ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 2596.

Untersuchungen über den Lichtwechsel von U Cephei.

Von Dr. F. Wilsing.

Die vorliegende Beobachtungsreihe dieses im Sommer 1880 von Herrn Ceraski entdeckten, dem Algoltypus angehörigen Veränderlichen, enthält 18 Minima, welche den Zeitraum von November 1881 bis April 1884 umfassen. Vierzehn derselben sind durch Ocularschätzungen nach Argelander's Methode, die vier letzten mit einem nach dem Princip des von Professor Pritchard angegebenen »Wedge-Photometers« construirten Instrumente bestimmt. Es kam hierbei ausschliesslich ein kleines Schröder'sches Fernrohr von 77^{mm} Oeffnung und 800^{mm} Brennweite mit 10facher Vergrösserung in Anwendung. In Bezug auf die Ausführung der Helligkeitsschätzungen dienten die von Argelander in Schumacher's Jahrbuch für 1844 entwickelten Vorschriften zur Richtschnur. Meist sind die Vergleichen successive ausgeführt, obgleich die Empfindung für schwache Helligkeitsdifferenzen bei gleichzeitiger Betrachtung im indirecten Sehen lebhafter ist. Allein dies Verfahren scheint leichter constanten Fehlern ausgesetzt, da die Bilder beider Sterne nicht auf dieselbe Stelle der Netzhaut projectirt werden. Häufig genügt eine geringe Drehung des Kopfes, um den Eindruck der relativen Helligkeiten merklich zu verändern. Constante Fehler anderer Art, verursacht durch die bei diesen Beobachtungen stets vorhandene Kenntniss des muthmaasslich zu erwartenden Betrages, sind trotz darauf gerichteter Aufmerksamkeit wohl nicht ganz vermieden. Aus diesem Grunde werden auch die gleichzeitig benutzten Vergleichsterne (im Durchschnitt 3) keine ganz unabhängigen Bestimmungen liefern.

Die Stufenwerthe der Vergleichsterne sind in der gebräuchlichen Weise abgeleitet. Es wäre nicht gerechtfertigt, hier eine strenge Ausgleichung vorzunehmen, da die wahrscheinlichen Werthe durchschnittlich nur um einige Zehntel-Stufen abweichen dürften, ein Betrag, welcher der erwähnten constanten Fehler wegen meist illusorisch ist.

Bei der Reduction der Beobachtungen wurde aber die graphische Methode wenigstens zum Theil aufgegeben und ein strengeres Verfahren durchgeführt, welches vorzüglich das relative Gewicht der einzelnen Reihen etwas besser übersehen lässt. Da die Lichtcurve des Sternes durch zahlreiche am Harvard College Observatory ausgeführte photometrische Messungen bereits mit grosser Genauigkeit bestimmt ist, so war die Möglichkeit gegeben, die Beobachtungen mit Hülfe derselben in der von Prof. Pickering im Eingange seiner Schrift »Photometric Measurements of the variable stars β Persei and DM. +81°25« angegebenen Weise zu berechnen. Die Umwandlung der direct beobachteten Stufen in die photometrische Scala erforderte dann aber eine

möglichst sichere Bestimmung der Vergleichsterne. Zu diesem Zwecke diente das »Wedge-Photometer« und zwar kamen zwei verschiedene Keile in Anwendung. Bekanntlich beruht die Brauchbarkeit dieser Methode vorzüglich auf der genauen Bestimmung einer Constanten, welche indessen nicht rein instrumentaler Natur ist, sondern zugleich von der Gültigkeit bestimmter physiologischer Beziehungen abzuhängen scheint. Ihre Existenz ist nicht nur durch merklich gleichförmige Absorption des Glases für alle Wellenlängen in der ganzen Ausdehnung des Keils und durch dessen sorgfältige mechanische Ausführung bedingt, sondern hängt in gleicher Weise von dem Grenzwert der Lichtempfindlichkeit des Auges ab. Dass dieser letztere in der That in den praktisch vorkommenden Fällen als constant betrachtet werden kann, oder doch nur solche Aenderungen erfährt, welche bei zweckmässig angeordneten Differenzbeobachtungen verschwinden, bedurfte der besonderen Untersuchung. Da die Resultate dieser Versuche, welche die Anwendbarkeit des Instrumentes unter gewissen Beschränkungen beweisen sollen, hier nicht in extenso mitgetheilt werden können, und um zugleich eine vollkommen unabhängige Controlle zu besitzen, sind auch am Zöllner'schen Photometer, welches mit dem Steinheil'schen Fernrohr (135^{mm} Oeffnung, 2160^{mm} Brennweite) verbunden ist, Messungen ausgeführt. Die Zahl der Beobachtungsabende beträgt beim Zöllner'schen Photometer vier, Keil Nr. 1 drei, Keil Nr. 2 vier. Die Mittelwerthe sind für die einzelnen Instrumente getrennt in der folgenden Tabelle gegeben, wobei als Ausgangspunkt für den Stern DM. 81°30 8^m10 angenommen wurde.

DM.	Zölln. Ph.	Keil Nr. 1	Keil Nr. 2	Mittel	Harv. C.
81° 22	9 ^m 29	9 ^m 30	9 ^m 31	9 ^m 30	9 ^m 4
81 34	8.79	8.74	8.74	8.75	—
81 29	8.73	8.78	8.64	8.72	8.8
81 27	8.53	8.59	8.55	8.56	8.5
81 30	8.10	8.10	8.10	8.10	8.1
80 34	7.76	7.98	8.03	7.96	—
81 18	7.60	7.77	7.75	7.73	7.5

Die w. Fehler dieser Mittelzahlen, aus den Abweichungen der einzelnen Tageswerthe von ihren Partialmitteln berechnet, sind:

$$r_z = \pm 0^m.053 \quad r_{k_1} = \pm 0^m.035 \quad r_{k_2} = \pm 0^m.036.$$

Es zeigt sich, dass die auf verschiedene Weise erhaltenen Bestimmungen mit Ausnahme des Sternes DM. 80°34

fast durchweg innerhalb ihrer w. Fehler übereinstimmen. Für die erwähnte stärkere Abweichung habe ich keinen Grund finden können, da die einzelnen Beobachtungstage nicht erheblich differiren, und der Stern sich auch nicht durch auffallende Färbung auszeichnet. Aus vorstehenden drei Reihen konnten also mit Rücksicht auf die Gewichte die oben in Col. 5 gegebenen Mittelwerthe gebildet werden. Endlich enthält Col. 6 die früher in Cambridge ausgeführten und a. a. O. mitgetheilten Bestimmungen der gemeinsamen Vergleichsterne, welche indessen als provisorische bezeichnet werden. Man darf erwarten, dass die Fehler der angenommenen Werthe durchschnittlich das halbe Zehnthel der Grössenklasse nicht erheblich überschreiten.

Die so gefundene Scala liegt nun der Berechnung des Stufenwerthes für den einzelnen Abend zu Grunde. Es dienen hierzu die Gleichungen von der Form: $s = gx + y$, wo s den Unterschied des betreffenden Sternes gegen DM. 81°22 in Stufen, g dieselbe Differenz in Grössenklassen, x den Werth einer Grössenklasse in Stufen und y die Verbesserung des angenommenen Nullpunktes bezeichnet. Die erste der nachstehenden Tabellen enthält die beobachteten Stufenunterschiede selbst, die zweite in den beiden ersten Zeilen die Werthe $x' = \frac{1}{x}$ und $y' = \frac{y}{x}$, und unter denselben die in Grössenklassen verwandelten Helligkeiten der Sterne.

1. (Stufen.)

DM.	Phot.	1881			1882						1883				
		Nov. 16	Nov. 21	Nov. 26	März 13	März 18	März 23	Aug. 12	Sept. 1	Sept. 16	März 17	Aug. 21	Aug. 26	Aug. 31	Sept. 10
81°22		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
81 34		—	—	—	3.0	2.3	2.8	—	—	—	—	—	—	—	—
81 29		—	2.7	3.2	6.4	7.6	7.4	4.0	3.8	4.5	5.8	2.3	—	—	—
81 27		3.2	4.2	4.2	5.6	6.5	6.5	5.1	5.1	4.3	5.6	3.4	3.5	3.7	3.8
81 30		6.5	8.9	8.3	8.4	13.0	12.1	8.7	10.4	9.5	9.9	8.0	8.9	8.8	9.4
80 34		8.7	10.9	11.6	—	10.7	10.3	—	—	—	—	—	10.4	11.0	14.6
81 18		12.4	15.3	15.8	—	—	—	12.7	15.5	—	—	12.5	16.0	—	—

II. (Grössenklassen.)

x'		0.093	0.083	0.082	0.167	0.108	0.120	0.114	0.084	0.111	0.136	0.096	0.070	0.088	0.063
y'		—0.48	—0.39	—0.38	+0.21	—0.02	+0.05	—0.15	—0.29	—0.16	+0.12	—0.39	—0.53	—0.40	—0.50
81°22	9.30	8.82	8.91	8.92	9.51	9.28	9.35	9.15	9.01	9.14	9.42	8.91	8.77	8.90	8.80
81 34	8.75	—	—	—	9.01	9.03	9.02	—	—	—	—	—	—	—	—
81 29	8.72	—	8.69	8.66	8.44	8.46	8.47	8.69	8.69	8.64	8.64	8.69	—	—	—
81 27	8.56	8.51	8.56	8.58	8.57	8.58	8.58	8.57	8.58	8.66	8.66	8.58	8.52	8.57	8.55
81 30	8.10	8.20	8.17	8.24	8.11	7.88	7.90	8.16	8.14	8.08	8.08	8.14	8.14	8.12	8.20
80 34	7.96	8.00	8.01	7.97	—	8.13	8.12	—	—	—	—	—	8.04	7.93	7.87
81 18	7.73	7.65	7.64	7.63	—	—	—	7.70	7.71	—	—	7.71	7.65	—	—

Die Darstellung führt bei dem Sterne DM. 81°22 durchgehend und in der Märzperiode 1882 bei der Mehrzahl der Sterne zu erheblicheren Abweichungen. Obschon diese letzteren einen constanten Charakter besitzen, dürften sie dennoch hauptsächlich Auffassungsunterschieden zuzuschreiben sein. Bei dem Sterne DM. 81°22 findet indessen eine periodische Aenderung statt. Es ergibt sich im Mittel:

1881 Nov. 8 ^m 88	1882 März 9 ^m 38
1882 Sept. 9.10	1883 März 9.42
1883 Aug. 8.84	1884 März 9.30

Für diesen Stern glaube ich eine Helligkeitsänderung von einigen Zehnthelen der Grössenklasse annehmen zu sollen.

Ich wende mich nun zur Discussion der Beobachtungen des Veränderlichen selbst. Wie sich aus der Lichtcurve des Sternes ergibt, ist die Helligkeitsänderung hinreichend

constant, um mit ausreichender Genauigkeit Beobachtungen bis zu einer Viertelstunde Zeitdifferenz zu Normalwerthen vereinigen zu können. Es sind daher durchschnittlich drei Schätzungen, welche im Allgemeinen nicht mehr als 15 Min. in Zeit differirten, zusammengezogen, und nur während der etwa zweistündigen Dauer des kleinsten Lichtes auch über einen grösseren Zeitraum vertheilte Beobachtungen verbunden. Diese Mittelzahlen, welche mit Hülfe der oben für jeden Beobachtungsabend ermittelten Grössen x' und y' berechnet sind, sind in der folgenden Zusammenstellung vollständig mitgetheilt. In den vier letzten Beobachtungsreihen sind die mit dem Keil-Photometer angestellten Messungen beigefügt. Eine jede dieser letzteren Zahlen beruht auf sechs Einstellungen des Veränderlichen. In viertel- bis halbstündigen Intervallen wurde auf die Vergleichsterne eine gleiche Anzahl von Einstellungen gemacht. Es dienten als solche bei den beiden ersten Reihen DM. 81°22, 81°30, 81°18, bei den beiden letzten DM. 81°30 allein. Bei der

Berechnung wurden die oben mitgetheilten Helligkeiten für diese Sterne angenommen. Sämmtliche Angaben beziehen sich auf mittlere Zeit Berlin.

1881 Nov. 16	1882 März 18	1882 Sept. 1
6 ^h 56 ^m 5 7 ^m 94	14 ^h 33 ^m 0 9 ^m 34	15 ^h 18 ^m 3 8 ^m 46
7 27.5 8.09	14 44.3 9.03	15 31.8 8.35
7 55.2 8.36	14 55.8 8.85	15 40.3 8.27
8 20.7 8.62	15 7.3 8.71	
11 19.2 8.36	15 16.3 8.52	1882 Sept. 16
11 26.2 8.28	15 26.8 8.28	10 55.3 8.35
11 37.2 8.20	15 34.3 8.08	11 0.8 8.46
11 51.2 8.01		11 9.8 8.63
	1882 März 23	11 15.6 8.84
1881 Nov. 21	10 10.8 7.72	11 44.0 8.93
10 25.6 8.73	10 19.8 7.84	12 14.6 8.87
10 54.6 8.60	10 30.3 8.12	12 45.0 8.88
11 19.3 8.47	10 34.0 8.24	13 5.6 8.89
11 36.3 8.25	10 41.8 8.37	13 24.0 8.87
11 52.6 8.10	10 47.8 8.40	13 37.8 8.85
	10 55.3 8.59	13 45.8 8.70
1881 Nov. 26	11 2.8 8.74	13 53.3 8.65
6 58.3 8.22	11 15.3 8.92	13 59.3 8.58
7 21.0 8.45	11 20.5 9.00	14 5.3 8.53
7 44.8 8.65	11 28.8 9.11	14 11.3 8.47
8 14.0 8.76	11 40.0 9.29	14 17.8 8.41
8 42.6 8.77	12 35.3 9.33	14 23.8 8.39
9 16.0 8.76	13 44.0 9.38	14 28.3 8.29
9 46.0 8.76	14 10.3 9.34	
10 20.3 8.57	14 17.6 9.01	1883 März 17
10 35.3 8.43	14 24.0 8.93	9 13.7 8.04
10 50.3 8.30	14 30.3 8.83	9 40.0 8.23
11 10.3 8.01	14 35.3 8.63	9 58.5 8.42
	14 40.0 8.61	10 28.0 8.76
1882 März 13	14 46.3 8.42	10 51.0 9.12
11 46.0 8.94	14 52.3 8.33	11 23.7 9.19
12 10.3 9.26	15 0.3 8.24	12 14.7 9.18
12 27.0 9.37		13 2.0 9.21
12 44.3 9.44	1882 Aug. 12	13 31.0 9.15
13 2.3 9.44	12 40.8 7.94	13 40.0 8.99
13 21.6 9.44	13 19.8 8.13	13 50.0 8.96
13 56.0 9.41	13 41.8 8.51	14 3.0 8.54
14 29.3 9.37	13 47.3 8.63	
14 50.6 9.37	13 56.8 8.82	1883 Aug. 21
15 6.6 9.16	14 10.6 8.96	9 19.5 7.40
15 22.0 8.84	14 28.3 8.91	10 9.7 7.74
15 34.8 8.37	14 56.3 8.80	10 37.0 7.75
	15 11.3 8.76	10 54.5 7.90
1882 März 18		11 17.5 8.04
9 52.3 7.68	1882 Sept. 1	11 38.0 8.16
10 20.3 7.80	10 43.8 7.81	12 8.7 8.71
10 36.3 8.07	11 27.3 7.92	12 55.0 8.83
10 53.0 8.21	11 56.3 8.09	13 34.7 8.75
11 10.3 8.45	12 13.3 8.50	14 10.0 8.74
11 24.6 8.89	12 28.3 8.72	14 49.0 8.51
11 40.3 9.14	12 46.3 8.77	14 59.5 8.45
12 2.0 9.29	13 25.0 8.78	15 10.5 8.33
12 49.3 9.34	14 25.6 8.78	15 20.0 8.30
13 38.6 9.32	15 2.8 8.67	15 29.3 8.30

1883 Aug. 26	1883 Sept. 10	1884 März 15
9 ^h 31 ^m 3 7 ^m 44	13 ^h 1 ^m 7 8 ^m 57	13 ^h 31 ^m 0 7 ^m 91
10 14.3 7.62	13 14.7 8.54	13 42.2 7.64
10 32.8 7.84	13 29.7 8.43	13 55.5 7.73
10 48.8 7.85	13 40.7 8.40	
11 28.8 8.14	13 50.7 8.35	1884 April 4
11 34.8 8.39	13 58.7 8.35	7 58.6 8.71
11 56.1 8.70		8 9.1 8.75
13 12.8 8.65	1884 Febr. 19	8 15.6 8.87
13 53.3 8.61	8 49.6 7.44	8 28.1 8.84
14 18.3 8.58	10 22.8 8.00	8 36.1 9.15
14 34.3 8.41	10 52.6 8.15	8 42.6 9.22
14 45.3 8.29	11 7.6 8.50	8 52.6 9.23
14 51.3 8.21	11 22.6 8.75	9 42.3 9.30
15 12.8 8.24	11 31.6 8.98	10 26.6 9.23
	11 39.1 9.14	10 56.8 9.07
1883 Aug. 31		11 8.1 9.13
11 0.3 8.19	1884 März 15	11 22.1 8.96
11 8.3 8.49	8 26.0 7.87	11 35.6 8.75
11 15.8 8.58	8 50.5 8.07	11 49.1 8.49
11 33.1 8.79	8 59.7 8.28	12 1.3 8.26
12 35.0 8.72	9 12.0 8.34	12 30.6 7.93
13 28.8 8.74	9 22.2 8.48	
14 0.8 8.62	9 33.7 8.63	1884 April 9
14 14.8 8.44	9 42.8 8.87	8 10.0 9.18
14 23.3 8.36	9 50.0 9.05	8 22.0 9.23
14 33.8 8.23	9 57.2 9.23	9 27.5 9.27
14 44.8 8.28	10 7.2 9.17	9 53.2 9.27
	10 25.5 9.21	10 20.2 9.26
1883 Sept. 10	11 44.7 9.07	10 50.0 9.15
9 59.2 7.97	12 22.8 9.23	11 0.2 9.02
10 16.2 8.20	12 37.6 9.03	11 13.0 8.73
10 25.7 8.43	12 47.7 8.68	11 34.5 8.49
10 35.2 8.61	12 53.0 8.70	11 51.0 8.19
10 44.7 8.70	13 1.0 8.40	12 11.7 7.86
11 30.2 8.71	13 8.0 8.28	
12 41.4 8.63	13 19.0 8.10	

Zur Reduction dieser Beobachtungen mit Hülfe der als bekannt vorausgesetzten Lichtcurve hat man nun folgende Beziehungen. Ist τ die Zeit gerechnet vom wahren Minimum, H die entsprechende Helligkeit, so wird die Gleichung der angenommenen Curve $\tau = f(H)$. Sei ferner t die beobachtete Zeit vom genäherten Minimum gerechnet, h die beobachtete Helligkeit, Δt und Δh Constanten, und $\delta\tau$ eine beliebige Function von τ , welche der Voraussetzung gemäss keine erheblich von Null verschiedenen Werthe annimmt, so ist:

$$t + \Delta t + \delta\tau = f(h + \Delta h) \quad \text{oder:}$$

$$\tau - t = \Delta t + \delta\tau - \Delta h \cdot \frac{d\tau}{dH}$$

wo nun τ die mit der beobachteten Helligkeit der Curve entnommene Zeit bezeichnet. Diese Gleichung ist noch mit dem absoluten Werth des Differentialquotienten $\frac{dH}{d\tau}$ als Gewicht zu multipliciren, und nimmt schliesslich die Form an:

$$\frac{dH}{d\tau}(\tau - t) = \Delta t \frac{dH}{d\tau} \pm \Delta h + \delta\tau \frac{dH}{d\tau},$$

wo das positive Vorzeichen für Beobachtungen vor dem Minimum, das negative nach demselben zu nehmen ist. — Δt ist die Correction der angenommenen Epoche.

Es ist nun der Werth der Grösse $\delta\tau$ zu untersuchen, welche die systematischen Abweichungen von der beobachteten Lichtcurve darstellen soll. Merkliehe Fehler dieser Art lassen sich bei der Zahl und der befriedigenden Darstellung der photometrischen Messungen nicht erwarten. Nach den Beobachtungen der Herren Chandler und Knott hat sich indessen ein merklicher Helligkeitsunterschied des Sternes im kleinsten Licht bei den Epochen gerader und ungerader Ziffer herausgestellt, welcher sich auch in dem vorliegenden Material ausspricht. Da demnach die Periode als eine doppelte angesehen werden muss, so ist es erforderlich, eine Untersuchung der Lichtcurve für jede der beiden Epochenreihen gesondert vorzunehmen. Die Beobachtungen wurden daher graphisch ausgeglichen und von dem Minimum ausgehend die Zeiten bestimmt, welche einer Helligkeitszunahme von 0^m10 , 0^m20 etc. entsprechen. Aus diesen Zahlen ist dann ohne Unterschied das Mittel genommen, welches als der mittleren Helligkeitscurve angehörig betrachtet werden darf. Ausgeschlossen wurden diejenigen Reihen, welche nur resp. den absteigenden oder aufsteigenden Zweig der Curve zu bestimmen erlauben und der Homogenität halber die letzten photometrischen Beobachtungen. Die folgende Tabelle giebt die beiden Lichtcurven, welche die in der beschriebenen Weise gebildeten Mittelwerthe befriedigend darstellen. Unter I befinden sich die zusammengehörigen Reihen der Märzperiode, unter II diejenigen der Novemberperiode.

		I		II		I—II	
		vor dem	nach Min.	vor dem	nach Min.	vor dem	nach Min.
0^h	0^m	0^m00	0^m00	0^m00	0^m00	0^m00	0^m00
	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	50	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
I	0	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	—0.02
	10	0.04	0.03	0.10	0.09	—0.06	—0.06
	20	0.13	0.12	0.24	0.17	—0.11	—0.05
	30	0.25	0.27	0.37	0.25	—0.12	+0.02
	40	0.39	0.46	0.48	0.33	—0.09	+0.13
	50	0.54	0.66	0.58	0.41	—0.04	+0.25
2	0	0.73	0.86	0.67	0.49	+0.06	+0.37
	10	0.94	1.07	0.76	0.58	+0.18	+0.49
	20	1.14	1.26	0.85	0.67	+0.29	+0.59
	30	—	—	0.94	0.76	—	—
	40	—	—	1.03	—	—	—
	50	—	—	1.10	—	—	—

Der in den Differenzen hervortretende Gang lässt erkennen, dass die Lichtcurven beider Epochen nicht identisch sind. Als Resultat der Untersuchung darf man daher den Satz aussprechen: Der Stern besitzt zwei verschiedene, einander nicht geometrisch ähnliche Lichtcurven, welche regelmässig mit einander abwechseln. Bei Epoche I erfolgt die Zunahme des Lichtes rascher, als die Abnahme, bei Epoche II ist das Umgekehrte der Fall.

Die Vergleichung der Reihe I mit der von Prof. Pickering gefundenen Curve ergibt folgende Differenzen:

		P — W				P — W	
		vor dem	nach Min.			vor dem	nach Min.
0^h	0^m	0.00	0.00	1^h	20^m	+0.07	+0.08
	10	0.00	0.00		30	+0.06	+0.16
	20	0.00	0.00		40	+0.09	+0.16
	30	0.00	0.00		50	+0.13	+0.16
	40	+0.01	0.00	2	0	+0.15	+0.16
	50	+0.02	0.00		10	+0.14	+0.14
I	0	+0.02	+0.02	2	20	+0.14	+0.11
	10	+0.06	+0.05				

Mit Berücksichtigung der Unsicherheit, welcher die graphische Bestimmung der absoluten Helligkeit des Sternes im kleinsten Licht unterliegt, können beide Curven als nur durch eine constante Differenz verschieden betrachtet werden. Für die der Reihe I angehörigen Beobachtungen ist also bei Benutzung der photometrisch bestimmten Curve $\delta\tau = 0$ zu setzen. Bei der Berechnung der übrigen Beobachtungen ist es aber einfacher, unmittelbar von der ihnen zugehörigen mittleren Curve auszugehen, da dann auch in diesem Falle die Einführung weiterer Glieder vermieden wird. Die folgende Zusammenstellung enthält nun die heliocentrischen Epochen in mittlerer Zeit Berlin nebst der kleinsten Helligkeit des Sternes. Der mittlere Unterschied der letzteren in den beiden verschiedenen Reihen beträgt 0^m5 .

1881	Nov. 16	9^h31^m4	$\pm 1^m57$	8^m6
	Nov. 21	9 6.3	± 0.87	8.6
	Nov. 26	8 55.7	± 1.04	8.8
1882	März 13	13 36.8	± 1.11	9.4
	März 18	13 12.4	± 0.83	9.3
	März 23	12 50.3	± 0.56	9.3
	Aug. 12	14 57.8	± 1.96	8.9
	Sept. 1	13 38.5	± 2.57	8.8
	Sept. 16	12 31.1	± 0.79	8.9
1883	März 17	12 6.3	± 1.96	9.2
	Aug. 21	13 19.3	± 2.46	8.8
	Aug. 26	13 0.6	± 1.63	8.7
	Aug. 31	12 36.7	± 2.13	8.8
	Sept. 10	12 1.7	± 2.50	8.7
1884	Febr. 19	12 51.7	± 5.96	8.7
	März 15	11 11.3	± 1.20	9.2
	April 4	9 50.8	± 1.88	9.2
	April 9	9 35.3	± 1.72	9.3

Behufs Ableitung der Periode wurden die einzelnen Beobachtungen mit dem genäherten Werth $2^d 11^h 49^m 8$ auf sechs Hauptepochen reducirt, 1881 Nov. 21 (3 Beob.), 1882 März 18 (3 Beob.), 1882 Sept. 1 (3 Beob.), 1883 März 17 (1 Beob.), 1883 Aug. 31 (4 Beob.), 1884 März 15 (4 Beob.). Aus der Vergleichung der einzelnen Werthe mit ihren Mitteln erhält man einen Maassstab für die durchschnittliche Genauigkeit derselben. Man findet ohne Rücksicht auf Gewichte als w. Fehler einer einzelnen Bestimmung $r = \pm 2^m 2$, während der Mittelwerth des aus der internen Uebereinstimmung gefundenen w. Fehlers $r = \pm 1^m 8$ ist. Die nahe Identität beider Zahlen lässt schliessen, dass die constanten Fehler in der That durch die zufälligen Beobachtungsfehler fast verdeckt werden, also die Bedingung, auf welche sich die Durchführung der strengeren Rechnung stützt, genügend erfüllt ist.

Mit Rücksicht auf die Gewichte erhält man also folgende sechs Normalepochen:

1881 Nov. 21	9 ^h 10 ^m 4	$\pm 0^m 6.1$
1882 März 18	13 12.0	± 0.44
1882 Sept. 1	13 33.3	± 0.70
1883 März 17	12 6.3	± 1.96
1883 Aug. 31	12 39.5	± 1.04
1884 März 15	11 13.0	± 0.86

Diese ergeben mit der genäherten Periode $2^d 11^h 50^m$ folgende Gleichungen:

			B—R
— 8 ^m 4	$= x + 47y$	Gew. 1.79	$+ 2^m 5$
— 37.1	$= x + 114y$	» 1.15	— 7.8
— 54.1	$= x + 193y$	» 0.24	— 3.1
— 70.9	$= x + 260y$	» 0.68	— 1.4
— 87.4	$= x + 339y$	» 0.89	$+ 3.8$

wo x die Correction für 1881 Nov. 21 und y die Verbesserung der Periode bezeichnet.

Man findet die Formel:

Epoche des Min. = 1881 Nov. 21 $9^h 12^m 4 \pm 2^m 60$ M. Z. Berlin
 $+ (2^d 11^h 49^m 43^s 5 \pm 0^s 97) \cdot E$

Die Abweichungen B—R zeigen zunächst, dass die Epochen der Nebenminima sehr nahe innerhalb der Fehlergrenzen in der Mitte der Hauptepochen liegen, und ferner, dass kein Grund vorliegt zur Annahme von solchen Störungen in dem betr. Zeitraume, welche den normalen Verlauf der Erscheinung dauernd zu beeinträchtigen geeignet gewesen wären.

Schliesslich habe ich die Formel durch Berechnung sämmtlicher mir bekannt gewordenen Beobachtungen des Sternes einer Prüfung unterworfen. In der folgenden Zusammenstellung sind mit P die Beobachtungen von Prof. Pickering, mit G eine Beobachtung des Herrn Glasenapp, mit K diejenigen des Herrn Knott, mit S die von Schmidt, mit W die meinigen bezeichnet. Sämmtliche Epochen sind heliocentrisch und in mittl. Zeit Berlin angesetzt. Es zeigt sich, dass die in ähnlicher Weise reducirten Cambridger Beobachtungen fast vollständig dargestellt werden. Bei den

übrigen kommen erheblichere Abweichungen vor, welche jedoch im Mittel ziemlich constanter Natur sind, also nur zu einer Correction der Epoche Veranlassung geben würden. Als Grund dieser Differenzen dürften vorzüglich Reductionsunterschiede anzusehen sein. Es fehlen aber meist die nöthigen Anhaltspunkte, um diese Behauptung näher prüfen zu können. Zur Annahme von auffallenden Unregelmässigkeiten, welche die Unsicherheit von Beobachtung und Reduction überschreiten, giebt auch diese Reihe wohl keine Veranlassung.

	Datum	Beob.	Rechn.	B—R
1880				
G	Juli 3	8 ^h 7 ^m 1	7 ^h 58 ^m 2	$+ 8^m 9$
S*)	Aug. 2 (1)	5 43.9	5 54.9	— 11.0
S	Aug. 2 (2)	6 26.8	5 54.9	$+ 31.9$
S	Aug. 7 (1)	5 35.1	5 34.4	$+ 0.7$
S	Aug. 7 (2)	6 11.1	5 34.4	$+ 36.7$
S	Aug. 12 (1)	4 44.4	5 13.8	— 29.4
S	Aug. 12 (2)	5 32.4	5 13.8	$+ 18.6$
S	Aug. 17 (1)	4 11.7	4 53.3	— 41.6
S	Aug. 17 (2)	4 58.7	4 53.3	$+ 5.4$
S	Aug. 22	4 39.0	4 32.7	$+ 6.3$
P	Sept. 23	14 36.4	14 19.1	$+ 17.3$
P	Sept. 28	13 46.7	13 58.6	— 11.9
S	Oct. 8	13 37.3	13 17.5	$+ 19.8$
S	Oct. 18	12 54.9	12 36.4	$+ 18.5$
K	Oct. 23	12 23.5	12 15.9	$+ 7.6$
S	Oct. 28	12 5.8	11 55.3	$+ 10.5$
S	Nov. 2	11 52.9	11 34.7	$+ 18.2$
K	Nov. 2	11 56.8	11 34.7	$+ 22.1$
S	Nov. 7	11 17.4	11 14.2	$+ 3.2$
S	Nov. 17	10 51.6	10 33.1	$+ 18.5$
S	Nov. 22	10 28.1	10 12.5	$+ 15.6$
K	Nov. 22	10 27.3	10 12.5	$+ 14.8$
K	Dec. 2	9 57.3	9 31.4	$+ 25.9$
S	Dec. 2	9 48.2	9 31.4	$+ 16.8$
S	Dec. 12	9 10.1	8 50.3	$+ 19.8$
1881				
K	Jan. 6	7 32.6	7 7.6	$+ 25.0$
P	Febr. 7	16 57.7	16 54.0	$+ 3.7$
P	Febr. 17	16 16.1	16 12.9	$+ 3.2$
P	Febr. 22	15 55.7	15 52.4	$+ 3.3$
P	März 24	13 53.0	13 49.0	$+ 4.0$
K	März 29	13 36.8	13 28.5	$+ 8.3$
K	April 3	13 15.6	13 8.0	$+ 7.6$
P	April 3	13 11.9	13 8.0	$+ 3.9$
S	Mai 13	10 15.3	10 23.5	— 8.2
S	Mai 23	9 37.6	9 42.4	— 4.8
S	Mai 28	9 29.6	9 21.9	$+ 7.7$
S	Nov. 6	10 6.4	10 14.0	— 7.6
W	Nov. 16	9 31.4	9 32.9	— 1.5
S	Nov. 21	9 35.9	9 12.4	$+ 23.5$
W	Nov. 21	9 6.3	9 12.4	— 6.1
S	Nov. 26	8 26.5	8 51.8	— 25.3

*) Die Beobachtungen 1880 Aug. 2 bis Aug. 17 sind von Schmidt einer zweiten Reduction unterzogen, welche unter (2) angeführt ist.

	Datum	Beob.	Rechn.	B—R
	1881			
W	Nov. 26	8 ^h 55 ^m .7	8 ^h 51 ^m .8	+ 3 ^m .9
S	Dec. 1	8 4.6	8 31.3	—26.7
	1882			
W	März 13	13 36.8	13 30.0	+ 6.8
K	März 18	13 13.4	13 9.5	+ 3.9
W	März 18	13 12.4	13 9.5	+ 2.9
W	März 23	12 50.3	12 49.0	+ 1.3
K	April 7	11 56.3	11 47.3	+ 9.0
K	April 22	10 55.6	10 45.7	+ 9.9
K	April 27	10 35.4	10 25.1	+10.3
S	Mai 2	10 21.6	10 4.5	+17.1
S	Mai 7	9 42.1	9 44.0	— 1.9
W	Aug. 12	14 57.8	15 3.3	— 5.5
W	Sept. 1	13 38.5	13 41.1	— 2.6
W	Sept. 16	12 31.1	12 39.5	— 8.4
S	Nov. 25	8 19.6	7 51.7	+27.9
S	Nov. 30	7 58.9	7 31.2	+27.7

Potsdam, Kgl. Observatorium, 1884 Mai 6.

	Datum	Beob.	Rechn.	B—R
	1883			
K	März 2	13 ^h 29 ^m .5	13 ^h 10 ^m .9	+18 ^m .6
K	März 12	12 41.8	12 29.8	+12.0
W	März 17	12 6.3	12 9.3	— 3.0
K	März 22	12 2.2	11 48.3	+13.9
K	April 1	11 20.6	11 7.6	+13.0
W	Aug. 21	13 19.3	13 22.0	— 2.7
W	Aug. 26	13 0.6	13 1.5	— 0.9
W	Aug. 31	12 36.7	12 40.9	— 4.2
W	Sept. 10	12 1.7	11 59.8	+ 1.9
K	Oct. 20	9 30.3	9 15.4	+14.9
S	Nov. 4	8 28.0	8 13.7	+14.3
	1884			
W	Febr. 19	12 51.7	12 51.9	— 0.2
W	März 15	11 11.3	11 9.2	+ 2.1
W	April 4	9 50.8	9 46.9	+ 3.9
W	April 9	9 35.3	9 26.4	+ 8.9

Dr. F. Wilsing.

Observations of the Variable Star U Cephei.

By George Knott.

I have had this star under observation here since the autumn of the year 1880, my first observation of it having been made on October 23 in that year.

From a discussion of twenty complete observations, by which I mean observations sufficiently extended on each side of the minimum phase to allow of the time of minimum being fixed with some degree of precision, I have determined the following elements:

Period 2.4928722 days

Epoch 1882 April 19.9264142.

The period is nearly identical with the larger value, 2.492884, given by the late Dr. Schmidt in No. 2382 of the *Astron. Nachr.* His mean period of 2.492770 days is too short, the error having now accumulated to more than an hour and a quarter.

In the annexed table I give the observed times of minimum, the times calculated from my deduced elements, the differences between the observed and calculated times, and the observed magnitude of the star. The times given are in Greenwich Mean Time throughout.

No.	Min. Obs.	Min. Calc.	C—O	Mag.
1	1880 Oct. 23 ^d 11 ^h 27 ^m	11 ^h 31 ^m .60	+ 4 ^m .60	9 ^m .1
2	Nov. 2 11 0	10 50.53	— 9.47	9.1
3	Dec. 2 9 0	8 47.37	—12.63	9.2
4	1881 Apr. 3 12 24	12 24.43	+ 0.43	9.4
5	13 11 44	11 43.38	— 0.62	9.4

No.	Min. Obs.	Min. Calc.	C—O	Mag.
6	1881 May 3 ^d 10 ^h 23 ^m	10 ^h 21 ^m .27	— 1 ^m .73	9 ^m .4
7	8 10 1	10 0.73	— 0.27	9.4
8	Oct. 2 11 47	11 55.17	+ 8.17	9.2
9	17 10 44	10 53.58	+ 9.58	9.2
10	1882 Mar. 18 12 21	12 27.47	+ 6.47	9.5
11	Apr. 7 11 5	11 5.35	+ 0.35	9.45
12	27 9 45	9 43.25	— 1.75	9.45
13	Oct. 31 8 40	8 53.45	+13.45	9.2
14	1883 Mar. 2 12 36	12 30.50	— 5.50	9.45
15	12 11 49	11 49.50	+ 0.50	9.4
16	22 11 10	11 8.40	— 1.60	9.45
17	Apr. 1 10 29	10 27.33	— 1.67	9.45
18	Oct. 20 8 34	8 35.95	+ 1.95	9.2
19	1884 Feb. 29 11 36	11 31.95	— 4.05	9.4
20	Mar. 20 10 16	10 9.85	— 6.15	9.45

On looking down the column of observed magnitudes it will be noticed that the numbers vary to the extent of two or three tenths of a magnitude. Although the differences are not large they recur with such regularity that I have been led to the conclusion that at successive minima the star touches a higher and lower magnitude alternately. As the period is very nearly 2½ days, it is only every other minimum that is observed, the intermediate minimum being lost in day light. Hence the observable minima will occur in sets, all the minima in a set being either high or low, as the case may be, and this is in exact accordance with the phenomena of the observations. In the table