

XZ Lacertae: Periodensprung und Blazhko-Effekt XZ Lacertae: Period Jump and Blazhko effect

Edgar Wunder

Abstract: *This investigation studies the pulsational behavior of the RRab star XZ Lac based on 63 times of maxima since 1927. A sudden period jump of 4.7 seconds in 1988 is evident. The following elements are valid:*

$$1927 \text{ to } 1988: \quad \text{HJD (Max)} = 24\,25361.57 + 0.63044503 * E$$

$$\text{since } 1988: \quad \text{HJD (Max)} = 24\,56167.513 + 0.6303909 * E$$

New CCD-observations (filter V) show brightness variations between 12.4 in maximum and 13.6 mag in minimum. The amplitude may be even higher in the most extreme phase of the Blazhko cycle. The "rise time" (M-m) is typically 0.21 of the main period but varies through the Blazhko cycle. A strong Blazhko effect evokes O-C variations of more than ± 1 hour. The data is still insufficient to determine the length of the Blazhko period for sure. Most probably the Blazhko period is approximately 76 or 84 days.

XZ Lac ist schon seit 1928 als Veränderlicher bekannt. Dennoch ist die Periode dieses RR-Lyrae-Sterns nach einschlägigen Datenbanken (VSX, GCVS etc.) nur auf vier Nachkommastellen genau ermittelt (0.6302 Tage). Angeblich sei die Periode veränderlich. Dieser recht unbefriedigende Kenntnisstand veranlasste mich zu eigenen Beobachtungen und Recherchen sowie zur vorliegenden Arbeit.

Forschungsstand

Entdeckt wurde XZ Lac durch Hofmeister (1928a; 1928b), ohne dass dieser eine Periode oder den Typ des zunächst unter der Bezeichnung AN 91.1927 geführten Veränderlichen angeben konnte. 36 Jahre später meldete Brun (1964) die vermeintliche Neuentdeckung des Veränderlichen „Brun 41“, der durch Kholopov et. al. (1982) die Bezeichnung NSV 14114 erhielt und von Martignoni (1996) schließlich als mit XZ Lac identisch identifiziert werden konnte. Brun (1964) war der erste, der RR-Lyrae-Lichtwechsel in den Grenzen 12.7-13.8 p diagnostizierte.

Eine nicht besonders genaue Periode (0.6302 Tage) wurde erstmals von Gessner (1966) ermittelt, aufgrund von Reihenaufnahmen, die sich über einen Zeitraum von 156 Tagen erstreckten. Dass die Periode veränderlich sei, geht aus 15 weiteren Erhellungen auf früheren Fotoplatten seit der Entdeckung durch Hofmeister (1928a) hervor, deren Darstellung durch eine konstante Periode für den Gesamtzeitraum Gessner (1966) offenbar nicht gelang. Das schaffte erst Häußler (1986), der auf der Grundlage von 37 fotografischen Maxima zwischen 1927 und 1980 den Lichtwechsel durch folgende Elemente beschrieb:

$$\text{HJD (Max)} = 24\,25361.57 + 0.63044503 * E \quad (I)$$

Aus welchem Grund auch immer fand diese Erkenntnis von Häußler (1986) aber keinen Eingang in die spätere Literatur, weder in elektronische Datenbanken (z.B. VSX der AAVSO; GEOS; aktualisierte Versionen des GCVS) noch in Veröffentlichungen anderer Autoren. Somit blieb es bei der ungenauen Periode von 0.6302 Tagen als dem weiter kolportierten, vermeintlich letzten Forschungsstand. Allerdings waren alle nach 1986 veröffentlichten Beobachtungen (Schmidt 2002; Wils

et al. 2006; Hübscher & Lehmann 2012) mit Häußlers Elementen auch nicht darstellbar.

Häußler (1986) hat bereits darauf hingewiesen, „dass die Maxima unterschiedlich hoch sind“. Er vermutete einen Blazhko-Effekt mit einer Periode von etwa 21.2 Tagen.

Methoden

Um eine Klärung herbeizuführen, wurde XZ Lac im August/September 2012 in insgesamt acht Nächten mit einem 35.5cm-Reflektor und einer DSI Pro III-CCD-Kamera am Standort Neckarhausen bei Heidelberg beobachtet. Insgesamt wurden N=1042 Messungen mit V-Filter mit in der Regel jeweils 60 Sekunden Belichtungszeit realisiert. Als Vergleichssterne dienten GSC 3615-2829 ($V=12.17$) und GSC 3615-2826 ($V=12.45$; beide Helligkeitsangaben nach GSC 2.3.2).

Weiterhin wurden aus den Rohdaten von Schmidt (2002) ein weiteres Maximum sowie aus den SWASP-Daten drei weitere Maxima rekonstruiert. Aus den NSVS-Daten hatten bereits Wils et al. (2006) ein weiteres Maximum abgeleitet. Alle Auswertungen der Daten erfolgten mit der Software Peranso 2.0.

Maxima und Elemente

Aus den eigenen Beobachtungen konnten insgesamt fünf Maxima abgeleitet werden. Eines davon (HJD 2456167.491) ist unsicher, weil lediglich sowohl der Aufstieg als auch der Abstieg vom/zum Maximum beobachtet werden konnten, während zur Zeit des Maximums selbst der Stern vorübergehend durch Wolken bedeckt war.

Somit sind bisher insgesamt 63 valide Maxima von XZ Lac bekannt, die in Tabelle 1 zusammengestellt wurden. Darunter ist auch ein Maximum von Franz Agerer (veröffentlicht in: Hübscher & Lehmann 2012) sowie 15 Maxima der GEOS-Gruppe (Beobachter: De Ponthière, Marchini, Papini, Ruocco, van den Abbeel), die erst vor kurzem, nach Abschluss meiner Beobachtungsserie, in der GEOS-Datenbank (<http://rr-lyr.ast.obs-mip.fr>) verfügbar gemacht wurden (vgl. Le Borgne 2007).

Table 1: Compilation of all known valid times of maxima of XZ Lac.

Data Source	HJD (Max)	Data Source	HJD (Max)
Häußler 1986	24 24979.58	Häußler 1986	24 37934.53
Häußler 1986	24 25361.57	Häußler 1986	24 37936.37
Häußler 1986	24 25650.28	Häußler 1986	24 37939.54
Häußler 1986	24 25883.57	Häußler 1986	24 37941.43
Häußler 1986	24 26627.43	Häußler 1986	24 37944.55
Häußler 1986	24 29880.57	Häußler 1986	24 37946.47
Häußler 1986	24 29966.25	Häußler 1986	24 37960.35
Häußler 1986	24 30374.26	Häußler 1986	24 37962.27
Häußler 1986	24 36844.46	Häußler 1986	24 37970.47
Häußler 1986	24 37888.54	Häußler 1986	24 37972.36
Häußler 1986	24 37905.56	Häußler 1986	24 38044.24
Häußler 1986	24 37907.48	Häußler 1986	24 41604.399
Häußler 1986	24 37910.61	Häußler 1986	24 41647.237
Häußler 1986	24 37917.54	Häußler 1986	24 41957.361

Häußler 1986	24 43431.432	GEOS	24 55850.4208
Häußler 1986	24 44103.443	GEOS	24 55852.313
Häußler 1986	24 44115.425	GEOS	24 55857.364
Häußler 1986	24 44132.452	GEOS	24 55867.4547
Häußler 1986	24 44134.343	GEOS	24 55869.3437
Häußler 1986	24 44144.403	GEOS	24 55876.287
Häußler 1986	24 44166.449	GEOS	24 55879.442
Häußler 1986	24 44173.389	GEOS	24 55881.3318
Häußler 1986	24 44257.234	GEOS	24 55884.4869
Schmidt 2002	24 50656.618	GEOS	24 55886.373
Wils et al 2006	24 51353.840	GEOS	24 55891.359
SWASP	24 54284.5709	GEOS	24 55891.418
SWASP	24 54339.3808	GEOS	24 55944.362
SWASP	24 54373.4705	Wunder	24 56167.491 :
Franz Agerer	24 55799.396	Wunder	24 56179.4924
GEOS	24 55833.348	Wunder	24 56184.5335
GEOS	24 55836.510	Wunder	24 56186.4230
		Wunder	24 56193.3601

Die Maxima vor JD 2450000, ausnahmslos basierend auf Fotoplatten und bereits zusammengestellt von Häußler (1986), lassen sich alle sehr gut durch die oben zitierten Elemente (I) darstellen.

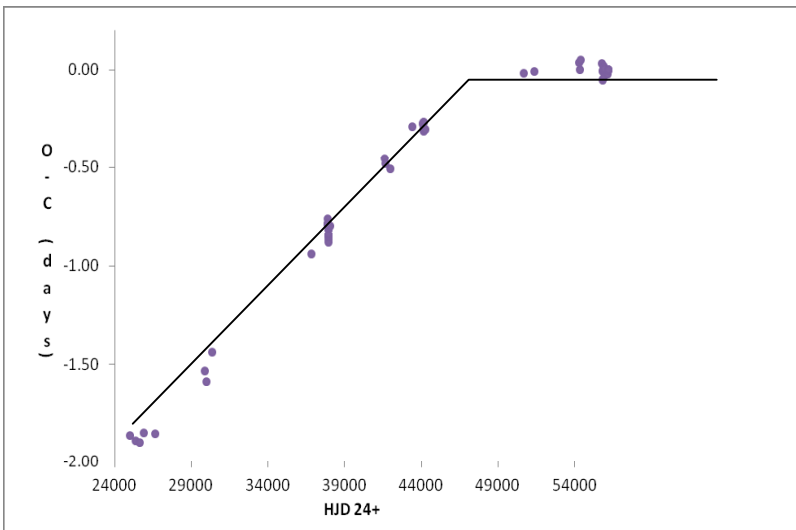


Figure 1: O-C-diagram for XZ Lac, based on elements (II).

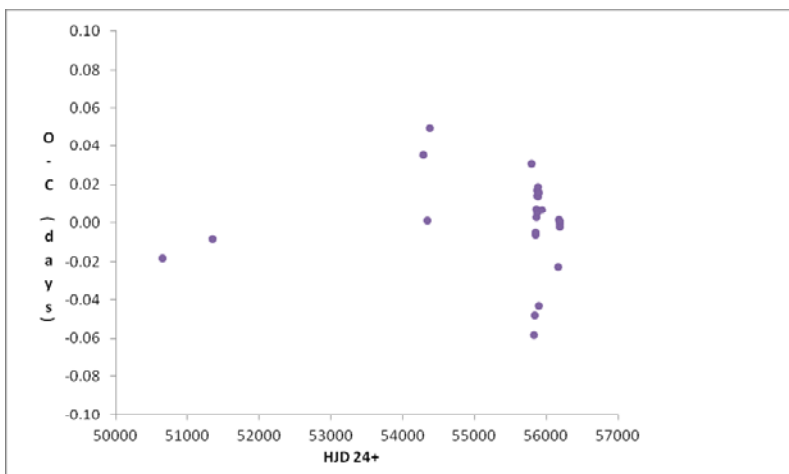


Figure 2: A closer look on the (O-C)-diagram for XZ Lac, JD 24 50000–57000, based on elements (II).

Die Maxima nach JD 2450000, ausnahmslos CCD-Beobachtungen, wurden für die weitere Auswertung entsprechend ihrer Genauigkeit gewichtet: die Normalmaxima von Schmidt (2002), des NSVS (Wils et al. 2006) und des SWASP sowie das zeitlich unsichere Maximum 2456167.491 1-fach, alle weiteren Maxima 3-fach. Auf dieser Grundlage ergeben sich folgende Elemente:

$$\text{HJD (Max)} = 24\,56167.513 + 0.6303909 * E \quad (\text{II})$$

$$\pm 3 \qquad \qquad \pm 20$$

Daraus folgt, dass sich die Periode im Jahr 1988 sprunghaft um etwa 4.7 Sekunden verkürzt haben muss. Weitere Periodenänderungen sind nicht aufgetreten (jedenfalls ist deren Annahme nicht notwendig, um sämtliche Beobachtungen befriedigend darzustellen), wie das (O-C)-Diagramm (Abbildung 1) zeigt.

Blazhko-Effekt und Lichtkurve

Durchgehend ist die Streuung der (O-C)-Werte erheblich, auch bei den jüngeren CCD-Beobachtungen, wie Abbildung 2 als Ausschnittvergrößerung des O-C-Diagramms belegt. Die Werte streuen um gut ± 1 Stunde um den Mittelwert. Es kann unterstellt werden, dass dies die Ursache dafür war, warum die exakte Periode des Sterns so schwierig zu bestimmen war. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind hier erhebliche Veränderungen der Lichtkurve im Sinne eines Blazhko-Effekts im Gange, wie bereits Häußler (1986) annahm. Dies demonstriert schon der Vergleich der Lichtkurven aus zwei nur neun Tage auseinander liegenden Nächten in Abbildung 3.

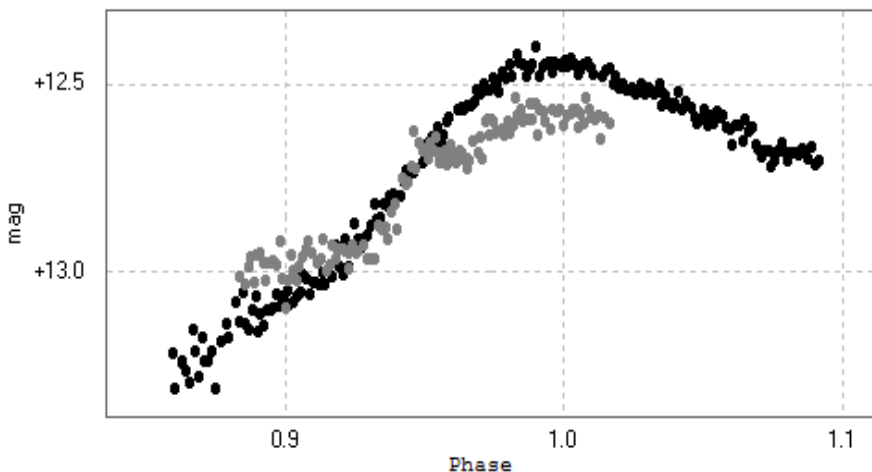


Figure 3: The light curve (V filter) of XZ Lac in two different nights.
 Black: September 13th 2012; Grey: September 22nd 2012.

Meine bisherigen Beobachtungen schwanken zwischen V-Helligkeiten von 12.4 bis 13.6 mag. Wahrscheinlich ist die Amplitude aber sogar noch etwas größer als diese 1.2 mag, weil keineswegs schon ein gesamter Blazhko-Zyklus abgedeckt wurde und die maximale Amplitude möglicherweise zu einer anderen Blazhko-Phase erreicht wird. Der Wert für M-m liegt meist bei etwa 0.21, ist aber aufgrund des Blazhko-Effekts mit Sicherheit variabel. Für M-m und die Amplitude müssen weitere Beobachtungen über die gesamte Blazhko-Periode abgewartet werden, um die Spannweite abschätzen zu können.

Wie lange ist die Blazhko-Periode? Häußler (1986) vermutete 21.2 Tage. Eine Reanalyse der (O-C)-Werte zu den Elementen (I) im Zeitraum 1927-1988 mittels verschiedener Methoden der Periodensuche (insb. ANOVA und Lomb-Scargle) ergibt tatsächlich einen kleineren Peak bei 21.8 Tagen, aber mehrere deutlich stärkere Peaks im Bereich von 60-100 Tagen, den stärksten bei 75.9 Tagen (sowie einen kleineren bei 83.9 Tagen). Eine Analyse der (O-C)-Werte zu den Elementen (II) im Zeitraum 1988-2012 mit den gleichen Methoden findet keine relevanten Peaks um 21 Tage herum, aber wiederum mehrere im Bereich 60-100 Tage, den stärksten davon bei 83.6 Tagen (sowie einen kleineren bei 75.6 Tagen).

Im Ergebnis erscheint die von Häußler (1986) vermutete Blazhko-Periode von 21 Tagen als nicht zutreffend. Die wahre Blazhko-Periode dürfte irgendwo zwischen 60 und 100 Tagen lokalisiert sein, am wahrscheinlichsten bei etwa 76 oder 84 Tagen. Dies wird sich nur durch eine größere Zahl weiterer Beobachtungen aufklären lassen.

Literatur

- Brun, A. (1964): 37 étoiles variables nouvelles dans Lacerta. *Journal des Observateurs* 47 (3), 45.
- Gessner, H. (1966): Die veränderlichen Sterne der nördlichen Milchstraße, Teil XIII. *Veröffentlichungen der Sternwarte in Sonneberg* 7 (2), 100.
- Häußler, K. (1986): Feld 2 Lacertae. *Veröffentlichungen der Sternwarte in Sonneberg* 10, 251.
- Hoffmeister, C. (1928a): Durchforschung eines Feldes in Lacerta nach veränderlichen Sternen. *Astronomische Nachrichten* 232 (9), 153.
- Hoffmeister, C. (1928b): Örter, Vergleichssternfolgen und Karten für 54 Veränderliche in der Umgebung von 3 Lacertae. *Mitteilungen der Sternwarte Sonneberg*, No. 12.
- Hübscher, J., Lehmann, P. (2012): BAV-results of Observations. *Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. Information Bulletin on Variable Stars*, No. 6026.
- Kholopov, P.N. et al. (1982): *New Catalogue of Suspected Variable Stars*. Moscow, Nauka Publishing House.
- Le Borgne, J.F. (2007): Stellar evolution through the ages: period variations in galactic RRab stars as derived from the GEOS database and TAROT telescopes. *Astronomy and Astrophysics* 476, 307.
- Martignoni, M. (1996): XZ Lac = NSV 14114. *Information Bulletin on Variable Stars*, No. 4385.
- Schmidt, E.G. (2002): The Intermediate-Period Cepheid Strip Stars. *Astronomical Journal* 123, 965.
- Wils, P., Lloyd, C., Bernhard, K. (2006): A Catalogue of RR Lyrae stars from the Northern Sky Variability Survey. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 368, 1757.

Dr. Edgar Wunder, Felix-Wankel-Str. 7, D-68535 Edingen-Neckarhausen,
mail@edgarwunder.de