

Lichtkurve und Periode des Blazhko-RR-Lyrae-Sterns IP Her

Lightcurve and period of the Blazhko RR Lyrae star IP Her

Rainer Gröbel

Abstract: *By analysis of data from the SWASP database and recent observations, 74 maxima and 49 minima timings of the RRab star IP Her could be derived. In combination with the available CCD max., this data revealed a Blazhko period of $P_B=15.6$ d. At the beginning, all max. were well represented by a linear ephemeris based on a significantly shorter period than given in the GCVS. The 2013 measurements again showed a significant shortening of the period. From 2002 onwards, the best fit is produced by the quadratic ephemeris*

$$HJD (max.) = 2453165.5604 + 0.43380906 \times E - 3.3577 \times 10^{-9} \times E^2$$

Additionally, it could be shown that the secondary period prevailed until now.

Der Stern wurde aus der GEOS Datenbank [1] wegen der dort relativ zahlreich verzeichneten 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 all diesen Daten konnte eine Blazhkoperiode von 15,6 d abgeleitet werden. Eine lineare Ephemeride mit einer gegenüber dem GCVS verkürzten Periode stellte zunächst alle Max. gut dar. Die anschließenden Messungen zeigten wiederum eine deutliche Verkürzung der Periode. Durch Einfügen eines quadratischen Gliedes in der Ephemeride ergab sich eine gute Darstellung aller vorhandenen Max. und es zeigte sich, dass die sekundäre Periode von 2002 an bis jetzt anhält.

1. IP Her: (17 58 14.63 +30 13 10.3), GSC 02608-01846, 2MASS 17581462+3013102

Dieser Stern wurde 1928 von H.G. Scott Barrett [3] auf Platten der Kapteynschen selected Area Nr. 61 entdeckt und von Hoffmeister wiedergefunden. Daraufhin wurde er von H. van Schieweck [4] 1935 bis 1939 in Sonneberg intensiv visuell und photographisch verfolgt. Der Stern konnte als Veränderlicher vom RRA-Typ klassifiziert werden mit den Elementen

$$HJD (Max.) = 2428038.517 + 0.4338594 \times E \quad (1)$$

und wurde im GCVS übernommen. Es mussten aber über 50.000 (!) Perioden vergehen, bis 2002 H. Achterberg [5] sich dieses Sterns annahm und eine erhebliche Abweichung gegenüber der Ephemeride feststellte.

2. Auswertung der SWASP Daten:

In drei Beobachtungsreihen wurde der Stern von zwei Kameras erfasst mit insgesamt 14.772 Messpunkten. Die erste Reihe mit der Kamera 1.02 dauerte vom 2. Mai bis zum 14. September 2004. Die zweite und dritte Reihe mit der Kamera 1.46 dauerten jeweils von 15. Juli bis zum 22. August 2007 und vom 18. April bis zum 8. September 2008. Auffallend ist, dass trotz Abzug aller Punkte mit einem TAMFLUX err. größer als 0,1 mag. die Streuung in den Lichtkurven (LKs) dieses relativ hellen Sterns höher als erwartet ist (Abb. 1). Dies könnte an einem von H. Achterberg festgestellten möglichen Störeffekt durch den nahe gelegenen 4,41 mag. hellen Stern ν Herculis liegen. Dennoch konnten 70 Max. und 47 Minima (Min.) mit einer geschätzten Unsicherheit von +/- 0,002 d gewonnen werden.

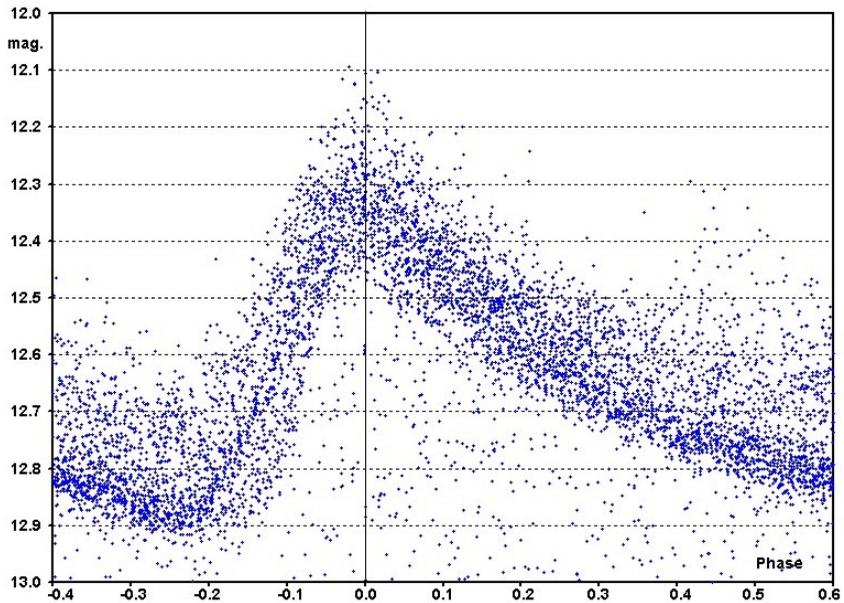


Abb. 1: Die mit der Kamera 1.46 gewonnene längste Messreihe, reduziert mit Ephemeride (2).

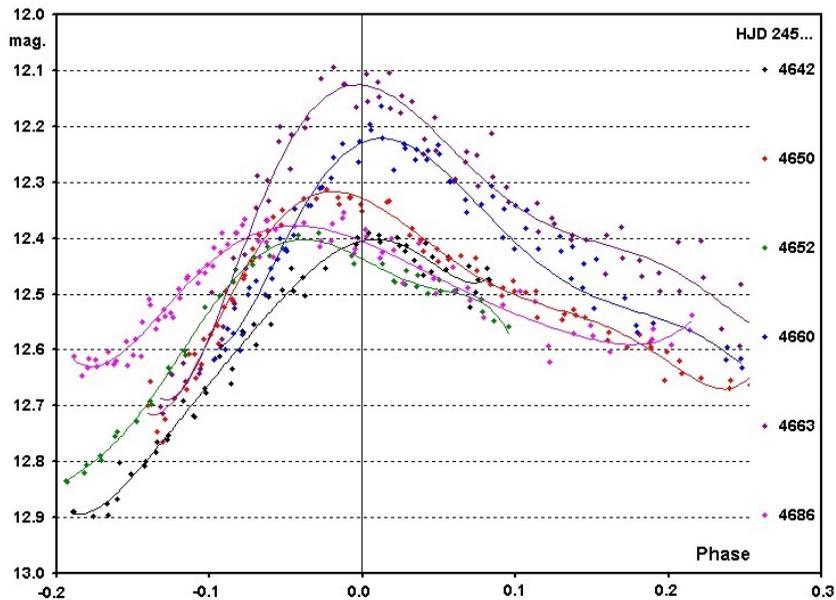


Abb. 2: Diese aus der zweiten Messreihe der Kamera 1.46 ausgewählten Lks zeigen starke Änderungen in Phase und in Amplitude.

Aus diesen Daten und den vorhandenen CCD-Max. wurde zunächst die lineare Ephemeride

$$\text{Max. (HJD)} = 2453165.5605 + 0.43379815 * E \quad (2)$$

abgeleitet. Gegenüber Ephemeride (1) ist die Periode um 5,5 s kürzer geworden. In der langen Zwischenzeit sind keine Daten vorhanden, so dass über den Verlauf der Periodenänderung nichts ausgesagt werden kann.

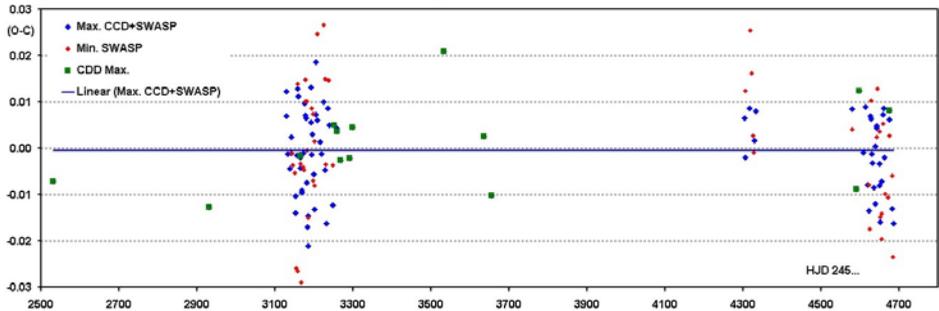


Abb. 3: Das mit den bisherigen CCD Daten und Ephemeride (2) erstellte (B-R)-Diagramm.

Schon aus der ersten Messreihe der Kamera 1.02 ließen sich genügend Zeitpunkte und Helligkeiten der Extrema gewinnen, um eine Blazhkoperiode von 15,6 d festzustellen. In Abb. 4 rechts scheint die Helligkeit der Max. der sekundären Periode in Abb. 4 links etwas phasenverschoben zu folgen. Dagegen folgen die Zeitpunkte der Min. dem Zyklus nur undeutlich und bei der Tiefe der Min. ist ein Zusammenhang nicht erkennbar.

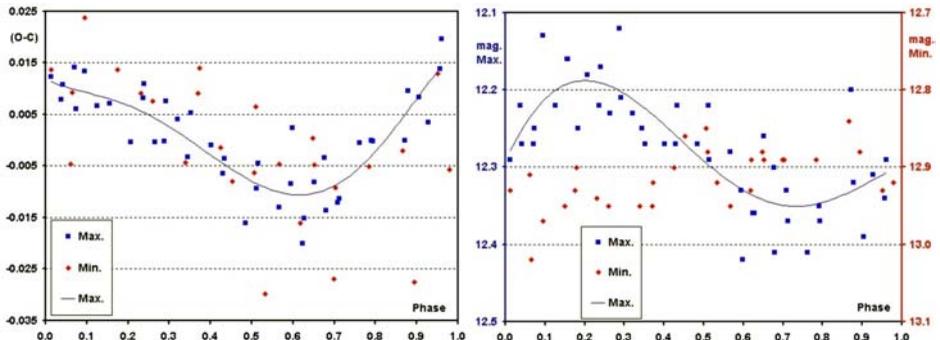


Abb. 4: Die mit der Blazhkoperiode aufeinander reduzierten Zeitpunkte (links) und Helligkeiten (rechts) der Max. und Min. aus der ersten Messreihe von SWASP.

Die Diagramme in Abb. 4 wiederholen sich in ähnlicher Weise in der längeren Reihe der Kamera 1.46. Die Aussagen dieser Diagramme können in einem Zyklusdiagramm zusammengefasst werden. Der Blazhkozyklus zeigt sich dort oft als eine gegen den Uhrzeigersinn laufende Ellipse (6, 7). Unterschiedlichste Zyklenformen in beiden Richtungen sind dennoch möglich und sind charakteristisch für einen gegebenen Blazhko-Stern (8). In Abb. 5 zeichnet sich aber bei IP Her kein klares Bild vom

Zyklusverlauf ab. Die Änderungen der Helligkeit in den Max. scheinen den Änderungen in den (B-R) doch nicht so genau zu folgen wie zuerst angenommen.

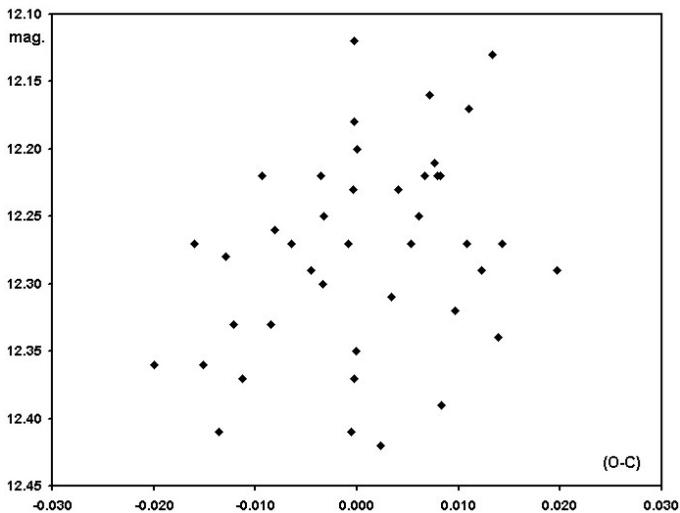


Abb. 5: Das aus den SWASP Daten gewonnene Zyklusdiagramm.

3. Die aktuellen Messungen:

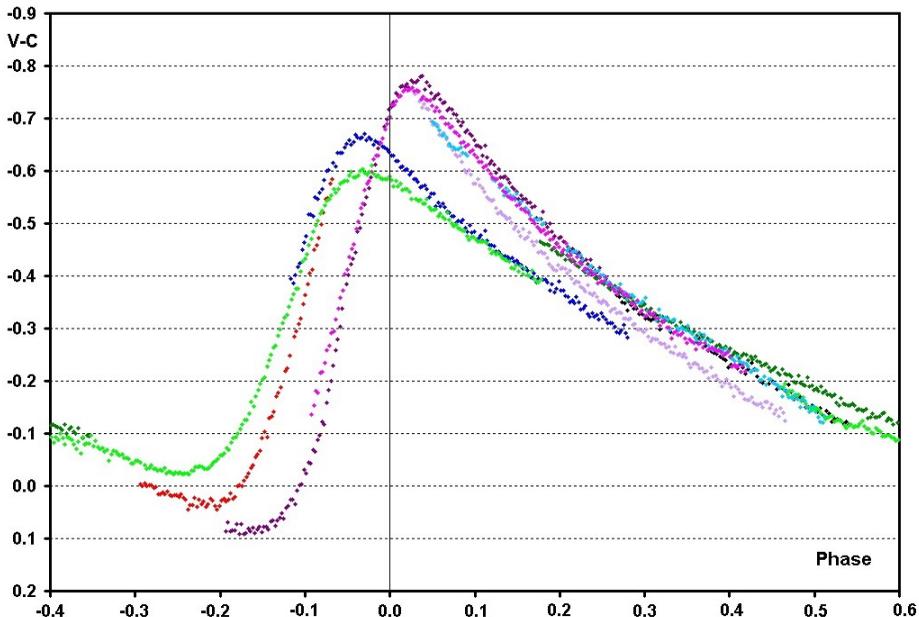


Abb. 6: Die 2013 gewonnenen LKs zeigen den fort dauernden Einfluss des Blazhko-Effekts.

Im Zeitraum vom 20.5. bis zum 16. 07. 2013 konnten in zehn Nächten bei überwiegend günstigen Bedingungen längere Messreihen mit einem 10" SC und einer ST8XME Kamera im halbautomatischen Betrieb gewonnen werden. Bei 120 s Belichtungszeit und ohne Filter wurden 1476 Messpunkte gewonnen. Um der Überstrahlung durch ν Herculis (gerade noch) zu entkommen, musste der Veränderliche an den Rand des Chips gesetzt werden. Es konnten vier weitere Max. und zwei Min. gesichert werden. Die Änderungen sowohl in Phase als auch in Amplitude in den Lks in Abb. 6 zeigen, dass der Blazhko-Effekt fort dauert.

4. Eine weitere Verkürzung der Periode:

Überraschenderweise zeigte sich im (B-R)-Diagramm (Abb. 8) eine Verfrühung bei der Ankunft der Max. von ca. 2,5 h gegenüber den letzten CCD- und SWASP-Max. aus dem Jahr 2004. Seitdem hat sich die Periode deutlich verkürzt, so dass Ephemeride (2) nicht fortgeschrieben werden kann. Diese Änderung wurde durch ein von J.F. Le Borgne mit dem Automaten TAROT gewonnenes Max. bestätigt, eine Woche nach meiner letzten Messung.

Eine zuerst angenommene abrupte Verkürzung der Periode ergab aber keine befriedigende Darstellung der regelmäßigen Abweichungen der Ankunftszeiten aller vorhandenen Max. mit der Blazhkoperiode. Erst die Einführung eines quadratischen Gliedes und somit die Annahme einer kontinuierlichen Verkürzung der Periode, führte zu einer überzeugenden Darstellung im (B-R)-Diagramm (Abb. 7) auf Basis der Ephemeride

$$\text{Max. (HJD)} = 2453165.5604 + 0.43380906 \times E - 3.3577 \times 10^{-9} \times E^2 \quad (3)$$

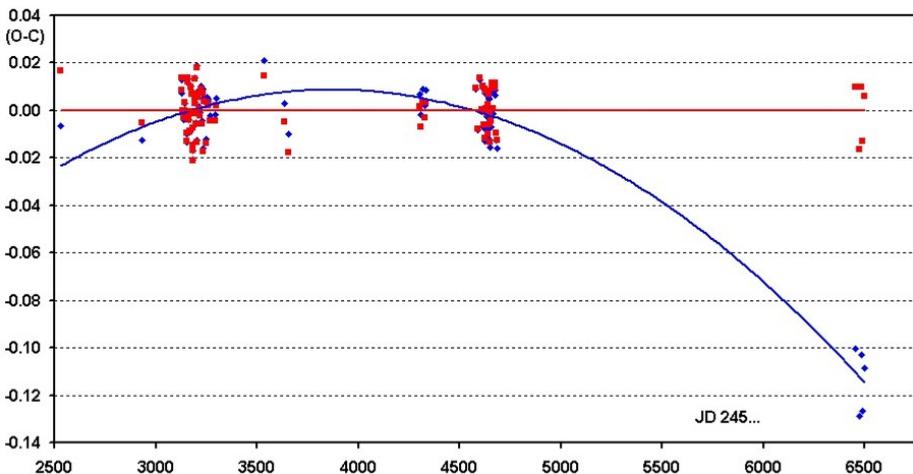


Abb. 7: Das (B-R)-Diagramm aller verfügbaren Max. wurde zuerst mit Ephemeride (2) berechnet (Rauten). Die Korrektur durch Ephemeride (3) (Quadrate) „linearisiert“ die Abweichungen.

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

Darüber hinaus (mit Ausnahme des ersten CCD-Max. von H. Achterberg) fügen sich nun die Abweichungen der (B-R) im Phasendiagramm gut ein (Abb. 8) und zeigen die Konstanz der Blazhkoperiode, zumindest von 2002 an.

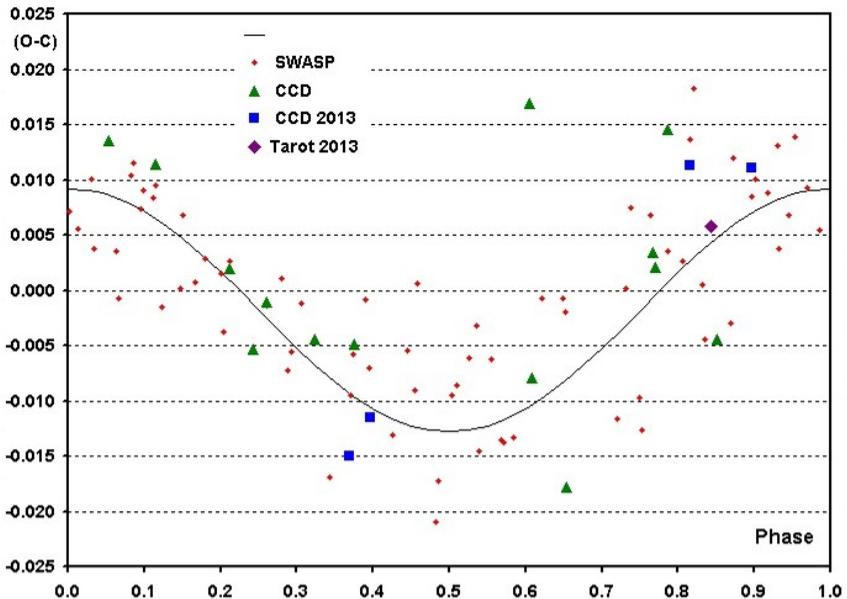


Abb. 8: Die mit der Blazhkoperiode aufeinander reduzierten Abweichungen der Zeitpunkte aller Max..

Literatur:

- [1] GEOS Datenbank, http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr/dbrr/dbrr-V1.0_0.php
- [2] SuperWASP Public archive, <http://wasp.cerit-sc.cz/form>
- [3] Knox-Shaw H., Observations of variable stars in the selected areas 1-115, *Astron. Nachr.*, 253, 218-222 (1934)
- [4] Van Schewick H., 216.1928 Herculis, *Astron. Nachr.*, 271, 139-139 (1941)
- [5] Achterberg H., Einige vernachlässigte Veränderliche mit großen (B-R) Werten, *BAV Rundbrief* 1, 2004, S. 5-8
- [6] Gröbel R., GSC 03529-02286, ein RRc-Stern mit Blazhko-Effekt, *BAV Rundbrief* 4, 2013, S. 228-236, <http://www.bav-astro.de/rb/rb2013-4/228.pdf>
- [7] Groebel R., GSC 02626-00896: an RR Lyrae star with a ceasing Blazhko effect and three new variables in the field, <http://arxiv.org/abs/1307.6454>
- [8] Le Borgne, J.F. et al., 2007, The all-Sky GEOS RR Lyr Survey with the TAROT Telescope, Analysis of the Blazhko Effect, <http://arxiv.org/abs/1205.6397>

Auflistung der Maxima

Ephemeris I $\text{Max. (HJD)} = 2453165.5605 + 0.43379815 \times E$

Ephemeris II $\text{Max. (HJD)} = 2453165.5604 + 0.43380906 \times E - 3.3577 \times 10^{-9} \times E^2$

Max. HJD	Epoch	(O- C) I	(O- C) II	Obs.
2452531.3409	-1462	-0.007	0.017	1
2452931.2971	-540	-0.012	-0.005	1
2453128.695	-85	0.007	0.008	4
2453129.568	-83	0.013	0.014	4
2453132.591	-76	-0.001	0.000	4
2453138.661	-62	-0.004	-0.003	4
2453141.701	-55	-0.001	0.000	4
2453142.572	-53	0.003	0.004	4
2453151.669	-32	-0.010	-0.009	4
2453152.533	-30	-0.014	-0.013	4
2453155.582	-23	-0.001	-0.001	4
2453158.633	-16	0.013	0.014	4
2453159.499	-14	0.012	0.012	4
2453162.523	-7	-0.001	-0.001	4
2453164.689	-2	-0.004	-0.004	4
2453165.559	0	-0.001	-0.001	4
2453165.5593	0	-0.001	-0.001	2
2453168.588	7	-0.009	-0.009	4
2453169.456	9	-0.009	-0.009	4
2453171.633	14	-0.001	-0.001	4
2453175.548	23	0.010	0.010	4
2453178.582	30	0.008	0.007	4
2453179.449	32	0.007	0.007	4
2453181.604	37	-0.007	-0.007	4
2453182.462	39	-0.017	-0.017	4
2453184.627	44	-0.021	-0.021	4
2453185.501	46	-0.014	-0.015	4
2453191.602	60	0.014	0.013	4
2453192.462	62	0.006	0.006	4
2453194.624	67	-0.001	-0.002	4
2453195.496	69	0.003	0.003	4
2453198.524	76	-0.005	-0.006	4
2453201.553	83	-0.013	-0.013	4
2453204.610	90	0.008	0.007	4
2453205.489	92	0.019	0.018	4
2453208.513	99	0.006	0.006	4

2453215.449	115	0.002	0.001	4
2453218.483	122	-0.001	-0.002	4
2453225.435	138	0.010	0.009	4
2453228.457	145	-0.004	-0.006	4
2453231.482	152	-0.016	-0.017	4
2453235.411	161	0.009	0.007	4
2453238.444	168	0.005	0.004	4
2453248.404	191	-0.012	-0.014	4
2453251.4579	198	0.005	0.003	1
2453258.3973	214	0.004	0.002	1
2453258.398	214	0.005	0.003	4
2453268.3685	237	-0.002	-0.004	1
2453291.3603	290	-0.002	-0.004	1
2453298.3077	306	0.005	0.002	1
2453532.5750	846	0.021	0.015	3
2453635.3668	1083	0.003	-0.005	1
2453655.3088	1129	-0.010	-0.018	1
2454303.420	2623	0.007	0.002	4
2454306.448	2630	-0.002	-0.007	4
2454316.436	2653	0.009	0.004	4
2454329.443	2683	0.002	-0.003	4
2454332.486	2690	0.008	0.004	4
2454580.619	3262	0.009	0.009	4
2454590.5790	3285	-0.008	-0.008	3
2454597.5410	3301	0.013	0.014	3
2454609.674	3329	-0.001	0.000	4
2454613.588	3338	0.009	0.010	4
2454620.512	3354	-0.007	-0.006	4
2454623.543	3361	-0.013	-0.012	4
2454626.600	3368	0.007	0.009	4
2454629.636	3375	0.007	0.008	4
2454630.496	3377	-0.001	0.001	4
2454632.663	3382	-0.003	-0.001	4
2454636.562	3391	-0.008	-0.006	4
2454639.595	3398	-0.012	-0.010	4
2454640.475	3400	0.001	0.003	4
2454642.648	3405	0.005	0.007	4
2454643.516	3407	0.005	0.007	4
2454649.581	3421	-0.003	-0.001	4
2454650.444	3423	-0.008	-0.005	4
2454652.605	3428	-0.016	-0.013	4
2454656.518	3437	-0.007	-0.004	4
2454659.569	3444	0.008	0.010	4

2454660.438	3446	0.009	0.011	4
2454663.464	3453	-0.002	0.001	4
2454676.486	3483	0.007	0.009	4
2454676.4880	3483	0.009	0.011	3
2454682.540	3497	-0.013	-0.010	4
2454686.441	3506	-0.016	-0.013	4
2456451.4810	7575	-0.100	0.010	5
2456474.4440	7628	-0.129	-0.017	5
2456481.4105	7644	-0.103	0.010	5
2456490.4965	7665	-0.127	-0.013	5
2456497.4555	7681	-0.109	0.006	6

Observers: 1) H. Achterberg, 2) K. Poschinger, 3) C. Demeautis, 4) SWASP, present paper, 5) present paper, 6) J.F. Le Borgne, TAROT, 2013.