

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 196.

Nr. 4692.

12.

Über die räumliche Verteilung der Veränderlichen vom δ Cephei-Typus. Von E. Hertzsprung.

Es ist bekannt, daß die δ Cephei-Veränderlichen sich durch sehr kleine Eigenbewegungen auszeichnen¹⁾. Da sie aber merkliche Radialgeschwindigkeiten haben, bilden sie nicht mit unserer Sonne ein gemeinschaftlich durch den Raum bewegtes System, vielmehr müssen wir folgern, daß diese Sterne durchgängig sehr entfernt und absolut hell sind.

In dem »Preliminary General Catalogue of 6188 Stars«

von Lewis Boss finden sich 13 als δ Cephei-Veränderliche erkannte Sterne, und die dort gegebenen genauen Eigenbewegungen erlauben es, die mittlere sekulare Parallaxe für diese kleine Sterngruppe mit einer größeren Genauigkeit zu berechnen, als es bisher möglich war²⁾. Diese 13 Sterne sind in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I. δ Cephei-Sterne.

Nr. Boss	Name	Periode	Sterngröße			v_0	τ_0	(m. F.) ²	λ	$\sin^2 \lambda$	$v_0 \sin \lambda$	(m. F.) ² + .0076	$v_0 / \sin \lambda$
			Max.	Min.	Mittel								
F7 325	α Ursae min.	3 ^d 97	2 ^m 09	2 ^m 15	2 ^m 12	+ .11	+ .04	.0000	60°	.75	+ .09	.0076	+ .13
F7-F9 637	SU Cassiop.	1.95	6.06	6.40	6.23	+ .25	+ .14	.133	75	.93	+ .24	.209	+ .26
F1-G5 1629	RT Aurigae	3.75	5.0	5.6	5.3	+ .28	- .5	.51	118	.78	+ .25	.127	+ .32
C5-1815	ζ Geminor.	10.15	3.72	4.28	4.0	+ .6	- .1	.2	126	.65	+ .5	.78	+ .7
F8-H0 2628	ι Carinae	35.52	3.6	5.0	4.3	+ .20	- .11	.27	133	.53	+ .15	.103	+ .27
F5-G4 4493	X Sagittarii	7.01	4.35	5.02	4.68	+ .20	- .3	.15	59	.73	+ .17	.91	+ .23
F2-G 64564	W Sagittarii	7.59	4.29	5.14	4.71	+ .11	+ .8	.34	61	.76	+ .10	.110	+ .13
F5-G8 4632	Y Sagittarii	5.77	5.44	6.18	5.81	+ .17	+ .9	.404	50	.59	+ .13	.480	+ .22
F5-G5 4778	π Pavonis	9.09	3.8	5.2	4.5	- .13	- .3	.57	98	.98	- .13	.133	- .13
F7-G9 5071	η Aquilae	7.18	3.66	4.45	4.05	+ .8	+ .1	.8	39	.40	+ .5	.84	+ .13
F5-G7 5098	S Sagittae	8.38	5.46	6.09	5.77	+ .6	- .1	.79	30	.25	+ .3	.155	+ .12
F1-G5 5370	T Vulpeculae	4.44	5.53	6.13	5.83	+ .15	- .6	.237	36	.35	+ .9	.313	+ .26
F4-G6 5807	δ Cephei	5.37	3.70	4.58	4.14	+ .10	+ .2	.3	52	.62	+ .8	.79	+ .11

Nach Katalognummer, Name und Periode des Lichtwechsels folgen die für Maximum und Minimum der Helligkeit angenommenen Sterngrößen (Harvard-Skala) sowie deren Mittelwert. Mit Hilfe dieser mittleren Sterngrößen sind zunächst die Katalogeigenbewegungen auf die Sterngröße 0 reduziert. Die Komponenten der so reduzierten Eigenbewegungen bezw. in der Richtung nach dem Antapex der Sonnenbewegung v_0 und senkrecht dazu τ_0 sind in den Spalten 7 und 8 angegeben. Die Spalte 10 gibt den Abstand λ des Sternes vom Sonnenapex.

Falls nun ein Stern erstens im Raum in Ruhe wäre, d. h. seine scheinbare Eigenbewegung nur eine Wirkung der Bewegung unserer Sonne gegen den Apex wäre, und zweitens die Eigenbewegung des Sternes genau gemessen wäre, so würde das auf $\lambda = 90^\circ$ reduzierte v_0 , gleich $v_0 / \sin \lambda = v_{0,R}$, die gesuchte parallaktische Bewegung sein. Es trifft aber keine der erwähnten beiden Bedingungen zu. Die Abweichungen von ihrer Erfüllung wirken als Fehler in der nach $v_{0,R} = v_0 / \sin \lambda$ berechneten parallaktischen Bewegung und zwar in folgender Weise:

Nimmt man an, daß sämtliche Sterne der betrachteten Gruppe dieselbe absolute Helligkeit haben und daß die Ge-

schwindigkeiten der Sterne im Raum nach dem Maxwell'schen Gesetz verteilt sind mit einem mittleren Geschwindigkeitsquadrat V^2 in jeder Koordinate, so wird, da die Sonne eine Geschwindigkeit von 20 km/sek gegen den Apex hat, das Quadrat des m. F. von v_0 aus diesem Grunde gleich $v_{0,R}^2 \cdot V^2 / 20^2$ sein, wo $v_{0,R}$ den infolge der angenommenen gleichen absoluten Helligkeit der betrachteten Sterne konstanten Mittelwert der auf 0° und $\lambda = 90^\circ$ reduzierten parallaktischen Bewegung bedeutet. — Nimmt man ferner vorläufig an, daß der m. F. der Katalogeigenbewegungen auch einem konstanten m. F. in v_0 entspricht, so wird der m. F. von $v_{0,R}$ oder $v_0 / \sin \lambda$ gleich $\pm \text{Konstans} / \sin \lambda$, oder die Einzelwerte von $v_{0,R}$ haben Gewichte, die $\sin^2 \lambda$ proportional sind. Die Werte von $\sin^2 \lambda$ und $\sin^2 \lambda \cdot v_0 / \sin \lambda = v_0 \sin \lambda$ sind in den Spalten 11 und 12 angegeben. Die mittlere parallaktische Bewegung berechnet sich danach zu $v_{0,R} = \Sigma v_0 \sin \lambda / \Sigma \sin^2 \lambda = +0.156''/a \pm 0.037''/a$ (m. F.). Dem entspricht eine mittlere Parallaxe auf die Sterngröße 0 reduziert von $p_0 = +0.037 \pm 0.009$ (m. F.) oder eine absolute Sterngröße auf die Einheit der Parallaxe 1'' reduziert von

$$m_{abs} = -7^m 15 \pm 0^m 5 \text{ (m. F.)}$$

¹⁾ A. N. 4296, 179.373, 1909.

²⁾ Zeitschr. f. wiss. Photographie 5.94 u. 197, Fußnote 47, 1906 habe ich für die drei δ Cephei-Veränderlichen δ Cephei, ζ Geminorum und η Aquilae, welche in dem N. F. C. von Auwers vorkommen, die mittlere sekulare Parallaxe zu 0.005 berechnet. Das ergibt die mittlere absolute Sterngröße zu $-7^m 4$ oder praktisch denselben Wert wie die neue genauere Bestimmung.

Als Sterngröße ist dabei, wie oben angegeben, das Mittel zwischen Maximum und Minimum in der Harvard-Skala angenommen.

Nun sind aber die m. F. der Katalogeigenbewegungen recht verschieden und gerade bei den hellsten Sternen am kleinsten, wo auch der Reduktionsfaktor von v auf v_0 am kleinsten ist. Ich habe deshalb bei einer zweiten Berechnung der mittleren parallaktischen Bewegung die relativen Gewichte der Einzelwerte von $v_{0,R}$ entsprechend geändert gemäß folgender Überlegung.

Betrachten wir die beiden Fehlerquellen getrennt:

1. *Maxwellsche* Geschwindigkeiten der Sterne. Für 12 δ Cephei-Sterne ist die Radialgeschwindigkeit des Systems bekannt¹⁾. Nach Abzug der Komponente der Sonnenbewegung bleibt ein mittleres Quadrat der Radialgeschwindigkeit von $(\pm 11 \text{ km/sek})^2$ übrig, entsprechend einem m. F. von $\pm 11/20 \cdot v_{0,R} = \pm 11/20 \cdot 0.156''/a = \pm 0.086''/a$ in v_0 . Das von den Pekuliar-Geschwindigkeiten herrührende Fehlerquadrat für v_0 beträgt demnach 0.0076, wenn v_0 in Bogensekunden pro Jahr gemessen wird.

2. Der m. F. einer Eigenbewegungsbestimmung ist in dem Katalog von *Boss* durch Angabe des w. F. für jeden einzelnen Stern gegeben²⁾. Dieser m. F. wurde auf die Sterngröße σ reduziert, und sein Quadrat ist in Spalte 9 angegeben. Dieses Quadrat erhöht um das aus der Fehlerquelle der *Maxwellschen* Geschwindigkeiten herrührende konstante Quadrat $0.0076 (''/a)^2$ ergibt die in der Spalte 13 enthaltene Fehlerquadratsumme, welche für v_0 gilt. Werden die reziproken Werte dieser Fehlerquadratsummen mit $\sin^2 \lambda$ multipliziert, so erhält man die neuen relativen Gewichte der in Spalte 14 gegebenen Werte von $v_{0,R} = v_0/\sin \lambda$. Mit diesen neuen relativen Gewichten gerechnet findet man die mittlere parallaktische Bewegung zu

$$v_{0,R} = +0.146''/a \pm 0.034''/a \text{ (m. F.)},$$

$$\text{oder } \rho_0 = +0.035 \pm 0.008 \text{ (m. F.)},$$

$$\text{oder } m_{abs} = -7^m.3 \pm 0^m.5 \text{ (m. F.)}$$

also praktisch dieselben Werte wie bei der ersten Berechnungsart, wo die relativen Gewichte von $v_{0,R} = v_0/\sin \lambda$ einfach $\sin^2 \lambda$ proportional gesetzt wurden.

Da die Sterngröße unserer Sonne auf die Einheit der Parallaxe $1''$ reduziert $-0^m.3$ beträgt, so bedeutet das, daß die δ Cephei-Veränderlichen, trotzdem ihre Spektren dem der Sonne ähnlich sind, im Mittel um etwa 7 Größenklassen absolut heller als die Sonne sind³⁾.

Dieses Resultat ist als relativ sicher zu betrachten. Wenn wir jetzt von hier aus zu mehr spekulativen Betrachtungen übergehen, so sei ausdrücklich betont, daß diese nur zeigen sollen, zu welchen Folgerungen man bei bestimmt formulierten durch die bisherigen Beobachtungsergebnisse unterstützten Voraussetzungen gelangt, ohne daß diese Folge-

rungen als zwingende Lösung der gestellten Fragen zu gelten haben.

Zu der Frage, wie sehr die δ Cephei-Veränderlichen unter sich an absoluter Helligkeit verschieden sind und ob die absolute Helligkeit mit anderen ihrer Eigenschaften zusammengeht, hat Miss *Leavitt* neuerdings⁴⁾ einen sehr interessanten Beitrag geliefert, wenn man die von ihr in der kleinen Magellanschen Wolke untersuchten Veränderlichen als zum δ Cephei-Typus gehörig betrachten darf. Diese Annahme scheint nach der Art ihres Lichtwechsels gestattet zu sein.

Miss *Leavitt* findet für 25 Veränderliche der kleinen Magellanschen Wolke, daß zwischen dem Logarithmus der Periode, die zwischen $1^d.25$ und $127^d.0$ liegt, und der Helligkeit eine lineare Beziehung besteht. Der Logarithmus der Periode wächst um etwa 0.48 für jede Sterngröße Helligkeitszunahme. Dies gilt sowohl für die maximale als auch für die minimale Helligkeit der Veränderlichen. Die Einzelwerte der Sterngrößen werden durch die betreffenden beiden linearen Formeln mit einem mittleren Fehler von ± 0.27 dargestellt. Dabei ist noch zu bemerken, daß ein erheblicher Teil des Quadrates dieses mittleren Fehlers von Ungenauigkeit der nur provisorisch bestimmten Sterngrößen herrühren mag. Die in Frage kommenden Sterngrößen liegen zwischen $11^m.2$ und $16^m.4$.

Wenn es auch fraglich ist, wie weit man diesen interessanten Befund verallgemeinern darf, so wird es doch von Interesse sein zu sehen, zu welchen Konsequenzen seine Anwendung auf die Veränderlichen des δ Cephei-Typus führt.

Zunächst ergibt sich eine Parallaxe der kleinen Magellanschen Wolke. Nach den oben behandelten 13 δ Cephei-Veränderlichen entspricht die absolute Helligkeit (Mittel zwischen Maximum und Minimum) von $-7^m.3$ einer Periode von $6^d.6$. Veränderliche der Periode $6^d.6$ haben in der kleinen Magellanschen Wolke eine mittlere photographische Sterngröße von $14^m.5$. Nimmt man nach der durchgängig gelben Farbe der δ Cephei-Veränderlichen einen Farbenindex von $+1^m.5$ an, so wird die entsprechende visuelle Sterngröße gleich $13^m.0$. Diese Überlegung führt also zu einer Parallaxe p der kleinen Magellanschen Wolke, welche durch $5 \log p = -7.3 - 13.0 = -20.3$ gegeben ist. Man erhält $p = 0.0001$, einem Abstand von etwa 3000 Lichtjahren entsprechend. Da die galaktische Breite der kleinen Magellanschen Wolke etwa -45° beträgt, so würde sie nach dem vorhergehenden etwa 2000 Lichtjahre von einer durch unsere Sonne parallel der Milchstraße gelegten Ebene stehen und als außerhalb der Milchstraße liegend zu betrachten sein.

Diese isolierte Stellung einer fernen auflösbaren Sternwolke von nur etwa $1^\circ \times 2^\circ$ scheinbarer Fläche bietet ganz besonderes Interesse dadurch, daß wir von den Parallaxenunterschieden der einzelnen zur Wolke gehörigen Sterne praktisch absehen können und so das Mittel in der Hand haben, Beziehungen zwischen absoluter Helligkeit und anderen Eigenschaften (Spektren, Veränderlichkeit) zu finden, die uns

¹⁾ Lick Bull. 181, 6.17, 1910.

²⁾ Ich habe für jeden Stern mit dem mittleren Quadrat der beiden, nur wenig voneinander verschiedenen, w. F. in α und δ gerechnet.

³⁾ Würde man gleiche Masse und gleiche Oberflächenhelligkeit voraussetzen, so müßten die δ Cephei-Veränderlichen eine etwa 16000 mal geringere Dichte als die Sonne haben.

⁴⁾ Harv. Circ. 173, 1912, A. N. 192.225.

bei absolut so hellen Sternen, wie sie in der kleinen Magellanschen Wolke vorkommen, kaum noch in anderer Weise zugänglich sind. Es ist zu erwarten, daß die scheinbar und deshalb auch absolut hellsten Sterne der kleinen Magellanschen Wolke Spektren haben, die mit denen der uns bisher als absolut hellsten Sterne bekannten übereinstimmen (O- und B-Sterne, α -Sterne, N-Sterne). Ähnliches gilt wahrscheinlich auch für die große Magellansche Wolke.

Unter den beiden Voraussetzungen: Absolute Helligkeit für die Periode 6^d6 gleich -7^m_3 auf Einheit der Parallaxe 1" reduziert und Zunahme des Logarithmus der Periode um 0.48 für jede Sterngröße, um welche die absolute Helligkeit wächst, läßt sich nun für jeden einzelnen δ Cephei-Veränderlichen sein Abstand und damit sein Platz im Raum berechnen.

Da die δ Cephei-Veränderlichen auffallend stark gegen die Milchstraße hin konzentriert sind¹⁾, so habe ich zunächst ihre berechneten Örter auf die Ebene der Milchstraße projiziert. Die benutzten Sterne wurden der Tabelle VIII, Harv. Ann. 56.191 entnommen²⁾. Das so erhaltene Bild zeigt nebenstehende Figur, wo die δ Cephei-Veränderlichen durch das Zeichen $\circ$ bezeichnet sind. Am Rande des kreisrunden Feldes, dessen berechneter Durchmesser 10000 Lichtjahre beträgt, sind die galaktischen Längen, Apex A der Sonnenbewegung und Vertex V der Eigenbewegungen der Sterne in der Nähe der Sonne³⁾ angegeben. Die Mitte des Kreises ist der Ort unserer Sonne⁴⁾.

Betrachten wir die Figur, so sieht man, wie es nach der leichteren Entdeckbarkeit der helleren δ Cephei-Veränderlichen zu erwarten ist, daß die Dichtigkeit zwar am größten in der Mitte des Feldes ist. Aber die Gruppierung der Sterne dieser größten Dichtigkeit um die Sonne ist so unsymmetrisch, daß das kaum Zufall sein kann. Die Dichtigkeit der helleren δ Cephei-Veränderlichen ist gerade am geringsten in dem Teile der Milchstraße, welcher auf die nördliche am besten untersuchte Halbkugel fällt. Von der Sonne aus gesehen befindet sich der Mittelpunkt der in der Mitte von der Figur angedeuteten Sternwolke in der Richtung nach etwa 320° galaktischer Länge.

Es wird von Interesse sein, zu sehen, inwieweit dieses Ergebnis durch die Verteilung anderer Sterne bestätigt wird. Zu diesem Zwecke habe ich vorläufig die ebenfalls absolut sehr hellen Sterne vom Spektraltypus Oe 5 herangezogen, wobei freilich die Voraussetzung gemacht werden mußte, daß sie alle dieselbe absolute Helligkeit besitzen.

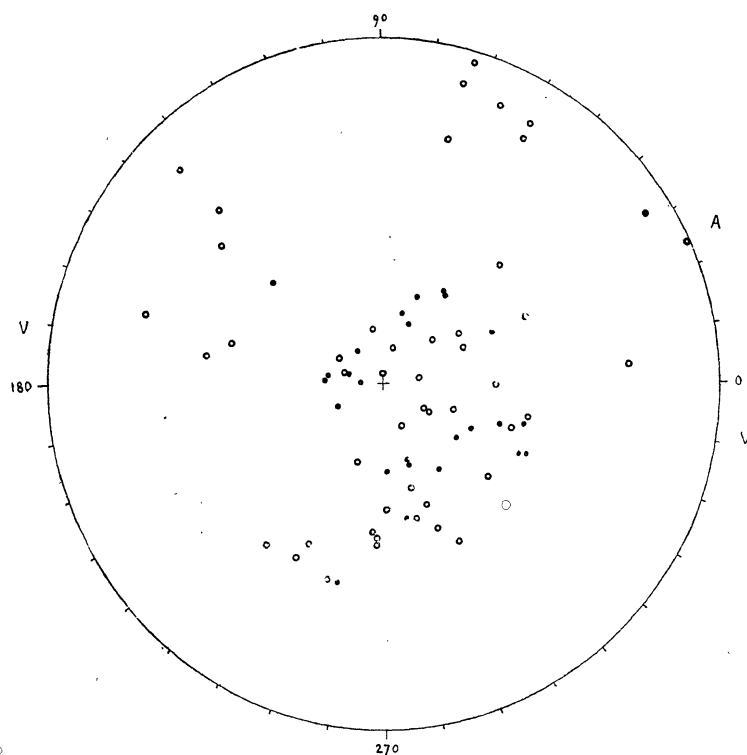
¹⁾ A. N. 4296, 179.376, 1909.

²⁾ Über die Trennung der »kurzperiodischen« Veränderlichen in solche vom δ Cephei- und RR Lyrae-Typus siehe A. N. 4600, 192.262, 1912. Hinzugefügt sei, daß nach *Graff* (Astr. Abh. Hamburg, Bd. 1, Nr. 3, 55 u. 95, 1909) RR Lyrae eine jährliche Eigenbewegung von 0.23 hat, während für einen δ Cephei-Veränderlichen derselben Sterngröße, etwa 7^m5, weniger als 0.01 zu erwarten wäre. Da RR Lyrae sich in der Helsingfors-Zone der Himmelskarte befindet, wird es leicht sein, eine von Meridianbeobachtungen unabhängige gute Bestimmung seiner Eigenbewegung zu erhalten. Es wäre von besonderem Interesse zu sehen, ob die Veränderlichen vom RR Lyrae-Typus sich im allgemeinen auch in dieser Hinsicht von denen des δ Cephei-Typus unterscheiden.

³⁾ Sterne mit merklicher Eigenbewegung befinden sich praktisch alle innerhalb 500 Lichtjahren Distanz von der Sonne entsprechend einem Radius von $\frac{1}{10}$ des Halbmessers des in der Figur gezeigten Feldes.

⁴⁾ Die Sonne würde in diesem Maßstabe etwa Molekülgröße besitzen. Bei ihrer jetzigen Geschwindigkeit von 20 km/sek würde sie 75000000 Jahre gebrauchen, um bis an den Rand des in der Figur gezeigten Feldes zu gelangen.

⁵⁾ In Spalte 7 dieser Tabelle befinden sich folgende Druckfehler: λ Orionis B 3.66 statt 5.56, β^1 Orionis 4.85 statt 5.36, δ Circini 5.34 statt 5.24, A Cygni 6.06 statt 5.06.



Projektionen der Örter der δ Cephei-Veränderlichen $\circ$ und Oe 5-Sterne $\bullet$ auf die Ebene der Milchstraße. Durchmesser des Kreises 10000 Lichtjahre. Maßstab ca. 1:10²¹.

In dem Katalog von *Boss* finden sich 17 Sterne des Typus Oe 5, welche in Tabelle 2 (s. p. 207) enthalten sind. Die Daten sind in derselben Weise wie in Tabelle 1 für die δ Cephei-Veränderlichen gegeben und bedürfen keiner neuen Erklärung.

Die 17 Oe 5-Sterne ergeben für die mittlere parallaktische Bewegung auf die Sterngröße 0^m reduziert

$$v_{0,R} = \Sigma v_0 \sin \lambda / \Sigma \sin^2 \lambda = 0.181''/a \pm 0.047''/a \text{ (m. F.)}$$

oder die Parallaxe $p_0 = +0.043 \pm 0.011$ (m. F.) oder die absolute Sterngröße $m_{abs} = -6^m8 \pm 0^m6$ (m. F.). Bei Berücksichtigung der verschiedenen mittleren Fehler der v_0 -Werte erhält man $v_{0,R} = +0.120''/a \pm 0.040''/a$ (m. F.), $p_0 = +0.029 \pm 0.010$ (m. F.) und $m_{abs} = -7^m7 \pm 0^m8$ (m. F.). Ich halte diese letzteren Werte für die zuverlässigeren, und damit habe ich die Abstände der Sterne nach ihrer scheinbaren Helligkeit berechnet. Es wurde die in Harv. Ann. 56.222 gegebene Zusammenstellung der Oe 5-Sterne benutzt⁵⁾.

Tabelle 2. Oe 5-Sterne³⁾.

Nr. Boss	Sterngröße	v_0	τ_0	(m. F.) ²	λ	$\sin^2 \lambda$	$v_0 \sin \lambda$	(m. F.) ² + .0077	$v_0 / \sin \lambda$
		" / a	" / a	(" / a) ²			" / a	(" / a) ²	" / a
913	4 ^m 05	+ .11	+ .04	.0006	107°	.91	+ .11	.0083	+ .11
1357	3.66	+ .6	- .1	.5	139	.43	+ .4	.82	+ .4
1363	5.36	- .4	+ .5	.29	153	.21	- .2	.106	- .2
1366	2.87	+ .2	+ .1	.2	154	.19	+ .1	.79	+ .1
1706	4.68	+ .6	+ .4	.11	138	.45	+ .4	.88	+ .4
1901	4.40	+ .4	- .7	.32	162	.10	+ .1	.109	+ .1
3366	5.58	+ .59	+ .7	.198	108	.90	+ .56	.275	+ .56
3874	5.24	+ .25	0	.123	98	.98	+ .25	.200	+ .25
3886	5.50	+ .30	- .9	.264	97	.99	+ .30	.341	+ .30
4231	5.90	+ .23	+ .3	.235	82	.98	+ .23	.312	+ .23
4444	5.71	+ .21	- .11	.258	64	.81	+ .19	.335	+ .19
4560	5.86	+ .9	0	.99	55	.67	+ .7	.176	+ .7
5073	6.29	- .7	- .11	.104	28	.22	- .3	.181	- .3
5474	5.06	- .15	- .23	.49	40	.41	- .10	.126	- .10
5565	5.64	+ .5	+ .1	.32	45	.50	+ .4	.109	+ .4
5687	5.17	+ .12	- .3	.37	49	.57	+ .9	.114	+ .9
5844	4.91	+ .2	- .9	.16	56	.69	+ .2	.93	+ .2

Die Oe 5-Sterne sind ungefähr ebenso stark wie die δ Cephei-Veränderlichen nach der Milchstraße hin konzentriert. Die Projektionen der Orte der Oe 5-Sterne auf die Ebene der Milchstraße sind in der Figur durch die Zeichen • eingetragen. Die Verteilung dieser Sterne innerhalb 3000 Lichtjahren Abstand von unserer Sonne zeigt dieselbe Asymmetrie wie die der δ Cephei-Veränderlichen, wodurch diese Eigentümlichkeit in der Orientierung der Sterne in unserer fernen Umgebung eine Bestätigung findet.

In der Figur sind nur die Projektionen der berechneten Sternörter auf die Ebene der Milchstraße dargestellt. Wir wollen jetzt auch die Abstände der Sterne von dieser Ebene betrachten. Die für jeden Stern berechnete Entfernung gibt multipliziert mit dem Sinus der galaktischen Breite die Distanz des Sternes von einer durch die Sonne parallel zur Milchstraße gelegten Ebene. Ordnet man diese Distanzen nach ihrer Größe, so ergibt sich für 68 δ Cephei-Sterne der Zentralwert - 123 Lichtjahre. Das bedeutet, daß die Sonne auf der nördlichen Seite der durch die 68 δ Cephei-Veränderlichen festgelegten Ebene sich befindet und daß sie um etwa 123 Lichtjahre von dieser Ebene absteht. Die mittlere Entfernung eines δ Cephei-Sternes von dieser Zentralebene ergibt sich zu ± 296 Lichtjahre im Sinne des Gaußschen Fehlergesetzes. Die den beiden Größen 123 und 296 Lichtjahren entsprechenden Parallaxen betragen bzw. etwa $1/40''$ und $1/100''$. Das ist von derselben Größenordnung wie der plausible Abstand der Plejaden. Es wäre hiernach z. B. zu erwarten, daß in der Richtung nach den Polen der Milchstraße die weißen A-Sterne, deren absolute Helligkeiten etwa $-4^m \pm 1^m$ (m. F.) betragen, bereits von der 8. oder

9. Größe ab fast verschwinden müßten. Ich habe nachgeprüft, ob nach der Göttinger Aktinometrie, die photographisch allerdings nur etwa bis zur 7. Größenklasse vollständig ist, ein solches Verhalten der weißen Sterne angedeutet ist. Das scheint in der Tat der Fall zu sein, obwohl das geringe Material noch nicht entscheidend ist.

Die Bestimmung photographischer effektiver Wellenlängen ist berufen, in dieser interessanten Frage bald Aufklärung zu schaffen.

Die geringe mittlere Entfernung der δ Cephei-Sterne von der Ebene der Milchstraße, etwa ± 296 Lichtjahre, zeigt in Verbindung mit den in der Figur dargestellten Projektionen dieser Sterne auf die genannte Ebene, wie außerordentlich flach die δ Cephei-Veränderlichen angeordnet sind, indem der Durchmesser des in der Figur gezeichneten Kreises etwa 10000 Lichtjahre beträgt. Nimmt man an, daß die δ Cephei-Sterne gleichmäßig unter den Sternen des Milchstraßensystems verteilt sind, so folgt, daß dieses System ebenfalls sehr flach sein muß.

Betrachtet man das System der Milchstraße als ein Rotationsellipsoid, in dessen Mitte sich die Sonne befindet, so wird man aus der mittleren galaktischen Breite von gleichmäßig in diesem Ellipsoid verteilten Sternen das Achsenverhältnis berechnen können. Von 68 δ Cephei-Sternen zeigt die Hälfte galaktische Breiten kleiner als 4° . Das Achsenverhältnis b/a des Rotationsellipsoids ist dann bestimmt durch die leicht abzuleitende Gleichung $b/a = 2 \sin 4^\circ = 1/7$. Da vorwiegend die δ Cephei-Veränderlichen in der Nähe der Sonne entdeckt sind, so würde dieses Achsenverhältnis als Maximalwert zu betrachten sein.

Die Hälfte von 84 Sternen mit Spektren zwischen Oa und Oe zeigen galaktische Breiten unterhalb 2° ¹⁾. Das ergibt in analoger Weise das maximale Achsenverhältnis b/a zu $2 \sin 2^\circ = 1/14$ ²⁾.

Bei aller Unsicherheit dieser Zahlen sieht man doch, wie außerordentlich flach das Milchstraßensystem sein muß.

Für die obenstehenden Berechnungen wurde eine der Groninger Publ. 9 analoge Bearbeitung der Bosschen Eigenbewegungen benutzt; die Herr J. C. Kapteyn ausgeführt und freundlichst dem Potsdamer Observatorium zur Verfügung gestellt hat.

Potsdam, 1913 Juni 18.

E. Hertzsprung.

Bestätigung der Eigenbewegung von RR Lyrae.

Von RR Lyrae hat, nachdem obenstehendes geschrieben war, Herr C. F. Bottlinger mir freundlichst eine neue Position aus Hamburg-Bergedorf geschickt. RR Lyrae wurde an die 4 Sterne AG Bo korr. 12916, 12941, 12951 und 13025 angeschlossen. Es ergab sich für die Epoche 1913.5: $19^h 22^m 16^s.67$, $+42^\circ 35' 22''.5$ (1900). Diese neue Position

¹⁾ Unter Ausschluß der Sterne in den Magellanschen Wolken.

²⁾ Nimmt man für die Oa- bis Oe-Sterne denselben mittleren Abstand, ± 296 Lichtjahre, von der Ebene der Milchstraße wie für die δ Cephei-Veränderlichen an, so läßt sich aus der Verteilung ihrer galaktischen Breiten ihre mittlere absolute Sterngröße auf $-8^m \pm 2^m$ (m. F.) abschätzen.

³⁾ Das mittlere Quadrat der Pekuliarbewegungen wurde zu $0.0077 (" / a)^2$ auf die Sterngröße 0 reduziert angenommen. Dem entspricht eine Maxwell'sche Geschwindigkeit von etwa ± 10 km/sek.

gibt in Verbindung mit den 4 älteren von *Graff* (l. c.) angeführten die jährliche Eigenbewegung von RR Lyrae zu $\mu_{\alpha} = -0^{\circ}0088 = -0^{\circ}098$, $\mu_{\delta} = -0^{\circ}190$ oder $\mu = 0^{\circ}213$ in der Richtung nach $207^{\circ}3$.

Ferner hat Herr *R. Furuhielm* auf meinen Wunsch bereitwilligst neue und alte Helsingforscher Himmelskartenplatten miteinander verglichen und die jährliche Eigenbe-

Potsdam, 1913 Juli 3.

wegung von RR Lyrae zu $\mu_{\alpha} = -0^{\circ}12$, $\mu_{\delta} = -0^{\circ}24$ oder $\mu = 0^{\circ}27$ in der Richtung nach $206^{\circ}6$ gefunden.

Durch diese beiden unabhängigen Bestimmungen ist es festgestellt, daß RR Lyrae eine Eigenbewegung von etwa $0^{\circ}25$ jährlich hat, sodaß seine absolute Helligkeit wahrscheinlich eher mit der unserer Sonne als mit der eines δ Cephei-Veränderlichen zu vergleichen ist.

E. Hertzsprung.

Mitteilungen über Kleine Planeten.

Photographic Observations at Johannesburg.

Planet	1913	Greenw. t.	Mag.	R. A.	1913.0	Decl.
451 Patientia	May	28.3677	10.5	17 ^h 7 ^m 45 ^s .97	-16° 49'	23"8
"	June	7.3432	16	59 9.83	-17 10	21.6
86 Semele	May	28.3677	12.5	17 15 32.18	-21 39	5.9
"	June	7.3432	17	7 16.82	-21 38	30.2
182 Elsa	June	7.3432	11.8	17 34 7.08	-21 58	7.8

The above observations of 451 Patientia compared with the ephemeris in the B. J. 1915 both give O-C -0^m6, +6'; whereas I notice in A. N. 4662 p. 127 an observation at Algiers indicating O-C -0^m7, -6'. (ber. A.N. 4678. *Red.*)

Johannesburg, 1913 Sept. 18.

H. E. Wood.

Photographische Beobachtungen in Dorpat.

Planet	1913	M. Jur. Z.	α 1913.0	δ 1913.0
93 Minerva	Sept. 25	10 ^h 46 ^m	1 ^h 41 ^m 11 ^s	+13° 58' 4
"	27	9 48	1 39 38	+13 56.5
419 Aurelia	Sept. 25	10 46	1 49 59	+14 33.9
"	27	9 48	1 48 31	+14 24.3
242 Kriemhild	Sept. 25	10 46	1 52 25	+13 33.6
41 Daphne	Sept. 26	12 14	1 55 52	+2 52.9
"	27	12 38	1 55 15	+2 45.2

Jurjew (Dorpat), Universitäts-Sternwarte, 1913 Okt. 6.

K. Pokrowski.

Photographische Aufnahmen in Simeis.

Planet	1913	M. Z. Gr.	Position 1913.0	Gr.
566 Stereoskopia	Okt. 2	12 ^h 41 ^m 5	1 ^h 57 ^m 7	+5° 22' 12 ^m 0
528 Rezia	" 4	10 46.7	1 4.4	-5 47 13.0
1913 SZ (neu)	" 4	10 46.7	1 25.3	-2 56 12.8
329 Svea	" 4	10 46.7	1 29.4	+0 9 12.3
345 Tercidina	" 6	9 18.5	23 55.3	+7 39 11.2
270 Anahita	" 6	9 18.5	23 55.7	+4 26 10.3
485 Genua	" 6	9 18.5	0 1.0	+3 38 11.4
138 Tolosa ²⁾	" 6	11 27.1	1 12.5	+3 43 10.3
127 Johanna ²⁾	" 6	11 27.1	1 13.6	+4 13 11.3
104 Klymene ²⁾	" 6	11 27.1	1 16.2	+6 0 11.8
1913 TA (neu)	" 6	11 27.1	1 19.2	+3 31 12.8
339 Dorothea ¹⁾	" 6	11 27.1	1 23.8	+2 13 12.5
329 Svea	" 6	11 27.1	1 27.8	-0 15 12.3
159 Aemilia	" 6	11 27.1	1 38.9	+1 30 12.0
431 Nephele	" 6	11 27.1	1 39.5	+7 19 11.9
1913 TB (neu)	" 6	11 27.1	1 41.1	-0 53 13.2
662 Newtonia	" 6	11 27.1	1 45.8	+4 2 12.9
41 Daphne	" 6	11 27.1	1 49.2	+1 36 11.6
566 Stereoskopia	" 6	11 27.1	1 55.1	+5 10 12.0
670 Ottegebe ²⁾	" 6	11 27.1	2 5.7	+6 5 12.3

Planet	1913	M. Z. Gr.	Position 1913.0	Gr.
138 Tolosa	Okt. 9	11 ^h 25 ^m 5	1 ^h 9 ^m 6	+3° 30' 10 ^m 3
127 Johanna	" 9	11 25.5	1 11.3	+4 5 11.5
104 Klymene	" 9	11 25.5	1 13.8	+5 49 11.8
1913 TA	" 9	11 25.5	1 16.7	+3 23 12.8
339 Dorothea	" 9	11 25.5	1 21.7	+1 50 12.5
431 Nephele	" 9	11 25.5	1 37.3	+7 6 11.9
662 Newtonia	" 9	11 25.5	1 43.2	+3 43 12.9

¹⁾ Der Planet ist zum Teil durch eine Sternspur bedeckt.

²⁾ Die Planeten sind nahe am Plattenrand.

Die Identifizierung der Planeten 345 Tercidina und 485 Genua wurde durch die Fehler der Oppositionshelligkeiten des B. J. erschwert. Bemerkenswert ist, daß 13 Planeten sich auf ein und derselben Platte (vom 6. Okt.) zusammengefunden haben.

Simeis, 1913 Okt. 16.

G. Neujmin.

Photogr. Aufnahmen auf der Königstuhl-Sternwarte.

Planet	Position 1913.0	Tägl. Bew.	Gr.	Platte
1913 Okt. 21.				
93 Minerva	1 ^h 17 ^m 8	+13° 4'	-0 ^m 8 -3'	10 ^m 9 A 7121
419 Aurelia	1 27.6	+11 56	-0.9 -6	10.7 "
1913 SW	0 59.0	+9 56	-0.9 -2	12.9 B 3313
1913 Okt. 24.				
389 Industria	1 44.1	+23 37	-0.9 -6	11.5 A 7124
1913 TD (neu)	1 56.6	+25 0	-0.8 -5	11.7 "
122 Gerda	23 59.3	-0 30	-0.5 -3	12.5 B 3315
55 Pandora	0 3.0	+0 49	-0.6 +1	10.0 "
125 Liberatrix	0 20.2	-0 58	-0.6 -6	11.5 "
1913 TC (neu)	1 8.4	+16 41	-1.0 -2	13.5 B 3317
297 Caecilia	1 10.3	+17 9	-0.8 -3	12.9 "
120 Lachesis	1 29.1	+17 3	-0.8 -4	12.0 "
670 Ottegebe	1 52.8	+3 41	-0.9 -6	10.9 A 7130
674 Rachel	1 58.9	+0 26	-0.9 0	10.3 "
566 Stereoskopia	1 41.8	+4 7	-0.6 -2	10.8 "
1913 Okt. 25.				
418 Alemannia	1 52.1	+19 14	-0.9 -8	11.8 A 7134
1913 TC	1 7.4	+16 39	-1.0 -2	13.5 B 3321
297 Caecilia	1 9.4	+17 6	-0.8 -3	12.9 "
93 Minerva	1 14.2	+12 51	-0.8 -3	11.0 "
419 Aurelia	1 23.9	+11 28	-0.8 -7	10.8 B 3323
242 Kriemhild	1 31.5	+9 46	-0.7 -8	12.6 "
673 Edda	1 36.1	+11 35	-0.7 -6	12.9 "
243 Ida	1 36.3	+11 45	-0.8 -5	13.1 "
431 Nephele	1 24.9	+5 52	-0.7 -3	11.8 A 7138
566 Stereoskopia	1 41.2	+4 5	-0.6 -2	10.8 "