

Intensive Beobachtung von RR-Lyrae-Sternen mit Blazhko-Effekt

F.-J. (Josch) Hamsch

Seit einigen Jahren beschäftige ich mich mit der intensiven Beobachtung von RR-Lyr-Sternen mit Blazhko-Effekt. RR-Lyr-Sterne sind kurzperiodische Veränderliche mit Perioden kleiner als ein Tag, somit kann man innerhalb einer klaren Nacht schon recht viel von der Lichtkurve beobachten. Die Lichtkurven haben auch normalerweise charakteristische Formen und die RR-Lyr-Sterne werden in drei Klassen eingeteilt, RRab mit schnellem Anstieg und langsamen Abfall der Lichtkurve (Pulsation in der fundamentalen Radialmode), RRc mit eher sinusförmiger Lichtkurve (Pulsation im ersten Oberton) und die seltenen RRd-Sterne mit einer Kombination der Pulsation von fundamentalen Radialmode und erstem Oberton.

Viele der RR-Lyr-Sterne zeigen allerdings noch einen zusätzlichen Effekt, der die Lichtkurve stark verändert, den sogenannten Blazhko-Effekt, der nach dem Entdecker S. Blazhko in 1907 benannt ist [1]. Der Blazhko-Effekt äußert sich in einer Perioden- und/oder Amplitudenänderung, zumindest bei den meisten RR-Lyr-Sternen die dieses Phänomen zeigen. Die Periode reicht von einigen wenigen Tagen bis zu mehr als 1700 Tage. Diese Webseite (<http://physics.muni.cz/~blasgalf/>) hält eine Liste der bekannten RR-Lyr-Sterne mit Blazhko-Effekt inklusive deren Periode vor. Obwohl der Blazhko-Effekt nun seit mehr als 100 Jahren bekannt ist, ist eine theoretische Beschreibung bisher noch nicht gelungen. Die satellitengestützte Beobachtung durch COROT und KEPLER haben in den letzten Jahren sehr zum Verständnis des Blazhko-Effektes beigetragen, aber meines Wissens nach eben nicht geklärt.

Also sind auch weitere erdgebundene Beobachtungen von RR-Lyr-Sternen mit Blazhko-Effekt hilfreich. Wenn man aber das Verhalten von RR-Lyr-Sternen mit Blazhko-Effekt studieren will, muss man diese so intensiv wie möglich beobachten, um bei unbekannter Blazhko-Periode dieses zu bestimmen oder auch um zu sehen, ob die Blazhko-Periode über verschiedenen Perioden denn konstant ist oder nicht. Es gibt nämlich mittlerweile doch einige Sterne, bei denen man veränderliche Blazhko-Perioden oder gar mehrere Blazhko-Perioden gefunden hat (siehe die Webseite <http://physics.muni.cz/~blasgalf/>). Intensive Beobachtung heißt aber auch, dass man möglichst viele klare Nächte innerhalb einer Saison haben sollte oder möglichst mit mehreren Beobachtern an verschiedenen Standpunkten zusammenarbeiten sollte. Leider lässt das Wetter in Mitteleuropa eher zu wünschen übrig. Die meisten der hier gezeigten Daten wurden deshalb über den Zugriff zu Teleskopen an Standorten mit viel günstigeren Bedingungen, was die Anzahl klarer Nächte angeht, gewonnen. Die meisten Beobachtungen der im folgenden aufgeführten RR-Lyr-Sterne wurden in New Mexico und Chile durchgeführt. Speziell in Chile kam ich im ersten Jahr auf 320 klare Nächte zum Beobachten (die auch effektiv beobachtet wurden). Das führt natürlich dazu, dass man sehr dichte Messreihen erhält.

Doch genug der einleitenden Worte, kommen wir jetzt zu den Resultaten. Die Sterne, die wir zum Beobachten ausgesucht haben, gehören zu der Gruppe der bisher wenig beobachteten RR-Lyr-Sterne (siehe die GEOS RR Lyr - Datenbasis [5]). Der vorliegende Text ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse, die im Detail in den

folgenden Publikationen veröffentlicht wurden [2-4]. Im weiteren geht es um vier RR-Lyr-Sterne: CX Lyr, NU Aur, VY CrB und V1820 Ori. Fangen wir mit CX Lyr an:

CX Lyr

Pierre de Ponthierre hat im Jahre 2008 angefangen diesen Stern zu beobachten, nachdem von Le Borgne et al [6] entdeckt wurde, dass der Stern einen Blazhko-Effekt zeigt. Allerdings waren die damaligen Daten nicht ausreichend, um die Blazhko-Periode genauer zu bestimmen. Die Daten, die in Ref. [2] veröffentlicht sind, wurden alle in Belgien in der Periode Juni bis November 2008 während 59 Nächte gewonnen. Auch ein Maximum von G. Maintz, das in der GEOS Datenbank [5] aufgenommen ist, wurde mit verwendet. Aus den Daten konnten 14 Maxima abgeleitet werden. Daraus resultierte eine verbesserte Periode gegenüber dem GCVS

$$\begin{aligned} \text{HJD} = 2454677.5688 &+ 0.61675E & (1) \\ &\pm 0.0037 \pm 0.000024E \end{aligned}$$

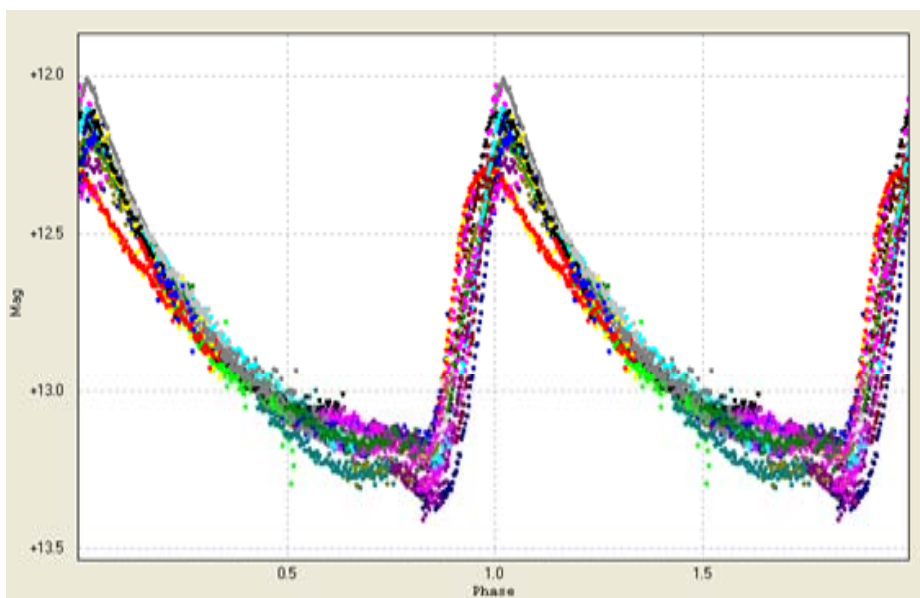


Abb. 1: Lichtkurve von CX Lyr, die verschiedenen Farben stellen Beobachtungen in verschiedenen Nächten dar. Daten von P. De Ponthierre

Auch die Blazhko-Periode wurde aus den vorhandenen Maxima ermittelt und resultierte zu 62 ± 2 Tage. Das bedeutete eine Verbesserung zu dem Literaturwert von 227 oder 128 Tage aus Referenz [6]. Die Blazhko-Periode konnte aus den zur Verfügung stehenden Daten nicht genauer bestimmt werden, da die Datenbasis zu viele Lücken aufweist. In einer zweiten Beobachtungsperiode von 2009 bis 2011 konnten 41 neue Maxima bestimmt werden.

Damit konnte dann in erster Instanz die Periode verbessert werden zu:

$$\text{HJD} = 2454677.5692 \pm 0.0031 + (0.6167582 \pm 0.0000031) E$$

Auch die Blazhko-Periode konnte genauer bestimmt werden zu 68.3 +/- 0.4 Tage. Die Daten, die nun mehrere Jahre überstreichen, zeigten auch, dass sukzessive Blazhko-Zyklen nicht gleich sind. Für die Bestimmung der Blazhko-Periode wurden sowohl die Maximazeiten als auch die Magnitude zum Maximumzeitpunkt herangezogen und beide Resultate stimmten recht gut überein.

NU Aur

NU Aur wurde schon eine gewisse Zeit (Periode 2006-2007) von Pierre de Ponthierre mit den AAVSONet - Teleskopen in New Mexico beobachtet. Ein starker Blazhko-Effekt war auch bei diesem Stern aufgrund dieser Beobachtungen bekannt. Die Datenbasis erlaubte keine Verbesserung oder Verifikation der bekannten Blazhko-Periode von 179 Tagen. In der Zeit von 2008 bis 2011 kamen 75 zusätzliche Maxima zusammen. Eine Analyse der Maximazeiten ergab eine verbesserte Periode zu

$$\text{HJD} = 2454752.4603 \pm 0.0014 + (0.5394148 \pm 0.0000015) E$$

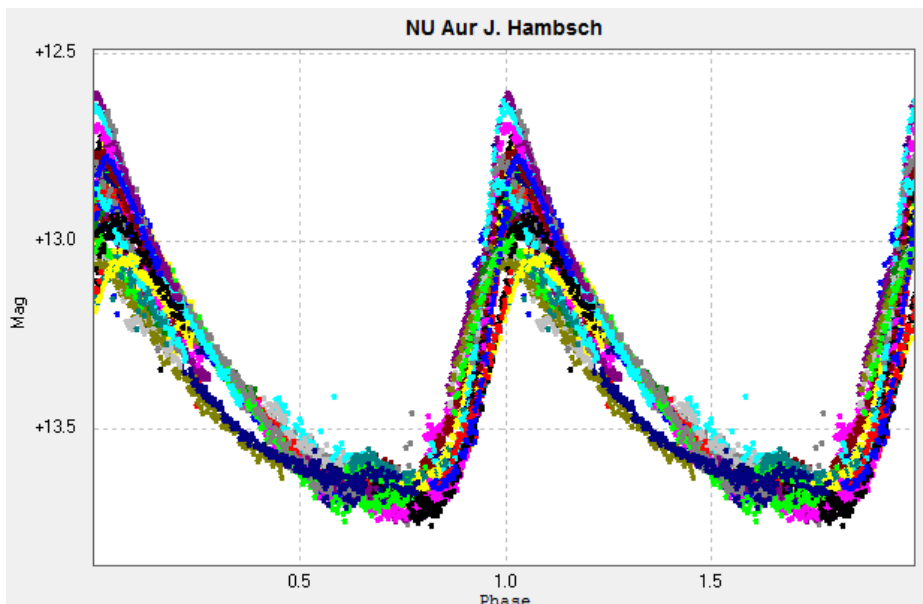


Abb. 2: Lichtkurve von NU Aur, die verschiedenen Farben stellen Beobachtungen in verschiedenen Nächten dar

Die Bestimmung der Blazhko-Periode gestaltete sich schwieriger, da aus dem GCVS schon eine recht lange Periode bekannt war. Es zeigte sich, dass die Periode auch mit den vorhandenen Daten noch nicht eindeutig zu bestimmen ist und entweder bei 114.4

+/- 1.4 Tagen oder bei 170.1 +/- 2.6 Tagen liegt. Genaueres ist nachzulesen in Ref. [3]. Weitere Beobachtungen sind nötig, um die Blazhko-Periode eindeutig bestimmen zu können. Man sieht, dass bei langer Blazhko-Periode Beobachtungen des Sterns über mehrere Jahre nötig sind, um die Periode eindeutig zu bestimmen oder zu verbessern.

VY CrB

Auch für diesen Stern wurden im Zeitraum April 2010 bis August 2011 49 Maxima beobachtet. Dadurch konnte die Periode gegenüber dem GCVS etwas verbessert werden:

$$\text{HJD} = 2455302.5032 \pm 0.0013 + (0.4629461 \pm 0.0000010) E$$

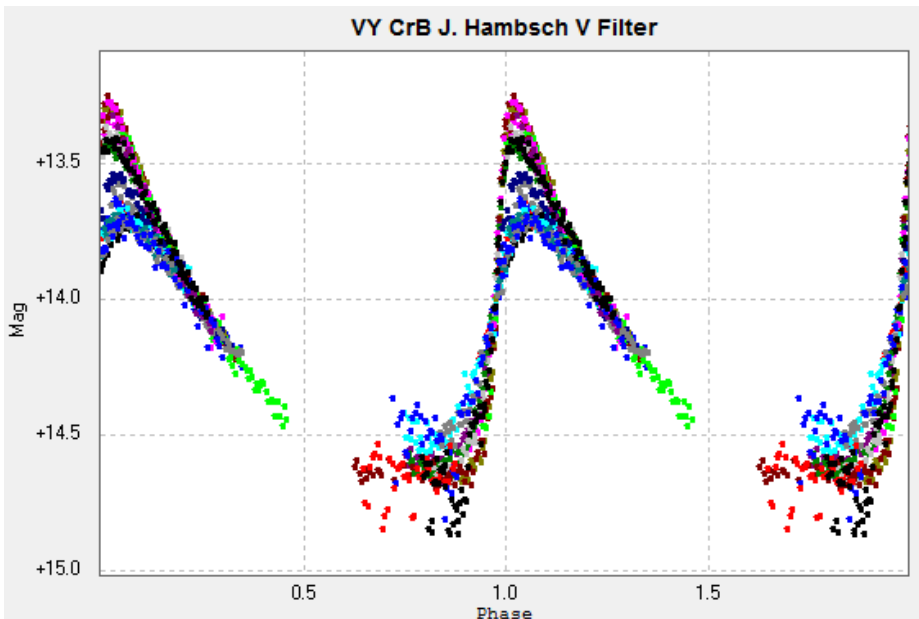


Abb. 3: Lichtkurve von VY CrB, die verschiedenen Farben stellen Beobachtungen in verschiedenen Nächten dar

Trotz der intensiven Beobachtung konnte die Blazhko-Periode auch hier nicht eindeutig aus den Daten bestimmt werden. Entweder ist sie 32.3 ± 0.1 oder 64.6 ± 0.2 Tage, was eine Differenz von einem Faktor 2 ist. Auch hier zeigt sich, dass der Blazhko-Effekt sich nicht genau wiederholt bei verschiedenen Blazhko-Perioden und dazu führt, dass trotz der vielen Maximabeobachtungen und der relativ kurzen Blazhko-Periode diese nicht eindeutig bestimmt werden konnte.

V1820 Ori

Kommen wir nun zu dem letzten hier behandelten Stern. Dieser wurde mir von dem belgischen Sternfreund Patrick Wils empfohlen, da er einen starken Blazhko-Effekt aufweist. Ich habe in den Jahren 2006 bis 2008 begonnen, diesen Stern aus New Mexico zu beobachten. Das Wetter und eine Verteilung der Beobachtungsnächte unter mehreren Teilhabern des Remote-Observatoriums lies jedoch eine konzentrierte Beobachtung des Sterns nicht zu. Erst nach Fertigstellung meiner Sternwarte in Chile und die einzigartige Anzahl von Beobachtungsnächten machte eine wirklich intensive Beobachtung dieses Sterns möglich.

Dieser Stern wurde von Dezember 2006 bis März 2012 an 157 Nächten beobachtet. Dabei kamen mehr als 22500 Helligkeitsmessungen zusammen. Die Hauptmasse der Daten wurde in der Saison 2011/2012 gewonnen. Aus diesen Daten wurde die Periode gegenüber dem GCVS etwas verbessert:

$$\text{HJD} = (2\,454\,075.8935 \pm 0.0060) + (0.4790486 \pm 0.0000018) E$$

Durch den stark ausgeprägten Blazhko-Effekt ergeben sich allerdings doch große Unterschiede in dem Zeitpunkt des Maximums, bestimmt durch obenstehende Gleichung.

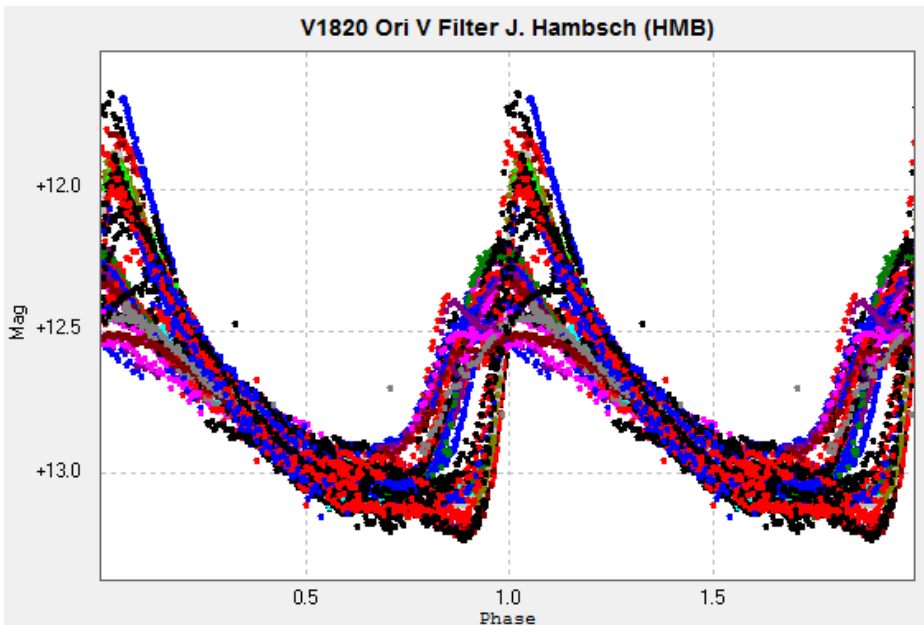


Abb. 4: Lichtkurve von V1820 Ori, die verschiedenen Farben stellen Beobachtungen in verschiedenen Nächten dar. Das Bild zeigt nur einen Teil der Daten.

Es wurden 13 Maxima in der Periode 2006/2007 und 52 Maxima während der Saison 2011/2012 bestimmt. Die Blazhko Periode wurde schon recht gut durch P. Wils et al. [7] zu 28 Tagen bestimmt. Durch die neuen Beobachtungen konnte die Periode nun zu

$$\text{HJD}_{\text{Blazhko}} = 2454029.2047 + (27.92 \pm 0.03) E_{\text{Blazhko}}$$

verbessert werden. Dabei wurde auch festgestellt, dass diese Periode über die Jahre nicht konstant bleibt. Die kurze Periode ermöglicht es, diese Änderungen zu verfolgen.

In einer Fortsetzung werden wir uns über die unterschiedlichen Blazhko-Verhalten der vier Sterne auseinandersetzen.

Referenzen:

[1] Blazhko, S., 1907, Astron. Nachr. 175, 325

[2] Pierre de Ponthiere, Jean-Francois Le Borgne, Franz-Josef Hamsch, 2009, JAAVSO, 37, 117, arXiv:1212.0026

[3] Pierre de Ponthiere, Jean-Francois Le Borgne, F. Fumagalli, Franz-Josef Hamsch, Tom Krajci, J-M Llapasset, Kenneth Menzies, Marco Nobile, Richard Sabo, 2012, JAAVSO, 40, 904 arXiv:1212.0034

[4] Pierre de Ponthiere, Franz-Josef Hamsch, Tom Krajci, Kenneth Menzies, Patrick Wils, accepted for publication in JAAVSO , arXiv:1212.0897

[5] <http://dbrr.ast.obs-mip.fr/>

[6] Le Borgne, J. F., et al. 2007, Astron. Astrophys., 476, 307

[7] Wils P. et al. 2006, MNRAS 368, 1757