

# UZ und EX Comae - zwei benachbarte RR-Lyrae-Sterne

## Lightcurve and period of the RR Lyrae stars UZ Com and EX Com

Rainer Gröbel

**Abstract:** Based on data from the SWASP database and on recent observations 31 maxima and 21 minima timings of the little studied RR Lyrae star UZ Com could be derived. An ephemeris and a CCD lightcurve are given. From SWASP data, a 66.26 d Blazhko period could be found which probably prevails until now. It seems also that the hump present in the rising branch of the light curve is a constant feature of the star. Two CCD maxima of the neighbouring faint RR Lyr star EF Com could be won. A light curve and a tentative ephemeris are given.

UZ Com wurde aus den von Frau Maintz zur Beobachtung empfohlenen RR-Lyrae-Sternen [1] ausgewählt. Auch dieses Mal lieferte eine Abfrage bei der SuperWASP [2] Datenbank zahlreiche Messpunkte. Daraus wurden ausreichend Zeitpunkte und Helligkeiten der Extrema abgeleitet, um eine Blazhkoperiode von 66,26 d festzustellen. Ein weiteres Merkmal des Sterns scheint der in der Lichtkurve (LK) im Aufstieg zum Maximum (Max.) in verschiedenen Ausprägungen zu findenden „Buckel“ zu sein. Der im gleichen Feld befindliche, zwischen 16,5 und 17,5 mag. schwankende RR-Lyrae-Stern EF Com war für die Beobachtung eine besondere Herausforderung.

### UZ Com: GSC 02535-00228 (13:12:26.77 +30:21:16)

Bei einer Untersuchung von Moskauer Platten wurde 1957 der Stern von N. B. Perova [3] als ein zwischen 13 und 14,1 mag. mit einer Periode von 0,74 d schwankender RR-Lyrae-Stern identifiziert. Eine photographische LK (Abb. 1 links) wurde erstellt, aus 20 Max. die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2435577,460 + 0,7369265 \times E \quad (1)$$

gewonnen und der Stern zuerst als SVS 384 registriert. Die im GCVS angegebene Ephemeride bezieht sich aber auf eine Arbeit von Kinman et al. [4] (Abb. 1 rechts):

$$\text{HJD (Max.)} = 2437351,255 + 0,736941 \times E$$

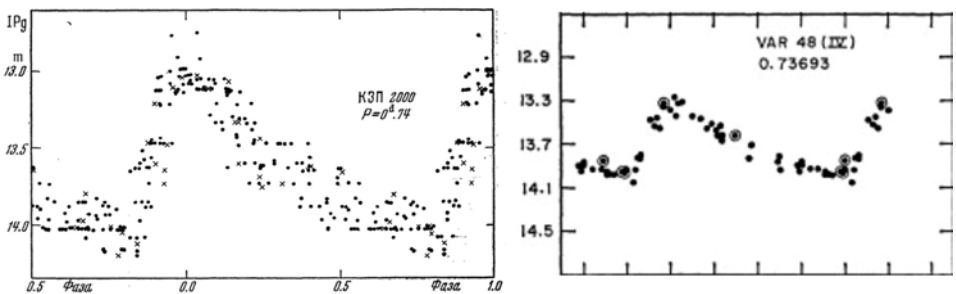


Abb. 1: Die photographischen LKs von UZ Com.

Zu diesem Stern gibt es in SIMBAD zwar viele Einträge, aber nur wenige betreffen das Periodenverhalten oder die LK. Die Liste der Max. in GEOS [5] konnte etwas ergänzt werden, aber neuere „sichere“ Beobachtungen dieses Sterns scheint es nicht zu geben.

### Was verraten SWASP Daten über diesen Stern?

Aus den mit vier Kameras gewonnenen 8398 Messpunkten konnten zwei dichte Messreihen ausgewertet werden. Die erste Reihe mit 2070 Punkten reicht vom 2.5. bis zum 8.9.2004 und die zweite mit 5876 Punkten vom 1.4.2006 bis zum 30.5.2007.

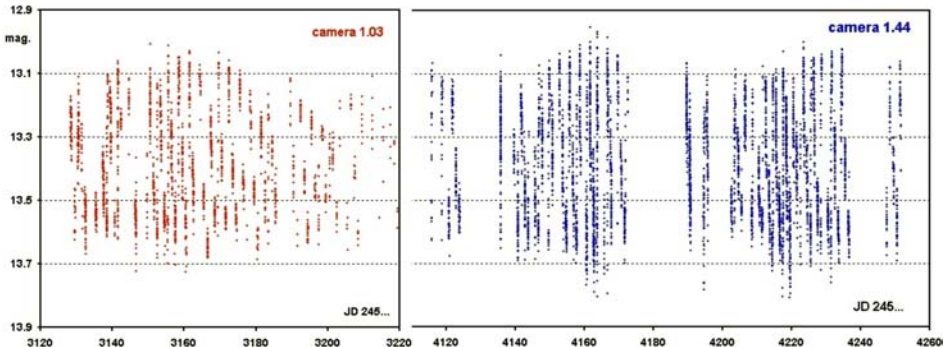


Abb. 2: Eine Übersicht über die erste und den dichtesten Teil der zweiten Messreihe.

In Abb. 2 fällt eine rhythmische Zu- und Abnahme der Amplitude der Schwingung des Sterns auf, dessen Periode auf etwas unter 70 d geschätzt wurde. Dies bestätigt die Vermutung von E. G. Schmidt [6], dass dieser Stern ein „Blazhko-Kandidat“ sei.

Bedingt durch die relativ lange Periode des Sterns konnten nur der Zeitpunkt und die jeweilige Helligkeit von 29 Max. und 19 Min. abgeleitet werden. In diesen Fällen war die eingegrenzte LK beidseitig der Extrema ausreichend mit Messpunkten belegt. Darüber hinaus konnte zumindest die Helligkeit zu einem etwas unsichereren Zeitpunkt einiger Max. in die Auswertung aufgenommen werden.

Diese Werte wurden dem Periodensuchprogramm vorgelegt. Sowohl beim Zeitpunkt als auch bei der Helligkeit der Max. ergab sich ein deutlicher Ausschlag bei einer Periode von 66,26 d. Das Diagramm in Abb. 3 zeigt den Verlauf der zeitlichen Abweichungen der Ankunft der Max. und den Verlauf der jeweiligen Helligkeit, reduziert mit der sekundären Periode. Auf der linken Abzisse kann abgelesen werden, dass der Zeitpunkt eines Max. gegenüber der Vorhersage mit einer mittleren Periode von 0,7369745 d regelmäßig zwischen einer Verspätung von  $\sim 3/4$  h und einer Verfrühung von  $\sim 1/2$  h pendelt. Rechts kann die jeweilige Helligkeit der Max. abgelesen werden. Es erfolgt eine Zu- und Abnahme der Helligkeit mit gleicher Periode und einer Amplitude von  $\sim 0,25$  mag., allerdings nicht genau in Antiphase. Beide Erscheinungen sind Merkmale eines „klassischen“ Blazhko-Effekts.

Abb. 4 zeigt eine in der Literatur [7] verwendete andere Art der Darstellung, die den zyklischen Verlauf der Änderungen in den Max. anschaulich darstellt. Im Diagramm wird die (B-R) als Ordinate und die Helligkeit des Sterns im Max. wird als Abzisse genommen.

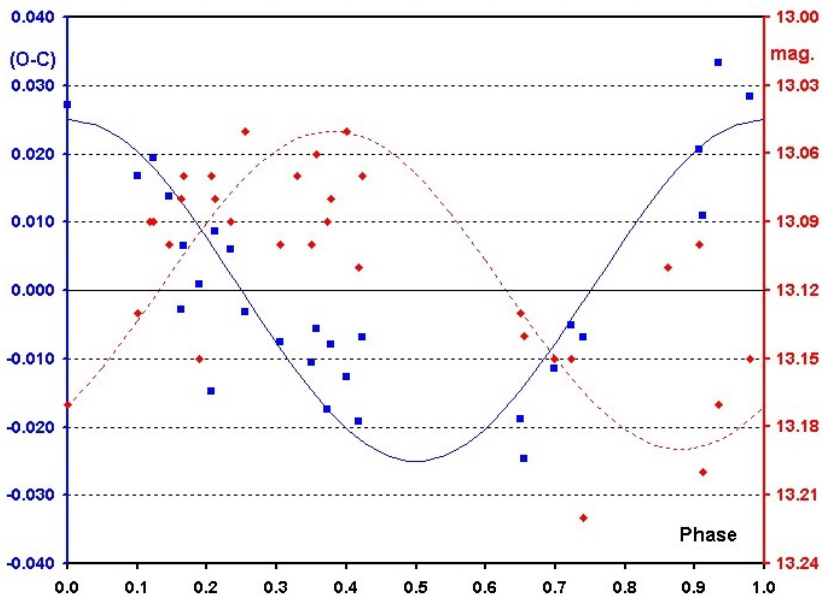


Abb. 3: Die Variationen vom Zeitpunkt der Max. (Quadrate) und deren jeweilige Helligkeit (Rauten), reduziert mit der sekundären Periode von 66,26 d.

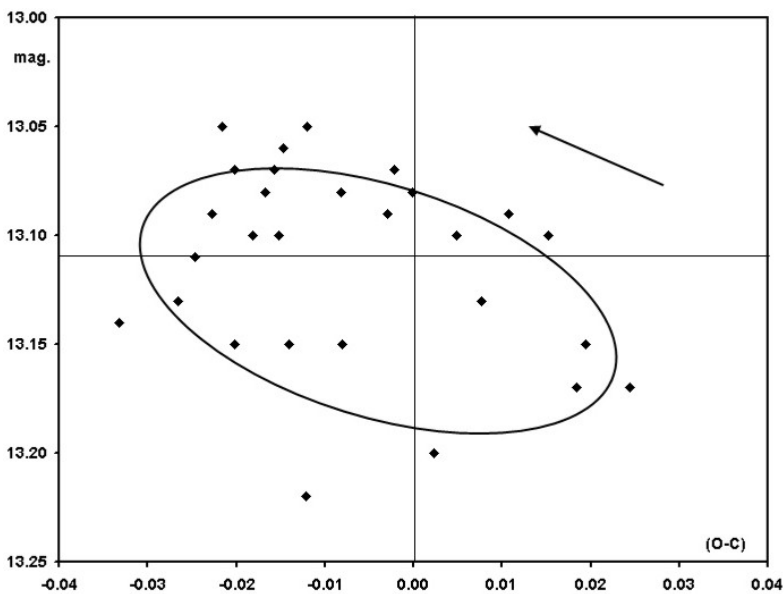


Abb. 4: In ca. 66 d durchlaufen die Max. einen gegen den Uhrzeigersinn geschlossenen Zyklus.

Bei anderen Sternen kommen ähnliche Zyklen häufig vor, dennoch sind alle Varianten möglich. Vom waagerechten Strich (Änderungen nur in der (B-R)) bis zum senkrechten Strich (Änderungen nur in Helligkeit), sind alle Zwischenstufen in beiden Richtungen möglich, bis hin zu einem, einer „8“ ähnelnden überkreuzten Zyklus. Die Zyklenform scheint für einen gegebenen Blazhko-Stern kennzeichnend zu sein.

Obwohl die Streuung bei den in diesem Helligkeitsbereich von SWASP gewonnenen LKs deutlich zunimmt, ist die Qualität ausreichend um ein weiteres Merkmal des Sterns zu erkennen. In verschiedenen Ausprägungen zeigt sich ein „Buckel“ im Aufstieg zum Max. (Abb. 5). Diese Erscheinung scheint dauerhaft zu sein, denn sie ist auch in der aktuellen LK (Abb. 9) zu finden.

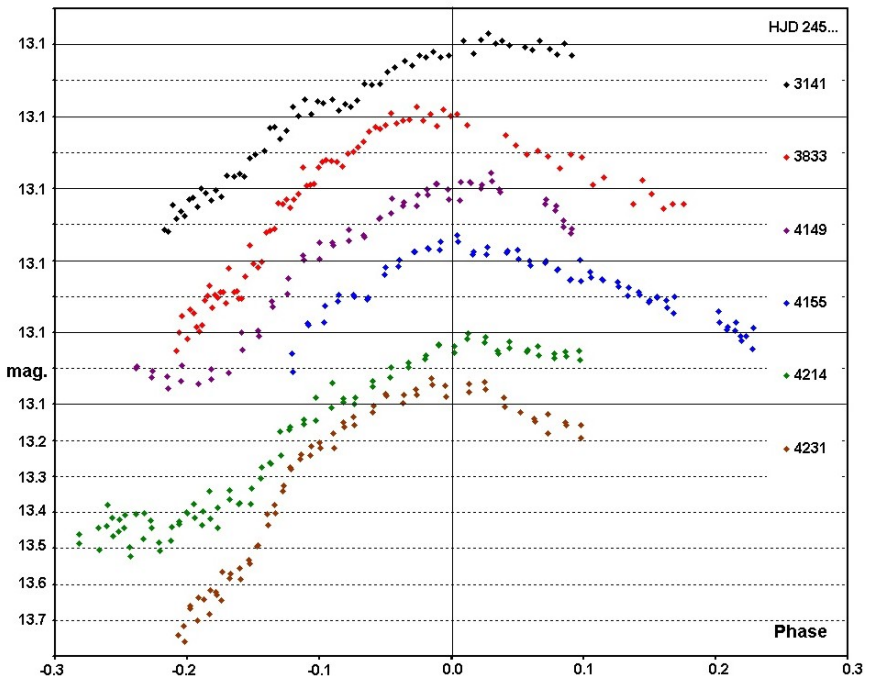


Abb. 5: Eine Auswahl SWASP LKs, jeweils um 0,2 mag. versetzt. Auch die durch den Blazhko-Effekt hervorgerufene Phasenverschiebung der Max. ist sichtbar.

### Eine aktuelle Ephemeride

Aus den SWASP und den hinzu gekommenen CCD Max. ergibt sich folgende Ephemeride:

$$\text{HJD (Max.)} = 2454223.420 (3) + 0.7369734 (20) \times E \quad (2)$$

Für die Min. gilt die Ephemeride:

$$\text{HJD (Min.)} = 2454154.710 + 0.7369734 \times E \quad (3)$$

Daraus ergibt sich folgendes (B-R)-Diagramm:

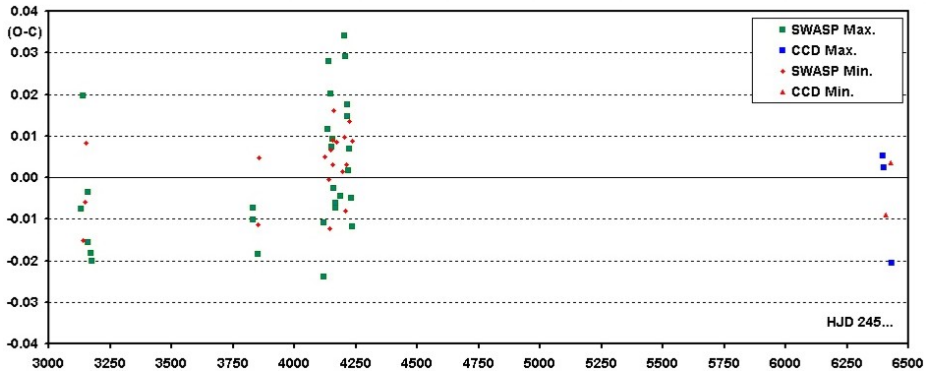


Abb. 6: Das mit den Ephemeriden (2) und (3) erstellte (B-R)-Diagramm der neueren Extrema.

Zu den dazu gehörigen Tabellen, siehe Anmerkung (1).

Auf der Suche nach weiteren Max. wurden die Messpunkte vom CRTS [8] (Abb. 7 links) und vom NSVS [9] (Abb. 7 rechts) dargestellt. Aus den in zwei verschiedenen Zeitabschnitten gewonnenen Datenblöcken vom NSVS konnten zwei „CCD normal Max.“ abgeleitet werden. Aus den CRTS Daten wurden einige, allerdings recht ungenaue Max. gewonnen. Dennoch fügen sich diese Punkte im (B-R)-Diagramm (Abb. 8) gut ein.

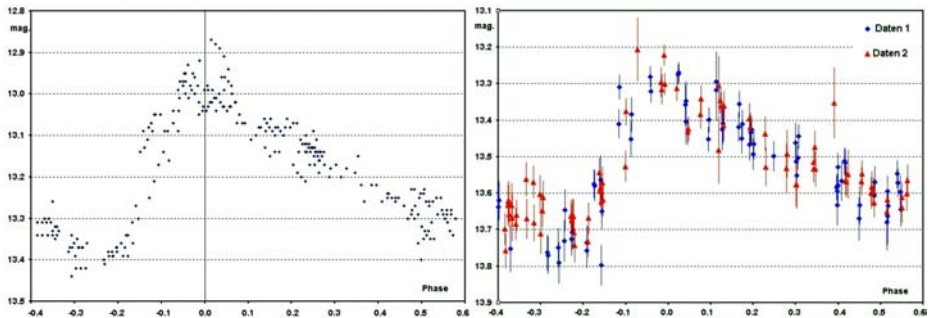


Abb. 7: Links die Messpunkte vom CRTS, rechts die vom NSVS reduziert mit einer mittleren Periode. Die CRTS LK zeigt Anzeichen des Blazhko-Effekts.

Zu den CRTS Daten im Allgemeinen, siehe Anmerkung (2).

### Das langfristige Verhalten der Periode

Gegenüber Ephemeride (1) verlängert sich die Periode um  $0,000057$  d ( $\sim 5$  s). Über einen langen Zeitraum summiert sich dies so, dass sich im (B-R)-Diagramm ein Epochensprung zeigt. Durch die Versetzung der SWASP und CCD Max. um eine Epoche ergibt sich ein besseres Bild (Abb. 8), zumal D. Svetlov [10] von einer kurz

nach den Beobachtungen von Perova stattfindenden Verlängerung ausgeht. Aus der Vermessung von Platten am Maria Mitchell Observatory in den Jahren 1981-84 konnte er ein pg. normal Max. ableiten und fügte seiner Ephemeride ein quadratisches Glied an. Eine etwas bessere Anpassung erreichte er mit der Annahme einer zuerst konstanten Periode mit anschließender Verlängerung. Seine Ephemeride hat die Form:

$$\text{HJD (Max.)} = 2444796.650 + 0.7369509 \times E + 7.85 \times 10^{-10} E^2$$

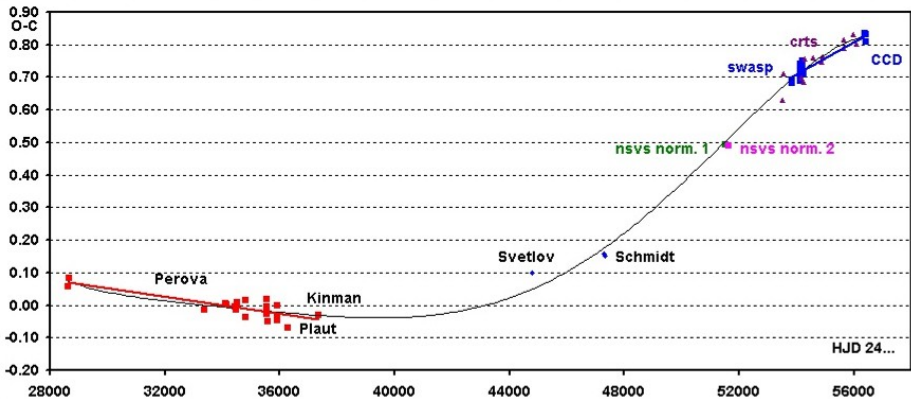


Abb. 8: Die (B-R)-Kurve mit allen verfügbaren Max.

In der Tendenz scheint das von E. G. Schmidt [6] gewonnene CCD Max. dies zu bestätigen, auch wenn der Autor warnt, dass bedingt durch seine Beobachtungsmethode die angegebenen Max. nicht für Periodenstudien geeignet sind.

### Die Lichtkurve von UZ Com 2013

In acht Nächten konnten längere Messreihen mit einem 10" SC und einer ST8 XME Kamera im halbautomatischen Betrieb gewonnen werden. In drei Nächten waren die Bedingungen gut, ansonsten war der Hintergrund sehr hell oder/und schwankend. Mit 120 s Belichtungszeit und ohne Einsatz eines Filters hielt sich dennoch die Streuung in Grenzen. Insgesamt wurden 1374 Messpunkte gewonnen.

In dieser relativ sternleeren Gegend ist die Auswahl an Vergleichssternen begrenzt. Schon bald stellte sich heraus, dass der zuerst als Vergleichssterne gewählte GSC 02535-00402 (nun C1 in Tab. 1 und Abb. 10) um +/- 0,03 mag. gegenüber den beiden anderen Kontrollsternen variiert. Eine Periodizität konnte nicht nachgewiesen werden.

Stern	GSC 1	$\alpha$	$\delta$	mag.	Anm.
C	02535-00608	13:12:22.97	+30:13:58.1	12.95	
C1	02535-00402	13:12:51.09	+30:19:07.3	13.11	Var.?
C2	02535-00647	13:12:18.74	+30:19:22.7	13.51	

Tabelle 1: Vergleichs- und Kontrollsterne von UZ Com.

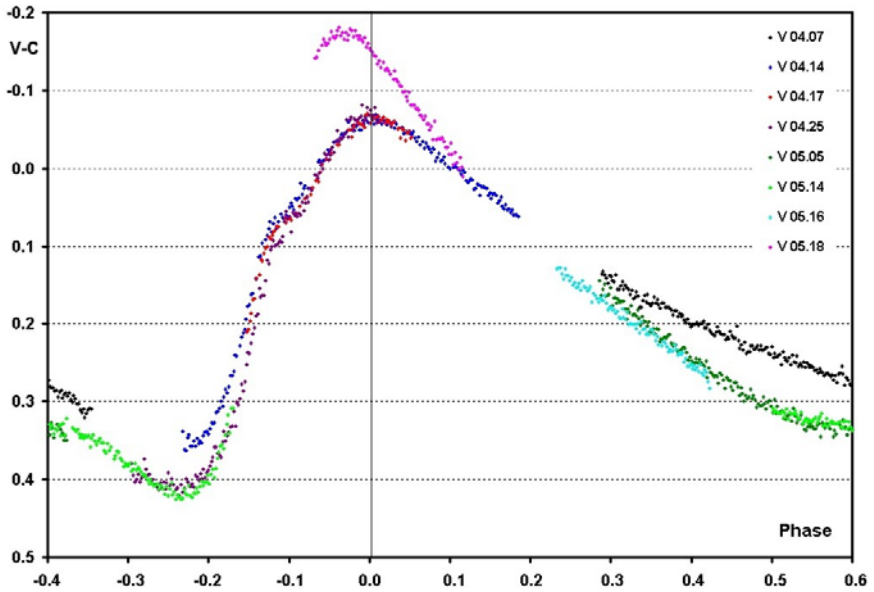


Abb. 9: Die aktuelle LK. Bei immer kürzer werdenden Nächten gelang es beim Max. vom 18. 5. gerade noch die fortdauernde Wirkung der Blazhko-Periode zu zeigen.

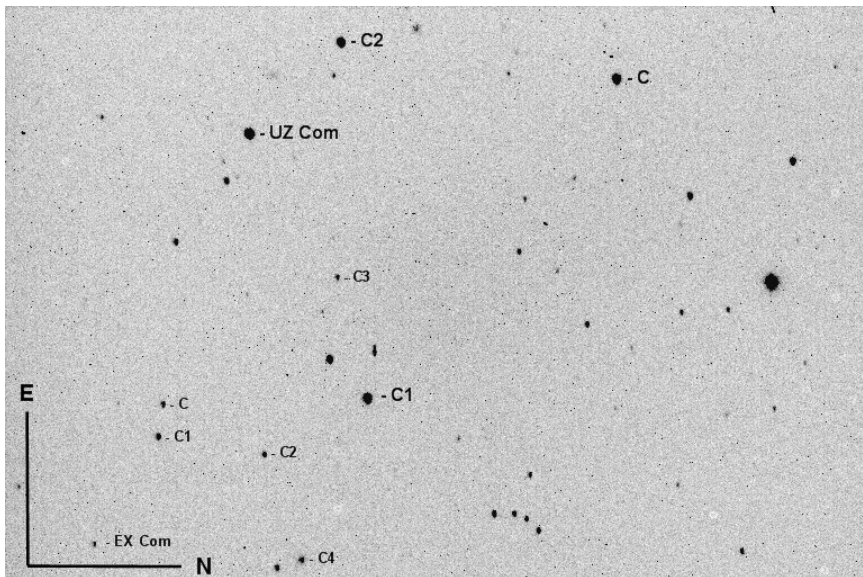


Abb. 10: Das Feld der Kamera wurde so eingerichtet, dass EX Com noch erfasst werden konnte.

### EX Com: GSC 2.3 N596012654 (13:13:03.8 +30:24:38.8)

Dieser Stern wurde 1959 von N. E. Kurochkin [11] als vermutlicher, zwischen 15,9 und 17,4 mag. schwankender RR-Lyrae-Stern unter der Bezeichnung SVS 1256 gemeldet. Die im GCVS angegebene Ephemeride bezieht sich wiederum auf die Arbeit von Kinman et al. [4] mit einer als unsicher gekennzeichneten Periode:

$$\text{HJD (Max.)} = 2437351,360 + 0,558412: x E$$

Mit den vier für die Periode gefundenen Werten und den Angaben in GEOS ließ sich keine Vorhersage erstellen. Aus den Beobachtungen (Abb. 11) konnten zwei sichere und ein unsicheres Max. abgeleitet werden. In Verbindung mit einigen aus CRTS Daten gewonnenen Max. mit geringem Gewicht ergibt sich folgende, noch recht vorläufige Ephemeride:

$$\text{HJD (Max.)} = 2456418,417(4) + 0,558685(21) \times E \quad (3)$$

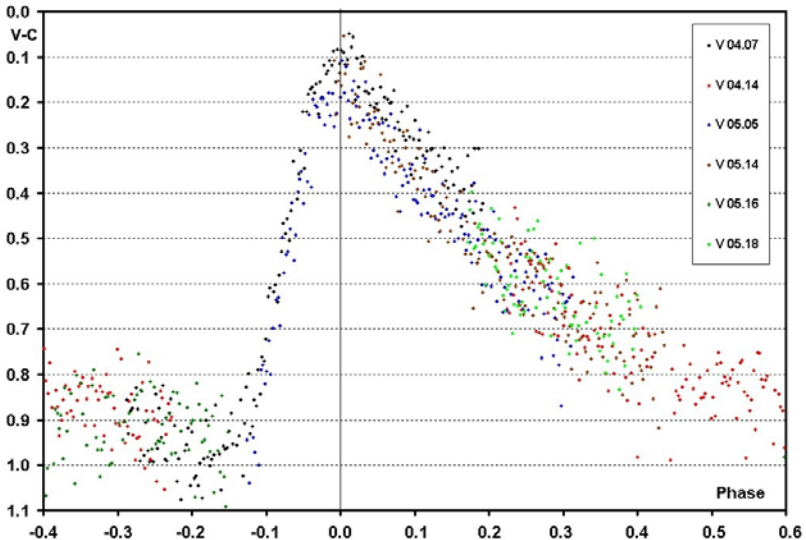


Abb. 11: An der Grenze des Erreichbaren: die LK von EX Com.

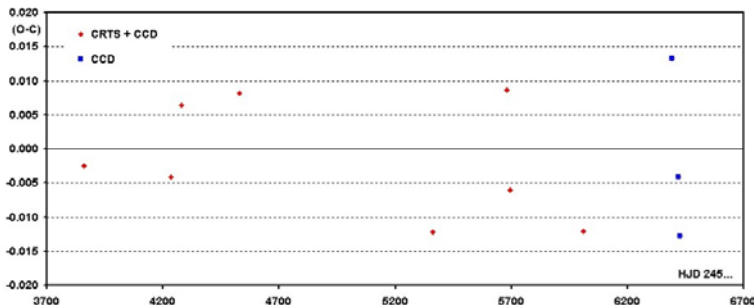


Abb. 13: Das mit Ephemeride (3) erstellte vorläufige (B-R)-Diagramm von EX Com.



## **Anmerkungen:**

Anm. (1): Es erscheint sinnvoll die platzraubenden und schwer zu übertragenden Tabellen in einem Anhang anzuführen. Es sei daher auf die Web Version dieses Artikels auf der Homepage der BAV verwiesen.

Anm. (2): Bei Helligkeiten oberhalb 13 oder 12 mag. macht sich in den CRTS Daten der Saturationseffekt immer stärker bemerkbar. Bei konstanten Sternen steigt die Standardabweichung mit der Helligkeit und bei Veränderlichen erscheint die LK mehr und mehr gestaucht, bis hin zu erratisch verteilten Messpunkten. Daraus abgeleitete „CCD normal Max.“ sind unbrauchbar.

## **Literatur:**

- [1] Maintz, G., [http://aibn77.astro.uni-bonn.de/~gmaintz/AufrufRR\\_Fr12.tab](http://aibn77.astro.uni-bonn.de/~gmaintz/AufrufRR_Fr12.tab)
- [2] SuperWASP Public archive, <http://www.wasp.le.ac.uk/public/lc/index.php>
- [3] Perova, N. B., Perem. Zvezdy, 12, 44-49 (1957)
- [4] Kinman, T.D., Wirtanen, C.A., Janes K.A., Lick Contr N202=ApJ Suppl N119,1966.
- [5] GEOS Datenbank, [http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr/dbrr/dbrr-V1.0\\_0.php](http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr/dbrr/dbrr-V1.0_0.php)
- [6] Schmidt, E.G., Loomis, C.G., Groebner, A.T. and Potter, C.T, The long-period field RR Lyrae stars, Astrophys. J., 360, 604-611 (1990)
- [7] Le Borgne, J.F. et al., 2007, The all-Sky GEOS RR Lyr Survey with the TAROT Telescope, Analysis of the Blazhko Effect, arXiv: astro-ph/1205.6397v1
- [8] The Catalina Surveys, <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>
- [9] NSVS <http://skydot.lanl.gov/nsvs/nsvs.php>
- [10] Svetlov, D. J., Am.Assoc.Variable star obs, 14, 53-58 (1985). On the periodicity of UZ Comae Berenices.
- [11] Kurochkin, N.E., New variable stars in SA 57, Perem. Zvesdy, 12, 409-417 (1959)

## **Danksagung:**

Für diesen Artikel wurde das "WASP public archive" verwendet, das durch die University of Cambridge, Keele University, University of Leicester, The Open University, The Queen's University Belfast, St. Andrews University und die Isaac Newton Group erstellt wurde. Diese Arbeit wurde durch die SIMBAD Datenbank am CDS, Strasbourg und durch die GEOS Datenbank ermöglicht. Klaus Bernhard danke ich für Hinweise und Unterstützung.

UZ Com Ephemeris

EO	+/-	Period	+/-
2454223.421	0.003	0.7369745	0.0000021

HJD	weight	Epoch	(O-C)	Obs.
2453130.481	5	-1483	-0.007	Swasp
2453141.563	5	-1468	0.021	Swasp
2453158.490	5	-1445	-0.003	Swasp
2453161.426	5	-1441	-0.015	Swasp
2453172.478	5	-1426	-0.017	Swasp
2453175.424	5	-1422	-0.019	Swasp
2453830.606	5	-533	-0.007	Swasp
2453833.551	5	-529	-0.010	Swasp
2453853.441	5	-502	-0.019	Swasp
2454118.746	5	-142	-0.024	Swasp
2454121.707	5	-138	-0.011	Swasp
2454135.732	5	-119	0.011	Swasp
2454141.644	5	-111	0.027	Swasp
2454149.743	5	-100	0.020	Swasp
2454152.678	5	-96	0.007	Swasp
2454155.628	5	-92	0.009	Swasp
2454158.564	5	-88	-0.003	Swasp
2454166.666	5	-77	-0.008	Swasp
2454169.615	5	-73	-0.007	Swasp
2454189.515	5	-46	-0.005	Swasp
2454203.556	5	-27	0.034	Swasp
2454206.499	5	-23	0.029	Swasp
2454214.594	5	-12	0.017	Swasp
2454217.539	5	-8	0.014	Swasp
2454220.474	5	-4	0.001	Swasp
2454223.427	5	0	0.006	Swasp
2454231.522	5	11	-0.005	Swasp
2454234.463	5	15	-0.012	Swasp
2456397.497	10	2950	0.002	CCD
2456400.442	10	2954	-0.001	CCD
2456431.372	5	2996	-0.024	CCD