

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN

Band 210.

Nr. 5018.

Bearbeitung der *J. F. J. Schmidtschen* Beobachtungen und Bestimmung der Periode von δ Cephei. Von *E. Hertzsprung*.

Eddington hat (Monthly Not. 79.19, 1918) auf Grund theoretischer Betrachtungen eine Beziehung zwischen der säkularen Periodenänderung und der Lebensdauer der Veränderlichen vom δ Cephei-Typus aufgestellt. Die Frage, ob bei einigen Sternen dieser Art schon mit Hilfe der vorhandenen Beobachtungen — die sich in den günstigsten Fällen über etwa ein Jahrhundert erstrecken — solche Periodenänderungen nachzuweisen sind, gewinnt dadurch besonderes Interesse. Um diese Frage an der Hand des verfügbaren Materials möglichst genau zu beantworten, wird es nötig sein, die verschiedenen noch nicht reduzierten Beobachtungsreihen zu bearbeiten und dann bei der Periodenbestimmung die Lichtkurve in allen ihren Teilen in solcher Weise auszunutzen, daß ihre unsymmetrische Gestalt keine Willkür verursacht. Wie wenig dies bisweilen der Fall gewesen ist, zeigen die von *Luiset* zusammengestellten Maxima und Minima von δ Cephei (Annales de l'Univ. de Lyon, Nouv. Sér. I, Sciences, Médecine, Fasc. 33.38, 1912). Die von *J. F. J. Schmidt* angegebenen Maxima weichen systematisch um $0^{\text{d}}2$ von denjenigen ab, welche *Luiset* aus anderen gleichzeitigen Beobachtungen abgeleitet hat. Erheblich geeigneter als die persönlichen Fehlern unterworfenen Epochen der Maxima und Minima ist der meines Wissens zuerst von *Meyermann* (Resultate aus den Beob. d. veränd. Sternes δ Cephei, Inaug. Diss. Göttingen 1902) benutzte Zeitpunkt, zu welchem der Veränderliche im aufsteigenden Licht seine mittlere Helligkeit durchläuft. Noch mehr erwarte ich aber von dem folgenden Verfahren, das ich unten versuchsweise angewendet habe. Zunächst konstruiert man aus allen Beobachtungsreihen zusammen eine mittlere Lichtkurve, die als normal gelten soll. Dann wird jede einzelne Lichtkurve durch passende Änderung des Ordinatenmaßstabes auf die Amplitude¹⁾ der Normalkurve reduziert und darauf die beiden Kurven durch Parallelverschiebung möglichst genau zur Deckung gebracht, d. h. bis die Quadratsumme der Abweichungen ein Minimum wird.

Zu dem oben angegebenen Zweck habe ich zunächst eine neue Reduktion der hier in Potsdam im Manuskript vorhandenen 9411 *J. F. J. Schmidtschen* Beobachtungen von δ Cephei unternommen. Diese Beobachtungen erstrecken sich von 1848 Jan. 2 bis 1879 Dez. 30, und die mittlere Epoche von allen ist J. D. 2403706 oder $E = 1872$ nach der Ephemeride von *Luiset* (l. c. S. 42), welche lautet

Max: J. D. helioz. m. Z. Grw. 2393659.856 + 5^d366386 · E .

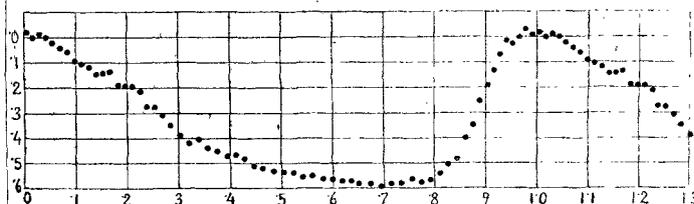
Verglichen hat *J. F. J. Schmidt* δ Cephei mit ζ und ϵ Cephei²⁾. Ich habe im Mittel nach den photometrischen Messungen den Unterschied zwischen beiden Vergleichsternen zu $0^{\text{m}}6$ angenommen und gesetzt ζ Cephei = 0^{m} , ϵ Cephei = $0^{\text{m}}6$. Aus dem Verhältnis der Stufenunterschiede $\zeta - \delta$

und $\delta - \epsilon$ wurde hiernach für jede Beobachtung die Sterngröße von δ berechnet. Ferner wurde für jede Beobachtung das J. D. helioz. m. Z. Grw. berechnet und daraus nach *Luisets* oben angegebener Ephemeride die Phase in Bruchteilen der Periode mit drei Dezimalen ermittelt. Die Phasenverschiebung pro Tag beträgt $0^{\text{d}}18634515$. Die für Lichtgleichung an die Beobachtungszeiten angebrachten Korrekturen waren in $0^{\text{d}}001$ ausgedrückt:

Mai 8	Juni 5	Juni 28	Juli 18	Aug. 8	Sept. 6
-3	-2	-1	0	+1	+2
März 5	Febr. 7	Jan. 16	Dez. 27	Dez. 6	Nov. 8.

Wie es gewöhnlich bei solchen Beobachtungen der Fall ist, so zeigte sich auch hier eine erhebliche Abhängigkeit der Helligkeitsschätzung von dem Stundenwinkel. Es ergab sich aber kein auffallender Unterschied zwischen bei gleicher Höhe Ost und West gemachten Beobachtungen. Ich habe mich deshalb der Einfachheit wegen damit begnügt, die Beobachtungen nach den oben angegebenen Korrekturen für Lichtgleichung in Gruppen zu teilen.

Die erste Gruppe enthält 6200 durchgängig bei hohem Stande, nämlich zwischen Juni 28 und Jan. 16, angestellte Beobachtungen (Lichtgleichung 0 bis +3 inkl.). Die übrigen, durchgängig bei geringerer Höhe über dem Horizont gemachten Helligkeitsschätzungen wurden nach den drei Lichtgleichungen -1, -2 und -3 in drei Gruppen von bezw. 1150, 1197 und 864 Beobachtungen geteilt, weil hier die systematischen Fehler sich verhältnismäßig schnell mit der Zenitdistanz ändern. Auch wächst die Unsicherheit der Beobachtungen schnell mit zunehmender durchschienener Atmosphärendicke. In der Teilung der Beobachtungen in Gruppen nach den Stundenwinkelfehlern unterscheidet sich die vorliegende Reduktion von derjenigen von *Meyermann* (l. c.). — An den Rechnungen hat *Frl. M. Gutschmidt* teilgenommen. Die Ergebnisse sind, getrennt für jede der 4 erwähnten Gruppen, in Tabelle 1 mitgeteilt. Die in der Gruppe I enthaltenen 62 Mittelwerte von je 100 Beobachtungen sind in der Figur graphisch dargestellt. Jeder Mittelwert der Gruppe II enthält 50 Beobachtungen, der Gruppe III 41 oder 42 (Mittelwerte Nr. 5, 10 und 21) und der Gruppe IV 50 mit Ausnahme des letzten Mittelwertes, der 47 Beobachtungen enthält.



¹⁾ Als Maß der Amplitude betrachte ich die zwischen der Lichtkurve und der Linie der mittleren Sterngröße liegende Fläche.

²⁾ Die meisten der wenigen Beobachtungen, bei denen nur der eine Vergleichstern benutzt war, wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 1.

Gruppe I.					
$\text{o}^{\text{P}}0054$	$-\text{o}^{\text{m}}018$	$\text{o}^{\text{P}}3030$	$+\text{o}^{\text{m}}389$	$\text{o}^{\text{P}}6945$	$+\text{o}^{\text{m}}594$
0.0174	$+0.000$	0.3203	$+0.420$	0.7145	$+0.583$
0.0305	-0.012	0.3395	$+0.403$	0.7347	$+0.581$
0.0433	-0.000	0.3572	$+0.438$	0.7555	$+0.562$
0.0555	$+0.022$	0.3752	$+0.452$	0.7738	$+0.577$
0.0698	$+0.043$	0.3948	$+0.471$	0.7926	$+0.567$
0.0842	$+0.060$	0.4120	$+0.467$	0.8111	$+0.542$
0.0987	$+0.093$	0.4286	$+0.482$	0.8282	$+0.505$
0.1118	$+0.105$	0.4459	$+0.512$	0.8453	$+0.483$
0.1263	$+0.118$	0.4632	$+0.520$	0.8617	$+0.398$
0.1414	$+0.146$	0.4843	$+0.533$	0.8764	$+0.346$
0.1546	$+0.142$	0.5039	$+0.536$	0.8897	$+0.253$
0.1674	$+0.136$	0.5237	$+0.538$	0.9039	$+0.190$
0.1828	$+0.189$	0.5407	$+0.556$	0.9164	$+0.132$
0.1970	$+0.192$	0.5596	$+0.551$	0.9284	$+0.069$
0.2108	$+0.194$	0.5806	$+0.563$	0.9418	$+0.015$
0.2258	$+0.214$	0.5994	$+0.566$	0.9536	$+0.028$
0.2385	$+0.273$	0.6180	$+0.573$	0.9668	$+0.001$
0.2538	$+0.276$	0.6360	$+0.573$	0.9791	-0.030
0.2694	$+0.308$	0.6553	$+0.584$	0.9927	-0.009
0.2851	$+0.348$	0.6746	$+0.582$		
Gruppe II.					
$\text{o}^{\text{P}}0198$	$+\text{o}^{\text{m}}062$	$\text{o}^{\text{P}}3360$	$+\text{o}^{\text{m}}491$	$\text{o}^{\text{P}}7292$	$+\text{o}^{\text{m}}606$
0.0526	$+0.102$	0.3825	$+0.550$	0.7828	$+0.600$
0.0864	$+0.164$	0.4330	$+0.563$	0.8335	$+0.542$
0.1210	$+0.192$	0.4895	$+0.564$	0.8792	$+0.392$
0.1600	$+0.280$	0.5358	$+0.581$	0.9153	$+0.185$
0.2044	$+0.312$	0.5819	$+0.586$	0.9485	$+0.100$
0.2461	$+0.354$	0.6322	$+0.610$	0.9796	$+0.064$
0.2917	$+0.444$	0.6801	$+0.602$		
Gruppe III.					
$\text{o}^{\text{P}}0149$	$+\text{o}^{\text{m}}118$	$\text{o}^{\text{P}}3249$	$+\text{o}^{\text{m}}497$	$\text{o}^{\text{P}}7088$	$+\text{o}^{\text{m}}622$
0.0464	$+0.188$	0.3703	$+0.535$	0.7584	$+0.606$
0.0840	$+0.168$	0.4188	$+0.566$	0.8117	$+0.582$
0.1190	$+0.231$	0.4717	$+0.582$	0.8601	$+0.485$
0.1623	$+0.292$	0.5158	$+0.589$	0.8982	$+0.342$
0.1986	$+0.337$	0.5676	$+0.593$	0.9298	$+0.218$
0.2364	$+0.408$	0.6142	$+0.607$	0.9593	$+0.138$
0.2776	$+0.498$	0.6642	$+0.604$	0.9866	$+0.172$
Gruppe IV.					
$\text{o}^{\text{P}}0186$	$+\text{o}^{\text{m}}213$	$\text{o}^{\text{P}}3334$	$+\text{o}^{\text{m}}517$	$\text{o}^{\text{P}}6866$	$+\text{o}^{\text{m}}598$
0.0597	$+0.237$	0.3867	$+0.572$	0.7414	$+0.607$
0.1073	$+0.291$	0.4354	$+0.555$	0.7946	$+0.595$
0.1490	$+0.331$	0.4873	$+0.587$	0.8441	$+0.546$
0.1905	$+0.382$	0.5367	$+0.594$	0.9030	$+0.393$
0.2376	$+0.459$	0.5860	$+0.608$	0.9399	$+0.235$
0.2887	$+0.528$	0.6383	$+0.597$	0.9796	$+0.189$

Was die erreichte Genauigkeit betrifft, so ist zu bemerken, daß *J. F. J. Schmidt* geneigt war, δ Cephei in der Nähe seines minimalen Lichtes mit ϵ Cephei gleich zu setzen, auch wenn ein geringer Helligkeitsunterschied bestand. Dadurch wird die Form der Lichtkurve systematisch entstellt, und die Beobachtungen in der Nähe des Minimums zeigen

¹⁾ Die zwei stark abweichenden Beobachtungen von 1785 April 11 habe ich weggelassen. Da für die unmittelbar vorhergehenden Beobachtungen die Daten April 8 und 9 von *Goodricke* in April 7 und 8 korrigiert sind, ist zu erwähnen, daß die beiden weggelassenen Beobachtungen für April 9 gut passen würden.

eine innere Übereinstimmung, welche der erreichten Genauigkeit nicht entspricht. Da aber diese systematischen Fehler praktisch gleich sein werden bei ab- und zunehmendem Licht, so werden sie die Lichtkurve nicht zur Periodenbestimmung unbrauchbar machen. Aus 300 Beobachtungen der ersten Gruppe in der Nähe der Phase $\text{o}^{\text{P}}27$, wo die Sterngröße von δ Cephei (bei abnehmendem Licht) mitten zwischen den beiden Vergleichsternen liegt, erhalte ich aus den Differenzen zwischen zwei in Phase unmittelbar aufeinander folgenden Helligkeits-schätzungen den mittl. Fehler einer Beobachtung zu $\pm 0^{\text{m}}171$.

Ein Vergleich zwischen den vier Gruppen zeigt, daß *J. F. J. Schmidt* einerseits δ Cephei bei seiner minimalen Helligkeit in allen Zenitdistanzen gleich ϵ Cephei setzte, andererseits aber die maximale Helligkeit des Veränderlichen um so kleiner schätzte, je geringer die Höhe über dem Horizont war. Für die 4 Gruppen erhält man nacheinander das Lichtmaximum von δ Cephei zu $-\text{o}^{\text{m}}03$, $+\text{o}^{\text{m}}06$, $+\text{o}^{\text{m}}14$ und $+\text{o}^{\text{m}}19$. Die scheinbare Amplitude ist demnach in der letzten Gruppe nur noch $\frac{2}{3}$ von derjenigen in der ersten Gruppe.

Die hier mitgeteilten Resultate der Gruppen I und II habe ich in der oben beschriebenen Weise (durch Parallelverschiebung gegen eine mittlere Lichtkurve) mit einigen der zahlreichen Beobachtungsreihen anderer Forscher auf Phasenverschiebung hin verglichen. Die von mir benutzte Normallichtkurve hatte die in Tabelle 2 angegebene Gestalt.

Tabelle 2.

	$\text{o}^{\text{P}}00$	0.02	0.04	0.06	0.08
$\text{o}^{\text{P}}0$	$+2.80$	$+2.69$	$+2.56$	$+2.41$	$+2.21$
0.1	$+2.00$	$+1.79$	$+1.55$	$+1.35$	$+1.15$
0.2	$+0.96$	$+0.77$	$+0.58$	$+0.40$	$+0.23$
0.3	$+0.07$	-0.09	-0.24	-0.39	-0.54
0.4	-0.69	-0.83	-0.97	-1.08	-1.18
0.5	-1.29	-1.38	-1.48	-1.59	-1.69
0.6	-1.76	-1.84	-1.91	-1.97	-2.00
0.7	-2.02	-2.00	-1.96	-1.85	-1.67
0.8	-1.40	-0.97	-0.49	$+0.12$	$+0.77$
0.9	$+1.37$	$+1.89$	$+2.35$	$+2.69$	$+2.83$

Die Stufen sind von der mittleren Helligkeit aus gezählt. Die beiden zu vergleichenden Lichtkurven wurden stufenweise um $\text{o}^{\text{P}}01$ gegeneinander verschoben und bei jeder Stellung die Quadratsumme der Abweichungen zwischen beiden Lichtkurven berechnet. Z. B. ergab der Vergleich von *Pickering's* Beobachtungsreihe mit der Normalkurve bei einer gegenseitigen Phasenverschiebung von $-\text{o}^{\text{P}}01$, o^{P} und $+\text{o}^{\text{P}}01$ die Quadratsumme der Abweichungen zu bezw. 7.74, 6.19 und 7.17 bei Ablesung an hundert in Phase äquidistanten Stellen der Kurven. Hiernach liegt das Minimum der Quadratsumme bei einer Phasenverschiebung von $+\text{o}^{\text{P}}001$. Das positive Vorzeichen bedeutet, daß die Phase nach *Pickering* später eintritt als nach der Normalkurve bei Benutzung von *Luisets* oben erwähnter Ephemeride. — Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Um die Methode zu prüfen, habe ich absichtlich einige Reihen von geringem Gewicht mit herangezogen. Die Beobachtungen von *Goodricke* und *Pigott* habe ich getrennt behandelt, und zwar bei Benutzung der von *Argelander* (Astr. Beob. Bonn 7.366, 1869) abgeleiteten Helligkeiten ¹⁾.

Tabelle 3.

Beobachter und Bearbeiter	Mittlere Jahreszahl der Beobachtungen	Zahl der Beobachtungen <i>n</i>	Faktor zur Reduktion auf die Amplitude der Normalkurve	Mittlerer Fehler der Einzelbeobachtung	Gesamtwicht der Beobachtungsreihe <i>n</i> /(m. F.) ²	Phasenverschiebung gegen d. Normalkurve nach <i>Luzets</i> Ephem.	Mittlerer Fehler der Phasenverschiebung	beob. — berechn. B — R Phasenverschieb.
<i>Goodricke-Argelander</i>	1785	138	0.570	± 0 ^m .112	11000	- 0.036	± 0 ^p .005	- 0 ^p .0002
<i>Pigott-Argelander</i>	1785	39	0.473	± 0.124	2500	- 0.035	± 0.011	+ 8
<i>Westphal-Argelander</i>	1818	232	0.907	± 0.234	4200	- 0.010	± 0.008	- 18
<i>Heis-Hagen</i>	1848	1040	0.750	± 0.187	30000	+ 0.005	± 0.0030	- 8
<i>Argelander-Meyermann</i>	1848	1436	0.631	± 0.109	121000	+ 0.007	± 0.0015	+ 12
<i>Manuel F. Johnson</i>	1852	48	0.641	± 0.139	2500	+ 0.009	± 0.011	+ 21
<i>J. F. J. Schmidt I</i>	1869	6200	0.739	± 0.192	170000	+ 0.008	± 0.0013	- 14
<i>J. F. J. Schmidt II</i>	1869	1150	0.828	± 0.216	25000	+ 0.003	± 0.0033	- 64
<i>Schönfeld-Meyermann</i>	1873	1811	0.620	± 0.162	69000	+ 0.011	± 0.0020	+ 15
<i>Wilsing</i>	1882	118	0.697	± 0.144	5700	+ 0.021	± 0.007	+ 119
<i>Knopf-Meyermann</i>	1892	234	0.773	± 0.169	8200	+ 0.011	± 0.0058	+ 35
<i>Plassmann-Meyermann</i>	1894	688	0.598	± 0.155	28500	+ 0.007	± 0.0031	0
<i>Pickering</i>	1896	48	0.461	± 0.093	5600	+ 0.001	± 0.007	- 15
<i>Pannekoek-Meyermann</i>	1896	251	0.571	± 0.109	21000	+ 0.013	± 0.0036	+ 65
<i>Luzet</i>	1904	1170	0.503	± 0.068	250000	+ 0.005	± 0.0011	+ 10
<i>Lau</i>	1904	87	1.180	± 0.283	1100	- 0.012	± 0.016	- 160
<i>Stebbins</i>	1907	74	0.657	± 0.021	170000	+ 0.001	± 0.0013	- 19
<i>Hornig</i>	1911	396	0.539	± 0.189	11000	+ 0.003	± 0.005	+ 18

Die in der vierten Spalte der Tabelle angegebenen Reduktionsfaktoren gelten bei den Reihen von *Pickering*, *Lau* und *Stebbins* für 0^m.1 als eine Stufe betrachtet. Die mittleren Fehler der Einzelbeobachtungen sind in Sterngrößen (Skala von *Stebbins*) angegeben. Z. B. beträgt für *Argelander* dieser mittlere Fehler ± 0^m.13 Stufen oder ± 0^m.113 × 0.631 / 0.657 = ± 0^m.109, wobei 0.631 und 0.657 die Amplitudenreduktionsfaktoren von bzw. *Argelander* und *Stebbins* sind. In Spalte 7 der Tabelle sind die durch Vergleich mit der Normallichtkurve ermittelten Phasenverschiebungen der Einzelreihen gegen *Luzets* Ephemeride angegeben. Positives Vorzeichen bedeutet, daß die beobachtete Phase später eintrat als berechnet.

Aus der Steilheit der Lichtkurve bei einer gegebenen Phase läßt sich der mittlere Fehler in Phase, welcher dem bekannten mittleren Fehler in Helligkeit einer Beobachtung

$$P_L - P = +0.000896 - 0.0001133(t - 1883) - 0.00000581(t - 1883)^2$$

$$\text{m. F.} = \pm 0.000070 \pm 0.0000279 \quad \pm 0.0000061$$

wo *t* die Jahreszahl, *P_L* die nach *Luzets* oben erwähnter Ephemeride berechnete und *P* die beobachtete Phase ist. Daraus findet sich die Periode zu:

$$5^d 3663770 - 0.000000916(t - 1883)$$

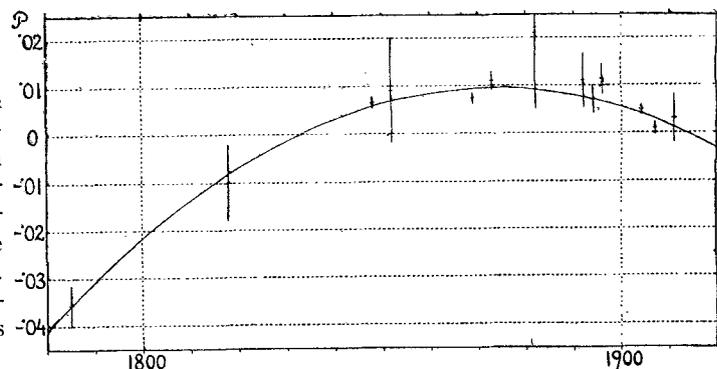
$$\text{m. F.} \pm 0.0000022 \pm 0.00000096$$

In der letzten Spalte der Tabelle sind die Differenzen zwischen der beobachteten und der nach obiger Formel berechneten Phasenverschiebung angegeben. Der aus diesen Differenzen für die Gewichtseinheit berechnete mittl. Fehler der Phasenverschiebung ist von derselben Größe wie der nach obenstehender Betrachtung zu erwartende. Die Resultate sind außerdem in nebenstehender Figur graphisch dargestellt. Die beobachteten Phasenverschiebungen sind durch Striche angegeben, deren Endpunkte Abweichungen von der Größe des

entspricht, unmittelbar berechnen. Die Normalkurve zeigt, daß für einen Phasenunterschied von 0^p.01 das mittlere Quadrat der Helligkeitsänderung 0.0154 beträgt oder, in Sterngrößen (Skala von *Stebbins*) ausgedrückt, 0.0154 · 0.657⁻² · 10⁻² = 0^m.000359. Der mittlere Fehler der aus einer Reihe von *n* gleichmäßig über alle Phasen verteilten Beobachtungen gefundenen Phasenverschiebung ist demnach gleich (m. F.) / √3.59 *n*, wo m. F. der in Sterngrößen ausgedrückte mittlere Fehler der Einzelbeobachtung ist. — Es mag hierbei bemerkt werden, daß der kurze aber steil aufsteigende Teil der Lichtkurve ein dreimal so großes Gewicht für die Bestimmung der Phasenverschiebung hat, als der 2¹/₂ mal längere, aber flachere Teil des abnehmenden Lichts.

Eine Ausgleichung nach kleinsten Quadraten der hier gewonnenen Resultate ergab:

mittleren Fehlers entsprechen. Eine passende Ausgleichungskurve müßte dann etwa 2/3 dieser Striche schneiden.¹⁾



¹⁾ T. N. Thiele, Theory of Observations § 64, S. 114; 1903.

Die gefundene Periodenverkürzung von $0^{\circ}079 \pm 0^{\circ}0083$ (m.F.) jährlich ist zwar etwa 9mal größer als ihr mittlerer Fehler, aber, soweit das hier betrachtete Material reicht, sieht man, daß dieses Resultat steht und fällt mit der Realität des den ältesten recht isoliert stehenden Beobachtungen zugeschriebenen Gewichtes. Eine Bestätigung der Periodenänderung ist deshalb noch erwünscht.

Die photographischen, eine größere Amplitude zeigenden Beobachtungen habe ich zum Vergleich mit den visuellen hier

nicht herangezogen, weil der Stern bei gleicher Helligkeit im auf- und absteigenden Licht eine etwas verschiedene Farbe haben mag.

Außer einigen neueren, noch nicht bearbeiteten Reihen werden die von *H. Ludendorff* aufgefundenen, gegen ein Jahrhundert alten Beobachtungen von *Schwerd* einen wertvollen Beitrag zur Entscheidung über eine Periodenänderung liefern können.

Potsdam, 1919 Juli 22.

E. Hertzsprung.

Beobachtungen von Kometen

am 26 cm-Refraktor der Sternwarte Utrecht. Beobachter: *A. A. Nijland.*

1919	M.Z.Utrecht	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	Vgl.	α 1919.0	$\log p \cdot \Delta$	δ 1919.0	$\log p \cdot \Delta$	*
<i>Kopffscher Komet 1919a.</i>									
Aug. 15	11 ^h 53 ^m 28 ^s	+1 ^m 2 ^s 07	+ 7' 18 ^{''} 5	8,3	19 ^h 27 ^m 14 ^s 00	9.258	— 8° 29' 17 ^{''} 8	0.878	1
21	10 50 34	+0 35.05	— 7 23.3	12,3	19 29 8.94	9.085	— 8 17 37.5	0.881	2
24	11 0 0	—0 23.40	+ 3 17.3	12,5	19 30 32.29	9.178	— 8 13 26.9	0.878	3
29	10 59 56	+0 37.99	+ 5 43.0	8,4	19 33 27.19	9.241	— 8 8 34.9	0.877	4
Sept. 2	9 38 1	—0 21.26	— 3 4.1	10,3	19 36 14.62	8.875	— 8 6 0.8	0.882	5
<i>Brorsen-Metcalfscher Komet 1919b.</i>									
Aug. 29	10 11 46	—0 51.47	—10 48.6	6,3	22 16 58.76	9.341 _n	+47 39 6.6	0.014	6
30	8 35 2	—1 54.31	+ 4 35.8	5,3	22 9 5.11	9.612 _n	+51 7 0.8	0.098	7
31	15 8 15	—0 39.31	— 1 22.1	6,3	21 54 42.69	9.737	+56 10 21.5	0.164	8
31	15 38 15	—0 49.96	+ 2 8.2	8,4	21 54 32.04	9.769	+56 13 51.8	0.293	8
Sept. 1	14 24 44	—3 5.50	+ 1 1.3	6,3	21 40 6.94	9.752	+60 9 15.7	9.720	9
2	14 20 42	+1 17.29	+ 3 9.4	6,3	21 19 39.93	9.840	+64 20 13.4	9.500	10
5	12 41 57	—4 0.99	+ 4 28.9	6,3	19 12 17.80	0.104	+74 57 36.5	0.452	11
6	14 35 28	—1 23.93	+11 49.3	6,3	17 45 1.00	0.140	+76 39 1.9	0.607	12
9	13 55 59	+1 1.06	—18 36.1	8,3	14 18 45.79	9.538	+71 34 27.2	0.849	13
10	11 20 6	—2 24.04	+ 4 52.8	6,3	13 45 23.64	9.862	+68 39 58.9	0.773	14
11	8 20 9	+1 8.75	+ 3 52.8	10,5	13 22 49.09	9.941	+65 43 0.6	0.506	15
12	11 52 7	+0 44.01	—19 38.2	8,4	13 1 39.18	9.532	+61 51 53.9	0.877	16
16	8 14 3	+1 52.79	+11 50.7	6,3	12 23 34.51	9.719	+50 32 2.1	0.777	17
<i>Komet 1919c. (Metcalf).</i>									
Sept. 1	8 56 58	—0 35.09	+14 9.3	12,6	14 18 49.18	9.586	+23 14 5.5	0.777	18
2	8 38 56	+0 49.61	+10 44.3	12,6	14 20 28.27	9.577	+22 49 7.7	0.768	19
3	8 32 24	+0 31.06	+ 4 8.3	7,3	14 22 10.84	9.574	+22 24 3.6	0.768	20
4	8 26 0	+0 59.89	+ 1 24.3	8,3	14 23 54.91	9.571	+21 58 34.3	0.767	21
5	8 17 16	+1 19.54	+15 52.5	8,4	14 25 40.30	9.565	+21 33 7.1	0.766	22
15	8 48 33	—1 9.49	— 2 36.9	6,3	14 44 24.45	9.574	+17 6 33.6	0.812	23
16	7 50 53	+1 41.66	+11 18.0	6,3	14 46 17.96	9.551	+16 40 10.4	0.789	24

Mittlere Örter der Vergleichsterne.

*	α 1919.0	δ 1919.0	Autorität	*	α 1919.0	δ 1919.0	Autorität
1	19 ^h 26 ^m 11 ^s 93	— 8° 36' 20 ^{''} 3	Ott 6784	13	14 ^h 17 ^m 44 ^s 73	+71° 53' 3 ^{''} 3	Berl C 1938
2	19 28 33.89	— 8 10 14.2	» 6806	14	13 47 47.68	+68 35 6.1	Chri 2064
3	19 30 55.69	— 8 16 44.2	» 6822	15	13 21 40.34	+65 39 7.8	» 2003
4	19 32 49.20	— 8 14 17.9	» 6838	16	13 0 55.17	+62 11 32.1	Hels 7421
5	19 36 35.88	— 8 2 56.7	» 6873	17	12 21 41.72	+50 20 11.4	Cbr M. 4071
6	22 17 50.23	+47 49 55.2	Bo 16629	18	14 19 24.27	+22 59 56.2	Berl B 5060
7	22 10 59.42	+51 2 25.0	Cbr M. 7539	19	14 19 38.66	+22 38 23.4	» 5061
8	21 55 22.00	+56 11 43.6	Hels 12693	20	14 21 39.78	+22 19 55.3	» 5070
9	21 43 12.44	+60 8 14.4	» 12507	21	14 22 55.02	+21 57 10.0	» 5081
10	21 18 22.64	+64 17 4.0	» 12106	22	14 24 20.76	+21 17 14.6	» 5086
11	19 16 18.79	+74 53 7.6	Berl C 2737	23	14 45 33.94	+17 9 10.5	Berl A 5353
12	17 46 24.93	+76 27 12.6	Kas 2966	24	14 44 36.30	+16 28 52.4	» 5349