
A MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
CSILLAGVIZSGÁLÓ
INTÉZETÉNEK
KÖZLEMÉNYEI

MITTEILUNGEN
DER
STERNWARTE
DER UNGARISCHEN AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN

BUDAPEST — SZABADSÁGHEGY

Nr. 51.

I. ALMÁR

PERIODEN- UND LICHTKURVENÄNDERUNGEN
VON AR HERCULIS

BUDAPEST, 1961

SUMMARY

The changes in the period and light curve of the cluster-type variable AR Her have been investigated making use of all visual and photographic observations published previously in [3], [4], [5], [6], and also of 3511 photographic and 1141 photoelectric observations made recently in our observatory (Table 2). The O—C diagrams for the fundamental period and for the beat-period are shown in Fig. 2 and in Fig. 3 respectively. The validity of all assumptions concerning relations between the variation of characteristic quantities of the O—C curves is discussed and the existence of a third period in the light-variation indicated.

On the basis of all new photographic observations a mean light-surface for the years 1955—57 has been constructed (Table 5, Fig. 7) and compared with the light-surface in [3] — being based upon photographic observations made under exactly similar circumstances 18 years earlier. An important conclusion is the stability of the shape of the curve describing the simultaneous changes in brightness and phase of the maxima during one beat-period (Fig. 12). The results were supported by the light-surface based upon photoelectric observations in two colors (Table 7, Fig. 9). The description of the light-surfaces as the superposition of two anharmonic oscillations proved to be unsuccessful just as the application of other methods; some results having been obtained with the aid of the harmonic analysis of the light-surfaces.

After reducing our photoelectric observations to the B, V system, certain regularity has been found in the variation of the color index (Fig. 18, 19). A final comment deals with the significance of the results obtained in relation to the theory of RR Lyr stars.

BEZEICHNUNGEN

P	Hauptperiode	
φ, f	Phase in der Hauptperiode	
m_{\max}, I	Helligkeit des Maximums	
t_{\max}	Zeitpunkt des Maximums	
\bar{E}	Epochenzahl in Formel (1)	
t	Zeitpunkt, zu welchem der Stern im Helligkeitsaufstieg die mittlere Helligkeit erreicht	
II	Abweichung zwischen t_{\max} und dem Zeitpunkt des berechneten Maximums	
IV	Abweichung zwischen t und dem Zeitpunkt des berechneten Maximums	
III, V	Abweichung eines am aufsteigenden Ast gewählten Punktes vom Zeitpunkt des berechneten Maximums	
\bar{I}	mittlere Helligkeit der Maxima	
$\bar{II} \dots \bar{V}$	Mittelwert der entsprechenden Kurven $II(\psi) \dots V(\psi)$	
$I_{\max} \dots V_{\max}$	Maximalwert der entsprechenden Kurven $I(\psi) \dots V(\psi)$	
A_I, A_{II}, A_{IV}	doppelte Amplitude der entsprechenden Kurven $I(\psi), II(\psi), IV(\psi)$	
$\mu_I, \mu_{II}, \mu_{IV}$	Differenz zwischen den Phasen des Maximums bzw. des Minimums für die entsprechenden Kurven $I(\psi), II(\psi), IV(\psi)$ (Asymmetrie)	
\bar{E}	mittlere Epochenzahl eines Beobachtungsjahres	
p	Blaschko-Periode der Perioden- und Lichtkurvenänderungen	
ψ	Phase in der Blaschko-Periode	
N	Epochenzahl in Formel (2)	
p_1	eine längere Periode	
δ	die Phasenbeziehung der Kurven $I(\psi)$ und $II(\psi)$, d. h. $\psi(I_{\max}) - \psi(II_{\max})$	
v	visuelle	
ph	photographische	} Helligkeiten
l	lichtelektrische	
ps	auf alten Harvard-Platten geschätzte	

INHALTSVERZEICHNIS

	S.
I. Kapitel: Einleitung	6
II. Kapitel: Beobachtungsmaterial	6
III. Kapitel: Langsame Änderungen der Perioden und der Lichtkurve	29
1. §. Grundangaben der Lichtkurven	29
2. §. Grundangaben der $B-R$ Kurven	38
3. §. Einige Feststellungen über die langsamen Perioden- und Lichtkurven- änderungen	43
4. §. Kritische Bemerkungen	48
5. §. Die Periode $p_1 \sim 3p$	50
IV. Kapitel: Die Veränderungen der Lichtkurve im Laufe der 31,5tägigen Ungleichheit	50
1. §. Die Konstruktion der mittleren Lichtfläche	50
2. §. Ergebnisse des Vergleiches der einzelnen Lichtflächen	62
3. §. Einige Versuche zur Darstellung der mittleren Lichtfläche durch Zusammensetzung zweier Schwingungen	65
4. §. Angenäherte harmonische Analyse der Lichtflächen	68
V. Kapitel: Die photoelektrischen Beobachtungen	72
1. §. Der Anschluss an das Johnsonsche-System	72
2. §. Änderungen des Farbenindex	75
Zusammenfassung und einige Bemerkungen	78

PERIODEN- UND LICHTKURVENÄNDERUNGEN VON AR HERCULIS

I. Einleitung

AR Her ist der erste Veränderliche, bei dem der Verlauf des Blaschko-Effektes ausführlicher erörtert wurde. Wir versuchen mit Hilfe des ganzen, durch photographische und lichtelektrische Beobachtungen ergänzten Materials die Natur der Perioden- und Lichtkurvenänderungen zu klären.

Der Lichtwechsel des Sterns wurde im Jahre 1926 von Blaschko entdeckt [1]; die periodischen Schwankungen von P wurden zuerst im Jahre 1931 erwähnt [2]. Die wichtigsten, bis 1960 veröffentlichten Bearbeitungen in chronologischer Reihe sind folgende:

a) Julia Balázs—L. Detre: Untersuchungen über die Perioden- und Lichtkurvenänderungen von kurzperiodischen δ Cephei Sternen II. AR Herculis (1939) [3].

b) Everett C. Yowell: The primary and secondary periods of AR Herculis (1944) [4].

c) В. П. Цесевич, Б. А. Устинов: Исследование эффекта Блажко (1953) [5].

d) Л. А. Клепикова: Исследование эффекта Блажко (часть II), (1956) [6]

Die Raumbeschwindigkeit des Sternes ist auch eigenartig, sie ist entgegengesetzt zur Richtung der galaktischen Rotation [7].

II. Beobachtungsmaterial

Den oben erwähnten Veröffentlichungen wurden *die einzelnen Beobachtungen* entnommen, die Yowell'schen Gruppenmittelpunkte bilden eine Ausnahme.

a) *Visuelle* Beobachtungen von Blaschko, Zessewitsch, Okunew, Dombrowskij, Mustelj, Gurjew und Ustinow. 8000 Schätzungen aus den Jahren 1926—1950, die schon einheitlich auf eine Helligkeitsskala in visuellen Grössenklassen reduziert worden sind [5].

b) *Visuelle* Beobachtungen von Klepikowa, Perowa, Manowa, Slowokhotowa, Fatkina. 2100 Schätzungen aus den Jahren 1950—1954, die auf eine andere Helligkeitsskala reduziert worden sind [6].

c) *Photographische* Beobachtungen von J. Balázs und L. Detre. 3300 Aufnahmen aus den Jahren 1935—1939 mit dem 16 cm-Astrographen der Konkoly-Sternwarte auf Eastman 40-Platten, die am Rosenbergschen Elektromikrophotometer ausgemessen worden sind [3].

d) Photographische Beobachtungen von verschiedenen Mitarbeitern der Konkoly-Sternwarte. 3511 Aufnahmen aus den Jahren 1946—1957 mit demselben 16 cm-Astrographen auf Agfa Astro- oder Superfulgur Platten. Die Belichtungszeit betrug im allgemeinen 4—5 Minuten. Die erhaltenen 241 Plat-

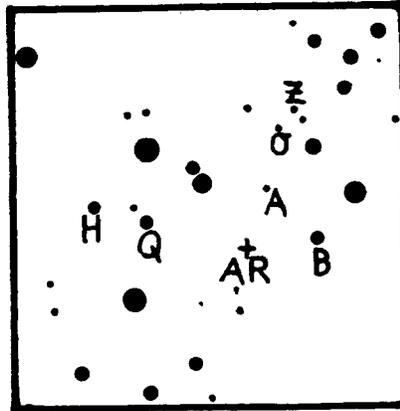


Abb. 1. Umgebungskarte für AR Her

ten verteilen sich auf die einzelnen Beobachter folgendermassen: Almár 158, Elter 43, Gefferth 9, Csada 9, Detre 8, Guman 5, Rákosi 2, Mersits 2, J. Balázs 2, Lovas 2, Sinka 1. Die Ausmessung der Platten erfolgte an demselben Rosenbergschen Elektromikrophotometer; neben dem Veränderlichen haben wir noch die fünf Vergleichsterne ausgemessen, deren Helligkeiten aus vier Polübertragungen schon in [3] abgeleitet worden sind.

Tabelle 1.

Vergleichsterne

B	BD + 47°2284	10^m_{27}
H	BD + 47°2294	10^m_{79}
Q	BD + 47°2290	10^m_{88}
A	BD + 47°2286	11^m_{08}
O		11^m_{81}
Z		12^m_{15}

Die meisten Aufnahmen erhielten wir im Jahre 1956, als die Beobachtungen nicht nur auf den aufsteigenden Ast und auf das Maximum beschränkt waren, sondern auf jede Phase der Hauptperiode ausgedehnt wurden. Dadurch ist ein ganz homogenes und mit der in den Jahren 1937—1938 erhaltenen Beobachtungsserie vergleichbares Material zustande gekommen.

e) *Lichtelektrische* Beobachtungen. 584 im blauen und 557 im gelben Wellenlängenbereich aus den Jahren 1958—1960 am 60 cm-Newton-Spiegel der Konkoly-Sternwarte mit einem RCA 1P21 Photomultiplier. Wir verwendeten die Schott-Filter BG12 bzw. GG11; die isophoten Wellenlängen liegen etwa bei 4300 Å für Blau, bzw. 5500 Å für Gelb. Zur Bestimmung der Helligkeit und Farbe bedienten wir uns des Sterns »A« (siehe Tab. 1), der sich durch mehrere Kontrollmessungen mit »Q« als unveränderlich erwies. Die Verbindungen

derung mit dem internationalen Johnson'schen UBV-System und damit die Bestimmung der internationalen Farbindizes erörtern wir in Kap. V.

Tabelle 2 enthält alle unsere Beobachtungen von 1946 bis 1960 (Gruppe *d*) und *e*). Falls eine Helligkeitsangabe infolge von atmosphärischen Störungen oder Plattenfehlern mit einem kleineren Gewicht genommen werden soll, so ist ein Doppelpunkt dahintergesetzt. Alle Zeitangaben beziehen sich auf die Sonne.

Tabelle 2. a) Die photographischen Beobachtungen

J. D. 243...	Gr.						
1973,3704	10,90	,4801	10,48	,4346	10,68:	,4003	10,45
,3725	10,72	,4828	10,58	,4381	10,93	,4024	10,39
,3746	10,84	,4856	10,62	,4402	10,97	,4045	10,35
,3767	10,79	,4884	10,77	,4423	10,94	,4066	10,27
,3788	10,80	,4912	10,67	,4444	10,96	,4086	10,39
,3809	10,77	,4940	10,64	,4464	10,79:	,4107	10,36
,3829	10,83	,4967	10,69	,4485	10,99	,4128	10,33
,3850	10,79	,4995	10,72	,4506	10,85:	,4149	10,48
,3871	10,84	,5023	10,71	,4527	11,04	,4170	10,44
,3892	10,84	,5051	10,74	,4548	11,00	,4191	10,52
,3947	10,85	,5078	10,81	,4569	11,11:	,4211	10,54
,3961	10,70	,5106	10,79	,4589	11,10:	,4281	10,40
,3989	10,83	,5134	10,78	,4610	10,99	,4302	10,52:
,4010	10,93	,5162	10,72	,4631	10,87	,4322	10,64
,4031	10,86	,5190	10,82	,4652	11,09:	,4343	10,47:
,4052	10,81	,5217	10,79	,4673	10,91	2067,3283	10,66
,4072	10,79	,5245	10,90	,4694	10,97	,3304	10,50
,4093	10,96	,5273	10,91	,4714	10,91	,3324	10,43
,4114	10,96	2035,3659	10,61	,4735	11,10	,3345	10,56
,4135	10,91:	,3680	10,55	,4756	11,15	,3366	10,43
,4246	11,17:	,3700	10,45	,4777	10,97	,3387	10,56
,4267	11,03:	,3721	10,55	,4798	10,78:	,3408	10,49
2002,4071	11,67	,3742	10,60	,4819	11,22	,3429	10,47
,4092	11,56	,3763	10,55	,4839	11,04	,3449	10,47
,4120	11,42	,3784	10,50:	,4860	11,16	,3470	10,48
,4148	11,44	,3805	10,60	,4881	11,19	,3491	10,52
,4169	11,45	,3825	10,60	,4902	11,29	,3512	10,63
,4190	11,30	,3846	10,70	2051,3489	11,27	,3533	10,62
,4217	11,30	,3867	10,61	,3510	10,93	,3554	10,60
,4245	11,18	,3888	10,67	,3531	10,91	,3574	10,65
,4273	11,10	,3909	10,64	,3552	10,92	,3595	10,70
,4301	11,00	,3930	10,57	,3572	10,74	,3616	10,58
,4328	10,95	,3950	10,60	,3593	10,72	,3637	10,64
,4356	10,87	,3971	10,70	,3614	10,70	,3658	10,68
,4384	10,89	,3992	10,71	,3635	10,61	,3679	10,70
,4412	10,68	,4013	10,74	,3656	10,63	,3699	10,65
,4440	10,71	,4034	10,77	,3677	10,58	,3720	10,71
,4467	10,68	,4055	10,72:	,3697	10,58	,3741	10,62:
,4495	10,64	,4075	10,65	,3718	10,46	,3762	10,71
,4523	10,54	,4096	10,66	,3739	10,45	,3783	10,80
,4551	10,60	,4117	10,70	,3760	10,46	,3804	10,78:
,4579	10,49	,4138	10,69	,3781	10,47	,3824	10,64
,4606	10,58	,4159	10,70	,3802	10,42	,3845	10,66
,4634	10,68	,4180	10,60	,3850	10,33	,3866	11,01:
,4662	10,56	,4200	10,60	,3871	10,30	,3887	10,63
,4690	10,56	,4221	10,66	,3892	10,40	,3908	10,72
,4717	10,56	,4242	10,54	,3913	10,42	,3929	10,62
,4745	10,52	,4263	10,78	,3941	10,43	,3949	10,75
,4773	10,66	,4284	10,76	,3982	10,29:	,3970	10,94

J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
,3991	10,83	,4499	10,84	,4281	10,74	,4951	10,32
,4012	10,79	,4520	10,84	,4302	10,73	,4972	10,27
,4033	10,74	,4575	10,65	,4322	10,72	,4993	10,32
,4054	10,86	,4596	10,75	,4343	10,72	,5014	10,43
,4074	10,71:	,4617	10,66	,4364	10,70	,5035	10,40
,4095	10,72:	,4638	10,67:	,4385	10,66	,5056	10,45
,4116	10,82:	,4659	10,64	,4406	10,60	,5076	10,42
,4137	11,00:	,4680	10,47	,4494	10,66	,5104	10,46
2084,3138	10,38	,4700	10,61	,4515	10,57	,5125	10,43
,3159	10,52	,4721	10,59	,4536	10,66	,5146	10,61
,3180	10,49	,4742	10,41	,4557	10,58	,5167	10,57
,3200	10,56	,4763	10,60	,4577	10,69	,5188	10,50
,3221	10,47	,4784	10,52	,4598	10,67	,5208	10,53
,3242	10,42	,4805	10,60	,4619	10,62	,5229	10,60
,3263	10,53	,4825	10,56	,4640	10,66	,5243	10,43
,3284	10,60	,4846	10,54	,4661	10,75	2733,3766	10,61
,3305	10,53	,4867	10,62	,4682	10,68	,3787	10,62
,3325	10,53	,4888	10,69	,4702	10,66	,3808	10,61
,3346	10,64	,4909	10,67	,4723	10,64	,3828	10,72
,3367	10,63	,4930	10,54	,4744	10,72	,3849	10,76
,3388	10,69:	,4950	10,55	,4765	10,79	,3870	10,57
,3409	10,60	,4971	10,54	,4786	10,70	,3891	10,70
,3430	10,67	,4992	10,53	,4807	10,75	,3912	10,66
,3450	10,79:	,5013	10,45	,4827	10,79	,3933	10,53
,3471	10,77:	,5034	10,42	,4848	10,68	,3953	10,62
,3492	10,85	,5055	10,48	,4869	10,74	,3995	10,60
,3513	10,80	,5075	10,51	,4890	10,70	,4016	10,59
,3534	10,78	,5096	10,60	,4911	10,83	,4037	10,61
,3555	10,71:	,5117	10,51	,4932	10,80	,4092	10,56
,3575	10,88:	,5138	10,54	,4952	10,81	,4113	10,52
,3596	10,92	,5159	10,65	,4973	10,84	,4134	10,64
,3617	10,88	,5180	10,64	,4994	10,88	,4155	10,62
,3638	10,86	,5200	10,64	,5015	10,89	2763,3961	11,53
,3659	10,89	,5221	10,65	,5036	10,86	,3982	11,42
,3680	10,90	,5242	10,64	,5057	10,92	,4003	11,57
,3700	10,89	,5263	10,79	,5077	10,90	,4024	11,62
,3721	10,81	,5284	10,65	,5098	10,89	,4045	11,60
,3742	10,94	,5305	10,66	2716,4236	11,66	,4066	11,70
,3763	10,74:	,5325	10,70	,4257	11,50	,4086	11,30
,3784	11,01	,5346	10,61	,4278	11,44	,4107	11,26
,3825	11,15:	2701,3864	10,94	,4299	11,60	,4128	11,48
,3846	10,87:	,3885	10,91	,4319	11,28	,4149	11,40
,3867	11,01	,3906	10,84	,4340	11,42	,4170	11,31
2677,3638	12,11	,3927	10,79	,4361	11,44	,4191	11,40
,3659	12,18	,3947	10,75	,4433	11,10	,4211	11,40
,3680	12,03	,3968	10,73	,4465	10,96	,4232	11,24
,3721	11,85	,3989	10,79	,4486	10,94	,4253	11,24
,3909	11,96	,4010	10,67	,4618	10,56	,4274	11,15
,3930	11,86	,4031	10,69	,4639	10,58	,4295	10,96
,3971	11,80	,4052	10,67	,4660	10,56	,4317	10,80
,4124	11,49	,4072	10,64	,4683	10,50	,4336	10,79
,4145	11,58	,4093	10,64	,4715	10,41	,4357	10,80
,4166	11,49	,4114	10,71	,4736	10,38	,4378	10,73
,4353	11,10	,4135	10,53	,4757	10,40	,4399	10,65
,4374	11,07	,4156	10,68	,4778	10,32	,4420	10,80
,4395	11,07	,4177	10,67	,4847	10,34	,4468	10,78
,4416	10,88	,4197	10,63	,4868	10,30	,4489	10,80
,4437	10,99	,4218	10,71	,4889	10,27	,4510	10,69
,4457	10,94	,4239	10,70	,4910	10,31	,4531	10,72
,4478	10,87	,4260	10,71	,4931	10,32	,4552	10,71

J. D. 243...	Gr.						
,4572	10,69	,4228	11,47	,4462	12,08	,4941	10,79
,4593	10,59	,4318	11,14	,4483	12,06	,4961	10,84
,4614	10,72	,4339	11,20	,4504	12,01	,5003	10,71
,4635	10,67	,4360	11,16	,4525	11,97	,5024	10,67
,4656	10,62	,4381	10,98	,4546	11,92	,5045	10,72
,4677	10,78	,4402	10,71	,4567	11,82	,5066	10,68
,4697	10,65	,4423	10,77	,4587	12,18:	,5086	10,62
,4718	10,73	,4443	10,75	,4608	11,85	,5107	10,61
,4739	10,75	,4464	10,59:	,4625	12,01	,5128	10,64
,4760	10,70	,4471	10,83	,4650	11,93	,5149	10,60
,4781	10,72	,4492	10,62	,4671	12,06	,5170	10,61
,4802	10,72	,4576	10,52	,4692	11,86	,5191	10,52
2773,3249	11,62	,4596	10,53	,4712	12,01	3453,4441	11,52
,3270	11,16	,4617	10,53	,4733	11,83	,4461	11,36
,3291	11,04	,4639	10,50	,4754	11,95	,4482	11,33
,3312	11,13	,4659	10,41	,4775	11,78	,4503	11,38
,3332	11,08	,4681	10,45	,4830	11,40	,4524	11,33
,3353	11,27	,4700	10,51	,4851	11,43	,4545	11,28
,3374	11,21	,4721	10,43	,4872	11,36	,4565	11,17
,3395	11,01	,4742	10,37	,4893	11,38	,4586	11,28
,3416	10,80	,4763	10,41	,4914	11,30	,4607	11,21
,3437	10,77	,4784	10,43	,4935	11,05	,4628	11,34
,3457	10,76	,4805	10,40	,4954	11,05	,4649	11,20
,3478	10,73	,4853	10,43	,4976	11,02	,4670	10,96
,3499	10,69	,4874	10,44	,4997	10,93	,4691	10,85
,3520	10,67	,4895	10,43	,5018	10,89	,4811	10,87
,3541	10,51	,4916	10,42	,5039	10,78	,4732	10,77
,3562	10,44	,4937	10,49	,5060	10,73	,4753	10,75
,3582	10,52	,4957	10,49	,5080	10,62	,4774	10,70
,3603	10,47	,4978	10,58	,5101	10,64	,4795	10,63
,3624	10,52	,5000	10,55	,5122	10,64	,4816	10,58
,3645	10,45	,5020	10,60	,5143	10,53	,4836	10,66
,3666	10,50	,5041	10,58	,5163	10,58	,4857	10,54
,3687	10,46	,5062	10,58	,5185	10,50	,4878	10,53
,3707	10,33:	,5082	10,62	,5205	10,50	,4899	10,48
,3728	10,48	,5103	10,62	3114,5044	12,05	,4920	10,49
,3749	10,43	,5124	10,67	,5065	12,08	,4941	10,59
,3770	10,42	,5145	10,66	,5085	12,01	,4961	10,48
,3791	10,37:	,5166	10,70	,5106	11,92	,4982	10,52
,3812	10,45	,5187	10,70	,5127	12,04	,5003	10,58
,3832	10,27:	,5207	10,71	,5148	12,10	,5024	10,50
,3853	10,39	,5228	10,72	,5169	12,00	,5045	10,49
,3871	10,44	,5249	10,73	,5190	12,08	,5066	10,42
,3895	10,43	,5270	10,74	,5210	12,04	,5086	10,61
,3916	10,35:	,5291	10,74	,5231	12,06	,5107	10,51
3069,3916	11,72	,5312	10,73	,5294	11,92:	3791,3494	11,82
,3937	11,66	3084,4299	11,39:	,5315	11,94:	,3522	11,81
,3957	11,85:	,4319	11,83:	,5335	11,94:	,3550	11,90
,3978	11,76	,4340	11,67	,5398	12,04:	,3577	11,76
,4000	11,73	,4361	11,58:	,5440	11,46:	,3605	11,87
,4020	11,88:	,4382	11,80:	,5461	11,43:	,3633	11,84
,4041	11,78:	,4403	11,64	,5482	11,33:	,3661	11,77
,4062	11,74	,4424	11,55	3445,4767	11,16	,3689	11,77
,4082	11,76	,4444	11,67	,4788	11,12	,3716	11,81
,4103	11,71	,4465	11,41	,4809	11,00	,3744	11,81
,4124	11,57	,4486	11,34:	,4829	11,08	,3772	11,80
,4145	11,58	3092,4379	11,91	,4850	11,00	,3800	11,84
,4166	11,72	,4400	12,12	,4878	10,83	,3827	11,65:
,4187	11,66:	,4421	12,15	,4900	10,85	,3855	11,92
,4207	11,48:	,4442	12,06	,4920	10,90	,3883	11,92

J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
,3911	11,93	,3474	11,45	,3872	10,67	,5202	10,75
,3939	11,95	,3495	11,34	,3900	10,72	,5230	10,70
,3952	12,05	,3516	11,42	,3928	10,60	,5258	10,60
,3980	11,93	,3537	11,26	,3955	10,58	,5286	10,74
,4008	11,79	,3558	11,00	,3983	10,59	,5314	10,67
,4036	11,92	,3578	11,01	,4011	10,66	,5341	10,80
,4064	11,70	,3599	11,09	4129,4054	11,05	,5369	10,77
,4091	11,69	,3620	10,89	,4082	11,09	,5397	10,72
,4119	11,70	,3641	10,85	,4110	11,08	,5425	10,65
,4147	11,81	,3662	10,83	,4138	10,88	,5452	10,70
,4175	11,63	,3683	10,75	,4166	10,79	,5480	10,70
,4202	11,39	,3703	10,73	,4194	10,72	,5508	10,72
,4230	11,50	,3724	10,68	,4221	10,60	4177,3596	10,60
,4258	11,40	,3745	10,62	,4249	10,56	,3617	10,58
,4286	11,24	,3787	10,69	,4277	10,52	,3638	10,70
,4314	11,14	,3808	10,60	,4305	10,47	,3659	10,58
,4341	11,18	,3828	10,56	,4332	10,41	,3680	10,61
,4369	11,10	,3849	10,56	,4360	10,35	,3700	10,60
,4397	10,87	,3870	10,59	,4388	10,37:	,3721	10,65
3823,3661	11,76	,3891	10,54	,4464	10,27	,3742	10,56
,3688	11,83	,3912	10,62	,4492	10,35	,3763	10,63
,3716	11,57	,3933	10,59	,4520	10,38	,3784	10,74
,3743	11,64	,3953	10,64	,4548	10,41	,3805	10,68
,3772	11,67:	,3974	10,65	,4575	10,35	,3825	10,70
,3799	11,48	,3995	10,74	,4603	10,38	,3846	10,68
,3827	11,39	,4016	10,76	4134,5312	11,64	,3867	10,74
,3854	11,25	,4037	10,75	,5339	11,58	,3888	10,78
,3883	11,50	,4058	10,82	,5367	11,65	,3909	10,68
,3910	11,17	,4078	10,75	,5395	11,82	,3930	10,79
,3939	11,08	,4099	10,79	,5423	11,72	,3950	10,77
,3965	11,06	,4120	10,74	,5450	11,42	,3971	10,88
,3994	11,02	,4141	10,79	,5478	11,46	,3992	10,66
,4021	10,90	,4162	10,86	,5506	11,18	,4013	10,79
,4050	10,82	,4183	10,88	,5534	11,22	,4034	10,82
,4076	10,75	,4203	10,81	,5562	10,95	4185,3675	10,70
,4105	10,78	,4245	10,85	,5589	10,94:	,3695	10,72
,4132	10,73:	4122,3185	10,93:	,5617	10,86:	,3716	10,74
,4161	10,60	,3212	11,17:	,5645	10,64:	,3737	10,55
,4204	10,59	,3240	11,49	,5673	10,50	,3758	10,54
,4254	10,58	,3268	11,36	,5700	10,60	,3779	10,58
,4274	10,51	,3323	11,02	,5728	10,56	,3800	10,59
,4296	10,54	,3351	11,33	,5756	10,46	,3820	10,60
,4316	10,58	,3379	11,24	,5784	10,50	,3841	10,58
,4337	10,50	,3407	11,10	,5812	10,46	,3862	10,60
,4357	10,47	,3435	10,99	,5839	10,32	,3883	10,67
,4378	10,52	,3464	10,89	,5867	10,32	,3904	10,62
,4400	10,55	,3490	11,02	4151,4814	10,95	,3925	10,63
,4420	10,52	,3518	10,98	,4841	11,02	,3945	10,75
,4442	10,43	,3539	10,96	,4869	10,90	,3966	10,75
,4461	10,38	,3567	10,93	,4897	10,95	,3987	10,65
,4482	10,47	,3594	10,98	,4925	11,01	,4008	10,64
,4503	10,47	,3622	10,96	,4952	10,85	,4028	10,60
,4525	10,52	,3650	10,92	,4980	10,90	,4050	10,68
,4546	10,53	,3678	10,89	,5008	10,97	,4070	10,68
3894,3349	11,70	,3705	10,94	,5036	10,80	,4091	10,54
,3370	11,55	,3433	10,77	,5064	10,81	,4112	10,65
,3391	11,62	,3761	10,60	,5091	10,72	4198,4831	10,87
,3412	11,63	,3789	10,92:	,5119	10,84	,4852	10,71
,3433	11,65	,3817	10,66	,5147	10,85	,4873	10,71
,3453	11,76	,3844	10,66	,5175	10,84	,4894	10,70

J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
,4915	10,57	,4074	10,51	,3688	10,86	4280,2847	10,96
,4936	10,76	,4095	10,47	,3708	10,91	,2868	11,03
,4954	10,58	,4116	10,62	,3729	11,04	,2889	11,04
,4977	10,61	,4137	10,66	,3750	10,88	,2910	11,08
,4998	10,70	,4158	10,64	,3771	11,08	,2931	10,95
,5019	10,67	,4179	10,55	,3792	10,87	,2951	10,95
,5040	10,48	,4199	10,54	,3813	10,75:	,2972	11,04
,5061	10,48	,4220	10,54	,3833	10,80	,2993	11,05
,5081	10,43	,4241	10,62	,3854	11,01	,3014	10,88
,5102	10,50	,4262	10,71	,3875	10,90	,3035	10,80
,5123	10,50	4239,4002	10,56:	,3896	10,98	,3056	10,82
,5144	10,45	,4106	10,54:	,3917	11,35	,3076	10,70
,5165	10,56	,4245	10,72	,3939	11,40	,3097	10,60
,5186	10,46	,4273	10,76:	,3958	10,98	,2174	10,46
,5206	10,41	,4301	10,74	,3979	11,14	,2194	10,58
4208,3760	10,64	,4321	10,76	,4000	11,43	,2215	10,56
,3781	10,60	,4342	10,74	,4021	11,30	,2236	10,56
,3802	10,66	,4363	10,76	,4042	11,12:	,2257	10,54
,3822	10,76	,4384	01,75	,4063	11,23	,2278	10,56
,3843	10,71	,4405	10,83	,4083	11,25	,2299	10,51
,3864	10,75	,4426	10,90	,4104	11,37	,2319	10,48
,3885	10,76	,4446	10,74	4247,3598	10,92	,2340	10,56
,3906	10,76	,4467	10,92	,3619	10,81	,2361	10,51
,3927	10,79	,4488	10,85	,3640	10,88	,2382	10,54
,3947	10,76	,4509	10,88	4248,2958	11,06	,2403	10,43
,3968	10,80	,4530	10,80	,3000	11,15	,2424	10,59
,3989	10,88	,4551	10,91	,3188	11,38	,2444	10,52
,4010	10,90	,4572	10,79	,3208	11,10	,2465	10,51
,4031	10,66	,4592	10,92	,3229	10,88	,2486	10,50
,4052	10,96	,4613	10,90	,3250	10,95	,2507	10,54
,4072	10,74	,4634	10,88	,3271	10,76	,2528	10,58
,4093	10,80	4241,3042	10,85	,3292	10,79	,2549	10,55
,4113	10,98	,3063	10,84	4264,3101	10,35	,2569	10,65
,4135	10,83	,3083	10,87	,3122	10,32	,2590	10,63
,4156	10,96	,3104	10,84	,3142	10,35	,2611	10,64
,4177	11,01	,3125	10,88	,3163	10,43	,2632	10,66
,4197	10,88	,3147	10,88	,3184	10,40	,2653	10,63
,4218	10,95	,3168	10,84	,3204	10,30	,2674	10,67
4216,3595	10,89	,3188	10,74	,3225	10,39	4456,5280	10,43
,3616	10,94	,3208	10,78	,3285	10,48	,5308	10,47
,3637	10,90	,3229	10,98	,3309	10,35	,5335	10,47
,3665	10,87	,3250	10,99	,3329	10,48	,5363	10,51
,3686	10,90	,3271	10,97	,3350	10,41	,5391	10,56
,3727	10,90	,3292	10,90	,3371	10,40	,5419	10,50
,3741	10,79	,3313	10,99	,3392	10,52	,5446	10,50
,3762	10,80	,3333	10,79	,3413	10,64	,5474	10,57
,3783	10,65	,3354	10,89	,3434	10,62	,5502	10,55
,3804	10,89	,3375	10,97	,3454	10,54	,5530	10,58
,3824	10,67	,3396	11,01	,3475	10,66	,5558	10,61
,3845	10,61	,3417	11,01	,3496	10,47	,5585	10,50
,3866	10,65	,3438	11,00	,3517	10,64	,5613	10,53
,3887	10,70	,3458	10,93	,3538	10,50	,5641	10,58
,3908	10,78	,3479	10,86	,3559	10,76	,5669	10,52
,3929	10,66	,3531	10,94	,3579	10,82	,5696	10,59
,3949	10,62	,3563	10,93	,3600	10,80	,5724	10,56
,3969	10,60	,3583	10,81	,3621	10,76	,5752	10,58
,3991	10,56	,3604	10,98	,3642	10,89	,5780	10,64
,4013	10,64	,3625	10,98	,3663	10,76	,5808	10,70
,4033	10,56	,3646	10,85	,3684	10,72	,5835	10,62
,4054	10,56	,3667	10,94	,3704	10,86	,5863	10,72

J. D. 243...	Gr.						
,5891	10,68	,4333	11,51	,3587	11,23	,4251	10,66
,5919	10,72	,4363	11,56	,3615	10,99	,4279	10,64
,5946	10,74	,4391	11,58	,3643	11,07	,4307	10,46
,5974	10,75	,4419	11,46	,3671	11,02	,4334	10,40:
,6002	10,86	,4446	11,34	,3698	10,79	,4362	10,33
,6030	10,82	,4474	11,20	,3726	10,82	,4390	10,52
,6058	10,88	,4500	11,42	,3754	10,71	,4418	10,34
,6085	10,96	,4528	11,40	,3782	10,67	,4445	10,34:
,6113	10,89	,4558	11,44	,3810	10,63	,4473	10,40:
,6141	10,86	,4585	11,38	,3837	10,72	,4501	10,31:
,6169	10,98	,4613	11,25	,3865	10,65	,4529	10,46:
,6196	10,98	,4639	11,30	,3893	10,54	4566,4580	11,75
,6224	10,95	,4667	11,43	,3921	10,50	,4607	11,88
4481,3928	11,67	,4694	11,34	,3948	10,49	,4635	11,91
,3954	11,71	,4722	11,23	,3976	10,44	,4663	11,84
,3983	11,54	,4750	11,23	,4004	10,46	,4691	11,97
,4011	11,73	,4778	11,22	,4032	10,60	,4718	11,55
,4039	11,57	,4806	11,14	,4060	10,50	,4746	11,60
,4067	11,57	,4853	11,04	,4087	10,50	,4774	11,64
,4094	11,51	,4861	10,90	,4115	10,58	,4802	11,63
,4122	11,51	,4889	10,83	,4143	10,65	,4829	11,51
,4150	11,27	4511,5105	10,93	,4171	10,53	,4857	11,63
,4178	11,21	,5133	10,94	4535,4404	11,88	,4885	11,67
,4205	11,05	,5161	10,79	,4430	11,81	,4913	11,69
,4233	11,10	,5189	10,69	,4457	11,88	,4941	11,52
,4261	11,06	,5216	10,64	,4485	12,00:	,4968	11,50
,4289	10,84	,5244	10,50	,4513	11,79	,4996	11,65
,4317	10,80	,5272	10,49	,4541	11,75	,5024	11,44
,4344	10,76	,5300	10,43	,4569	11,69	,5052	11,49
,4372	10,82	,5327	10,40	,4596	11,69	,5079	11,49
,4400	10,66	,5355	10,37	,4624	11,78	,5107	11,19
,4428	10,65	,5383	10,33	,4652	11,66	,5135	11,04
,4455	10,59	,5411	10,25	,4680	11,68	,5163	11,10
,4483	10,55	,5439	10,30	,4707	11,68	,5191	10,96
,4511	10,58	,5466	10,30	,4735	11,67	,5218	10,92
,4539	10,51	,5494	10,32	,4763	11,54	,5246	10,96
,4567	10,48	4520,4247	11,10	,4791	11,67	,5274	10,82
,4594	10,46	,4275	11,01	,4846	11,60	,5302	10,76
4487,5087	11,10:	,4303	10,97	,4874	11,48	4574,4615	11,50
,5115	11,22:	,4330	10,90	,4902	11,59	,4643	11,62
,5143	11,16:	,4358	10,83	,4930	11,41	,4671	11,58
,5171	11,15:	,4386	10,75	,4957	11,35	,4697	11,46
,5198	11,09:	,4414	10,72	,4985	11,26	,4725	11,50
,5226	11,03	,4442	10,61	,5013	11,21	,4753	11,35
,5254	10,97	,4469	10,56	,5041	11,12	,5003	10,72
,5282	10,92	,4497	10,55	,5069	11,00	,5059	10,60
,5310	10,87	,4525	10,50	,5096	10,95	,5086	10,60
,5337	10,79	,4553	10,52	,5124	10,91	,5114	10,58:
,5365	10,82	,4581	10,43	,5152	10,88	4575,3571	11,61
,5393	10,66	,4608	10,53	,5180	10,84	,3599	11,79
,5421	10,65	,4636	10,45	,5207	10,77	,3627	11,61
,5448	10,60	,4664	10,63	4544,4001	11,06	,3655	11,75
,5476	10,58	4521,3365	11,81:	,4029	11,11	,3683	11,67
,5504	10,70	,3393	11,80:	,4057	10,98	,3710	11,68
,5532	10,60	,3421	11,81:	,4084	10,97	,3738	11,78
,5560	10,60	,3448	11,28	,4112	10,96	,3766	11,75
4504,4222	11,71	,3476	11,40	,4140	10,76	,3794	11,94:
,4250	11,56	,3504	11,34	,4168	10,85	,3821	11,68
,4278	11,41	,3532	11,44	,4195	10,60	,3849	11,74
,4306	11,63	,3560	11,30	,4223	10,58	,3877	11,69

J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
,3905	11,90:	,4883	10,60	,4890	11,61	,4817	10,83
,3933	11,63	,4911	10,81	,4918	11,81	,4844	10,84
,3960	11,73	,4939	10,76	,4945	11,75	,4872	10,88
,3988	11,74	4598,3885	11,93	,4973	11,23	,4900	10,88
,4016	11,38	,3913	12,01	,5001	11,21:	,4928	10,96
,4071	11,42	,3941	11,92	,5043	11,20	,4976	10,99
,4099	11,42	,3968	12,09	,5084	11,04	,5004	10,95
,4127	11,19	,3996	12,10:	,5140	10,81	,5032	10,92
,4155	11,27	,4024	11,90	4614,3823	11,56	,5060	10,89
,4183	11,26	,4052	11,95	,3935	11,73	,5087	10,95
,4210	11,06	,4079	11,99	,3990	11,77	,5115	11,05
,4238	10,96	,4107	11,98	,4046	11,52	,5143	11,10
,4266	10,96	,4135	11,96	,4379	10,81	,5171	11,01
,4294	10,91	,4163	11,99	,4435	10,80	,5198	11,05
,4321	10,73	,4191	11,81	,4490	10,76	,5226	11,08
,4347	10,73	,4218	11,74	,4657	10,59	,5254	11,03
,4377	10,65	,4246	11,76	,4712	10,51	,5282	11,12
,4405	10,61	,4274	12,06:	,4768	10,57	,5310	11,10
,4433	10,53	,4302	11,76	4624,2924	11,59	,5337	11,01
,4460	10,50	,4328	11,93	,2951	11,66	,5365	11,08
,4488	10,55	,4356	11,84	,2979	11,43	,5400	11,15
,4516	10,47	,4385	11,90	,3007	11,42	,5428	11,23
,4544	10,47	,4413	11,66	,3035	11,26:	5251,3484	10,58
,4572	10,39	,4468	11,66	,3063	11,23	,3512	10,58
4590,3800	11,47	,4496	11,66	,3090	11,15	,3540	10,59
,3827	11,60	,4524	11,64	,3125	11,10	,3568	10,59
,3855	11,55	,4552	11,65	,3153	11,12	,3595	10,56
,3883	11,68	,4580	11,52	,3181	11,16	,3523	10,52
,3911	11,66	,4607	11,40	,3208	11,08	,3651	10,56
,3939	11,58	,4635	11,66	,3236	10,98	,3579	10,51
,3966	11,69	,4663	11,54	,3264	11,11	,3706	10,54
,3994	11,70	,4691	11,62	,3292	11,11	,3734	10,50
,4022	11,64	,4718	11,56	,3319	11,00	,3762	10,54
,4050	11,70	,4746	11,42	,3347	10,94	,3797	10,53
,4077	11,68	,4774	11,32	,3375	11,03:	,3824	10,58
,4105	11,89:	,4802	11,11	,3403	11,10	,3852	10,56
,4133	11,68	,4828	11,19	,3431	10,95	,3880	10,63
,4161	11,68	4605,4168	11,65	,3458	10,72:	,3908	10,53
,4189	11,96:	,4195	11,57	,3493	10,76	,3936	10,54
,4216	11,68	,4222	11,59	,3514	10,76	,3963	10,64
,4244	11,48:	,4250	11,53	,3542	10,72	,3991	10,58
,4272	11,50:	,4279	11,59	,3569	10,73	,4033	10,57
,4300	11,95:	,4306	11,41	,3597	10,61	,4061	10,59
,4327	12,03:	,4333	11,72	,3625	10,62	,4088	10,72
,4411	11,54	,4361	11,64	,3653	10,54	,4116	10,64
,4439	11,60	,4390	11,89	5250,4400	10,61	,4144	10,76
,4466	11,51	,4418	11,89	,4428	10,57	,4172	10,74
,4522	11,58	,4445	11,76:	,4455	10,60	,4199	10,73
,4550	11,59	,4473	11,68	,4483	10,62	,4227	10,79
,4578	11,59	,4501	11,61	,4511	10,61	,4255	10,78
,4598	11,35	,4529	11,83:	,4539	10,60	5258,3745	10,86
,4633	11,22	,4557	11,53:	,4567	10,66	,3773	10,82
,4661	11,08	,4584	11,92:	,4594	10,72	,3801	10,71
,4689	11,16	,4612	11,92:	,4622	10,66	,3828	10,67
,4715	10,96	,4640	11,98:	,4650	10,68	,3856	10,71
,4744	10,91	,4668	11,62:	,4678	10,68	,3884	10,56
,4772	10,89	,4695	11,75:	,4705	10,83	,3912	10,50
,4800	10,88	,4807	11,50	,4733	10,78	,3940	10,46
,4827	10,86	,4834	11,53	,4761	10,77	,3967	10,41
,4855	10,66	,4862	11,61	,4789	10,79	,3995	10,42

J. D. 243...	Gr.						
,4037	10,34	,4256	10,72	,5101	10,67	,5459	11,80
,4065	10,31	,4284	10,84	,5157	10,74	,5492	11,64
,4092	10,32	,4312	10,90:	,5185	10,81	,5529	11,79
,4120	10,38	,4339	10,75	,5212	10,88	,5564	11,80
,4148	10,38	,4367	10,65	,5240	10,84	,5598	11,64
,4176	10,38	,4395	10,68	,5268	10,92:	,5633	11,76
,4203	10,36	,4423	10,61	,5330	10,77	,5668	11,80
,4231	10,37	,4450	10,64	,5358	10,88	,5702	11,85
5266,3732	10,48	,4478	10,64	,5386	10,76	,5737	11,84
,3753	10,37:	,4513	10,64	,5414	10,68	,5772	11,70
,3774	10,47	5521,5522	10,73	,5442	10,80	,5807	11,83
,3795	10,46	,5550	10,93	5563,4504	10,77	,5841	12,06:
,3816	10,36	,5577	10,87	,4532	10,77	,5876	11,86
,3836	10,37	,5605	10,70	,4560	10,74	,5911	11,81
,3857	10,41	,5633	10,51:	,4587	10,74	,5945	11,84
,3878	10,46	,5661	10,66	,4615	10,76	5569,4848	11,33
,3899	10,45	,5689	10,62	,4692	10,76	,4876	11,29
,3920	10,53	,5716	10,60	,4719	10,80	,4904	11,31
,3989	10,51	,5744	10,50	,4747	10,88	,4932	11,23
,4010	10,55	,5772	10,46	,4775	10,89	,4959	11,27
,4031	10,62	,5800	10,47	,4803	10,86	,4987	11,19
,4052	10,69	,5827	10,50	,4830	10,95	,5015	11,17
5288,3897	11,98	,5855	10,57	,4858	10,80	,5043	11,13
,3925	11,81	,5883	10,64	,4886	10,90	,5070	11,18
,3952	11,92	,5911	10,51:	,4914	10,85	,5098	11,07
,3980	11,92	,5939	10,48	,4997	10,83	,5126	11,14
,4008	11,82	,5966	10,56	,5025	10,93	,5154	11,06
,4050	11,82	,5997	10,61	,5053	10,91	,5182	10,89
,4077	11,83	,6022	10,60	,5080	10,97	,5209	10,99
,4105	11,51:	,6050	10,55	,5108	10,90	,5237	10,80
,4133	11,78	,6077	10,53	,5136	10,90	,5265	10,82
,4161	11,66	,6105	10,50	,5164	10,93	,5293	10,80
5312,3450	11,51	,6210	10,79	,5247	10,96	,5320	10,70
,3478	11,57	,6238	10,84	,5275	10,95	,5348	10,60
,3506	11,48	,6266	10,81	,5303	10,94:	,5376	10,54
,3534	11,57	,6294	10,82	5566,4522	11,30:	,5432	10,56
,3562	11,77:	,6321	10,80	,4557	11,38:	,5459	10,46
,3589	11,41	,6349	10,79	,4591	11,45:	,5487	10,57
,3617	11,42	,6377	10,73:	,4626	11,56:	,5515	10,46
,3645	11,41	,6405	10,93:	,4661	11,45:	,5543	10,46
,3673	11,35	,6433	10,78:	,4695	11,35:	,5570	10,43
,3700	11,27	5562,4455	10,80	,4730	11,24:	,5598	10,43
,3728	11,26	,4490	10,68	,4765	11,56:	,5626	10,40
,3756	11,15	,4518	10,66	,4800	11,62:	,5654	10,47
,3784	11,28	,4546	10,65	,4934	11,66:	,5682	10,52
,3812	11,16	,4573	10,66	,4869	11,61:	,5827	10,48
,3839	11,18	,4636	10,73:	,4904	11,61:	,5855	10,58:
,3867	10,97	,4664	10,69:	,4939	11,50:	,5883	10,56
,3895	10,88	,4692	10,72	,4973	11,67:	,5911	10,56
,3923	10,99	,4719	10,68	,5008	11,60:	,5939	10,58
,3950	10,93	,4747	10,57	,5043	11,51:	,5966	10,56
,3978	10,92	,4817	10,74	,5077	11,42:	,5994	10,66
,4034	10,83	,4844	10,76	,5112	11,56:	,6022	10,68
,4062	10,74	,4872	10,73	,5147	11,69:	,6050	10,66
,4089	10,76	,4900	10,72	,5182	11,43:	,6077	10,70
,4117	10,80	,4928	10,70	,5216	11,66:	5580,3827	10,62
,4145	10,85	,4990	10,65	,5251	11,50:	,3855	10,64:
,4173	10,79	,5018	10,64	,5355	11,56	,3883	10,68
,4200	10,79	,5046	10,65	,5390	11,67	,3911	10,69
,4228	10,66	,5073	10,65	,5425	11,80	,3945	10,70

J. D. 243...	Gr.	J. D. 243...	Gr.	J. D. 243...	Gr.	J. D. 243...	Gr.
,3973	10,80	,4961	11,29	,4614	11,77	,4525	10,66
,4001	10,75	,4989	11,23	,4642	11,85	,4553	10,73
,4029	10,74	,5211	10,79	,4670	12,15:	,4580	10,77
,4057	10,81	,5239	10,76	,4697	11,90	,4608	10,69
5583,4040	11,65	,5267	10,72	,4725	11,87	,4636	10,66
,4109	11,78	,5295	10,67	,4753	11,99	,4664	10,88
,4179	11,56	,5322	10,66	,4781	11,81	,4692	10,79
,4248	11,66	,5350	10,66	,4809	11,70	,4719	10,80
,4318	11,84	,5378	10,66	,4836	11,78	,4747	10,84
,4388	11,46	,5406	10,63	,4892	11,79	,4775	10,84
,4456	11,59:	,5468	10,55	,4920	11,81	,4803	10,82
,4526	11,74:	,5496	10,59	,5072	11,45	,4830	10,88
5592,3475	11,47	,5524	10,65	,5100	11,06	,4983	10,74
,3503	11,55	,5552	10,59	,5128	11,20	,5011	10,79
,3531	11,50	,5579	10,64	,5156	11,02	,5039	10,89
,3559	11,56	,5607	10,65	,5184	11,03	,5067	11,08
,3586	11,48	,5635	10,61	,5211	11,18	,5094	11,03
,3614	11,57	,5662	10,68	,5239	11,02	,5122	11,08
,3642	11,54	5599,4285	11,86	,5267	10,89	,5150	11,06
,3670	11,58	,4319	12,08	,5295	10,95	,5185	11,06
,3697	11,46	,4354	11,84	,5322	10,94	,5212	10,91
,3725	11,59	,4389	12,08	,5350	10,86	,5240	11,25
,3753	11,70	,4424	12,02	,5378	10,80	,5268	11,14
,3781	11,49	,4458	12,00	,5406	10,92	,5296	11,25
,3809	11,35	,4493	12,03	,5434	10,92	,5323	11,13
,3836	11,58	,4528	12,03	,5461	10,70	,5351	11,04
,3864	11,50	,4563	11,81	,5489	10,72	,5379	11,35
,3892	11,54	,4597	11,90	,5517	10,66	,5407	11,07
,3920	11,46	,4632	11,81	,5545	10,55	,5435	11,04
,3947	11,67	,4667	11,81	,5572	10,61	,5462	11,18
,3975	11,45	,4701	11,96	,5600	10,56	,5490	11,25
,4003	11,38	,4736	11,99	,5628	10,50	,5518	11,24
,4031	11,53	,4771	11,83	5603,3705	10,59	,5546	11,13
,4059	11,53	,4806	12,00	,3733	10,64	,5573	11,18
,4142	11,71	,4840	11,94	,3761	10,50	,5601	11,20
,4170	11,74	,4892	11,92	,3789	10,50	,5629	11,05
,4197	11,75	,4944	11,93	,3823	10,48	5611,3579	10,51
,4225	11,60	,5111	11,71	,3851	10,46	,3607	10,32
,4253	11,60	,5146	11,71	,3879	10,38	,3635	10,40
,4281	11,61	,5181	11,76	,3907	10,36	,3663	10,34
,4309	11,69	,5215	11,83:	,3935	10,35	,3691	10,40
,4336	11,80	,5250	11,76	,3962	10,34	,3718	10,35
,4364	11,57	,5285	11,96	,3990	10,34	,3746	10,39
,4392	11,52	,5319	11,86	,4018	10,38	,3774	10,34
,4420	11,59	,5354	11,89	,4046	10,40	,3829	10,52
,4447	11,74	,5389	11,92	,4073	10,41	,3857	10,45
,4531	11,54	,5424	12,00:	,4101	10,38	,3885	10,49
,4559	11,61	,5458	11,61	,4129	10,44	,3913	10,49
,4586	11,48	,5493	11,87	,4157	10,39	,3941	10,45
,4614	11,48	,5528	11,68	,4185	10,36	,3968	10,45
,4642	11,44	,5563	11,66	,4212	10,45	,3996	10,55
,4670	11,48	,5597	11,56	,4240	10,50	,4024	10,60
,4697	11,35	,5632	11,32	,4303	10,47	,4086	10,79
,4725	11,38	5600,4420	12,06	,4330	10,55	,4114	10,78
,4795	11,55	,4447	11,98	,4358	10,47	,4142	10,78
,4822	11,48	,4475	11,96	,4386	10,51	,4170	10,76
,4850	11,44	,4503	11,86	,4414	10,59	,4197	10,75
,4878	11,30	,4531	12,04	,4442	10,64	,4225	10,78
,4906	11,23	,4559	11,97	,4469	10,62	,4253	10,82
,4934	11,36	,4586	11,96	,4497	10,69	,4281	11,03

J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
,4343	10,79	,5236	10,97	,5244	10,62	,5258	10,69
,4371	10,88	,5264	10,98	,5272	10,59	,5286	10,88
,4399	10,86	,5292	10,83	,5300	10,56	,5314	10,81:
,4427	10,96	,5319	10,73	,5327	10,57	,5341	11,09
,4454	10,88	,5347	10,74	,5355	10,67	,5369	10,88
,4482	11,00	,5403	10,83	,5383	10,56	,5397	10,86
,4510	10,88	,5431	10,88	,5411	10,65	,5425	10,94
,4538	11,00	,5458	10,70	,5439	10,57	,5452	11,04
5623,3611	11,38	,5486	10,80	5625,3647	11,67	5629,3687	11,14
,3639	11,43	,5514	10,80	,3675	11,43	,3721	11,15
,3667	11,73	5624,3661	11,50	,3702	11,58	,3756	11,20
,3694	11,56	,3689	11,58	,3730	11,50	,3791	11,34
,3722	11,67	,3716	11,57	,3758	11,45	,3825	11,16
,3750	11,84	,3744	11,70	,3786	11,47	,3860	11,25
,3778	11,60	,3772	11,75	,3814	11,49	,3895	11,35
,3806	11,69	,3800	11,82	,3841	11,40	,3930	11,38
,3833	11,44	,3827	11,81	,3869	11,59:	,3965	11,39
,3861	11,46	,3855	11,77	,3897	11,10	,3999	11,22
,3889	11,57	,3911	11,69	,3925	11,40:	,4034	11,30
,3924	11,45	,3939	11,59	,3952	11,45	,4069	11,54:
,3951	11,60	,3966	11,61	,3980	11,25	,4103	11,43
,3979	11,42	,3994	11,75	,4008	11,27	,4214	11,26
,4007	11,68	,4022	11,50:	,4036	11,11	,4249	11,34
,4035	11,50	,4050	11,59	,4064	11,05	,4284	11,49
,4063	11,37	,4077	11,75	,4098	11,15	,4319	11,50
,4097	11,55	,4105	11,76	,4126	11,08	,4353	11,40
,4125	11,30	,4133	11,46:	,4154	11,04	,4388	11,38
,4153	11,43	,4161	11,69	,4189	10,88	,4423	11,33
,4181	11,50	,4189	11,78	,4216	10,70	,4457	11,56
,4208	11,67	,4216	11,60	,4244	10,77	,4492	11,56
,4236	11,48	,4244	11,64	,4334	10,68	,4527	11,73:
,4264	11,70	,4355	11,54	,4362	10,68	,4562	11,52
,4382	11,62	,4383	11,42	,4390	10,53	,4596	11,65
,4410	11,62	,4411	11,25	,4418	10,67	,4631	11,70
,4438	11,51	,4439	11,37	,4445	10,66	,4666	11,67
,4465	11,56	,4466	11,35	,4473	10,62	,4700	11,56
,4500	11,41	,4494	11,46	,4501	10,72	,4735	11,53
,4528	11,40	,4522	11,17	,4529	10,56	,4770	11,59
,4556	11,60	,4550	11,31	,4557	10,59	,4846	11,68
,4583	11,71:	,4577	11,26:	,4584	10,71	,4881	11,62
,4604	11,47	,4605	11,40	,4612	10,66	,4916	11,62
,4632	11,68	,4633	11,13	,4640	10,66	,4950	11,42:
,4660	11,52	,4661	11,08	,4668	10,64	,4985	11,67
,4688	11,79	,4695	11,08	,4695	10,55	,5020	11,71
,4715	11,52	,4723	10,95	,4723	10,63	,5089	11,66
,4743	11,65	,4751	10,84	,4793	10,58	,5124	11,68
,4806	11,40	,4779	10,85	,4820	10,68	,5159	11,72
,4833	11,38	,4841	10,79	,4848	10,60	,5194	11,69
,4861	11,38	,4869	10,75	,4878	10,58	,5228	11,52:
,4889	11,27	,4897	10,71	,4904	10,69	,5263	11,70
,4917	11,28	,4925	10,70	,4932	10,61	,5298	11,59
,4944	11,22	,4952	10,59	,4959	10,73	,5332	11,56
,4972	11,53:	,4980	10,59:	,4987	10,70	,5367	11,71
,5000	11,30	,5015	10,58	,5022	10,81	5630,3826	11,52
,5028	11,50	,5043	10,55	,5050	10,74	,3861	11,47
,5056	11,58	,5070	10,74	,5070	10,67	,3896	11,57
,5083	11,27	,5098	10,66	,5140	10,77	,3931	11,62
,5111	11,24	,5161	10,67	,5168	10,99:	,3965	11,63
,5174	11,01	,5189	10,51	,5202	10,94	,4000	11,51
,5208	11,09	,5216	10,56	,5230	10,88	,4035	11,73

J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
,4069	11,62	,4878	11,71:	,3704	11,70	,3913	11,56
,4104	11,71	,4906	11,53	,3732	11,89	,3941	11,50
,4208	11,72	,4934	11,41	,3760	11,79	,3968	11,54
,4243	11,66	,4961	11,56	,3788	11,64	,4017	11,25
,4278	11,73	,4989	11,50	,3816	11,62	,4045	11,34
,4313	11,86:	,5017	11,62	,3843	11,93	,4072	11,18
,4347	11,55	,5045	11,46	,3871	11,81	,4100	11,12
,4382	11,60	,5072	11,52	,3975	11,62	,4128	11,08
,4417	11,86	,5100	11,64	,4003	11,84	,4156	10,86
,4451	11,51	,5128	11,50	,4031	11,84	,4184	10,73
,4486	11,70	,5156	11,32	,4059	11,92	,4211	10,80
,4521	11,76	,5191	11,24	,4114	11,91	,4239	10,63
,4556	11,65	,5218	11,22	,4142	11,54:	,4267	10,64
,4590	11,71	,5246	11,25	,4170	11,86	,4295	10,60
,4632	11,69	,5274	11,06	,4197	11,76	,4322	10,56
,4669	11,73	,5309	11,13	,4225	11,81	,4350	10,52
,4701	11,77	,5336	11,08	,4253	11,90:	,4378	10,42
,4736	11,81	5632,3753	12,01	,4281	11,87	,4406	10,40
,4771	11,76	,3781	12,05	,4309	11,84	,4461	10,27
,4840	11,53	,3809	12,04	,4336	11,75	,4489	10,27
,4875	11,56	,3843	11,95	,4364	11,72	,4517	10,30
,4910	11,53	,3871	11,97	,4392	11,84	,4545	10,30
,4944	11,60	,3899	12,00	,4420	11,70	,4572	10,28
,4979	11,51	,3927	12,12	,4447	11,75	,4600	10,33
,5014	11,74:	,3954	12,07	,4475	11,57:	,4628	10,30
,5049	11,52	,3982	11,89	,4503	11,65:	,4656	10,32
,5083	11,44	,4010	11,68	,4531	11,96	,4684	10,39
,5119	11,52	,4093	11,81	,4559	11,76:	,4711	10,39
,5153	11,60	,4121	11,95	,4628	11,90	,4739	10,35
,5188	11,50	,4149	11,90	,4656	11,86	,4767	10,38
,5257	11,65	,4177	11,97	,4684	11,92	,4795	10,42
5631,3681	11,71	,4232	12,14:	,4711	11,78	,4822	10,49
,3715	11,84	,4260	11,90	,4739	12,10:	,4850	10,46
,3750	11,81	,4288	12,07	,4767	11,99	,4906	10,67
,3785	11,76	,4316	11,88	,4795	12,03	,4934	10,70
,3819	11,74	,4343	11,82	,4822	12,02	,4961	10,71
,3854	11,76	,4371	11,81	,4850	11,84	,4989	10,69
,3889	11,85	,4399	11,98	,4878	12,02	,5017	10,65
,3924	11,79	,4427	11,84	,4906	12,02	,5045	10,74
,3958	11,93:	,4461	11,52	,4934	11,92	,5072	10,68
,3993	11,81	,4489	11,70	,4961	12,15	,5100	10,68
,4028	11,71	,4517	11,73	,4989	12,12:	,5128	10,70
,4063	11,83	,4545	11,75	,5017	11,75	,5156	10,86
,4167	11,73	,4572	11,74	,5045	11,94	,5184	10,85
,4201	11,80	,4600	11,78	,5072	11,70:	,5211	10,77
,4236	11,87	,4697	11,32:	,5100	11,76	,5239	10,85
,4271	11,75	,4975	10,83	,5128	11,85	,5267	10,86
,4306	11,78	,5003	10,90	,5156	11,73:	,5295	10,92
,4340	11,74	,5031	10,65	,5184	12,04	5650,3737	10,31:
,4375	11,75	,5059	10,76	,5211	11,67	,3765	10,76
,4410	11,55	,5086	10,80	,5239	11,90	,3793	10,65
,4461	11,76	,5114	10,67	,5267	11,88	,3820	10,60
,4514	11,42:	,5149	10,55	,5295	11,87	,3848	10,62
,4549	11,54	,5177	10,62	5641,3718	11,66	,3876	10,65
,4583	11,67	,5204	10,35	,3746	11,70	,3904	10,62
,4618	11,60	,5232	10,45	,3774	11,53	,3932	10,73
,4688	11,51	,5260	10,26	,3802	11,66	,3959	10,79
,4757	11,57	,5288	10,43	,3829	11,75	,4015	10,76
,4822	11,54	5638,3649	11,81	,3857	11,69	,4043	10,80
,4850	11,52	,3677	11,72	,3885	11,66	,4070	10,89

J. D. 243...	Gr.	J. D. 243...	Gr.	J. D. 243...	Gr.	J. D. 243...	Gr.
,4098	10,84	,4501	11,24:	,4521	10,52	,4605	11,72
,4126	10,90	,4529	10,97:	,4549	10,51	,4633	11,74:
,4154	10,93	,4557	11,08	,4576	10,50	,4661	11,77
,4182	10,93	,4584	11,17	,4604	10,51	,4689	11,94
,4209	10,89	,4612	11,08	,4632	10,42	,4716	12,14:
,4272	10,92	,4640	11,05	,4660	10,52	,4744	12,04
,4300	10,84	,4668	10,82	,4688	10,60:	,4772	11,78
,4327	10,96	,4695	10,80	,4715	10,70:	,4800	11,81
,4355	10,98	,4723	10,78	,4743	10,69	,4827	12,04:
,4383	10,88	,4751	10,79	,4771	10,56	,4855	11,73
,4411	10,83	,4779	10,72	,4799	10,54	,4952	11,98:
,4439	11,01	,4807	10,57	,4826	10,45	,4980	12,07:
,4501	10,97	,4834	10,70:	,4854	10,51	,5008	11,98:
,4529	10,90	,4862	10,56	,4910	10,86	,5036	12,07:
,4557	10,96	,4890	10,48	,4938	10,70	,5064	12,00:
,4584	11,16	,4918	10,44	,4965	10,83	,5091	11,52:
,4612	11,08	,4980	10,38	,4993	10,73	,5126	11,49:
,4640	11,40	,5008	10,34	,5021	10,74	5671,3644	11,80
,4695	10,98	,5036	10,37	,5049	10,79	,3679	11,70
,4723	11,02	,5064	10,40	,5076	10,79:	,3713	11,73
,4751	10,93	,5091	10,43	,5104	10,89	,3748	11,89
,4779	11,10	,5119	10,40	,5132	10,79	,3783	11,73
,4807	11,02	,5147	10,44	,5160	10,91	,3818	11,81
,4862	11,10	,5175	10,40	,5188	10,82	,3852	11,72
,4890	11,08	,5202	10,39	,5215	10,86	,3887	11,71
,4918	11,05	,5230	10,45	,5243	10,95	,3949	11,21:
,4945	11,00	,5258	10,45	,5271	10,86	,3984	11,68
,4973	11,10	,5286	10,46	,5299	10,87	,4019	11,34:
,5057	11,07	,5314	10,58	5668,3633	10,99	,4054	11,58
,5084	11,07	,5341	10,50:	,3661	11,14	,4088	11,80
,5112	11,07	5665,3632	11,50	,3689	10,91	,4123	11,94
,5140	11,03	,3660	11,65	,3716	11,06	,4158	11,94
,5168	11,15	,3688	11,60	,3744	11,15	,4193	11,90
5664,3695	12,03	,3715	11,66	,3772	10,99	,4227	11,75
,3723	11,78	,3743	11,81:	,3800	11,04	,4262	11,95
,3751	11,75	,3771	11,66	,3827	11,33	,4297	11,52
,3779	11,60	,3799	11,50	,3855	11,29	,4331	11,79
,3807	11,70	,3826	11,20	,3883	11,33	,4366	11,86
,3834	11,81	,3854	11,24	,3911	11,25	,4401	11,75
,3862	11,56	,3882	11,22	,3939	11,07	,4436	11,90
,3890	11,53	,3910	11,12	,3966	11,72:	,4470	11,81
,3918	11,62	,3938	11,08	,3994	11,19	,4505	11,51
,3945	11,55	,3965	10,97:	,4029	11,18	,4540	11,90
,3973	11,50	,3993	11,12:	,4057	11,22	,4574	11,80
,4001	11,68	,4021	11,08	,4084	11,39	,4609	11,81
,4029	11,50	,4049	10,93	,4112	11,90:	,4644	12,02:
,4057	11,31	,4076	10,95	,4140	11,41	,4679	11,79
,4112	11,54	,4104	10,95	,4168	11,65	,4744	11,29
,4140	11,48	,4132	10,68	,4195	11,40	,4772	11,44
,4168	11,42	,4160	10,66	,4223	11,54	,4827	11,26
,4195	11,50	,4188	10,79	,4286	11,81:	,4855	11,35
,4223	11,45	,4215	10,62	,4314	11,78:	,4883	11,05
,4251	11,42	,4271	10,55	,4341	11,76	,4911	10,87
,4279	11,27	,4299	10,69	,4369	11,66	,4939	10,99
,4334	11,39	,4326	10,50	,4397	11,64	,4966	10,71
,4362	11,37	,4354	10,68	,4432	11,84	,4994	10,76
,4390	11,52	,4382	10,59	,4459	11,50	,5022	10,62
,4418	11,20	,4410	10,57	,4487	11,64	,5050	10,73
,4445	11,25	,4451	10,62	,4515	11,81:	,5077	10,60
,4473	11,15	,4493	10,66	,4543	11,77:	,5105	10,58

J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
,5133	10,54	,5212	11,19	,4488	10,83	,4356	11,54
,5161	10,35	,5240	11,12	,4516	10,82	,4384	11,68
,5189	10,37	,5268	11,00	,4544	10,83	,4440	11,56
,5216	10,38	,5296	11,15:	,4571	10,84	,4467	11,73
,5244	10,30	,5323	11,02:	,4627	10,80	,4495	11,60
,5272	10,38	,5351	11,23:	,4655	10,95:	,4523	11,60
,5300	10,27	5680,4191	10,36	,4683	10,92	,4551	11,62
,5327	10,27	,4218	10,62	,4710	10,99	,4578	11,58
5673,3650	11,31	,4246	10,61	,4738	11,03	,4613	11,63
,3678	11,15	,4271	10,45	,4773	11,08	,4641	11,59
,3705	10,96	,4329	10,46	,4801	11,00	,4669	11,62
,3733	10,78	,4357	10,45	,4828	11,18	,4696	11,53:
,3761	10,81	,4385	10,42	,4877	10,95:	,4780	11,75
,3789	10,91	,4413	10,53	,4905	10,99	,4808	11,74
,3817	10,68	,4468	10,48	,4933	10,99	,4835	11,67
,3844	10,79	,4496	10,48	,4960	10,97	,4863	11,63
,3900	10,72	,4524	10,55	,4988	11,18	,4891	11,51
,3928	10,60	,4552	10,52	,5016	11,28	,4919	11,25:
,3955	10,54	,4607	10,59	,5044	11,13	,4946	11,36
,3983	10,64	,4635	10,67	,5099	11,08	,4974	11,40
,4011	10,30	,4663	10,75	5683,3655	10,95	,5002	11,34
,4039	10,38	,4691	10,66	,3683	11,06	5685,3530	11,60
,4067	10,30	,4746	10,77	,3710	11,09	,3558	11,61
,4094	10,31	,4774	10,73	,3738	11,04	,3585	11,70
,4122	10,35	,4802	10,73	,3766	10,92:	,3613	11,60
,4150	10,30	,4829	10,69	,4162	11,30:	,3641	11,65
,4178	10,37	,4885	10,80	,4196	11,53:	,3669	11,62
,4233	10,55	,4913	10,77	,4231	11,28:	,3696	11,55
,4261	10,45	,4941	10,82	5684,3433	11,34	,3726	11,88
,4289	10,42	,4968	10,92	,3460	11,12	,3752	11,65
,4317	10,59:	5681,3571	10,80	,3488	11,34	,3780	11,46
,4344	10,34:	,3599	10,84	,3516	11,14	,3808	11,63
,4372	10,45	,3627	10,80	,3544	11,20	,3835	11,91:
,4400	10,52	,3655	10,82	,3571	11,15	,3863	11,40
,4428	10,49	,3683	10,71	,3599	11,33	,3891	11,53
,4462	10,60	,3710	10,69	,3627	11,25	,3919	11,50
,4490	10,52	,3738	10,63	,3655	11,39	,3946	11,36:
,4518	10,61	,3766	10,64	,3683	11,44	,3974	11,58
,4546	10,68	,3794	10,65	,3710	11,41	,4002	11,52
,4601	10,60	,3821	10,59	,3738	11,45	5688,3418	11,26
,4629	10,60	,3877	10,56	,3766	11,34	,3445	11,17
,4657	10,67	,3905	10,70:	,3794	11,40	,3473	11,36
,4685	10,79	,3933	10,60	,3821	11,63:	,3501	11,20:
,4712	10,79	,3960	10,64	,3849	11,58:	,3529	11,11
,4740	10,95	,3988	10,55:	,3877	11,44	,3557	11,23
,4768	10,86	,4016	10,62	,3905	11,34	,3584	11,33
,4796	10,84	,4044	10,79	,3933	11,43	,3612	11,20
,4823	10,85	,4071	10,70	,3960	11,46	,3640	11,08
,4851	10,87	,4127	10,73	,3988	11,48	,3668	11,22
,4879	10,95	,4155	10,57	,4016	11,44	,3695	11,32
,4907	10,92	,4183	10,64	,4071	11,56	,3723	11,32
,4935	10,97	,4210	10,58	,4099	11,53	,3751	11,24
,4962	11,18:	,4238	10,73	,4134	11,74	5691,3390	10,90
,4990	11,17:	,4266	10,79	,4162	11,81	,3425	10,74:
,5046	10,85	,4294	10,71	,4190	11,65	,3452	10,89
,5073	10,92	,4321	10,60	,4217	11,62	,3480	10,87
,5101	10,90	,4377	10,95:	,4245	11,70	,3508	10,90
,5129	10,88	,4405	10,77	,4273	11,66	,3536	11,16
,5157	11,14	,4433	10,86	,4301	11,62	,3564	10,98
,5185	10,98	,4460	10,92	,4329	11,70	,3591	10,90

J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
,3619	10,95	,4279	11,84	,4674	10,56	,4031	11,90
,3647	10,96	,4307	11,83	,4701	10,60	,4066	11,76
,3675	11,00	,4334	11,78	5700,3309	11,10	,4100	11,62
,3702	11,15	,4383	11,71	,3343	11,04	,4135	11,65
,3730	11,13	,4411	11,56	,3378	11,02	5717,3180	11,56
,3758	11,18	,4439	11,20:	5701,3264	11,35	,3207	11,52
,3786	11,33	,4466	11,05:	,3292	11,30	,3235	11,42
,3814	11,22	,4494	11,34	,3320	11,50	,3319	11,33
,3841	11,00	,4515	11,25	,3347	11,88:	,3346	11,55
,3869	11,12	,4543	11,30	,3403	11,66	,3374	11,48
,3897	11,45	,4570	11,06	,3431	11,38	,3402	11,70
,3925	11,55	,4598	11,05	,3458	11,53	,3430	11,59
5693,3789	11,60	,4626	11,08	,3514	11,74	,3457	11,39
,3858	11,36	,4654	11,00	,3542	11,89	,3492	11,35
,3955	11,58	,4682	11,12	,3569	11,78	,3548	11,69
,3990	11,59	5696,3285	11,88	,3597	11,68	,3575	11,67
,4025	11,41	,3313	12,00	,3625	11,63	,3610	11,57
,4060	11,65	,3340	11,76	,3653	11,58	,3666	11,28:
,4094	11,37:	,3368	12,08:	,3681	11,66	,3694	11,70:
,4164	11,41	,3396	12,09	,3708	11,66	,3749	11,30:
,4198	11,66:	,3424	11,92	,3736	11,64	,3805	11,47:
,4303	11,68:	,3451	11,82	,3792	11,94	,3832	11,71
,4425	11,70	,3479	11,76	,3819	11,96	,3860	11,60
,4476	11,97:	,3507	11,82	,3847	12,09	,3888	11,40
,4511	11,65:	,3535	11,78	,4014	11,72:	,3916	11,60
,4580	11,91:	,3563	11,87	,4042	12,10:	,3944	11,56
,4615	11,86:	,3590	11,51	5702,3240	11,55:	,3971	11,72
5695,3314	11,66	,3618	11,71	,3275	11,91:	,3999	11,25:
,3341	11,75	,3646	12,05:	5706,3201	10,42	,4027	11,49
,3369	11,77	,3701	11,61	,3229	10,40	,4055	11,65
,3397	11,85	,3729	11,60	,3257	10,50	,4082	11,77
,3432	11,89	,3813	11,69	,3313	10,41	,4110	11,81
,3459	11,89	,3840	11,78	,3340	10,54	5720,2997	11,66
,3487	11,72	,3868	11,91:	,3368	10,66	,3025	11,69
,3515	11,97	,3924	11,07	,3424	10,48	,3053	11,81
,3543	11,89	,3951	11,20	,3451	10,69	,3080	11,87
,3570	12,04	,3979	11,15	,3479	10,55	,3136	11,77
,3605	11,94	,4007	11,10	,3535	10,58	,3164	11,62
,3633	11,95	,4035	11,21	,3563	10,64	,3219	11,53
,3661	11,77	,4063	11,08	,3590	10,69	,3275	11,45
,3689	11,93	,4090	11,00	,3646	10,71	,3303	11,50
,3716	11,83	,4118	11,14	,3674	10,68	,3330	11,72:
,3744	11,95	,4146	10,98	,3757	10,83:	,3365	11,58
,3772	11,81	,4174	11,05	,3785	10,75	,3393	11,68:
,3800	11,93	,4201	10,71	,3868	10,88	,3421	11,50
,3820	11,95	,4229	10,86	,3896	11,10	,3448	11,36
,3855	11,99	,4257	10,94	,3979	10,98	,3476	11,15
,3883	11,97	,4285	10,76	,4007	10,88	,3504	11,30
,3911	12,00	,4313	10,64	,4090	11,22	,3532	11,06
,3966	12,02	,4368	10,49	,4118	10,98	,3560	10,95
,3994	11,99	,4396	10,46	,4201	11,14	,3587	10,96
,4022	11,94	,4424	10,37	,4229	11,16	,3643	11,07
,4050	11,98	,4451	10,49	,4326	11,40	,3671	10,88
,4077	11,99	,4479	10,38	,4354	11,15	,3698	10,91
,4112	11,83	,4507	10,56	5716,3822	12,02	,3726	10,89
,4140	11,73:	,4535	10,47	,3857	11,88	,3754	10,75:
,4168	11,87	,4563	10,49	,3892	11,82	,3782	10,80
,4195	11,88	,4590	10,54	,3927	11,84	,3810	10,56
,4223	11,99	,4618	10,48	,3961	11,72	,3837	10,65:
,4251	11,92	,4646	10,56	,3996	11,92	,3865	10,62

J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
,3900	10,65	,3197	10,76	,4841	10,66	,5213	10,78
,3928	10,72	,3225	10,80	,4876	10,71	,5241	10,78
,3955	10,75	,3253	10,61	,4904	10,73	,5269	10,84
5728,3149	11,86	,3281	10,52	,4932	10,71	,5297	10,89
,3177	11,67	,3309	10,41	,4959	10,76	,5324	10,88
,3204	12,05	,3336	10,44	,4987	10,78	,5352	11,01
,3232	11,93	,3364	10,31	,5015	10,51:	,5380	11,00
,3260	11,76	,3392	10,44	,5050	10,63	6038,4640	11,51
,3288	11,75	,3420	10,36	,5077	10,75	,4675	11,79
,3316	11,65	,3447	10,45	,5105	10,67	,4709	11,93
,3343	11,78:	,3475	10,47	,6133	10,70	,4744	11,83
,3371	11,40:	,3503	10,35	,5161	10,79	,4779	11,81
,3399	11,57	,3531	10,35	,5189	10,67	6050,3333	10,34
,3510	11,64	,3559	10,43	,5216	10,77	,3361	10,43
,3538	11,59	,3600	10,43	,5244	10,73	,3389	10,32
,3566	11,56	,3628	10,40	,5272	10,76	,3418	10,36
,3593	11,80:	,3656	10,42	,5300	10,81	,3451	10,36
,3621	11,64:	,3684	10,44	,5327	10,77	,3486	10,39
,3649	11,54	,3711	10,47	,5355	10,77	,3521	10,41
,3677	11,38	,3774	10,42	,5383	10,75	,3549	10,44
,3704	11,42	,3802	10,48	6024,3730	11,50	,3583	10,32
,3732	10,90:	,3829	10,50	,3765	11,55	,3618	10,45
,3760	10,96	,3857	10,50	,3800	11,10:	,3653	10,40
,3788	11,02:	,3885	10,52	,3869	11,48	,3688	10,44
,3816	10,91	,3913	10,57	,3904	11,09:	,3722	10,40
5729,2983	11,42	,3941	10,57	,3939	11,33:	,3757	10,52
,3011	11,53	,3968	10,64	,3973	11,45	,3792	10,56
,3039	11,38	,3996	10,58	,4027	11,55	,3826	10,64
,3067	11,16	,4024	10,64	,4069	11,59	,3861	10,53
,3094	10,99	5963,4149	10,78	,4103	11,55	,3896	10,77
,3122	11,04	,4177	10,81	,4138	11,35	,3931	10,84
,3150	11,06:	,4204	10,77	,4173	11,20	,3965	10,75
,3219	10,82	,4232	10,79	,4207	11,06	,4000	10,75
,3247	10,93	,4260	10,87	,4242	10,98	,4045	10,67
,3275	10,75	,4288	10,77	,4277	11,02	,4072	10,72
,3303	10,75:	,4316	10,77	,4312	10,98	,4100	10,66
,3330	10,62	,4343	10,84	,4346	10,83	,4135	10,76
5736,2928	11,95	,4371	10,95	,4404	10,88	,4163	10,87
,2955	11,84	,4399	10,96	,4439	10,73	,4191	10,75
,2983	11,79	,4427	10,94	,4473	10,68	,4218	10,80
,3039	11,79	,4454	10,90	,4508	10,66	,4246	10,87
,3067	11,69	,4482	10,92	,4543	10,73	,4274	10,88
,3094	11,56	,4510	10,96	,4577	10,77	,4302	10,91
,3150	11,89	,4538	11,01	,4612	10,61	,4329	10,94
,3178	11,99:	,4572	10,96	,4647	10,69	,4357	11,01:
,3261	11,86:	,4600	10,94	,4682	10,69	,4385	10,88
,3289	11,84:	,4628	10,96	,4716	10,62	,4413	11,05
,3317	11,51	,4656	10,93	,4779	10,37	,4441	10,96
,3372	11,37	,4684	10,91	,4814	10,30	,4468	10,97
,3400	11,29	,4718	11,04	,4848	10,42	,4496	10,98
,3428	11,07	,4746	10,94	,4883	10,56	,4524	11,01
,3483	11,10	,4774	11,11	,4918	10,50	,4552	11,05
,3511	11,03	,4802	11,01	,4952	10,50	,4579	11,03
,3539	11,10	,4829	11,03	,4987	10,54	6056,3399	11,72
5955,3947	10,39	,4857	11,15	,5022	10,75:	,3434	11,64
,3975	10,49	,4885	11,09	,5074	10,56	,3468	11,65
,4003	10,39	,4913	11,05	,5102	10,66	,3503	11,38
,4031	10,41:	6009,4765	10,57:	,5130	10,74	,3572	11,56
,4059	10,32	,4793	10,78:	,5158	10,76	,3628	11,48
5956,3170	10,86	,4814	10,84:	,5186	10,80	,3663	11,68:

J. D. 243...	Gr.						
,3697	11,25	,4510	10,53:	,3840	10,93	,3380	10,53
,3732	11,37	,4545	10,50:	,3868	10,92	,3408	10,39
,3767	11,37	6066,3306	10,79	,3896	10,90	,3436	10,37
,3802	11,25	,3340	10,71	,3924	11,02	,3463	10,44
,3871	11,19	,3368	10,83	,3951	11,00	,3498	10,48
,3906	10,71	,3396	10,82	,3979	10,91	,3526	10,45
,3941	10,69	,3424	10,79	,4007	10,89	,3554	10,58
,3975	10,90:	,3451	10,84	,4035	11,17	,3581	10,54
,4010	10,73	,3479	10,83	,4069	11,09	,3630	10,68
,4045	10,66	,3507	10,90	,4097	11,08	,3658	10,64
,4079	10,42	,3535	10,78	,4125	11,02	,3686	10,76
,4142	10,59	,3564	10,89	,4153	11,00	,3713	10,74
,4177	10,59	,3604	10,83	,4181	10,94:	,3741	10,66
,4211	10,59	,3632	10,84	,4208	11,19	,3769	10,70
,4246	10,64:	,3660	10,86	,4237	11,12	,3797	10,62:
,4302	10,32	,3688	10,68	,4264	11,21	,3824	10,94
,4371	10,54	,3729	10,79	6074,3269	10,53	,3852	10,94
,4406	10,31:	,3757	10,79	,3297	10,45	,3880	10,70:
,4441	10,29	,3785	10,79	,3324	10,51	,3908	10,84
,4475	10,46:	,3813	10,71	,3352	10,52	,3936	10,90

b) Die lichtelektrischen Beobachtungen

Blau		Gelb		Blau		Gelb	
J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
6232,6266	+0,575	6232,6279	+0,735	,6411	-0,730	,6425	-0,305
,6290	+0,699:	,6315	+0,666	,6438	-0,764	,6450	-0,175:
,6331	+0,427	,6348	+0,650	,6489	-0,730	,6503	-0,285
,6407	+0,305	,6421	+0,470	,6515	-0,612	,6529	-0,276
,6436	+0,161	,6453	+0,397	,6544	-0,699	,6560	-0,484:
,6466	+0,116	,6489	+0,430	,6604	-0,716	,6617	-0,307
,6550	+0,216	,6590	+0,526	,6628	-0,709	,6642	-0,412:
6233,6064	+0,046	6233,6077	+0,277	,6656	-0,740	,6670	-0,290
,6091	+0,005	,6105	+0,225	,6684	-0,651	,6696	-0,222
,6119	-0,053	,6134	+0,254	6264,5938	+0,461	6264,5953	+0,610
,6188	-0,193	,6209	+0,069	,5967	+0,365	,5981	+0,619
,6226	-0,300	,6242	+0,032	,5995	+0,293	,6008	+0,572
,6258	-0,415	,6273	-0,049	,6022	+0,293	,6035	+0,538
,6288	-0,509	,6303	-0,160	,6099	+0,209	,6113	+0,394
,6352	-0,648	,6366	-0,242	,6127	+0,096	,6141	+0,384
,6379	-0,678	,6393	-0,245	,6157	+0,067	,6171	+0,368
,6406	-0,706	,6421	-0,305	,6184	+0,067	,6196	+0,346
,6434	-0,734	,6449	-0,354	,6295	-0,052	,6307	+0,226
,6502	-0,747	,6516	-0,352	,6318	-0,097	,6330	+0,222
,6531	-0,745	,6552	-0,330	,6342	-0,135	,6352	+0,175
,6568	-0,722	,6585	-0,341	,6364	-0,214	,6375	+0,101
,6644	-0,745	,6657	-0,331	,6408	-0,334	,6419	-0,030
,6672	-0,738	,6685	-0,367	,6431	-0,382	,6441	-0,045
,6701	-0,755	,6716	-0,393	,6452	-0,470	,6465	-0,106
,6733	-0,722	,6749	-0,338	,6478	-0,544	,6492	-0,193
,6806	-0,697	,6820	-0,338	,6531	-0,738	,6545	-0,317
,6835	-0,721	,6851	-0,255	,6556	-0,788	,6569	-0,355
,6865	-0,668	,6880	-0,274	,6581	-0,857	,6595	-0,399
6234,6141	-0,744:	6234,6160	-0,168	,6609	-0,875	,6620	-0,404
,6174	-0,696	,6190	-0,135	,6672	-0,915	,6685	-0,389
,6203	-0,672	,6216	-0,188	,6698	-0,922	,6711	-0,381
,6320	-0,672	,6334	-0,281	6272,4944	+0,531	6272,4958	+0,683
,6348	-0,616	,6362	-0,229	,4974	+0,557	,4988	+0,693
,6376	-0,610	,6390	-0,239	,5005	+0,495	,5021	+0,667
,6444	-0,559	,6457	-0,189	,5076	+0,487	,5092	+0,627
,6471	-0,549	,6485	-0,188	,5107	+0,509	,5121	+0,667
,6499	-0,539	,6513	-0,167	,5134	+0,527	,5148	+0,678
,6566	-0,469	,6579	-0,073	,5162	+0,461	,5176	+0,627
,6593	-0,414	,6607	-0,056	,5235	+0,468	,5250	+0,668
,6621	-0,393	,6635	-0,038	,5266	+0,468	,5280	+0,674
,6688	-0,374	,6702	+0,005	,5297	+0,479	,5315	+0,747
,6716	-0,345	,6730	+0,060	,5370	+0,475	,5384	+0,706
,6744	-0,296	,6758	+0,040	,5400	+0,461	,5414	+0,716
,6772	-0,286	,6785	+0,060	,5428	+0,457	,5446	+0,737
6248,5901	+0,317	6248,5913	+0,511:	,5547	+0,535	,5561	+0,753
,5926	+0,290	,5937	+0,499:	,5585	+0,633	,5601	+0,786
,5950	+0,216	,5964	+0,590	,5618	+0,548	,5651	+0,714
,6015	+0,174	,6027	+0,517	,5823	+0,464	,5837	+0,700
,6041	+0,092	,6055	+0,414	,5852	+0,467	,5869	+0,665
,6105	-0,049	,6120	+0,288	,5884	+0,440	,5898	+0,528
,6163	-0,071	,6174	+0,182	,5912	+0,317	,5924	+0,573
,6186	-0,196	,6198	+0,240	,5983	+0,083	,5998	+0,427
,6240	-0,376	,6253	+0,024	,6011	+0,077	,6024	+0,385
,6266	-0,437	,6280	-0,078	,6036	+0,041	,6050	+0,323
,6294	-0,454	,6308	-0,118	,6063	-0,052	,6078	+0,246
,6353	-0,509	,6367	-0,133	,6125	-0,223	,6141	+0,143
,6384	-0,736	,6398	-0,303	,6154	-0,293	,6169	+0,049

Blau		Gelb		Blau		Gelb	
J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
,6184	-0,316	,6197	+0,006	,5669	-0,653	,5683	-0,205
,6211	-0,356	,6225	-0,016	,5696	-0,615	,5710	-0,166
,6269	-0,480	,6285	-0,121	,5724	-0,610	,5738	-0,172
,6301	-0,528	,6316	-0,140	,5780	-0,544	,5794	-0,115
,6330	-0,635	,6347	-0,229	,5808	-0,496	,5821	-0,104
,6361	-0,683	,6377	-0,284	,5835	-0,491	,5849	-0,050
,6424	-0,837	,6438	-0,397	,5863	-0,480	,5877	-0,056
,6453	-0,876	,6469	-0,394	6288,5337	+0,347	6288,5325	+0,639
,6483	-0,871	,6498	-0,307:	,5380	+0,347	,5393	+0,567
6280,5592	+0,240	6280,5604	+0,444	,5407	+0,336	,5421	+0,537
,5618	+0,220	,5630	+0,440	,5435	+0,323	,5447	+0,527
,5642	+0,180	,5656	+0,410	,5460	+0,312	,5473	+0,498
,5974	-0,620	,5987	-0,213	,5513	+0,158	,5525	+0,425
,5999	-0,638	,6011	-0,224	,5539	+0,123	,5550	+0,388
,6023	-0,667	,6037	-0,252	,5562	+0,040	,5575	+0,355
,6050	-0,679	,6063	-0,252	,5615	-0,031	,5628	+0,253
,6103	-0,703	,6118	-0,266	,5640	-0,096	,5652	+0,245
,6132	-0,715	,6146	-0,266	,5664	-0,152	,5677	+0,154
,6160	-0,695	,6174	-0,261	,5688	-0,191	,5699	+0,126
,6188	-0,680	,6201	-0,266	,5747	-0,309	,5758	+0,055
,6243	-0,668	,6257	-0,228	,5770	-0,343	,5784	-0,012
,6271	-0,639	,6283	-0,200	,5796	-0,365	,5810	+0,006
,6296	-0,618	,6309	-0,200	,5823	-0,419	,5835	-0,035
,6350	-0,606	,6371	-0,123	,5876	-0,435	,5890	-0,098
,6384	-0,558	,6396	-0,107	,5903	-0,468	,5918	-0,081
,6410	-0,484	,6421	-0,118	,5931	-0,484	,5945	-0,093
6281,4606	+0,398	6281,4619	+0,693	,5959	-0,498	,5972	-0,116
,4633	+0,394	,4647	+0,606	,6014	-0,492	,6027	-0,100
,4660	+0,431	,4673	+0,613	,6039	-0,520	,6053	-0,151
,4686	+0,417	,4699	+0,584	,6066	-0,525	,6080	-0,114
,4742	+0,413	,4755	+0,650	,6094	-0,531	,6108	-0,075
,4767	+0,413	,4782	+0,645	,6154	-0,551	,6166	-0,184
,4795	+0,409	,4808	+0,633	,6180	-0,558	,6192	-0,144
,4821	+0,409	,4834	+0,609	,6205	-0,590	,6219	-0,143
,4877	+0,378	,4890	+0,581	,6233	-0,561	,6247	-0,130
,4905	+0,289	,4919	+0,548	6320,5316	-0,184	6320,5331	+0,117
,4931	+0,265	,4943	+0,526	,5347	-0,247	,5360	+0,095
,4957	+0,274	,4970	+0,464	,5375	-0,284	,5389	+0,015
,5015	+0,153	,5027	+0,421	,5405	-0,337	,5419	-0,020
,5038	+0,083	,5051	+0,373	,5491	-0,428	,5505	-0,090
,5064	+0,073	,5076	+0,328	,5519	-0,414:	,5535	-0,051:
,5090	+0,045	,5104	+0,302	,5552	-0,443:	,5567	+0,011::
,5152	-0,162	,5165	+0,124	6336,4644	+0,553	6336,4672	+0,745
,5175	-0,214	,5186	+0,075	,4685	+0,561	,4698	+0,730
,5194	-0,248	,5206	+0,054	,4712	+0,545	,4726	+0,741
,5216	-0,329	,5227	-0,051	,4740	+0,537	,4754	+0,725
,5263	-0,516	,5275	-0,106	,4838	+0,556	,4851	+0,729
,5285	-0,568	,5297	-0,169	,4865	+0,502	,4878	+0,765
,5309	-0,580	,5320	-0,213	,4895	+0,502	,4909	+0,661
,5332	-0,648	,5345	-0,255	,4968	+0,445	,4987	+0,607
,5382	-0,722	,5395	-0,276	,5001	+0,389	,5014	+0,600
,5407	-0,726	,5419	-0,316	,5027	+0,363	,5041	+0,535
,5433	-0,766	,5445	-0,316	,5054	+0,317	,5067	+0,518
,5458	-0,766	,5471	-0,316	,5107	+0,190	,5120	+0,408
,5509	-0,753	,5522	-0,321	,5133	+0,092	,5146	+0,374
,5534	-0,744	,5548	-0,286	,5159	+0,010	,5172	+0,298
,5561	-0,735	,5574	-0,276	,5185	-0,024	,5196	+0,236
,5587	-0,722	,5599	-0,296	,5235	-0,222	,5249	+0,117
,5641	-0,682	,5655	-0,253	,5261	-0,302	,5274	+0,046

Blau		Gelb		Blau		Gelb	
J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
,5287	-0,369	,5301	-0,040	,4773	-0,622	,4787	-0,222
,5313	-0,448	,5326	-0,056	,4839	-0,588	,4853	-0,186
,5369	-0,566	,5382	-0,150	,4864	-0,584	,4880	-0,202
,5395	-0,637	,5410	-0,199	,4894	-0,606	,4909	-0,202
,5424	-0,666	,5436	-0,226	,4925	-0,591	,4940	-0,152
,5460	-0,730	,5463	-0,228	,4985	-0,496	,5000	-0,104
,5504	-0,766	,5517	-0,289	,5014	-0,487	,5028	-0,099
,5531	-0,793	,5546	-0,270	,5042	-0,443	,5056	-0,049
,5557	-0,801	,5569	-0,295	,5071	-0,440	,5086	-0,049
,5604	-0,864:	,5619	-0,324:	,5192	-0,370	,5205	+0,031
,5633	-0,903:	,5648	-0,312:	,5221	-0,329	,5236	+0,073
6337,4233	+0,555	6337,4247	+0,753	,5249	-0,284	,5263	+0,073
,4261	+0,513	,4275	+0,686	,5278	-0,309	,5292	+0,084
,4290	+0,509	,4304	+0,660	6362,3736	+0,324	6362,3748	+0,422
,4362	+0,459	,4376	+0,619	,3795	+0,178	,3810	+0,327
,4390	+0,422	,4404	+0,560	,3824	+0,103	,3837	+0,287
,4421	+0,360	,4434	+0,542	,3852	-0,036	,3866	+0,287
,4534	+0,074	,4547	+0,311	,3880	-0,090	,3893	+0,163
,4559	+0,073	,4573	+0,258	,3939	-0,241	,3951	+0,061
,4588	-0,087	,4602	+0,131	,3967	-0,324	,3981	0,000
,4617	-0,190	,4628	+0,106	,3995	-0,431	,4008	-0,047
,4666	-0,318	,4677	-0,022	,4035	-0,546	,4050	-0,214
,4688	-0,422	,4699	-0,069	,4095	-0,837	,4110	-0,421
,4711	-0,476	,4723	-0,158	,4124	-0,906	,4138	-0,460
,4736	-0,545	,4749	-0,176	,4153	-1,002	,4169	-0,483
,4762	-0,601	,4774	-0,198	,4183	-0,987	,4196	-0,482
,4812	-0,705	,4824	-0,282	,4241	-0,993	,4256	-0,480
,4837	-0,773	,4850	-0,330	,4269	-0,944:	,4282	-0,454:
,4862	-0,815	,4876	-0,389	,4296	-1,011:	,4311	-0,466
,4890	-0,876	,4905	-0,421	,4325	-0,991	,4339	-0,439
,4944	-0,923	,4956	-0,440	,4382	-0,950	,4397	-0,434
,4968	-0,965	,4983	-0,459	,4411	-0,937	,4425	-0,401
,5000	-0,976	,5015	-0,480	,4438	-0,931	,4452	-0,423
,5028	-0,968	,5043	-0,466	,4466	-0,924:	,4482	-0,410:
,5076	-0,912	,5090	-0,424	,4528	-0,822:	,4542	-0,376
,5106	-0,907	,5119	-0,394	,4560	-0,887		
,5133	-0,837	,5146	-0,375	6377,4165	-0,653:	6377,4193	-0,280:
,5159	-0,818	,5172	-0,349	,4209	-0,633:	,4224	-0,271:
,5213	-0,759	,5226	-0,342	,4240	-0,647:	,4257	-0,231:
,5237	-0,749	,5251	-0,311	,4270	-0,668:	,4285	-0,231:
,5264	-0,708	,5278	-0,258	6392,4327	+0,305:	6392,4340	+0,608
,5292	-0,701	,5306	-0,255	,4354	+0,353	,4368	+0,588
,5351	-0,635	,4365	-0,204	,4383	+0,355	,4399	+0,604
,5377	-0,593	,4391	-0,210	,4414	+0,256:	,4429	+0,520:
,5405	-0,573	,4422	-0,187	,4484	+0,299	,4505	+0,506
,5434	-0,565	,4448	-0,156	,4520	+0,293	,4536	+0,510
,5486	-0,503	,4501	-0,138	,4552	+0,231	,4566	+0,498
6345,4321	+0,044	6345,4333	+0,333	,4581	+0,143	,4590	+0,323:
,4377	-0,122	,4391	+0,157	,4657	+0,012	,4668	+0,248
,4405	-0,242	,4419	+0,104	,4686	-0,076	,4703	+0,183
,4432	-0,314	,4446	+0,010	,4717	-0,217	,4732	+0,148
,4460	-0,424	,4473	-0,064	,4751	-0,314	,4765	-0,022
,4518	-0,508	,4533	-0,154	,4812	-0,475	,4828	-0,173:
,4547	-0,560	,4564	-0,152	,4850	-0,547	,4867	-0,120
,4586	-0,613	,4604	-0,202	,4882	-0,663	,4905	-0,226
,4620	-0,600	,4637	-0,187	,4915	-0,780	,4930	-0,315
,4687	-0,663	,4701	-0,233	,4980	-0,874	,4996	-0,361
,4715	-0,648	,4729	-0,245	,5013	-0,859	,5031	-0,389
,4743	-0,655	,4759	-0,233	,5049	-0,844	,5065	-0,416

Blau		Gelb		Blau		Gelb	
J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.	J. D.	Gr.
243...		243...		243...		243...	
,5086	-0,824	,5112	-0,434	,5590	-0,678	,5601	-0,243
6393,3775	+0,522	6393,3789	+0,615	,5609	-0,676	,5617	-0,283
,3803	+0,394	,3817	+0,684	,5626	-0,695	,5635	-0,305
,3832	+0,473	,3844	+0,630	,5664	-0,721	,5672	-0,289
,3858	+0,470	,3870	+0,591	,5681	-0,729	,5689	-0,303
,3908	+0,373	,4045	+0,583	,5699	-0,749	,5708	-0,300
,4032	+0,072			,5717	-0,713	,5726	-0,289
6970,5421	-0,834	6970,5428	-0,342	,5734	-0,724	,5741	-0,287
,5435	-0,801	,5442	-0,300	,5774	-0,718	,5782	-0,239
,5449	-0,816	,5456	-0,281	,5791	-0,739	,5799	-0,269
,5463	-0,796	,5469	-0,316	,5807	-0,746	,5816	-0,251
,5476	-0,800	,5483	-0,305	,5850	-0,656:	,5879	-0,163:
,5490	-0,800	,5497	-0,339	,5887	-0,639:	,5895	-0,183:
,5533	-0,772	,5539	-0,320	,5901	-0,643:		
,5546	-0,738	,5553	-0,273	7001,5581	-0,722	7001,5571	-0,242
,5560	-0,757	,5567	-0,326	,5596	-0,737	,5588	-0,295
,5574	-0,757	,5581	-0,279	,5615	-0,728	,5605	-0,284
,5588	-0,704	,5594	-0,211	,5635	-0,770	,5628	-0,297
,5601	-0,747	,5608	-0,211	,5653	-0,777	,5643	-0,323
,5650	-0,649	,5657	-0,283	,5694	-0,774	,5687	-0,333
,5664	-0,753	,5671	-0,258	,5709	-0,777	,5702	-0,317
,5678	-0,673	,5685	-0,274	,5724	-0,784	,5715	-0,317
,5692	-0,704	,5699	-0,225	,5741	-0,784	,5733	-0,323
,5706	-0,677	,5712	-0,115	,5776	-0,759	,5769	-0,300
,5719	-0,683	,5726	-0,216	,5792	-0,736	,5785	-0,267
,5761	-0,574	,5768	-0,273	,5805	-0,720	,5798	-0,308
,5775	-0,624	,5782	-0,140	,5825	-0,726	,5814	-0,286
,5789	-0,536	,5796	-0,103	,5891	-0,597	,5881	-0,238
,5803	-0,653	,5810	-0,088	,5912	-0,577	,5902	-0,217
,5817	-0,533	,5824	-0,133	,5936	-0,593	,5926	-0,209
,5831	-0,451	,5990	-0,016	,5957	-0,554	,5947	-0,227
,5997	-0,394	,6004	-0,031	,6009	-0,571	,5999	-0,174
,6013	-0,416	,6023	-0,008	,6030	-0,527	,6020	-0,171
,6032	-0,346	,6041	-0,016	,6086	-0,522	,6043	-0,170
,6051	-0,365	,6060	-0,031	,6106	-0,481	,6096	-0,107
,6069	-0,346					,6117	-0,093
6986,4943	+0,223	6986,4953	+0,443	7057,4331	+0,560:	7057,4340	+0,712:
,4964	+0,178	,4975	+0,447	,4417	+0,560	,4428	+0,688
,4986	+0,177	,4997	+0,399	,4440	+0,541	,4449	+0,697
,5036	+0,113	,5047	+0,374	,4491	+0,560	,4718	+0,370
,5056	+0,091	,5067	+0,329	,4711	+0,165	,4782	+0,247
,5077	+0,104	,5087	+0,323	,4775	+0,058	,4796	+0,240
,5124	+0,068	,5135	+0,299	,4789	-0,056	,4810	+0,241
,5144	-0,016	,5155	+0,273	,4803	-0,062	,4852	+0,204
,5165	-0,009	,5175	+0,282	,4845	-0,173	,4866	+0,168
,5212	-0,056	,5225	+0,204	,4859	-0,207	,4884	+0,053
,5234	-0,098	,5244	+0,186	,4877	-0,236	,4928	+0,032
,5255	-0,106	,5265	+0,115	,4921	-0,273	,4947	+0,016
,5306	-0,223	,5314	+0,081	,4940	-0,330	,4965	-0,082
,5323	-0,236	,5332	+0,010	,4958	-0,437	,5005	-0,188
,5339	-0,324	,5348	+0,038	,4993	-0,494	,5028	-0,256
,5382	-0,413	,5390	-0,025	,5016	-0,584	,5044	-0,298
,5398	-0,396	,5408	-0,081	,5037	-0,657	,5106	-0,387
,5417	-0,453	,5425	-0,157	,5083	-0,794	,5120	-0,416
,5462	-0,473	,5470	-0,197	,5113	-0,869	,5134	-0,437
,5480	-0,562	,5490	-0,180	,5127	-0,886	,5171	-0,450
,5499	-0,566	,5509	-0,206	,5164	-0,923	,5185	-0,470
,5557	-0,654	,5566	-0,308	,5178	-0,957	,5218	-0,452:
,5573	-0,643	,5582	-0,261	,5208	-0,917:		

Blau		Gelb		Blau		Gelb	
J. D.	Gr.						
243...		243...		243...		243...	
7058,3960	+0,435	7058,3968	+0,614	,4717	-0,427	,4794	-0,033
,3983	+0,346	,3990	+0,563	,4750	-0,422	,4878	+0,034
,3999	+0,312	,4007	+0,512	,4780	-0,396	,5014	+0,041
,4033	+0,205	,4041	+0,462	,4835	-0,371		
,4049	+0,194	,4058	+0,375	,4864	-0,373		
,4066	+0,150	,4072	+0,389	,4916	-0,376		
,4081	+0,127	,4090	+0,349	,4942	-0,347		
,4115	+0,048	,4123	+0,253	,4974	-0,324		
,4132	-0,005	,4139	+0,193	,5002	-0,316		
,4149	-0,041	,4156	+0,198	,5071	-0,243		
,4163	-0,124	,4171	+0,158	,5110	-0,259		
,4199	-0,226	,4207	+0,068	,5144	-0,201		
,4216	-0,309	,4223	+0,031	,5176	-0,266		
,4231	-0,343	,4239	+0,015	,5219	-0,263:		
,4247	-0,362	,4255	-0,024	7168,3563	+0,147	7168,3573	+0,371
,4284	-0,420	,4291	-0,064	,3582	+0,102	,3610	+0,335
,4299	-0,417	,4308	-0,100	,3633	-0,040	,3642	+0,233
,4316	-0,469	,4326	-0,091	,3653	-0,099	,3686	+0,226:
,4335	-0,534	,4343	-0,107	,3695	-0,249	,3704	+0,057
,4376	-0,588	,4385	-0,184	,3716	-0,294	,3727	+0,046
,4392	-0,643	,4399	-0,191	,3747	-0,321	,3786	+0,034
,4406	-0,646	,4415	-0,207	,3797	-0,407	,3807	-0,067
,4449	-0,735	,4457	-0,299	,3815	-0,463	,3824	-0,074
,4464	-0,757	,4472	-0,311	,3832	-0,450	,3861	-0,147
,4480	-0,780	,4488	-0,364	,3871	-0,495	,3879	-0,114
,4495	-0,810	,4503	-0,364	,3888	-0,517	,3897	-0,081
,4526	-0,882	,4533	-0,405	,3907	-0,511	,3937	-0,128
,4540	-0,874	,4547	-0,383	,3945	-0,512	,3954	-0,129
,4554	-0,889	,4561	-0,404	,3963	-0,516	,3974	-0,135
,4566	-0,898	,4573	-0,404	,3982	-0,555	,4012	-0,174
,4579	-0,909	,4586	-0,404	,4020	-0,578	,4031	-0,157
,4615	-0,880	,4622	-0,379	,4040	-0,605	,4050	-0,192
,4629	-0,872	,4637	-0,397	,4060	-0,497:	,4069	-0,160
,4645	-0,874	,4651	-0,383	,4079	-0,582	,4114	-0,186
,4659	-0,869	,4666	-0,375	,4122	-0,556	,4131	-0,122
,4691	-0,818	,4699	-0,356	,4140	-0,530	,4150	-0,149
,4707	-0,818	,4715	-0,352	,4158	-0,495	,4192	-0,128
,4723	-0,818	,4731	-0,362	,4202	-0,509	,4213	-0,145
,4739	-0,800	,4747	-0,339	,4222	-0,495	,4233	-0,103
,4781	-0,784	,4788	-0,346	,4242	-0,493	,4273	-0,107
,4794	-0,770	,4801	-0,297	,4282	-0,494	,4292	-0,098
,4823	-0,773	,4830	-0,330	,4299	-0,466	,4326	-0,066
7136,4248	-0,276:	7136,4234	-0,002:	,4337	-0,479	,4370	-0,060
,4271	-0,272:	,4260	+0,061:	,4379	-0,442	,4388	-0,054
,4652	-0,461:	,4285	+0,058:	,4396	-0,452	,4407	-0,002
,4690	-0,490	,4642	-0,079:	,4415	-0,412		

Die *mittleren Fehler* einer photographischen bzw. lichtelektrischen Beobachtung sind folgende:

m. F. einer Aufnahme im Gebiet des Maximums	$\pm 0,055^m$
im Gebiet des Minimums	$\pm 0,102^m$
mit Doppelpunkt	$\pm 0,152^m$
m. F. einer lichtelektrischen Messung in Blau	$\pm 0,015^m$
in Gelb	$\pm 0,017^m$
mit Doppelpunkt in Blau	$\pm 0,048^m$
mit Doppelpunkt in Gelb	$\pm 0,056^m$

Die normalen lichtelektrischen Messungen sind noch etwas genauer, einige forzierte Beobachtungsreihen (zwischen Wolken) die zwecks Annäherung der Vollständigkeit ausgeführt wurden, den m. F. erheblich steigern. Der Beobachtungsfehler konnte seit 1958 durch Anwendung eines neuen Verstärkers wesentlich heruntergedrückt werden.

Wie zu bemerken ist, sind die »ungenauen« lichtelektrischen Messungen von derselben Genauigkeit wie die besten photographischen Beobachtungen. Die ziemlich grosse Streuung im Gebiet des Minimums bei den photographischen Lichtkurven ist auf die sehr ungünstige Verteilung der Vergleichsterne der Helligkeit nach zurückzuführen. Bei Veröffentlichungen der visuellen Beobachtungen (Gruppe *a*) und *b*) geben die Autoren keine Schätzung der m. F. an. Obwohl die Streuung der einzelnen Beobachtungen oft überraschend klein ist, bleibt die Genauigkeit der visuellen Schätzungen sicherlich weit hinter der der photographischen und besonders der lichtelektrischen Messungen zurück. Diese Feststellung wird sich später bei der Konstruktion der (*B—R*)-Kurven bestätigen.

III. Langsame Änderungen der Perioden und der Lichtkurve

1. §. Grundangaben der Lichtkurven

Von allen zur Verfügung stehenden Lichtkurven wurden folgende Grössen abgelesen und in *Tab. 3.* zusammengestellt:

a) m_{\max} (Spalte 3) die *Helligkeit des Maximums* (die lichtelektrischen Helligkeitsangaben beziehen sich auf den Blaufilter), später werden sie auch mit »I« bezeichnet.

b) t_{\max} (Spalte 4) der heliozentrische *Zeitpunkt des Maximums*. Die Tabelle enthält noch die Epochenzahl *E* (Spalte 2) und die Abweichungen der beobachteten t_{\max} Zeitpunkte von der Formel

$$\text{Hel.Max.} = JD\ 2424794,303 + 0^d,4700228 \cdot E \quad (1)$$

nach Balázs und Detre ([3], S. 366). Die Abweichungen werden kurz mit »II« bezeichnet (Spalte 5).

c) *t* (Spalte 6) der *Zeitpunkt*, zu welchem der Stern während seines Helligkeitsaufstieges die *mittlere Helligkeit* erreicht. Die Abweichungen von der Formel (1), die »IV« Werte, sind in Spalte 7 enthalten. Bei den photographischen Beobachtungen entspricht die mittlere Helligkeit ungefähr der Grösse

11^m15; bei den in [5] gegebenen visuellen Lichtkurven wurden die mittleren Helligkeiten für jeden Beobachter getrennt bestimmt:

Blaschko (Bo)	11 ^m 03	Zessewitsch (C)	10 ^m 93
Okunew (O)	10 ^m 88	Dombrowskij (D) ..	10 ^m 89
Mustelj (M)	10 ^m 98	Gurjew (G)	10 ^m 87
Ustinow (U)	10 ^m 95		

und mit den gleichzeitigen photographischen Beobachtungen verglichen. (Das Klepikowa'sche Material habe ich von diesem Standpunkt aus nicht bearbeitet.) Die mittlere lichtelektrische Helligkeit des Veränderlichen ergibt sich als 11^m20 im blauen, bzw. 11^m00 im gelben Farbbereich (siehe Kap. V.).

d) Zur genaueren Bestimmung der Steilheit des aufsteigenden Astes wurden an den photographischen Lichtkurven noch die *Zeitpunkte* abgelesen, an welchen der Stern während seines Helligkeitsaufstieges die *Grösse* 10^m75 bzw. 11^m55 erreicht. Die Abweichungen dieser Zeitpunkte von der Formel (1) sind in Spalte 8 und 9 unter der Bezeichnung »III« bzw. »V« enthalten.

e) Für jedes beobachtete Maximum (oder in Ermangelung desselben für den aufsteigenden Ast) wurde die *Phase* ψ in der sekundären Periode p mittels der Formel

$$t_{\psi=0} = 2425096,24 + 31^d 5494 \cdot N \quad (2)$$

(siehe [5] S. 152) berechnet* (Spalte 10), wo N in Spalte 11 die *Anzahl der Zyklen* der Periode p bezeichnet.

Tabelle 3 enthält noch die Benennung der *Beobachtungsart* in Spalte 12, die Abkürzung des Namens des *Beobachters* in Spalte 13 die *Quelle* (siehe Literatur) und das Fehlerzeichen findet man in Spalte 14. Die einzelnen Lichtkurven (Maxima und aufsteigende Äste) sind in chronologischer Reihenfolge nach ihren Epochen E geordnet. In Spalte 1 wurde das *Beobachtungsjahr* angegeben.

Abkürzungen:

a: für den aufsteigenden Ast, A: Almár, B: Balázs, Bo: Blaschko, C: Zessewitsch, Cs: Csada, D: Detre, Do: Dombrowskij, E: Elter, F: Fatkina, Ge: Gefferth, Gn: Guman, G: Gurjew, K: Klepikowa, L: Lovas, M: Mustelj, Ma: Manowa, O: Okunew, P: Perowa, Sl: Slowokehotowa, U: Ustinow.

Was die Genauigkeit der Angaben anbelangt, sind die mittleren Fehler der abgelesenen Daten der photographischen Lichtkurven folgende:

m_{\max}		$\pm 0^m 025$
	mit:	$\pm 0^m 053$
t_{\max}		$\pm 0^d 0021$
	mit:	$\pm 0^d 0071$
t		$\pm 0^d 00083$
	mit:	$\pm 0^d 00175$

* $t_{\psi=0}$ gibt eine der Epochen an, zu welcher das periodische Glied beim Übergang von negativen zu positiven Werten gleich Null wird.

Tabelle 3.

(B—R)-Werte für alle beobachtete Maxima und für verschiedene Punkte des aufsteigenden Astes gegenüber den Elementen (1)

1 Jahr	2 E	3 m_{\max}	4 t_{\max} 242 ...	5 II	6 t	7 IV	8 III	9 V	10 Ψ	11	12	13	14	
										N	B. art	Beob.	Bem.	
1926	-187	10,42	4706,410	+ ,001	4706,383	-0,26			0,643	-13	v	Bo	5	
	-185	10,44	4707,349	,000					0,673	-13		Bo		
	-168	10,63	4715,321	- ,018					0,926	-13		Bo		
	- 15	10,70	4787,300	+ ,047	4787,244	- ,009			0,210	-10		Bo		
	0	10,35	4794,329	+ ,026	4794,304	+ ,001			0,430	-10		C		
	72	10,30	4828,163	+ ,018					0,503	- 9		Bo	:	
	83	10,50	4833,300	- ,016	4833,283	- ,033			0,665	- 9		Bo	:	
	134	10,42	4857,300	+ ,014	4857,276	- ,010			0,426	- 8		Bo	:	
	136	10,40	4858,253	+ ,027	4858,214	- ,012			0,457	- 8		Bo	:	
	1927	339				4853,625	- ,016			0,479a	- 5		C	
		360	10,47	4963,494	- ,017	4963,452	- ,059			0,792	- 5		C	
		362	10,65	4964,480	+ ,029	4964,450	- ,001			0,824	- 5		C	
		366	10,54	4966,317	- ,014					0,882	- 5		C	
409					4986,518	- ,024			0,521a	- 4		C		
417		10,55	4990,312	+ ,009					0,642	- 4		Bo	:	
445		10,75	5003,452	- ,011	5003,441	- ,022			0,068	- 3		C	:	
447		10,77	5004,397	- ,006	5004,380	- ,023			0,089	- 3		C	:	
579		10,26	5066,412	- ,034	5066,401	- ,045			0,054	- 1		C	:	
581		10,40	5067,364	- ,022	5067,338	- ,048			0,085	- 1		C	:	
600		10,43	5076,327	+ ,010	5076,304	- ,013			0,368	- 1		C	:	
602		10,15	5077,275	+ ,018	5077,236	- ,021			0,398	- 1		C	:	
604		10,13	5078,207	+ ,010					0,428	- 1		C	:	
613				5082,390	- ,037			0,559a	- 1		C	:		
615	10,13	5083,368	+ ,001	5083,329	- ,038			0,591	- 1		C	:		
619	10,16	5085,234	- ,013	5085,199	- ,048			0,651	- 1		C	:		
621	10,14	5086,197	+ ,010					0,882	- 1		C	:		
630	10,32	5090,393	- ,024	5090,363	- ,054			0,814	- 1		C	:		
632	10,26	5091,327	- ,030	5091,297	- ,060			0,844	- 1		C	:		
634	10,18	5092,275	- ,023	5092,234	- ,064			0,875	- 1		C	:		
636	10,17	5093,205	- ,033	5093,177	- ,061			0,904	- 1		C	:		
649	10,49	5099,354	+ ,006					0,098	0		Bo	:		
649	10,72	5099,365	+ ,017	5099,316	- ,032			0,098	0		C	:		
651	10,74	5100,324	+ ,036	5100,239	- ,049			0,128	0		C	:		
655	10,80							0,192	0		C	:		
666				5107,311	- ,027			0,350a	0		C	:		
666	10,49	5107,353	+ ,015	5107,329	- ,009			0,352	0		Bo	:		
668	10,31	5108,304	+ ,026	5108,267	- ,011			0,382	0		Bo	:		
668	10,14	5108,300	+ ,022	5108,256	- ,022			0,382	0		C	:		
670	10,16							0,412	0		C	:		
672	10,14							0,442	0		C	:		
700	10,13							0,857	0		C	:		
702	10,16							0,888	0		C	:		
704	10,15	5125,184	- ,015					0,917	0		C	:		
719	10,58	5132,284	+ ,035	5132,236	- ,013			0,142	1		Bo	:		
732	10,56	5138,370	+ ,010	5138,351	- ,009			0,335	1		Bo	:		
751	10,44	5147,288	- ,002					0,617	1		Bo	:		
802				5171,248	- ,014			0,377a	2		Bo	:		
1928	1130	10,59	5325,436	+ ,007	5325,423	- ,006			0,265	7		C		
	1266	10,43	5389,364	+ ,012	5389,344	- ,008			0,291	9		Bo		
	1568	10,22	5531,296	- ,003	5531,268	- ,031			0,790	13		Bo		
1929	2066	10,52	5765,410	+ ,040	5765,364	- ,006			0,210	21		Bo		
	2151	10,36	5805,330	+ ,008				0,475	22		Bo	:		
1930	3064				6234,431	- ,022		0,076a	36		C			
1931	3736	10,12	6550,316	+ ,008	6550,283	- ,025			0,089	46		C		
	3751	10,29	6557,374	+ ,015	6557,324	- ,035			0,312	46		C		
	3753	10,08							0,342	46		C		
	3755	10,03	6559,232	- ,007					0,371	46		C		
	3787	10,58	6574,286	+ ,007					0,849	46		C		
	3789	10,53							0,877	46		C		
	3791	10,55	6576,206	+ ,047					0,909	46		C		
	3804	10,33	6582,289	+ ,019	6582,253	- ,017			0,102	47		C		
	3806	10,39	6583,240	+ ,030					0,132	47		C		
	3808	10,17	6584,191	+ ,041					0,162	47		C		
	3821	10,22	6590,250	- ,010	6590,223	- ,037			0,355	47		C		
	3823	10,10	6591,205	+ ,005					0,384	47		C		
	3825	10,09							0,414	47		C		
3838	10,11	6598,238	- ,013	6598,191	- ,060			0,608	47		C			
3857	10,53	6607,178	- ,003					0,891	47		C			
1932	4570	10,13	6942,276	- ,031				0,512	58		C			
	4583				6948,359	- ,059		0,704	58		C			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Jahr	<i>E</i>	<i>m</i> _{max}	<i>t</i> _{max} 242 ...	<i>II</i>	<i>t</i>	<i>IV</i>	<i>III</i>	<i>V</i>	φ	<i>N</i>	B. art	Beob.	Bem.
1933	4583				6948,365	-,053			0,704	58		O	
	4585	10,64	6949,316	-,042	6949,288	-,070			0,734	58		C	
	4585	10,64	6949,337	-,021	6949,309	-,049			0,735	58		O	
	4587	10,54			6950,242	-,056			0,765a	58		O	
	4587	10,58			6950,236	-,062			0,765a	58		C	
	4636				6973,257	-,072			0,494a	59		C	
	4653	10,70	6981,279	-,040	6981,253	-,066			0,748	59		C	
	4653	10,53	6981,279	-,040					0,748	59		O	
	5202	10,59				7239,334	-,028		0,929a	67		M	
	5204	10,55	7240,302	,000		7240,278	-,024		0,958	67		M	
	5217					7246,380	-,032		0,151a	68		M	
	5219	10,09	7247,354	+,002		7247,314	-,038		0,181	68		M	
	5221	10,17	7248,289	-,003		7248,257	-,035		0,212	68		M	
	5223	10,37	7249,236	+,004					0,242	68		M	
1934	5234				7254,338	-,064			0,403a	68		M	
	5406	10,43	7335,244	-,002	7335,213	-,033			0,967	70		Do	
	5408	10,41	7336,226	+,040	7336,171	-,015			0,898	70		Do	
	5736	10,71	7490,343	-,011					0,883	75		C	
	6102	10,09	7662,376	-,006	7662,346	-,036			0,337	81		C	
	6104	10,10			7663,271	-,051			0,366	81		C	
	6106	10,07	7664,239	-,023					0,396	81		C	
	6153	10,20	7686,361	+,008	7686,328	-,025			0,096	82		Bo	
	6170	10,00	7694,339	-,005					0,350	82		Bo	
	6172	9,86	7695,269	-,015					0,380	82		Bo	
	6187	10,59							0,603	82		Bo	
	6189	10,43	7703,241	-,033					0,632	82		Bo	
	6342	10,69	7775,185	-,003	7775,148	-,040			0,912	84		Bo	
	1935	6485	10,65	7842,402	+,001	7842,384	-,017			0,043	87		C
6519		10,57	7858,368	-,014	7858,326	-,056			0,548	87		C	
6779					7980,5267	-,0609		-,0766	0,422a	91	ph	B, D	3
6789		10,23	7985,338	+,050					0,573	91	v	G	5:
6836		9,67	8007,374	-,005					0,271	92		G	
6838					8008,279	-,040			0,300a	92		G	
6853		10,11			8015,302	-,067			0,523a	92		G	
6855		10,09	8016,300	-,009	8016,241	-,068			0,555	92		G	
6866		10,60	8021,430	-,050	8021,3990	-,0805	-,0648		0,717	92	ph	B, D	3
6902		10,35	8038,394	-,006	8038,3548	-,0456	-,0302	-,052	0,256	93	v	B, D	5
6957		10,20	8064,261	+,009	8064,212	-,040			0,075	94		G	
6959		9,97	8065,195	+,003	8065,155	-,037			0,105	94		G	
6976		10,10	8073,181	-,001	8073,137	-,045			0,358	94		G	
1936		7168	10,12	8163,424	-,002				0,219	97		G	
	7215	10,24	8185,485	-,032	8185,452	-,065			0,917	97		G	
	7217	10,30	8186,443	-,015	8186,407	-,050			0,948	97		G	
	7519	10,39	8328,379	-,025			-,0457		0,447	102	ph	B, D	3
	7523	10,39	8330,254	-,030	8330,216	-,069			0,505	102	v	G	5
	7534	10,59	8335,406	-,049	8335,376	-,079			0,669	102		G	
	7538	10,54	8337,285	-,050	8337,254	-,081			0,729	102		G	
	7551	10,22			8343,374	-,071			0,921a	102		G	
	7553	10,20	8344,379	-,006	8344,333	-,052			0,953	102		G	
	7555	10,49							0,983	102		G	
	7588				8351,397	-,039	-,029	-,056	0,176a	103	ph	B, D	3
	7583	10,35	8358,470	-,016			-,042		0,400	103		B, L	
	7598	10,54	8365,489	-,047					0,623	103		B, D	
	7600	10,58	8366,407	-,049	8366,4007	-,0756	-,0620		0,652	103		B, D	
7602	10,60	8367,359	-,057			-,073		0,682	103		B, D		
7666	10,50	8397,462	-,036	8397,4219	-,0858	-,0604	-,0856	0,636	104		B, D		
7668				8398,3520	-,0858	-,0612		0,664a	104		B, D		
7670	10,59	8399,329	-,049			-,0643		0,695	104		B, D		
7723				8424,273	-,052			0,484a	105	v	G	5	
7725				8425,164	-,065			0,514a	105		G		
7727	10,22							0,546	105		G		
7740	10,41			8432,230	-,050			0,739	105		G		
7774				8448,233	-,027			0,246a	106		G		
7776	10,21	8449,198	-,002	8449,160	-,040			0,276	106		G		
7793	10,12	8457,157	-,034	8457,128	-,063			0,528	106		G		
1937	8202	10,53	8649,384	-,046				0,621	112	ph	B, D	3:	
	8230				8662,5484	-,0421	-,0154	-,0786	0,038a	113		B, D	
	8232	10,60	8663,526	-,005	8663,4848	-,0459	-,0206		0,070	113		B, D	
	8234	10,54	8664,474	+,003	8664,4323	-,0384	-,0203	-,0680	0,100	113		B, D	
	8236	10,50	8665,407	-,004	8665,376	-,035	-,019	-,063	0,130	113		B, D	
	8247				8670,5455	-,0355	-,023	-,055	0,291a	113		B, D	
	8249	10,29	8671,514	-,007	8671,4748	-,0463	-,0320		0,323	113		B, D	
	8253						-,039		0,382a	113		B, D	
	8283	10,70	8687,451	-,051	8687,4289	-,0730	-,0557	-,0891	0,828	113		B, D	
	8300	10,49	8695,489	-,003	8695,4563	-,0359	-,0202	-,0662	0,083	114		B, D	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Jahr	E	m_{\max}	t_{\max} 242...	II	t	IV	III	V	φ	N	B. art	Beob.	Bem.	
1938	8302	10,23	8696,439	+0,007					0,113	114	v	G	5:	
	8306	10,36			8698,278	-.034			0,173	114		G	:	
	8315				8702,4983	-.0443	-.0336	-.0574	0,304a	114	ph	B, D	3	
	8319	10,02	8704,434	+0,011					0,366	114	v	G	5	
	8349	10,73	8718,463	-.060					0,811	114	ph	B, D	3:	
	8351	10,79	8719,413	-.050					0,842	114		B, D	:	
	8374	10,22							0,185	115	v	G	5	
	8406	10,39	8745,276	-.039		8745,233	-.032			0,660	115	G	G	
	8417					8750,426	-.059			0,823a	115	G	G	
	8419	10,70								0,854	115	G	G	
	8436					8759,396	-.019			0,108a	116	G	G	:
	8438	10,30	8760,356	+0,001						0,138	116	G	G	:
	8438	10,47	8760,361	+0,006		8760,321	-.034	-.023		0,139	116	ph	B, D	3:
	8440	10,06	8761,296	+0,001						0,168	116	v	G	5
	8472	10,44				8776,268	-.068			0,643	116	G	G	
	8474	10,57								0,674	116	G	G	
	8487	10,78	8783,334	-.053		8783,3115	-.0750		-.0878	0,867	116	ph	B, D	3:
	8491					8785,208	-.059			0,926a	116	v	G	5:
	8512	10,12								0,242	117	G	G	:
	8525					8801,212	-.035			0,434a	117	G	G	
	8527	10,21	8802,172	-.015						0,464	117	G	G	
	8845	10,29	8951,650	-.005		8951,6177	-.0370	-.0255	-.0596	0,201	122	ph	B, D	3
	8849	10,29	8953,528	-.007		8953,4965	-.0383	-.0286	-.0572	0,261	122		B, D	
	8851	10,30	8954,474	-.001		8954,4340	-.0408	-.0256		0,291	122		B, D	
	8887	10,77	8971,343	-.053						0,326	122		B, D	:
	8894								-.0859	0,328a	122		B, D	:
	8896	10,75	8975,624	-.002		8975,5679	-.0579		-.0810	0,362	122		B, D	:
	8898	10,62	8976,552	-.014		8976,4965	-.0694	-.023		0,392	122		B, D	:
	8900	10,61	8977,509	+0,003		8977,4520	-.0539	-.0211		0,022	123		B, D	:
	8902	10,52	8978,449	+0,003		8978,4028	-.0432	-.0224	-.0736	0,051	123		B, D	:
	8934	10,45	8993,464	-.023		8993,4188	-.0679	-.0518		0,526	123		B, D	:
	9025	10,51								0,883	124	v	G	5
	9036					9041,383	-.046			0,046a	125	G	G	:
	9044	10,21	9045,220	+0,031						0,168	125	G	G	:
	9051					9048,447	-.032			0,270a	125	G	G	:
	9053	10,20				9049,373	-.046			0,300	125	G	G	:
	9055	10,20	9050,375	+0,015		9050,320	-.039			0,331	125	G	G	:
	9057	10,18	9051,303	+0,004		9051,265	-.035			0,361	125	G	G	:
	9066	10,44	9055,506	-.024		9055,4761	-.0536	-.0412		0,494	125	ph	B, D	3
	9068					9056,396	-.074		-.088	0,522a	125		B, D	
	9070	10,48	9057,379	-.031						0,553	125		B, D	
	9098					9070,5139	-.0565		-.0749	0,969a	125		B, D	
	9100	10,69	9071,507	-.004		9071,4496	-.0609	-.0245	-.0836	0,001	126		B, D	
	9102					9072,410	-.041			0,030a	126	v	G	5
	9104	10,34	9073,394	+0,003		9073,350	-.041			0,060	126	G	G	
	9106	10,37	9074,345	+0,014		9074,296	-.035			0,090	126	G	G	:
	9110	10,38								0,152	126	G	G	:
	9117	10,27	9079,491	-.010		9079,4587	-.0422	-.0309	-.0588	0,253	126	ph	B, D	3
	9119	10,09	9080,439	-.002		9080,406	-.035			0,284	126	v	G	5
	9121	10,02	9081,369	-.012		9081,342	-.039			0,313	126	G	G	
9123	9,97	9082,317	-.004		9082,287	-.034			0,343	126	G	G		
9125	10,10	9083,262	+0,001						0,374	126	G	G	:	
9136	10,46	9088,393	-.038		9088,3615	-.0698	-.0619		0,536	126	ph	B, D	3	
9151	10,66	9095,423	-.059		9095,4015	-.0801	-.0648	-.0982	0,759	126		B, D		
9153	10,67	9096,369	-.053				-.0659		0,789	126		B, D		
9168	10,67	9103,472	-.000		9103,4159	-.0561	-.0230		0,014	127		B, D	:	
9170					9104,379	-.033			0,043a	127	v	G	5	
9172	10,40	9105,370	+0,018		9105,326	-.026			0,074	127	G	G		
9174	10,30	9106,284	-.008		9106,250	-.042			0,104	127	G	G		
9187	10,10	9112,420	+0,017		9112,366	-.037			0,298	127	G	G		
9189	10,08	9113,342	-.000		9113,306	-.037			0,327	127	G	G		
9225	10,40				9130,193	-.070			0,863	127	G	G	:	
9238					9136,342	-.032			0,056a	128	G	G		
9240	10,12	9137,340	+0,026		9137,264	-.050			0,088	128	G	G		
9242	10,03	9138,266	+0,012		9138,222	-.032			0,117	128	G	G	:	
9412					9218,090	-.068			0,647a	130		G		
9662					9335,6063	-.0570		-.0711	0,371a	134	ph	B, D	3	
9664	10,40	9336,582	-.021		9336,5456	-.0577	-.0462	-.0728	0,403	134		B, D		
9679	10,58	9343,596	-.058		9343,5679	-.0858	-.0709	-.0990	0,626	134		B, D		
9732	10,38	9368,546	-.019		9368,5015	-.0634	-.0507	-.0742	0,416	135		B, D		
9744	10,32								0,595	135	v	G	5:	
9768	10,80	9385,476	-.010		9385,4062	-.0795			0,953	135	ph	B, D	3:	
9780	10,38								0,133	136	v	G	5:	
9791	9,99								0,295	136	G	G	:	
9806	10,45	9403,304	-.043		9403,267	-.080			0,520	136	G	G	:	

1 Jahr	2 E	3 m_{\max}	4 t_{\max} 242...	5 II	6 I	7 IV	8 III	9 V	10 ψ	11-14			
										N	B. art	Beob.	Bem.
	9808	10,32			9404,219	-,068			0,548	136		G	:
	9844	10,41							0,085	137		G	:
	9853				9425,395	-,043			0,217a	137		G	:
	9855	10,41	9426,370	-,008	9426,326	-,052			0,248	137		G	:
	9857	10,24							0,278	137		G	:
	9885	10,60			9440,406	-,072			0,694	137		G	:
	9910	10,39	9452,240	+,011					0,069	138		G	:
	9919	10,32							0,202	138		G	:
	9921				9457,350	-,049			0,230a	138		G	:
	9934				9463,450	-,059			0,424a	138		G	:
	9936	10,20							0,455	138		G	:
	9938	10,30	9465,385	-,005	9465,319	-,071			0,485	138		G	:
	9940	10,30							0,514	138		G	:
	9942	10,04							0,545	138		G	:
	9989				9489,310	-,051			0,244a	139		G	:
	9995	10,05							0,335	139		G	:
	10004	10,41			9496,356	-,075			0,468	139		G	:
	10006	10,37	9497,315	-,036	9497,282	-,069			0,497	139		G	:
	10008	10,50							0,528	139		G	:
	10057	10,54			9521,277	-,045			0,258	140		G	:
	10059	10,42							0,287	140		G	:
1943	12959	10,49	30885,267	-,062	30885,227	-,102			0,491	183		C	:
	12961	10,68							0,522	183		C	:
	12972	10,45	0891,347	-,092	0891,330	-,108			0,684	183		C	:
	12976	10,56	0893,220	-,099	0893,199	-,120			0,742	183		C	:
	12987	10,59	0898,380	-,109	0898,363	-,126			0,906	183		C	:
	12989	10,64	0899,339	-,090	0899,316	-,113			0,936	183		C	:
	12991	10,73	0900,272	-,097	0900,247	-,122			0,966	183		C	:
	12993	10,60	0901,218	-,091	0901,197	-,112			0,996	183		C	:
	12995	10,62							0,027	184		C	:
	13006				0907,327	-,093			0,188a	184		C	:
	13008	10,22	0908,330	-,030	0908,271	-,089			0,221	184		C	:
	13010	10,45	0909,244	-,056	0909,213	-,087			0,251	184		C	:
	13023	10,12	0915,340	-,070	0915,304	-,106			0,444	184		C	:
	13027				0917,198	-,092			0,503a	184		C	:
	13042	10,67	0924,244	-,096	0924,224	-,116			0,726	184		C	:
	13044	10,64							0,755	184		C	:
	13057	10,59							0,949	184		C	:
	13059	10,59	0932,256	-,075	0932,215	-,116			0,980	184		C	:
	13072				0938,350	-,091			0,173a	185		C	:
	13076	10,49	0940,277	-,044	0940,229	-,092			0,234	185		C	:
	13078	10,35	0941,204	-,057	0941,178	-,083			0,264	185		C	:
	13089	10,13	0946,364	-,067	0946,331	-,100			0,427	185		C	:
	13091	10,11	0947,306	-,066	0947,276	-,095			0,457	185		C	:
	13093	10,24	0948,240	-,071	0948,205	-,108			0,487	185		C	:
	13123	10,75			0962,296	-,111			0,933	185		C	:
	13142	10,60	0971,276	-,067	0971,250	-,093			0,217	186		C	:
1944	13508	10,62							0,668	191		C	:
	13523	10,65	1150,315	-,106	1150,292	-,129			0,891	191		C	:
	13536	10,82			1156,416	-,116			0,085	192		C	:
	13555	10,23	1165,396	-,066	1165,373	-,089			0,370	192		C	:
	13572	10,60	1173,364	-,088	1173,329	-,126			0,622	192		C	:
	13574	10,59	1174,315	-,078	1174,266	-,126			0,652	192		C	:
	13587	10,56	1180,400	-,103	1180,366	-,137			0,845	192		C	:
	13642	10,46	1206,266	-,088	1206,232	-,122			0,665	193		C	:
	13653	10,60	1211,413	-,111	1211,386	-,138			0,828	193		C	:
	13655	10,60	1212,353	-,111	1212,330	-,134			0,857	193		C	:
	13657	10,64	1213,290	-,114	1213,270	-,134			0,884	193		C	:
	13674	10,64			1221,313	-,082			0,142	194		C	:
	13693	10,42	1230,257	-,068	1230,227	-,098			0,425	194		C	:
	13695	10,43	1231,200	-,065					0,456	194		C	:
	13704	10,40	1235,417	-,079	1235,376	-,119			0,589	194		C	:
	13706	10,49	1236,355	-,080	1236,321	-,114			0,619	194		C	:
	13719				1242,421	-,125			0,811a	194		C	:
	13723	10,60							0,871	194		C	:
	13725	10,57	1245,254	-,112	1245,242	-,124			0,902	194		C	:
	13740				1252,312	-,104			0,124a	195		C	:
	13742	10,60							0,156	195		C	:
	13744				1254,198	-,098			0,185a	195		C	:
	13755	10,39	1259,410	-,057	1259,378	-,089			0,349	195		C	:
	13757	10,12	1260,370	-,030	1260,310	-,097			0,380	195		C	:
	13759	10,41	1261,290	-,057	1261,249	-,098			0,409	195		C	:
	13761	10,44							0,439	195		C	:
	13770	10,15			1266,413	-,104			0,571	195		C	:
	13772	10,40	1267,375	-,085	1267,355	-,102			0,602	195		C	:

1 Jahr	2 <i>E</i>	3 <i>m</i> _{max}	4 <i>t</i> _{max} 242...	5 <i>II</i>	6 <i>t</i>	7 <i>IV</i>	8 <i>III</i>	9 <i>V</i>	10 ψ	11-14				
										<i>N</i>	B. art	Beob.	Bem.	
	13774	10,39	1268,318	-,079	1268,276	-,121			0,632	195			C	:
	13776	10,49	1269,248	-,089	1269,223	-,114			0,662	195			C	
	13787	10,50	1274,398	-,109	1274,382	-,125			0,824	195			C	
	13789				1275,320	-,127			0,855a	195			C	
	13804				1282,428	-,070			0,078a	196			C	:
	13823	10,16	1291,360	-,068	1291,341	-,087			0,362	196			C	
	13825	10,30	1292,310	-,058	1292,281	-,087			0,393	196			C	
	13838				1298,371	-,108			0,584a	196			C	
	13840	10,22	1299,333	-,086	1299,300	-,119			0,615	196			C	
	13842	10,10	1300,280	-,079	1300,245	-,113			0,645	196			C	
	13861	10,67							0,928	196			C	:
	13863	10,67							0,958	196			C	:
	13876	10,54	1316,295	-,044	1316,245	-,094			0,152	197			C	:
	13878	10,40	1317,210	-,069	1317,194	-,085			0,182	197			C	:
	13891	10,39	1323,329	-,061	1323,306	-,084			0,375	197			C	:
	13893	10,22	1324,258	-,072	1324,235	-,095			0,405	197			C	:
	13895	10,22	1325,194	-,076	1325,172	-,098			0,434	197			C	:
	13897	10,22							0,465	197			C	:
	13910	10,22	1332,232	-,088					0,658	197			C	:
	13927	10,53	1340,207	-,103	1340,195	-,116			0,911	197			C	:
	13931	10,55							0,972	197			C	:
	13942				1347,264	-,097			0,134a	198			C	:
	13944	10,56	1348,226	-,075	1348,203	-,098			0,164	198			C	:
	13946	10,42	1349,173	-,068	1349,140	-,101			0,195	198			C	:
1946	15336	10,54	2002,4648	-,1079	2002,4257	-,1470	-,1310		0,902	218	ph	Cs, D	Tab. 2	:
	15440	10,29	2051,3870	-,0680	2051,3502	-,1048	-,0967		0,452	220		Cs	:	:
	15474	10,48	2067,339	-,097					0,958	220		Cs	:	:
1948	16772	10,40	2677,5015	-,0239	2677,4335	-,0919	-,0700		0,297	240		Cs	:	:
	16823	10,55	2701,4118	-,0848			-,1006		0,056	241		D	:	:
	16855	10,30	2716,4920	-,0453	2716,4412	-,0961	-,0821	-,1623	0,533	241		Cs, D	:	:
	16955	10,65	2763,4631	-,0765	2763,4265	-,1131	-,104		0,023	243		Gn	:	:
	16976	10,40			2773,3328	-,0773	-,0645		0,337	243		Gn	:	:
1949	17512	10,35	3025,346	+,004	3025,311	-,031		-,1140	0,323	251	v	D	5	:
	17606	10,40	3069,4752	-,0492	3069,4336	-,0908	-,0800		0,722	252	ph	D	Tab. 2	:
	17655				3092,4936	-,0619	-,0504		-,1105	0,452		D	:	:
	17702								-,132	0,150a		D	:	:
	17725	10,10	3125,454	-,003					-,085	0,496	v	U	5	:
	17729	10,11	3127,328	-,009						0,555		U	:	:
	17738				3131,515	-,052		-,1069	0,688a	254		U	:	:
	17740	10,36	3132,465	-,043				-,0726	0,718	254		U	:	:
	17744	10,35						-,105	0,780	254		U	:	:
	17763	10,45	3143,340	+,022	3143,298	-,020			0,063	255		U	:	:
	17791	10,15	3156,457	-,022	3156,436	-,043			0,478	255		U	:	:
	17793	10,09	3157,393	-,026	3157,372	-,047			0,508	255		U	:	:
	17795	10,15	3158,341	-,018	3158,315	-,044			0,538	255		U	:	:
	17814	10,33	3167,278	-,011					0,822	255		U	:	:
	17914	10,33							0,312	257		U	:	:
1950	18406				3445,4768	-,0659	-,0435		0,640a	264	ph	D	Tab. 2	:
	18410	10,62	3447,488	+,065					0,703	264	v	U	5	:
	18423	10,48	3453,4961	-,0369	3453,4612	-,0718	-,0582		0,894	264	ph	B	Tab. 2	:
	18425	10,34	3454,468	-,005					0,925	264	v	U	5	:
	18436	10,55							0,082	265		U	:	:
	18489	10,70	3484,509	-,046					0,877	265		K	6	:
	18489	10,76	3484,509	-,046					0,877	265		P	:	:
	18491	10,77	3485,464	-,030					0,907	265		K	:	:
	18491	10,70	3485,459	-,036					0,907	265		P	:	:
	18493	10,79	3486,398	-,037					0,937	265		K	:	:
	18493	10,56	3486,402	-,033					0,937	265		P	:	:
	18510	10,73	3494,440	+,015					0,192	266		K	:	:
	18512	10,70	3495,363	+,004					0,221	266		K	:	:
	18512	10,73	3495,365	+,000					0,221	266		P	:	:
	18527	10,21	3502,425	+,010	3502,397	-,018			0,445	266		U	5	:
	18531	10,36	3504,306	+,010					0,505	266		K	6:	:
	18542	10,14	3509,460	-,006	3509,429	-,037			0,667	266		U	5	:
	18544	10,24			3510,360	-,046			0,697	266		U	:	:
	18557	11,04							0,891	266		U	6:	:
	18559	10,26	3517,427	-,029	3517,411	-,045			0,920	266		K	5	:
	18561	10,73	3518,368	-,028					0,950	266		K	6:	:
	18563	10,74							0,980	266		K	:	:
	18563	10,53	3519,330	-,006					0,980	266		P	:	:
	18580	10,21	3527,340	+,013	3527,317	-,009			0,234	267		U	5	:
	18595	10,46	3534,388	+,011					0,458	267		K	6:	:
	18597	10,49	3535,317	-,000					0,484	267		K	:	:
	18599	10,45	3536,254	-,003					0,517	267		K	:	:
	18599	10,14	3536,247	-,010					0,517	267		U	5	:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Jahr	<i>E</i>	<i>m</i> _{max}	<i>t</i> _{max} 242 ...	<i>II</i>	<i>t</i>	<i>IV</i>	<i>III</i>	<i>V</i>	<i>ψ</i>	<i>N</i>	B. art	Reob.	Bem.	
1951	18610	10,55	3541,436	+ ,009					0,682	267		K	6:	
	18612	10,64	3542,355	- ,012					0,710	267		U		
	18612	10,19	3542,341	- ,026	3542,324	- ,043			0,710	267		K	5	
	18646	10,60	3553,375	+ ,027					0,218	268		K	6:	
	18648	10,74	3559,297	+ ,009					0,248	268		K		
	19142					3791,4326	- ,0468		- ,0587	0,606a	275	ph	Tab. 2	
	19210	10,44	3823,4456	+ ,0046		3823,3917	- ,0493	- ,0314	- ,0634	0,621	276		B	
	19263	10,71	3848,368	+ ,016						0,410	277	v	E	6
	19263	10,60	3848,368	+ ,016						0,410	277		K	Ma
	19263	10,56	3848,370	+ ,018						0,410	277		P	:
	19276	10,56	3854,470	+ ,007						0,604	277		F	:
	19278	10,68	3855,402	- ,000						0,633	277		K	:
	19291	10,72	3861,499	- ,014						0,827	277		K	Ma
	19291	10,65	3861,512	- ,001						0,827	277		P	:
	19293	10,63	3862,438	- ,017						0,856	277		K	:
	19293	10,64	3862,443	- ,010						0,856	277		F	:
	19295	10,68	3863,369	- ,024						0,886	277		F	:
	19295	10,56	3863,375	- ,018						0,886	277		SI	:
	19295	10,74	3863,370	- ,023						0,886	277		K	:
19297	10,70								0,915	277		SI	:	
19297	10,69	3864,321	- ,012						0,915	277		F	:	
19361	10,55	3894,3848	- ,0296		3894,3555	- ,0589	- ,0456	- ,0699	0,869	278	ph	D	Tab. 2	
19846	10,60				4122,3407	- ,0348	,000		0,095	286		B, D	:	
19861	10,30	4129,4438	+ ,0180		4129,406	- ,020	- ,0075		0,319	286		E	:	
19872					4134,5532	- ,0429	- ,0339	- ,0539	0,481a	286		E	:	
19908	10,67	4151,535	+ ,018				+ ,0024		0,018	287		E	:	
19963	10,60								0,838	287		E	:	
20046	10,50	4216,4095	+ ,0295						0,075	289		Gn	:	
20148	10,35								0,594	290		Gn	:	
20182	10,49	4280,3361	+ ,0330				+ ,0039		0,102	291		E	:	
20557	10,45								0,687	296		E	:	
20610					4481,4193	- ,0536	- ,0373	- ,0669	0,475a	297		E	:	
20623	10,58				4487,5155	- ,0677	- ,0472		0,670	297		E	:	
20659					4504,4784	- ,0256			0,206a	298		L	:	
20674	10,28	4511,5424	- ,0120				- ,0368		0,430	298		E	:	
20693	10,45	4520,4592	- ,0256		4520,422	- ,063	- ,0459		0,713	298		E	:	
20695	10,44	4521,3996	- ,0252		4521,3589	- ,0659	- ,0497	- ,0794	0,743	298		E	:	
20725					4535,5030	- ,0225		- ,0385	0,190a	299		E	:	
20744	10,33	4544,4418	- ,0142		4544,393	- ,058	- ,0376		0,473	299		E	:	
20791					4566,5128	- ,0342	- ,016	- ,054	0,172a	300		E	:	
20808					4574,485	- ,052	- ,036	- ,0729	0,425a	300		E	:	
20810					4575,4172	- ,0603	- ,0453	- ,0771	0,455a	300		E	:	
20842					4590,4651	- ,0531	- ,031		0,931a	300		E	:	
20859					4598,4819	- ,0267		- ,040	0,186a	301		E	:	
20861	10,39	4599,478	+ ,029						0,217	301	v	K	6	
20865	10,49	4601,349	+ ,020						0,277	301		K	Tab. 2	
20874					4605,5032	- ,0557			0,409a	301	ph	E	6 ;	
20876	10,45	4606,490	- ,009						0,444	301	v	K	6 ;	
20878	10,53	4607,442	+ ,003						0,470	301		K	Tab. 2	
20893	10,43						- ,039		0,693	301	ph	E	6	
20912	10,74	4623,457	+ ,030						0,978	301	v	K	6	
20914	10,66	4624,337	+ ,027						0,907	302		K	Tab. 2	
20914					4624,3108	- ,0490	- ,0069	- ,0643	0,010a	302	ph	B	6	
20916	10,65	4625,331	+ ,031						0,037	302	v	K	:	
20929	10,43	4631,431	+ ,021						0,230	302		K	:	
20931	10,41	4632,360	+ ,010						0,260	302		K	:	
20944	10,46	4638,436	- ,024						0,452	302		K	:	
20946	10,65	4639,385	- ,016						0,483	302		K	:	
20950	10,54	4641,267	- ,014						0,542	302		K	:	
20965	10,67	4648,300	- ,031						0,765	302		K	:	
20986	10,49	4658,245	+ ,043						0,080	303		K	:	
21033	10,62	4680,270	- ,023						0,778	303		K	:	
21035	10,66	4681,203	- ,030						0,808	303		K	:	
21576	10,73								0,869	311		K	:	
21593	10,43	4943,510	+ ,005						0,122	312		K	:	
21597	10,38	4945,391	+ ,005						0,182	312		K	:	
21599	10,39	4946,320	- ,005						0,211	312		K	:	
22248	10,54	5251,373	+ ,003						0,879	321	ph	Ge	Tab. 2	
22263	10,32	5258,4070	- ,0136				- ,0399		0,103	322		E	:	
22280	10,36	5266,3825	- ,0285						0,355	322		Ge	:	
22378	10,63				5312,3802	- ,0930	- ,0492		0,816	323		Ge	:	
22823	10,49	5521,5795	- ,0539				- ,0732		0,445	330		A	:	
22910	10,63								0,741	331		A	:	
22925	10,41	5569,5580	- ,0177		5569,5052	- ,0705	- ,0466		0,965	331		A	:	
22974	10,57	5592,5469	- ,0599		5592,5013	- ,1055	- ,0820	- ,1280	0,694	332		A	:	

1 Jahr	2 <i>E</i>	3 <i>m</i> _{max}	4 <i>t</i> _{max} 242 ...	5 <i>II</i>	6 <i>t</i>	7 <i>IV</i>	8 <i>III</i>	9 <i>V</i>	10 <i>ψ</i>	11-14				
										<i>N</i>	B. art	Beob.	Bem.	
	22991				5600,5160	-,0812	-,0504	-,0973	0,946a	332			A	
	22997	10,34	5603,3954	-,0219					0,038	333			A	
	23014	10,35							0,291	333			A	
	23040				5623,5152	-,1131			0,676a	333			A	
	23042	10,55	5624,5012	-,0672	5624,4618	-,1066	-,0825	-,1348	0,707	333			A	
	23044	10,57	5625,4530	-,0554	5625,4066	-,1018	-,079	-,134	0,737	333			A	:
	23057				5631,5275	-,0912			0,929a	333			A	:
	23059	10,34			5632,4820	-,0767	-,559	-,100	0,960	333			A	:
	23078	10,28	5641,4479	-,0413	5641,4088	-,0804	-,0682	-,0959	0,244	334			A	:
	23097	10,63	5650,382	-,038					0,527	334			A	:
	23097	10,63	5650,382	-,038					0,975	334			A	:
	23127	10,35	5664,5008	-,0195	5664,4515	-,0688	-,0449	-,120	0,005	335			A	:
	23129	10,45	5665,4385	-,0218	5665,3896	-,0707	-,0435	-,082	0,197	335			A	:
	23142	10,26			5671,4864	-,0842	-,0717	-,0966	0,256	335			A	:
	23146	10,30	5673,4088	-,0419	5673,3678	-,0829	-,0685		0,479	335			A	:
	23161	10,44	5680,4392	-,0619					0,510	335			A	:
	23163	10,57	5681,3865	-,0546			-,0733		0,956a	335			A	:
	23193				5695,4576	-,0842		-,0998	0,986	335			A	:
	23195	10,38	5696,4444	-,0374	5696,4019	-,0799	-,0539	-,105	0,744a	336			A	:
	23246				5720,352	-,101	-,073	-,1155	0,000a	337			A	:
	23263				5728,3742	-,0692		-,0854	0,029a	337			A	:
	23285				5729,3088	-,0746	-,0558		0,252a	337			A	:
	23280				5736,3458	-,0580		-,1034	0,226	344			A	:
1957	23748	10,35	5956,3396	-,0649			-,0834		0,386	346			A	:
	23893	10,37	6024,4829	-,0749	6024,4199	-,1379	-,1142	-,1490	0,205	347			A	:
	23948	10,33	6050,341	-,068					0,399	347			A	:
	23961	10,30	6056,442	-,077	6056,3863	-,1330	-,1187	-,164	0,966	347			A	:
	23999	10,37	6074,3424	-,0378					0,982	352	1		A	:
1958	24336							-,135	0,016	353			A	:
	24338	10,62	6233,6700	-,0479	6233,6185	-,0994	-,0869		0,490	353			A	:
	24370	10,60	6248,6434	-,1152	6248,6170	-,1416	-,1253	-,1634	0,998	353			A	:
	24404	10,45	6264,668	-,071	6264,6352	-,1042	-,0914	-,1346	0,250a	354			A	:
	24421				6272,6104	-,1194	-,0986		0,504	354			A	:
	24438	10,66	6280,6120	-,1082				-,1598	0,533	354			A	:
	24440	10,60	6281,5456	-,1146	6281,5158	-,1444	-,1308	-,1642	0,757	354			A	:
	24455	10,80			6288,5679	-,1427		-,1618	0,770	355			A	:
	24523				6320,5308	-,1413			0,276a	356			A	:
	24557				6336,5216	-,1313	-,1163	-,1447	0,307	356			A	:
	24559	10,40	6337,4997	-,0932	6337,4612	-,1317	-,1183	-,1449	0,559	356			A	:
	24576	10,70	6345,4704	-,1129	6345,4385	-,1448	-,1281		0,096	357			A	:
	24612	10,35	6362,422	-,082	6362,3915	-,1127	-,1006	-,1270	0,050	358			A	:
	24676	10,49	6392,4981	-,0875	6392,4705	-,1151	-,1006	-,1306	0,880	376			A	:
1960	25940	10,63	6986,5740	-,1204	6986,5280	-,1664	-,1450	-,1664	0,355	377			A	:
	25972	10,59	7001,5724	-,1628					0,128	379			A	:
	26091	10,41	7057,516	-,152	7057,4820	-,1859	-,1689	-,2009	0,158	379			A	:
	26093	10,47	7058,4576	-,1503	7058,4184	-,1895	-,1711	-,2051	0,644	382			A	:
	26327	10,77	7168,4052	-,1881	7168,3676	-,2257							A	:

m. F. der lichtelektrischen Lichtkurven:

$$\begin{array}{ll}
 m_{\max} & \pm 0^m 018 \\
 \text{mit:} & \pm 0^m 043 \\
 t_{\max} & \pm 0^d 0046 \\
 \text{mit:} & \pm 0^d 0096 \\
 t & \pm 0^d 00052 \\
 \text{mit:} & \pm 0^d 0017
 \end{array}$$

Die relativ grosse Unsicherheit in der Feststellung des Zeitpunktes der Maxima rührt hauptsächlich vom Auftreten doppelter Maxima in einigen Phasen der Periode p her. Der m. F. der t_{\max} -Werte vermindert sich daher bei den lichtelektrischen Messungen nicht.

Die Schätzung der Genauigkeit der einzelnen Beobachtungen und der abgeleiteten Angaben fehlt von [5] und [6] vollständig. Es ist bemerkenswert, dass man im Falle der angegebenen Lichtkurven meistens eine ziemlich kleine

Streuung findet, obwohl in sämtlichen Fällen, wo gleichzeitige visuelle Beobachtungen verschiedener Beobachter vorhanden sind, in der Form des Maximums wesentliche Abweichungen vorkommen (z. B. *JD* 2425099 bei *Bo* bzw. *C*, 2426949 bei *C* bzw. *O*, 2433542 bei *K* bzw. *U*). Gewisse systematische persönliche Fehler treten also bei den visuellen Beobachtungen zweifellos auf.

2. §. Grundangaben der (*B—R*)-Kurven

Zur Untersuchung der langsamen Änderungen wurden zuerst, wie üblich, einzelne Größen der Tab. 3 (»*I*«, »*II*«, »*III*«, »*IV*« und »*V*«) für die verschiedenen Beobachtungsjahre getrennt gegen die Phase ψ der Periode p aufgetragen. So erhielten wir nach einem Ausgleich mit freier Hand fünf Reihen von sinusoidalisch verlaufenden Kurven, die einerseits ihre Lage infolge der Veränderlichkeit von p und P , andererseits ihre Form (Amplitude und Asymmetrie) in Abhängigkeit vom Charakter des Blaschko-Effektes von Jahr zu Jahr ändern. Endlich lassen sich noch die langsamen Änderungen der mittleren Lichtkurve (die Steilheit des aufsteigenden Astes) mit Hilfe des Vergleichs gewisser Kurvenpaare untersuchen.

Tabelle 4 enthält verschiedene Grundangaben dieser Kurven. Die Tabelle ist wie folgt angelegt: Spalte 1 gibt das *Beobachtungsjahr* und Spalte 2 die mittlere *Epoche* der Beobachtungen des betreffenden Jahres an. Die visuellen, photographischen und auf Grund der Yowell'schen Arbeit geschätzten Helligkeiten wurden bei der Konstruktion der Kurven nicht vermischt, sondern getrennt aufgenommen. Spalte 22 zeigt die *Art der Beobachtung*, Spalte 23 die *Quelle* (siehe Literatur), und Spalte 24 die Abkürzung derjenigen visuellen *Beobachter*, deren Arbeit zur Konstruktion der Kurve »*I*« verwendet wurde. Spalte 3—21 enthält die zur Analyse der langsamen Schwankungen nötigen *Angaben der »I«—»V« Kurven*. Ein Doppelpunkt nach einer Zahl bedeutet, dass die entsprechende Kurve in Ermangelung brauchbarer Beobachtungen nur mit einer gewissen Unsicherheit abgeleitet werden konnte; zwei Doppelpunkte bedeuten eine völlige Unkenntnis der Form und Amplitude der Kurve. Als letzte Möglichkeit wurde diesmal die entsprechende Kurve des nachfolgenden (oder des vorhergehenden) Jahres den zur Verfügung stehenden wenigen Punkten angepasst. Die Bezeichnung *T2* in der vorletzten Spalte weist auf Tab. 2 dieser Arbeit hin.

Ihrem Informationsgehalt nach können die in Spalte 3—21 aufgezählten Angaben folgendermassen gruppiert werden:

a) *Langsame Schwankungen der Perioden.*

a/1. Die \bar{II} , \bar{III} , \bar{IV} und \bar{V} Werte, d. h. die eigentlichen *B—R* Angaben (mittels Formel (1) berechnet) zeigen die starke Veränderlichkeit der Hauptperiode P . In Abb. 2 sind die beobachteten Abweichungen \bar{II} und \bar{IV} als Funktion der Zeit aufgetragen. Der mittlere Fehler der einzelnen Punkte dieser Kurven ist:

\bar{II}		$\pm 0^d006$
	mit:	$\pm 0^d008$
\bar{IV} (oder \bar{III} , \bar{V})		$\pm 0^d005$
	mit:	$\pm 0^d008$

Die Amplituden der $B-R$ Änderungen übertreffen also ihre mittleren Fehler um mehr als das 16fache. So kann die Realität dieser Änderungen nicht bezweifelt werden.

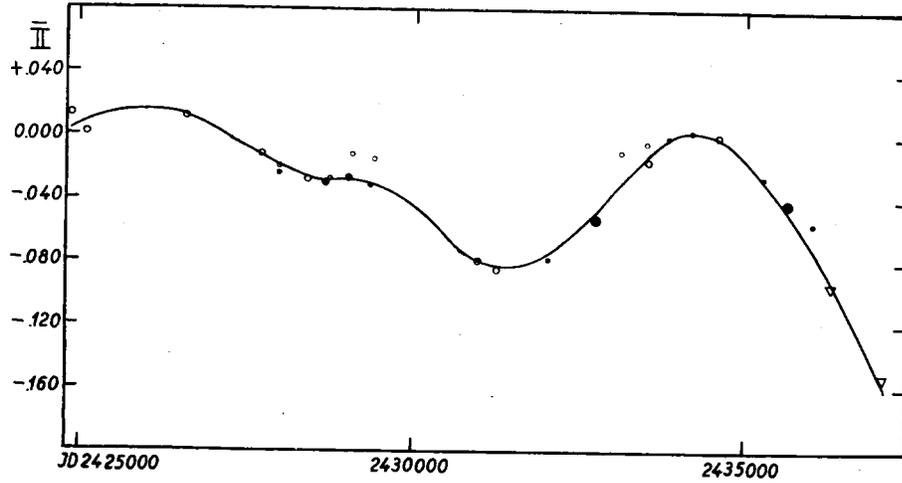


Abb. 2a.

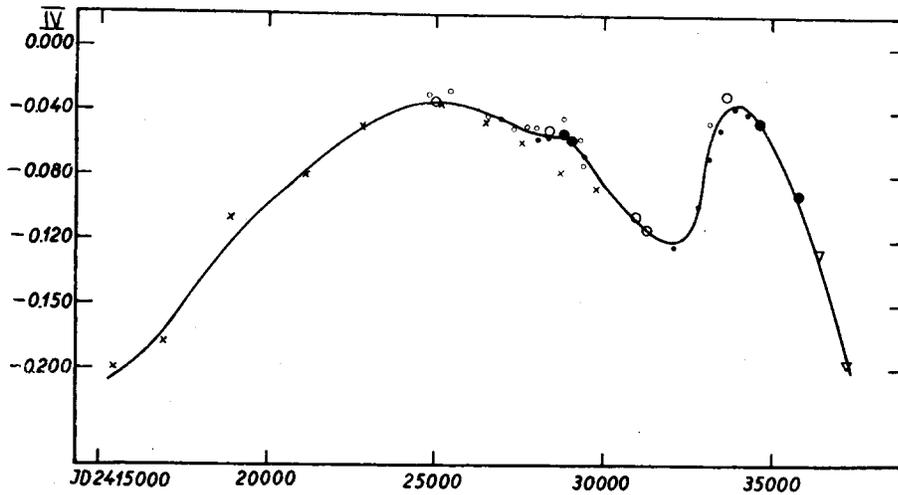


Abb. 2b.

Abb. 2a, b. Werte von $B-R(1)$ aus Tab. 4 für das Maximum (a) und für den Mittelpunkt des aufsteigenden Astes (b). Die verschiedenen Zeichen gelten für verschiedene Beobachtungsarten: $\circ = v$; $\bullet = ph$; $\times = ps$; $\nabla = l$

Zur Betrachtung der Änderungen der Periode P wurden auch die Yowell'schen Angaben verwendet die sich auf Schätzungen S. Gaposchkin an einigen alten Harvard Platten stützen. Yowell veröffentlichte in [4] die einzelnen Beobachtungen nicht, sondern teilte das ganze Zeitintervall in zehn Gruppen, und konstruierte — mit Vernachlässigung der periodischen Schwan-

kungen — die mittlere Lichtkurve für jede Gruppe. Der Kalkulation liegen die Elemente

$$t_{\varphi=0} = JD\ 2400000^d000 + 0,4700228 \cdot E$$

zugrunde. Die zu dem mittleren Punkt der aufsteigenden Äste gehörenden Phasen wurden von Yowell in einer Tabelle (siehe [4] S. 130) zusammengestellt. Da wir den Zeitpunkt jedes Maximums mit derselben Periode, aber von einer um $+0^d1303$ verschobenen Epoche aus gerechnet haben, erhalten wir die \overline{IV} Werte — für jede Gruppe getrennt — durch folgende Formel:

$$IV = \varphi \cdot P - 0,1303 \quad (3)$$

wo φ der Phase laut Tabelle 3 in [4] gleich ist. Abb. 2 zeigt dass die Übereinstimmung nach 1926 mit den visuellen und photographischen Beobachtungen befriedigend gut ist.

a/2. Die $\psi(I^{\max})$, $\psi(\overline{I})$, $\psi(II^{\max})$, $\psi(\overline{II})$, und $\psi(\overline{IV})$ Werte in Abhängigkeit von der Zeit bringen die langsamen Änderungen der Periode p mehr oder minder klar zum Ausdruck (Abb. 3). Hier bedeuten II^{\max} die kleinste Abweichung der beobachteten Maxima, bzw. \overline{II} , \overline{IV} , die mittleren Abweichungen der entsprechenden Punkte von der Formel (1).

Die langsamen Schwankungen der Periode p und P geben uns noch einen Beitrag zur Streuung der ($B-R$)-Kurven, besonders in solchen Jahren, in denen die Perioden stark ab- oder zunehmen. Darum konnte mit Hilfe instantaner Werte von p und P eine zweite Näherung für die Hauptperiode und die Periode des Blaschko Effektes für jedes Beobachtungsjahr zwischen 1952 und 1957 abgeleitet werden. Die Verbesserung ist proportional zu $|E - \overline{E}|$, das Vorzeichen ist in diesem Zeitintervall gleich $sg(E - \overline{E})$. Bei Anwendung dieser Verbesserungen wird die Streuung bei den Kurven Typ I und II kleiner; in Tabelle 4 sind schon die an diesen Kurven abgelesenen Angaben zusammengestellt worden.

Was die Änderung der Periode p vor 1926 betrifft, gibt die Yowell'sche Bearbeitung wenig Auskunft darüber. Obwohl in [4] die mittleren p -Werte vor und nach der mutmasslichen sprunghaften Änderung der Hauptperiode um $JD\ 2423000$ angegeben sind, scheinen die zwei betrachteten Zeitintervalle zu lang zu sein, um etwas über die reellen zeitlichen Periodenänderungen zu verraten. Die Periode p ändert sich nämlich unseren Erfahrungen nach sogar im zweiten Yowell'schen Zeitintervall ($JD\ 2423000-2431000$) ziemlich rasch, also dass sich eine formale Ausdehnung unserer $\psi(\overline{IV})$ Kurven mittels der Yowell'schen Angaben kaum lohnen würde.

Die m. F. der einzelnen Punkte dieser Kurven sind:

$\psi(I^{\max})$		$\pm 0,06$
mit:		$\pm 0,10$
$\psi(\overline{I})$		$\pm 0,04$
$\psi(II^{\max})$		$\pm 0,06$
mit:		$\pm 0,09$
$\psi(\overline{II})$		$\pm 0,05$
mit:		$\pm 0,07$
$\psi(\overline{IV})$		$\pm 0,04$
mit:		$\pm 0,08$

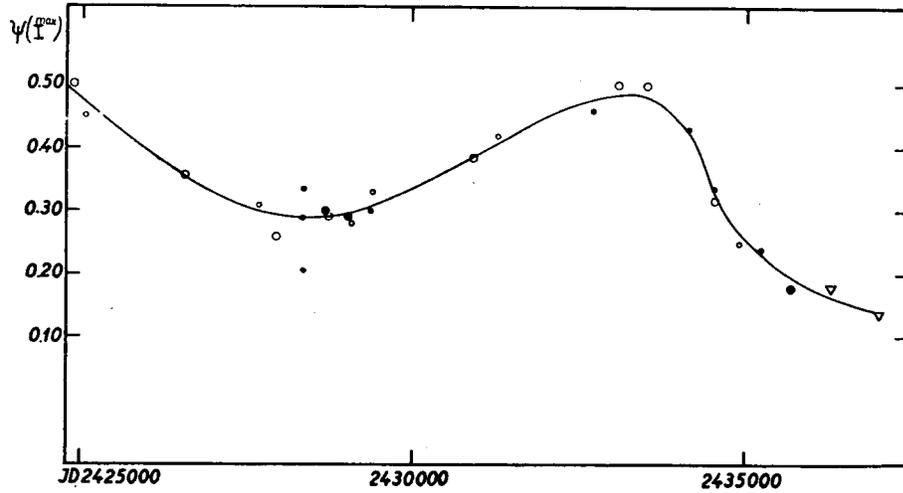


Abb. 3a.

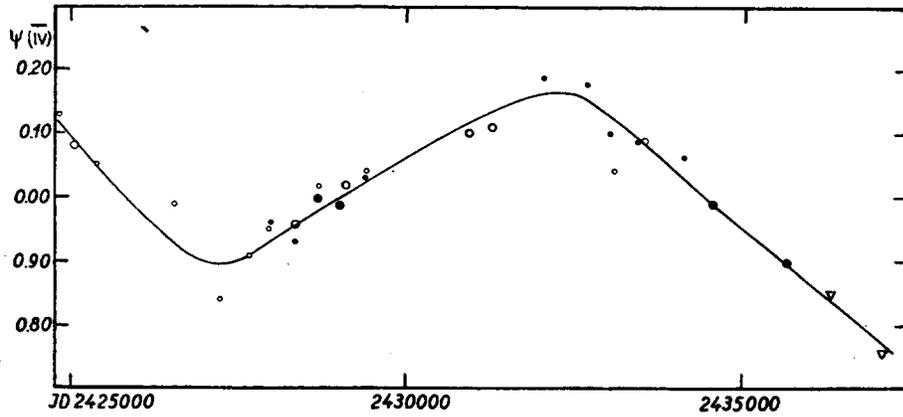


Abb. 3a, b. Änderungen der Blaschko-Periode. Die Phase ψ der grössten Maxima (a), und der mittleren $B-R(1)$ Werte für den Mittelpunkt des aufsteigenden Astes (b) als Funktion der Zeit. Es wurden dieselben Zeichen wie in Abb. 2 benutzt

Die Amplitude der Schwankungen dieser Werte übertrifft also ihren mittleren Fehler um das 4-fache. Die langsame Änderung der Periode p kann also zweifellos als reell angesehen werden, es ist jedoch zweckmässig, von einem ausführlicheren Vergleich der verschiedenen $\psi(II)$, $\psi(IV)$ u. s. w. Kurven abzu-
sehen.

b) *Langsame Änderungen im Verlauf des Blaschko-Effektes.* Die für den Verlauf des Blaschko-Effektes charakteristischen Angaben in Tabelle 4 sind die folgende:

- \bar{I} , die mittlere Helligkeit der Maxima,
- A_I, A_{II}, A_{IV} , die doppelten Amplituden
- $\mu_I, \mu_{II}, \mu_{IV}$, die Asymmetrien
- δ

Hinsichtlich eines Vergleiches der mittleren Helligkeiten darf man nicht ausser acht lassen, dass die visuellen und photographischen Helligkeitsskalen voneinander stark abweichen, und sogar die von verschiedenen visuellen Beobachtern gegebenen Helligkeiten nicht unmittelbar vergleichbar sind.

Die m. F. der einzelnen Grössen sind schon ziemlich gross:

\bar{I} (photographisch)		$\pm 0^m 07$
mit:		$\pm 0^m 09$
μ_I		$\pm 0^p 08$
mit:		$\pm 0^p 11$
μ_{II}		$\pm 0^p 08$
mit:		$\pm 0^p 10$
μ_{IV}		$\pm 0^p 09$
mit:		$\pm 0^p 13$
δ		$\pm 0^p 12$
mit:		$\pm 0^p 19$

Der m. F. von δ beträgt infolge seiner Definition die Summe des m. F. von $\psi (I^{\max})$ und $\psi (II^{\max})$. Was die m. F. der doppelten Amplituden betrifft, sind sie offenbar doppelt so gross wie diejenigen der Grössen \bar{I} , \bar{II} bzw. \bar{IV} .

So erhält man für die m. F. der totalen Schwankung:

A_I	$\pm 0^m 14$
A_{II}	$\pm 0^p 012$
A_{IV}	$\pm 0^p 010$

Diese Werte zeigen deutlich, dass die m. F. der obenerwähnten Angaben von derselben Grössenordnung wie die Amplitude ihrer langsamen Schwankungen selbst sind. Obwohl die Amplituden usw. ohne Zweifel auch langsamen Schwankungen unterworfen sind, würde sich eine formale Analyse dieser Änderungen gegenwärtig kaum lohnen.

c) *Langsame Änderungen in der Steilheit des aufsteigenden Astes der mittleren Lichtkurve.* Die Untersuchungen sind nur dadurch möglich, dass uns ein homogenes photographisches Beobachtungsmaterial zur Verfügung steht. Durch die kleinen langsamen Änderungen in den Differenzen ($\bar{II}-\bar{IV}$) oder ($\bar{III}-\bar{V}$) kann nämlich auf die Änderung der durchschnittlichen Steilheit des aufsteigenden Astes geschlossen werden; der m. F. beträgt ungefähr $\pm 0^d 011$.

3. §. Einige Feststellungen über die langsamen Perioden- und Lichtkurvenänderungen

a) Periodenänderungen.

a/1. — In Abb. 2 sind die gegebenen \bar{II} bzw. \bar{IV} Werte in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Die Parallelität dieser Kurven und die relativ kleinen Fehler der einzelnen Angaben bestätigen die schon vorher veröffentlichte Vermutung (siehe [6]), dass die Hauptperiode von AR Her sich ganz unregelmässig ändert. Säkuläre oder langperiodische Glieder lassen sich in der Änderung gegenwärtig nicht feststellen, die Kurve ist aus der Nacheinanderfolge zweier parabelähnlicher Kurvenbögen zustande gekommen. (Eine ganz formale Darstellung mit geraden Linienstrecken, die bei anderen Sternen schon

öfters empfohlen wurde, hätte in diesem Fall offenbar keinen Sinn.) Die Länge der Hauptperiode schwankt zwischen $0^d470054$ und $0^d469986$ um einen Mittelwert, der mit der Periode P der Formel (1) befriedigend gut übereinstimmt.

a/2. — Zur Untersuchung der *Änderungen der Blaschko-Periode* dient Abb. 3, wo $\psi(I^{\max})$ und $\psi(\bar{I}\bar{V})$ aufgetragen wurden. Obgleich der Verlauf der einzelnen ψ -Kurven teilweise reelle, teilweise von der Streuung stammende Abweichungen aufweist, lässt sich mit einer gewissen Sicherheit vermuten, dass die Länge der Periode p nach 1926 eine sinusähnliche Welle beschrieben hat. Aus Abb. 3 konnte auch eine kleine Verbesserung zur Periode p bestimmt werden, wodurch wir anstatt 31^d5494 ,

$$p = 31^d5489 \quad (4)$$

erhalten. Infolge der schon erwähnten Unvollständigkeit der Yowellsche Untersuchungen stösst das Ausdehnen der ($B-R$)-Kurven (Abb. 3) im Zeitraum vor 1926 gegen grosse Schwierigkeiten. Es könnte jedoch bemerkt werden, dass das frühere Maximum der Kurve $\psi(\bar{I}\bar{V})$ in Abb. 3 bei $\bar{E} = -4000$ gelegen hätte, also genau zu dem Zeitpunkt, an dem Yowell einen »Bruch« (sprunghafte Änderung der Periode p) vermutete. Dieses Zusammenfallen ist aber kein zwingender Beweis für die Periodizität der langsamen Änderungen der Periode p .

Zwischen den Schwankungen der Periode p und P besteht bei AR Her kein einfacher Zusammenhang. Differenziert man die auf Abb. 2 dargestellte Funktion $\bar{I}\bar{I}$, so entsteht eine Kurve, deren Verlauf sich von Abb. 3 wenig unterscheidet. Die Ähnlichkeit ist aber nicht besonders überzeugend. Der vermutete Zusammenhang bedeutet offenbar, dass sich die Hauptperiode P vermindert, wenn p kleiner als sein mittlerer Wert ist. Mit anderen, verschiedenerlei gewählten Perioden p ist es auch nicht gelungen die ($B-R$)-Kurve als Spiegelbild der auf Abb. 2 gegebenen Funktion darzustellen. Diese Behauptung beruht aber meistens auf den ziemlich ungenauen Beobachtungen in den Jahren 1943—44.

b) Verlauf des Blaschko-Effektes.

b/1. *Änderungen der Maxima mit der Periode p .* In diesem Abschnitt wollen wir einige Folgerungen aus der gründlicheren Betrachtung des Blaschko-Effektes (Kap. IV) als Hypothese vornehmen und ihre Gültigkeit für die anderen Jahre untersuchen und beweisen.

1. Behauptung

$$I^{\max} = \text{Konst} (= 10^m27) \quad (5)$$

Aus einem Vergleich des homogenen photographischen Materials in den Jahren 1936—39 und 1955—57 stösst man gleich auf die Vermutung, dass trotz starker Änderungen im Verlauf des Blaschko-Effektes *die grösste Helligkeit der Maxima inzwischen unverändert blieb*. Auch die sporadischen photographischen Beobachtungen in anderen Jahren (1946—54) widersprechen dieser Voraussetzung nicht. Die visuellen Helligkeiten können selbstverständlich zu diesem Zwecke nicht unmittelbar verwendet werden, und bei den lichtelektrischen Messungen hat man auch eine andere Helligkeitsskala, die mit der photographischen nicht einfach vergleichbar ist.

Eine triviale Folgerung der Behauptung 1. ist die schon früher von Klepikowa vermutete lineare Verbindung zwischen A_I und \bar{I} . Im photographischen Wellenbereich gilt dann nämlich folgende Formel:

$$A_I = 2(\bar{I} - 10^m 27) \quad (6)$$

Es besteht auch bei den anderen RR Lyrae-Sternen, z. B. RZ Lyr, XZ Dra, RV Cap und RW Dra [8] zwischen den obenerwähnten Grössen ein linearer

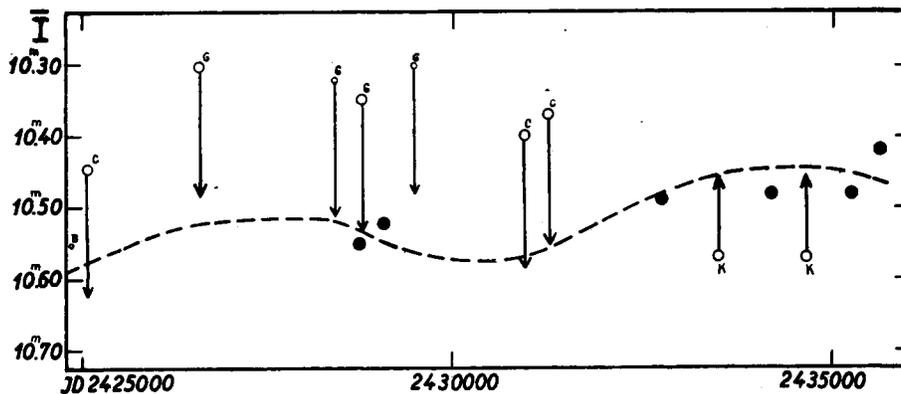


Abb. 4. Die mittlere Helligkeit der Maxima aus Tab. 4 als Funktion der Zeit. Die mit Formel (6) transformierte Kurve wurde gestrichelt eingezeichnet. Für jeden v. Beobachter wurde eine zweckmässig ausgewählte Verschiebung der Helligkeitsskala verwendet. Abkürzungen: B — Blaschko, C — Zessewitsch, G — Gurjew, K — Klepikowa

Zusammenhang. Die mit der Formel (6) in \bar{I} transformierten photographischen Amplituden weichen von den beobachteten \bar{I} Werten nur wenig ab (Abb. 4). Auch die visuellen \bar{I} Angaben fügen sich in die mit (6) transformierte Kurve der Amplitudenänderungen gut ein, wenn für jeden einzelnen Beobachter eine zweckmässig ausgewählte Verschiebung der Helligkeitsskala verwendet wurde (z. B. ist bei Zessewitsch die Korrektur gleich $+0^m 18$). Dieser Umstand bestätigt die Behauptung 1.

2. *Behauptung.* Abb. 5 zeigt den festgestellten allgemeinen Zusammenhang zwischen der Lage und der Helligkeit der Maxima in den Jahren, wo ein ausreichendes photographisches oder lichtelektrisches Beobachtungsmaterial zur Verfügung stand. Die Einteilung der Skalen »I« und »II« verändert sich von Jahr zu Jahr, aber *die Form der Kurve bleibt dieselbe.* (Eine Kurve erhält man aus einer beliebigen anderen, mittels zwei voneinander unabhängigen* Dehnungen in die Richtung »I« bzw. »II«.) Wie man schon aus Abb. 5 bemerken kann, ändert sich die Helligkeit der Maxima sozusagen symmetrisch, dagegen ist die Änderung in der t^{\max} zur Zeit der flachen Maxima sprunghaft.

Einige Folgerungen der Behauptung 2 :

2.1 In vollem Einklang mit der Behauptung 2 sind die aufsteigenden Äste der Kurven vom Typ II immer so steil, dass der *sprunghafte* Charakter der Phasenverschiebung der Maxima auch in den anderen Jahren nachweisbar ist. Die »IV« Kurven zeigen demgegenüber wirkliche aufsteigende Äste.

* Siehe Behauptung 3.

2.2 Die auch von Klepikowa angegebene Beziehung

$$\bar{\mu}_I > \bar{\mu}_{II} \quad (7)$$

ist eine einfache Folgerung der Behauptung 2. Sie drückt nämlich aus, dass die Änderungen in der Helligkeit viel symmetrischer als in der Phase φ der Maxima

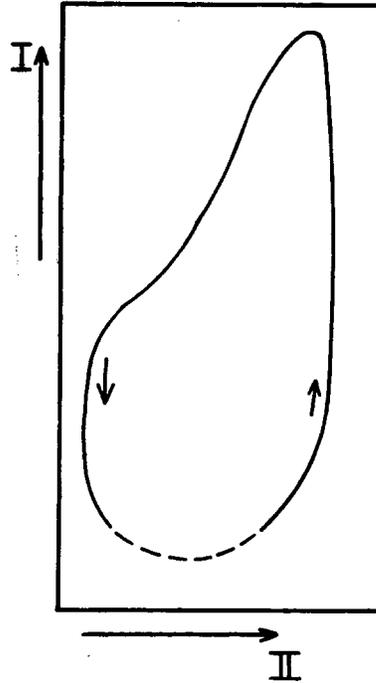


Abb. 5. Ein allgemeiner Zusammenhang zwischen Lage und Helligkeit der Maxima im Laufe einer Blaschko-Periode

ablaufen. Diese Erfahrung spricht auch für die Beständigkeit der Form der Kurve auf Abb. 5.

2.3 Aus dem asymmetrischen Charakter der Kurve folgt, dass die Phase des höchsten Maximums φ_M grösser als die mittlere Phase aller Maxima ist. Aus den 20 Beobachtungsjahren, die sich von diesem Standpunkt untersuchen liessen, ist die Folgerung in 17 Fällen erfüllt worden. Der Unterschied beträgt durchschnittlich

$$\overline{\varphi_M - \varphi} = +0,013.$$

2.4 Die Erfahrung, dass die Quantität

$$\delta = \psi(I^{\max}) - \psi(II^{\max})$$

keine wirkliche Änderung zeigt, sondern dauernd um den Wert $+0,2$ schwankt, stimmt auch mit der Gültigkeit der Behauptung 2 überein. Das bedeutet, dass der Aufstieg der Maxima genau so abläuft, wie er auf Abb. 5 dargestellt wurde: die Phase ψ der hellsten Maxima ist grösser als die der im Zyklus zum spätesten Zeitpunkt zustandekommenden Maxima.

2.5 Als Folgerung der Form der Kurve auf Abb. 5 sind die Maxima mit minimaler Phase φ_m schwächer als \bar{I} , die mittlere Helligkeit der Maxima. Dieses Kriterium ist in allen 14 betrachteten Fällen ohne Ausnahme erfüllt, die Abweichung beträgt im Durchschnitt

$$\overline{I\varphi_m - \bar{I}} = +0,^{m}169$$

2.6 Es zeigt sich auch aus Abb. 5, dass die Schwankung in t^{\max} bei den schwachen Maxima wesentlich grösser als bei den hellen sein muss. Als Beispiel wurde für 14 Beobachtungsjahre die Amplitude der Phasenschwankungen solcher Maxima betrachtet, bei denen die Helligkeit »I« den Wert

$$I^{\max} + \frac{3 A_I}{4} \text{ bzw. } I^{\max} + \frac{A_I}{4}$$

annahm. Bis auf ein Beobachtungsjahr erwiesen sich die Amplituden bei den hellen Maxima $\left(I^{\max} + \frac{A_I}{4} \right)$ geringer.

Die allgemeine Gültigkeit der sechs Kriterien unterstützt die Feststellung, dass Behauptung 2. bei dem Stern AR Her eine wichtige Gesetzmässigkeit der zeitlichen Änderungen des Blaschko-Effektes ausdrückt, die für die Deutung der ganzen Erscheinung eine bedeutende Rolle spielen kann.

3. *Behauptung.* Es besteht kein Zusammenhang zwischen den Schwankungen der Amplituden A_I und A_{II} . Anscheinend fehlt ebenso die Beziehung zwischen den Änderungen von p und P einerseits und von A_I und A_{II} andererseits. Es ist ratsam, bei dieser Untersuchung die grossen relativen Fehler der Angaben im Auge zu halten.

b/2. *Schwankungen einzelner Punkte des aufsteigenden Astes mit der Periode p .*

4. *Behauptung.* Bis auf eine Ausnahme (das Jahr 1958) ist folgende Ungleichheit erfüllt:

$$A_{IV} < A_{II} \quad (8)$$

Die Bedeutung dieser Beziehung lässt sich mit Hilfe der »mittleren Lichtflächen« (siehe Kap. IV) für die Jahre 1937/38, 1955/57 und 1958 erklären. Da definitionsgemäss

$$A_{II} = \varphi(II^{\max}) - \varphi(II^{\min})$$

und

$$A_{IV} = \varphi(IV^{\max}) - \varphi(IV^{\min})$$

ist, vergleichen wir — die mittleren Lichtflächen verwendend —

$$\varphi(II) - \varphi(IV),$$

die Steilheit des aufsteigenden Astes in verschiedenen Phasen des Blaschko-Effektes. Es stellt sich heraus, dass in diesen Jahren ganz einheitlich

$$\varphi(II^{\max}) - \varphi(IV^{\max}) > \varphi(II^{\min}) - \varphi(IV^{\min}) \quad (9)$$

ist d. h. die zur Phase $\varphi(II^{\max})$ gehörenden aufsteigenden Äste ausserordentlich flach sind. Die Formel (8) ist eine triviale Folgerung der Ungleichheit (9).

5. *Behauptung. Mit Ausnahme desselben Jahres ist auch folgende Ungleichheit erfüllt :*

$$\mu_{IV} > \mu_{II} \quad (10)$$

Schon eine oberflächliche Betrachtung der (B—R)-Kurven für 1937—1938 zeigt eindeutig, dass das Maximum der (B—R)-Kurve in dem Masse früher zustande kommt, je näher der ausgewählte Punkt zum Maximum der Lichtkurve liegt:

$$\psi (II^{\max}) < \psi (III^{\max}) < \psi (IV^{\max}) < \psi (V^{\max}) \quad (11)$$

Da die Phase ψ der Minima inzwischen unverändert bleibt

$$\psi (II^{\min}) = \psi (III^{\min}) = \psi (IV^{\min}) = \psi (V^{\min}) \quad (12)$$

ist die Ungleichheit (10) infolge dieser leicht verständlichen Erscheinung erfüllt:

$$\mu_{IV} = \psi (IV^{\max}) - \psi (IV^{\min}) > \psi (II^{\max}) - \psi (II^{\min}) = \mu_{II}$$

Bei den (B—R) Kurven vom Typ II kommt natürlich die starke Asymmetrie wegen der Verdoppelung der Maxima zustande; in den erwähnten Beobachtungsjahren stellte sich heraus: je ferner ein Punkt vom Zeitpunkt des Maximums liegt, desto symmetrischer wird seine Schwankung in der Phase ψ . Die Ungleichheit (10) ist ein Beweis für die allgemeine Gültigkeit dieser Erscheinung

c) *Steilheit des aufsteigenden Astes der mittleren Lichtkurve.* Diese Angabe wurde aus dem photographischen Material mit Hilfe der Kurven vom Typ II, III, IV, V untersucht. Wie schon erwähnt, können die Differenzen

$$\overline{II} - \overline{IV} \text{ bzw. } \overline{III} - \overline{IV}$$

als für die Steilheit charakteristische Angaben aufgefasst und in Abhängigkeit der Zeit dargestellt werden. Wo diese Kurven beinahe parallel laufen, wie um 1938 und zwischen 1950 und 1953, ändert sich die Steilheit zweifellos. Um 1952, als die Kurven $\overline{II}(E)$ und $\overline{IV}(E)$ ihr Maximum erreichten, war die Differenz am geringsten und der aufsteigende Ast in folgedessen besonders steil ($\overline{III} - \overline{V}$ vermindert sich im Vergleich zum Mittelwert um 0^d01-0^d02), 2 Jahre später hörte aber diese Erscheinung auf. Die relativen Fehler der Differenzen sind ungefähr ebenso gross wie die Amplituden der Schwankungen selbst; eine gründlichere Betrachtung hat darum augenblicklich keinen Zweck.

Interessant ist die Tatsache, dass sich die Steilheit des aufsteigenden Astes der mittleren Lichtkurve mit der Zeit langsam ändert. Wäre eine enge Korrelation zwischen der Änderung und den (B—R)-Kurven vorhanden, so hätte einen Versuch, die langsamen und unregelmässigen Änderungen der Hauptperiode als eine Akkumulation stochastischer Fehler ΔP^* zu deuten, keinen Sinn.

4. §. Kritische Bemerkungen

Ausser den bisher erwähnten Beziehungen gibt es noch mehrere Behauptungen, die von den Verfassern der Arbeiten [3], [4], [5], [6] früher veröffentlicht worden sind. Die Kenntnis der relativen Fehler der einzelnen Angaben

* Abweichung von einer konstanten Periode.

macht es aber teilweise unmöglich, diese Zusammenhänge als reell anzunehmen.

Die von Yowell vermuteten sprunghaften Änderungen der Perioden scheinen an Hand des neuen Materials unwahrscheinlich. Ebenso stimmt es nicht zu, dass die Steilheit des aufsteigenden Astes unverändert bleibt.

Die Behauptung des Verfassers von [5], laut welcher die Änderungen von p ein Spiegelbild derjenigen von P geben, wurde durch die neuen Ergebnisse völlig wiederlegt. Es ist aber bemerkenswert, dass die charakteristische Wanderung der Lage und Helligkeit der Maxima mit der Phase ψ sich auch in Tabelle 51 derselben Autoren ([5] S. 189) zeigt, obwohl dort zur Darstellung des Blaschko-Effektes das ganze heterogene, visuelle Beobachtungsmaterial verwendet wurde. Die Tatsache, dass sich die charakteristische Kurve (Abb. 5) sogar aus diesem heterogenen Material beweisen lässt, spricht für unsere Behauptung 2.

Eine Reihe von allgemeinen Beziehungen findet man in [6]. Der vermutete lineare Zusammenhang zwischen A_I und \bar{I} ist unserer Behauptung 1. nach tatsächlich gültig, jedoch mit anderen Konstanten. Eine Reihe von anderen Beziehungen können aber — wie schon die Neubearbeitung des in [6] gegebenen Beobachtungsmaterials zeigt — kaum als reell betrachtet werden. So ist z. B. der angebliche Zusammenhang zwischen \bar{II} und A_{II} nach 1956 sicher nicht erfüllt. Ebenso ist es uns nicht gelungen, die von Klepikowa festgestellten Beziehungen zwischen A_I und A_{II} , A_I und \bar{II} , μ_{II} und A_{II} , μ_I und μ_{II} endlich μ_{II} und δ an Hand unseres Materials zu beweisen. Was den Vergleich der Kurven $\psi(\bar{II})$, $\psi(II^{\max})$, $\psi(\bar{I})$, $\psi(I^{\max})$ betrifft, so sind die ersten beiden Kurven wegen der unsicheren Lage der doppelten Maxima ziemlich ungenau, andererseits stimmen die beiden letzten untereinander (und mit $\psi(IV)$) annähernd überein.

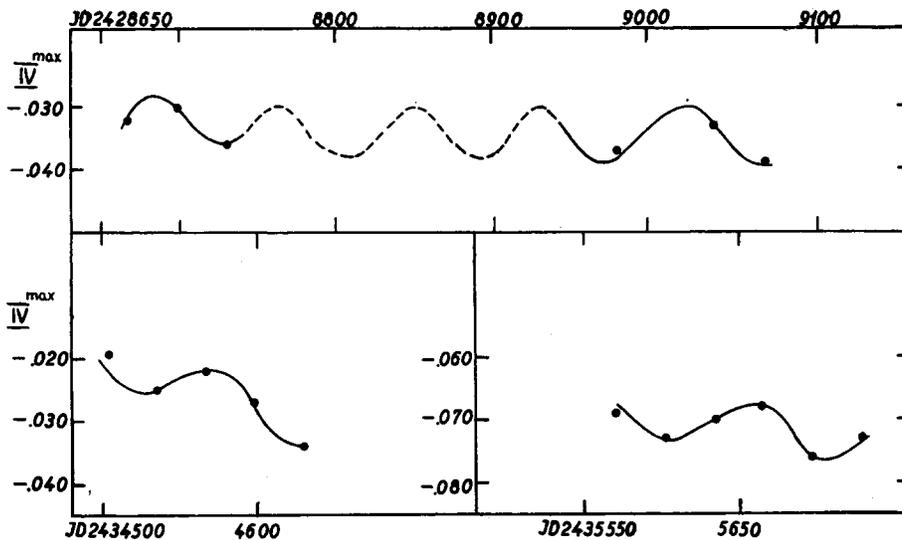


Abb. 6. Die minimalen Werte von $B-R(1)$ für den Mittelpunkt des aufsteigenden Astes in den einzelnen Zyklen der Beobachtungsperiode 1937—38, 1953 und 1956

5. §. Die Periode $p_1 \sim 3p$

In den Jahren, in denen mehrere Zyklen des Blaschko-Effektes beobachtet worden sind, besteht die Möglichkeit, etwaiger Differenzen zwischen den einzelnen Zyklen des Blaschko-Effektes zu finden. Im Jahre 1953 standen fünf, im Jahre 1956 sechs Zyklen zur Verfügung, und die hieraus bestimmte Periode p_1 stimmt sehr gut mit den Beobachtungen in den Jahren 1937—38 überein. Zuerst wurde das Minimum der Abweichungen der zur Mitte des aufsteigenden Astes gehörenden Zeitpunkte (t) von den entsprechenden Zeitpunkten der mit Formel (1) gerechneten Maxima (t_{\max}) in Abhängigkeit von der mittleren Epoche des Zyklus für jeden Zyklus getrennt dargestellt (Abb. 6). Unser Ergebnis zeigt, dass die Punkte auf eine befriedigende Weise mit einer Welle von der Periode

$$p_1 = 90^d,83 = 2,87 \cdot p \quad (13)$$

übereinstimmen. Die totale Schwankung beträgt ungefähr $0^d,005$.

In einer Arbeit von J. Balázs und L. Detre [9] sind insgesamt 18 RR Lyrae-Sterne mit Blaschko-Effekt aufgezählt — darunter zeigen nicht weniger als 6 auch Schwankungen mit einer $p_1 \sim 3p$ Periode. AR Her ist also der siebente, der dieser merkwürdigen Gesetzmässigkeit unterliegt. Bei einigen dieser Sterne ist aber die Periode p_1 noch ziemlich unsicher.

IV. Die Veränderungen der Lichtkurve im Laufe der 31,5 tägigen Ungleichheit

1. §. Die Konstruktion der mittleren Lichtfläche

Solange der Ablauf des Lichtwechsels bei den gewöhnlichen RR Lyrae-Veränderlichen mittels der mittleren Lichtkurve untersucht werden kann, soll die Helligkeit der den Blaschko-Effekt zeigenden Veränderlichen als Funktion zweier unabhängiger Daten (die Phase φ bzw. ψ) aufgefasst werden. Diese Oberfläche

$$m(\varphi, \psi)$$

— die wir analog zur mittleren Lichtkurve »mittlere Lichtfläche« nennen werden — ist z. B. durch ihre Niveaulinien $m = \text{Konst}$, oder durch ihre Schnittpunkte $\psi = \text{Konst}$ (d. h. durch die zu verschiedenen ψ -Werten gehörenden »Lichtkurven« $m(\varphi)$) darstellbar.

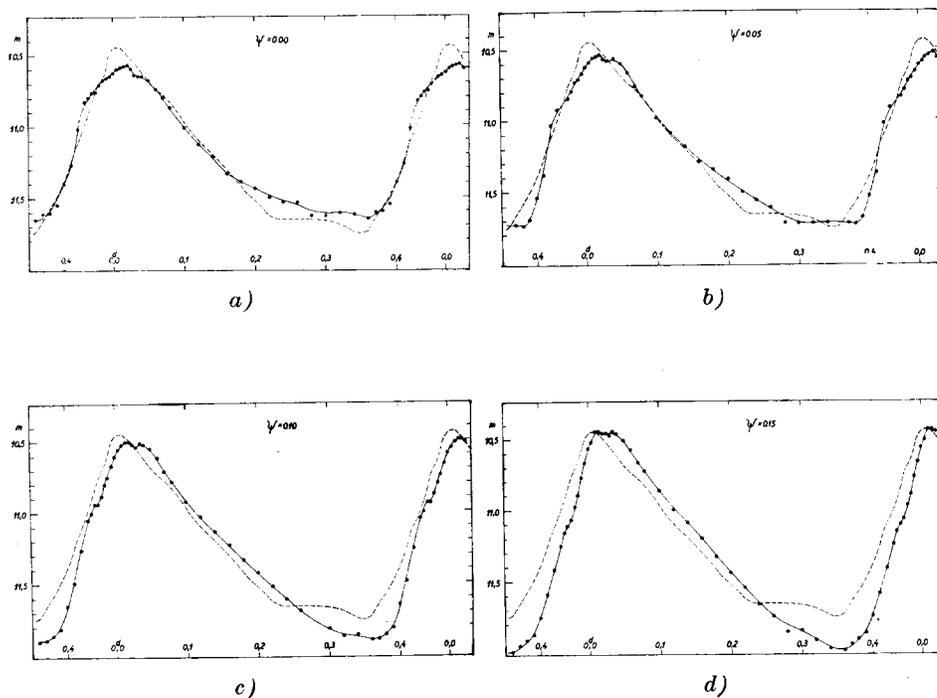
Die Methode der Konstruktion der mittleren Lichtfläche wurde zuerst von J. Balázs und L. Detre ausgearbeitet, und in einer Arbeit, die sich ebenfalls mit den Lichtkurvenänderungen von AR Her befasst [3], veröffentlicht. Diese Methode auf das photographische Material der Jahre 1955—57 und getrennt auf die lichtelektrischen Beobachtungen des Jahres 1958 verwendend, wurden zuerst die an verschiedenen Tagen erhaltenen Beobachtungen gegen die Zeit aufgetragen, und dann mit freier Hand ausgeglichen (empirische Lichtkurven). Für jeden Beobachtungstag, für jede Kurvenstrecke wurde der entsprechende ψ -Wert nach der Formel (2), und der Zeitpunkt des Maximums nach der Formel (1) mit Berücksichtigung der langsamen Periodenänderungen, aber mit Vernachlässigung der periodischen Ungleichheit bestimmt. Im fol-

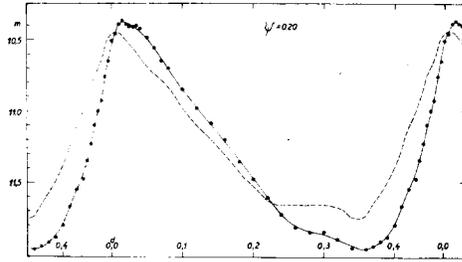
genden werden wir die von den auf diese Weise bestimmten Maxima gerechneten Phasen mit f bezeichnen. An jeder Kurvenstrecke, an der die entsprechende Phase durchbeobachtet wurde, werden die entsprechenden Helligkeiten für verschiedene f -Werte abgelesen und für jeden f -Wert getrennt gegen ψ aufgetragen. Mit Hilfe dieser Diagramme war es leicht, die gesuchten »Lichtkurven« für die verschiedenen ψ -Werte zu konstruieren. Die entsprechenden Helligkeiten wurden an den ausgeglichenen $m(\psi)$ -Kurven bei den erwünschten Werten von ψ abgelesen, und dieselben getrennt für die einzelnen ψ -Werte gegen f aufgetragen.

Wir haben auf diese Weise »Lichtkurven« für $\psi = 0,00$ $\psi = 0,05$ $\psi = 0,10$... $\psi = 0,95$ konstruiert. Aus Tabelle 5 ist die mittlere Lichtfläche für die Jahre 1955—57, aus Abbildung 7 sind einige Schnittlinien (die $m(f)$ »Lichtkurven«) derselben Oberfläche ersichtlich.

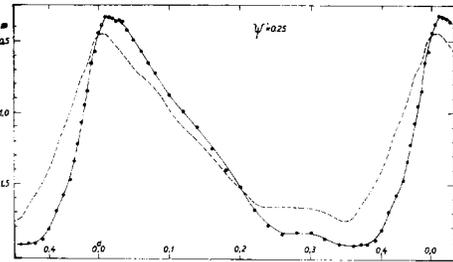
Die Beobachtungen, die sich im Jahre 1956 auf die ganze Lichtkurve erstreckten, ermöglichen eine Wiederholung der vollständigen, in [3] veröffentlichten Untersuchungen der Lichtkurvenänderungen. Zwischen den Phasen $f = 0^d130$ und $f = 0^d300$ ist diesmal die Zahl der Beobachtungen ziemlich gering; darum vermindert sich die Genauigkeit der »Lichtkurven« um das Minimum. Die durchschnittliche Abweichung der Einzelwerte von den ausgeglichenen Kurven $m(\psi)$ beträgt 0^m035 , die der Normalpunkte von den »Lichtkurven« $m(f)$ ist im Durchschnitt nur 0^m009 .

Unsere Tabelle 5 und Abbildung 7 entsprechen der Tabelle 5 bzw. der Abbildung 6a bis 6u in [3]. Ein Vergleich ist dadurch ermöglicht, da bei der

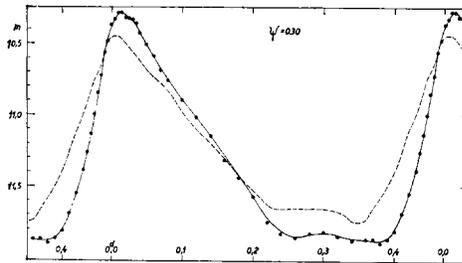




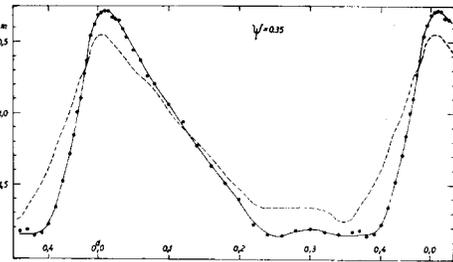
e)



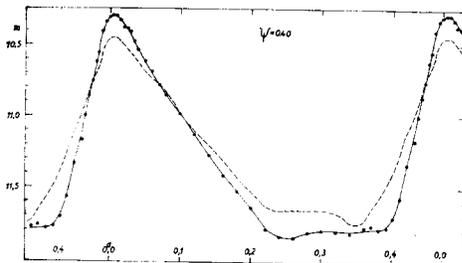
f)



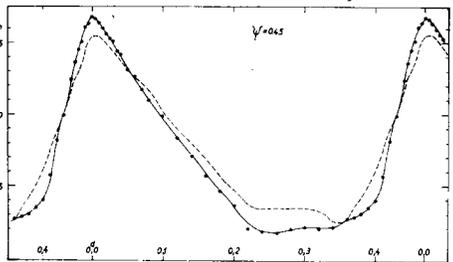
g)



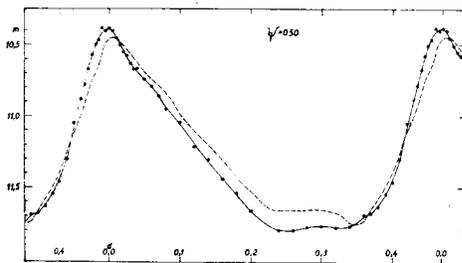
h)



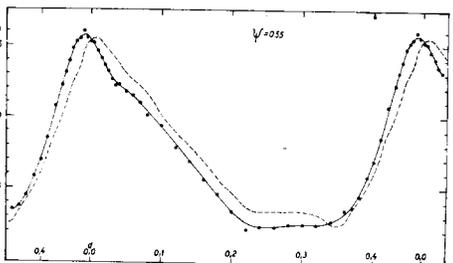
i)



j)



k)



l)

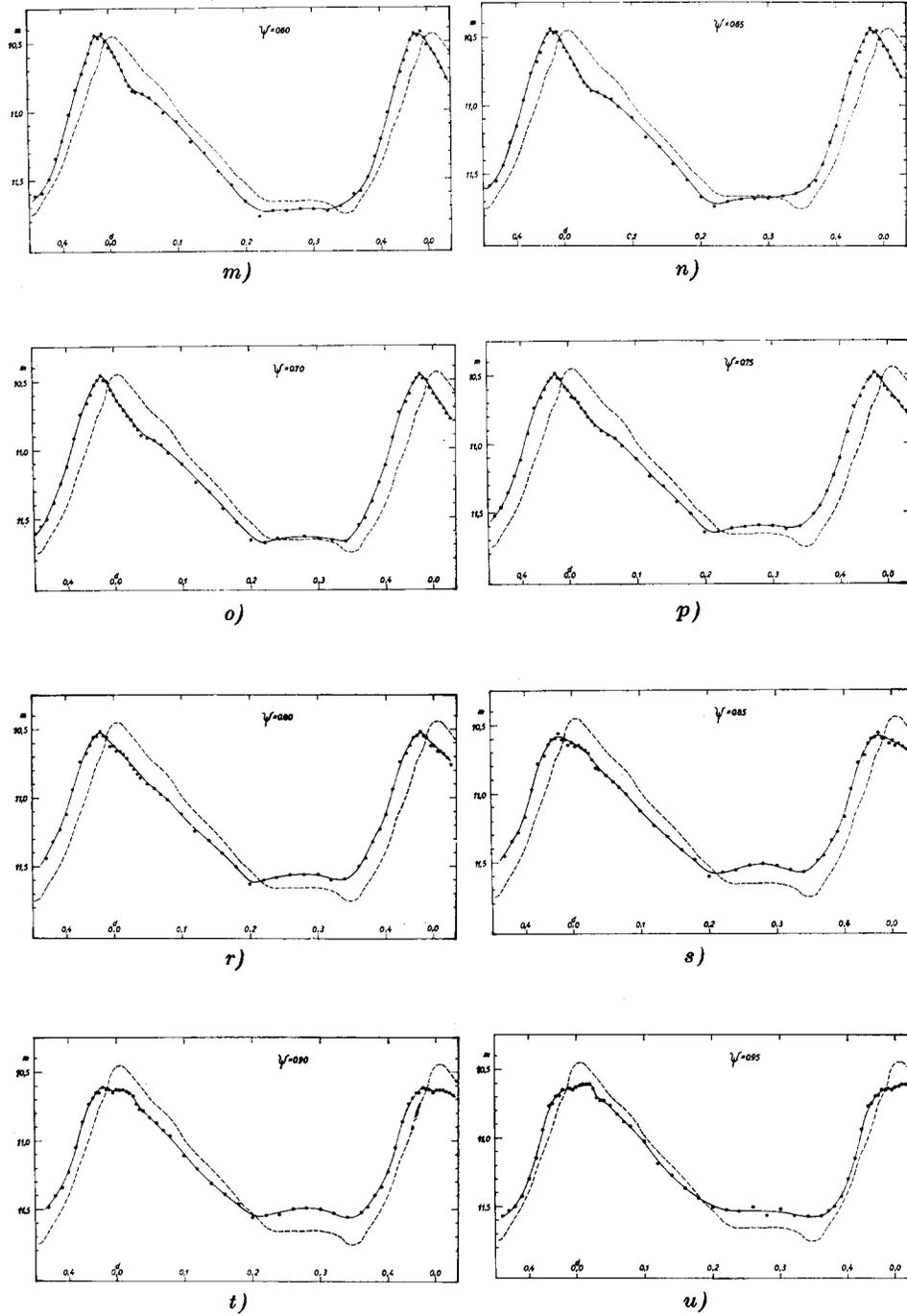


Abb. 7a—u. Mittlere Lichtfläche 1956: einige Schnittlinien. Die mittlere Lichtkurve ist gestrichelt gezeichnet

Tabelle 5 Die mittlere Lichtfläche 1956.

ψ	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,000	10 ^m ,63	10 ^m ,62	10 ^m ,60	10 ^m ,57	10 ^m ,51	10 ^m ,44	10 ^m ,37	10 ^m ,31	10 ^m ,30	10 ^m ,32	10 ^m ,38	10 ^m ,47	10 ^m ,53	10 ^m ,57	10 ^m ,60	10 ^m ,61	10 ^m ,62	10 ^m ,62	10 ^m ,63	10 ^m ,63
0,005	10,60	10,59	10,55	10,52	10,46	10,38	10,33	10,29	10,29	10,33	10,40	10,48	10,56	10,60	10,64	10,66	10,66	10,65	10,63	10,62
0,010	10,59	10,56	10,52	10,45	10,39	10,32	10,28	10,28	10,29	10,36	10,45	10,54	10,60	10,65	10,67	10,67	10,66	10,64	10,63	10,61
0,015	10,58	10,55	10,50	10,45	10,37	10,33	10,28	10,28	10,32	10,40	10,50	10,59	10,65	10,70	10,71	10,70	10,68	10,66	10,64	10,61
0,020	10,57	10,53	10,50	10,46	10,39	10,34	10,32	10,33	10,37	10,44	10,55	10,64	10,70	10,74	10,75	10,74	10,71	10,68	10,65	10,61
0,025	10,60	10,57	10,52	10,46	10,41	10,36	10,32	10,34	10,38	10,47	10,57	10,68	10,77	10,79	10,78	10,77	10,76	10,70	10,67	10,64
0,030	10,64	10,58	10,54	10,48	10,41	10,35	10,33	10,35	10,40	10,49	10,63	10,74	10,81	10,83	10,82	10,81	10,79	10,75	10,73	10,70
0,035	10,65	10,58	10,51	10,45	10,40	10,36	10,36	10,41	10,47	10,56	10,67	10,78	10,85	10,86	10,85	10,84	10,83	10,81	10,77	10,72
0,040	10,65	10,56	10,52	10,47	10,43	10,42	10,43	10,47	10,53	10,58	10,66	10,77	10,86	10,89	10,89	10,87	10,85	10,82	10,78	10,72
0,050	10,68	10,60	10,55	10,51	10,49	10,49	10,51	10,56	10,61	10,69	10,74	10,82	10,87	10,90	10,91	10,91	10,90	10,87	10,83	10,76
0,060	10,74	10,66	10,61	10,58	10,56	10,57	10,59	10,63	10,68	10,73	10,79	10,85	10,90	10,93	10,93	10,94	10,93	10,91	10,87	10,83
0,070	10,80	10,76	10,71	10,67	10,65	10,65	10,69	10,74	10,78	10,83	10,86	10,90	10,94	10,95	10,96	10,96	10,97	10,95	10,92	10,88
0,080	10,87	10,83	10,78	10,73	10,70	10,72	10,76	10,80	10,85	10,90	10,95	10,99	11,01	11,01	11,02	11,02	11,01	11,00	10,96	10,91
0,100	11,01	10,97	10,92	10,87	10,85	10,87	10,90	10,94	10,98	11,01	11,04	11,06	11,07	11,08	11,10	11,11	11,12	11,12	11,11	11,02
0,120	11,13	11,08	11,03	11,00	10,98	10,99	11,02	11,06	11,12	11,17	11,21	11,22	11,22	11,23	11,24	11,24	11,24	11,23	11,21	11,18
0,140	11,21	11,18	11,13	11,09	11,10	11,15	11,23	11,27	11,29	11,30	11,31	11,30	11,30	11,30	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,27
0,160	11,33	11,28	11,23	11,20	11,20	11,25	11,32	11,37	11,41	11,43	11,44	11,44	11,44	11,43	11,43	11,42	11,41	11,41	11,39	11,36
0,180	11,39	11,34	11,33	11,36	11,40	11,44	11,44	11,49	11,52	11,54	11,54	11,54	11,54	11,53	11,53	11,51	11,50	11,48	11,46	11,43
0,200	11,43	11,41	11,42	11,45	11,48	11,52	11,57	11,60	11,64	11,64	11,66	11,66	11,66	11,67	11,66	11,65	11,63	11,60	11,56	11,50
0,220	11,50	11,50	11,52	11,55	11,61	11,68	11,75	11,78	11,79	11,80	11,81	11,79	11,77	11,73	11,68	11,65	11,60	11,57	11,54	11,52
0,240	11,53	11,56	11,61	11,67	11,73	11,79	11,83	11,85	11,84	11,82	11,80	11,77	11,73	11,70	11,65	11,62	11,58	11,56	11,54	11,53

ψ	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,260	11,54	11,61	11,69	11,76	11,82	11,85	11,86	11,86	11,85	11,83	11,80	11,77	11,73	11,68	11,65	11,61	11,56	11,52	11,50	11,50
0,280	11,63	11,72	11,83	11,86	11,85	11,84	11,83	11,82	11,81	11,80	11,78	11,75	11,72	11,68	11,63	11,60	11,56	11,51	11,49	11,56
0,300	11,63	11,72	11,82	11,85	11,85	11,84	11,82	11,81	11,80	11,79	11,77	11,75	11,72	11,68	11,65	11,60	11,56	11,53	11,50	11,52
0,320	11,61	11,72	11,87	11,92	11,90	11,88	11,85	11,83	11,81	11,80	11,78	11,75	11,73	11,66	11,66	11,63	11,60	11,56	11,53	11,56
0,340	11,62	11,72	11,86	11,98	11,96	11,92	11,88	11,85	11,82	11,79	11,77	11,73	11,70	11,64	11,68	11,61	11,59	11,57	11,56	11,57
0,360	11,65	11,73	11,90	11,99	11,97	11,93	11,87	11,83	11,78	11,73	11,69	11,65	11,61	11,58	11,55	11,52	11,50	11,49	11,52	11,57
0,370	11,61	11,72	11,89	11,95	11,95	11,92	11,87	11,82	11,77	11,72	11,68	11,63	11,59	11,55	11,50	11,46	11,44	11,45	11,48	11,53
0,380	11,60	11,73	11,86	11,91	11,92	11,92	11,90	11,86	11,79	11,70	11,63	11,55	11,49	11,43	11,38	11,35	11,32	11,34	11,40	11,50
0,390	11,55	11,68	11,81	11,87	11,89	11,89	11,87	11,84	11,78	11,65	11,54	11,42	11,34	11,27	11,24	11,23	11,23	11,28	11,34	11,43
0,400	11,40	11,53	11,65	11,75	11,80	11,82	11,82	11,78	11,71	11,60	11,46	11,31	11,21	11,15	11,12	11,11	11,12	11,17	11,23	11,30
0,410	11,27	11,37	11,49	11,59	11,67	11,69	11,69	11,66	11,57	11,43	11,30	11,15	11,02	10,96	10,92	10,92	10,94	10,97	11,05	11,15
0,420	11,02	11,13	11,26	11,42	11,55	11,58	11,55	11,48	11,34	11,18	11,05	10,93	10,84	10,77	10,74	10,73	10,74	10,78	10,86	10,94
0,430	10,83	10,92	11,05	11,25	11,48	11,47	11,39	11,29	11,17	11,01	10,88	10,78	10,72	10,68	10,66	10,66	10,68	10,72	10,73	10,77
0,435	10,80	10,90	11,01	11,16	11,35	11,34	11,26	11,16	11,00	10,90	10,78	10,69	10,64	10,61	10,60	10,60	10,62	10,64	10,69	10,75
0,440	10,77	10,85	10,94	11,11	11,23	11,22	11,14	11,00	10,86	10,76	10,67	10,61	10,57	10,54	10,53	10,54	10,56	10,60	10,65	10,70
0,445	10,77	10,84	10,94	11,07	11,10	11,07	11,00	10,90	10,76	10,64	10,57	10,52	10,49	10,48	10,49	10,52	10,55	10,59	10,65	10,69
0,450	10,71	10,79	10,88	10,98	11,00	10,95	10,85	10,73	10,62	10,55	10,50	10,47	10,44	10,44	10,46	10,48	10,52	10,56	10,61	10,65
0,455	10,68	10,73	10,80	10,90	10,93	10,85	10,73	10,63	10,55	10,49	10,46	10,45	10,46	10,47	10,49	10,52	10,55	10,60	10,63	10,66
0,460	10,66	10,71	10,75	10,77	10,76	10,65	10,56	10,46	10,40	10,39	10,38	10,40	10,43	10,46	10,50	10,53	10,56	10,60	10,63	10,64
0,465	10,65	10,66	10,67	10,67	10,65	10,57	10,48	10,38	10,33	10,36	10,40	10,44	10,48	10,52	10,56	10,59	10,62	10,64	10,65	10,65
0,470	10,63	10,62	10,60	10,57	10,51	10,44	10,37	10,31	10,30	10,32	10,38	10,47	10,53	10,57	10,60	10,61	10,62	10,62	10,63	10,63

Wiederholung die Aufnahmen mit demselben Astrographen gemacht und an demselben Elektromikrophotometer zusammen mit denselben Vergleichsternen ausgemessen worden sind. Die einzige Abweichung von der vollkommenen Homogenität ist dem Gebrauch verschiedener Photoplatten (Eastman 40, Superfulgur bzw. Agfa Astro) zuzuschreiben.

Um den Ablauf der Lichtkurvenänderungen zu veranschaulichen, geben wir — ebenso wie es in [3] der Fall war — bei jeder »Lichtkurve« $m(f)$ auch

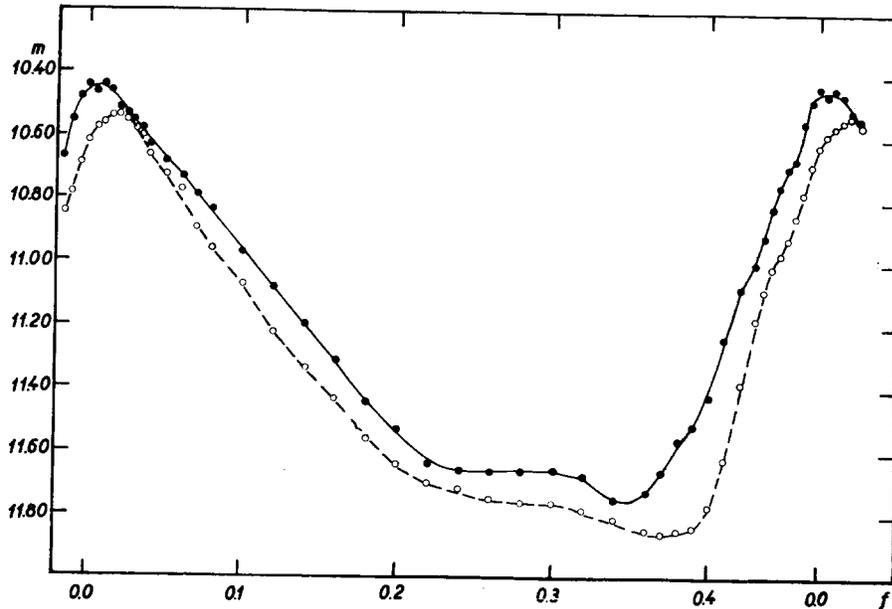


Abb. 8. Mittlere Lichtfläche 1956: die mittlere Lichtkurve. Die mittlere Lichtkurve für 1937 ist gestrichelt gezeichnet

die *mittlere Lichtkurve* an. Dazu wurden für jede Phase f die dem Mittelwert der maximalen und minimalen Intensität entsprechenden Helligkeitsgrößen genommen; das Ergebnis findet man in Tabelle 6. Abbildung 8 zeigt diese mittleren Kurven aus dem alten (1936—39) und aus dem neuen (1955—57) Beobachtungsmaterial.

Tabelle 6 Die mittlere Lichtkurve

Phase	Gr.	Phase	Gr.	Phase	Gr.	Phase	Gr.
0 ^d 000	10 ^m 44	0,070	10,79	0,280	11,66	0,430	11,00
0,005	10,46	0,080	10,83	0,300	11,66	0,435	10,91
0,010	10,44	0,100	10,98	0,320	11,68	0,440	10,82
0,015	10,46	0,120	11,09	0,340	11,75	0,445	10,75
0,020	10,51	0,140	11,20	0,360	11,73	0,450	10,69
0,025	10,53	0,160	11,31	0,370	11,66	0,455	10,67
0,030	10,55	0,180	11,44	0,380	11,56	0,460	10,55
0,035	10,58	0,200	11,53	0,390	11,51	0,465	10,48
0,040	10,63	0,220	11,64	0,400	11,42	0,470	10,44
0,050	10,68	0,240	11,66	0,410	11,24		
0,060	10,73	0,260	11,66	0,420	11,08		

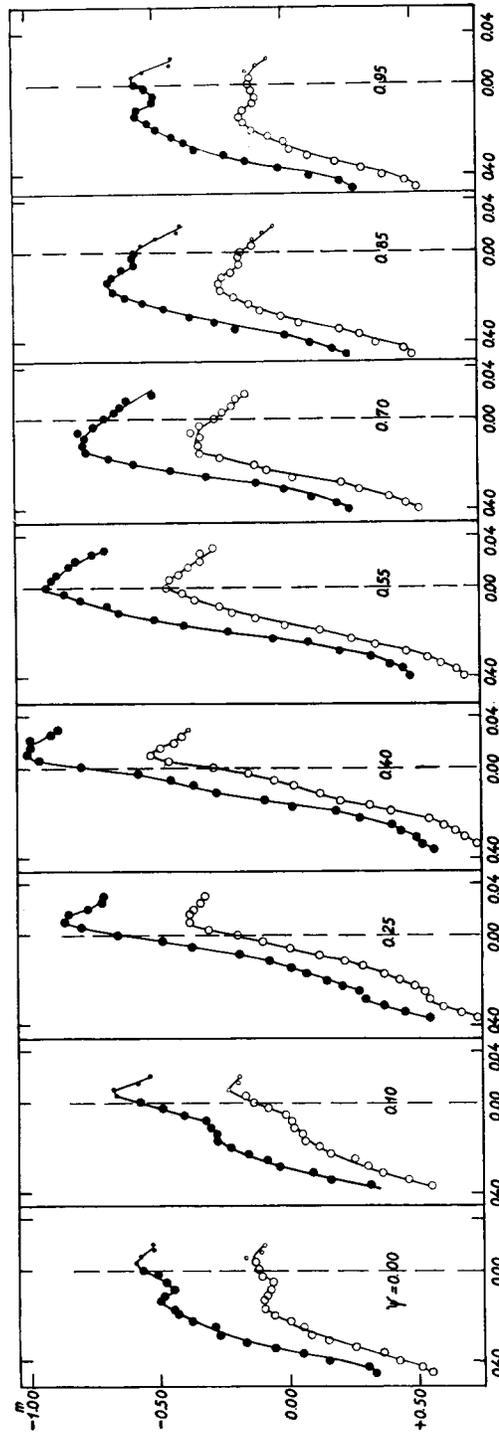


Abb. 9. Mittlere Lichtfläche 1958: einige Schnittlinien. Die Blauhelligkeiten sind mit vollen, die Gelbhelligkeiten mit leeren Kreisen bezeichnet

Die lichtelektrischen Beobachtungen des Jahres 1958 erstreckten sich nicht auf die ganze Lichtkurve, sondern nur auf den aufsteigenden Ast und die Umgebung des Maximums. Da aber gerade dieser Teil der Lichtkurve die stärksten Änderungen aufweist, lohnte es sich die mittlere Lichtfläche für das Phasenintervall $f = 0^d40$ bis $f = 0^d02$ zu konstruieren. Leider war wegen der ungünstigen Witterung im Jahre 1958 die Anzahl der völlig beobachteten Maxima zwischen $\psi = 0^m00$ und $\psi = 0^m20$ ungenügend, und darum sind die entsprechenden Kurven in der Nähe des Maximums ziemlich unsicher. Abbildung 9 zeigt einige lichtelektrische $m(f)$ »Lichtkurven« für Blau und Gelb.

Es soll noch erwähnt werden, dass die Streuung an den verschiedenen, mittels lichtelektrischen Beobachtungen konstruierten $m(\psi)$ -Kurven ziemlich gross ist. Nachdem die Periode p_1 (s. Kap. III. 5 §) beim Ausrechnen des Zeitpunktes des Maximums berücksichtigt wurde, vermindert sich zwar die Streuung, es kommen aber in beiden Farben noch immer Abweichungen von 0^m10 — 0^m15 vor. Da die Streuung bei der mittels photographischer Beobachtungen konstruierten $m(\psi)$ -Kurven von derselben Grössenordnung ist, so können wir annehmen, dass diese Abweichungen von den statistischen Veränderun-

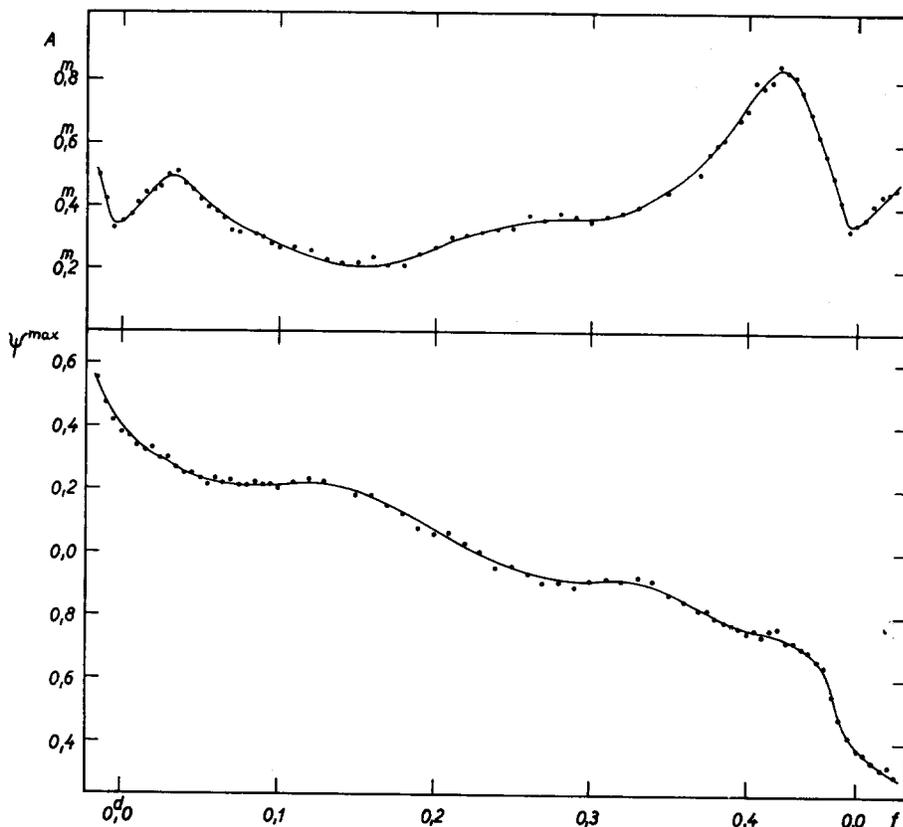


Abb. 10a, b. Mittlere Lichtfläche 1956: die Amplitude der $m(\psi)$ Kurven (a), und die Phase ihrer Maxima (b) in Abhängigkeit von f

gen der Perioden bedingt sind. Auf die Frage ob die lichtelektrischen Messungen noch mit systematischen Fehlern behaftet sind, kommen wir in Kap. V noch zurück.

Die Erfahrung zeigt, dass die *Amplitude* der $m(\psi)$ -Kurven, ebenso wie die *Phase* ψ ihrer Maxima, eine stetige Funktion der Phase f ist; dieser Umstand

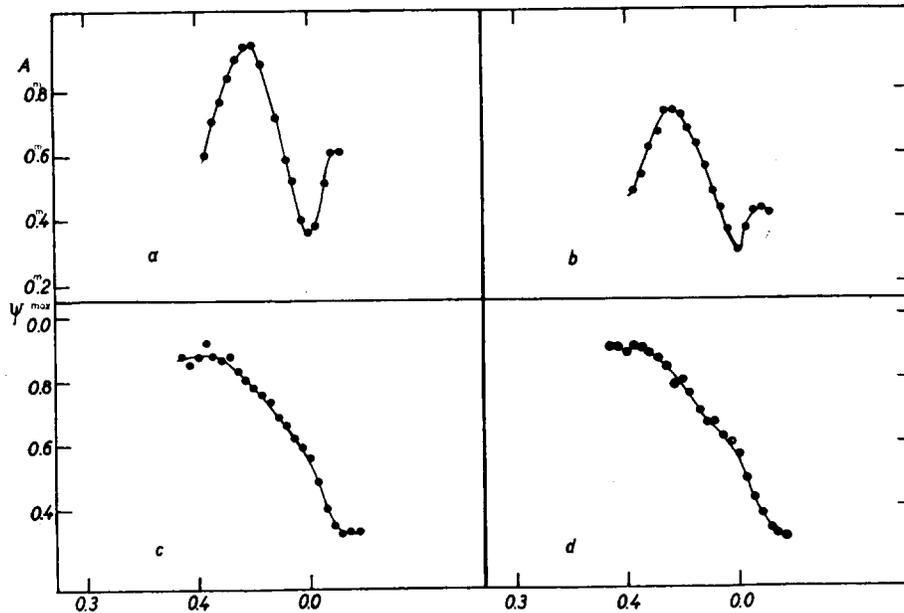


Abb. 11.

Abb. 11a—d. Mittlere Lichtfläche 1958: die Amplitude der $m(\psi)$ Kurven im Blau (a) bzw. im Gelb (b), und die Phase ihrer Maxima im Blau (c) bzw. im Gelb (d) in Abhängigkeit von f

erleichtert den Ausgleich der Einzelwerte in den Diagrammen. J. Balázs und L. Detre zeigten in einer Mitteilung über RR Lyrae [10] wie bei den Sternen RR Lyr, AR Her und δ Sct die in Intensitäten angegebene Amplitude $\Delta I/A$ und ψ^{\max} d. h. die ψ -Werte, für welche die grösste Helligkeit erreicht wird, von f abhängen. Unsere Untersuchungen unterstützen diese Ergebnisse, ungeachtet des Unterschiedes, dass i. J. 1956 auf der Kurve $\psi^{\max}(f)$ noch eine Krümmung vorhanden war, und das zweite Maximum in der Amplitudenschwankung beträchtlich niedriger liegt als das erste (Abbildung 10).

Die aus den lichtelektrischen Beobachtungen abgeleitete *Kurve der Amplitudenänderungen* hat auch ein erstes höheres und ein zweites, niedrigeres Maximum, der Unterschied ist im gelben Wellenbereich besonders auffallend (Abbildung 11). Dieser Umstand bedeutet, dass die Helligkeitsschwankungen mit der Periode p in der Nähe des Maximums kleiner geworden sind, aber die Amplitude der teils durch die Phasenschwankung des Maximums, teils durch die Änderungen der Steilheit des aufsteigenden Astes zustande gebrachten Schwankungen am unteren Teil des aufsteigenden Astes zur selben Zeit fast unverändert blieb.

2. §. *Ergebnisse des Vergleiches der einzelnen Lichtflächen*

Ein Vergleich der in [3] veröffentlichten alten Lichtfläche (im weiteren: *Lichtfläche 1937*) und der mittels der photographischen Beobachtungen konstruierten neuen (im weiteren: *Lichtfläche 1956*) bietet die Möglichkeit im komplizierten Ablauf der Lichtkurvenänderungen mit mehr oder weniger Sicherheit alle Erscheinungen *ephemerer* Art von jenen zu unterscheiden, die bei diesem Stern für den Blaschko-Effekt *charakteristisch* sind. Deshalb wurden die »Lichtkurvenpaare« der Lichtfläche 1937 und 1956, die zu demselben ψ -Wert gehören, auch gemeinsam dargestellt und untersucht.

Schon eine qualitative Analyse dieser gemeinsamen Diagramme zeigt, dass sich *die grundlegenden Eigenschaften der Lichtkurvenänderungen* (nämlich eine schlingenartige Bewegung und temporäre Verdoppelung des Maximums, das Erscheinen eines Buckels auf dem aufsteigenden Ast zur Zeit der steigenden Maxima, die Glattheit des absteigenden Astes und die geringen Schwankungen in der Umgebung des Minimums u. s. w.) im Grossen und Ganzen *nicht verändert haben*. Die *Steilheit des aufsteigenden Astes* bei den Kurven der Lichtfläche 1956 ist aber merklich kleiner, und auch die Steilheit des absteigenden Astes vermindert sich etwas. Beträchtliche Unterschiede findet man in der *Phase und Helligkeit der Maxima*. Abbildung 12 zeigt den charakteristischen Zusammenhang zwischen der Helligkeit m und Phase f der Maxima, für jeden ψ -Wert getrennt dargestellt. Die Kurve a) entspricht den »Lichtkurven« der Lichtfläche 1937, die Kurve b) denen der Lichtfläche 1956, die Kurve c) bzw. d) der lichtelektrischen Lichtfläche 1958 im gelben bzw. blauen Wellenbereich, endlich Kurve e) denen der Lichtfläche, die auf Grund einiger visuellen Beobachtungsreihen konstruiert wurde (s. [5] Tab. 50, S. 188).

Die formale Ähnlichkeit der Kurven fällt sofort ins Auge. Diese, nur bei AR Her erfahrene Gesetzmässigkeit wurde in Kap. III 3 § als Behauptung 2 erwähnt, und ihre allgemeine Gültigkeit für die zwischenliegenden Jahre geprüft. Die erwähnten Veränderungen in Lage und Helligkeit des Maximums laufen immer so gleichförmig ab, dass sich ihr Charakter sogar auch in dem ausserordentlich heterogenen, aus vielen Jahren zusammengezugenen visuellen Beobachtungsmaterial bemerklich macht (s. Abbildung 12 Kurve e), obwohl man bei denjenigen Lichtflächen, die aus den Beobachtungen *einzelner* visuellen Beobachter konstruiert wurden, anscheinend nichts Ähnliches findet (s. [5] S. 191—193). So etwas wäre natürlich undenkbar, wenn nicht nur das Ausmass, sondern auch die Form der Kurve in Abb. 5 bzw. 12 beträchtlichen Änderungen unterworfen wäre.

Vergleichen wir die Kurven a) und b), die auf Grund des vollkommensten und der Forderung der Homogenität am besten entsprechenden Beobachtungsmaterials gefertigt wurden, so erhalten wir folgende Resultate: *die Helligkeit der hellsten Maxima ist unverändert geblieben* (s. Kap. III. 3 § Behauptung 1), solange die schwachen Maxima i. J. 1956 um 0^m2 heller waren, als i. J. 1937; demzufolge *verminderte sich* inzwischen *die Amplitude der Helligkeitsschwankungen* der Maxima um denselben Wert von 0^m2 . Die Amplitude der *Phasenschwankungen* der Maxima beträgt i. J. 1956 um 0^d012 weniger als für die Lichtfläche 1937. Diese letzte Angabe ist mit der Amplitude der Phasenschwankung bei der Lichtfläche 1958 direkt vergleichbar; Kurve c) und d) beweisen wieder eine kleine *Verminderung* der Amplitude der Phasenschwankung, obwohl die Amplitude der Helligkeitsschwankungen der Maxima etwas grösser als i. J. 1956 war. Es liegt also die Behauptung nahe, dass *zwischen den Amplituden*

der Helligkeits- bzw. Phasenschwankungen der Maxima kein Zusammenhang besteht (s. Kap. III. 3 § Behauptung 3).

Die Helligkeit der Minima war i. J. 1956 etwas grösser als i. J. 1937, die Asymmetrie der Kurve der Phasenänderungen (Phase des vorangehenden Minimums) verminderte sich ein wenig.

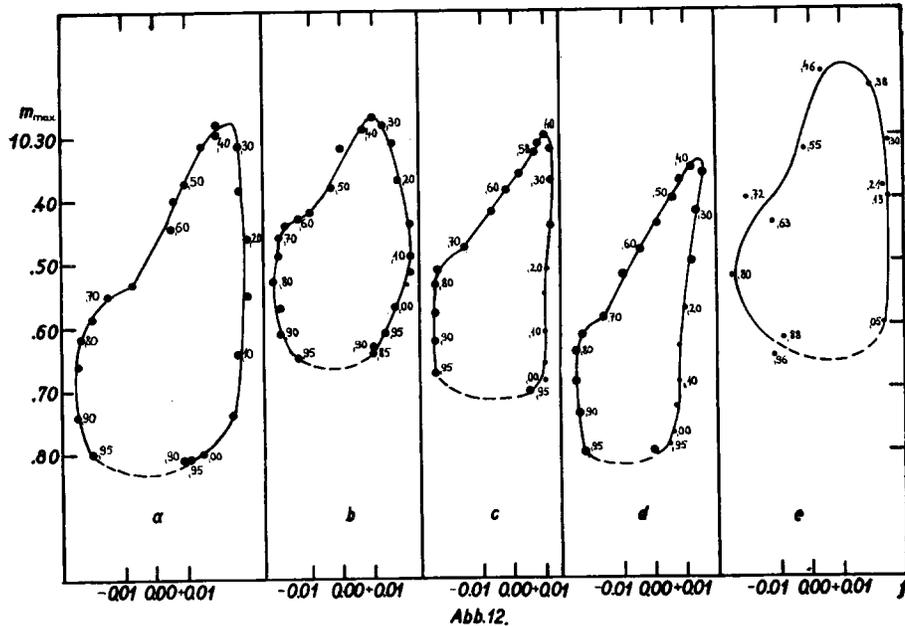


Abb. 12a—e. Der charakteristische Zusammenhang zwischen Phase und Helligkeit der Maxima in den mittleren Lichtflächen 1937 (a), 1956 (b), 1958 im Gelb (c), 1958 im Blau (d) und aus dem v. Beobachtungsmaterial (e). Zu einigen Punkten ist die entsprechende Phase ψ angegeben

Einige Ergebnisse dieser qualitativen Analyse spiegeln sich an den mittleren »Lichtkurven« der Abbildung 8 wider. Die mittleren Lichtkurven sind durch folgende Daten charakterisiert:

	1937	1956
m_{\max}	$10^m 53$	$10^m 44$
m_{\min}	$11^m 87$	$11^m 75$
A_{ph}	$1^m 34$	$1^m 31$
$M - m$	$0^d 108$	$0^d 125$

Für beide Kurven ergibt sich also eine fast identische Amplitude; der Unterschied in der Steilheit der aufsteigenden Äste kommt aber auch hier klar zur Geltung. Es soll noch erwähnt werden, dass Gaposchkin mittels seines kleinen Beobachtungsmaterials im Jahre 1934 den Wert

$$M - m = 0^d 122$$

abgeleitet hat, der mit der entsprechenden Grösse der neuen mittleren Lichtkurve besser als mit derjenigen der zeitlich naheliegenden mittleren Lichtkurve 1937 übereinstimmt [11].

Werden die »Lichtkurven« der verschiedenen Lichtflächen nicht untereinander, sondern mit ihren eigenen mittleren Lichtkurven verglichen und durch die Funktion

$$m(f) - \bar{m}(f)$$

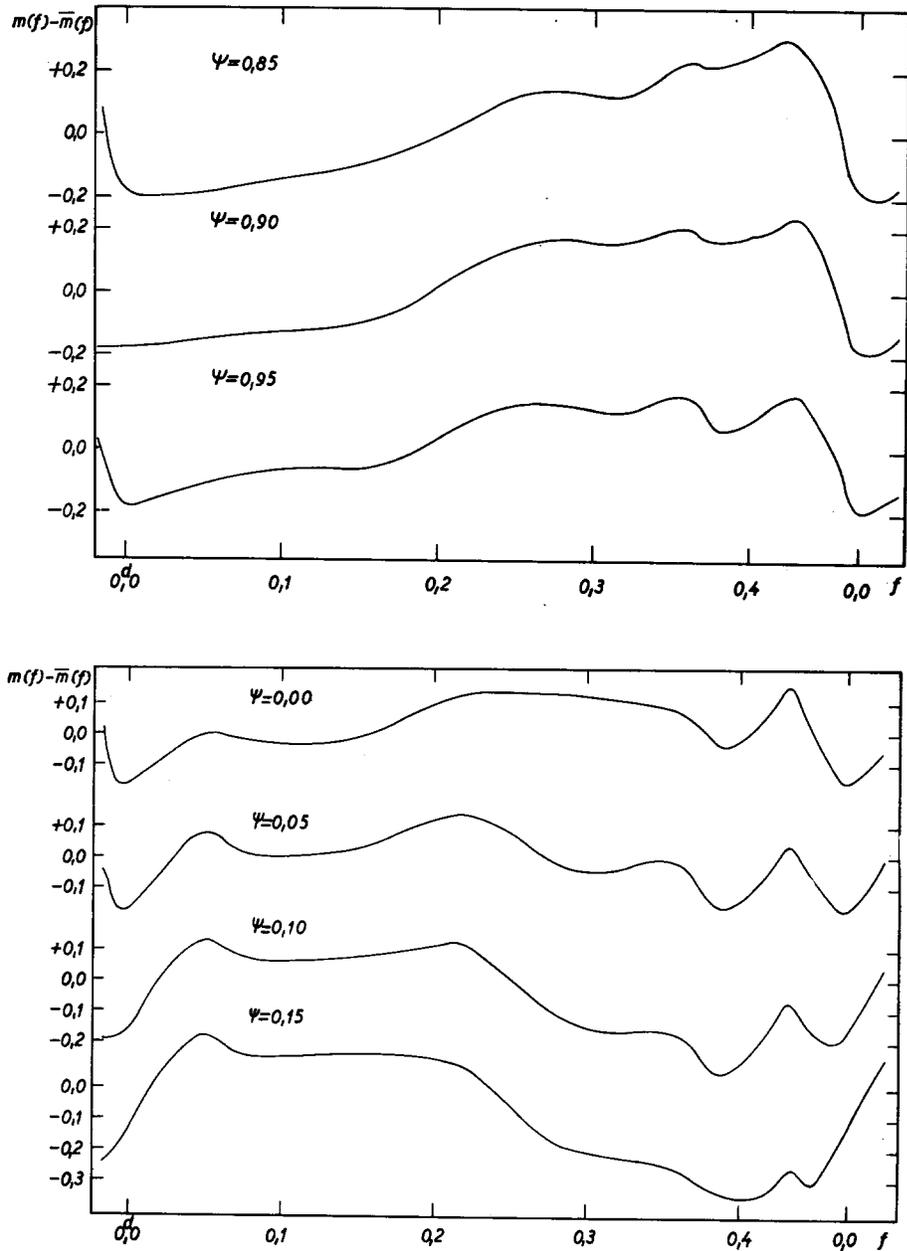


Abb. 13a, b. Mittlere Lichtfläche 1956: einige »Differenzkurven«, d. h. Abweichungen von der mittleren Lichtkurve

untersucht, erhalten wir sehr interessante Kurvenreihen. Abbildung 13 zeigt die zur Phase $\psi = 0^{\circ}85$ bis $\psi = 0^{\circ}15$ gehörigen »Differenzkurven« der Lichtfläche 1956. Es ist an diesen Kurven leicht festzustellen auf welche Weise das alte Maximum im Laufe der 31,5tägigen Periode »abklingt«; während das neue Maximum um $\psi = 0^{\circ}00$ $f = 0^{\circ}05$ erscheint und später um $\psi = 0^{\circ}05$ schon dominiert, vermindert sich zwar die Helligkeit des alten Maximums (um $f = 0^{\circ}43$) kontinuierlich, ist aber bis zum $\psi = 0^{\circ}15$ zweifellos vorhanden. An den »Lichtkurven« selbst fehlt schon der Extremwert in diesen Phasen, nur ein Buckel oder ein Bruch des aufsteigenden Astes erinnert an das abgeklungene Maximum (s. Abb. 7 und 9). Der Buckel oder Stillstand zur Zeit der Zunahme des neuen Maximums ist also nichts anderes als der Überrest des schwindenden Maximums. Diese Tatsache soll vom Standpunkt der Deutung des Blaschko-Effektes bei dem Stern AR Her nicht ausser acht gelassen werden.

3. §. Einige Versuche zur Darstellung der mittleren Lichtfläche durch Zusammensetzung zweier Schwingungen

Wie schon von Balázs und Detre betont wurde, können wir die komplizierten Lichtkurvenänderungen durch die lineare Superposition von zwei einfachen Schwingungen mit nahe kommensurablen Perioden nicht erklären. Es ist aber möglich, dass die mittlere Lichtfläche entweder durch die lineare Superposition von zwei günstig gewählten nicht-harmonischen Schwingungen (Methode A.), oder durch gewisse eindeutige Transformationen der zusammengesetzten harmonischen Oberschwingungen (Methode B.) dargestellt werden kann.

A) Die Darstellung der Lichtfläche durch Zusammensetzung nicht-harmonischer Schwingungen

Die eine Schwingung mit der Hauptperiode P soll die von ψ unabhängigen Glieder der Fourierreihe der empirischen Lichtfläche enthalten; den Ablauf der Lichtwechsel dieser Schwingung zeigt also die mittlere Lichtkurve $\bar{m}(f)$ in Abb. 8, deren Punkte — wie schon erwähnt — die dem Mittelwert der zur Phase f gehörenden maximalen und minimalen Intensität entsprechenden Helligkeitsgrößen darstellen. Die Periode der anderen Schwingung ist mit $P' = 0^{\circ}46311$ der von Balázs und Detre gefundenen sekundären Periode identisch; die Phase, in deren Funktion wir den Lichtwechsel mit der Periode P' darstellen wollen, erscheint offenbar als $f' = f + \psi$. Die mittlere Lichtkurve $\bar{m}(f')$, die nur die von f' abhängigen Glieder der Fourierreihe enthält, lässt sich ebenso unmittelbar aus der empirischen Lichtfläche bestimmen. Zuerst werden die beobachteten Helligkeiten für bestimmte f' -Werte als Funktion von ψ aufgezeichnet, dann die dem Mittelwert der maximalen und minimalen Intensität entsprechende Helligkeitsgröße bestimmt. Die erhaltenen mittleren sekundären Lichtkurven $\bar{m}(f')$ sind für 1937 bzw. 1956 in Tabelle 8 angegeben.

Abbildung 8 zeigt beide mittleren primären Lichtkurven $\bar{m}(f)$, die entsprechenden Tabellen siehe in [3] (S. 14) bzw. für 1956 in unser Tabelle 6.

Tabelle 8. Die mittleren sekundären Lichtkurven

1937		1956	
Phase	Gr.	Phase	Gr.
0,000	11,41	0,000	11,09
0,020	11,41	0,046	11,01
0,060	11,35	0,093	10,91
0,100	11,26	0,139	10,80
0,140	11,14	0,185	10,76
0,180	11,06	0,232	10,83
0,220	11,06	0,278	10,89
0,260	11,10	0,324	10,96
0,300	11,14	0,371	11,05
0,340	11,20	0,417	11,10
0,400	11,30		
0,470	11,41		

Durch eine einfache Superposition (in Intensitäten) der zu einer gewissen Phase ψ gehörenden mittleren Lichtkurven $\bar{m}(f)$ und $\bar{m}(f')$ ist eine »Lichtkurve« $m'(f)$ entstanden, die als eine Schnittlinie einer »Lichtfläche« für $\psi = \text{Konst}$ aufgefasst werden kann. Vergleicht man solche »Lichtkurven« mit den entsprechenden Schnittlinien der empirischen Lichtfläche, so lässt sich feststellen, ob der Ablauf der Lichtkurvenänderungen durch Superposition von zwei nicht-harmonischen Schwingungen dargestellt werden kann. Unseren Erfahrungen nach scheint das nicht der Fall zu sein. Die verglichenen »Lichtkurven« weisen in der Nähe des Minimums, wo auf den $m'(f)$ Kurven grosse Wellen zustande kommen, beträchtliche Abweichungen auf, aber es herrscht auch keine Übereinstimmung in der Helligkeit und der Phase der Maxima. Wenn wir die Differenz $m'(f) - m(f)$ darstellen, erhalten wir Wellenzüge, deren Amplitude stellenweise sogar die Grösse 0^m7 erreicht. Im Phasenintervall $0^d40 < f < 0^d47$ sind besonders beträchtliche Abweichungen vorhanden. Es muss zugegeben werden, dass man nach einer harmonischen Analyse der Lichtflächen (s. 4. §) neben den nur von f bzw. von $f' = f + \psi$ abhängigen Gliedern in der Fourierreihe auch solche wesentlichen Glieder findet, die in der aus zwei Schwingungen zusammengesetzten Lichtfläche nicht vorhanden sind (z. B. $\sin(f - \psi)$, $\sin(2f + \psi)$).

B) Darstellung der Lichtfläche durch Walraven's Methode

Zur Beschreibung der komplizierten Lichtkurvenänderungen der ultrakurzperiodischen RR Lyrae Sterne *AI Vel* und *SX Phe* hat Walraven eine neue Methode vorgeschlagen und mit Erfolg angewendet. In ihr ergibt sich die mittlere Lichtfläche aus der Superposition um zwei harmonischen Schwingungen durch doppelte Distorsion [12]. Die erste Distorsion bedeutet eine zur Helligkeitsgrösse nahezu proportionale Phasenverschiebung (*S Transformation*), die zweite ist auch Funktion der Helligkeit, sie hebt die ganze Lichtkurve auf: die Umgebung des Maximums stärker als die Umgebung des Minimums (*M Transformation*). Walraven beweist, dass mit richtig gewählten Grundschwingungen die charakteristischen Funktionen dieser Transformationen für jeden Stern und jedes Jahr einen eindeutigen Zusammenhang bestimmen (bei den Geschwindigkeitskurven braucht man nur die S Transformation).

Solange diese Darstellung der Lichtfläche bei den obenerwähnten Sternen mit $p \sim 3,5P$ tadellos gelingt, stimmt die so erhaltene Lichtfläche bei RR Lyr selbst ($p \sim 72P$) mit der empirischen Lichtfläche weniger gut überein. (Es erscheinen doppelte Maxima, Buckel in der Nähe des Minimums und auf dem aufsteigenden Ast u. s. w.). Darum versuchte Walraven weitere Oberschwingungen hinzuzufügen.

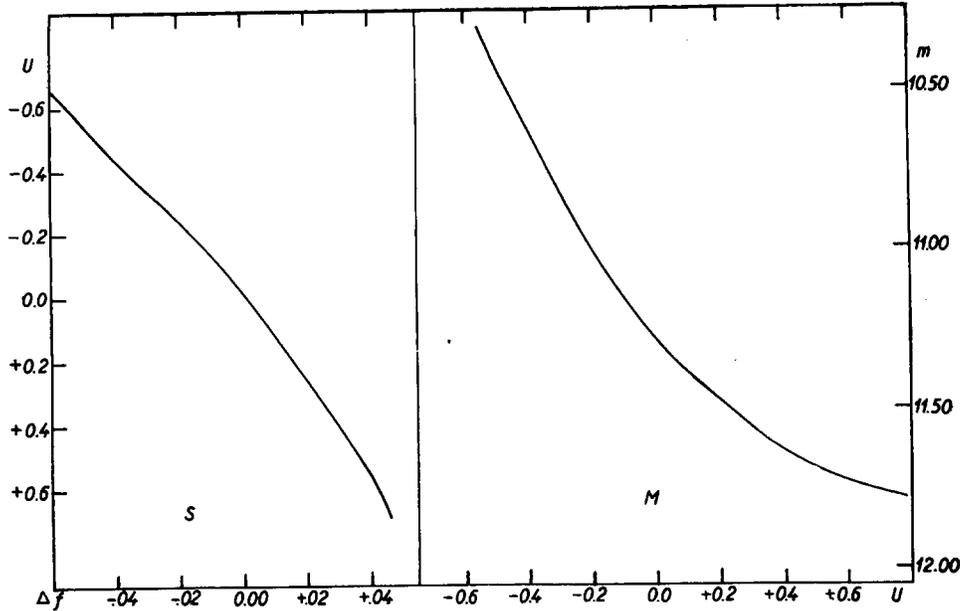


Abb. 14. Mittlere Lichtfläche 1956: die charakteristischen Kurven der *S* und *M* Transformationen in Walraven's Methode

Da der Ablauf der Lichtkurvenänderungen bei den Sternen AR Her und RR Lyr beträchtliche Ähnlichkeiten aufweist, (s. [10]), ist es von vornherein unwahrscheinlich, dass Walraven's Methode hier zu vollkommenen Erfolg führen wird. Trotzdem versuchten wir ihre Anwendung auf die Lichtfläche 1956, indem wir den Umstand berücksichtigen, dass uns die Fourierreihe zweier Variablen der Lichtfläche schon zur Verfügung stand (s. 4. §). Als Ausgangspunkt wurden nämlich einige Glieder dieser Reihe verwendet; die Gleichung der durch Superposition zweier harmonischer Schwingungen stammenden Lichtfläche, $u(f, f')$ lautet also (s. Gl. 18)

$$u = 11,281 - 0,485 \cos f - 0,288 \sin f + 0,150 \cos f' - 0,008 \sin f' \quad (14)$$

Zur Konstruktion der charakteristischen Kurven der *S* und *M* Transformationen (Abbildung 14) wurden die Schnittlinien $\psi = \text{Konst}$ dieser Lichtfläche (d. h. sog. *u*-Kurven) mit der entsprechenden Schnittlinien der empirischen Lichtfläche (den sog. *m*-Kurven) verglichen. Beim Vergleich wurden Punktpaare des auf- und des absteigenden Astes mit derselben Heiligkeitsgröße und mit einer Phasendifferenz $\frac{1}{8} \frac{2}{8} \frac{3}{8} \frac{4}{8} \frac{5}{8} \frac{6}{8}$ bzw. $\frac{7}{8}$ verwendet. (Da die

Lichtfläche 1956 nur auf photographischen Beobachtungen beruhte, findet man auf den charakteristischen Kurven eine ziemlich grosse Streuung.)

Dann wurden die Punkte der u -Kurven in Phase mit Hilfe der S Transformation, in Helligkeit mit Hilfe der M Transformation verschoben und die so erhaltenen Kurven mit den entsprechenden empirischen m -Kurven verglichen. Es ist keineswegs überraschend, dass beträchtliche Abweichungen vorhanden sind und dass mit dieser Methode die komplizierten Eigenschaften der Lichtkurvenänderungen i. J. 1956 nicht dargestellt werden können. Durch Berücksichtigung weiterer Oberschwingungen nähert sich natürlich das Ergebnis den Erfahrungen, dieses Verfahren steht aber — unserer Meinung nach — in strengem Widerspruch zur originalen Zielsetzung, nämlich zur Deutung der Lichtkurvenänderungen durch einfache Transformation der Summe zweier harmonischer Schwingungen.

4. §. Angenäherte harmonische Analyse der Lichtflächen

Wir haben uns zum Ziel gesetzt, die mittleren Lichtflächen 1937 und 1956 auf Grund ihrer Fourierreihen als Funktion von f und ψ zu vergleichen. Unser Verfahren war folgendes: zuerst wurden je 12 Koeffizienten der Fourierreihe der einzelnen »Lichtkurven« einer empirischen Lichtfläche mit Hilfe ihrer in je 12 äquidistanten Punkten aufgenommenen Werte durch die Methode der angenäherten harmonischen Analyse bestimmt. Dann wurden die einzelnen Fourierkoeffizienten als Funktion von ψ aufgezeichnet, die Einzelwerte mit freier Hand ausgeglichen und die ersten 12 Koeffizienten ihrer Fourierreihen auf ähnliche Weise festgesetzt. Die erhaltenen Partialsummen der Reihen folgender Form:

$$\begin{aligned}
 F(f, \psi) = & \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} c_{nm}^1 \cos nf \cdot \cos m \psi + \\
 & + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} c_{nm}^2 \cos nf \cdot \sin m \psi + \\
 & + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} c_{nm}^3 \sin nf \cdot \cos m \psi + \\
 & + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} c_{nm}^4 \sin nf \cdot \sin m \psi \quad (15)
 \end{aligned}$$

können mit den entsprechenden trigonometrischen Formeln in Partialsummen der Reihen

$$F(f, \psi) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} a_{nm} \cos (nf + m \psi) + \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} b_{nm} \sin (nf + m \psi) \quad (16)$$

transformiert werden. Von den so bestimmten Fourierkoeffizienten, deren Zahl in beiden Jahren 165 beträgt, teilen wir im Folgenden je 20 (die grössten) mit:

für 1937

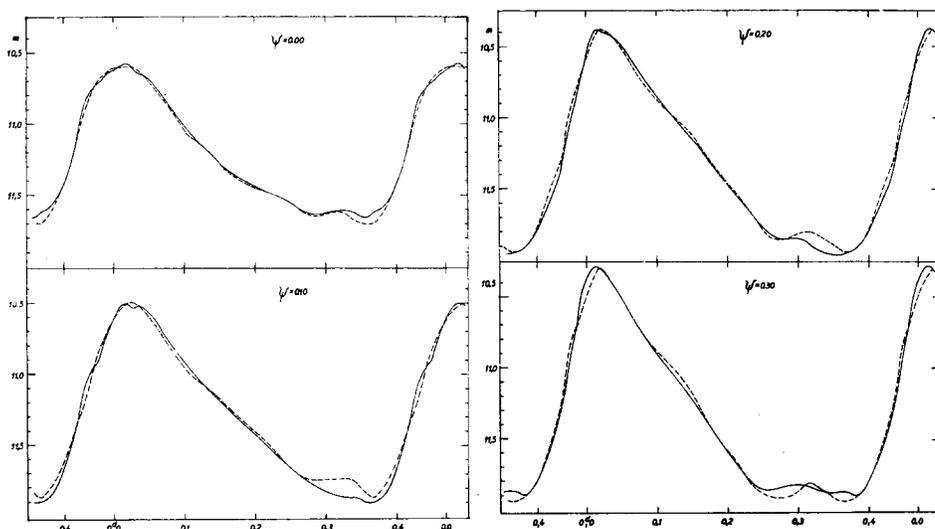
$$\begin{aligned}
F_{1937}(f, \psi) = & 11,423 - 0,424 \cos f - 0,334 \sin f - 0,171 \cos 2f - \\
& - 0,141 \sin 2f + 0,139 \cos (f + \psi) - 0,100 \cos 3f - 0,080 \cos (f - \psi) + \\
& + 0,064 \cos (2f + \psi) + 0,062 \sin (f + \psi) + 0,059 \cos (3f + \psi) + \\
& + 0,048 \cos (4f + \psi) + 0,047 \sin (2f + \psi) - 0,043 \cos 4f + \\
& + 0,037 \sin (3f + \psi) - 0,035 \cos (2f - \psi) - 0,033 \cos \psi + \\
& + 0,031 \cos (5f + \psi) - 0,020 \cos (3f - \psi) + 0,019 \sin (4f - \psi) \quad (17)
\end{aligned}$$

für 1956

$$\begin{aligned}
F_{1956}(f, \psi) = & 11,281 - 0,485 \cos f - 0,288 \sin f - 0,161 \cos 2f + \\
& + 0,150 \cos (f + \psi) - 0,090 \cos 3f - 0,073 \cos (f - \psi) + \\
& + 0,056 \cos (3f + \psi) - 0,055 \sin 2f - 0,051 \cos (2f - \psi) + \\
& + 0,050 \cos (2f + \psi) + 0,041 \sin \psi - 0,036 \cos \psi - 0,028 \sin (3f + \psi) + \\
& + 0,026 \sin (3f - \psi) + 0,026 \sin 3f - 0,024 \cos (3f - \psi) + \\
& + 0,023 \sin 4f + 0,023 \cos (5f + \psi) - 0,021 \cos (2f + 2\psi) \quad (18)
\end{aligned}$$

Um die Tatsache zu beweisen, dass diese Reihe schon alle wesentlichen Eigenschaften der empirischen Lichtfläche wiedergibt, wurde die Summe (18) für bestimmte ψ -Werte dargestellt und mit den empirischen »Lichtkurven« verglichen. Wie aus Abbildung 15 ersichtlich ist, lässt die empirische Lichtfläche 1956 schon durch diese Partialsumme von 20 Gliedern auf befriedigende Weise approximieren, was einen analytischen Vergleich der Lichtflächen ermöglicht. Wenn wir nur einfach die *Differenz der Partialsummen* (17) und (18) bilden:

$$\begin{aligned}
F_{1937}(f, \psi) - F_{1956}(f, \psi) = & 0,142 - 0,086 \sin 2f + 0,071 \sin (f + \psi) + \\
& + 0,065 \sin (3f + \psi) + 0,061 \cos f + 0,060 \sin (2f + \psi) - \\
& - 0,050 \sin \psi - 0,046 \sin f - 0,045 \sin 3f + 0,030 \cos (4f + \psi) - \\
& - 0,025 \cos 4f + 0,016 \cos (2f - \psi) - 0,016 \sin 4f + \dots \quad (19)
\end{aligned}$$



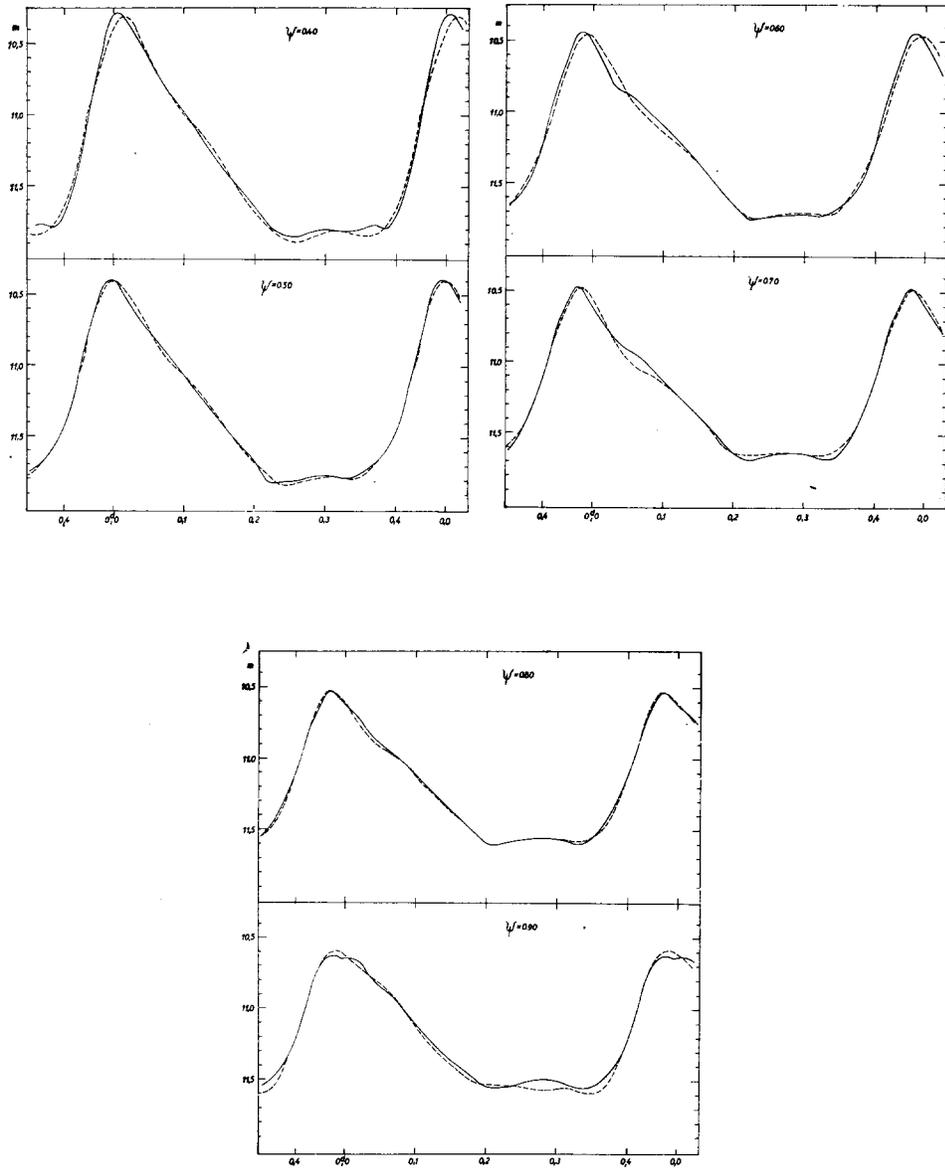


Abb. 15a—e. Mittlere Lichtfläche 1956: einige Schnittlinien mit den entsprechenden, durch Partialsummen der Fourierreihe (18) erhaltenen Kurven (gestrichelt) verglichen

so wird durch die nahezu gleiche Grösse der Fourierkoeffizienten die Entscheidung, durch welche Glieder die Abweichungen der Lichtflächen erklärt werden können, erschwert. Die Reihen $F_{1937}(f, \psi)$ und $F_{1956}(f, \psi)$ wurden deshalb in die Form

$$\begin{aligned}
F_{1937}(f, \psi) = & 11,423 + 0,540 \sin(f + 232^\circ) + 0,221 \sin(2f + 230^\circ) + \\
& + 0,152 \sin(f + \psi + 66^\circ) + 0,101 \sin(3f + 259^\circ) + 0,080 \sin(f - \psi + \\
& + 272^\circ) + 0,079 \sin(2f + \psi + 53^\circ) + 0,070 \sin(3f + \psi + 58^\circ) + \\
& + 0,044 \sin(4f + 279^\circ) + 0,034 \sin(\psi + 255^\circ) + \\
& + 0,012 \sin(5f + 341^\circ) + \dots
\end{aligned} \tag{20}$$

und

$$\begin{aligned}
F_{1956}(f, \psi) = & 11,281 + 0,565 \sin(f + 239^\circ) + \\
& + 0,170 \sin(2f + 251^\circ) + 0,150 \sin(f + \psi + 93^\circ) + \\
& + 0,094 \sin(3f + 286^\circ) + 0,073 \sin(f - \psi + 268^\circ) + \\
& + 0,063 \sin(3f + \psi + 116^\circ) + 0,055 \sin(\psi + 319^\circ) + \\
& + 0,052 \sin(2f + \psi + 105^\circ) + 0,029 \sin(4f + 322^\circ) + \\
& + 0,013 \sin(5f + 316^\circ) + \dots
\end{aligned} \tag{21}$$

umgeschrieben und so verglichen.

⑤

Betrachten wir zuerst *die nur von f abhängigen Glieder*, die die mittleren Lichtkurven (s. Abb. 8) charakterisieren. Die mittlere Helligkeit (die Konstante der Formel) beträgt i. J. 1937 um 0^m14 weniger als i. J. 1956. Offenbar lässt sich diese Abweichung auf die Verschiedenheit der verwendeten Plattensorten zurückführen. Ein Vergleich der Fourierkoeffizienten der *sin nf -Glieder* ($b_{10}, b_{20}, b_{30}, b_{40}, b_{50}$) weist gewisse gemeinsame Züge in der Veränderung der Amplitude und der Anfangsphase dieser Schwingungen von 1937 bis 1956 auf. Die Amplituden b_{10} und b_{50} sind nämlich im wesentlichen unverändert geblieben, solange die drei anderen Fourierkoeffizienten sich einheitlich um 0^m01 — 0^m05 verminderten. Was die Phasenverschiebung betrifft, so hat offenbar die Verschiebung bei jedem Glied (mit Ausnahme eines einzigen) dasselbe Vorzeichen. Nehmen wir an, dass diese Erscheinung durch die Festsetzung des Nullpunktes der » f -Skalen« bei der Konstruktion der mittleren Lichtflächen hervorgerufen wurde, und verschieben wir z. B. die f -Skala der Lichtfläche 1937 durch eine günstig gewählte *Transformation* $\bar{f} = f + 10^\circ$. Nach dieser Verschiebung von 0^s013 in der Richtung der Abszisse — zusammen mit einer Verschiebung von 0^m14 in der Richtung der Ordinate infolge der Differenz zwischen den Konstanten — passen die mittleren Lichtkurven in Abb. 8. gut aufeinander, die Ursache der übriggebliebenen Abweichungen (die Steilheit der aufsteigenden Äste u. s. w.) lässt sich mit den weiteren Fourier-Gliedern erklären. Von diesen bleiben nach der Substitution $\bar{f} = f + 10^\circ$ nur die $\sin 2\bar{f}$ und $\sin 4\bar{f}$ -Glieder, deren *Amplituden* sich von 1937 bis 1956 verminderten, weiter das $\sin 5\bar{f}$ -Glieder der Differenzreihe mit unverändert gebliebener Amplitude, aber mit grosser *Phasenverschiebung*.

Die Differenz dieser nur von \bar{f} abhängigen Glieder ist

$$\begin{aligned}
F_{1937}(f, 0) - F_{1956}(f, 0) = & 0,142 + 0,051 \sin(2\bar{f} + 251^\circ) + \\
& + 0,015 \sin(4\bar{f} + 321^\circ) + 0,016 \sin(5\bar{f} + 83^\circ)
\end{aligned} \tag{22}$$

Die Funktion (22) stellt die Abweichungen gegen die zusammengesetzten mittleren Lichtkurven dar. Ihre Übereinstimmung mit der Differenz der empirischen Kurven ist — abgesehen von einem Teil des aufsteigenden Astes — befriedigend. Beim Vergleich der Kurven kann man die interessante Tatsache feststellen, dass die Differenz der mittleren Lichtkurven längs der absteigenden Astes sich mit dem einzigen Glied $0,051 \sin(2\bar{f} + 251^\circ)$ gut approximieren

lässt, weil im Phasenintervall 0° bis 180° die Schwingungen $\sin 4\bar{f}$ und $\sin 5\bar{f}$ ihre Wirkung gegenseitig vernichten. Wir können also mit grober Approximation behaupten, dass aus den obenerwähnten Abweichungen der zusammengesetzten mittleren Lichtkurven die Änderung des absteigenden Astes als Änderung der Amplitude der Oberschwingung von der Periode $\frac{P}{2}$ ($\sin 2\bar{f}$) bzw. die Verminderung der Steilheit des aufsteigenden Astes als Abnahme der Amplitude der Schwingung $\sin 4\bar{f}$ plus Phasenverschiebung der Kurve $\sin 5\bar{f}$ aufgefasst werden kann.

Untersucht man die bedeutendsten, auch von ψ abhängigen Glieder der Reihen (20) und (21), so erscheint in den meisten Fällen eine Phasenverschiebung, die ebenfalls in derselben Richtung verläuft. Mit der Annahme, dass auch die Nullpunkte der ψ -Skalen nicht einheitlich bestimmt wurden, verwenden wir neben der Verschiebung $\bar{f} = f + 10^\circ$ auch eine Transformation $\bar{\psi} = \psi + 30^\circ = \psi + 0^m08$ auf die Glieder der Fourierreihe (20). Die Richtigkeit dieser Auffassung wird von dem Phasen—Helligkeitsdiagramm der Maxima (s. Abb. 12) unterstützt, wo die Maxima der Kurve 12 b) von einer bestimmten Phase ψ tatsächlich denjenigen Maxima der Kurve 12 a) entsprechen, die eine etwas grössere Phase $\psi + \Delta\psi$ besitzen. Ein Vergleich der einzelnen Fourierkoeffizienten zeigt, dass die Amplitude der Schwingung $\sin (2\bar{f} + \bar{\psi})$ um 0^m03 gewachsen ist (ohne Phasenverschiebung); bei den Schwingungen $\sin (\bar{f} + \bar{\psi})$ und $\sin (\bar{f} - \bar{\psi})$ traten demgegenüber bei konstanter Amplitude im Zeitintervall 1937—56 Phasenverschiebungen von der Grössenordnung $13\text{—}15^\circ$ auf. Das Glied $\sin (3\bar{f} + \bar{\psi})$ ist inzwischen ganz unverändert geblieben, zur selben Zeit wurde ein starker Zuwachs in der Amplitude und Phase der Schwingung $\sin \bar{\psi}$ festgestellt. Die Asymmetrie der Phasen-Helligkeitskurve der Maxima wird demnach in erster Linie durch die Schwingung $\sin (2\bar{f} + \bar{\psi})$ zustandegebracht, darum besteht wahrscheinlich ein Zusammenhang zwischen der kleineren Amplitude dieser Schwingung i. J. 1956 und der Abnahme in der Änderungen der Helligkeit der Maxima. Es wäre ein hoffnungsloses Bestreben zu allen Gliedern der Fourierreihe eine selbständige Deutung zu suchen, da die meisten sicher keinen physikalischen Sinn aufweisen. Zum Schluss können wir aber feststellen, dass sich der Umstand, dass i. J. 1937 die Asymmetrie der mittleren Lichtkurve grösser, und der Blaschko-Effekt ausgeprägter war, laut Zeugnis der harmonischen Analyse hauptsächlich mit der grösseren Amplitude der Fourier-Glieder höherer Ordnung (besonders mit der Periode $\frac{P}{2}$) in Zusammenhang bringen lässt, dagegen die Grundschwingungen selbst, die die »Schwebung« hervorrufen, weder in der Amplitude noch in der Phase wesentliche Änderungen aufweisen.

V. Die photoelektrischen Beobachtungen

1. §. Der Anschluss an das Johnsonsche-System

Die zur Reduktion auf das Johnsonsche B und V Helligkeiten notwendigen Messungen für den Vergleichstern wurden i. J. 1960 auch am 60 cm Newton-Spiegel und mit dem RCA 1P21 Photomultiplier durchgeführt. (Eine

ausführliche Beschreibung des Gerätes findet man in den »Mitteilungen« [13]. Der Verfasser ist Herrn *G. Paál* für seine wertvolle Hilfe bei diesen photoelektrischen Beobachtungen besonders verbunden.)

Der Anschluss wurde wie üblich in zwei Schritten durchgeführt: 1. die Bestimmung des $(B-V)$ -Farbenindex und der Leuchtkraftklasse des Vergleichsternes; 2. die Bestimmung der *Gelbhelligkeit*. In der ersten Etappe wurden neben dem Vergleichstern *A* auch die Johnson-Sterne χ Her, 78 UMa, θ Dra, 99 Her und ε Cep zwei Nächte hindurch im Gelb, im Blau und im Ultraviolett beobachtet.

Die Spektraltypen dieser Sterne verteilen sich zwischen A7 und G8, die Morgan'schen Leuchtkraftklassen sind Ia, III bzw. V. Durch die Ergebnisse der ultravioletten Messungen konnte leicht festgestellt werden, dass der Vergleichstern zur Leuchtkraftklasse V. gehört. Dann wurden die Abweichungen der gemessenen Farbenindizes (Blauhelligkeit minus Gelbhelligkeit) der Johnsonschen Sterne von den entsprechenden $(B-V)$ -Werten der Kataloge [14] als Funktion der Zenitdistanz dargestellt, und die zur Übertragung unserer Farbenindizes auf das UBV -System nötige Korrektur bestimmt. Wenn wir die gemessenen Farbenindizes des Vergleichsternes auf den Zenit reduzieren und den auf den Zenit reduzierten Farbenindex mit dieser Korrektur verbessern, erhalten wir seinen *Farbenindex ausserhalb der Atmosphäre* im $(B-V)$ -System:

$$F. I. = +0,54 \pm 0,03 \quad (23)$$

Ebenso genügten zwei Nächte zur Bestimmung der Gelbhelligkeit des Vergleichsternes im V -System. Wir verwendeten die folgenden schwachen Johnsonschen Sterne: CIN 2238, CIN 2184 A, CIN 2184 B, BD +68°943, ADS 11632 A und ADS 11632 B. Auf ähnliche Weise, wie bei den Farbenindizes — aber immer nur dieselbe Verstärkung verwendend — wurde die *extraterrestrische Gelbhelligkeit* des Vergleichsternes bestimmt:

$$m(A)_g = 10^m,83 \pm 0,02 \quad (24)$$

Aus (23) und (24) folgt

$$m(A)_b = 11^m,37 \pm 0,04 \quad (25)$$

Da die aus Polübertragungen bestimmte *ph. Helligkeit* des Vergleichsternes *A* $11^m,08$ betrug (S. Tabelle 1.), ergibt sich die Frage, auf welche Weise sich die grosse Abweichung zwischen der photographischen Helligkeitsgrösse und der lichtelektrischen Blauhelligkeit des Vergleichsternes erklären lässt. Bei unseren Astrographenaufnahmen befindet sich der Veränderliche immer in der Mitte des Gesichtsfeldes, während der Vergleichstern *A* so seitwärts liegt, dass — einer früheren Untersuchung [15] nach — die Gesichtsfeldkorrektur seine Helligkeit um mehr als $0^m,10$ steigert. Diese Gesichtsfeldkorrektur ist an die bei der Reduktion der photographischen Aufnahmen benutzten Helligkeitsgrössen der Vergleichsterne nicht angebracht worden. Die Helligkeit der bei den photographischen Untersuchungen verwendeten Vergleichsterne (S. Tabelle 1.) wurde in zwei Nächten auch lichtelektrisch gemessen; die grösste Abweichung weist — vermutlich wegen der Farbe des Sterns und der Gesichtsfeldkorrektur — eben der *Vergleichstern A* auf: sie beträgt $0^m,18$ — $0^m,20$. Dass die Abweichung zwischen m_{ph} und m_B meist von der Gesichtsfeldkorrektur berührt, beweist endlich die viel bessere Übereinstimmung zwischen der mitt-

leren photographischen bzw. lichtelektrischen Helligkeit des *Veränderlichen*. Diese sind nämlich

$$\bar{m}_{ph} = 11^m,28 \quad \text{für 1956}$$

bzw.

$$\bar{m}_{blau} = 11^m,20 \quad \text{für 1958}$$

Die relativ zum Vergleichstern *A* angegebenen lichtelektrischen Helligkeiten des Veränderlichen wurden nach (24) und (25) in *B* und *V* Helligkeiten umgerechnet. Es besteht aber nun die Frage, ob dieses Verfahren immer einwandfrei sei. Wenn nämlich die Frequenzempfindlichkeitsfunktion des Messgerätes während der Beobachtungsperiode (z. B. wegen dem Veralten der Versilberung des Spiegels) eine Veränderung erfährt oder die Schwankungen der selektiven Durchlässigkeit der Erdatmosphäre Änderungen der effektiven Wellenlänge der Apparatur verursachen, kann *die Verschiebung der effektiven Wellenlänge* bei dem Veränderlichen einerseits und bei dem Vergleichstern andererseits — da sie natürlich verschiedene Energieverteilung in ihren kontinuierlichen Spektren besitzen — von verschiedenem Betrag sein. In diesem Fall hängt aber der Helligkeitsunterschied zwischen dem Veränderlichen und dem Vergleichstern sowie die Amplitude der Helligkeitsschwankungen des Veränderlichen von der *momentanen* Frequenzabhängigkeit der Empfindlichkeit des Messgerätes und der Durchlässigkeit der Atmosphäre ab. Ob die Wirkung dieses Effektes bei AR Her in Betracht zu ziehen ist, wollen wir empirisch entscheiden. Die momentane effektive Wellenlänge werden wir durch den gemessenen Farbenindex eines beliebigen Sterns von konstanter Helligkeit charakterisieren. Die Frequenzabhängigkeit wird durch diese charakteristische Quantität gekennzeichnet, *ohne dass wir die Ursachen der Veränderungen unterscheiden wollen*. So beobachteten wir im Blau und im Gelb in zwei Nächten zwei Sterne konstanter Helligkeit (τ And und 50 And), deren Spektraltypen dem des Veränderlichen bzw. dem des Vergleichsterns ähnlich sind. Anderthalb Stunden hindurch verursachten die Veränderungen in der Zenitdistanz und in der Extinktion eine Farbenindexänderung von $+0^m,12$, die aber bei beiden Sternen ganz gleichförmig auftrat.

Da auf diese Weise beträchtliche Änderungen des gemessenen Farbenindex nicht hervorgerufen werden konnten, wurde *das ganze lichtelektrische Beobachtungsmaterial im Jahre 1958 von diesem Standpunkt aus bearbeitet*. Auf 16 im Jahre 1958 beobachteten Lichtkurvenzügen wurde nämlich je ein Phasenintervall so gewählt, dass dieselben in der Phase *f* bzw. *ψ* zwischen geeignete Grenzen fallen sollen, für welche uns eine, an Hand von mehreren Lichtkurven konstruierte, mittlere Lichtfläche zur Verfügung stand. Die Abweichungen der beobachteten Helligkeiten von der mittleren Lichtfläche 1958 wurden in insgesamt 133 Punkten dieser Phasenintervalle untersucht und sowohl im Blau als auch im Gelb als Funktion des momentanen Farbenindex des Vergleichsterns *A* dargestellt. Laut Zeugnis der Abbildungen hängt weder das Vorzeichen noch die Grösse der Abweichungen vom momentanen Farbenindex des Vergleichsterns ab; *der gesuchte Effekt macht sich also nicht bemerkbar*.

Wir konnten also keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten positiver oder negativer Abweichungen einerseits und der Grösse des gemessenen Farbenindexes andererseits finden — es war sogar die Wirkung der infolge der Neuversilberung des Spiegels auftretenden sprunghaften Farbenänderung nicht feststellbar.

Die *einzelnen Abweichungen* von der mittleren Lichtfläche lassen sich sicherlich nicht auf die Veränderungen der Empfindlichkeitsfunktion des Messinstrumentes, sondern *auf die Wirkung wirklicher Fluktuationen in der Helligkeit und in der Periode* zurückführen. Diese Feststellung wird durch einen

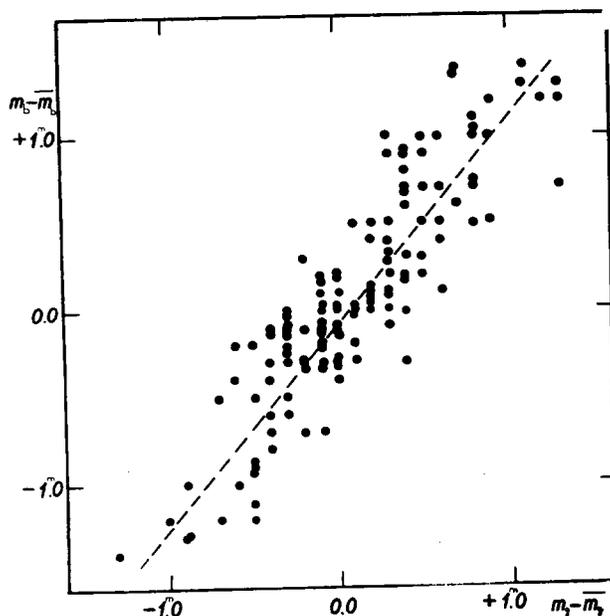


Abb. 16

Abb. 16. Mittlere Lichtfläche 1958: Zusammenhang zwischen den gleichzeitigen Abweichungen im Blau und im Gelb.

ziemlich strengen linearen Zusammenhang zwischen der Grösse der gleichzeitigen Abweichungen im Blau bzw. im Gelb unterstützt (Abbildung 16). Die Gleichzeitigkeit der grossen Abweichungen von der Grössenordnung $0^m,10$ — $0^m,15$ zeigt, dass die einzelnen Zyklen des Blaschko-Effektes nicht ganz gleichförmig verlaufen, sondern die momentanen Lichtkurven von der mittleren Lichtfläche von Zeit zu Zeit ein wenig abweichen können.

Aus dem zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterial ist es uns also nicht gelungen, den erwähnten Effekt empirisch zu beweisen.

2. §. Änderungen des Farbenindex

Die wichtigsten, durch Vergleich der fast gleichzeitigen visuellen und photographischen Beobachtungen erhaltenen *Behauptungen von Zessewitsch* [5] bzw. *Klepikowa* [6] den Farbenindex des Sterns AR Her betreffend, sind die folgenden:

1. Die photographischen Maxima kommen im Durchschnitt um $0^d,008$ — $0^d,012$ früher als die visuellen;
2. Die Farbkurve hängt von ψ ab, und ihr Maximum ist im Verhältnis zum Zeitpunkt des Helligkeitsmaximums verschoben (S. [5] Abb. 12a, 12b);

3. Der Farbenindex ist im Helligkeitsmaximum konstant (gleich $+0^m1$), ändert sich aber zwischen $+0^m30$ und $+0^m55$ im Minimum (Zessewitsch); nach Klepikowa beträgt der mittlere Farbenindex der Maxima -0^m26 und schwankt zwischen -0^m20 und -0^m31 . Sie behauptet, dass im Jahre 1937 die

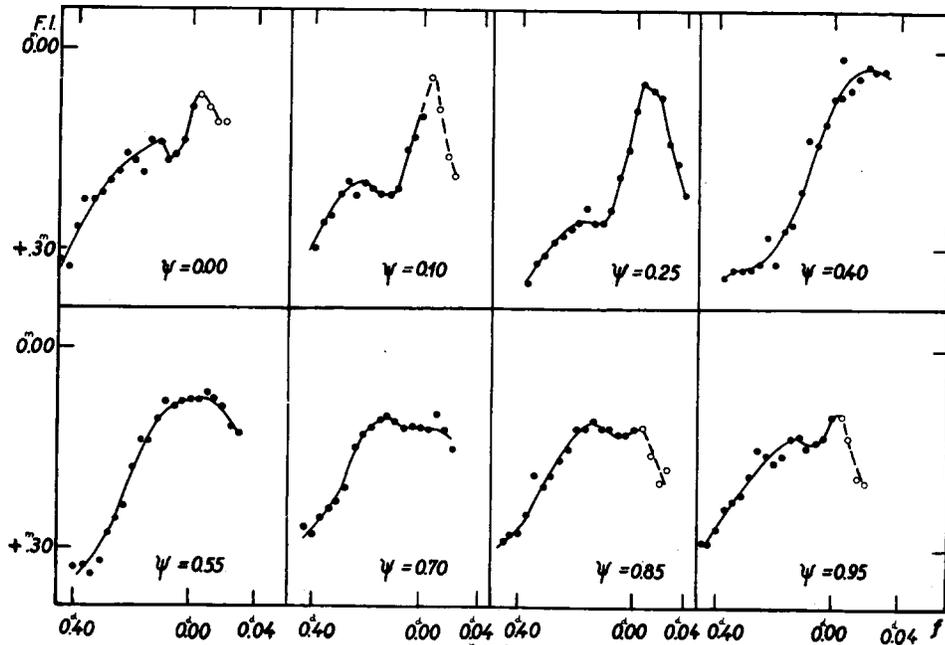


Abb. 17. Mittlere Lichtfläche 1958: einige mittlere Farbkurven

effektive Temperatur des Sterns in den niedrigen Maxima grösser, als in den hohen war. Zessewitsch gibt $F. I. = +0^m10$ an, dies entspricht auf der visuellen Skala von Solowjew dem Wert $F. I. = -0^m33$.

Die Gültigkeit dieser Behauptungen betrachtend dürfen wir den Umstand nicht ausser acht lassen, dass die Methode der Vergleich nicht gleichzeitiger photographischer und visueller Beobachtungen im allgemeinen nicht besonders zuverlässig ist. Im Gurjew'schen visuellen und im photographischen Beobachtungsmaterial ist ein *einziges* gemeinsames Maximum vorhanden! Wir sehen aus den Ergebnissen des vorhergehenden Paragraphen, dass der Vergleich der zu verschiedenen Zyklen des Blaschko-Effektes gehörenden photographischen und visuellen Lichtkurven (mit demselben ψ -Wert) wegen des Vorhandenseins individueller Abweichungen zwischen den verschiedenen Zyklen ziemlich illusorisch ist.

Ad. 1. Die lichtelektrischen Beobachtungen in den Jahren 1958/60 zeigen Differenzen in den Zeitpunkten der im Blau bzw. im Gelb beobachteten Maxima, die aber im Durchschnitt nur $0^d0028 = 4$ Minuten erreichen, und in beiden Richtungen mit gleicher Häufigkeit auftreten. *Weder die Grösse noch das Vorzeichen der Abweichungen hängt vom entsprechenden ψ -Wert ab.*

Ad 2. Mit Hilfe der blauen und gelben Schnittlinien der mittleren Lichtfläche 1958 (S. Abbildung 9) wurden die *mittleren Farbkurven*, d. h. die Diffe-

renz der mittleren Lichtkurven dargestellt (Abbildung 17). Die Form der Farbkurven ändert sich tatsächlich mit der Phase ψ und zeigt eine ausgesprochene *Ähnlichkeit mit den entsprechenden Lichtkurven*: u. zw. das Erscheinen und »Abklingen« des Buckels zwischen $\psi = 0,00$ und $0,25$, die Verdoppelung

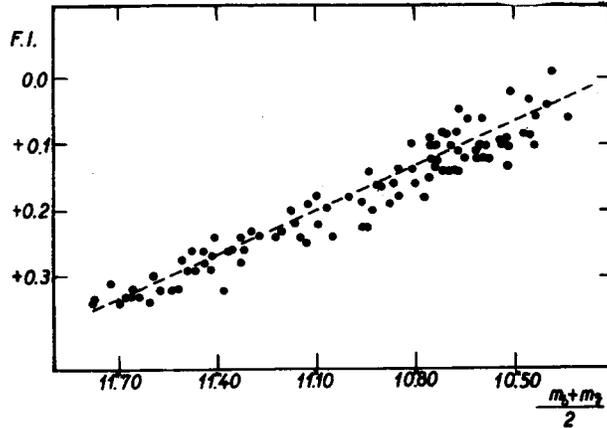


Abb. 18. Mittlere Lichtfläche 1958: Zusammenhang zwischen der mittleren »blau-gelbe« Helligkeit und dem entsprechenden Farbenindex

des Maximums um $\psi = 0,90$, und das kontinuierliche Abnehmen der Höhe der Maxima von $\psi = 0,35$ bis $\psi = 0,75$ u. s. w.

Ad 3. Es lässt sich für AR Her leicht eine direkte *Beziehung zwischen der Farbe und der mittleren Helligkeit* aufstellen (Abbildung 18). Der Farbenindex steht in einer augenfälligen linearen Verbindung mit der mittleren Helligkeit, nämlich

$$F. I. = m_b - m_g = -2,295 + 0,225 \cdot \frac{m_b + m_g}{2} \quad (26)$$

Dieser fundamentale Zusammenhang erklärt die erwähnte Ähnlichkeit der Licht- bzw. Farbkurven und scheint auch bei anderen RR Lyrae-Sternen vorhanden zu sein (S. z. B. [16]). Aus Abb. 18 und Gl. 26 müsste folgen, dass der Farbenindex der Maxima der mittleren Lichtkurven auch in einer linearen Verbindung mit ihrer Helligkeit steht, erfahrungsgemäss kann aber diese Funktion nur *durch mindestens zwei lineare Glieder approximiert werden*: eines gilt für die zunehmenden und eines für die abnehmenden Maxima (Abbildung 19). Maxima von derselben Helligkeit, aber mit verschiedenen ψ -Werten, weichen also in ihrer Farbe ab; *das Maximum auf dem »aufsteigenden Ast« des Blaschko-Effektes verfügt über einen um 0^m04 blauerer Farbenindex als das entsprechende Maximum des »absteigenden Astes«*. Ganz ähnliche Zusammenhänge findet man zwischen den maximalen Blau- oder Gelbhelligkeiten und dem kleinsten Farbenindex der Schnittlinien der Lichtfläche 1958.

Diese charakteristischen Kurven drücken das Wichtigste in den Farbänderungen beim Blaschko-Effekt genauso aus, wie diejenigen auf Abb. 12

über die speziellen Eigenschaften der Helligkeitsänderungen von AR Her Aufschluss gaben. Auffallend ist die formale Ähnlichkeit der Kurven auf Abb. 12 bzw. Abb. 19.

Die *Eigenfarbe* von AR Her ändert sich — laut des Anschlusses zum Johnsonschen-System — zur Zeit der Maxima von $+0^m14$ (niedrige Maxima)

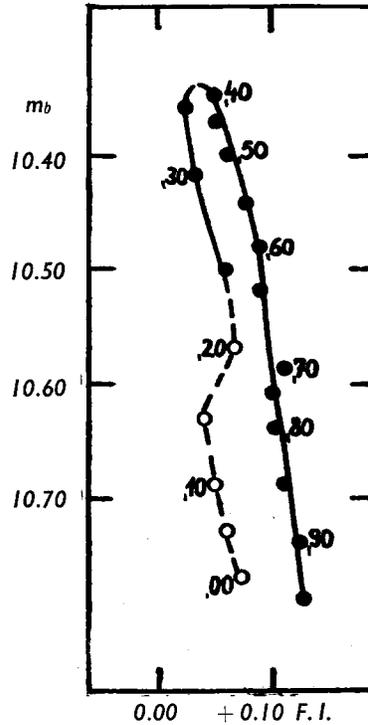


Abb. 19. Mittlere Lichtfläche 1958: Zusammenhang zwischen der Blauhelligkeit und dem Farbenindex der Maxima für verschiedene ψ -Werte

bis zum $+0^m03$ (hohe Maxima) mit einer Amplitude von 0^m11 . (Merkwürdigerweise hat auch Klepikowa dieselbe Amplitude gefunden.) Der Farbenindex zur Zeit der Minima ist ungefähr $+0^m34$.

*

Zusammenfassung und einige Bemerkungen

Früher wurde die Erklärung des Blaschko-Effektes bei den RR Lyrae-Sternen fast ausschliesslich durch ein *Schwebungsphänomen* auf Grund der *Pulsationstheorie* versucht. Obwohl Detre schon im Jahre 1939 auf die grossen Schwierigkeiten dieser Deutung hingewiesen hatte, ist auch später keine bessere, umfassende Hypothese empfohlen worden. Neuerdings sind unsere Kenntnisse über den Blaschko-Effekt durch viele genaue lichtelektrische und spektroskopische Beobachtungen ergänzt worden, was zur Aufstellung einer ganz neu-

artigen Hypothese von J. Balázs—Detre (S. [9] und [17]) führte. Sie nimmt nämlich an, dass die Ursache der Helligkeitsänderungen auf *die Tätigkeit zweier Eruptionszonen* zurückzuführen ist, die parallel zum magnetischen Äquator orientiert sind. Ihrer Hypothese nach ist die Eruptionstätigkeit der RR Lyrae Sterne ein streng periodischer Vorgang; *ein Blaschko-Effekt ist nur bei Sternen zu beobachten, bei denen die magnetische Achse nicht mit der Rotationsachse zusammenfällt*. Die Rotationsperiode wäre demnach gleich der Periode p des Blaschko-Effektes. Die langsamen Änderungen des Blaschko-Effektes sind durch die Hin- und Herwanderung der magnetischen Pole verursacht.

Zum Schluss wollen wir noch *die Ergebnisse der Untersuchungen der Perioden- und Lichtkurvenänderungen von AR Her* zusammenfassen, *die vom Standpunkt einer theoretischen Deutung Interesse erregen könnten*. In Kap. III. 3. § wurde festgestellt, dass sich die Hauptperiode des Sterns ganz unregelmässig ändert. Anderen RR Lyrae-Sternen gegenüber konnten wir zwischen den Änderungen von P und p , bzw. zwischen p und der Amplitude des Blaschko-Effektes keinen eindeutigen Zusammenhang finden.

Die Eigenschaften der Lichtkurvenänderungen mit der Periode p , die mehr oder minder in jedem Beobachtungsjahr auftreten, sind folgende:

1. *Trotz der starken Änderungen im Verlauf des Blaschko-Effektes bleibt die grösste Helligkeit der Maxima praktisch unverändert ;*

2. *Der allgemeine Zusammenhang zwischen der Phasen-Helligkeitsschwankung der Maxima ändert seine Form nur unwesentlich ;*

3. *Es besteht kein Zusammenhang zwischen den Amplituden der Helligkeits- bzw. Phasenschwankungen der Maxima ;*

4. *Im Laufe der Lichtkurvenänderungen vermindert sich die Steilheit des aufsteigenden Astes zugleich mit der Zunahme der Hauptperiode ;**

5. *Je weiter ein Punkt des aufsteigenden Astes von dem nächsten Maximum liegt, desto symmetrischer wird seine Phasenschwankung um die mittlere Lage.*

Das Vorhandensein von Schwankungen mit einer Periode von $p_1 \sim 3p$ ist wahrscheinlich gemacht worden (Kap. III. 5. §).

Die Darstellung der mittleren Lichtfläche durch Zusammensetzung zweier nichtharmonischer Schwingungen oder durch gewisse Transformationen der zusammengesetzten harmonischen Oberschwingungen ist nicht gelungen (Kap. IV.). *Durch eine harmonische Analyse der Lichtfläche wurde festgestellt, dass die Änderungen im Verlauf des Blaschko-Effektes nicht mit Veränderungen der Amplitude oder der Phase der Grundschiebungen zusammenhängen. Der Farbenindex steht in einer linearen Verbindung mit der mittleren Helligkeit ; die Maxima, die dieselbe Helligkeit, im Blaschko-Effekt jedoch eine andere Phase aufweisen, weichen aber in ihrer Farbe ab : das »aufsteigende« Maximum hat eine blauere Farbe als das entsprechende »absteigende«.* (Kap. V. 2. §.)

Von der erwähnten Ergebnissen lässt sich nur das Auftreten von Schwankungen mit der Periode p_1 schwer in die Hypothese von J. Balázs—Detre einfügen. Es ist aber bemerkenswert, dass bei Versuchen die Darstellung der Lichtkurvenänderungen durch die »Schwebung« zweier Schwingungen mit der Periode p bzw. p' nicht gelungen ist, die Schwierigkeiten aber durch das Annehmen der zonalen Eruptionstätigkeit meist gelöst werden können, da die formale, und aus dem Beobachtungsmaterial direkt nicht nachweisbare Periode p' aus der Betrachtung völlig eliminiert wurde.

* Cf. mit der zweiten Behauptung von I. N. Latschew [18]. Seine erste Behauptung lässt sich bei AR Her nicht bestätigen.

Wenn wir annehmen, dass die Verminderung der Amplitude des Blaschko-Effektes zwischen 1937 und 1956 durch eine Annäherung des magnetischen Pols zum Rotationspol ergab, ist die Konstanz der Form der charakteristischen Kurve des Blaschko-Effektes (S. Abb. 12) keineswegs überraschend. Der Zusammenhang zwischen Farbenindex und Helligkeit ist eventuell eine charakteristische Eigenschaft der Eruptionen. Da die Helligkeit eines »aufsteigenden« Maximums — nach der Hypothese von J. Balázs—Detre — meist aus den Eruptionen der einen Halbkugel und die eines »absteigenden« Maximums meist aus der anderen Halbkugel ausgeht, bedeutet der beobachtete Farbunterschied keine Überraschung. (Dazu trägt noch der Farbexzess infolge des durch die Rotation hervorgerufenen Doppler-Effektes bei.) Wegen des weitgehend allgemeinen Charakters der Hypothese stösst die Deutung anderer Ergebnisse der Untersuchungen auf Schwierigkeiten.

Zum Schluss möchte ich dem Direktor der Konkoly-Sternwarte, Herrn Prof. L. Detre, sowie Frau Dr. J. Balázs—Detre für die mir bei der Durchführung dieser Arbeit gebotene wertvolle Unterstützung meinen aufrichtigen Dank aussprechen; meiner Frau und den Herren G. Paál und K. Gefferth danke ich für die bei den photoelektrischen Beobachtungen geleistete Hilfe und Herrn Bányai für die Zeichnung der Abbildungen.

Budapest, September 1961.

LITERATUR

- [1] Blaschko, S. : AN **228**, 264 (1926).
- [2] Leningrad Eph. of shortperiod Ceph. (1932).
- [3] Balázs, J.—Detre, L. : Budapest Mitt. 8 (1939).
- [4] Yowell, E. C. : AJ **51**, 129 (1944).
- [5] Zessewitsch, W. P.—Ustinow, B. A. : Tr. GAIS **23**, 62 (1953).
- [6] Klepikowa, L. A. : VS **11**, 137 (1957).
- [7] Katz, O. W. : VS **6**, 127 (1946).
- [8] Klepikowa, L. A. : VS **12**, 164 (1958).
- [9] Balázs, J. : Kl. Veröff. der Remeis—St. Bamberg Nr 27, 27 (1960).
- [10] Balázs, J.—Detre, L. : Budapest Mitt. 18 (1943).
- [11] Gaposchkin, S. : Harvard Bull. Nr 898, 9 (1935).
- [12] Walraven, T. : BAN **12**, Nr 459 (1955).
- [13] Balázs, J.—Detre, L. : Budapest Mitt. 33 (1954).
- [14] Johnson, H. L.—Morgan, W. W. : ApJ **117**, 313 (1953).
- [15] Lassovszky, K. : Budapest Mitt. 13 (1941).
- [16] Hardie, R. H. : ApJ **122**, 256 (1955).
- [17] IAU Agenda and Draft Reports 1961, 265 (1961).
- [18] Latschew, I. M. : Astr. Cirk. No 218 (1961).

A kiadásért felel : Detre László — Műszaki felelős : Kondor Árpád
A kézirat beérkezett 1962 I. 6. — Példányszám: 700 — Terjedelem 7 (A/5) ív, 19 ábra.

Akadémiai Nyomda, Gerlőczy utca 2. — 54655 — Felelős vezető : Bernát György