

QY Cas und EF Cnc - zwei besondere RRc-Sterne QY Cas and EF Cnc - two very special RRc stars

Gisela Maintz

Abstract : CCD observations of QY Cas (RA = 23:59:05.15, DE = +54:01:00.70) and EF Cnc (RA = 08:40:38.82, DE = 23:15:50.3) were obtained at my private observatory. For QY Cas 9 maxima were gained showing a light curve that varies from epoch to epoch, showing either one broad maximum or double-maxima. Revised elements are given as: QY Cas, Max = 2455887.368 + 0.2741261 *E.

For EF Cnc 6 maxima were observed over a time span of 4 years. This long time helped to revise its period to: EF Cnc Max = 2456001.4818 + 0.295778 *E.

For several RRc stars having a broad maximum or double-maxima the width of the bright light is found to be about 1/7 of their period.

Beobachtung, Auswertung und verbesserte Elemente

QY Cas (RA = 23:59:05.15, DE = +54:01:00.70), ein RRc-Stern, wurde in Sonneberg entdeckt als SON 4662. Götz und Wenzel veröffentlichten 1956 [1] ihre Ergebnisse von QY Cas. Sie bestimmten seine Periode aus 11 Minima zu 0.2742169 d. Diese Minimazeiten sind in der Geos-Datenbank (Le Borgne et al., 2007 [4]) angegeben. Der GCVS gibt auch in seiner neuesten Auflage (Samus et al., 2011 [2]) eine weitaus längere Periode für QY Cas (0.378 d) an unter Beibehaltung der Erstepoche von Götz und Wenzel. Außer von Götz und Wenzel wurde dieser Stern nicht beobachtet. Dieses war für mich der Anlaß, eine neue Untersuchung von QY Cas zu beginnen.

Von 2010 bis 2012 wurde QY Cas von mir während 16 Nächten mit meinem 10" Schmidt-Cassegrain Teleskop ausgestattet mit einer ST7E (SBig) CCD-Kamera und einem UV-IR-cut-Filter in meiner Sternwarte in Bonn beobachtet. Insgesamt wurden 1491 Aufnahmen gemacht. Die Photometrie wurde mit IRAF durchgeführt.

Vergleichsterne waren USNO A2 1425-15879353 (V = 13.59 mag nach GSC 2.3 2006) und GSC 4001 1773 (V = 13.40 V mag nach GSC 2.3 2006).

Insgesamt wurde 9 Maxima beobachtet. Die photometrische Unsicherheit variiert mit den wechselnden Wetterbedingungen. Im Mittel beträgt sie bei QY Cas circa 0.05 mag.

Schon bald nach den ersten Beobachtungen wurde klar, dass die Periode von QY Cas im GCVS zu lang ist. Eine neue Periode wurde bestimmt aus den neuen Beobachtungen zusammen mit den alten Daten. Dabei wurden die Minima aus der Veröffentlichung von Götz und Wenzel (1956) in Maxima umgerechnet mit der Zeitdifferenz (Minima - Maxima) = 46 % der Periode.

Die neuen Elemente lauten:

QY Cas, Max = 2455887.368 + 0.2741261 * E

In Abb. 1 werden links die (B-R)-Werte der Maxima von QY Cas gezeigt. Die Maxima sind in Tabelle 1 angegeben.

EF Cnc (RA = 08:40:38.82 DE = 23:15:50.3 = GSC 1942 1380) wurde als AN 1954.0002 von Kippenhahn (1954) [9] gefunden. Der GCVS (Samus et al. 2011 [2]) führt ihn als EW-Stern ohne Periode. Pejcha & Sobotka (2001) [3] erkannten ihn als RRc-Stern und geben seine Periode mit 0.2956885 d an, die sie aus visuellen Minima der Lichtenknecker-Datenbank der BAV ableiteten. Sie vermuteten, dass die Periode leicht veränderlich sei.

EF Cnc wurde von mir in 8 Nächten von 2008 bis 2012 mit der selben Ausrüstung und Reduktionsmethode wie QY Cas beobachtet. 868 Aufnahmen wurden gemacht und 5 Maxima gefunden (s. Tab. 1). Vergleichsterne waren GSC 1942 2271 und 1942 1620, die selben wie in Pejcha & Sobotka (2001). Die photometrische Unsicherheit betrug zwischen 0.02 und 0.04 mag abhängig von den Wetterbedingungen.

Wegen des langen Beobachtungszeitraums konnte eine verbesserte Periode bestimmt werden:

$$\text{EF Cnc, Max} = 2456001.4818 + 0.295778 * E$$

Diese Periode ist ein wenig länger als die von Pejcha & Sobotka (2001). Abb. 1 (rechts) zeigt die (B-R)-Werte von EF Cnc mit der hier verbesserten Periode und der von Pejcha & Sobotka (2001). Bei EF Cnc ist eine Periodenänderung vor 2450000 JD möglich. Diese kann aber wegen fehlender Beobachtungen nicht überprüft werden. Eine Lichtkurve von EF Cnc findet sich auch in Catalina Surveys (siehe <http://crts.caltech.edu/index.html>). Die Daten dort passen sehr gut zu der hier bestimmten Periode.

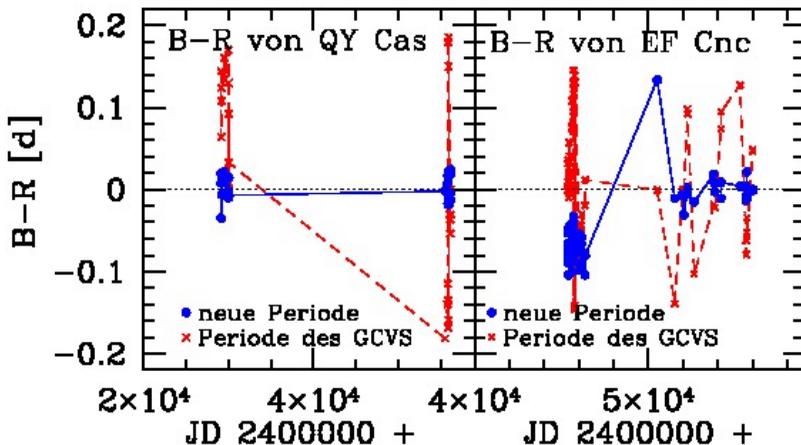


Abb. 1: Links: (B-R) von QY Cas mit der neuen Periode und der des GCVS (Samus et al. 2011). Rechts: (B-R) von EF Cnc verglichen mit den (B-R)-Werten der Periode von Pejcha & Sobotka (2001). Die Daten von Götz & Wenzel 1956 für QY Cas sind Minima-Zeiten. Sie sind in Maxima umgerechnet worden mit $m - M = 46\% \text{ der } P$. Bei EF Cnc ist eine Periodenänderung um JD 2450000 möglich.

Die Lichtkurven von QY Cas und EF Cnc

Bei der Beobachtung von QY Cas stellte sich heraus, dass die Lichtkurve des Sterns sehr variabel ist. Das Maximum kann sich als Doppelmaximum zeigen, aber auch als ein sehr breites Maximum ohne deutliche Einsenkung erscheinen.

Abbildung 2 zeigt vier Lichtkurven von QY Cas. Bei den oberen Kurven sieht man ein breites Maximum, bei dem eine Verdoppelung kaum angedeutet ist, während die unteren Kurven zwei deutlich getrennte Maxima vorweisen. Von den 9 Maxima, die ich beobachtet habe, zeigen 3 ein breites Maximum und 6 ein Doppelmaximum wobei aber einmal die Trennung zwischen den beiden Maxima nur angedeutet ist. Die Steilheit der Flanken im Auf- und Abstieg variiert ebenso wie die Helligkeit im Maximum. Diese schwankt um 0.2 mag wobei bei Doppelmaxima mal das 1. und mal das 2. Maximum das hellere ist (s. Abb. 2). Eine Beobachtung von QY Cas ist wegen der variablen Lichtkurve immer lohnend und interessant.

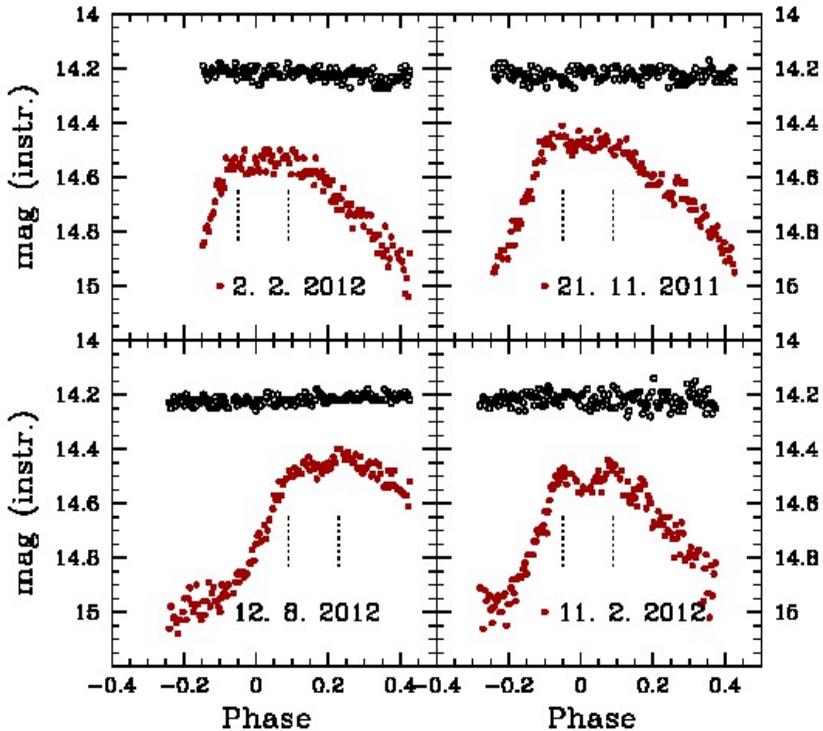


Abb. 2: Vier Lichtkurven von QY Cas als Beispiel für ihre Variation. Die Kurven vom 2.2.2012 und 21.11.2011 (oben) zeigen ein breites Maximum während die Lichtkurven vom 12.8.2012 und 11.2.2012 (unten) Doppelmaxima aufweisen mit deutlicher Trennung der beiden Maxima. Oben ist jeweils die Helligkeit des Vergleichsterns angegeben.

Von EF Cnc konnte eine Lichtkurve über die ganze Periode gewonnen werden. Abb. 3 zeigt diese Lichtkurve aus Beobachtungen von 8 Nächten. EF Cnc weist ebenfalls Doppelmaxima auf. Allerdings ist die Abnahme der Helligkeit zwischen den beiden Maxima oft so gering, dass eine sichere Bestimmung der beiden Maxima schwierig ist. Das 2. Maxima ist bei EF Cnc im allgemeinen heller als das 1. und die Lichtkurve ist nicht so variabel wie die von QY Cas.

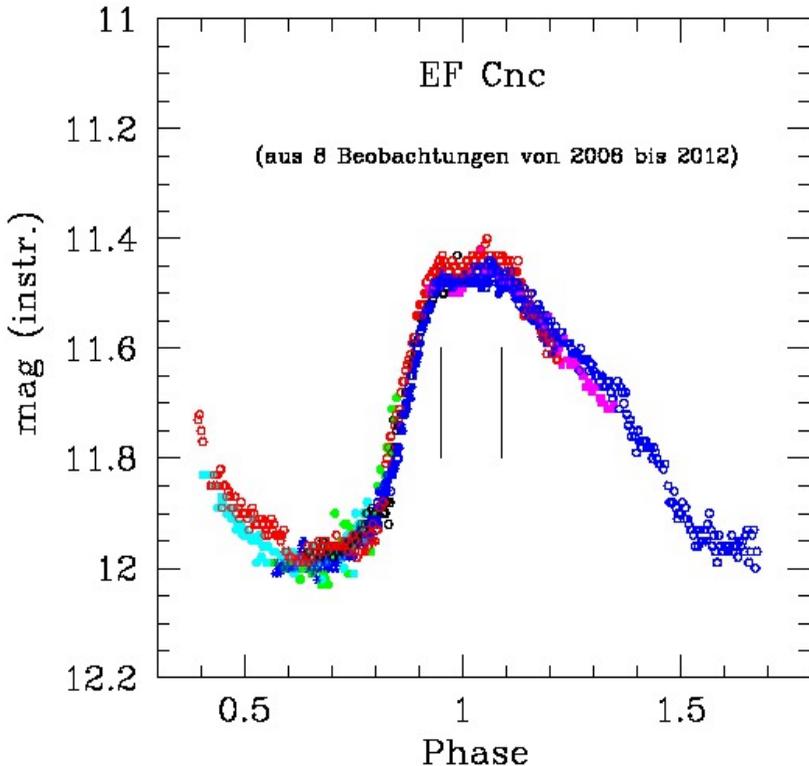


Abb. 3: Die Lichtkurve von EF Cnc über die ganze Periode. Die verschiedenen Farben bzw. Symbole geben die einzelnen Beobachtungen an. Die beiden senkrechten Linien zeigen die Breite des Doppelmaximums (s. Text).

Die gestrichelten Linien in Abb. 2 und 3 haben einen zeitlichen Abstand von einem siebtel der Periode. Diese Linien zeigen, dass trotz der großen Variabilität der Lichtkurven die Breite des Maximums bzw. der Doppelmaxima immer circa 1/7 der Periode beträgt. Dieses Phänomen zeigt sich auch bei anderen RRc-Sternen wie z. B. RZ Cep, CQ Boo oder DD Dra (s. Abb. 4).

Die Ursache dafür könnte in der Pulsations-Geschwindigkeit $V(\text{pul})$ der RR-Lyrae-Sterne liegen. In der Veröffentlichung de Boer & Maintz (2010) [6] wurde eine

Schwankung der Pulsations-Geschwindigkeit mit $P/7$ festgestellt, anhand von Beobachtungen an 12 RR-Lyrae-Sternen, die mit Strömngren-Filtern auf dem Carla Alto vorgenommen wurden.

Besonders die Doppelmaxima legen diese Vermutung nahe. Nach dem ersten Maximum erfolgt eine Abnahme der Helligkeit und auch von V (pul) (siehe Abbildung 9 in de Boer & Maintz (2010)). Nach $P/7$ steigt diese V (pul) wieder leicht an und dies könnte das 2. Maximum hervorrufen.

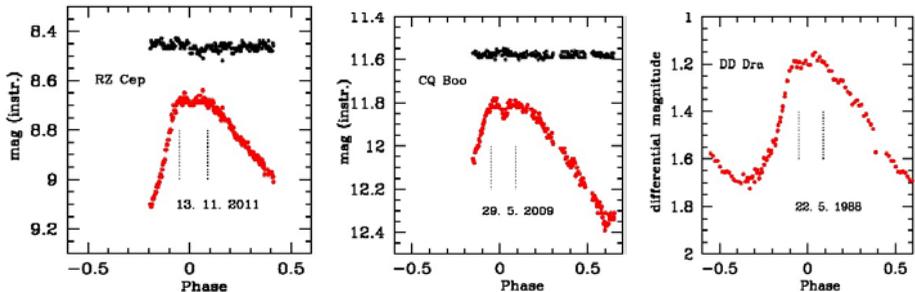


Abb. 4: Die Lichtkurven von RZ Cep, CQ Boo und DD Dra zeigen eine Breite im Doppelmaximum von $P/7$. RZ Cep (links) und CQ Boo (Mitte) wurden von mir beobachtet. Hier wird auch die Lichtkurve eines Vergleichsterns gezeigt. DD Dra (rechts) wurde von F. Agerer beobachtet (siehe Agerer & Lichtenknecker 1988 fig. 2).

Literatur:

- [1] Götz W., Wenzel W., 1956, VSS 2, 5, VIII
- [2] Samus et al., 2011, GCVS
- [3] Pejcha & Sobotka IBVS, 5113, 2001
- [4] Le Borgne et al., 2007, A&A 476, 307
- [5] Lasker B., Lattanzi M.G., McLean B.J., et al., 2006, The Guide Star Catalogue, Version 2.3.2
- [6] de Boer, K. S., & Maintz G. 2010, A&A, 520, 46
- [7] Hübscher, J., 2011, IBVS 5984
- [8] Hübscher, J., et al., 2012, IBVS 6010
- [9] Kippenhahn, R. 1955, Astron. Nachr., 282, 73-77
- [10] Agerer, F., & Lichtenknecker, D., 1988, IBVS 3213

Tabelle 1:

Meine Maxima der RRc-Sterne QY Cas und EF Cnc. Die Angaben für (B-R) beziehen sich auf die neu bestimmte Periode von 0.2741261 d beziehungsweise 0.295778 d. Die Erstepoche ist 2455887.368 für QY Cas und 2456001.4818 für EF Cnc.

	Maximum JD	Unsicherheit [d]	(B-R) [d]	Epoche	n	Bemerkung
QY Cas	2455548.2725 (a)	0.003	-0.001	-1237	65	Max 2
QY Cas	2455837.4842	0.002	0.007	-182	92	Max 2
QY Cas	2455856.4092	0.001	0.017	-113	107	Max 2
QY Cas	2455887.3512	0.0014	-0.017	0	130	Max 1
QY Cas	2455887.3851:	0.004	0.017	0	130	Max 2 schwach ausgeprägt
QY Cas	2455943.2712	0.0019	-0.019	204	117	Max 1
QY Cas	2455943.3051	0.0016	0.015	204	117	Max 2
QY Cas	2455960.2687	0.0016	-0.017	266	125	Max 1
QY Cas	2455960.2973	0.0035	0.0115	266	125	Max 2 schwach ausgeprägt
QY Cas	2455969.3178	0.001	-0.014	299	146	Max 1
QY Cas	2455969.3535	0.0016	0.022	299	146	Max 2
QY Cas	2456143.3885	0.001	-0.013	933	114	Max 1
QY Cas	2456143.4254	0.002	0.024	933	114	Max 2
QY Cas	2456152.4443	0.002	-0.004	966	151	Max 1
QY Cas	2456152.4673	0.001	0.019	966	151	Max 2
EF Cnc	2455628.4925 (b)	0.003	-0.013	-1261	119	Max 1
EF Cnc	2455661.3588 (b)	0.002	0.022	-1150	114	Max 2
EF Cnc	2455671.3942 (b)	0.003	0.001	-1116	119	1 breites Doppelmaxim.
EF Cnc	2456001.4818	0.003	0.000	0	214	1 breites Doppelmaxim.
EF Cnc	2456010.3541	0.003	-0.001	30	231	1 breites Doppelmaxim.

(a) Huebscher 2011

(b) Huebscher et. al. 2012