2.20	2.20	2.61	2.64	2.09	2.36	1.89	1.86
Σ	2.00	2.02	2.42	2.78	2.28	2.13	1.75	1.65	1.66	1.67	1.76	1.71	1.95	1.48	2.06	1.97	1.90	1.82

TABEL 4

¹⁾ H. A. 48, blz. 165.

Eenig verband tusschen de declinatie en het aantal sterren dat bij HOUZEAU ontbreekt, is niet te miskennen, zoodat zonder twijfel de extinctie invloed heeft gehad op zijn resultaten. Van een regelmatige toeneming met de declinatie is echter geen sprake, en alleen als dit het geval was, zouden wij mogen zeggen dat wij een extinctie-invloed aangetoond hebben en zouden wij hierin een verklaring mogen zoeken voor de te geringe verdichting.

Wij kunnen de zaak echter nog op andere wijze aanvatten. Wij maken een lijst van de sterren, door HOUZEAU weggelaten. Hierin schrappen wij die veelvoudige sterren, waarvan elk der componenten zwakker is dan 6^m34, voor 't weglaten waarvan HOUZEAU misschien niet verantwoordelijk gesteld kan worden. (Waarom deze grens werd gekozen zullen wij zien op blz. 16.) Daarna tellen wij die weggelaten sterren uit, welke gelegen zijn binnen de poolkappen (70°—90°). Heeft de extinctie invloed gehad op 't werk van HOUZEAU, dan zal juist op het Zuidelijk halfrond, waar hij slechts ten hoogste twee maanden vertoefde, een maximum van weggelaten sterren moeten optreden in dat deel van den hemel, dat toen in onderculminatie was, d. i. ongeveer 16^u. De telling levert het volgende resultaat:

$\alpha =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
N.	8	8	1	4	7	3	4	3	4	5	2	4	1	4	1	4	3	2	4	4	5	3	4	4
Z.	0	1	0	2	1	2	1	1	0	1	1	2	2	2	1	1	2	3	3	1	4	0	1	2

TABEL 5

Op het Zuidelijk halfrond is niets van een maximum bemerkbaar, op het Noordelijk halfrond ligt een maximum ongeveer bij 0°. Uit HOUZEAU's opgave der waarnemingsdata krijgt men den indruk, dat het stuk 85°—90°, 21^u—6^u bij vergissing is overgeslagen. Dit komt met bovenstaande getallen vrij goed overeen. Het blijft merkwaardig, dat HOUZEAU aan de Zuidpool zoo weinig sterren heeft weggelaten. Dit is alleen te verklaren door een gunstigen samenloop van omstandigheden.

1°. HOUZEAU is vrij ver naar het Zuiden gegaan, b.v. tot een breedte van -20° .

2°. De hemel moet zeer helder zijn geweest.

3°. Hij moet de streek die in November (HOUZEAU was in November '75 op het Zuidelijk halfrond, zie blz. 11) te middernacht in onderculminatie staat (d. w. z. het sterrebeeld Octans $\alpha = 2^h4 - 4^h4$), of in het Westen of in het Oosten, in een uurhoek van 6^u hebben waargenomen; dan is de hoogte op een breedte van -20° althans ongeveer 20° . Was HOUZEAU

niet zoo ver Zuidelijk, dan was de hoogte ook geringer. Het verschijnsel blijft zeer verwonderlijk.

c. De extinctie kan dus niet verantwoordelijk gesteld worden voor het verschil tusschen PICKERING en HOUZEAU en wij hebben het feit te constateeren, dat HOUZEAU niet alleen telkens sterren weglaat die men redelijkerwijs kan rekenen tot de voor het bloote oog zichtbare, maar bovendien in den Melkweg meer dan er buiten.

Er is dus een „Melkweg-effect” dat wij thans nader zullen beschouwen.

Er zijn drie oorzaken, waardoor dit effect te weeg gebracht zou kunnen worden:

1°. door den zwak verlichten achtergrond,

2°. door de sterke opeenhooping,

3°. door een kleur-invloed. Het zou kunnen zijn dat HOUZEAU blauwe sterren zwakker schat dan gele, die door PICKERING even helder worden geschat. Als het laatstgenoemde effect de oorzaak is van het verschijnsel, zullen de weggelaten sterren hoofdzakelijk B- en A-sterren moeten zijn. Dit is echter niet het geval, zooals wij hieronder zullen zien. Er blijven dus alleen de beide andere mogelijke oorzaken.

Ten einde tusschen deze twee te kunnen beslissen, zullen wij de verhouding P. : H. onderzoeken in verband met den afstand tot den Melkweg; m. a. w. wij zullen onderzoeken of er verband bestaat tusschen deze verhouding en de galaktische breedte.

HOUZEAU en PICKERING ¹⁾ hebben beiden hun aantallen gerangschikt naar galaktische breedte; ze zijn echter niet direct te vergelijken, daar PICKERING den hemel op andere wijze verdeelt dan HOUZEAU; bovendien geeft PICKERING niet nauwkeurig de grenzen van zijn vakken aan.

Wij verdeelen daarom den hemel in 9 galaktische zonae, dezelfde welke door HOUZEAU, SEELIGER ²⁾ e. a. werden aangenomen, t. w. 90°—70°, 70°—50° enz. in galaktische breedte. Om nu uit te maken in welken gordel een ster valt, verdeelen wij den hemel in vakken rechte klimming en declinatie, bepalen voor elk vak de galaktische coördinaten van het centrum en nemen vervolgens de vakken met gelijke galaktische breedte samen, waardoor wij tamelijk zuivere galaktische gordels krijgen. In elken gordel tellen wij nu uit (bij PICKERING en bij HOUZEAU) die vakken, waarvan het centrum nog binnen den gordel valt. Vervolgens maken wij de verhouding P. : H. voor elke grootte-klasse en galaktische zone op. Het blijkt

¹⁾ Distribution of Stars, H. A. 48.

²⁾ SEELIGER, Sitz Ber., München 1884, blz. 541.

nu dat deze verhouding afhankelijk is van de galaktische breedte, dus dat het Melkweg-effect van HOUZEAU meer een gevolg is van sterrenrijkdom dan van het Melkwegschijnsel, want in dit laatste geval zouden wij geen geleidelijke toeneming naar den Melkweg zien, maar een plotselinge, haast sprongsgewijze toeneming daar waar de Melkwegband begint. Verder blijkt uit dit onderzoek, dat de aantallen die HOUZEAU vindt voor 5^m5 , alle te klein zijn met betrekking tot die voor 5^m0 en 6^m0 . Dit is klaarblijkelijk een decimaalfout, d. w. z. HOUZEAU had een sterke voorkeur voor geheelen. Zie hierover sub g.

In het beschreven onderzoek is echter geen rekening gehouden met 't verschil der schalen van HOUZEAU en PICKERING. Bovendien vallen de vakken in rechte klimming en declinatie niet al te nauwkeurig samen met de galaktische gordels. Het is derhalve gewenscht het onderzoek te herhalen met vermijding dezer beide fouten.

Een vergelijking der schalen wordt gegeven door PICKERING.¹⁾

U. gén.	1.	1.2	2.	2.3	3.	3.4	4.	4.5	5.	5.6	6.	6.7	7.
H. P.	0.5	1.4	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.4	4.9	5.3	5.7	6.1	6.4

De schattingen van HOUZEAU zijn tot 5^m0 in opmerkelijk goede overeenstemming met de Harvard-schaal. PICKERING noemt 4^m0 wat in ligt tusschen 3^m74 en 4^m25 .²⁾

Alhoewel wij hieromtrent geen zekerheid hebben, zullen wij aannemen dat bij HOUZEAU de cijfers dezelfde beteekenis hebben, omdat anders de vergelijking niet mogelijk is.

Wij beginnen de telling bij 2^m0 en nemen samen $2^m0 + 2^m5$, enz., vanwege de decimaalfout bij HOUZEAU. Wij krijgen dan:

HOUZEAU	PICKERING
$2 + 2.3 =$	$1^m75 - 2^m74$
$3 + 3.4 =$	$2^m75 - 3^m74$
$4 + 4.5 =$	$3^m75 - 4^m64$
$5 + 5.6 =$	$4^m65 - 5^m49$
$6 + 6.7 =$	$5^m50 - 6^m34$

Voorts moeten de vakken in rechte klimming en declinatie nauwkeuriger gekozen worden, opdat zij beter samenvallen met de galaktische gordels. Wij verdeelen den hemel daartoe weer in de zonae van SEELIGER. De

¹⁾ H. A. 14, blz. 367.

²⁾ „Thus 4^m0 includes all the stars whose magnitudes are 3^m75 to 4^m24 inclusive.”
H. A. 48, blz. 155.

vakken welke binnen de verschillende gordels vallen, worden zoo nauwkeurig mogelijk vastgesteld met behulp van een abaque ¹⁾ en wel worden de declinatie-grenzen geschat. Valt een vak slechts gedeeltelijk in den gordel, dan kiest men een declinatie-cirkel zoo, dat het door dezen cirkel binnen den gordel afgesneden stuk nagenoeg even groot is als dat er buiten. Wij nemen daarbij aan dat deze beide stukken evenveel sterren bevatten, wat over het geheel tot geen noemenswaardige fout aanleiding zal geven. Bovendien worden de Melkweg-gordel en de beide gordels aan weerszijden verdeeld in vakken, teneinde een eventueel aanwezige afhankelijkheid van de galaktische lengte te ontdekken. Er werden, in overeenstemming met de door NORT ²⁾ gevonden maxima en minima, vijf vakken gekozen, waarvan de grenzen zijn (in galaktische lengte):
 I 15°—87° II 87°—159° III 159°—231° IV 231°—303° V 303°—15°

De resultaten van deze telling zijn vereenigd in de tabellen 6 en 7, welke aangeven de verhouding P. : H. in de verschillende gordels.

Ook hier blijkt de verhouding P. : H. afhankelijk te zijn van de galaktische breedte, alhoewel de getallen minder sterk sprekend zijn dan

M.	+90°/+70°	+70°/+50°	+50°/+30°	+30°/+10°	+10°/—10°	—10°/—30°	—30°/—50°	—50°/—70°	—70°/—90°
2	1.00	1.33	0.80	1.00	2.72	1.00	0.80	1.00	0.00
3	1.00	1.06	1.18	1.06	1.32	1.19	0.90	0.64	0.33
4	1.00	0.86	0.84	0.84	1.15	1.37	0.98	0.93	0.71
5	1.14	1.27	0.96	1.33	1.84	1.28	1.13	1.13	1.03
6	1.11	0.97	0.95	1.22	1.54	1.37	0.98	1.01	0.75
Σ	1.11	1.02	0.98	1.19	1.57	1.34	1.00	1.01	0.79

TABEL 6

+ 30°/+ 10°						+ 10°/— 10°					— 10°/— 30°				
M.	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
2	0.50	0.05	—	1.50	1.50	—	1.25	3.00	2.33	4.00	0.00	2.00	1.00	0.00	—
3	1.00	—	2.50	0.82	1.28	0.86	1.30	2.50	1.67	1.00	0.44	2.33	2.33	2.00	0.89
4	0.72	1.29	0.81	0.96	0.80	1.08	1.40	1.58	1.28	0.58	1.67	1.46	1.44	1.56	0.87
5	1.52	1.31	1.18	1.22	1.43	1.72	1.25	1.84	3.35	1.42	1.28	1.21	1.27	0.96	1.94
6	1.14	0.98	1.17	1.52	1.41	1.22	1.44	1.46	2.46	1.53	1.13	1.55	1.91	1.40	0.95
Σ	1.15	1.06	1.14	1.33	1.31	1.29	1.38	1.58	2.36	1.39	1.16	1.42	1.69	1.27	1.12

TABEL 7

¹⁾ Geconstrueerd door KAPTEIJN, doch niet gepubliceerd. Het nul-punt is het snijpunt Aequator—Melkweg.

²⁾ H. NORT, The Harvard Map of the Sky and the Milky-Way. Recherches astr. de l'Obs. d'Utrecht, VII, 1917.

bij de eerste telling, als gevolg van de gewijzigde keuze der vakken en de reductie der helderheden van HOUZEAU op PICKERING. Maar alleen de getallen van deze tweede, betere methode mogen meetellen.

Hiermee hebben wij dus vastgesteld, dat HOUZEAU des te meer sterren weglaat naarmate de sterren dichter opeen staan; het Melkweg-effect is meer een gevolg van opeenhooping der sterren dan van den verlichten achtergrond.

Nu doet zich echter het eigenaardige feit voor dat in sommige vakken de verhouding $P. : H. < 1$ is, d. w. z. dat HOUZEAU sterren heeft opgenomen die niet in de R. H. P. voorkomen. Hiervoor zijn twee verklaringen mogelijk:

1°. PICKERING heeft ten onrechte sterren weggelaten.

2°. HOUZEAU heeft ten onrechte sterren opgenomen.

Ad 1°. Het kan zijn dat PICKERING sterren, die bij HOUZEAU voorkomen, niet opnam in de R. H. P., maar in H. A. 54, omdat hij ze als zwakker dan 6^m50 waarnam. Het bleek dat dit met 144 sterren het geval is.

Het is echter ook mogelijk dat PICKERING werkelijk sterren heeft weggelaten, die hij had moeten opnemen. Dit bleek slechts twee gevallen te betreffen: de sterren B. D. +48°, 1226 en +13°, 1859 zijn door PICKERING noch in de R. H. P., noch in H. A. 54 opgenomen. Voor het tweede geval is dit verklaarbaar, daar PICKERING alle B. D.-sterren tot 7^m5 meenam, en deze ster in de B. D. opgegeven is als 7^m7. De eerste staat echter genoteerd als 7^m0, en de weglating is alleen te verklaren als PICKERING ze zwakker schatte; 't is echter ook mogelijk dat het een omissie van PICKERING is.

Ad 2°. HOUZEAU heeft een groot aantal dubbelsterren als één enkele ster waargenomen. Hierbij nu zijn er, waarvan de componenten elk voor zich een helderheid van ongeveer 7^m0 hebben. Deze worden dus door PICKERING in de R. H. P. niet opgenomen. Ook zijn door HOUZEAU een tweetal clusters voor sterren aangezien, n.l. ω Centauri, (N. G. C. 5139) en N. G. C. 2548 (Hydra).

Verder blijkt, dat hij 286 sterren heeft opgenomen, welke wél in de R. H. P. voorkomen, maar daar genoteerd zijn als $< 6^m34$. Veranderlijke sterren werden hierbij niet gevonden; een verandering van helderheid kan dus niet verklaren, dat HOUZEAU deze sterren heeft opgenomen. Men kan echter nog andere verklaringen geven.

Het is zeer goed mogelijk dat de atmosfeer op sommige dagen zoo doorzichtig was, dat HOUZEAU sterren zwakker dan 6^m34 kon waarnemen. GOULD zag in Cordoba wel sterren van 7^m0 en meent tot die grootte volledig te zijn! Verder kan de fout evengoed bij PICKERING liggen. De

w. f. van PICKERING is vrij groot, 0^m1 , en vele zijner resultaten berusten slechts op twee waarnemingen, waarbij er zijn die niet minder dan 0^m5 uiteen loopen. Vooral van de zwakste sterren kunnen wij dus niet met zekerheid zeggen, dat HOUZEAU ze niet kan gezien hebben. Er blijven echter nog verscheidene (ongeveer 25) gevallen van zwakkere sterren (in de buurt van 7^m0), die door HOUZEAU worden opgegeven, maar waarvan men betwijfelen moet of hij ze kan gezien hebben. Deze gevallen werden alle onderzocht met behulp van de P. D. (voor de Zuidelijke sterren was dit natuurlijk niet mogelijk). De meeste van deze sterren bleken een zwakke component te hebben; te zamen kunnen ze echter voor het meerendeel, onder gunstige omstandigheden, wel gezien zijn. Er blijven echter een aantal sterren over, waarbij dit niet het geval is. Hieronder zijn sterren zwakker dan 7^m0 .

Nu is het, blijkens het werk van MEESTERS,¹⁾ mogelijk onder zeer gunstige omstandigheden sterren waar te nemen, die zwakker zijn dan 7^m0 . HOUZEAU ging aldus te werk: hij nam de sterren waar en teekende ze op een kaart. *Aan de hand van deze kaart* trachtte hij dan twee- of driemaal de helderheid te schatten. Zijn latere waarnemingen waren dus niet onafhankelijk van de eerste, en werden misschien door deze beïnvloed.²⁾ Had hij dus een ster aan de grens van zichtbaarheid waargenomen, dan is er groote kans dat hij ze een volgenden keer ook zag; hij schatte ze dan op 6^m5 , — volgens HOUZEAU de grens van zichtbaarheid —, terwijl het zeer goed mogelijk is, dat de ster zwakker dan 7^m0 was.³⁾ Het gaat natuurlijk niet aan, te zeggen dat HOUZEAU deze sterren niet kan gezien hebben, maar het feit blijft verwonderlijk, vooral omdat HOUZEAU betrekkelijk snel werkte. In elk geval wordt door het opnemen van deze sterren de homogeneïteit van het werk niet vergroot.

d. Uit tabel 7 blijkt voorts dat er een, hoewel niet sterk sprekend, verband met de galaktische lengte bestaat. Treffend is vooral in de middelzône de gang in de totaal-aantallen, welke een duidelijk maximum vertoonen in vak IV, het grootste maximum door NORT gevonden. Dit zou dus beteekenen, dat HOUZEAU daar relatief meer sterren heeft weggelaten dan in andere streken. In verband met de getallen in tabel 6, waaruit blijkt, dat HOUZEAU's fout zeer constant optreedt, zou hieruit volgen dat het vak IV rijker aan sterren is dan de andere. Wij hebben hierin dus

¹⁾ Zie blz. 6, noot 2.

²⁾ Men vergelijke de zeer belangwekkende beschouwingen van DANJON over het waarnemen van zeer zwakke verschijnselen op Mars. (Sur la vision télescopique, L'Astronomie 35, 49; 1921.)

³⁾ HOUZEAU noemt een ster 6.7 als ze slechts bij momenten zichtbaar is.

een aanwijzing te zien om de verdeeling der heldere sterren in verband met de galactische lengte eveneens nader te onderzoeken. (Zie § 17.)

e. Thans dient te worden vastgesteld, welke sterren HOUZEAU heeft weggelaten. Speelt daarin werkelijk de Melkweg een rol, of het spectrum, of beide? Om dit uit te maken stelden wij uit den catalogus van BACKHOUSE een lijst samen van die sterren, welke HOUZEAU niet, PICKERING wél heeft, met opgave van photometrische helderheid, spectrum en galactische coördinaten. Dubbelsterren lieten wij voorloopig buiten beschouwing.

Het onderzoek leidt tot het verwachte resultaat: de overgrootte meerderheid der door HOUZEAU weggelaten sterren ligt binnen 30° galactische breedte. Een aantal groepen valt niet binnen dezen gordel. Voor het meerendeel liggen deze op plaatsen waar de sterren dicht opeengehoopt zijn, terwijl enkele groepen gelegen zijn in gebieden die, hoewel zeer uitgebreid, toch op één nacht zijn waargenomen.

Een verband met het spectrum, in dien zin dat er meer B- en A-sterren ontbreken dan van de andere klassen, is niet te constateeren (vg. blz. 15).

f. De verdeeling der weggelaten sterren over de afzonderlijke grootteklassen bleek als volgt te zijn:

HELDERHEID	AANTAL	PROCENT
$> 5^m 5$	126	11.8
$5^m 55 - 5^m 64$	60	5.5
$5^m 65 - 5^m 74$	65	6.1
$5^m 75 - 5^m 84$	78	7.3
$5^m 85 - 5^m 94$	97	9.0
$5^m 95 - 6^m 04$	133	12.4
$6^m 05 - 6^m 14$	152	14.2
$6^m 15 - 6^m 24$	167	15.6
$6^m 25 - 6^m 34$	194	18.1
	1072	100.0

TABEL 8

Opmerkelijk is de zeer geleidelijke gang in deze getallen, wat er op schijnt te wijzen dat $6^m 34$ (6.7) *niet* de grens van HOUZEAU's gezichtsvermogen was.

g. *De decimaalfout bij Houzeau.* Van de aantallen van PICKERING en HOUZEAU maken wij een grafische voorstelling (fig. 1). De grootte $6^m 5$ werd uitgesloten, vanwege de onzekerheid bij HOUZEAU. De aantallen voor PICKERING zijn ontleend aan zijn verhandeling „Distribution of Stars”, ¹⁾ die voor HOUZEAU aan mijn eigen telling. Dat deze niet kloppen met de

¹⁾ H. A. 48, blz. 168.

aantallen van HOUZEAU zelf, is een gevolg van de samenstelling der galaktische gordels met behulp van vakken in rechte klimming en

declinatie (zie blz. 17). De telling van HOUZEAU zelf was niet te gebruiken, daar hij geen aantallen voor de halve grootte-
klassen afzonderlijk geeft. Uit de grafische voorstelling blijkt, dat het niet mogelijk is een gladde kromme door alle punten te leggen; de aantallen voor de halve grootte-
klassen zijn alle te klein, zooals wij verwachtten. HOUZEAU schijnt dus inderdaad de neiging te hebben gehad naar geheelen af te ronden.

h. In tabel 9 zien wij de aantallen sterren helderder dan 6^m0, door HOUZEAU weggelaten, gerangschikt naarspectrum en galaktische breedte (totaal 481), en de aantallen, voorkomende in de R. H. P., terwijl tabel 10 de verhouding

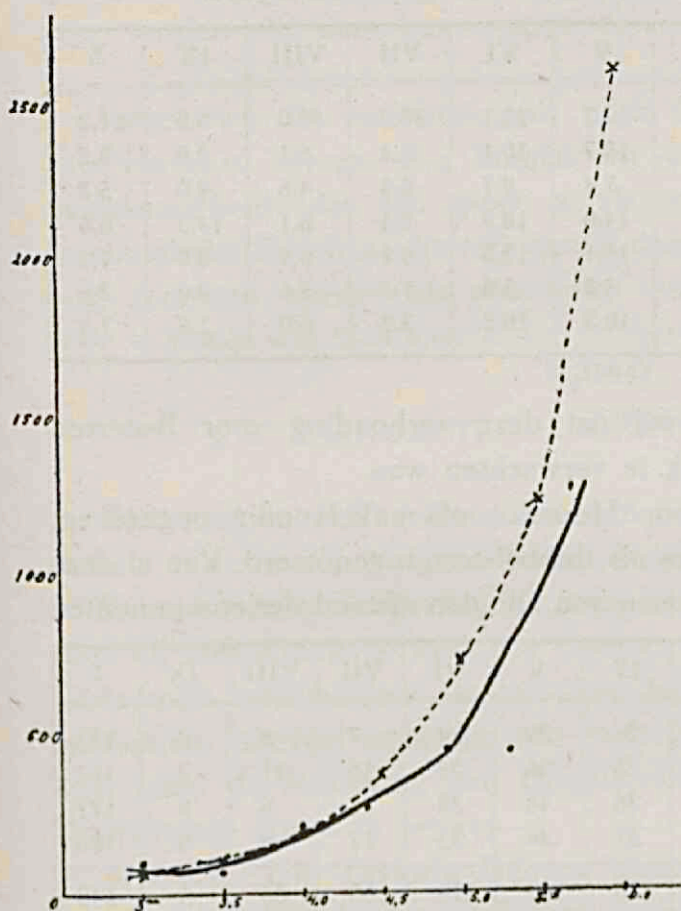


Fig. 1

in procenten geeft. Ook hierin zien wij het verband tusschen het aantal weggelaten sterren en de galaktische breedte.

i. Hoe de weggelaten zwakkere sterren over de verschillende galaktische

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		Σ	
	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.	H.	P.
B.	—	—	—	4	1	2	2	67	26	214	15	124	3	15	1	2	—	1	48	429
A.	3	54	8	145	14	232	29	428	79	735	43	427	7	208	7	115	—	31	190	2375
F.	—	20	3	74	6	75	4	126	14	188	12	124	1	121	3	64	—	14	43	806
G.	3	19	—	50	3	84	10	112	24	171	11	101	2	82	3	49	2	14	58	682
K.	2	38	5	135	10	192	16	323	41	404	30	244	14	244	11	179	—	49	129	1808
M.	—	11	1	41	1	59	2	78	3	99	2	52	1	74	2	36	—	15	12	465
Σ	8	142	17	449	35	644	63	1134	187	1811	113	1072	28	744	27	445	2	124	480	6565

TABEL 9

gordels verdeeld zijn, zien wij in tabel 11; tabel 12 geeft de verhouding van het aantal sterren eener grootte-klasse in een bepaalden gordel, tot het totaal-aantal in die grootte-klasse over den geheelen hemel.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
B.	0.0	0.0	50.0	3.0	12.2	12.1	20.0	50.0	0.0	11.2
A.	5.6	5.5	6.0	6.8	10.7	10.1	3.4	6.1	0.0	8.2
F.	0.0	4.0	8.0	3.2	7.4	9.7	0.8	4.6	0.0	5.3
G.	15.8	0.0	3.6	8.9	14.0	10.9	2.4	6.1	14.3	8.6
K.	5.3	3.7	5.2	5.0	10.1	12.3	5.7	6.1	0.0	7.1
M.	0.0	2.4	1.7	2.6	3.3	3.8	1.4	5.6	0.0	2.6
Σ	5.6	3.8	5.6	5.6	10.3	10.5	3.8	6.0	1.6	7.3

TABEL 10

In de laatste kolom zien wij dat deze verhouding voor B-sterren verreweg het grootst is — gelijk te verwachten was.

k. Talrijke (42) sterren, door HOUZEAU als enkelvoudig opgegeven, worden door andere waarnemers als dubbelsterren genoteerd. Van al deze gevallen heb ik een lijst gemaakt en van alle den afstand der componenten

GROOTTE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
5 ^m 95 — 6 ^m 04	7	6	16	26	39	24	7	8	0	133
6 ^m 05 — 6 ^m 14	4	10	24	26	36	23	16	11	2	152
6 ^m 15 — 6 ^m 24	1	13	17	36	48	38	15	6	3	177
6 ^m 25 — 6 ^m 34	6	19	20	37	46	33	17	8	0	186
Σ	18	48	77	125	169	118	55	33	5	648

TABEL 11

opgemaakt. Er zijn er verscheidene onder met zoo grooten afstand (30' en meer), dat het onbegrijpelijk is hoe deze door HOUZEAU als één enkele ster werden waargenomen. BACKHOUSE beweert dit, maar geeft voor deze bewering geen bewijs. Het is even goed mogelijk, dat HOUZEAU één component waarnam en de andere in 't geheel niet zag. Zekerheid

GROOTTE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
5 ^m 95 — 6 ^m 04	5.3	4.5	12.0	19.5	29.3	18.0	5.3	6.0	0.0	
6 ^m 05 — 6 ^m 14	2.6	6.6	15.8	17.1	23.7	15.1	10.7	7.2	1.3	
6 ^m 15 — 6 ^m 24	0.6	7.3	9.6	20.3	27.1	21.5	8.5	3.4	1.7	
6 ^m 25 — 6 ^m 34	3.2	10.2	10.8	19.9	24.7	17.7	9.1	4.3	0.0	

TABEL 12

is hieromtrent niet te verkrijgen, maar waarschijnlijk is het wèl, want in de meeste gevallen bleek één der beide sterren zoo helder, dat deze gemakkelijk afzonderlijk waargenomen kan worden.

1. Een groot aantal gevallen van optische dubbelsterren, wier afstand betrekkelijk gering is (minder dan $10''$) en wier gecombineerde helderheid grooter is dan 6^m34 , dus die door HOUZEAU hadden moeten opgemerkt zijn, worden niet door hem opgegeven.

Vatten wij de resultaten van onze beschouwingen over het werk van HOUZEAU samen, dan komen wij tot de conclusie dat HOUZEAU's nauwkeurigheid niet zoo groot is als men wel meent, dat het werk systematische fouten aankleven en dat daarom de kaart van HOUZEAU niet mag geprezen worden als een juiste weergave van „den sterrenhemel voor 't bloote oog zichtbaar”.

§ 5. URANOMETRIA ARGENTINA (B. A. GOULD). ¹⁾

Een van de belangrijkste bronnen voor de studie van de heldere sterren van den Zuidelijken hemel is wel de catalogus, door GOULD in 1870 in Cordoba aangevangen, toen hij daar tot 1872 moest wachten, voor hij met zijn hoofdwerk, de Cordoba Durchmusterung, kon beginnen. Gedurende verscheidene jaren nam hij, met medewerking van vier assistenten, zooveel mogelijk alle voor 't bloote oog zichtbare sterren waar, met de bedoeling een completeering van ARGELANDER's werk, de Uranometria Nova, te leveren.

Methode. Uit Taylor's General Catalogue werden alle sterren, niet zwakker dan 4^m0 , in kaart gebracht, waarna de andere voor het bloote oog zichtbare sterren achtereenvolgens werden ingevuld. De bedoeling was de schaal van ARGELANDER's U. N. te gebruiken. Om dit mogelijk te maken berekende GOULD welke parallel in Cordoba dezelfde hoogte heeft als in Bonn ($+9^\circ 39' 15''$). Door nu als vergelijkingssterren te nemen sterren met ongeveer $+9^\circ$ declinatie, werden atmosferische invloeden zooveel mogelijk uitgeschakeld.

In de zône $+5^\circ/+15^\circ$ werden die sterren van ARGELANDER $< 2^m0$ waargenomen, die het best de aangegeven grootte-klasse representeren. Deze sterren moesten dus dienen als vergelijkingssterren. Hierna werden alle sterren in dezen „typical band” geschat tot op 0^m1 nauwkeurig. Systematische fouten werden alleen aangetroffen bij sterk gekleurde sterren. De schattingen van ARGELANDER zijn in de verschillende uren rechte klimming niet geheel identiek; hiervoor werd een correctie aangebracht.

¹⁾ Resultados del Observatorio Nacional Argentino en Córdoba, vol. I, 1879.

De grens van zichtbaarheid voor het bloote oog is in Cordoba $7^m 0$; deze helderheid werd tevens als grens voor 't werk gesteld. GOULD stelde zich echter tot doel tevens alle sterren te schatten, die slechts $0^m 2$ of $0^m 3$ zwakker zijn, om daardoor tot $7^m 0$ volledig te zijn.

Bij de schattingen gebruikte GOULD veelal een binocle en ook wel een kijker. „The opera-glass has generally been employed in estimating the magnitudes and the telescope has been appealed to, whenever it seemed desirable.” De schattingen werden verricht volgens de *Stufen methode*, waarbij GOULD de geheele grootte-klassen steeds zoo goed mogelijk in overeenstemming bracht met de opvatting van ARGELANDER.

De gordel van $+10^\circ/-90^\circ$ werd verdeeld in 17 vakken, welke voor een deel over elkaar vallen. Alle Zuidelijke sterren nam GOULD ook met den meridiaancirkel waar, om vergissingen in de identificatie te voorkomen. Daar 't werk veel langer dan twee jaar duurde, werd het gemiddelde aequinoctium op 1875.0 gebracht.

In 't geheel nam GOULD 7685 sterren $> 7^m 0$ waar tusschen $+10^\circ$ en -90° , op 't Zuidelijk halfrond alléén 6694. De verdeling over de afzonderlijke grootte-klassen geeft tabel 13.

De aantallen ten Zuiden en ten Noorden van den Aequator zijn afzonderlijk opgegeven.

M.	Z.	N.	M.	Z.	N.	M.	Z.	N.	M.	Z.	N.	M.	Z.	N.	M.	Z.	N.
0 — 0.7	3	—	2.1	5	—	3.1	9	2	4.1	23	2	5.1	47	6	6.1	190	24
0.8 — 1.2	3	2	2.2	6	—	3.2	13	—	4.2	25	7	5.2	67	6	6.2	223	36
1.3	1	—	2.3	4	1	3.3	12	—	4.3	21	3	5.3	76	15	6.3	237	42
1.4	2	—	2.4	5	1	3.4	16	3	4.4	36	8	5.4	87	16	6.4	348	58
1.5	1	—	2.5	7	—	3.5	17	5	4.5	31	6	5.5	94	12	6.5	396	59
1.6	—	—	2.6	5	1	3.6	20	4	4.6	32	2	5.6	120	12	6.6	460	71
1.7	2	1	2.7	9	—	3.7	16	4	4.7	42	5	5.7	172	17	6.7	581	83
1.8	3	—	2.8	9	1	3.8	19	3	4.8	39	7	5.8	186	25	6.8	642	103
1.9	1	—	2.9	9	—	3.9	21	4	4.9	34	7	5.9	200	36	6.9	813	102
2.0	3	—	3.0	7	2	4.0	23	4	5.0	38	8	6.0	189	29	7.0	994	146
Σ	19	3		66	6		166	29		321	55		1238	174		4884	724

TABEL 13

Hieruit zien wij dat GOULD op het Zuidelijk halfrond 3204 sterren waarnam tot en met $6^m 5$ en 1810 tot $6^m 0$.

De aantallen van den geheelen catalogus laten zich, volgens GOULD, voorstellen door $\Sigma_m = 0.54896 (3.9111)^m$

voor het Zuidelijk halfrond afzonderlijk door

$$\Sigma_m = 0.47818 (3.9111)^m$$

Toegepast op de verschillende grootte-klassen blijken waarneming en berekening echter slecht overeen te stemmen, zoodat blijkbaar de heldere sterren zich niet door een eenvoudige formule van deze soort laten voorstellen.

Over de volledigheid van het werk van GOULD is, langs directen weg, moeilijk een oordeel te vellen, omdat er geen enkele catalogus is, waarmede wij de U. A. zouden kunnen vergelijken; de eenige die ervoor in aanmerking zou kunnen komen, de R. H. P., is juist in hoofdzaak op de U. A. gebaseerd. PICKERING kon bij een herziening de weglating van slechts weinig sterren constateeren. Voor 't gebied tusschen den Aequator en den parallel van -23° kan men de U. A. vergelijken met de Zuidelijke B. D. ¹⁾ Uit den catalogus van BACKHOUSE, ²⁾ met behulp waarvan men deze vergelijking gemakkelijk kan uitvoeren, blijkt dat er weinig sterren ontbreken. Voor de sterren van $6^m.5-7^m.0$ ontbreekt elke directe contrôle. De catalogus van BACKHOUSE bevat n.l. alleen de voor 't bloote oog zichtbare sterren, zoodat een vergelijking van de U. A. met de Zuidelijke B. D. voor de sterren $< 6^m.5$ door middel van genoemden catalogus niet mogelijk is. Wij zouden natuurlijk wel de beide catalogi direct met elkaar kunnen vergelijken; daar echter het aequinoctium niet hetzelfde is, zou dit een zeer omvangrijk werk zijn, ³⁾ dat de moeite niet zou loonen, omdat wij er toch slechts een oordeel door zouden krijgen over een deel van de U. A., n.l. het deel dat het gebied tusschen den Aequator en -23° omvat.

De sterren van $7^m.0$ zijn natuurlijk ook in Cordoba lang niet altijd voor 't bloote oog zichtbaar. GOULD schrijft dan ook: ⁴⁾ „There now appears to be no room for doubt that, in the most favorable nights, stars of the 7.0 magn. are easily seen at Cordoba by persons of ordinarily good vision.” Maar verder merkt hij op: „Such nights are not frequent, it is true, but as the observatory is situated nearly 446 meters above the sea, the quantity of atmosphere over it is less, by more than its twentieth part, than that over the level of the ocean; while the atmosphere itself is, at certain times, of an exceptional transparency.”

Of er volledigheid kan bereikt worden voor die sterren, welker aantal verreweg 't grootst is, maar die naar verhouding zelden zijn waar te

¹⁾ SCHÖNFELD, Bonner Sternverzeichnis, Vierte Sektion, Bonner Beob. Bd. 8.

²⁾ BACKHOUSE, Cat. of 9842 Stars,

³⁾ Een dergelijk onderzoek werd door SCHIAPARELLI uitgevoerd voor het gebied $0^\circ/+10^\circ$. Publ. del reale oss. di Brera in Milano XXXIV, 1889.

⁴⁾ U. A., blz. 6.

nemen, valt te betwijfelen; dit zou alleen mogelijk zijn als GOULD ook voor het constateeren, dus niet alleen voor het schatten van de helderheid, geregeld een binôcle had gebruikt. Dit was echter niet 't geval. Wij kunnen dus geen zekerheid verkrijgen of de U. A. tot 7^m0 volledig is, en hebben zelfs bijzondere reden om dit in twijfel te trekken.

De w. f. van de U. A. bedraagt, volgens PICKERING, ¹⁾ slechts 0^m11; de w. f. van HEIS is 0^m16, die van HOUZEAU 0^m20 en die van BEHRMANN 0^m21. Het aantal sterren, dat bij het onderzoek van PICKERING een afwijking opleverde van 1^m0 of meer, was in de U. A. 3, bij HOUZEAU 60, bij HEIS 54 en bij BEHRMANN 13. Deze getallen geven ons wel een hoogen dunk van de nauwkeurigheid van GOULD en zijne medewerkers. Bij vergelijking van de aantallen van de U. A. met andere catalogi blijkt GOULD ook wat volledigheid betreft bovenaan te staan. Er is dus groote kans, dat de U. A. tot 6^m5 volledig is, maar de beweerde volledigheid tot 7^m0 blijft onzeker.

Alles samengenomen mogen wij aan GOULD's werk groote waarde toekennen. Of, en in hoeverre, GOULD uit dit zeer bruikbare materiaal een galaktische condensatie vindt, zullen wij zien in hoofdstuk II.

§ 6. THE REVISED HARVARD PHOTOMETRY (E. C. PICKERING). ²⁾

Dit werk is een samenvatting en revisie van de photometrische catalogi, verschenen in de deelen 14, 24, 34, 44, 45 en 46 van de Harvard Annals. Naar PICKERING in de inleiding zegt, was zijn bedoeling, alle sterren tot 6^m5 op te nemen. Om dit doel te bereiken, maakte hij een lijst van alle sterren die in de B. D. en de C. D. staan aangegeven als niet zwakker dan 7^m5 en in de U. A. als niet zwakker dan 7^m0. Deze lijst werd ter completeering met verschillende andere catalogi vergeleken. Daar bij deze vergelijkingscatalogi ³⁾ echter geen enkele is, die de B. D. in volledigheid overtreft, zal PICKERING hieraan niet veel correcties ontleend hebben.

Wij zagen in § 2 dat men, uitgaande van de B. D., slechts dan redelijkerwijs zeker is alle sterren tot 6^m5 te hebben opgenomen, indien men alle B. D.-sterren tot 7^m4 incl. meeneemt. PICKERING ging tot en met 7^m5, zoodat zijn werk voor het gebied van de B. D. als tot 6^m5 volledig mag beschouwd worden.

Voor het deel van den hemel ten Zuiden van -23° had PICKERING

¹⁾ H. A. 14, blz. 502, 1884.

²⁾ H. A. 50, 1908.

³⁾ H. A. 14, blz. 83.

als materiaal slechts de U. A., en de C. D. voor zoover deze toen voltooid was. De contrôle, welke deze laatste op de U. A. zou kunnen geven, is dus onvolledig en de onzekerheid omtrent PICKERING's volledigheid blijft ook na deze correctie bestaan. Gegeven de werkmethode van GOULD — wederzijdsche contrôle van vijf waarnemers — is de nauwkeurigheid en volledigheid van de U. A. waarschijnlijk zeer groot. Daar de grensgrootte echter slechts 7^m0 is, bestaat de kans dat sterren helderder dan 6^m5 zijn weggelaten. PICKERING zelf merkt reeds op ¹⁾ dat enkele sterren ontbreken.

Voeren wij een zelfde berekening als wij in § 2 voor de B. D. verrichtten, voor de U. A. uit, dan vinden wij dat, bij een w. f. van 0^m11 , de U. A. tot 6^m4 als volledig beschouwd mag worden. Hieruit volgt, dat ook de R. H. P. voor het Zuidelijk halfrond tot deze grens volledig is en niet tot 6^m5 , tenzij PICKERING aan andere catalogi een correctie heeft ontleend; zooals wij reeds opmerkten, zal deze correctie echter wel niet veel te beteekenen hebben.

Resumeerende, kunnen wij de R. H. P. voor het Noordelijk halfrond inderdaad als tot 6^m5 volledig beschouwen; voor het Zuidelijk halfrond (d. w. z. ten Zuiden van -23°) echter slechts tot 6^m4 .

Zooals wij reeds op blz. 9 opmerkten, is het dus niet mogelijk een catalogus te maken die volledig is tot 6^m5 . *Een volledige Uranometrie bestaat niel.*

¹⁾ Distr. of Stars, H. A. 48, blz. 149.

HOOFDSTUK II.

DE ONDERZOEKINGEN OMTRENT DE VERDICHTING
NAAR DEN MELKWEG.

§ 7. HET ONDERZOEK VAN HOUZEAU.

HOUZEAU laat zijn catalogus voorafgaan door een uitvoerige verhandeling over de distributie der sterren t. o. van verschillende vlakken.

Wij zullen ons beperken tot een bespreking van zijne onderzoekingen over de verdeeling t. o. van den Melkweg. Voor de ligging van de Noordpool van den Melkweg neemt HOUZEAU aan $\alpha = 12^{\text{u}} 49^{\text{m}} 1$, $\delta = +27^{\circ} 30'$ (1880.0); de afwijking van den grooten cirkel bedraagt $20'$ Zuidelijk. Na onze uitvoerige kritiek op de Ur. gén. kunnen wij over dit onderzoek kort zijn.

HOUZEAU leidt uit zijn aantallen de dichtheden, d. i. het aantal sterren per vierkanten graad, af. Hij vindt voor de verschillende galaktische gordels de aantallen van tabel 14.

Zône-Gr.	1	2	3	4	5	6	Σ	d_n
I	0	1	4	8	42	86	141	0.113
II	3	6	18	42	74	295	438	0.122
III	1	4	21	70	148	439	683	0.124
IV	4	7	34	114	190	625	974	0.145
V	7	11	46	108	243	730	1145	0.160
VI	3	11	34	111	257	619	1035	0.154
VII	0	7	28	65	141	465	706	0.129
VIII	2	2	13	65	81	281	444	0.124
IX	0	2	2	12	37	100	153	0.123
	20	51	200	595	1213	3640	5719	0.139

TABEL 14

De laatste kolom geeft de dichtheden, d_n . Hieruit kunnen wij de relatieve dichtheden D_n afleiden, d. w. z. de dichtheden vergeleken met de dichtheid in den Melkweg. Wij vinden

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
0.706	0.762	0.775	0.906	1.000	0.962	0.804	0.775	0.769

Uit deze getallen kunnen wij het best de verdichting naar den Melkweg beoordeelen. De toeneming is bij HOUZEAU geringer dan bij andere onderzoekers.

Wij zagen reeds wat de oorzaak hiervan is: het weglaten van een grooter aantal sterren in den Melkweg dan erbuiten.

§ 8. HET ONDERZOEK VAN PICKERING. ¹⁾

PICKERING houdt zich in zijn bekende verhandeling bezig met twee problemen: 1°. het aantal sterren in verschillende gedeelten van den hemel, dus de verdeeling der sterren; 2°. het aantal sterren van verschillende grootte-klassen in één bepaalde streek, dus de wet der helderheidsverdeeling.

Wij zullen in het kort de resultaten van dit onderzoek weergeven, alleen voor zoover de heldere sterren betreft.

Aan bloote oog waarnemingen hecht PICKERING in dit verband weinig waarde. Het materiaal voor zijn onderzoek leverde de Harvard Photometry.

De hemel werd verdeeld in vakken van 10° decl. en 1^u R. K. en in elk vak de aantallen sterren voor elke halve grootte-klasse uitgeteld; waarbij b.v. 4^m0 omvatte alle sterren van 3^m75—4^m24 incl.

Voor de grenzen van den Melkweg gebruikte PICKERING de teekening van HEIS' Atlas Coelestis. De hemel werd nu in vier vakken verdeeld, t. w. één vak waarin de intensiteit van het Melkweglicht bedraagt 5 of meer (10 heet een vak dat geheel in 't helderste deel van den Melkweg ligt, 0 een vak dat geheel buiten den Melkweg ligt), één vak met een dichtheid minder dan 5, en de beide kappen ten Noorden en ten Zuiden. Van elk van deze vakken bepaalde PICKERING de oppervlakte en het aantal sterren dat er in voorkomt. Daaruit berekende hij dan de aantallen sterren van elke grootte-klasse per 1000 vierkante graden. Hij vindt:

Zône	B ²⁾	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	0—6.5	Area
Milky W.	12.7	8.8	15.6	33.7	53.1	96.6	164.3	385.0	10999
Part.	10.4	6.7	13.4	25.1	41.2	70.7	119.2	286.8	4613
North ...	6.6	4.2	7.6	17.0	30.4	50.5	88.6	204.9	12506
South....	4.9	5.6	11.3	15.6	33.2	53.4	75.5	219.6	13135
All.	8.1	6.1	11.6	21.9	38.5	66.0	114.4	266.7	41253

TABEL 15

PICKERING geeft nog een ander middel om de verhouding der aantallen sterren in en buiten den Melkweg te bepalen. De oppervlakte van den

¹⁾ E. C. PICKERING, The distribution of Stars, H. A. 48, 1903.

²⁾ B = sterren > 4^m0.

hemel buiten den Melkweg is ongeveer 2.33 maal die in den Melkweg. Om nu de verdichting te vinden, deelen wij de som van alle sterren buiten den Melkweg op die in den Melkweg en vermenigvuldigen het quotient met 2.33. Zoo vindt PICKERING:

B	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	0—6.5
2.2	1.8	1.6	2.1	1.7	1.9	1.8	1.85

Hieruit zou dus volgen, dat de helderste sterren sterker naar den Melkweg verdicht zijn dan de zwakkere voor het bloote oog zichtbare. De methode, door welke dit laatste resultaat werd gevonden, is alleszins ruw. De conclusie, welke PICKERING er uit trekt, schijnt niet geoorloofd. Vooreerst vertoont zich geen regelmatige gang in de getallen. Verder is het voor B, de helderste sterren, gevonden getal niet betrouwbaar; het baseert zich op veel te weinig sterren om, althans langs dezen weg, een dergelijke gevolgtrekking te rechtvaardigen. Misschien is de oorzaak van deze groote waarde te zoeken in den band van heldere sterren, bekend als „cirkel van GOULD”. Hiervoor zij verwezen naar hoofdstuk IV.

Een bezwaar in het algemeen tegen het onderzoek van PICKERING is, dat het te weinig gedetailleerd is. Alleen een onderzoek van de dichtheden in niet te groote vakken kan ons een inzicht geven in de verdeeling der sterren.

Een ander bezwaar is de wijze, waarop PICKERING de grenzen van den Melkweg vaststelt, n.l. door directe waarneming. Men krijgt dan een zeer grillige grens, maar bovendien spelen subjectieve factoren een groote rol. Ten slotte, en dat is het hoofdbezwaar, legt men bij deze wijze van onderzoek der verdeeling reeds van te voren verband tusschen de dichtheid en het Melkweglicht. PICKERING heeft bij zijn onderzoek eigenlijk twee problemen aangevat. Hij wilde een onderzoek instellen naar de aantallen sterren in verschillende deelen van den hemel, maar hield zich feitelijk bezig met de vraag: kan het Melkweglicht door de heldere sterren verklaard worden? Doordien hij deze beide problemen niet uiteenhield, heeft hij ze geen van beide geheel opgelost, zoodat dan ook zijn onderzoek niet als afdoend kan beschouwd worden.

§ 9. HET ONDERZOEK VAN SCHIAPARELLI.¹⁾

De verschijning van H. A. 14, omvattende de heldere sterren (tot 6^m0 B. D. incl.) van den Noordelijken hemel en van den Zuidelijken tot -30° ,

¹⁾ Sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo. Publ. del reale osservatorio di Brera in Milano XXXIV, 1889.

was voor SCHIAPARELLI aanleiding te beproeven een inzicht te verkrijgen in de verdeling der heldere sterren. Voor het overige deel van den hemel maakte hij gebruik van de U. A., na herleiding der helderheidsopgaven tot de schaal van PICKERING. Als bewijs voor de homogeniteit van het materiaal haalt SCHIAPARELLI het feit aan, dat PICKERING tusschen de aequatoriale Noordpool en $+30^{\circ}$ 1127 sterren $> 6^m 00$ noteert en GOULD tusschen de Zuidpool en -30° 1190 sterren $> 6^m 2$.

Wij zagen in § 2 hoe het staat met de volledigheid van een catalogus, samengesteld op grond van andere catalogi, met name de B. D. Een directe vergelijking der aantallen van PICKERING en GOULD is dus geenszins toelaatbaar, nog daargelaten het feit, dat het a priori volstrekt niet zeker is — en inderdaad ook niet zoo blijkt te zijn — dat de bedoelde streken even rijk aan sterren zijn.

SCHIAPARELLI wijst reeds op de mogelijkheid van ongelijke dichtheid der beide streken, en op de noodzakelijkheid van photometrische waarnemingen volgens de zelfde methode in beide deelen van den hemel. Uit de tellingen van HOUZEAU echter, die, alhoewel niet compleet, toch tamelijk homogeen zijn, had SCHIAPARELLI reeds kunnen zien, dat de beide streken volstrekt niet even rijk zijn.

Volgens SCHIAPARELLI geeft H. A. 14 3113 sterren helderder dan $6^m 1$ en GOULD in de aanvullende zône 1190 sterren helderder dan $6^m 3$, totaal dus 4303. De R. H. P. geeft 6283 sterren helderder dan $6^m 1$, zoodat het aantal van SCHIAPARELLI veel te klein is. PICKERING nam in H. A. 14 de B. D.-sterren slechts mee tot en met $6^m 0$, dus is, zooals wij zagen in § 2, zeker niet tot $6^m 0$ volledig.

Verwonderlijk is het dat SCHIAPARELLI, wetende dat HOUZEAU met het bloote oog waarnam 5719 sterren, niet over het ontoereikende van zijn materiaal spreekt.

SCHIAPARELLI ging bij zijn onderzoek als volgt te werk. Hij verdeelde den hemel in vakken van 100 vierkante graden en noteerde in elk vak het aantal sterren; deze aantallen stellen dus de dichtheden voor. Bovendien verbond hij de punten van gelijke dichtheid door een kromme, terwijl de streken, waar de dichtheid grooter is dan het gemiddelde (10.4), gekleurd werden, en wel des te donkerder naarmate de dichtheid grooter is. De Melkweg blijkt geheel in het breede, gekleurde gebied te liggen.

Het merkwaardigste resultaat, waartoe SCHIAPARELLI op grond van deze kaart komt, is wel dat de lijn van maximale dichtheid niet samenvalt met den Melkweg (dien SCHIAPARELLI overigens niet definieert), maar den Melkweg snijdt in de nabijheid van α Crucis, onder een hoek van

ongeveer 20° . Deze maximale gordel valt samen met den door J. HERSCHEL het eerst geconstateerden en door GOULD nader onderzochten band van heldere sterren (zie § 16). Op het Noordelijk halfrond is deze gordel veel minder duidelijk en minder regelmatig; hij sluit slecht aan bij het Zuidelijk deel. Op het Noordelijk halfrond bestaat deze „maximale gordel” eigenlijk meer uit een aantal streken, waar de dichtheid vrij groot is (ongeveer tweemaal de gemiddelde dichtheid). Deze gebieden liggen gegroepeerd langs den Melkweg. („Tutte e tre le regioni sopronotate sono del resto allineate lungo la Via Lattea ordinaria,”)

Dat overigens de Melkweg niet de maximale lijn is, staat voor SCHIAPARELLI vast. „Evidentemente il corso della Via Lattea nulla ha più che fare con una simile disposizione.”

Voorts merkt SCHIAPARELLI op, dat de dichtheid het regelmatigst verandert naar den kant van den Aequator, minder naar de polen. „La zona di densità superiore alla media è bene definita del lato più vicino all'equatore in ambi gli emisferi, male definita e molto ramificato del lato più vicino al polo.”

Aan de galaktische polen bestaat geen uitgesproken minimum. Bij de Noordpool is een plek, waar de dichtheid grooter is dan het gemiddelde, n.l. in Coma Berenices. Over 't geheel is de verdeeling der heldere sterren — volgens SCHIAPARELLI — niet anders dan die van de helderste teleskopische sterren.

Vervolgens onderzocht SCHIAPARELLI op dezelfde wijze de verdeeling der afzonderlijke grootte-klassen, wat lastiger is omdat de aantallen vrij klein zijn. Deze aantallen zijn:

Harvard . . .	5 ^m 00 — 5 ^m 99	2089	}	2879
U. A.	5 ^m 4 — 6 ^m 2	790		
Harvard . . .	4 ^m 00 — 4 ^m 99	717	}	999
U. A.	4 ^m 0 — 5 ^m 3	282		
Harvard . . .	3 ^m 00 — 3 ^m 99	218	}	299
U. A.	3 ^m 0 — 3 ^m 9	81		
Harvard . . .	2 ^m 00 — 2 ^m 99	66	}	103
U. A.	2 ^m 0 — 2 ^m 9	37		
Harvard . . .	> 2 ^m 00		}	33
U. A.	> 2 ^m 0			

TABEL 16

Alhoewel de getallen veel te klein zijn om een conclusie op te bouwen, is het toch merkwaardig dat in alle kaarten, met uitzondering van de laatste, de Melkweg zich vrij duidelijk afteekent. Voor de sterren tusschen 2.0 en 3.0 deed zich het merkwaardige feit voor, dat eerst de

Melkweg er niet in uitkwam; SCHIAPARELLI had toen de vakken vrij groot genomen. Toen hij echter de telling herhaalde met veel kleinere vakken, kwam de Melkweg duidelijk voor den dag, althans op het Zuidelijk halfond.

SCHIAPARELLI onderzocht ook de sterren der U. A. $< 6^m 2$ en vindt dat zij minder duidelijk naar den Melkweg zijn gecondenseerd, en dat zij onregelmatiger verdeeld zijn. Hij wijst echter op de waarschijnlijkheid, dat er in den Melkweg veel zwakke sterren zijn weggelaten; het zelfde verschijnsel dus dat wij reeds bij HOUZEAU constateerden, en waarop ook PICKERING al heeft gewezen. (H. A. 14, blz. IV.)

Verder onderzocht SCHIAPARELLI een deel der B. D.-sterren, n.l. de sterren gelegen tusschen 0° en $+40^\circ$, welke begrepen zijn tusschen de helderheidsgrenzen $6^m 00$ (Harvard) en $7^m 0$ (B. D.). Deze kaart werd niet gepubliceerd, daar de verdeeling der sterren groote onregelmatigheden vertoont, welke SCHIAPARELLI toeschrijft aan helderheidsfouten der B. D.

Ten slotte vergelijkt SCHIAPARELLI de B. D. met de U. A. in de zône 0° tot $+10^\circ$, verdeeld in $2''$ R. K., en wel de sterren van $1^m 0 - 7^m 0$. Hij vindt daarbij in verscheidene vakken bij GOULD *meer* sterren dan in de B. D. Hoe is dat te verklaren? Volgens den catalogus van BACKHOUSE ontbreken in de U. A. slechts weinig sterren, dus wij zouden verwachten dat het aantal sterren in de B. D. steeds even groot als of grooter dan dat in de U. A. is. Dat dit in enkele vakken blijkbaar niet het geval is, kan aldus worden verklaard dat sommige sterren die door GOULD zijn waargenomen, en dus waarschijnlijk $> 7^m 0$ zijn, in de B. D. als $< 7^m 0$ genoteerd staan. SCHIAPARELLI neemt deze dus in zijn telling van de B. D. niet op.

Samenvattende, kunnen wij zeggen dat SCHIAPARELLI een lijn van maximale dichtheid vindt, die ongeveer met den Melkweg samenvalt, meer nauwkeurig echter met den cirkel van GOULD. Ook vindt hij een verdichting der heldere sterren; het blijkt echter niet duidelijk of de sterren verdicht zijn naar den Melkweg of naar den cirkel van GOULD. Over het geheel is het onderzoek van den symmetrie-cirkel niet bevredigend, wat zoowel aan het materiaal als aan de methode is toe te schrijven. Het materiaal is te beperkt en te weinig homogeen. Bij de gevolgde methode werd meer naar de lijn van grootste dichtheid dan naar den symmetrie-cirkel van het geheele stelsel gezocht. Aan de verandering van de dichtheid bij nadering tot den Melkweg werd minder aandacht geschonken. Toch blijkt uit de getallen op de kaarten wel dat er een afneming is van den Melkweg naar de galactische polen, maar duidelijk uitgesproken is dit verband niet. De aantallen zijn ook te klein om een dergelijke conclusie op te mogen grondvesten.

§ 10. HET ONDERZOEK VAN STRATONOFF. ¹⁾

STRATONOFF baseert zijn onderzoekingen op de B. D. en de C. P. D.

Door het werk van HERSHEY, STRUVE, e. a., vooral echter van SEELIGER, is er uit het voorhanden materiaal voor het Noordelijk halfrond, de B. D. — aldus STRATONOFF — niets nieuws meer te halen. ²⁾ Men kan dus nog alleen detail-studies over de teleskopische sterren maken. Behalve met deze detail-studies houdt STRATONOFF zich bezig met de verdeeling der spectra en de verdeeling der nevelvlekken en sterrehoopen. Voor ons doel is alleen van belang wat STRATONOFF gevonden heeft met betrekking tot de heldere sterren. De methode, door hem gevolgd, is dezelfde als die van SCHIAPARELLI. De hemel werd in trapezia verdeeld; in elk vak werden de sterren van elke grootte-klasse uitgeteld, en de aantallen gedeeld door het aantal graden van het oppervlak, waardoor men de dichtheden krijgt. Deze dichtheden reduceerde STRATONOFF in dien zin, dat aan de gemiddelde dichtheid het getal 10 werd toegekend. Voorts nam hij voor elk vak steeds het gemiddelde uit de negen vakken, waarvan het onderzochte vak het midden vormt. Daardoor werden toevallige dichtheidsverschillen zooveel mogelijk vereffend en komen alleen de algemeene trekken aan den dag. De hoogere dichtheidsgraden (> 10) werden met kleuren op een kaart aangegeven; de vakken zijn des te donkerder gekleurd naarmate de dichtheid grooter is.

STRATONOFF verdeelt de sterren in dezelfde klassen als SEELIGER, met dit verschil dat hij de sterren tot $6^m 0$ en die van $6^m 1 - 6^m 5$ onderscheidt, dus:

I $6^m 0$ II $6^m 1 - 6^m 5$ III $6^m 6 - 7^m 0$ VIII $9^m 1 - 9^m 5$

STRATONOFF week hierin van SEELIGER af, om zijne resultaten te kunnen vergelijken met die van SCHIAPARELLI, die dezelfde indeeling heeft.

De schalen van PICKERING en van de B. D. zijn niet identiek; $5.8 \text{ P.} = 6.0 \text{ B. D.}$ STRATONOFF verwaarloost dit verschil, omdat bij een onderzoek naar de algemeene distributiewet een groote nauwkeurigheid niet te bereiken is. Daardoor worden de resultaten van STRATONOFF vergelijkbaar met die van SCHIAPARELLI, die het materiaal van PICKERING bewerkte.

¹⁾ W. STRATONOFF, Etudes sur la structure de l'Univers. Publ. de l'Obs. astr. et phys. de Tachkent, No. 2 en 3, 1900 et 1901.

²⁾ Deze bewering moge geheel voor rekening van STRATONOFF blijven; in hoofdstuk V hopen wij de onjuistheid ervan aan te toonen, zij het ook dat wij daar als materiaal niet de B. D. gebruiken. Het daar gevonden resultaat zou echter zonder twijfel even goed uit de B. D. als uit de R. H. P. gehaald kunnen worden.

STRATONOFF teekent nu de aantallen van elk der genoemde klassen, evenals SCHIAPARELLI, in een afzonderlijke kaart aan, waardoor men een indruk krijgt van de distributie van elke grootte-klasse op zich zelf. Ons interesseeren alleen kaart I, II en III, aangevende de verdeling resp. van de sterren $> 6^m 0$, $6^m 1-6^m 5$ en $6^m 6-7^m 0$.

I. Deze kaart komt geheel overeen met de eerste kaart van SCHIAPARELLI. Het voornaamste resultaat is dat de maximale lijn niet met den Melkweg, maar met den cirkel van GOULD samenvalt.

II. Deze kaart geeft de verdeling der sterren van de grootte $6^m 1-6^m 5$. De verdichting naar den Melkweg is hier meer uitgesproken, alhoewel zij nog zwak is. De maximale lijn valt niet met den Melkweg samen, nadert evenwel meer tot den Melkweg dan bij klasse I het geval is. De minima vallen niet met de galactische polen samen.

III. De sterren van deze klasse zijn meer regelmatig verdeeld t. o. van den Melkweg, althans op het Noordelijk halfond. Op het Zuidelijk halfond is geen verband met den Melkweg op te merken, de verdeling is meer uniform. De splitsing van den Melkweg in twee takken komt in geen der onderzochte klassen voor den dag. Tot dit resultaat kwam ook ARGELANDER reeds (B. D. III, Einleitung).

Er valt over het onderzoek van STRATONOFF, na onze beschouwingen over dat van SCHIAPARELLI, weinig meer te zeggen. De resultaten komen vrijwel op het zelfde neer; beiden vinden een maximale lijn, die met den cirkel van GOULD samenvalt; beiden vinden een zeer zwakke condensatie naar den Melkweg, en bij beiden komt de bifurcatie niet voor den dag. De kritiek komt echter ook bij beiden op het zelfde neer. Ook van het werk van STRATONOFF kunnen wij zeggen, dat het materiaal, zooal niet ontoereikend, dan toch zeer heterogeen was, en wel nog veel sterker dan bij SCHIAPARELLI. Immers deze gebruikte Harvard-waarnemingen (photometrisch) en de U. A. (visueel). STRATONOFF echter gebruikte de B. D. (visueel) en de C. P. D. (photographisch), een eenigszins bedenkelijke combinatie, vooral daar STRATONOFF geen kleurcorrectie toepaste.¹⁾ Nemen wij daarbij nog in aanmerking, dat het photographische materiaal op zich zelf niet aan de hoogste eischen voldeed — de platen bleken van zeer verschillende hoedanigheid — dan moeten wij de resultaten van STRATONOFF met eenig voorbehoud aanvaarden.

Dat de bifurcatie zich niet afteekent, kan een gevolg zijn van de

¹⁾ Zie hierover blz. 45.

methode: het middelen van negen aangrenzende vakken. Hierdoor worden de fijnere trekken uitgewischt.

Wij komen zoo tot de slotsom, dat het onderzoek van STRATONOFF geen bevredigend antwoord heeft gegeven op de vraag of de heldere sterren een verdichting naar den Melkweg vertoonen.

§ 11. HET ONDERZOEK VAN SEELIGER. ¹⁾

Over het werk van SEELIGER kunnen wij in dit verband kort zijn. Zijn onderzoekingen zijn van zoo algemeene bekendheid, dat het overbodig is er hier een uitvoerig referaat van te geven. Bovendien is de eigenlijke theorie van SEELIGER in hoofdzaak van belang voor de teleskopische sterren. Voor ons zijn het belangrijkste de beide verhandelingen, welke zich ook met de heldere sterren bezighouden.

Alhoewel het materiaal van SEELIGER, de B. D., niet den geheelen hemel omvat, wat bij STRATONOFF en SCHIAPARELLI wèl het geval was, is zijn resultaat toch veel belangrijker dan dat van hen, omdat hij direct het verband tusschen dichtheid en galaktische breedte onderzocht.

SEELIGER telt alle sterren der Noordelijke en Zuidelijke B. D. in vakken van 5° declinatie en 20° R. K., rangschikt deze vakken vervolgens in de negen galaktische gordels, en berekent de dichtheden d_n , en de relatieve dichtheden D_n . Hij vindt nu voor de heldere sterren ($1^m 0 - 6^m 5$):

B. D.					S. D.			
Zône	Opp.	Aantal ²⁾	d_n	D_n	D_n	d_n	Aantal	Opp.
$+90^\circ/+70^\circ$	1398.7	208.5	0.1491	0.5507	—	—	—	—
$+70^\circ/+50^\circ$	2749.8	425.5	0.1547	0.5716	0.776	0.154	61	397.1
$+50^\circ/+30^\circ$	3654.1	632.0	0.1730	0.6389	0.700	0.139	204	1472.5
$+30^\circ/+10^\circ$	3548.1	759.0	0.2139	0.7901	0.854	0.169	176	1041.7
$+10^\circ/-10^\circ$	3539.3	958.0	0.2707	1.0000	1.000	0.198	194	980.2
$-10^\circ/-30^\circ$	2990.9	738.0	0.2468	0.9116	1.144	0.226	222	980.6
$-30^\circ/-50^\circ$	2076.1	321.5	0.1549	0.5720	0.926	0.183	161	878.3
$-50^\circ/-70^\circ$	669.6	77.5	0.1157	0.4276	0.789	0.156	175	1121.0
$-70^\circ/-90^\circ$	—	—	—	—	0.777	0.154	72	468.2

TABEL 17

¹⁾ H. SEELIGER, Die Vertheilung der Sterne auf der nördlichen (südlichen) Halbkugel nach der Bonner (Schönfeld) Durchmusterung. Sitz. Ber. der math.-phys. Classe der k. bayer. Ak. der W. zu München, 1884 u. 1886.

²⁾ De decimalen zijn te verklaren door het voorkomen van halve trapezia; aan elke helft werd een gelijk aantal sterren toegekend.

Dat de getallen voor het Zuidelijk halfrond kleiner zijn, mag niet als reëel worden opgevat. Immers zij zijn afgeleid uit de Zuidelijke B. D., welke slechts een klein deel van den hemel omvat, zoodat de aantallen sterren betrekkelijk klein zijn, en daardoor toevallige fouten een onevenredig groote rol spelen. Wij mogen dan ook niet te veel gewicht hechten aan het feit dat D_n in de zône $-10^\circ/-30^\circ$ van de S. D., > 1 is.

Het belangrijke resultaat van dit deel van SEELIGER's onderzoek is in elk geval dat — althans voor de B. D.-sterren — het bestaan van een duidelijke verdichting van de heldere sterren naar den Melkweg is aangetoond. Wij kunnen in SEELIGER's resultaat vertrouwen stellen, in zoverre de B. D. betrouwbaar is, en aan de volledigheid der B. D. valt niet te twijfelen. Wel zouden wij een kritiek kunnen toepassen in verband met de helderheidsschattingen, maar aangezien SEELIGER alle heldere sterren samen neemt, heeft zoo'n kritiek in dit geval niet veel zin. Wel heeft SEELIGER in een latere verhandeling ¹⁾ de sterren der H. P. in het B. D.-gebied onderzocht en daarbij een kritiek gegeven op de B. D.-schattingen, maar de dichtheden berekent hij voor deze sterren niet.

Evenzoo heeft KOBOLD ²⁾ de H. P.-sterren tot $5^m.7$ onderzocht, en wel heeft hij de verhouding der aantallen $A_n : A_{n-\frac{1}{2}}$ in elken gordel berekend, maar niet de dichtheden. Voor uitvoerige bespreking dezer verhandelingen is dan ook geen aanleiding.

¹⁾ Sitz. Ber. math.-phys. kl. Ak. d. Wiss., München XXIX, 1899.

²⁾ Vierteljahrsschrift der astr. Ges., dl. 34, 1899.

HOOFDSTUK III.

DE VERDEELING VAN DE STERREN DER R. H. P.

§ 12. HET MATERIAAL EN DE METHODE.

Nu wij gezien hebben, dat de uitkomsten der verschillende onderzoekingen omtrent de verdeeling der heldere sterren niet met elkaar in overeenstemming zijn, is het gewenscht het vraagstuk nogmaals te onderzoeken op grond van het beste materiaal dat thans beschikbaar is, als hoedanig wij zonder aarzelen de R. H. P. mogen aanwijzen. Immers deze omvat den geheelen hemel en is geheel samengesteld met hetzelfde instrument, een meridiaanphotometer, wat aan de homogeneïteit ten goede kwam.

Alhoewel de helderheidsopgaven der R. H. P. een vrij groote w. f. hebben, ¹⁾ zullen wij toch niet trachten de aantallen te reduceeren door toepassing van een kritiek op de helderheidsopgaven. Dit zou alleen dan gewenscht zijn, als wij uit onze resultaten conclusies omtrent de afstanden wilden trekken, wat niet de bedoeling is. Bovendien zullen wij alle heldere sterren samennemen, en niet iedere grootte-klasse afzonderlijk uittellen, omdat dan de aantallen wat klein worden. Indien wij echter alle klassen samennemen, zal het resultaat door een kritiek op de helderheden niet zoo zeer gewijzigd worden, dat daardoor het zeer omvangrijke werk, aan een dergelijke kritiek verbonden, zou gerechtvaardigd worden.

Teneinde de tellingen zoo nauwkeurig mogelijk uit te voeren, bepalen wij, met behulp van de abaque, de galaktische coördinaten van alle R. H. P.-sterren helderder dan $6^m.25$. Zoo krijgen wij een „galaktische catalogus”, die nu gemakkelijk uitgeteld kan worden.

Wij verdeelen den hemel in 18 gordels van 10° breedte, evenwijdig aan den Melkweg ($+90^\circ/+80^\circ$, enz.). Elke gordel verdeelen wij weer volgens galaktische lengte in 36 vakken. Het nulpunt van telling in lengte is: $\delta = 0$, $\alpha = 18^h 45^m$. Met behulp van den galaktischen catalogus bepalen wij nu het totaal-aantal der in elk vak voorkomende sterren. De uitkomst van deze telling is samengevat in tabel 18.

¹⁾ De heer J. FETLAAR was zoo welwillend mij een en ander mede te deelen over zijn onderzoek naar de fout van de Harvard-waarden. Uit zijn getallen vind ik als w. f. voor een catalogushelderheid $0^m.154$.

B.	L.	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	151-160	161-170	171-180	181-190	191-200	201-210	211-220	221-230	231-240	241-250	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	311-320	321-330	331-340	341-350	351-360	Σ
+																																						
90-81		2	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	2	2	4	3	3	2	2	1	2	1	—	—	1	—	—	2	—	1	—	—	33
80-71		3	1	1	3	7	1	9	3	3	1	3	—	—	3	3	1	—	2	—	2	2	3	2	1	2	1	1	4	4	5	4	—	3	2	4	2	86
70-61		8	4	4	5	3	4	4	8	6	5	1	4	6	5	6	6	2	5	7	—	6	2	2	7	3	4	7	2	2	3	4	3	4	5	8	4	159
60-51		7	10	8	6	9	7	7	5	4	9	10	7	4	2	7	8	4	8	4	5	6	7	12	5	4	2	5	8	8	6	4	6	8	3	7	5	227
50-41		8	6	11	12	9	15	7	9	5	10	10	4	11	8	10	16	12	6	4	13	4	5	4	6	6	5	14	5	11	4	8	5	12	5	9	21	310
40-31		9	10	11	10	12	12	10	10	10	7	8	13	9	5	7	11	7	8	10	5	10	6	16	7	6	8	9	3	8	10	8	13	6	8	13	6	321
30-21		15	18	15	11	11	10	14	13	15	13	5	12	14	14	6	16	17	17	14	6	13	13	10	10	7	12	12	13	12	13	18	23	15	9	13	12	461
20-11		7	22	19	33	12	21	15	12	13	14	11	15	18	15	18	19	18	16	11	15	11	10	9	6	13	13	14	19	29	22	23	26	13	9	7	16	564
10-0		12	18	26	26	30	26	34	31	15	22	20	18	16	22	15	22	32	25	19	29	22	17	28	26	26	29	38	33	20	30	29	25	20	13	16	13	843
—																																						
0-10		17	20	24	22	22	25	21	15	23	24	17	33	15	19	19	28	19	20	24	21	52	40	40	42	39	33	42	31	30	29	18	26	22	28	15	21	936
11-20		13	7	20	14	16	14	26	19	18	20	13	22	18	10	29	18	29	42	18	29	26	24	23	23	22	21	18	20	14	15	13	19	22	21	23	14	713
21-30		9	5	14	8	17	8	8	8	13	9	12	19	14	27	30	22	15	26	21	17	22	15	18	16	12	12	9	14	9	14	9	9	17	8	12	16	514
31-40		9	8	6	9	5	8	8	6	8	13	6	22	11	10	7	11	14	9	14	10	9	8	10	14	10	6	13	23	12	14	9	6	10	7	9	13	367
41-50		11	8	15	11	5	7	5	5	5	11	12	7	7	9	8	11	10	6	9	2	4	9	4	4	14	11	7	6	7	6	5	4	12	9	6	13	285
51-60		3	10	4	6	8	6	11	6	2	9	4	3	7	11	7	11	—	2	9	7	6	6	7	5	4	9	7	9	8	8	5	7	7	10	3	9	236
61-70		5	5	4	7	2	2	9	2	4	3	5	3	3	5	3	4	5	5	5	3	7	4	2	7	7	3	4	6	6	4	5	6	3	6	8	3	165
71-80		1	2	3	7	6	2	1	1	—	6	4	—	2	2	1	2	4	2	1	3	3	1	5	1	2	3	2	3	3	—	3	2	2	—	2	2	84
81-90		—	2	2	1	1	—	2	1	—	4	3	—	—	1	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	2	—	1	—	1	2	28
Σ		139	156	188	191	176	168	191	154	144	180	145	182	156	168	177	206	190	201	175	171	207	172	195	181	179	173	202	200	184	183	167	182	177	144	156	172	6332

TABEL 18

Aantallen R. H. P.-sterren $> 6^m 25$, gerangschikt naar galactische lengte en breedte.

B.	L.	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220	221-240	241-260	261-280	281-300	301-320	321-340	341-360	Totaal	Gem. N.en Z.
+																					
90-81		0.115	0.058	0.058	—	—	0.058	0.058	0.058	0.230	0.402	0.288	0.172	0.172	—	0.058	0.115	0.058	—	0.105	0.097
80-71		0.077	0.077	0.154	0.232	0.077	0.058	0.058	0.077	0.039	0.039	0.096	0.058	0.058	0.096	0.174	0.077	0.096	0.116	0.092	0.091
70-61		0.142	0.106	0.083	0.142	0.130	0.059	0.130	0.142	0.083	0.083	0.094	0.106	0.083	0.106	0.059	0.083	0.106	0.142	0.105	0.107
60-51		0.148	0.122	0.139	0.104	0.113	0.148	0.052	0.130	0.104	0.078	0.113	0.148	0.052	0.113	0.122	0.087	0.096	0.104	0.110	0.112
50-41		0.099	0.163	0.170	0.113	0.106	0.099	0.135	0.184	0.128	0.120	0.064	0.071	0.080	0.135	0.106	0.092	0.120	0.213	0.122	0.117
40-31		0.116	0.128	0.146	0.122	0.104	0.128	0.085	0.110	0.092	0.092	0.098	0.140	0.085	0.073	0.110	0.128	0.085	0.116	0.109	0.117
30-21		0.182	0.144	0.116	0.149	0.155	0.094	0.155	0.121	0.188	0.110	0.144	0.110	0.105	0.138	0.138	0.226	0.132	0.138	0.141	0.149
20-11		0.149	0.267	0.169	0.138	0.138	0.133	0.169	0.190	0.174	0.133	0.108	0.077	0.133	0.169	0.262	0.251	0.113	0.118	0.162	0.184
10-0		0.150	0.260	0.280	0.325	0.185	0.190	0.190	0.185	0.285	0.240	0.195	0.270	0.275	0.355	0.250	0.270	0.165	0.145	0.235	0.248
—																					
0-10		0.185	0.230	0.235	0.180	0.235	0.250	0.170	0.235	0.195	0.225	0.460	0.410	0.360	0.365	0.295	0.220	0.250	0.180	0.261	—
11-20		0.103	0.174	0.154	0.231	0.195	0.180	0.144	0.241	0.364	0.241	0.256	0.236	0.221	0.195	0.149	0.164	0.221	0.190	0.205	—
21-30		0.077	0.121	0.138	0.088	0.121	0.171	0.226	0.287	0.226	0.210	0.204	0.188	0.132	0.127	0.127	0.099	0.138	0.155	0.158	—
31-40		0.104	0.092	0.079	0.085	0.128	0.171	0.128	0.110	0.140	0.146	0.104	0.146	0.098	0.220	0.159	0.092	0.104	0.134	0.124	—
41-50		0.135	0.184	0.185	0.071	0.113	0.135	0.113	0.135	0.113	0.078	0.092	0.057	0.177	0.092	0.092	0.064	0.149	0.135	0.112	—
51-60		0.113	0.087	0.122	0.148	0.096	0.061	0.157	0.157	0.017	0.139	0.104	0.104	0.113	0.139	0.139	0.104	0.148	0.104	0.115	—
61-70		0.118	0.130	0.047	0.130	0.083	0.094	0.094	0.083	0.118	0.094	0.130	0.106	0.118	0.118	0.118	0.130	0.106	0.130	0.108	—
71-80		0.058	0.193	0.154	0.039	0.116	0.077	0.077	0.058	0.116	0.077	0.077	0.116	0.096	0.096	0.058	0.096	0.039	0.077	0.090	—
81-90		0.115	0.172	0.058	0.172	0.230	0.173	0.058	—	—	0.115	0.058	0.058	—	0.058	—	0.115	0.058	0.172	0.089	—

TABEL 19

Dichtheden der R. H. P.-sterren $> 6^m 25$.

§ 13. HET RESULTAAT.

Gaan wij thans na welke gevolgtrekkingen uit onze tellingen gemaakt kunnen worden.

Het totaal-aantal sterren — 6332 — komt niet overeen met het totaal, dat wij vonden bij de vergelijking der aantallen van PICKERING en HOUZEAU (6867). Dit verschil is toe te schrijven aan de verandering van de grensgrootte; den eersten keer hebben wij de R. H. P.-sterren meegenomen tot $6^m 35$, thans echter tot $6^m 25$, wat een belangrijk verschil in aantal beteekent.

Om ons een juist oordeel te vormen over de verdeeling der sterren t. o. van den Melkweg, zullen wij de *dichtheden* berekenen. Wij voegen de vakken twee aan twee samen, omdat de aantallen in elk vakje afzonderlijk te klein zijn om er bruikbare dichtheden uit te kunnen afleiden. Wij krijgen nu dus vakken van 10° breedte en 20° lengte. Om de dichtheden te vinden, deelen wij de aantallen in elk vak door de oppervlakte. ¹⁾ Tabel 19 geeft deze dichtheden. De voorlaatste kolom geeft de gemiddelde dichtheid in de verschillende gordels (d_n). Uit de getallen van deze kolom zijn die in de laatste kolom afgeleid door het gemiddelde te bepalen van de dichtheden in elke twee gordels, die even ver van den Melkweg liggen.

Uit deze getallen blijkt onmiddellijk, dat de heldere sterren een duidelijke verdichting naar den Melkweg vertoonen. Niet alleen volgt dit uit de gemiddelde dichtheden, ook in elke strook afzonderlijk is deze verdichting op te merken.

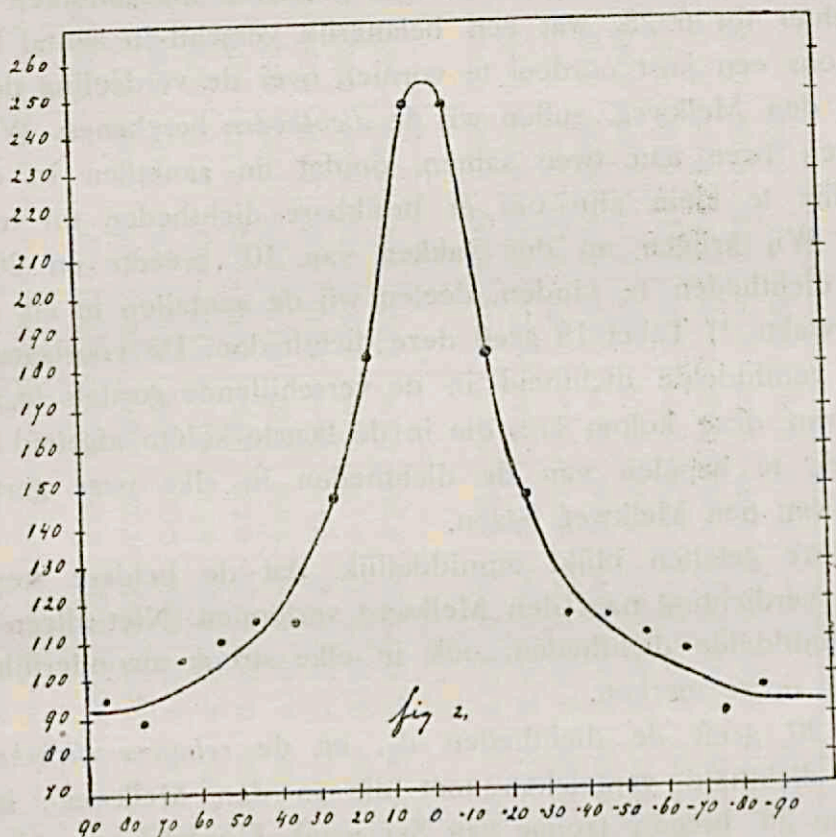
Tabel 20 geeft de dichtheden d_n , en de *relatieve dichtheden* D_n , (d. i. de dichtheid vergeleken met die in den Melkweg), in negen gordels van 20° breedte (zonae van SEELIGER). Gordel I omvat het gebied $+90^\circ/+70^\circ$, enz.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
d^n	0.096	0.108	0.115	0.152	0.248	0.182	0.119	0.112	0.090
D^n	0.387	0.434	0.463	0.613	1.000	0.734	0.478	0.451	0.363

TABEL 20

¹⁾ De oppervlakken van de verschillende gordels ontleende ik aan: H. NORT, The Harvard Map of the Sky and the Milky Way, Rech. astr. de l'Obs. d'Utrecht, VII, blz. 96, 1917; de aantallen werden op geheele graden afgerond.

Beter echter dan uit deze getallen kunnen wij ons een oordeel over de verdeeling der sterren vormen door middel van de grafische voorstelling van fig. 2. De toeneming van de dichtheid bij nadering tot den Melkweg, m. a. w. de verdichting naar den Melkweg, treedt hier zeer duidelijk aan den dag. Er blijkt echter uit de figuur nog iets anders, dat van groot belang is, n.l. dat de dichtheid met afnemende galaktische breedte aanvankelijk langzaam, bij nadering tot den Melkweg echter snel toeneemt.



Dat wil dus zeggen, dat de sterren in de buurt van den Melkweg zeer sterk zijn opeengehoopt; er is daar een min of meer plotselinge toeneming van de dichtheid, m. a. w. *de Melkweg teekent zich in de heldere sterren af*. Wij komen hierop in hoofdstuk V terug.

§ 14. VERGELIJKING MET ANDERE ONDERZOEKINGEN.

Wanneer wij trachten onze resultaten met die van anderen te vergelijken, stuiten wij op een eigenaardige moeilijkheid. De wijze, waarop de verschillende onderzoekers de verdichting naar den Melkweg door een getal voorstellen, loopt sterk uiteen.

PICKERING noemt het woord „condensatie” niet. Wij zagen in § 6 hoe hij, volgens een vrij ruwe methode, de verhouding bepaalt van de dichtheden in en buiten den Melkweg. Hij vindt voor deze verhouding 1.85. Het is niet mogelijk, onze getallen met dit — langs een eenigszins eigenaardigen weg verkregen — getal te vergelijken. Wel is een vergelijking van onze resultaten met die van PICKERING mogelijk langs den volgende weg. In tabel 15 geeft PICKERING de dichtheden in den Melkweg (Milky Way en Part) en die ten Noorden en ten Zuiden ervan. Wij nemen nu als dichtheid in den Melkweg het gemiddelde van de getallen, die PICKERING opgeeft voor „Milky Way” en „Part”, en voor de dichtheid buiten den Melkweg het gemiddelde van PICKERING's getallen voor „North” en „South”. Uit onze getallen bepalen wij de gemiddelde dichtheid voor den gordel $+20^{\circ}/-20^{\circ}$ en voor het overige deel van den hemel. Wij vinden nu:

	PICKERING		VAN DE LINDE	
	d	Verh.	d	Verh.
M. W.	0.336	1.46	0.216	1.91
N. en Z.	0.212		0.113	

De dichtheden van PICKERING zijn grooter dan die welke wij vonden, niettegenstaande wij beiden hetzelfde materiaal gebruikten. De verklaring is deze, dat PICKERING alle sterren meetelde tot $6^m.5$, wij echter slechts tot $6^m.25$. Dit verklaart echter niet, dat de verhouding der dichtheden, d. w. z. de verdichting, zoo sterk uiteenloopt. De verklaring hiervoor moet gezocht worden in het feit, dat PICKERING de grens van den Melkweg op het oog vaststelt. Deze grens heeft een zeer grillig verloop. Het grootste bezwaar tegen deze methode is, dat het Melkweggebied licht te groot wordt geschat. Dit blijkt ook uit de getallen, die PICKERING voor het oppervlak van dit gebied opgeeft; te zamen hebben de deelen „Milky Way” en „Part” een oppervlakte van 15612 vierkante graden, terwijl de gordel $+20^{\circ}/-20^{\circ}$, die op de meeste plaatsen breeder is dan de Melkweg, slechts 14109 vierkante graden groot is.

HOUZEAU geeft geen bepaald getal voor de verdichting, maar wel geeft hij de dichtheden d_n op, in negen gordels van 20° breedte, waaruit hij dan afleidt de dichtheden van drie gordels, n.l. $+90^{\circ}$ tot $+30^{\circ}$, $+30^{\circ}$ tot -30° en -30° tot -90° , echter afzonderlijk voor de grootte-klassen 1 + 2 + 3 en 4 + 5 + 6; deze getallen kunnen wij dus niet met de onze vergelijken. Wij zouden de dichtheden in elken gordel van HOUZEAU en van onze telling naast elkaar kunnen plaatsen, maar het verschil spreekt duidelijker

als wij de dichtheden van de middelste drie gordels samennemen en die van de overige. Wij vinden:

	HOUZEAU		VAN DE LINDE	
	d	Verh.	d	Verh.
M. W.	0.153	1.25	0.194	1.82
N. en Z.	0.122		0.106	

Dat de verhouding bij HOUZEAU veel kleiner is dan bij ons, behoeft ons, na ons uitvoerig onderzoek van zijn werk, niet te verwonderen.

SEELIGER ¹⁾ meent de verdichting het best te kunnen voorstellen door den *gradient*. Hij verstaat daaronder de grootheid: $\frac{\Sigma (1 - D)}{n}$, waarin D is de relatieve dichtheid en n het aantal intervallen. Voor het Noordelijk halfrond vindt hij 0.3625 en voor het Zuidelijk halfrond 0.148.

Indien wij nu uit onze getallen den *gradient* afleiden, vinden wij: 0.510, dus een veel grootere waarde dan SEELIGER vond. De oorzaak van dit verschil is waarschijnlijk de volgende. Het materiaal, dat SEELIGER gebruikte, was de Noordelijke en Zuidelijke B. D. Deze catalogi bestrijken niet den geheelen hemel, maar gaan slechts tot -23° . Nu is de hoek tusschen Aequator en Melkweg vrij groot, ongeveer 60° . Dit heeft ten gevolge, dat nagenoeg geen enkele galaktische gordel geheel binnen het gebied der B. D. valt. Daardoor werden alleen de gordels in de omgeving van de galaktische Noordpool geheel uitgeteld. Van den centralen gordel ontbreekt relatief een grooter deel dan van de andere, waardoor het resultaat minder betrouwbaar is.

Het voornaamste bezwaar tegen de wijze, waarop SEELIGER de verdichting uitdrukt, lijkt mij hierin gelegen, dat het begrip „gradient” ons geen voorstelling geeft van het verloop der dichtheid.

VAN RHIJN ²⁾ verstaat onder „condensatie”, in overeenstemming met de ook vroeger te Groningen gevolgde methode, de verhouding der gemiddelde dichtheid in den gordel $40^\circ - 90^\circ$ tot die in den gordel $0^\circ - 20^\circ$ ($N_0^{20} : N_{40}^{90}$). Ook tegen deze opvatting lijkt mij een bezwaar te bestaan, n.l. de betrekkelijke willekeur van de gekozen gebieden. Men kan niet zeggen, dat de gemiddelde dichtheid in het gebied $40^\circ - 90^\circ$ de aangewezen eenheid is om de dichtheid in andere gebieden in uit te drukken.

¹⁾ Sitz. Ber. Ak. der Wiss., München, 1884, blz. 544.

²⁾ On the number of Stars of each photographic magnitude in different galactic latitudes. Publ. Astr. Lab. Groningen, n°. 27, blz. 38, 1917.

Voor de sterren helderder dan 6^m0 vindt VAN RHIJN voor de verhouding $N_0^{20} : N_{40}^{90}$ de waarde 2.5. Behandelen wij onze getallen op dezelfde wijze, dan vinden wij 2.06. Vanwaar dit verschil? Vooreerst laat VAN RHIJN de sterren helderder dan 4^m0 weg; daar haar aantal echter betrekkelijk klein is, zal dit vermoedelijk niet veel invloed op het resultaat hebben. Belangrijker is echter het volgende. De helderheden, die VAN RHIJN opgeeft, zijn photographisch. Deze photographische helderheden leidt hij af uit de visuele, door toepassing van een kleurcorrectie. Deze correctie is voor de O-, B- en A-sterren zeer klein, voor de F_5 -sterren echter reeds $+0^m57$, om toe te nemen tot $+1^m68$ voor de M-sterren. Gele sterren derhalve, die een visuele helderheid hebben tusschen 5^m0 en 6^m0 , zullen photographisch zwakker dan 6^m0 zijn; zij worden dus meegeteld in een andere groep. Voor de B- en A-sterren daarentegen, welke een zeer kleine kleurcorrectie hebben, zal deze verschuiving zeer gering zijn. Deze sterren echter vertoonen, zooals men weet, juist de sterkste verdichting naar den Melkweg (zie blz. 48), zoodat zij hier het meeste gewicht in de schaal leggen.

Beschouwen wij het belangrijke werk van VAN RHIJN nog wat nader. Voor de heldere sterren bezigde VAN RHIJN twee catalogi, n.l. de R. H. P. voor de sterren helderder dan 5^m5 (*photogr.*) en de „Göttingen Aktinometrie” ¹⁾ voor de sterren van $5^m5 - 7^m0$ (*photogr.*). De laatste geeft, zooals uit den titel blijkt, de helderheden van alle sterren die gelegen zijn tusschen den Aequator en $+20^\circ$, en die in de B. D. $> 7^m6$ zijn. Men zou eenige bedenking kunnen opperen tegen het maken van gevolgtrekkingen voor den geheelen hemel uit een zoo smallen gordel. Dit bezwaar geldt te meer daar deze gordel den Melkweg snijdt op een galactische lengte van ongeveer 10° , dat is, zooals wij in § 15 zullen zien, 't gebied waar de dichtheid het geringst is. Homogeen kan het materiaal in dit opzicht bezwaarlijk genoemd worden.

Dat VAN RHIJN de R. H. P. niet verder uittelde dan 5^m5 (*photogr.*) heeft de volgende reden. De tellingen geschieden met behulp van lijsten, die alle sterren uit den catalogus van Boss bevatten, gerangschikt volgens spectrum. Deze catalogus is volledig tot 5^m8 (Harvard-schaal, vis.). Nu is voor B-sterren 5^m8 vis. = 5^m5 *photogr.*, en voor M-sterren = 7^m5 . Om homogeen materiaal te verkrijgen was het dus gewenscht, niet verder te gaan dan 5^m5 *photogr.*

¹⁾ K. SCHWARZSCHILD, „Aktinometrie der Sterne der B. D. bis zur Gr. 7.5 in der Zone 0° bis $+20^\circ$ Deklination.” Abh. Kön. Ges. der Wiss. zu Göttingen. Math.-Phys. kl. Neue Folge, Band VIII, n°. 4, 1912.

Om onze resultaten met die van VAN RHIJN te kunnen vergelijken, gaan wij nu als volgt te werk.

In tabel II van zijn werk geeft VAN RHIJN de log. der dichtheden voor elke halve grootte-klasse in de verschillende galactische gordels. In de onderstaande tabel 21 hebben wij deze log. overgenomen voor 6^m50 en 7^m00. De derde regel in deze tabel geeft de log. van onze waarden voor d_n .

m.	Gordel	5	15	25	35	45	55	65	80
6.50	VAN RHIJN	9.350	9.220	9.090	8.955	8.930	8.860	8.890	8.855
7.00	VAN RHIJN	9.590	9.450	9.340	9.220	9.190	9.105	9.110	9.110
6.25	VAN DE LINDE	9.394	9.265	9.173	9.068	9.068	9.049	9.029	8.971
6.59	VAN RHIJN	9.394	9.261	9.135	9.003	8.977	8.903	8.930	8.901
d_n	(6.59) VAN RHIJN	0.247	0.182	0.136	0.101	0.095	0.078	0.085	0.080
log.	$\frac{d_{6.25} \text{ (V. D. L.)}}{d_{6.59} \text{ (V. RHIJN)}}$	0.000	0.004	0.038	0.065	0.091	0.046	0.099	0.070

TABEL 21

Wij stellen ons nu de vraag: voor welke grootte-klasse stemt de dichtheid in den Melkweg volgens VAN RHIJN overeen met de waarde, die wij er voor vinden, d. w. z. $\log. d_5 = 9.394$?

Door interpolatie vinden wij dat bij VAN RHIJN deze dichtheid bereikt wordt voor de grootte 6^m59. Wij gaan nu door interpolatie de log. der dichtheid voor 6^m59 in elken gordel berekenen. Deze waarde geeft de vierde regel, terwijl de vijfde de hierbij behorende dichtheden geeft. Ten slotte vinden wij in regel 6 het verschil der log. in regel 3 en 4, dus de log. van de verhouding der dichtheden volgens VAN RHIJN en onze eigen telling.

Hieruit blijkt dus dat, wanneer wij uitgaan van gelijke dichtheid in den Melkweg, VAN RHIJN een kleinere dichtheid vindt, naarmate de afstand tot den Melkweg grooter is. Dit laat zich op de volgende wijze verklaren. Daar de kleurcorrectie voor de B- en A-sterren klein is, zullen onze aantallen hiervoor met die van VAN RHIJN vrijwel overeenstemmen. De correctie voor de F-, G- en K-sterren is veel grooter dan voor de klassen B en A, zoodat voor deze sterren de aantallen van VAN RHIJN en ons veel meer zullen uiteenloopen, d. w. z. VAN RHIJN zal er minder vinden. Nu is de verdichting naar den Melkweg voor deze sterren veel geringer dan voor B en A, zooals blijkt uit tabel 22, welke de relatieve dichtheden voor de verschillende spectraalklassen geeft. Waar dus het aantal F-, G- en K-sterren des te meer overweegt over dat der B- en A-sterren, naarmate wij verder van den Melkweg verwijderd zijn, zal VAN RHIJN in diezelfde mate ook minder sterren vinden dan wij, m. a. w.

VAN RHIJN vindt een sterkere verdichting naar den Melkweg. B.v. voor de — zeer talrijke — K-sterren bedraagt de correctie $+1^m32$, dus voor deze klasse is 6^m59 phot. = 5^m27 vis. Derhalve laat VAN RHIJN weg alle K-sterren $< 5^m27$, terwijl wij die tusschen 5^m27 en 6^m25 meenemen.

Zône	B	A	F	G	K	M
I	0.000	0.471	0.708	0.500	0.574	0.857
II	0.025	0.431	0.833	0.536	0.685	1.286
III	0.036	0.431	0.670	0.714	0.537	1.000
IV	0.033	0.647	0.792	0.714	0.833	1.000
V	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
VI	0.072	0.735	0.920	0.750	0.815	0.857
VII	0.017	0.402	0.875	0.714	0.796	1.000
VIII	0.006	0.343	0.750	0.643	0.778	1.000
IX	0.006	0.284	0.375	0.536	0.741	0.857

TABEL 22

Tabel 22, welke de relatieve dichtheden der R. H. P.-sterren, voor de verschillende spectraalklassen geeft, kan het bovenstaande nog eenigszins verduidelijken. Wij zien uit deze tabel dat de verdichting geringer wordt, hoe meer wij tot klasse M naderen. Hoe meer gele en roode sterren dus in een telling worden weggelaten, des te sterker verdichting zal men vinden.

In fig. 3 zijn de dichtheden van VAN RHIJN grafisch voorgesteld, en wel het aantal sterren $> 6^m59$ per 1000 vierkante graden. De kromme ver- toont in haar algemeen verloop een niet onbevredigende overeenstemming met die van fig. 2.

Na onze kritiek op de verschillende opvattingen van het begrip „verdichting”, stellen wij ons de vraag wat wel de meest aanbevelens- waardige methode is om de verdichting door een getal voor te stellen. Willen wij de bovengenoemde bezwaren vermijden, dan moet aan twee eischen voldaan worden:

1°. de eenheid van dichtheid zij die dichtheid, die als „normaal” kan worden aangemerkt;

2°. het maximum zij de grootste, werkelijk voorkomende, dichtheid, en niet het gemiddelde over een willekeurig gekozen gebied.

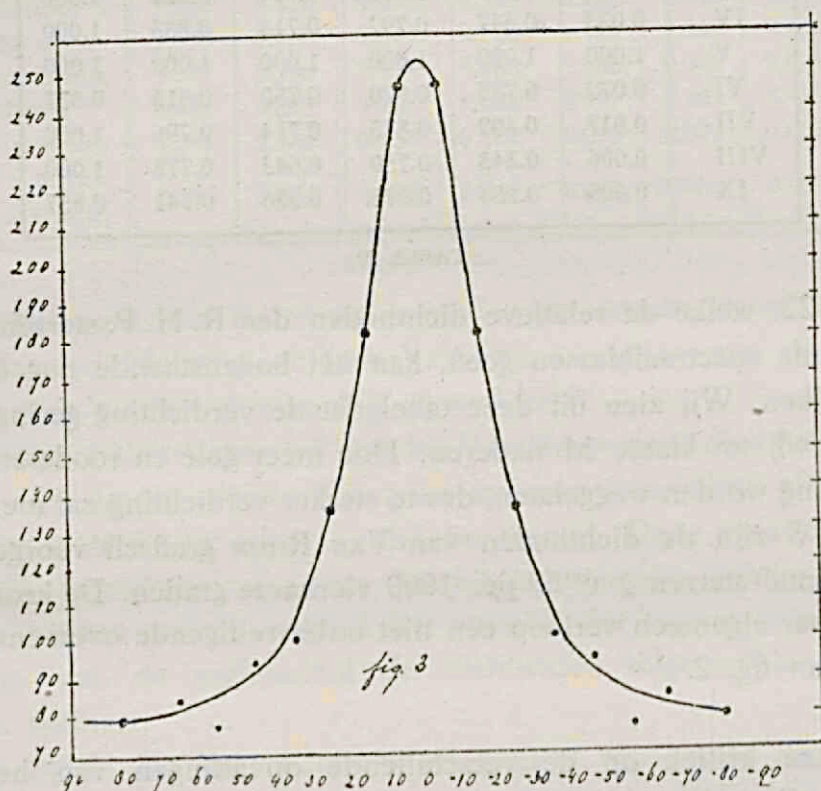
Beschouwen wij de grafische voorstelling der dichtheden (fig. 2), dan zien wij, dat de kromme asymptotisch nadert tot de x -as. Deze asymptotische waarde nu is de aangewezen eenheid van dichtheid. Zij is gemakkelijk uit de figuur af te lezen; practisch is zij gelijk aan de waarde voor de breedte 90° ; zij bedraagt hier 93. Het maximum is de ordinaat der

kromme voor het nulpunt, en bedraagt 254. Wij vinden dus voor de verdichting naar den Melkweg voor de sterren $> 6^m 25$ de waarde:

2.73.

Passen wij deze methode toe op de kromme van VAN RHIJN, dan vinden wij: $254 : 80 = 3.18$.

Tabel 22 stelt ons in staat de verdichting ook voor de afzonderlijke spectraalklassen door een enkel getal voor te stellen, n.l. door, na de



getallen symmetrisch t. o. van den Melkweg gemaakt te hebben, de dichtheid in den poolgordel te deelen op die in den Melkweggordel. Wij vinden zoo:

B	A	F	G	K	M
* ¹⁾ 2.65	1.85	1.93	1.52	1.17	

Wij mogen niet vergeten, dat deze getallen niet vergelijkbaar zijn met de boven gevonden getalwaarde voor de verdichting, welke afgeleid is door de minimumwaarde te deelen op de dichtheid op een galaktische breedte = 0, terwijl wij hier deelen op de dichtheid in den Melkweggordel.

¹⁾ $\frac{1.000}{0.003}$

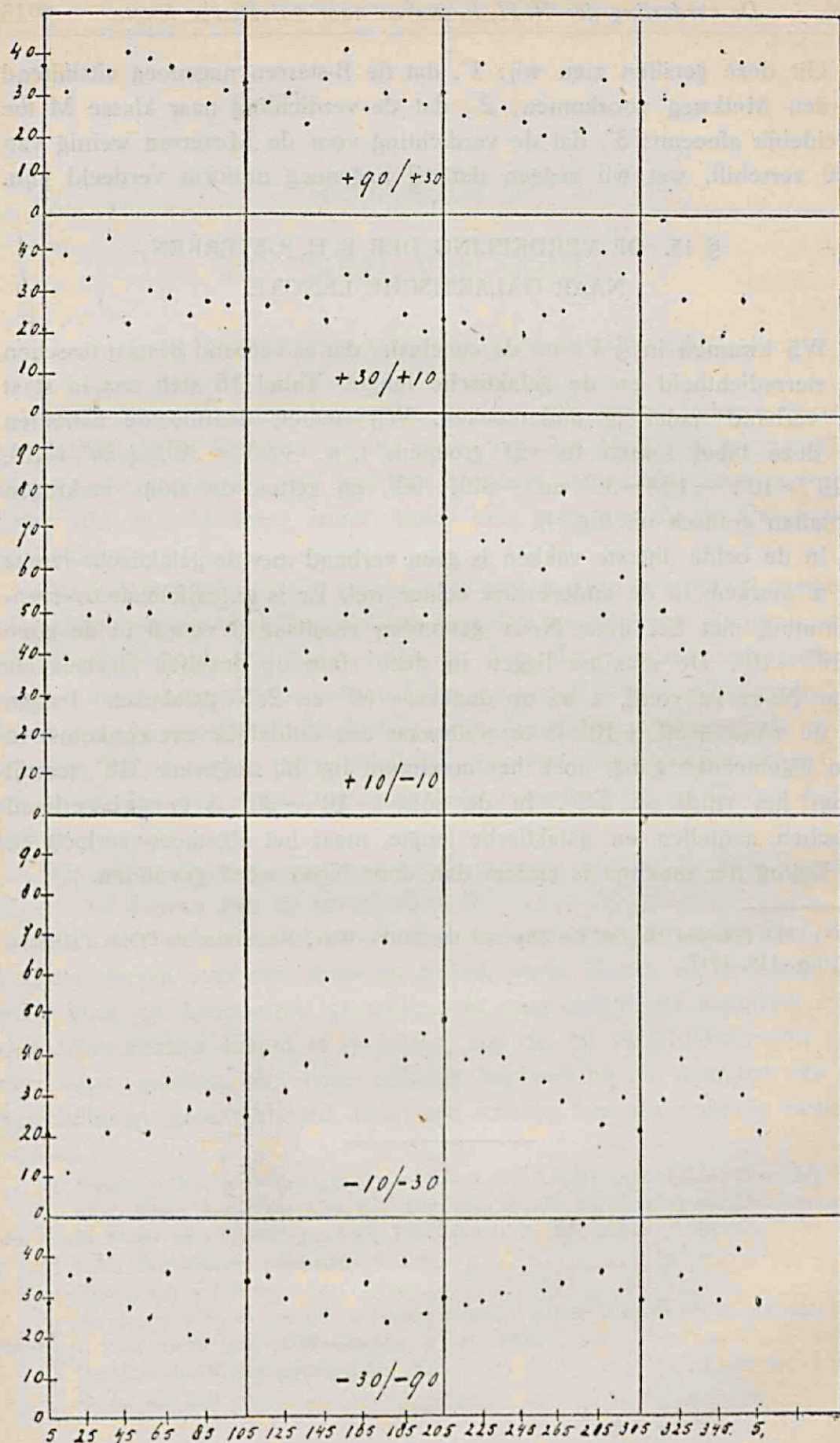


Fig. 4

Uit deze getallen zien wij: 1°. dat de B-sterren nagenoeg uitsluitend in den Melkweg voorkomen; 2°. dat de verdichting naar klasse M toe geleidelijk afneemt; 3°. dat de verdichting voor de M-sterren weinig van 1.00 verschilt, wat wil zeggen dat zij nagenoeg uniform verdeeld zijn.

§ 15. DE VERDEELING DER R. H. P.-STERREN NAAR GALAKTISCHE LENGTE.

Wij kwamen in § 4 c tot de conclusie, dat er verband bestaat tusschen de sterredichtheid en de galaktische lengte. Tabel 18 stelt ons in staat dit verband nader te onderzoeken. Wij nemen daartoe de aantallen uit deze tabel samen in vijf groepen, t. w. $+90^{\circ}/+30^{\circ}$, $+30^{\circ}/+10^{\circ}$, $+10^{\circ}/-10^{\circ}$, $-10^{\circ}/-30^{\circ}$ en $-30^{\circ}/-90^{\circ}$, en zetten de aldus verkregen aantallen grafisch uit (fig. 4).

In de beide uiterste vakken is geen verband met de galaktische lengte op te merken, in de andere drie echter wel. Er is ontwijfelbaar overeenstemming met het door NORT gevonden resultaat,¹⁾ vooral in de zône $+10^{\circ}/-10^{\circ}$. De maxima liggen in deze zône op dezelfde plaatsen als waar NORT ze vond, t. w. op ongeveer 60° en 265° galaktische lengte. In de zône $+30^{\circ}/+10^{\circ}$ is er weliswaar een duidelijke overeenkomst in den algemeenen gang, doch het maximum ligt bij ongeveer 315° , terwijl NORT het vindt op 275° . In de zône $-10^{\circ}/-30^{\circ}$ is er wel verband tusschen aantallen en galaktische lengte, maar het algemeen verloop en de ligging der maxima is anders dan door NORT werd gevonden.

¹⁾ The Harvard Map of the Sky and the Milky-Way. Rech. astr. de l'Obs. d'Utrecht, VII, blz. 119, 1917.

HOOFDSTUK IV.

DE CIRKEL VAN GOULD.

§ 16. OVERZICHT VAN GOULD'S ONDERZOEK.

Reeds JOHN HERSCHEL ¹⁾ merkte op, dat een aantal heldere sterren op het Zuidelijk halfond, in de buurt van den Melkweg, gerangschikt zijn in een gordel die *niet* met den Melkweg samenvalt, maar met een cirkel die den Melkweg snijdt onder een hoek van 20° in Cassiopeia en in Crux.

GOULD ²⁾ vestigde in 1874 de aandacht op hetzelfde verschijnsel, meende het echter ook aan den Noordelijken hemel te constateeren. Aangezien hij hieruit vèdragende conclusies trekt, en deze door andere onderzoekers worden overgenomen (SCHIAPARELLI, ³⁾ STRATONOFF, ⁴⁾ NEWCOMB, ⁵⁾ KOBOLD ⁶⁾), loont het de moeite de zaak nog eens grondig te onderzoeken, en te trachten uit te maken of er werkelijk van een systematische verdeeling sprake is, dan wel of een zeer toevallige opeenhooping op GOULD dezen indruk gemaakt heeft.

Wij geven daartoe eerst een kort overzicht van het hoofdstuk in de U. A., dat GOULD aan de vraag wijdt. ⁷⁾

Om zich een oordeel te kunnen vormen over de verdeeling der heldere sterren over den geheelen hemel, tracht GOULD uit de aantallen, door HEIS en ARGELANDER gevonden, de waarschijnlijkste aantallen voor den Noordelijken hemel af te leiden, zóó dat zij vergelijkbaar zijn met zijn eigen getallen. Na deze reductie beproeft hij de aantallen van de verschillende grootte-klassen door een enkele formule voor te stellen;

¹⁾ Results of Obs. made during the years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of Good Hope, blz. 385.

²⁾ Proc. Amer. Assoc. for Adv. Sc. 1874, blz. 15; On the Number and Distribution of the Bright Fixed Stars, Amer. J. of Sc. Third Series, 8, 325, 1874.

³⁾ Sulla distribuzione delle stelle vis. ad o. n.

⁴⁾ Etudes sur la Structure de l'Univers.

⁵⁾ On the position of the gal. and other principal planes towards which the stars tend to crowd. Publ. Carn. Inst. of Washington, n°. 10, 1904.

⁶⁾ Der Bau des Fixsternsystems, blz. 154.

⁷⁾ U. A., blz. 350 v.v.

de overeenstemming tusschen waarneming en berekening is echter niet bevredigend. Dit schrijft GOULD toe aan het reeds genoemde verschijnsel, den band van heldere sterren. Deze band vertoont een splitsing evenals de Melkweg, en wel in de buurt van α Centauri; de afgesplitste tak gaat over Sagittarius, Scorpius (Cauda), Aquila, Delphinus, om zich in Andromeda met den hoofdstroom te hereenigen. Deze vertakking is, evenals trouwens de geheele band, veel duidelijker op het Zuidelijk halfrond; de sterren op het Noordelijk halfrond zijn meer verspreid.

De conclusie, die GOULD uit deze waarneming trekt, is de volgende: Ons stelsel maakt deel uit van een begrensden sterrehoop, afgescheiden van het Melkwegstelsel, van afgeplatten vorm, bestaande uit ongeveer 500 sterren. De zon staat buiten het middenvlak, wat volgt uit het feit, dat de bedoelde gordel van heldere sterren geen groote cirkel is. In Ophiuchus is de band het minst duidelijk, dus de zon staat waarschijnlijk dicht bij de grens in de richting van Ophiuchus, tegenover Canis Major en Orion. Voor de ligging van de Noordpool van den gordel vindt GOULD: $\alpha = 11^{\text{u}} 25^{\text{m}}$, $\delta = +30^{\circ}$; de centrale lijn wijkt ongeveer 3° Zuidelijk van den grooten cirkel af.

Om deze hypothese nader te toetsen, beschouwt GOULD nu de sterren tot $4^{\text{m}} 0$ afzonderlijk. Hiervan bepaalt hij den symmetrie-cirkel, welke ongeveer $1^{\circ} 5$ Zuidelijk blijkt af te wijken van den grooten cirkel, waarvan boven de ligging van de pool werd aangegeven. Op het Zuidelijk halfrond vindt GOULD 269 sterren tot $4^{\text{m}} 0$, terwijl HEIS er op het Noordelijk halfrond aangeeft 258, te zamen 527. Hiervan liggen er 264 aan den Noordkant, 263 aan den Zuidkant van den door GOULD gevonden cirkel. Een deel hiervan sluit GOULD echter uit; — daar de band veroorzaakt wordt door een sterrenhoop, waarbinnen wij ons bevinden, zullen die, welke ver van het middenvlak verwijderd zijn, het verschijnsel verstoren. — GOULD zegt: „And, furthermore, since this apparent belt must be due to the existence of a group within we are situated, although not centrally, so that the inclusion of those stars which appear at a large angle from its principal plane would rather obstruct than aid the endeavour to deduce thrustworthy inferences from our comparisons, it will be well to collate our data after excluding all stars which are situated more than 60° from the middle line of the belt.”

GOULD berekende nu voor elke ster van deze groep den afstand tot den Melkweg zoowel als tot den bedoelden cirkel. Voor den Melkweg werd genomen een groote cirkel, waarvan GOULD zelf de Noordpool bepaalde op: $\alpha = 12^{\text{u}} 41^{\text{m}} 20^{\text{s}}$, $\delta = +27^{\circ} 21'$.

Hij vindt nu:

	CIRKEL VAN GOULD			MELKWEG		
	N.	Z.	Totaal	N.	Z.	Totaal
Aantal.	264 ¹⁾	263 ¹⁾	527	245	282	527
Som afstanden. .	7509°	6701°	14210°	7581°	7391°	14972°

De rangschikking van deze sterren t. o. van Melkweg en cirkel van GOULD geeft tabel 23.

Gal. breedte	Noordelijk van		Zuidelijk van		Totaal		Opp.
	Gouldc.	Melkweg	Gouldc.	Melkweg	Gouldc.	Melkweg	
90°—70°	14	5	8	9	22	14	1243
70°—60°	14	26	14	12	28	38	1520
60°—50°	25	24	18	23	43	47	2062
50°—40°	30	34	22	28	52	62	2543
40°—30°	30	32	25	29	55	61	2945
30°—20°	32	29	54	45	86	74	3258
20°—10°	42	45	47	59	89	104	3473
10°— 0°	79	50	73	77	152	127	3582
	266 ¹⁾	245	261 ¹⁾	282	527	527	20626

TABEL 23

Uit deze getallen besluit GOULD, dat de verdichting der heldere sterren naar den Melkweg slechts schijnbaar is, en een gevolg is van de werkelijke verdichting naar den door hem gevonden cirkel.

Van de 527 sterren $> 4^m 0$ zijn 306 ¹⁾ gelegen binnen 30° van den Melkweg en 330 ¹⁾ binnen 30° van den cirkel van GOULD. Uit deze 330 sterren bepaalt GOULD nu definitief de „zwaarteliijn”, en vindt dat deze 2° 8 Zuidelijk van den grooten cirkel afwijkt.

§ 17. KRITIEK.

Tegen het onderzoek van GOULD zijn een paar ernstige bezwaren aan te voeren.

Het eerste bezwaar betreft het gebezigde materiaal. Zooals wij reeds opmerkten, combineert GOULD zijn eigen aantallen met die van HEIS en ARGELANDER, uit wier waarnemingen hij de *waarschijnlijkste* aantallen voor het Noordelijk halfrond afleidt. Daar de schaal van HEIS en ARGELANDER niet met die van GOULD overeenstemt (onderverdeeling der grootte-klassen resp. in derden en in tienden), moeten de aantallen van HEIS en ARGELANDER

¹⁾ De lezer zal opmerken, dat deze getallen niet precies kloppen. Blijkbaar is hier door GOULD een kleine fout gemaakt.

gereduceerd worden; deze reductie bepaalt GOULD na uitvoerige discussie op een vermindering met 15 %. Ook zonder deze reductie is een combinatie van de waarnemingen van GOULD met die van HEIS en ARGELANDER reeds bedenkelijk; immers de laatsten werkten onder veel minder gunstige omstandigheden dan GOULD. Het gecombineerde materiaal moet diensgevolge noodzakelijkerwijze heterogeen zijn. Deze vrij willekeurige reductie veroordeelt echter de combinatie geheel.

Het tweede bezwaar betreft het uitkiezen van een bepaalde groep van sterren, waarop het onderzoek wordt verricht, n.l. alle sterren binnen 60° van den door het voorloopig onderzoek bepaalden cirkel gelegen. Deze handelwijze geeft den indruk alsof GOULD eenigszins naar zijn doel toe werkte.

Ook de conclusie waartoe GOULD komt — een begrensde, afgeplatte, sterrehoop, bestaande uit ongeveer 400 sterren —, is zonder meer moeilijk te aanvaarden, vooral waar wij thans weten, dat de heldere sterren in het algemeen niet zijn de dichtstbijzijnde, maar veelmeer een speciale selectie vormen, n.l. sterren van grooter absolute lichtkracht dan andere, even ver verwijderde.

§ 18. ONDERZOEK NAAR DEN CIRKEL VAN GROOTSTE VERDICHTING OP GROND VAN DE R. H. P.

In de vorige paragraaf hebben wij gezien waarom het onderzoek van GOULD ons niet kan bevredigen; wij zullen het daarom herhalen, op grond van beter materiaal. In de R. H. P. hebben wij materiaal, dat aan den eisch van homogeneiteit voldoet, terwijl onze tabel 18 het mogelijk maakt het onderzoek op eenvoudige wijze uit te voeren. Een herhaling van het onderzoek van GOULD is des te meer gewenscht, omdat nieuwere onderzoekingen (SHAPLEY,¹⁾ CHARLIER²⁾) schijnen te wijzen op het bestaan van een symmetrie-cirkel, die van den Melkweg afwijkt.

Wij gaan bij ons onderzoek uit van tabel 18, waarvan wij de strooken twee aan twee zullen samennemen, omdat anders de aantallen wat klein zijn. Wij stellen ons nu de vraag: waar ligt in elke strook het maximum? Hierbij verstaan wij onder maximum niet het punt (of vak) waar zich de meeste sterren bevinden, maar het maximum dat wij vinden als wij de aantallen grafisch afronden. Om dit punt te vinden gaan wij als volgt te werk.

¹⁾ H. SHAPLEY, Studies based on the colours and magnitudes in stellar clusters. Contr. Mt. Wilson, n°. 157, 1918.

²⁾ G. V. L. CHARLIER, Medd. f. Lunds Astr. Obs., Serie II, n°. 14, blz. 103, 1916.

B.	L.	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220	221-240	241-260	261-280	281-300	301-320	321-340	341-360
+																			
90 — 81		4.30	1.67	1.84	—	—	1.94	1.95	1.65	6.48	12.81	8.35	5.07	5.40	—	1.72	3.62	1.97	—
80 — 71		8.60	6.68	14.72	21.96	7.80	5.82	5.85	6.60	3.24	3.66	8.35	5.07	5.40	7.85	15.48	7.24	9.85	11.58
70 — 61		25.80	15.03	12.88	21.96	21.45	9.70	21.45	19.80	11.34	12.81	13.36	15.21	12.60	14.13	8.60	12.67	17.73	23.16
60 — 51		36.55	23.38	29.44	21.96	25.35	32.98	11.70	24.75	19.44	16.47	21.71	28.73	10.80	20.41	24.08	18.10	21.67	23.16
50 — 41		30.10	38.41	44.16	29.28	29.25	27.16	37.05	42.90	29.16	31.11	15.03	16.90	19.80	29.83	25.80	23.53	33.49	57.90
40 — 31		40.85	35.07	44.16	36.60	33.15	40.74	27.30	29.70	24.30	27.45	26.72	38.87	25.20	18.84	30.96	38.01	27.58	36.67
30 — 21		70.95	43.42	38.64	49.41	54.60	32.98	54.60	36.30	55.08	36.60	43.42	33.80	34.20	39.25	43.00	74.21	47.28	48.25
20 — 11		62.35	86.84	60.72	49.41	52.65	50.44	64.35	61.05	55.08	47.58	35.07	25.35	46.80	51.81	87.72	88.69	43.34	44.39
10 — 1		64.50	86.84	103.04	118.95	72.15	73.72	74.10	61.05	92.34	87.84	65.13	91.26	99.—	111.47	86.00	97.94	65.01	55.97
—																			
0 — 10		79.55	76.82	86.48	65.88	91.65	97.00	66.30	77.55	63.18	82.35	153.64	138.58	129.60	114.61	101.48	79.64	98.50	69.48
11 — 20		43.00	56.78	55.20	82.35	74.10	67.90	54.60	77.55	115.02	86.01	83.50	77.74	77.40	59.66	49.88	57.92	84.71	71.41
21 — 30		30.10	36.74	46.00	29.28	42.90	60.14	79.95	85.80	66.42	69.54	61.79	57.46	43.20	36.11	39.56	32.58	49.25	54.04
31 — 40		36.55	25.05	23.92	25.62	40.95	54.32	40.95	29.70	37.26	43.92	28.39	40.56	28.80	56.52	44.72	27.15	33.49	42.46
41 — 50		40.85	43.42	22.08	18.30	31.20	36.86	31.20	31.35	25.92	20.13	21.71	13.52	45.—	20.41	22.36	16.29	41.37	36.67
51 — 60		27.95	16.70	25.76	31.11	21.45	13.58	35.10	29.70	3.24	29.28	20.04	20.28	23.40	25.12	27.52	21.72	33.49	23.16
61 — 70		21.50	18.37	7.36	20.13	13.65	15.52	15.60	11.55	16.20	14.64	18.37	15.21	18.—	15.70	17.20	19.91	17.73	21.23
71 — 80		6.45	16.70	14.72	3.66	11.70	7.76	7.80	4.95	9.72	7.32	6.68	10.14	9.—	7.85	5.16	9.05	3.94	7.72
81 — 90		4.30	5.01	1.84	5.49	7.80	5.82	1.95	—	—	3.66	1.67	1.69	—	1.57	—	3.62	1.97	5.79

TABEL 24

Wij nemen de galaktische gordels twee aan twee samen (ten Noorden en ten Zuiden van den Melkweg), en maken van de aldus verkregen aantallen een grafische voorstelling; wij krijgen dus een symmetrische kromme. Evenzoo maken wij een grafische voorstelling van de aantallen in elke afzonderlijke strook, en trachten nu onze symmetrische kromme zoo goed mogelijk op deze punten aan te passen. Is dit gelukt, dan lezen wij de ligging van den top van de symmetrische kromme af. Het aldus gevonden punt is nu het gezochte maximum. Alvorens het echter mogelijk is de gemiddelde kromme op een strook aan te passen, moeten beide tot dezelfde schaal worden herleid. Dit geschiedt als volgt. De aantallen van de laatste kolom van tabel 18, de totaal-aantallen van elken gordel, worden door 10 gedeeld. De som van deze kolom is dan 633. Wij vermenigvuldigen nu de aantallen van elke strook met zoodanigen factor, dat de som van de herleide aantallen in elke strook eveneens 633 wordt. De som van de eerste kolom b.v. is 295; de aantallen in deze strook worden nu alle vermenigvuldigd met $\frac{633}{295}$. Op deze wijze ontstond tabel 24.

Voor de ligging der maxima vinden wij op de beschreven wijze de getallen in de eerste rij van tabel 25. Het gemiddelde van deze getallen

Gal. lengte	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350
Ligging max..	+5	+2	+2	+1	-5	-6	-7	-8	-10	-8	-9	-3	-4	-1	+2	+7	-6	+2
Gecorr. voor h gemiddelde	+7.6	+4.6	+4.6	+3.6	-2.4	-3.4	-4.4	-5.4	-7.4	-5.4	-6.4	-0.4	-1.4	+1.6	+4.6	+9.6	-3.4	+4.6

TABEL 25

bedraagt $-2^{\circ}56$, wat dus voorstelt de afwijking van den grooten cirkel; dit getal stemt merkwaardig goed overeen met de door GOULD gevonden waarde: $-2^{\circ}8$ (zie blz. 53). Passen wij deze correctie toe, dan vinden

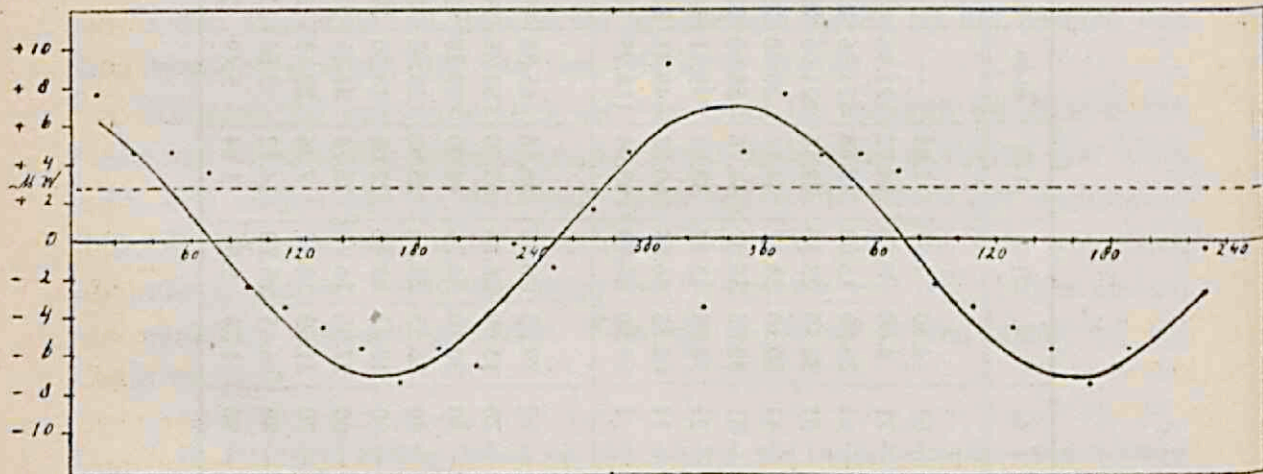


Fig. 5

wij de getallen in de tweede rij van tabel 25. Hiervan geeft fig. 5 een grafische voorstelling; in deze figuur duidt de stippellijn de as van den Melkweg aan.

Het blijkt onmiddellijk, dat wij hier niet met een toevallige verdeeling te doen hebben. Wij zullen beproeven door deze punten een sinussoïde te leggen en gaan daarbij als volgt te werk.

Zij de vergelijking van deze sinussoïde

$$y = b \sin (x + a),$$

waarin dus b voorstelt de amplitude, a de abscis van het nulpunt, x de gal. lengte en y de gal. breedte; hiervoor hebben wij dus 18 waarden gevonden. Schrijven wij

$$y = p \sin x + q \cos x$$

dan kunnen p en q uit de 18 vergelijkingen opgelost worden. Wij maken daartoe gebruik van het volgende theorema: Indien een cirkelomtrek wordt verdeeld in een aantal gelijke deelen, elk groot $\frac{\alpha}{\beta} \times 2\pi$, en α en β zijn onderling onmeetbaar, dan is

$$\sum_{m=0}^{m=\beta-1} \sin m. \frac{2\alpha\pi}{\beta} = 0$$

$$\sum_{m=0}^{m=\beta-1} \cos m. \frac{2\alpha\pi}{\beta} = 0$$

In ons geval is $\alpha = 1$, $\beta = 18$.

Nemen wij de vergelijkingen dus zoo samen dat of de sinussen, of de cosinussen alle hetzelfde teeken hebben, dan is beurtelings aan deze twee voorwaarden voldaan. Zij leveren ons derhalve 2 vergelijkingen, waaruit p en q kunnen worden opgelost. Wij vinden:

$$\begin{aligned} p &= -0.521 & q &= 6.17 \\ \text{waaruit} & & y &= +6.19 \sin (x + 95^\circ) \end{aligned}$$

Uit den aard der zaak kan deze eenvoudige methode alleen worden toegepast als de geheele reeks van waarnemingen — in dit geval 18 stuks — compleet is. De waarneming 330° wijkt echter zoozeer af, dat wij gerechtigd schijnen haar te verwerpen; dan mogen wij echter deze methode niet meer volgen, en moeten wij onze toevlucht nemen tot de methode der kleinste kwadraten.

Het is niet gemakkelijk voor de afwijking op 330° een verklaring te geven. De meest voor de hand liggende mogelijkheden zouden zijn:

1°. Er is een overmaat van heldere sterren in het punt: 330° , -5° , dus in het sterrebeeld de Schutter; daar is echter niets bijzonders op te merken.

2°. Er is een groot tekort aan sterren ten Noorden van den Melkweg, dus op ongeveer 330° , $+8^\circ$; ook dit blijkt echter niet het geval te zijn.

Beschouwen wij de verdeeling naar galactische lengte (fig. 4), dan blijkt ook daar dat er in de strook 330° niets bijzonders te zien is. De afwijking blijkt dus niet verklaard te kunnen worden uit een bijzondere rangschikking der sterren, en wij moeten het verschijnsel verklaren door een toevallige samenwerking van verschillende invloeden op deze strook.

Lossen wij de overige 17 vergelijkingen op, dan vinden wij de normaal-vergelijkingen:

$$8.751 p + 0.433 q = -11.925$$

$$0.433 p + 8.252 q = 55.490$$

waaruit

$$p = -1.700 \quad \text{en} \quad q = 6.814$$

De sinussoïde is dus

$$y = 7.06 \sin (x + 104^\circ)$$

Deze kromme blijkt zich zoo goed aan de waarnemingen aan te passen, dat aan de realiteit van het verschijnsel niet valt te twijfelen.

L	W	R ₁	R ₂	W - R ₁	W - R ₂
10	+7.6	+6.0	+6.4	+1.6	+1.2
30	+4.6	+5.1	+5.0	-0.7	-0.4
50	+4.6	+3.6	+3.1	+1.0	+1.5
70	+3.6	+1.6	+0.7	+2.0	+2.9
90	-2.4	-0.5	-1.7	-1.9	-0.7
110	-3.4	-2.6	-3.9	-0.8	+0.5
130	-4.4	-4.4	-5.7	0.0	+1.3
150	-5.4	-5.6	-6.8	+0.2	+1.4
170	-7.4	-6.2	-7.0	-1.2	-0.4
190	-5.4	-6.0	-6.4	+0.6	+1.0
210	-6.4	-5.1	-5.0	-1.3	-1.4
230	-0.4	-3.6	-3.1	+3.2	+2.7
250	-1.4	-1.6	-0.7	+0.2	-0.7
270	+1.6	+0.5	+1.7	+1.1	-0.1
290	+4.6	+2.6	+3.9	+2.0	+0.7
310	+9.6	+4.4	+5.7	+5.2	+3.9
330	[-3.4]	+5.6	[+6.8]	-9.0	[-10.2]
350	+4.6	+6.2	+7.0	-1.6	-2.4

TABEL 26

In tabel 26 zijn de resultaten van beide oplossingen samengevat. Kolom W geeft de waarnemingen aan, kolom R_1 de waarden, berekend op grond van de eerste, kolom R_2 die welke berekend zijn volgens de tweede methode.

De w. f. van een enkele waarneming blijkt te bedragen 1.19. De fout van de verworpen waarneming bedraagt $8.5 \times$ de w. f., zoodat de verwerping blijkbaar terecht is geschied.

Voor de gewichten van p en q vinden wij

$$g_p = 8.73 \quad g_q = 8.23$$

waaruit voor de w. f. van p en q

$$r_p = 0.41 \quad r_q = 0.42$$

en ten slotte voor de w. f. van a en b

$$r_a = 0.07 \quad r_b = 0.31$$

De punten, aangeduid door de getallen in de tweede rij van tabel 25, liggen dus op een grooten cirkel, die den Melkweg snijdt onder een hoek van ongeveer 7° , in de punten 76° en 256° gal. lengte. De Noordpool van dezen cirkel ligt ongeveer in het punt: $\alpha = 182^\circ$, $\delta = +28^\circ$. De punten, aangewezen in de eerste rij van tabel 25, liggen dus op een

K L A S S E	Pool van symm. vlak		Aantal objecten
	α	δ	
Heliumsterren ($Oe_s - B_p$)	182° 1	+ 27° 9	1402
N-sterren	194.2	+ 27.4	228
Wolf-Rayet-sterren ($Oa - Oe$).	190.7	+ 26.9	87
Algol-variabelen	188.2	+ 25.8	150
Cepheïden	195.9	+ 26.8	60
c- en ac-sterren.	189.1	+ 26.3	98
Gasnevels	192.7	+ 28.1	130
B-sterren (CHARLIER) ¹⁾	184.3	+ 28.7	751
B-sterren $\left\{ \begin{array}{l} B_1 B_2 > 4^m 0 \\ B_0 B_3 B_5 > 5^m 5 \end{array} \right\}$ (SHAPLEY) ²⁾ . .	178	+ 31.2	356
Cirkel van GOULD.	171.2	+ 30	527
Alle sterren $> 6^m 25$ (VAN DE LINDE). . . .	183	+ 28	6332
Pool Melkweg (PICKERING).	190.0	+ 28.0	—

TABEL 27

¹⁾ Medd. f. Lunds Astr. Obs., Serie II, n°. 14, blz. 40 en 43, 1916.

²⁾ Studies based on the Colours and Magnitude in stellar Clusters. Contr. Mt Wilson, n°. 157, blz. 21, 1918.

kleinen cirkel, welke $2^{\circ}56'$ ¹⁾ Zuidelijk evenwijdig aan dezen grooten cirkel loopt. Voor de snijpunten van dezen kleinen cirkel met den Melkweg vinden wij uit de figuur resp. 54° en 278° , zoodat ons onderzoek ons leidt tot dit resultaat:

De sterren helderder dan $6^m.25$ vertoonen een duidelijke verdichting naar den Melkweg. Het vlak van grootste verdichting valt echter niet met den Melkweg samen, maar vormt daarmede een hoek van ongeveer 7° , en snijdt den Melkweg in de punten 54° en 278° gal. lengte. De cirkel van grootste verdichting wijkt ongeveer $2^{\circ}.4$ Zuidelijk van den grooten cirkel af.

Wij geven in tabel 27 een lijst, gepubliceerd door HERTZSPRUNG,²⁾ waaraan wij de resultaten van een paar recente onderzoekingen toevoegen. De overeenstemming voor Heliumsterren, B-sterren en alle sterren $> 6^m.25$ is niet onbevredigend, en is misschien een nieuwe steun voor SHAPLEY's theorie van de „local cluster”,³⁾ waarvan hij het symmetrie-vlak een helling van 12° met den Melkweg geeft, terwijl de knopen liggen in 70° en 250° gal. lengte.

¹⁾ Verwerpt men de waarneming 330° , dan wordt dit $2^{\circ}.35$.

²⁾ A. N. n°. 4600.

³⁾ Studies etc. Contr. Mt Wilson, n°. 157, blz. 21.

HOOFDSTUK V.

DE HELDERE STERREN EN HET MELKWEGLICHT.

§ 19. DE VERDEELING DER HELDERE STERREN IN DEN MELKWEG.

Wij kwamen in § 13 tot het resultaat dat de Melkweg zich in de heldere sterren afteekent. Dit verschijnsel zullen wij thans nog wat nader onderzoeken. Onze galactische catalogus stelt ons in staat dit onderzoek op eenvoudige wijze uit te voeren.

Wij verdeelen den gordel $+9^\circ/-9^\circ$ in vakken van 10° lengte en 6° breedte, zoodat wij drie gordels elk van 36 vakken krijgen, n.l. $+9^\circ/+3^\circ$, $+3^\circ/-3^\circ$ en $-3^\circ/-9^\circ$. Wij bepalen nu het aantal sterren in elk dezer vakken. Het resultaat van deze telling geeft tabel 28, terwijl fig. 6 hiervan

B.	L.	5°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°	85°	95°	105°	115°	125°	135°	145°	155°	165°	175°
$+9^\circ/+3^\circ$		7	8	10	9	14	8	13	17	6	9	15	11	8	6	10	6	13	14
$+3^\circ/-3^\circ$		11	16	24	22	23	25	24	18	16	21	9	9	13	20	16	18	22	16
$-3^\circ/-9^\circ$		9	10	13	14	12	12	11	6	13	10	11	26	5	7	4	16	12	10
B.	L.	185°	195°	205°	215°	225°	235°	245°	255°	265°	275°	285°	295°	305°	315°	325°	335°	345°	355°
$+9^\circ/+3^\circ$		11	15	7	7	11	16	15	7	15	16	12	16	8	14	11	7	9	9
$+3^\circ/-3^\circ$		12	19	29	12	26	26	22	35	40	21	18	11	22	14	11	14	10	13
$-3^\circ/-9^\circ$		16	15	29	32	23	26	21	19	15	21	11	15	11	18	16	13	8	9

TABEL 28

een grafische voorstelling geeft. Elk vakje bevat evenveel lijnen als er sterren in het betrokken vak zijn waargenomen. Deze voorstelling werd nu nauwkeurig vergeleken met een kaart (SCHURIG,¹⁾ in hoofdzaak ontleend aan HEIS en aan GOULD), gedeeltelijk ook met het werk van PANNEKOEK.²⁾

Het bleek dat er op verscheidene plaatsen een treffende overeenkomst

¹⁾ Tabulae Caelestes, dritte Aufl., 1916.

²⁾ Die Nördliche Milchstrasse, Ann. v. d. Sterrewacht te Leiden, XI, 3, 1920.

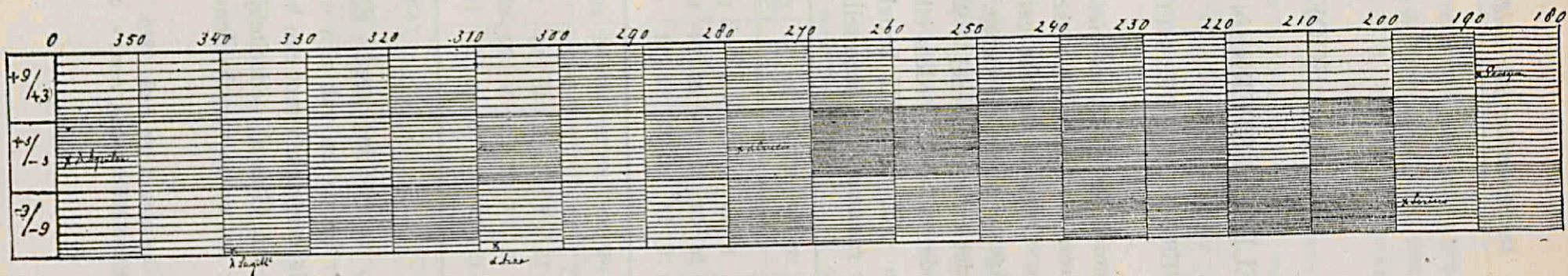
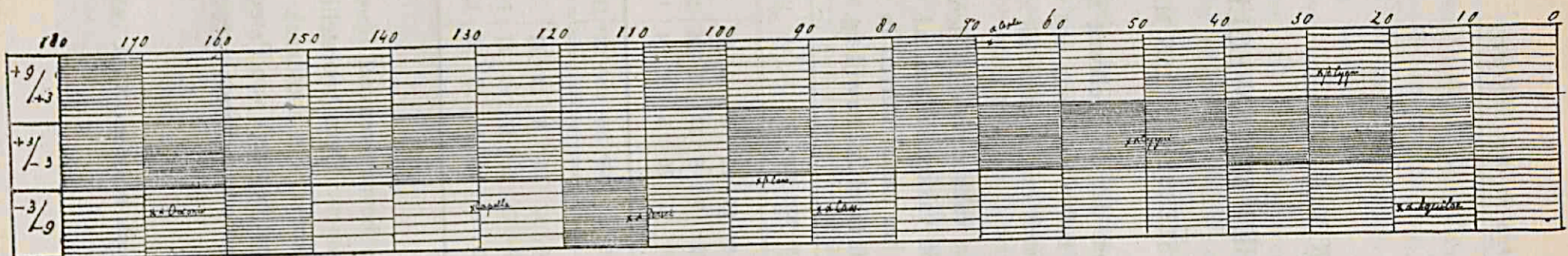


Fig. 6

Aantallen sterren $> 6^m 25$, in den Melkweg.

is tusschen het aantal heldere sterren en de intensiteit van het Melkweglicht. Gaan wij de voornaamste punten na.

STERVERDEELING	gal. br.	MELKWEG
rijke plek van 20° — 100°	0°	verdichting in Cygnus
leegte in 110°	0°	holte in Camelopardalus
opeenhooping 110° — 120°	-7°	heldere M.W.-tak in Perseus
verdichting in 205°	-7°	M.W.-verdichting ten O. van Sirius
leegte in 215°	0°	holte in Puppis
scherpe val in 270°	0°	grens Crux — kolenzak
verdichting in 305°	0°	wolk in Norma

De splitsing van den Melkweg, van $\pm 325^{\circ}$ — 30° , teekent zich niet in de sterren-aantallen af. Wel breekt in dit gebied de centrale stroom af, evenals in den Melkweg, maar van den helderen Oostelijken tak (Aquila, Scutum, Scorpius) is niets te zien. Dit is juist het gebied van de heldere, losse Melkwegwolken.

Er zijn nog wel andere punten van overeenkomst aan te wijzen, maar zij zijn minder sterk sprekend, en men moet zich hoeden er meer uit te willen halen dan er in zit.

§ 20. HET VERBAND TUSSCHEN DE HELDERE STERREN EN HET MELKWEGLICHT.

Het is niet gemakkelijk voor deze verschijnselen een verklaring te geven, vooral niet als wij letten op wat anderen vonden. Vatten wij deze resultaten eens in 't kort samen.

PLASSMANN ¹⁾ laat de heldere sterren geheel buiten beschouwing. De Melkwegstructuur teekent zich duidelijk af in de zwakkere B. D.-sterren.

STRATONOFF. Van 8^m0 — 9^m5 is er overeenstemming tusschen het sterrenlicht en het Melkweglicht; voor de heldere sterren echter niet.

EASTON. ²⁾ Het Melkwegbeeld teekent zich in sommige deelen reeds af in de verspreiding der betrekkelijk heldere sterren, althans van 9^m0 opwaarts. De zeer heldere sterren vertoonen reeds, wat het Noordelijk halfrond betreft, maxima in Auriga (bij zwakkere groepen verdwijnend) en in Cygnus (blijvend). Het Melkwegbeeld, in beide halfronden, blijft tamelijk constant naarmate men zwakkere steragroepen beschouwt.

¹⁾ Milchstrassenzeichnungen und Sternzählungen. Mitt. der Ver. von Freunden der Astr. u. Kosm. Ph., III, 102. Mij slechts bekend door het referaat van KOBOLD, Bau des F.s., blz. 167.

²⁾ Versl. Kon. Ak. v. W. Amsterdam, 29 Dec. 1894. A. N., n°. 3803.

NORT. ¹⁾ De Melkweg teekent zich *niet* af in de sterren van $9^m0 - 11^m0$. De sterren tot 9^m0 sluiten zich aan bij die van $9^m0 - 11^m0$. dus ook in de sterren tot 9^m0 komt de Melkwegstructuur niet aan den dag.

Deze resultaten schijnen nogal met elkaar in tegenspraak te zijn. Beschouwen wij ze eens nader.

PLASSMANN onderzocht de heldere sterren in 't geheel niet. Voor de zwakkere komt zijn resultaat met dat van EASTON overeen.

STRATONOFF heeft, zooals wij zagen in § 10, de intensiteit van elk zijner 1800 vakken berekend door het gemiddelde te nemen uit negen vakken, het betrokken vak zelf en de acht aangrenzende. Elk zijner vakken is dus ongeveer 23 vierkante graden groot, dus hij neemt telkens het gemiddelde over een oppervlak van circa 206 vierkante graden, dat is ruim driemaal zoo groot als onze vakjes van 60 vierkante graden. De verschillen die wij vonden, worden dus door STRATONOFF geheel of gedeeltelijk uitgewischt. Het is dus niet te verwonderen, dat hij niet dezelfde détails vindt. Zijn resultaat kan hier verder buiten bespreking blijven.

EASTON vindt, dat de Melkweg zich reeds min of meer duidelijk afteekent in de zwakkere B. D.-sterren, maar ook de helderder sterren, de voor het bloote oog zichtbare ingesloten, vertoonen in het algemeen punten van overeenkomst met het Melkweglicht. Dit stemt dus overeen met wat wij vonden, alhoewel wij ook in de détails meer overeenkomst constateerden.

Misschien is dit een kwestie van appretiatie. Wanneer wij onder „overeenstemming” verstaan, dat er in de verdeeling der sterren dezelfde intensiteitsverhoudingen bestaan als in het Melkweglicht, dan zal men slechts op weinig plaatsen overeenstemming kunnen constateeren. Let men echter uitsluitend op het voorkomen van contrasten en niet op de grootte ervan, dan gaat de overeenstemming veel verder. Dit bedoelen wij dan ook als wij spreken van overeenstemming tusschen de heldere sterren en het Melkweglicht.

Ook het verschil tusschen NORT en EASTON zou, althans ten deele, hierdoor verklaard kunnen worden. Zonder twijfel zijn er punten van overeenstemming tusschen onze kaart en die van NORT. Aan den anderen kant is er op vele punten overeenstemming tusschen onze kaart en die van EASTON. Het is dus mogelijk, dat er ook tusschen NORT en EASTON overeenkomst bestaat, dat deze althans niet zoo slecht is als NORT beweert.

¹⁾ The Harvard Map of the Sky. Rech. Utrecht, VII, blz. 129, 1917.

Een andere oorzaak van het verschil tusschen NORT en EASTON kan hierin gelegen zijn, dat het materiaal van EASTON visueel, dat van NORT photographisch is. Zooals wij zagen in § 14, mag men eenige bedenking maken tegen het zonder meer vergelijken van deze gegevens.

Ten slotte zou een derde, mogelijke, verklaring de volgende kunnen zijn. Volgens NORT teekent zich de Melkweg in de sterren tot 11^m0 niet af. Plaatselijke verdichtingen kunnen nu oorzaak zijn dat in het stelsel der sterren tot 11^m0 de algemeene structuur van het stelsel 8^m0 — 10^m0 verdwijnt. Nemen wij echter sterren tot b.v. 14^m0 , dan kunnen omgekeerd in dit veel grootere aantal de détails van het stelsel der sterren tot 11^m0 verdwijnen, zoodat de algemeene structuur weer voor den dag komt.

Deze onderstelling vindt eenigen steun in een opmerking van NORT zelf: ¹⁾ „From this table it appears firstly that in the Northern Milky Way there is hardly any difference between the distribution of the stars down to 11^m0 and that of the stars between 9^m0 and 11^m0 , which means that in the distribution of the stars down to 11^m0 those brighter than 9^m0 have scarcely any influence.”

M. a. w. de détails van het stelsel der sterren tot 9^m0 verdwijnen in dat van de sterren tot 11^m0 .

Dit alles is moeilijk met elkaar in overeenstemming te brengen zoolang wij vasthouden aan de verklaring van het Melkweglicht door de aanname van sterke opeenhooping van zeer ver verwijderde sterren, de Melkwegwolken. In den laatsten tijd schijnt deze opvatting echter eenigszins verdrongen te worden. SHAPLEY b.v. schrijft: ²⁾ „According to the present view of the galactic system, the phenomenon is largely an optical one. Although the existence of local and occasionally very extensive condensations of Milky Way stars is not denied, the conception of a narrow encircling ring is abandoned. The Milky Way girdle is chiefly a matter of star depth.”

En PANNEKOEK schrijft: ³⁾ „Der grösste Teil des Lichtes dieser hellen Wolken stammt hauptsächlich wohl von noch viel kleineren Sternen. Dagegen werden in der schwächeren Partien der Milchstrasse die helleren teleskopischen Sterne den Hauptteil zur Helligkeit beitragen.”

Het Melkweglicht is dus ten deele een physisch verschijnsel (Melkwegwolken), ten deele een optisch (opeenhooping in het Melkwegvlak). ⁴⁾ Tot

¹⁾ The Harvard Map of the Sky. Rech. Utrecht, VII, blz. 129.

²⁾ Studies etc. Contr. Mt Wilson, n°. 157, blz. 7.

³⁾ Die Nördliche Milchstrasse. Ann. Leiden, XI, blz. 14.

⁴⁾ Het totale beeld zou dus ontstaan door de samenwerking van twee *essentieel verschillende* verschijnselen. Nader op dit uiterst gewichtige probleem in te gaan ligt echter buiten het bestek van ons onderzoek.

dit laatste deel nu dragen, zooals wij gezien hebben, ook de heldere sterren bij. En de oorzaak van het feit, dat het zoo lang geduurd heeft voor men tot het inzicht kwam dat het Melkweglicht in hoofdzaak een optisch verschijnsel is, ligt misschien daarin dat men een deel der sterren, met name de helderste, buiten beschouwing liet.

Het optische deel van het Melkweglicht is nu nog van tweeërlei aard. Eensdeels wordt het veroorzaakt door opeenhooping van zwakke sterren (b.v. $< 7^m 0$), anderdeels door de sterren, die juist aan den grens van zichtbaarheid voor het bloote oog zijn. Dit deel van het Melkweglicht zal echter overwegend subjectief zijn; de eene waarnemer zal de sterren als lichtpunten zien, de andere niet. Daar echter het „minimum perceptibile” lager ligt dan bij $6^m 25$, zal deze laatste waarnemer nog wel een vagen lichtindruk ontvangen. Deze subjectiviteit nu verklaart hoe het komt, dat de verschillende afbeeldingen van den Melkweg zoo uiteenloopen. Men zou kunnen zeggen: „Ieder ziet zijn eigen Melkweg.” Deze, wat wij zouden kunnen noemen, „subjectieve structuur”, die veroorzaakt wordt door de sterren aan den rand van zichtbaarheid, en die dus ook de toevallige verdichtingen van deze sterren laat zien, zal des te meer verdwijnen, naarmate wij zwakkere sterren beschouwen; ten slotte zal de algemeene structuur de overhand krijgen. Dan blijft het beeld verder standvastig (EASTON, van $8^m 0$ af).

Hierin vinden wij dus de verklaring van het feit dat STRATONOFF en EASTON waarnamen dat het beeld verandert van de helderste sterren af tot $8^m 0$, om dan verder constant te blijven en het algemeene beeld te vertoonen, terwijl wij vonden dat de Melkweg zich reeds in de helderste sterren afteekent. Men spreekt in het eene geval over een ander deel van het Melkweglicht dan in het andere.

STELLINGEN

I.

De Melkweg teekent zich reeds in de heldere sterren duidelijk af.

II.

Het Melkweglicht wordt voor een deel veroorzaakt door die sterren, welke aan de grens van zichtbaarheid voor het bloote oog zijn.

III.

Het is zeer gewenscht dat er, ten einde het probleem van den oorsprong van het Melkweglicht op te lossen, nauwkeurige tellingen worden verricht van de sterren van de 6^e tot de 8^e grootte-klasse.

IV.

Tegen de voorstelling van NORT, dat het stelsel van de sterren tot de 11^e grootte den vorm van een drie-assige ellipsoïde heeft, zijn ernstige bezwaren.

H. NORT, The Harvard Map of the Sky and the Milky Way; Rech. Obs. d'Utrecht, VII, 135, 1917.

V.

De verklaring, welke EVERSHED geeft van de door hem waargenomen verplaatsingen der lijnen in het spectrum van Venus, is onjuist.

Observatory 53, 153, 1920.

VI.

De Cepheïden-theorie van BOTTLINGER is onhoudbaar.

A. N. 5019.

VII.

De onderstelling van GUTHNICK, dat de lichtwisseling der Cepheïden door vlekken wordt veroorzaakt, is niet waarschijnlijk.

Die Naturwissenschaften, VI, 713, 1918.

VIII.

De tot heden bekende onderzoeken hebben niet uitgemaakt of de door EINSTEIN voorspelde roodverschuiving al dan niet bestaat.

IX.

Het is wenschelijk, dat er zeer nauwkeurige plaatsbepalingen van spectraallijnen op Geisslersche buizen worden verricht.

X.

Terecht definieert v. LAUE de eenheid van tijd als volgt:

Die Inertialeinheit der Zeit ist die Zeit, in welcher ein freier Massenpunkt im Inertial Bezugssystem eine Strecke von bestimmter Länge zurücklegt.

M. v. LAUE, Das Relativitätsprinzip, 3^e druk, blz. 8.

XI.

Invoering van de Infinitesimaalrekening op de H. B. S. is niet gewenscht.

XII.

Bij het natuurkunde-onderwijs worde vóór het
Candidaatsexamen geen toepassing van Differentiaal-
en Integraalrekening gemaakt.

XIII.

De Zomertijd behoort niet te worden afgeschaft.

XIV.

Het verleen van den titel van *doctor honoris causa*
aan kunstenaars en mannen van de praktijk, op grond
van hunne verdiensten als zoodanig, verdient geen
aanbeveling.

XV.

De regeling der studie in de wis- en natuurkunde
volgens het nieuwe Academisch Statuut is geen
verbetering.

U
1