CoKon0017

A SVÁBHEGYI
CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET
KÖZLEMÉNYEI

MITTEILUNGEN DER
STERNWARTE
BUDAPEST-SVÁBHEGY

Nr. 17.

L. DETRE

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PERIODEN- UND LICHTKURVENÄNDERUNGEN VON KURZPERIODISCHEN CEPHEI STERNEN. III. DIE PERIODEN VON RR LYRAE

BUDAPEST
1943

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

VIZSGÁLATOK RÖVIDPERIÓDUSÚ δ CEPHEI-CSILLAGOK PERIÓDUS- ÉS FÉNYGÖRBEVÁLTOZÁSAIRÓL III. RR LYRAE PERIÓDUSAI.

(Összefoglalás.)

A svábhegyi csillagda 16 cm-es asztrográfján az 1935—1941. években RR Lyrae-ről 6512 felvétel készült. A felvételek célja a csillagnál mutatkozó fénygörbeváltozások tanulmányozása volt, minthogy ezt a kérdést más oldalról rendelkezésre álló megfigyelési anyag alapján még eddig nem sikerült tisztázni. Viszont eddig úgy látszott, hogy a szekundér periódusok kérdését *de Sitter* 1932. évi vizsgálata elintézte. De felvételeink feldolgozása után kiderült, hogy a *de Sitter* által talált és azóta általánosan elfogadott és felhasznált 38.21 napos szekundér periódus ellentmond megfigyeléseinknek, amennyiben az 1935—41. években a szekundér periódus értéke 41.0 nap volt.

Ezek után, saját megfigyeléseinkből megállapított törvényszerűségek felhasználásával újravizsgáltam a régebbi észleléseket, főleg *Wendell, Hertzsprung, van Gent* és *de Sitter* észleléseit. Eredményeim szerint *de Sitter* téves eredményét a megfigyelési anyag önkényes szelekciója okozta. A valóságban a szekundér periódus nem állandó, hanem, amióta a csillagot megfigyelték, állandóan nőtt, 1899. évi $40^{d}.5$ értékéről a jelenlegi $41^{d}.0$ értékére.

Már régebbről ismeretes, hogy a $0^{d}.567$ főperiódus is lassan változik, de nem lehetett eldönteni, hogy a változás monoton növekedés vagy periódusos. Eredményünk szerint az utolsó évtizedben a periódus csökkent és a változás minden valószínűség szerint periódusos, kb. 56 év periódussal.

Mint a következő közleményben kimutatjuk, a 41 napos szekundér periódus a $0^{d}.567$ fő és egy $0^{d}.559$ mellékperiódus interferenciájából származó «lebegés» periódusaként fogható fel. A főperiódus és a 41 napos periódus lassú változásaiból kiszámítottuk a $0^{d}.559$ mellékperiódus változásait (l. 24. ábrát).

RR Lyrae fényváltozásában tehát két közel egyenlő rövid periódus van és ezek mindegyike igen hosszú periódusú változást mutat. A hosszú periódusok értékeinek pontos megállapítása csak néhány évtized mulva lesz lehetséges.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PERIODEN- UND LICHTKURVENÄNDERUNGEN VON KURZPERIODISCHEN δ CEPHEI-STERNEN. III. DIE PERIODEN VON RR LYRAE.

Auf Grund von 6512 Aufnahmen wird gezeigt, daß die Periode der Lichtkurvenänderungen von RR Lyrae in den letzten Jahren $41^d.0$ betrug. Um den Unterschied gegenüber der von de Sitter abgeleiteten und seitdem allgemein angenommenen Periode von $38^d.2$ aufzuklären, wurde das gesamte vom Stern vorliegende Beobachtungsmaterial aufs neue bearbeitet. Danach ist die Periode der Lichtkurvenänderungen stetig veränderlich. In 1899, zur Zeit der ersten Beobachtungen betrug sie $40^d.5$, seitdem ist sie langsam auf ihren heutigen Wert von $41^d.0$ angewachsen. Die de Sittersche Periode wurde durch eine unrichtige Selektion des Beobachtungsmaterials vorgetäuscht.

Wie in der nächsten Mitteilung gezeigt wird, entsteht die 41 tägige Periode durch die Interferenz zweier Schwankungen mit den Perioden $P = 0^d.567$ und $P_1 = 0^d.559$. Beide Perioden zeigen langsame und stetige Veränderungen. Diese Veränderungen sind wahrscheinlich langperiodisch, mit Perioden von mehreren Jahrzehnten. Da im Laufe der Periodenänderungen auch das Verhältnis P_1/P sich ändert, so ist die Veränderlichkeit der 41 tägigen Periode eine Folge der Veränderlichkeit des kurzen Periodenpaares. Die exakte Bestimmung der langen Perioden wird erst nach einigen Jahrzehnten möglich sein.

Der Veränderliche RR Lyrae, der am längsten bekannte und hellste Vertreter der kurzperiodischen δ Cephei-Sterne, ist in neuerer Zeit mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Das Hauptziel dieser Untersuchungen war die Änderungen der Lichtwechselperiode, hauptsächlich ihre kurzperiodische Schwankung, die mit der Veränderlichkeit der Lichtkurve allem Anscheine nach in Zusammenhang steht, genau festzulegen.

Für die Periode der kurzperiodischen Schwankung erhielt *Prager* [24][1] nach ausführlicher Untersuchung aller bis 1925 erhaltenen Epochen $40^d.65$, d. h. das 71.71-fache der Hauptperiode $0^d.567$. Er wies aber

[1] Die in Klammern stehenden Zahlen sind Hinweise auf das Literaturverzeichnis am Schluß dieser Arbeit.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

darauf hin, daß eine ganz befriedigende Darstellung aller Epochen nicht zu erzielen ist. Nach seiner Meinung verläuft die kurzperiodische Schwankung nicht ganz regelmäßig, indem sie zeitweise aussetzt oder ihre Phase ändert. Dagegen fand *de Sitter* [30] auf Grund einer ausgedehnten photographischen Beobachtungsreihe in Leiden in Verbindung mit den Beobachtungen von *Hertzsprung*, *Prager* und *Zacharov* eine konstante Periode von $38^{d}.21 = 67^{p}.412$. Dieser Periodenwert wurde später allgemein angenommen und neuerdings auch in einer Diskussion von *Sterne* [43] als gültig angesehen, obgleich er in einer früheren Mitteilung [33] darauf hinwies, daß die von *de Sitter* abgeleitete Periode durch eine Selektion der Beobachtungsdaten bedingt ist, während in der Wirklichkeit keine konstante und exakte Periode für die kurze Schwankung ermittelt werden kann.

Demgemäß war das Hauptziel unserer Beobachtungen die Erforschung der Lichtkurvenänderungen des Sternes, worüber in der bisherigen Literatur nur einige Hinweise zu finden sind. Es hat sich aber bald herausgestellt, daß die von uns beobachteten Epochen durch die von *de Sitter* abgeleitete Periode nicht dargestellt werden können. Vielmehr ergab sich für die kurzperiodische Schwankung eine längere Periode von etwa $41^{d}.0$. Darauf haben wir uns entschlossen, eine Neudiskussion aller verfügbaren Beobachtungen durchzuführen. Die Resultate dieser Diskussion sind in dieser Arbeit niedergelegt, während die Eigenschaften der Lichtkurvenänderungen in der nächsten Mitteilung behandelt werden sollen.

Zur Diskussion der kurzperiodischen Schwankung und der langsamen Periodenänderung — beide können übrigens nur gemeinsam untersucht werden — standen uns die in Tab. I. und Tab. II. angeführten Zeitpunkte von Maxima bezw. Mittelgrößen des aufsteigenden Astes zur Verfügung. Wo nur möglich war, wurden die Maxima herangezogen. Es ist nämlich kaum zu erreichen, daß die Mittelgrößen aus verschiedenen Beobachtungsreihen genau derselben Stelle der Lichtkurve entsprechen. Nun weist aber die kurzperiodische Schwankung, wie in der nächsten Mitteilung gezeigt wird, an verschiedenen Stellen des aufsteigenden Astes nicht nur verschiedene Amplituden, sondern auch verschiedene Phasen auf. Dagegen ist das Maximum eine wohldefinierte Stelle der Lichtkurve, dessen Höhe wohl durch Helligkeitsskalenfehler verfälscht werden kann, nicht aber sein Zeitpunkt. Weiter ist die Gleichzeitigkeit des photographischen und visuellen Maximums durch korrespondierende Beobachtungen von *Prager* [24] und *Haas* [23] sichergestellt.

Immerhin mußten wir sehr oft zu den Mittelgrößen greifen, da mehrere Beobachter nur die aufsteigenden Äste, nicht aber die Maxima selbst durchbeobachtet haben. Wir haben daher bei unserer Diskussion folgenden Weg eingeschlagen.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Nach der Formel

$$t^{\max} = J.\,D.\ 2414856\,.\,450 + 0^{d}.56683735.\ E \qquad (1)$$

wurden für die einzelnen Maxima die $B—R$ bestimmt. Für die Mittelgrößen wurde die Formel von *Prager*

$$t^{\mathrm{Mgr.}} = J.\,D.\ 2414856\,.\,408 + 0^{d}.56683735.\ E \qquad (2)$$

benutzt. Aus den von uns beobachteten Maxima und Mittelgrößen zwischen den Epochen 25074 und 25776 wurde der Näherungswert 72^{P} für die Periode der kurzen Schwankung hergeleitet. Mit dieser Periode konnte in erster, aber infolge der großen Anzahl von Beobachtungen schon recht guter Näherung die Gestalt der *(B—R)*-Kurve für die Maxima und für die Mittelgrößen getrennt bestimmt werden. So konnten auch die Beziehungen der beiden *(B—R)*-Kurven zueinander abgeleitet werden. *Bei der Diskussion anderweitiger Beobachtungen haben wir angenommen, daß die aus unseren Beobachtungen hergeleiteten Eigenschaften der kurzperiodischen Schwankung auch für sie gültig sind.* Auf diese Weise konnten wir manchmal auch aus einem kleinen Beobachtungsmaterial brauchbare Daten für die Periodenänderungen ableiten.

Die Ermittlung der Zeitpunkte der Maxima und Mittelgrößen erfolgte auf graphischem Wege. Bei allen Beobachtungen, die uns zur Verfügung standen, wurden die Epochen aufs neue bestimmt. In Tab. I. und II. sind alle diejenigen Epochen angeführt, bei denen das Maximum bezw. die Mittelgröße von den Beobachtungen eingeschlossen sind, ferner auch solche, bei denen die Beobachtungen kurz vor der Mittelgröße abbrachen oder kurz nachher einsetzen, wenn im übrigen genügend Punkte der Lichtkurve vorhanden waren, um eine Extrapolation bis zur Mittelgröße zu gestatten. Solche extrapolierten Werte sind in der Tabelle II. mit dem Unsicherheitszeichen (:) versehen. Nicht vollständig durchbeobachtete Maxima erhielten in Tab. I. ebenfalls dieses Zeichen. Vereinzelte, oder unsichere Beobachtungen wurden nicht berücksichtigt, so z. B. die Beobachtungen von *Hartwig* [3], *Lau* [4], *Zeipel* [6], *Fontana* [7], *Martin* u. *Plummer* [9], *Luyten* [16], *Tass* [26], *Collmann* [29], *Kox* [34], *Krebs* [36], *Nijland* [37], *Parenogo* [44], *Hacar* [45], *Kanamori* [46].

Wo die Originalbeobachtungen uns nicht zur Verfügung standen, vor allem bei den Beobachtungen von *Zacharov*, wurden die Zeitpunkte der Mittelgrößen den Zusammenstellungen von *Prager* [24, Tabelle VII] und *Kukarkin* [31, S. 270—2] entnommen. Die Maxima mußten in solchen Fällen unberücksichtigt bleiben, da diese bis jetzt von keinem Bearbeiter zusammengestellt wurden.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

TABELLE I.

Beobachtete Maxima von RR Lyrae.

E	Beobachter	B 241....	R	$B-R$	m^{max}	$(B-R)_k$	ψ' (0.01)	ψ (0.01)	Bemerkung
115	*Wendell*	4921.675	.636	+.039	6.80	+.006	51	34	*v*
122	«	4925.635	.604	+.031	6.81	—.002	61	43	*v*
145	«	4938.641:	.641	.000:	6.84	—.032:	93	74	*v*
226	«	4984.560:	.555	+.005:	6.97	—.026:	06	88	*v*
579	«	5184.646:	.649	—.003:	6.95	—.028:	96	82	*v*
7168	*Hertzsprung*	8919.458	.540	—.082	7.10	—.029	50	84	*p*
7212	«	8944 427	.481	—.054	6.96	—.001	11	46	*p*
7840	«	9300.420	.455	—.035	7.21	+.017	84	22	*p*
8432	*Kiess; Townley*	9635.970	.023	—.053	7.12	—	14	—	*v*
8474	« «	9659.775	.830	—.055	7.08	—	73	—	*v*
8532	« «	9692.656	.707	—.051	7.02	—	53	—	*v*
8541	« «	9697.757	.808	—.051	6.95	—	66	—	*v*
8548	« «	9701.716	.778	—.062	7.10	—	76	—	*v*
		242....							
9089	*Hertzsprung*	0008.372	.435	—.063	6.88	—.019	19	63	*p*
9096	«	0012.332	.403	—.071	7.00	—.027	29	72	*p*
9112	«	0021.410	.472	—.062	7.21	—.028	51	95	*p*
9142	«	0038.441	.477	—.036	7.02	+.008	93	37	*p*
9149	«	0042.408	.445	—.037	7.01	+.007	02	46	*p*
9190	*Kiess*	0065.620:	.685	—.065:	7.10	—	59	—	*v*
9211	*Shapley*	0077.552	.589	—.037:	6.89	+.007	88	32	*v*
9220	*Kiess*	0082.647	.690	—.043	6.91	—	01	—	*v*
9506	«	0244.755:	.806	—.051:	7.22	—	98	—	*p*
9550	«	0269.699	.747	—.048	7.28	—	59	—	*p*
9573	«	0282.739	.784	—.045	7.22	—	91	—	*p*
9587	«	0290.668	.720	—.052	6.95	—	11	—	*v*
9610	«	0303.687	.757	—.070	7.00	—	43	—	*v*
9774	«	0396.672:	.718	—.046:	6.88	—	71	—	*v*
9783	«	0401.756	.820	—.064	7.18	—	83	—	*p*
9825	«	0425.573	.627	—.054	7.23	—	41	—	*p*
12069	*Leiner*	1697.594:	.610	—.016:	7.12	—	59	—	*v*
12090	«	1709.530:	.514	+.016:	7.17	—	88	—	*v*
12097	«	1713.482:	.481	+.001:	7.09	—	98	—	*v*
12104	«	1717.457	.449	+.008	7.06	—	08	—	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	*B* 242....	*R*	*B*—*R*	m^{max}	$(B-R)_k$	ψ' (0.01	ψ .01	Bemerkung
12208	*Leiner*	1776.374	.400	—.026	7.10	—	52	—	*v*
12653	«	2028.643	.643	.000	7.18	—	70	—	*v*
12755	«	2086.446	.460	—.014	6.98	—	12	—	*v*
12778	«	2099.474	.498	—.024	7.10	—	44	—	*v*
12799	«	2111.412	.401	+.011	7.02	—	73	—	*v*
12979	«	2213.411	.432	—.021	7.01	—	23	—	*v*
13997	*Schütte*	2790.490	.472	+.018	7.01	—	38	—	*p*
14893	*Haas*	3298.410	.359	+.051	—	—	82	—	*v*
15020	«	3370.355	.347	+.008	—	—	59	—	*v*
16675	*Schilt*	4308.510	.463	+.047	7.25	—.012	58	98	*p*
16682	«	4312.510	.431	+.079	7.19	+.020	68	08	*p*
16742	«	4346.483	.441	+.042	7.12	—.018	51	92	*p*
16853	*Haas*	4409.412	.360	+.052	—	—	05	—	*v*
16890	*v. Gent*	4430.382:	.332	+.050:	7.32	—.013:	57	97	*p*
16913	*Prager*	4443.441:	.370	+.071:	7.06	—	89	—	*p*
16918	*Leiner*	4446.289	.204	+.085	7.20	—	96	—	*p*
16964	*de Sitter*	4472.345	.279	+.066	7.19	+.002	60	00	*p*
17015	*Haas*	4501.241	.188	+.053	—	—	30	—	*v*
17015	*Prager*	.250		+.062	7.18	—	30	—	*p*
18155	*Hellerich*	5147.472	.382	+.090	6.91	—	—	—	*v*
18164	«	5152.553	.484	+.069	6.87	—	—	—	*v*
18476	*Kukarkin*	5329.382	.337	+.045	7.20	—	60	—	*v*
18624	«	5413.300	.229	+.071	7.24	—	66	—	*v*
18825	«	5527.217	.163	+.054	7.20	—	45	—	*v*
18832	«	5531.183	.131	+.052	7.10	—	55	—	*v*
19201	«	5740.339	.294	+.045	7.28	—	67	—	*v*
19263	*Florja*	5775.522	.438	+.084	7.33	—	54	—	*v*
19328	«	5812.352	.282	+.070	7.36	—	44	—	*v*
19418	*de Sitter*	5863.356:	.298	+.058:	7.08	—.040:	69	03	*v*
19448	«	5880.399:	.303	+.096:	7.07	—.003:	11	45	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	B 241 . . .	R	B−R	m^{max}	$(B-R)_k$	ψ' (0.01)	ψ (0.01)	Bemerkung
20039	*Florja*	6215.380	.304	+.076:	7.10	—	32	—	*v*
20046	«	6219.341	.272	+.069	7.15	—	41	—	*v*
20048	«	6220.477	.405	+.072	7.14	—	44	—	*v*
20060	«	6227.291	.207	+.084	7.15	—	61	—	*v*
20083	«	6240.348:	.245	+.103:	7.23	—	93	—	*v*
20097	«	6248.264	.180	+.084	7.20	—	12	—	*v*
20127	«	6265.261:	.185	+.076:	7.19	—	54	—	*v*
20231	«	6324.240	.136	+.104	7.22	—	98	—	*v*
20233	«	6325.370	.270	+.100	7.25	—	01	—	*v*
20607	*Kukarkin*	6537.403	.267	+.136	7.24	—	21	—	*v*
20614	«	6541.348	.235	+.113	7.15	—	30	—	*v*
20623	*Florja*	6546.422:	.337	+.085:	7.29	—	43	—	*v*
20653	«	6563.436	.342	+.094	7.21	—	85	—	*v*
20667	«	6571.382	.278	+.104	7.23	—	04	—	*v*
20685	*de Sitter*	6581.590:	.481	+.109:	7.00	—.003	29	60	*p*
20706	«	6593.471	.384	+.087	7.15	—.025	58	88	*p*
20762	*Kukarkin*	6625.234	.127	+.107	7.09	—	36	—	*v*
20764	«	6626.375	.261	+.114	7.08	—	39	—	*v*
20764	*de Sitter*	.372		+.111	7.03	—.003	39	68	*p*
20771	*Kukarkin*	6630.330	.229	+.101	7.15	—	49	—	*v*
20778	«	6634.290	.196	+.094	7.11	—	58	—	*v*
20813	«	6654.162:	.036	+.126:	7.14	—	07	—	*v*
21182	«	6863.332	.199	+.133	7.16	—	96	—	*v*
21228	«	6889.366:	.273	+.093:	7.28	—	35	—	*v*
21967	*Florja*	7308.302	.166	+.136	7.23	—	10	—	*v*
21974	«	7312.270	.134	+.136	7.20	—	20	—	*v*
23164	*Evans*	7986.795	.670	+.125	—	—	73	—	*pe*
23229	«	8023.647	.515	+.132	—	—	63	—	*pe*
23306	*Balázs, Detre*	8067.282	.161	+.121	7.23	—.014	70	94	*p*
23308	« «	8068.412:	.295	+.117:	7.27	—.019:	73	97	*p*
23719	*Rybka, Morgent.*	8301.397	.265	+.132	7.02	—.007	44	60	*p*
23728	« «	8306.483	.367	+.115	7.20	—.024	57	73	*p*
23749	« «	8318.400:	.270	+.130:	7.19	—.009:	87	01	*p*
23945	« «	8429.486	.370	+.116	7.04	—.023	58	73	*p*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	B 242....	R	$B-R$	m^{max}	$(B-R)_k$	ψ' (0.01)	ψ (0.01)	Bemerkung
25074	*Balázs, Detre*	9069.474	.330	+.144	6.94	+.008	26	36	*p*
25088	« «	9077.385	.265	+.120	6.98	—.016	46	55	*p*
25104	« «	9086.443	.335	+.108	7.06	—.028	68	77	*p*
25118	« «	9094.395:	.271	+.124:	7.26	—.012:	87	97	*p*
25120	« «	9095.535	.404	+.131	7.28	—.005	90	99	*p*
25141	« «	9107.461	.308	+.153	7.08	+.017	19	28	*p*
25157	« «	9116.494	.377	+.117	6.96	—.018	42	50	*p*
25201	« «	9141.480	.318	+.162	7.26	+.027	03	11	*p*
25217	« «	9150.535	.387	+.148	7.01	+.013	25	33	*p*
25236	« «	9161.270	.157	+.113	7.05	—.022	51	60	*p*
25238	« «	9162.396	291	+.105	7.05	—.030	54	61	*p*
25377	« «	9241.—	—	—	6.94	—	47	54	*p*
25695	« «	9421.450	.336	+.114	7.19	—.021	89	94	*p*
25748	« «	9451.490	.378	+.112	7.05	—.023	63	67	*p*
25776	« «	9467.404	.250	+.154	7.23	+.019	02	05	*p*
		243....							
27166	« «	0255.300	.153	+.147	7.07	+.016	43	25	*p*
27175	« «	0260.396	.255	+.141	6.98	+.010	56	38	*p*

v: visuelle, *p:* photographische, *pe:* photoelektrische Beobachtungen.

Tabelle II. Mittelgrößen von RR Lyrae.

E	Beobachter	B 241....	R	$B-R$	ψ' (0.01)	Bem.
115	*Wendell*	4921.623	.594	+.029	.51	*v*
122	«	4925.597	.562	+.035	.61	*v*
145	«	4938.608	.599	+.009	.93	*v*
161	«	4947.582	.569	+.013	.15	*v*
196	«	4967.537	.508	+.029	.64	*v*
198	«	4968.665	.642	+.023	.67	*v*
219	«	4980.552	.545	+.007	.96	*v*
226	«	4984.518	.513	+.005	.06	*v*
242	«	4993.602	.583	+.019	.28	*v*
286	«	5018.532	.523	+.009	.89	*v*
519	«	5150.615:	.597	+.018:	.13	1*v*
556	«	5171.589	.570	+.019	.64	2*v*
563	«	5175.554	.537	+.014	.74	1,3*v*
579	«	5184.613	.607	+.006	.96	*v*
766	«	5290.621	.605	+.016	.56	*v*
810	«	5315.558	.546	+.012	.17	*v*
937	«	5387.537	.535	+.002	.93	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	*B* 241...	*R*	*B*—*R*	ψ' (0.01)	Bem.
1424	*Wendell*	5663.587	.584	+.003	.70	*v*
1565	«	5743.513	.508	+.005	.66	*v*
2756	«	6418.602:	.612	—.010	21	*v*
2800	«	6443.523	.553	—.030	82	4*v*
2823	«	6456.566	.590	—.024	14	*v*
2860	«	6477.542	.563	—.021	65	*v*
3767	«	6991.640	.684	—.044	25	*v*
3783	«	7000.707	.754	—.047	47	*v*
5272	«	7844.703	.775	—.072	16	*v*
7212	*Hertzsprung*	8944.382	.439	—.057	11	*p*
7798	«	9276.540	.606	—.066	25	*p*
7840	«	9300.363:	.413	—.050:	84	*p*
7886	«	9326.421:	.487	—.066:	48	*p*
8432	*Townley*	9635.942	.981	—.039	14	*v*
8474	«	9659.735	.788	—.053	73	*v*
8532	*Kiess*	9692.592:	.665	—.073:	53	*v*
8534	«	9693.740	.798	—.058	56	*v*
8541	«	9697.691	.766	—.075	66	*v*
8548	«	9701.662	.734	—.072	76	*v*
		242....				
9089	*Hertzsprung*	0008.337:	.393	—.056:	19	*p*
9105	«	0017.398	.462	—.064	41	*p*
9112	«	0021.368	.430	—.062	51	*p*
9142	«	0038.397	.435	—.038	93	*p*
9149	«	0042.360	.403	—.043	02	*p*
9190	*Kiess*	0065.586	.643	—.057	59	*v*
9220	«	0082.612	.648	—.036	01	*v*
9506	«	0244.726:	.764	—.038:	98	*p*
9550	«	0269.663	.705	—.042	59	*p*
9587	«	0290.625	.678	—.053	11	*v*
9610	«	0303.649	.715	—.066	43	*v*
9612	«	0304.790	.849	—.059	46	*p*
9774	«	0396.615	.676	—.061	71	*v*
9783	«	0401.719	.778	—.059	83	*p*
9825	«	0425.529:	.585	—.056:	41	*p*
10271	*Fessenkoff*	0678.328	.394	—.066	61	*v*
10338	«	0716.311	.371	—.060	54	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	B 242....	R	B=R	ψ′ (0.01)	Bem.
10426	*Fessenkoff*	0766.214	.254	—.030	76	*v*
10428	«	0767.348	.388	—.040	79	*v*
10442	«	0775.295	.324	—.029	99	*v*
10465	«	0788.316	.361	—.045	31	*v*
12069	*Leiner*	1697.567:	.568	—.001:	59	*v*
12090	«	1709.452	.472	—.020	88	*v*
12097	«	1713.428	.439	—.011	98	*v*
12104	«	1717.408	.407	+.001	08	*v*
12201	«	1772.369	.391	—.021	42	*v*
12208	«	1776.335:	.358	—.023	52	*v*
12261	«	1806.398	.401	—.003	26	*v*
12653	«	2028.604	.601	+.003	70	*v*
12755	«	2086.425	.418	+.007	12	*v*
12771	«	2095.472	.488	—.016	34	*v*
12778	«	2099.455	.456	—.001	44	*v*
12799	«	2111.370	.359	+.011	73	*v*
12822	«	2124.404	.398	+.006	05	*v*
12979	«	2213.384	.390	—.006	23	*v*
14198	*Zacharov*	2904.401	.365	+.036	17	*v*
14249	«	2933.284	.274	+.010	88	*v*
14254	«	2936.150	.108	+.042	95	*v*
14293	«	2958.220	.215	+.005	49	*v*
14358	«	2995.082	.059	+.023	39	*v*
14724	*Schilt*	3202.532	.521	+.011	48	*p*
14893	*Haas*	3298.361:	.317	+.044:	82	*v*
14911	«	3308.557	.520	+.037	07	*v*
14990	«	3353.330	.300	+.030	17	*v*
15020	«	3370.307	.305	+.002	59	*v*
16592	*Hellerich*	4261.421	.373	+.048	43	*v*
16629	«	4282.415	.346	+.069	94	*v*
16638	«	4287.498	.448	+.050	07	*v*
16645	«	4291.468	.416	+.052	16	*v*
16650	*Zacharov*	4294.294:	.250	+.044:	23	*v*
16657	«	4298.274	.218	+.056	33	*v*
16664	«	4302.241:	.186	+.055:	43	*v*
16673	«	4307.348	.287	+.061	55	*v*
16680	«	4311.318	.255	+.063	65	*v*
16687	«	4315.278	.223	+.055	74	*v*
16689	*Hellerich*	4316.440	.357	+.083	77	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	*B* 242....	*R*	*B*—*R*	ψ' 0.01)	Bem.
16694	*Zacharov*	4319.261.	.191	+.070	84	*v*
16701	«	4323.221	.159	+.062	94	*v*
16708	«	4327.188:	.126	+.062:	04	*v*
16717	«	4332.279:	.228	+.051:	16	*v*
16772	*van Gent*	4363.470	.404	+.066	93	*p*
16775	*Zacharov*	4365.168	.105	+.063	97	*v*
16777	«	4366.238	.238	+.054	00	*v*
16784	«	4370.262:	.206	+.056:	09	*v*
16791	«	4374.228	.174	+.054	19	*v*
16798	«	4378.192	.142	+.050	29	*v*
16805	«	4382.162:	.110	+.052:	38	*v*
16807	«	4383.300:	.243	+.057:	41	*v*
16811	*van Gent*	4385.562	.511	+.051	47	*p*
16814	*Zacharov*	4387.262	.211	+.051	51	*v*
16821	«	4391.236	.179	+.057	61	*v*
16832	*Prager*	4397.476	.414	+.062	76	*p*
16848	«	4406.546	.484	+.062	98	*p*
16848	*van Gent*	.550	.484	+.066	98	*p*
16853	«	4409.379	.318	+.061	05	*p*
16853	*Haas*	.377	.318	+.059	05	*v*
16855	*Prager*	4410.509	.451	+.058	08	*p*
16855	*Haas*	.513	.451	+.062	08	
16876	*van Gent*	4422.410	.355	+.055	37	*p*
16886	*Zacharov*	4428.092:	.023	+.069:	51	*v*
16888	«	4429.216	.157	+.059	54	*v*
16890	*van Gent*	4430.353	.290	+.063	57	*v*
16897	«	4434.324	.259	+.065	66	*p*
16902	*Zacharov*	4437.158	.093	+.065	73	*v*
16904	*Leiner*	4438.292	.227	+.065	76	*v*
16909	*Zacharov*	4441.120	.061	+.059	83	*v*
16913	*Prager*	4443.392	.328	+.064	89	*p*
16913	*Haas*	.387	.328	+.059	89	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	B 242....	R	B—R	ψ' (0.01)	Bem.
16916	*Zacharov*	4445.088	.029	+.059	93	*v*
16918	*Leiner*	4446.246	.162	+.060	95	*v*
16934	*Prager*	4455.283	.232	+.051	18	*p*
16964	*van Gent*	4472.292	.237	+.055	00	*p*
17015	*Prager*	4501.202	.146	+.056	30	*p*
17015	*Haas*	.203	.146	+.057	30	*v*
17419	*Zacharov*	4730.208	.148	+.060	91	*v*
17421	«	4731.339	.281	+.058	94	*v*
17428	«	4735.315	.249	+.066	04	*v*
17435	«	4739.291	.217	+.074	14	*v*
17442	«	4743.251	.185	+.066	23	*v*
17449	«	4747.222	.153	+.069	33	*v*
17451	«	4748.354	.287	+.067	36	*v*
17458	«	4752.313	.254	+.059	46	*v*
17465	«	4756.283	.222	+.061	55	*v*
17472	«	4760.247	.190	+.057	65	*v*
17479	«	4764.218	.158	+.060	75	*v*
17486	«	4768.187	.126	+.061	84	*v*
17488	«	4769.328	.260	+.068	87	*v*
17495	«	4773.296	.227	+.069	97	*v*
17502	«	4777.271	.195	+.076	07	*v*
17509	«	4781.240	.163	+.077	16	*v*
17511	«	4782.369	.297	+.072	19	*v*
17516	«	4785.206	.131	+.075	26	*v*
17518	«	4786.337	.265	+.072	29	*v*
17525	«	4790.296	.233	+.063	39	*v*
17530	«	4793.127	.067	+.060	46	*v*
17546	«	4802.193	.136	+.057	68	*v*
17548	«	4803.324	.270	+.054	71	*v*
17553	«	4806.162	.104	+.058	78	*v*
17555	«	4807.294	.238	+.056	80	*v*
17560	«	4810.132	.072	+.060	87	*v*
17562	«	4811.257:	.206	+.051:	90	*v*
17567	«	4814.101	.040	+.061	97	*v*
17569	«	4815.237	.173	+.064	00	*v*
17576	«	4819.210	.141	+.069	10	*v*
18476	*Kukarkin*	5329.357	.295	+.062	60	*v*
18624	«	5413.248	.187	+.061	66	*v*
18783	«	5503.404	.314	+.090	87	*v*
18825	«	5527.187	.121	+.066	45	*v*
19201	«	5740.321	.252	+.069	67	*v*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	*B* 242....	*R*	*B—R*	ψ' (O.C.	Bem
19263	*Florja*	5775.470	.396	+.074	54	*v*
19328	«	5812.332	.240	+.092	44	*v*
19418	*de Sitter*	5863.322:	.256	+.066:	69	*p*
19448	«	5880.359	.261	+.098	11	*p*
19450	«	5881.496:	.395	+.101:	13	*p*
20039	*Florja*	6215.343	.262	+.081	32	*v*
20046	«	6219.311	.230	+.081	41	*v*
20048	«	6220.443	.363	+.080	44	*v*
20083	«	6240.296	.203	+.093	93	*v*
20127	«	6265.228	.143	+.085	54	*v*
20198	«	6305.481	.389	+.092	53	*v*
20231	«	6324.201	.094	+.107	98	*v*
20233	«	6325.330	.228	+.102	01	*v*
20512	*de Sitter*	6483.474	.376	+.098	89	*p*
20602	«	6534.506	.391	+.115	14	*p*
20607	*Kukarkin*	6537.337	.225	+.112	21	*v*
20614	«	6541.308	.193	+.115	30	*v*
20623	*Florja*	6546.393	.295	+.098	65	*v*
20667	«	6571.351	.236	+.115	04	*v*
20685	*de Sitter*	6581.551	.439	+.112	29	*p*
20706	«	6593.442	.342	+.100	58	*p*
20726	*Kukarkin*	6625.192	.085	+.107	86	*v*
20764	«	6626.329	.219	+.110	39	*v*
20764	*de Sitter*	.330	.219	+.111	39	*p*
20766	«	6627.462	.352	+.110	42	*p*
20771	*Kukarkin*	6630.283	.187	+.096	49	*v*
20778	«	6634.255	.154	+.101	58	*v*
20806	«	6650.133	.026	+.107	97	*v*
20813	«	6654.105	.994	+.111	07	*v*
21182	«	6863.302	.157	+.145	96	*v*
21228	«	6889.336	.229	+.107	35	*v*
21967	*Florja*	7308.259	.124	+.135	10	*v*
21974	«	7312.229	.092	+.137	20	*v*
23306	*Balázs, Detre*	8067.243:	.119	+.124:	70	*p*
23308	« «	8068.372	.253	+.119	73	*p*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

E	Beobachter	*B* 242...	*R*	*B*—*R*	φ' (0.01)	Bem.
23322	« «	8076.319	.189	+.130	93	*p*
23324	« «	8077.460	.322	+.138	95	*p*
23426	« «	8135.266	.140	+.126	37	*p*
23712	*Rybka, Morgentaler*	8297.392	+.255	+.137	34	*p*
23719	« «	8301.358	+.223	+.135	44	*p*
23721	« «	8302.490	+.357	+.133	47	*p*
23728	« «	8306.452:	+.325	+.127:	57	*p*
23749	« «	8318.350:	+.228:	+.122:	86	*p*
23839	« «	8369.379	+.244	+.135	11	*p*
23929	« «	8420.392	+.259	+.133	36	*p*
23943	« «	8428.322:	+.195:	+.127:	55	*p*
23945	« «	8429.445	+.328	+.117	58	*p*
23989	« «	8454.413	+.269	+.144	19	*p*
25074	*Balázs, Detre*	9069.420	.288	+.132	26	*p*
25097	« «	9082.437	.325	+.112	58	*p*
25104	« «	9086.399	.293	+.106	68	*p*
25141	« «	9107.410	.264	+.146	19	*p*
25157	« «	9116.461	.335	+.126	42	*p*
25201	« «	9141.398	.276	+.122	03	*p*
25217	« «	9150.486	.345	+.141	25	*p*
25238	« «	9162.369	.249	+.120	54	*p*
25356	« «	9229.271	.136	+.135	18	*p*
25695	« «	9421.404	.294	+.110	89	*p*
25702	« «	9425.387:	.262	+.125	99	*p*
25748	« «	9451.453:	.336	+.117	63	*p*
25776	« «	9467.338:	.208	+.130:	02	*p*
		243....				
27175	« «	0260.350	.213	+.137	56	*p*

Bemerkung. 1. Stark extrapoliert. 2. Bei *de Sitter* [30, Tab. 9] B—R = +.010. 3. Bei *de Sitter* B—R = +.027. 4. Bei *de Sitter* u. *Kukarkin* B—R = —.008 !

Die Budapester Beobachtungen. In den Jahren 1935—41 wurden am 16 cm Astrographen 6802 Aufnahmen von RR Lyrae erhalten, die sich auf die einzelnen Beobachter folgendermaßen verteilen: *Balázs* 1302, *Detre* 1694, *Horváth* 3806. Wir sprechen Herrn S. Horváth für seine selbstlose Hilfe und für die Überlassung seiner Aufnahmen zur Bearbeitung auch an dieser Stelle unseren besten Dank aus.

Sämtliche Aufnahmen sind 30 Sekunden auf Eastman 40 Platten exponiert. Sie wurden von *Balázs* am Rosenbergschen Elektromikrophotometer ausgemessen. Als Vergleichsterne dienten

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

BD	+ 42°.3325	*Sp.*: A 0	*Gr.*: 6^m.69
	+ 42.3340	A 2	7.82
	+ 42.3331	G 0	8.25

Für die Größen der Vergleichsterne wurden einfach die Werte aus der Arbeit von *Prager* [24] übernommen.

310 Aufnahmen wurden aus verschiedenen Gründen verworfen. Weitere 452 Aufnahmen liegen auf dem absteigenden Ast der Lichtkurve, weit vom Maximum, sie sind in dem Verzeichnis der Beobachtungen (Tab. I. in der nächsten Mitteilung) ebenfalls nicht aufgenommen worden. So blieben 6060 Aufnahmen, die sämtlich den aufsteigenden Ast und die Umgebung des Maximums bedecken. Diese wurden, je zwei gemittelt, in der nächsten Mitteilung angeführt.

Aus unseren Beobachtungen konnten die Zeitpunkte von 18 Maxima und 20 Mittelgrößen bestimmt werden (s. Tab. I und II). Als Mittelgröße wurde 7^m.59 angenommen. Die große Anzahl der Beobachtungen zwischen $E = 25074$ und 25356 (11 Maxima und 10 Mittelgrößen) machte es möglich, die Gestalt der kurzperiodischen Schwankung in erster Näherung unabhängig von der langsamen Ungleichheit zu bestimmen, da innerhalb 300 Epochen die Korrektion wegen der letzteren wohl als Konstant angesehen werden kann. Schon diese Beobachtungen zeigten, daß die von *de Sitter* abgeleitete Periode der kurzperiodischen Schwankung zu kurz ist. Als erster Näherungswert ergab sich für diese Periode etwas weniger als das 72fache der Hauptperiode. Mit dieser Periode konnten wir die Gestalt der kurzperiodischen Schwankung des Zeitpunktes der Maxima und der Mittelgrößen näherungsweise bestimmen. Es zeigte sich, daß auch die Höhe der Maxima mit derselben Periode veränderlich ist.

In Abb. 1. ist die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße und des Maximums zwischen den Epochen 25074 und 25356 nach unseren Beobachtungen dargestellt. Die Abszisse ψ' bedeutet die Phase der kurzperiodischen Schwankung, nach der Formel

$$\psi' = \frac{E - E_{\psi'=0}}{71.98} - \left[\frac{E - E_{\psi'=0}}{71.98}\right] \tag{3}$$

berechnet, wo

$$E_{\psi'=0} = 78 \pm 71.98 \,.\, e \tag{4}$$

(e bezeichnet die Anzahl der Perioden der kurzen Schwankung und ist so eine ganze Zahl) ist und im allgemeinen mit $[a]$ der ganze Teil von a bezeichnet wird. ψ' ist also die Phase der kurzperiodischen Schwankung, ausgedrückt in Einheiten dieser Periode, wofür wir 71^p.98 genommen haben.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Wie aus Abb. 1. zu ersehen ist, verläuft die Schwankung des Zeitpunktes der Maxima stark unsymmetrisch. Der aufsteigende Ast ist sehr steil und auf diese Weise können die Epochen, zu denen die $B—R$ ihren Mittelwert bei ihrer Zunahme erreichen, besonders scharf bestimmt werden. So ergibt sich aus Abb. 1. für die Epoche des Mittelwertes von $B—R$ $E = 25121$, mit $\overline{B—R} = +0^{d}.136$.

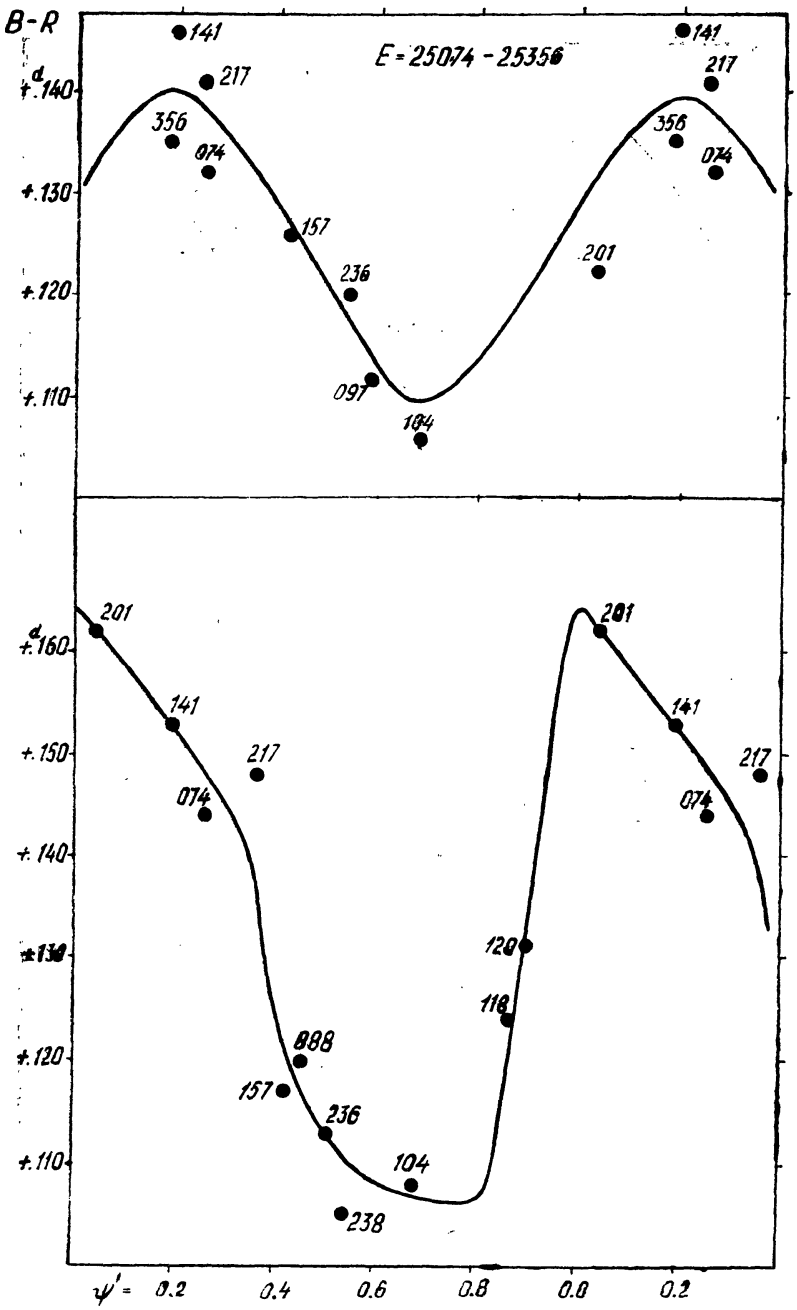

Abb. 1. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgrößen (oben) und der Maxima (unten) zwischen den Epochen $E = 25074—25356$ nach den Budapester Aufnahmen. Die Zahlen neben den Punkten bedeuten die Epochenzahlen nach (1) bezw. (2).

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Zwischen den Epochen 25695 und 25776 haben wir nur drei Maxima beobachtet, davon liegen aber zwei auf dem aufsteigenden Aste der (B—R)-Kurve (s. Abb. 2). So können wir trotz der geringen Zahl der Beobachtungen die Epoche des Mittelwertes von B—R mit gegnügender Genauigkeit bestimmen. Es wird dafür $E = 25771$ mit $\overline{B-R} = +0^{d}.137$

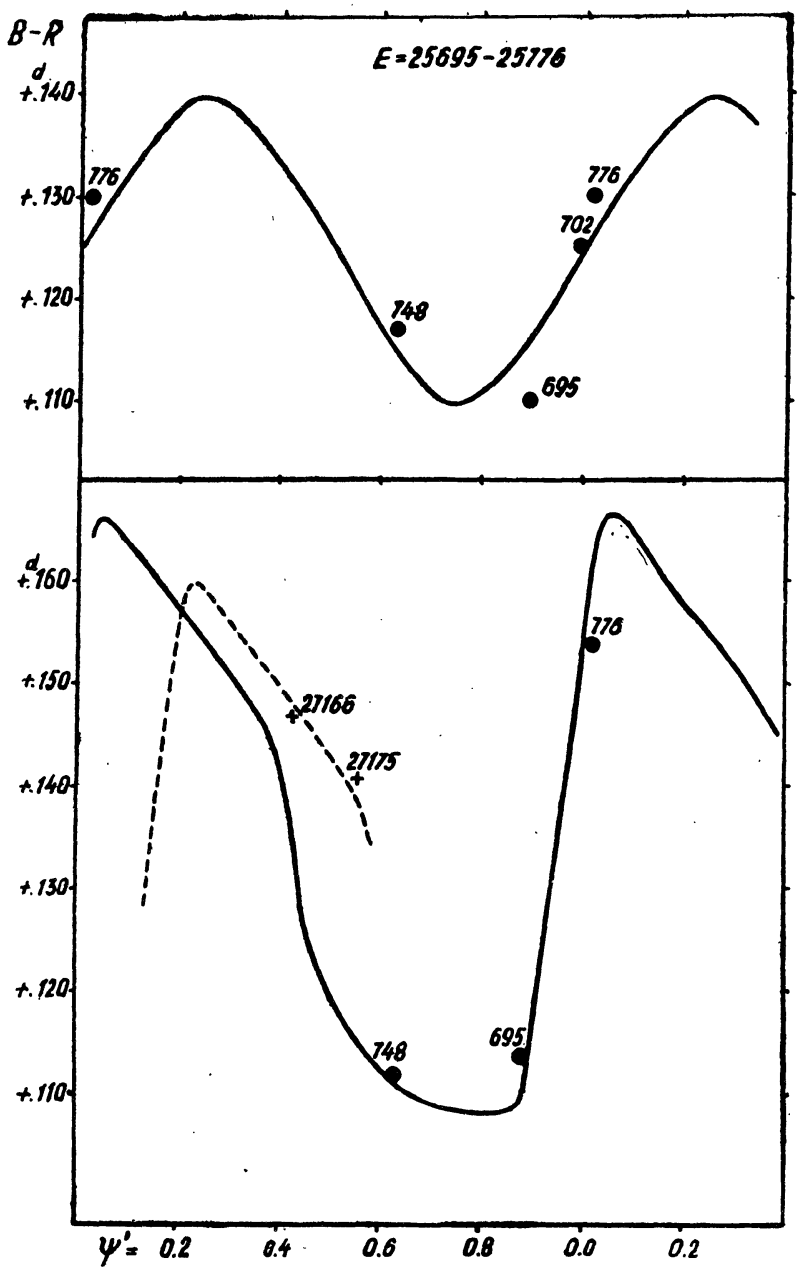

Abb. 2. Punkte: Beobachtete Epochen zwischen E = 25695 und 25776. Oben Zeitpunkte von Mittelgrößen, unten diejenigen von Maxima. Kreuze: Beobachtete Maxima zu E = 27166 und 27175. Bei der Ausgleichung wurde die Form der ausgleichenden Kurven nach Abb. 1. als bekannt vorausgesetzt.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

erhalten. Dabei haben wir die Gestalt der Schwankung nach Abb. 1. schon als bekannt vorausgesetzt.

Ebenso erhalten wir eine noch ziemlich genaue Epoche für die kurzperiodische Schwankung aus den zwei (!) Maxima $E = 23306$ und 23308. Da die Helligkeit beider Maxima sehr niedrig ist, so müssen sie nach dem Zusammenhang, der zwischen der Höhe der Maxima und dem Wert von $B—R$ besteht (s. Abb. 1. in der nächsten Mitteilung) auf dem aufsteigenden Ast der $(B—R)$-Kurve liegen. Wir können aber auch noch den Wert von $\overline{B—R}$ angeben. Nach Abb. 1. und 2. besteht nämlich

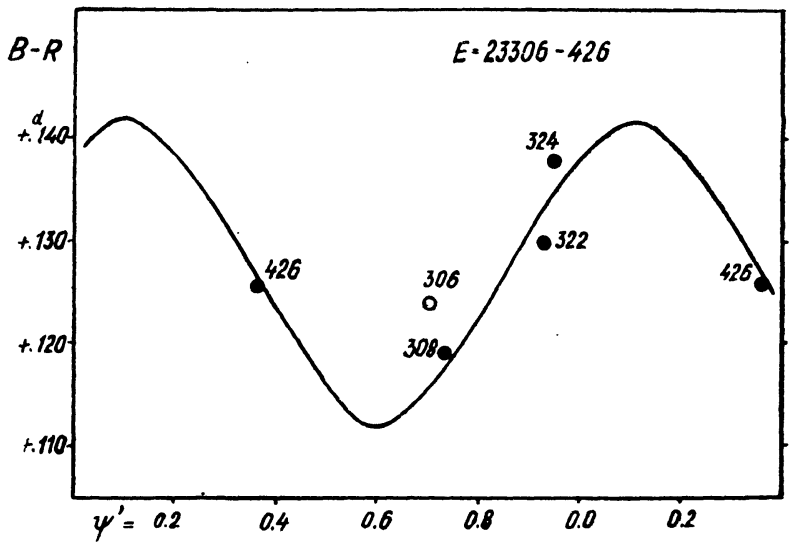

Abb. 3. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße zwischen E = 23306 und 23426. Bei der Ausgleichung wurde die Form der ausgleichenden Kurve nach Abb. 1. als bekannt vorausgesetzt.

zwischen den Mittelwerten der $B—R$ der Maxima einerseits und der Mittelgrößen anderseits folgender Zusammenhang:

$$\overline{(B—R)}_{\text{Max}} = \overline{(B—R)}_{\text{Mgr.}} + 0^{d}010 \qquad (5)$$

Nun kann aber $\overline{(B—R)}_{\text{Mgr.}}$ ziemlich genau bestimmt werden, da nach Tab. II. zwischen den Epochen $E = 23306$ und 23426 insgesamt 5 Mittelgrößen beobachtet wurden und wie aus Abb. 3. zu ersehen ist, erhalten wir nach der Ausgleichung derselben: $(B—R)_{\text{Mgr.}} = + 0^{d}127$, also $\overline{(B—R)}_{\text{Max}} = + 0^{d}137$. Dieser Mittelwert zusammen mit den $(B—R)$-Werten zu den Epochen $E = 23306$ und 23308 führt zu der Epoche $E = 23311$, als Epoche des Mittelwertes von $(B—R)_{\text{Max}}$, die wir im folgenden mit $E_{\overline{(B—R)}_{\text{Max}}}$ bezeichnen werden.

Dagegen können wir aus den beiden Maxima E = 27166 und

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

27175 den Wert und die Epoche von $\overline{(B-R)}_{Max}$ nur sehr ungenau bestimmen. Die beiden Maxima müssen nämlich auf dem absteigenden Ast der $(B-R)$-Kurve liegen (s. Abb 2. unten), da ihre Helligkeit ziemlich groß ist. Die befriedigendste Darstellung dieser Maxima erhalten wir bei der in Abb. 2. gestrichelt gezeichneten Lage der $(B-R)$-Kurve. Daraus bekommt man $\overline{(B-R)}_{Max} = +0^{d}.130$ zu $E = 27146$.

Wie aus Abb. 1. und 2. zu ersehen ist, verschiebt sich die $(B-R)$-Kurve mit der Zeit nach rechts. Die Periode der kurzperiodischen Schwankung während unserer Beobachtungen muß demnach länger gewesen sein als $71^{p}.98$. In Tab. III. haben wir die aus den Budapester Beobachtungen abgeleiteten Epochen, zu denen die $(B-R)_{Max}$ ihren Mittelwert bei ihrer Zunahme erreichten, zusammengestellt. Nimmt man für die kurzperiodische Schwankung eine konstante Periode zur Zeit unserer Beobachtungen an, so erhalten wir als die beste Darstellung der in Tab. III. stehenden Epochen (die letzte E = 27146 nicht berücksichtigend) folgende Formel

$$E_{\overline{(B-R)}_{Max}} = 25120.5 + 72.38 \, . \, E' \qquad (6)$$

wenn mit E' die Anzahl der Perioden der kurzen Schwankung bezeichnet wird.

Tabelle III.

E	E'	Abw. (6)	$\overline{(B-R)}_{Max}$	$\overline{(B-R)}_{Mgr.}$
23311	−25	+0.0	$+0^{d}.137$	$+0^{d}.127$
25121	0	+0.5	+0.136	+0.125
25771	+9	−0.9	+0.137	+0.125
27146::	+28	−1.7::	+0.130	—

Bezeichnen wir die Phase der kurzperiodischen Schwankung nach (6), ausgedrückt in Einheiten ihrer Periode von $72^{p}.38 = 41^{d}.03$, mit ψ. Wir eliminieren aus den $(B-R)$-Werten die langsame Periodenänderung, indem wir aus den $(B-R)$ die $\overline{B-R}$ subtrahieren. So erhalten wir die von der kurzperiodischen Schwankung allein herrührenden $(B-R)$-Werte, die mit $(B-R)_{k}$ bezeichnet werden sollen (s. Tab. I). Trägt man diese gegen ψ auf, so wird für die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes des Maximums aus unseren Beobachtungen Abb. 4. und für diejenige der Mittelgröße Abb. 5 erhalten. Diese beiden Abbildungen werden der weiteren Diskussion zugrunde gelegt.

Nach der Definition von ψ wird der Mittelwert von $(B-R)_{Max}$ zu $\psi = 0$ erreicht. Nach Abb. 5. fällt der Mittelwert von $(B-R)_{Mgr.}$ auf

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

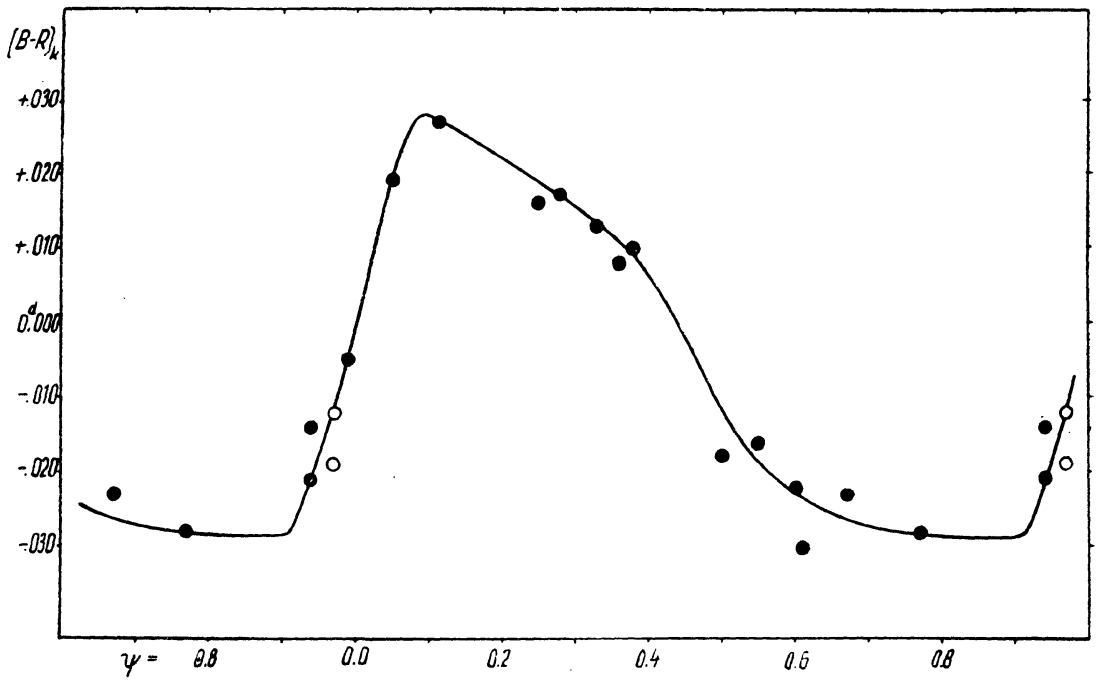

Abb. 4. Die kurzperiodische Schwankung in den Maximumepochen nach den Budapester Aufnahmen. Leere Kreise stellen unsichere Werte dar. ψ bedeutet die Phase der kurzperiodischen Schwankung, ausgedrückt in Einheiten ihrer Periode (= $41^{d}.03$).

$\psi = 0.055$. D. h. der Mittelwert von $(B—R)_{\text{Max}}$ wird um 4 Epochen früher eintreffen als derjenige von $(B—R)_{\text{Mgr.}}$:

$$E_{\overline{(B—R)_{\text{Max}}}} = E_{\overline{(B—R)_{\text{Mgr}}}} - 4.0 \qquad (7)$$

Diese Beziehung zwischen der Mittelgröße und dem Maximum ist

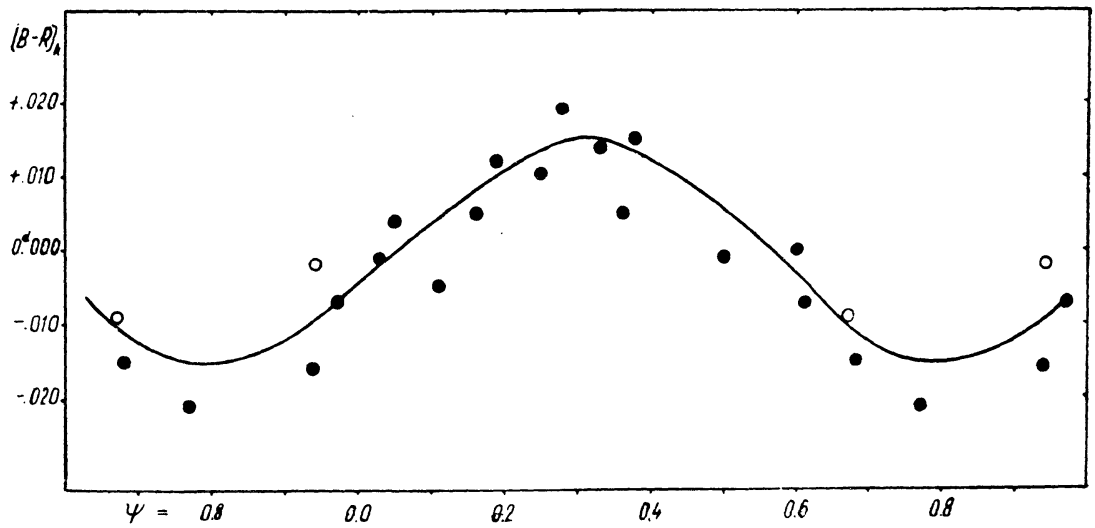

Abb. 5. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße nach den Budapester Aufnahmen. Leere Kreise stellen unsichere Werte dar.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

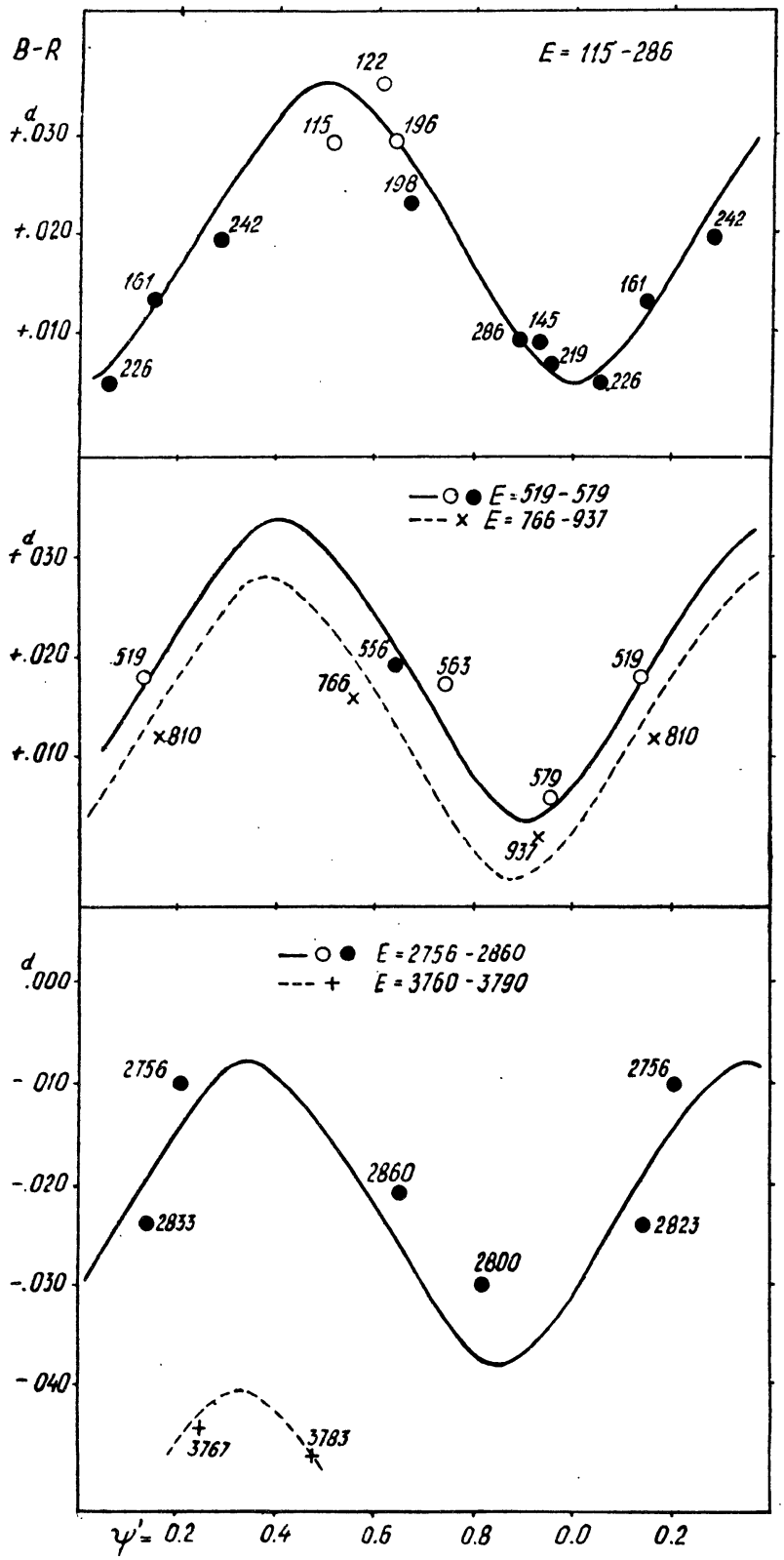

Abb. 6a. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße nach Beobachtungen von *Wendell.*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

sehr wichtig. Mit ihrer Hilfe kann die Epoche zu $\overline{(B-R)}_{Max}$ auch dann bestimmt werden, wenn nur aufsteigende Äste zur Verfügung stehen. Zur Untersuchung der kurzperiodischen Schwankung werden wir daher im folgenden sehr oft von ihr Gebrauch machen.

Die Amplitude der kurzperiodischen Ungleichheit beträgt nach unseren Resultaten in den Maximumepochen $0^d.057$, in den Mittelgrößen nur $0^d.030$. Die letztere verläuft symmetrisch. Das Maximum der ersteren fällt auf $\psi = 0.094$, dasjenige der letzteren auf $\psi = 0.31$.

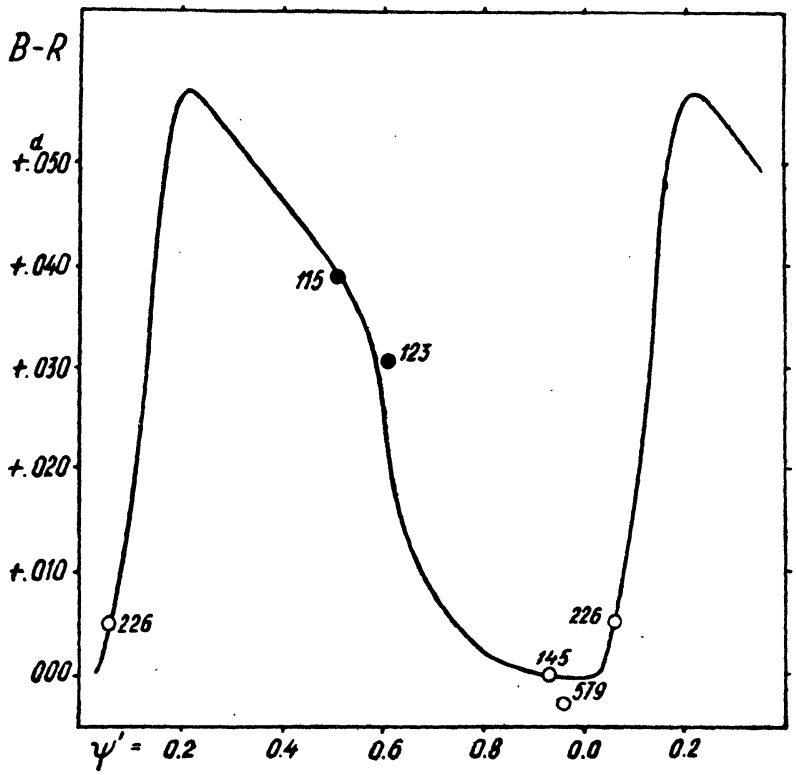

Abb. 6*b*. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes des Maximums nach Beobachtungen von *Wendell*.

Jetzt wird das von anderen Beobachtern zur Verfügung stehende Material eingehend diskutiert.

Die Beobachtungen von Wendell. Aus den Beobachtungen von *Wendell* können nur fünf Maximumepochen, darunter drei recht unsichere abgeleitet werden. Dagegen liegt eine große Anzahl von Zeitpunkten für die Mittelgröße vor, deren Helligkeit $7^m.28$ beträgt. Besonders reichhaltig ist das Beobachtungsmaterial zwischen den Epochen 115 und 286, wo die Mittelgröße 10-mal durchbeobachtet wurde. Die $B-R$ sind in Abb. 6. (oben) gegen ψ' [nach (3) und (4)] dargestellt. Sie lassen sich sehr gut durch die von uns erhaltene Kurve aus Abb. 5. ausgleichen.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Daraus können die folgenden uns interessierenden Daten abgelesen werden: $\overline{B-R} = +\,0^{d}.020$, $E_{\overline{B-R}} = 239$; also nach (5) und (7)

$$(\overline{B-R})_{\text{Max}} = +\,0^{d}.030,\quad E_{\overline{(B-R)}_{\text{Max}}} = 235$$

Diese stehen mit den aus den Maxima mit einiger Unsicherheit ableitbaren Daten in bester Übereinstimmung (s. Abb. 6*b*).

Weniger sichere Daten können wir aus den je vier Epochen zwischen $E = 519$—579 bezw. $E = 766$—937 und $E = 2756$—2860 ableiten. Beobachtungen von einem längeren Zeitintervall können nicht zusammengefaßt werden, da die Änderung der $\overline{B-R}$-Werte infolge der langsamen Periodenänderung hier verhältnismäßig rasch ist. Bei der großen Genauigkeit der Wendellschen visuellen photometrischen Beobachtungen (*Wendell* kann nach unseren Erfahrungen wohl als einer der besten visuellen Beobachter angesehen werden) können aber auch aus diesen wenigen Epochen brauchbare Daten abgeleitet werden. Diese sind in Tab. IV. zusammengestellt.

Auch noch die zwei Epochen $E = 3767$ und 3783 sind zur Bestimmung der langsamen Periodenänderung verwendbar. Sie können nämlich nur in der Umgebung des Maximums der $(B-R)$-Kurve liegen und so ergibt sich aus der gestrichelten Kurve in Abb. 6. (unten) $\overline{B-R} = -\,0^{d}.055$, also $(\overline{B-R})_{\text{Max}} = -0.045$. Die Bestimmung des Wertes von $E_{\overline{(B-R)}_{\text{Max}}}$ kann natürlich dabei nur mit großer Unsicherheit erfolgen.

Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße war zur Zeit der Beobachtungen von Wendell nach Abb. 6*a*. genau von derselben Form, wie zur Zeit unserer Beobachtungen. Die Verschiebung der ausgleichenden Kurve mit der Zeit nach links zeigt aber, daß die Periode der Schwankung zur Zeit Wendells wesentlich kürzer war als gegenwärtig. Da die ψ' nach der Periode $71^{p}.98$ gerechnet wurden, mußte die Periode der kurzperiodischen Schwankung bei Wendell etwas kürzer als $71^{p}.98$ gewesen sein, während für sie aus den Budapester Beobachtungen sich $72^{p}.40$ ergab.

Daß *de Sitter* im Besitz der Wendellschen Beobachtungen zur Annahme einer falschen Periode von $67^{p}.41$ für die kurze Schwankung gekommen ist, welcher ja die Beobachtungen von Wendell sehr stark widersprechen, ist nur dadurch verständlich, daß de Sitter von den Beobachtungen Wendells nur diejenigen zwischen $E = 115$ und 286 berücksichtigte. Innerhalb eines so kurzen Zeitintervalls stellt natürlich auch die de Sittersche Periode die Beobachtungen noch befriedigend dar, aber alle späteren Beobachtungen von Wendell können nur mit einer wesentlich längeren Periode in Einklang gebracht werden, und zwar, wie übrigens schon längst auch von *Prager* [11], *Shapley* [12] und *Hertzsprung* bemerkt wurde, mit einer Periode von etwa $71^{p}.4$.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Schon allein der Vergleich des aus den Wendellschen Beobachtungen abgeleiteten Wertes der Periode der kurzperiodischen Schwankung mit dem aus unseren Beobachtungen erhaltenen beweist die Nicht-

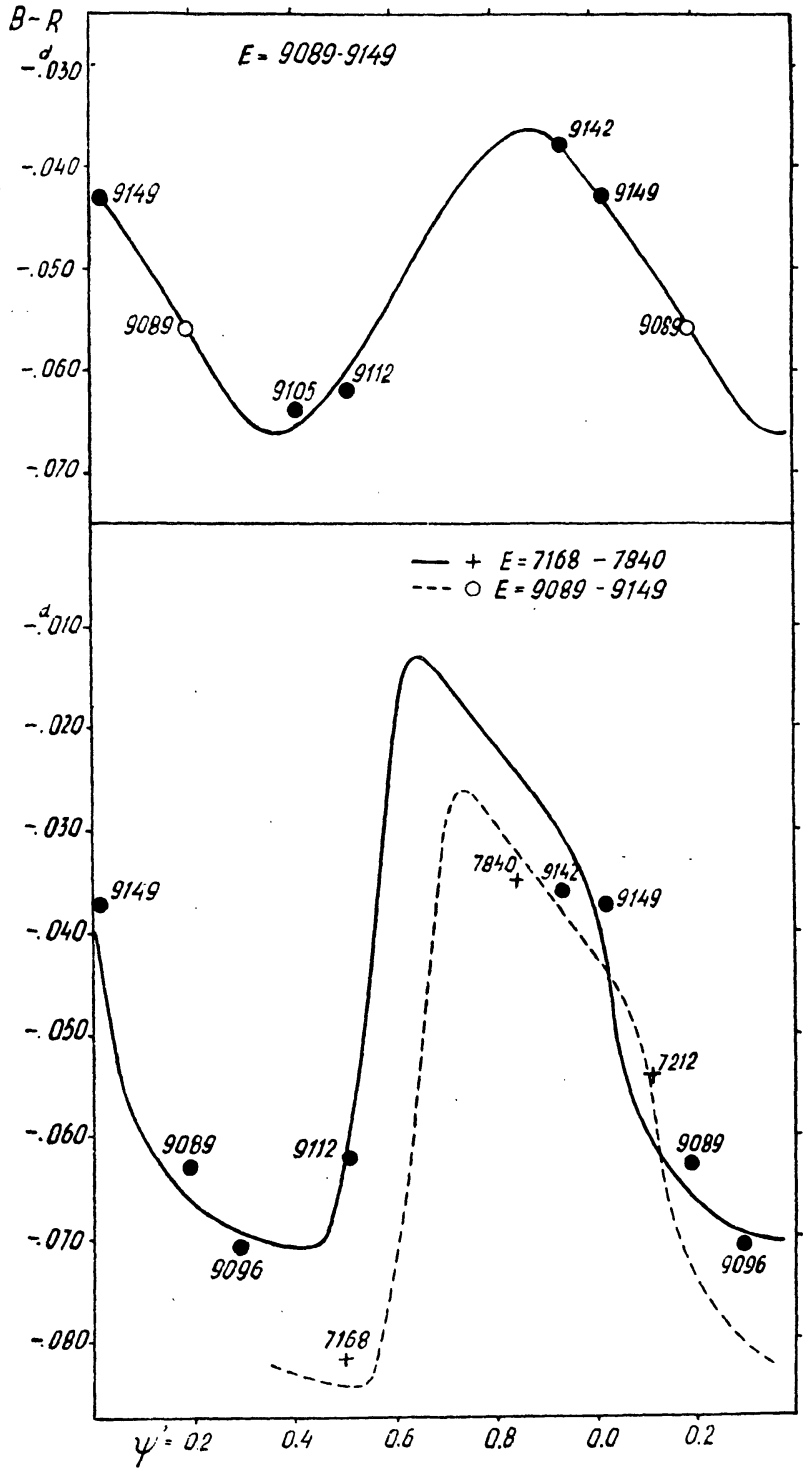

Abb. 7. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach den photographischen Beobachtungen von *Hertzsprung*.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

konstanz dieser Periode. Wie wir jetzt zeigen werden, können wir über den Verlauf der Änderungen in der Zwischenzeit durch Heranziehung weiterer Beobachtungen befriedigende Aufschlüsse erhalten.

Die Beobachtungen von Hertzsprung. Die sehr genauen photographischen Beobachtungen von Hertzsprung [15] geben zwei Epochen, davon eine sehr sichere für die Bestimmung der Periode der kurzperiodischen Schwankung. Die von Hertzsprung beobachteten 5 Mittelgrößen und 5 Maxima in dem Epochenintervall $E = 9089—9149$ lassen sich sehr gut durch die aus unseren Beobachtungen abgeleiteten $(B—R)$-Kurven darstellen. (s. Abb. 7). Undzwar bestehen dieselben Relationen (5) und (7) zwischen den beiden Kurven $(B—R)_{Max}$ und $(B—R)_{Mgr}$, wie bei unseren Beobachtungen. Auch die Helligkeit der Maxima ändert sich nach Hertzsprung mit den $B—R$ in demselben Sinne, wie nach unseren Beobachtungen. Der Verlauf der kurzperiodischen Schwankung, abgesehen von einem kleinen Unterschied in dem Periodenwert, war also zur Zeit der Hertzsprungschen Beobachtungen derselbe, wie in der letzten Zeit.

Aus den beiden ausgezogenen Kurven in Abb. 7. ergeben sich übereinstimmend

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.042 \text{ und } E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 9116.$$

Die gestrichelte Kurve bezieht sich auf das Epochenintervall $E = 7168—7840$. In diesen Intervall stehen nur 3 Maxima zur Verfügung, jedoch können die aus der Abbildung erhaltenen Werte

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.052 \text{ und } E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 7179$$

als genügend genau gelten.

De Sitter hat in seiner Untersuchung von den Hertzsprungschen Epochen nur E = 9112, 9142 und 9149 benutzt, die noch ziemlich gut durch die Periode von $67^p.4$ dargestellt werden können. Die übrigen von Hertzsprung beobachteten Epochen passen ebenso wenig in sein Resultat hinein, wie die späteren Beobachtungen von Wendell.

Die Beobachtungen von Kiess und Townley. Die visuellen photometrischen Beobachtungen von Kiess und Townley an der Lick-Sternwarte [8] geben 5 Maxima und 6 Mittelgrößen. (s. Tab. I. und II.). Abb. 8. zeigt die $(B—R)_{Mgr}$ gegen ψ' aufgetragen. Die Streuung ist sehr groß, die Ausgleichung durch die aus unseren Beobachtungen ermittelte $(B—R)$-Kurve kann nur sehr unsicher erfolgen. Sie führt zu den folgenden Daten :

$$\overline{(B—R)}_{Mgr} = —0^d.057 \text{ und } E_{\overline{(B—R)}_{Mgr}} = 8475.$$

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die Maxima lassen sich mit unserer $(B—R)_{Max}$-Kurve keineswegs in Einklang bringen. Dies liegt ohne Zweifel an der Ungenauigkeit der Lick-Beobachtungen. Es ist besser, nur die obigen Daten für die Mittelgrößen zu benutzen und mit Hilfe der Formeln (5) und (7) zu den von uns benötigten Daten überzugehen. So erhält man die allerdings sehr unsichere Werte:

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.047, \qquad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 8471.$$

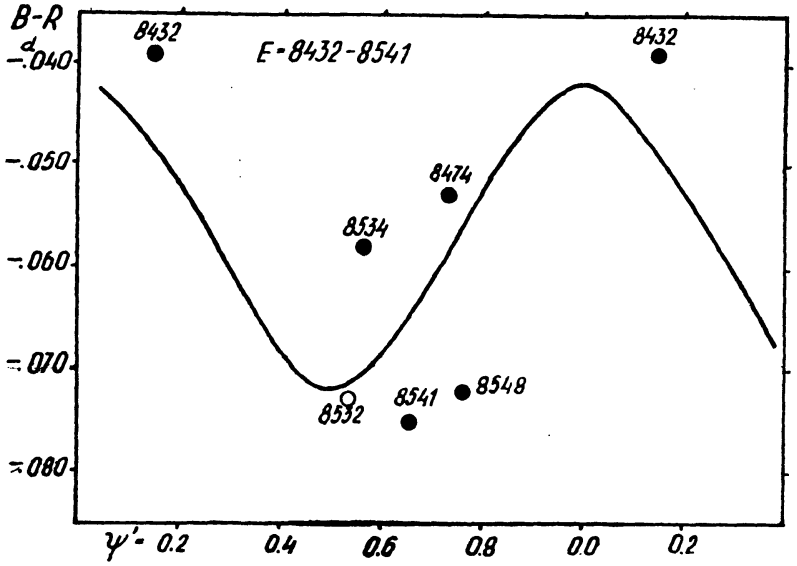

Abb. 8. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße nach den Beobachtungen von *Kiess* und *Townley* an der Lick-Sternwarte.

Die photometrischen Beobachtungen von Kiess an der Laws-Sternwarte [14] sind in Abb. 9. dargestellt. Die Darstellung der Maxima ist ziemlich schlecht. Es ergibt sich danach

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.048, \qquad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 9192.$$

Aus den aufsteigenden Ästen bekommt man nach Formeln (5) und (7)

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.042, \qquad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 9193.$$

Wir nehmen als Mittelwerte

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.045, \qquad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 9192.$$

Die photographischen Beobachtungen von Kiess sind unbrauchbar. Sie geben manchmal, so z. B. für E = 9506 ganz unmögliche Lichtkurven. Die aus ihnen abgeleiteten Maxima oder Mittelgrößen zeigen keinen Zusammenhang mit ψ' und widersprechen somit den gleichzeitigen visuellen Beobachtungen.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die Beobachtungen von Fessenkoff. Fessenkoff gibt in seiner Mitteilung [19] nur die Phase und Helligkeit seiner mit einem Zöllnerschen Photometer angestellten Beobachtungen an. Wir haben demnach die Zeitpunkte der Mittelgröße der Zusammenstellung von Prager [24, Tabelle VII.] entnommen. Ihm wurden nämlich auch die Zeitpunkte der Originalbeobachtungen von Fessenkoff mitgeteilt.

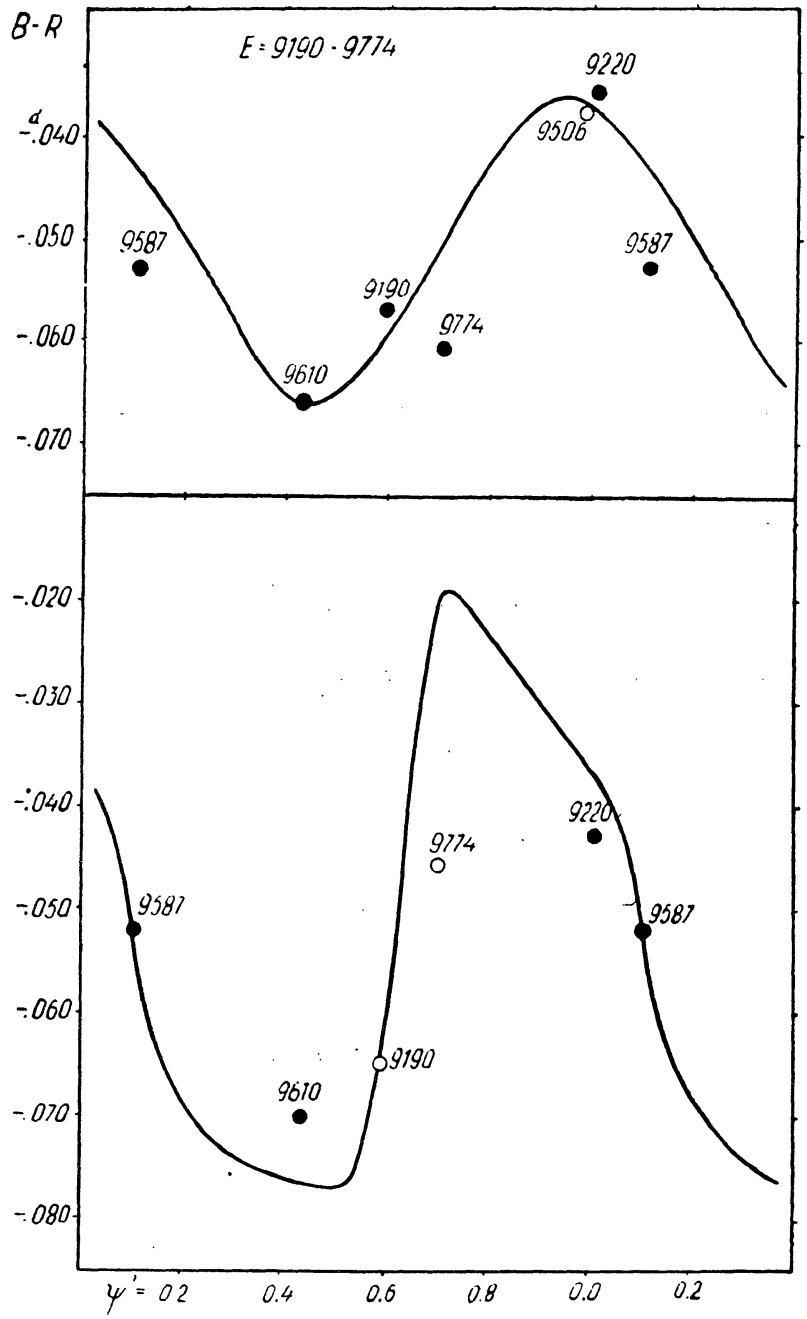

Abb. 9. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach den visuellen photometrischen Beobachtungen von *Kiess* an der Laws-Sternwarte.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die von Prager angegebenen 6 Epochen zeigen eine sehr große Streuung, wenn sie gegen ψ' aufgetragen werden. (s. Abb. 10). Ihre Ausgleichung durch unsere $(B—R)_{Mgr}$-Kurve ist sehr unbefriedigend. Demgemäß haben die aus dieser Kurve für die Periodenänderungen abgelesenen Daten: $\overline{(B—R)}_{Mgr} = —0^d.044$, $E_{(B—R)_{Mgr}} = 10419$ und nach (5) und (7)

$$\overline{(B—R)}_{Max} = —0^d.034, \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 10415$$

nur geringes Gewicht.

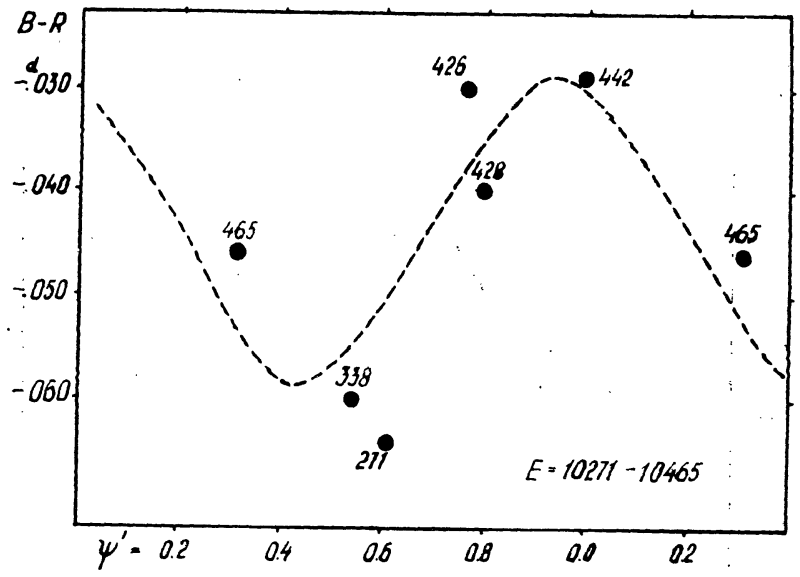

Abb. 10. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße nach den Beobachtungen von *Fessenkoff*.

Die Beobachtungen von Leiner. Die Stufenschätzungen von Leiner wurden von Prager [24, Tabelle II.] mitgeteilt. Die aus ihnen ableitbaren 10 Maxima und 14 Mittelgrößen lassen sich, gegen ψ' aufgetragen, auch in zwei Gruppen getrennt ($E = 12090—12261$ und $E = 12653—12979$) nur sehr ungenügend durch unsere $(B—R)$-Kurven ausgleichen. Zwischen der ausgleichenden $(B—R)_{Mgr}$-Kurve einerseits und der $(B—R)_{Max}$-Kurve anderseits bestehen aber dann die Relationen (5) und (7) bei weitem nicht. Entweder war also der Verlauf der kurzperiodischen Schwankung zur Zeit der Beobachtungen von Leiner ein ganz anderer, wie sonst, oder ist dieser durch die Ungenauigkeit der Beobachtungen entstellt. Wir halten den letzteren Fall für wahrscheinlicher. Wir können den Leinerschen Beobachtungen höchstens einen Näherungswert für $(B—R)_{Max}$ entnehmen. Dafür ergibt sich

$$\overline{(B—R)}_{Max} = + 0^d.002 \quad \text{zu} \quad \overline{E} = 12500.$$

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die Beobachtungen von Hellerich. Aus den Stufenschätzungen von Hellerich [21] lassen sich für die Mittelgröße fünf Epochen ermitteln. Diese, gegen ψ' aufgetragen, können sehr befriedigend durch unsere $(B—R)_{Mgr}$-Kurve dargestellt werden. (Abb. 11.) Wir erhalten daraus $\overline{(B—R)}_{Mgr} = +\,0^d.063$ zu der Epoche $E = 16598$, also nach (5) und (7):

$$\overline{(B—R)}_{Max} = +\,0^d.073, \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 16594.$$

Später hat Hellerich auch photographische Beobachtungen von RR Lyrae angestellt [35], ihre Anzahl ist aber zu gering, um sie zur Untersuchung der Periodenänderungen anwenden zu können.

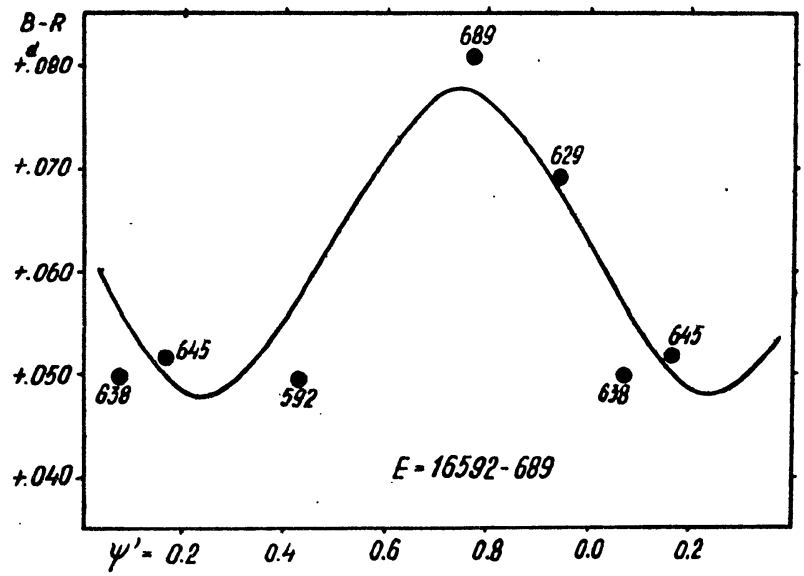

Abb. 11. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße nach den Beobachtungen von *Hellerich*.

Die Beobachtungen von Zacharov. Die Originalbeobachtungen aus [27] standen uns nicht zur Verfügung. Die in Tabelle II. angeführten Epochen sind einer Zusammenstellung von Kukarkin [31, S. 270—2] entnommen. Die Abbildungen 12*a*—*e* zeigen diese, in fünf Gruppen geteilt, gegen ψ' aufgetragen, mit Ausnahme der 5 Epochen zwischen $E = 16886$—16916.

Die Epochen in Abb. 12*a* zeigen keinen Gang mit ψ' und weisen eine große Strenung auf. Die übrigen Gruppen zeigen einen ausgeprägten Gang mit ψ', aber mit einer wesentlich kleineren Amplitude, als man nach unseren Beobachtungen erwartet hätte. In Abb. 12*c* ist die Amplitude besonders gering. Daneben scheint die Amplitude raschen Änderungen unterworfen zu sein. Wie Abb. 12*d* und *e* zeigen, hat sich die Amplitude der kurzen Schwankung schon nach zwei Perioden beträchtlich verändert.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

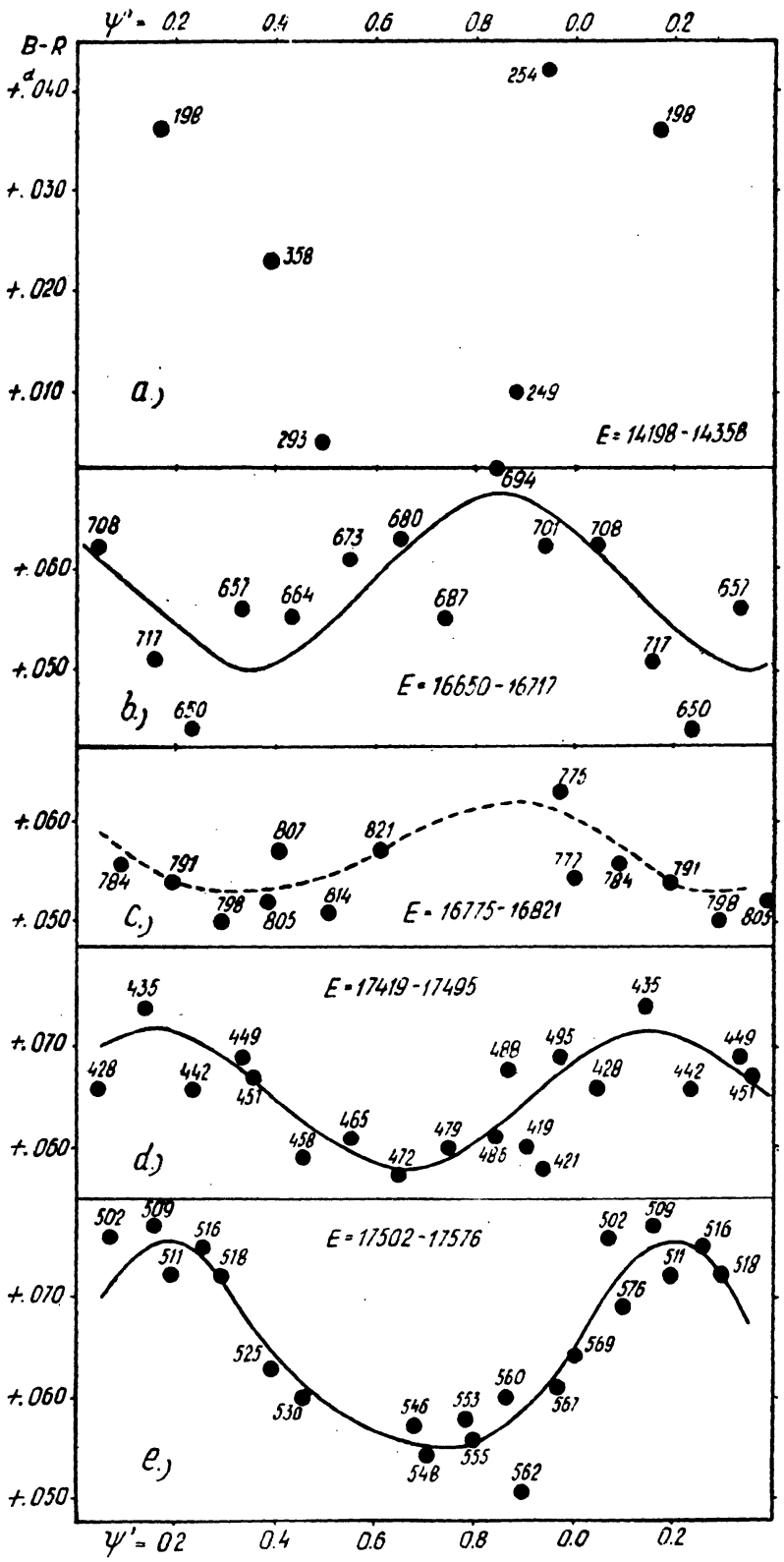

Abb. 12. Die von *Zacharov* beobachteten Zeitpunkte der Mittelgröße gegen ψ' aufgetragen.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Nun ist die Amplitude der kurzperiodischen Schwankung nach den gleichzeitigen Leidener Beobachtungen, wie wir gleich sehen werden, wesentlich größer, undzwar ebenso groß, wie nach unseren Beobachtungen. Die Resultate von Zacharov widersprechen also den gleichzeitigen genaueren Beobachtungen.

Nach unserer Meinung dürfen daher die Beobachtungen von Zacharov nicht als Beweis für die Unregelmäßigkeit der kurzperiodischen Schwankung betrachtet werden. Sie sind allem Anscheine nach großen systematischen Fehlern unterworfen. Wir haben sie daher nur für die Ermittlung von $\overline{(B-R)}$-Werten benutzt, die noch bestimmt genau genug sind, um sie zur Untersuchung der langsamen Periodenänderung heranziehen zu können. Aus den Abb. 12 *a—e* werden durch einfache Mittelung und durch Anwendung (5) aller Epochen folgende Werte erhalten :

$\overline{E}$ =	$\overline{(B-R)}_{\text{Mgr.}}$ =	$\overline{(B-R)}_{\text{Max}}$ =
14250,	$+ 0^{d}.025$,	$+ 0^{d}.035$
16680	+ 0.058	+ 0.068
16800	+ 0.058	+ 0.068
17450	+ 0.064	+ 0.074
17540	+ 0.065	+ 0.075

Die Leidener Beobachtungen. Die photographischen Beobachtungen von *Schilt, van Gent* und *de Sitter* geben zwischen den Epochen 16675 und 16964 insgesamt 5 Maxima und 9 Mittelgrößen. Diese sind in Abb. 13. gegen ψ' als Kreise aufgetragen. Die Streuung ist bei den Mittelgrößen überraschend groß. Wir benutzen dieses Diagramm nur dazu, den Wert von $\overline{B-R}$ zu bestimmen. Zur Bestimmung von $E_{\overline{B-R}}$ sind die Maxima viel geeigneter, da sie alle auf dem steilen aufsteigenden Aste der $(B-R)$-Kurve liegen. So erhalten wir, wenn wir bei der Ausgleichung der Maxima den aus den Mittelgrößen gewonnenen Wert von $\overline{(B-R)}_{\text{Max}}$ benutzen :

$$\overline{(B-R)}_{\text{Max}} = + 0^{d}.064, \quad E_{\overline{(B-R)}_{\text{Max}}} = 16964.$$

Dieser Epochenwert kann als sehr genau betrachtet werden.

Zwischen den Epochen 20512 und 20766 wurden 6 Mittelgrößen und 3 Maxima beobachtet. Diese können, wie Abb. 14. zeigt, durch die von uns bestimmten $(B-R)$-Kurven befriedigend ausgeglichen werden. Man erhält aus Abb. 14.

$$\overline{(B-R)}_{\text{Max}} = + 0^{d}.113, \quad E_{\overline{(B-R)}_{\text{Max}}} = 20725.$$

Wir können noch die drei Mittelgrößen zu den Epochen 19418, 19448, 19450 betrachten. Da der Wert von $B-R$ für eine dieser sich um mehr als $0^{d}.030$ von demjenigen der beiden anderen unterscheidet, so muß

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

diese im Minimum der $(B—R)_{Mgr}$-Kurve liegen. Durch diese Überlegung gelangen wir zu folgenden, recht unsicheren Daten :

$$\overline{(B—R)}_{Max} = +\,0^{d}.093, \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 19423:.$$

Die Beobachtungen von Prager und Haas. Die photographischen Beobachtungen von Prager [24] fallen zeitlich mit den Beobachtungen von van Gent zusammen. Die von Prager beobachteten 6 Mittelgrößen werden durch die für Leiden gültige Kurve in Abb. 13. (oben) ziemlich

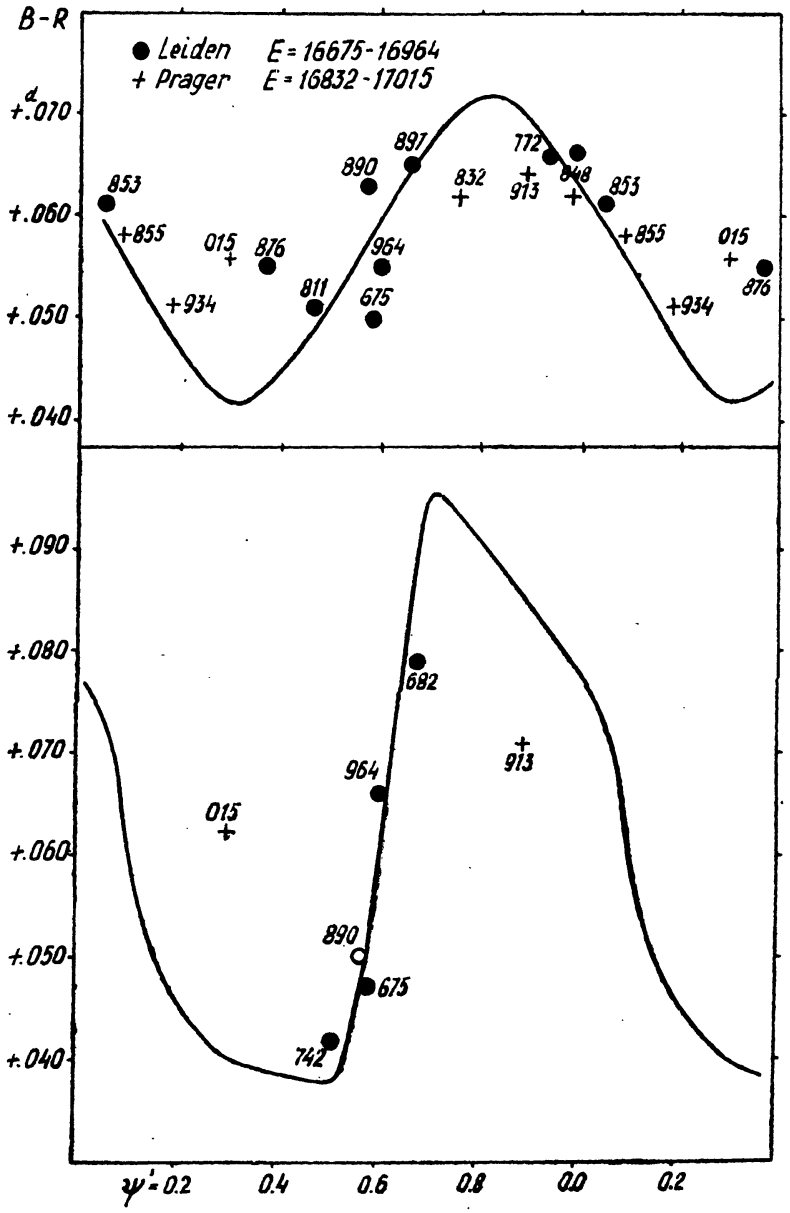

Abb. 13. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach den Beobachtungen von *Schilt, van Gent* und *de Sitter* in Leiden (Kreise) und von *Prager* in Babelsberg (Kreuze).

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

gut dargestellt, nur diejenige zu $E = 17015$ fällt etwas heraus. Dagegen zeigen die zwei von Prager beobachteten Maxima starke Abweichungen gegen die Leidener Beobachtungen (s. Abb. 13. unten). Augenscheinlich

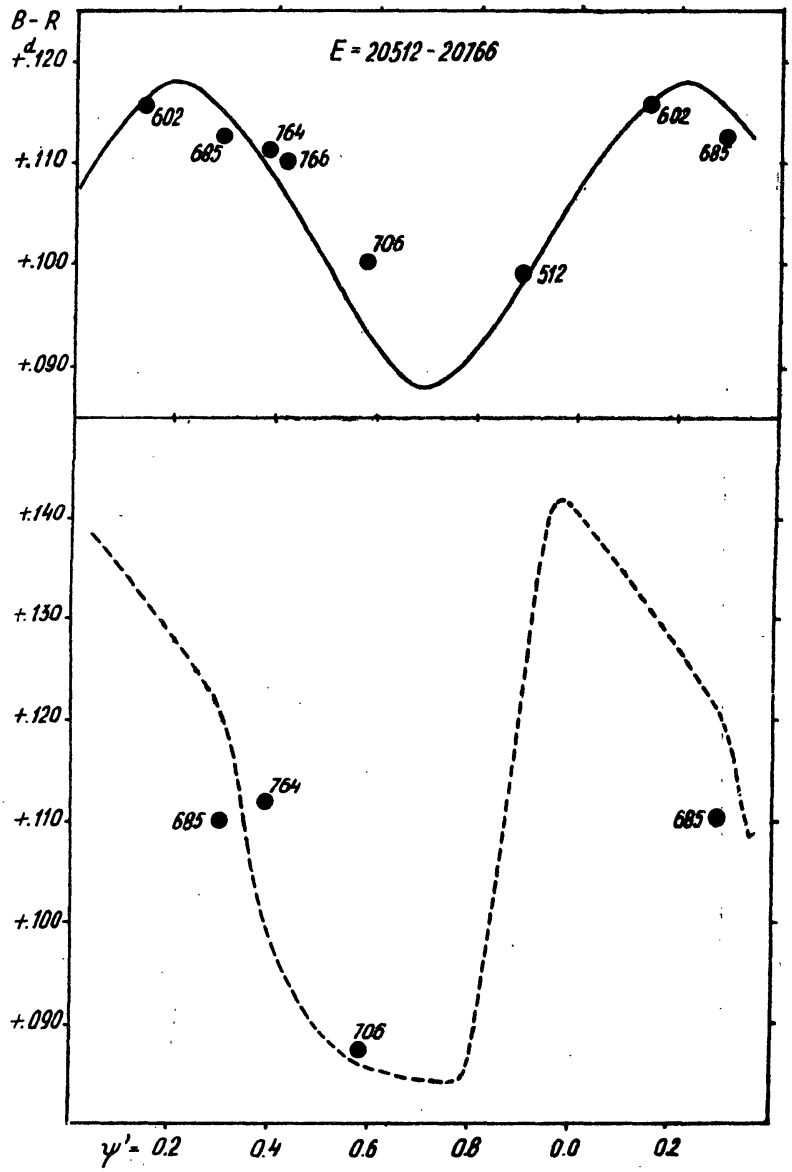

Abb. 14. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) zwischen den Epochen 20512 und 20766 nach den Leidener photographischen Beobachtungen.

kann mit kurzbrennweitigen Kameras keine allzu große Genauigkeit erreicht werden.

Die Beobachtungen von Haas [23 u. 24] sind größtenteils gleichzeitig mit Prager angestellt worden. Aus den übrigen Beobachtungen um die Epoche 1500 können zwei Maxima und drei Mittelgrößen abge-

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

leitet werden. Die Lage der beiden Maxima in dem (B—R, ψ')-Diagramm ist äußerst günstig. Das eine muß in dem Maximum, das andere auf dem aufsteigenden Aste der (B—R)-Kurve liegen, sonst könnte die aus unseren Beobachtungen abgeleitete (B—R)-Kurve keineswegs über sie gelegt werden. So ist hier ein Fall vorhanden, wo aus nur 2 Maxima eine

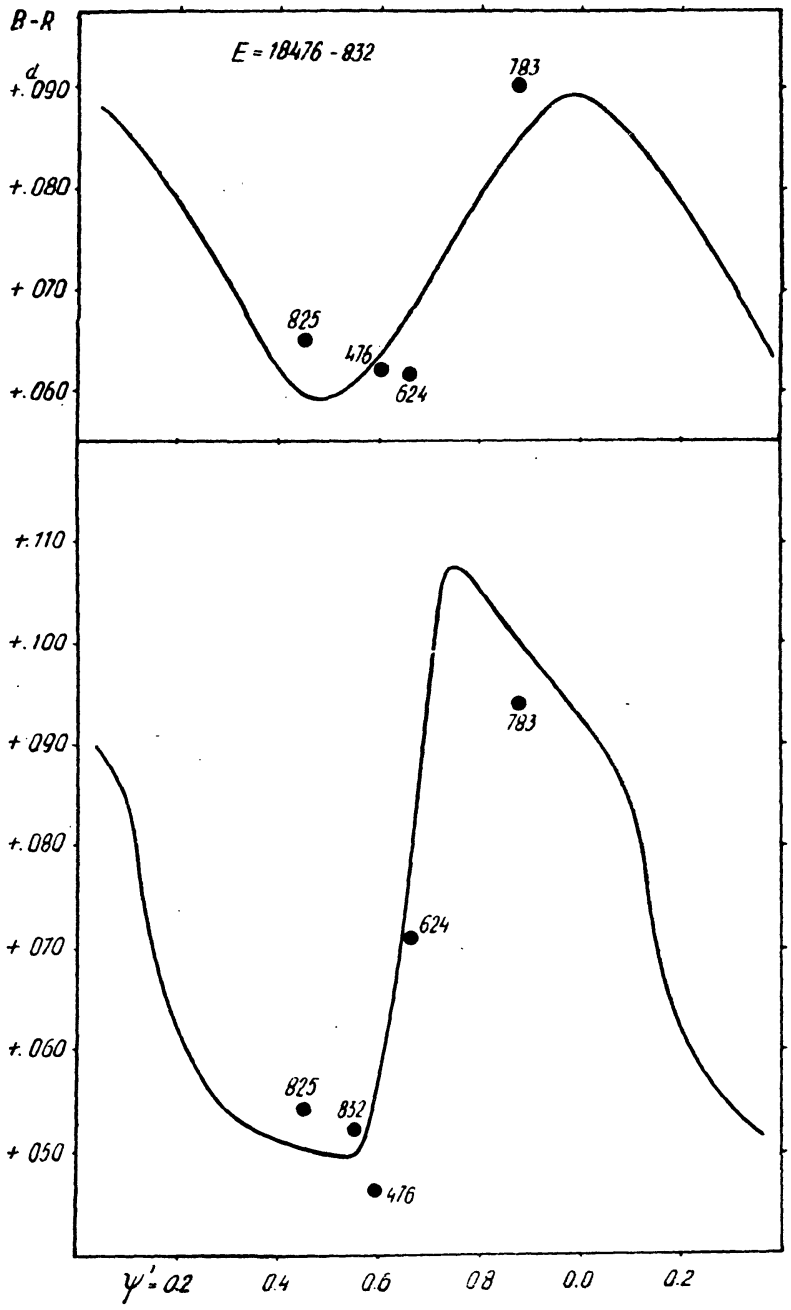

Abb. 15. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach den Beobachtungen von *Kukarkin* (E = 18476—18832).

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

brauchbare Epoche für die kurzperiodische Schwankung abgeleitet werden kann. Wir erhalten

$$\overline{(B-R)}_{\max} = +\,0^{d}.027. \quad E_{\overline{(B-R)}_{\max}} = 15022.$$

Dieses Resultat ist besonders darum wertvoll, da um diese Zeit keine anderen Beobachtungen vorliegen.

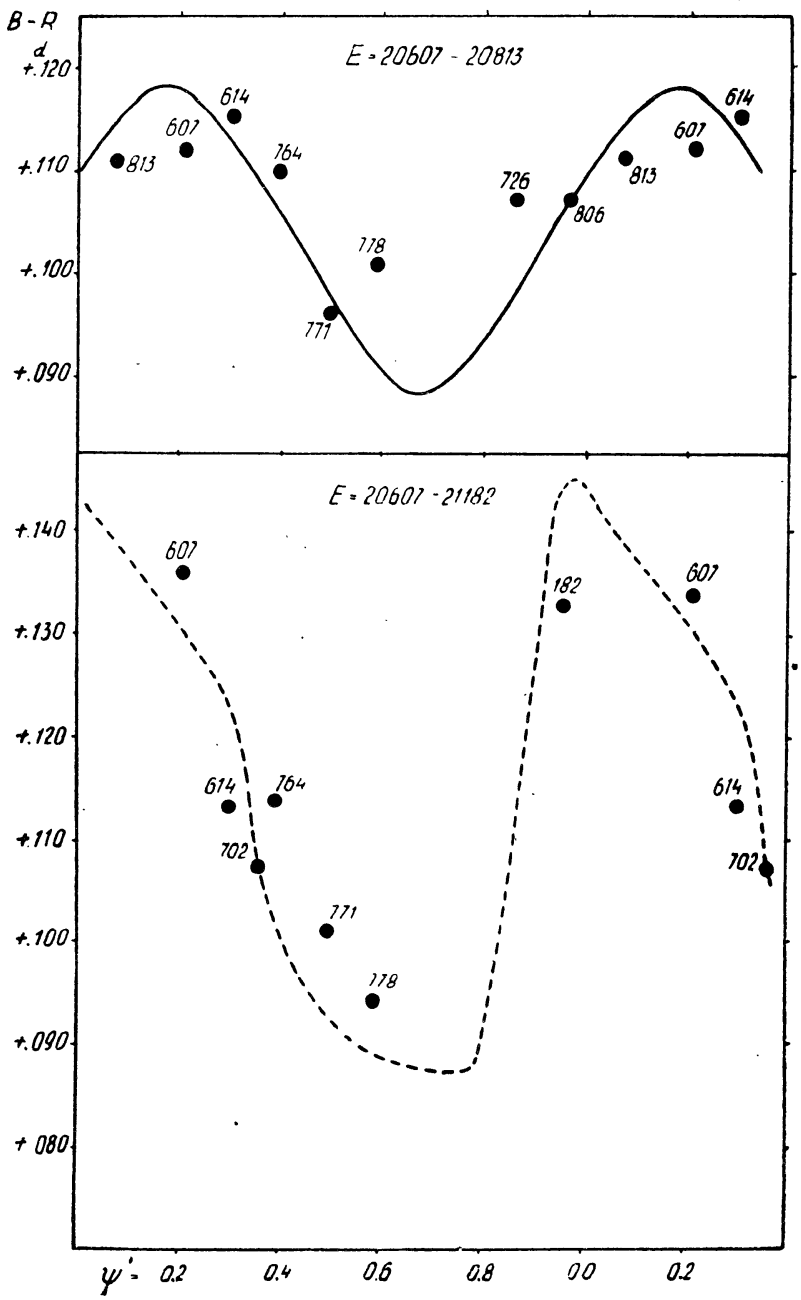

Abb. 16. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach Beobachtungen von *Kukarkin* (E = 20607—21182).

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die Beobachtungen von Kukarkin. Aus den visuellen Schätzungen von Kukarkin [31] können in dem Zeitintervall $E = 18476—18832$ 4 Mittelgrößen und 5 Maxima bestimmt werden. Die Ausgleichung der gegen ψ' aufgetragenen $(B—R)$-Werte durch die von uns abgeleiteten $(B—R)$-Kurven ergibt folgende Daten für die Ungleichheiten der Periode: Aus den Mittelgrößen bekommen wir durch Anwendung von (5) und (7)

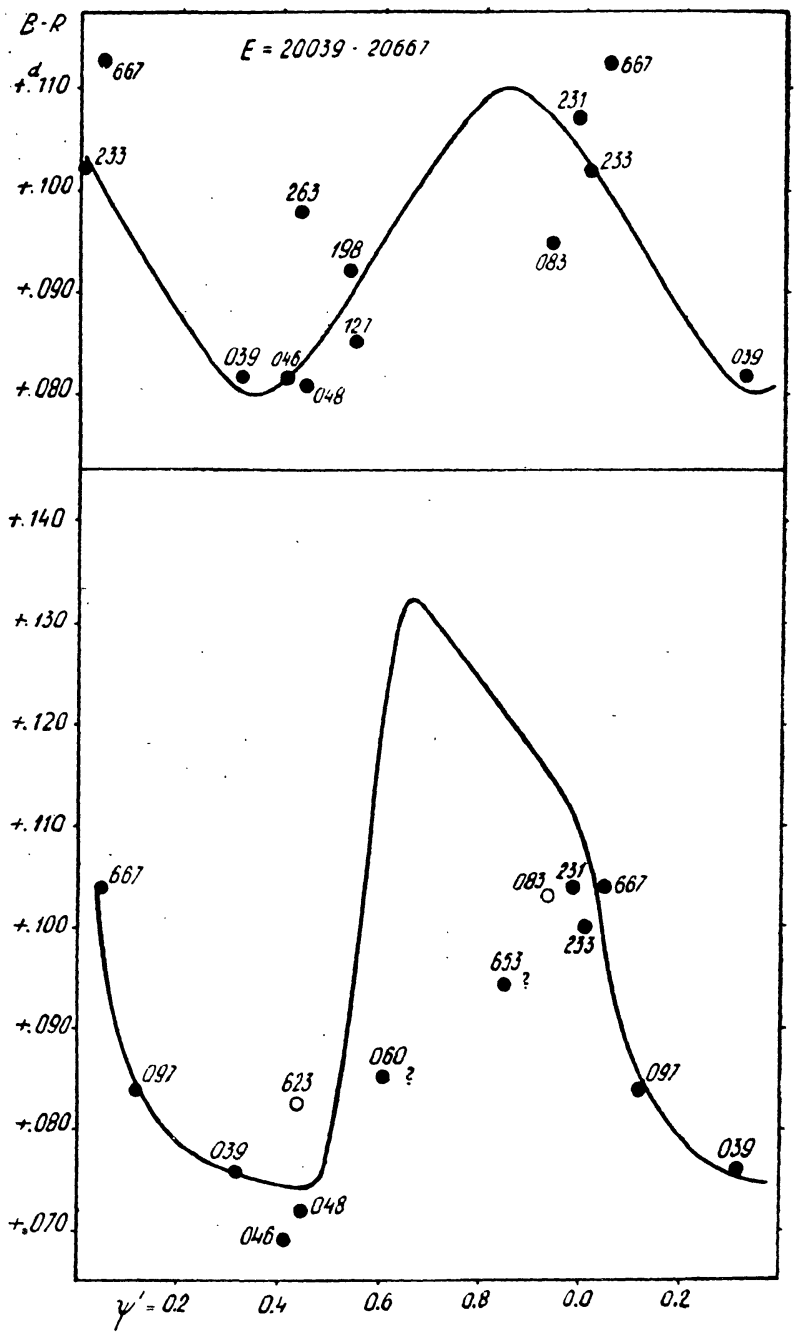

Abb. 17. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach Beobachtungen von *Florja*.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

$(B—R)_{Max} = +\ 0^d.084$ und $E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 18625$. Aus den Maxima kann E mit größerer Genauigkeit bestimmt werden, da eine Beobachtung auf den aufsteigenden Aste der $(B—R)_{Max}$-Kurve liegt. Es werden danach $(B—R)_{Max} = +\ 0^d.079$ und $E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 18624$ erhalten. Wir nehmen als Mittel

$$\overline{(B—R)}_{Max} = +\ 0^d.082, \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 18624.$$

Die in dem Epochenintervall $E = 20607—21182$ ableitbaren 8 Mittelgrößen und 7 Maxima sind in Abb. 16. dargestellt. Die beiden Ausgleichungen geben in hervorragender Übereinstimmung für $E_{\overline{(B—R)}_{Max}}$ 20798 bezw. 20797, und für $\overline{(B—R)}_{Max}$ $+\ 0^d.113$ bezw. $+\ 0^d.116$. Wir nehmen:

$$\overline{(B—R)}_{Max} = +\ 0^d.115, \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 20797.$$

Die Beobachtungen von Florja. Die $B—R$ der aus den visuellen Stufenschätzungen von Florja [38] bestimmbaren 10 Mittelgrößen und 11 Maxima zeigen eine sehr große Streuung, wenn sie gegen ψ' aufgetragen werden (s. Abb. 17). Es ist darum wohl dem Zufall zuzuschreiben, daß doch aus beiden Diagrammen unsere Ausgleichungen für $E_{\overline{(B—R)}_{Max}}$ und $\overline{(B—R)}_{Max}$ zu völlig übereinstimmenden Werten führen:

$$\overline{(B—R)}_{Max} = +\ 0^d.106\ , \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 20202$$

Der Wert von $E_{\overline{(B—R)}_{Max}}$ muß als sehr unsicher betrachtet werden.

Die Beobachtungen von Rybka und Morgentaler. Die photoelektrisch ausgewerteten photographischen Beobachtungen von Rybka und Morgentaler [40] geben 10 Mittelgrößen und 4 Maxima in dem Zeitintervall $E = 23712$ bis 23989. Die $(B—R)$-Werte lassen sich, wie Abb. 18. zeigt, sehr gut durch unsere $(B—R)$-Kurven darstellen. Obgleich die Zahl der Maxima sehr gering ist, kann auch die Lage der $(B—R)_{Max}$-Kurve mit genügender Genauigkeit bestimmt werden, da das Maximum für $E = 23749$ auf dem aufsteigenden Aste der Kurve liegt. Wir erhalten aus beiden Diagrammen der Abbildung 18. in vollständiger Übereinstimmung miteinander folgende sehr sichere Daten für die Ungleichheiten der Periode:

$$\overline{(B—R)}_{Max} = +\ 0^d.140, \quad E_{\overline{(B—R)}_{Max}} = 23752.$$

Nach dieser Bearbeitung des zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterials können wir zusammenfassend feststellen, daß *die kurze Schwankung während des ganzen Zeitraums von* $E = 0$ *bis* $E = 27200$ *vorhanden war, undzwar in der aus unseren Beobachtungen abgeleiteten*

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Form. (Abb. 4. und 5.) Die wenigen, ungenauen Beobachtungsreihen, für welche dies nicht gilt, widersprechen meistens gleichzeitigen genaueren Beobachtungen. Die Periode der kurzen Schwankung muß aber veränderlich sein, wie schon durch Vergleich der Wendellschen Beobachtungen mit den unsrigen bewiesen wird. Wir untersuchen jetzt auf Grund der von uns abgeleiteten $E_{\overline{(B-R)}_{Max}}$-Werte die Änderungen der Periode der kurzen Schwankung.

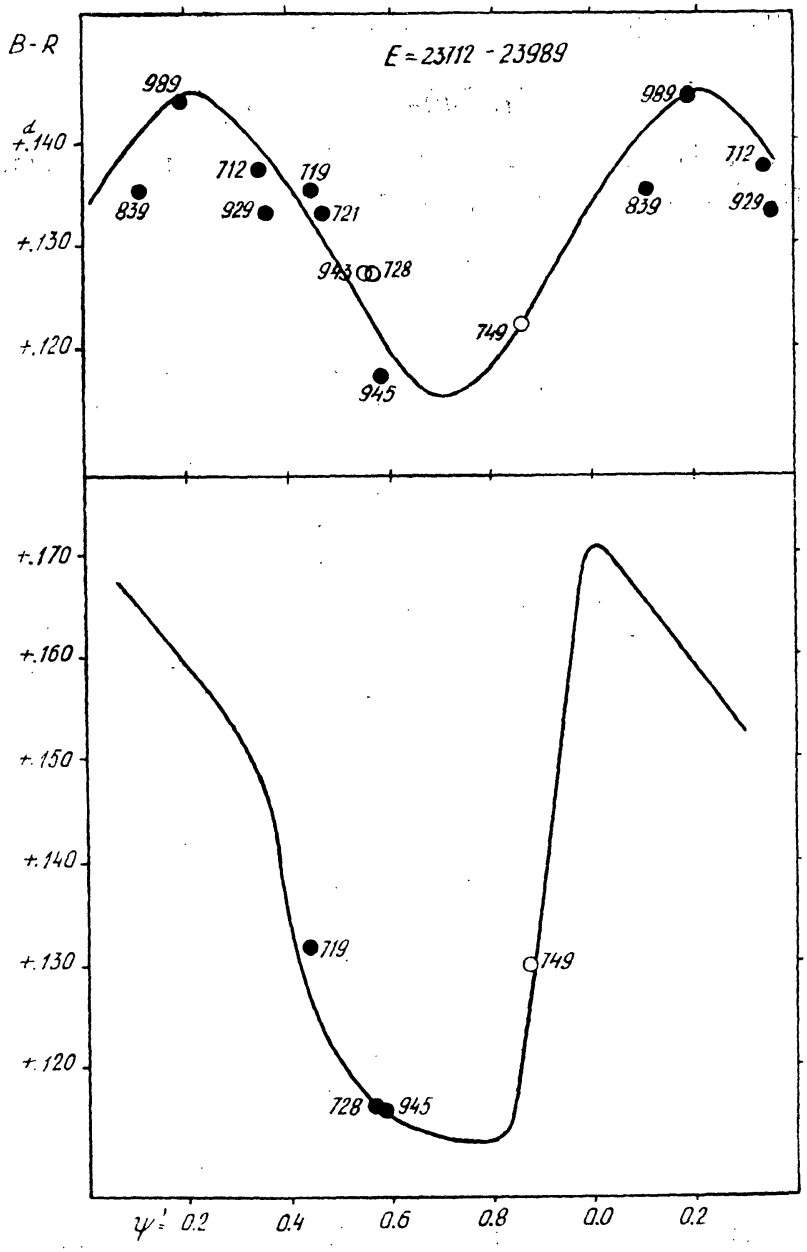

Abb. 18. Die kurzperiodische Schwankung des Zeitpunktes der Mittelgröße (oben) und des Maximums (unten) nach den photographischen Beobachtungen von *Rybka* und *Morgentaler*.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die Periode der kurzen Schwankung. In Tabelle IV. haben wir die von uns bestimmten Werte von $E_{\overline{(B-R)}_{Max}}$ zusammengestellt (2. Spalte). Insgesamt stehen uns 22 Epochen zur Verfügung, die zur Untersuchung der Periode der kurzperiodischen Schwankung verwendet werden können.

Wir versuchen zuerst die $E_{\overline{(B-R)}_{Max}}$ durch eine lineare Formel darzustellen. Wir nehmen dabei die schon in Formel (4) verwendete Periode von $71^{P}.98$ für die kurze Schwankung, da diese ungefähr den Mittelwert der beiden, aus den Wendellschen, bezw. Budapester Beobachtungen sich ergebenden Perioden darstellt. In der vierten Spalte der Tabelle IV. stehen die Abweichungen:

$$\text{Abw. I.} = E_{\overline{(B-R)}_{Max}} - 78 - 71.98 \cdot e \qquad (8)$$

wo e die Anzahl der Perioden der kurzen Schwankung bezeichnet. Dieselben Werte sind in Abb. 19. gegen e aufgetragen.

Tabelle IV,

Beobachter	$E_{\overline{(B-R)}\,Max}$	e	Abw. I	Abw. II	$(\overline{B-R})_{Max}$	Gewicht
Wendell	235	2	$+ 13^{P}.0$	$0^{P}.0$	$+ 0^{d}.030$	4
«	517	6	+ 7.1	— 4.1	+ 0.028	1
«	804	10	+ 6.2	— 3.3	+ 0.022	1
«	2815	38	+ 1.8	+ 4.2	— 0.013	2
Hertzsprung	7179	99	— 25.0	+ 0.2	— 0.052	2
Kiess, Townley	8471:	117	— 28.7	+ 0.8	— 0.048	< 1
Hertzsprung	9116	126	— 31.5	0.0	— 0.042	5
Kiess	9192	127	— 27.5	+ 4.0	— 0.045	1
Fessenkoff	10415	144	— 28.1	+ 5.6	— 0.034	1
Haas	15022	208	— 27.8	+ 5.4	+ 0.027	1
Hellerich	16594	230	— 39.4	— 8.1	+ 0.073	1
van Gent	16964	235	— 29.7	+ 0.4	+ 0.065	4
Kukarkin	18624	258	— 24.8	+ 2.3	+ 0.082	1
de Sitter	19423:	269	— 17.6	+ 6.9	+ 0.093	< 1
Florja	20202	280	— 30.4	— 4.1	+ 0.107	1
de Sitter	20725	287	— 11.3	+ 10.6	+ 0.113	2
Kukarkin	20797	288	— 11.2	+ 10.1	+ 0.115	1
Balázs, Detre	23311	323	— 16.5	— 2.9	+ 0.136	2
Rybka, Morgentaler	23752	329	— 7.4	+ 4.5	+ 0.140	4
Balázs, Detre	25121	348	— 6.0	0.0	+ 0.135	5
« «	25771	357	— 3.9	— 0.3	+ 0.135	2
« «	27146:	376	+ 3.5	0.0	+ 0.131:	< 1

Abb. 19. zeigt eindrucksvoll, daß die Periode der kurzen Schwankung veränderlich ist. Besonders durch die Beobachtungen großen Gewichtes kann eine glatte Kurve gelegt werden, und dies zeigt, daß

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

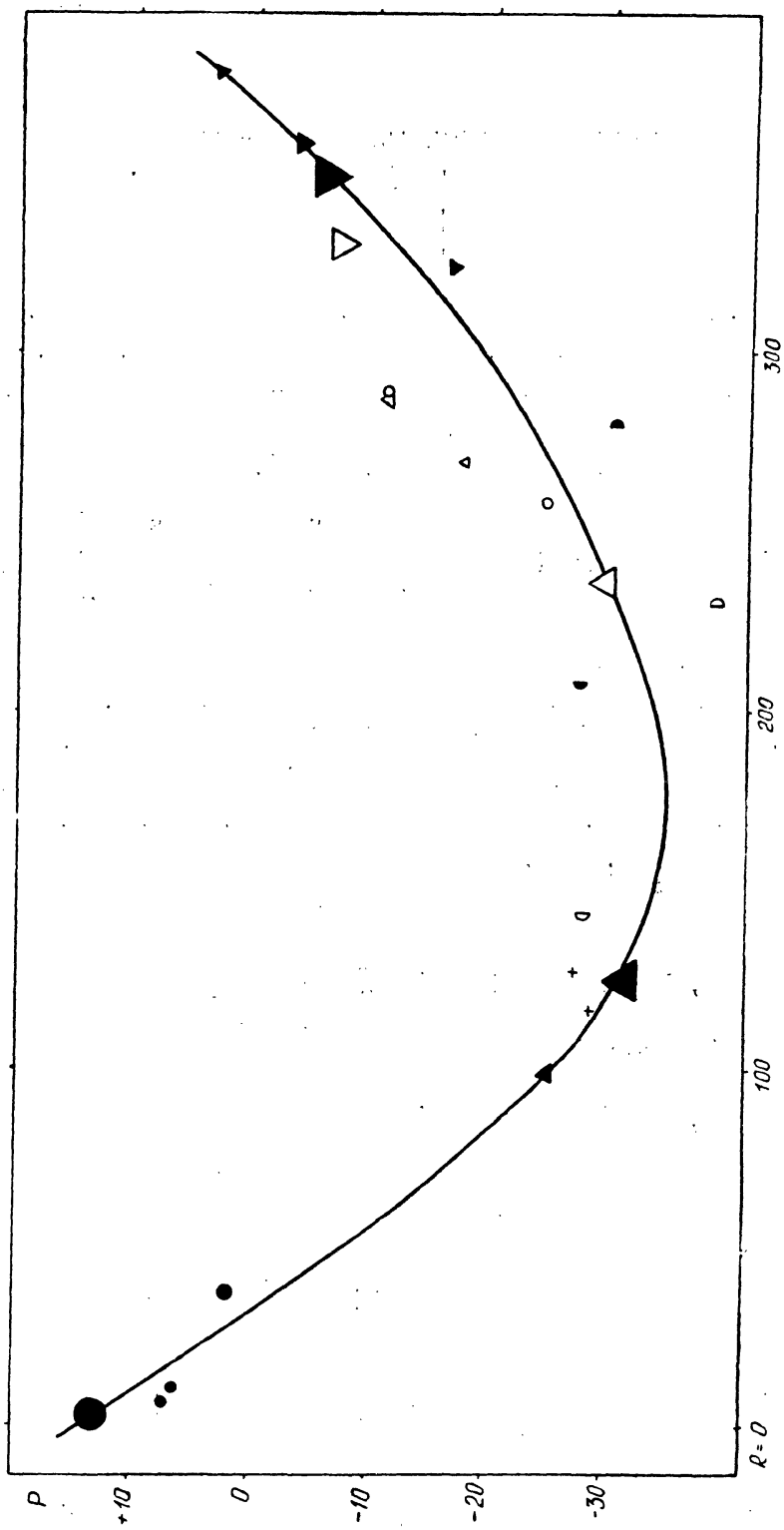

Abb. 19. Die Abweichungen der $E_{(B-E)_{Max}}$ gegen die Periode von $71^{p}98$. Für die einzelnen Beobachter wurden folgende Zeichen benutzt: ● *Wendell*, ▲ *Hertzsprung*, + *Kiess*, □ *Fessenkoff*, ◀ *Haas*, △ *van Gent* und *de Sitter*, D *Hellerich*, ○ *Kukarkin*, ◗ *Florja*, ▽ *Rybka* und *Morgentaler*, ▼ *Balázs* und *Detre*. Die Größe der Zeichen ist dem Gewicht der Beobachtungen proportional.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

die Periode sich stetig ändert. Die fünfte Spalte in Tabelle IV. gibt die Abweichungen von dieser ausgleichenden Kurve an. Die mittlere Abweichung beträgt für die Beobachtungen verschiedenen Gewichtes:

Gewicht	Mittl. Abw.	Anzahl
4—5	$\pm$ 1^p.0	5
2—3	$\pm$ 3.6	5
1	$\pm$ 5.2	9

Größere Abweichungen kommen nur bei Beobachtungen geringeren Gewichtes vor. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß die Periode der kurzen Schwankung neben dieser langsamen Änderung noch weiteren kürzeren periodischen oder aperiodischen Änderungen von kleiner Amplitude unterworfen ist. Zur Entscheidung dieser Frage mußte man ein sich auf mehrere Jahrzehnte ausdehnendes homogenes Beobachtungsmaterial besitzen. Gegenwärtig brauchen wir aber neben der in Abb. 19. dargestellten langsamen Änderung keine weiteren Änderungen vorauszusetzen.

Wir haben die Periode der kurzen Schwankung zu den verschiedenen Epochen einfach graphisch aus Abb. 19. abgeleitet. Die erhaltenen Werte sind in Abb. 20. als Kreuze dargestellt. Danach war die Periode der kurzen Schwankung seit den Beobachtungen von Wendell ständig im Wachsen. Die Ausgleichung kann roh durch eine reine Sinuskurve erfolgen, nach der P_k, die Periode der kurzen Schwankung als Funktion von e folgendermaßen ausgedrückt werden kann:

$$P_k = 71^p.83 + 0^p.54 \sin 0^\circ.30\ (e-136) \qquad (9)$$

Oder als Funktion von E:

$$P_k = 71^p.83 + 0^p.54 \sin 0^\circ.004168\ (E-9870) \qquad (9a)$$

Diese Formeln hätten wir übrigens auch aus einer Darstellung der Werte von $E_{\overline{(B-R)}_{Max}}$ durch die Näherungsformel

$$E_{\overline{(B-R)}_{Max}} = 167^p.9 + 71^p.83\ e - 103^p.1 \cos 0^\circ.30\ (e-136) \qquad (10)$$

ableiten können.

Nach (9) ändert sich P_k zwischen den Grenzen $71^p.29 = 40^d.41$ und $72^p.37 = 41^d.02$ mit einer Periode von dem 1200-fachen ihres Wertes, d. h. von 86370 Lichtwechselperioden, also ungefähr 134 Jahren. Der Mittelwert von P_k beträgt $71^p.83 = 40^d.71$. Da noch nicht einmal eine halbe Periode dieser Periodenänderung seit den ersten Beobachtungen des Sternes abgelaufen ist, sind diese Werte nur als provisorisch zu betrachten, da es nicht garantiert werden kann, daß die Änderung von

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

P_k auch weiterhin der Formel (9) folgen wird. *Gesichert ist bis jetzt nur, daß die Periode der kurzen Schwankung sich stetig ändert, undzwar hat sie, seitdem der Stern unter Beobachtung steht, von $40^d.54$ auf $41^d.03$ zugenommen. Die Zunahme von P_k ist nicht gleichmäßig mit der Zeit.*

Unsere Resultate stehen mit denjenigen von *Prager* [24] bis zur Zeit seiner Beobachtungen in voller Übereinstimmung. Prager hat auch auf

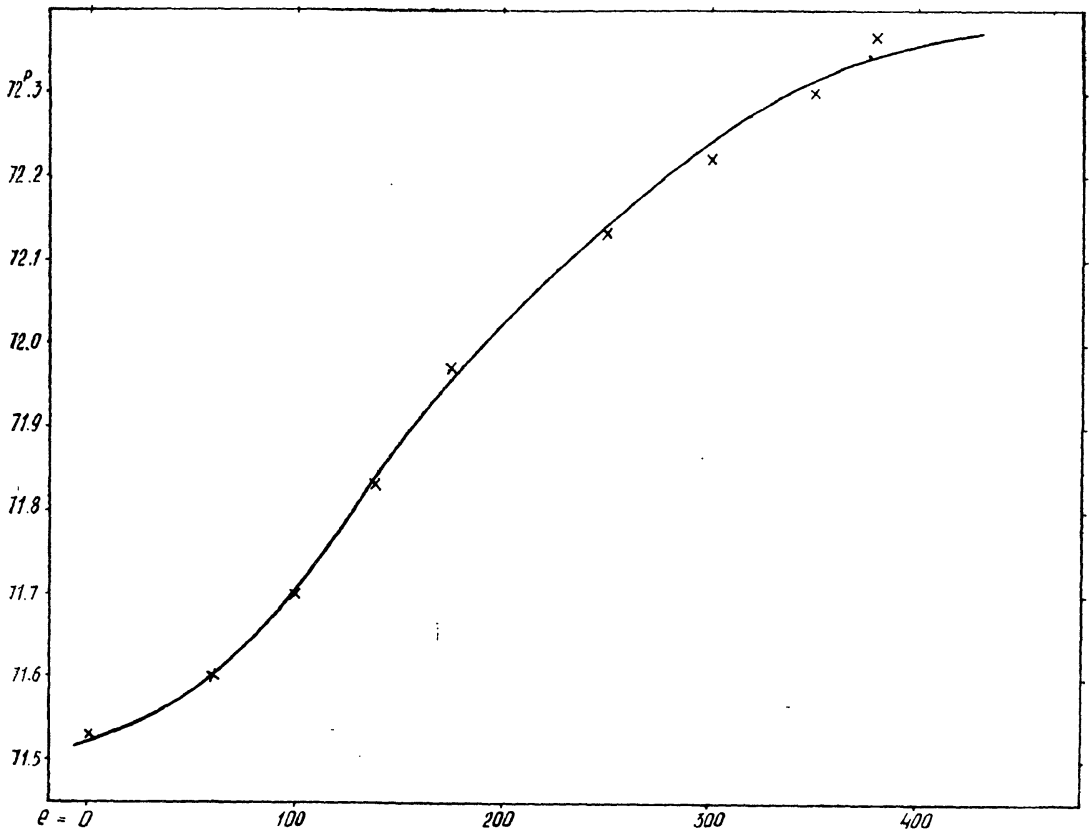

Abb. 20. Die Änderung der Periode der kurzen Schwankung in Einheiten der Hauptperiode $P = 0^d.5668$ ausgedrückt. Die Kreuze stellen aus Abb. 19. graphisch bestimmte Werte dar, die ausgleichende Kurve ist nach Formel (9) gezeichnet.

die Änderung von P_k hingewiesen, seine, unter Annahme einer säkularen Änderung abgeleitete Formel für P_k ist aber nicht mehr gültig.

Die Änderungen der Hauptperiode. Die kurze Schwankung darf nicht als eine kurzperiodische Veränderlichkeit der Hauptperiode von $0^d.567$ angesehen werden. In der nächsten Mitteilung werden wir zeigen, daß sie durch die Interferenz der Hauptperiode mit einer etwas kürzeren sekundären Periode zustande kommt. Die Periode der kurzen Schwankung ist eigentlich die Periode der Schwebung, die durch die Interferenz der beiden nahe gleich langen Perioden entsteht.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

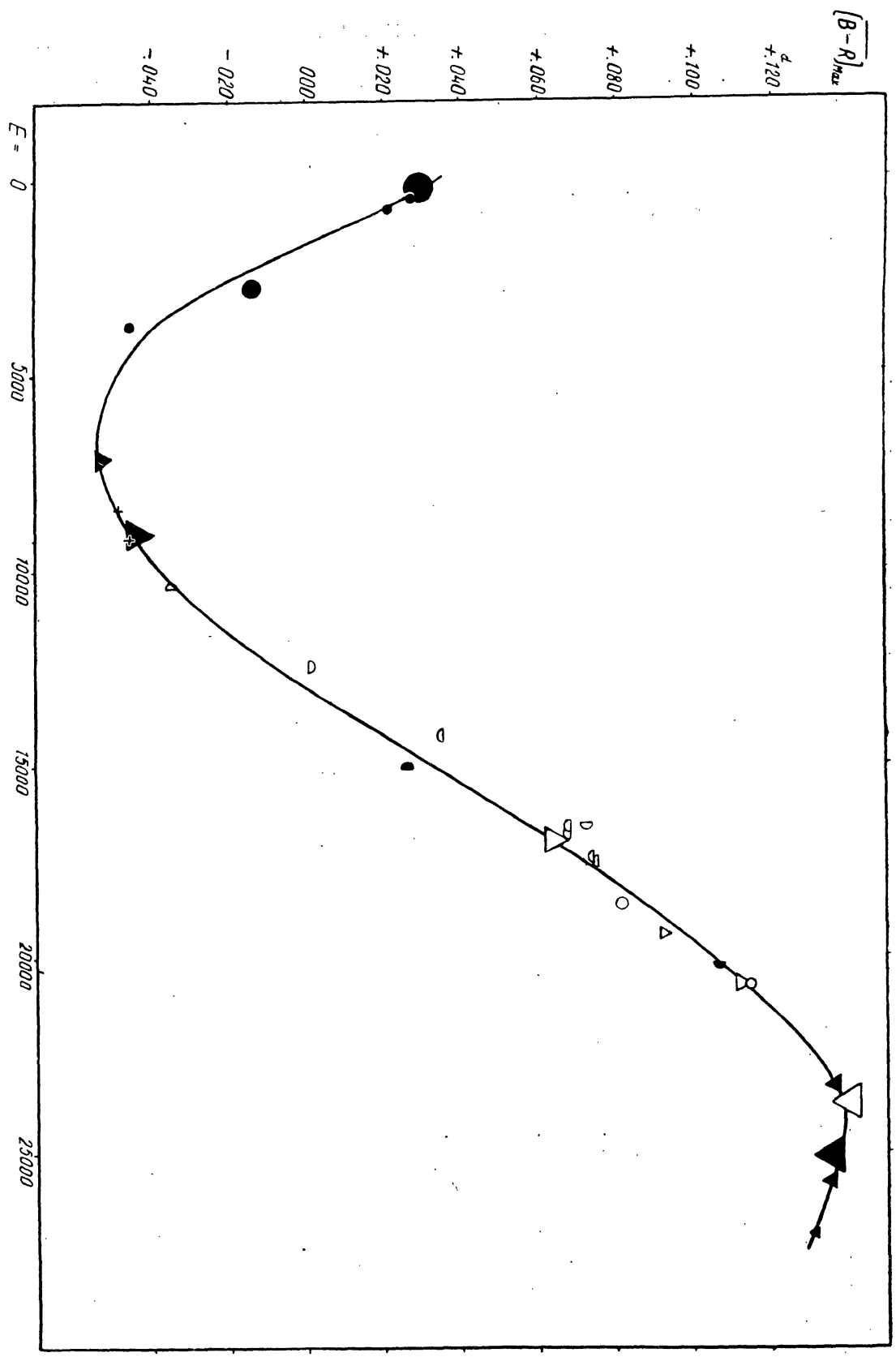

Abb. 21. Die Werte von $\overline{(B—R)}_{Max}$ in Abhängigkeit von E. Für die einzelnen Beobachter wurden dieselben Zeichen wie in Abb. 19. benutzt, außerdem noch ⊍ für Zacharov und ⊏ für Leiner.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Die Hauptperiode zeigt nur sehr langsame Änderungen. Für die Untersuchung dieser Änderungen stehen uns die $\overline{(B-R)}_{Max}$-Werte aus Tabelle IV., weiter die aus den Beobachtungen von Leiner und Zacharov ermittelten $\overline{(B-R)}_{Max}$-Werte auf S. 29. und 32. zur Verfügung. Die kurze Schwankung ist aus diesen Daten natürlich schon eliminiert.

In Abb. 21. sind insgesamt 29 $\overline{(B-R)}_{Max}$-Werte gegen E aufgetragen. Sie lassen sich ziemlich befriedigend durch folgende Formel darstellen:

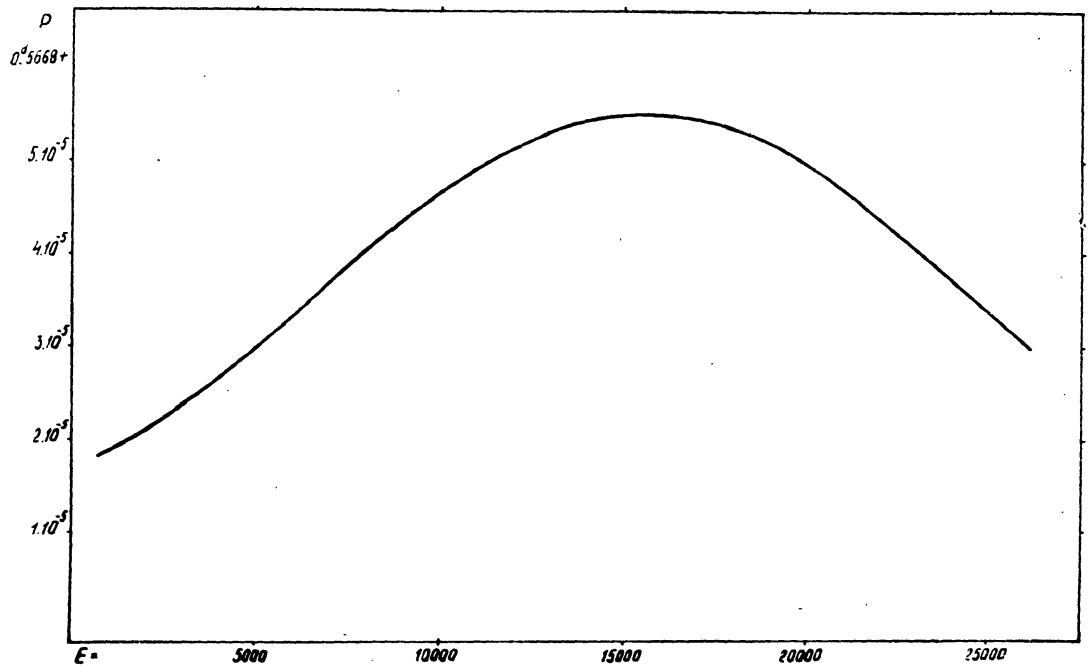

Abb. 22. Der Wert der Hauptperiode zu den verschiedenen Epochen nach Formel (13).

$$\overline{(B-R)}_{Max} = +0^d.079 - 0^d.00000235 \, . \, E + 0^d.116 \, . \sin 0^\circ.00989 \, (E - 15500) \quad (11)$$

Dementsprechend erhalten wir für die Zeitpunkte der Maxima nach Elimination der kurzen Schwankung statt (1):

$$t^{max} = 2414856 \, . \, 529 + 0^d.56683500 \, . \, E + 0^d.116 \, . \sin 0^\circ.00989 \, (E - 15500) \quad (12)$$

Für den Wert der Hauptperiode P zu der Epoche E ergibt sich daraus:

$$P(E) = t^{max} \, (E + 1) - t^{max} \, (E) =$$

$$= 0^d.56668350 + 0^d.0000200 \, . \cos 0^\circ.00989 \, (E - 15500) \quad (13)$$

Danach ändert sich die Hauptperiode zwischen den Grenzen $0^d.5668150$ und $0^d.5668550$ in einer Periode von $36400^P = 20633^d = 56.5$ Jahren.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Abb. 22. zeigt den jeweiligen Wert der Hauptperiode nach (13) gerechnet. Die Amplitude der Periodenänderung beträgt $0^d.00004 = 3^s.45$.

Diese Elemente müssen noch als vorläufige angesehen werden. Zuerst ist es fraglich, ob die Periodenänderung wirklich streng periodisch ist und wenn ja, dann kann erst nach dem Ablauf einer vollen Periode entschieden werden, ob die hier stillschweigend gemachte Voraussetzung, die Periodenänderung sei rein harmonisch, zutrifft oder nicht. Selbst die Länge der mittleren Periode ist von dieser Voraussetzung abhängig. Dieselbe wurde nämlich durch die Forderung erhalten, daß das ihr entsprechende $[\overline{(B—R)}_{\text{Max.}}, E]$-Diagramm eine um die vertikale Achse symmetrische ausgleichende Kurve ergibt. Diese Forderung ist aber in der Wirklichkeit nur dann erfüllt, wenn die große Ungleichheit der Hauptperiode rein harmonisch ist.

Für die lange Schwankung der Hauptperiode haben schon früher Prager [11], Shapley [12], Schütte [17] und Zacharov [18] eine rein harmonische Formel eingeführt. Jede neue Bearbeitung verlangte eine Vergrößerung der Periode der langen Schwankung. Während Prager und Shapley eine Periode von nur 12000 Lichtwechselperioden ableiteten, erhielt Schütte eine Periode von 16000, Zacharov eine von 23000 Lichtwechselperioden. Eine spätere Bearbeitung von Prager ergab endlich eine weitere Vergrößerung der langen Schwankung auf 23230 Perioden. Aber auch dieser Wert ist wesentlich kleiner als der von uns erhaltene. Wir sind den früheren Bearbeitern gegenüber in der günstigen Lage, das Maximum der $[\overline{(B—R)}_{\text{Max.}}, E]$-Kurve durchbeobachtet zu haben.

Hellerich versuchte die Epochen unter der Annahme darzustellen, daß nur eine einmalige sprunghafte Änderung der Periode in der Umgebung der Epoche $E = 7000$ stattgefunden hat [21]. Diese Ideee kann erst jetzt mit Bestimmtheit zurückgewiesen werden, bezw. müßte man einen zweimaligen Sprung um $E = 23000$ annehmen. Nach Abb. 21. erscheint uns viel wahrscheinlicher, daß die Periode sich stetig ändert.

Auf Grund der Abb. 21. können wir aus den Werten von $B—R$ in Tab. I. die langsame Periodenänderung eliminieren. Dann werden die von der kurzperiodischen Schwankung allein herrührenden $(B—R)_k$-Werte in der 7. Spalte der Tabelle I. erhalten. Mit Hilfe der Abb. 19. kann anderseits ψ, die Phase der kurzen Schwankung, ausgedrückt in Einheiten der jeweiligen Periode derselben bestimmt werden. Wir haben die diesbezüglichen Rechnungen nur für die genaueren Beobachtungsreihen durchgeführt und die erhaltenen Werte in Abb. 23. dargestellt. Die ausgleichende Kurve weicht nur unwesentlich von der aus den Budapester Beobachtungen allein erhaltenen in Abb. 4. ab. Das von de Sitter beobachtete Maximum zu der Epoche 19418 fällt aber aus dem Diagramm vollständig heraus und wurde darum nicht eingezeichnet. Entweder ist

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

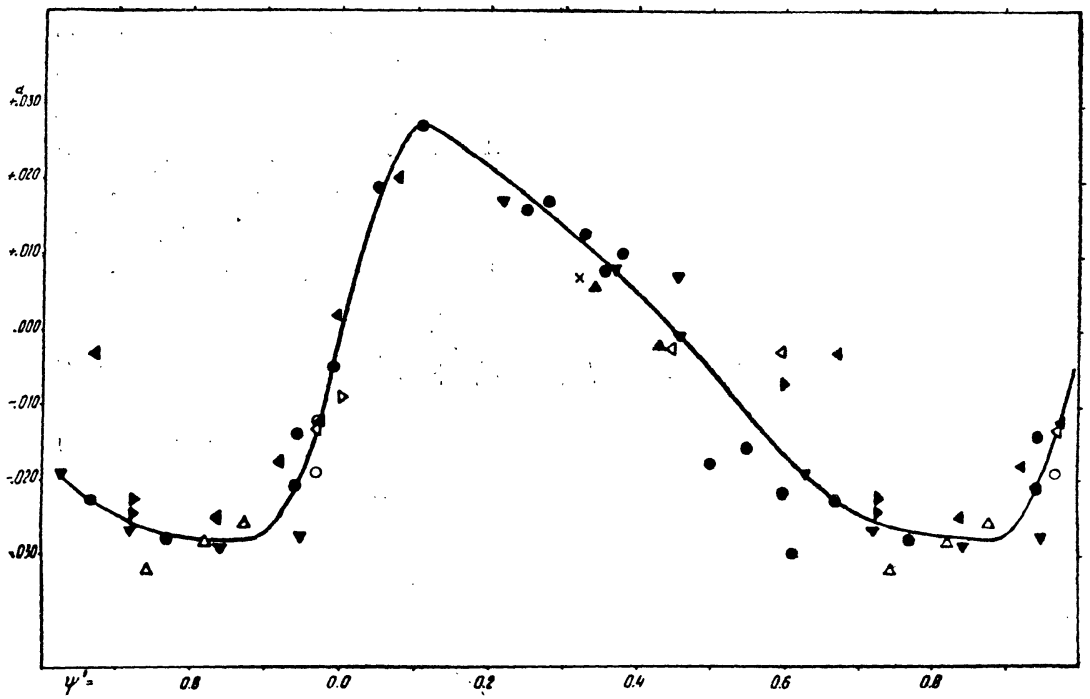

Abb. 23. Die kurze Schwankung des Zeitpunktes des Maximums nach Beobachtungen von Wendell (▲), Hertzsprung (▼), Shapley (×), Rybka und Morgentaler (▶) und nach den Leidener (◀) und Budapester (●) Beobachtungen. Leere Zeichen stellen unsichere Werte dar.

der von uns bestimmte Zeitpunkt des Maximums sehr ungenau, was wohl möglich ist, da das Maximum nicht genügend durchbeobachtet war; oder weist die Periode der kurzen Schwankung neben der langsamen Änderung noch geringere Ungleichheiten von kürzerer Dauer auf.

Die sekundäre Periode und ihre Veränderlichkeit. Wie schon erwähnt wurde, wird in der nächster Mitteilung durch eine Analyse der Lichtkurvenänderungen gezeigt, daß die kurze Schwankung durch die Interferenz zweier nahe kommensurabler Perioden entsteht. Die Periode der kurzen Schwankung P_k stellt damit die Periode der entstehenden Schwebung dar. Eine der interferierenden Perioden ist P, die Hauptperiode. Die zweite «sekundäre Periode» ergibt sich dann wie bekannt aus P und P_k durch die Formel

$$P_n = \frac{P}{n \pm 1/P_k} \qquad (14)$$

wo P_k in Einheiten der Hauptperiode ausgedrückt ist und n eine ganze Zahl ist.

Sterne hat zum erstenmal einen Versuch unternommen [43], an dem Beobachtungsmaterial von van Gent und Zacharov nachzuprüfen, ob die Abweichungen von der mittleren Lichtkurve eine Periodizität

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

P_n enthalten. Er hat kein eindeutiges Resultat bekommen: aus den photographischen Beobachtungen ergab sich $n = 3$, aus den visuellen $n = 2$. Man muß aber bedenken, daß Sterne seine Untersuchung mit dem von de Sitter abgeleiteten falschen Wert von $P_k = 67.4$ durchgeführt hat und so ist sein negatives Resultat nicht verwunderlich.

Nach unseren Resultaten muß in (14) $n = 1$ und das positive Zeichen genommen werden. Als sekundäre Periode ergibt sich also:

$$P_1 = \frac{P}{1 + 1/P_k} = \frac{P_k}{P_k + 1} \cdot P \qquad (15)$$

Da sowohl P als auch P_k mit E veränderlich sind, so muß auch P_1 veränderlich sein.

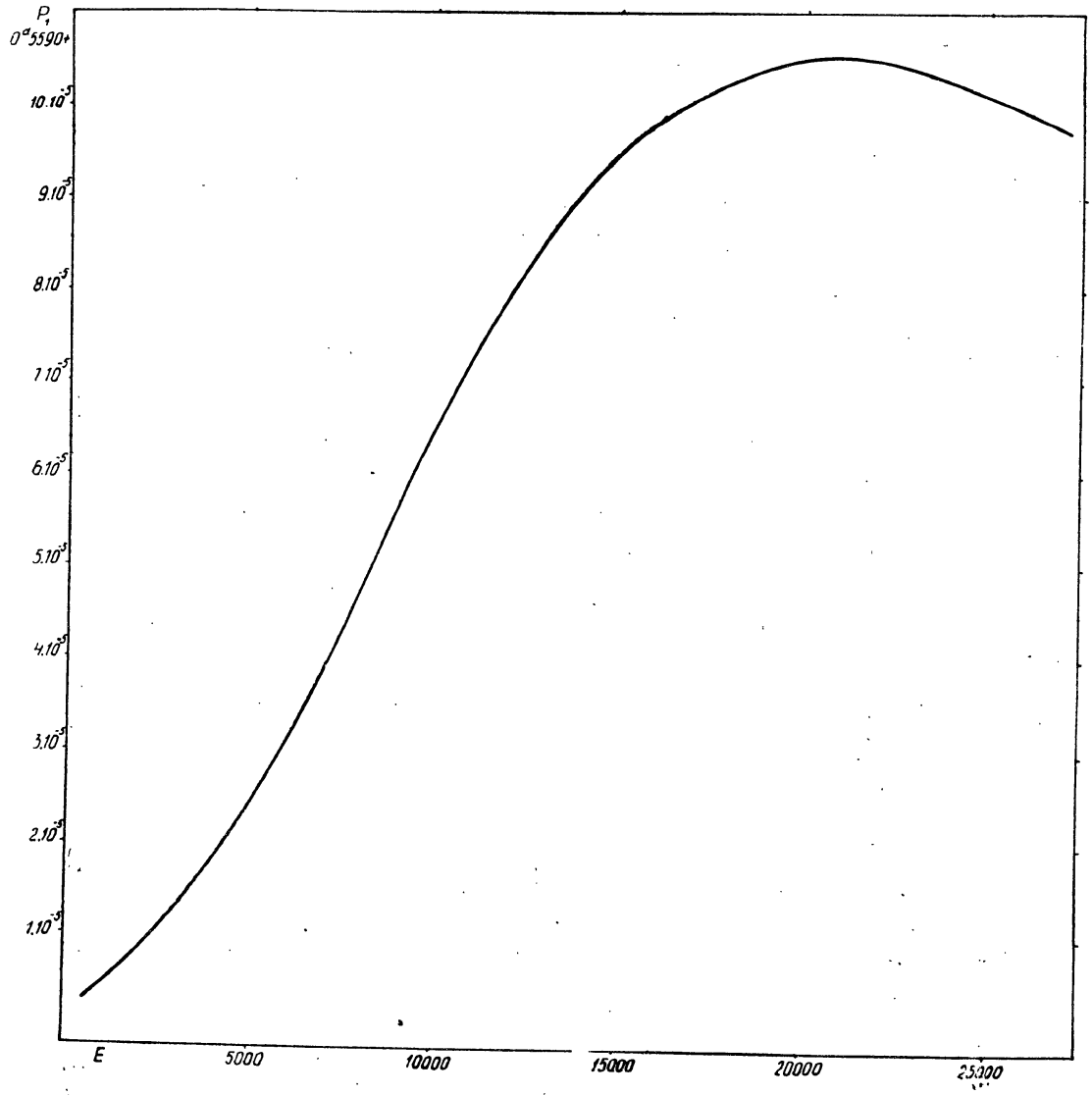

Abb. 24. Der Wert der sekundären Periode zu den verschiedenen Epochen.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Wir haben für einige Epochen P, P_k und dann nach (15) P_1 berechnet und die erhaltenen Werte in Tabelle V. zusammengestellt. Abb. 24. zeigt die Änderung von P_1 mit E in demselben Maßstab, wie Abb. 22. für P. Man kann folgende Näherungsformel benutzen, als die zwei ersten Glieder einer Fourier-Entwicklung:

$$P_1 = 0^d.5590512 + 0^d.0000546 \sin 0^\circ.0072\,(E-8400) + \\ + 0^d.0000030 \sin 0^\circ.0144\,(E-8400) \qquad (17)$$

Danach ändert sich P_1 zwischen den Grenzen $0^d.5589966$ und $0^d.5591058$ in einer Periode von rund 50000 Lichtwechselperioden $= 28340^d =$ 77.7 Jahren. Die Amplitude der Periodenänderung beträgt $0^d.0001092 = 9^s.42$.

Tabelle V.

E	P	P_k		$\frac{P_k}{P_k+1} = \frac{P_1}{P}$	P
500	$0^d.5668$ 180	$71^P.527$	$40^d.543$	0.986 2120	$0^d.5590$ 027
2500	0.5668 220	71.560	40.562	0.986 2183	0.5590 102
4500	0.5668 283	71.603	40.587	0.986 2265	0.5590 211
6500	0.5668 351	71.674	40.627	0.986 2399	0.5590 354
8500	0.5668 422	71.762	40.678	0.986 2566	0.5590 519
10500	0.5668 479	71.864	40.736	0.986 2758	0.5590 684
12500	0.5668 524	71.953	40.787	0.986 2926	0.5590 823
14500	0.5668 545	72.025	40.828	0.986 3061	0.5590 921
15500	0.5668 550	72.064	40.850	0.986 3134	0.5590 967
16500	0.5668 545	72.091	40.865	0.986 3184	0.5590 990
18500	0.5668 524	72.153	40.900	0.986 3300	0.5591 035
20500	0.5668 479	72.211	40.933	0.986 3409	0.5591 053
22500	0.5668 422	72.260	40.960	0.986 3500	0.5591 048
24500	0.5668 351	72.301	40.983	0.986 3576	0.5591 021
26500	0.5668 283	72.331	40.999	0.986 3632	0.5590 986
27500	0.5668 254	72.339	41.004	0.986 3647	0.5590 966

Auch diese Elemente dürfen nur als vorläufige betrachtet werden. Im allgemeinen müssen die Formeln (9a), (13) und (17) nur als interpolatorische Darstellungen der Beobachtungsergebnisse angesehen werden, die wohl nur für den Zeitraum der Beobachtungen Gültigkeit besitzen. Wir haben sogar schon jetzt einen Beweis dafür, daß diese Formeln für längere Zeiten nicht brauchbar sind. Wenn nämlich die Periode der Periodenänderung für P gleich 56.5 Jahren, für P_1 gleich 77.7 Jahren ist, so kann die Änderung von P_k nach (15) nicht eine Periode

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

von 134 Jahren besitzen, sondern nur eine viel längere von etwa 621.5 Jahren, da $11 \times 56.5 \sim 9 \times 77.7 \sim 621.5$ ist.

Mit Bestimmtheit können wir nur soviel behaupten: *Bei RR Lyrae sind zwei nahe gleiche Perioden vorhanden,*

$$P = 0^d.5668 \quad \textit{und} \quad P_1 = 0^d.5590$$

die beide langsam veränderlich sind. Wenn diese Periodenänderungen periodisch sind, so ist die Länge ihrer Perioden von mehreren Jahrzehnten, aber sicher länger als 45 Jahre. Da im Verlauf dieser Periodenänderungen auch das Verhältnis P_1/P sich ändert, so ist auch P_k, die Periode der durch die Interferenz der beiden nahe gleichen, kurzen Perioden hervorgerufenen Schwebung veränderlich.

Mehr können wir vorläufig von den Perioden der Periodenänderungen nicht feststellen, nicht einmal soviel, ob die beiden langen Perioden einander gleich oder voneinander verschieden sind. Man wird mindestens noch einige Jahrzehnte abwarten müssen, um über den Verlauf der großen Ungleichheit von P und P_1 mehr aussagen zu können als heute möglich ist.

VERZEICHNIS DER LITERATUR ÜBER RR LYRAE.

1. *E. C. Pickering:* Sixty-four new variable stars. Harvard Circ. 54. A N **154**. 425. 1901. Anzeige der Entdeckung durch W. P. *Fleming* auf einer Harvard-Platte vom 13. Juli 1899. Vorläufige Bezeichnung 34. 1901. Erste Elemente aus 13 Aufnahmen. $P = 0^d.5668$, $A = 0^m.83$.

2. *O. C. Wendell:* Photometric observations. Harv. Ann. **69.** Part. I. 45. 1909; Part II. 124. 1914. Visuelle Beobachtungen mit dem am 15-Zöller aufmontierten Polarisationsphotometer. 241 Größenangaben für 41 Tage 20. 7. 1899—14. 1. 1902, 61 Größenangaben an 11 Tagen 29. 10. 1903—25. 9. 1907. Grenzen des Lichtwechsels $7^m.2$—$8^m.1$.

3. *E. Hartwig:* Ortsbestimmungen und Mitteilungen zu neuen veränderlichen Sternen. A N **156.** 369. 1901. Nur 3 Schätzungen an 13. 7, 3. 8 und 8. 8. 1091. (S. noch Bamb. Ver. **1.** 491. 1910.)

4. *Lau:* B A **22.** 41. 2 vereinzelte Helligkeitsangaben 9. 7 und 11. 7. 1904. Farbe und Ort.

5. *E. Hertzsprung:* V J S der A G **46.** 164; 229. 1911. Verbesserte Periode: $0^d.56682$.

6. *H. v. Zeipel:* Ergebnisse von Photometerbeobachtungen veränderlicher Sterne kurzer Periode. A N **177.** 369. 1908. Messungen mit dem Zöllner-Photometer an 38 Tagen 10. 11. 1906—1. 1. 1908.

7. *V. Fontana:* Osservazioni fotometriche di RR Lyrae. Mem. Spettr. It. (2) **2.** 181. 1913. Keilphotometermessungen an 12 Tagen 11. 5.—2. 7. 1912.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

8. *C. C. Kiess:* The cluster variable RR Lyrae. Lick Bull. 232. 1913. Zusammenstellung von 170 photometrischen Messungen von S. D. *Townley* und *Kiess* an 12 Tagen 20. 8.—18. 11. 1912. $P = 0^d.566826$. Radialgeschwindigkeitsmessungen, spektroskopische Elemente.

9. *C. Martin* u. *H. C. Plummer:* On the short-period variable RR Lyrae. M N **75.** 566. 1915. 108 photographische Beobachtungen an 30 Tagen 31. 10. 1913—16. 11. 1914 ausgewertet durch Messungen der Durchmesser. Belichtungszeit je 20^m. Neue Elemente mit quadratischem Glied :

$$\text{Max.} = 2414856.470 + 0^d.566798 \cdot E + 0^d.33 \times 10^{-8} \cdot E^2$$

10. *H. Shapley:* Oscillations in the periods of cluster variables and the coincidence of visual and photographic maxima. Publ. A A S **3.** 16. 1913. Pop Astr **22.** 144. 1914. (Sind hier nicht zugänglich.)

11. *R. Prager:* Sitzb. Ak. Berlin **8.** 216. 1916. Zusammenstellung von 39 Maxima. Neue Elemente mit Sinusglied. $\bar{P} = 0^d.5668322$, Sinusglied mit Periode von 12000 Lichtwechselperioden. Hinweis auf eine 40 tägige Schwankung der Periode in der Wendellschen Beobachtungsreihe.

12. *H. Shapley:* On the changes in the spectrum, period and light-curve of the Cepheid variable RR Lyrae. Ap J **43.** 217. Mt. Wilson Contr. 112. 1916. Objektivprismenspektra am 10″ Cooke-triplet. Änderung des Spektraltypus B 9—F 2. 28 Helligkeitsmessungen mit einem Polarisationsphotometer. Bearbeitung von Messungen früherer Beobachter. Periode der kurzperiodischen Schwankung 40^d, Amplitude derselben 37^m, Langperiodische Ungleichheit mit Periode von 10600 Lichtwechselperioden = 16. 5 Jahren, mit einer Amplitude $> 1^h$. (S. noch Ap J **44.** 273. Mt. Wilson Contr. 124, Mt. Wilson Comm. 21. u. 27. 1916.)

13. *E. Hertzsprung:* Bestätigung der Eigenbewegung von RR Lyrae. A N **196.** 208. 1913. Auffallend große jährliche E B von 0″.22 im Positionswinkel 207°.3.

14. *C. C. Kiess:* The visual and photographic light variations of RR Lyrae. Laws Bull. **2.** 85. No. 22. 1915. 142 visuelle Beobachtungen mit dem Polarisationsphotometer und 234 photographische Beobachtungen, ausgemessen mit dem Mikrophotometer. Neue Elemente :

$$\text{Max.} = 2414856.4891 + 0^d.5668265 \cdot E + 0^d.492 \times 10^{-9} \cdot E^2$$

15. *E. Hertzsprung:* Photographic observations of RR Lyrae from plates taken at Potsdam 1910—1913. B A N **1.** 139. Obs. **45.** 209. 1922. Intrafokale Aufnahmen mit dem Zeiß-Triplet a = 15 cm, 1 : 10. Insgesamt 1088 Expositionen. Periode der kurzperiodischen Schwankung $40^d.6$. Veränderlichkeit der Lichtkurve.

16. *W. J. Luyten:* Observations of variable stars. Leiden Ann **13.** 2. p. 44. 1922. 231 visuelle Stufenschätzungen. Sehr unsichere Beobachtungen.

17. *K. Schütte:* Photographisch—photometrische Beobachtungen von Veränderlichen. A N **218.** 161. 1923. 34 Aufnahmen. Neue Elemente :

$$\text{Max} = 2414856.444 + 0^d.56683449 \cdot E + 0^d.0448 \sin [0^\circ.0225 (E + 5500)] + \\ + 0^d.0055 \sin [0^\circ.111 (E—1700)].$$

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

18. *G. Zacharov:* Der Veränderliche RR Lyrae, seine Periode, Helligkeitskurve und das Tikhoff-Nordmannsche Phänomen. A N **225.** 131. 1925. 220 visuelle Schätzungen.

19. *B. Fessenkoff:* Sur la courbe d'éclat de RR Lyrae. A N **222.** 121. 1924. 88 Messungen mit dem Zöllnerphotometer.

20. *Leiner* Weltall **25.** 41. 737 visuelle Schätzungen, mitgeteilt von Prager in [24].

21. *J. Hellerich:* Über den Lichtwechsel von RR Lyrae. A N **227.** 133. 1926. 167 visuelle Stufenschätzungen. Darstellung aller Epochen unter der Annahme, daß nur eine einmalige, sprunghafte Änderung der Periode in der Umgebung der Epoche E = 7000 stattgefunden hat :

$$\text{Max.} = 2414856.480 + 0^d.56682069 \cdot E \qquad E < 7000$$
$$\text{Max.} = 2414856.268 + 0^d.56685169 \cdot E \qquad E > 7000$$

22. *P. Gerasimovic:* La courbe photographique de RR Lyrae. Ann. sc. des inst. math. de l'Ukraine. 1926. 145. 169 Beobachtungen. Ist mir nicht zugänglich.

23. *J. Haas:* Photometrische Beobachtungen von V Arietis und RR Lyrae. A N **226.** 313. 1926. 210 Messungen mit dem Zöllnerphotometer.

24. *R. Prager:* Der Veränderliche RR Lyrae. Babelsberg Ver. V. Heft 4. 1926. 160 Aufnahmen mit einer kurzbrennweitigen Kamera, zum Teil gleichzeitig mit den visuellen Messungen von Haas. Gleichzeitigkeit des photographischen und visuellen Maximums. Neue Elemente :

$$\text{Mittelgröße} = 2414856.4083 + 0^d.56683735 \cdot E - 0^d.0693 \cdot \sin [0^\circ.0155\,(E-1200)] + 0^d.0086 \sin [0^\circ.0554\,(E-325)]$$

Eingehende Untersuchung der kurzperiodischen Schwankung und der Veränderlichkeit der Lichtkurve.

25. *Van der Bilt:* Observations d'étoiles variables faites à l'Observatoire d'Utrecht. J O. **9.** 158. 1926. 259 visuelle Stufenschätzungen.

26. *A. Tass.* Budapest Publ. **2.** 216. 1926. 4 Beobachtungen.

27. *G. Zacharov.* Publ. Tachkent. No. 2. 1927. 770 Beobachtungen. Ist hier nicht zugänglich.

28. *R. F. Sanford. a)* On the period and radial velocity of the cluster-type variable RR Lyrae. Ap J. **67.** 319. Mt. Wilson Contr. 351. 1928. 29 Mt. Wilson Spektrogramme.

b) Note on the radial velocity of the cluster-type variable RR Lyrae. Ap J. **69.** 240. 1929.

c) Radial velocities of RR Lyrae in 1928, 1929 and 1930. Ap J. **81.** 149. Mt. Wilson Contr. 510. 1935. 20 Spektrogramme.

29. *W. Collmann:* Beobachtungen von Veränderlichen. A N **238.** 389. 1930. 72 Beobachtungen.

30. *A. de Sitter:* Photographic photometry of RR Lyrae on plates taken by J. Schilt, H. van Gent and the writer. B A N **6.** 215. 1932. Insgesamt 2484 Aufnahmen. Periode der kurzen Schwankung $38^d.21 = 67^p.412$,

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

mit der Amplitude $0^d.020$. Bildliche Darstellung der langsamen Periodenänderung.

31. *B. W. Kukarkin:* Untersuchungen über die RR Lyrae-Sterne XXXV. RR Lyrae. Veränderliche Sterne Gorki Bd. IV. 269. 1933. Mit Hilfe eines Prismenglases von Zeiß ausgeführte Schätzungen in den Jahren 1927—1932. Anzahl der Beobachtungen: 1054. Mittlere Lichtkurve: $A = 0^m.51$ ($7^m.27$—7.78), M—$m = 0^p.22 = 0^d.125$. Zusammenstellung aller verfügbaren Zeitpunkte der Mittelgrößen. Bildliche Darstellung der langsamen Periodenänderung.

32. *L. V. Robinson:* The light curves of cepheid variables. Harvard Ann. **90.** p. 49; 61; 72. 1933. Schätzungen an mehr als 3000 Harvard-Platten. Bildliche Darstellung der Lichtkurvenänderungen und der langsamen Periodenänderung.

33. *T. E. Sterne:* The errors of period of variable stars. III. The irregularities of period of the cluster-type variable star, RR Lyrae. Harvard Circ. 387. p. 5. Beste Approximation zu einer konstanten Periode: $P = 0^d.56684186$. Hinweis darauf, daß die von de Sitter für die kurze Schwankung gefundene Periode von $38^d.21$ durch eine Selektion der Beobachtungsdaten bedingt ist. In Wirklichkeit ist die Periode nicht exakt und veränderlich.

34. *H. Kox:* Photographische und photovisuelle Beobachtungen von δ Cephei-Sternen. A N **256.** 21. 1935. Grenzen des photographischen Lichtwechsels: $7^m.32$—$8^m.31$, diejenigen des photovisuellen Lichtwechsels $7^m.21$—$7^m.90$.

35. *J. Hellerich:* Photographische Beobachtungen von δ Cephei-Veränderlichen. A N **256.** 221. 1935. 72 Aufnahmen mit einem Rüo-Kino-Objektiv $f = 10$ cm, 1 : 4.5, ausgewertet am Rosenbergschen Mikrophotometer.

36. *C. Krebs:* Beobachtungen von Veränderlichen. A N **261.** 109. 1936. 48 Stufenschätzungen.

37. *Nijland:* Observed Maxima of Cepheids. B A N **7.** 248. 1936. 11 Maxima für RR Lyrae: 242 3673.674, 3922.516:, 4228.584:, 4448.542, 4618.589, 4834.570, 4979.699, 5322.626, 5373.625:, 5503.415:, 5541.421. Große Abweichungen gegen gleichzeitige andere Beobachtungen.

38. *N. Florja:* RR Lyrae. Veränderliche Sterne Gorki V. 55. 1936. 679 Beobachtungen 1929—1933. Skizze der langsamen Periodenänderung.

39. *J. W. Evans:* Some photoelectric observations of RR Lyrae. Harv. Bull. 905. p. 28. 1937. Photoelektrische Beobachtungen am 60 cm Reflektor der Oak Ridge Station der Harvard-Sternwarte.

40. *E. Rybka* and *J. Morgentaler:* Photographic photometry of RR Lyrae. Contr. Astr. Obs. of Lwów Univ. Nr. 6. p. 1. 1937. 185 Aufnahmen 8. 5.—20. 10. 1936. ausgewertet am Schilt-Photometer.

41. *A. H. Joy:* Radial velocity of 67 variable stars of the RR Lyrae-type. Publ. A S P **50.** 302. 1938. Mittlere RG = —69 km/sec.

42. *J. Hellerich:* Photometrische Elemente einiger δ Cephei Veränderlichen. A N **264.** 249. 1938.

43. *T. E. Sterne:* The higher modes of RR Lyrae. Publ. A A S. **9.** 57. 1938. Den Betrachtungen liegt die de Sittersche fehlerhafte sekundäre

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System

CoKon0017

Periode $38^{d}.2$ zugrunde. So sind die einander widersprechenden Resultate erklärbar.

Weitere kurze Mitteilungen: 44. *Parenago:* «Veränderliche Sterne» Gorki. No. 25—26. 31 Beobachtungen. 45. *Hacar* B Z **14.** 2.: 1 Mittelgröße. 46. *Kanamori:* Kyoto Bull. 247. 21 Beobachtungen. 47. *Okunev* Russ. A J **9.** 211. Harmonische Analyse der Radialgeschwindigkeitskurve. 48. *Van Maanen* P A S P **32.** 335; Mt. Wilson Contr. 204. Parallaxe. 49. *Fuß* A N No. 5213; 5260. E B und Parallaxe. 50. *Wilson* A J No. 821. E B und Parallaxe. 51. *Bok* und *Boyden.* Harv. Bull. 893. p. 4. 1933. E B: $\mu_\alpha \cos\delta = -0^{s}.117$, $\mu_\delta = -0''.190$.

Siehe noch die zusammenfassende Darstellung von *J. Hellerich* in G. u. L. II. S. 224—6. 1936.

Budapest—Svábhegy, 30. Dezember 1942.

Kiadja a Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet.
Stephaneum nyomda Budapest. Felelős: ifj. Kohl Ferenc.

John G. Wolbach Library, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics • Provided by the NASA Astrophysics Data System