

Beobachtungskampagne SW Boo, was kam heraus?

D. Husar und H. Jungbluth

Abstract: We discuss new results of an observation campaign on the RRab star SW Bootis in 2004 and 2005 by members of the BAV.

The star is already known as showing quite a large secular period change [1]. We could show that the all available data (see GEOS RR Lyrae database [2]) together with the new results can be well explained by a constant increase of the period of $1,8055 \times 10^{-9}$ per day. This is less than derived by Bonov [1] but in good agreement with [6]. The revised elements of SW Bootis are: $E_0 = 2453540.49221$ and $P = 0.513548$ [d].

In obvious contrast to the older literature we did not find an indication for a Blazhko effect within the limits of our observational precision. The observed fluctuations in brightness in maximum and minimum light are below 0.02 mag. Also no statistically significant (O-C)-scatter has been identified from the newer CCD measurements within the observational uncertainties. This is in contrast to older literature [3] but agrees very well with recently published remarks originating from an analysis of ROTSE data [4].

Im Rundbrief Nr. 1 (2004) [5] hatte D. Husar zu einer Beobachtungskampagne am Stern SW Boo aufgerufen. SW Boo ist ein RR-Lyrae-Stern des Typs RRab. In der älteren Literatur ist der Stern bereits als Besonderheit beschrieben, weil seine Hauptschwingungsperiode veränderlich ist [1] und er zusätzlich einen Blazhko-Effekt zeigen soll [3]. Weitere Angaben zu SW Boo, sowie Aufsuchkarten sind im erwähnten Rundbrief 1-2004 zu finden [5].

Für eine Auswertung auf Periodenänderung stehen aus der GEOS-Datenbank 33 Maxima zur Verfügung, welche den Zeitraum von 1918 bis 2004 überspannen [2]. Drei neuere Beobachtungen mit CCD-Technik stammen von D. Husar aus den Jahren 2004 und 2005 [7], zwei von K. Poschinger aus 2005 [2]. Auf den Aufruf zur Beobachtungskampagne für SW Boo hin begann H. Jungbluth den Stern ebenfalls mit CCD-Kamera zu beobachten. Dies lieferte im Jahr 2004 eine Lichtkurve, im Jahr 2005 kamen drei weitere hinzu [7].

Mit diesem Beobachtungsmaterial lässt sich eine Bearbeitung des Sterns sinnvoll durchführen. Als erstes wurde aus den Beobachtungen von Jungbluth, Husar und Poschinger aus den Jahren 2004 und 2005 neue Elemente berechnet. Es ergab sich:

$$(1) \quad \text{MAX} = \text{JDH } 2453540,49221 + 0,513548 \text{ [d]} * E$$

Rechnet man mit diesen neuen Elementen die O - C für alle zur Verfügung stehenden Beobachtungen, so ergibt sich, über dem Jul. Datum aufgetragen, Abb. 1.

Die durchgezogene Kurve ist das Approximationspolynom zweiten Grades durch die O-C - Werte. Man sieht sofort, dass dieses quadratische Polynom die Punkte sehr gut trifft, dass man also die O-C - Werte sehr gut quadratisch approximieren kann. Wenn dies der Fall ist, dann ist die Periode des Sterns veränderlich, und zwar linear veränderlich. Wie kann man diese lineare Änderung der Periode mit der Epoche berechnen?

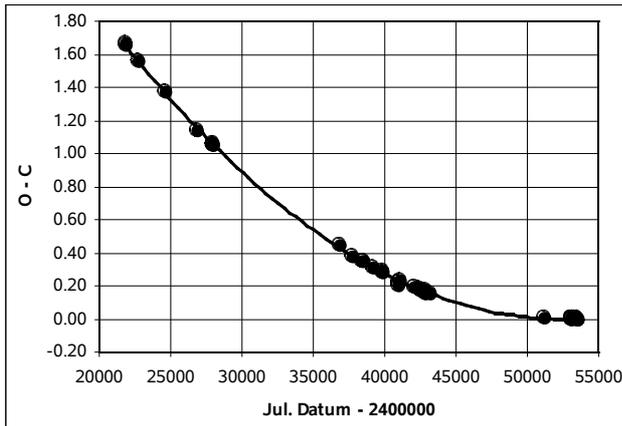


Abb. 1: O - C für P = 0,513548 Tage

Zur Berechnung der O - C ging man aus von der Gleichung:

$$(2) \quad M = M_0 + P_0 * E.$$

M ist hier die Maximumszeit, M_0 das Ausgangsmaximum, P_0 die Periode zum Zeitpunkt M_0 und E die Epoche, die man erhält aus:

$$(3) \quad E = (M - M_0) / P_0.$$

Die Zahlenwerte für M_0 und P_0 findet man in Gleichung (1).

Um die beobachteten Maximazeiten genauer zu beschreiben, approximiert man also die O - C - Werte mit einem quadratischen Polynom. Die O - C - Werte müssen hierfür über der Epoche E aufgetragen werden. Dann wird:

$$(4) \quad O - C = a + b * E + c * E^2$$

a, b und c sind die Koeffizienten des Polynoms. Man kann sie erhalten, wenn man z.B. im Programm EXEL die O - C - Werte durch eine quadratische Trendlinie annähern lässt mit Ausgabe der Koeffizienten.

Im obigen Fall erhält man:

$$a = 1,19902 * 10^{-3} \quad b = 1,88175 * 10^{-6} \quad c = 4,63583 * 10^{-10}$$

Die verbesserten Maximumszeiten sind dann:

$$(5) \quad M = M_0 + P_0 * E + a + b * E + c * E^2$$

oder nach Umformung:

$$M = (M_0 + a) + (P_0 + b) * E + c * E^2$$

Die veränderliche Periode in Abhängigkeit der Epoche erhält man dann als Ableitung von M nach E, also

$$(6) \quad P(E) = dM/dE = (P_0 + b) + 2 * c * E.$$

Im obigen Fall, mit eingesetzten Zahlenwerten, wird also

$$P(E) = 0,513550 + 9,27166 * 10^{-10} * E$$

oder
$$P(JD) = 0,5091204 + 1,805497 * 10^{-9} * JD$$

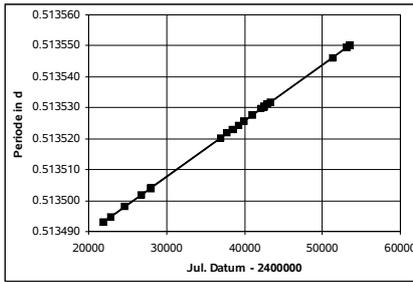


Abb. 2: Periode über Jul. Datum

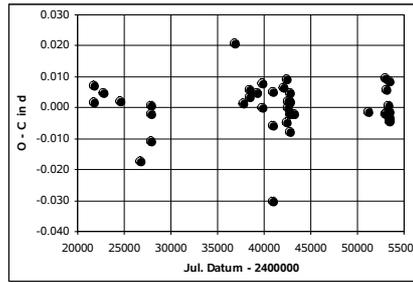


Abb. 3: O - C mit quadr. Korrektur

Abb. 2 zeigt diese Periode, aufgetragen über dem Jul. Datum.

Jetzt fehlt nur noch die Berechnung der O - C aus der verbesserten Beziehung (5). Das Ergebnis dieser Rechnung zeigt Abb. 3.

Der Mittelwert der O - C wird exakt Null, die Standardabweichung, also die mittlere Streuung der O - C wird 0,0079, oder 11,4 Zeitminuten.

Die Veränderung der Periode von SW Boo in den 89 Jahren seit seiner Entdeckung beträgt also bis heute insgesamt ca. 5,1 Sekunden.

Die hier beschriebenen Beobachtungen fanden in den Jahren 2004 und 2005 statt. Im Sommer 2005 war genug Material zusammengekommen, um die oben dargestellte Auswertung zu machen. Im Oktober 2005 bekam D. Husar Kontakt mit Frau J. Vandenbroere in Belgien. Frau J. Vandenbroere ist eine erfahrene visuelle Beobachterin im Rahmen der GEOS-Beobachtergruppe. Sie berichtete D. Husar, dass sie im Juni 2005 eine GEOS-interne Publikation [6] zum Thema Periode von SW Boo gemacht habe. Diese Publikation liegt uns jetzt vor. J.V. kommt zu einer täglichen Periodenänderung von $1,820 \times 10^{-9}$, also einem sehr ähnlichen Ergebnissen wie wir, weil auch sie die Beobachtungen aus der GEOS-Datenbank benutzt hat. Zum Vergleich: Bonov [1] kam 1955 auf der Basis der bis dahin bekannten Daten zum Ergebnis, dass die Veränderung $2,7 \times 10^{-9}$ beträgt. Insgesamt ist dieses Ergebnis sehr befriedigend. Bei uns kommen als "Zugabe" unsere eigenen Beobachtungen mit CCD-Technik hinzu. Dadurch fließen neuere Ergebnisse mit moderner Technik in die Auswertung mit ein.

Zur Frage, ob ein Blazhko-Effekt gefunden werden kann, lässt sich folgendes sagen: betrachtet man die vier Lichtkurven von H. Jungbluth, die alle mit dem gleichen Instrument, gleichen Vergleichssterne, gleicher Belichtungszeit am gleichen Beobachtungsort und dichter Punktfolge im Verlauf von zwei Jahren gemacht wurden, so decken sich diese bestens. Weder in Periode noch in Amplitude ist eine Streuung grösser als die Beobachtungsgenauigkeit zu finden. Hieraus ist also im Beobachtungszeitraum kein Blazhko-Effekt zu finden. Um dies zu untermauern, ist in Abb. 4 eine reduzierte Lichtkurve von SW Boo dargestellt. Sie wurde errechnet aus

den vier Beobachtungen von H. Jungbluth. Auch eine Veröffentlichung, die auf ROTSE-Daten basiert [4] kommt zu ähnlichen Aussagen.

Bedeutet das nun, dass der früher publizierte Blazhko-Effekt sich verändert hat? Oder hat er nie wirklich existiert? Das kann man leider aus unseren Beobachtungen nicht schliessen. Generell sollte man bedenken, dass es sich beim Blazhko-Effekt wohl kaum um ein zeitlich konstantes Phänomen handelt. Bei anderen Sternen (z.B. bei: RV UMa, RW Dra, UX Tri, XZ Cyg, RR Gem und vor allem auch beim Namensgeber RR Lyrae selbst) hat es sich bereits gezeigt, dass in einem Zeitraum von wenigen Jahren bis Jahrzehnten Veränderungen möglich sind.

Letztlich lässt sich diese Frage nur durch weitere, möglichst präzise Beobachtungen klären. SW Bootis bleibt also auch in den kommenden Jahren durchaus ein spannendes Beobachtungsobjekt.

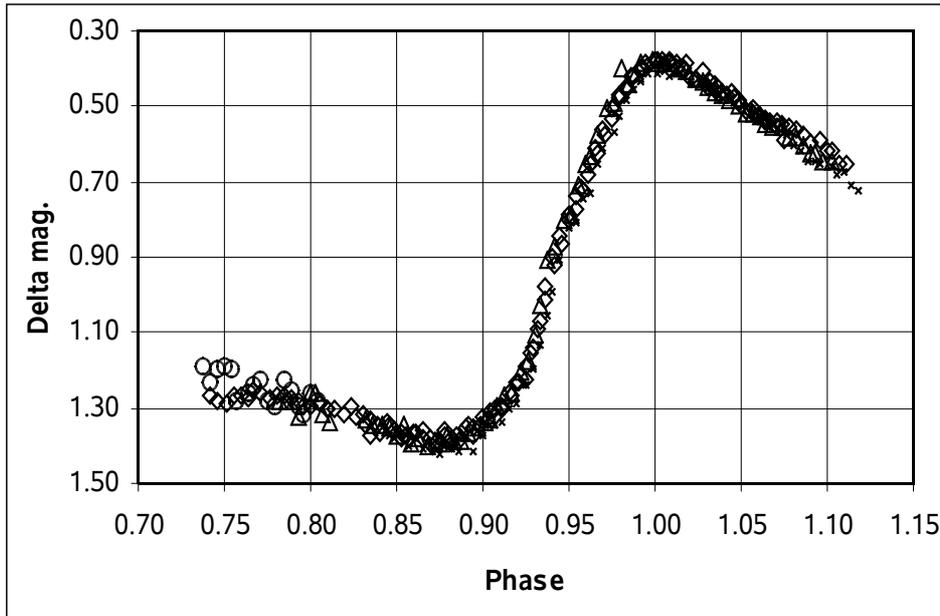


Abb. 4: Lichtkurve von SW Boo

Literatur:

- [1] Bonov, A.D., Budapest Mitteil., 3, No. 38 (1955)
- [2] GEOS RR Lyrae stars database: <http://dbrr.ast.obs-mip.fr/>
- [3] Taylor, P.O., A New Look at SW Bootis, JAAVSO, 1977 p.56-58
- [4] Sodor, A., Jurcsik, J., Revision of the List of Galactic Field RRab Stars with known Blazhko Periods, IBVS 5641, 2005
- [5] Husar, D., BAV Rundbrief, **53**, 1 (2004)
- [6] Vandenbroere, J., GEOS Note Circulaire 1021
- [7] diese Maxima werden später in den IBVS veröffentlicht