

DV und TY CVn: zwei RR-Lyrae-Sterne im gleichen Feld

Lightcurve and period of the RR Lyrae stars DV and TY CVn

Rainer Gröbel

Abstract: Based on data from the SWASP database and on recent observations 22 maxima of the little studied RR Lyrae star DV CVn could be derived. The period given by the ephemeris $HJD (Max.) = 2457466.367(4) + 0.4248465(5) d \times E$ differs only slightly from the one given in the GCVS, so it could be assumed that at least from 2004 to now, the period remained constant. For the star TY CVn, also present in the same CCD field, 32 maxima could be derived. The only slightly revised ephemeris $HJD (Max.) = 2457490.5890(15) + 0.51344614 (8) d \times E$ shows that since its discovery, the period remained constant.

Auf der Suche nach interessanten Beobachtungszielen werte ich seit längerem die CSS- [1] und SWASP -Daten [2] einer Vielzahl von RR-Lyrae-Sternen aus. Diese werden eingehender untersucht, wenn entweder aus der Literatur bislang wenig über den Stern bekannt ist oder sich in der aus den CSS-Daten gewonnenen Lichtkurve (Lk) Unregelmäßigkeiten zeigen. In einigen Fällen zeichnete sich ein möglicher Blazhoeffekt ab oder es deutete sich sogar ein noch abweichenderes Verhalten an. Daraus hat sich eine Prioritätenliste ergeben, bei der diese Kandidaten an oberster Stelle stehen. Es sind auch Sterne enthalten, die zunächst keine Besonderheiten zeigen, aber wegen ihrer „Vernachlässigung“ einen genaueren Blick verdienen. Dabei sind mir DV und TY CVn aufgefallen. Diese Sterne liegen so nahe beieinander, dass sie im Feld der Kamera erfasst sind und somit gleichzeitig beobachtet werden können (Abb. 1).

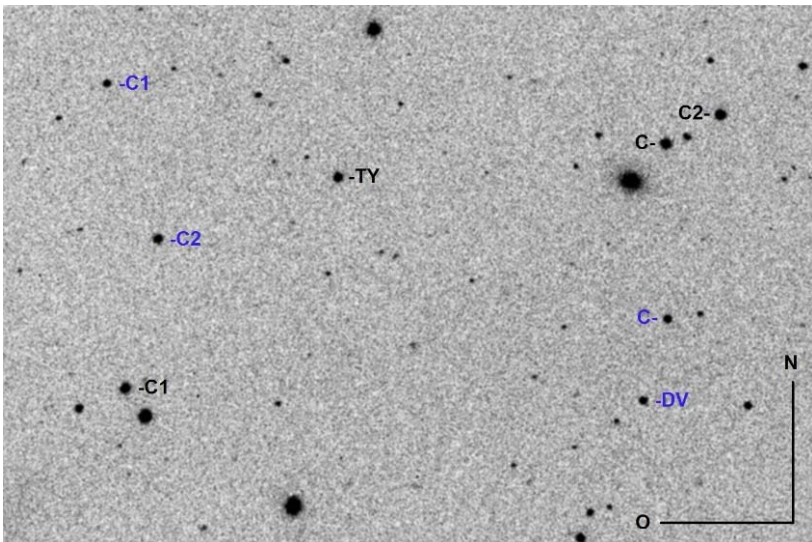


Abb. 1: Das Feld der Kamera mit den beiden Veränderlichen und ihren jeweiligen Vergleichssterne. Oben rechts befindet sich die im Kern sehr helle, aber sonst strukturlose aktive Galaxie 2MASX J12535252+3214299.

1.1. DV CVn: (12 53 51.16 +32 09 56.0), GSC 02531-00217, 2MASS J12535116+3209559

Durch lichtelektrische Messungen wurde dieser Stern von Kinman et al. [3] 1994 als Veränderlicher entdeckt und als RRc-Stern klassifiziert mit einer Periode von 0,2979233 d. Im GCVS wurde aber die aus LINEAR-Daten [4] abgeleitete Ephemeride

$$\text{HJD(Max.)} = 2454141,9307 + 0,4248454 \text{ d} \times E \quad (1)$$

übernommen. In seinem Standardwerk hat Hoffmeister [5] gezeigt, dass bei RR-Lyrae-Sternen die wahre Periode P - hier die längere - und eine Scheinperiode P_f mit der Relation $|1/P - 1/P_f|$ verknüpft sind. Dies ergibt 1,0027, das ist genau der Quotient aus der Dauer des Sonnen- und des Sterntags.

1.2. Die Auswertung der CSS-Daten:

Einen ersten Eindruck vom Verhalten dieses Sterns ergibt sich aus der Reduzierung der CSS-Messpunkte mit der Periode (1). Im Rahmen der Streuung zeigt sich eine recht glatte Lk (Abb. 2), die die Klassifizierung von Kinman bestätigt. Zusätzlich wurden die über einen Zeitraum von 8,5 Jahren gewonnenen 314 Messpunkte in drei ungefähr gleich lange Abschnitte unterteilt. Bei einer eventuellen Änderung der Periode innerhalb dieses Zeitraums bleibt die Form der Lks in den einzelnen Abschnitten erhalten, aber in der zeitlichen Reihenfolge erscheinen sie etwas phasenversetzt. Dies ist hier nicht der Fall und durch Hinzunahme weiterer Maxima (Max.) dürften sich bei der Berechnung der Ephemeride nur kleine Änderungen am Wert der Periode ergeben.

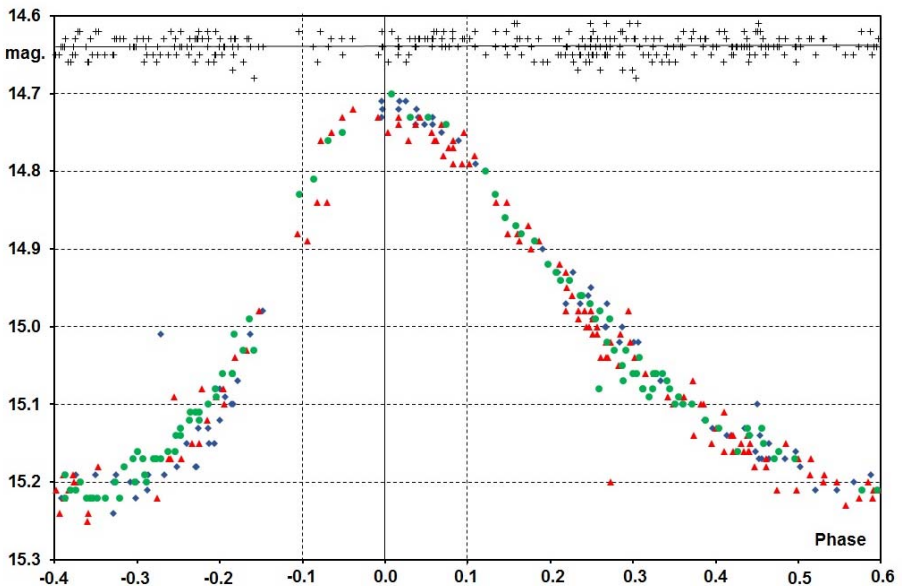


Abb. 2: Die mit der Periode (1) reduzierten CSS-Messpunkte. Im oberen Teil sind die Messwerte eines Vergleichssterne dargestellt.

Oft stimmt die im GCVS oder im VSX angegebene Periode nicht so genau. Die Lk zeigt nun eine Unschärfe, die über die zu erwartende Streuung hinausgeht oder gar ein

völliges Durcheinander. In diesem Fall gibt ein Periodensuchprogramm oft einen genaueren Wert der Periode und die Lk erscheint nun wesentlich glatter. Wenn aber deutliche Änderungen in Phase und / oder in Amplitude verbleiben, ist dies ein Hinweis auf einen Blazhoeffekt. Lässt sich aber keine „Ordnung“ wieder herstellen, dann könnte es sich sogar um einen multiperiodischen Stern vom RRd-Typ handeln.

Die Darstellung der Messpunkte eines konstanten Sterns vergleichbarer Helligkeit aus der Umgebung (Abb. 1 oben) gibt einen Hinweis auf die zu erwartende Streuung der Lk. In dieser Beziehung sind die CSS-Daten, besonders bei schwachen Sternen den anderen üblichen Surveys überlegen. Dies gilt aber nicht für relativ helle Sterne, denn oberhalb ca. 12,5 mag. macht sich die Saturation immer stärker bemerkbar, bis hin zur Unbrauchbarkeit dieser Daten. Auf der CSS-Seite findet sich im Datensatz eines relativ hellen Sterns in der Spalte Saturation der Hinweis „likely“, was etwas untertrieben erscheint. Im Zweifel kann ein Vergleich mit den Lks aus NSVS- oder ASAS-Daten helfen. Sobald letztere mit geringerer Streuung als die CSS-Lks erscheinen, ist Vorsicht geboten.

Um aus diesen Daten das Letzte an Informationen herauszuholen, wurde eine zunächst grob erscheinende Methode versuchsweise angewendet. In der CSS-Lk wurden die in den obersten 0,1 mag. enthaltenen Messpunkte zu „ungefähren“ Max. deklariert. Dabei muss berücksichtigt werden, dass ein CSS-Messsatz aus vier aufeinander folgenden Messpunkten in einem Abstand von 10 min besteht. Daraus lässt sich oft ersehen, ob der Satz - selten - in einem Max., oder eher in einem An- oder Abstieg der Lk gewonnen wurde. Die dabei entstehende Ungenauigkeit bei der zeitlichen Bestimmung der Max. kann durch die in Abb. 2 gestrichelt eingezeichneten Linien bei Phase $\pm 0,1$ abgeschätzt werden. Diese Unsicherheit dürfte in der Größenordnung der frühen pg. Max. liegen und könnte in Ermangelung genauerer Daten in einem sich über einen längeren Zeitraum erstreckenden (B-R)-Diagramm u. U. nützlich sein (vgl. Abb. 5).

1.3. Die Auswertung der SWASP Daten:

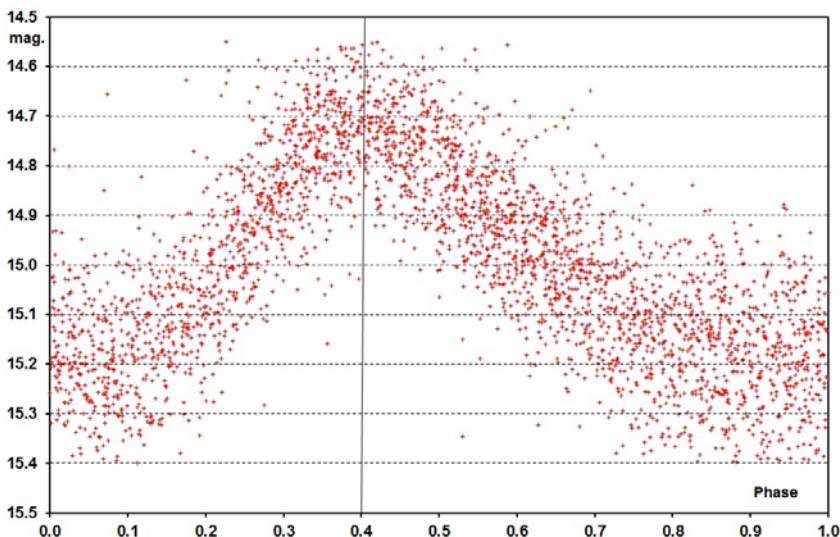


Abb. 3: Lichtkurve der mit Periode (1) reduzierten Messpunkte der Kamera 1.43.

In den Jahren 2004, 2006 und 2007 wurden durch zwei Kameras drei Beobachtungsreihen unterschiedlicher Länge gewonnen mit insgesamt 7705 Messpunkten, von denen nach Aussortieren der Ausreißer 5139 Punkte verwertet werden konnten. Die hohe Verlustrate erklärt sich durch die relative Schwäche des Sterns. Die Teleobjektive von SWASP kommen hier an ihre Grenzen. Dennoch konnten bei ausreichender beidseitiger Abdeckung der Lks die Zeitpunkte von 20 Max. bestimmt werden, allerdings mit einer relativ großen Unsicherheit von $\pm 0,01$ d.

1.4. Die aktuellen Messungen:

In drei Nächten konnten bei 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 518 Messpunkte gewonnen. Aus diesen Daten konnten zwei Max. abgeleitet werden. Die Gestalt der Lk (Abb. 4) zeigt eine gute Übereinstimmung mit der aus den CSS-Daten gewonnenen Lk in Abb.2 und lässt zunächst vermuten, dass bei diesem Stern sowohl die Lk als auch die Periode konstant sind.

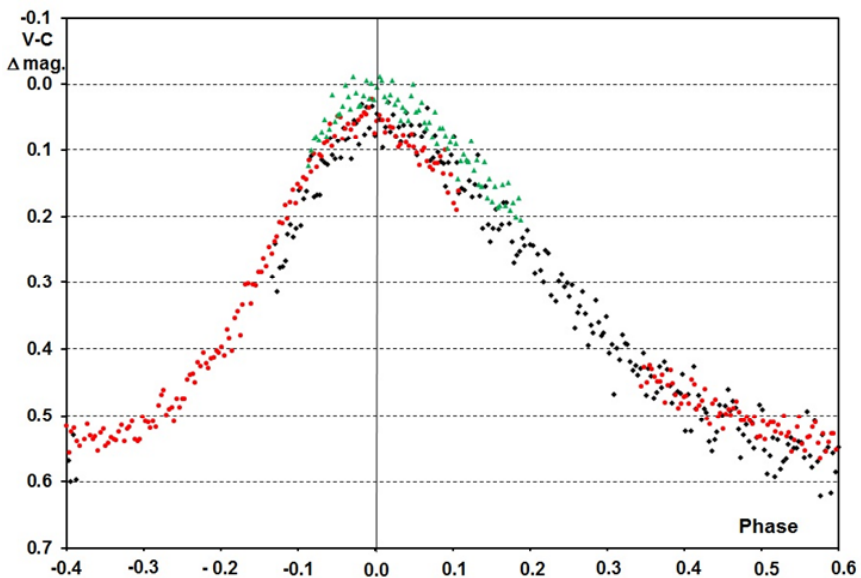


Abb. 4: Die 2016 gewonnene Lk von DV CVn.

Bei der Erstellung eines (B-R)-Diagramms über den längst möglichen Zeitraum ist das ursprüngliche Max. von Kinman entscheidend. Da es als pe. Max. angegeben ist, könnte von einer geringen Unsicherheit bei dessen Bestimmung ausgegangen werden. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, dass dieses Max. nur aus wenigen, zu verschiedenen Zeiten gewonnenen Messpunkten besteht (*), die zudem mit einer Scheinperiode aufeinander reduziert wurden.

* Ein ähnliches Problem ergibt sich bei der Verwendung der pe. Max. von E.G. Schmidt [6] in einem (B-R)-Diagramm. Dessen Arbeitsweise ähnelt der von Kinman, aber der Autor warnt ausdrücklich davor die auf diese Weise gewonnenen Max. in einer Periodenstudie zu verwenden.

In einer ersten Darstellung wurde dieses Max. einbezogen und zeigt eine positive Abweichung von über zwei Stunden gegenüber den neueren Max.. Eine kontinuierliche Änderung der Periode deutet sich an, die aber nicht gesichert erscheint. Bei der Berechnung der aktuellen Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2457466,367(4) + 0,4248465(5) \text{ d} \times \text{E} \quad (2)$$

wurden deshalb nur die aus den SWASP-Daten abgeleiteten und die neueren Max. verwendet. Die ermittelte Periode unterscheidet sich nur geringfügig von der aus Ephemeride (1). Zumindest von 2004 an ist die Periode konstant geblieben.

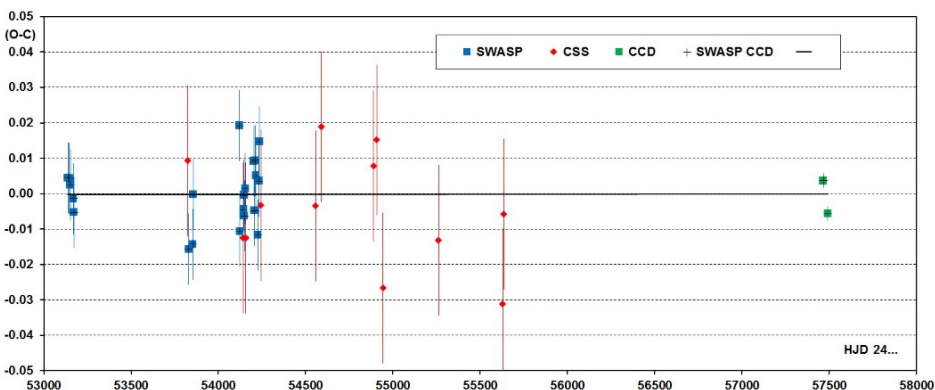


Abb. 5: Das mit Ephemeride (2) gewonnene (B-R)-Diagramm. Bei der Berechnung der Ephemeride wurden die stärker streuenden CSS-Max. nicht berücksichtigt.

2.1. TY CVn: (12 54 21.53 +32 14 33.6), CSS J125421.5+321433, 2MASS J12542152+3214334

Dieser Stern wurde von N. E. Kurochkin [7] als veränderlich in den Grenzen von 12,6 – 13,9 mag (pg) erkannt, als RRab-Stern klassifiziert und mit der Ephemeride

$$\text{HJD(Max.)} = 2435929,430 + 0,5134427 \text{ d} \times \text{E} \quad (3)$$

wurde er im GCVS übernommen.

2.2. Die Auswertung der SWASP-Daten:

Von den durch zwei Kameras gewonnenen 7542 Messpunkten von SWASP konnten 7368 verwertet werden. Daraus wurden 30 Maxima abgeleitet, von denen 9 wegen ungenügender beidseitiger Abdeckung der Flanken der Lk als unsicher eingestuft wurden. Bei einem Stern im Helligkeitsbereich um 13 mag herum wurde der Fehler bei der zeitlichen Bestimmung der Max. auf +/- 0.03, bzw. 0,05 d bei den unsicheren geschätzt. Bei dieser „Massenverarbeitung“ fehlt mir eine Methode, um den Fehler schnell und glaubwürdig zu bestimmen, ohne von einem Programm zum anderen wechseln zu müssen. Bei den versuchsweise in anderen Programmen eingesetzten Werten stimmten die Max. in der Regel gut mit denen im Excel-Blatt überein, aber der zurückgegebene Wert des Fehlers erschien mir stets unrealistisch klein. Nach Auswertung einer Vielzahl von Sternen in verschiedenen Helligkeitsbereichen hat sich folgende Einschätzung des Fehlers F ergeben:

- mag 10 - 12: $\pm 0,002 < F < \pm 0,005$ d
- mag 12 – 13: $\pm 0,003 < F < \pm 0,008$ d
- mag 13 – 14: $\pm 0,006 < F < \pm 0,010$ d
- mag > 14: $\pm 0,008 < F < \pm 0,015$ d

jeweils nach Streuung der Messpunkte und Abdeckung des Max..

2.3. Die Auswertung der CSS-Daten:

Die mit der Periode aus Ephemeride (3) reduzierten CSS-Daten (Abb. 6) zeigen einen glatten Verlauf der Lk. Dies lässt vermuten, dass die Periode im Wesentlichen konstant geblieben ist.

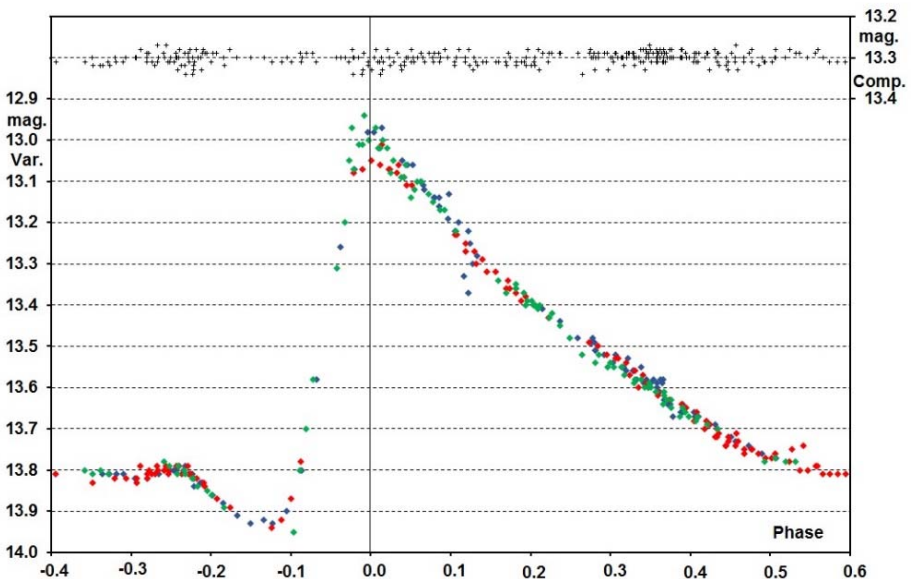


Abb. 6: Die mit der Periode (1) reduzierten CSS-Messpunkte. Im oberen Teil sind die Messwerte eines Vergleichssterne dargestellt.

2.4. Die aktuellen Messungen:

Aus den Eingangs erwähnten drei CCD-Reihen konnten zwei Max. abgeleitet werden. Laut CSS ist TY CVn im Max. 1,8 mag heller als DV CVn. Bei diesem Unterschied erschien es mir sinnvoll, für jeden Stern eigene Vergleichs- und Kontrollsterne auszusuchen, annähernd in deren jeweiligen Helligkeitsbereich (vgl. Abb.1). Bei der Auswertung kann so die optimale Blende gewählt werden. Ein zu großer Helligkeitsunterschied zwischen dem Veränderlichen und den Referenzsternen sollte vermieden werden. In sternarmen Gebieten oder wenn der Veränderliche sehr schwach ist, muss u.U. von dieser Regel abgewichen werden.

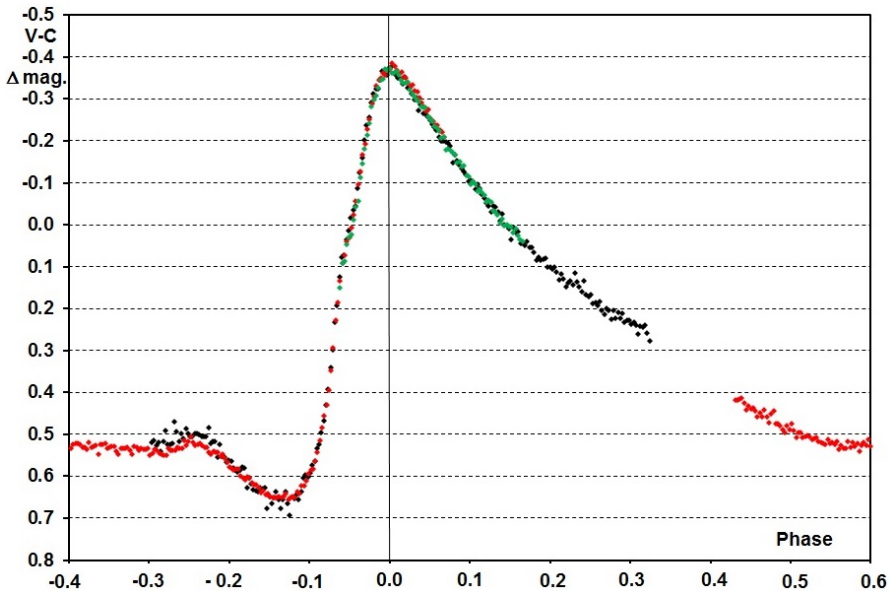


Abb. 7: Die 2016 gewonnene Lk von TY CVn.

Aus all diesen und einem weiteren CCD-Max. aus der GEOS Database [8] wurde für den Zeitraum ab 2004 die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2457490,5891(20) + 0,51344611(31) \text{ d} \times \text{E} \quad (3)$$

abgeleitet. Wenn aber alle in der Database enthaltenen Max. in einer gewichteten linearen Regression einbezogen werden, ergibt sich die Ephemeride

$$\text{HJD (Max.)} = 2457490,5890(15) + 0,51344614 (8) \text{ d} \times \text{E} \quad (4)$$

Beide Ephemeriden stimmen sehr genau überein. Dies zeigt, dass die Periode dieses Sterns seit seiner Entdeckung konstant geblieben ist.

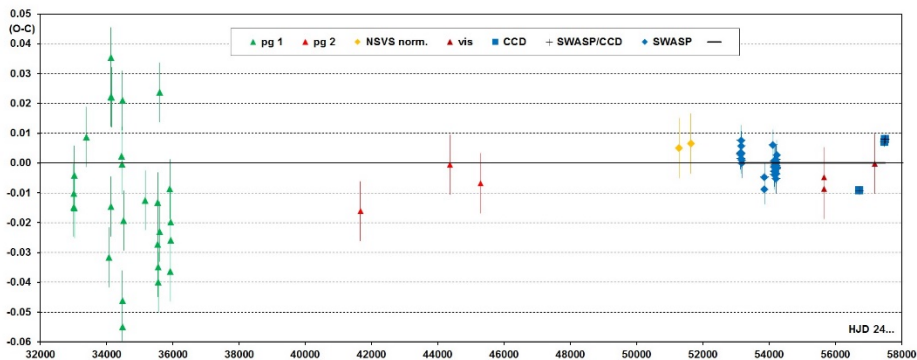


Abb. 8: Das mit Ephemeride (4) gewonnene (B-R)-Diagramm.

In der vor kurzem wieder zugänglichen Neuauflage der GEOS Database, hat sich J.F. Le Borgne dazu entschlossen, allen vorhandenen Max. eine Fehlerangabe zuzuschreiben. Bei den pg. und den visuellen Max. geht er von einer Unsicherheit von $\pm 0,01$ d aus. In Abb. 8 zeigt sich aber, dass bei der Gruppe pg.1 (links) von N.E. Kurochkin die Unsicherheit unterschätzt wurde. Bei der darauf folgenden Gruppe pg. 2 von L.V. Jones [9] scheint dagegen die Fehlerangabe zuzutreffen. In beiden Fällen dürften sich die Arbeitsmethoden grundsätzlich unterscheiden, so dass eine nachträgliche Schätzung unsicher bleiben muss. Die aus den gleichen Daten von A. Paschke und P. Wils gewonnenen „NSVS normal max.“ stimmen gut überein. Die zwischen den SWASP und den neuesten Max. gewonnenen drei visuellen Max. von J. Vanderbroere fügen sich sehr genau im (B-R)-Diagramm ein. Leider ist deren Gewicht bei der Berechnung der Ephemeride schwierig einzuschätzen. Es sind mir zahlreiche Fälle begegnet, bei denen die Passung der visuellen Max. weit weniger gelungen erscheint.

Zur Übernahme in die Database sollten in Zukunft die Max. mit einer Fehlerangabe versehen sein. Deswegen auch meine Überlegungen zu den aus SWASP-Daten abgeleiteten Max. im Abschnitt 2.2.

Eine Liste der 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 VSX-Datenbank der AAVSO ermöglicht. Mein Dank gilt auch J.F. Le Borgne, der trotz einiger Bedenken den Zugang zur GEOS-Datenbank wieder möglich gemacht hat.

Literatur:

- [1] The Catalina Surveys,
http://nunuku.caltech.edu/cgi-bin/getcssconedb_release_img.cgi
- [2] SuperWASP Public Archive, <http://wasp.cerit-sc.cz/form>
- [3] Kinman, T. D., Eight new RR Lyrae stars in the North Galactic Cap, IBVS 5311, 2002.
- [4] LINEAR, Lincoln Near-Earth Asteroid Research.
- [5] Hoffmeister, C., Veränderliche Sterne, 1984, S.52.
- [6] Schmidt, E. G., The Behlen Observatory variable star survey: first results, AJ 102, 5, 1991.
- [7] Kurochkin, N. E., New Variables Stars in SA 57, PZ 6,102, 1959.
- [8] Le Borgne, J.F., GEOS RR Lyrae database,
http://rr-lyr.irap.omp.eu/dbrr/rrdb-V2.0_08.3.php?SW+And&en
- [9] Jones, L. V., The periods of TY and TZ CVn, JAAVSO 18, 39J.

Appendix 1: DV CVn maxima, (O-C) calculated with the linear ephemeris

$$\text{HJD (Max.)} = 2457466.367(4) + 0.4248465(5) \text{ d} \times \text{E}$$

Max. HJD	(O - C)	Epoch	weight	method	camera	Observer
2448722.690	0.089	-20581	0	pe		1
2453138.460	0.005	-10187	5	CCD	SWASP	2
2453146.532	0.005	-10168	2	CCD	SWASP	2
2453152.478	0.003	-10154	5	CCD	SWASP	2
2453169.468	-0.001	-10114	2	CCD	SWASP	2
2453172.438	-0.005	-10107	2	CCD	SWASP	2
2453830.515	-0.015	-8558	5	CCD	SWASP	2
2453853.458	-0.014	-8504	5	CCD	SWASP	2
2453856.446	0.000	-8497	5	CCD	SWASP	2
2454120.720	0.020	-7875	5	CCD	SWASP	2
2454123.664	-0.010	-7868	5	CCD	SWASP	2
2454143.638	-0.004	-7821	5	CCD	SWASP	2
2454146.616	0.000	-7814	5	CCD	SWASP	2
2454149.584	-0.006	-7807	5	CCD	SWASP	2
2454154.690	0.002	-7795	5	CCD	SWASP	2
2454203.555	0.010	-7680	5	CCD	SWASP	2
2454206.515	-0.004	-7673	5	CCD	SWASP	2
2454212.477	0.010	-7659	5	CCD	SWASP	2
2454214.597	0.005	-7654	2	CCD	SWASP	2
2454226.476	-0.011	-7626	2	CCD	SWASP	2
2454232.439	0.004	-7612	5	CCD	SWASP	2
2454235.424	0.015	-7605	2	CCD	SWASP	2
2457466.3710	0.004	0	10	CCD		3
2457490.5780	-0.005	57	10	CCD		3

Observers:

1) Kinman, T. D., 2) SWASP, present paper, 3) Gröbel, R., present paper

Appendix 2: TY CVn maxima, (O-C) calculated with the linear ephemeris

$$\text{HJD (Max.)} = 2457490.5890(15) + 0.51344614 (8) \text{ d} \times \text{E}$$

Max. HJD	(O - C)	Epoch	weight	method	camera	Observer
2433006.394	-0.002	-47686	1	pg		1
2433010.506	0.002	-47678	1	pg		1
2433025.402	0.008	-47649	1	pg		1
2433026.418	-0.003	-47647	1	pg		1
2433389.448	0.021	-46940	1	pg		1
2434078.452	-0.020	-45598	1	pg		1
2434128.310	0.034	-45501	1	pg		1
2434130.377	0.047	-45497	1	pg		1
2434131.354	-0.003	-45495	1	pg		1
2434151.415	0.034	-45456	1	pg		1
2434456.382	0.014	-44862	1	pg		1
2434459.460	0.011	-44856	1	pg		1
2434476.358	-0.035	-44823	1	pg		1
2434477.452	0.033	-44821	1	pg		1
2434479.430	-0.043	-44817	1	pg		1
2434513.353	-0.008	-44751	1	pg		1
2435165.436	-0.001	-43481	1	pg		1
2435546.398	-0.016	-42739	1	pg		1
2435547.439	-0.002	-42737	1	pg		1
2435550.498	-0.024	-42731	1	pg		1
2435564.356	-0.029	-42704	1	pg		1

2435598.307	0.035	-42638	1	pg			1
2435601.341	-0.012	-42632	1	pg			1
2435907.369	0.002	-42036	1	pg			1
2435925.312	-0.026	-42001	1	pg			1
2435929.430	-0.015	-41993	1	pg			1
2435930.463	-0.009	-41991	1	pg			1
2441658.982	-0.009	-30834	3	pg			2
2444366.911	0.005	-25560	3	pg			2
2445294.188	-0.001	-23754	3	pg			2
2451631.150	0.008	-11412	3	CCD	NSVS norm.		3
2453132.462	0.004	-8488	5	CCD	SWASP	1.02	4
2453137.597	0.004	-8478	3	CCD	SWASP	1.02	4
2453150.433	0.004	-8453	5	CCD	SWASP	1.02	4
2453151.460	0.004	-8451	3	CCD	SWASP	1.02	4
2453152.485	0.002	-8449	5	CCD	SWASP	1.02	4
2453153.518	0.009	-8447	5	CCD	SWASP	1.02	4
2453154.543	0.007	-8445	3	CCD	SWASP	1.02	4
2453170.454	0.001	-8414	5	CCD	SWASP	1.02	4
2453171.482	0.002	-8412	5	CCD	SWASP	1.02	4
2453855.382	-0.008	-7080	5	CCD	SWASP	1.43	4
2453856.413	-0.004	-7078	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454115.714	0.006	-6573	3	CCD	SWASP	1.43	4
2454149.594	-0.001	-6507	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454150.623	0.001	-6505	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454152.675	-0.001	-6501	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454153.699	-0.004	-6499	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454154.727	-0.002	-6497	3	CCD	SWASP	1.43	4
2454167.563	-0.003	-6472	3	CCD	SWASP	1.43	4
2454169.617	-0.002	-6468	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454170.646	0.000	-6466	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454171.674	0.001	-6464	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454202.475	-0.005	-6404	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454203.507	0.000	-6402	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454204.532	-0.002	-6400	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454206.589	0.002	-6396	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454208.638	-0.003	-6392	3	CCD	SWASP	1.43	4
2454219.423	-0.001	-6371	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454220.449	-0.002	-6369	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454221.478	0.001	-6367	3	CCD	SWASP	1.43	4
2454223.530	-0.001	-6363	5	CCD	SWASP	1.43	4
2454224.561	0.003	-6361	3	CCD	SWASP	1.43	4
2455648.339	-0.005	-3588	3	vis			5
2455649.362	-0.009	-3586	3	vis			5
2456723.4902	-0.010	-1494	10	CCD			6
2457180.466	-0.002	-604	3	vis			5
2457466.4625	0.005	-47	10	CCD			7
2457490.5955	0.006	0	10	CCD			7

Observers:

1) Kurochkin, E.G., 2) Jones, L. V., 3) Wils, P., 4) SWASP, present paper, 5) Vanderbroere, J., 6) Correa, M., 7) Gröbel, R., present paper