

Lichtkurve und Periode des Blazhko-RRc-Lyrae-Sterns DD Bootis

Lightcurve and period of the Blazhko RRc Lyrae star DD Boo

Rainer Gröbel

Abstract: *By analysis of data from the SWASP database, the Qatar exoplanet survey and recent observations, 83 maxima of the RRc star DD Boo could be derived. In combination with the available CCD max. in the GEOS database, a Blazhko period of $P_B = 9.706$ d was found. This is in agreement with the P_B found by the Qatar group and illustrates the constancy of the period from at least 1995 until now. The 2015 measurements revealed that the secondary period affects the light curve not only in phase, but also in shape and amplitude. The period seems to be slightly variable; the best fit is produced by the quadratic ephemeris*

$$HJD (max.) = 2457176.6463 + 0.33944806 \times E + 2.4992 \times 10^{-10} \times E^2$$

Der Stern wurde aus der GEOS Datenbank [1] wegen der dort relativ zahlreich verzeichneten BAV CCD Maxima (Max.) ausgewählt. Damit wurde überprüft, wie die aus der Auswertung der SWASP [2] Daten gewonnenen Max. sich im (B-R) Diagramm einfügen. Aus diesen und neueren Daten konnte eine Blazhkoperiode (Blp.) in Phase abgeleitet werden. Gegenüber der Erstephemeride zeigte sich eine leichte, aber deutliche Änderung der Periode, so dass sich durch Einfügen eines quadratischen Gliedes eine gute Darstellung aller vorhandenen Max. ergab. Zumindest von 1995 an ist die sekundäre Periode konstant geblieben.

1. DD Boo: (14 51 20.07 +23 32 30), GSC 02016-00004, 2MASS J14512007+2332299

Dieser Stern wurde 1940 von Hanley und Shapley [3] auf Harvard Platten entdeckt und als möglicher RR Lyrae Veränderlicher mit 0,4 mag. Amplitude gemeldet. Erst 1995 erlaubten die CCD Messungen von Gomez-Forrelad und Garcia-Melendo [4] eine genauere Einordnung als RRc Stern mit fast symmetrischer Lichtkurve (Lk). Mit der Ephemeride

$$HJD (Max.) = 2449851,448 + 0,33924 \times E \quad (1)$$

wurde der Stern im GCVS übernommen. Darüber hinaus weisen die Autoren auf einen möglichen Blazhkoeffekt hin.

2. Auswertung der SWASP-Daten:

In zwei Beobachtungsreihen wurde der Stern von zwei verschiedenen Kameras erfasst. Die erste Reihe der Kamera 1.01 dauerte vom 3. Mai bis zum 6. August 2004. Die Reihe der Kamera 1.41 teilt sich in zwei Gruppen, jeweils vom 1. April bis zum 21. Juni 2006 und vom 17. Februar 2007 bis zum 27. Juni 2007. Nach Aussortieren der Ausreißer blieben von den 9523 Messpunkten 9119 Punkte übrig. Diese geringe Ausfallquote weist auf eine gleichmäßige, relativ gute Qualität der Daten hin. Die TAMFLUX Korrektur scheint dieses Mal zu funktionieren, zumindest zwischen der 1.01er und der zweiten 1.41er Reihe (Abb. 1). Die gleichmäßige Amplitude der Helligkeitsänderungen zeigt, dass ein eventuell vorhandener Blazhkoeffekt sich wohl nur in Phase deutlich bemerkbar macht. Aus diesen Reihen wurden 61 Max. bestimmt und ein vorläufiges (B-R) Diagramm zeigte, dass die Max. regelmäßig +/-0.02 d um

eine Vorhersage mit einer mittleren Periode schwanken. Das Periodensuchprogramm zeigte drei sehr nahe beieinander liegende, fast gleich ausgeprägte „dips“. Eine Entscheidung zwischen den drei möglichen Blps von 9,445, 9,706 und 9.975 d. war nicht möglich. Nur zusätzliche Max. können weiterhelfen.

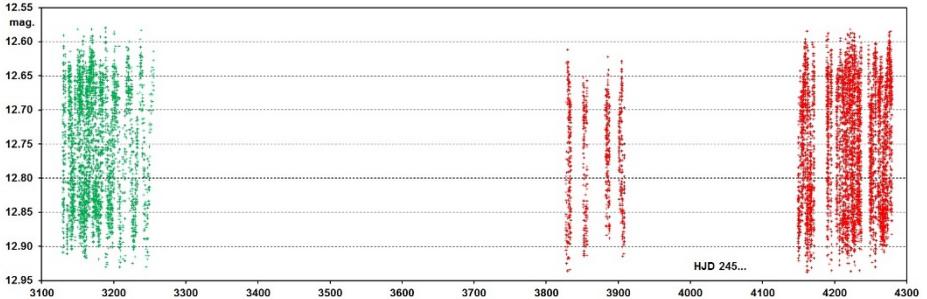


Abb. 1: Die Messreihen von SWASP, aufgenommen mit den Kameras 1.01 und 1.41.

3. Auswertung der QATAR-Daten:

In einem vom Umfang her im IBVS ungewöhnlichen Artikel, stellen Bramich et al. [5] einen Nachfolger des abgeschlossenen SWASP Projekts vor. Mit einer gegenüber dem Vorgänger geringeren Anzahl von Kameras sollen mit der Transitmethode wiederum „heiße Jupiter“ um helle Sterne entdeckt werden. Als erstes Nebenprodukt dieser Überwachung werden die Ergebnisse der Untersuchung einer ganzen Reihe von im GCVS als RR Lyrae verzeichneten Sternen vorgestellt. Neben der Neuklassifizierung einiger Sterne werden die Lks einer Vielzahl von RR Lyrae Sternen dargestellt, aktualisierte Perioden und gegebenenfalls deren Blps aufgelistet. Demnach soll bei BB Boo diese Periode 9.64 ± 0.02 d betragen. Mit dieser Periode, den vorhandenen BAV und den SWASP Max. ergab sich jedoch keine befriedigende Darstellung des Blazhkozyklus.

Es ist zwar nicht vorgesehen die Gesamtheit der mit dieser Anlage erhaltenen Daten allgemein zugänglich zu machen, dennoch sind in einem umfangreichen Anhang alle Messpunkte der genauer untersuchten Sterne vorhanden.

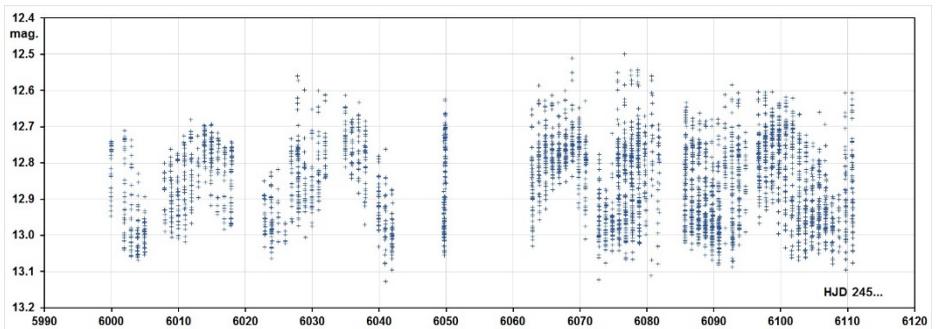


Abb. 2: BB Boo, von QATAR „gesehen“.

Abb. 2 zeigt die für DD Boo gewonnenen Messreihen. Auch wenn diese Überwachung in Bezug auf Dichte der Messpunkte und Länge einer Beobachtungsreihe mit dem Vorgänger nicht ganz mithalten kann, erschien mir eine Auswertung der Daten auf der Suche nach weiteren Max. lohnend. Es konnten acht weitere „sichere“ Max. gewonnen werden. Als leichter Favorit gilt nun die 9,706 d Blp. Vielleicht bringen die diesjährigen Messungen die Entscheidung...

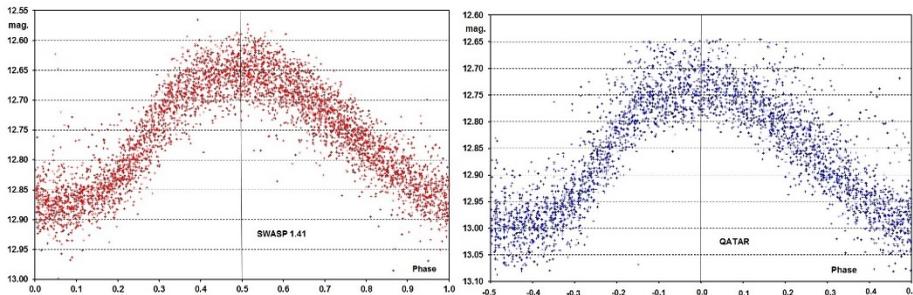


Abb. 3: Die „über alles“ Lks von SWASP und QATAR zeigen eine ähnliche Streubreite.

4. Die aktuellen Messungen:

Im Zeitraum vom 7.5. bis zum 3. 6. 2015 konnten in acht Nächten bei den in unseren Breiten üblichen uneinheitlichen Bedingungen längere Messreihen mit einem 10“ SC und einer ST8XME Kamera im halbautomatischen Betrieb gewonnen werden. Bei 120 s Belichtungszeit und ohne Filter wurden 994 Messpunkte gewonnen.

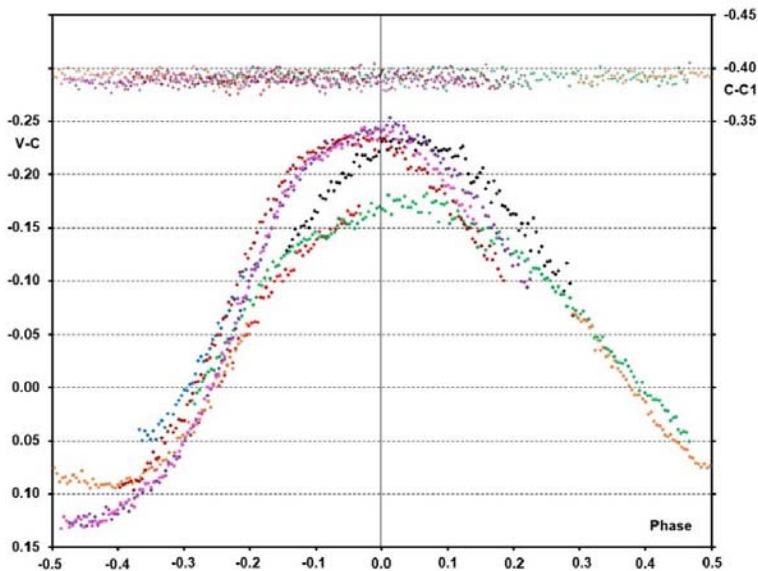


Abb. 4: Die 2015 gewonnenen Lks.

Die Messungen zeigen, dass sich die Form der Lks sowohl in Phase als auch in Amplitude ändert. Aus den Automatendaten ging dies nicht deutlich hervor. Die Serien, aus denen weitere fünf Max. gewonnen wurden, erstrecken sich zwar über drei Blps, reichen aber nicht aus, um ein Zyklusdiagramm zu erstellen.

5. Das Verhalten der Periode:

Die Darstellung der Abweichungen aller nun vorhandenen Max. im (B-R) Diagramm (Abb. 5) führte zur Annahme einer langsamen, aber stetigen Änderung der Periode.

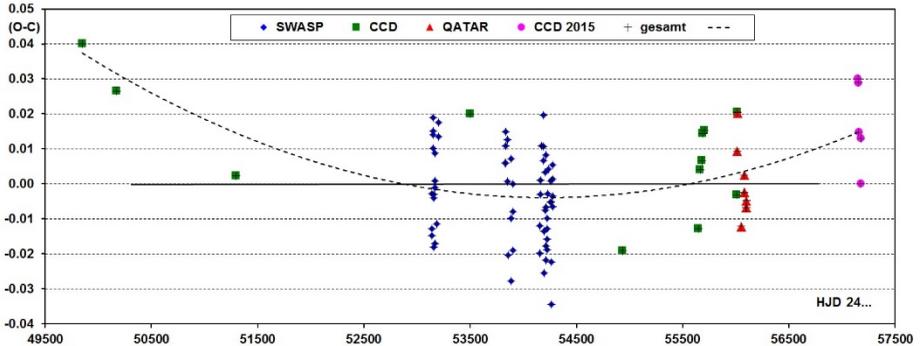


Abb. 5: (O-C) Diagramm aller vorhandenen Max. mit einer linearen Ephemeride.

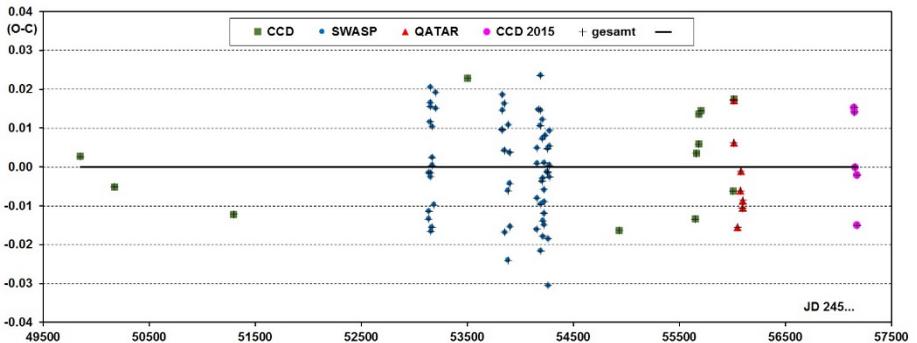


Abb. 6: Die Abweichungen der Max. nach Korrektur mit Ephemeride (2).

Das Diagramm in Abb. 6 wurde mit der Ephemeride

$$\text{HJD (max.)} = 2457176,6463 + 0,33944806 \times E + 2,4992 \times 10^{-10} \times E^2 \quad (2)$$

erstellt. Die Einführung eines quadratischen Gliedes führt zu einer „Linearisierung“ der Abweichungen.

Auf Basis einer Blp. von 9,706 d und mit der Anfangsepoche $\text{JD}_{(\text{Bl.})} = 2449881,6$, wurde das Phasendiagramm in Abb. 7 erstellt. Im Diagramm wurden die mit Ephemeride (2) erhaltenen Werte der (B-R) verwendet. Mit nur einer Ausnahme fügen

sich diese Werte gut ein und zeigen die Konstanz der Blazhkoperiode, zumindest von 1995 an.

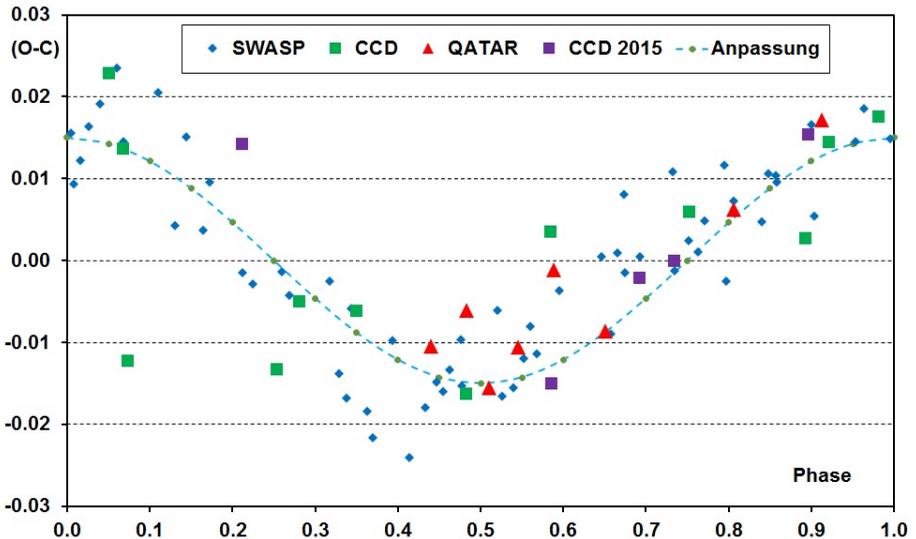


Abb. 7: Die mit der Blazhkoperiode aufeinander reduzierten Abweichungen der Zeitpunkte aller Max..

Eine Liste der Max. befindet sich im Anhang der PDF Version dieses Artikels auf der Homepage der BAV.

Literatur:

- [1] GEOS Datenbank, http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr/dbrr/dbrr-V1.0_0.php (S. Anmerkung)
- [2] SuperWASP Public archive, <http://wasp.cerit-sc.cz/form>
- [3] Hanley, C.M., Shapley, H., 1940, Bulletin of the Harvard College Observatory, 913
- [4] Gomez-Forrelad, J.M., Garcia Melendo, E., Observations of NSV06836, IBVS 4247
- [5] Bramich, D.M. et al., RR Lyrae stars in the GCVS observed by the Qatar exoplanet survey, IBVS 6106

Anmerkung: Es ist bedauerlich, dass die aktuelle Version der GEOS Datenbank nicht mehr zugänglich ist. Eine ältere Version ist unter <http://dbrr.ast.obs-mip.fr/> noch erreichbar.

Rainer Gröbel, Blütenstr. 19, 90542 Eckental, 09126 9701, rainer.groebel@tzboo.de

Appendix:

(O-C) I: calculated with the linear ephemeris

$$\text{HJD (Max.)} = 2457176.4955 + 0.33934437 \times E$$

(O-C) II: calculated with the ephemeris

$$\text{HJD (max.)} = 2457176.6463 + 0.33944806 \times E + 2.4992 \times 10^{-10} \times E^2$$

Max. HJD	Epoch	(O - C) I	(O - C) II	Obs.	camera
2449851.448	-21586	0.040	0.003	1	ccd
2450175.508	-20631	0.026	-0.005	2	ccd
2451299.393	-17319	0.002	-0.012	2	ccd
2453137.604	-11902	-0.015	-0.013	7	1.01
2453138.624	-11899	-0.013	-0.011	7	1.01
2453139.652	-11896	-0.003	-0.001	7	1.01
2453150.524	-11864	0.010	0.012	7	1.01
2453151.547	-11861	0.015	0.017	7	1.01
2453152.564	-11858	0.014	0.016	7	1.01
2453153.587	-11855	0.019	0.021	7	1.01
2453154.583	-11852	-0.003	-0.002	7	1.01
2453155.600	-11849	-0.004	-0.003	7	1.01
2453157.622	-11843	-0.018	-0.017	7	1.01
2453167.464	-11814	-0.017	-0.016	7	1.01
2453168.498	-11811	-0.001	0.000	7	1.01
2453169.518	-11808	0.001	0.002	7	1.01
2453170.544	-11805	0.009	0.010	7	1.01
2453185.455	-11761	-0.011	-0.010	7	1.01
2453201.433	-11714	0.017	0.019	7	1.01
2453202.447	-11711	0.013	0.015	7	1.01
2453502.434	-10827	0.020	0.023	3	ccd
2453830.566	-9860	0.006	0.010	7	1.41
2453831.593	-9857	0.015	0.019	7	1.41
2453832.607	-9854	0.011	0.015	7	1.41
2453833.620	-9851	0.006	0.010	7	1.41
2453851.612	-9798	0.013	0.016	7	1.41
2453852.618	-9795	0.001	0.004	7	1.41
2453854.633	-9789	-0.020	-0.017	7	1.41
2453884.488	-9701	-0.028	-0.024	7	1.41
2453885.524	-9698	-0.010	-0.006	7	1.41
2453887.577	-9692	0.007	0.011	7	1.41
2453901.483	-9651	0.000	0.004	7	1.41
2453902.493	-9648	-0.008	-0.004	7	1.41
2453904.518	-9642	-0.019	-0.015	7	1.41
2454156.650	-8899	-0.020	-0.016	7	1.41
2454157.676	-8896	-0.012	-0.008	7	1.41
2454158.703	-8893	-0.003	0.001	7	1.41
2454159.725	-8890	0.001	0.005	7	1.41
2454171.612	-8855	0.011	0.015	7	1.41
2454189.593	-8802	0.007	0.011	7	1.41
2454190.615	-8799	0.011	0.015	7	1.41
2454191.642	-8796	0.020	0.024	7	1.41
2454194.651	-8787	-0.026	-0.022	7	1.41
2454195.681	-8784	-0.014	-0.010	7	1.41
2454206.546	-8752	-0.008	-0.004	7	1.41
2454208.593	-8746	0.003	0.007	7	1.41
2454210.634	-8740	0.008	0.012	7	1.41
2454212.655	-8734	-0.007	-0.003	7	1.41

2454213.662	-8731	-0.018	-0.014	7	1.41
2454214.676	-8728	-0.022	-0.018	7	1.41
2454223.511	-8702	-0.010	-0.006	7	1.41
2454224.520	-8699	-0.019	-0.015	7	1.41
2454225.541	-8696	-0.016	-0.012	7	1.41
2454226.562	-8693	-0.013	-0.009	7	1.41
2454227.590	-8690	-0.003	0.001	7	1.41
2454236.420	-8664	0.004	0.008	7	1.41
2454256.432	-8605	-0.005	-0.001	7	1.41
2454257.456	-8602	0.001	0.005	7	1.41
2454261.522	-8590	-0.005	-0.001	7	1.41
2454262.523	-8587	-0.022	-0.018	7	1.41
2454263.529	-8584	-0.034	-0.030	7	1.41
2454275.437	-8549	-0.003	0.000	7	1.41
2454276.452	-8546	-0.007	-0.003	7	1.41
2454277.478	-8543	0.001	0.005	7	1.41
2454278.500	-8540	0.005	0.009	7	1.41
2454933.410	-6610	-0.019	-0.016	4	ccd
2455649.433	-4500	-0.013	-0.013	5	ccd
2455662.345	-4462	0.004	0.003	6	ccd
2455683.387	-4400	0.007	0.006	3	ccd
2455686.449	-4391	0.014	0.014	3	ccd
2455704.435	-4338	0.015	0.014	3	ccd
2456009.487	-3439	-0.003	-0.006	4	ccd
2456013.911	-3426	0.009	0.006	8	ccd
2456014.940	-3423	0.020	0.017	8	ccd
2456015.619	-3421	0.021	0.018	4	ccd
2456049.860	-3320	-0.012	-0.016	8	ccd
2456078.714	-3235	-0.002	-0.006	8	ccd
2456079.737	-3232	0.003	-0.001	8	ccd
2456097.713	-3179	-0.007	-0.010	8	ccd
2456098.731	-3176	-0.007	-0.011	8	ccd
2456099.751	-3173	-0.005	-0.009	8	ccd
2457150.396	-77	0.030	0.015	9	ccd
2457153.449	-68	0.029	0.014	9	ccd
2457158.525	-53	0.015	0.000	9	ccd
2457176.496	0	0.000	-0.015	9	ccd
2457177.527	3	0.013	-0.002	9	ccd

Observers:

1) Gomez-Forrelad, J.M., 2) Moschner, W., 3) Maintz, G., 4) Agerer, F., 5) Pagel, L., 6) Frank, P., 7) SWASP, present paper, 8) QATAR, present paper, 9) Gröbel, R., present paper