ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 217.

Nr. 5208.

24.

Der Lichtwechsel von TW Draconis. Von *J. Hellerich*.

Zur Neubestimmung der Lichtwechselelemente und Ableitung der Bahnelemente wurde dieser Stern von Oktober 1921 bis April 1922 beobachtet. Als Beobachtungsinstrument diente das im Jahre 1920 von der Bothkamper Sternwarte erworbene Zöllnersche Photometer von Ausfeld in Verbindung mit dem achtzölligen Refraktor der Kieler Sternwarte. Das Objektiv des Refraktors war bei den Beobachtungen auf 6 bzw. 8 cm Öffnung abgeblendet, um die Helligkeiten der natürlichen Sterne denen der künstlichen vergleichbar zu machen. Hierdurch wurde gleichzeitig eine wesentliche Verbesserung der Bilder der natürlichen Sterne erzielt, deren Beugungsscheibchen infolge der starken Abblendung den künstlichen Sternen sehr ähnlich war.

Als Vergleichsterne wurden außer dem Stern BD +65°1069 = VY Draconis, über dessen Veränderlichkeit be-

reits AN 215.327 berichtet worden ist, benutzt:

1	BD +66°915	7 ^m 06	5	BD +65°1061	8 ^m 74
2	+63 1194	7.39	6	+64 1081	8.80
3	+65 1062	7.50	7	+65 1078	9.32
4	+63 1195	8.09			

Die daneben gesetzten zur Reduktion verwendeten Helligkeiten sind für die Sterne 1, 2, 3 und 6 dem Band 54 der Harvard-Annalen entnommen, die übrigen Sterne durch Anschluß an diese Sterne bestimmt.

Die in der untenstehenden Zusammenstellung der Beobachtungen angegebenen Phasen sind mit den folgenden provisorischen Elementen berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Min. helioz. m.Z.Gr.} &= 1921 \text{ Okt. } 4 \ 13^{\text{h}}40^{\text{m}} + 2^{\text{d}}19^{\text{h}}21^{\text{m}}4 \cdot E \\ &= 2422967^{\text{d}}5694 + 2^{\text{d}}80654 \cdot E. \end{aligned}$$

Tabelle 1.

1921	Helioz. m. Z. Gr.	Phase	Helligk.	1921	Helioz. m. Z. Gr.	Phase	Helligk.	1921-22	Helioz. m. Z. Gr.	Phase	Helligk.
Okt. 2	8 ^h 39 ^m	+14 ^h 18 ^m 7 ^m 68		Nov. 7	5 ^h 0 ^m	— 0 ^h 58 ^m 9 ^m 36		Dez. 9	6 ^h 3 ^m	— 16 ^h 11 ^m 7 ^m 55	
Okt. 4	7 49	— 5 53	7.66		5 15	— 0 43	9.06	Jan. 23	6 5	+29 5	7.65
	8 4	— 5 38	7.56		5 30	— 0 28	9.29	Jan. 27	8 55	— 6 25	7.72
	8 44	— 4 58	7.66		5 43	— 0 15	9.27		9 24	— 5 56	7.66
	9 2	— 4 40	7.74		5 50	— 0 8	9.24		9 51	— 5 29	7.74
	9 16	— 4 26	7.86		6 7	+ 0 9	9.30		10 25	— 4 55	7.58
	9 34	— 4 8	7.86		6 37	+ 0 39	9.41		10 50	— 4 30	7.75
	9 44	— 3 58	7.90		6 47	+ 0 49	9.35		11 9	— 4 11	7.89
	10 2	— 3 40	7.95		6 57	+ 0 59	9.07		11 28	— 3 52	8.04
	10 10	— 3 32	8.09		7 5	+ 1 7	8.99		11 46	— 3 34	7.90
	10 27	— 3 15	8.37		7 54	+ 1 56	8.86		11 54	— 3 26	8.11
	11 1	— 2 41	8.39		8 2	+ 2 4	8.86		12 4	— 3 16	8.15
	11 24	— 2 18	8.44		8 13	+ 2 15	8.57		12 13	— 3 7	8.13
	11 44	— 1 58	8.70		8 23	+ 2 25	8.34		12 27	— 2 53	8.30
	12 2	— 1 40	8.91		8 36	+ 2 38	8.30		12 39	— 2 41	8.34
	12 16	— 1 26	9.05		8 53	+ 2 55	8.14	Jan. 28	6 24	+15 4	7.53
Okt. 5	6 42	+17 0	7.58		9 10	+ 3 12	8.26	Febr. 10	9 20	— 6 47	7.50
Okt. 6	7 17	—25 46	7.62		9 24	+ 3 26	7.97		9 30	— 6 37	7.44
Okt. 10	5 32	+ 1 7	9.18		9 49	+ 3 51	7.64		9 47	— 6 20	7.46
	5 38	+ 1 13	9.20	Nov. 9	7 56	—17 24	7.47		10 20	— 5 47	7.62
	5 43	+ 1 18	9.22	Nov. 24	4 40	+ 2 35	8.08		10 34	— 5 33	7.55
	5 48	+ 1 23	9.05		5 8	+ 3 3	8.09		11 1	— 5 6	7.59
	6 4	+ 1 39	8.87		5 47	+ 3 42	7.91		11 16	— 4 51	7.68
	6 17	+ 1 52	8.65		6 5	+ 4 0	7.81	Febr. 13	7 6	— 4 22	7.85
	6 34	+ 2 9	8.35		8 28	+ 6 23	7.52		7 14	— 4 14	7.93
	6 48	+ 2 23	8.42		9 41	+ 7 36	7.74		7 26	— 4 2	8.14
	7 3	+ 2 38	8.26	Nov. 25	5 1	+26 56	7.71		8 29	— 2 59	8.23
	7 20	+ 2 55	7.99	Nov. 26	6 6	—15 21	7.54		8 45	— 2 43	8.30
	7 38	+ 3 13	7.69		7 45	—13 42	7.65		8 57	— 2 31	8.41
	7 44	+ 3 19	7.85	Nov. 27	6 12	+ 8 45	7.42		9 32	— 1 56	8.74
	7 57	+ 3 32	7.77	Dez. 1	4 34	— 7 36	7.43	Febr. 27	8 38	— 3 38	7.98
	8 11	+ 3 46	7.69	Dez. 4	11 40	+ 4 9	7.63		8 49	— 3 27	8.04
	9 19	+ 4 54	7.67	Dez. 9	5 28	—16 46	7.62		9 34	— 2 42	8.22

1922	Helioz. m. Z. Gr.	Phase	Helligk.	1922	Helioz. m. Z. Gr.	Phase	Helligk.	1922	Helioz. m. Z. Gr.	Phase	Helligk.
Febr. 27	9 ^h 43 ^m	- 2 ^h 33 ^m 8 ^m 41		März 16	10 ^h 34 ^m	+ 2 ^h 10 ^m 8 ^m 53		März 16	11 ^h 51 ^m	+ 3 ^h 27 ^m 7 ^m 73	
	10 0	- 2 16	8.48		10 41	+ 2 17	8.60	April 10	10 41	- 3 56	7.71
	10 20	- 1 56	8.86		10 47	+ 2 23	8.31		10 58	- 3 39	7.92
	10 37	- 1 39	8.96		10 59	+ 2 35	8.17		11 20	- 3 17	8.15
	10 49	- 1 27	9.30		11 7	+ 2 43	8.13		11 44	- 2 53	8.39
	11 5	- 1 11	9.20		11 17	+ 2 53	7.97	April 29	10 5	- 20 2	7.58
	11 23	- 0 53	9.26		11 35	+ 3 11	7.84		10 25	- 19 42	7.60

Werden die Beobachtungen nach der Phase geordnet und nahe zusammenliegende Beobachtungen zu Mittelwerten vereinigt, so erhält man die folgende mittlere Lichtkurve.

Tabelle 2.

Phase	Helligk.	Zahl	Phase	Helligk.	Zahl
- 6 ^h 47 ^m	7 ^m 51 ^o	5	+ 0 ^h 24 ^m	9 ^m 35 ⁴	2
- 5 54	7.649	3	+ 0 54	9.210	2
- 5 33	7.571	3	+ 1 7	9.084	2
- 4 55	7.641	3	+ 1 18	9.159	3
- 4 32	7.784	3	+ 1 46	8.760	2
- 4 16	7.887	3	+ 2 0	8.859	2
- 4 3	7.964	3	+ 2 13	8.536	4
- 3 54	7.878	2	+ 2 24	8.357	3
- 3 38	7.936	4	+ 2 38	8.188	5
- 3 28	8.082	3	+ 2 54	8.033	3
- 3 14	8.200	4	+ 3 7	8.068	3
- 2 55	8.307	3	+ 3 24	7.849	3
- 2 42	8.312	4	+ 3 43	7.754	4
- 2 25	8.433	4	+ 4 9	7.715	2
- 1 56	8.766	3	+ 4 54	7.669	1
- 1 40	8.934	2	+ 7 35	7.556	3
- 1 26	9.175	2			
- 1 4	9.227	2	+ 15 27	7.598	3
- 0 36	9.122	2	+ 28 1	7.679	2
- 0 12	9.258	2	- 21 50	7.601	3
			- 15 53	7.565	5

Bestimmt man die Phasen des Lichtminimums nach dem Pogson'schen Verfahren der halbierenden Kurve, so findet man als Korrektur der Ausgangsepoche $-0^{\text{h}}00^{\text{m}}35^{\text{s}} = -5$ Minuten und somit als beobachtetes Normalminimum helioz. m. Z. Gr. $2422967^{\text{d}}566$.

Die Elemente des Lichtwechsels.

Die bisher veröffentlichten Epochen der Lichtminima sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt nebst ihrer Darstellung durch die Elemente Minimum helioz. m. Z. Gr. $= 2418906^{\text{d}}453 + 2^{\text{d}}80654 \cdot E$.

Tabelle 3.

Beobachter	Epoche	Helioz. m. Z. Gr.	B-R
Schönfeld	- 6796	2399833 ^d 429	+ 0 ^d 222
Dembowski	- 5075	2404663.296	+ 33
Harvard	- 1485	14738.780	+ 39
»	- 1340	15145.704	+ 15
»	- 323	17199.891	- 50
»	- 187	18381.600	- 30
»	- 178	18406.841	- 48
Hartwig	+ 16	18951.359	+ 1
»	+ 22	18968.196	- 1
»	+ 27	18982.229	- 1

¹⁾ Handschriftliche Mitteilung.

²⁾ Hartwig, A. N. Bd. 187 Nr. 4465.

Beobachter	Epoche	Helioz. m. Z. Gr.	B-R
Lehnert	+ 150	2419327 ^d 435	+ 0 ^d 001
»	+ 274	19675.446	+ 1
Graff	+ 321	19807.351	- 1
»	+ 326	19821.388	+ 3
»	+ 327	19824.190	- 2
»	+ 341	19863.481	- 2
»	+ 342	19866.274	- 15
»	+ 382	19978.552	+ 1
Lehnert	+ 382	19978.554	+ 3
Graff	+ 393	20009.424	+ 1
Lehnert	+ 398	20023.460	+ 4
Hoffmeister	+ 398	20023.464	+ 8
»	+ 403	20037.491	+ 2
Lehnert	+ 403	20037.498	+ 9
Hoffmeister	+ 404	20040.301	+ 6
Graff	+ 404	20040.310	+ 15
Hoffmeister	+ 409	20054.342	+ 14
»	+ 414	20068.381	+ 20
Graff	+ 450	20169.401	+ 5
»	+ 466	20214.319	+ 18
»	+ 1319	22608.321	+ 41
»	+ 1324	22622.353	+ 41
Hellerich	+ 1447	22967.566	+ 50

Zu den älteren Epochen ist folgendes zu bemerken:

1) Die Schönfeld'sche Epoche stellt, da es sich um eine Beobachtung der Bonner Durchmusterung handelt, nur eine ungefähre Angabe der Minimumzeit dar.

2) Bei der Dembowski'schen Beobachtung waren beide Komponenten von $0\S 299$ als gleich hell bezeichnet, sodaß der Stern sich in unmittelbarer Nähe des Minimums befunden haben muß.

3) Die erste Harvardepoche ist aus der im Harvard Circular Nr. 159 angegebenen Beobachtungshelligkeit $8^{\text{m}}5$ berechnet, indem die dieser Helligkeit entsprechende Phase aus den Lichtkurven von Graff¹⁾ und Hellerich entnommen und an die im Harvard Circular angegebene Beobachtungszeit angebracht wurde unter der Annahme, daß die Beobachtung dem aufsteigenden Ast der Kurve angehört.

4) Die Epoche -178 ist im Harvard Circular Nr. 159 offenbar durch einen Druck- oder Schreibfehler entstellt; es muß heißen 1909 April 9 20^h11^m statt April 19 20^h11^m. Von der vorausgehenden Epoche -187 mit der Periode $2^{\text{d}}80654$ aus gerechnet erhält man als Minimum für Epoche -178 April 9 20^h33^m, also gute Übereinstimmung. Diese Annahme eines Fehlers von 10^d in der gegebenen Epochenzeit erscheint wahrscheinlicher als die von Hartwig²⁾ vermutete Fehlerhaftigkeit von $1\frac{1}{2}$ Tagen.

Aus der Darstellung der Epochen durch die obigen Elemente erkennt man, daß es nicht möglich ist, die Beobachtungen durch eine konstante Periode darzustellen, selbst wenn von den unsicheren älteren Beobachtungen abgesehen wird. Infolge der großen Lücken zwischen den einzelnen Epochen und der Unsicherheit der alten Beobachtungen ist es zurzeit nicht möglich, die Natur und Elemente der Periodenänderung zu bestimmen. Soweit es das vorliegende Material erkennen läßt, liegt anscheinend eine periodische Ungleichheit mit einer Umlaufzeit von zirka 30 Jahren ($= 4000$ Lichtwechselperioden) und einer Amplitude von $0^m 06$ vor. Beobachtungen des nächsten Jahrzehnts dürften bereits die Entscheidung ermöglichen, ob säkulare oder langperiodische Änderungen der Periode vorliegen. Die von *Graff*¹⁾ abgeleitete Periode wird durch die neuen Beobachtungen bestätigt, sodaß man für die Vorausberechnung der Epochen vorläufig die Elemente: $\text{Min. helioz. m. Z. Gr.} = 2418906^d 453 + 2^d 80657 \cdot E$ ansetzen kann. Diese Elemente haben natürlich nur den Wert einer Interpolationsformel.

Die Lichtkurve und Bahnelemente.

Verbessert man die Helligkeiten der mittleren Lichtkurve wegen des mitgemessenen Begleiters, dessen Helligkeit nach *Graff* zu $9^m 96$ angenommen wurde, so erhält man die nachstehende Normallichtkurve.

Tabelle 4.

Phase	Helligk.	B—R	Phase	Helligk.	B—R
$5^h 30^m$	$7^m 73$	$0^m 00$	$3^h 10^m$	$8^m 26$	$-0^m 02$
5 20	7.74	+ 1	3 0	8.37	+ 1
5 10	7.76	+ 2	2 50	8.44	— 1
5 0	7.78	+ 2	2 40	8.55	+ 1
4 50	7.80	+ 1	2 30	8.64	+ 4
4 40	7.83	+ 1	2 20	8.80	+ 2
4 30	7.86	0	2 10	8.90	0
4 20	7.89	0	2 0	9.05	— 1
4 10	7.92	— 1	1 50	9.19	— 3
4 0	7.96	— 2	1 40	9.40	0
3 50	8.02	— 1	1 30	9.54	— 5
3 40	8.06	— 2'	1 20	9.70	— 6
3 30	8.12	— 2	1 10	9.91	— 4
3 20	8.20	0	1 0	10.02	0

Die mittlere Kurve (Tab. 2) zeigt einen asymmetrischen Verlauf, der Lichtanstieg verläuft steiler als der Abstieg. Die größten Abweichungen zwischen den beiden Kurvenzweigen treten bei der Phase $3^h 20^m$ auf und betragen $-0^m 15$. Da *Graff*'s Beobachtungen noch im Jahre 1920 eine symmetrische Lichtkurve ergeben, wird man vielleicht einen unregelmäßigen Lichtwechsel, der dem Bedeckungslichtwechsel überlagert ist, zur Erklärung der Asymmetrie heranziehen können. Andererseits darf aber nicht außer Acht gelassen werden, daß nach den spektroskopischen Beobachtungen die Periastronlänge gleich 90° ist, also der Periastrondurchgang während der Finsternis stattfindet, sodaß es sich auch um einen Periastroneffekt handeln kann.

¹⁾ Handschriftliche Mitteilung.

²⁾ Harv. Ann. 84 Nr. 6.

Bei dieser Gelegenheit sei noch darauf hingewiesen, daß das Auftreten von Asymmetrien im gleichen Sinne wie bei TW Draconis auch bei einigen anderen Bedeckungsveränderlichen, z. B. TX Herculis, RV Ophiuchi, WZ Ophiuchi, R Can. maj. und RT Persei beobachtet ist. Über die Ursache dieser Erscheinung kann man sich auf Grund des nur dürftigen Materials noch kein abschließendes Urteil bilden. Bemerkenswert ist aber, daß die größere Helligkeit nach dem Minimum, also in dem Zeitintervall von der oberen Konjunktion der hellen Komponente bis zum Durchgang durch den absteigenden Knoten, eine Erscheinung ist, die bekanntlich auch bei den kurzperiodischen Veränderlichen vom δ Cephei-Typus auftritt. Eine weitere Stütze für die Annahme, daß man es mit einem dem Bedeckungslichtwechsel überlagerten δ Cephei-artigen Lichtwechsel zu tun hat, kann man in den bei den beiden Bedeckungsveränderlichen μ^1 Scorpii und V Puppis²⁾ beobachteten Änderungen der Intensitäten der Absorptionslinien der Spektren erblicken. Für beide Komponenten in den Systemen besitzen die Intensitäten der Linien ein Maximum zur Zeit des Durchgangs durch den absteigenden Knoten der Bahn der betreffenden Komponente.

Für die Bahnbestimmung ist diese Asymmetrie störend, von einer Elimination derselben, etwa unter der Annahme, daß es sich um einen Periastroneffekt handelt, ist abgesehen worden; zur Ableitung der Normallichtkurve Tabelle 4 sind die Mittelwerte der Helligkeiten des auf- und absteigenden Astes der in Tabelle 2 gegebenen mittleren Lichtkurve verwendet worden. Unter Benutzung des von *Russell* angegebenen Verfahrens der Bahnbestimmung wurden folgende Elemente erhalten.

Halbmesser der Bahn	a	1.000
Radius der hellen Komponente	r_1	0.187
» » dunklen »	r_2	0.312
Verhältnis der Radien	k	0.600
Helligkeit der hellen Komponente	h_1	0.878
» » dunklen »	h_2	0.122
Neigung der Bahn	i	$86^\circ 7$
Dauer der Bedeckung	D	$10^h 50^m$
» » Totalität	d	$2^h 4^m$

Die Darstellung der Normallichtkurve durch diese Elemente ist mit B—R bezeichnet. Von einer Bahnverbesserung bzw. von Rechnungen unter Annahme einer Randverdunkelung ist wegen der Asymmetrie der Kurve abgesehen worden, eine definitive Bahnbestimmung wird ausgeführt werden, wenn die Natur der Unstimmigkeiten zwischen den beiden Kurvenästen durch weitere Beobachtungen geklärt ist.

Kiel, 1922 Ende Juli.

J. Hellerich.

Nachtrag. Die Asymmetrie der Lichtkurve wird durch die mir erst jetzt bekannt gewordenen photographischen Beobachtungen von R. H. Baker, Publ. of the University of Missouri Observatory No. 33, bestätigt.

Beobachtungen des Veränderlichen SS Cygni. Von E. Leiner.

Die folgende Beobachtungsreihe schließt sich unmittelbar an die in AN 5054 mitgeteilte Reihe an. Die Vergleichsterne sind dieselben wie dort; zur Reduktion sind jedoch nicht die an der genannten Stelle angeführten Stufenhelligkeiten, sondern die von Prof. *Graff* in AN 5091 mitgeteilten photometrischen Größen benutzt worden. Die bei *Graff* nicht ent-