

wir recht beträchtliche, systematisch verlaufende Helligkeitsänderungen gefunden, die wir bisher nicht näher untersucht haben, sodaß wir ihre Realität nur durch ihre Größe verbürgen können. Der Stern steht für uns schon zu südlich; wir könnten ihn nur in Stundenwinkeln unter 2^h beobachten und seinen Lichtwechsel überhaupt nur in ausgezeichneten Nächten mit Nutzen verfolgen. Ebenso haben wir von α Orionis nur eine geringe Zahl von Messungen, die außer der bekannten langsamen Schwankung von etwa einer halben Größenklasse eine Schwankung von 11.5-tägiger Periode und veränderlicher Amplitude anzeigen, deren Höchstwert etwa $0^m.2$ (mit der Natriumzelle) betrug. Die Periode bedarf noch der Bestätigung, da unsere Messungen die Möglichkeit einer ganz kurzen Periode statt der 11.5-tägigen nicht sicher ausschließen. Von φ Persei besitzen wir drei durch visuelle Messungen gut bestimmte Minima aus den Jahren 1911 und 1912 (Amplitude $0^m.25$), außerdem lichtelektrische Messungen von 1913 bis 1916. Wir haben bei der Bearbeitung des Materials die von *Hornig* (A. N. 202.61) zuerst genauer bestimmte kurze Periode ($18^d.1$) sowie den δ Cephei-Charakter der Lichtkurve bestätigt gefunden. Unsere Beobachtungen zeigen weiter, daß die Periode des Lichtwechsels sehr nahe, wahrscheinlich genau, $\frac{1}{7}$ der recht sicher bestimmten Umlaufzeit des spektroskopischen Systems ($126^d.6$) beträgt. Die visuelle Amplitude des Lichtwechsels ist mehrfach größer als die lichtelektrische (mit der Natriumzelle). Dieselbe Erfahrung machten wir auch früher schon bei Veränderlichen des Heliumtypus, z. B. bei β Cephei und σ Persei. Bei φ Persei ist aber das visuelle Beobachtungsmaterial vollständiger und beweiskräftiger als bei den übrigen Sternen.

Im Hinblick auf die Schnelligkeit des Verlaufs und die Unbeständigkeit der meisten der vorstehend beschriebenen Schwankungen — von φ Persei sei zunächst abgesehen — halten wir es für unwahrscheinlich, daß sie Wirkungen von Bahnbewegungen in engen Systemen sind. Die bei α Lyrae und α Aurigae beobachteten verschiedenen Perioden scheinen in einer bestimmten, aus der Theorie schwingender Gaskugeln bekannten Beziehung zueinander zu stehen. Wir neigen zu

Berlin-Babelsberg, Königliche Sternwarte, 1916 April 22.

der Annahme, daß die beobachteten Helligkeitsschwankungen die Wirkungen von freien Schwingungen der Sterne sind, die einen einmaligen Impuls durch gelegentliche Massenverschiebungen in diesen Himmelskörpern oder durch irgendwelche andere Ursachen erhalten und alsbald wieder abklingen oder durch neue Schwingungen anderer Periode abgelöst werden.

Der Stern φ Persei stellt einen ganz merkwürdigen Sonderfall des δ Cephei-Typus dar; hier liegt allem Anschein nach eine durch die Bewegung des im Spektrum sichtbaren Begleiters erzwungene Schwingung vor. Man sollte erwarten, daß als Periode der Schwingung, also auch des Lichtwechsels, die Umlaufzeit des Systems auftrate, was aber sicher nicht der Fall ist.

Vom Standpunkt der angedeuteten Hypothese, mit der in neuerer Zeit die Erklärung der δ Cephei- und verwandten Veränderlichen versucht worden ist, betrachten wir als das bemerkenswerteste Ergebnis unserer bisherigen Untersuchungen, daß in den Sternen entstehende freie Schwingungen offenbar sehr schnell abgedämpft werden. Bei der Anwendung dieses Ergebnisses auf das Problem der δ Cephei-Klasse würde man zu dem Schluß genötigt sein, daß die anscheinend unbegrenzte Fortdauer des periodischen Lichtwechsels dieser Sterne einen beständigen periodischen Impuls voraussetzt; man würde also wieder zu der Doppelsternhypothese geführt werden. Das regelmäßige Auftreten nur einer Periode, verbunden mit der immerhin bemerkenswerten Gleichmäßigkeit des Lichtwechsels — die beobachteten Abweichungen vom mittleren Gang sind in allen Fällen von doch recht untergeordneter Bedeutung — möchten wir als ein weiteres Anzeichen dafür betrachten, daß die Schwingungen der δ Cephei-Sterne, im Gegensatz zu den an α Lyrae oder α Aurigae beobachteten, erzwungene sind. Die Zweifel an der richtigen Deutung der spektroskopischen Beobachtungen werden hierdurch natürlich nicht berührt.

Das umfangreiche dieser Mitteilung zugrunde liegende Beobachtungsmaterial, das wir noch weiter zu vermehren hoffen, werden wir voraussichtlich im Laufe dieses Jahres veröffentlichen.

P. Guthnick. R. Prager.

Über die Bestimmung der Perioden bei veränderlichen Sternen. Von *V. Láska*.

Die Genauigkeit der visuellen Helligkeitsbestimmungen der veränderlichen Sterne ist nicht den scharfen Methoden der harmonischen Analyse ebenbürtig. Man benutzt deswegen in der Regel graphische Methoden. Einen Beitrag hierzu zu liefern, ist der Zweck der vorliegenden Note.

Wir nehmen zunächst an, daß nur eine einzige Periode vorhanden ist, und bezeichnen mit H_1, H_2, H_3, \dots die beobachteten Helligkeiten, sowie mit T_1, T_2, T_3, \dots die ihnen entsprechenden Zeiten. Diese Werte tragen wir graphisch auf und zeichnen die Helligkeitskurve in der üblichen Weise. Der graphischen Darstellung kann dann eine zweite Reihe von Helligkeiten entnommen werden, welche mit h_1, h_2, h_3, \dots bezeichnet werden soll und deren zugehörige Zeiten eine arithmetische Reihe mit dem Intervalle Δt bilden.

Sei nun allgemein

$$h_t = h + a \sin(kt + A).$$

Bildet man die Differenzen nach dem Schema

$$\begin{array}{ccccccc} \dots & h_n & & h_{n+1} & & h_{n+2} & \dots \\ \dots & \Delta h_n & & \Delta h_{n+1} & & \Delta h_{n+2} & \dots \\ \dots & \Delta^2 h_n & & \Delta^2 h_{n+1} & & \Delta^2 h_{n+2} & \dots \end{array}$$

so besteht die Gleichung

$$\Delta^2 h_n = 4 \sin^2\left(\frac{1}{2} k \Delta t\right) \cdot (h_{n+1} - h_n).$$

Die Berechnung der Größe k , welche mit der Periode P durch die Gleichung $P = 2\pi/k$ verbunden ist, erfolgt graphisch in nachstehender Weise. Setzt man

$$x = h_{n+1} \quad y = \Delta^2 h_n \quad 4 \sin^2\left(\frac{1}{2} k \Delta t\right) = \tan \mu$$

so geht die Fundamentalgleichung über in

$$y = (x - h) \tan \mu.$$

Werden also die Punkte x, y graphisch aufgetragen, so erhält man eine Gerade, deren Neigung gegen die Abszissenachse durch den Winkel μ gegeben ist und welche diese Achse in dem Punkte $x = h$ schneidet.

Um die Verallgemeinerung dieser Methode zu geben, verwenden wir die Differentialform unseres Problems.

Sei zunächst

$$h_t = h + a \sin(k_1 t + A) + b \sin(k_2 t + B).$$

Dann besteht die Differentialgleichung

$$(dh/dt) k_1^2 k_2^2 + (d^3 h/dt^3) (k_1^2 + k_2^2) + (d^5 h/dt^5) = 0$$

und die Perioden

$$P_1 = 2\pi/k_1 \quad P_2 = 2\pi/k_2.$$

Fügt man zu der Differentialgleichung die Identitäten

$$k_1^2 k_2^2 - k_1^2 (k_1^2 + k_2^2) + k_1^4 = 0$$

$$k_1^2 k_2^2 - k_2^2 (k_1^2 + k_2^2) + k_2^4 = 0$$

und setzt

$$-(d^3 h/dt^3) = x (dh/dt) \quad d^5 h/dt^5 = y (dh/dt)$$

so ergibt sich die Determinante

$$\begin{vmatrix} 1 & x & y \\ 1 & k_1^2 & k_1^4 \\ 1 & k_2^2 & k_2^4 \end{vmatrix} = 0.$$

Das ist aber eine Kollineationsdeterminante, welche besagt, daß die Punkte x, y auf einer und derselben Geraden liegen.

Prag, 1916 Mai 30.

Veränderlichkeit des Spektrums beim δ Cephei-Typus.

Eine für die Theorie der Veränderlichen vom δ Cephei Typus und für die Erforschung der Natur und der Ursache ihrer Veränderlichkeit wichtige Feststellung hat *H. Shapley* gemacht durch den Nachweis einer periodischen Veränderlichkeit des Spektrums dieser Sterne. Die Untersuchung, über welche in Proc. of the Nat. Acad. of Sciences of the U. S. of America 2.208 ein kurzer Bericht vom 23. Februar 1916 mitgeteilt wird, erstreckt sich auf 11 Sterne an der Hand von über 150 Spektrogrammen. Für 3 der Sterne, die beiden rasch wechselnden RS Bootis und RR Lyrae und δ Cephei, war ein periodischer Farbenwechsel schon bekannt. Auch war für einzelne der Sterne aus dem Verlaufe der Lichtkurven eine Farbenänderung vermutet, und für andere war eine periodische Verschiebung des Maximums der Intensität des kontinuierlichen Spektrums nachgewiesen. Nach *Shapleys* Arbeiten hat man nun den periodischen Farbenwechsel als eine typische Eigenschaft der Sterne vom δ Cephei-Typus zu betrachten. Sie würde die Annahme *Shapleys* stützen, daß die bei diesen Sternen auf-

Diese Gerade wird von der Parabel $y = x^2$ in zwei Punkten geschnitten, deren Abszissen $x' = k_1^2$, $x'' = k_2^2$ die Werte k_1 und k_2 liefern.

Da diese Parabel eine feste ist, so kann sie ein für allemal gezeichnet und nach den Perioden direkt kotiert werden. Die weitere Rechnung ist dann zweckmäßig wie folgt anzuordnen. Zunächst wird durch einfache Mittelbildung der Wert h aus der Gleichung

$$h_t - h = (k_1^2 + k_2^2) (d^2 h/dt^2) + k_1^2 k_2^2 (d^4 h/dt^4)$$

berechnet. Die übrigen Größen ergeben sich graphisch oder rechnerisch aus den Gleichungen

$$a (k_2^2 - k_1^2) \sin(k_1 t + A) = (d^2 h/dt^2) + k_1^2 (h_t - h)$$

$$b (k_1^2 - k_2^2) \sin(k_2 t + B) = (d^2 h/dt^2) + k_2^2 (h_t - h).$$

Die weitere Verallgemeinerung liegt an der Hand.

Es gilt der Satz: Ist

$$x_i (dh/dt) = -d^3 h/dt^3 \quad y_i (dh/dt) = (-1)^i (d^{2i+1} h/dt^{2i+1})$$

und sind die Punkte x_i, y_i kollinear, so sind i verschiedene Perioden vorhanden, wenn die Kollineationsachse dieser Punkte die Kurve $y = x^2$ in i reellen Punkten schneidet.

V. Láska.

tretende Veränderlichkeit in der Helligkeit und in der Radialgeschwindigkeit in einer periodischen Störung der Strahlungsintensität ihre Ursache haben, analog dem Phänomen der Sonnenflecke. *Shapley* legt das Resultat seiner Untersuchung in der folgenden Tabelle nieder.

Stern	Gr. i. Max.	Umfang d. Veränderl.	Periode	Spektrogramme	Änderung des Spektrums
TU Cassiopeiae	7 ^m 3	1 ^m 1	2 ^d 139	9	Fo — F6
SU Cassiopeiae	5.9	0.4	1.950	19	A8 — F5
SZ Tauri	7.2	0.5	3.148	11	F4 — G2
T Monocerotis	6.0	0.8	27.012	6	F4 — F8
RT Aurigae	5.0	0.9	3.728	12	A8 — G0
W Geminorum	6.4	1.3	7.916	10	F3 — G0
RS Bootis	8.9	1.1	0.377	13	B8 — F0
X Sagittarii	4.4	0.6	7.012	5	F2 — G
Y Ophiuchi	6.2	0.8	17.121	4	F5 — G0
RR Lyrae	6.8	0.9	0.567	17	B9 — F2
δ Cephei	3.5	0.8	5.366	21	F2 — G3

Red.

Mitteilungen über Kleine Planeten.

Aufnahmen auf der Königstuhl-Sternwarte.

Nr.	1916 Juni-Juli	Planet	Position 1916.0	Tägl. Bew.	Gr.
1	4	320 Katharina	17 ^h 31 ^m 54 ^s — 14°29'0	— 0 ^m 8 + 3'14 ^m 5	
2	4	402 Chloë	16 18.8 — 4 14	— 0.9 — 2 11.5	
3	24	780 (1914 UC)	17 45.9 + 0 12	— 0.8 — 2 13.0	
4	1	807 (1915 WV)	17 54.4 — 13 6	— 0.7 — 3 14.0	
5	1	780 (1914 UC)	17 41.2 — 0 14	— 0.8 — 3 13.0	

Nr.	Platte	Plattenmitte	M. Z. Kgst.	Beob.
1	D 1402	17 ^h 31 ^m 9 — 14°28'	11 ^h 31 ^m 9	M. Wolf
2	B 3751 ¹⁾	16 13.9 — 4 30	11 37.9 ±	»
3	D 1406	17 49.3 + 0 5	11 27.0	»

¹⁾ Meist durch Wolken.

Nr.	Platte	Plattenmitte	M. Z. Kgst.	Beob.
4	D 1409	17 ^h 56 ^m 9 — 12°40	11 ^h 10 ^m 6	M. Wolf
5	B 3761	17 33.3 — 2 50	11 45.1	»

Heidelberg, 1916 Juli 3.

M. Wolf.

Ephemeriden-Korrekturen.

Planet	1916	Korr.	Ephem.	Beob.
320 Katharina	Juni 4	+ 3 ^m 8 + 7'	B. J.	M. Wolf
402 Chloë	» 4	+ 0.5 — 5	»	»
780 (1914 UC)	» 24	— 2.9 + 7	»	»
807 (1915 WV)	Juli 1	— 8.0 — 3	»	»

Benennung. Der Planet 797 (1914 VR) hat von seinem Entdecker *H. Thiele* auf Vorschlag von Prof. *R. Schorr* den Namen *Montana* erhalten.

Inhalt zu Nr. 4852. *P. Labitzke*. Über die Fehler bei Mitteneinstellungen. 53. — *C. Luplau-Janssen*. Jupiterbeobachtungen 1915. 59. — *P. Guthnick* und *R. Prager*. Eine neue Klasse von Veränderlichen. 63. — *V. Láska*. Über die Bestimmung der Perioden bei veränderlichen Sternen. — Veränderlichkeit des Spektrums beim δ Cephei-Typus. 67. — Mitteilungen über Kleine Planeten. 67.