

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 197.

Nr. 4718.

14.

Genäherte Bahnelemente von 108 Herculis. Von *H. Ludendorff*.

Die Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit von 108 Herculis [RA. = $18^h 17^m 1$, Dekl. = $+29^\circ 48'$ (1900.0), Gr. $5^m 54$ im System der R. H. P., $5^m 82$ in dem der Potsdamer PD, Spektrum A3] wurde von Herrn *W. S. Adams* im Ap. J. 35.177 (1912) angezeigt. Im Laufe des Sommers 1913 habe ich am 80 cm-Refraktor 17 Spektrogramme von diesem Stern erhalten, die eine erste Bahnbestimmung ermöglichen. Da ich aus weiter unten anzugebenden Gründen den Stern nicht weiter zu verfolgen gedenke, so möchte ich die Bahnelemente veröffentlichen, obwohl sie noch ziemlich ungenau sind.

Die Aufnahmen sind mit dem Drei-Prismen-Spektrographen III gewonnen worden, unter Benutzung des Kamera-Objektives von kurzer Brennweite (18 cm). Bei Spaltweite 0.05 mm und bei durchschnittlichen atmosphärischen Bedingungen betrug für 108 Herculis die Belichtungsdauer etwa 80^m. In dieser Zeit wurden zwar schmale, aber etwa zwischen $\lambda 4040$ und $\lambda 4700$ gut meßbare Spektren erhalten. Die Messungen erstreckten sich indessen nach der weniger brechbaren Seite hin nur bis $\lambda 4500$, da die Dispersion dort schon recht gering ist. (Bei $\lambda 4700$ ist 0.1 mm auf der Platte gleich 4.5 Å, bei $\lambda 4500$ 3.6 Å, bei $\lambda 4300$ 2.7 Å, bei $\lambda 4100$ 2.0 Å.) Mehrere Platten sind infolge von Bewölkung unterbelichtet.

Das Spektrum von 108 Herculis enthält zahlreiche, ziemlich gut meßbare Linien. Wegen der geringen linearen Ausdehnung des Spektrums auf der Platte bot die richtige Identifizierung der Linien z. T. erhebliche Schwierigkeiten. Auch mußten je nach der Beschaffenheit der Aufnahmen auf den einzelnen Spektrogrammen häufig verschiedene Linien gemessen werden, wodurch die innere Übereinstimmung der Resultate gelitten hat.

Die Gesamtheit meiner Beobachtungen im Verein mit den vier von Herrn *Adams* veröffentlichten Radialgeschwindigkeiten ergab zunächst eine Periode von $5^d 51414$. Mit dieser Periode wurden alle meine Beobachtungen auf den von 1913 Juni 14.00 m. Z. Gr. = J. D. 2419933.00 an gezählten Umlauf reduziert. Die von diesem Zeitpunkt an gerechnete Phase soll mit φ bezeichnet werden. In der folgenden Tabelle ist eine laufende Plattennummer, die Mitte der Belichtungszeit, die Phase φ , die Radialgeschwindigkeit v und die Zahl n der Linien, auf deren Messung v beruht, gegeben.

Nr.	M. Z. Gr.	φ	v	n	Δ
1	1913 Juni 15.48	$1^d 48$	-79 km	24	+4 km
2	16.47	2.47	-85	15	+1
3	17.43	3.43	-25	31	-6
4	18.42	4.42	+44	20	0
5	22.45	2.94	-58	17	0
6	28.40	3.37	-24	22	0
7	Juli 11.38	5.32	+38	18	+2
8	12.37	0.80	-33	23	+4
9	17.37	0.29	+3	11	-1

Nr.	M. Z. Gr.	φ	v	n	Δ
10	1913 Aug. 22.41	$3^d 24$	-27 km	24	+8 km
11	26.44	1.76	-97	23	-4
12	31.42	1.22	-70	15	-2
13	Sept. 6.36	1.65	-90	30	0
14	7.35	2.64	-74	28	+4
15	8.34	3.63	-6	26	-3
16	10.37	0.14	+14	15	-1
17	12.36	2.13	-100	15	-5

Die Beobachtungen genügen, wie eine eingehendere Betrachtung zeigt, sehr nahe einer Kreisbahn. Nimmt man eine solche an, so ergibt sich schließlich die beste Darstellung aus der folgenden Formel:

$$v = -23.0 \text{ km} - 72.7 \text{ km} \sin[360^\circ(\varphi - 0^d 63)/5^d 51414].$$

Die Differenzen zwischen den beobachteten v und den nach dieser Formel berechneten sind unter Δ in der obigen Tabelle gegeben (im Sinne B-R). Systematische Abweichungen von der Kreisbahn, die mit einiger Sicherheit zu verbürgen wären, sind nicht vorhanden. Die Elemente sind aber noch ziemlich ungenau, da der positive Teil der Geschwindigkeitskurve nur durch sehr wenige Beobachtungen festgelegt ist.

Als mittlerer Fehler der einzelnen Platte ergibt sich unter Zugrundelegung obiger Elemente und unter der Annahme gleichen Gewichtes für alle Platten der Betrag ± 3.6 km. Die Genauigkeit hat, wie schon erwähnt, augenscheinlich dadurch gelitten, daß auf verschiedenen Platten häufig verschiedene Linien gemessen sind, und auch wohl dadurch, daß ich einige Aufnahmen von sehr geringer Qualität mit benutzt habe, die ich von vornherein ausgeschieden haben würde, wenn ein größeres Beobachtungsmaterial vorgelegen hätte. Die für den Spektrographen in seiner jetzigen Form erreichbare Genauigkeit habe ich durch Aufnahmen von γ Aquilae festgestellt. Aus 9 Spektrogrammen dieses Sternes, die an 8 verschiedenen Abenden erhalten wurden, und auf denen durchschnittlich je 25 Linien gemessen sind, ergab sich bei Spaltweite 0.05 mm der mittlere Fehler der einzelnen Platte zu ± 1.06 km. Dieses Resultat ist bei der geringen linearen Ausdehnung der Spektren (zwischen $\lambda 4700$ und $\lambda 4100$ 20 mm) schon recht befriedigend, doch hoffe ich ziemlich sicher, die Genauigkeit durch einige Änderungen am Spektrographen noch etwas steigern zu können.

Die Mt. Wilson-Beobachtungen von 108 Herculis werden, wie sich nachträglich zeigte, am besten dargestellt, wenn man die Periode noch um $0^d 00046$, also auf $P = 5^d 51460$ verlängert. Man hat dann folgende Darstellung:

M. Z. Gr.	φ	v	B-R
1911 Sept. 4.67	$2^d 39$	-94 km	-5 km
10.65	2.86	-62	+2
Okt. 8.67	3.31	-28	+1
9.64	4.28	+38	-1

Auf die Darstellung meiner eigenen Beobachtungen hat die obige kleine Änderung des angenommenen Periodenwertes praktisch keinen Einfluß.

Bei der Ausmessung der Platten wurde ich darauf aufmerksam, daß einige Linien sich verdoppeln, wenn die Radialgeschwindigkeit von der des Schwerpunktes stark verschieden ist. Wegen der großen Zahl von Linien im Spektrum des Hauptkörpers ist diese Erscheinung indessen auf den vorliegenden Spektrogrammen sehr schwer zu verfolgen, da sich die Linien der zweiten Komponente, welche schwächer ist als die erste, vielfach mit anderen Linien der letzteren vermischen. So scheint es bei der *Mg*-Linie $\lambda 4481$ zu sein und auch bei mehreren *Fe*-Linien. Zu einigermaßen brauchbaren Resultaten für die zweite Komponente gelangte ich nur bei den Linien H_γ und $\lambda 4046$ (der nach *Rowland* stärksten *Fe*-Linie in dem hier in Frage kommenden Spektralbezirk). Leider ist die letztere Linie auf allen etwas schwach belichteten Platten nicht mehr meßbar und H_γ ist breit und nicht gut definiert. Da die Schwerpunktsgeschwindigkeit bereits bekannt ist, so kann aus jeder gemessenen Verdoppelung das Massenverhältnis $m_1 : m_2$ ermittelt werden. Es ergaben sich hierfür folgende Einzelwerte:

aus $\lambda 4046$:		aus H_γ :	
Pl.	$m_1 : m_2$	Pl.	$m_1 : m_2$
1	1.03	1	1.39
2	0.98	2	1.14
5	0.85	4	1.18
11	1.22	11	1.19
12	1.00	13	0.97
13	1.18		
14	1.07		
Mittel = 1.05		Mittel = 1.17	

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, 1913 Dez. 20.

Man kann hiernach das Massenverhältnis mit noch ziemlich großer Unsicherheit zu 1.1 annehmen. Der Begleiter gehört offenbar einem früheren Spektraltypus an als der Hauptstern; solcher Fälle sind schon mehrere bekannt, z.B. α Aurigae und σ Leonis.

Zum Schluß stelle ich die gefundenen genäherten Bahnelemente und einige daraus leicht ableitbare weitere Daten in der üblichen Bezeichnung zusammen; T ist die Zeit des Durchganges durch das positive Maximum der Radialgeschwindigkeit:

$$P = 5^d 5146 \quad T = 2419932^d 28 \text{ m. Z. Gr.}$$

$$\gamma = -23 \text{ km} \quad a \sin i = 5510000 \text{ km}$$

$$K = 73 \text{ km} \quad \frac{m_2^3 \sin^3 i}{(m_1 + m_2)^2} = 0.22 \odot$$

$$e = 0.0$$

Mit $m_1 : m_2 = 1.1$ folgt:

$$m_1 \sin^3 i = 1.07 \odot$$

$$m_2 \sin^3 i = 0.97 \odot.$$

Die scheinbaren Massen sind auch bei diesem System von der Größenordnung, die man bisher stets bei Sternen der Spektralklassen A bis G angetroffen hat. (Im Mittel aus acht andern Systemen, die diesen Spektralklassen angehören, und bei denen man obige Größen mit einiger Sicherheit hat bestimmen können, ist $m_1 \sin^3 i = 1.4 \odot$, $m_2 \sin^3 i = 1.1 \odot$.)

Mit einem Spektrographen, welcher Spektren von größerer Ausdehnung liefert, werden sich die Linien der zweiten Komponente von 108 Herculis weit sicherer feststellen und messen lassen, als es mir möglich war; da die mir zur Verfügung stehenden Mittel zu solchen Aufnahmen nicht ausreichen, so beabsichtige ich nicht, den Stern weiter zu beobachten.

H. Ludendorff.

Notiz über $\bar{\rho}$ Persei. Von H. Ludendorff.

In den »Publications of the Allegheny Observatory« Vol. III, No. 5 veröffentlicht Herr *Jordan* eine wertvolle Reihe spektroskopischer Beobachtungen von ρ Persei. Es wird dadurch die früher (A. N. 4442 und 4595) von mir gemachte Wahrnehmung bestätigt, daß in verschiedenen Umläufen die Verschiebungen der Wasserstofflinien nicht stets in gleicher Weise erfolgen, und ferner auch die von Herrn *Cannon* (Journ. Can. R. A. S. 4.195) und mir unabhängig erkannte Tatsache, daß jene Verschiebungen sich selbst im Mittel aus mehreren Umläufen nicht einmal angenähert durch eine elliptische Bahn darstellen lassen, da die Geschwindigkeitskurve ein sekundäres Maximum hat. Die drei Beobachtungsreihen des schwierigen Objektes haben also erfreulicher Weise zu denselben Resultaten geführt. Eine gewisse Unstimmigkeit, die noch bestehen bleibt, ist zwar von nebensächlicher Bedeutung, doch möchte ich auch sie beseitigen, da dies mit wenigen Worten möglich ist. Herr *Jordan* bemerkt nämlich, daß in der von mir gegebenen mittleren Geschwindigkeitskurve das erwähnte sekundäre Maximum im Gegensatz zu seinen eigenen und Herrn *Cannons* Beobachtungen sich nur als »a long pause in the descent to minimum« darstellt. Dies trifft für die von mir veröffentlichte »Normalkurve« in

der Tat zu. Wenn man aber meine Beobachtungen des mit »IV« nummerierten Umlaufs graphisch darstellt, so sieht man sofort, daß jenes Maximum, in voller Übereinstimmung mit den gleichzeitigen Beobachtungen von *Jordan* und *Cannon*, deutlich vorhanden ist, und zwar sogar noch etwas ausgeprägter als bei *Jordan*. In den andern von mir beobachteten Umläufen haben meine Beobachtungsreihen gerade an der entscheidenden Stelle empfindliche Lücken, die bei der graphischen Ausgleichung von mir nicht richtig überbrückt worden sind. Ein Irrtum in dieser Beziehung war sehr wohl möglich, da ich ja bereits erkannt hatte, daß die Geschwindigkeitskurve von Umlauf zu Umlauf ihre Gestalt wechselt, und ich daher nicht von einem Umlauf auf den andern schließen durfte. In der »Normalkurve«, die das Mittel aus den verschiedenen Umläufen darstellt, ist infolgedessen das sekundäre Maximum über Gebühr abgeflacht worden. Ich habe übrigens auf das im Umlauf IV beobachtete sekundäre Maximum oder, genauer gesagt, auf das ihm unmittelbar vorangehende sekundäre Minimum in meinen beiden zitierten Arbeiten schon hingewiesen.

Der Umlauf IV ist von allen drei Beobachtern recht eingehend verfolgt worden (*Cannon* 65 Platten, *Jordan* 44