

Astronomische Nachrichten.

Expedition auf der Königlichen Sternwarte bei Kiel.

Herausgeber: Prof. Dr. C. A. F. Peters.

Bd. 87.

Nr. 2071.

7.

Ueber die veränderlichen Sterne U, W, X Sagittarii.

Von J. F. Julius Schmidt.

Nachdem diese drei Sterne, deren Veränderlichkeit ich im Jahr 1866 erkannte, jetzt durch 10 Jahre anhaltend beobachtet wurden, schien es mir von Interesse, hinsichtlich der Dauer der Perioden, ihrer Störungen und der Darstellung der Lichtcurve genäherte Resultate von genügender Sicherheit zu bestimmen. Es wurden daher die im Jahre 1872 vorläufig abgeschlossenen Rechnungen wieder aufgenommen, ohne indessen die Untersuchung der Lichtcurven über die Beobachtungen von 1871 hinaus weiter auszudehnen. In dieser Mittheilung gebe ich, möglichst abgekürzt, die Hauptresultate, und zwar für jeden der 3 Sterne je eine Jahreshauptepoche der Maxima und Minima, gültig für die mittlere Athener Zeit, als ein nach den von mir gewählten Gewichtszahlen bestimmtes Mittel der durch Curven erhaltenen Zeiten des grössten und kleinsten Lichts. Diesen Epochen wird ihr wahrscheinlicher Fehler beigefügt, der ebenfalls mit Rücksicht auf die Gewichte berechnet ward. Ferner die mittlere Länge der Periode zwischen je 2 benachbarten Epochen, und schliesslich eine mittlere Periode, mit welcher die einzelnen Epochen dargestellt werden, um die Grösse und den Gang der so erlangten Werthe (R. — B.) kennen zu lernen. Aus diesen (R. — B.) bestimme ich versuchsweise die Dauer der Störung ersten Grades nebst den Zeiten ihrer Maxima und Minima. Die Lichtcurve mit ihren Anomalien bildet für jeden dieser Sterne den Schluss der Untersuchung.

I. U Sagittarii. 1866 — 1875. 6636

Von 1866 — 1875 habe ich diesen Stern zu Athen etwa 1900 Mal am Cometensucher verglichen, stets in der Zeit von April bis November. Diese Vergleichungen wurden zu folgenden Werthen verarbeitet.

	Maxima	Athener Zeit		
1866	300 ^h 51807	$\pm 0^h 04011$	$p = 21$	10 Max.
1867	218.90314	± 0.02104	102	30
1868	225.15676	± 0.03016	119	33
1869	175.95782	± 0.03008	55	17

87. Bd.

	Maxima	Athener Zeit		
1870	229 ^h 08072	$\pm 0^h 02519$	$p = 94$	29 Max.
1871	221.87179	± 0.03512	80	26
1872	221.18438	± 0.02775	96	29
1873	212.49811	± 0.02525	102	29
1874	171.94232	± 0.07169	30	12
1875	224.35482	± 0.01719	77	22

	Minima	Athener Zeit		
1866	297 ^h 89482	$\pm 0^h 05387$	$p = 24$	9 Min.
1867	222.89458	± 0.02104	93	29
1868	222.08905	± 0.02928	94	27
1869	186.59413	± 0.02192	52	17
1870	226.03712	± 0.02827	91	28
1871	225.54809	± 0.03509	78	26
1872	218.21171	± 0.02150	97	29
1873	216.09829	± 0.02316	96	29
1874	175.06294	± 0.04985	24.5	10
1875	228.19034	± 0.01661	77	22

Im Jahre 1869 habe ich, einer Reise wegen, diese Beobachtungen schon am Ende des August schliessen müssen, und aus demselben Grunde 1874 schon am 25. Juli. Für diese beiden Jahre haben also die Epochen eine geringere Sicherheit. $p = 4$ ist das höchste Gewicht, welches ich einer einzelnen Epoche gebe, wenn kein Tag der Beobachtung fehlte, die anderen Gewichtszahlen wählte ich den Umständen gemäss. Die letzte Columnne enthält nicht etwa die Zahl der Beobachtungen, sondern die Zahl der einzelnen durch Curven bestimmten Maxima oder Minima.

Aus diesen Epochen der einzelnen Jahre ergeben sich die verschiedenen Werthe für die Länge der Periode = P. Einem jeden P folgt ein Grenzwert = G, der allein von dem wahrscheinlichen Fehler von je 2 benachbarten Epochen abhängt; er zeigt also, um wie viel sich die Periode ändert, wenn man das Intervall zwischen 2 Epochen um den Betrag ihrer wahrscheinlichen Fehler vergrössert oder verkleinert.

	P aus den Maximis	G	P aus den Minimis	G	P Mittel aus beiden
1866 — 67 =	6 ^t 74726	$\pm 0^t 00146$	6 ^t 74418	$\pm 0^t 00180$	6 ^t 74572
1867 — 68 =	6.75007	± 0.00093	6.74434	± 0.00098	6.74720
1868 — 69 =	6.74045	± 0.00128	6.74500	± 0.00104	6.74272
1869 — 70 =	6.74392	± 0.00089	6.74072	± 0.00084	6.74232
1870 — 71 =	6.75077	± 0.00114	6.75020	± 0.00117	6.75049
1871 — 72 =	6.74653	± 0.00116	6.74837	± 0.00105	6.74745
1872 — 73 =	6.74176	± 0.00096	6.73864	± 0.00083	6.74020
1873 — 74 =	6.75925	± 0.00202	6.74930	± 0.00152	6.75428
1874 — 75 =	6.73243	± 0.00143	6.74399	± 0.00107	6.73821

Verbindet man die erste und letzte Epoche und bestimmt hiernach die Periode, so findet man

$$P \text{ aus den Maximis} = 6^t 7454553 \quad G = \pm 0^t 0001204$$

$$P \text{ „ „ Minimis} = 6.7448543 \quad G = \pm 0.0001478$$

$$\text{Mittel} = 6.7451548 = 6^t 17^m 53^s 1^s 4. \quad G = \pm 12^s; \text{ der wahrscheinliche Fehler ist kleiner.}$$

Für spätere Reductionen gilt folgende Tafel des Vielfachen der Periode.

1	P = 6 ^t 74515	13	P = 87 ^t 68701
2	13.49031	14	94.43217
3	20.23546	15	101.17732
4	26.98062	16	107.92248
5	33.72577	17	114.66763
6	40.47093	18	121.41279
7	47.21608	19	128.15794
8	53.96124	20	134.49031
9	60.70639	30	202.35464
10	67.45155	40	269.80619
11	74.19670	50	337.25774
12	80.94186	54	364.23836

Mit dieser Periode, die zwar, wie die anderer Veränderlichen, sich in einer nicht langen Zeit um einen mittlern Werth merklich vergrößert oder verkleinert, habe ich, als mit einer Constanten, die Epochen von 1866 — 1875 dargestellt, ausgehend von 1866. Da ich für meine Rechnungen den Anfang von 1840 als Ausgangspunkt für die Zählung der Tage wähle (um gelegentlich Argelander's frühesten Beobachtungen mich anschliessen zu können), so ist für die folgende Uebersicht: erste Epoche der Maxima von 1866 = 9797^t 51807, „ „ „ Minima „ 1866 = 9794.89482.

Durch $-0^t 05943$ reducirt man die Athener Zeit auf den Meridian von Paris.

Darstellung der Hauptepochen 1866 — 1875, mit $P = 6^t 7451548$.

Maxima			Minima			Mittel aus beiden		
1866	300 ^t	(R. — B.) = 0 ^t 00000	1866	298 ^t	(R. — B.) = 0 ^t 00000	(R. — B.) = 0 ^t 00000		
67	219	„ — 0.08857	67	223	„ + 0.04189	„ — 0.02334		
68	225	„ — 0.35868	68	222	„ + 0.08577	„ — 0.13645		
69	176	„ — 0.13745	69	187	„ + 0.09327	„ — 0.02299		
70	229	„ — 0.06078	70	226	„ + 0.35956	„ + 0.14939		
71	222	„ — 0.35865	71	225	„ + 0.08694	„ — 0.13585		
72	221	„ — 0.43289	72	218	„ — 0.08352	„ — 0.25820		
73	212	„ — 0.25342	73	216	„ + 0.26829	„ + 0.00743		
74	172	„ — 0.93020	74	175	„ + 0.07107	„ — 0.42956		
75	224	a — 0.14311	75	228	„ + 0.14311	„ 0.00000		

Aus den Werthen (R. — B.), die zum Theil 10 bis 20 Mal grösser sind als die wahrscheinlichen Fehler der Epochen, erkennt man, dass eine constante Periode nicht stattfindet. Ob es erlaubt sei, die (R. — B.) aus den Maximis und Minimis zu Mittelwerthen zu verbinden, wage ich kaum zu bejahen nach dem, was ich an diesem und anderen Veränderlichen kennen gelernt habe. Wenn man (R. — B.) in den 3 obigen Formen construirt, so resultiren regelmässige Curven, die zu keinerlei

Zwang in der Zeichnung nöthigen, ausser dass die weniger vollständigen Beobachtungen von 1874 zu einer Verzerrung Anlass geben:

Aus den Curven folgt, wenn ich Maxima derselben diejenigen nenne, deren Scheitel die grössten Werthe mit + Zeichen haben, Minima aber solche, deren entgegengesetzte Scheitel die grössten Werthe mit — Zeichen haben:

Maxima 1867.15	Minima 1868.50	Periode d. Maxima = 3.15 Jahr	Periode d. Minima = 3.90 Jahr
1870.30	1872.40	" " " = 3.27 "	" " " = 2.50 "
1873.57	1874.90	Mittel = 3.21 Jahr	Mittel = 3.20 Jahr

Im Verlauf von $2\frac{1}{4}$ Jahren ändern sich also die Werthe (R. — B.) ungefähr zwischen $+0.4$ und -0.4 . Als ich (1872) die Dauer der Periode selbst, nämlich 6745..., in ihren verschiedenen Werthen durch Curven darstellte, fand ich die Störung derselben, die also die Veränderungen von (R. — B.) bewirkt, im Mittel gleich 3.63 Jahre, so dass man bis auf Weiteres für U Sagittarii diese grösste Anomalie zu $3\frac{1}{2}$ Jahren annehmen kann.

Die Lichtcurve.

Aus ungefähr 700 Beobachtungen in den Jahren 1866 — 1871 habe ich die Gestalt der Curve abgeleitet, welche den starken Lichtwechsel von U darstellt. Für jeden einzelnen Tag der Periode wurden alle Lichtstufen ausgeschrieben, und sodann nach den Stunden geordnet. Aus diesen wurden Mittelwerthe nebst wahrscheinlichen Fehlern berechnet. Zuerst ward die Curve jedes Jahres construiert, dann die Haupt- oder Normalcurve aus allen Beobachtungen. Es wurden aber nicht die gewöhnlichen Curven benutzt, vermöge welcher ich zuerst die Zeiten der Maxima und Minima ermittelt, sondern diese Zeiten wurden nun nach den vorgängigen anderen Untersuchungen direct berechnet. Nenne ich m den mittlern Fehler einer Stufe, w aber den wahrscheinlichen Fehler eines Mittels aus 25 Beobachtungen, so hat man (1866 — 1871):

1. Tag der Periode	m = ± 0.409	w = ± 0.086
2. " " "	0.554	0.106
3. " " "	0.465	0.098
4. " " "	0.362	0.079
5. " " "	0.483	0.092
6. " " "	0.549	0.105
7. " " "	0.391	0.080

Im Mittel aus allen Beobachtungen endlich: m = ± 0.430 Stufen; w = ± 0.091 Stufen. Von diesen 700 Vergleichen habe ich nur 4 verworfen.

Ich stelle im Folgenden nebeneinander die Lichtcurven der einzelnen Jahre und zuletzt N, die Mittel- oder Normalcurve. Diese letzte ist aus 31 Mittelwerthen formirt, so dass jeder solcher Posten durchschnittlich aus 22 Beobachtungen besteht. In abgekürzter Form sind es diese Daten; die Argumente lasse ich von 12 zu 12 Stunden fortschreiten.

Periode	1866	1867	1868	1869	1870	1871	N
0 ^t 0 ^a	0.78	0.68	0.50	1.15	0.25	0.36	0.48
0 12	1.06	0.94	0.75	1.40	0.44	0.53	0.70
1 0	2.02	1.75	1.46	2.00	0.90	1.00	1.26

Periode	1866	1867	1868	1869	1870	1871	N
1 ^t 12 ^a	2.94	2.52	2.24	2.58	1.48	1.64	2.10
2 0	3.35	3.30	2.97	3.12	2.19	2.28	2.85
2 12	3.50	3.89	3.51	3.45	2.72	2.68	3.24
3 0	3.48	3.94	3.72	3.30	2.85	2.75	3.25
3 12	3.26	3.41	3.63	2.90	2.67	2.59	2.99
4 0	2.85	2.95	3.10	2.62	2.29	2.22	2.62
4 12	2.41	2.50	2.62	2.45	1.84	1.79	2.21
5 0	2.00	1.95	2.00	2.21	1.45	1.38	1.76
5 12	1.70	1.40	1.41	1.85	1.07	0.98	1.28
6 0	1.59	0.92	0.85	1.60	0.70	0.60	0.87
6 12	1.56	0.55	0.42	1.45	0.42	0.39	0.60
6 18	—	—	—	—	—	—	0.48

Zunahme	Abnahme
1866 = 2 ^t 16 ^a	= 4 ^t 1 ^a 9
67 = 2 19.0	3 22.9
68 = 3 2.5	3 15.4
69 = 2 14.5	4 3.4
70 = 2 23.0	3 18.9
71 = 2 21.5	3 20.4
Mittel = 2 ^t 20 ^a 1	3 ^t 21 ^a 8
N = 2 18.0	3 23.9

Diese 7 Curven sind mittlere, welche auf die wirklich vorhandenen reellen Anomalien keine Rücksicht nehmen.

Die Gestalt der Lichtcurve ist indessen nicht regelmässig, und sie zeigt besonders im abnehmenden Theil 3 bis 4 Anomalien, für deren schärfere Bestimmung ich 15 neue Mittelwerthe berechnete. Da die Abweichungen zu beiden Seiten des normalen Zuges der Curve oft viel grösser sind als die wahrscheinlichen Fehler der Positionen, so lassen sich (nach dem Maximum) wenigstens 3 solcher Ausbuchtungen bei 1^t 1^a; 2^t 1^a und 3^t 0^a annehmen.

Wenn man, um die Fehler der Beobachtungen besser auszugleichen, einmal aus Angaben für je 3, dann aus Angaben für je 4 Stunden Mittelwerthe bildet, so erhält man 2 merkwürdige Curven A und B mit folgenden Ordinaten:

0 ^t 0 ^a	A = 0.52	B = 0.50
0 12	0.59	0.60
1 0	1.10	1.09
1 12	2.05	2.05
2 0	3.14	3.05
2 12	3.52	3.49
3 0	3.18	3.21
3 12	2.98	2.93

4 ^t 0 ⁿ	A = 2.52	B = 2.50
4 12	2.05	2.06
5 0	1.64	1.65
5 12	1.24	1.27
6 0	0.86	0.92
6 12	0.57	0.57
6 18	0.52	0.51

Beide zeigen eine entschiedene Einbiegung gleich nach dem Maximum, und dann eine neue Erhebung der Curve, soweit bis jetzt ihr mittlerer Verlauf betrachtet wird. Es folgt:

Aus A	Aus B
Zunahme = 2 ^t 9 ⁿ 5	2 ^t 9 ⁿ 5
Abnahme = 4 8.4	4 8.4
Sec. Min. bei 2 21.	2 21.2
„ Max. „ 3 2.	3 1.2

Es liegen nun aber die einzelnen Mittelwerthe zu beiden Seiten der mittlern Curve derart vertheilt, dass sie oft weit die Grenzen der wahrscheinlichen Fehler überschreiten, und ausserdem zu einer Wellencurve nöthigen, deren Annahme ich für gerechtfertigt halte, so sehr in Bezug auf einzelne Stellen derselben sich Zweifel erheben mögen. Es sind aber Undulationen der Curve vorhanden, Aenderungen des Lichts in secundären Perioden von 6 bis 9 Stunden Dauer. Solche kenne ich seit 1872 an u Herculis, an dem ich sie leicht mit freiem Auge bemerke. Ich werde aber später Gelegenheit finden, dieselbe Erscheinung auch an anderen Sternen nachzuweisen.

II. γ' = W. Sagittarii. 6472

Die zu Athen in den Jahren 1866 — 1875 erlangten

	P aus den Maximis
1866 — 67	= 7 ^t 59669 $\pm 0^t$ 00351
1867 — 68	7.58534 ± 0.00190
1868 — 69	7.59364 ± 0.00164
1869 — 70	7.59712 ± 0.00171
1870 — 71	7.59279 ± 0.00162
1871 — 72	7.59471 ± 0.00163
1872 — 73	7.60161 ± 0.00143
1873 — 74	7.58766 ± 0.00208
1874 — 75	7.59546 ± 0.00190

Wenn man die Periode aus der Verbindung der ersten mit der letzten Epoche bestimmt, so findet man:

1866 — 75	aus den Max.	P = 7 ^t 5939752 $\pm 0^t$ 0002718...	426 Perioden
1866 — 75	„ „	Min. P = 7.5943132 ± 0.0001962 ...	427 „

$$\text{Mittel P} = 7.5941442 = 7^t 14^m 15^s 34^s 1. \quad G = \pm 20^s.$$

Wird die Zählung der Tage mit 1840.0 begonnen, so ist

die erste Epoche der Maxima = 9775^t 19955,
 „ „ „ „ Minima = 9772.09826.

Beobachtungen wurden an einem Cometensucher angestellt, der sich für diesen Stern als nicht zweckmässig erwiesen hat. Wegen der Behandlung der ganzen Untersuchung genügt es, an die vorige Berechnung von U Sagittarii zu erinnern. Die mittleren Epochen für Athener Zeit sind folgende:

		Maxima.		
1866	278 ^t 19955	$\pm 0^t$ 06632	p = 29	11 Max.
1867	194.30728	± 0.04990	63	21
1868	208.57450	± 0.03785	89	26
1869	184.28854	± 0.04815	55	15
1870	221.93606	± 0.04123	75	24
1871	221.39014	± 0.04230	71	22
1872	213.34155	± 0.03448	78	23
1873	204.61738	± 0.03286	82	23
1874	165.88681	± 0.05685	27	11
1875	226.23297	± 0.04947	72	20

		Minima.		
1866	275 ^t 09846	± 0.06356	p = 26	11 Min.
1867	206.07993	± 0.04511	61	20
1868	205.63903	± 0.03579	82	25
1869	180.91558	± 0.04371	55	15
1870	226.16089	± 0.03670	78	25
1871	218.56145	± 0.03780	73.5	24
1872	218.10896	± 0.03371	84	25
1873	201.22676	± 0.02812	68	21
1874	170.48704	± 0.04491	26	9
1875	230.87021	± 0.02021	65	19

Daraus ergeben sich die Perioden P mit ihren von den wahrscheinlichen Fehlern der Epochen abhängenden Grenzen = G.

P aus den Minimis	P Mittel aus beiden
7 ^t 58926 $\pm 0^t$ 00279	7 ^t 59297
7.59498 ± 0.00168	7.59016
7.58392 ± 0.00179	7.58878
7.59713 ± 0.00149	7.59712
7.60427 ± 0.00158	7.59851
7.59474 ± 0.00149	7.59474
7.58951 ± 0.00134	7.59556
7.59682 ± 0.00166	7.59224
7.59613 ± 0.00116	7.59579

Mit einem constanten P = 7.5941442 berechne ich folgende Tafel der Vielfachen von P.

1	P = 7 ^t 59414	3	P = 22 ^t 78243
2	15.18829	4	30.37658

5	P = 37 ^t 97072	12	P = 91 ^t 12973
6	45.56486	13	98.71216
7	53.15901	14	106.31802
8	60.75315	15	113.91216
9	68.34730	16	121.50631
10	75.94144	17	129.10045
11	83.53559	18	136.69460

Maxima			
1866	278 ^t (R. — B.) = 0 ^t 00000		
1867	194 „ —0.12440		
1868	209 „ +0.31559		
1869	184 „ +0.33804		
1870	222 „ +0.18016		
1871	221 „ +0.24500		
1872	213 „ +0.21837		
1873	205 „ —0.13268		
1874	166 „ +0.14609		
1875	226 „ +0.07200		

Werden die 3 Formen für (R. — B.) construirt, so ergibt sich eine regelmässige Curve, deren Maximum auf 1869.77 fällt, zu welcher Zeit also (R. — B.) seinen grössten positiven Werth erreichte. Um die Minima zu finden, müssten die Beobachtungen eine grössere Zeit umfassen. Ich sehe aber, dass die Störung, welche hier stattfindet (und natürlich auch in der Dauer des Lichtwechsels), 8 Jahre nicht viel überschreiten wird.

Die Lichtcurve.

In derselben Weise wie bei U Sagittarii habe ich für γ' Sagittarii zuerst jedes Jahr gesondert berechnet, und dann eine mittlere Hauptcurve bestimmt. Jede einzelne Curve giebt sehr markirt bald nach dem Maximum eine deutliche Einbucht, ein secundäres Minimum, das ich lange vor dieser Rechnung unmittelbar aus dem Eindruck der Beobachtungen erkannte. Es ist eine Verzögerung der Abnahme des Lichts, wie sie in auffallender Weise auch bei η Aquilae stattfindet.

Die 6 einfachen Jahrescurven, die auf kleinere Anomalien (welche später bestimmt werden) noch keine Rücksicht nehmen, haben folgende Resultate ergeben:

Zunahme Abnahme sec. Min. bei sec. Max. bei			
1866 = 2 ^t 17 ^u 5	4 ^t 20 ^u 7	3 ^t 22 ^u	4 ^t 8 ^u
1867 = 3 3.0	4 11.2	3 22	4 4
1868 = 2 21.0	4 17.2	3 18	4 0
1869 = 2 22.0	4 16.2	3 18	4 0
1870 = 2 18.0	4 20.2	3 12	3 20
1871 = 2 16.0	4 22.2	3 10	3 20
Mittel = 2 20.25	4 17.95	3 17	4 1

Die aus 890 Beobachtungen formirte Normalcurve stützt sich auf 23 Mittelwerthe, deren jeder durchschnittlich 38 bis 39 Beobachtungen enthält, mit dem

19	P = 144 ^t 28874	40	P = 303 ^t 76577
20	151.88288	48	364.51892
30	227.82433	50	379.70721

und mit dieser die Darstellung der Epochen nebst den übrigbleibenden Unterschieden = (R. — B.), ausgehend von 1866.

Minima (R. — B.) im Mittel beider			
275 ^t (R. — B.) = 0 ^t 00000			= 0 ^t 00000
206 „ +0.19015			+0.03287
206 „ +0.14997			+0.23278
181 „ +0.60991			+0.47397
226 „ +0.44838			+0.31427
219 „ —0.02740			+0.10880
218 „ —0.05599			+0.08119
201 „ +0.15684			+0.01208
170 „ +0.03890			+0.09249
231 „ —0.07200			0.00000

wahrscheinlichen Fehler solches Mittels = ± 0.050 Stufen. Die Zunahme ist höchst regelmässig, aber die Abnahme des Lichts kann nicht durch einfachen Zug der Curve dargestellt werden, sondern nöthigt dazu, auf kleinere Undulationen Rücksicht zu nehmen, nicht allein, weil man die Grenzen der wahrscheinlichen Fehler unbeachtet lassen müsste, sondern auch weil die eingezeichneten Punkte ganz zwanglos die secundären Minima und Maxima angeben. Im Folgenden findet man unter A die Werthe der Normalcurve, welche sich ganz den Beobachtungen anschliesst; unter B die Werthe einer Curve, welche die Anomalien nicht beachtet, sondern einem mittlern Zuge folgt. Erst vom 3. Tage an beginnt der Unterschied beider.

	A	B
0 ^t 0 ^u =	—1.82	—1.82
4	—1.81	—1.81
8	—1.79	—1.79
12	—1.70	—1.70
16	—1.56	—1.56
20	—1.42	—1.42
1 0	—1.25	—1.25
4	—1.09	—1.09
8	—0.92	—0.92
12	—0.74	—0.74
16	—0.51	—0.51
20	—0.32	—0.32
2 0	—0.17	—0.17
4	—0.06	—0.06
8	+0.02	+0.02
12	+0.07	+0.07
16	+0.10	+0.10

	A	B	(B — A)
2 ^h 20 ^m	+0.15	+0.15	
3 0	+0.14	+0.14	0.00
4	+0.10	+0.11	+0.01
8	+0.04	+0.09	+0.05
12	0.00	+0.06	+0.06
16	+0.03	+0.03	0.00
20	+0.04	—0.01	—0.05
4 0	—0.02	—0.06	—0.04
4	—0.13	—0.11	+0.02
8	—0.21	—0.18	+0.03
12	—0.25	—0.25	0.00
16	—0.23	—0.31	—0.08
20	—0.22	—0.39	—0.17
5 0	—0.37	—0.48	—0.11
4	—0.57	—0.56	+0.01
8	—0.75	—0.64	+0.11
12	—0.83	—0.72	+0.11
16	—0.80	—0.81	—0.01
20	—0.74	—0.89	—0.15
6 0	—0.82	—0.98	—0.16
4	—1.10	—1.07	+0.03
8	—1.23	—1.16	+0.07
12	—1.33	—1.24	+0.09
16	—1.36	—1.33	+0.03
20	—1.39	—1.41	—0.02
7 0	—1.46	—1.48	—0.02
4	—1.59	—1.58	+0.01
8	—1.70	—1.67	+0.03
12	—1.79	—1.75	+0.04

Aus der Curve A folgt nun:

Zunahme = 2^h 22^m 0

Abnahme = 4 16.2

Sec. Min. = 3 12.

Sec. Max. = 3 20.

Sec. Min. = 4 11.

Sec. Max. = 4 20.

Sec. Min. = 5 12.

Sec. Max. = 5 21.

Sec. Min. = 6 10.

Sec. Max. = 6 20.

Dauer der Wellen.

Aus den secundären Maximis = 22^m

24

25

21

Mittel = 23.0

Aus den secundären Minimis = 23

25

22

28

Mittel = 24.5

Verlegt man für die abnehmende Curve die zu Grunde gelegten Mittelwerthe um 3 oder 4 Stunden, so werden jene Anomalien nicht nur nicht beseitigt, sondern die neue Curve giebt sie nahe zu denselben Zeiten. Indem ich schliesslich Mittelwerthe aus Beobachtungen von je 4 Stunden bildete und diese so miteinander verband, dass eine sehr starke Ausgleichung der Fehler stattfand, traten die Anomalien der neuen Curve ganz so wie früher auf. Ihr mittlerer Zug ergab nun die Zunahme = 3^h 0^m, die Abnahme = 4^h 15^m; aber die secundären Wellen, etwa 15, traten in so auffallender Weise hervor, dass ihre Extreme 4 bis 5 Mal die wahrscheinlichen Fehler der Positionen übersteigen. Die Dauer dieser Wellen fand ich im Mittel

aus den Max. = 11.80 Stunden

aus den Min. = 11.43 „

Mittel = 11.61 „

also die Hälfte des früher gefundenen Werths. Bei viel mehr zahlreichen Beobachtungen wird man entscheiden, welche Wahl man mit Rücksicht auf die Sicherheit aller Einzelheiten der Curve zu treffen habe.

III. X Sagittarii = 3. Fl. 6305

Dieser Stern ward nur mit freiem Auge beobachtet; da er lichtschwach ist und keine grosse Höhe erreicht, fehlen die Vergleichenungen jedes Mal zur Zeit des starken Mondscheins. Als Resultate der Curven sind die Hauptepochen für die Jahre 1866 bis 1875 die folgenden, gültig für den Athener Meridian.

Maxima.

1866	252 ^h 06235	+0 ^h 06394	p = 26	9 Max.
1867	217.00222	+0.04318	57	18
1868	202.48022	+0.04634	49.5	17
1869	194.21530	+0.07879	43	12
1870	193.78490	+0.03953	68	21
1871	214.48614	+0.06509	48	19
1872	206.94845	+0.02904	65	17
1873	184.60964	+0.02049	56	20
1874	184.17719	+0.05422	26	10
1875	212.01162	+0.04898	40	12

Minima.

1866	256 ^h 44827	+0 ^h 05433	p = 26	8 Min.
1867	206.98531	+0.03957	49	15
1868	199.72921	+0.04300	41.5	15
1869	191.49562	+0.04897	32	11
1870	197.94805	+0.04326	41	13
1871	204.28784	+0.03362	44	15
1872	211.20135	+0.02860	49	16
1873	195.44457	+0.02767	53	18
1874	188.27805	+0.06720	28.5	11
1875	201.86359	+0.02470	46	13

Aus diesen finde ich die Perioden = P mit ihren Grenzwerten = G wie folgt:

	P aus den Max.	G	P aus den Min.	G	Mittel beider
1866 — 67	= 7 ^t 01999	+0 ^t 00228	= 7 ^t 01193	+0 ^t 00209	7 ^t 01596
67 — 68	7.00956	+0.00179	7.01458	+0.00162	7.01207
68 — 69	7.01441	+0.00245	7.01503	+0.00180	7.01472
69 — 70	7.01095	+0.00227	7.00853	+0.00174	7.00974
70 — 71	7.01319	+0.00184	7.00641	+0.00145	7.00980
71 — 72	7.00906	+0.00184	7.01723	+0.00117	7.01314
72 — 73	7.01349	+0.00101	7.00486	+0.00112	7.00917
73 — 74	7.01091	+0.00144	7.01634	+0.00186	7.01362
74 — 75	7.01490	+0.00184	7.01084	+0.00171	7.01287

Indem man die erste Epoche mit der letzten verbindet, ergibt sich eine mittlere Periode, auf welche ich mich für jetzt eben so beschränken werde, wie bei U und W Sagittarii, da von definitiven Bestimmungen noch nicht die Rede sein kann.

1866 — 1875 aus den Max. P = 7^t 0128494 +0^t 0002439

" " " " " Min. P = 7.0117469 +0.0001714

Mittel = 7.0122981 = 7^t 012^m 42^s 5. G = +18^s.

Tafel der Vielfachen von P = 7^t 012298.

1	P = 7 ^t 01230	10	P = 7 ^t 12298
2	14.02460	11	77.13528
3	21.03689	12	84.14758
4	28.04919	13	91.15987
5	35.06149	14	98.17217
6	42.07379	15	105.18447
7	49.08609	16	112.19677
8	56.09838	17	119.20907
9	63.11068	18	126.22137

19 P = 133.23366 40 P = 280.49192

20 140.24596 50 350.61490

30 210.36894 52 364.63950

Indem die Zählung der Tage in meinen Rechnungen mit 1840.0 beginnt, hat man:

das erste Maximum von 1866 = 9749^t 06235 Ath. Zeit

" " Minimum " " = 9753.44827 " "

Von diesen mit dem constanten P = 7^t 012298 ausgehend, finde ich die (R. — B.) der Epochen wie folgt:

	Maxima		Minima		Mittel beider
1866	252 ^t (R. — B.) = 0 ^t 00000	256 ^t (R. — B.) = 0 ^t 00000	(R. — B.) = 0 ^t 00000		
1867	217 " —0.36186	207 " +0.01637	" —0.17275		
1868	202 " —0.22496	200 " —0.10033	" —0.16264		
1869	194 " —0.33284	191 " —0.23954	" —0.28619		
1870	194 " —0.26294	198 " —0.04017	" —0.15155		
1871	214 " —0.28779	204 " +0.27184	" —0.00797		
1872	207 " —0.12290	211 " +0.01013	" —0.05638		
1873	185 " —0.18148	195 " +0.38181	" +0.10016		
1874	184 " —0.10953	188 " +0.17553	" +0.03300		
1875	212 " —0.25527	202 " +0.25527	" 0.00000		

Schon im Jahr 1872, als ich die veränderlichen Werthe von P durch Curven darstellte, fand ich aus diesen allein eine Störung von 2.3 Jahren, innerhalb welcher sich die Periode um einige Minuten regelmässig ändert. Die Wirkung davon, also die Verschiebung der Epochen, die nur in den Werthen (R. — B.) für 10 Jahre vorliegt, führt zu einem ähnlichen Resultat. Ich finde aus den Curven folgende Dauer der Störung nebst Zeiten der Extreme:

Aus R. — B. der Maxima Aus R. — B. der Minima

Maximalwerthe = 1866.85 Maximalwerthe = 1867.12 Mittel = 1866.985

1868.92 1868.90 1868.910 Störungsdauer = 1.925 Jahre

1871.06 1871.20 1871.130 2.220 "

1873.00 1873.15 1873.075 1.945 "

1875.00 1875.00 1875.000 1.925 "

Mittel = 2.004 "

Aus R. — B. der Maxima	Aus R. — B. der Minima	
Minimalwerthe = 1868.10	Minimalwerthe = 1868.10	Mittel = 1868.075
1870.08	1870.00	1870.040
1872.10	1872.25	1872.175
1874.00	1874.07	1874.035
		Störungsdauer = 1.965 Jahre
		2.135 „
		1.860 „
		Mittel = 1.987 „

Im Mittel aus Allen folgt die Dauer der Störung: 1.995 oder 2 Jahre.

Die Lichtcurve.

545 Beobachtungen habe ich so berechnet, dass zuerst jedes der 6 Jahre gesondert behandelt wurde.

Die 6 Curven ergaben:

1866	Zunahme = 2 ^t 15 ^u	Abnahme = 4 ^t 9 ^u
1867	2 21	4 3
1868	2 22	4 2
1869	3 0	4 0
1870	3 0	4 0
1871	2 21	4 3

Mittel = 2 21.2 Mittel = 4 2.8

P = 7^o 1.

Die Vereinigung aller Beobachtungen zu 15 Mittelwerthen ergab dann die Hauptcurve N wie folgt:

0 ^t 0 ^u = -6.08	3 ^t 0 ^u = -2 ^u 60
4 -6.05	4 -2.64
8 -5.98	8 -2.70
12 -5.86	12 -2.80
16 -5.70	12 -2.80
20 -5.49	16 -2.90
1 0 -5.12	20 -3.04
4 -4.69	4 0 -3.20
8 -4.27	4 -3.38
12 -3.84	8 -3.60
16 -3.46	12 -3.80
20 -3.20	16 -4.04
2 0 -3.00	20 -4.24
4 -2.83	5 0 -4.42
8 -2.71	4 -4.60
12 -2.64	8 -4.70
16 -2.60	12 -4.98
20 -2.58	16 -5.17

5 ^t 20 ^u = -5.39	6 ^t 12 ^u = -5 ^u 96
6 0 -5.57	16 -6.03
4 -5.74	20 -6.07
8 -5.87	7 0 -6.08

Aus dieser Curve ergibt sich die Zunahme des Lichts = 2^t 20^u 5, die Abnahme = 4^t 3^u 5.

Wenn man nun die Mittelwerthe, welche zur Bildung der Curve dienen, vermehrt, und 3- oder 4stündige Angaben in Gruppen zusammenzieht, und die Mittel so legt, dass die Fehler sich möglichst ausgleichen, so wird nun die neue Curve zwar wieder einen sehr regelmässigen mittlern Verlauf zeigen; aber es werden die eingetragenen Punkte auch hier zur Annahme von secundären Wellen nöthigen, sofern man die Realität der wahrscheinlichen Fehler der zu Grunde gelegten Positionen anerkennt. Die Dauer solcher Wellen ist etwa 5 bis 6 Stunden. Indessen will ich auf diesen Theil der Untersuchung kein grosses Gewicht legen, eben so wenig wie bei U und W Sagittarii. Die Erscheinung ist aber vorhanden und ich kenne sie auch an δ Cephei, β Lyrae, ζ Geminorum und η Aquilae, und wie schon bemerkt, an u Herculis auf directem Wege, ohne alle Rechnung. Um aber hierüber in's Klare zu kommen, müssen die reichsten Beobachtungen vorliegen, die noch dazu möglichst wenig unterbrochen sein dürfen. Diese Beobachtungen besitze ich, so für δ Cephei und β Lyrae, je 12000 oder mehr, aber es fehlte mir bis jetzt an Zeit, um so umfangreiche Untersuchungen auf genügende Weise durchzuführen.

Athen, im November 1875.

J. F. Julius Schmidt.

Inhalt:

Zu Nr. 2071. *J. F. Julius Schmidt.* Ueber die veränderlichen Sterne U, W, X Sagittarii. 97.

Kiel. 1876, Januar 9.

Druck von Fiencke & Schachel in Kiel.

Astronomische Nachrichten.

Expedition auf der Königlichen Sternwarte bei Kiel.

Herausgeber: Prof. Dr. C. A. F. Peters.

Bd. 87.

Nr. 2072.

8.

Ueber eine strenge Methode zur Berechnung des Orts von Polarsternen.

Die folgende Methode, den Ort von den Polen sehr nahen Sternen durch geradlinige Coordinaten und deren Veränderungen zu ermitteln, scheint mir einige Vorzüge vor den gebräuchlichen Formeln für Rectascensionen und Declinationen, sowie besonders vor dem in ähnlichen Fällen öfters benutzten Uebergang auf Länge und Breite zu besitzen. Die Richtigkeit der Formeln ist geprüft; dieselben sind — mit Umgehung des Pols des Aequators — aus der Betrachtung der Veränderungen polarer Coordinaten in einem System hervorgegangen, dessen Pol 90° von dem Pol des Aequators sowie vom Frühlingsgleichpunkt absteht. Für diesen letztern geben die Formeln unzweideutig und scharf die Lage des Pols des Aequators gegen irgend einen festen mittlern Pol, während die gebräuchlichen Formeln für α und δ in diesem Fall illusorisch werden. Uebrigens ist die Richtigkeit der Ausdrücke an mehreren numerischen Beispielen erhärtet worden.

I. Verwandlung der Coordinaten.

$$x = R \cos \delta \cos \alpha$$

$$y = R \cos \delta \sin \alpha$$

R bedeutet hier die bekannte Zahl: 206264.8, deren Logarithmus 5.3144251 ist. x und y werden dadurch in Bogensekunden ausgedrückt erhalten.

II. Präcession.

$$\Delta x = -m \cos \delta \sin \alpha - n \sin \delta$$

$$\Delta y = m \cos \delta \cos \alpha$$

m und n haben die gewöhnlichen Bedeutungen.

III. Variatio säcularis.

$$\Delta^2 x = -100 \cos \delta \sin \alpha \frac{dm}{dt} - 100 \sin \delta \frac{dn}{dt} -$$

$$- \frac{100}{R} (m^2 + n^2) \cos \delta \cos \alpha$$

$$\Delta^2 y = 100 \cos \delta \cos \alpha \frac{dm}{dt} + \frac{100m}{R} \cdot \Delta x$$

IV. Scheinbarer Ort.

$$\Delta x = A a_x + C c_x + D d_x + E e_x$$

$$\Delta y = A a_y + B b_y + C c_y + D d_y + E e_y$$

A, B, C, D, E sind die bekannten Bessel'schen Constanten.

Für die Coefficienten hat man:

$$a_x = -m \cos \delta \sin \alpha - n \sin \delta$$

$$b_x = 0$$

$$c_x = \frac{a_x}{m} \cos \delta \cos \alpha$$

$$d_x = -1 + \cos^2 \delta \cos^2 \alpha$$

$$e_x = -\cos \delta \sin \alpha$$

$$a_y = m \cos \delta \cos \alpha$$

$$b_y = \sin \delta$$

$$c_y = 1 + \frac{a_x}{m} \cos \delta \sin \alpha$$

$$d_y = \cos \delta \cos \alpha \cdot \cos \delta \sin \alpha$$

$$e_y = \cos \delta \cos \alpha$$

Für Polarsterne sind die Glieder $E e_x$ und $E e_y$ zu vernachlässigen.

V. Eigene Bewegung.

$$\Delta x = -\sin \delta \cos \alpha \cdot \Delta \delta - \cos \delta \sin \alpha \cdot \Delta \alpha$$

$$\Delta y = -\sin \delta \sin \alpha \cdot \Delta \delta + \cos \delta \cos \alpha \cdot \Delta \alpha$$

Diese und die folgenden Formeln für die tägliche Aberration sind direct aus der Differentiation der Grundgleichungen (I.) erhalten. $\Delta \delta$ und $\Delta \alpha$ sollen in Bogensekunden ausgedrückt sein.

VI. Tägliche Aberration.

$$\Delta x = -0''.31 \cos \varphi (\sin \Theta - \sin [\Theta - \alpha] \cos \alpha \cos^2 \delta)$$

$$\Delta y = +0.31 \cos \varphi (\cos \Theta + \sin [\Theta - \alpha] \sin \alpha \cos^2 \delta)$$

Hier ist Θ die Sternzeit, φ die Polhöhe. Wegen der Kleinheit des Factors $0''.31$ kann für Polarsterne $\cos^2 \delta$ unbedingt = 0 gesetzt werden und man erhält:

$$\Delta x = -0''.31 \cos \varphi \sin \Theta$$

$$\Delta y = +0.31 \cos \varphi \cos \Theta.$$