

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PERIODEN- UND LICHTKURVENÄNDERUNGEN VON KURZPERIODISCHEN δ CEPHEI-STERNE. VIII. SW ANDROMEDAE

Aus 915 photographischen und 864 photoelektrischen Beobachtungen konnte eine sekundäre Periode gefunden werden, die sich hauptsächlich im periodischen Auftreten und Verschwinden eines Buckels im aufsteigenden Aste der Lichtkurve äussert. Die Analyse früherer Beobachtungsreihen zeigte, dass diese Erscheinung in fast allen Reihen aufzufinden ist, jedoch wurde sie bis jetzt von keinem Beobachter bemerkt. Aus dem gesamten Beobachtungsmaterial ergibt sich für die sekundäre Periode 36^d83 , das $83,28$ fache der Hauptperiode. Die Hauptperiode nimmt gegenwärtig ab. Die maximale Helligkeit ist gegenwärtig nur geringfügigen Änderungen unterworfen, während sie zur Zeit der Beobachtungen von *Shapley* im Laufe der sekundären Periode beträchtliche Schwankungen aufwies.

Der RR Lyrae-Veränderliche SW Andromedae verdient eine besondere Beachtung. Während die meisten RR Lyrae-Sterne in jeder Phase ihre Lichtänderungen pekuliäre Spektren besitzen, indem die Wasserstoff-Linien für den aus den Metallinien bestimmten Spektraltyp zu schwach sind, zeigt SW And nach *Münch* und *Terrazas* [37] ein normales Riesenspektrum vom Typ F6, mit H-Linien normaler Intensität. Ein anderer RR Lyrae-Stern von der gleichen Eigenschaft ist AR Per. Beide Sterne haben nahe die gleichen Perioden von 0^d44 bzw. 0^d43 . Diese Perioden kommen unter den RR Lyrae-Veränderlichen in den Kugelhaufen nicht vor und die isolierten RR Lyrae-Sterne mit diesen Perioden zeigen eine grosse Konzentration gegen die Milchstrasse. Somit hält *Kukarkin* [39] beide Sterne für Repräsentanten der Population I.

Mehrere Beobachter fanden ausgeprägte Änderungen in der Lichtkurve und in der Periode von SW And. Die Veränderlichkeit der Periode wurde definitiv von *Zessewitsch* [28] bewiesen, nachdem der erhebliche Fehler, der in den ersten Periodenbestimmungen noch enthalten war, Anlass zu unrichtigen Vermutungen über starke Veränderlichkeit der Periode gegeben hat. *Shapley* [8] hat starke Veränderlichkeit der Lichtkurve in der Nähe des Maximums gefunden und *Zacharov* [10] behauptete eine Oszillation des aufsteigenden Astes um seine mittlere Lage mit einer Periode von 32—33 Tagen.

Der zweite von uns hat schon in den Jahren 1931—33 550 visuelle photometrische Messungen vom Stern erhalten, die in den AN veröffentlicht wurden [25]. Am 16 cm Astrographen der Budapester Sternwarte wurden später, u. zw. in den Jahren 1936—7, 1941, 1945, 1949 und 1951—2 insgesamt 915 Aufnahmen erhalten. Nachdem in 1950 das neue photoelektrische Photometer in Betrieb gesetzt wurde, konnte der Stern auch photoelektrisch beobachtet werden. Im Jahre 1953 wurde vom Stern eine grössere Serie von photoelektrischen Beobachtungen erhalten.

Die photographischen Beobachtungen. Benutzt wurden Eastman 40 Platten. Die Expositionszeit betrug 2 oder 3 Minuten. Die fokalen Aufnahmen wurden am Rosenbergschen Elektromikrophotometer der Sternwarte ausgemessen. Die Vergleichsterne sind in Tab. 1, die für den Veränderlichen erhaltenen Grössenangaben in Tab. 19 zusammengestellt. 25 Aufnahmen mussten verworfen werden. Die Grössenangaben beruhen auf drei Polübertragungen.

Tabelle 1. Vergleichsterne

Stern	Photogr. Grösse
BD + 28 ^o 55	8 ^m 30
28.58	9.04
29.53	9.92
28.53	10.17
28.59	10.32

Schon der erste photographisch beobachtete aufsteigende Ast brachte eine Überraschung. Der aufsteigende Ast bestand aus zwei Teilen, die durch einen kurzen, aber gut ausgeprägten Stillstand von etwa 7 Minuten Dauer getrennt waren. Die Helligkeitszunahme war vor dem Stillstand wesentlich steiler als nachher (Abb. 1 links). Andersmal war der aufsteigende Ast glatt (Abb. 1 rechts).

Aus verschiedenen Gründen konnte eine längere Beobachtungsreihe vom Stern erst im Jahre 1952 erhalten werden. Unter den in diesem Jahre beobachteten 7 aufsteigenden Ästen zeigen 6 den Stillstand. Die Dauer des Stillstandes war nicht immer die gleiche und er trat diesmal bei einer geringeren Helligkeit auf, als im Jahre 1936 (s. Tab. 2).

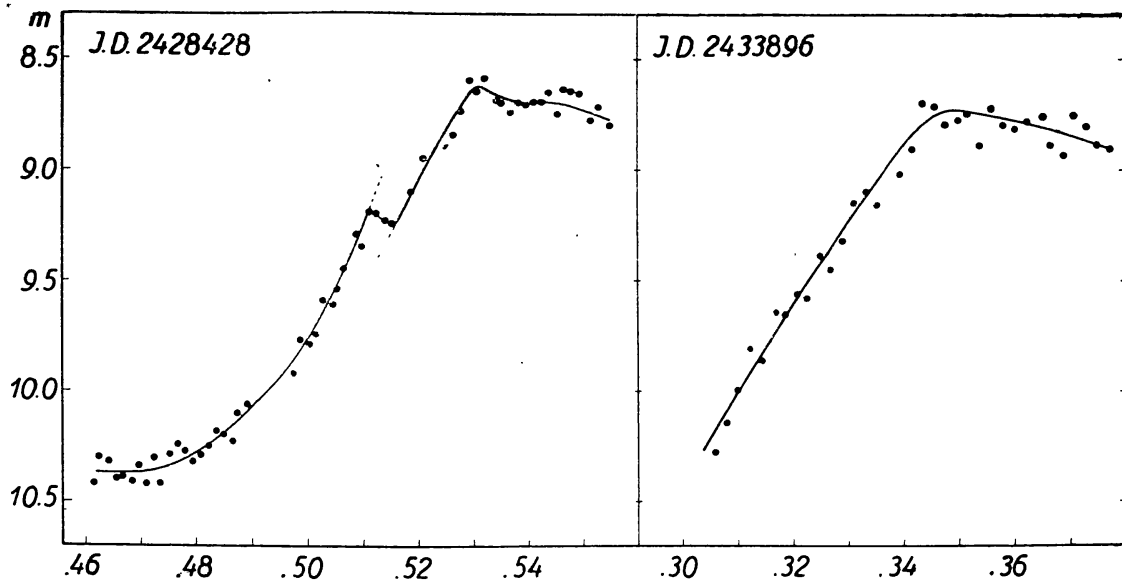


Abb. 1. Zwei Maxima von SW And, das erste mit Stillstand im aufsteigenden Aste das zweite mit glattem Aufstieg (nach Budapester photographischen Beobachtungen)

Tabelle 2. Dauer und Helligkeitsgrösse des Stillstandes im aufsteigenden Aste von SW And (photographische Beobachtungen)

J. D.		Δt	m
242	8428	0 ^d .0056	9.21—9.24
243	4243	.0085	9.36
	4251	.0060	9.36
	4254	.0050	9.37
	4277	.0060	9.38—9.33
	4281	.0092	9.38—9.29
	4289	.0076	9.36

Neben dem zeitweiligen Auftreten des Buckels zeigte der aufsteigende Ast eine Oszillation um seine mittlere Lage. Tab. 3 enthält die diesbezüglichen Resultate aus unseren photographischen Beobachtungen. Die erste Spalte gibt das Julianische Datum der Beobachtung, die zweite und dritte die Epoche bzw. den Zeitpunkt des Maximums, berechnet nach den in [25] abgeleiteten Elementen:

$$\text{Hel. Max.} = \text{J. D. } 2418132.7995 + 0^{\text{d}}.442276477 \cdot E \quad (1)$$

Die vierte Spalte enthält die beobachteten Zeitpunkte des Maximums; in den folgenden Spalten sind unter $B - R$ (1) die Abweichungen der beobachteten Zeitpunkte gegenüber den Elementen (1) für das Maximum und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes angeführt, während die beiden letzten Spalten die Helligkeit des Maximums und des vorangehenden Minimums angeben.

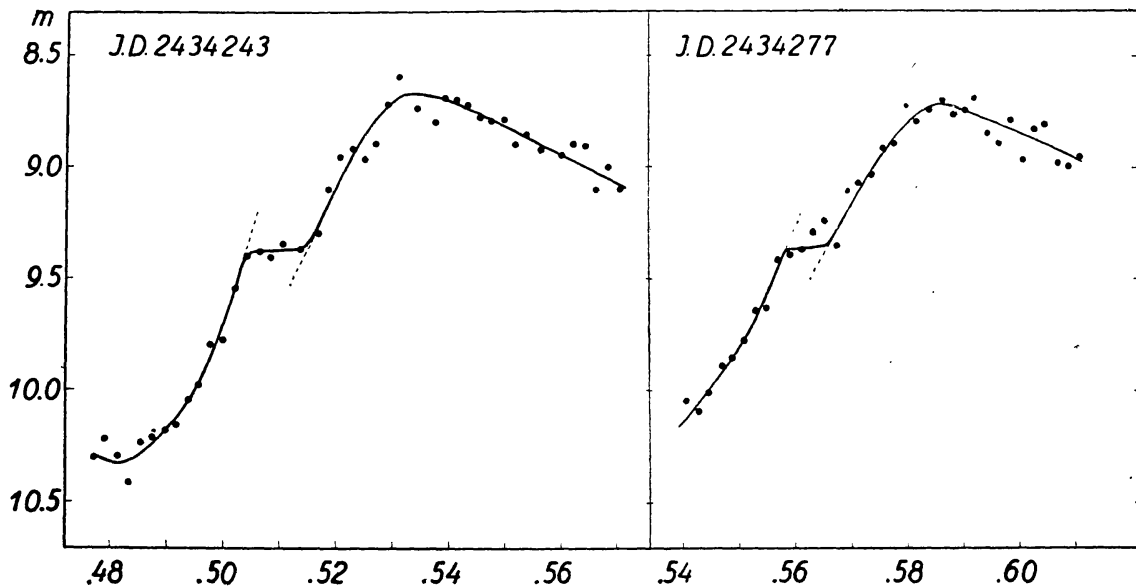


Abb. 2. Zwei Maxima von SW And aus dem Jahre 1952 mit Stillstand im aufsteigenden Aste (nach Budapester photographischen Beobachtungen)

Table 3. ($B-R$)-Werte für die photographisch beobachteten Maxima und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes gegenüber den Elementen (1)

J. D.	E	R(1)	t_{\odot}^{\max}	B-R(1)							m^{\max}	m^{\min}	
				Max.	m = 8.8	m = 9.0	m = 9.3	m = 9.4	m = 9.8	m = 10.1			
242.....	+												
8428	23279	.5536	.5323	-.0213	-.0274	-.0325	-.0440	-.0457	-.0546	-.0648	8.63	10.37	
8784	24084	.5862	.5703	-.0159	-.0203	-.0294	-.0376	-.0405	-.0533	-.0596	8.73	10.36	
8785	24086	.4707	.4472	-.0235	-.0277	-.0316	-.0372	-.0375	—	—	8.74	—	
243.....													
0256	27412	.4823	.4565	-.0258	-.0300	-.0384	—	—	—	—	8.77	—	
3307	34310	.3054	.2462:	-.0592:	-.0644	-.0746	—	—	—	—	8.75:	—	
3872	35588	.5347	.4668	-.0679	-.0730	-.0817	-.0884	-.0906	—	—	8.74	—	
3896	35642	.4177	.3485	-.0692	-.0747	-.0807	-.0893	-.0919	-.1034	-.1097	8.73	—	
4243	36427	.6047	.5334	-.0713	-.0783	-.0831	-.0897	-.1005	-.1064	-.1122	8.68	10.32	
4251	36445	.5657	.4998	-.0659	-.0706	-.0794	-.0877	-.0963	-.1076	-.1174	8.75	10.38	
4254	36452	.6616	.5894	-.0722	-.0809	-.0886	-.0966	-.1033	-.1098	-.1196	8.74	10.32	
4270	36488	.5836	.5120	-.0716	-.0764	-.0817	-.0956	-.1016	-.1115	-.1190	8.74	10.32	
4277	36504	.6600	.5868	-.0732	-.0790	-.0857	-.0938	-.1012	-.1097	-.1190	8.73	—	
4281	36513	.6405	.5709:	-.0696:	-.0735	-.0813	-.0905	-.0992	-.1086	-.1201	8.77:	10.28	
4289	36531	.6015	.5345:	-.0670:	-.0700:	-.0805:	-.0935:	-.1035:	-.1098	-.1189	8.76:	10.30	

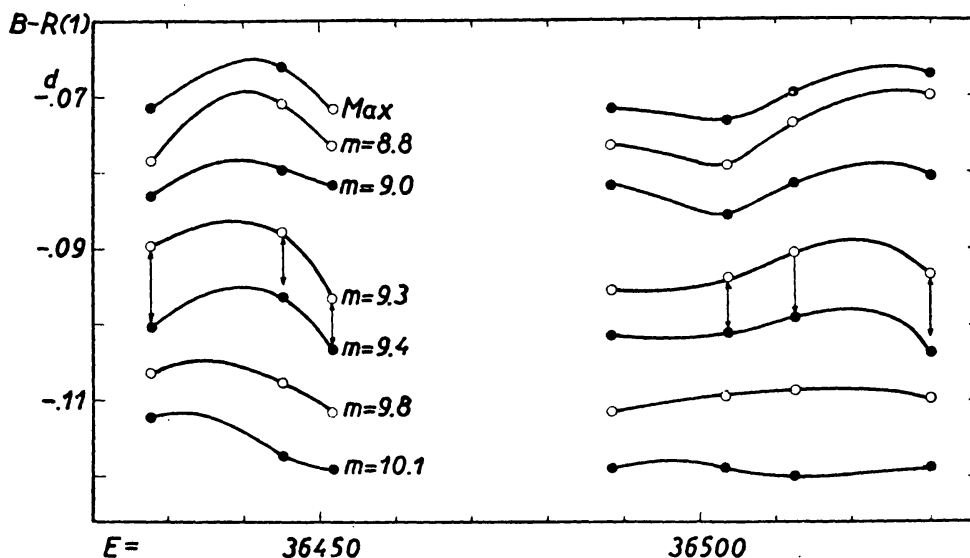


Abb. 3

Werte von $B-R(1)$ aus Tab. 3 für das Maximum (oben) und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes. Die Pfeile geben die Lage des Stillstandes im aufsteigenden Aste an

Die $B-R(1)$ aus dem Jahre 1952 sind auch in Abb. 3 eingezeichnet. Sie zeigen nahe gleichlaufende Oszillationen, deren Amplituden aber in der Nähe des Maximums grösser sind, als im unteren Teile des aufsteigenden Astes. Somit ist mit dieser Oszillation eine Änderung der Steilheit des aufsteigenden Astes verbunden. Dies zeigt Tab. 4, wo für verschiedene Epochen der Zeitunterschied angegeben ist, den der Stern braucht, um von der Helligkeit $10^{\text{m}}1$ zu $8^{\text{m}}8$ anzuwachsen.

Tabelle 4. Änderung der Steilheit des aufsteigenden Astes (photographische Beobachtungen)

E	$t^{8.8} - t^{10.1}$	E	$t^{8.8} - t^{10.1}$
23279	0 ^d 0374	36452	0 ^d 0387
24084	0.0393	36488	0.0426
35642	0.0350	36504	0.0400
36427	0.0339	36513	0.0466
36445	0.0468	36531	0.0489:

Die verschiedenen $B-R(1)$ und die $t^{8.8} - t^{10.1}$ nehmen ihre Extremwerte im Jahre 1952 in einem Zeitintervall von etwa 83 Epochen an. Dem zweiten Maximum geht ein sekundäres Maximum um etwa 30 Epochen voran. Die Höhe des Maximums ändert sich augenscheinlich in demselben Zyklus, diese Änderungen sind aber geringfügig und die Beobachtungen sind zu spärlich, um diese Eigentümlichkeiten der Lichtkurvenänderungen näher verfolgen zu können.

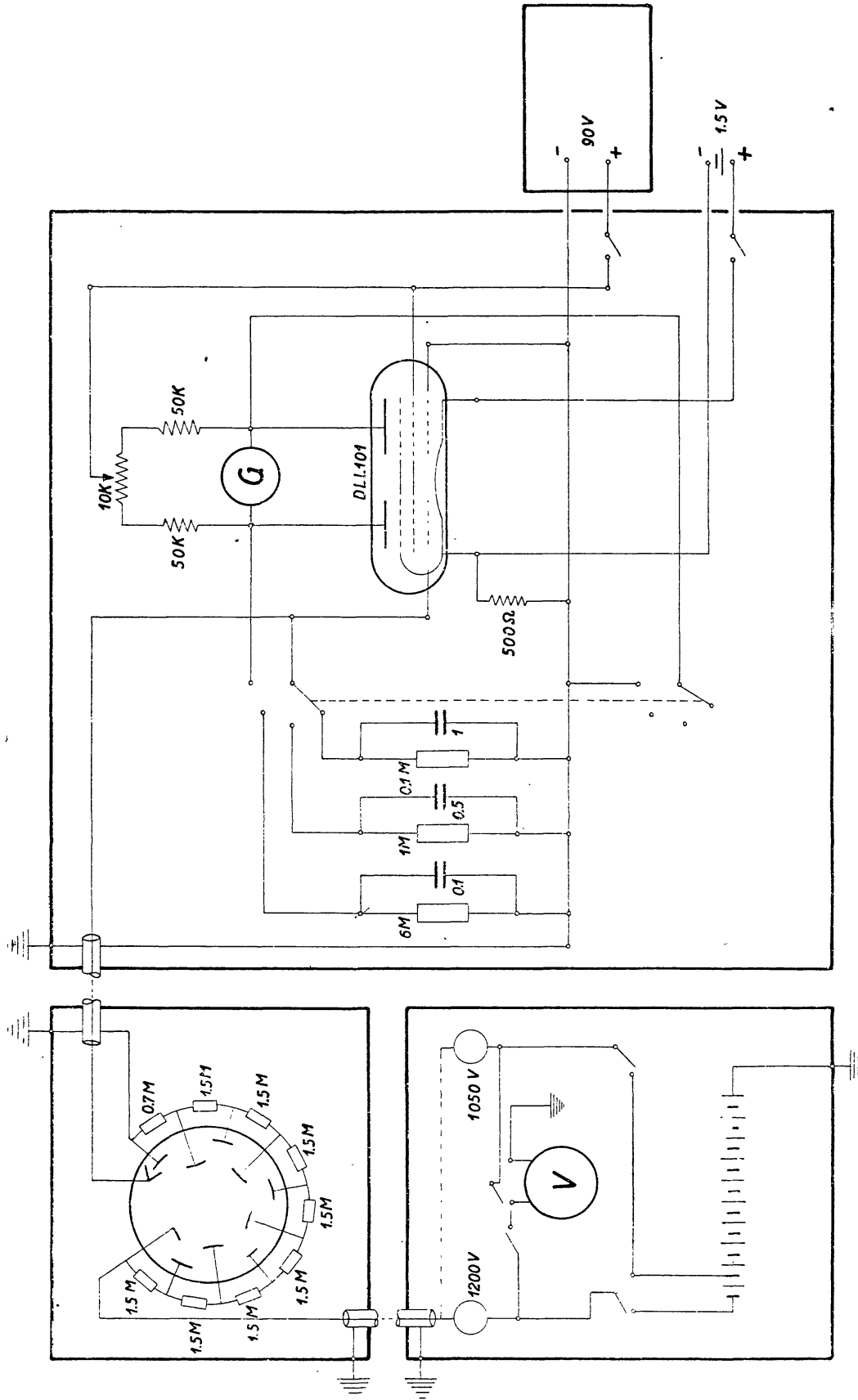


Abb. 4. Prinzipschaltbild des photoelektrischen Photometers

Die photoelektrischen Beobachtungen. In unserem photoelektrischen Photometer wird ein RCA Sekundärelektronenvervielfacher, Type 931 A verwendet, der freundlicherweise von Herrn Dr. *Shapley* uns als Geschenk zur Verfügung gestellt wurde. Er arbeitet im allgemeinen unter einer Betriebsspannung von 1050 Volt. Als Spannungsquelle dient ein Satz von Trockenbatterien, deren Spannung nötigenfalls an einem Voltmeter (*V* in Abb. 5) kontrolliert werden kann. Der Anodstrom des Vervielfachers wird zu einem Gleichstromverstärker geleitet, der mit drei Verstärkungsfaktoren: 10, 100 und 600 arbeitet. Die Heizspannung beträgt 1.5 Volt, die Anodenspannung 90 Volt. Der Ausgangsstrom wird durch ein Galvanometer gemessen, dessen Empfindlichkeit 10^{-7} A/mm beträgt.

Bei den Messungen werden der Gitterstrom des Verstärkerrohres (Tungsram Zwillingspentode DLL 101), der Dunkelstrom des Vervielfachers und auch der durch das Licht des Himmelshintergrundes erzeugte Photostrom kompensiert. Die Dauer einer Sternhelligkeitsmessung einschliesslich Einstellung des Sternes, Kompensation des Himmelshintergrundes und viermaliger Messung der Sternhelligkeit beträgt 2–3 Minuten. Die Mess-

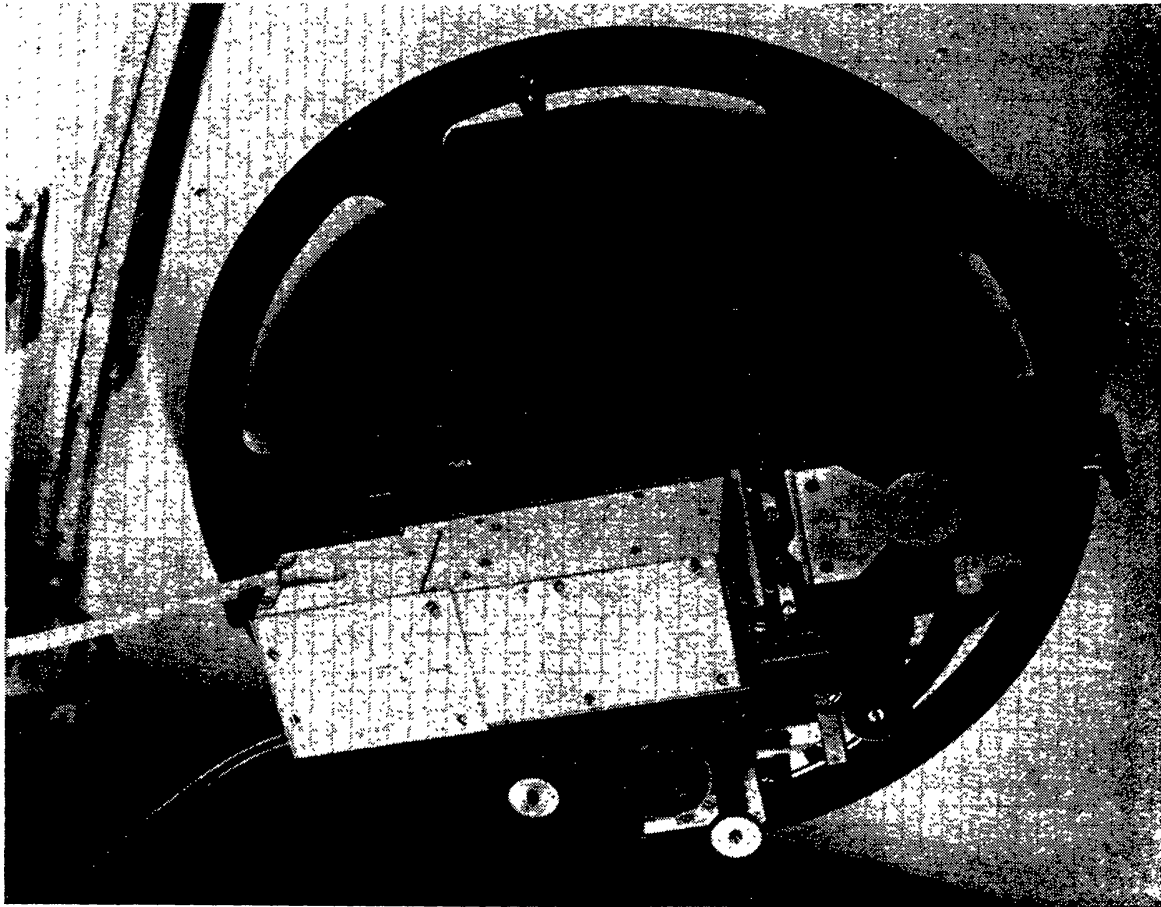


Abb. 5

Der Photometeransatz am Newton-Fokus des 60 cm Heyde-Zeisschen Spiegelteleskops

genauigkeit dürfte unter optimalen atmosphärischen Bedingungen ± 0.007 erreichen. Leider ist hier die Anzahl der photometrisch einwandfreien Nächten äusserst gering, so dass man sich meistens mit einer geringeren Genauigkeit begnügen muss. Die Grenzgrösse für brauchbare photoelektrische Messungen liegt am 60 cm Spiegelteleskop bei etwa 11^m .*

Das Gehäuse für den Vervielfacher besitzt im Brennpunkt des Fernrohrspiegels ein Diaphragma von 2 mm Durchmesser ($f = 360$ cm), in dessen Mitte das zu messende Sternbild gebracht wird. Die Zentrierung des Sternes geschieht durch das 30 cm Leitrohr des Reflektors. In dem Strahlengang können verschiedene Filter eingeschoben werden. Die isophote Wellenlänge der Kombination Vervielfacher + Spiegel ist $\lambda 4800$. Die Linearität der Messanordnung kann zwischen den Grenzen $\pm 1^m$ als garantiert angesehen werden. Der Röhrensockel des Vervielfachers ist zum Schutz vor Feuchtigkeit mit Paraffin vergossen.

Die Verstärkeranordnung wurde von Herrn Dr. P. Faragó entworfen und von Herrn Tary hergestellt. Die übrigen Zusatzeinrichtungen wurden in unseren mechanischen Werkstätten von Mechanikermeister Elter fertiggestellt, der auch weiterhin für das störungsfreie Funktionieren des Apparates sorgte.

Die photoelektrischen Beobachtungen von SW And wurden im Jahre 1950 begonnen. Als Vergleichstern wurde BD + 28°58 gewählt. Der in diesem Jahre am J. D. 2433504 beobachtete einzige aufsteigende Ast zeigte einen ausgeprägten Stillstand vor dem Maximum. Erst im Jahre 1953 haben wir vom Stern eine längere Beobachtungsreihe erhalten. Das Maximum wurde 11mal, der aufsteigende Ast 16mal durchbeobachtet. Die photoelektrischen Beobachtungen — 864 in Anzahl — sind in Tab. 20 enthalten.

Der Stillstand tritt bei etwa der Hälfte der beobachteten aufsteigenden Äste in Intervallen von etwa 80 Epochen auf, und zwar immer nahe bei derselben Helligkeit, aber mit verschiedener Länge (Tab. 5).

Tabelle 5. Dauer und Helligkeitsgrösse des Stillstandes im aufsteigenden Aste (photoelektrische Beobachtungen)

J. D.	Δt	m
243 3504	0 ^d 0053	0.45
4576	.0094	0.48—0.40
4580	.0084	0.48—0.47
4591	.0050	0.46—0.42
4619	.0088	0.47—0.44
4649	.0049	0.46—0.44
4652	.0078	0.43—0.45
4653	.0080	0.50—0.46
4660	.0047	0.49—0.46
4661	.0040:	0.48—0.37

* Bemerkung bei der Korrektur: Neulich erhielten wir einen RCA 1 P 21 Vervielfacher, der einen 50mal geringeren Dunkelstrom zeigt, als der bis jetzt benutzte Typ. Damit sind bei erhöhter Genauigkeit Sterne bis zu 13^m gut messbar.

Tabelle 6
Werte von $B-R(1)$ für die photoelektrisch beobachteten Maxima und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes

J. D.	E	$R(1)$	t^{\max}	$B-R(1)$							m^{\max}	m^{\min}	
				Max.	$m = +0.2$	$m = +0.4$	$m = +0.5$	$m = +0.6$	$m = +0.8$	$m = +1.0$			
2433 ...	+												
504	34756	.5607	.4980	-.0627	-.0780	-.0842	-.0924	-.0943	-.1006	-.1086:	-.002	—	
2434.....													
576	37180	.6389	.5660:	-.0729:	-.0889:	-.0959	-.1071	-.1091	-.1139	-.1221	+.030:	+1.198	
577	37182	.5235	—	—	—	—	—	—	—	—	+.050	—	
580	37189	.6194	.5430	-.0764	-.0887	-.0965	-.1072	-.1099	-.1136	-.1245	+.027	+1.215:	
591	37214	.6763	—	—	-.0909	-.0986	-.1066	-.1099	-.1146	-.1238	—	—	
600	37234	.5218	.4470	-.0748	-.0893	-.0983	—	—	—	—	+.045	—	
610	37257	.6942	—	—	-.0917	-.1019	-.1063	-.1090	-.1064	-.1250	—	+1.196	
619	37277	.5397	.4640	-.0757	-.0890	-.0973	-.1081	-.1100	-.1154	-.1224	+.045	—	
627	37295	.5007	.4230	-.0777	-.0903	-.1012	-.1043	-.1082	-.1165	—	+.035:	—	
630	37302	.5966	.5184:	-.0782:	-.0882	-.0966	—	—	—	—	—	—	
649	37345	.6145	.5344	-.0801	-.0902	-.0997	-.1078	-.1105	-.1165	-.1247	+.023	—	
652	37352	.7105	.6350	-.0755	-.0887	-.0979	-.1081	-.1110	-.1163	-.1225	+.046	—	
653	37354	.5950	.5195	-.0755	-.0905	-.0980	-.1082	-.1109	-.1158	-.1250	+.035	+1.200	
658	37365	.4601	—	—	-.0930:	-.1008:	-.1039:	-.1085:	—	—	—	—	
660	37370	.6714	—	—	-.0905	-.1000	-.1074	-.1100	-.1170	-.1246	—	+1.200	
661	37372	.5560	.4771	-.0789	-.0904	-.1016	-.1076	-.1100	-.1175	-.1257	+.053	+1.204	
668	37388	.6324	—	—	—	-.1080:	-.1097	-.1118	-.1160	-.1242	—	+1.209	
677	37408	.4780	.4036	-.0754	-.0901	-.1001	-.1056	-.1101	-.1163	-.1258	+.055	—	

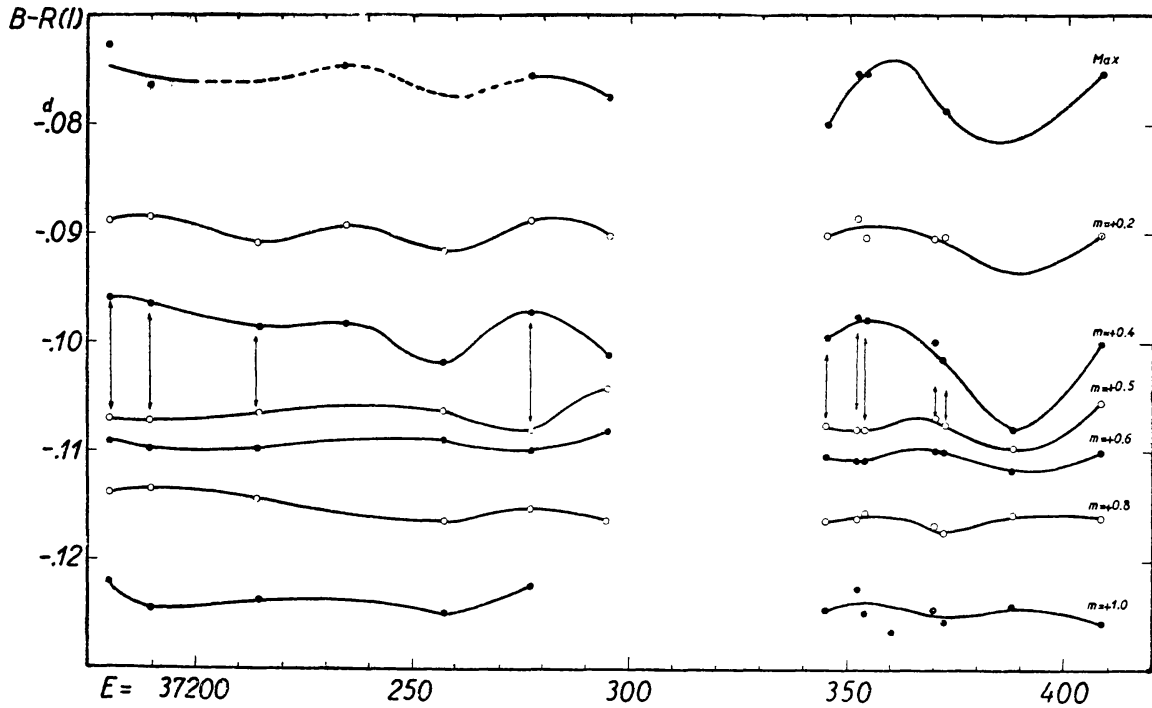


Abb. 6

Werte von $B-R(I)$ aus Tab. 6 für das Maximum (oben) und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes nach den Budapester photoelektrischen Beobachtungen. Die Pfeile geben die Lage des Stillstandes im aufsteigenden Aste an

Die Oszillation des aufsteigenden Astes hat jetzt eine geringere Amplitude, als im vorangehenden Jahre (s. Tab. 6 und Abb. 6) und ist für den Teil unter $+0^{\circ}50$ kaum bemerkbar. Im wesentlichen bestehen die Lichtkurvenänderungen in dem wechselseitigen Auftreten und Verschwinden des Buckels im aufsteigenden Aste (s. Abb. 7).

Zwischen unseren photographischen und photoelektrischen Helligkeitsgrößen besteht die lineare Relation:

$$m_{\text{phe}} = 0.7367 m_{\text{phg}} - 6.399 \quad (2)$$

oder umgekehrt:

$$m_{\text{phg}} = 1.357 m_{\text{phe}} + 8.686 \quad (3)$$

Tabelle 7. Änderung der Steilheit des aufsteigendes Astes (photoelektrische Beobachtungen)

E	$f^{0.084} - f^{1.042}$	E	$f^{0.084} - f^{1.042}$
37180	0.0436	37352	0.0445
37189	0.0442	37354	0.0454
37257	0.0422	37370	0.0453
37277	0.0447	37372	0.0450
37345	0.0420	37408	0.0472

Somit entsprechen den photographischen Grössen 10^m1 und 8^m8 die photoelektrischen Grössen 1^m042 bzw. 0^m084 . Für die photoelektrischen Beobachtungen müssen wir somit die Zeitunterschiede $t^{0.084} - t^{1.042}$ bilden, um die Steilheit des aufsteigenden Astes entsprechend Tab. 4 angeben zu können. Diese sind für die photoelektrischen Beobachtungen in Tab. 7 angeführt. Wir bekommen ein Maximum für $t^{0.084} - t^{1.042}$ und ebenso für $t^{\max} - R(1)$ für die Epoche 37361. Kombinieren wir dies mit dem entsprechenden Maximum aus dem vorangehenden Jahre: $E = 36442$, so bekommen wir für die Periode der Oszillation des aufsteigenden Astes 83.5 Epochen, d. h. 37 Tage. Dies ist augenscheinlich auch die Periode für das Auftreten des Stillstandes im aufsteigenden Aste. Wie aber Abb. 3 und 6 zeigen, verlaufen die einzelnen Zyklen der 37tägigen Periode nicht vollständig gleich. Es scheint noch eine zweite Periodizität vorhanden zu sein, welche mit der 37tägigen Periode interferiert. Zu einer genaueren Bestimmung dieser Periodizitäten wenden wir uns jetzt zur Analyse der übrigen Beobachtungsreihen.

Die Budapester photometrisch-visuellen Beobachtungen. Bei der geringeren Genauigkeit der visuellen Beobachtungen muss man bei der Beurteilung der Realität eines Buckels im Lichtwechsel sehr vorsichtig sein. Immerhin sind in unserem in AN 252.329 veröffentlichten Beobachtungsmaterial einige aufsteigende Äste enthalten, für welche die Realität des Buckels ausser Zweifel steht. Dies gilt besonders für die Beobachtungen am J. D. 2427001 (s. Abb. 8 rechts).

Table 8. Dauer und Helligkeitsgrösse des Stillstandes im aufsteigenden Aste von SW And (Photometrisch-visuelle Beobachtungen)

J. D.	Δt	m
242 6594	0 ^h 0051	9.58—9.56
6954	0.0064	9.57—9.52
6982	0.0059	9.55—9.50
6994	0.0088	9.66—9.58
7001	0.0097	9.60—9.50

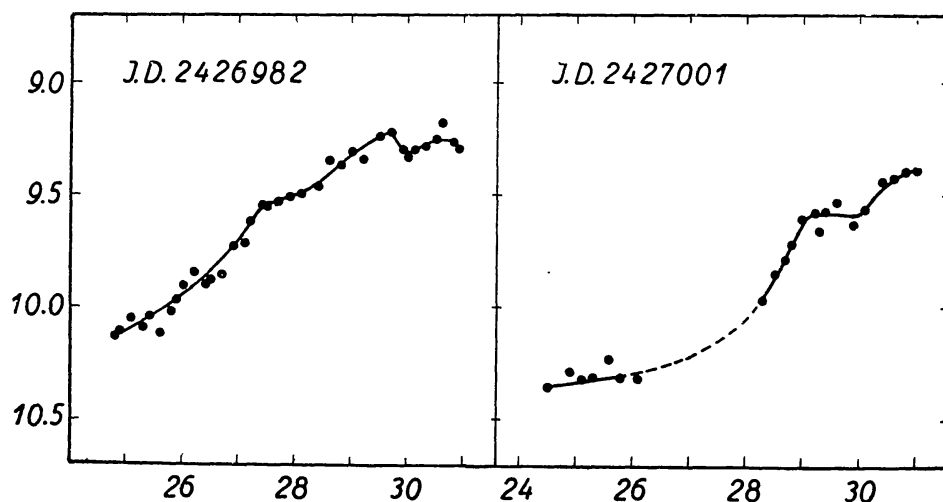


Abb. 8. Der Stillstand im aufsteigenden Aste von SW And am J. D. 2426982 und am J. D. 2427001 nach Budapester photometrisch-visuellen Messungen

Die Oszillation des aufsteigenden Astes ist aus den Beobachtungen vom Jahre 1932 gut ersichtlich (Tab. 9 und Abb. 9). Die zwei gut ausgeprägten Minima der $B - R(1)$ -Kurve für $m = 9.4$ fallen auf die Epochen 19916 und 19998. Die sekundäre Periode von 83 Epochen ist also auch hier klar zu erkennen. Ein Maximum der $B - R(1)$ -Kurven für das Lichtwechselmaximum und für $m = 9.3$ und $m = 9.4$ ergibt sich zu $E = 19957$. Das Auftreten des Buckels im aufsteigenden Aste scheint auch hier auf bestimmte Phasen der sekundären Periode beschränkt zu sein. Das zweite Maximum ist breiter als das erste. Die Beobachtungen in den Jahren 1931 und 1933 waren zu spärlich, um aus diesen weitere Daten für die sekundäre Periode ableiten zu können. So viel kann aber festgestellt werden, dass auch diese Werte von $B - R(1)$ mit der sekundären Periode von 83 Epochen im Einklang stehen.

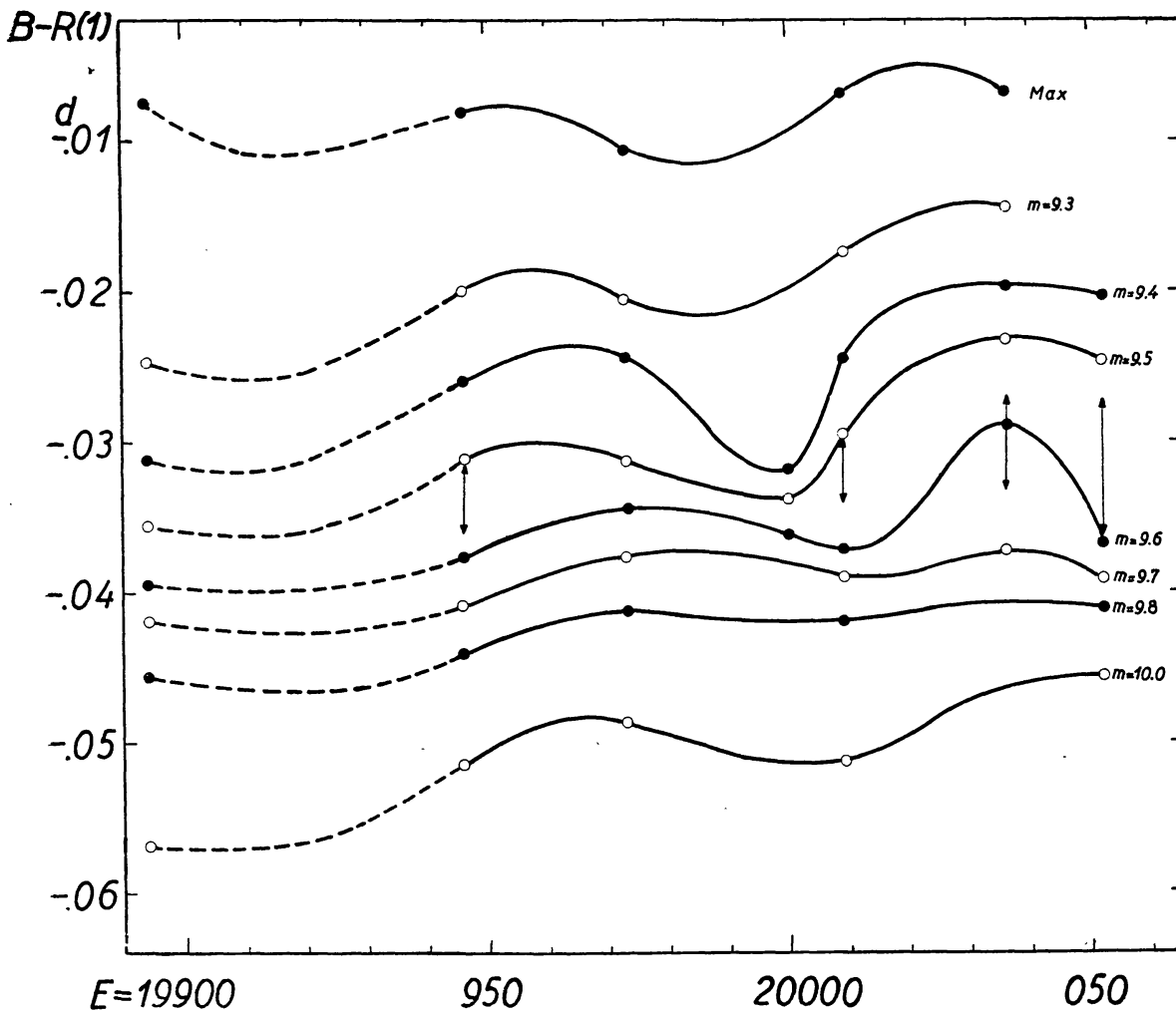


Abb. 9. Werte von $B - R(1)$ aus Tab. 9 für das Maximum und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes nach den Buda pester photometrisch-visuellen Beobachtungen. Die Pfeile geben die Lage des Stillstandes im aufsteigenden Aste an

Tabelle 9. Werte von $B-R(1)$ für die Budapester visuell-photometrisch beobachteten Maxima und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes

J. D.	H	$R(1)$	f^{\max}	$B-R(1)$										m^{\max}			
				Max	$m = 9.3$	$m = 9.4$	$m = 9.5$	$m = 9.6$	$m = 9.7$	$m = 9.8$	$m = 10.0$	$m = 10.2$					
242	+															
6547	19026	.5518	.5573:	+ .0055:	—	— .0078:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.22:
6555	19044	.5127	.5140	+ .0013	— .0164	— .0224	— .0266	— .0297	— .0352	— .0448	— .0529:	— .0529:	— .0529:	— .0529:	— .0529:	— .0529:	9.22
6559	19053	.4932	.4947	+ .0015	— .0189	— .0232	— .0290	— .0366	— .0390	— .0461	— .0573:	— .0573:	— .0573:	— .0573:	— .0573:	— .0573:	9.16:
6594	19132	.4331	.4308	— .0023	— .0211	— .0255	— .0321	— .0383	— .0411	— .0473	— .0531:	— .0531:	— .0531:	— .0531:	— .0531:	— .0531:	9.22
6625	19202	.3924	—	—	— .0251	— .0290	— .0325	— .0354	— .0385	— .0492	— .0625	— .0625	— .0625	— .0625	— .0625	— .0625	—
6637	19229	.3339	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— .0574	—	—
6931	19894	.4477	.4400	— .0077	— .0246	— .0312	— .0356	— .0395	— .0420	— .0457	— .0569	— .0569	— .0569	— .0569	— .0569	— .0569	9.18
6954	19946	.4461	.4380	— .0081	— .0200	— .0260	— .0311	— .0377	— .0409	— .0441	— .0516	— .0516	— .0516	— .0516	— .0516	— .0516	9.25
6973	19973	.3876	.3770	— .0106	— .0206	— .0244	— .0313	— .0345	— .0376	— .0413	— .0486	— .0486	— .0486	— .0486	— .0486	— .0486	9.24
6978	20000	.3290	—	—	—	— .0320:	— .0340	— .0362:	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6982	20009	.3095	.3026	— .0069	— .0175	— .0245	— .0295	— .0372	— .0392	— .0420	— .0513	— .0513	— .0513	— .0513	— .0513	— .0513	9.25
6994	20036	.2510	.2440	— .0070	— .0145	— .0198	— .0233	— .0290	— .0374	—	—	—	—	—	—	—	9.26:
7001	20052	.3274	—	—	—	— .0204	— .0247	— .0368	— .0391	— .0412	— .0456	— .0456	— .0456	— .0456	— .0456	— .0456	—
7342	20823	.3226	.3197	— .0029	— .0084	— .0124	— .0164:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.25
7346	20832	.3031	.2975	— .0056	— .0131	— .0205	— .0229	— .0319	— .0367	— .0401	—	—	—	—	—	—	9.26
7353	20848	.3795	—	—	—	—	— .0258	—	—	—	— .0511:	— .0511:	— .0511:	— .0511:	— .0511:	— .0511:	—

Die Beobachtungen von Zacharov. *Zacharov* hat im Jahre 1927 eine grössere Anzahl von visuellen Schätzungen von SW And erhalten [40], die hauptsächlich auf den aufsteigenden Ast der Lichtkurve konzentriert waren. Die Genauigkeit der Beobachtungen ist nicht gross, die geringe Genauigkeit wird aber durch die grosse Anzahl der beobachteten aufsteigenden Äste (28 innerhalb nicht ganz vier Monate) ausgeglichen. Auf diese Weise konnte *Zacharov* zum erstenmal die Oszillation des aufsteigenden Astes bemerken. In der zitierten Arbeit ist die Oszillation der Mitte des aufsteigenden Astes dargestellt, während in Tab. 10 die Werte von $B - R(1)$ für mehrere Stellen des aufsteigenden Astes angeführt sind. Weiter zeigt Abb. 10 die Oszillation des Zeitpunktes des Maximums und von drei Punkten des aufsteigenden Astes.

Obgleich die ausgleichenden Kurven in Abb. 10 infolge der grossen Streuung der Einzelwerte mit grosser Unsicherheit behaftet sind, ist eine Schwankung mit einer Periode von etwa 80 Epochen klar zu erkennen.

Tabelle 10. Werte von $B-R(1)$ für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes nach den Beobachtungen von *Zacharov*

E	$R(1)$	$B-R(1)$					
		$m = 10.1$	$m = 9.9$	$m = 9.7$	$m = 9.5$	$m = 9.3$	$m = 9.2$
+							
15749	.2117	—	—	—	—	—	—0.0189
15756	.3077	—	—	—	—0.0287	—0.0201	—0.0141
15758	.1922	—0.0185	—0.0166	—0.0147	—0.0135	—0.0110	—0.0093
15765	.2882	—0.0380	—0.0321	—0.0290	—0.0196	—0.0130	—0.0092
15781	.3646	—0.0336	—0.0270	—0.0210	—	—0.0040	+0.0027
15783	.2491	—0.0461	—0.0371 :	—0.0245 :	+0.0125 :	+0.0211 :	—
15792	.2296	—0.0188	—0.0171	—0.0153	—0.0134	—0.0075	—0.0055
15799	.3256	—	—	—0.0152	—0.0090	+0.0025	+0.0067
15801	.2101	—0.0297	—0.0165	—0.0087	—0.0020	+0.0029	+0.0063 :
15808	.3060	—0.0396	—0.0258	—0.0180	—0.0140	—0.0108	—0.0064
15810	.1906	—0.0326	—0.0225	—0.0164	—0.0126	—0.0096	—0.0046
15826	.2670	—	—0.0120	—0.0083	—0.0065	—0.0035	+0.0013
15828	.1516	—0.0206	—0.0187	—0.0168	—0.0153	—0.0138	—0.0126
15842	.3434	—0.0402	—0.0346	—0.0326	—0.0302	—	—
15844	.2280	—	—	—0.0180	—0.0035	—0.0008	+0.0004
15853	.2085	—0.0365	—0.0280	—0.0247	—0.0166	—0.0134	—0.0092
15860	.3044	—0.0376	—0.0345	—0.0319	—0.0116	—0.0054	—0.0007
15862	.1890	—0.0310	—0.0260	—0.0226	—0.0086	—0.0054	—0.0034
15869	.2849	—0.0356	—0.0301	—0.0240	—0.0201	—0.0133	—0.0085
15871	.1695	—	—0.0204	—0.0190	—0.0166	—0.0005	—
15878	.2654	—0.0290	—0.0210	—0.0143	—0.0106	—	—
15880	.1500	—0.0370	—0.0228	—0.0152	—0.0087	—	—
15887	.2459	—0.0363	—0.0249	—0.0187	—0.0128	—0.0048	—0.0002
15889	.1304	—0.0408	—0.0341	—0.0285	—0.0216	—0.0086	—0.0066
15921	.2833	—0.0343	—0.0307	—0.0286	—0.0251	—0.0187	—0.0138
15930	.2638	—	—0.0202	—0.0171	—0.0142	—0.0114	—0.0099
15932	.1483	—0.0383	—0.0301	—0.0242	—0.0194	—0.0139	—0.0098
15939	.2442	—0.0331	—0.0262	—0.0222	—0.0099	—0.0024	+0.0018

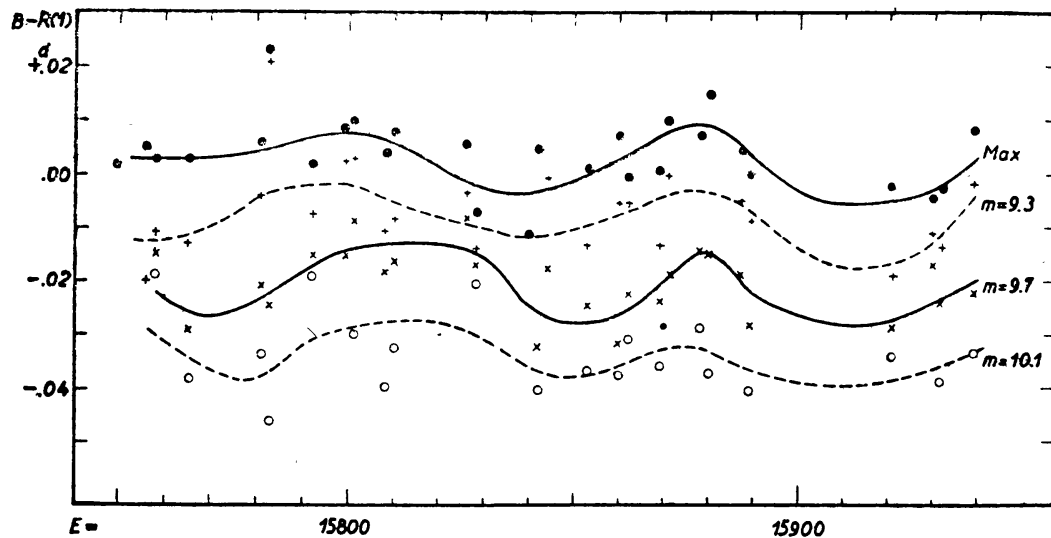


Abb. 10. Werte von $B-R(1)$ für das Maximum und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes von SW And, nach den visuellen Schätzungen von Zacharov

Aus den zwei oberen Kurven erhalten wir für das Maximum der $B-R(1)$ Kurven die Epochen 15795 und 15878. Weniger sicher kann entschieden werden, ob diese Schwankung mit dem zeitweiligen Auftreten des Stillstandes im aufsteigenden Aste verbunden ist. Die Beobachtungen zu $E = 15783$ zeigen einen sehr langen Stillstand, der wohl übertrieben ist. Zu den Epochen 15792, 15799, 15853 und besonders zu 15889 und 15939 ist im Verlauf des aufsteigenden Astes bei etwa $m = 9.55$ eine sprunghafte Verminderung der Steilheit angedeutet. Zu den Epochen 15860 und 15862 ist ein Stillstand bei derselben Helligkeitsgrösse zu erkennen. Die Umstände, dass diese Eigentümlichkeiten immer bei derselben Helligkeit und in der Gegend der maximalen Werte von $B-R(1)$ auftreten, sprechen dafür, dass der Buckel im aufsteigenden Aste manchmal auch von Zacharov erfasst wurde.

Die übrigen visuellen Schätzungen. Von den übrigen Reihen visueller Schätzungen ist diejenige von *Kukarkin* [21] die genaueste. Diese fällt zeitlich unmittelbar vor die Budapester photometrische Reihe und ist auf das enge Epochenintervall 19001–19021 beschränkt. Darum ist sie zur Untersuchung der Oszillation des aufsteigenden Astes, ebenso wie die darauffolgende kurze Budapester Reihe aus 1931, nicht geeignet. Die von *Kukarkin* beobachteten 5 Maxima lassen, in Übereinstimmung mit unseren Resultaten, keine bedeutenden Änderungen der maximalen Helligkeit erkennen.

Aus den wenigen Beobachtungen von *Lange* aus 1933 [32] sind die Zeitpunkte von drei Maxima bestimmbar. Zwei von diesen Maxima wurden auch in Budapest beobachtet. Von den beiden kurzen Reihen in diesem Jahre ist so viel zu erkennen, dass die Werte von $B-R(1)$, um die Epoche 20835 ihr Minimum durchlaufen.

Aus den Jahren 1948–50 stammen drei Beobachtungsreihen, diejenigen von *Jubkina* [41], *Asarnova* [42] und *Lavrov* [47]. Die wenigen Beobachtungen aus 1948 können nicht verwendet werden. Aus 1949 liegen 6 Maxima von

Lavrov und 1—1 von Jubkina und Asarnova vor. An das Maximum 34150 am J. D. 2433236 von Jubkina wurde eine Zeitkorrektur von -1^h angebracht, da ihre Zeitangaben augenscheinlich um diesen Betrag fehlerhaft sind (dies ist der Fall auch mit ihren Angaben für J. D. 2433543). Die Angaben der drei Beobachter widersprechen der Existenz der sekundären Periode nicht, doch können sie für die Oszillation des Zeitpunktes des Maximums keine neuen Daten liefern, wie übrigens bei einem so inhomogenen Material nicht anders zu erwarten ist. Dagegen ergeben die Beobachtungen von Jubkina aus 1950 für die $B - R(1)$ Werte im Epochenintervall 34835—53 einen aufsteigenden Ast. (S. Tab. 11).

Tab. 11. Werte von $B - R(1)$ aus den Beobachtungen von Jubkina im Jahre 1950

E	$R(1)$	Max.	$B - R(1)$	
			Max.	$m = 9.4$
	2433...			
34835	539.5006	.4460	—0.0546	—0.0689
34837	540.3851	.3350	—0.0501	—0.0659
34842	542.5965	.5434	—0.0531	—
34844	543.4811	.4702	—0.0509	—0.0581
34853	547.4616	.4095	—0.0521	—0.0538
34896	566.4794	.459 ::	(—0.0204)	—
34993	609.3803	.3262	—0.0541	—0.0653

Sogar zeigen die Beobachtungen am J. D. 2433543 den Stillstand im aufsteigenden Aste. Dieser Teil des aufsteigenden Astes wurde von Jubkina nur noch am J. D. 2433539 und J. D. 2433609 durchbeobachtet. An beiden Tagen war der aufsteigende Ast glatt.

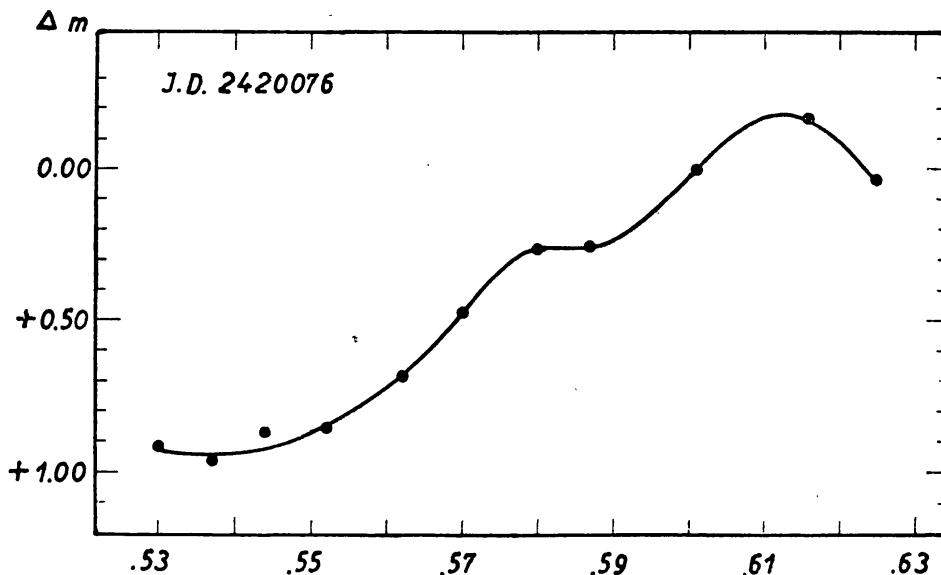


Abb. 11. Ein von Shapley beobachteter aufsteigender Ast mit Stillstand

2*

Die Schätzungen von *Luizet* [10] stehen uns leider nicht zur Verfügung. *Miczaika* [35], *Silva* [38], *Okunev* [23], *Soloviev* [29] und *Zessewitsch* [26] publizierten nur die mittleren Lichtkurven und Normalmaxima. *Miczaika* bemerkte die Veränderlichkeit der Lichtkurve in der Gegend des Maximums, während *Silva* Unregelmässigkeiten im absteigenden Aste konstatierte.

Die visuell-photometrischen Beobachtungsreihen. Die Beobachtungen von *Shapley* [8] und von *Seares* und *Haynes* [2] haben für die Untersuchung der sekundären Periodizitäten grosse Bedeutung, weil sie solche Zeitabschnitte bedecken, wo keine anderweitigen Beobachtungen vorliegen. Die Beobachtungen von *Shapley* zeichnen sich durch grosse Genauigkeit aus. Eine Analyse seiner Daten ist in Tab. 12 enthalten. Abb. 12 zeigt die Daten aus dieser Tabelle zwischen den Epochen 4395 und 4483.

Tab. 12. Werte von $B-R(1)$ für die Maxima und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes aus den Beobachtungen von *Shapley*

J. D.	E	$R(1)$	t_{\odot}^{\max}	$B-R(1)$							m^{\max}
				Max.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	
241											
8586	1026	.5752	.5840	+ .0088	—	— .0003	— .0037	— .0069	— .0110	—	+ .11
8617	1096	.5345	.5364	+ .0019	—	—	—	— .0146	— .0204	—	+ .31
242											
0076	4395	.6046	.6127	+ .0081	— .0070	— .0113	— .0272	— .0319	— .0352	— .0429	— .18
0096	4440	.5071	—	—	—	—	—	— .0293	— .0331	— .0435	—
0107	4465	.5640	—	—	— .0010	— .0110	— .0210	— .0240	— .0301	— .0400	—
0115	4483	.5249	.5272	+ .0023	— .0107	— .0161	— .0249	— .0290	— .0326	— .0385	+ .03
0176	4621	.5591	—	—	—	—	— .0155	— .0223	— .0271	—	—
0180	4630	.5396	.5385	— .0011	— .0152	— .0196	—	—	—	—	— .12
0188	4648	.5006	.4956	— .0050	— .0146	— .0171	—	—	—	—	— .12

Auch wenn die Anzahl der Beobachtungen gering ist, zeigt die Abbildung klar die Oszillation des aufsteigenden Astes. Die Werte von $B-R(1)$ gehen für $m = 0.1-0.5$ zu der Epoche 4464 durch ihr Maximum. Die von *Shapley* beobachteten aufsteigenden Äste zeigen in der Nähe der Maxima von $B-R(1)$, wie aus unseren Resultaten zu erwarten ist, den Stillstand. Dieser ist besonders in den Beobachtungen zu $E = 4395$ gut ausgeprägt (s. Abb. 11).

Überraschend ist in *Shapley's* Beobachtungen die beträchtliche Änderung der maximalen Helligkeit, die nahe eine halbe Grössenklasse beträgt. In keiner unserer Beobachtungsreihen fanden wir für m^{\max} eine so grosse Schwankung. Augenscheinlich ändert sich die Amplitude der Schwankung der Helligkeit des Maximums, ebenso wie diejenige von $B-R(1)$ mit der Zeit. Dieselbe Erscheinung wurde von uns schon bei anderen Sternen gefunden. Wir erwähnen nur die beträchtlichen Änderungen solcher Art bei RW Dra.*

* Budapest Mitt. 27.

CoKon0033

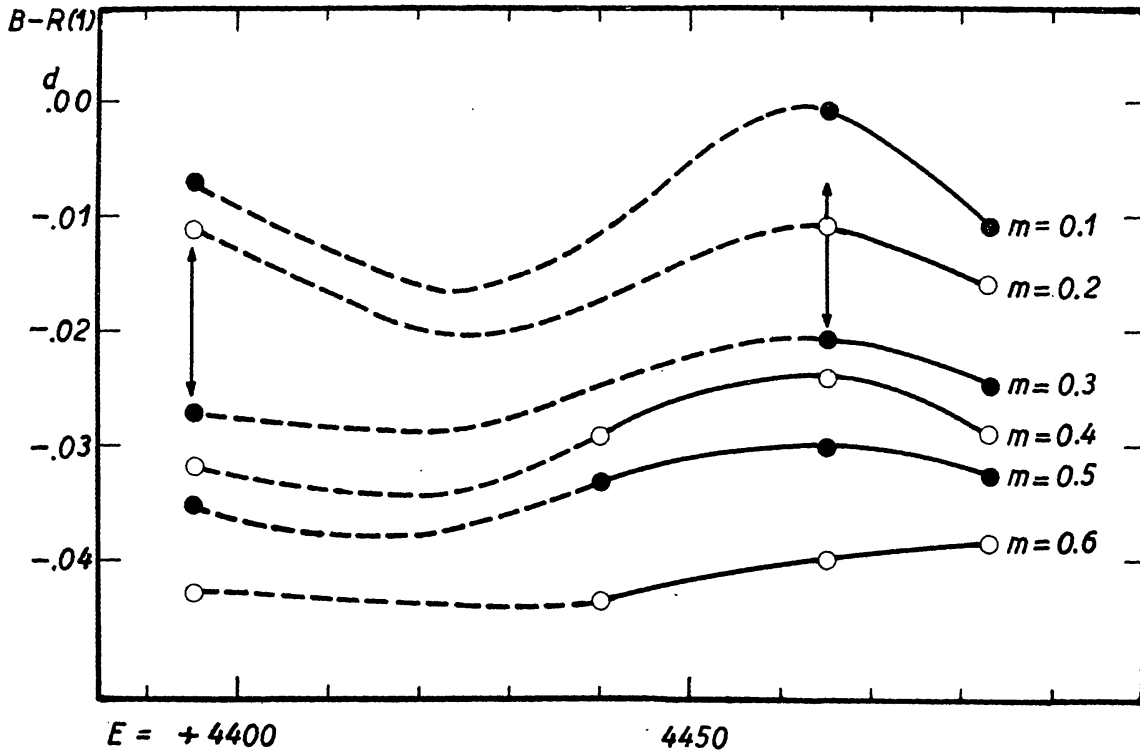


Abb. 12. Werte von $B-R(1)$ für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes nach den Beobachtungen von Shapley. Die Pfeile geben die Lage des Stillstandes an

Die Analyse der Beobachtungen von Seares und Haynes ist in Tab. 13 enthalten. Die Beobachtungen wurden von Seares und Haynes nicht publiziert, sie wurden der Arbeit von Shapley [8] entnommen, wo die einzelnen aufsteigenden Äste bildlich dargestellt wurden, mit Ausnahme der Beobachtungen zu den Epochen 0 und 2. Die Epochen gruppieren sich sehr ungünstig, und da die $B-R(1)$ -Werte auch für kurz aufeinander folgende Epochen eine grosse Streuung zeigen, kann aus ihnen der Verlauf der Oszillation des aufsteigenden Astes nicht bestimmt werden. Der Stillstand im aufsteigenden

Tab. 13. $B-R(1)$ -Werte aus den Beobachtungen von Seares und Haynes

J. D.	E	R(1)	t_{\odot}^{\max}	$B-R(1)$						m^{\max}
				Max.	$m = 0.2$	0.4	0.5	0.6	0.7	
24181 ..										
32	0	.800	.802	+.002	—	—	—	—	—	?
33	2	.684	.685	+.001	—	—	—	—	—	?
47	34	.8369	.825	-.0019	-.0189	-.0249	-.0357	-.0399	-.0449	.06
48	36	.7215	.703	-.0185	-.0235	-.0317	-.0427	-.0453	-.0486	.10
50	41	.9328	.918	-.0148	-.0218	-.0302	-.0332	-.0418	-.0448	.15
51	43	.8174	.807	-.0104	-.0185	-.0265	-.0306	-.0412	-.0446	.10
71	88	.7198	.725	+.0052	-.0074	-.0183	-.0248	-.0292	-.0338	.02
75	97	.7003	.678	-.0223	-.0253	-.0395	-.0436	-.0475	-.0518	.18

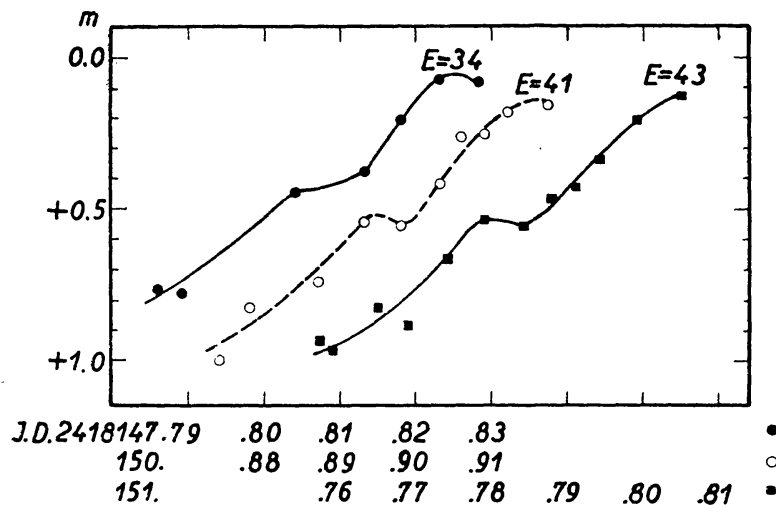


Abb. 13. Drei aufsteigende Äste von SW And mit Buckel, nach photometrisch-visuellen Beobachtungen von Seares und Haynes

Aste tritt aber zu den Epochen 34, 41 und 43 klar hervor (s. Abb. 13). Er müsste sich dann auch zu der Epoche 36 zeigen, dagegen ergeben die Beobachtungen diesmal einen glatten aufsteigenden Ast, immerhin mit einem Maximum, das um 0^m15 schwächer ist, als die übrigen. Dies kann wahrscheinlich durch die Voreingenommenheit der Beobachter erklärt werden: am Beginn des Stillstandes misst man für den Veränderlichen, in Erwartung eines weiteren schnellen Aufstieges, eine zu grosse Helligkeit. Nachdem das Aufhören des Aufstieges bemerkt wurde, denkt man, dass der Stern schon seine maximale Helligkeit erreicht hat. Daraufhin misst man das tatsächliche Maximum zu schwach. Diese Erscheinung kann auch in anderen Beobachtungsreihen aufgefunden werden.

Hellerich [13] beobachtete nur einen einzigen vollständigen aufsteigenden Ast, und zwar den zur Epoche 14221 gehörigen. Wie Abb. 14 zeigt, ist der Buckel gut ausgebildet.

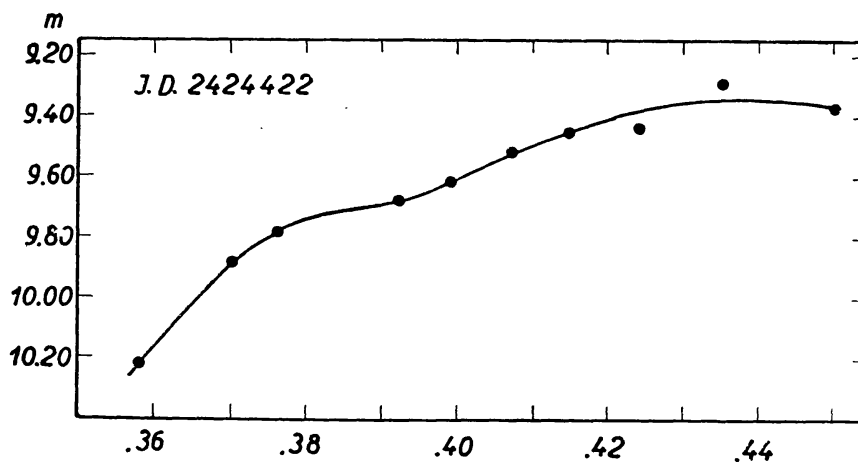


Abb. 14. Ein von Hellerich beobachtetes Maximum von SW And mit Buckel im aufsteigenden Aste

Die photographischen Beobachtungsreihen. Ausser den Budapester photographischen Beobachtungen liegen noch von *Beljawsky* [5], *Martin* und *Plummer* [7], *Kleissen* [34] und *Jordan* [16] weitere Beobachtungen dieser Art vor. Die Bearbeitung von Ernostar-Aufnahmen von *Rügemer* [24] und die von Harvard-Aufnahmen von *Gaposhkin* [27] kommen für die Untersuchung der sekundären Periode nicht in Betracht.

Beljawsky hat zwei aufsteigende Äste durchbeobachtet. Für diese bekommt man folgende Daten :

t_{\odot}^{\max}	E	$R(1)$	$B-R(1)$				m^{\max}
			Max.	$m = 9.1$	$m = 9.3$	$m = 9.5$	
2420725.4330	5862	.4241	+ .0129	— .0066	— .0150	— .0261	8.84
2420745.3260	5907	.3266	— .0006	— .0121	— .0202	— .0274	8.93

Die Beobachtungen am J. D. 2420725 zeigen einen Stillstand bei der Helligkeit 9^m5, während der zweite aufsteigende Ast glatt verläuft (S. Abb. 15). Die obigen Werte von $B - R(1)$ zeigen in Übereinstimmung damit, dass am J. D. 2420725 das Maximum und die einzelnen Helligkeiten vor dem Maximum später erreicht wurden, als am J. D. 2420745. Das sieht man auch aus Abb. 15, wo die zwei aufsteigenden Äste längs der Zeitachse so verschoben sind, dass sie bei $m = 10.5$ zusammenfallen.

Die von Jordan beobachteten drei aufsteigenden Äste sind in Abb. 16 dargestellt. Alle zeigen bei $m = 9.7$ wenigstens eine plötzliche Veränderung

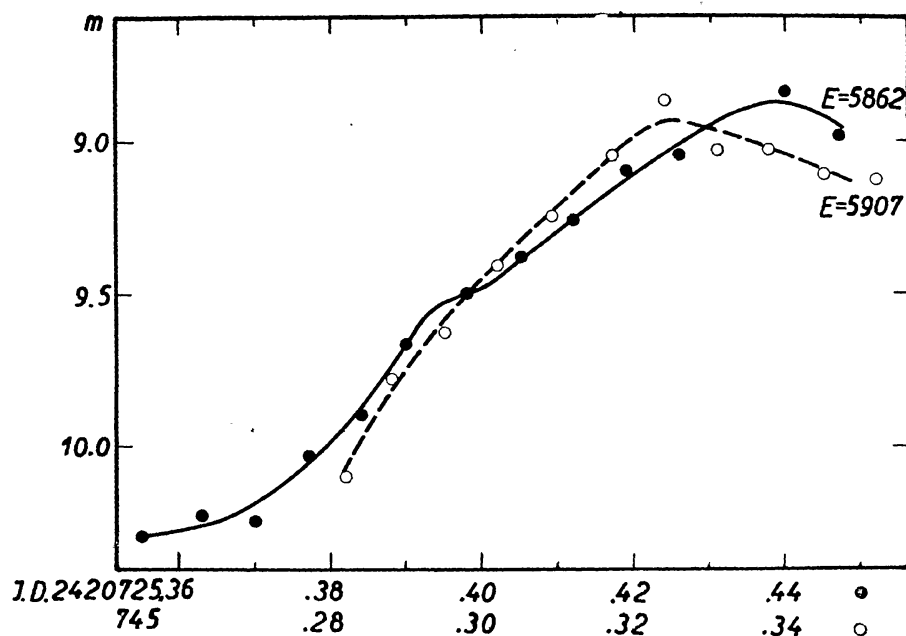


Abb. 15. Die von *Beljawsky* beobachteten zwei Maxima

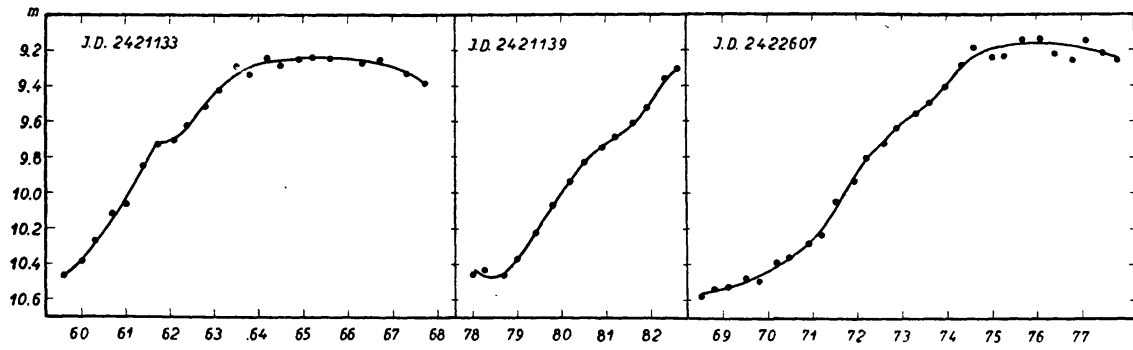


Abb. 16. Die von Jordan beobachteten drei aufsteigenden Äste

der Steilheit des Helligkeitsaufstiegs. Allerdings ist die Realität des kleinen Buckels zu $E = 6785$ fraglich. Die Werte von $B - R(1)$ sind:

μ_{\odot}^{\max}	E	$R(1)$	$B - R(1)$				m^{\max}	
			Max.	$m = 9.4$	$m = 9.6$	$m = 9.8$		$m = 10.2$
2421133.6502	6785	.6454	+ .0048	-.0131	-.0204	-.0301	-.0398	9.24
1139. —	8799	.8373	—	-.0152	-.0213	-.0312	-.0425	—
2607.7584	10118	.7529	+ .0055	-.0135	-.0219	-.0305	-.0407	9.17

Aus den Beobachtungen von Martin und Plummer kann nur ein individuelles Maximum: 2422258.350 ($E = 9328$, $B - R(1) = -.0045$) abgeleitet werden. Aus den zwei beobachteten aufsteigenden Ästen erhalten wir für den Zeitpunkt der mittleren Helligkeit ($m = 9.96$):

$$t = \text{J. D. } 2422246.3730 \quad E = 9301 \quad B - R(1) = -.0400$$

$$2422258.3064 \quad 9328 \quad -.0481$$

In diesem Zeitintervall war also $B - R(1)$ in Abnahme. Infolge der langen Belichtungszeiten kann die Frage des Auftretens des Buckels nicht diskutiert werden.

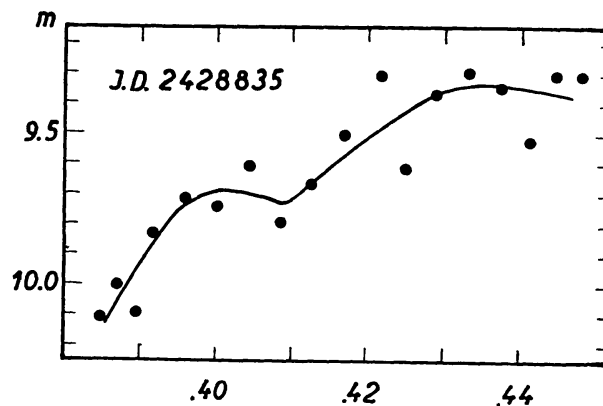


Abb. 17. Ein von Kleissen beobachteter aufsteigender Ast mit ausgeprägtem Buckel

Kleissen beobachtete nur zwei aufsteigende Äste, aber die Beobachtungen am J. D. 2427313 sind von sehr geringer Qualität und können nicht benutzt werden. Der andere aufsteigende Ast am J. D. 2428835 ($E = 24199$) ist in Abb. 17 dargestellt. Der Buckel ist sehr gut ausgeprägt und hat die maximale Dauer von 20 Minuten.

Die sekundäre Periode. Die vorangehende Analyse des gesamten von SW And vorliegenden Beobachtungsmaterials führte zu der Erkenntnis, dass das zeitweilige Auftreten des Buckels im aufsteigenden Aste der Lichtkurve in fast jeder Beobachtungsreihe zum Erscheinen kommt. Trotzdem wurde dies bisher von keinem Beobachter erwähnt.

Da es nun gelungen ist, auch aus fremden Beobachtungen neue Daten zur Charakterisierung der Lichtkurvenänderungen von SW And zu gewinnen, kann die Periode dieser Änderungen genauer bestimmt werden. Dazu benutzen wir in erster Linie jene Beobachtungsreihen, die genügend ausgedehnt sind, um aus ihnen den Verlauf der Änderungen von $B - R(1)$ bestimmen zu können. Diese sind: 1. Die visuell-photometrischen Beobachtungen von Shapley, 2. Die Schätzungen von Zacharov. 3. Detre's visuell-photometrische Beobachtungsreihe aus 1932. 4. Unsere photographische Reihe aus 1952. 5. Unsere photoelektrischen Beobachtungen in 1953.

Die Epochen E_M , zu denen die $B - R(1)$ für das Maximum und für Punkte des aufsteigenden Astes unmittelbar vor dem Maximum ihre grössten Werte erreichten, sind in Tabelle 14 zusammengestellt. Diese können durch folgende Formel dargestellt werden:

$$E_M = 51,6 + 83,28.n \quad (4)$$

Die Abweichungen $E_M - R(4)$ sind nicht grösser, als die Unsicherheit in der Bestimmung von E_M . Die Länge der sekundären Periode beträgt also 36,83 Tage.

Tab. 14. Daten für die Bestimmung der sekundären Periode

Beobachter	E_M	$E_M - R(4)$	n	Art d. Beob.
Shapley	4464	- 1.4	53	vis. phm.
Zacharov . . .	15878	+ 3.2	190	vis. Schätz.
Detre	19957	+ 1.5	239	vis. phm.
Balázs	36442	- 3.0	437	phg.
Detre	37361	0.0	448	ph. el.

Mit Formel (4) sind auch unsere übrigen Feststellungen über den Verlauf der Werte von $B - R(1)$ im Einklang. So fanden wir aus den Beobachtungen von Martin und Plummer einen absteigenden Ast für die $B - R(1)$ zwischen den Epochen 9301 und 9328. Formel (4) gibt $E_M = 9296$. Detre's und Lange's Beobachtungen ergeben ein Minimum für $B - R(1)$ zu $E = 20835$. Formel (4) gibt $E_M = 20788$ und 20871. Aus Jubkina's Beobachtungen leiteten wir einen aufsteigenden Ast für die $B - R(1)$ in dem Epochenintervall 34835-34853 ab, in Übereinstimmung damit ergibt sich aus (4) $E_M = 34863$.

Tabelle 15. Dauer des Stillstandes in verschiedenen Phasen der sekundären Periode

Beobachter	E	Δt (0 ^o 0001)	ψ (0.01)	Beobachter	E	Δt (0 ^o 0001)	ψ (0.01)
Seares (vis)	34	56	79	Kleissen (phg) ..	24199	120	97
Seares (vis)	41	52	87	Detre (phel)	34756	53	72
Seares (vis)	43	64	90	Balázs (phg) ...	35588	—	71
Seares (vis)	97	—	55	Balázs (phg) ...	35642	—	36
Shapley (vis)	4395	100	16	Balázs (phg) ...	36427	85	78
Shapley (vis)	4465	60	00	Balázs (phg) ...	36445	60	00
Shapley (vis)	4483	—	21	Balázs (phg) ...	36452	50	09
Beljowsky (phg) ...	5862	60	77	Balázs (phg) ...	36488	—	52
Beljowsky (phg) ...	5907	—	31	Balázs (phg) ...	36504	60	71
Jordan (phg)	6785	42	85	Balázs (phg) ...	36513	92	82
Jordan (phg)	6799	90	02	Balázs (phg) ...	36531	76	03
Jordan (phg)	10118	60	87	Detre (phel)	37180	94	83
Hellerich (vis)	14221	100	14	Detre (phel)	37189	84	93
Detre (vis)	19053	60:	16	Detre (phel)	37214	50	23
Detre (vis)	19132	51	11	Detre (phel)	37277	88	99
Detre (vis)	19894	—	26	Detre (phel)	37295	—	21
Detre (vis)	19946	64	88	Detre (phle)	37345	49	81
Detre (vis)	19973	—	21	Detre (phel)	37352	78	89
Detre (vis)	20009	59	66	Detre (phel)	37354	80	92
Detre (vis)	20036	88	97	Detre (phel)	37370	47	11
Detre (vis)	20052	97	16	Detre (phel)	37372	40	14
Balázs (phg)	23279	56	91	Detre (phel)	37388	—	32
Balázs (phg)	24084	—	58	Detre (phel)	37408	—	57

In Tab. 15 haben wir alle Epochen zusammengestellt, zu denen die Existenz oder das Ausbleiben des Buckels im aufsteigenden Aste mit Sicherheit festgestellt werden kann. Dabei haben wir nur die photoelektrischen, die photographischen und die visuell photometrischen Beobachtungen berücksichtigt. Δt bedeutet die Dauer des Stillstandes, während ψ die Phase der Epoche innerhalb der sekundären Periode (ausgedrückt in Einheiten dieser Periode) angibt. Abb. 18 stellt Δt als Funktion von ψ dar.

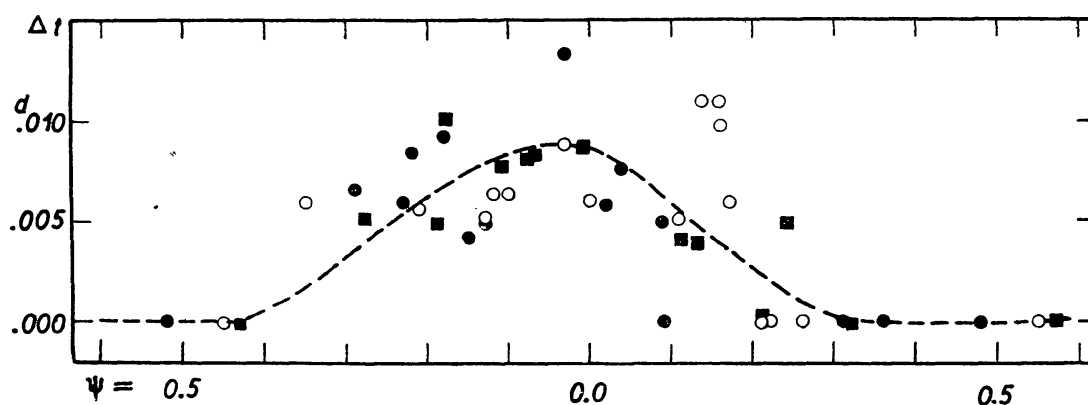


Abb. 18. Die Dauer des Buckels im aufsteigenden Aste in verschiedenen Phasen der sekundären Periode. Kreise: visuelle photometrische Beobachtungen, Punkte: photographische Beobachtungen, Quadrate: photoelektrische Beobachtungen

Wir haben schon erwähnt, dass das Auftreten des Buckels auf bestimmte Phasen der sekundären Periode beschränkt ist und dass die Grösse des Buckels mit der Phase sich ändert. Abb. 7 illustriert das sehr überzeugend für unsere photoelektrischen Beobachtungen, und Abb. 18 zeigt dieselbe Gesetzmässigkeit für alle Beobachtungsreihen zusammen. Die ziemlich grosse Streuung wird hauptsächlich dadurch verursacht, dass — wie schon erwähnt — die verschiedenen Zyklen der 36,8 tägigen Periode nicht vollständig gleichartig verlaufen. Ob diese Veränderungen wieder periodisch sind, oder ganz unregelmässig verlaufen, konnte an dem vorhandenen Material nicht entschieden werden. Auf Grund unserer photographischen und photoelektrischen Beobachtungen vermuten wir eine Periode von 187 Epochen, jedoch sind zur Entscheidung dieser Frage weitere Beobachtungen nötig.

Die Schwankung der maximalen Helligkeit. In keiner unserer Beobachtungsreihen ist eine merkliche Änderung der maximalen Helligkeit festzustellen. Die photoelektrischen Beobachtungen ergeben eine Schwankung von höchstens 0^m03 , mit Maximum zur Phase $\psi = 0.05$ (s. Abb. 19 d). Eine so geringe Schwankung muss natürlich in den photographischen Beobachtungen verborgen bleiben. Die photographischen Beobachtungen in 1952 geben die konstante maximale Helligkeit 8.74. (s. Abb. 19 c). Da das einzige Maximum aus 1936 bei $\psi = 0.91$ um 0^m10 heller ist, kann man daran denken, dass die Schwankung der maximalen Helligkeit früher grösser war. In der Tat zeigen die visuellen photometrischen Beobachtungen aus 1931—33 eine Schwankung vom Betrag 0^m07 (s. Abb. 19 b), die aber noch nicht als vollständig gesichert gelten kann. Indessen beträgt die Schwankung nach Shapley's Beobachtungen 0^m51 , und diese scheint mit der sekundären Periode in Zusammenhang zu stehen (s. Abb. 19 a). Wir müssen daraus den Schluss ziehen, dass die Änderung der maximalen Helligkeit früher beträchtlich war und mit der Zeit immer geringer wurde. Jedoch beruht diese Folgerung fast ausschliesslich an der einzigen und nicht allzu reichen Beobachtungsreihe von Shapley. Die Beobachtungen von Seares und Haynes ergeben schon eine viel geringere Schwankung.

Die Änderungen der Hauptperiode. Die Daten für die Änderung der Hauptperiode sind in Tabelle 16 zusammengestellt.

Die einzelnen Normalmaxima sind von sehr verschiedenem Gewicht. Das grösste Gewicht kommt denjenigen Maxima zu, die aus längeren Beobachtungsreihen abgeleitet worden sind, aus denen die Schwankung mit der 37tägigen Periode eliminiert werden konnte. Stand aus einem Jahr nur ein einziges individuelles Maximum zur Verfügung, so wurde seine Phase ψ berechnet und je nach dem Wert von ψ eine Korrektion an die Zeit des Maximums angebracht. Es wurde dabei für die Amplitude der Schwankung des Zeitpunktes des Maximums 0^d005 angenommen. Da die einzelnen Zyklen der 37tägigen Periode nicht gleich verlaufen, bleibt bei dieser Korrektion eine Unsicherheit von einigen 0^d001 übrig. Darum kann man nicht entscheiden, ob in dem $B-R$ Diagramm von Abb. 20 ausser der allgemeinen Abnahme der Periode noch weitere Einzelheiten, die in gewissen Zeitabschnitten durch die Anhäufung von Abweichungen gleichen Vorzeichens charakterisiert sind, reell sind, oder nur durch Beobachtungsfehler und durch die erwähnte Veränderlichkeit der sekundären Periode verursacht wurden.

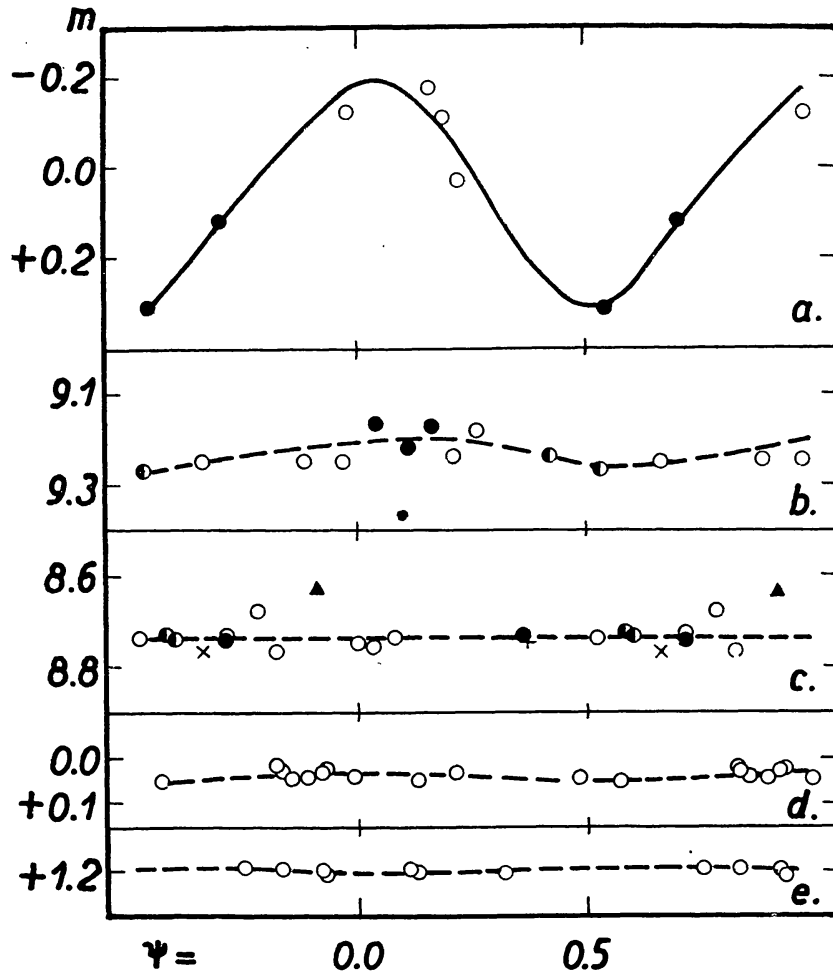


Abb. 19. Schwankung der maximalen Helligkeit im Laufe der sekundären Periode. *a*) Beobachtungen von Shapley. Punkte: $E = 1026$ und 1096 , Kreise: Maxima zwischen den Epochen 4395 und 4648. *b*) Budapester visuell-photometrische Beobachtungen. Punkte: Jahr 1931, Kreise: 1932, halbschattierte Kreise: 1933. *c*) Budapester photographische Beobachtungen. Die längere Reihe aus 1952 ist mit Kreisen bezeichnet. *d*) Budapester photoelektrische Beobachtungen aus 1953. *e*) Änderung der Helligkeit des Minimums nach den Budapester photoelektrischen Beobachtungen

Die gestrichelte Linie in Abb. 20 wurde nach der Formel:

$$B - R(1) = -0.0082 + 0.0000027386 \cdot E - 1.229 \times 10^{-10} \cdot E^2 \quad (5)$$

gezeichnet. Die Abweichungen von der gestrichelten Linie sind also Reste gegen die Formel:

$$\text{Hel. Max.} = 2418132.7913 + 0.4422792156 \cdot E - 1.229 \times 10^{-10} \cdot E^2 \quad (6)$$

Die von Asarnova angenommene sprunghafte Änderung der Periode um $E \sim 14000$ konnte nicht bestätigt werden. Die neuen Maxima divergieren immer stärker von ihrer zweiten Formel nach der negativen Seite hin. Dies bedeutet, dass die Abnahme der Periode sich weiter fortgesetzt hat. Gegenwärtig beträgt die Periode 0.44226941 . Die Abnahme der Periode beträgt ungefähr 2^s in einem Jahrhundert.

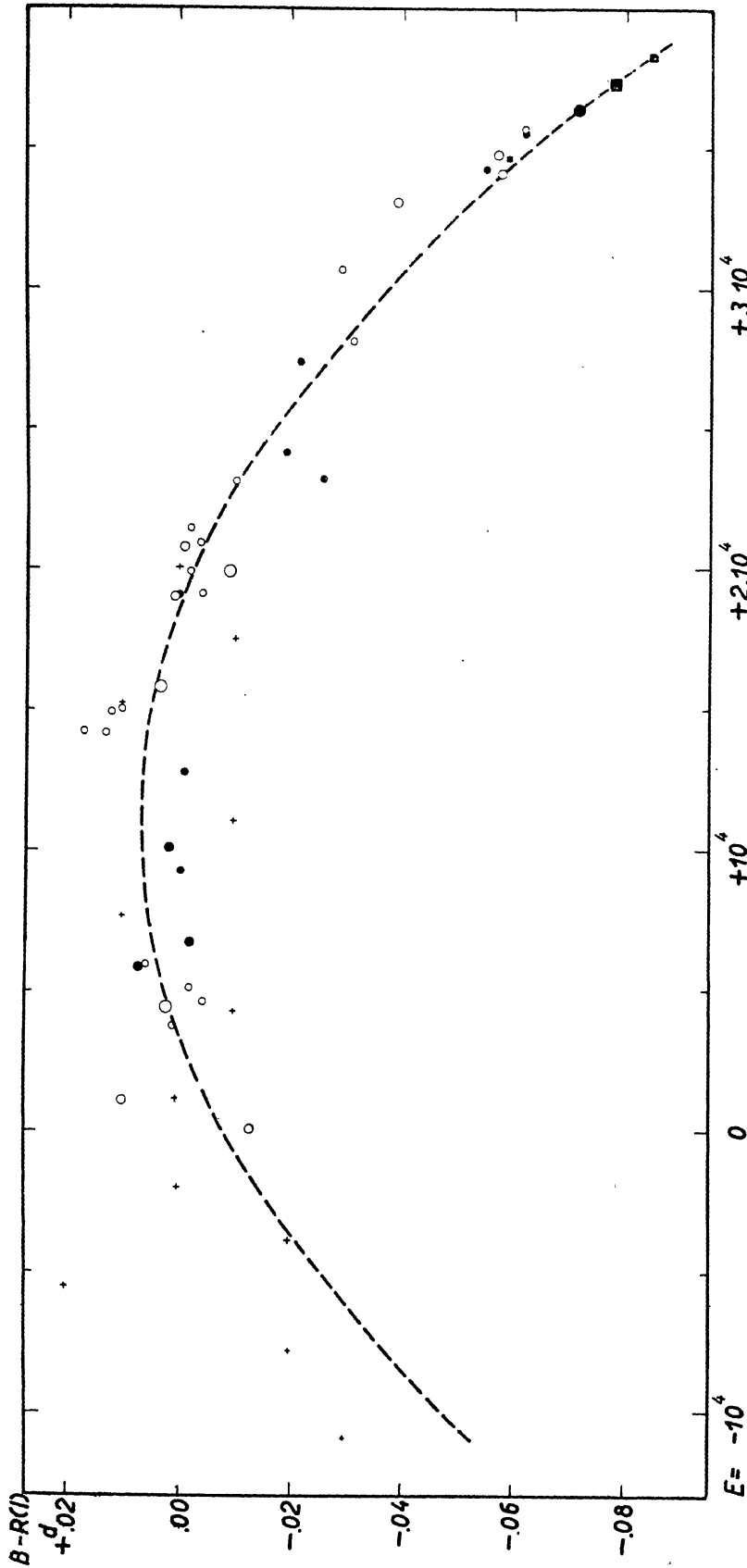


Abb. 20. Werte von $B-R(1)$ für die Normalmaxima. Kreise stellen visuelle, Punkte photographische, Quadrate photoelektrische Beobachtungen dar. *Gaposchkin's* Daten aus dem Harvard Plattenmaterial sind durch Kreuze bezeichnet. Die gestrichelte Kurve ist nach Formel (5) gezeichnet worden

Tab. 16. Normalmaxima für SW And

241.....	<i>E</i>	<i>B—R</i> (1)	Beobachter
2848.45	—11948	—03	Gaposhkin [27]
4675.50	7817	—02	»
5693.66	5515	+02	»
6428.69	3853	—02	»
7238.52	2022	.00	»
8159.324	+ 60	—014	Seares, Haynes
8599.853	1056	+010	Shapley
8651.59	1173	.00	Gaposhkin [27]
9806.374	3784	+001	Luizet
242....			
0040.77	4314	—01	Gaposhkin [27]
0092.0863	4430	+0020	Shapley
0180.5356	4630	—0045	Shapley
0399.464	5125	—002	Luizet [10]
0735.604	5885	+007	Beljawsky
0763.466	5948	+006	Luizet [10]
1139.6434	6785	—002	Jordan
1535.68	7694	+01	Gaposhkin [27]
2258.354	9328	—0005	Martin, Plummer
2607.7544	10118	+0015	Jordan
3029.67	11072	—01	Gaposhkin [27]
3800.572	12815	—001	Joy [4]
4393.678	14156	+013	Zessewitsch [28]
4422.430	14221	+017	Hellerich
4739.537	14938	+012	Zessewitsch [28]
4787.744	15047	+010	»
4873.55	15241	+01	Gaposhkin [27]
5136.6931	15836	+0033	Zacharov
5906.68	17577	—01	Gaposhkin [27]
6553.7441	19040	+0005	Detre, Kukarkin
6594.4288	19132	—0043	Detre (vis)
6600.183	19145	.000	Rügemer [24]
6969.4745	19980	—0090	Detre (vis)
6969.482	19980	—002	Okunov [23]
7014.60	20082	.00	Gaposhkin [27]
7342.3216	20823	—0010	Detre, Lange
7415.294	20988	—004	Zessewitsch [28]
7635.992	21487	—002	Soloviev [29]
8386.527	23184	—010	Gurjev [31]
8428.5275	23279	—0261	Balázs
8835.4290	24199	—0190	Balázs, Kleissen
243....			
0256.4610	27412	—0213	Balázs
0604.965	28000	—031	Silva [38]
1736.310	30758	—029	Miczaika [35]
2781.400	33121	—039	Jubkina
3232.060	34140	—058	Jubkina, Asarnova, Lavrov
3307.250	34310	—055	Balázs
3504.5017	34756	—059	Detre (ph.el.)
3543.424	34844	—057	Jubkina
3872.4687	35588	—062	Balázs
3927.315	35712	—062	Born, Sofronijewic [44]
4267.4162	36481	—0715	Balázs
4674.3040	37401	—0780	Detre (ph.el.)
5094.4605	38351	—0842	Detre (ph.el.)

Immerhin ist es zweifelhaft, ob die bis jetzt beobachtete Periodenabnahme säkularer Natur sei. Unser Ergebnis, nach dem die Schwankung der Maximalhelligkeit im Laufe der 37tägigen sekundären Periode mit der Zeit sich änderte, deutet eher darauf hin, dass die Periodenabnahme von SW And nur eine Phase einer langperiodischen Periodenänderung darstellt. Die langperiodischen Änderungen der Hauptperiode scheinen nämlich bei den RR Lyrae-Veränderlichen im allgemeinen mit Änderungen der Lichtkurve und mit Änderungen der Amplitude des eventuell vorhandenen Blažko-Effektes verbunden zu sein. Über die wahre Natur der Änderungen der Hauptperiode von SW And müssen also zukünftige Beobachtungen entscheiden.

Die Lichtkurve. Nach Formel (6) wurde für jede Beobachtung die Phase berechnet und dann die mittlere Lichtkurve gebildet (s. Tab. 17 und 18, weiter Abb. 21). Unsere photographischen Beobachtungen liegen im System der Nord Polar Folge, während die isophote Wellenlänge der photoelektrischen Beobachtungen ungefähr bei $\lambda = 4800 \text{ \AA}$ liegt.

Tab. 17. Die photographische Lichtkurve. (Normalpunkte aus je 15 Beobachtungen)

Phase		Gr.	Phase		Gr.
(0 ^o :0001)	(0 ^o :0001)		(0 ^o :0001)	(0 ^o :0001)	
0013	0029	8 ^m :761	1824	4124	10 ^m :093
0036	0081	8.803	2120	4793	10.105
0056	0127	8.816	2545	5724	10.118
0077	0174	8.810	2843	6428	10.207
0097	0219	8.811	3203	7242	10.233
0116	0262	8.841	3423	7740	10.322
0136	0307	8.860	3587	8110	10.375
0155	0350	8.886	3694	8352	10.346
0171	0387	8.883	3764	8511	10.291
0197	0445	8.897	3815	8526	10.279
0218	0493	8.912	3860	8728	10.224
0240	0543	8.927	3898	8813	10.210
0262	0592	8.967	3943	8915	10.101
0285	0644	8.967	3979	8997	9.995
0310	0701	9.000	4011	9069	9.882
0334	0755	9.008	4041	9137	9.761
0356	0782	9.010	4076	9216	9.595
0386	0873	9.110	4105	9282	9.516
0416	0941	9.092	4133	9345	9.423
0454	1027	9.122	4157	9399	9.329
0520	1176	9.169	4182	9456	9.307
0625	1413	9.237	4205	9508	9.204
0733	1657	9.418	4230	9564	9.131
0822	1859	9.479	4258	9627	9.028
0911	2060	9.513	4285	9688	8.907
1000	2261	9.560	4312	9750	8.884
1096	2478	9.639	4341	9815	8.883
1217	2752	9.777	4364	9867	8.865
1369	3095	9.898	4388	9921	8.810
1583	3579	10.031	4417	9987	8.795

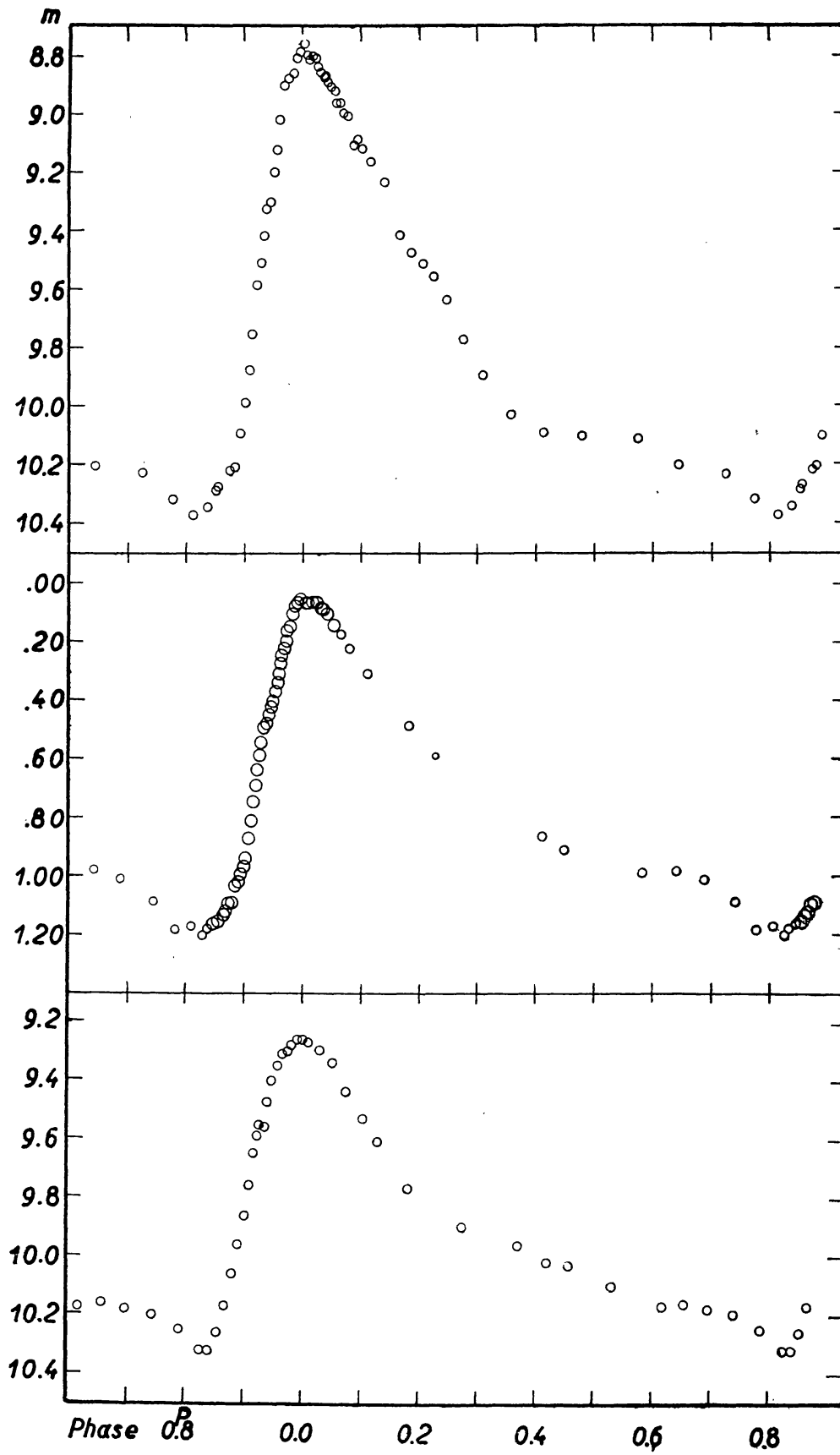


Abb. 21. Die mittlere Lichtkurve nach Budapestter Beobachtungen.
 Oben : die photographische Lichtkurve. Mitte : die photoelektrische Lichtkurve. Unten : visuelle Lichtkurve aus [25]

Tabelle 18. Die photoelektrische Lichtkurve

Phase		Gr. +	n	Phase		Gr. +	n
(0 ^o 0001)	(0 ^o 0001)			(0 ^o 0001)	(0 ^o 0001)		
0003	0007	0 ^o 068	15	3936	8899	1.026	15
0019	0043	0.072	15	3954	8940	0.997	15
0047	0106	0.070	15	3973	8983	0.970	15
0073	0165	0.066	15	3988	9017	0.946	15
0102	0231	0.073	15	4008	9062	0.878	15
0131	0296	0.089	15	4032	9116	0.811	15
0153	0346	0.092	15	4049	9154	0.751	15
0184	0416	0.106	15	4069	9200	0.696	15
0229	0518	0.148	15	4083	9232	0.643	15
0279	0631	0.181	10	4096	9261	0.593	15
0353	0798	0.222	10	4108	9288	0.549	15
0492	1112	0.313	10	4125	9327	0.496	15
0810	1831	0.491	10	4142	9365	0.481	15
1006	2275	0.591	2	4158	9401	0.451	15
1822	4120	0.862	10	4173	9435	0.444	15
1922	4504	0.911	10	4186	9465	0.430	15
2578	5829	0.991	11	4200	9496	0.407	15
2839	6419	0.985	10	4218	9537	0.374	15
3043	6880	1.014	10	4235	9575	0.347	15
3294	7448	1.091	10	4246	9600	0.312	15
3449	7798	1.188	10	4255	9621	0.280	15
3576	8085	1.172	10	4268	9650	0.252	15
3659	8273	1.209	10	4286	9691	0.228	15
3699	8364	1.182	11	4300	9722	0.201	15
3746	8470	1.166	15	4312	9750	0.166	15
3785	8558	1.160	15	4327	9783	0.154	15
3820	8637	1.134	15	4350	9835	0.110	15
3844	8691	1.125	15	4369	9878	0.079	15
3866	8741	1.098	15	4398	9921	0.069	15
3890	8795	1.094	15	4413	9978	0.062	12
3916	8854	1.038	15				

Über die charakteristischen Daten der Lichtkurve gibt folgende Tabelle einen Übersicht :

	m^{\max}	m^{\min}	A	$(M-m)/P$	Konstante Phase	Gr. \bar{m}	Phase
phg. Lk.	8.78	10 ^o 38	1 ^o 60	0.179	0 ^o 44 — 0 ^o 60	9.58	0 ^o 923
phe. Lk.	.060	1.209	1.149	0.180	0.55 — 0.67	0.635	0.923
vis. Lk.	9.26	10.32	1.06	0.170	0.63 — 0.70	0.79	0.909

Ausser der Amplitude besteht ein systematischer Unterschied zwischen den drei Lichtkurven in der Phase des konstanten Teiles des Minimums. \bar{m} bedeutet die mittlere Helligkeit. Im aufsteigenden Aste ergeben die photographischen und photoelektrischen Beobachtungen genau dieselbe Phase für das Erreichen dieser mittleren Helligkeit, während die visuelle Lichtkurve eine merkliche Abweichung zeigt. Vielleicht ist dies ein Anzeichen für geringfügige Änderungen der mittleren Lichtkurve, die eventuell mit der Änderung der Hauptperiode in Zusammenhang stehen. Die visuelle Lichtkurve stammt

nämlich aus den Jahren 1931—33, während die photoelektrischen Beobachtungen und der Hauptteil der photographischen Beobachtungen 20 Jahre später angestellt wurden.

Übrigens ist die Lichtkurve typisch für einen RRa Stern. Auch die Amplitude passt genau in die für diese Sterne gültige Perioden-Amplituden-Relation* hinein. Die Lichtkurve von SW And zeigt also keine von den übrigen RR Lyrae-Veränderlichen abweichenden Besonderheiten.

Ist die 37tägige Periode ein Blažko-Effekt? Nach der Analyse unserer Beobachtungen schien bei SW And ein neuer Typ von Lichtkurvenänderungen vorzuliegen und wir waren geneigt, dies mit der Sonderstellung des Sternes unter den RR Lyrae-Veränderlichen als ein Objekt der Population I in Zusammenhang zu bringen. Wohl wurde schon das Auftreten eines Stillstandes im aufsteigenden Aste bei anderen Sternen mit Blažko-Effekt bemerkt, wie z. B. bei RR Lyr¹ und RW Cnc², jedoch ist bei diesen Sternen das Hauptmerkmal des Blažko-Effektes die starke Veränderlichkeit der Maximalhelligkeit, wogegen SW And nach unseren Beobachtungen eine praktisch konstante Maximalhelligkeit zeigte.

Die Beobachtungen von Shapley weisen aber darauf hin, dass manchmal auch SW And starke Veränderlichkeit der Maximalhelligkeit zeigt. Hier liegt also nur ein Fall vor, wo die Amplitude des Blažko-Effektes stark veränderlich ist. Geringere Änderungen der Amplitude des Blažko-Effektes wurden schon bei RW Dra, RR Lyr und XZ Cyg bemerkt. Nach der Berücksichtigung des gesamten Beobachtungsmaterials über SW And liegt also kein Grund vor, den Stern als einen Sonderfall zu betrachten.³ Der Stern muss jedenfalls weiter beobachtet werden, um feststellen zu können, ob die starke Veränderlichkeit der Amplitude des Blažko-Effektes mit der Änderung der Hauptperiode im Zusammenhang steht.

Vor allem wäre aber sehr wichtig, Spektralaufnahmen vom Stern zu erhalten, besonders während des Helligkeitsaufstiegs. Zu Budapest wird der Stern photoelektrisch weiter beobachtet.⁴

* * *

Zum Schluss möchten wir Herrn *M. Lovas* für Hilfe bei den photoelektrischen Beobachtungen und für die Zeichnung der Abbildungen danken.

* Aus den in Budapest erhaltenen photographischen Lichtkurven erhielten wir eine strenge Korrelation zwischen Periode und Amplitude. Die Merzhzahl der RRa Sterne liegt in dieser Relation auf einer Geraden, die bei kurzen Perioden mit grossen Amplituden beginnt und die Amplitude nimmt mit der Zunahme der Periode ab. Einige RRa Sterne scheinen mit grösseren Amplituden einen zweiten Ast zu bilden, jedoch sind von diesen bis jetzt nur drei (RR Leo, VZ Her, XX And) bekannt geworden.

¹ B. A. N. XI. p. 26. ² Budapest Mitt. 23.

³ Allerdings tritt der Stillstand im aufsteigenden Aste bei RR Lyr und RW Cnc kurz nach der Überschreitung der minimalen Lichtamplitude auf und verschwindet schon vor Erreichen der maximalen Amplitude. Dagegen ist der Stillstand bei SW And zur Zeit der maximalen Amplitude am meisten ausgeprägt.

⁴ Die Beobachtungen aus 1954 konnten schon in Tab. 16 und Abb. 20 berücksichtigt werden.

Tabelle 19. Die photographischen Beobachtungen

J. D. ☉ 24283..	Gr.	J. D. ☉ 24283..	Gr.	J. D. ☉ 24284..	Gr.	J. D. ☉ 24284..	Gr.
98.4743	8.87	99.5299	10.07	28.4488	10.33	28.5342	8.69
.4764	8.75	.5319	10.03	.4502	10.43	.5356	8.70
.4785	8.81	.5333	10.11	.4516	10.37	.5370	8.74
.4806	8.76	.5347	10.10			.5384	8.70
.4826	8.75	.5368	10.12	.4530	10.40	.5398	8.71
.4847	8.82	.5382	10.05	.4544	10.30	.5412	8.70
.4868	8.80	.5398	10.17	.4558	10.34	.5426	8.69
.4889	8.88	.5412	10.08	.4572	10.42		
.4910	8.79	.5434	10.07	.4585	10.41	.5440	8.65
.4931	8.82	.5440	10.15	.4599	10.33	.5453	8.75
.4951	8.85	.5460	10.19	.4613	10.42	.5465	8.64
.4972	8.90	.5481	10.17	.4627	10.30	.5481	8.65
.4993	9.01	.5495	10.02	.4641	10.32	.5495	8.66
.5014	8.84	.5509	10.16	.4655	10.40	.5516	8.78
.5035	8.02	.5523	10.10	.4669	10.39	.5530	8.72
.5056	8.92	.5537	10.12	.4683	10.41	.5551	8.80
.5076	8.97	.5558	10.03	.4696	10.34	.5565	8.81
.5097	8.88	.5571	10.25	.4710	10.42	.5578	8.85
.5118	8.94	.5585	10.16	.4722	10.30	.5592	8.83
.5139	8.92	.5599	10.04	.4738	10.42	.5606	8.82
.5160	8.97	.5613	10.23	.4752	10.29	.5620	8.91
.5181	9.00	.5627	10.15	.4766	10.24	.5634	8.80
.5201	8.97			.4780	10.27	.5648	8.79
.5222	8.96	24284..		.4794	10.32		
.5243	9.11			.4808	10.29	29.4958	9.40
.5264	9.05	04.5117	10.26	.4821	10.25	.4972	9.51
.5285	9.12	.5131	10.25	.4835	10.18	.4986	9.52
.5306	9.13	.5145	10.25	.4849	10.20	.5000	9.55
		.5159	10.10	.4863	10.23	.5014	9.50
99.4884	10.00	.5173	10.13	.4877	10.10	.5028	9.50
.4898	9.91	.5188	10.21	.4891	10.06	.5042	9.52
.4926	9.92	.5353	10.24	.4974	9.92	.5056	9.51
.4940	9.90	.5368	10.25	.4988	9.77	.5069	9.55
.4953	10.09	.5381	10.20	.5002	9.79	.5083	9.57
.4967	9.94	.5395	10.27	.5016	9.74	.5097	9.59
.4981	10.02	.5409	10.28	.5030	9.59	.5111	9.48
.4995	9.92	.5423	10.29	.5044	9.61	.5125	9.57
.5009	9.98	.5438	10.18	.5058	9.54	.5139	9.58
.5023	10.01	.5450	10.27	.5071	9.45	.5153	9.55
.5037	9.97	.5464	10.24	.5085	9.30	.5167	9.52
.5051	10.13	.5478	10.27	.5099	9.35	.5181	9.60
.5065	9.95	.5492	10.24	.5113	9.19	.5194	9.60
.5076	10.01	.5506	10.32	.5127	9.20	.5206	9.61
.5092	10.01	.5520	10.30	.5141	9.23	.5222	9.59
.5106	10.09	.5534	10.24	.5155	9.25	.5238	9.71
.5120	10.00	.5548	10.30	.5169	9.20	.5250	9.62
.5134	10.08	.5562	10.27	.5183	9.09	.5264	9.65
.5148	9.95	.5575	10.25	.5196	9.10	.5278	9.68
.5162	10.03	.5589	10.30	.5210	8.95	.5292	9.62
.5176	10.11	.5603	10.25	.5224	8.94	.5306	9.61
.5195	10.13	.5617	10.25	.5238	8.89	.5319	9.58
.5217	10.01			.5252	8.90	.5333	9.66
.5231	10.00	28.4419	10.40	.5266	8.84	.5347	9.60
.5245	10.03	.4433	10.32	.5280	8.77	.5361	9.77
.5259	10.11	.4446	10.41	.5294	8.60	.5375	9.85
.5273	10.09	.4460	10.40	.5308	8.65	.5389	9.72
.5287	10.12	.4474	10.38	.5321	8.59	.5404	9.73

J. D. ☉	Gr.	J. D. ☉	Gr.	J. D. ☉	Gr.	J. D. ☉	Gr.
24284..		24287..		24287..		24316..	
29.5417	9.78	84.5321	9.82	85.4668	8.88	98.3326	9.24
.5431	9.73	.5342	9.72	.4689	8.81	.3347	9.28
.5444	9.80	.5363	9.63	.4709	8.95	.3368	9.30
.5458	9.96	.5384	9.50	.4730	8.85	.3389	9.30
.5472	9.81	.5405	9.55	.4751	8.96	.3410	9.35
.5486	9.85	.5426	9.41	.4772	8.94	.3431	9.39
.5500	9.84	.5446	9.48	.4793	9.00	.3451	9.40
.5514	9.80	.5467	9.33	.4814	9.00	.3472	9.72
.5528	9.92	.5488	9.35	.4834	9.04	.3493	9.39
.5542	9.95	.5509	9.22	.4855	9.05	.3514	9.42
.5556	9.80			.4876	9.07	.3535	9.40
.5569	9.89	.5530	9.15	.4897	9.10	.3556	9.49
.5583	9.90	.5558	9.10	.4918	9.03	.3576	9.44
		.5571	8.98	.4939	9.10	.3597	9.45
34.5260	10.03	.5592	8.85	.4959	9.30	.3618	9.48
.5280	10.09	.5613	8.88	.4980	9.25	.3639	9.48
.5301	10.06	.5634	8.90	.5000	9.32	.3660	9.45
.5315	9.96	.5655	8.83	.5022	9.28	.3681	9.57
.5335	10.14	.5676	8.80	.5043	9.28	.3701	9.50
.5356	10.08	.5694	8.71	.5064	9.40	.3722	9.59
.5384	10.05	.5715	8.75			.3743	9.56
.5398	10.10	.5738	8.77	24302..		.3764	9.62
.5412	10.00	.5759	8.75			.3785	9.63
.5426	10.15	.5773	8.71	56.4448	8.98	.3806	9.63
.5440	9.97	.5801	8.80	.4469	8.88	.3826	9.64
.5453	10.10	.5821	8.76	.4490	8.83	.3847	9.65
.5467	10.08	.5842	8.81	.4513	8.85	.3868	9.65
.5481	10.10	.5863	8.78	.4532	8.75	.3889	9.67
.5495	10.12	.5884	8.90	.4563	8.80	.3910	9.75
.5544	10.16	.5905	8.89	.4594	8.76	.3931	9.71
.5571	10.15	.5926	8.90	.4615	8.87	.3951	9.81
.5606	10.30	.5946	8.94	.4636	8.76	.3972	9.80
.5620	10.27	.5967	9.00	.4657	8.80	.3993	9.80
.5634	10.28	.5988	9.05	.4678	8.87		
.5676	10.20	.6009	9.02	.4698	8.88		
.5690	10.30	.6028	8.97	.4719	8.92	24317..	
.5703	10.28	.6051	9.03	.4740	8.82		
.5717	10.28	.6071	9.05	.4761	8.83	02.2998	9.25
.5731	10.26	.6092	9.04	.4782	8.87	.3019	9.41
.5745	10.21	.6111	9.13	.4803	8.90	.3035	9.27
.5759	10.25	.6134	9.20	.4823	8.95	.3056	9.30
.5773	10.12			.4844	9.00	.3076	9.29
.5787	10.08	85.4292	9.43	.4865	8.90	.3097	9.31
.5801	10.05	.4314	9.33	.4886	9.00	.3123	9.36
.5815	10.20	.4334	9.40	.4907	9.00	.3144	9.45
		.4355	9.21	.4928	8.95	.3165	9.40
24287..		.4376	9.10	.4948	9.20	.3186	9.28
		.4397	8.91	.4969	9.09	.3206	9.41
84.5071	10.30	.4418	8.86	.4990	9.05	.3227	9.47
.5092	10.35	.4439	8.72	.5011	9.08	.3248	9.46
.5113	10.48	.4459	8.80	.5032	9.23	.3269	9.45
.5134	10.90	.4480	8.76			.3290	9.45
.5155	10.32	.4501	8.83	24316..		.3311	9.53
.5176	10.30	.4522	8.85			.3331	9.46
.5196	10.21	.4543	8.80	98.3201	9.26	.3352	9.51
.5217	10.24	.4564	8.82	.3222	9.18	.3366	9.46
.5238	10.18	.4584	8.86	.3243	9.17	.3394	9.46
.5259	10.10	.4605	8.80	.3264	9.25	.3415	9.57
.5280	10.02	.4626	8.88	.3285	9.25	.3436	9.42
.5301	10.07	.4647	8.80	.3306	9.23	.3456	9.50

J. D. ☉	Gr.	J. D. ☉	Gr.	J. D. ☉	Gr.	J. D. ☉	Gr.
24317..		24338..		24342..		24342..	
02.3477	9.49	96.3184	9.65	43.5228	8.92	51.4353	10.13
.3498	9.50	.3204	9.56	.5249	8.97	.4374	10.24
.3519	9.48	.3225	9.58	.5270	8.90	.4395	10.40
		.3246	9.39	.5291	8.72	.4416	10.22
24333..		.3267	9.45	.5312	8.60	.4437	10.20
		.3288	9.32	.5342	8.74	.4457	10.13
07.2189	9.28	.3309	9.15	.5374	8.80	.4478	10.09
.2209	9.20	.3329	9.10	.5395	8.69	.4499	10.16
.2230	9.25	.3350	9.16	.5416	8.70	.4520	10.03
.2251	9.12	.3371	9.00	.5437	8.72	.4541	9.98
.2272	9.13	.3392	9.02	.5457	8.78	.4562	9.97
.2293	9.10	.3413	8.91	.5478	8.80	.4582	9.70
.2314	8.95	.3434	8.70	.5499	8.78	.4603	9.62
.2341	8.92	.3454	8.72	.5520	8.90	.4624	9.69
.2362	8.88	.3475	8.80	.5541	8.85	.4645	9.50
.2383	8.92	.3496	8.78	.5562	8.92	.4666	9.60
.2404	8.81	.3517	8.75	.5582	9.20	.4687	9.55
.2425	8.95	.3538	8.89	.5603	8.95	.4708	9.30
.2445	8.70	.3559	8.72	.5624	8.90	.4728	9.44
.2578	8.80	.3579	8.80	.5645	8.91	.4749	9.36
		.3600	8.82	.5666	9.10	.4770	9.38
24338..		.3621	8.78	.5687	9.00	.4791	9.20
		.3642	8.77	.5708	9.10	.4812	9.15
72.4348	9.70	.3663	8.89			.4832	9.12
.4369	9.55	.3684	8.93	48.3478	10.30	.4853	9.00
.4390	9.56	.3704	8.75	.3499	10.32	.4874	8.93
.4411	9.50	.3725	8.80	.4027	8.72	.4895	8.91
.4432	9.45	.3746	8.89	.4055	8.77	.4916	8.90
.4452	9.36	.3767	8.90	.4082	8.72	.4937	8.94
.4473	9.28	.3788	9.00	.4103	8.90	.4957	8.90
.4494	9.10	.3809	8.98	.4124	8.80	.4978	8.89
.4515	9.02	.3829	8.95	.4145	8.82	.4999	8.65
.4536	9.04	.3850	9.09	.4166	8.95	.5041	8.73
.4557	8.83	.3871	9.02	.4187	8.83	.5082	8.80
.4578	8.90	.3892	9.03	.4207	9.00	.5103	9.00
.4598	8.86	.3913	9.00	.4228	8.85	.5173	8.93
.4619	8.92			.4249	8.90	.5194	9.14
.4640	8.76	24342..		.4270	9.02	.5214	8.98
.4661	8.70			.4291	8.85	.5235	9.05
.4682	8.71	43.4770	10.30	.4305	8.84	.5256	9.18
.4702	8.85	.4791	10.22	.4325	8.90	.5277	9.15
.4723	8.86	.4812	10.29	.4353	8.91	.5308	9.10
.4744	8.80	.4832	10.42	.4374	9.05	.5339	9.21
.4765	8.78	.4853	10.23	.4395	9.00	.5360	9.26
.4786	8.76	.4874	10.21	.4416	9.20	.5381	9.25
.4807	8.81	.4895	10.18	.4437	9.08	.5402	9.20
.4827	8.85	.4916	10.16	.4457	9.07	.5423	9.25
.4848	8.95	.4937	10.05			.5444	9.15
.4869	8.98	.4957	9.98	51.4082	10.35	.5464	9.27
.4890	9.05	.4978	9.80	.4103	10.36	.5485	9.30
.4912	8.94	.4999	9.78	.4124	10.42		
.4932	8.95	.5020	9.55	.4166	10.48	54.5124	10.40
.4952	8.86	.5041	9.40	.4187	10.45	.5145	10.19
		.5062	9.38	.4207	10.34	.5166	10.30
96.3059	10.28	.5082	9.41	.4228	10.40	.5187	10.31
.3079	10.15	.5103	9.35	.4249	10.30	.5207	10.40
.3106	10.00	.5134	9.37	.4270	10.23	.5228	10.28
.3121	9.81	.5166	9.30	.4291	10.25	.5249	10.31
.3142	9.86	.5187	9.10	.4312	10.28	.5270	10.20
.3163	9.64	.5207	8.95	.4332	10.28	.5291	10.25

J. D. ☉ 24342..	Gr.	J. D. ☉ 24342..	Gr.	J. D. ☉ 24342..	Gr.	J. D. ☉ 24342..	Gr.
54.5310	10.40	70.4904	9.33	77.5551	9.64	81.5376	9.65
.5332	10.21	.4925	9.22	.5571	9.42	.5397	9.50
.5353	10.22	.4945	9.18	.5592	9.40	.5418	9.39
.5374	10.15	.4966	9.14	.5613	9.38	.5439	9.37
.5395	10.30	.5036	9.01	.5634	9.30	.5459	9.34
.5416	10.22	.5057	8.82	.5655	9.25	.5480	9.32
.5437	10.07	.5077	8.76	.5676	9.36	.5501	9.28
.5457	9.81	.5098	8.85	.5696	9.12	.5522	9.26
.5478	10.01	.5119	8.72	.5717	9.08	.5591	8.95
.5499	9.80	.5140	8.75	.5738	9.04	.5605	8.85
.5520	9.68	.5161	8.77	.5759	8.92	.5626	8.97
.5541	9.83	.5182	8.80	.5780	8.90	.5647	8.94
.5562	9.71	.5202	8.80	.5801	8.73	.5744	8.81
		.5223	8.81	.5821	8.80	.5765	8.80
.5582	9.40	.5244	8.90	.5842	8.75	.5786	8.85
.5603	9.37	.5265	8.81	.5863	8.70	.5807	9.00
.5624	9.49	.5286	8.82	.5884	8.77	.5827	8.98
.5645	9.20	.5307	8.91	.5905	8.75	.5848	8.90
.5666	9.24	.5327	8.80	.5926	8.69	.5869	8.94
.5687	9.10	.5348	8.80	.5946	8.88	.5890	9.05
.5707	9.19	.5369	8.95	.5967	8.90	.5911	9.10
.5728	9.10	.5390	8.92	.5988	8.79	.5932	8.90
.5749	8.87	.5411	8.98	.6009	8.97	.5952	9.06
.5770	8.80	.5432	9.03	.6030	8.83	.6001	9.14
.5791	8.86	.5452	8.95	.6051	8.81	.6022	9.15
.5812	8.75	.5473	9.05	.6071	8.98	.6042	9.12
.5832	8.87			.6092	9.00	.6064	9.18
.5853	8.70	76.2648	9.10	.6113	8.95	.6083	9.20
.5874	8.84	.2669	9.16	.6134	9.05	.6105	9.17
.5895	8.68	.2690	9.10	.6155	9.00	.6126	9.13
.5916	8.75	.2710	9.08	.6176	8.88	.6147	9.20
.5937	8.70	.2732	9.01	.6196	9.12	.6148	9.21
.5957	8.77	.2752	8.97	.6217	9.02	.6195	9.18
.5978	8.78	.2773	9.08	.6238	9.20	.6216	9.25
.5999	8.85	.2794	9.00	.6259	9.21		
.6020	8.78	.2815	8.98	.6280	9.15		
.6041	8.80	.2835	9.05			89.4745	10.32
		.2856	8.90			.4773	10.22
70.4508	10.30	.2877	8.93	81.4966	10.31	.4801	10.17
.4529	10.30	.2898	8.91	.4987	10.22	.4828	10.00
.4550	10.32	.2919	8.89	.5008	10.27	.4856	10.02
.4571	10.30	.2940	8.90	.5029	10.25	.4898	10.06
.4591	10.28	.2960	8.91	.5050	10.28	.4953	9.60
.4612	10.26	.2981	8.95	.5070	10.23	.4981	9.35
.4633	10.04	.3002	8.80	.5091	10.23	.5009	9.37
.4654	10.16	.3023	8.86	.5112	10.23	.5037	9.42
.4675	9.95	.3044	8.96	.5133	10.18	.5065	9.26
.4695	10.00	.3065	8.74	.5154	10.19	.5092	9.09
.4716	9.75			.5175	10.16	.5120	9.07
.4737	9.72	77.5405	10.05	.5195	10.15	.5162	9.17
.4758	9.62	.5426	10.10	.5216	10.00	.5190	9.18
.4779	9.64	.5446	10.01	.5237	10.04	.5217	8.98
.4800	9.50	.5467	9.90	.5258	10.00	.5245	8.95
.4820	9.38	.5488	9.86	.5279	9.91	.5273	9.02
.4841	9.32	.5509	9.78	.5300	9.79	.5301	8.70
.4883	9.10	.5530	9.65	.5355	9.72	.5328	8.90

Tabelle 20. Die photoelektrischen Beobachtungen

J. D. ☉ 24335..	Gr.	J. D. ☉ 24345..	Gr.	J. D. ☉ 24345..	Gr.	J. D. ☉ 24345..	Gr.
04.4338	+ 1.314 : :	76.5324	0.468	77.5324	0.508	80.5632	0.153
.4363	1.136 :	.5332	0.489	.5369	0.525	.5638	0.164
.4572	0.905	.5339	0.470	.5385	0.534	.5662	0.164
.4582	0.791	.5347	0.470	.5431	0.531		
.4591	0.788	.5353	0.470	.5445	0.545	87.5421	1.267 :
.4601	0.848	.5382	0.446	.5511	0.638 :		
.4654	0.642	.5392	0.417			91.5436	1.103
.4678	0.567	.5399	0.409			.5447	1.121
.4690	0.452	.5406	0.432	80.4442	1.209	.5454	1.121
.4701	0.451	.5435	0.395	.4438	1.200	.5486	1.032
.4750	0.460	.5440	0.366	.4457	1.201	.5500	1.068
.4757	0.435	.5446	0.366	.4516	1.215	.5510	1.022
.4768	0.416	.5451	0.360	.4594	1.211	.5514	1.003
.4778	0.312	.5457	0.314	.4788	1.162	.5544	0.989
.4832	0.184	.5462	0.275	.4802	1.175	.5552	0.946
.4841	0.187	.5486	0.244	.4816	1.167	.5559	0.938
.4851	0.134	.5491	0.218	.4841	1.172	.5568	0.897
.4858	0.143	.5497	0.220	.4877	1.077	.5598	0.858
.4860	0.126	.5504	0.182	.4938	1.010	.5609	0.839
.4906	0.099	.5507	0.169	.4951	0.967 :	.5617	0.791
.4916	0.023	.5532	0.108	.4985	0.991	.5622	0.791
.4936	0.027	.5538	0.111	.5004	0.982	.5628	0.762
.4969	— 0.009	.5546	0.106	.5068	0.768	.5651	0.680
.5011	+ 0.006	.5551	0.097	.5097	0.581	.5658	0.628
.5024	0.013	.5580	0.102	.5105	0.568	.5665	0.594
.5038	0.088	.5585	0.083	.5140	0.482	.5671	0.585
.5086	— 0.014	.5590	0.089	.5145	0.467	.5679	0.586
.5117	+ 0.042	.5593	0.110	.5154	0.465	.5687	0.558
.5188	0.120	.5611	0.044	.5163	0.485	.5708	0.464
.5199	0.108	.5616	0.071	.5194	0.464	.5715	0.457
.5215	0.086			.5200	0.473	.5722	0.472
.5225	0.124	77.4482	0.056	.5206	0.448	.5728	0.436
		.4525	0.055	.5217	0.413	.5736	0.425
24345..		.4547	0.050	.5247	0.356	.5742	0.440
		.4593	0.057	.5253	0.343	.5770	0.419
76.4765	1.094	.4612	0.053	.5259	0.297	.5776	0.402
.4772	1.094	.4663	0.146	.5270	0.283	.5783	0.373
.4908	1.210	.4686	0.153	.5319	0.157	.5789	0.358
.4920	1.190	.4729	0.151	.5332	0.159	.5796	0.339
.4958	1.197	.4750	0.175	.5340	0.145	.5817	0.313
.4965	1.173	.4803	0.248	.5366	0.070	.5823	0.301
.4977	1.183	.4826	0.223	.5375	0.052	.5830	0.299
.4990	1.170	.4867	0.225	.5388	0.014	.5838	0.242
.4998	1.183	.4880	0.224	.5396	0.019	.5844	0.222
.5030	1.120	.4895	0.281	.5426	0.065	.5852	0.204
.5035	1.119	.4970	0.321	.5438	0.067	.5875	0.164
.5046	1.171	.4983	0.319	.5492	0.056		
.5134	1.023	.5019	0.363	.5498	0.057	97.5772	0.797 :
.5140	1.025	.5034	0.363	.5505	0.063	.5782	0.849 :
.5167	1.009	.5054	0.339	.5514	0.067	.5796	0.894 :
.5172	0.997	.5086	0.395	.5519	0.082		
.5177	1.034	.5104	0.414	.5524	0.084	24346..	
.5182	0.979	.5122	0.441	.5557	0.086		
.5239	0.844	.5224	0.467	.5564	0.082	00.4218	0.495 :
.5275	0.699	.5242	0.476	.5574	0.108	.4227	0.430
.5287	0.666	.5304	0.507	.5604	0.105	.4238	0.385
.5293	0.650	.5319	0.511	.5608	0.090	.4247	0.359

J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.
00.4286	0.341	10.5326	1.176	19.4331	0.469	27.3959	0.523
.4297	0.292	.5342	1.216	.4345	0.491	.3971	0.492
.4311	0.270	.5352	1.215	.4361	0.472	.3980	0.438
.4322	0.193	.5359	1.181	.4374	0.443	.3993	0.406
.4359	0.199	.5402	1.135 :	.4387	0.467	.4042	0.295
.4378	0.143 :	.5415	1.191	.4393	0.433	.4066	0.279
.4453	0.055	.5428	1.156	.4418	0.435	.4108	0.198
.4468	0.052	.5481	1.183	.4424	0.389	.4119	0.172
.4492	0.056	.5497	1.194	.4434	0.357	.4132	0.157
.4543	0.072	.5548	1.130	.4442	0.363	.4176	0.064
.4556	0.047	.5563	1.141	.4451	0.327	.4190	0.057
.4591	0.036	.5578	1.133	.4460	0.329	.4214	0.020
.4600	0.022	.5607	1.097			.4272	0.075
.4609	0.063	.5619	1.094	19.4483	0.256	.4301	0.076
.4623	0.068	.5632	1.088	.4494	0.235	.4346	0.079
.4672	0.131	.5650	1.064	.4505	0.206	.4361	0.055
.4689	0.147	.5683	1.026	.4514	0.256	.4372	0.060
.4693	0.153	.5697	0.973	.4521	0.170	.4380	0.045
.4703	0.173	.5719	0.951	.4554	0.094	.4424	0.075
.4726	0.193	.5733	0.962	.4566	0.094	.4440	0.126
.4736	0.187	.5740	0.914	.4575	0.089	.4453	0.140
.4740	0.187	.5771	0.837	.4585	0.078	.4501	0.172
		.5794	0.673	.4598	0.060	.4515	0.181
10.4406	0.914	.5815	0.632	.4608	0.047	.4530	0.183
.4438	0.947	.5828	0.660	.4614	0.044	.4553	0.199
.4471	0.970	.5842	0.630	.4642	0.065	.4594	0.253
.4501	0.962	.5849	0.635	.4653	0.047	.4604	0.255
.4522	0.968	.5883	0.485	.4662	0.049	.4617	0.305
.4575	0.983	.5904	0.426	.4674	0.049		
.4641	1.005	.5924	0.410	.4686	0.069	30.4995	0.422
.4655	0.999	.5939	0.363	.4697	0.056	.5005	0.367
.4673	0.997	.5978	0.280	.4735	0.113	.5020	0.394
.4709	1.013	.5995	0.265	.4745	0.101	.5033	0.389
.4717	1.007	.6010	0.231	.4754	0.105	.5058	0.305
.4732	1.039	.6025	0.220	.4766	0.095	.5066	0.269
.4738	1.018	.6032	0.192	.4796	0.086	.5076	0.253
.4777	1.000	.6061	0.136	.4802	0.090	.5081	0.214
.4785	1.002	.6068	0.116	.4808	0.109	.5088	0.186
.4806	1.017	.6094	0.084	.4817	0.113	.5095	0.185
.4851	1.010			.4832	0.139	.5101	0.179
.4884	1.005	19.4024	1.136	.4867	0.124	.5134	0.087
.4937	1.032	.4038	1.080	.4880	0.156	.5200	0.094 :
.4950	1.046	.4052	1.087	.4886	0.171	.5207	0.087 :
.4960	1.048	.4082	1.063	.4895	0.178	.5348	0.117
.5004	1.079	.4098	1.059	.4923	0.183	.5355	0.105
.5022	1.076	.4110	1.049	.4928	0.189	.5365	0.100
.5029	1.052	.4135	1.064	.4936	0.198	.5376	0.108
.5071	1.095	.4148	1.036	.4948	0.210	.5414	0.154
.5083	1.089	.4160	1.022	.4955	0.196	.5428	0.152
.5094	1.149	.4166	1.043	.4984	0.247		
.5106	1.143	.4191	0.958			49.4889	1.094 :
.5135	1.134	.4202	0.915	23.4136	0.509 :	.4896	1.011
.5150	1.143	.4211	0.881	.4146	0.442 :	.4907	0.990
.5167	1.154	.4219	0.884			.4920	0.933
.5204	1.195	.4248	0.788	27.3815	0.848	.4950	0.830
.5215	1.204	.4260	0.735	.3831	0.818	.4962	0.838
.5221	1.167	.4272	0.673	.3880	0.733	.4977	0.785
.5234	1.189	.4279	0.681	.3891	0.712	.5004	0.805
.5266	1.163	.4311	0.584	.3900	0.673	.5017	0.745
.5282	1.153	.4321	0.469	.3915	0.611	.5027	0.668

J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.
49.5038	0.589	52.5801	1.152	53.4702	0.980	58.3612	0.384
.5053	0.554	.5822	1.074	.4712	1.006	.3642	0.303
.5101	0.445	.5833	1.070	.4718	1.012	.3648	0.253
.5108	0.440	.5840	1.079	.4726	0.932	.3654	0.246
.5116	0.447	.5850	1.079	.4735	0.932	.3660	0.242
.5122	0.442	.5856	1.030	.4740	0.908	.3665	0.206
.5132	0.431	.5879	1.010	.4763	0.876	.3673	0.193
.5136	0.394	.5890	1.039	.4775	0.807		
.5166	0.349	.5897	1.008	.4786	0.853	60.5169	1.214
.5176	0.365	.5907	1.012	.4797	0.784	.5180	1.176
.5188	0.330	.5936	0.838	.4826	0.717	.5190	1.196
.5198	0.290	.5943	0.793	.4837	0.631	.5203	1.218
.5205	0.259	.5947	0.762	.4841	0.600	.5227	1.212
.5232	0.214	.5957	0.727	.4850	0.525	.5235	1.182
.5248	0.215	.5967	0.730	.4864	0.543	.5244	1.195
.5258	0.143	.5992	0.587	.4870	0.485	.5252	1.213
.5265	0.132	.6002	0.601	.4900	0.489	.5260	1.215
.5295	0.141	.6013	0.527	.4909	0.505	.5286	1.196
.5307	0.091	.6025	0.490	.4916	0.452	.5291	1.165
.5320	0.047	.6059	0.432	.4928	0.477	.5302	1.185
.5327	0.029	.6070	0.392	.4935	0.465	.5314	1.171
.5358	0.030	.6081	0.465	.4969	0.404	.5320	1.168
.5364	0.040	.6092	0.470	.4975	0.372	.5346	1.135
.5370	0.058	.6137	0.378	.4986	0.349	.5352	1.152
.5378	0.056	.6147	0.362	.4995	0.316	.5365	1.136
.5386	0.077	.6155	0.309	.5006	0.264	.5373	1.110
		.6166	0.246	.5029	0.216	.5378	1.111
52.3662	0.859	.6198	0.215	.5039	0.217	.5384	1.078
.3676	0.837	.6210	0.248	.5052	0.174	.5410	1.042
.3687	0.806	.6219	0.251	.5065	0.150	.5423	1.066
.3695	0.865	.6241	0.185	.5073	0.159	.5435	1.065
.3726	0.867	.6248	0.162	.5104	0.066	.5441	1.035
.3738	0.877	.6256	0.125	.5112	0.073	.5469	0.992
.3750	0.877	.6265	0.133	.5124	0.079	.5482	0.974
.3756	0.895	.6273	0.166	.5137	0.091	.5496	0.966
.3796	0.876	.6303	0.089	.5179	0.025	.5505	0.917
.3814	0.859	.6314	0.109	.5187	0.042	.5512	0.908
.3826	0.908	.6324	0.094	.5192	0.033	.5536	0.848
.3836	0.904	.6334	0.044	.5198	0.021	.5549	0.772
.3879	0.920	.6366	0.049	.5206	0.024	.5561	0.742
.3891	0.895	.6378	0.091	.5214	0.059	.5573	0.699
.3912	0.919	.6387	0.115	.5238	0.052	.5603	0.636
.3921	0.915	.6398	0.107	.5253	0.052	.5609	0.621
.3959	0.917	.6424	0.087	.5262	0.054	.5615	0.611
.3976	0.950	.6433	0.069	.5271	0.050	.5621	0.571
.3984	0.926	.6445	0.071	.5274	0.033	.5627	0.553
.4414	1.046	.6458	0.102	.5305	0.078	.5634	0.503
.4425	1.016	.6463	0.116	.5317	0.070	.5643	0.486
.4436	1.034			.5330	0.105	.5675	0.464
.4446	1.023	53.4510	1.230	.5340	0.136	.5686	0.466
.4472	0.987	.4525	1.181			.5694	0.454
.4483	1.008	.4541	1.123			.5703	0.416
.4494	0.950 :	.4570	1.182	58.3506	0.573 :	.5716	0.386
.4504	1.020	.4579	1.159	.3517	0.555 :	.5723	0.378
.4531	0.957	.4591	1.180	.3529	0.596	.5750	0.351
.4554	0.949	.4604	1.127	.3542	0.587	.5762	0.313
		.4644	1.021	.3571	0.455	.5771	0.308
.5774	1.156	.4651	1.055	.3584	0.443	.5781	0.287
.5786	1.193	.4664	1.029	.3591	0.371	.5790	0.246
.5796	1.157	.4675	0.985	.3601	0.377	.5808	0.191

J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.	J. D. ☉ 24346..	Gr.
60.5820	0.150	61.4473	0.557	68.4749	1.220	77.3508	0.978
.5827	0.177	.4481	0.510	.4767	1.195	.3521	0.988
.5836	0.156	.4492	0.484	.4778	1.218	.3551	0.955
.5844	0.139	.4519	0.449	.4814	1.155	.3561	0.932
.5871	0.119	.4530	0.425	.4824	1.145	.3574	0.961
.5882	0.086	.4539	0.418	.4837	1.169	.3586	0.893
.5893	0.073	.4545	0.389	.4849	1.171	.3620	0.793
.5905	0.091	.4555	0.378	.4882	1.104	.3633	0.717
		.4559	0.381	.4895	1.118	.3642	0.714
		.4585	0.364	.4914	1.098	.3647	0.688
61.4017	1.211	.4597	0.335	.4951	1.095	.3657	0.638
.4023	1.221	.4609	0.311	.4965	1.137	.3682	0.598
.4036	1.206	.4618	0.281	.4975	1.110	.3689	0.619
.4048	1.188	.4624	0.272	.5014	1.128	.3698	0.578
.4059	1.181	.4647	0.218	.5024	1.098	.3709	0.504
.4090	1.139	.4653	0.215	.5035	1.001	.3720	0.505
.4103	1.114	.4659	0.209	.5045	1.015	.3757	0.442
.4109	1.134	.4664	0.185	.5071	1.027	.3768	0.434
.4121	1.142	.4673	0.153	.5082	0.988	.3779	0.430
.4129	1.138	.4686	0.130	.5095	0.971	.3788	0.374
.4152	1.164 :	.4716	0.089	.5107	0.981	.3815	0.293
.4162	1.140	.4728	0.091	.5113	0.994	.3826	0.320
.4174	1.107	.4741	0.072	.5141	0.871	.3836	0.297
.4184	1.093	.4753	0.070	.5154	0.819	.3847	0.253
.4189	1.115	.4780	0.053	.5167	0.812	.3857	0.244
.4215	1.110	.4790	0.053	.5175	0.742	.3886	0.209
.4228	1.096	.4798	0.063	.5197	0.678	.3894	0.142
.4239	1.105	.4804	0.062	.5204	0.591	.3900	0.121
.4250	1.054	.4809	0.067	.5212	0.580	.3910	0.131
.4282	1.048	.4817	0.063	.5225	0.537	.3923	0.130 :
.4297	1.028	.4843	0.067	.5232	0.403 :	.3988	0.086
.4304	0.979	.4849	0.067	.5252	0.394 :	.3992	0.064
.4313	0.957	.4861	0.076			.4002	0.085
.4321	0.930	.4867	0.071			.4013	0.067
.4342	0.922	.4876	0.078	77.3409	1.115	.4024	0.077
.4353	0.900	.4902	0.093	.3413	1.112	.4055	0.080
.4366	0.834	.4913	0.102	.3421	1.109	.4071	0.070
.4378	0.842	.4924	0.124	.3430	1.091	.4080	0.063
.4401	0.776	.4934	0.110	.3435	1.088	.4086	0.057
.4409	0.744	.4967	0.129	.3439	1.090	.4094	0.039
.4417	0.740	.4980	0.142	.3445	1.091	.4118	0.114
.4422	0.692			.3450	1.093	.4130	0.116
.4430	0.656	63.2464	0.093 :	.3456	1.114	.4139	0.119
.4439	0.641	.2479	0.144 :	.3477	1.068	.4147	0.103
.4458	0.613	.2492	0.147 :	.3485	1.034	.4158	0.131
.4465	0.591	.2504	0.215 :	.3492	1.001	.4167	0.125

VERZEICHNIS DER LITERATUR ÜBER SW ANDROMEDAE

1. *E. C. Pickering*: Stars having peculiar spectra. 18 new variable stars. Harv. Circ. 124. und AN **174**.101.1907. Anzeige der Entdeckung der Veränderlichkeit des Sternes BD + 28° 54 = AGK Cambr E 182 = Harvard D. 001828 durch Miss *A. J. Cannon* auf Harvard Aufnahmen. Vorläufige Bezeichnung 5. 1907 And, Harvard Variable 1305. Helligkeitsänderungen auf 461 Platten 1889. Nov. 14–1906. Nov. 16. zwischen 8.7–9.9. Periode = 0^d.49932.

2. *F. H. Seares*: Preliminary announcement concerning SW Andromedae 5. 1907. Laws Bull. I. No. 16. p. 254. 1908. Angaben für 6 Maxima aus visuellen photometrischen Messungen von *Haynes* und *Seares*. $P = 0^d.44185$, $m^{\max} = 9.2$, $A_{\text{vis}} = 0.85$, $M - m = 0^d.052$.

3. *L. Campbell*: Harv. Ann. **63**. Part I. p. 150. 1913. Helligkeiten von 5 Vergleichsternen.

4. *Annie J. Cannon*: Stars having peculiar spectra. Six new variable stars. Harv. Circ 221. p. 5. 1920. Spektrum A3–F8.

5. *S. Beljawsky*: Sur l'étoile variable SW Andromedae. Pulkovo Mitt. VI. 12. No. 72. p. 324. 1915. 103 photographische Aufnahmen an 6 Tagen 1914. Sept. 25.—1915. Sept. 4. Die richtige Periode erkannt:

$$\begin{aligned} \text{Max.} &= 2418132.805 + 0^d.442276. E \\ m^{\max} &= 8.94, A_{\text{pg}} = 1.39, M - m = 0^d \end{aligned}$$

6. *Yendell*: AJ **29**. 99. 1916. Angaben für 4 Maxima aus 60 Beobachtungen, die aber stark von gleichzeitigen Princeton-Beobachtungen abweichen. (S. die Bemerkung von *H. Shapley* in MN **31**. 209.)

7. *C. Martin, H. C. Plummer*: The short-period variable SW Andromedae. MN **30**. 212. 1919. 47 Aufnahmen in Dunsink, mit Expositionszeiten zwischen 15 und 60 Minuten. Lichtkurve.

8. *H. Shapley*: Note on changes in the period and light-curve of the cluster variable SW Andromedae. MN **31**. 209. 1921. 89 visuelle photometrische Beobachtungen. $A_{\text{vis}} = 1.00$ (s. noch PAAS **3**. 16. Zeitliche Koinzidenz der visuellen und photographischen Maxima.) Starke Veränderlichkeit der Lichtkurve in der Nähe des Maximums.

9. *R. E. Wilson*: The proper motions and mean parallax of the Cepheid variables. AJ **35**. 35. 1923. $\mu_{\alpha} \cos \delta = -'.009 \pm .013$, $\mu_{\delta} = -'.004 \pm .010$.

10. *H. Grouiller, Bloch*: Lyon Bull. **5**. 37. 1923. Bearbeitung von 193 Schätzungen von Luizet aus den Jahren 1913–1916. $m^{\max} = 8.82$, $A_{\text{vis}} = 1.30$, $M - m = 0^d.100$.

11. *A. H. Joy*: PASP **36**. 82. 1924. Ableitung einer periodischen Ungleichheit. (s. 14.)

12. *Adams, Joy, Sanford*: PASP **36**. 139. 1924. Amplitude der Radialgeschwindigkeitskurve: 51 km/sec (die Einzelwerte der Radialgeschwindigkeit sind in 34. von *Elisabeth Kleissen* angegeben worden).

13. *J. Hellerich*: Notiz über die Periodenänderung von SW Andromedae. AN **228**. 259. 1926. 37 Messungen mit einem Zöllnerschen Photometer.

14. *A. H. Joy*: On the period of SW Andromedae. PASP **39**. 318. 1927. Gegen die schon von *Beljawsky* erkannten richtigen Elemente :

$$\text{Max.} = 2418325.185 + 0^d4422779. E$$

bleiben nur geringe Abweichungen übrig.

15. *W. Zessewitsch*: Mitteilungen über Veränderliche. AN **228**. 317. 1927. Bearbeitung von 28 Maximumepochen.

16. *Frank C. Jordan*: Photographic photometry with the thirty-inch Thaw refractor. The light-curve of twenty nine Cepheid variables. Allegheny Publ. VII. No. 1. p. 29. 1927. 380 Aufnahmen. $A_{\text{phg}} = 1.36$, $M - m = 0^d088$.

17. *W. S. Adams, A. H. Joy*: The relationship of spectral type to period among variable stars. Mt. Wilson Comm. 100. Proc. N. Ac. Sc. **13**. 391. 1927. Spektrum im Minimum : F5.

18. *A. van Maanen*: Stellar parallaxes derived from photographs. AJ **38**. 145 und The photographic determination of stellar parallaxes with the 60- and 100-inch reflectors. X. Mt. Wilson Contr. 356. 1928. $\pi = -^{\circ}007 \pm .008$ (p.e.).

19. *W. Zessewitsch*: Preliminary information on the variable star SW Andromedae. AN **231**. 413. 1928. Aus 45 Maxima :

$$\text{Hel. Max.} = 2418132.7986 + 0^d44227736.E$$

Diese Elemente stellen alle Maxima innerhalb $\pm 0^d022$ dar. Vermutung einer periodischen Ungleichheit mit $P' = 1236$ P.

20. *B. V. Okunev*: Color indices of cluster type Cepheids. Per. Zv. III. 8. 1930. Vergleich von visuellen und photographischen Lichtkurven.

21. *B. V. Kukarkin*: Untersuchungen über die RR Lyrae-Sterne. III. SW. Andromedae. Per. Zv. IV. 53. 1932. Elemente, Lichtkurve. 59 visuelle Schätzungen. Normalmax : 2426540.488. Farbenindex-kurve. $A_{\text{vis}} = 1.36$.

22. *Priscilla F. Bok, Constance D. Boyd*: Proper motions of forty three cluster type variables. Harv. Bull. 893. 1933. $\mu_{\alpha} \cos \delta = 0^{\circ}000 \pm .007$, $\mu_{\delta} = -^{\circ}009$.

23. *B. V. Okunev*: AV Pegasi und SW Andromedae. Leningrad Bull. 2. 1933. 170 Schätzungen (darunter 11 von *Niconov*). Normalmaximum : 2426969.482 \pm .002.

24. *H. Rügemer*: Mitteilungen über 36 bekannte und neue Veränderliche. AN **251**. 307. 1934. 152 Ernstaraufnahmen. $A_{\text{phg}} = 1.19$, $M - m = 0^d078$.

25. *L. Detre*: Der Veränderliche SW Andromedae. AN **252**. 329. 1934. 550. visuelle photometrische Messungen aus 1931—1933. Ableitung von Elementen aus 45 Maximumepochen :

$$\text{Hel. Max.} = 2418132.7995 + 0^d442276477.E$$

Nur geringe Abweichungen von diesen Elementen. Konstanz der Maximalhelligkeit. $A_{\text{vis}} = 1.06$, $M - m = 0^d074$.

26. *W. Zessewitsch*: Catalogue and Ephemeris of short-period Cepheids. Leningrad Bull. 4. 1934. Aus 74 individuellen Maxima :

$$\text{Hel. Max.} 2418132.7949 + 0^d4422799.E - 0^d0166 \times 10^{-8}.E^2$$

Mitteilung der Normalmaxima aus 36 Beobachtungen von *Lange* und aus 82 Beobachtungen von *Zessewitsch* (s. noch Tadjik Circ. 2. 1934 und 8. 1935.).

27. *S. I. Gaposhkin*: Investigation of changes in period of cluster type variables. Discussion of photographic observations. Harv. Circ. 392. 1934. Diskussion von 2800 Harvard-Aufnahmen aus 1889—1933. 200 beobachtete Maxima. Keine säkulare Änderung der Periode.

28. *W. Zessewitsch*: Catalogue and Ephemeris of short-period Cepheids for 1935—1936. Tadjik Astr. Obs. Stalinabad. 1934. Aus Normalmaxima von *Zacharov*, *Soloviev* und *Zessewitsch* konnte die Änderung der Periode endgültig bewiesen werden. Neue Elemente:

$$\text{Hel. Max.} = 2418132.7991 + 0^d44227818.E - 0^s00837 \times 10^{-8}.E^2.$$

29. *A. Soloviev*: Maxima of stars of RR Lyrae-type. Tadjik Circ. 3. 1935. Normalmaximum: 2427635.992.

30. *A. H. Joy*: Radial velocities of 67 variable stars of the RR Lyrae type. PASP 50. 302. 1938. Normale Radialgeschwindigkeit: -32 km/sec.

31. *H. Гурьев*: Кривые блеска переменных звезд типа RR Lyrae. Tadjik Circ. 32. 1938. 200 Stufenschätzungen im Jahre 1936. Normalmaximum 2428386. 527. Lichtkurve in Stufen.

32. *G. Lange*: Observations of 25 stars of the RR Lyrae-type. Tadjik Ann. I. Part 2. 1938. 39 visuelle Schätzungen im Jahre 1933.

33. *R. E. Wilson*: Position and proper motions of variables and red stars of uncommon spectral types. AJ 48. 37. 1939.

$$R. A. 1920.4 = 0^h21^m5^s.764, \quad \mu_\alpha \cos \delta = +^s0005 \pm .0084$$

$$D. 1916.5 = + 29^\circ 7'27''.39, \quad \mu_\delta = -^s0220 \pm .0067$$

34. *Elisabeth Kleissen*: Untersuchungen über Gesetzmässigkeiten des Lichtwechsels der RR Lyrae-Sterne. AN 267. 137.1939. 198 Aufnahmen am 60 cm Hamburger Refraktor. $m^{\max} = 9.43$, $A_{\text{vis}} = 1.01$, $M - m = 0^d088$.

35. *G. R. Miczaika*: Der Lichtwechsel von SW Andromedae, XX Andromedae, CY Aquarii und AR Persei. Heidelberg Ver. 14. Nr. 12.1946. 502 Schätzungen zwischen Okt. 4.—11. 1945. Normalmaximum J. D. 2431736.310. $m^{\max} = 8.75$, $A_{\text{vis}} = 1.36$, $M - m = 0^d088$. Lichtkurve in der Nähe des Maximums etwas veränderlich. Schwankungen im Zeitpunkte des Maximums um 0^d015 .

36. *П. П. Паренато*: Пространственные движения переменных звезд типа RR Lyrae. ПЗ 6.79.1946. Berechnung der galaktozentrischen Daten.

37. *G. Münch, L. R. Terrazas*: The spectrum of cluster-type Cepheids. ApJ 103. 371.1946. Während die meisten RR Lyrae-Sterne pekuliäre Spektren zeigen, besitzt SW Andromedae und AR Persei ein normales Riesenspektrum vom Typ F6, mit H-Linien normaler Intensität.

38. *E. C. Silva*: Notes sur les étoiles variables céphéides SW Andromedae, RW Cassiopeiae, S Sagittae, T Vulpeculae et VX Cygni. Bull. Ass. Fr. d'Obs. d'Ét. Var. III. 45.1948. 506 Schätzungen zwischen J.D.2430205—967. Drei verschiedene mittlere Lichtkurven. Unregelmässigkeiten auf dem absteigenden Aste. $M - m = 0^d075$. Elemente:

$$\text{Max.} = 2418132.7991 + 0^d44227818.E - 0^s994 \times 10^{-10}.E^2.$$

39. *Б. В. Кукаркин*: Исследование строения и развития звездных систем на основе изучения переменных звезд. Москва, 1949. p. 55. RR Lyrae-Sterne mit Perioden von SW And und AR Per sind selten in den Kugelhaufen. Vielleicht sind diese Sterne Representanten der Population I.

40. *Г. П. Захаров*: Визуальные наблюдения переменных звезд. Статья. I. 4. SW Andromedae. ПЗ 8.223.1951. 466 Schätzungen zwischen 1. Juli und 28. Okt. 1927. $M - m$ ändert sich zwischen 0^d060 und 0^d048 . $m^{\max} = 9.17$, $A_{\text{vis}} = 1.10$. 26 Zeitangaben für die Mitte des aufsteigenden Astes. Diese schwanken um die mittlere Lage mit einer Periode von 32—33 Tagen und mit einer Amplitude von $0^d007 - 0^d008$.

41. *В. П. Юбкуна*: SW Andromedae. ПЗ 8.286.1951. 314 Schätzungen in den Jahren 1948—1950. Normalmaxima 2432781.408 und 2433566.439. $m^{\max} = 9.19$, $A_{\text{vis}} = 1.50$.

42. *T. A. Azарнова*: О четырех переменных звездах. ПЗ 9.36.1952. 153 Schätzungen im Jahre 1949. Normalmaximum 2433211.274. Annahme einer sprunghaften Änderung der Periode.

43. *Joyce M. Newkirk*: Galactic orbits of fifty cluster type variables. Harv. Bull. 921. p.15.1952.

44. *K. Domke* und *E. Pohl*: Beobachtungsergebnisse der Berliner Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne (BAV).AN 281.113.1953. Angaben für 3 Maxima, beobachtet von *E. Born* und *D. Sofronijewic*.

45. *Е. Д. Павловская (Перепелкина)*: Определение собственных движений переменных звезд типа RR лиры ПЗ. 9.233.1953. $\mu_\alpha = -^{\circ}013 \pm .006$, $\mu_\delta = -^{\circ}019 \pm .006$.

46. *Е. Д. Павловская*: Определение средней абсолютной величины и исследование кинематики короткопериодических Цефеид ПЗ 9.349.1953. Kinematische Daten.

47. *М. И. Лавров*: SW Андромеды. ПЗ 10.60.1954. 185 visuelle Schätzungen im Jahre 1949. 6 Maxima. $A = 1.2$ (9.3—10.5), $M - m = 0^{\circ}.14 = 0^{\circ}.062$. Lichtkurve, Umgebungskarte (s. auch Бюлл. ВАГО No.5.S.25.1949.)

Budapest-Szabadsághegy, Sternwarte der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, 27. Oktober, 1954.