

## Mitteilungen über Veränderliche Sterne

Herausgegeben von der Sternwarte Sonneberg der Deutschen  
Akademie der Wissenschaften

Supplement III

1963 Februar 11

### Zwei Veränderliche mit mittellangen Perioden

Von H. Huth

#### Lichtkurve und Elemente von RS Draconis

Es wurden die Lichtkurven aus den Jahren 1924...1928 und 1957...1961 miteinander verglichen und mittlere und instantane Elemente aus den Beobachtungen seit 1900 abgeleitet.

Im Rahmen des an der Sternwarte Sonneberg laufenden Programms zur Überwachung des Lichtwechsels der Mirasterne, die im Maximum die photographische Helligkeit von  $11^m$  überschreiten, zeigte sich, daß der Veränderliche RS Dra in den letzten fünf Jahren nicht die im GCVS 1958 angegebene Periode von 280<sup>d</sup>.0 einhielt. In dieser Zeit war die Länge der Periode vielmehr fast genau die Hälfte, wie aus Tab. 1 zu ersehen ist.

Tabelle 1

Max.	E	B-R
243 6012	0	+22 <sup>d</sup>
6115	1	-20
6288	2	+ 7
6426	3	0
6578	4	+ 7
6704	5	-12
6872	6	+10
7005	7	- 2
7144	8	- 8
7285	9	-13
7454	10	+11
7584	11	- 4

$$\text{Max.} = 243\ 5990 + 145^{\text{d}}.3 \cdot E .$$

Der Veränderliche ist u.a. eingehend untersucht worden von BEYER (1, 2), MICZAIKA (3) und GAPOSCHKIN (4). Obwohl alle Beobachter über das Auftreten von sekundären Wellen, wie Buckel im aufsteigenden oder absteigenden Ast, Doppelmaxima oder Nebenmaxima zur Zeit des Minimums berichten, so erwähnt jedoch nur GAPOSCHKIN das Wirken der kürzeren Periode. Er kommt auf den Wert von 141<sup>d</sup>.45.

In den Jahren 1924 bis 1929 hat BEYER (1) eine sehr dichte Beobachtungsreihe erhalten. Seine Beobachtungen, die in Abb. 1 a graphisch aufgetragen sind, zeigen, daß nur einmal bei J.D. 242 5250 ein schwaches Maximum zur Zeit des Hauptminimums auftritt. Sonst ist

die Hauptkurve nur durch sekundäre Wellen überlagert. Die Zyklenslänge von etwa 280<sup>d</sup> wird aber in jedem Falle eingehalten. In Abb. 1 b sind die von mir auf Überwachungsplatten erhaltenen Beobachtungen dargestellt. Hier sind die zu den Zeiten der berechneten Minima auftretenden Maxima so gut ausgeprägt, daß kein Unterschied zu den Hauptmaxima festzustellen ist. Auffallend an dieser Beobachtungsreihe ist auch noch das starke Abflachen der Kurve gegen Ende des Beobachtungszeitraumes.

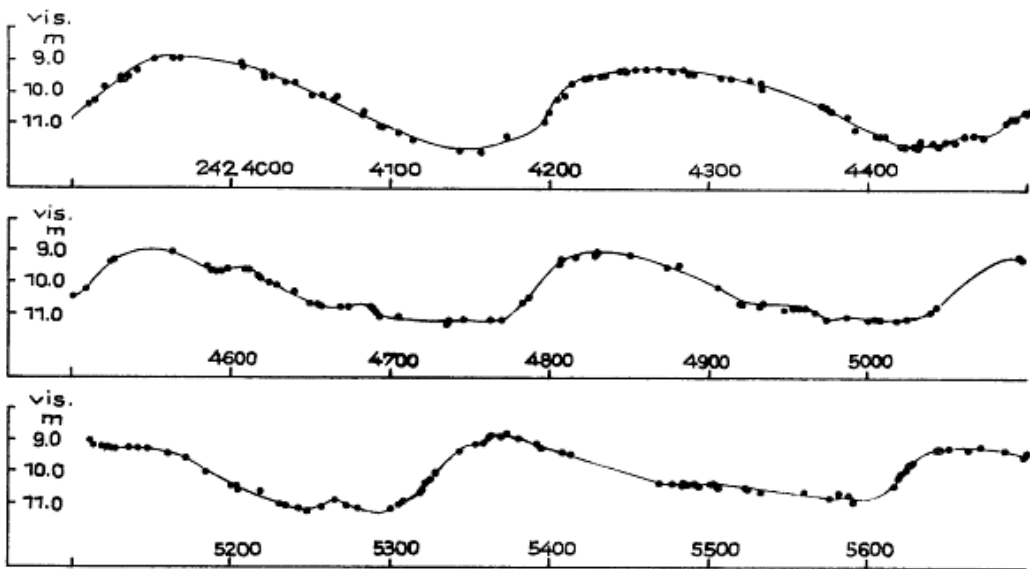


Abb. 1a

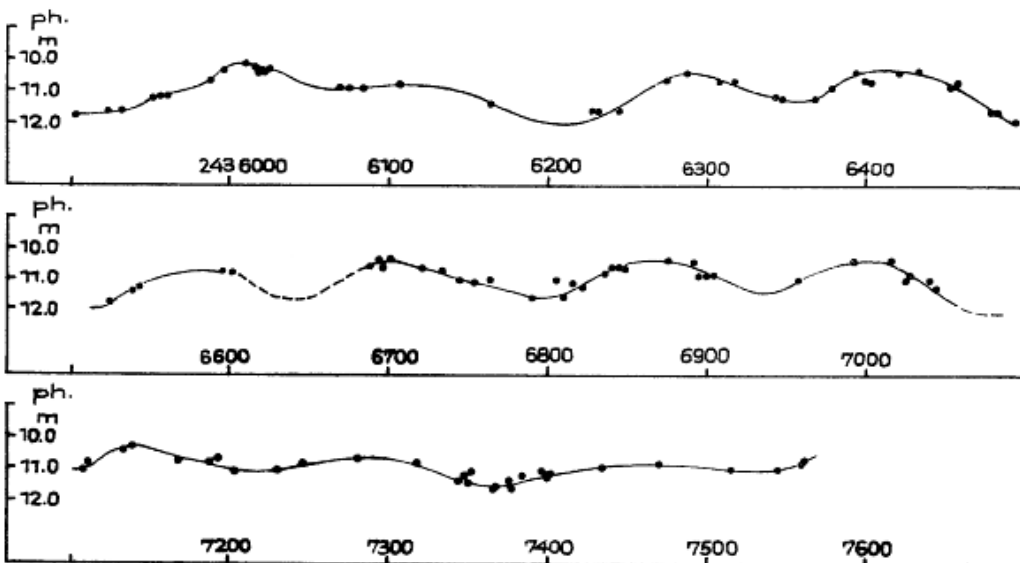


Abb. 1b

Die folgenden Tabellen 2 und 3 bringen eine Zusammenstellung aller entweder in der Literatur oder von mir auf Überwachungsplatten gefundenen Maxima und Minima. Die mit einem Sternchen versehenen Daten stellen Nebenphasen dar. Bei der Bestimmung eines Maximums (oder Minimums) durch mehrere Beobachter wurden Mittelwerte gebildet, wobei ungenaue Werte unberücksichtigt blieben.

Tabelle 2

	Max.	E	(B-R) <sub>m</sub>	(B-R) <sub>I</sub>	Phase <sub>I</sub>	(B-R) <sub>II</sub>	Phase <sub>II</sub>	(B-R) <sub>III</sub>	Phase <sub>III</sub>	Beob.
241	5120	0	0 <sup>d</sup>	-20 <sup>d</sup>	-0 <sup>P</sup> .07					G
	5180*				+0.14					G
	5680	2	- 5	-30	1.89					G
	5950	3	- 18	-45	2.84					G
	6250	4	- 1	-30	3.89					G
	6600	5	+ 66	+35	5.12					G
	6830	6	+ 14	-21	5.93					G
	7138	7	+ 39	+ 2	7.01					G, F
	7375*				7.84					G, S
	7445	8	+ 63	+24	8.09					G, S
	7675*				8.89					G, P
	7750	9	+ 86	+44	9.16					G, P
	8240*				10.87					G
	8290	11	+ 60	+14	11.05					G
	8530*				11.89					G
	8570	12	+ 57	+ 9	12.03					G
	8780*				12.77					G
8870	13	+ 75	+24	13.08					G	
9680	16	+ 37	-21	15.93					G	
242	0000	17	+ 74	+13	17.05					G
	0080*				17.33					G
	0440*				18.59					G
	0540	19	+ 49	-17	18.94					G
	0820	20	+ 46	-22	19.93					G
	0890*				20.17					G
	1110	21	+ 53	-17	20.94					G
	1720	23	+ 98	+23	23.08					G
	1910*				23.75					G
	2270	25	+ 82	+ 3	25.01					G
	2570:	26	+100	+18	26.06					G
	2730*				26.63					G
	2870	27	+117	+33	27.12					G
	3670	30	+ 69	-23	29.92					G
	3976	31	+ 92	- 2	31.00					G, B
	4267	32	+100	+ 4	32.02	+ 1 <sup>d</sup>	+0 <sup>P</sup> .00			G, B, C
	4470*						0.73			G
	4550	33	+101			+ 7	1.02			G, B, C
	4832	34	+100			+12	2.04			G, B, C
	5114	35	+ 99			+17	3.06			G, B, C
5160*						3.22			G	
5367	36	+ 69			- 7	3.97			G, B, C	
5530*						4.56			G	
5662	37	+ 82			+11	5.04			G, B, C, M	

Max.	E	(B-R) <sub>m</sub>	(B-R) <sub>I</sub>	Phase <sub>I</sub>	(B-R) <sub>II</sub>	Phase <sub>II</sub>	(B-R) <sub>III</sub>	Phase <sub>III</sub>	Beob.
242	5750*					+5 <sup>P</sup> .35			G
	5948	38	+85 <sup>d</sup>		+20 <sup>d</sup>	6.07			C,M
	6100:*					6.62			G,M
	6207	39	+61		+ 2	7.01			G,B,C,M
	6335:*					7.47			M
	6490	40	+62		+ 7	8.03			G,B,C
	6650					8.60			G
	6780	41	+69		+20	9.07			G
	6960*					9.72			G
	7040	42	+46		+ 3	10.01			G,M
	7190:*					10.55			M
	7342	43	+65		+28	11.10			G,C
	7580	44	+21		-11	11.96			G
	7680*					12.32			G
	7920	45	+78		+52	13.19			G
	8120	46	- 5		-25	13.91			G
	8250*					14.38			G
	8400	47	- 7		-22	14.92			G
	8480*					15.21			G
	8640	48	-50		-59	15.79			G
	8760*					16.22			G
	8940:	49	-33		-36	16.87			G
	9040*					17.23			G
	9140*					17.59			G
	9240	50	-16		-13	17.95			G
	9430*					18.64			G
	9550	51	+12		+20	19.07			G
	9830:	52	+ 9		+23	20.08			G
243	0366	54	-20		+ 4	22.01			J
	0670	55	+ 1		+31	23.11			H
	0939	56	-13		+23	24.08			H
	2010	60	-73		-14	27.95			H
	2120:*					28.34			H
	3484	65	-12		+75	33.27			H
	3795:	66	+16		+109	34.39			H
	3934*							+0 <sup>P</sup> .88	H
	4240*							1.94	H
	4320*							2.22	H
	4395*							2.47	H
	4560*							3.04	H
	4653	69	+25				+105 <sup>d</sup>	3.36	H
	4920:	70	+10				+ 82	4.28	H
	5115*							4.96	H
	5220	71	+28				+ 92	5.32	H
	5426	72	-49				+ 8	6.03	H
	5720	73	-38				+ 12	7.04	H
	6012	74	-29				+ 13	8.05	H
	6120*							8.42	H
	6288	75	-35				- 1	9.00	H
	6426*							9.47	H
	6578:	76	-28				- 1	10.00	H

Max.	E	(B-R) <sub>m</sub>	(B-R) <sub>I</sub>	Phase <sub>I</sub>	(B-R) <sub>II</sub>	Phase <sub>II</sub>	(B-R) <sub>III</sub>	Phase <sub>III</sub>	Beob.
243 6704*								+10 <sup>P</sup> .43	H
6872	77	-17 <sup>d</sup>				+ 3 <sup>d</sup>	11.01	11.01	H
7005*								11.47	H
7144	78	-27				-16	11.95	11.95	H
7285*								12.43	H
7454	79	0				+ 4	13.02	13.02	H
7584								13.46	

Tabelle 3

Min.	E	(B-R) <sub>m</sub>	Phase <sub>I</sub>	Phase <sub>II</sub>	Phase <sub>III</sub>	Beobachter
241 5020	0	0 <sup>d</sup>	- 0 <sup>P</sup> .42			G
5160*			+ 0.07			G
5300	1	- 3	0.56			G
5850:	3	-18	2.49			G
6410	5	-24	4.46			G
6710:	6	- 6	5.51			G
6980:	7	-19	6.45			G
7280	8	- 2	7.51			F
7573	9	+ 9	8.53			F
7705*			9.00			G
7830:	10	-17	9.44			G
8110	11	-20	10.42			G
8260*			10.94			G
8420:	12	+ 7	11.51			G
8550*			11.96			G
8690	13	- 5	12.45			G
8820*			12.91			G
9000	14	+22	13.54			G
9290	15	+29	14.56			G
9550:	16	+ 7	15.47			G
9830:	17	+ 4	16.45			G
242 0060*			17.26			G
0150:	18	+41	17.58			G
0400	19	+ 9	18.45			G
0490			18.77			G
0860			20.07			G
1000	21	+43	20.56			G
1290:	22	+50	21.57			G
1600	23	+78	22.66			G
1850	24	+45	23.54			G
1930*			23.82			G
2100	25	+12	24.42			G
2450	26	+80	25.64			G
2700	27	+47	26.52			G
2770*			26.77			G

Min.	E	(B-R) <sub>m</sub>	Phase <sub>I</sub>	Phase <sub>II</sub>	Phase <sub>III</sub>	Beobachter
242	3000	28	+64 <sup>d</sup>	+27 <sup>P</sup> .57		G
	3290	29	+71	28.59		G
	3550	30	+49	29.50		G
	4142	32	+75	31.58		B
	4426*	33	+77	32.58	+ 0 <sup>P</sup> .58	G, B
	4510			32.88	0.88	G
	4704	34	+72		1.58	G, B
	5001	35	+86		2.65	G, B
	5130*				3.12	G
	5276	36	+78		3.64	B
	5500*	37	+20		4.45	G
	5590				4.78	G, B
	5730*				5.28	G
	5829	38	+66		5.64	G
	6066*	39	+20		6.49	G
	6160				6.83	G
	6310*	40	-18		7.38	G
	6600	41	-11		8.42	G, B
	6690				8.75	G
	6910*	42	+16		9.54	G
	7000				9.87	G
	7090:*				10.19	G
	7230	43	+53		10.70	G
	7520	44	+61		11.74	G
	7640*				12.18	G
	7750:	45	+ 8		12.57	G
	8050	46	+25		13.65	G
	8210*				14.23	G
	8300	47	- 7		14.56	G
	8460*				15.13	G
	8600	48	+10		15.64	G
	8740*				16.15	G
	8870	49	- 3		16.61	G
8980				17.01	G	
9120	50	-36		17.52	G	
9170*				17.70	G	
9380	51	-58		18.45	G	
9460*				18.74	G	
9670	52	-51		19.50	G	
243	3610	66	-69		- 0 <sup>P</sup> .23	H
	3880	67	-82		+ 0.70	H
	4185	68	-59		1.75	H
	4360*				2.35	H
	4460	69	-67		2.70	H
	4595*				3.16	H
	4750	70	-60		3.70	H
	5040:	71	-52		4.70	H
	5165				5.13	H
	5310	72	-65		5.63	H
	5590	73	-68		6.59	H
5914	74	-27		7.71	H	
6065*				8.23	H	

Min.	E	(B-R) <sub>m</sub>	Phase <sub>I</sub>	Phase <sub>II</sub>	Phase <sub>III</sub>	Beobachter
243 6206	75	-17 <sup>d</sup>			+ 8 <sup>P</sup> .71	H
6356*					9.23	H
6504	76	- 2			9.74	H
6630*					10.18	H
6792	77	+ 3			10.73	H
6930+*					11.21	H
7070±	78	- 1			11.69	H
7220*					12.21	H
7380	79	+26			12.76	H
7510*					13.21	H

G = GAPOSCHKIN (4); F = FURNESS (GuL I,2; 1920); P = PRAČKA (GuL I,2; 1920); B = BEYER (1, 2); C = CAMPBELL (HC 296, 318, 329, 345, 353, 367, 378, 383, 394); M = MICZAIKA (3); J = JÄGER (MVS 46); H = HUTH.

In der Spalte (B-R)<sub>m</sub> der Tabelle 2 sind die Differenzen zwischen den beobachteten und den mit einer genäherten mittleren Periode berechneten Maximumszeiten angegeben. Ihre graphische Darstellung wird in Abb. 2 a gebracht. Aus ihr ist zu ersehen, daß die (B-R)<sub>m</sub>-Werte ein systematisches Verhalten zeigen, das sich aus der Anordnung der Punkte um gerade Linien ergibt, die gegen die Abszissenachse geneigt sind. Das vorhandene Material läßt drei Gruppen erkennen, für die jeweils eine kürzere oder längere Periode als die mittlere wirksam war. Werden für die durch diese Geraden angedeuteten Zeiträume besondere Elemente aufgestellt, so ergibt sich folgende Darstellung:

Mittlere Elemente:

$$(m) \quad \text{Max.} = 241\ 5120 + 282^{\text{d}}.71 \cdot E \quad (E = 0 \dots 79)$$

$$t_{\text{Max.}} - t_{\text{Min.}} = 124^{\text{d}}$$

Instantane Elemente:

$$(I) \quad \text{Max.} = 241\ 5140 + 285^{\text{d}}.09 \cdot E \quad (E = 0 \dots 32)$$

$$t_{\text{Max.}} - t_{\text{Min.}} = 144^{\text{d}}.8$$

$$(II) \quad \text{Max.} = 242\ 4266 + 277^{\text{d}}.07 \cdot E \quad (E = 32 \dots 66)$$

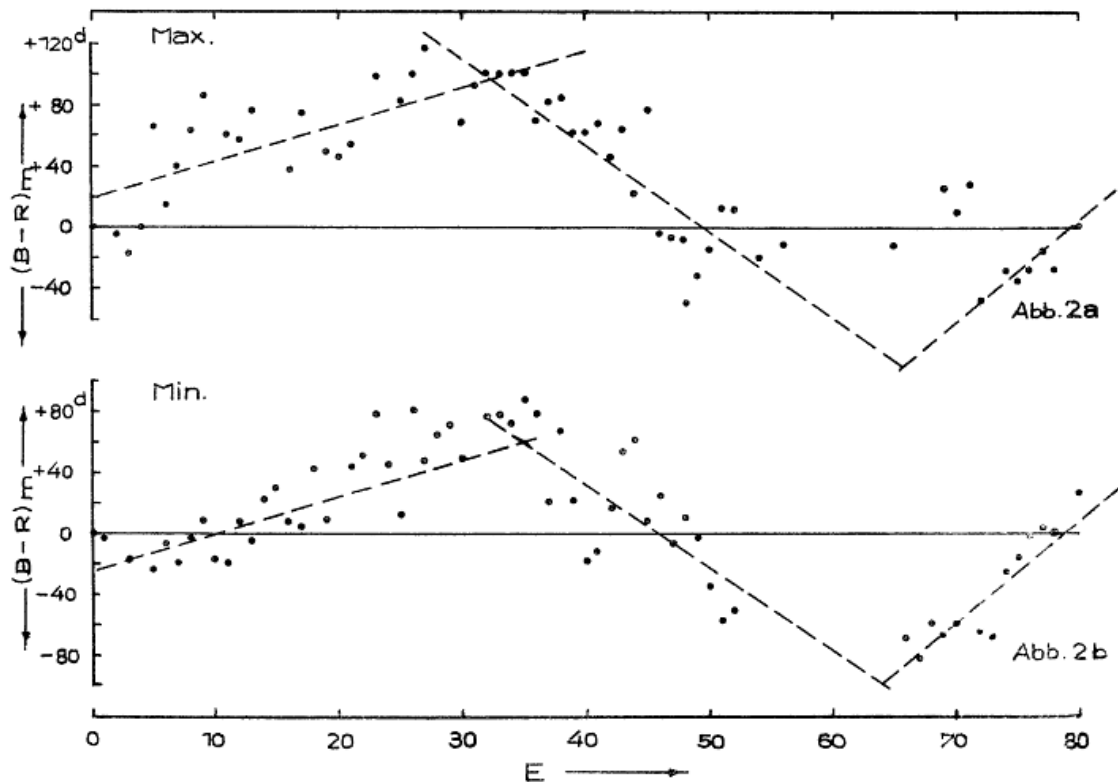
$$t_{\text{Max.}} - t_{\text{Min.}} = 122^{\text{d}}.0$$

$$(III) \quad \text{Max.} = 243\ 3677 + 290^{\text{d}}.22 \cdot E \quad (E = 66 \dots 79)$$

$$t_{\text{Max.}} - t_{\text{Min.}} = 81^{\text{d}}.0$$

Wie aus Abb. 2 a zu ersehen ist, werden die Maxima zwischen den Epochen E 65 und E 71 schlecht durch die instantanen Elemente dargestellt. Die Abweichungen könnten erheblich kleiner sein, wenn der Übergang von der zweiten zur dritten Gruppe bei E 51 liegen würde; die instantane Periode müßte dann nahe der mittleren sein. Ich habe mich jedoch für die Periode von  $290^d.22$  entschieden, weil sich einerseits die aus einer dichten Beobachtungsreihe hervorgegangenen Maxima nach Epoche E 72 so am besten darstellen lassen und andererseits auch der Verlauf aller Minima nach E 65 für die längere Periode spricht. Die großen Reste  $(B-R)_{III}$  bei den Maxima zwischen E 65 und E 71 werden wahrscheinlich durch eine Umkehrung von Haupt- und Nebenmaxima hervorgerufen. Eine sichere Aussage ist leider nicht möglich, da die Beobachtungen von 1943 bis 1951 lückenhaft und ungenau sind.

In Abb. 2 b sind die  $(B-R)_m$ -Werte für die Minima dargestellt. Dabei wurde das dem Maximum  $E = 0$  vorausgehende Minimum als Nullepoche angenommen. Wie zu erwarten war, haben sie denselben Gang wie die Differenzen  $(B-R)_m$  bei den Maxima.





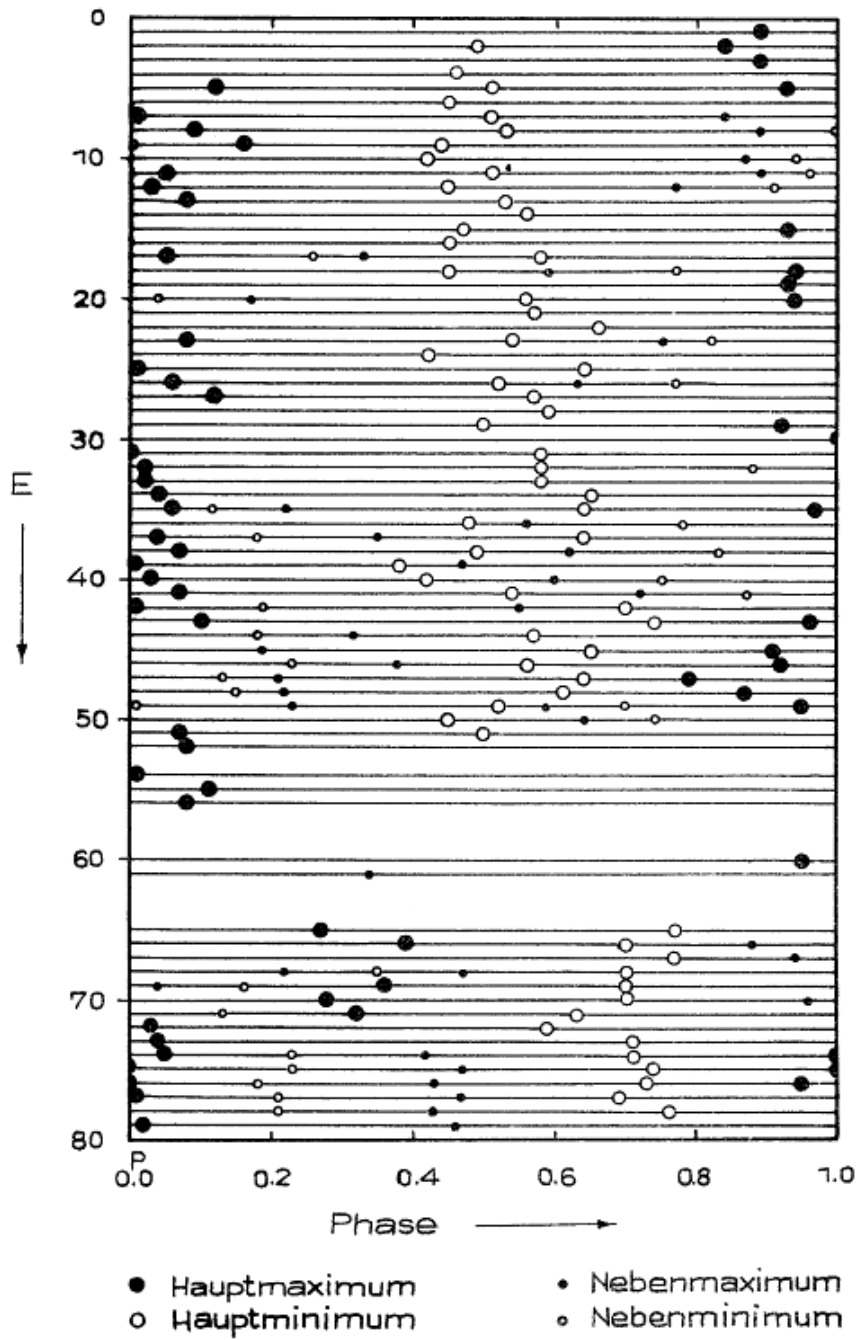


Abb. 3

In Abb. 3 sind die in den Tabellen 2 und 3 erhaltenen Werte zu einem Diagramm übersichtlich dargestellt. Als Ordinate ist die Epoche und als Abszisse die Phase der entsprechenden Erscheinung aufgetragen. Die Phasenwerte wurden mit Hilfe der instantanen Elemente ermittelt. Wie aus der Darstellung zu ersehen ist, hat der Veränderliche das für die letzten fünf Jahre charakteristische Verhalten im Verlauf des ganzen Beobachtungszeitraumes nur dieses eine Mal gezeigt.

Literatur

- (1) Beyer, Erg. AN 8, Nr. 3. C 31
- (2) Beyer, AN 259.114; 1936
- (3) Miczaika, AN 261.70; 1936
- (4) Gaposchkin, HA 118, 20.156; 1952

ST Arietis

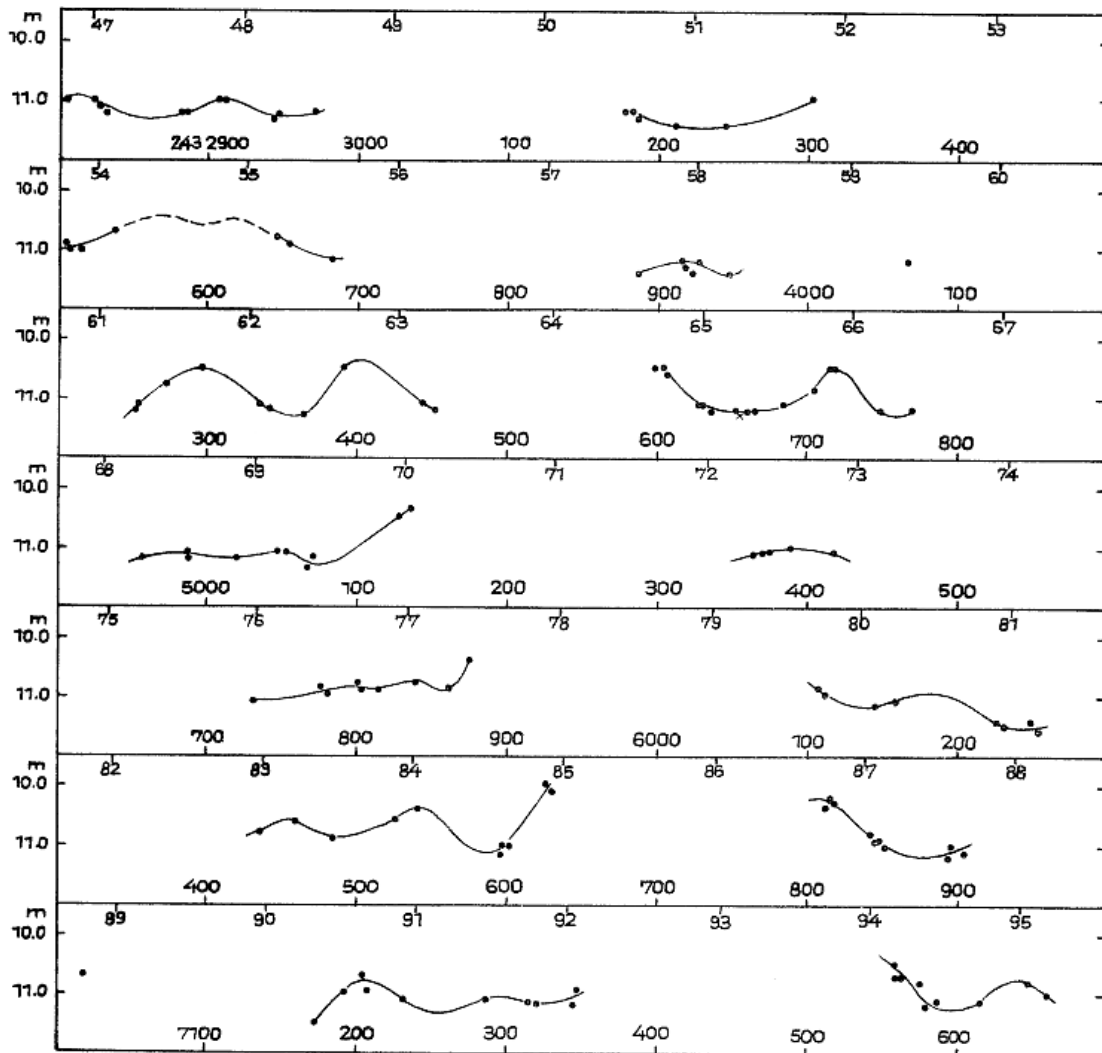
Der von O. MORGENROTH entdeckte Veränderliche wurde in den Jahren 1936...1943 visuell von D.J. MARTYNOW beobachtet (Engelh. Mitt. Nr. 26; 1951). Er leitete aus diesen Beobachtungen eine mittlere Periode von 100<sup>d</sup> Dauer ab, die jedoch zum Teil sehr große Differenzen B-R ergab. MARTYNOW teilte deshalb seine Beobachtungen in zwei Abschnitte auf und führte instantane Elemente ein.

Um das weitere Verhalten von ST Ari charakterisieren zu können, schätzte ich den Stern auf allen zur Verfügung stehenden Sonneberger Überwachungsplatten aus den Jahren 1931...1961.

Die Lichtkurve verläuft in Wellen von unterschiedlicher Länge und stark wechselnder Amplitude. In einigen Abschnitten trägt sie RV-Tauri-Charakter, vor allem 1936 bis 1940. Später ist dieses Verhalten nicht mehr so ausgeprägt (Figur 1).

Die aus den Beobachtungen hervorgegangenen Hauptphasen sind zusammen mit den von MARTYNOW erhaltenen in der Tabelle aufgeführt. Für den gesamten Beobachtungszeitraum lassen sich folgende mittleren Elemente des Lichtwechsels ableiten:

$$\text{Max.} = 242\ 8434 + 99^{\text{d}}.0.E .$$



Lichtkurve von ST Arietis (1948...1961)

Figur 1

Min.	Max.	$t_M - t_m$	E	(B-R) <sub>m</sub>	(B-R) <sub>I</sub>	(B-R) <sub>II</sub>	(B-R) <sub>III</sub>	(B-R) <sub>IV</sub>	Beob.
	242	7298	-11	-47 <sup>d</sup>	-49 <sup>d</sup>				H
242	7380		10						H
			7	-17	0				H
	8032		3						H
		72 <sup>d</sup>	3	-33	+ 3				H
	8138		2						H
			- 2	-72	-31				H
			0	0	+51				H
			+ 1	-58	- 2				H
	8530		2						H
		85	2	-17	+43				M
	8760		4						M,H
		32	4	-38	+32				M,H
	8834		5						M,H
		60	5	-35	+40				M
	8925		6						M
		35	6	-68	+12				M
	9025		7						M
			8	-84	+ 5				H
	9180		9						M,H
		52	9	-93	+ 1				M,H
	9280		10						M
		44	10	-100	- 1				M
	9482		12						M
		52	12	-87	+21	+10 <sup>d</sup>			M
	9568		13						M
		46	13	-107	+ 6	-18			H
	9670		14						M
	9882		16						M
		88	16	-48		+19			M
243	0005		17						M
		43	17	-69		-10			M
	0209		19						M
		51	19	-55		-11			H
	0332:		20						M,H
		64	20	-18		+18			H
	0440		21						M
			22	-20		+ 1	+ 4 <sup>d</sup>		M
	0622		23						M,H
		58	23	-31			- 3		M,H
	0712		24						M,H
		58	24	-40			- 8		M,H
	0810:		25						M
			26	-32			+ 7		M
	1015		27						M,H
		45	27	-47			- 4		H
			30	-70			-16		H
			31	-79			-21		H
			38	-66			+19	+12 <sup>d</sup>	H
			45	-75				- 4	H
	2855		46						H
		59	46	-74				- 4	H
									H

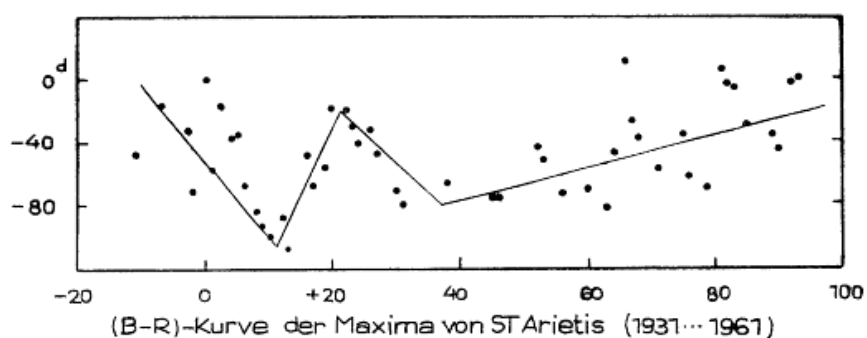
Min.	Max.	$t_M - t_m$	E	$(B-R)_m$	$(B-R)_I$	$(B-R)_{II}$	$(B-R)_{III}$	$(B-R)_{IV}$	Beob.
	243 3540		+52	-42 <sup>d</sup>				+22 <sup>d</sup>	H
243 3598		32 <sup>d</sup>	53						H
	3630		53	-51				+12	H
	3906		56	-72				-12	H
	4305		60	-69				-13	H
4355		50	61						H
	4405		61	-68				-13	H
	4590		63	-81				-28	H
4660±		64	64						H
	4724		64	-46				+ 6	H
	4980:		66	+12				+62	H
	5040:		67	-27				+22	H
	5128		68	-38				+10	H
	5406		71	-57				-12	H
	5824		75	-35				+ 6	H
5854		42	76						H
	5896		76	-62				-22	H
6140		46	79						H
	6186		79	-69				-32	H
	6460		81	+ 7				+42	H
6500:		50	82						H
	6550		82	- 2				+32	H
6596		50	83						H
	6646		83	- 5				+28	H
	6820		85	-29				+ 2	H
6872			86						H
	7210		89	-35				- 8	H
7258		42	90						H
	7300		90	-44				-18	H
7334			91						H
	7540		92	- 2				+22	H
7600		42	93						H
	7642		93	+ 1				+24	H

M = MARTYNOW , H = HUTH

Die in der Spalte 5 der Tabelle gegebenen Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung  $(B-R)_m$  sind in der Figur 2 graphisch aufgetragen. Es zeigt sich, daß die Periode dreimal ihren Wert ändert, wenn auch zum Teil nur für kürzere Zeiträume. Alle Beobachtungen wurden daher in vier Abschnitte aufgeteilt und für jeden Abschnitt gesonderte Elemente abgeleitet.

I	(1933...1939)	Max. = 242 7347 + 94 <sup>d</sup> .2.E
II	(1939...1942)	Max. = 242 9525 + 106 <sup>d</sup> .6.E
III	(1942...1946)	Max. = 243 0588 + 95 <sup>d</sup> .2.E
IV	(1946...1961)	Max. = 243 2118 + 100 <sup>d</sup> .0.E

Die aus diesen Elementen hervorgehenden Differenzen B-R sind in den Spalten 6 bis 9 der Tabelle aufgeführt.



Aus den Sonneberger Beobachtungen kann die von MARTYNOW in Erwägung gezogene Zugehörigkeit von ST Ari zur Klasse der RV-Tauri-Sterne nicht bestätigt werden. Auch das Spektrum spricht dagegen, das im GCVS 1958 mit M4 angegeben ist. Die Grenzen des Lichtwechsels auf den photographischen Platten sind  $10^m$  und  $11^m.5$ . Der Unterschied zwischen den visuellen und den photographischen Beobachtungen beträgt  $0.8^m$  bis  $1.5^m$ .