

# RR Lyrae und die Elemente des Lichtwechsels

Wolfgang Vollmann

**Abstract:** We discuss the use of elements of the light changes of RR Lyrae. For prediction of times of maxima we recommend the use of current instantaneous elements. For the time period Aug. through Oct.2019 we derived elements  $2458704.4242 + 0.566767 E$  from 4 observed maxima with a DSLR camera.

## Die Elemente des Lichtwechsels: Epoche und Periode

Im BAV Rundbrief 3/2019 [1] berichtete ich über die Beobachtung eines aktuellen Maximums von RR Lyrae. Viele Beobachtungen der Zeitpunkte der Maxima werden in der GEOS RR-Lyrae-Datenbank gesammelt, die online abrufbar ist [2]. Das erste dort verzeichnete Maximum stammt aus dem Jahre 1899 und die Beobachtungen seither zeigen sehr deutlich, dass RR Lyrae seine Periode immer wieder um Sekunden verändert.

Zu verschiedenen Zeiten wurden folgende Lichtwechselelemente benutzt:

(E1)	$2442923.4193 + 0.56686776 E$	(GCVS (Kholopov et al.; 1988-2006))
(E2)	$2457173.565 + 0.566775 E$	(J.F. Le Borgne, 2017, pr. com.)
(E3)	$2442923.4193 + 0.56686776 E$	(GCVS (Samus et al.; 2012))
(E4)	$2414921.7746 + 0.566835616 E$	(Le Borgne et al., 2014)
(E5)	$2435711.5842 + 0.56683649 E$	(Vandenbroere, 2014)
(E6)	$2458042.425 + 0.566782 E$	(AAVSO VSX) [Lit.4]

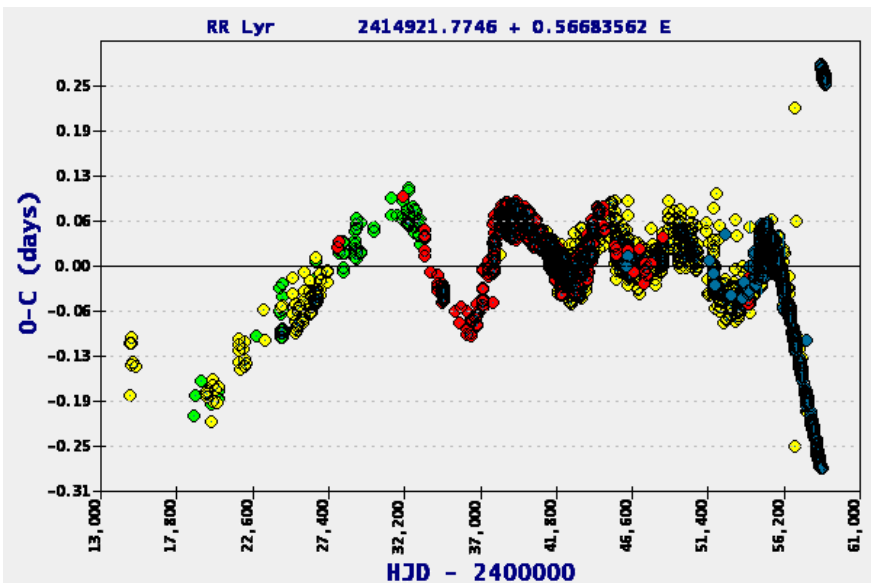


Abb.1: Termine der Maxima von RR Lyrae seit 1899 [2]

Für die Analyse der Periodenänderungen werden mittlere Lichtwechselelemente benutzt. Mit den Elementen (E4) von Le Borgne et al., 2014 ist auf der GEOS Seite [2] die Abweichung der Beobachtung von der Rechnung abrufbar und im Diagramm dargestellt (Abb. 1, (B-R)-Beobachtung minus Rechnung, O-C observed minus calculated). Das Diagramm zeigt eine Veränderung der Periode, die etwa im Jahr 2009 begonnen hat. Seither ist die Periode wieder konstant.

Zur Vorhersage aktueller Maxima zur Unterstützung der Beobachtung sind aktuelle Lichtwechselelemente (instantane Elemente) gut geeignet. Von August bis Oktober 2019 konnte ich insgesamt 4 Maxima von RR Lyrae beobachten. Die Maximatermine wurden mit dem Programm Starcurve von Lienhard Pagel [3] ermittelt:

<b>Datum</b>	<b>Maximum HJD (HJD = heliozentrisches JD)</b>
2019 Aug.8	2458704,4231
2019 Sep.10	2458737,2961
2019 Sep.19	2458746,3691
2019 Okt.10	2458767,3329

Aus diesen beobachteten Maximazeitpunkten kann durch lineare Regression die folgenden aktuellen Elemente bestimmt werden:

(E7)  $2458704.4242 + 0.566767 E$  (diese Arbeit)

Mit den Elementen (E7) ergeben sich folgende Abweichungen (B-R) der 4 neuen Maximumsbeobachtungen:

<b>Datum</b>	<b>Maximum HJD</b>	<b>E</b>	<b>Rechnung</b>	<b>(B-R)(d)</b>
2019 Aug.8	2458704,4231	0	2458704,4242	-0,0011
2019 Sep.10	2458737,2961	58	2458737,2967	-0,0006
2019 Sep.19	2458746,3691	74	2458746,3650	+0,0041
2019 Okt.10	2458767,3329	111	2458767,3353	-0,0024

Die Periode (E7) ist nur um 5,9 Sekunden kürzer als die der mittleren Elemente (E4). Da RR Lyrae in einem Jahr 644 Lichtwechselzyklen durchläuft, summiert sich die Periodenänderung in einem Jahr schon auf mehr als eine Stunde geänderte Maximazeiten auf. Daher sind die Elemente (E4) nicht mehr für die Vorhersage von Maximaterminen verwendbar.

Besser ist die Übereinstimmung mit den aktuelleren Elementen aus dem VSX (E6) [4]. Die im Sommer 2019 bestimmte Periode (E7) ist nur 1,3 Sekunden kürzer. Da der Beobachtungszeitraum nur 2 Monate umfasst und meine Bestimmungen der Maximatermine bestenfalls auf 5 Minuten genau sind, ist das noch kein eindeutiger Hinweis auf eine geänderte Periode zu den Elementen (E6). Zu diesen ergeben sich folgende Abweichungen (B-R) der 4 neuen Maximumsbeobachtungen:

Datum	Maximum HJD	E	Rechnung	(B-R)(d)
2019 Aug.8	2458704,4231	1168	2458704,4264	-0,0033
2019 Sep.10	2458737,2961	1226	2458737,2997	-0,0036
2019 Sep.19	2458746,3691	1242	2458746,3682	+0,0009
2019 Okt.10	2458767,3329	1279	2458767,3392	-0,0063

Diese Elemente können also weiter für Vorhersagen benutzt werden.

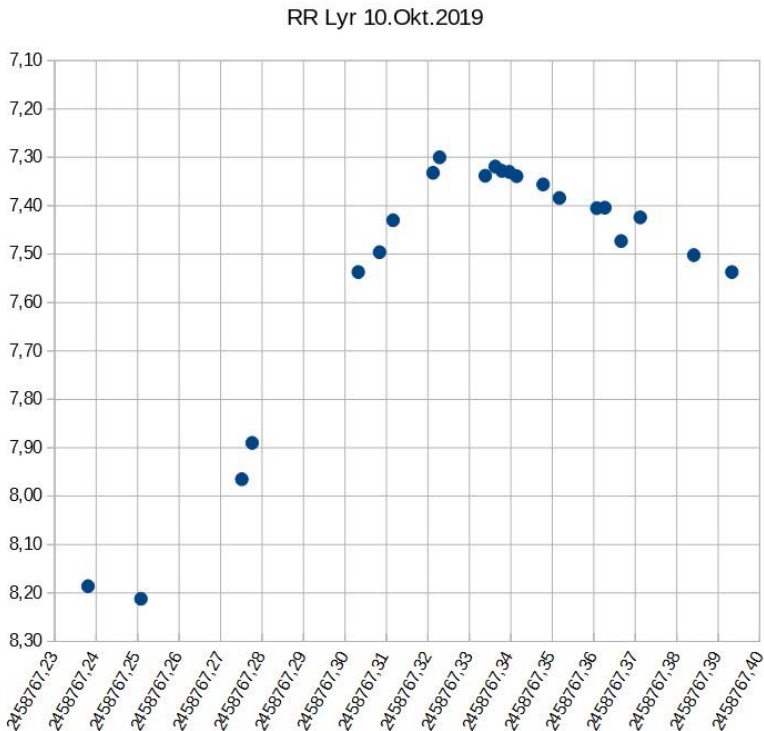


Abb.2: beobachtete Lichtkurve am 10.Okt.2019: jeder Messpunkt ist der Mittelwert aus 10 Einzelfotos mit Canon 450D, Objektiv 1:2,8 f=75 mm, Strichspuraufnahmen mit 8 Sekunden Belichtungszeit. Auswertung der Grünbilder mit Muniwin und Transformation auf Johnson V wie in [1].

### Zusammenfassung

Bei den unvorhersagbaren Periodenänderungen müssen daher neue instantane Elemente bestimmt werden, um sie zur Vorhersage von Maximazeitpunkten zu verwenden. Diese aktuellen Elemente und Vorhersagen unterstützen geplante Beobachtungen.

### RR Lyr Aug.-Okt.2019

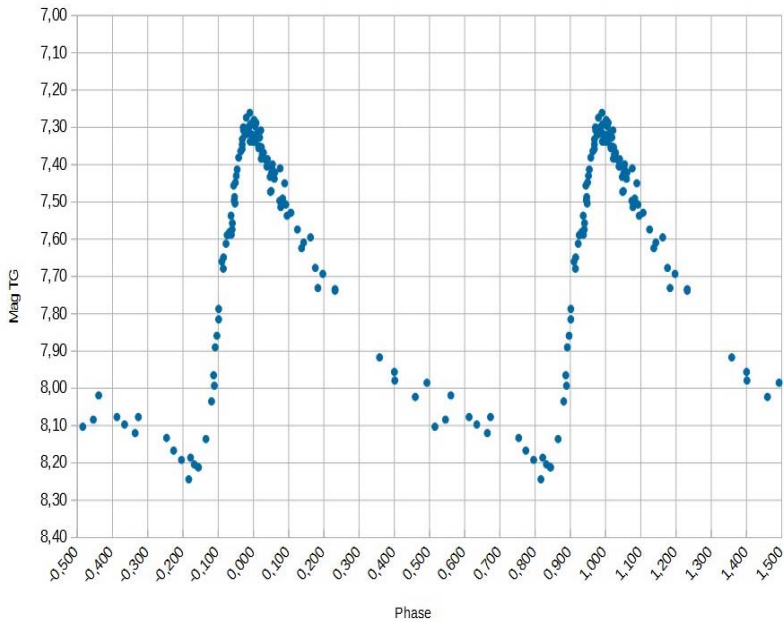


Abb.3: Gesamtlichtkurve Aug.-Okt.2019 von RR Lyrae, reduziert auf eine Periode mit den Elementen (E6). Phase ist in Einheiten der Periode.

Danke an Werner Braune für die Anregung zu diesem Beitrag und an Lienhard Pagel für Hilfe bei der Benutzung von Starcurve.

#### Literatur und Links:

- [1] Vollmann, Wolfgang: RR Lyrae. BAV Rundbrief 3/2019 (August 2019)
- [2] GEOS RR Lyr Datenbank: [http://rr-lyr.irap.omp.eu/dbrr/rddb-V2.0\\_08.3.php?RR+Lyr&](http://rr-lyr.irap.omp.eu/dbrr/rddb-V2.0_08.3.php?RR+Lyr&)
- [3] Pagel, Lienhard: Starcurve. Download: <https://www.bav-astro.eu>
- [4] AAVSO VSX: The International Variable Star Index. <https://www.aavso.org/vsx/>