

Lichtkurve und Periode von vier RR-Lyrae-Sternen in Ursa Major: AG UMa, AV UMa, BK UMa und CK UMa

Lightcurve and period of four RR Lyrae stars in Ursa Major: AG UMa, AV UMa, BK UMa and CK UMa

Rainer Gröbel

Abstract: *Since their discovery and the determination of a first ephemeris, these stars have been largely ignored by observers. By analysis of SWASP data and subsequent CCD observations, updated ephemerides could be derived.*

$$AG\ UMa: HJD\ (Max.) = 2456723.4078(13) + 0.46216558(30) \times E$$

$$AV\ UMa: HJD\ (Max.) = 2455660.5374(7) + 0.47911037(28) \times E$$

$$CK\ UMa: HJD\ (Max.) = 2456725.4077(44) + 0.6356623(8) \times E$$

$$BK\ UMa: HJD\ (Max.) = 2456728.4999(17) + 0.6103070(5) \times E$$

In all cases, no major period change could be detected. The shape of the lightcurves based on data from some robotic telescopes and the recent CCD lightcurves are in good agreement and lead to the conclusion that the lightcurve shape remained constant.

Diese Sterne wurden seit ihrer Entdeckung und der Bestimmung einer ersten Ephemeride nur wenig bearbeitet. Neuere Einträge in der GEOS-Datenbank [1] wurden meistens den Arbeiten von Wils et al. [2] und Drake et al. [3] entnommen. CCD-Maxima (Max.) sind nicht in allen Fällen vorhanden. Mit der Auswertung der SWASP-Daten [4] und der anschließenden Beobachtung konnten die Ephemeriden aktualisiert und Lichtkurven (Lks) gewonnen werden. Es stellte sich heraus, dass zumindest seit 1961 die Perioden dieser Sterne keine größeren Änderungen zeigen. Soweit der Vergleich der CCD-Lks mit denen aus Daten von CRTS, NSVS und teilweise aus Linear gewonnenen Lks eine Einschätzung erlaubt, zeigen diese keine wesentlichen Änderungen ihrer Gestalt.

1. AG UMa: (10 48 56.35 +42 40 14.3), GSC 03011-01742, 2MASS 10485634+4240142.

Dieser Stern wurde von C. Hoffmeister [5] entdeckt und als zwischen 15 und 16 mag schwankender RR-Stern klassifiziert. Mit der Ephemeride von L. Meinunger und W. Wenzel [6]

$$HJD\ (Max.) = 2437347.493 + 0.4625 \times E$$

wurde der Stern im GCVS übernommen.

Wegen seiner relative Schwäche und der damit verbundenen starken Streuung, konnte aus den SWASP-Daten nur eine Serie vom 21.12.2006 bis zum 4.5.2007 mit 1420 Messpunkten ausgewertet werden. Die mit über 1 mag große Amplitude erlaubte es dennoch, 13 Max. mit einer geschätzten Genauigkeit von +/- 0,003 d abzuleiten.

In den Nächten vom 6.3. und 10.3.2014 konnten mit einem 10" SCT und einer ST8 XME-Kamera im halbautomatischen Betrieb 427 Messpunkte mit 120 s Belichtungszeit ohne Filter gewonnen werden. Daraus wurde die Lk. in Abb. 1 erstellt.

Aus den SWASP- und den zwei hinzugekommenen CCD-Max. ergibt sich die Ephemeride

$$HJD\ (Max.) = 2456723.4078(13) + 0.46216558(30) \times E \quad (1)$$

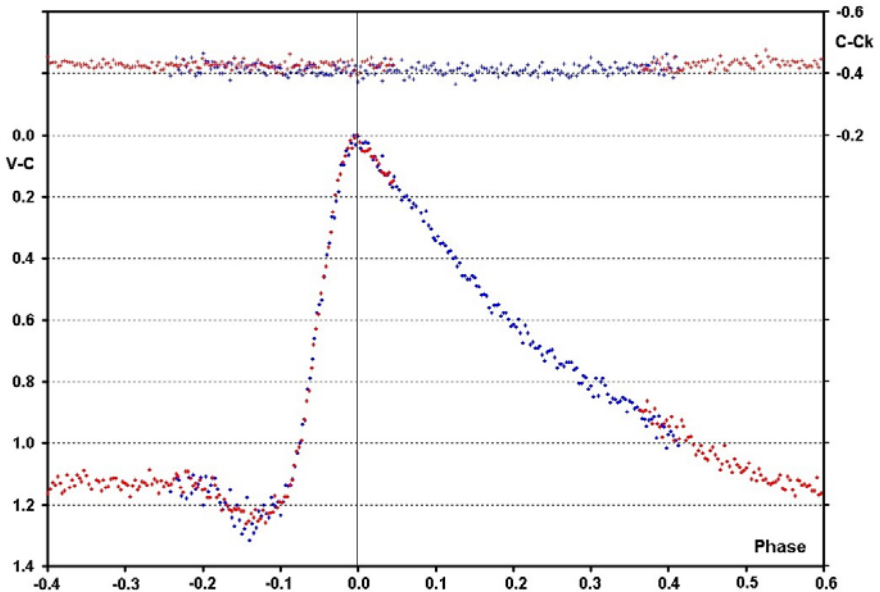


Abb. 1: Die 2014 gewonnenen Messpunkte reduziert mit Ephemeride (1).

Die Lk in Abb. 1 ist der aus CRTS-Daten reduzierten Lk sehr ähnlich (Abb. 2 links). Die in einem Zeitraum von sieben Jahren gewonnenen Messpunkte zeigen, dass der Stern von 14,5 bis 15,6 mag mit nur geringer Streuung schwankt und somit die Lk konstant ist. Ähnliches, wenn auch weniger deutlich zeigt sich bei der Linear-Lk (Abb. 2 rechts).

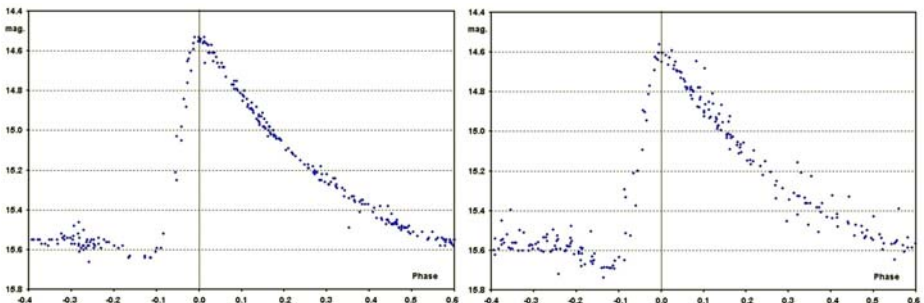


Abb. 2: Die Messpunkte von CRTS und Linear reduziert mit Ephemeride (1).

Das (B-R)-Diagramm (Abb. 3) zeigt eine Abweichung der pg. Max. aus den Jahren 1961 und 1962 von ca. 2 h. Seitdem hat sich die Periode nur leicht um 0,19 s verkürzt. Die aus Punkten in der Nähe der höchsten Helligkeit abgeleiteten „Max.“ aus den CRTS- und Linear-Daten fügen sich tendenziell in das (B-R)-Diagramm ein, dennoch wurden sie bei der Berechnung von Ephemeride (1) nicht berücksichtigt.

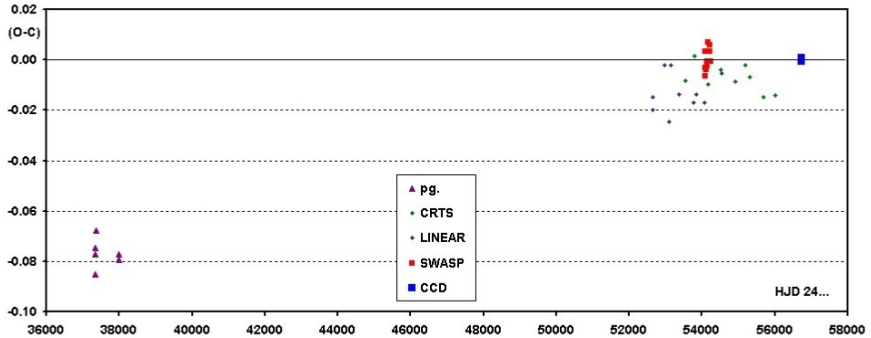


Abb. 3: Das (B-R)-Diagramm der vorhandenen Max..

2. AV UMa: (11 29 40.53 +42 44 24.8), GSC 2.3 N93F001854, 2MASS 10485634+4240142.

Auch dieser Stern wurde von C. Hoffmeister entdeckt und wiederum als zwischen 15 und 16 mag schwankender RR-Stern klassifiziert. Die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2437347.512 + 0.479483 \times E$$

von Meinunger und Wenzel wurde im GCVS übernommen.

Mit den gleichen Einstellungen der Kamera wurden 364 Messpunkte in den Nächten vom 23., 25. und 27.3.2014 gewonnen und daraus die Lk. in Abb. 4 erstellt.

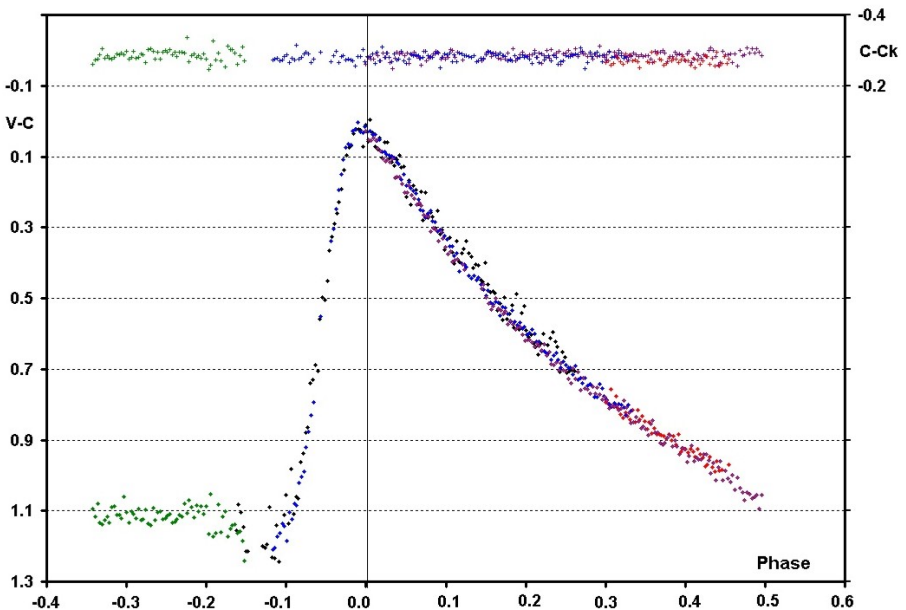


Abb. 4: Die 2014 gewonnenen Messpunkte reduziert mit Ephemeride (2).

Ein Vergleich mit der gut definierten CRTS-Lk. zeigt, dass der Stern in einem Bereich von 14,5 bis 15,7 mag schwankt und sich die Lk. sehr genau wiederholt.

Aus den SWASP-Daten konnte wiederum nur eine Serie vom 30.12.2006 bis 12.5.2007 mit 1456 Messpunkten ausgewertet werden. Dabei wurden 17 Max. abgeleitet. Aus diesen Daten, einem CCD-Max. von F. Agerer und den zwei hinzugekommenen CCD-Max., ergibt sich die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2455660.5374(7) + 0.47911037(28) \times E \quad (2)$$

Das (B-R)-Diagramm in Abb. 5 zeigt bei den neueren Max. eine Abweichung von ca. 4,3 Stunden gegenüber den pg. Max.. Seitdem hat sich die Periode um 0,46 s verlängert. Über den Verlauf dieser Änderung kann nichts ausgesagt werden.

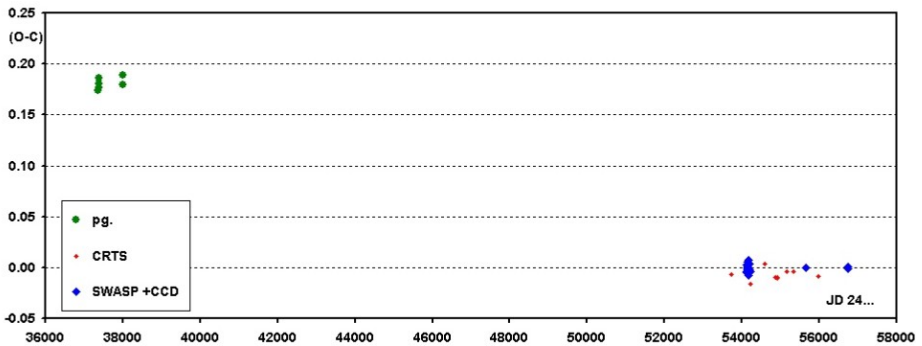


Abb. 5: Das mit Ephemeride (2) erstellte (B-R)-Diagramm der vorhandenen Max..

3. BK UMa: (10 50 18.93 +42 34 08.4), GSC 03011-01600, 2MASS 10501892+4234084.

Dieser Stern wurde ebenfalls von C. Hoffmeister entdeckt und als möglicher RRc in den Grenzen 12,5-13 mag klassifiziert. Die von Meinunger und Wenzel erstellte Ephemeride geht von einer Periode von 0.389133 d aus. Die CCD-Messpunkte von E. G. Schmidt [7] ließen sich aber besser mit einer 0,6357 d Periode darstellen.

Mit den gleichen Einstellungen wurden 436 Messpunkte in den Nächten vom 8. und 9.3.2014 gewonnen. Daraus wurde die Lk. in Abb. 6 erstellt. Demnach dürfte BK UMa eher ein RRab-Stern mit geringer Amplitude sein.

Aus den SWASP-Daten konnte auch nur eine längere Serie vom 30.12.2006 bis zum 12.5.2007 mit 1456 Messpunkten ausgewertet werden. Daraus wurden 14 Max. abgeleitet. Aus diesen Daten, den fünf in GEOS verzeichneten und dem hinzugekommenen CCD-Max. ergibt sich die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2456725.4077(44) + 0.6356623(8) \times E \quad (3)$$

Im (B-R)-Diagramm in Abb. 7 rechts fällt auf, dass die Messreihe von SWASP sowie die vier CCD-Max. von F.J. Hamsch und J. M. Llapasset in einem engen Zeitraum von 111 d gewonnen wurden. Diese CCD-Max. streuen um +/- 0,5 h. Dies könnte ein Indiz für eine „unruhige“ Lk. sein. Auf den ersten Blick scheint die CRTS-Lk. dies zu bestätigen. Bei 12,5 mag im Max. macht sich aber die Saturation bei dessen Kamera schon stark bemerkbar. Dagegen verläuft die NSVS-Lk. vergleichsweise „glatt“.

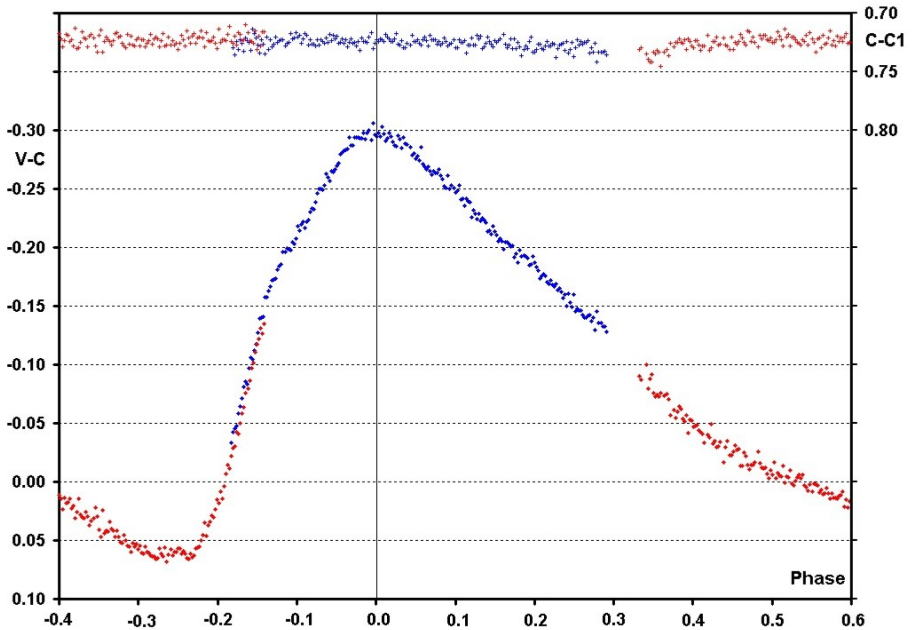


Abb. 6: Die 2014 gewonnenen Messpunkte reduziert mit Ephemeride (3).

Die geringe Amplitude des Veränderlichen macht die Bestimmung eines p_g Max. schwierig. Dies zeigt sich an der großen Streuung dieser Max. im (B-R)-Diagramm. Sie zeigen dennoch, dass sich die Periode seit dieser Zeit nicht merklich verändert hat.

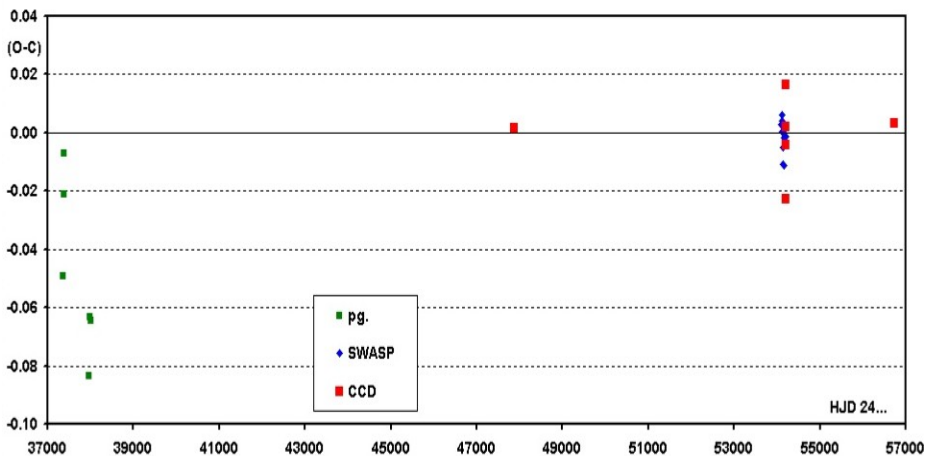


Abb. 7: Das mit Ephemeride (3) erstellte (B-R)-Diagramm der vorhandenen Max..

4. CK UMa: (12 01 36.41 +31 54 12.1), GSC 02527-00982, 2MASS 12013641+3154121.

Dieser Stern wurde 1968 von D. Hoffleit [8] auf Platten am Maria Mitchell Observatory als Veränderlicher entdeckt. Daraufhin wurde er von D. Henry bearbeitet und mit ihrer Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2440382.627 + 0.61031 \times E \quad (4)$$

im GCVS übernommen.

In drei aufeinander folgenden Nächten vom 11. bis zum 13. 3. 2014. wurden bei relativ schlechten Bedingungen 701 Messpunkte gewonnen und daraus die Lk. in Abb. 8 erstellt. Die Zeitpunkte zweier Max. konnten bestimmt werden.

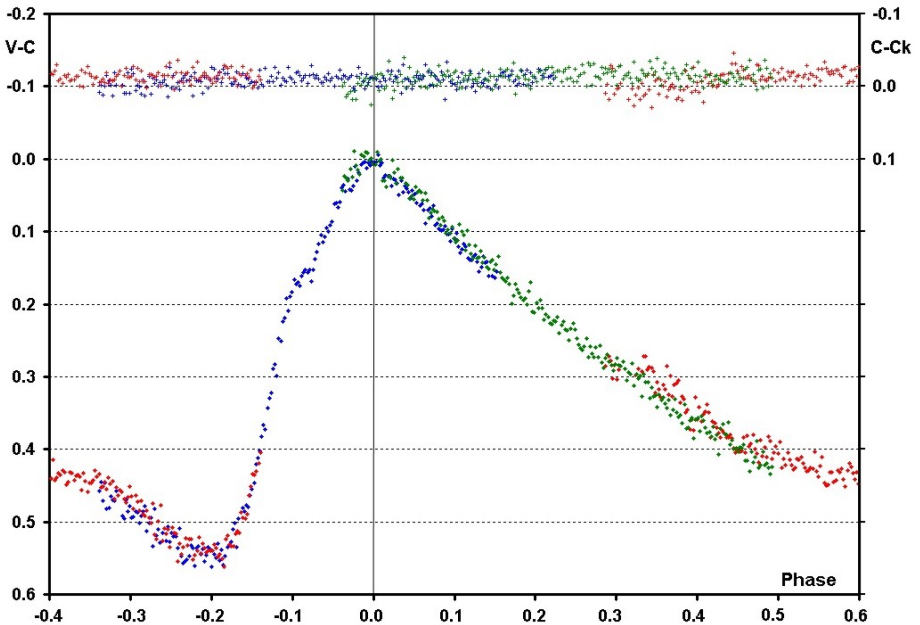


Abb. 8: Die 2014 gewonnenen Messpunkte reduziert mit Ephemeride (5).

Der Vergleich mit der gut definierten CRTS-Lk. zeigt, dass der Stern in einem Bereich von 13,7 bis 14,2 mag schwankt und die Lk. sich sehr genau wiederholt. Der Knick im Anstieg bei Phase -0,1 zeigt sich an der gleichen Stelle.

Aus den von SWASP mit vier Kameras gewonnenen Messpunkten konnten nur zwei Serien vom 2.5. bis zum 16.7.2004 und vom 30.12.2006 bis zum 15.5.2007 mit insgesamt 3896 Punkten ausgewertet werden. Daraus wurden 14 Max. mit einer geschätzten Unsicherheit von +/- 0,002 d abgeleitet.

Um die Phase des Sterns bei seinen Radialgeschwindigkeitsmessungen festzulegen, hat T.D. Kinman [9] photometrische Beobachtungen veranlasst, aus denen sich ein CCD Max. ableiten ließ.

Aus diesen Daten ergibt sich die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2456728.4999(17) + 0.6103070(5) \times E \quad (5)$$

Die ermittelte Periode ist mit der aus der ursprünglichen Ephemeride (4) praktisch identisch. Zumindest von 1968 an ist die Periode konstant geblieben.

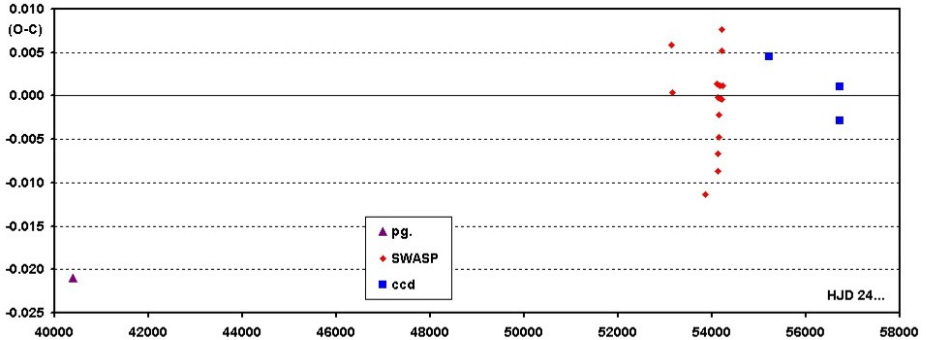


Abb. 9: Das mit Ephemeride (5) erstellte (B-R)-Diagramm der vorhandenen Max..

Eine Auflistung aller vorhandenen Max. befindet sich im Anhang der PDF Version dieses Artikels auf der Homepage der BAV

Danksagung:

Für diesen Artikel wurde das "WASP public archive" verwendet. Diese Arbeit wurde durch die SIMBAD Datenbank am CDS, Strasbourg und durch die GEOS Datenbank ermöglicht.

Literatur:

- [1] GEOS Datenbank, http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr/dbrr/dbrr-V1.0_0.php
- [2] P. Wils, C. Lloyd, K. Bernhard, A catalogue of RR Lyrae stars from the Northern Sky Variability Survey, MNRAS 368, 1757-1763 (2006)
- [3] A. J. Drake et al., Probing the Outer Galactic Halo with RR Lyrae from the Catalina Surveys, APJ, Volume 763, Issue 1, article id. 32, 20 pp. (2013)
- [4] SuperWASP Public archive, <http://wasp.cerit-sc.cz/form>
- [5] C. Hoffmeister, AN 287, Neue Veränderliche Sterne, H.4, 169, 1963.
- [6] L. Meinunger, W. Wenzel, VSS 7, H.4, 389, 1968.
- [7] Schmidt, E. G., The Behlen Observatory variable star survey - First results, AJ, vol. 102, Nov. 1991, p. 1766-1776.
- [8] D. Hoffleit, The period of six RR Lyrae type stars, IBVS 735, 1972.
- [9] T.D. Kinman et al., Radial Velocities for Twelve Pulsating Variables in the Anticenter, IBVS 5939, 2010.

AG UMa HJD (Max.) = 2456723.4078(13) + 0.46216558(30) x E

Max. HJD	Epoch	weight	(O- C)	Obs.
2437347.493	-41924		-0.085	1
2437348.425	-41922		-0.077	1
2437352.587	-41913		-0.075	1
2437374.316	-41866		-0.068	1
2437992.684	-40528		-0.077	1
2437993.606	-40526		-0.079	1
2454092.758	-5692	2	-0.003	2
2454098.763	-5679	2	-0.006	2
2454099.697	-5677	2	0.003	2
2454111.706	-5651	2	-0.004	2
2454118.646	-5636	2	0.003	2
2454123.723	-5625	2	-0.003	2
2454142.674	-5584	2	-0.001	2
2454143.597	-5582	2	-0.003	2
2454149.607	-5569	2	-0.001	2
2454156.547	-5554	2	0.007	2
2454206.460	-5446	2	0.006	2
2454213.390	-5431	2	0.003	2
2454225.402	-5405	2	-0.001	2
2456723.4085	0	10	0.001	3
2456727.5665	9	10	-0.001	3

AV UMa HJD (Max.) = 2455660.5374(7) + 0.47911037(28) x E

Max. HJD	Epoch	weight	(O- C)	Obs.
2437348.634	-38221		0.174	1
2437374.512	-38167		0.180	1
2437375.467	-38165		0.177	1
2437376.434	-38163		0.186	1
2437992.564	-36877		0.180	1
2438001.676	-36858		0.188	1
2454118.756	-3218	2	-0.004	2
2454120.673	-3214	2	-0.004	2
2454121.638	-3212	2	0.003	2
2454142.717	-3168	2	0.001	2
2454143.674	-3166	2	0.000	2
2454145.592	-3162	2	0.001	2
2454146.547	-3160	2	-0.002	2
2454154.693	-3143	2	-0.001	2
2454155.657	-3141	2	0.005	2
2454156.602	-3139	2	-0.008	2
2454157.573	-3137	2	0.005	2
2454158.526	-3135	2	-0.001	2
2454169.553	-3112	2	0.007	2
2454170.502	-3110	2	-0.002	2

2454195.416	-3058	2	-0.002	2
2454204.525	-3039	2	0.004	2
2454206.434	-3035	2	-0.004	2
2455660.537	0	10	-0.001	4
2456731.3505	2235	10	0.001	3
2456742.3675	2258	10	-0.001	3

BK UMa HJD (Max.) = 2456725.4077(44) + 0.6356623(8) x E

Max. HJD	Epoch	weight	(O- C)	Obs.
2437348.465	-30483		-0.049	1
2437374.555	-30442		-0.021	1
2437376.476	-30439		-0.007	1
2437972.651	-29501		-0.083	1
2437993.648	-29468		-0.063	1
2438000.639	-29457		-0.065	1
2447876.990	-13920	10	0.001	5
2454100.761	-4129	5	0.003	2
2454114.743	-4107	5	0.000	2
2454121.739	-4096	5	0.004	2
2454123.648	-4093	5	0.006	2
2454142.701	-4063	5	-0.011	2
2454146.521	-4057	5	-0.005	2
2454153.519	-4046	5	0.001	2
2454158.606	-4038	5	0.002	2
2454160.499	-4035	5	-0.012	2
2454165.594	-4027	5	-0.002	2
2454167.505	-4024	5	0.002	2
2454193.542	-3983	10	-0.023	6
2454195.468	-3980	5	-0.004	2
2454195.474	-3980	10	0.002	6
2454202.463	-3969	5	-0.001	2
2454209.452	-3958	10	-0.005	7
2454211.380	-3955	10	0.016	7
2454223.463	-3936	5	0.022	2
2456725.411	0	10	0.003	3

CK UMa HJD (Max.) = 2456728.4999(17) + 0.6103070(5) x E

Max. HJD	Epoch	weight	(O- C)	Obs.
2440382.627	-26783		-0.021	8
2453137.4595	-5884	2	0.006	2
2453151.4910	-5861	2	0.000	2
2453854.553	-4709	2	-0.011	2
2454101.740	-4304	2	0.001	2
2454115.767	-4281	2	-0.009	2
2454120.658	-4273	2	0.000	2
2454123.703	-4268	2	-0.007	2

2454142.627	-4237	2	-0.002	2
2454150.561	-4224	2	-0.002	2
2454153.610	-4219	2	-0.005	2
2454156.666	-4214	2	0.000	2
2454167.653	-4196	2	0.001	2
2454208.542	-4129	2	0.000	2
2454213.430	-4121	2	0.005	2
2454216.484	-4116	2	0.008	2
2454227.463	-4098	2	0.001	2
2455208.840	-2490	10	0.004	9
2456728.501	0	10	0.001	3
2456730.328	3	10	-0.003	3

Observers:

- 1) L.Meinunger, P. Wenzel, pg.
- 2) SWASP, CCD, this paper
- 3) R. Groebel, CCD, this paper
- 4) F. Agerer, CCD
- 5) E.G. Schmidt, CCD
- 6) F.J. Hambsch, CCD
- 7) J.M. Llapasset, CCD
- 8) D. Henry, pg.
- 9) T.D. Kinman, CCD