



Breedtebepaling van de Sterrewacht te Utrecht uit doorgangen in den eersten verticaal

<https://hdl.handle.net/1874/254778>

Breedtebepaling van de Sterrewacht

TE UTRECHT

J

ht

BREEDTEBEPALING VAN DE STERREWACHT

TE UTRECHT

uit doorgangen in den Eersten Verticaal.

Diss. Ueneche 9u 1897 bol

Breedtebepaling van de Sterrewacht

te Utrecht

UIT DOORGANGEN IN DEN EERSTEN VERTICAAL.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE WIS- EN STERREKUNDE

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACTJING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

DR. J. J. P. VALETON JR.

Hoogleeraar in de faculteit der Godgeleerdheid,

Volgens Besluit van den Senaat der Universiteit

TEGEN DE BEDENKINGEN

VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE

TE VERDEDIGEN

OP

Donderdag 4 November 1897, des namiddags ten 4 ure

DOOR

JAN CORNELIS BOLT,

Leeraar aan het Gymnasium te Tiel,

GEBOREN TE ARNHEM.



Inleiding.

In navolging van de bekende dissertatie ¹⁾ van Prof. Dr. J. A. C. OUDEMANS heb ik getracht de poolshoogte van de Sterrewacht te Utrecht te bepalen. Op raad van mijn Promotor heb ik een geringer aantal waarnemingen gedaan, dan door hem geschied is, omdat z. i. twaalf avonden ieder met een twaalftal waargenomen doorgangen voldoende zouden zijn. Het resultaat van deze waarnemingen: een vrij nauwkeurige bepaling der draadafstanden, de collimatiefout en de azimuthale fout en ten slotte 't gemiddelde van een honderdtal breedtebepalingen stel ik me voor hier te behandelen.

EERSTE HOOFDSTUK.

Over voorbereidende maatregelen.

Er bevindt zich op de Sterrewacht te Utrecht juist zoo'n instrument²⁾ als dat, waarmede de waarnemingen voor de reeds aangehaalde dissertatie gedaan zijn. Alleen het dradennet is ten mijnen behoeve eenigszins anders gemaakt. Aan weerskanten van den middendraad zijn hier drie draden geplaatst, ieder op 0,2 m.m. afstand. Hieruit leidde ik voorloopig af, dat de aequatoriaal draadafstand van de uiterste draden tot den middendraad ongeveer 16 tijdsseconden³⁾ zijn zou, in verband met den brandpuntsafstand van den gebroken kijker, den invloed van het prisma verwaarloozende.

Het instrument is op een stevigen pilaar van Escauzynschen steen bevestigd, die zich voor een groot deel onder den grond uitstrekt en zich in de meridiaanzaal bevindt. Boven dezen pilaar kan een luik geopend worden voor het doen der waarnemingen in den eersten Verticaal, waardoor een strook van den hemel zichtbaar wordt, gericht Oost-West, gaande door het zenith en gelegen tusschen de grenzen 35° 45' West en 36° 8' Oost.

Met behulp der formule

$$\sin. \delta = \sin. \varphi \cos. z,$$

waarin φ = de breedte der waarnemingsplaats,

δ = de declinatie der ster

en z = de zenithsafstand der ster,

vindt men hieruit als grenzen voor δ :

39° 48' 20" West

39° 34' 40" Oost.

Ik besteedde de uiterste zorg om 't instrument voorloopig zoo goed mogelijk te rectificeeren; het niveau bleef bij heen en weer laten kantelen 'tzelfde aangeven: de bel werd behoorlijk in 't midden gebracht.

De collimatiefout werd met behulp van 't zich in diezelfde zaal bevindende universaal instrument, dat geregeld voor tijdsbepalingen gebruikt wordt, zoo goed mogelijk nul gemaakt.

Den stand, waarbij de azimuthale fout zoo gering mogelijk was,

bepaalde ik nauwkeurig uit den bekenden stand van het Universaal instrument. Zoo spoedig als ik een bepaling Oost en West van een zelfde ster gedaan had, rectificeerde ik dit nog nader. Toch is bij de berekening gebleken, dat beide fouten nog grooter gebleven zijn, dan ik dacht. Gelukkig kunnen echter die fouten volkomen scherp in rekening gebracht worden.

Als van zelf wees zich de sterrenlijst uit het Berliner Jahrbuch aan: niet alleen om een voorloopige lijst der doorgangen in den Oost-West Verticaal te maken, maar ook omdat daaruit gemakkelijk de declinatie en rechte klimming voor iederen datum, noodig voor de latere berekeningen, te vinden is.

Tusschen de reeds opgegeven grens van $39^{\circ} 34' 40''$ (of $39^{\circ} 48' 20''$) en $52^{\circ} 5' 10'',5$, de breedte van Utrecht, vond ik 49 sterren. Bij 't opmaken van de lijst der doorgangen door den Oost-West Verticaal, gerangschikt naar de uren, vond ik in elk uur eenige doorgangen, behalve voor 't veertiende uur sterretijd.

Uit de reeds gebruikte formule:

$$\cos. z = \frac{\sin. \delta}{\sin. \varphi}$$

en uit een andere, uit dezelfde figuur ontleend,

$$\cos. t = \frac{\text{tg. } \delta}{\text{tg. } \varphi}$$

waarin t de uurhoek voorstelt,

is het duidelijk, hoe de doorgangen (T en T') gevonden zijn.

Ten overvloede laat ik hier nog een voorbeeld volgen:

	α Aurigae 86.
	$\delta = 45^{\circ} 53' 30'', 8$
log. sin. δ	9,85614
log. sin. φ	9,89704
<hr/>	
log. cos. z	9,95910
z	$24^{\circ} 29'$
<hr/>	
log. tg. δ	0,01352
log. tg. φ	0,40854
<hr/>	
log. cos. t	9,90498
t	$36^{\circ} 32' 10''$
t in uren	$2^u 26^m 8^s,7$
α	5 9 0,3
$T = \alpha + t$ (W)	7 35 9,0
$T' = \alpha - t$ (O)	2 42 51,6

Dit alleen is nog niet voldoende, bekend moet tevens zijn de doorgang door den eersten draad. Hiervoor is noodig te weten, den afstand

der draden, dien we hierboven aangaven te zijn 16 seconden. Noemen we dit aantal f d. i. 't aantal seconden, 't welk een ster noodig heeft, om in den aequator van een der uiterste draden tot den middelsten te komen, dan zal later blijken, dat 't aantal seconden θ , 't welk een ster in den eersten Verticaal noodig heeft op een zenithsafstand z gevonden wordt uit de formule:

$$\theta = \frac{f}{\sin. \varphi \sin. z}.$$

Zooals verder gemakkelijker in te zien is, wordt dus T veranderd met een bedrag $\pm \theta$ en z met een bedrag $\pm 15 \theta \cos. \varphi$ 4). De geheele lijst vindt men opgegeven aan het einde van dit werk als Tabel I. De berekening hiervoor is, evenals alle andere, dubbel gedaan.

TWEEDE HOOFDSTUK.

Over de waarnemingen.

Mijn eerste waarnemingen dateeren van 23 Oct. '95. Wanneer ik op een avond met een bepaalden stand van het instrument begon, b.v. met Oculair Noord aangegeven, dan zette ik meestal op dien avond mijn waarnemingen met dezen stand van het instrument voort, om op een volgenden avond met Oculair Zuid te vervolgen. Alleen trachtte ik zooveel mogelijk evenveel oostelijke als westelijke doorgangen te observeeren.

De meegedeelde Tabel I geeft voldoende aan, hoe ik daarbij te werk ging. De hemel was bijna altijd gedeeltelijk bewolkt. Hierdoor is het me dikwijls overkomen, dat ik een ster niet aan alle zeven draden kon waarnemen. Het dradennet werd verlicht door een metalen spiegeltje, boven het objectief met een ring bevestigd, dat 't licht van een gaslamp op de gewenschte plaats terugkaatste. Deze lamp verlichtte tevens de pendule van Casseres, die op eenigen afstand van den pilaar tegen een verticale zerk was aangebracht. Tusschen de waarnemingen in las ik het niveau af. De helling der horizontale as bleef gedurende den geheelen avond vrij wel constant, zelfs voor de verschillende avonden bleek de toestand vrijwel dezelfde te zijn gebleven. Ook na omleggen gaf 't niveau geen verandering aan voor de dikte der tappen. Ik deed hierover later uitvoeriger proeven, die dit bevestigden. Het oculairbuisje bleef onaangeroerd om de collimatiefout niet te veranderen. Mijn waarnemingsboekje vermeldt voor elke ster behalve den tijd der zeven draadpassages een der vier standen van het instrument, Ster Oost of West en Oculair Noord of Zuid.

't Eerste, wat ik na afloop mijner waarnemingen deed, was uit alle waarnemingen zoo nauwkeurig mogelijk de draadafstanden te berekenen, waarover ik in de volgende bladzijden uitvoeriger hoop te zijn. Ik begon daartoe de draadpassages te nummeren. Voor Oculair Noord Ster Oost is dezelfde volgorde in acht te nemen als voor Oculair Zuid Ster West. Eveneens voor de beide andere standen. Verder leidde ik

dan de tijden af door de ster besteed, om de afstanden te doorloopen van een der zijdraden tot den middendraad. Ik begon willekeurig voor 't eerste met I, II enz.

Ik heb derhalve:

Oc. N. Ster O.	Oc. N. Ster W.
Oc. Z. Ster W.	Oc. Z. Ster O.
I	VII
II	VI
III	V
IV	IV
V	III
VI	II
VII	I

Als voorbeeld hiervan geef ik:

Oc. Z.	♁ Persei W.	$z = 17^{\circ} 22'$
	doorgang	$4^u 25^m 59^s,0$
I	$23^m 30^s,2$	$68^s,2$
II	53,4	45,0
III	15,3	23,1
IV	38,4	23,3
V	1,7	46,5
VI	24,9	72,0
VII	50,4	

Neem ik den middendraad als juist aan, dan geeft dit met de klokcorrectie een voorloopige proef.

$$\text{klokcorrectie} + \begin{array}{r} 24^m 38^s, 4 \\ 1 \quad 20, 3 \\ \hline 25 \quad 58, 7 \end{array}$$

Ik kan dus hiervoor ook gebruik maken om het azimüth te bepalen. Ik vind dit als een aantal secunden t , zijnde 't verschil van de rechte klimming, voorloopig uit de waarnemingen berekend, en de rechte klimming, ontleend aan het Berliner Jahrbuch. Om nu den hoek a te vinden, welken 't instrument verzet moet worden, is 't nog noodig met $\sin. \varphi$ en 15 te vermenigvuldigen of in formule:

$$a = 15 t \sin. \varphi.$$

Als voorbeeld geef ik een azimuthbepaling ontleend aan de 3^{de} en 12^{de} waarneming van den eersten avond:

Oct. 23 φ Persei O.	0 ⁿ 11 ^m 42 ^s , 1
W.	2 59 18, 5
	3 11 0, 6
	2 1 35 30, 3
correctie der pendule	1 15, 0
	1 36 45, 3
Volgens Berl. Jahrb.	1 37 9, 4
	24, 1

Hieruit blijkt, dat 't instrument verzet dient te worden:

$$a = 15'' \times 24,1 \times \sin. \varphi = 285'',2 = 4' 45'',2.$$

DERDE HOOFDSTUK.

Berekening der draadafstanden.

De reeds hiervoor gebruikte formule:

$$\theta = \frac{f}{\sin. \varphi \sin. z}$$

of in meer exacten vorm

$$\theta = \frac{f}{\sin. \varphi \cos. \delta \sin. (t \pm \frac{1}{2} \theta)}$$

is gemakkelijk aldus te bewijzen.

In den rechthoekigen boldriehoek met Zenith, Pool en Ster tot hoekpunten geldt:

$$\begin{aligned} \text{tg. } (90 - \varphi) &= \cos. t \text{ tg. } (90 - \delta) \\ \text{of } \cos. t &= \text{tg. } \delta \text{ cotg. } \varphi \end{aligned}$$

Schrijven wij deze in den vorm:

$$0 = \sin. \delta \cos. \varphi - \cos. \delta \sin. \varphi \cos. t \dots \dots \dots (I)$$

Passen we den cosinusregel toe op den driehoek, met Pool, Noordpunt en de Ster op een der zijdraden, zuidelijk van den middendraad, dan is:

$$\begin{aligned} \cos. (90 + f) &= \cos. \varphi \cos. (90 - \delta) + \sin. \varphi \sin. (90 - \delta) \cos. (180 - t + \theta) \\ \text{of } -\sin. f &= \cos. \varphi \sin. \delta - \sin. \varphi \cos. \delta \cos. (t - \theta) \end{aligned}$$

en in verband met (I).

$$\sin. f = \cos. \delta \sin. \varphi (\cos. (t - \theta) - \cos. t) \dots \dots \dots (A)$$

Bevindt de Ster zich op een der zijdraden, noordelijk van den middendraad, dan is:

$$\begin{aligned} \cos. (90 - f) &= \cos. \varphi \cos. (90 - \delta) - \sin. \varphi \sin. (90 - \delta) \cos. (180 - t - \theta) \\ \text{of } \sin. f &= \cos. \varphi \sin. \delta - \cos. \delta \sin. \varphi \cos. (t + \theta) \end{aligned}$$

en na herleiding als zooeven:

$$\sin. f = \cos. \delta \sin. \varphi (\cos. t - \cos. (t + \theta)) \dots \dots \dots (B)$$

Nu is $\cos. (t - \theta) - \cos. t = 2 \sin. \frac{1}{2} \theta \sin. (t - \frac{1}{2} \theta)$

en $\cos. t - \cos. (t + \theta) = 2 \sin. \frac{1}{2} \theta \sin. (t + \frac{1}{2} \theta)$

waardoor de formules A en B worden:

$$\sin. f = 2 \cos. \delta \sin. \varphi \sin. \frac{1}{2} \theta \sin. (t \pm \frac{1}{2} \theta).$$

Is dus θ en f klein, dan vereenvoudigt zich de formule:

$$\theta = \frac{f}{\sin. \varphi \cos. \delta \sin. (t \pm \frac{1}{2} \theta)} \dots \dots \dots (II)$$

waarbij dus 't plusteeken geldt voor een doorgang voorbij een draad ten noorden van den middendraad, en 't minusteeken voor een doorgang voorbij een draad ten zuiden van den middendraad.

Zooals ik boven al opgemerkt heb, is θ uit de waarnemingen voorloopig bekend. Met behulp van de gemiddelde bereken ik voor iedere ster een waarde van f , om dan weer uit 't gemiddelde van deze laatste een nieuwe θ te berekenen. Als voorbeeld van een berekening van f uit θ , geef ik hier weer α Aurigae. Uit het Berliner Jahrbuch ontleen ik de δ 's voor de waarnemingsavonden en hieruit leid ik de t 's af. In de berekening gebruik ik dan de gemiddelde t .

α Aurigae 86.

Berekening van t en $\log. \cos. \delta \sin. \varphi$ voor de waarnemingsavonden.

Waargenomen	δ	lg. cos. δ	lg. tg. δ	lg. cos. t	t
Oct. 23 Oc. N.	45° 53' 34", 3	9,84261	0,01354	9,90501	36° 31' 48"
Nov. 18	37, 5	260	355	502	54
21	37, 9	260	355	502	54
Oct. 24 Oc. Z.	34, 4	261	354	501	48
26	34, 6	261	354	501	48
Nov. 9	36, 3	261	355	502	54
13	36, 8	260	355	502	54
19	37, 6	260	355	502	54
20	37, 7	260	355	502	54

waaruit ik afleid:

$$t = 36^\circ 31' 52''$$

$$\text{en } \log. \cos. \delta \sin. \varphi = 9,73964.$$

Oc. Noord.

	VII	VI	V	III	II	I	
Oct. 23	53 ^s ,1	34 ^s ,0	16 ^s ,8	— ^s	— ^s	49 ^s ,0	4
Nov. 18	52,6	32,8	16,5	17,5	33,3	49,7	6
21	—	—	16,9	16,6	32,9	49,5	4
Gem. θ	52,85(2)	33,40(2)	16,73(3)	17,05(2)	33,10(2)	49,40(3)	14

Oc. Zuid.

	I	II	III	V	VI	VII	
Oct. 24	49 ^s ,3	32 ^s ,8	17 ^s ,7	15 ^s ,9	32 ^s ,7	52 ^s ,8	6
26	49,2	32,7	17,3	16,1	—	52,2	5
Nov. 9	50,2	33,5	17,7	16,6	33,1	52,0	6
13	50,3	33,3	17,4	15,6	33,2	52,0	6
19	—	—	16,9	16,4	33,2	53,0	4
20	49,1	33,0	17,1	16,7	33,3	53,0	6
Gem. θ	49,62(5)	33,06(5)	17,35(6)	16,22(6)	33,10(5)	52,50(6)	33

Met behulp hiervan bereken ik f voor Oc. N. en Oc. Z afzonderlijk:

Oc. Noord.

$$\log. \cos. \delta \sin. \varphi = 9,73964$$

$$t = 36^{\circ} 31' 52''$$

	VII	VI	V	III	II	I
θ	52 ^s ,85(2)	33 ^s ,40(2)	16 ^s ,73(3)	17 ^s ,05(2)	33 ^s ,10(2)	49 ^s ,40(3)
$\frac{1}{2}\theta$	26,42 ^s	16,70	8,36 ^s	8,52 ^s	16,55	24,70
in min.	+ 6' 36"	+ 4' 10",5	+ 2' 5"	- 2' 8"	- 4' 8"	- 6' 10",5
$t - \frac{1}{2}\theta$	36° 25 16	27 41,5	29 47	34 0	36 0	38 2,5
$\log. \sin. (t - \frac{1}{2}\theta)$	9,77357 ^s	9,77399	9,77435	9,77507	9,77541	9,77576
$\log. \theta$	1,72304	1,5237 ^s	1,22350	1,23172	1,51983	1,69373
$\log. f$	1,23625 ^s	1,03738	0,73749	0,74643	1,03488	1,20913
f	17,229	10,899	5,464	5,577	10,836	16,185

Oc. Zuid.

$$\log. \cos. \delta \sin. \varphi = 9,73964$$

$$t = 36^{\circ} 31' 52''$$

	VII	VI	V	III	II	I
θ	49 ^s ,62(5)	33 ^s ,06(5)	17 ^s ,35(6)	16 ^s ,22(6)	33 ^s ,10(5)	52 ^s ,50(6)
$\frac{1}{2}\theta$	24,81	16,53	8,67 ^s	8,11	16,55	26,25
in min.	+ 6' 12"	+ 4' 8"	+ 2' 10"	- 2' 2"	- 4' 8"	- 6' 34"
$t - \frac{1}{2}\theta$	36° 25 40	27' 44"	29 42	33 54	36 0	38 26
$\log. \sin. (t - \frac{1}{2}\theta)$	9,77364	9,77400	9,77434	9,77505	9,77541	9,77582
$\log. \theta$	1,69566	1,51930	1,23930	1,21005	1,51983	1,72016
$\log. f$	1,20894	1,03294	0,75328	1,72474	1,03488	1,23562
f	16,179	10,788	5,666	5,306	10,836	17,204

Als gemiddelde van Noord- en Zuid-berekeningen vind ik nu het volgende overzicht.

Waarden van f ,
waarbij de sterren gerangschikt zijn naar opklimmende δ .

		I.	II.	III.	V.	VI.	VII.	
β	Persei Oc. N.	16,216(3)	11,000(3)	5,645(4)	5,382(3)	10,804(2)	17,225(2)	3
ν	Cygni Oc. N.	16,086(3)	10,798(3)	5,536(2)	5,443(3)	11,014(3)	17,539(2)	3
	Oc. Z.	16,205(2)	10,983(3)	5,368(3)	5,390(3)	10,800(4)	17,274(3)	3
η	Aurigae Oc. N.	15,945(2)	10,786(2)	5,347(2)	5,604(2)	10,942(2)	17,494(3)	2
	Oc. Z.	16,406(2)	10,912(3)	5,595(3)	5,478(2)	10,939(2)	17,476(1)	2
\circ	Androm. Oc. N.	15,956(3)	10,432(3)	5,505(3)	5,680(3)	11,140(3)	17,504(2)	3
γ	Androm. Oc. N.	16,235(4)	10,977(4)	5,746(4)	5,360(4)	10,820(4)	17,336(4)	4
	Oc. Z.	16,139(2)	11,030(2)	5,602(2)	5,523(1)	10,839(1)	17,303(1)	2
ν	Persei Oc. N.	16,116(2)	10,739(2)	5,551(2)	5,444(3)	10,822(2)	17,100(3)	2
	Oc. Z.	16,236(2)	10,760(2)	5,527(3)	5,438(2)	10,884(2)	17,462(2)	2
ι	Androm. Oc. N.	16,142(3)	10,684(3)	5,555(3)	5,400(3)	10,985(3)	17,391(3)	3
	Oc. Z.	16,225(3)	10,836(5)	5,634(5)	5,414(5)	10,866(5)	17,164(5)	5
ε	Aurigae Oc. N.	16,207(4)	10,802(4)	5,460(3)	5,520(5)	10,986(4)	17,307(4)	4
	Oc. Z.	16,273(5)	10,741(5)	5,539(4)	5,471(3)	10,796(5)	17,287(5)	5
δ	Cygni Oc. Z.	15,953(2)	10,635(2)	5,430(2)	5,403(2)	10,865(2)	17,186(2)	2
α	Cygni Oc. N.	16,274(4)	10,815(4)	5,620(4)	5,401(4)	10,777(4)	17,223(4)	4
α	Aurigae Oc. N.	16,185(3)	10,836(2)	5,577(2)	5,464(3)	10,899(2)	17,229(2)	3
	Oc. Z.	16,179(5)	10,788(5)	5,666(6)	5,306(6)	10,836(5)	17,204(6)	6
β	Aurigae Oc. N.	16,252(3)	10,837(3)	5,567(3)	5,468(3)	10,995(3)	17,171(3)	3
	Oc. Z.	16,202(3)	11,002(3)	5,608(3)	5,345(3)	10,804(3)	17,381(3)	3
\circ	s. Cygni Oc. Z.	16,130(2)	10,659(1)	5,459(2)	5,328(2)	10,744(2)	17,127(2)	2
ϵ	Persei Oc. N.	16,027(3)	10,923(3)	5,528(3)	5,479(3)	10,832(2)	17,148(2)	3
	Oc. Z.	16,252(5)	10,924(4)	5,487(3)	5,482(3)	10,839(2)	17,080(1)	3
δ	Persei Oc. N.	16,345(3)	11,013(2)	5,685(2)	5,522(3)	10,710(2)	17,107(2)	2
	Oc. Z.	16,068(2)	10,738(2)	5,706(2)	5,394(2)	10,828(1)	17,497(2)	2
\circ	Cassio. Oc. Z.	16,002(3)	10,739(3)	5,671(3)	5,586(3)	11,112(3)	17,523(3)	3
ν	Persei Oc. N.	16,192(1)	10,745(1)	5,705(2)	5,388(3)	10,864(3)	17,180(2)	2
	Oc. Z.	16,103(2)	10,749(3)	5,542(3)	5,489(3)	10,863(2)	17,218(2)	2
ζ	Persei Oc. N.	16,240(5)	10,883(4)	5,649(5)	5,317(5)	10,738(4)	17,134(4)	5
	Oc. Z.	16,159(5)	10,745(5)	5,519(6)	5,525(5)	10,911(5)	17,292(5)	5
ψ	Aurigae Oc. N.	16,453(2)	10,881(1)	5,514(3)	5,405(3)	10,790(3)	17,095(2)	2
	Oc. Z.	15,981(1)	10,790(2)	5,502(2)	5,579(2)	10,852(2)	17,384(2)	2
α	Persei Oc. N.	15,935(4)	10,825(4)	5,530(4)	5,466(5)	10,978(5)	17,353(4)	4
	Oc. Z.	16,020(3)	10,775(5)	5,503(5)	5,410(4)	10,881(5)	17,360(3)	5
η	Lacertae Oc. N.	16,155(2)	10,671(2)	5,544(3)	5,612(3)	10,901(2)	17,352(2)	2
	Oc. Z.	16,250(2)	10,704(2)	5,647(2)	5,584(2)	10,954(1)	17,248(2)	2
\circ	Aurigae Oc. N.	16,155(1)	10,901(2)	5,498(2)	5,472(2)	10,799(1)	17,089(2)	2
	Oc. Z.	15,975(2)	10,780(1)	5,620(1)	5,408(2)	10,982(2)	17,488(2)	2
φ	Persei. Oc. N.	16,243(7)	10,839(7)	5,628(7)	5,365(7)	10,718(7)	17,275(7)	7
	Oc. Z.	16,157(6)	10,772(8)	5,590(8)	5,532(7)	10,840(7)	17,208(6)	7
Gem.		16,165(122)	10,825(122)	5,572(132)	5,449(131)	10,869(122)	17,276(117)	

De hierbij behorende logarithmen zijn

log. | 1,20858 | 1,03443 | 0,74601 | | 0,73632 | 1,03619 | 1,23744

Met behulp van de methode der kleinste quadraten heb ik ook hiervoor de middelbare fout berekend en gevonden als:

E | 0,019 | 0,015 | 0,013 | | 0,014 | 0,016 | 0,019

Een andere wijze om deze laatste te berekenen is aldus:

Uit $f = \theta \sin. \varphi \cos. \delta \sin. (t \pm \frac{1}{2} \theta)$ volgt,

als we ε_f de middelbare fout in f noemen

N 't verschil tusschen gemiddelde en waargenomen θ ,

n 't aantal keeren waargenomen

en M 't aantal draden

$$(\varepsilon_f)^2 = \frac{\Sigma (N^2 \cos.^2 \delta \sin.^2 \varphi \sin.^2 t)}{(M - 6)(n - 1)}$$

Ik vind dan

$$\varepsilon_f = 0^s,015$$

wat vrij goed overeenkomt met 't voorgaande.

Verder heb ik nagegaan voor 't boven gegeven lijstje de verschillen Zuid en Noord op de wijze, zooals onderstaand lijstje voldoende aangeeft.

	I	II	III	V	VI	VII
ν Cygni	+ 0,116	+ 0,185	- 0,168	- 0,053	- 0,214	- 0,265
η Aurigae	+ 0,461	+ 0,126	+ 0,248	- 0,126	- 0,003	- 0,018
γ Andromedae	- 0,096	+ 0,053	- 0,144	+ 0,163	+ 0,019	- 0,033
ν Persei	+ 0,120	+ 0,021	- 0,024	- 0,006	+ 0,062	+ 0,362
ι Andromedae	+ 0,083	+ 0,152	+ 0,079	+ 0,014	- 0,119	- 0,227
ε Aurigae	+ 0,066	- 0,061	+ 0,079	- 0,049	- 0,190	- 0,020
α Aurigae	- 0,006	- 0,048	+ 0,029	- 0,158	- 0,063	- 0,025
β Aurigae	- 0,050	+ 0,165	+ 0,041	- 0,123	- 0,191	+ 0,210
c Persei	+ 0,225	+ 0,001	- 0,041	+ 0,003	+ 0,007	- 0,068
δ Persei	- 0,227	- 0,275	+ 0,021	- 0,128	+ 0,118	+ 0,390
ν Persei	- 0,089	+ 0,004	- 0,163	+ 0,101	- 0,001	+ 0,038
θ Persei	- 0,081	- 0,138	- 0,130	+ 0,208	+ 0,173	+ 0,158
ψ Aurigae	- 0,172	- 0,091	- 0,012	+ 0,174	+ 0,062	+ 0,289
α Persei	+ 0,085	- 0,050	- 0,027	- 0,056	- 0,097	+ 0,007
ζ Lacertae	+ 0,095	+ 0,033	+ 0,103	- 0,028	+ 0,053	- 0,104
\circ Aurigae	- 0,180	- 0,121	+ 0,122	- 0,064	+ 0,183	+ 0,399
φ Persei	- 0,086	- 0,067	- 0,038	+ 0,167	+ 0,122	- 0,067
	+ 1,251	+ 0,740	+ 0,722	+ 0,830	+ 0,799	+ 1,853
	- 1,337	- 0,851	- 0,747	- 0,791	- 0,878	- 0,827
	- 0,086	- 0,111	- 0,025	+ 0,039	- 0,079	+ 1,026
17	- 0,005	- 0,006 ⁵	- 0,001 ⁵	+ 0,002	- 0,005	+ 0,060

Of op deze wijze ineens een gemiddelde waarde voor alle zes draadafstanden:

$$\begin{array}{r} + 1,065 \\ - 0,301 \\ \hline + 0,764 \\ 102 \hline + 0,0075 \end{array}$$

Hieruit blijkt, dat de verschillen Noord en Zuid nu zoo goed als nul geworden zijn.

Men kan de formule

$$f = \theta \cos. \delta \sin. \varphi \sin. (t \pm \frac{1}{2} \theta)$$

opvatten als te zijn van den vorm

$$f = m \theta$$

waarin $m < 1$.

In mijn waarnemingen varieerde θ tusschen $35^{\text{sec.}}$ (γ Cygni) en $96^{\text{sec.}}$ (φ Persei), zooals uit de later mee te deelen Tabel II blijken zal. Ik vind voor $f = \pm 16^{\text{sec.}}$, m. a. w. m varieert tusschen $\frac{1}{3}\frac{6}{5}$ en $\frac{1}{6}$. Als dus de waarde van θ voor verschillende sterren omtrent $32^{\text{sec.}}$ is en $0^{\text{s}},4$ met de juiste waarde verschilt, dan verschilt de berekende f voor de zuidelijke sterren $\pm 0^{\text{s}},2$, terwijl voor sterren met een $\theta = 96^{\text{sec.}}$ onder die zelfde omstandigheden dit verschil maar $0^{\text{s}},07$ wordt. 't Meest gewenscht is dus de f te berekenen uit sterren met een groote θ , d. z. zijn sterren, wier declinatie weinig minder dan 52° is, hoewel 't maken van een fout daarin veel waarschijnlijker wordt. Daar ik betrekkelijk weinig waarnemingen van deze soort bezit, heb ik de f uit alle sterren berekend. Men kan zelf over de uitkomst oordeelen. Ik merk hierbij op, dat θ een verschil van twee waarnemingen is en dus een dubbele fout heeft.

Den invloed van de collimatiefout heb ik aldus nagegaan.

Uit de formule

$$f = \theta \sin. \varphi \cos. \delta \sin. (t - \frac{1}{2} \theta) \dots \dots \dots (I)$$

volgt, als ik bij een collimatiefout c de fout in de waarneming c' noem:

$$c' = c \sin. \varphi \cos. \delta \sin. (t - \frac{1}{2} c) \dots \dots \dots (II)$$

Noem ik de f , die ik nu vind f' dan is

$$f' + c' = (\theta + c) \sin. \varphi \cos. \delta \sin. (t - \frac{1}{2} (\theta + c)) \dots \dots (III)$$

Uit II en III volgt nu

$$f' = \sin. \varphi \cos. \delta \left\{ (\theta + c) \sin. \left(t - \frac{\theta + c}{2} \right) - c \sin. \left(t - \frac{c}{2} \right) \right\} \dots \dots (IV)$$

Na uitwerken en hierbij

$$\begin{array}{ll} \cos. \frac{c}{2} = 1 & \cos. \frac{c + \theta}{2} = 1 \\ \sin. \frac{c}{2} = \frac{c}{2} & \sin. \frac{c + \theta}{2} = \frac{c + \theta}{2} \end{array}$$

stellende, wordt (IV)

$$f' = \sin. \varphi \cos. \delta \left\{ \theta \sin. t - \cos. t \left(\frac{c^2}{2} + \theta c + \frac{\theta^2}{2} \right) \right\} \dots \dots \dots (V)$$

Uit I en V vind ik derhalve:

$$f - f' = \sin. \varphi \cos. \delta \cos. t \left(\theta c + \frac{c^2}{2} \right) \dots \dots \dots (VI)$$

Daar c uitgedrukt wordt in boogsecunden, wordt deze laatste formule, na de termen van hooger graad verwaarloosd te hebben,

$$f - f' = \frac{\theta c}{\sin. 15''} \sin. \varphi \cos. \varphi \cos. t \dots \dots \dots (VII)$$

De grootste θ , die ik gebruikt heb, is die van φ Persei zijnde 96^{sec} , de grootste c $17''$.

Hiervoor vind ik $f - f' = 0^{\text{s}},06$.

Hieruit blijkt hoe klein deze fout is, zoodat ik haar niet in rekening behoefde te brengen.

VIERDE HOOFDSTUK.

Reductie op den middendraad.

De in 't vorige hoofdstuk ontwikkelde methode geeft genoegzaam aan, hoe men weer uit 't aantal secunden f , dat een ster noodig heeft om in den aequator van een der uiterste draden tot den middelsten te komen, kan berekenen 't aantal secunden θ , dat een ster op een zenithsafstand z , noodig heeft, om in den eersten Verticaal van een der uiterste draden tot den middelsten te komen.

$$\theta' = \frac{f}{\cos. \delta \sin. \varphi \sin. (t - \frac{1}{2} \theta)}$$

Ik laat hier weer 't zelfde voorbeeld volgen, op bl. 10 vindt men gemakkelijk log. noemer en op bl. 12 staat log. f .

α Aurigae.

Oc. Noord.

	VII	VI	V	III	II	I
lg. f	1,23744	1,03619	0,73632	0,74601	1,03443	1,20858
lg. noemer	9,51321 ⁵	9,51363	9,51399	9,51471	9,51505	9,51540
lg. θ'	1,72422 ⁵	1,52256	1,22233	1,23130	1,51938	1,69318
θ'	52,99	33,31	16,68 ⁵	17,03	33,07	49,34

Oc. Zuid.

	I	II	III	V	VI	VII
lg. f	1,20858	1,03443	0,74601	0,73632	1,03619	1,23744
lg. noemer	9,51321 ⁵	9,51363	9,51399	9,51471	9,51505	9,51540
lg. θ'	1,69536 ⁵	1,52080	1,23202	1,22161	1,52114	1,72204
θ'	49,59	33,17	17,06	16,66	33,20	52,73

Voor al de gebruikte sterren geef ik in Tabel II de tijdsintervallen.

Bij de reductie op den middendraad kan zich 't geval voordoen, dat de verschillen onderling zoo groot zijn, dat men meent beter te doen deze niet mee te nemen. Als criterium nam ik daarvoor aan: laat ik als grootste verschil in de aequatoriaal-intervallen toe $0^s,4$, dan zal ik als grootste verschil in mijne berekeningen voor 't gemiddelde uit de zes berekende en een waargenomen middendraad, kunnen aannemen, zooveel maal $0^s,4$ als dit interval op deze berekende is begrepen, b.v. voor φ Persei met $\theta' = \pm 96^{\text{sec.}}$ en voor $f = \pm 16^{\text{sec.}}$ $6 \times 0^s,4 = 2^s,4$.

Gelukkig ben ik daar altijd onder gebleven.

Als voorbeeld geef ik weer:

α Aurigae O. Oc. N.

	Waargenomen doorgang.	Herleiding op den middendr.	Doorgang op den middendr.	ε	ε^2
I.	25 ^s ,2	49 ^s ,34	14 ^s ,54	0 ^s ,05	0 ^s ,00
II.	41,6	33,07	14,67	0,08	0,01
III.	57,4	17,03	14,43	0,16	0,03
IV.	14,9		14,90	0,31	0,10
V.	31,4	16,69	14,71	0,12	0,01
VI.	47,7	33,31	14,39	0,20	0,04
VII.	42 ^m 7,5	52,99	14,51	0,08	0,01
			41 ^m 14 ^s ,59(7)		$\varepsilon^2 = 20$

Zooals men uit 't voorbeeld ziet, berekende ik ook de quadraten van de verschillen van de gemiddelde en berekende doorgangen in $\frac{1}{100}$ sec. ⁶⁾ Om hieruit de middelbare fout te vinden, moet ik dit alles tot aequatoriaal tijdsecunden herleiden, dat is dus vermenigvuldigen met $\cos.^2 \delta \sin.^2 \varphi \sin.^2 t$, een factor, dien ik al gebruikt heb. De uitkomst deel ik door:

't aantal draden — aantal keeren waargenomen — zes.

Ik vind hiervoor $m = 0^s,14$:

d. i. de middelbare fout begaan bij de waarneming van één doorgang door een draad in aequatoriaal tijdsecunden

VIJFDE HOOFDSTUK.

Bepaling van de waarde van een niveaudeeltje.

Tusschen de sterwaarnemingen in, las ik nu en dan het niveau af. De resultaten bleven op één avond vrij wel dezelfde; tevens droeg ik zorg, dat de helling klein was, liefst kleiner dan één deeltje.

'Uit een voorbeeld blijkt voldoende, hoe de helling bepaald wordt:

20 Nov. '95 Oc. Z.

Stand van 't niveau.		Som of
links.	rechts.	lengte der bel.
18,0	25,8	43,8
25,5	18,3	43,8
43,5	44,1	
	43,5	
	4 0,6	
	— 0,15	

Op dienzelfden avond vond ik:

te 1 ^u 55 ^m	— 0 ^d , 15	lengte	43 ^d , 8
» 2 17	— 0, 25	»	44, 0
» 3 8	— 0, 50	»	44, 4
» 4 16	— 0, 10	»	44, 8

Deze bepalingen verschillen onderling weinig. Ik kon dus een gemiddelde waarde aan 't einde van iederen avond aannemen.

Met een niveau-onderzoeker van ERTEL onderzocht ik de waarde der deeltjes. Dit toestel bestaat uit een horizontale tafel met een vork voor 't niveau, rustende op drie schroeven, twee aan 't eene uiteinde, dienende om 't tafeltje horizontaal te stellen, en de derde aan 't andere uiteinde met een zeer fijnen schroefdraad en een nauwkeurig in honderd deelen verdeelden schroefkop.

Op 't tafeltje kan over 't niveau een deksel, met glas van boven, gezet worden, om het tegen stralende warmte van buiten te beschutten. Ik breng nu 't niveau, of liever alleen de tubus, in de vork onder 't

kastje. Ik regel de beide schroeven links zoo, dat er een aflezing kan plaats blijven hebben, als de andere schroef verzet wordt; beginnende met den schroefkop op nul te zetten, lees ik 't niveau af, en herhaal dit, nadat de schroefkop op 13, 26 en 39 gezet is. Ditzelfde herhaal ik negen maal, maar begin met den schroefkop, na iedere keer de beide schroeven links geregeld te hebben op 10, 20 tot 90 toe.

Ik vind dan:

22 Aug. '96 te 11^u 50 tot 12^u 35.

Stand van den schroefkop.	Stand van links.	Stand van 't niveau rechts.	Lengte der bel.
0	23,3	4,9	28,2
13	14,6	13,6	28,2
26	6,4	21,8	28,2
39	— 1,4	29,5	28,1
10	28,7	1,1	27,6
23	21,0	— 6,6	27,6
36	12,9	— 14,8	27,7
49	4,9	— 22,6	27,5
			enz. tot
90	23,4	3,2	26,6
3	14,9	11,8	26,7
16	7,0	19,8	26,8
29	0,9	27,6	26,7

Ieder stel geeft me zes waarden, 3 links en 3 rechts voor 13 randdeelen, b.v. voor den stand van den Schroefkop 0 — 39 wordt gevonden.

links	8,7	8,2	7,8
rechts	8,9	8,2	7,7

en eveneens voor den stand 10 — 49

links	7,7	8,1	8,0
rechts	7,7	8,2	7,8
			enz. tot

voor den stand 90 — 29

links	8,5	7,9	7,9
rechts	8,6	8,0	7,8

Ik vind als gemiddelde van deze negen bepalingen:

links	8,06	8,02	7,79
rechts	7,94	8,16	7,64

Op dienzelfden dag te 2^u 20^m — 3^u 15^m herhaalde ik dezelfde waarnemingen en was mijn resultaat:

links	7,87	8,09	7,75
rechts	8,01	8,06	7,66

Neem ik links en rechts gecombineerd, dan vind ik uit deze vier:

$$I = 7,97 \quad II = 8,08 \quad \text{en} \quad III = 7,71.$$

De schroef drukte ik af op papier en vond hiervoor:

$$65 \times \text{Spoed} = 34,25 \text{ mm.}$$

De afstand der schroeven is 546,6 mm., de waarde van een randdeeltje is: 1", 989.

Als waarde van één niveaudeeltje krijg ik dus als eindresultaat:

I	3,25 links.	} Lengte der bel tusschen 28,2 — 26,6.
II	3,20 midden.	
III	3,36 rechts.	

Gemiddeld 3,27⁶)

Een correctie voor de dikte der tappen is niet noodig. Dit bleek al bij 't doen der waarnemingen, maar ook uitvoeriger proeven bevestigden dit.

Ik vind b.v. voor de helling

18 Juni 1896.	Oc. Z.	Oc. N.
	3 ^d , 9	4 ^d , 1
	3, 8	4, 1
	3, 8	3, 7
	3, 9	3, 7
Gemiddeld	<u>3, 85</u>	<u>3, 9</u>

ZESDE HOOFDSTUK.

Berekening der ongecorrigeerde breedte.

Uit de formule:

$$\cos. t = \text{tg. } \delta \cot. \varphi'$$

zou volgen, dat de berekening der breedte φ' voor 't geval men de azimuthale fout en collimatiefout buiten beschouwing laat, eenvoudig hiermee te vinden is. Uit den waargenomen doorgang T kan ik den uurhoek t afleiden, daar de rechte klimming van iedere ster voor iederen avond te ontleenen is aan 't Berliner Jahrbuch. Eveneens is δ bekend. De correctie der pendule (x) is en de dagelijksche gang wordt geregeld in Utrecht bepaald.

Men heeft nu

$$T' = T + x$$

$$t = \alpha - T' \text{ (ster Oost)} \qquad t = T' - \alpha \text{ (ster West)}$$

$$\text{tg. } \varphi' = \text{tg. } \delta \cos t.$$

Berekening van φ' voor 20 Nov. '95.

Oc. Zuid.

$$x = 1^m 19^s,47$$

$$\text{dagelijksche gang} = + 0^s,2282$$

waarbij $t = \alpha - T$ (Oost).

η Aurigae.

T	4 ^u 49 ^m 2 ^s , 69 (6)
x	1 19', 49
T + x	4 50 22, 18
α	4 59 14, 79
t	3 8 52, 61
of t	47° 13' 9", 15
δ	41° 5' 44", 9
lg. tg. δ	9,9406293
lg. cos t	9,8319946
lg. tg. φ'	0,1086347
φ'	52° 5' 32", 71.

Wanneer ik op één avond den Oost- en den West-doorgang van een of meer sterren geobserveerd heb, bepaal ik de azimuthale fout voorloopig, en breng deze voor alle sterren aan bij den uurhoek. Immers een azimuthale fout heeft ten gevolge, dat alle sterren een gelijk bedrag later door den meridiaan gaan. 7) Wel is het nu weer noodig de φ 's te corrigeeren. Noemen we de gecorrigeerde φ' Φ dan is:

$$\cos. \Phi = \cos. \varphi' \sec. a \text{ of}$$

Daar a klein is, is $\sec. a = 1 + \frac{1}{2} a^2$ derhalve

$$\cos. \Phi = \cos. \varphi' (1 + \frac{1}{2} a^2) \dots \dots \dots (I)$$

Om $\Phi - \varphi'$ te vinden, stellen we

$$\begin{aligned} \Phi &= \varphi' + (\Phi - \varphi') \\ \text{dus } \cos. \Phi &= \cos. \varphi' - (\Phi - \varphi') \sin. \varphi \end{aligned}$$

waaruit na substitutie in (I)

$$\Phi - \varphi' = -\frac{1}{2} a^2 \cot. \varphi$$

Daar a en $\Phi - \varphi'$ in radicalen uitgedrukt zijn, wordt de formule:

$$\begin{aligned} \Phi - \varphi' &= -\frac{1}{2} a^2 \cot. \varphi \sin. 1'' \\ &= -(4,2761 - 10) a^2 \end{aligned}$$

waarin wat tusschen de haakjes staat logaritmisch is. Hoe klein deze correctie is, toont 't volgende lijstje aan:

a	$\Phi - \varphi'$
5 sec.	0", 01
10 »	0, 04
15 »	0, 10 enz.

Voor de latere berekening geeft deze wijze van doen veel vereenvoudiging, maar ook voor de berekening van φ' , daar nu φ' niet al te zeer van φ afwijkt. Ik heb een hulptafel gemaakt van secunde tot secunde tusschen $52^\circ 4' 40''$ tot $52^\circ 5' 35''$ met behulp van een logaritentafel met 10 decimalen: hiermee bepaal ik gemakkelijk φ' tot seconden en verder met »CRELLE'S Rechentafeln" de honderdste seconden.

ZEVENDE HOOFDSTUK.

Bepaling van φ uit φ' .

Na de berekening van φ' blijft nu nog over, om hierin de azimuthale fout a en de collimatiefout c in rekening te brengen met behulp der formule:

$$\varphi' = \varphi + i \pm a \operatorname{tg}. z \pm c \operatorname{sec}. z^8).$$

Hierin geldt voor Oc. N. 't positieve teeken wat de collimatiefout betreft en eveneens voor Ster Oost, wat de azimuthale fout aangaat. Laat ik de helling buiten beschouwing, dan schrijf ik liever:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oc. Z. Ster Oost } \varphi + a \operatorname{tg}. z = \varphi' + c \operatorname{sec}. z \\ \text{Oc. N. Ster Oost } \varphi + a \operatorname{tg}. z = \varphi' - c \operatorname{sec}. z \\ \text{Oc. Z. Ster West } \varphi - a \operatorname{tg}. z = \varphi' + c \operatorname{sec}. z \\ \text{Oc. N. Ster West } \varphi - a \operatorname{tg}. z = \varphi' - c \operatorname{sec}. z. \end{array} \right\}$$

Voor elken avond heb ik niet afzonderlijk $\operatorname{tg}. z$ en $\operatorname{sec} z$ te berekenen daar vier decimalen voldoende zijn, en z alleen in de secunden en niet in de minuten verandert. Ik kan dus volstaan, met één hulptafel voor $\operatorname{tg}. z$ en $\operatorname{sec}. z$.

Iedere waarneming geeft volgens 't bovenstaande één vergelijking van den vorm:

$$\varphi' = \varphi + I i \pm A a \pm C c.$$

waarin a , c en φ de onbekenden zijn.

Op één avond vind ik dus een stel vergelijkingen, waarvan 't aantal grooter is dan 't getal onbekenden. De oplossing geschiedt dan volgens de methode der kleinste quadraten. 't Gewicht wordt aangegeven, zoo noodig door 't aantal draden, waarop de ster is waargenomen. Om

't overzicht te vergemakkelijken rangschik ik naar de zenithsafstanden. Ik los eerst voor twee standen Oc. N. en Oc. Z. a en a' op en na eliminatie van die a en a' vind ik c . De coëfficiënt van φ is steeds één, dit vergemakkelijkt het om de normaalvergelijkingen te vinden bij de eliminatie van φ . Alleen als men de gewichten in aanmerking neemt, verandert deze coëfficiënt. De coëfficiënt van a is een decimaalgetal van vier cijfers. Ik heb nu deze vereenvoudiging aangebracht; ik vermenigvuldig niet met dezen coëfficiënt om de normaalvergelijking te vinden als ik a elimineeren wil, maar met een getal, dat twintigmaal grooter is, en dat ik tevens afrond, b.v. z is voor φ Persei 0,2358, dan vermenigvuldig ik met 5. Voor één datum (21 Nov. '95) laat ik hier een voorbeeld in zijn geheel volgen.

Vergelijkingen voor 21 Nov. '95.

Oc. Noord, gerangschikt naar den zenithsafstand. Hierbij is weggelaten $52^{\circ} 4' 40''$.

							gew.
1 φ Persei	W.	$\varphi - 0,2358 a =$	7,95	$- 1,027 c$	7		
2 ζ Lacertae	W.	$\varphi - 0,2617 a =$	7,83	$- 1,033 c$	7		
3 π^2 Cygni	W.	$\varphi - 0,3137 a =$	1,002	$- 1,048 c$	5		
4 ν Persei	W.	$\varphi - 0,3515 a =$	6,92	$- 1,060 c$	6		
5 ι Andromedae	W.	$\varphi - 0,5950 a =$	10,38	$- 1,163 c$	7		
6 \circ Andromedae	W.	$\varphi - 0,6347 a =$	8,12	$- 1,184 c$	7		
7 ν Cygni	W.	$\varphi - 0,6779 a =$	13,60	$- 1,208 c$	7		
8 γ Cygni	W.	$\varphi - 0,7151 a =$	11,05	$- 1,229 c$	4		
9 φ Persei	O.	$\varphi + 0,2358 a =$	6,23	$- 1,027 c$	7		
10 α Persei	O.	$\varphi + 0,2770 a =$	6,93	$- 1,038 c$	7		
11 ν Persei	O.	$\varphi + 0,3515 a =$	5,41	$- 1,060 c$	4		
12 δ Persei	O.	$\varphi + 0,3829 a =$	5,38	$- 1,071 c$	6		
13 c Persei	O.	$\varphi + 0,3839 a =$	5,62	$- 1,071 c$	2		
14 α Aurigae	O.	$\varphi + 0,4553 a =$	3,00	$- 1,099 c$	5		
15 β Aurigae	O.	$\varphi + 0,4975 a =$	0,65	$- 1,117 c$	7		
16 ε Aurigae	O.	$\varphi + 0,5528 a =$	0,54	$- 1,143 c$	7		
17 ν Persei	O.	$\varphi + 0,6140 a =$	1,55	$- 1,173 c$	6		
18 η Aurigae	O.	$\varphi + 0,6640 a =$	1,97	$- 1,200 c$	7		
19 β Persei	O.	$\varphi + 0,6873 a =$	1,08	$- 1,213 c$	7		

Nemen we de gewichten in aanmerking:

	gew.				
1	7 φ —	1,6506 a =	55,65 —	7,189 c	
2	7 φ —	1,8319 a =	54,88 —	7,231 c	
3	5 φ —	1,5685 a =	50,10 —	5,240 c	
4	6 φ —	2,1090 a =	41,52 —	6,360 c	
5	7 φ —	4,1650 a =	72,59 —	8,141 c	
6	7 φ —	4,4429 a =	56,63 —	8,288 c	
7	7 φ —	4,7453 a =	95,20 —	8,456 c	
8	4 φ —	2,8604 a =	44,16 —	4,916 c	
<hr/>					
	50 φ —	23,3736 a =	471,01 —	55,821 c	
9	7 φ +	1,6506 a =	43,61 —	7,189 c	
10	7 φ +	1,9390 a =	48,51 —	7,266 c	
11	4 φ +	1,4060 a =	21,64 —	4,240 c	
12	6 φ +	2,2974 a =	32,28 —	6,426 c	
13	2 φ +	0,7678 a =	11,20 —	2,142 c	
14	5 φ +	2,2765 a =	15,00 —	5,495 c	
15	7 φ +	3,4825 a =	4,55 —	7,819 c	
16	7 φ +	3,8696 a =	3,78 —	8,001 c	
17	6 φ +	3,6840 a =	9,30 —	7,038 c	
18	7 φ +	4,6480 a =	13,79 —	8,400 c	
19	7 φ +	4,8111 a =	7,77 —	8,491 c	
<hr/>					
	65 φ +	30,8325 a =	211,26 —	72,507 c	

We vinden uit de som West en Oost derhalve deze ééne vergelijking:

$$\begin{array}{rcllcl}
 50 \varphi - 23,3736 a & = & 471,01 & - & 55,821 c \\
 65 \varphi + 30,8325 a & = & 211,26 & - & 72,507 c \\
 \hline
 115 \varphi + 7,4589 a & = & 682,27 & - & 128,328 c \\
 \varphi + 0,06486 a & = & 5,9343 & - & 1,11590 c
 \end{array}$$

Om nu de vergelijking te vinden, met een grooten coëfficiënt van a , ga ik op de boven aangegeven wijze te werk:

1	—	35	φ	+	8,2530	a	=	—	278,25	+	35,945	c
2	—	35	φ	+	9,1595	a	=	—	274,40	+	36,155	c
3	—	30	φ	+	9,4110	a	=	—	300,60	+	31,440	c
4	—	42	φ	+	14,7630	a	=	—	290,64	+	44,520	c
5	—	84	φ	+	49,9800	a	=	—	871,08	+	97,692	c
6	—	91	φ	+	57,7577	a	=	—	736,19	+	107,744	c
7	—	98	φ	+	66,4342	a	=	—	1332,80	+	118,384	c
8	—	56	φ	+	40,0456	a	=	—	618,24	+	68,824	c
<hr/>												
	—	471	φ	+	255,8040	a	=	—	4706,40	+	540,704	c
<hr/>												
9		35	φ	+	8,2530	a	=		218,05	—	35,945	c
10		42	φ	+	11,6340	a	=		288,06	—	43,596	c
11		28	φ	+	9,8420	a	=		151,48	—	29,680	c
12		48	φ	+	18,3792	a	=		258,24	—	51,408	c
13		16	φ	+	6,1424	a	=		89,92	—	17,136	c
14		45	φ	+	20,4885	a	=		135,00	—	49,455	c
15		70	φ	+	34,8250	a	=		45,50	—	78,190	c
16		77	φ	+	42,5656	a	=		41,58	—	88,011	c
17		72	φ	+	44,2080	a	=		111,60	—	84,456	c
18		91	φ	+	60,4240	a	=		179,27	—	109,200	c
19		98	φ	+	67,3554	a	=		108,78	—	118,874	c
<hr/>												
		622	φ	+	324,1171	a	=		1630,48	—	705,951	c

Uit deze twee vergelijkingen ontleen ik er nu weer één:

$$\begin{array}{r}
 -471 \varphi + 255,8040 a = -4706,40 + 540,704 c \\
 622 \varphi + 324,1171 a = 1630,48 - 705,951 c \\
 \hline
 151 \varphi + 579,9211 a = -3075,92 - 165,247 c \\
 \varphi - 3,84054 a = 20,3675 - 1,09435 c
 \end{array}$$

Elimineeren we uit beide gevonden vergelijkingen achtereenvolgens φ en a

$$\begin{array}{r}
 \varphi + 0,06486 a = 5,9343 - 1,11590 c \\
 \varphi - 3,84054 a = -20,3675 - 1,09435 c \\
 \hline
 3,77568 a = -26,3018 + 0,02155 c \\
 a = -6,96612 + 0,00571 c \\
 -0,06486 a = 0,45182 - 0,00037 c \\
 \hline
 \varphi = 6,3861 - 1,11627 c
 \end{array}$$

Hierbij de weggelatene $52^{\circ} 4' 40''$

$$\begin{array}{r}
 i = + 5,52 \\
 \hline
 \varphi = 52^{\circ} 4' 51'', 906 - 1,1163 c
 \end{array}$$

Eveneens vind ik voor 20 Nov. een dergelijke vergelijking, waaruit c en vervolgens φ gevonden wordt.

$$\begin{array}{r} \text{Oc. Z. 20 Nov. } \varphi = 52^{\circ} 5' 26'', 972 + 1,0986 c \\ \text{Oc. N. 21 Nov. } \varphi = 52^{\circ} 4' 51'', 906 - 1,1163 c \\ \hline 0 = 35,066 + 2,2149 c \\ c = -15,8319 \\ \varphi = 52^{\circ} 5' 9'', 579. \end{array}$$

Er blijft over de bepaling van a

$$\begin{array}{r} 20 \text{ Nov. } a = +6,2055 + 0,0027 c = +6'', 1628 \\ 21 \text{ Nov. } a = -6,9661 - 0,0057 c = -7'', 0565 \end{array}$$

Voor 21 Nov. is bij de doorgangen $3^s,50$ bijgevoegd, corresponderende met $\Delta a = -41'', 42$. Het wezenlijke azimuth is dus $34'', 36$.

Voor iedere Ster berekende ik afzonderlijk φ , om de proef op de waarnemingen te maken.

21 Nov. Oc. N. φ Persei W.

$$\begin{array}{r} \varphi = 52^{\circ} 4' 47'', 95 \\ A a = -1,66 \\ C c = +16,26 \\ i = +5,52 \\ \hline \varphi = 52^{\circ} 5' 8'', 07 \end{array}$$

Eveneens voor de andere Sterren:

20 Nov. 1895. Oc. Z.

Weggelaten is voor φ $52^{\circ} 5'$.

Ster.		φ	ε	ε^2
η Aurigae	O.	8,83	-0,75	0,56
ε Aurigae	O.	9,45	-0,13	0,02
β Aurigae	O.	8,11	-1,47	2,16
α Aurigae	O.	9,54	-0,04	0,00
c Persei	O.	10,82	+1,24	1,54
ψ Aurigae	O.	12,09	+2,51	6,30
\circ Aurigae	O.	10,05	+0,47	0,22
φ Persei	W.	6,49	-3,09	9,55
θ Persei	W.	9,80	+0,22	0,05
ν Persei	W.	8,77	-0,81	0,66
ι Andromedae	W.	12,24	+2,66	7,08
\circ Andromedae	W.	8,71 ⁵	-0,86 ⁵	0,74
				28,88

21 Nov. 1895. Oc. N.

Ster.		φ	ε	gew.	$G \varepsilon^2$
β Persei	O.	10", 65	+ 1,07	1	1,14
η Aurigae	O.	11, 18	+ 1,60	1	2,56
ν Persei	O.	9, 98	+ 0,40	$\frac{6}{7}$	0,13
ε Aurigae	O.	8, 06	- 1,52	1	2,31
β Aurigae	O.	7, 36	- 2,22	1	4,93
α Aurigae	O.	9, 13	- 0,45	$\frac{5}{7}$	0,14
c Persei	O.	10, 81	+ 1,23	$\frac{2}{7}$	0,43
δ Persei	O.	10, 56	+ 0,98	$\frac{6}{7}$	0,82
ν Persei	O.	10, 19	+ 0,61	$\frac{4}{7}$	0,21
α Persei	O.	10, 84	+ 1,26	1	1,59
φ Persei	O.	9, 67	+ 0,09	1	0,01
φ Persei	W.	8", 07	- 1,51	1	2,28
η Lacertae	W.	7, 85	- 1,73	1	2,99
π^2 Cygni	W.	9, 92	+ 0,34	$\frac{5}{7}$	0,09
ν Persei	W.	6, 74	- 2,84	$\frac{6}{7}$	6,92
ι Andromedae	W.	10, 11	+ 0,53	1	0,28
\circ Andromedae	W.	7; 90	- 1,68	1	2,82
γ Cygni	W.	10, 98	+ 1,40	$\frac{4}{7}$	1,12
ν Cygni	W.	13, 46	+ 3,88	1	15,05
Gemiddelde		9", 58		$16\frac{3}{7}$	45,82

Nu is, als m de middelbare fout van één bepaling met 7 draden is,

$$m^2 = \frac{\sum \varepsilon^2}{p - q}$$

waarin p 't aantal waarnemingen hier $12 + 19 = 31$

en q 't aantal geëlimineerde grootheden hier 4 zijnde φ , a , a' en c , waaruit

$$m = \pm 1", 66.$$

Verder leidde ik hieruit af, de middelbare fout der einduitkomst μ , aldus:

$$\begin{aligned} \frac{1}{12} m^2 &= 0,231 \\ \frac{1}{16\frac{3}{7}} m^2 &= 0,169 \\ \hline \sqrt{0,400} &= 2 \mu, \end{aligned}$$

en dus $\mu = \pm 0", 32.$

ACHTSTE HOOFDSTUK.

Overzicht der waarnemingen.

De ontwikkelde methode geeft aan, welke breedtebepaling iedere doorgang geeft. Week deze al te sterk af, dan werd die avond herberekend zonder deze. Op 21 Nov. b.v. heb ik om deze reden uitgesloten: 74 Cygni W. gevende $\varphi = 52^{\circ} 5' 19'', 29$ met een gewicht 3.

Zoo heb ik zelfs voor 26 Oct., een der eerste waarnemingsavonden, een herhaalde herberekening toegepast. Om de berekening te vereenvoudigen heb ik de gewichten gelijk gemaakt. Soms ook heb ik een enkele ster, die aan minder dan zeven draden was waargenomen, vóór de berekening verwaarloosd. Ik kan er bijna altijd van op aan, dat de oorzaak hiervan is de minder goede luchtgesteldheid. Een enkele blik op de gevonden vergelijkingen is meestal ook voldoende, om een slechte vergelijking te onderscheiden van de goede. Op 11 Nov. heb ik om deze reden er twee van de tien weggelaten.

Op den 10^{den} Nov. heb ik te weinig waarnemingen om een φ te berekenen. Daar de berekening van φ uit den eersten waarnemingsavond 24 Oct. geen voldoende resultaat geeft, en 't aantal waarnemingen te klein is, om een herberekening toe te laten, heb ik dezen avond in 't eindresultaat niet meegenomen. Wordt op een avond na de tweede of derde waarneming 't azimuth veranderd, dan geven deze doorgangen een vergelijking met een andere a , die men later oplost.

Er blijven dan over

Oc. Z.	Oc. N.	φ	Waarn.	Draden	c
Oct. 26	Nov. 1	$52^{\circ} 5' 10'', 600$	13	68	— 21'', 64
Nov. 13	Nov. 11	$52 5 10, 818$	20	140	— 12, 68
Nov. 16	Nov. 16	$52 5 11, 040$	7	46	— 10, 61
Nov. 18	Nov. 19	$52 5 10, 895$	22	145	— 15, 71
Nov. 20	Nov. 21	$52 5 9, 575$	31	199	— 15, 83
			93	598	

Gemiddelde $52^{\circ} 5' 10'', 41$.

De collimatiefout is niet dezelfde gebleven. Noemen we m de middelbare fout van één bepaling met 7 draden dan is

$$m^2 = \frac{\sum \varepsilon^2}{p - q}$$

waarin $p = 93$ 't aantal waarnemingen en $q = 20$, daar ik vijfmaal vier grootheden geëlimineerd heb.

Ik vind:

$$m = \pm 1'', 96.$$

Bereken ik verder op dezelfde wijze als hierboven de middelbare fout der einduitkomst μ met behulp van deze m , dan vind ik voor deze tien avonden

$$\mu = \pm 0'', 25.$$

Neem ik evenwel de m op dien avond gevonden, dan vind ik

$$\mu = \pm 0'', 24.$$

Mijn eindresultaat uit 93 waarnemingen is derhalve

$$\underline{52^\circ 5' 10'', 41}$$

met een middelbare fout

$$\pm 0'', 25.$$

NEGENDE HOOFDSTUK.

De dissertatie van Prof. OUDEMANS.

In de boven reeds aangehaalde dissertatie van Prof. OUDEMANS, (quartoformaat) wordt 't resultaat van 1465 waarnemingen neergelegd. Deze zijn gedaan van af Mei 1848 tot Sept. 1849. De dissertatie zelf verscheen in October 1852. Ze vervalt in twee deelen:

- I. Narrationes et disquisitiones (p 1 — 96).
- II. Tabulae (p. 1 — 144).

In tabel XI wordt als einduitkomst gegeven:

$$\varphi = 52^{\circ} 9' 27'', 39.$$

De plaats van waarneming was de oude sterrewacht boven 't academiegebouw te Leiden. Een vaste opstelling, zooals ik die gehad heb, ontbrak dus geheel. Bovendien werd op iederen avond in 't begin en aan 't einde der andere waarnemingen een tijdsbepaling genomen. Behalve de breedte der sterrewacht bepaalde de S. de declinatie van 101 sterren. Het resultaat hiervan wordt meegedeeld in de laatste tabel XII. Dr. HERMAN S. DAVIS publiceerde deze op nieuw in de Astr. Nachr. Bd. 138 n°. 33 11 Sept. '95.

Over de dissertatie zelf is het mijne bedoeling niet, uitvoeriger te spreken. Ik wil er alleen nog aan ontleenen eenige middelbare fouten en die met de mijne vergelijken.

Prof. OUDEMANS heeft drie maal den afstand der draden bepaald en vindt hiervoor als middelbare fout van iedere waarde van den afstand van twee draden:

$m = 0^s, 174$	(bl. 11)
$m = 0, 0858$	(» 12)
$m = 0, 0727$	(» 13)

Bij mij zijn de aan den voet van blz. 41 gevondene getallen middens van gemiddeld 124 bepalingen, voor een dergelijk midden zou dus uit deze getallen volgen

$$\frac{0^s, 174}{\sqrt{124}} = 0^s, 016$$

$$\frac{0, 0858}{\sqrt{124}} = 0, 008$$

$$\frac{0, 0727}{\sqrt{124}} = 0, 0065$$

ik vind . . 0, 015.

Op bl. 5 staat, dat de waarschijnlijke fout voor sterren met een middelbare declinatie $39^{\circ} 37'$ en die dus ongeveer 36° van 't zenith af zijn bij den doorgang in den eersten verticaal is $0^s, 107$, afgeleid uit 103 doorgangen bij 653 draden. Voor sterren evenwel met grootere declinatie, tot 49° , wordt uit 171 sterren en 929 draden gevonden $0^s, 173$, sterren met grootere declinatie worden weggelaten.

Ik vind als middelbare fout begaan bij de waarneming van één doorgang door één draad in aequatoriaaltijdseconden:

$$m = 0^s, 14.$$

In 't eindresultaat van de uitkomst voor φ vind ik:

$$m^2 = 1'', 99.$$

Op bl. 86 bevindt zich dezelfde waarde voor sterren met een declinatie tusschen 48° en $52^{\circ} 9'$

$$m^2 = 1'', 23$$

en voor sterren met een declinatie tusschen 36° en $52^{\circ} 9'$

$$m^2 = 2'', 26.$$

Ten slotte neem ik nog over een overzicht voorkomende op bl. 83:

				breedte.	aantal av.	waarn.	versch. einduitk.
9 Mei	1848 tot	7 Aug.	1848	$52^{\circ} 9' 26'', 79$	13	137	$-0'', 67$
7 Oct.	»	11 Dec.	»	28, 14	8	58	$+0, 68$
31 Dec.	»	28 Jan.	1849	27, 08	10	131	$-0, 38$
11 Feb.	1849	20 Maart	»	26, 93	7	122	$-0, 53$
15 Apr.	»	4 Mei	»	27, 59	7	150	$+0, 13$
12 Mei	»	4 Juni	»	27, 35	7	145	$-0, 11$
11 Juni	»	7 Juli	»	27, 63	9	237	$+0, 17$
9 Juli	»	15 Juli	»	27, 58	6	162	$+0, 12$
28 Juli	»	13 Aug.	»	27, 71	7	135	$+0, 25$
15 Aug.	»	6 Sept.	»	27, 67	7	180	$+0, 21$

TIENDE HOOFDSTUK.

Vergelijking met de uitkomst van anderen

De breedte van Utrecht is nu, voor zoover ik weet, viermaal bepaald. In 1857/58 leidde SCHROEDER VAN DER KOLK, toen nog Phil. Cand.,⁹⁾ uit zijn waarnemingen in den eersten verticaal af:

$$\varphi = 52^{\circ} 5' 10'', 53$$

met een waarschijnlijke fout

$$w = \pm 0'', 14.$$

In 1881 vond de toenmalige Lt. ter Zee BLAUW¹⁰⁾ uit waarnemingen in den meridiaan met behulp van 't universaalinstrument

$$\varphi = 52^{\circ} 5' 9'', 64$$

met een waarschijnlijke fout

$$w = \pm 0,2.$$

Door welwillendheid van Prof. OUDEMANS ben ik in staat een nog niet gepubliceerd resultaat mee te deelen, volgende uit de waarnemingen van den Ingenieur bij de Rijkscommissie van Graadmeting R. POSTHUMUS MEIJES, op den Domtoren gedaan voor de Graadmeting in Nederland:

$$\varphi = 52^{\circ} 5' 9'' 93.$$

Ik heb dus 't volgende overzicht:

	Breedte.	Vershil met gemiddelde.
Schr. v. d. K.	52° 5' 10'', 53	0'', 40
Bl.	9, 64	0, 49
P. M.	9, 93	0, 20
B.	10, 41	0, 28
Gemiddelde	10, 13	

De breedte van Leiden is zeer nauwkeurig door de observatoren, KAM en van HENNEKELER (1862—68) bepaald. ¹¹⁾

$$\varphi = 52^{\circ} 9' 19'', 96$$

met een waarschijnlijke fout

$$w = \pm 0'', 007.$$

De meridiaancirkel, waarin deze waarnemingen geschied zijn, ligt $7'', 47$ zuid en $6'', 84$ west van de oude Sterrewacht te Leiden.

Ik gaf hierboven al 't resultaat op van Prof. OUDEMANS, zijnde:

$$\varphi = 52^{\circ} 9' 27'', 40.$$

De overeenkomst is dus schitterend ¹²⁾.

Aanteekeningen.

1. bl. 1 regel 1 v. b.

Dissertatio astronomica inauguralis exhibens observationes ope instrumenti transitorii portabilis institutas., Lugd. Batav. 1852.

2. bl. 2 regel 1 v. b.

Zie voor de beschrijving, behalve de genoemde dissertatie, F. KAISER. Het observatorium te Leiden 1838, 3^{de} Hoofdstuk.

3. bl. 2 regel 7 v. b.

Zooals later blijken zal, vind ik als waarde links 17^s, 225, rechts 16^s, 182.

4. bl. 4 regel 10 v. b.

Men vindt dit in Chauvenet, Spherical and practical astronomy, Vol II pag. 240.

5. bl. 16 regel 9 v. o.

Als quadratentafel is bijzonder voor dit geval aan te bevelen: JOH. HEINR. TRAUOGOTT MÜLLER, 4-stellige Logarithmen enz., 1^e druk. Bij den herdruk is deze tafel niet overgenomen. Op 2 bladzijden staan in drie cijfers de quadraten van 0.001—0,999.

6. bl. 19 regel 10 v. o.

Prof. OUDEMANS was naar aanleiding van dit resultaat zoo vriendelijk mij 't volgende te schrijven:

»Ik vind in mijn journaal, dat in Nov. 1885 de volgende waarden gevonden zijn voor een deeltje van het niveau van ERTEL. Tusschen-schot links

lengte der bel.	1 ^e deel links.	2 ^{de} deel midden.	3 ^{de} deel rechts.
35 ^δ	3", 41 ⁵	2", 99	3", 40
27	3, 05	3, 12	3, 09

Wellicht zouden bij een lengte der bel = 28^δ alle drie de getallen gelijk geweest zijn. Deze bepaling geschiedde met een niveau-onderzoeker van HILDEBRANDT en SCHRAMM."

7. bl. 21 regel 17 v. b.

Behalve langs den analytischen weg kan men dit, zooals Prof. OUDEMANS gewoonlijk op college deed, door een figuur duidelijk maken.

In den rechthoekigen boldriehoek, met pool en zenith van den hemel en 't zenith van 't instrument is

$$\begin{aligned} \cos. (90 - a) &= \cos. (90 - \varphi) \sin. t \\ \text{of } a &= t. \sin. \varphi \end{aligned}$$

daar t en a kleine grootheden zijn.

8. bl. 23 regel 4 v. b.

Deze formule wordt ook gewoonlijk in de handboeken analytisch afgeleid. Ook uit een figuur is ze te vinden.

bl. 33 regel 2 v. b.

9. Verslagen K. A. v. W. 1859 deel 9 bl. 199.

bl. 33 regel 7 v. b.

10. Astron. Nachr. 101 s. 171.

bl. 34 regel 2 v. b.

11. Annalen der Sternwarte zu Leiden, Bd. 2 s. 110—118.

bl. 34 regel 1 v. o.

12. KAISER bepaalde in 1838 uit doorgangen in den eersten verticaal de breedte op

$$\varphi = 52^{\circ} 9' 28'', 16$$

met een waarschijnlijke fout $\pm 0'', 15$.

(Astr. Nachr. Bd. 17 s. 100; 18 s. 3.)

Tabellen I en II.

TABEL I

voor de verklaring zie pag. (3 en 4).

Tijd van doorgang door den eersten verticaal van 49 sterren en de daarbij behoorende zenithsafstand, naar de uren gerangschikt.

Afgeleid uit Berliner Jahrbuch (Mittelle Ort. 1896) tusschen de grenzen 39°—52° voor de declinatie.

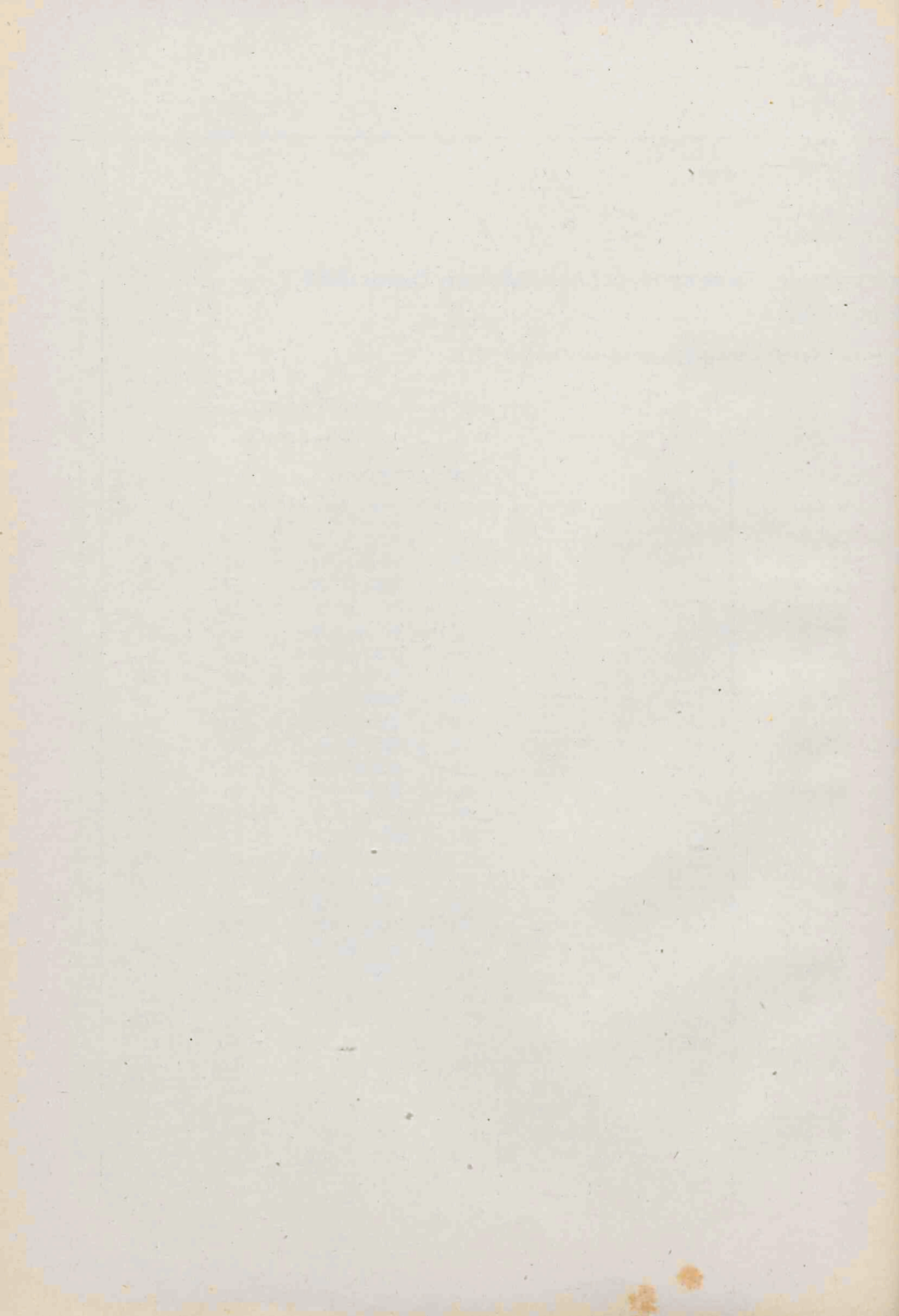
Oc. Z. STER W. —→

Oc. Z. STER O. ←

Oc. N. STER O. ←

Oc. N. STER W. —→

NUMMER B. J.	GROOTTE.	NAAM.	OOST OF WEST.	UUR.	DOORGANG.			ZENITHSAFSTAND.							
					ZIJDRAAD.	MIDDENDRAAD.	ZIJDRAAD.	GRADEN.	ZIJDRAAD.	MIDDENDR.	ZIJDRAAD.	GRADEN.	ZIJDRAAD.	MIDDENDR.	ZIJDRAAD.
300	4,0	ν Cygni.	W.	0 ^u	3 ^m 58 ^s	4 ^m 34 ^s	5 ^m 10 ^s	34°	2'	8'	14'	325°	58'	52'	46'
24	4,0	φ Persei.	O.		11 40	13 10	15 40	13	0	16	32	346	60	44	28
59	4,0	ν Persei.	O.		37 21	38 14 ^s	38 40	31	27	33	39	328	33	27	21
40	4,0	ζ Persei.	O.		47 6	48 12	49 18	17	22	32	42	342	38	28	18
514	5,0	74 Cygni.	W.		49 20	49 55	50 30	35	27	32	37	324	33	28	23
57	3,1	δ Persei.	O.	1	26 40	27 46	28 52	20	48	57	66	338	72	63	54
52	2,0	α Persei.	O.		38 27	39 45	41 3	15	17	29	41	344	43	31	19
83	3,6	η Aurigae.	O.		49 45	50 23	50 59	33	29	35	41	326	31	25	19
69	4,0	c Persei.	O.		52 10	53 6	55 2	20	51	60	69	338	69	60	51
327	3,6	ο Andromedae.	W.	2	0 12	0 51	1 28	32	18	24	30	327	42	36	30
81	3,0—4,5	ε Aurigae.	O.		5 56	6 38	7 20	28	50	56	62	331	70	64	58
332	4,0	ι Andromedae.	W.		28 39	29 18	29 57	30	39	45	51	329	21	15	9
86	1,0	α Aurigae.	O.		42 1	42 52	43 41	24	22	29	36	335	38	31	24
341	5,0	ο Cassiopejae.	W.		41 45	43 16	44 45	20	6	20	32	339	54	40	26
24	4,0	φ Persei.	W.	3	0 21	1 6	1 51	13	9	16	23	346	51	44	37
103	2,0	β Aurigae.	O.		14 52	15 54	16 56	26	17	27	37	333	43	33	23
23	3,6	ν Persei.	W.		29 22	30 40	31 58	19	10	22	34	340	50	38	26
377	5,8	ο Aurigae.	O.	4	4 50	6 8	7 26	14	22	34	46	345	38	26	14
40	4,0	ζ Persei.	W.		24 51	25 59	26 7	17	22	32	42	342	38	28	18
385	5,1	ψ Aurigae.	O.		35 56	37 10	38 24	15	45	56	67	343	53	64	75
52	2,0	α Persei.	W.		53 50	54 2 ^s	55 16	15	18	29	40	344	42	31	20
32	2,4	γ Adromedae.	W.	5	0 8	0 46	1 24	32	11	17	23	327	49	43	37
407	5,0	31 Lyncis.	O.		25 50	26 31 ^s	27 14	29	7	13	19	330	53	47	41
57	3,1	δ Persei.	W.		42 19	43 16	45 13	20	48	57	66	338	72	63	54
132	4,0	10 Ursae maj.	W.		52 56	54 34	54 12	31	32	38	44	328	28	22	16
69	4,0	c Persei.	W.	6	8 10	9 7	10 4	20	51	60	69	338	69	60	51
50	2,2—3,7	β Persei.	W.		13 35	14 10	14 47	34	25	30	35	325	35	30	25
59	4,0	ν Persei.	W.		37 37	38 14 ^s	38 53	31	27	33	39	328	33	27	21



NUMMER B. J.	GROOTTE.	NAAM.	OOST OF WEST.	UUR.	ZIJDRAAD.	MIDDENDRAAD.	ZIJDRAAD.	GRADEN.	ZIJDRAAD.	MIDDENDR.	ZIJDRAAD.	GRADEN.	ZIJDRAAD.	MIDDENDR.	ZIJDRAAD.
133	3,3	χ Ursae maj.	O.	6 ^h	49 ^m 17 ^s	50 ^m 14 ^s	51 ^m 11 ^s	20°	32'	41'	50'	319°	28'	19'	10'
130	3,0	ι Ursae maj.	O.		57 1	58 5	59 9	18	17	27	37	321	43	33	23
147	3,3	λ Ursae maj.	O.	7	1 6	1 47	2 28	29	16	22	28	330	44	38	32
64	3,3	ε Persei.	W.		5 6	5 40	6 14	35	50	55	60	323	69	64	59
377	5,8	ο Aurigae.	W.		8 13	9 33	10 53	14	21	34	47	345	39	26	13
149	3,0	μ Ursae maj.	O.		13 48	14 26	15 4	31	51	57	63	327	69	63	57
405	4,6	27 Lyncis.	O.		24 —	28 8	32 —	4	20	56	92	354	80	4	28
86	1,0	α Aurigae.	W.		34 19	35 9	35 59	24	21	29	37	335	39	31	23
81	3,0—4,5	ε Aurigae.	W.		41 41	42 23	43 25	28	50	56	62	330	70	4	58
385	5,1	ψ Aurigae.	W.		55 23	56 37	57 51	15	45	56	67	343	75	64	53
83	3,6	η Aurigae.	W.	8	7 28	8 4	8 40	33	29	35	41	326	31	25	19
103	2,0	β Aurigae.	W.		27 9	27 54	28 39	26	20	27	34	333	40	33	26
405	4,6	27 Lyncis.	W.		29 —	33 8	37 —	4	20	56	92	354	100	64	28
445	4,3	8 Canum ven.	O.	9	25 41	26 19	26 57	32	2	8	14	327	58	52	46
155	3,1	ψ Ursae maj.	O.		28 19	29 4	29 49	26	5	12	19	334	55	48	41
163	3,8	χ Ursae maj.	O.		44 7	45 9	46 11	18	32	42	52	341	28	18	8
130	3,0	ι Ursae maj.	W.	10	45 0	46 6	47 12	18	17	27	37	341	43	33	23
133	3,3	γ Ursae maj.	W.	11	1 50	2 49	3 48	20	32	41	50	339	28	19	10
407	5,0	31 Lyncis.	W.		4 13	4 54	5 33	29	7	13	19	330	53	47	41
199	3,0	β Bootis.	O.		46 24	47 1	47 37	33	59	65	71	325	61	55	49
188	4,0	λ Bootis.	O.		52 58	53 50	54 42	22	52	60	68	336	68	60	52
132	4,0	10 Ursae maj.	W.		53 34	54 13	54 52	31	32	38	44	328	28	22	16
181	2,0	η Ursae maj.	O.	12	10 9	12 44	14 19	7	13	37	61	351	107	83	59
206	4,5	ν Bootis.	O.		18 26	19 3	19 40	33	19	25	31	326	41	35	29
149	3,0	μ Ursae maj.	W.	13	17 12	17 50	18 28	31	51	57	63	327	69	63	57
147	3,3	λ Ursae maj.	W.		20 12	20 52	21 33	29	16	22	28	330	44	38	32
230	4,1	σ Herculis.	O.		33 30	34 8 ^s	34 48	30	43	49	53	329	17	11	5
163	3,8	χ Ursae maj.	W.		34 56	35 58	37 0	18	32	42	52	341	28	18	8
155	3,1	ψ Ursae maj.	W.		37 49	38 34	39 19	26	5	12	19	333	55	48	41
224	3,3	τ Herculis.	O.		57 0	57 58	58 55	20	52	61	70	338	68	59	50
244	3,3	ι Herculis.	O.	15	11 25	12 14 ^s	13 5	23	59	67	75	335	61	53	45
181	2,0	η Ursae maj.	W.		12 34	14 9	16 44	7	13	37	61	351	107	83	59
445	4,3	8 Canum ven.	W.		30 40	31 18	31 56	32	2	8	14	327	58	52	46
492	4,3—4,6	R Lyrae.	O.	16	4 50	5 32 ^s	6 14	28	34	40	46	321	26	20	14
188	4,0	Bootis.	W.		30 10	31 2	31 54	22	52	60	68	336	68	60	52
289	2,4	γ Cygni.	O.	17	0 37	1 12	1 47	35	29	34	39	324	31	26	21
278	2,8	ο Seq. Cygni.	O.		4 22	5 8	5 54	25	27	34	41	335	33	26	19
352	2,3	ν Cygni.	O.		4 42	7 22	10 2	6	50	75	100	352	70	45	20
300	4,0	γ Draconis.	O.		41 26	42 2	42 38	34	2	8	14	325	58	52	46
288	4,5	δ Cygni.	O.		49 17	50 9	51 1	23	11	19	27	336	49	41	33
294	1,6	α Cygni.	O.	18	0 42	1 37	2 22	26	24	31	38	333	36	29	22

NUMMER B. J.	GROOTTE.	NAAM.	OOST OF WEST.	UUR.	ZIJDRAAD.	MIDDENDRAAD ^b .	ZIJDRAAD.	GRADEN.	ZIJDRAAD.	MIDDENDR.	ZIJDRAAD.	GRADEN.	ZIJDRAAD.	MIDDENDR.	ZIJDRAAD.
498	4,6	ε Cygni.	O.	18 ^u	4 ^m 30 ^s	5 ^m 53 ^s	7 ^m 16 ^s	13°	41'	54'	67'	345°	79'	66'	53'
199	3,0	β Bootis.	W.		8 27	9 3	9 39	33	59	65	71	325	61	55	49
514	5,0	74 Cygni.	O.		15 3	15 38	17 13	35	27	32	37	324	33	28	38
224	3,3	τ Herculis.	W.		34 24	35 16	36 8	22	53	61	69	336	67	59	51
206	4,5	ν Bootis.	W.		34 33	35 20	35 57	33	20	25	30	324	45	40	35
276	4,1	ι Cygni.	O.		37 52	40 32	43 12	6	48	73	98	352	72	47	22
252	2,3	γ Draconis.	W.		38 21	41 1	43 41	6	50	75	100	352	70	45	20
230	4,1	σ Herculis.	W.	19	26 41	27 21 ^b	28 1	30	43	49	55	329	17	11	5
327	3,6	ο Andromedae.	O.		52 48	54 34 ^b	54 2	32	18	24	30	327	42	36	30
517	5,3	π ² Cygni.	O.		53 38	54 44	55 50	17	15	25	35	342	45	35	25
244	3,3	ι Herculis.	W.	20	0 1	0 49	1 37	24	0	7	14	335	60	53	46
276	4,1	ι Cygni.	W.		0 38	3 38	6 38	6	47	63	89	352	73	47	21
332	4,0	ι Andromedae.	O.		36 6	36 46	37 26	30	39	45	51	329	21	15	9
319	4,0	7 Lacertae.	O.		53 24	54 41	56 8	14	27	40	53	345	33	20	7
498	4,6	ε Cygni.	W.		59 55	61 26	62 56	13	40	54	68	345	80	66	52
492	4,3—4,6	R Lyrae.	W.	21	38 7	38 48	39 29	28	34	40	46	331	26	20	14
524	4,4	3 Lacertae.	O.		38 25	41 45	45 5	5	14	50	86	353	106	70	34
278	2,8	δ Cygni.	W.	22	17 33	18 19	19 5	25	27	34	41	334	33	26	19
288	4,5	ο seq. Cygni.	W.		29 43	30 34	31 25	23	11	19	27	336	49	41	33
341	5,0	ο Cassiopejæ.	O.		33 38	34 36	35 34	20	11	20	29	339	49	40	31
32	2,4	γ Andromedae.	O.		53 37	54 15 ^b	54 54	32	11	17	23	327	49	43	37
524	4,4	3 Lacertae.	W.		53 52	57 11 ^b	60 32	5	14	50	86	353	106	70	34
294	1,6	α Cygni.	W.	23	13 25	14 10	14 55	26	24	31	38	333	36	29	22
517	5,3	π ² Cygni.	W.		30 3	31 10	32 17	17	15	25	35	342	45	35	25
23	3,6	ν Persei.	O.		31 33	32 33	33 33	19	12	22	32	340	48	38	28
289	2,4	γ Cygni.	W.		35 13	35 48	36 22	35	29	34	39	324	31	26	21
50	2,2—3,7	β Persei.	O.		48 1	48 37	49 13	34	25	30	35	325	35	30	25
319	4,0	7 Lacertae.	W.		57 40	59 19	61 49	14	27	40	53	345	33	20	7

TABEL II.

Berekende *θ*'s.

Naam	Oc.	I	II	III	V	VI	VII
γ Cygni	N.	35 ^s , 19	23 ^s , 58	12 ^s , 14	11 ^s , 88	23 ^s , 71	37 ^s , 70
	Z.	35, 27	23, 61	12, 15	11, 87	23, 67	37, 61
74 Cygni	N.	35, 24	23, 61	12, 16	11, 90	23, 74	37, 75
	Z.	35, 32	23, 64	12, 17	11, 89	23, 71	37, 66
β Persei	N.	36, 14	24, 21	12, 47	12, 20	24, 35	38, 71
	Z.	36, 23	24, 25	12, 48	12, 19	24, 31	38, 62
ν Cygni	N.	36, 47	24, 43	12, 58	12, 31	24, 57	39, 07
	Z.	36, 56	24, 47	12, 59	12, 30	24, 53	38, 98
η Aurigae	N.	37, 00	24, 79	12, 77	12, 49	24, 93	39, 65
	Z.	37, 10	24, 83	12, 78	12, 48	24, 89	39, 55
ο Andromedae	N.	38, 19	25, 59	13, 18	12, 90	25, 74	40, 93
	Z.	38, 29	25, 63	13, 19	12, 89	25, 69	40, 81
γ Andromedae	N.	38, 31	25, 67	13, 22	12, 94	25, 82	41, 06
	Z.	38, 42	25, 71	13, 23	12, 92	25, 77	40, 94
ν Persei	N.	39, 12	26, 21	13, 50	13, 21	26, 36	41, 93
	Z.	39, 23	26, 26	13, 51	13, 20	26, 31	41, 80
ι Andromedae	N.	40, 03	26, 82	13, 82	13, 52	26, 98	42, 91
	Z.	40, 15	26, 87	13, 83	13, 51	26, 93	42, 78
31 Lyncis	N.	41, 92	28, 09	14, 47	14, 16	28, 26	44, 95
	Z.	42, 06	28, 15	14, 48	14, 15	28, 20	44, 80
ε Aurigae	N.	42, 29	28, 34	14, 59	14, 29	28, 52	45, 36
	Z.	42, 44	28, 40	14, 61	14, 27	28, 45	45, 20
R Lyrae	N.	42, 64	28, 58	14, 72	14, 41	28, 76	45, 75
	Z.	42, 80	28, 65	14, 74	14, 39	28, 69	45, 58
δ Cygni	N.	45, 71	30, 64	15, 78	15, 45	30, 84	49, 06
	Z.	45, 91	30, 72	15, 80	15, 43	30, 76	48, 85
α Cygni	N.	45, 82	30, 70	15, 81	15, 49	30, 91	49, 17
	Z.	46, 01	30, 79	15, 84	15, 47	30, 83	48, 97
β Aurigae	N.	45, 90	30, 76	15, 84	15, 52	30, 97	49, 27
	Z.	46, 10	30, 85	15, 87	15, 50	30, 89	49, 06
α Aurigae	N.	49, 34	33, 07	17, 03	16, 69	33, 31	52, 99
	Z.	49, 59	33, 17	17, 06	16, 66	33, 20	52, 73
ο' Seq. Cygni	N.	51, 64	34, 61	17, 83	17, 47	34, 88	55, 48
	Z.	51, 92	34, 74	17, 86	17, 44	34, 75	55, 19
c Persei	N.	56, 99	38, 20	19, 69	19, 30	38, 53	61, 32
	Z.	57, 38	38, 37	19, 73	19, 25	38, 36	60, 90

Naam	Oc.	I	II	III	V	VI	VII
δ Persei	N.	57 ^s , 41	38 ^s , 28	19 ^s , 73	19 ^s , 34	38 ^s , 62	61 ^s , 46
	Z.	57, 51	38, 46	19, 77	19, 29	38, 43	61, 04
ο Cassiopejæ	N.	58, 81	39, 43	20, 32	19, 92	39, 78	63, 32
	Z.	59, 24	39, 62	20, 37	19, 87	39, 59	62, 85
υ Persei	N.	61, 60	41, 30	21, 29	20, 87	41, 69	66, 37
	Z.	62, 10	41, 52	21, 34	20, 82	41, 47	65, 83
ζ Persei	N.	67, 72	45, 42	23, 42	22, 98	45, 90	73, 10
	Z.	68, 40	45, 72	23, 49	22, 90	45, 61	72, 37
π ² Cygni	N.	68, 10	45, 71	23, 56	23, 12	46, 19	73, 57
	Z.	68, 84	46, 00	23, 64	23, 04	45, 89	72, 78
ψ Aurigæ	N.	74, 18	49, 77	25, 67	25, 20	50, 40	80, 24
	Z.	75, 08	50, 16	25, 77	25, 10	49, 97	79, 27
α Persei	N.	76, 34	51, 22	26, 42	25, 94	51, 86	82, 63
	Z.	77, 32	51, 65	26, 53	25, 83	51, 43	81, 58
7 Lacertæ	N.	80, 40	53, 97	27, 84	27, 35	54, 69	87, 17
	Z.	81, 56	54, 47	27, 97	27, 22	54, 18	85, 93
ο Aurigæ	N.	80, 93	54, 32	28, 02	27, 54	55, 05	87, 75
	Z.	82, 11	54, 83	28, 16	27, 41	54, 54	86, 49
φ Persei	N.	88, 63	59, 52	30, 72	30, 22	60, 44	96, 41
	Z.	90, 21	60, 20	30, 90	30, 04	59, 76	94, 72

STELLINGEN.

I.

In de jaarboeken moet men de breedte van Utrecht opgeven $52^{\circ} 5' 10''$ in plaats van $52^{\circ} 5' 10'', 5$.

II.

De methode GAUSS-ENCKE voor 't berekenen van een planetenloopbaan is te verkiezen boven die van OPPOLZER.

III.

De verdeeling der sterren naar hun spectraaltype van VOGEL is te verkiezen boven die van SECCHI.

IV.

De theorie van MAXWELL en HIRN voor den ring van Saturnus is door de berekening van SEELIGER en onafhankelijk hiervan door photometrische en spectroscopische proeven van anderen bevestigd.

V.

Het is wenschelijk de oude namen van Proctor op de kaart van Mars te behouden en alleen dan die van Schiaparelli te nemen, als die van Proctor onvoldoende zijn.

VI.

Mercurius en Venus wentelen om een as bijna loodrecht op 't vlak van hun baan in een tijd gelijk aan den siderischen omloopstijd.

VII.

De theorie van MEUNIER, om de verdubbeling der kanalen op Mars te verklaren is juist.

VIII.

Een axioma is een stelling, waarvan 't bewijs niet op voorafgaande axioma's of stellingen berust. Men dient dus wel de waarheid ervan aan te toonen (cf. Beschouwingen over de grondslagen der Natuurkunde door DR. V. A. JULIUS § 24).

IX.

't Bewijs voor $\lim. \sin. x = x$ ($x = 0$) kan beter en korter direct afgeleid worden uit de figuur, dan met behulp van de planimetrische stelling

$$R \sin. x < x < R \operatorname{tg} x.$$

X.

Ten onrechte beweert WÜLLNER (Lehrbuch der Experimentalphysik 2^{de} Bd. 4^e Aufl. pag. 387), dat de uiteenzetting van LUBIMOFF (Pogg. Ann. Bd. CXLVIII) over 't gezichtsveld van den hollandschen kijker onjuist is. (Zie ook Maandblad van Natuurw. 1891, 1 en 2).

XI.

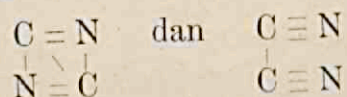
Alle temperatuursopgaven, die niet met den waterstofthermometer te controleeren zijn, zijn onbetrouwbaar.

XII.

Bij 't onderwijs in de natuurkunde aan gymnasia en hogere burgerscholen moeten de moderne begrippen over electriciteit op den voorgrond treden.

XIII.

Voor de structuur van CYAAN neme men liever



XIV.

De protyltheorie van CROOKES verdient in elementaire boeken over scheikunde opgenomen te worden.

13

D
Ut
13