

Lichtelektrische Untersuchung der drei Mangan-Sterne HD 207 857, HD 220 933 und HD 225 289

G. HILDEBRANDT und W. SCHÖNEICH, Potsdam

Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR

Mit 3 Abbildungen. (Eingegangen 1974 Januar 23)

Die lichtelektrischen Untersuchungen in den Jahren 1969 und 1970 der drei Mangan-Sterne HD 207 857, HD 220 933 und HD 225 289 im UBV-System zeigen für alle drei Objekte einen periodischen Lichtwechsel mit einer Amplitude von etwa 0.01 mag. Die Lichtkurve für HD 207 857 zeigt eine Doppelwelle bei einer Periode von 20.70 Tagen. Die Periode für HD 220 933 ergab sich zu 6.97 Tagen und für HD 225 289 zu 6.4332 Tagen.

Periodical light variations with amplitudes of about 0.01 mag are derived for the three mangan-stars HD 207 857, HD 220 933, and HD 225 289 by photoelectric observations in the UBV-system during 1969 and 1970. The light curve of HD 207 857 shows a double wave with a period of 20.70 days. The period of HD 220 933 comes out to 6.97 days and this one of HD 225 289 to 6.4332 days.

Einleitung

Von PRESTON (1971) wurde die Frage diskutiert, ob man die Mangan-Sterne zur Gruppe der pekuliaren A-Sterne rechnen könne. Er stellte fest, daß es für diesen Typ der pekuliaren Sterne keine verbürgbaren periodischen Variationen des Strahlungsstroms, der Intensität der Spektrallinien und des effektiven Magnetfeldes gibt, wie sie typisch für die pekuliaren A-Sterne sind. Die Untersuchungen an π Boo A von DEUTSCH (1947) und hinsichtlich der Magnetfeldvariationen bei α Cnc von PRESTON, STEPIEN und WOLFF (1969) konnten nicht zur Klärung dieser Frage beitragen. CONTI (1970) untersuchte vier scharflinige spektroskopische Doppelsterne mit Mangan-Sternen als Komponenten. Bei keinem dieser Objekte konnte er Magnetfelder größer als einige hundert Gauss nachweisen. Diese Resultate lassen die Frage aufkommen, ob die Hg, Mn-Sterne überhaupt zu der Gruppe der magnetischen Sterne zu rechnen sind.

PRESTON weist weiter darauf hin, daß sich die pekuliare relative Häufigkeit der chemischen Elemente in den Hg, Mn-Sternen systematisch von denen der anderen Ap-Sterne (Si, Sr, Cr, Eu) unterscheidet. In den Hg, Mn-Sternen treten z. B. die seltenen Erden nicht überhäufig auf. Diese Sterne zeigen auch nicht das Defizit an Helium und Sauerstoff wie die anderen Ap-Sterne. Aus diesem Grunde wurde von SARGENT und SEARLE (1967) und GUTHRIE (1969) eine Einteilung der Ap-Sterne in eine Mangangruppe und eine Hauptgruppe von Si-Sr-Cr-Eu-Sternen vorgeschlagen.

In die gleiche Richtung weisen die Resultate der Untersuchung pekuliarer A-Sterne in Sternhaufen von ŻELWANOWA (1973), wonach die verschiedenen Typen der Pekuliarität der Ap-Sterne durch verschiedene Ionisations- und Anregungsbedingungen hervorgerufen werden. Eine Ausnahme bilden dabei nur die Hg, Mn-Sterne, die in den gleichen Gebieten des HRD vorkommen wie die Silizium-Sterne.

Die Analyse von ZEEMAN-Spektrogrammen des Mn-Sterns HD 89 822, die von OETKEN (1973) vorgenommen wurde, ergab allerdings Hinweise auf eine vorhandene ZEEMAN-Aufspaltung mit komplizierter Struktur. Außerdem wurde von RAKOSCH (1971) für den Mn-Stern α And ein periodischer Lichtwechsel mit einer Amplitude von einigen hundertstel Größenklassen und einer Periode von 0.9636 Tagen gefunden.

Die letzten Resultate warnen davor, voreilige Schlüsse über die Nichtzugehörigkeit der Mn-Sterne zu den magnetischen Sternen zu ziehen, wenngleich ihre Sonderstellung innerhalb der Gruppe der pekuliaren A-Sterne sicher zu sein scheint.

Beobachtungen

Die drei Mn-Sterne HD 207 857, HD 220 933 und HD 225 289 gehörten zu einem umfangreichen Beobachtungsprogramm zur Untersuchung des Lichtwechsels pekuliarer A-Sterne, das in den Jahren 1969–1971 an der Beobachtungsstation des Zentralinstituts für Astrophysik der AdW der DDR im

Astrophysikalischen Observatorium Schemacha der AdW der Aserbaidzhanischen SSR durchgeführt wurde.

Die Beobachtungen wurden mit Hilfe des 35 cm-Reflektors (Äquivalentbrennweite 7 m) der Station durchgeführt. Das photometrische Instrumentalsystem ergibt sich aus der spektralen Empfindlichkeit des benutzten SEV vom Typ 1P21 und den Standardfiltern für das UVB-System (SCHOTT). Das Signal wurde jeweils mit Hilfe eines Integrationsverstärkers acht Sekunden aufsummiert und über einen Drucker ausgegeben. In der Regel besteht ein Meßpunkt aus fünf symmetrisch angelegten Einzelvergleichen zwischen Vergleichssterne und Veränderlichen. Mit einem Kontrollstern wurde von Zeit zu Zeit die Konstanz des Vergleichssterne überprüft.

HD 207 857

Dieser Stern ist nach OSAWA (1965) ein Hg, Mn-Stern. Die Daten für HD 207857, Vergleichssterne und Kontrollsterne wurden dem BS-Katalog entnommen (Tabelle 1). Der Stern wurde während drei Beobachtungsperioden gemessen (Tabelle 2). Mit einer Periode von 20,70 Tagen lassen sich die Messungen zu einer Lichtkurve vereinigen. Sie zeigt im Bereich „v“ eine Doppelwelle mit verschiedenen tiefen Minima. Die Form der Lichtkurve in den Bereichen „b“ und „u“ kann wegen der relativ geringen Anzahl von Messungen und der kleinen Amplitude nicht sicher angegeben werden. Im „b“-Bereich könnte man eine der „v“-Kurve ähnliche Kurve durch die Punkte legen, wenn man nur zwei Punkte

Tabelle 1. Daten für HD 207857 und Vergleichssterne

HD-Nummer	Sp-Typ	V	B—V
207857	B8IIIp	6.16	−0.06
207516	B8V	5.81	−0.09
206538	A2	6.10	+0.06

HD 206538 — HD 207516

J. D.	Δv	Δb	Δu
2440000+			
459.4430	−0.015	−0.135	−0.553
787.4904	−0.016	−0.140	−0.555
795.5111	−0.016	−0.138	−0.547
797.4708	−0.014	−0.134	−0.546
800.4381	−0.017	−0.139	−0.547
809.4375	−0.016	−0.140	−0.551
811.4465	−0.015	−0.138	−0.554
817.4534	−0.017	−0.139	−0.554
818.3923	−0.014	−0.138	−0.549
821.3652	−0.016	−0.135	−0.548

Tabelle 2. Meßdaten für HD 207857 relativ zu den Vergleichssterne

HD 207516—HD 207857

J. D.	Ph	Δv	Δb	Δu
2440000+				
450.5256	0.76	−0.107	−0.110	+0.001
451.4958	0.81	−0.106	−0.114	−0.013
452.4722	0.86	−0.108	−0.114	−0.015
454.4222	0.95	−0.105	−0.115	−0.012
455.4263	0.00	−0.105	−0.113	−0.018
458.4548	0.15	−0.101	−0.112	−0.005
459.4180	0.19	−0.104	−0.116	−0.006
461.4330	0.29	−0.106	−0.115	−0.011
462.4111	0.34	−0.105	−0.115	−0.005
470.4152	0.73	−0.106	−0.113	−0.007
484.4363	0.40	−0.103	−0.115	−0.004
583.1868	0.17	−0.101	−0.109	+0.013
585.2298	0.27	—	−0.112	+0.014
591.1562	0.56	−0.100	−0.111	+0.000
596.1500	0.80	−0.108	−0.107	+0.001
602.1416	0.09	−0.099	−0.105	+0.008
617.1472	0.81	−0.107	−0.107	+0.019
780.5013	0.71	−0.100	−0.112	−0.005
784.4937	0.90	−0.109	−0.115	−0.013
787.4743	0.04	−0.103	−0.112	−0.011
795.4861	0.43	−0.102	−0.111	−0.005
797.4506	0.52	−0.102	−0.108	−0.013
800.4159	0.67	−0.102	−0.114	−0.008
811.4270	0.20	−0.104	−0.111	−0.006
813.3451	0.29	−0.104	−0.119	−0.009
817.4236	0.49	−0.103	−0.108	−0.010
821.3479	0.68	−0.106	—	−0.007

Tabelle 3. Daten für HD 220933 und Vergleichssterne

HD-Nummer	Sp-Typ	V	B—V
220933	AoIII	5.82	−0.06
220694	A3	6.82	—
220582	B9	7.20	—

Tabelle 4. Meßdaten für HD 220933 relativ zu den Vergleichssterne

HD 220694 — HD 220933

J. D.	Ph	Δv	Δb	Δu
2440000+				
797.4944	0.42	1.047	1.299	1.554
800.4611	0.84	1.040	1.293	1.545
801.4881	0.99	1.045	1.296	1.549
808.4784	0.99	1.044	1.292	1.547
810.4280	0.27	1.052	1.301	1.557
815.4798	0.00	1.046	1.297	1.548
818.4145	0.42	1.048	1.296	1.556

HD 220582 — HD 220694

J. D.	Δv	Δb	Δu
2440000+			
797.5118	0.317	−0.071	0.525
800.4798	0.315	−0.070	0.524
808.4951	0.315	−0.073	0.528
818.4304	0.314	−0.069	0.529

nicht in Betracht zieht. Im Bereich „u“ deutet sich allerdings eine ziemlich komplizierte Struktur an. Eine endgültige Entscheidung kann jedoch nur auf weiteren Beobachtungen begründet sein. Die erhaltenen Lichtkurven sind in Abbildung 1 dargestellt.

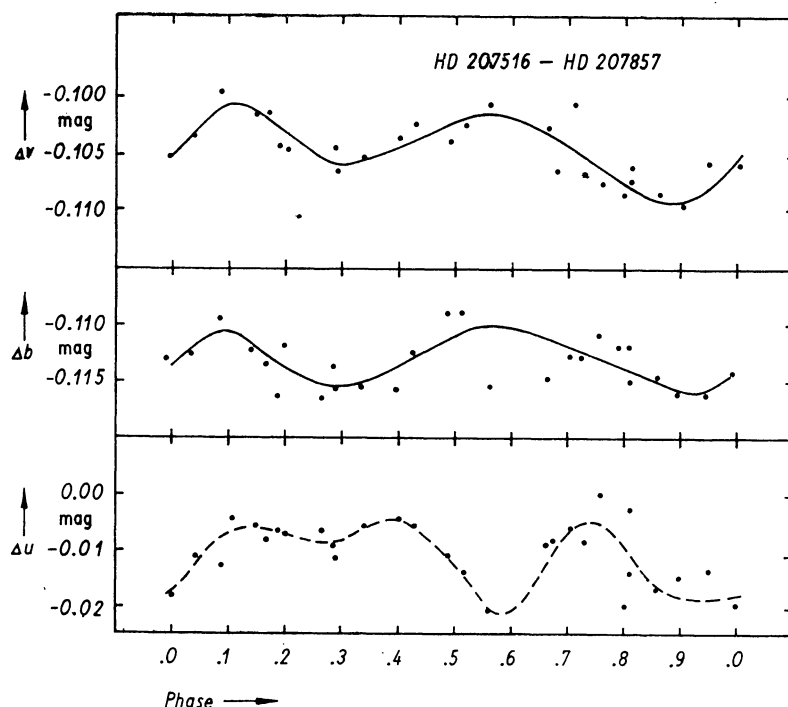


Abb. 1. Lichtkurve des Mn-Sterns HD 207857. Der Maßstab in „v“ und „b“ ist wegen der kleinen Amplitude gegenüber „u“ verdoppelt worden.

Die Meßwerte der zweiten Beobachtungsperiode (JD 2440583–617) zeigen eine systematische Abweichung gegenüber den Werten der beiden anderen Zeiträume. Unter der Annahme, daß es sich um eine langzeitige Helligkeitsänderung des Veränderlichen oder des Vergleichssterne handelt, wurde in den Lichtkurven eine Korrektur der Werte in Δb um -0.004 mag und in Δu um 0.020 mag angebracht. Die Kontrolle wurde nur während der dritten Beobachtungsperiode durchgeführt, so daß nicht entschieden werden kann, welchem der beiden Sterne die langzeitigen Änderungen zuzuschreiben sind. Die Kontrollmessungen zeigten keine Abhängigkeit von der Phase, so daß die Änderungen eindeutig von HD 207857 herrühren. Aus diesen Messungen lassen sich folgende durchschnittliche Fehler bestimmen:

$$\Delta v = \pm 0.0008 \text{ mag}, \quad \Delta b = \pm 0.0019 \text{ mag}, \quad \Delta u = \pm 0.003 \text{ mag}.$$

HD 220 933

COWLEY u. a. (1969) geben für diesen Stern als Typ der Pekuliarität Hg, Mn an.

Für HD 220933 sind die Werte der Tab. 3 aus dem BS-Katalog entnommen. Die Angaben für Vergleichs- und Kontrollstern stammen aus dem HD-Katalog.

Obwohl für dieses Objekt nur sieben Messungen vorliegen (Tab. 4), gelang es, einen Lichtwechsel mit der vorläufigen Periode von $P = 6.97$ Tagen nachzuweisen. Die Lichtkurven sind in Abb. 2 dargestellt. Die Resultate für HD 207857 und HD 225289 zeigen, daß trotz der kleinen Amplitude die gefundene Variation als real betrachtet werden muß. Die Kontrollmessungen ergaben eine Konstanz des Vergleichssterne im Beobachtungszeitraum. Der durchschnittliche Fehler beträgt in den einzelnen Farbbereichen

$$\Delta v = \pm 0.001 \text{ mag}, \quad \Delta b = \pm 0.0015 \text{ mag}, \quad \Delta u = \pm 0.002 \text{ mag}.$$

HD 225 289

Für diesen Stern geben COWLEY u. a. (1969) den Spektraltyp B9p und für die Pekuliarität den Typ Hg, Mn an. Für den Veränderlichen, den Vergleichs- und den Kontrollstern wurden dem BS-Katalog die in Tabelle 5 enthaltenen Angaben entnommen.

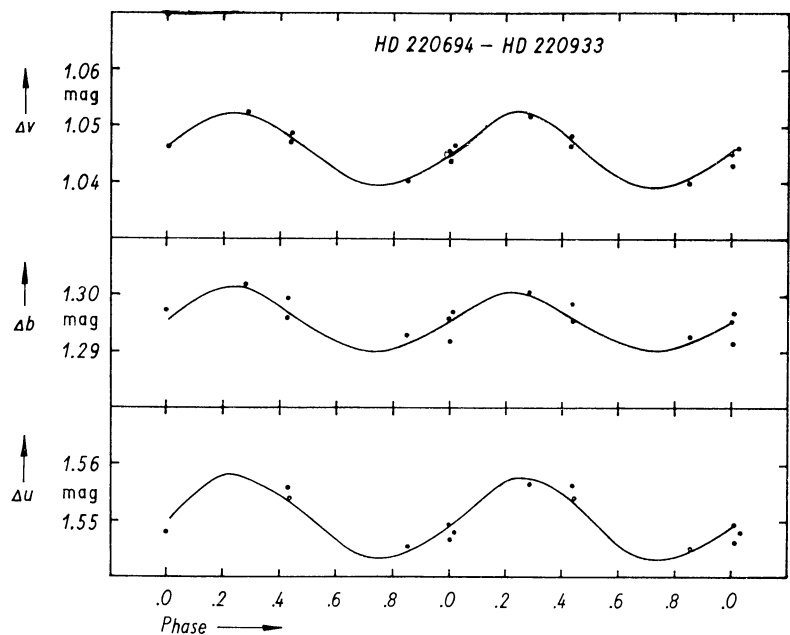


Abb. 2. Lichtkurve des Mn-Sterns HD 220933.

Tabelle 5. Daten für HD 225289 und Vergleichssterne

HD-Nummer	Sp-Typ	V	B-V
225289	B6III	5.78	-0.08
225180	AoIII	5.89	+0.27
224893	FoIII	5.57	+0.39

Tabelle 6. Meßdaten für HD 225289 relativ zu den Vergleichssterne

HD 225180 — HD 225289

J. D.	Ph	Δv	Δb	Δu
2440000+				
458.5118	0.28	0.177	0.466	1.170
459.4715	0.43	0.168	0.470	1.172
461.4750	0.74	0.171	0.466	1.179
462.4864	0.90	0.175	0.469	1.180
467.4651	0.68	0.166	0.465	1.174
482.4500	0.01	0.179	0.470	1.177
493.4215	0.71	0.172	0.467	1.176
808.5172	0.70	0.174	0.463	1.171
809.5061	0.85	0.178	0.466	1.177
810.4505	—	0.179	0.465	1.180
811.5093	0.16	0.180	0.470	1.181
815.5248	0.79	0.180	0.469	1.175
818.4514	0.24	0.177	0.471	1.177
819.4079	0.39	0.172	0.465	1.169
821.4332	0.71	0.174	0.465	1.176

HD 224893 — HD 225180

J. D.	Δv	Δb	Δu
2440000+			
808.5324	-0.297	-0.190	-0.101
810.4704	-0.301	-0.196	-0.102
818.4666	-0.299	-0.199	-0.098

Die Messungen erfolgten in zwei Beobachtungsperioden, wobei in der ersten als Vergleichssterne HD 225180 und in der zweiten HD 224893 diente. Durch Kontrollmessungen der beiden Vergleichssterne gegeneinander im zweiten Beobachtungszeitraum konnten die Messungen HD 224893 — HD 225289 auf die Messungen der ersten Epoche reduziert werden (Tab. 6). Es traten, wie schon bei HD 207857, systematische Unterschiede zwischen den „b“- und „u“-Messungen beider Saisons auf, die durch eine an die Messungen der zweiten Beobachtungsperiode angebrachte Korrektur von ± 0.006 mag in Δb und -0.045 mag in Δu beseitigt werden konnten. Die Lichtkurven, die sich mit einer Periode von $P = 6.4332$ Tagen ergaben, sind in Abb. 3 dargestellt. Unglücklicherweise erlaubte die Anlage der Beobachtungen nicht zu entscheiden, welcher der drei Sterne für die langzeitige Helligkeitsänderung verantwortlich ist. Aus den Kontrollmessungen ergibt sich der durchschnittliche Fehler zu:

$$\Delta v = \pm 0.0013 \text{ mag}, \quad \Delta b = \pm 0.003 \text{ mag}, \quad \Delta u = \pm 0.0016 \text{ mag}.$$

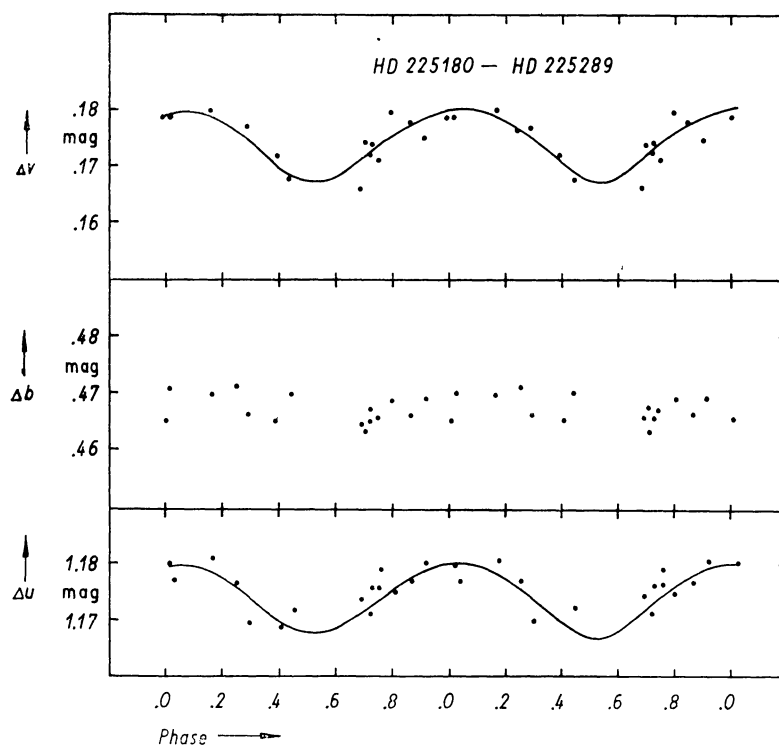


Abb. 3. Lichtkurve des Mn-Sterns HD 225289.

Diskussion der Ergebnisse

Die große Meßgenauigkeit, die dank der guten klimatischen Bedingungen in Schemacha erreicht wurde, erlaubte es, bei allen drei Sternen einen periodischen Lichtwechsel nachzuweisen. Die Amplituden, die in Tab. 7 zusammengefaßt wurden, sind sehr klein.

Die Lichtkurven zeigen jedoch für Ap-Sterne typische Merkmale wie eine Doppelwelle (HD 207857) und eine Amplituden-Phasen-Beziehung, in der die Amplitude in „b“ kleiner ist als in „v“ und „u“ (HD 220933, HD 225289). Nachdem nun die Perioden für diese drei Mn-Sterne gefunden wurden, wäre es interessant, nach entsprechenden Variationen spektroskopischer Parameter zu suchen.

Tabelle 7. Amplituden des Lichtwechsels in den Farbbereichen *v*, *b* und *u* in mag

HD-Nummer	A_v	A_b	A_u
207857	0.008	0.005	0.015
220933	0.012	<0.010	0.013
225289	0.013	<0.007	0.013

Literatur

- CONTI, P. S.: 1970, *Astrophys. J.* **160**, 1077.
 COWLEY, A., COWLEY, C., JASCHEK, M., und JASCHEK, C.: 1969, *Astron. J.* **74**, 375.
 DEUTSCH, A. J.: 1947, *Astrophys. J.* **105**, 283.
 GUTHRIE, B. N. G.: 1969, *Astrophys. Space Science* **3**, 542.
 OETKEN, L.: 1973, *Astron. Nachr.* **294**.
 OSAWA, K.: 1965, *Ann. Astr. Obs. Univ. Tokyo, Sec. ser. IX*, No 3.
 PRESTON, G. W., STEPIEN, K., und WOLFF, S. C.: 1969, *Astrophys. J.* **156**, 653.
 PRESTON, G. W.: 1971, *Publ. Astron. Soc. Pac.* **83**, 571.
 RAKOSCH, K. D.: 1971, *IAU Coll. No 15*, 59.
 SARGENT, W. L. W., und SEARLE, L.: 1967, *Magnetic and Related Stars*, R. C. Cameron ed., Baltimore Mon. Book Coop., S. 209.
 ŻELWANOWA, E.: 1973, Dissertation AdW der DDR.

Anschrift der Verfasser:

G. HILDEBRANDT, W. SCHÖNEICH
 Zentralinstitut für Astrophysik der AdW der DDR
 Telegrafenberg
 DDR-15 Potsdam
 Deutsche Demokratische Republik