

# Lichtkurve und Periode des RR-Lyrae-Sterns AT Trianguli

## Lightcurve and period of the RR Lyrae star AT Trianguli

Rainer Gröbel

**Abstract:** Based on data from the SWASP database and on recent observations 31 maxima and 18 minima timings of the little studied RR Lyrae star AT Tri could be derived. An improved ephemeris and a CCD lightcurve are given. In 2004 and 2006 the SWASP lightcurves showed a constant amplitude of 1.0 mag., whereas in 2007 the amplitude was only 0.5 mag. The 2012 lightcurve shows again the greater amplitude, suggesting some sort of long period Blazhko effect. Consistency of the measurements and reliability of the TAMFlux correction on SWASP raw data for different cameras are discussed.

Dieser Stern wurde aus den von Frau Maintz zur Beobachtung empfohlenen RR-Lyrae-Sternen [1] ausgewählt. Neben der Beobachtung wurden die Daten von SuperWASP [2] ausgewertet. Dabei wurden die Streuung der Messwerte und die Zuverlässigkeit der TAMFlux-Korrektur zum Ausgleich der unterschiedlichen Empfindlichkeit der beteiligten Kameras untersucht, denn seinerzeit kamen bei der Auswertung der Daten von HO Leo [3] Zweifel auf, ob die Helligkeitsskala von einem Datenblock zum anderen zuverlässig übertragbar ist. Dazu wurden die Daten von vier Vergleichs-sternen und zwei NSV Sternen im Feld auf die Konstanz der Helligkeitswerte überprüft.

**1) AT Trianguli (GSC 02297-01073):** Dieser Stern wurde 1965 von Romano [4] in den Grenzen von 14,3 bis 15,3 mag als veränderlich erkannt und zunächst als NSV 573 registriert. 2006 konnte Khruslov [5] anhand von ROTSE [6] Daten den Stern als RR Lyrae klassifizieren und mit der Ephemeride

$$\text{Max.} = 2451477,010 + 0,6525 \text{ d} \times \text{E}$$

wurde er im GCVS aufgenommen. Im GEOS [7] ist nur ein ebenfalls auf ROTSE Daten beruhendes Max. von Wils et al. [8] verzeichnet mit der Ephemeride

$$\text{Max.} = 2451514,850 + 0,65268 \text{ d} \times \text{E}$$

**2) Auswertung der SWASP Daten:** Für diesen Stern bietet der Automat ca. 8700 Messpunkte aufgeteilt in drei Blöcke (Tab. 1). Nach Aussortierung aller Messpunkte mit einem TAMFlux error > 0,1 mag. blieben zur Auswertung drei Kameras mit ausreichend langen Messreihen übrig.

JD Anfang	JD Ende	Datum Anfang	Datum Ende	Kamera	Messpunkte
(245)3132	3275	25.06.2004	26.09.2004	1.02	1678
3968	4104	20.08.2006	03.01.2007	1.43	2056
4332	4450	19.08.2007	15.12.2007	1.47	2374

Tabelle 1: Die von den SWASP Daten abgedeckten Zeiträume und die beteiligten Kameras.

Um nicht jede einzelne Nacht zur Auffindung eines eventuellen Extremas durchschauen zu müssen, ist im Blatt der Tabellenkalkulation neben HJD und Helligkeit die Phase verzeichnet, so dass sich auf „interessante“ Lichtkurvenabschnitte konzentriert werden kann. Zur Bestimmung vom Zeitpunkt werden die Extrema

eingegrenzt und je nach Streuung der Lichtkurve (LK) eine Anpassungskurve 5. oder 6. Ordnung darüber gelegt. Die Zeitpunkte der Extrema konnten meistens auf +/- 0,001 d bestimmt werden.

Max.	HJD 245...	Epoch	(O-C)	Max.	HJD 245...	Epoch	(O-C)	Min.	HJD 245...	Epoch	(O-C)
SW	3228.618	-4598	-0.006	SW	4076.363	-3299	0.006	SW	3237.655	-1299	0.000
SW	3241.672	-4578	-0.004	SW	4085.492	-3285	-0.002	SW	3239.618	-1296	0.005
SW	3245.590	-4572	-0.002	SW	4338.708	-2897	0.004	SW	3256.575	-1270	-0.006
SW	3256.692	-4555	0.006	SW	4353.715	-2874	0.001	SW	3258.545	-1267	0.007
SW	3258.632	-4552	-0.012	SW	4355.677	-2871	0.005	SW	3271.582	-1247	-0.009
SW	3260.604	-4549	0.002	SW	4357.628	-2868	-0.001	SW	3994.683	-139	0.006
SW	3262.550	-4546	-0.010	SW	4387.640	-2822	-0.009	SW	3998.580	-133	-0.013
SW	3271.702	-4532	0.006	SW	4389.595	-2819	-0.012	SW	4049.498	-55	0.002
CRTS	3537.954	-4124	-0.005	SW	4393.510	-2813	-0.013	SW	4085.388	0	-0.001
SW	3968.682	-3464	0.005	SW	4406.590	-2793	0.015	SW	4334.690	382	0.006
SW	3970.633	-3461	-0.002	SW	4438.548	-2744	-0.004	SW	4351.651	408	-0.001
SW	3972.593	-3458	0.000	SW	4444.420	-2735	-0.006	SW	4353.608	411	-0.002
SW	3998.702	-3418	0.005	CCD	6229.294	0	-0.004	SW	4355.562	414	-0.005
SW	4002.619	-3412	0.006					SW	4381.660	454	-0.012
SW	4004.572	-3409	0.001					SW	4383.631	457	0.002
SW	4006.528	-3406	0.000					SW	4389.514	466	0.011
SW	4049.610	-3340	0.010					SW	4419.532	512	0.009
SW	4057.435	-3328	0.003					SW	4438.440	541	-0.008

Tabelle 2: Neben den SWASP (SW) Extrema sind ein CRTS und ein neueres CCD Max. verzeichnet.

Insgesamt konnten 29 Maxima und 18 Minima gewonnen werden (Tabelle 2). Zur Ergänzung wurden die Daten von ROTSE (Abb. 1 links) dem Periodensuchprogramm erneut vorgelegt. Die Unsicherheit des so bestimmten „CCD normal max.“ schien so groß, dass er bei der Berechnung der Ephemeride (1) nicht berücksichtigt wurde.

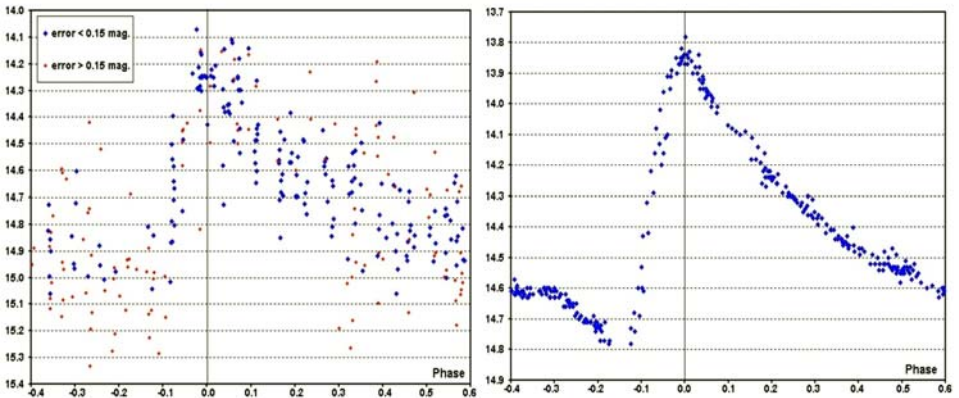


Abb. 1: Die Lks von ROTSE (links) und vom CRTS.

Dagegen ist die LK vom CRTS [9] gut definiert und mit dem leider einzigen hinzu gekommenen CCD Max. ergibt sich die aktualisierte Ephemeride:

$$\text{Max.} = 2456228,298 (5) + 0,6526041 (13) \text{ d} \times E \quad (1)$$

Für die Minima wurde folgende Ephemeride verwendet:

$$\text{Min.} = 2454085,389 + 0,6526041 \text{ d} \times \text{E}$$

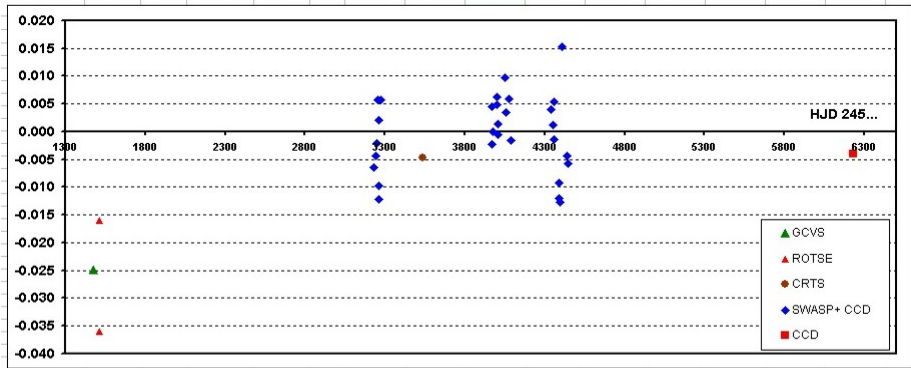


Abb. 3: Das mit Ephemeride (1) gewonnene (B-R)-Diagramm.

**3) SWASP Lichtkurven:** In den ersten Beobachtungsabschnitten 2004 und 2006 zeigen sich keine über die Streuung hinausgehende Änderungen in Phase und Form

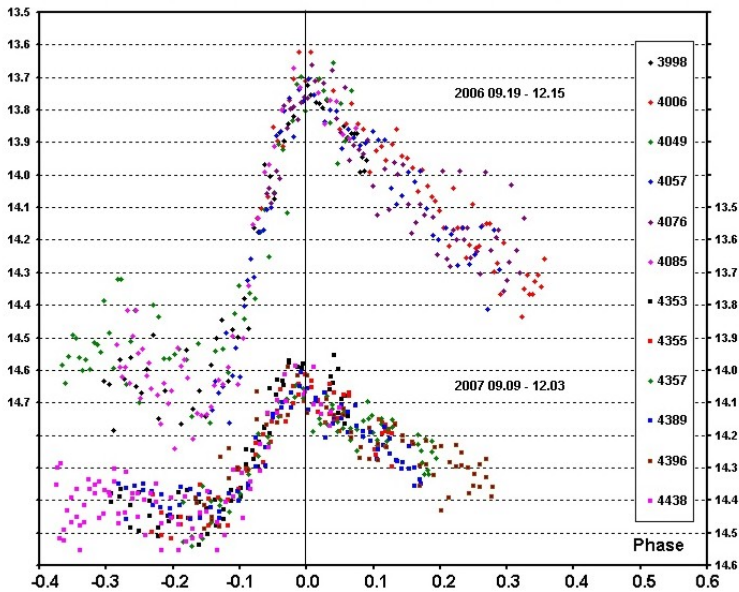


Abb. 4: Zur Verdeutlichung ist die LK von 2007 um 0,6 mag. versetzt eingezeichnet.

der LKs und die Amplitude bleibt mit 1,0 mag konstant. 2007 beträgt die Amplitude nur noch 0,5 mag mit stark abgerundeten Maxima. Über die drei Monate dauernde Beobachtungsperiode blieb auch diese LK konstant.

Da wieder eine andere Kamera als in den vorangegangenen Serien zum Einsatz kam, wurde der Ausgleich (TAMFlux-Korrektur) der unterschiedlichen Empfindlichkeit anhand einiger Referenzsterne und der „Verdächtigen“ im Feld (Abb. 6) überprüft.

Kamera ID	1.02		1.43		1.47	
SWASP	Mw. Tmag.	+/-	Mw. Tmag.	+/-	Mw. Tmag.	+/-
Comp.	14.14	0.05	14.14	0.05	14.12	0.06
Chk 1	13.78	0.06	13.78	0.08	13.78	0.07
Chk 2	14.14	0.05	14.14	0.06	14.15	0.08
Chk 3	13.30	0.04	13.30	0.04	13.31	0.10
Chk 4	13.78	0.06	13.79	0.08	13.80	0.10
NSV 571	12.82	0.03	12.83	0.04	12.82	0.04
NSV 569	14.98	0.06	14.97	0.07	14.43	0.34

Tabelle 3: Vergleich der Mittelwerte der korrigierten Helligkeiten (Tmag)

Der Ausgleich zwischen den Kameras 1.02 und 1.43 gelingt sehr gut (Tabelle 3). Auf den ersten Blick scheint dies in etwa auch für die Kamera 1.47 zu gelten, aber in einer grafischen Darstellung fällt die erhöhte Streuung der Messwerte auf und beim ansonsten konstanten NSV 569 ist die Messreihe gänzlich unbrauchbar. Diese Kamera scheint im Vergleich zu den anderen bei der Zuverlässigkeit nicht ganz mithalten zu können. Dennoch ist der Unterschied in der Amplitude der LKs von AT Tri so groß, dass dieser nicht allein auf instrumentelle Effekte zurückzuführen ist.

**4) Die Lichtkurve von AT Tri 2012:** Vom 28. 09. bis zum 19.11. 2012 konnten bei meist ungünstigen Bedingungen 7 Aufnahmereihen durch einen 25er SC mit einer ST8 XME Kamera im halbautomatischen Betrieb gewonnen werden.

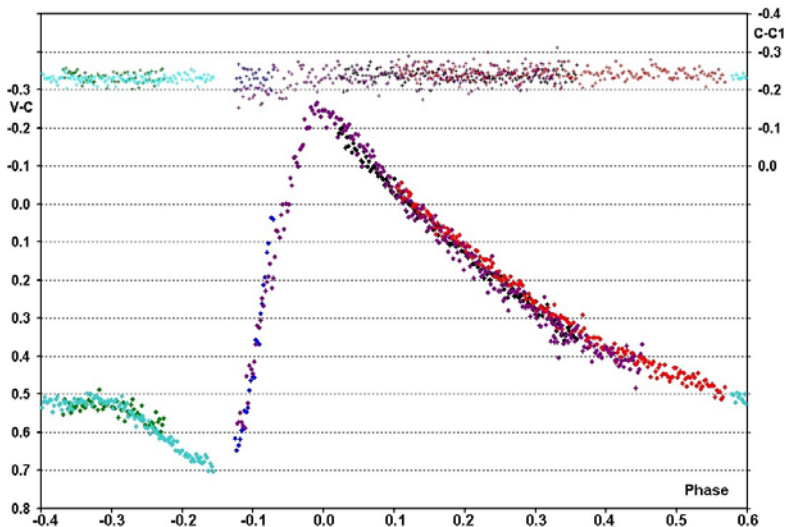


Abb. 5: Die ungünstigen Bedingungen zeigen sich bei der erhöhten Streuung der Messwerte von C-C1

Die Belichtungszeit betrug 120 s und wegen der relativen Schwäche des Sterns wurde wiederum auf den Einsatz eines Filters verzichtet. Besonders bei der Gewinnung des einzigen vollständigen Max. herrschte Vollmond und die Durchsicht war stark variabel. Dies zeigt einmal mehr die Fähigkeit einer CCD Kamera quasi „durch Wolken hindurch“ noch annehmbare Ergebnisse zu liefern.

**5) Anmerkungen zu den NSV Sternen:** Diese Sterne wurden von H. Smith und D. Hoffleit [10] im Rahmen einer umfangreichen Untersuchung von Harvard Platten zum Helligkeitsverhalten vom optischen Gegenstück der intensiven Radioquelle 3C 48 als Vergleichssterne benützt und als veränderlich verdächtig gemeldet. Sie gingen von einem Supernovaüberrest aus. Es stellte sich aber heraus, dass es sich um einen der hellsten Quasare mit einem  $z$  von 0,367 handelt.

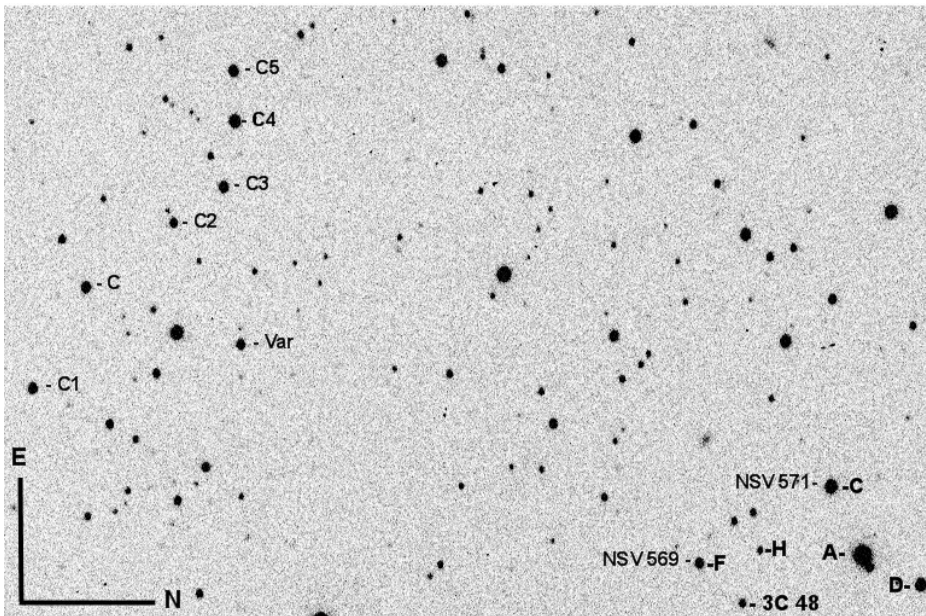


Abb. 6: Das Feld der Kamera mit einigen der Referenzsterne von AT Tri, die zwei „veränderlich verdächtigsten“ und den Quasar 3C 48. Die Buchstaben markieren einige der von Smith & Hoffleit gewählten Vergleichssterne.

Im Feld konnte dieses Objekt am äußersten Rand identifiziert werden (Abb. 6), leider nur in wenigen Serien. Die Messpunkte vom CRTS (Abb. 7) suggerieren eine langsame Variabilität der Quelle mit einer Amplitude von 0,2 mag. Leider lässt sich die Qualität der Messungen bei diesem relativ schwachen Objekt trotz einer Fehlerangabe von  $\pm 0,05$  mag nicht abschätzen. Die sehr unterschiedliche Qualität der Daten zeigt sich bei NSV 569, dessen V-Helligkeit konstant 14,35 mag beträgt bei nur  $\pm 0,01$  mag Streuung. Der hellere NSV 571 dagegen zeigt bei 12,82 mag eine Standardabweichung von  $\pm 0,08$  mag. Dies könnte ein Indiz für eine leichte Variabilität sein, aber die ausgedehnten Messreihen von SWASP (Tabelle 3 unten) sprechen eher für eine konstante Helligkeit.

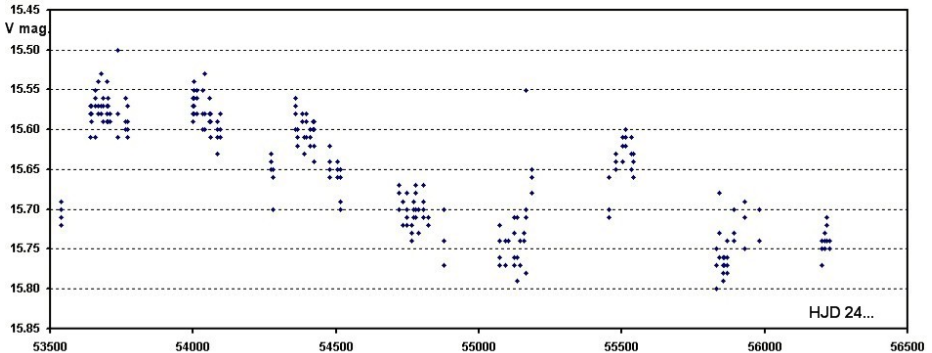


Abb. 7: Die optische Variabilität von 3C 48 vom CRTS gesehen.

Auf jeden Fall wird AT Tri in die „Favoritenliste“ aufgenommen und vielleicht lässt sich bei leicht veränderter Einstellung des Feldes auch etwas über eine mögliche optische Variabilität von 3C 48 aussagen, wenn das Wetter mitspielt...

### Literatur:

- [1] Maintz, G., <http://www.astro.uni-bonn.de/~gmaintz/>
- [2] SuperWASP Public archive, <http://www.wasp.le.ac.uk/public/lc/index.php>
- [3] Gröbel, R., Ein neuer Blick auf den RR Lyrae Stern HO Leo, RB 61, 4(2012), 246
- [4] Romano, G. 1965, Coelum, 33, Nos. 3-4
- [5] Khruslov, A.V. 2006, IBVS, No. 5699
- [6] The ASAS all stars catalogue, <http://www.astrouw.edu.pl/asas/?page=aasc>
- [7] Le Borgne et al., 2007, Astronomy and Astrophysics 476, 307  
[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)
- [8] Wils et al., 2006, Catalogue of RR Lyrae from NSVS, J/MNRAS/368/1757
- [9] The Catalina Surveys, <http://nesssi.cacr.caltech.edu/DataRelease/>
- [10] H.Smith, D.Hoffleit, Photographic History and suggested Nature of the Radio Source 3C 48, PASP 73, 292, 1961.

### 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, ermöglicht.