

Der Blazhko-Effekt der RR-Lyrae-Sterne

Gisela Maintz

Der Blazhko-Effekt der RR-Lyrae-Sterne

Der Blazhko-Effekt der RR-Lyrae-Sterne wurde bereits 1907 von S. Blazhko entdeckt. Er stellte eine Veränderung der Lichtkurve des Sterns RW Dra von Periode zu Periode fest (Blazhko 1907). Seitdem gibt es zunehmend viele Untersuchungen über den Blazhko-Effekt. Je nach Autor zeigen 10 bis 50 % der RRab-Sterne und mindestens 2 bis 40 % der RRc-Sterne Blazhko-Effekt. In den neueren Veröffentlichungen werden die höheren Zahlen angegeben, da durch bessere Beobachtungsmöglichkeiten und Satellitenbeobachtungen bei immer mehr RR-Lyr-Sternen Lichtkurvenvariationen festgestellt werden (Szabo et al. 2010).

Der Blazhko-Effekt zeigt sich im Frequenzspektrum durch eine oder mehrere Frequenzen sehr nahe zur Hauptpulsationsfrequenz des Sterns. Aus Überlagerungen dieser Frequenzen mit der Hauptfrequenz resultiert die Blazhko-Periode (BP). Diese Nebenfrequenzen sind das sicherste Erkennungsmerkmal des Blazhko-Effekts. Die Blazhko-Perioden haben sehr unterschiedliche Längen. Es gibt BP von 5.309~d (SS Cancri; Jurcsik et al. 2006) bis 530.0~d (RS Bootis; Nagy 1998).

Blazhko-Sterne zeigen neben der Perioden-Modulation auch eine Amplituden-Variation. Diese fällt ebenso unterschiedlich aus wie die Länge der BP. Es gibt Sterne bei denen die Änderung der Amplitude weniger als 0.1 mag beträgt (RR Gem). RS Boo weist eine Variation von 0.15 mag auf, XZ Cyg sogar von 0.7 mag. Bei einigen Sternen fällt der Blazhko-Effekt so gering aus, dass man ihn nur mit besonderem Aufwand erkennen kann. So zeigt DM Cyg eine Variation der Maximal-Helligkeit von nur 0.08 mag und eine Periodenänderung von 0.005 d (Jurcsik 2009).

Der Blazhko-Effekt kann auch die sogenannte Periodenverdoppelung hervorrufen. RR Lyr selbst hat während einiger Phasen der BP abwechselnd hohe und niedrige Maxima. Wegen der Periode von circa einem halben Tag wurde dies erst durch Satelliten-Beobachtung entdeckt (Kohlenberg et al. 2010).

Außerdem sind die Variationen innerhalb der BP nicht immer stabil. Nicht bei allen Sternen mit Blazhko-Effekt wiederholt sich die Lichtkurve in der jeweils gleichen Blazhko-Phase. Es gibt auch den unregelmäßigen Blazhko-Effekt, bei dem die Lichtkurve von Periode zu Periode anders erscheint und keine Wiederholungen zu erkennen sind.

Des weiteren muß noch erwähnt werden, dass Sterne mit Blazhko-Effekt öfters ihre Periode verändern können. Diese Periodenänderungen erfolgen plötzlich und viel schneller als es die Entwicklung der Sterne erwarten lässt (Lee 1991). Es sind inzwischen auch Sterne mit einer doppelten BP gefunden worden, bei denen die Variationen einer kürzeren BP mit einer wesentlich längeren 2. BP variieren (Wills et al. 2008). Der Blazhko-Effekt kann zeitweise auch verschwinden. So zeigte RR Gem in den Jahren 1970 bis 1980 keinen Blazhko-Effekt (Sodor et al. 2007).

Der Blazhko-Effekt in der Beobachtung

Beobachtet man RR-Lyr-Sterne mit Blazhko-Effekt, so fallen die Lichtkurven durch die unterschiedlichen Höhen ihrer Maxima und Minima auf. Aber nicht nur die Extremwerte der Lichtkurve variieren, sondern auch die Form der Lichtkurve zeigt starke Veränderungen. Der Auf- und Abstieg der Lichtkurve kann je nach der Blazhko-Phase, in der er beobachtet wird, steiler oder sanfter ausfallen. Abb. 1 zeigt meine Beobachtungen zweier RR-Lyr-Sterne mit Blazhko-Effekt. XZ And (links) ist ein RRab Stern mit regelmäßigem Blazhko-Effekt, während die Lichtkurve von RZ Cep, einem RRC-Stern wesentlich unregelmäßiger ist und 2 Maxima aufweist.

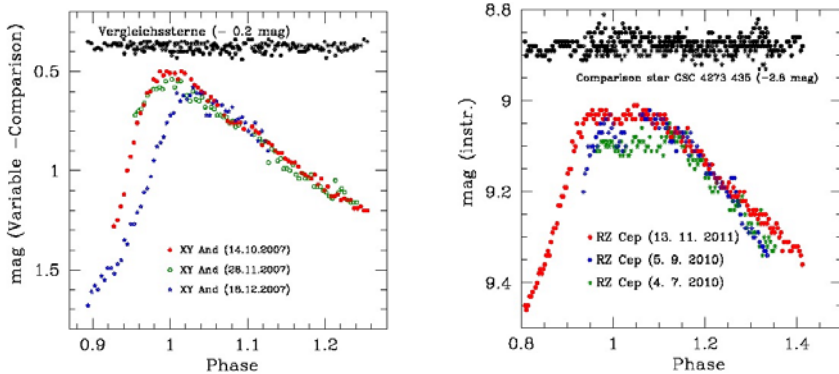


Abb. 1: XY And (links) und RZ Cep (rechts), durch den Blazhko-Effekt verändert sich sowohl die Periodenlänge als auch die Amplitude und Helligkeit im Maximum und Minimum des Sterns sowie die Steilheit der Flanken der Lichtkurve

Ebenso wird die Periodenlänge durch den Blazhko-Effekt verändert. Bei den Sternen mit regelmäßigem Blazhko-Effekt variiert diese mit der Blazhko-Periode regelmäßig zwischen einem maximalen und minimalem Wert. Die Schwankungen der Periodenlängen zeigen sich auch im (B-R)-Diagramm, das bei Sternen mit Blazhko-Effekt weit mehr Abweichungen aufweist, als sich aus der Unsicherheit der Beobachtungen ergibt.

Abbildung 2 zeigt dies am Beispiel von CI And (oben) und DR And (unten). Während bei CI And die (B-R)-Werte nur um 0.005 d schwanken (mit einem Ausreißer) weist DR And - ein Stern mit Blazhko-Effekt - Abweichungen von bis zu 0.4 d auf.

Aus dem oben gesagtem ergibt sich, dass die Beobachtung von Blazhko-Sternen längere Beobachtungszeiten erfordert als sonst für RR-Lyr-Sterne notwendig. Das beruht einmal auf der Periodenvariation, durch die das Zeitfenster des Maximums nicht gut gewählt werden kann, da die BP nicht immer genau bekannt ist, und wenn man sie kennt, fehlen in der Literatur oft die Ausgangsepochen. Aber auch die sehr breiten Maxima oder Doppelmaxima der RRC-Sterne mit Blazhko-Effekt benötigen eine Beobachtungszeit von mindestens 4 bis 5 Stunden um eine sichere Maximumbestimmung zu ermöglichen. Da sich die Lichtkurve mit jeder Periode verändert, ist

eine möglichst lange Erfassung der Flanken sehr wünschenswert. Die Bestimmung der BP ist bei kurzen BP eventuell von einem Beobachter/in möglich (eine anhaltende Periode guten Wetters vorausgesetzt). Bei längeren oder ganz langen BP geht dies nur durch intensive Zusammenarbeit mehrerer Beobachter/innen.

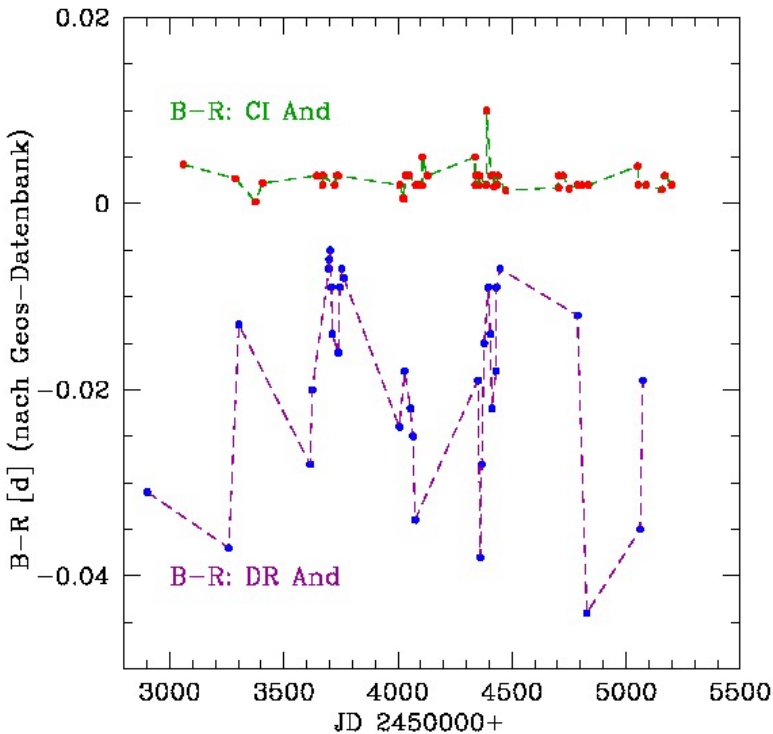


Abb. 2: Die (B-R)-Werte der Maxima von CI And (oben) und DR And (unten) von 2005 bis 2009, entnommen der Geos-Datenbank. DR And ist ein Stern mit Blazhko-Effekt. Die wesentlich größere Streuung seiner (B-R)-Werte ist sehr auffällig und geht weit über die Streuungen, die auf Beobachtungs-Ungenauigkeiten beruhen können, hinaus.

Ursache des Blazhko-Effekts

Die Ursache des Blazhko-Effekts der RR-Lyr-Sterne ist ein langanhaltendes Rätsel in der stellaren Pulsationstheorie. Bis jetzt ist noch keine zufriedenstellende Erklärung für den Blazhko-Effekt gefunden worden (Smolec 2011). Über die Ursache des Blazhko-Effekt gibt es ein Überangebot an Erklärungen.

Bis vor ein paar Jahren wurden zwei mögliche Ursachen bevorzugt genannt, nämlich zum einen das Resonanz-Modell (Van Hoolst et al. 1998, Dziembowski & Mizerski 2004) und als zweites das magnetische Modell (Shibahashi & Takata 1995, Shibahashi 2000).

Beide Modelle benötigen die Anregung von nicht radialen Pulsationen und einen Zusammenhang der Rotationsperiode des Sterns mit seiner Pulsationsperiode. Aber diese weitverbreiteten Modelle werden nicht der Vielzahl der Erscheinungen des Blazhko-Effekts gerecht, wie den mehrfachen Blazhko-Perioden (Wills et al. 2008), komplexe Modulationen der Blazhko-Periode und Mehrfachmaxima. Erklärung des Blazhko-Effekts durch Lichtlaufzeitenänderung durch einen Begleiter oder wegen unterschiedlichen Gehalts an schweren Elementen sowie Effekte auf Grund hoher Sternrotation erwiesen sich als unzutreffend für die Vielzahl der Erscheinungen des Blazhko-Effekts.

Auf Grund der neueren und Satelliten gestützten Beobachtungen wurden neue Modelle für die Ursachen des Blazhko-Effekts entwickelt. Eine neuere Erklärung sind wechselnde Stärken in der Konvektion des Sterns (Stothers 2006, 2010). Aber Mollnar & Kovacs (2009) und Smolec et al. (2011) stellten fest, dass die Änderung der Konvektionstiefe innerhalb weniger Tage rund 50% betragen müsste, was physikalisch unwahrscheinlich ist.

Einige RR-Lyr-Sterne zeigen Variationen, die mit einer Resonanz mit dem 2. Oberton erklärt werden können (Poretti et al. 2010). Es wurden auch Resonanzen mit nicht radialen Pulsationsmoden in Betracht gezogen (Olech et al. 2000). Diese könnten aber nur durch zykluslange zeitlich hochaufgelöste Spektralbeobachtungen verifiziert oder widerlegt werden. Szabo et al. 2010 fand, dass die Periodenverdoppelung auf eine 9:2 Resonanz zwischen Schwingungen im Grundmode und dem neunten Oberton zurückzuführen ist. Diese Resonanz kann auch einige weitere, aber nicht alle Erscheinungen des Blazhko-Effekts gut erklären.

Als Zusammenfassung der Ursachen des Blazhko-Effekts muss ich auf den Anfang dieses Abschnitts verweisen: Die Ursache des Blazhko-Effekts der RR-Lyr-Sterne ist ein langanhaltendes Rätsel in der stellaren Pulsationstheorie.

Reference:

BLazhko, S., 1907, AN, 175, 325

Katrien Kolenberg <http://arxiv.org/abs/1108.4987>

und viele der dort genannten Referenten

Maintz 2008, Doktorarbeit

Nagy 1998, A&A, 339, 440

Gisela Maintz,
53121 Bonn, Römerweg 39
E-mail: gmaintz@astro.uni-bonn.de