Astronomy. — *Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen* [1]). II. *Die mittlere Lichtkurve von T. Cassiopeiae.* Von A. A. NIJLAND.

(Communicated at the meeting of February 28, 1931.)

Instrument: *R*, ausnahmsweise auch *S*; die Reduktion *S*—*R* beträgt $+ 0^m.35$. Spektrum M *6 e*—M *8 e* (*Harv. Ann.* 79 S. 163).

Gesamtzahl der hier zu besprechenden Beobachtungen: 616 (von 2416835 bis 2425807).

Karte: HAGEN, *Atlas Stell. var. Series III.*

Die Stufenskala bezieht sich auf die Helligkeit $10^m.0$: der Stufenwert ist $0^m.118$. Die Sterne *g*, *h* und *j* wurden viermal an die Sichtbarkeitsgrenze von *S* angeschlossen; für *h* folgt hieraus die Helligkeit $11^m.23$. Der Stern $+ 54^\circ.52$ (*Harv. Ann.* 37 S. 4 mit *g* bezeichnet) wurde ein paar Mal mitbeobachtet. Der Stern *a* kommt in der P.D. vor: $7^m.20$ WG, oder $7^m.12$ im System der HP.

TABELLE I. Vergleichsterne.

	BD	Sp.	Hagen	St.	HA 37	HA 29	HA 74	*H*
a	$+54^\circ.59$	K 0	2	47.3	*d* $7^m.32$	—	$6^m.96$	$7^m.03$
b	54.49	B 9	5	39.6	*e* 7.95	$8^m.02$	8.05	7.94
c	55.55	F 0	9	34.5	—	8.63	—	8.55
—	54.52	—	10	34.4	*g* 8.62	—	8.51	[8.56]
d	54.58	—	12	30.2	*h* 8.96	—	9.01	9.06
δ	54.63	—	—	25.9	*k* 9.47	—	9.40	9.57
e	55.62	—	14	22.5	—	—	—	9.97
f	55.63	—	20	19.3	—	—	10.34	10.35
g	—	—	28	16.3	—	—	10.70	10.70
h	—	—	31	13.6	*p* 11.22	—	11.07	11.02
j	—	—	37	9.4	*p'* 11.73	—	11.76	11.52
k	—	—	43	6.9	—	—	11.67	11.81
l	—	—	47	3.2	*q* 12.26	—	12.08	12.27
m	—	—	53	0.0	*r* 12.38	—	12.19	12.40

[1]) See Proc. **33** p. 112.

Es liegen 227 Schätzungen der Farbe vor, welche aber sehr ungleich über die Jahre 1905—1929 verteilt sind. Anfangs wurde die Farbe sehr oft, später nur gelegentlich geschätzt.

Aus der hier folgenden Tabelle II scheint hervorzugehen, dass die Farbe rund 2417500 ein Minimum zu $4^{m}.7$ gezeigt und sich später bis zu etwa $6^{m}.0$ vertieft hat. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass sich meine Auffassung der Farbe im Laufe der Jahre geändert hat.

TABELLE II. Farbenschätzungen.

Zeitraum	Farbe	m	Zeitraum	Farbe	m	Zeitraum	Farbe	m
241	c		241/242	c		242	c	
6835—7041	5.6	12	8205—8398	5.6	14	0888—1493	6.0	13
7106—7287	5.2	16	8555—8789	5.5	15	1858—2795	5.7	13
7303—7491	4.5	18	8814—9243	5.7	17	3069—3728	5.9	10
7501—7694	4.9	12	9502—9688	6.0	13	4082—4618	6.1	11
7705—7894	5.1	16	9933—0037	6.2	19	4955—5936	6.4	16
7904—8192	5.3	12	0210—0557					

Fig. 1 enthält die Beobachtungen, alle auf R reduziert. Die Reihe der Abweichungen δ (Beobachtung minus Kurve) zeigt 234 Plus-, 235 Minuszeichen, 147 Nullwerte, 208 Zeichenfolgen, 260 Zeichenwechsel. Das Mittel der absoluten Werte der Abweichungen beträgt $0^{m}.096$.

Ein Einfluss des Mondscheines auf die Helligkeitsschätzung dieses stark gefärbten Sterns ist nicht bemerkbar. Es verteilen sich auf 228 bei Mondschein angestellte Beobachtungen die Abweichungen wie folgt: 85 Plus-, 76 Minuszeichen, 67 Nullwerte.

Hier folgt die Tabelle (III) der aus der Kurve abgelesenen Epochen der Minima m und der Maxima M.

Die Maxima werden durch die einfachen Elemente $2420984^{d} + 449^{d} E$ ziemlich befriedigend dargestellt, obgleich die durchschnittliche Abweichung gross ist ($\pm 12^{d}$) und die Spalte der B—F zu viel Zeichenfolgen aufweist. Für die Minima aber muss ein Sinusglied zu Hilfe genommen werden. Die Elemente werden hier:

$$2420740^{d} + 449^{d} E + 30^{d} \sin 18^{\circ} (E + 5).$$

Nach Abschluss der Reduktion wurden noch zwei weitere Minima, 5650 ($T = 12^{m}.1$) und 6090 ($T = 11^{m}.8$) und das Maximum 5914 ($T = 7^{m}.4$) erhalten. Letzteres liefert keine neue Gesichtspunkte; die beiden Minima aber lassen es wünschenswert erscheinen, die Amplitude des Sinusgliedes etwas zu vergrössern. Die definitiven Elemente sind dann:

Minima: $2420739^{d} + 449^{d} E + 35^{d} \sin 18^{\circ} (E + 5)$.

Maxima: $2420984^{d} + 449^{d} E$.

A. A. NIJLAND: MITTLERE LICHTKURVEN VON LANGPERIODISCHEN VERÄNDERLICHEN.
II. DIE MITTLERE LICHTKURVE VON T CASSIOPEIAE.

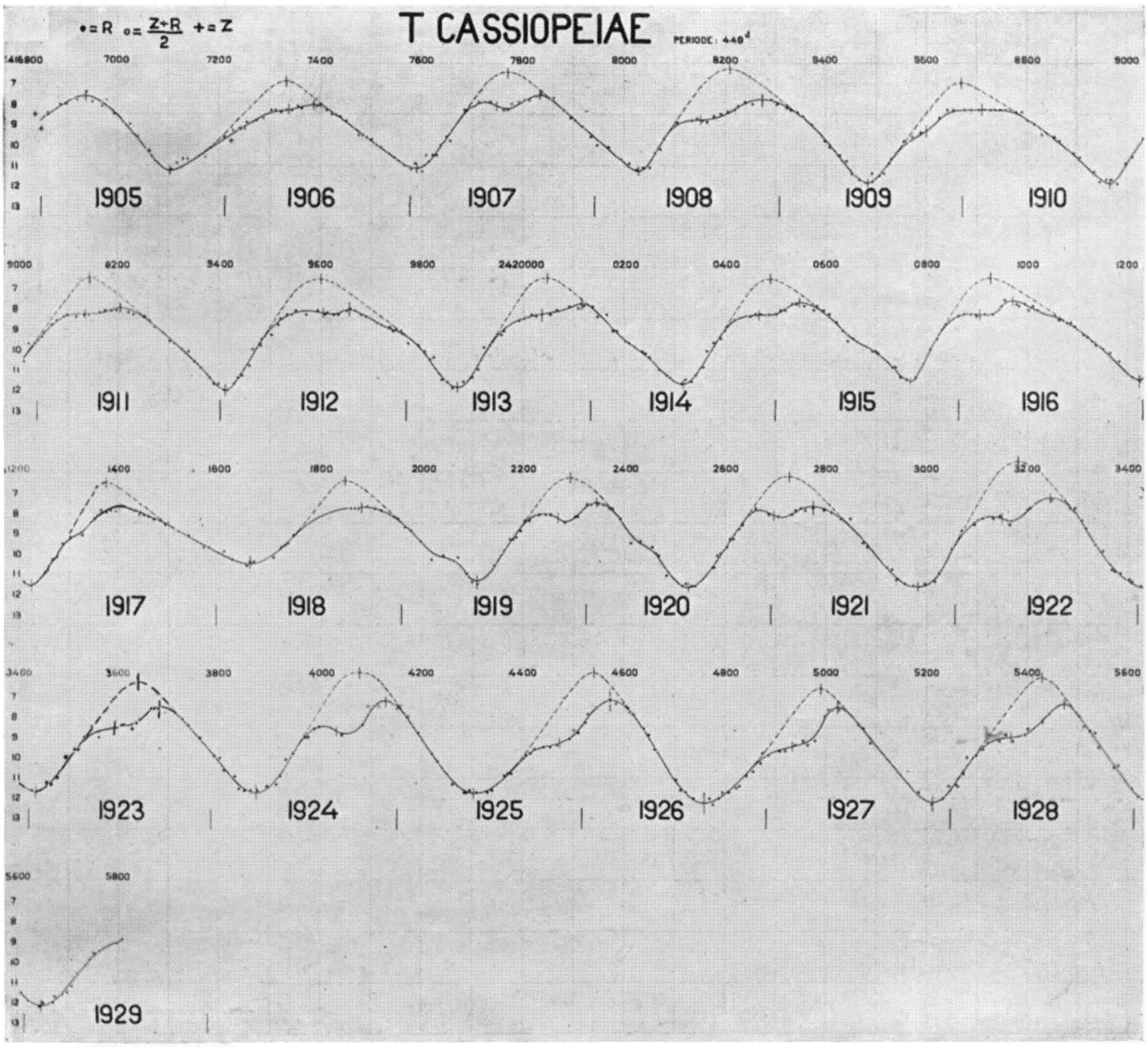

Fig. 1.

TABELLE III.

	Minima *m*					Maxima *M*			
E	*B*	*v*	*R*	*B*—*R*	*B*—*F*	*B*	*v*	*F*	*B*—*F*
— 9	—	—	—	—	—	241 6936	m 7.6	6943	— 7
— 8	241 7104	m 11.3	7149	—45	—20	7387	8.0	7392	— 5
— 7	7590	11.2	7598	— 8	+11	7833	7.6	7841	— 8
— 6	8028	11.3	8047	—19	— 9	8273	7.8	8290	—17
— 5	8482	11.9	8496	—14	—13	8710	8.3	8739	—29
— 4	8966	11.9	8945	+21	+13	9204	8.0	9188	+16
— 3	9411	12.0	9394	+17	0	9655	8.1	9637	+18
— 2	9870	11.9	9843	+27	+ 4	242 0116	7.8	0086	+30
— 1	242 0317	11.7	0292	+25	— 2	0548	7.7	0535	+13
0	0767	11.6	0741	+26	— 3	0972	7.6	0984	—12
+ 1	1223	11.5	1190	+33	+ 6	1402	7.7	1433	—31
+ 2	1660	10.5	1639	+21	— 2	1880	7.7	1882	— 2
+ 3	2109	11.3	2088	+21	+ 4	2345	7.5	2331	+14
+ 4	2527	11.7	2537	—10	—18	2775	7.7	2780	— 5
+ 5	2982	11.7	2986	— 4	— 3	3245	7.3	3229	+16
+ 6	3433	11.7	3435	— 2	+ 8	3682	7.5	3678	+ 4
+ 7	3873	11.7	2884	—11	+ 8	4128	7.3	4127	+ 1
+ 8	4303	11.7	4333	—30	— 5	4572	7.2	4576	— 4
+ 9	4759	12.2	4782	—23	+ 6	5023	7.6	5025	— 2
+10	5211	12.2	5231	—20	+11	5473	7.4	5474	— 1
		11.63			± 8		7.67		±12

Der PRAGERsche Katalog für 1931 gibt den Periodenwert $449^{d}.1$.

Die extremen Werte des Lichtwechsels sind:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Minimum: } v = 11^{m}.63 \pm 0^{m}.40, \\ \text{Maximum: } v = 7^{m}.67 \pm 0^{m}.28.\end{array}\right\} \text{(m.F.)}$$

Wie man sieht (Fig. 1) hat *T Cassiopeiae* in den Jahren 1905—1929 fast ohne Ausnahme einen mehr oder weniger scharf ausgeprägten Buckel im Aufstieg gezeigt. Da im absteigendem Aste keine Spur desselben zu finden ist, so kann die Erscheinung nicht etwa durch einen Fehler in der Stufenskala vorgetäuscht werden, doch wird als reell zu betrachten sein. Natürlich erschwert diese Störung die Bildung einer mittleren Kurve in beträchtlichem

Masse. Ich ging dabei wie folgt vor: zuerst wurde wie bei *W Herculis* (*Proc.* **33**, S. 117) der mittlere Verlauf der Kurve in der Nähe des Maximums bezw. Minimums festgestellt, durch Ablesung der Helligkeiten für je 10^d in der Umgebung der beobachteten extremen Werte der Lichtkurve. Dann wurde dieser Prozess für die nach Augenmass eingetragenen Wendepunkte wiederholt (s. die Tabelle IV); für die mittels der Periode

TABELLE IV.

	Wendepunkte				Ungestörte Maxima			
E	*B*	*v*	*R*	*B—R*	*B*	*v*	*R*	*B—R*
— 8	241 7237	m 8.3	7301	—64	241 7332	m 6.9	7342	—10
— 7	7748	8.1	7750	— 2	7770	6.4	7791	—21
— 6	8152	8.8	8199	—47	8208	6.3	8240	—32
— 5	8600	9.3	8648	—48	8670	6.5	8689	—19
— 4	9132	8.3	9097	+35	9142	6.5	9138	+ 4
— 3	9604	8.2	9546	+58	9600	6.6	9587	+13
— 2	242 0037	8.3	9995	+42	242 0048	6.5	0036	+12
— 1	0467	8.3	0444	+23	0490	6.6	0485	+ 5
0	0905	8.3	0893	+12	0927	6.5	0934	— 7
+ 1	1325	8.9	1342	—17	1375	6.5	1383	— 8
+ 2	—	—	1791	—	1848	6.4	1832	+16
+ 3	2268	8.3	2240	+28	2293	6.3	2281	+12
+ 4	2696	8.2	2689	+ 7	2727	6.3	2730	— 3
+ 5	3148	8.3	3138	+10	3181	5.5	3179	+ 2
+ 6	3593	8.6	3587	+ 6	3641	6.3	3628	+13
+ 7	4031	8.7	4036	— 5	4076	5.8	4077	— 1
+ 8	4472	9.3	4485	—13	4540	5.8	4526	+14
+ 9	4934	9.5	4934	0	4990	6.7	4975	+15
+10	5367	9.0	5383	—16	5429	6.1	5424	+ 5
		8.59		±24		6.34		±11

449^d abgeleitete Normalepoche findet man 2420893 ($v = 8^m.59 \pm 0^m.44$). Die drei Teilkurven schliessen sich, wie aus der Fig. 2 ersichtlich, vorzüglich an einander an, sogar bei den Endpunkten der naturgemäss etwas unsicheren Wendepunktskurve.

Die aus den drei Teilkurven zusammengestellte mittlere Kurve hat den folgenden Verlauf (Tabelle V).

TABELLE V. Die mittlere Kurve.

Phase	v	Phase	v	Phase	v	Phase	v	Phase	v
d	m	d	m	d	m	d	m	d	m
− 40	10.97	+ 60	10.11	+160	8.57	+260	7.76	+360	9.80
− 30	11.20	+ 70	9.78	+170	8.54	+270	7.89	+370	10.03
− 20	11.41	+ 80	9.45	+180	8.46	+280	8.06	+380	10.26
− 10	11.56	+ 90	9.16	+190	8.33	+290	8.27	+390	10.50
0	11.63	+100	8.90	+200	8.18	+300	8.48	+400	10.72
+ 10	11.56	+110	8.75	+210	8.04	+310	8.70	+410	10.97
+ 20	11.36	+120	8.67	+220	7.88	+320	8.92		
+ 30	11.10	+130	8.62	+230	7.73	+330	9.15		
+ 40	10.79	+140	8.58	+240	7.68	+340	9.37		
+ 50	10.45	+150	8.58	+250	7.68	+350	9.58		

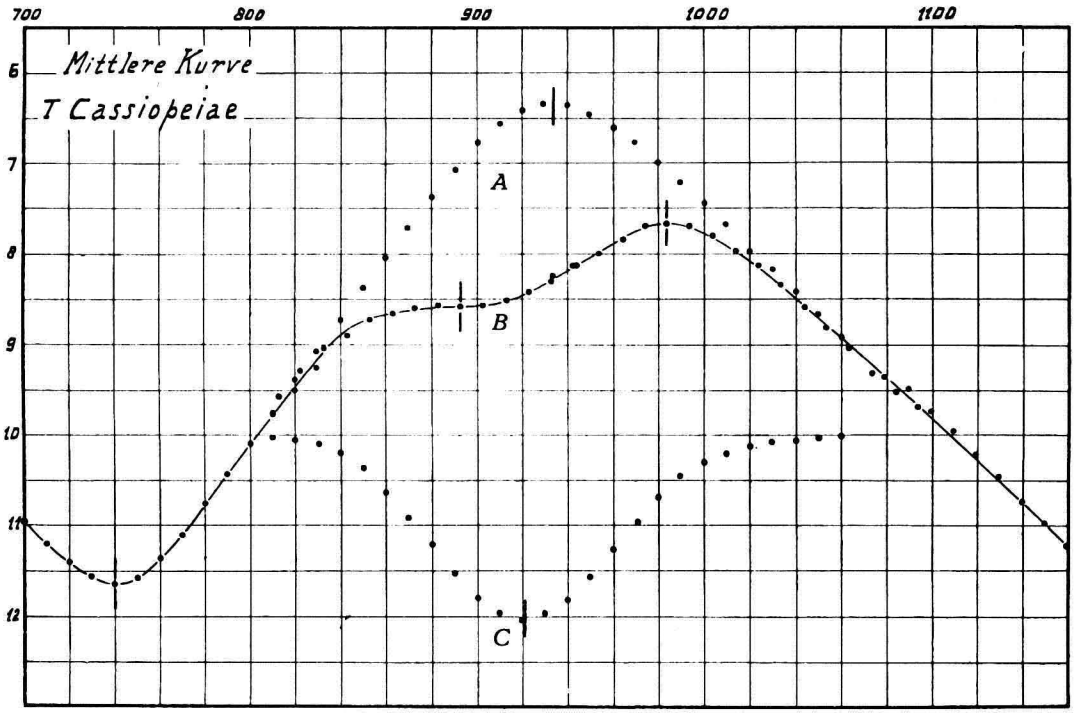

Fig. 2.

Bei der Betrachtung des Lichtwechsels (Fig. 1) bekommt man den starken Eindruck, dass der Stern im Aufstieg einer erheblichen Störung unterliegt, welche ich dadurch zu bestimmen versucht habe, dass ich den offenbar noch nicht gestörten Teil des Aufstiegs nach Augenmass weiterzog, in der Art und Weise, dass sie nach dem Durchgang durch ein Maximum wieder in den absteigenden Ast übergeht. Selbstverständlich herrscht bei diesem Verfahren eine gewisse Willkür; ich bemerke aber, dass es immer möglich war (s. die Figur 1), die beobachtete Kurve zwanglos zu einer „ungestörten" zu vervollständigen.

Die Tabelle IV enthält in der rechten Hälfte eine Zusammenstellung der so gebildeten „ungestörten" Maxima. Die Epochen dieser Maxima werden durch die Elemente $2420934^d + 449^d\,E$ sehr befriedigend dargestellt; das grösste Licht wird im Mittel $6^m.34 \pm 0^m.34$ (m.F.). Wird jetzt wieder in der oben beschriebenen Weise der Verlauf in der Nähe der Maxima abgeleitet, so schliesst sich auch diese Teilkurve so gut wie vollständig derjenigen der Minima an. Für die Schiefheit der „ungestörten" Kurve findet man $\frac{M-m}{P} = 0.43$.

Es lohnt sich, die Differenzen der ungestörten (A) und der beobachteten Kurve (B) zu bilden; die Differenzkurve (C) hat, wie man sieht (Fig. 2), merkwürdigerweise einen so gut wie vollkommen *symmetrischen* Verlauf, dessen Minimum zu $2^m.03$ bei 2421921 fällt, also kurz vor dem ungestörten Maximum. Es scheint, alsob der Stern beim Aufstieg eine Verfinsterung erleidet, welche seine Helligkeit um volle zwei Grössenklassen herabdrückt und ihn also von nicht weniger als 84 % seines Lichtes beraubt. Freilich kann von einer durch mechanische Ursachen zu erklärenden Finsternis wohl kaum die Rede sein. Diese symmetrisch verlaufenden Kurven habe ich bei mehreren meiner gebuckelten Sterne zurückgefunden.

Ich habe schliesslich auch für jedes einzelne Maximum die Differenzkurve bestimmt und die Ordinaten derselben zu Mittelwerten vereinigt: es entsteht dann eine mittlere Differenzkurve, welche kaum von der Kurve C unterschieden ist. Die beiden Methoden sind nicht identisch, da man ja, um die Minima der einzelnen Kurven zur Deckung zu bringen, diese zeitlich hat verschieben müssen. Aus demselben Grunde ist es auch ohne Weiteres gar nicht notwendig, dass die Teilkurven, von denen oben wiederholt die Rede war, genau an einander anschliessen.

Zusammenfassung.

Aus 616, in den Jahren 1905 bis 1929 (2416835 bis 2425807) angestellten Beobachtungen von *T Cassiopeiae* sind die folgenden Elemente des Lichtwechsels abgeleitet worden:

Minimum: $2420739^d + 449^d\,E + 35^d \sin 18^\circ\,(E+5)$; $v = 11^m.63$,

Maximum: $2420984^d + 449^d\,E$; $v = 7^m.67$.

Der in der mittleren Lichtkurve (s. Fig. 2) auftretende Buckel kann dadurch erklärt werden, dass der Stern im Aufstieg eine Verdunkelung von zwei Grössenklassen erleidet, welche einen vollkommen symmetrischen Verlauf hat und deren Minimum auf 2421921 fällt.

Utrecht, Februar 1931.